

Specializare în reabilitarea patrimoniului construit

— Note de curs —

Épített örökség-helyreállító szakképzés

— Jegyzetek —

Built Heritage Conservation Training

— Lecture Notes —

Spécialisation dans la conservation- restauration du patrimoine bâti

— Notes de cours —

Cluj-Napoca
2015



Acest proiect este finanțat de Uniunea Europeană
A projekt támogatója az Európai Unió
This project is funded by the European Union
Le présent projet est financé par l'Union Européenne

Publicat sub egida Fundației Transylvania Trust
Megjelent a Transylvania Trust Alapítvány gondozásában
Published under the auspices of the Transylvania Trust
Publié sous les auspices de la Fondation Transylvania Trust

Redactori - Szerkesztők - Editors - Éditeurs:

Hegedüs Csilla, David Baxter

Colaboratori - Assistant Editors - Munkatársak - Contributeurs:

Avram Adela, Berki Tímea, Bohonyi Boglárka, Dezső Éva, Furu Árpád, Jakab Márta, Moscu Katalin, Makay Dorottya, Mirela Kulin, Szabó Anna, Szénássy Zsolt, Tarr Margit, Varsányi Ildikó, Vincze Orsolya

Traducere - Fordítás - Translation - Traduction:

Rita Balázs, Ioana Diaconu-Mureșan, Alina Pelea, Virginia Petric, Ioana Elena Rus

Coperta - Borítóterv - Cover Page - Couverture:

Könczey Elemér

Redactor tehnic - Műszaki szerkesztő - Technical Editor - Rédacteur technique:

Sütő Ferenc

CECIH

Celebrating European Cultural Intangible Heritage for Social Inclusion and Active Citizenship
Promovarea patrimoniului cultural intangibil pentru incluziune socială și cetățenie activă
Az európai kulturális örökség ünneplése a társadalmi integráció és az aktív állampolgárság elősegítéséért
Célébration du Patrimoine Culturel Immatériel de l'Europe pour l'inclusion social et citoyenneté active

Coordonatorul proiectului - Projekt koordinátor -Project coordinator - Coordinateur du projet:

Transylvania Trust

Finanțator - Támogató - Donor - Sponsor:



Nemzeti Kulturális Alap



Culture

This publication has been produced with assistance of the European Union. The contents of this publication are the sole responsibility of the Transylvania Trust and can in no way be taken to reflect the views of the European Union. / Această publicație a fost finanțată de Uniunea Europeană. Conținutul acestei publicații este responsabilitatea totală a Fundației Transylvania Trust și nu reflectă sub nici o formă viziunea Uniunii Europene. / A kiadvány az Európai Unió támogatásával készült. A kiadvány tartalma kizárólag a Transylvania Trust Alapítvány felelőssége alá tartozik, és semmi szín alatt nem tükrözi az Európai Unió nézeteit. / La présente publication a été élaborée avec l'aide de l'Union européenne. Le contenu de la publication relève de la seule responsabilité de et ne peut aucunement être considéré comme reflétant le point de vue de l'Union européenne.

Data publicării - Megjelenés időpontja - Date of publishing - Date de publication:

2015

ISBN 978-973-0-20055-3

CUPRINS

Csilla Hegedüs — Restaurare prin specializare profesională	9
Csilla Hegedüs — Managementul protecției patrimoniului construit — introducere	11
Eugen Pănescu — Proiecte pentru valorificarea patrimoniului construit	15
Andrew Shepherd — Varul, mortare și tencuieli pe bază de var	19
Ildikó Kirizsán — Evoluția istorică a structurilor zidite din piatră și cărămidă.	23
Ildikó Kirizsán — Comentarii și sugestii la abordarea tehnologică a structurilor boltite	27
David Baxter — Atelierul de consolidare și tencuire	34
Kálmán Szőke — Roci ornamentale și cariere	37
Andrew Shepherd — Degradările pietrei și reparațiile	41
David Baxter — Atelierul pentru pietrari	44
Anna Szabó — Structura materialului lemnos. Fizica și chimia lemnului. Grade de durabilitate și umiditate. Degradări biologice și tratamente	46
dr. Livia Bucșa — Agenți de biodegradare la materialele lemnoase din construcții	54
dr. Bálint Szabó, dr. Imola Kirizsán — Definirea și clasificarea șarpantelor istorice . . . Doar în format CD	
David Baxter — Atelierul de dulgherie	60
dr. Dorottya Makay — Șarpante istorice cu caracter baroc	62

TARTALOM

Hegedüs Csilla — Szakképzés és helyreállítás	81
Hegedüs Csilla — Az épített örökség menedzsmentje — bevezető	83
Eugen Pănescu — Projektek az épített örökség hasznosításáért	87
Andrew Shepherd — Mész és mészalapú habarcsok és vakolatok	89
Kirizsán Ildikó — A kő- és téglafalazatok történeti fejlődése	93
Kirizsán Ildikó — Boltozott szerkezetek — megjegyzések és javaslatok	95
David Baxter — Megerősítés és vakolás műhelygyakorlat	99
Szőke Kálmán — Építőkövek és kőbányák	101
Andrew Shepherd — A kő károsodásai és javítása	105
David Baxter — Kőfaragó műhelygyakorlat	108
Szabó Anna — A fatest szerkezete. A faanyag fizikai és kémiai tulajdonságai. A faanyag tartóssága és nedvességtartalma. Farontó szerkezetek; a károsodások kezelése.	110
dr. Livia Bucșa — Az épületek faanyagára káros tényezők	118
dr. Szabó Bálint, dr. Kirizsán Imola — A történeti fedélszerkezetek meghatározása és csoportosítása. Csak CD-n elérhető	
David Baxter — Az ácsműhely-gyakorlat	124
dr. Makay Dorottya — Barokk jellegű történeti fedélszerkezetek	126

CONTENTS

Csilla Hegedüs — Restoration through Conservation Training	145
Csilla Hegedüs — An Introduction to the Management of the Built Heritage	147
Eugen Pănescu — Built Heritage Valorisation Projects	151
Andrew Shepherd — Lime and Lime Based Mortars and Renders	153
Ildikó Kirizsán — The Historic Evolution of Brick and Stone Masonry Structures	157
Ildikó Kirizsán — Comments and Suggestions Concerning Vaulted Structures	159
David Baxter — Masonry Consolidation and Rendering Workshops	163
Kálmán Szóke — Building Stones and Quarries.	166
Andrew Shepherd — Stone Decay and Repair	170
David Baxter — Stonemasonry workshop	174
Anna Szabó — Structure of Wood/Timber. Physics and Chemistry of Wood. Durability and Moistness Degrees. Biological Degradation and Treatments	176
dr. Livia Bucsa — Biodegrading Agents of Timber within Constructions	184
dr. Bálint Szabó, dr. Imola Kirizsán — Definition and Classification of Historic Roof Structures.	Only on CD
David Baxter — Carpentry Workshop	190
dr. Dorottya Makay — Historic Roof Structures with Baroque Character.	193

CONTENU

Hegedüs Csilla — La gestion de la conservation-restauration du patrimoine bâti — introduction.	213
Hegedüs Csilla — Conserver et restaurer par la spécialisation professionnelle	217
Eugen Pănescu — Projets de valorisation du patrimoine bâti	219
Andrew Shepherd — Chaux, mortiers et enduits de chaux	221
Kirizsán Ildikó — L'évolution des maçonneries de pierres et de briques au long de l'histoire.	225
Kirizsán Ildikó — Commentaires et suggestions concernant l'approche technologique des structures voûtées	227
David Baxter — Atelier de maçonnerie.	231
Szóke Kálmán — Roches ornementales et carrières.	234
Andrew Shepherd — Dégradations et réparations de la pierre	239
David Baxter — Atelier pour les tailleurs de pierre	243
Szabó Anna — Structure du bois. Physique et chimie du bois. Degrés de durabilité et d'humidité. Dégradations biologiques et traitements.	246
dr. Livia Bucsa — Agents de biodégradation du bois de construction.	255
dr. Szabó Bálint, dr. Kirizsán Imola — Définition et classification des charpentes historiques.	Seulement en format CD
David Baxter — Atelier de charpenterie	262
dr. Makay Dorottya — Charpentes historiques à caractère baroque — introduction	265

FOTOGRAFII - FÉNYKÉPEK - PHOTOGRAPHS - PHOTOS

1. Prezentarea generală a Centrului de Specializare în Reabilitarea Patrimoniului Construit
Az Épített Örökség Helyreállító Szakképző Központ bemutatása
General presentation of the Built Heritage Conservation Training Centre
Présentation générale du Centre de Spécialisation
dans la Conservation-Restauration du Patrimoine Bâti. I
2. Atelierul de consolidare și tencuire
Megerősítés és vakolás műhelygyakorlat
Consolidation and Rendering Workshop
Atelier de consolidation et enduits II
3. Atelierul de pietrărie
Kőfaragóműhely
Stonemasonry Workshop
Atelier de taille de pierre III
4. Atelierul de dulgherie
Ácsműhely
Carpentry Workshop
Atelier de charpenterie IV
5. Restaurarea clădirii fostei bucătării, castelul Bánffy, Bonțida
A bonchidai Bánffy kastély volt konyhaépületének helyreállítása
Restoration of the former kitchen block at Bánffy Castle, Bonțida
Restauration du bâtiment de la cuisine, Château Bánffy, Bonțida V
6. Restaurarea clădirii Miklós, castelul Bánffy, Bonțida
A bonchidai Bánffy kastély Miklós épületének felújítása
Restoration of the Miklós building, Bánffy Castle, Bonțida
Restauration du bâtiment Miklós, Château Bánffy, Bonțida VI
7. Activități de practică pe teren
Terepgyakorlatok
Field study activities
Activités pratiques sur le terrain VII
8. Alte activități ale Centrului de specializare
A szakképző központ egyéb tevékenységei
Other activities of the Built Heritage Conservation Training Centre
Autres activités du Centre de Spécialisation VII

Patrimoniul construit înseamnă mai mult, decât ansamblul format din clădiri vechi, castele, biserici, muzee — este mărturia vie a trecutului, a culturii, a meseriilor, a istoriei, a unui mod de viață. Ne-a fost lăsat drept moștenire de către strămoșii noștri, pentru a fi cel puțin întreținut, și predat generațiilor viitoare.

Clădirile istorice au nevoie de îngrijire și întreținere (despre modul acestuia vor vorbi paginile următoare), dar ne aduc drept răsplătă beneficii — prin valoarea adăugată vieții noastre.

Contribuie la asigurarea unui mediu la scară umană, spațiu în care trăim, muncim, ne relaxăm și de care ne bucurăm. Turismul, comerțul, activitățile culturale duc la regenerarea unei regiuni, creând noi locuri de muncă și piață de desfacere produselor și serviciilor locale.

Cartea de față conține prelegerile cursului organizat de fundația Transylvania Trust și Institute of Historic Building Conservation în cadrul Centrului Internațional de Specializare în Reabilitarea Patrimoniului Construit de la castelul Bánffy, Bonțida. Autorii sunt recunoscători celor care au contribuit la apariția ei, și speră că prin efortul lor au ajutat la răspândirea mesajului: trebuie să întreținem moștenirea noastră pentru generațiile viitoare, și trebuie s-o facem în mod profesional.

David Baxter, Csilla Hegedüs Directori Program

Épített örökségünk több mint régi házak, kastélyok, templomok, múzeumok összessége — élő tanúja múltunknak, kultúránknak, mestertudásunknak, történelmünknek, életmódunknak. Örökségünk, melyet őseink hagytak ránk, s amelyet kötelességünk legalább megőrizni, s utódainknak továbbadni. Történeti épületeink gondoskodásra, karbantartásra szorulnak (ennek módjáról szólnak a következő oldalak) —, de erőfeszítéseink megtérülnek a mindennapjainkhoz hozzáadott értékek révén.

Hozzájárulnak emberléptékű környezetünkhöz, amelyben élünk, dolgozunk, kapcsolódunk, s amelyet élvezünk. Turizmus, kereskedelem, kulturális tevékenységek segítségével a régió fellendítéséhez járulnak hozzá, munkahelyeket teremtenek, s helyi termékeknek és szolgáltatásoknak piacot biztosítanak.

E könyv előadásokat tartalmaz, amelyek a Transylvania Trust és az Institute of Historic Building Conservation által szervezett, a bonchidai Bánffy kastélyban működő Nemzetközi Épített Örökség Helyreállító Szakképző Központban oktatási programok keretében hangzanak el. A szerzők hálásak mindazoknak, akik hozzájárultak e könyv megjelenéséhez, és remélik, hogy munkájuk révén segítenek az üzenet továbbításában: meg kell őriznünk épített örökségünket a következő generációk számára, és ezt szakszerűen kell tennünk.

David Baxter, Hegedüs Csilla Programigazgatók

Built heritage is more than just old houses, castles, churches, museums - they are “living” evidence of our past, culture, craftsmanship, history and lifestyle. They were left to us as a legacy by our ancestors, to at least maintain them and to hand them over to the next generations.

Historic buildings need care and attention (and about how we try and teach this one can read in the next pages), but they offer benefits in return — they add value to our life in so many ways.

They contribute to a “human” environment, a space to live, work, relax in — to enjoy. Through tourism, trade, cultural activities they bring regeneration to a region, by creating new workplaces, market for local products and services.

This book contains a series of lectures, presented at the training courses organized by the Transylvania Trust and Institute of Historic Building Conservation at the International Built Heritage Conservation Training Centre at Bánffy castle, Bonțida. The authors are extremely grateful to all those who contributed to this book, and hope that through their work they could help in spreading the message: we have to maintain our heritage for the future generations, and we need to do that in a professional way.

David Baxter, Csilla Hegedüs Project Directors

Le patrimoine bâti est plus que les bâtiments anciens, châteaux, églises, musées — est le témoin vivant du passé, de la culture, de savoir-faire, de l’histoire d’un train de vie. Nous l’avons hérité de nos ancêtres pour être au moins maintenu et transmis à des générations futures. Les bâtiments historiques ont besoin de soins et d’entretien (comment, ils vont parler les pages suivantes), mais nous obtenons des avantages de retour — ils ajoutent de la valeur à nos vies. Ils contribuent à un environnement à taille humaine, à une espace pour vivre, travailler, se détendre et profiter.

Le tourisme, le commerce, les activités culturelles conduisent à la régénération d’une région, à la création des nouveaux emplois et à la commercialisation des produits et services locaux.

Ce livre contient les conférences des cours de spécialisation organisés par la Fondation Transylvania Trust et Institute of Historic Building Conservation au Centre de Spécialisation dans Conservation-Restauration du Patrimoine Bâti, château Bánffy, Bonțida.

Les auteurs sont extrêmement reconnaissants à tous ceux qui ont contribué à ce livre, et nous espérons que, grâce à leur effort, on pourrait contribuer à la diffusion du message: nous devons maintenir notre patrimoine pour les générations futures, et nous avons besoin de le faire d’une manière professionnelle.

David Baxter, Csilla Hegedüs Directeurs du projet

AUTORI — SZERZŐK — AUTHORS — AUTEURS

- David Baxter** — director, Centru Internațional de Specializare în Reabilitarea Patrimoniului Construit
— igazgató, Nemzetközi Épített Örökség Helyreállító Szakképző Központ
— director, International Built Heritage Conservation Training Centre
— directeur, Centre International de Spécialisation dans la Conservation-Restauration du Patrimoine Bâti
- dr. Livia Bucșa** — lector universitar, Universitatea Lucian Blaga Sibiu, Facultatea de Istorie și Patrimoniu
— adjunktus, Lucian Blaga Egyetem Nagyszeben, Történelem és Örökség Kar
— lecturer, Lucian Blaga University Sibiu, Faculty of History and Heritage
— conférencier, Université Lucian Blaga Sibiu, Faculté de l’Histoire et du Patrimoine
- Hegedüs Csilla** — membru Consiliul Director, Fundația Transylvania Trust
— ügyvezető igazgató, Transylvania Trust Alapítvány
— board member, Transylvania Trust Foundation
— Membre du conseil, Fondation Transylvania Trust
- Kirizsán Ildikó** — inginer, S.C. Tabli-Prod S.R.L.
— építőmérnök, Tabli-Prod Kft.
— engineer, Tabli-Prod Ltd.
— ingénieur, S.C. Tabli-Prod S.R.L.
- dr. Kirizsán Imola** — director executiv, Centrul de Cercetare, Proiectare în Domeniul Reabilitării Patrimoniului Construit, Utilitas
— ügyvezető igazgató, Utilitas Műemlék-felújítást Kutató és Tervező Központ
— executive director, Utilitas Built Heritage Conservation Research and Design Centre
— directrice exécutive, Centre de Recherche, Projection en Conservation du Patrimoine Bâti
- dr. Makay Dorottya** — inginer, director S.C. IROD M S.R.L.
— tartószerkezeti-tervező, igazgató, IROD M Kft.
— engineer, director IROD M Ltd.
— ingénieur, directeur S.C. IROD M S.R.L.
- Eugen Pănescu** — arhitect, S.C. Planwerk S.R.L.
— építész, Planwerk Kft.
— architect, Planwerk Ltd.
— architecte, S.C. Planwerk S.R.L.
- Andrew Shepherd** — arhitect, director program, Curs Postuniversitar de Restaurare a Monumentelor Istorice — Architectural Association, Marea Britanie
— építész, programigazgató, Épített Örökség Helyreállító Posztgraduális Oktatás — Architectural Association, Nagy-Britannia
— architect, course director, Postgraduate Studies of Historic Building Conservation — Architectural Association, United Kingdom
— architecte, Postgraduate Studies of Historic Building Conservation — Architectural Association, Royaume Uni
- prof. dr. Szabó Bálint** — profesor universitar, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, Facultatea de Arhitectură și Urbanism
— egyetemi oktató, Kolozsvári Műszaki Egyetem, Építészeti és Városrendezési Kar
— professor, Technical University of Cluj, Faculty of Architecture and Urban Planning
— professeur, Université Technique de Cluj, Faculté de l’Architecture et Urbanisme
- Szabó Anna** — biolog, doctorand, Universitatea Babeș—Bolyai Cluj-Napoca
— biológus, doktorandusz, Kolozsvári Babeș—Bolyai Tudományegyetem
— biologist, PhD student, Babeș—Bolyai University of Cluj
— biologiste, doctorante, Université Babeș—Bolyai, Cluj
- Szőke Kálmán** — inginer minier
— bányamérnök
— stone specialist
— spécialiste de la pierre



Hegedüs Csilla

Restaurare prin specializare profesională

CENTRUL INTERNAȚIONAL DE SPECIALIZARE ÎN REABILITAREA PATRIMONIULUI CONSTRUIT

Castelul Bánffy de la Bonțida, unul dintre cele mai semnificative ansambluri arhitecturale din Transilvania, a ajuns la sfârșitul anilor nouăzeci într-o stare precară. Încă de la înființarea lui, din 1996, Fundația noastră urmărește soarta castelului. Datorită valorii arhitecturale și istorice, respectiv nivelului de degradare, restaurarea și folosirea castelului este o sarcină complexă, care poate fi efectuată cu succes numai prin aplicarea unei strategii de lungă durată și prin colaborare internațională.

În 1998, British Council și Ministerul Culturii, recunoscând lipsa muncitorilor calificați în reabilitarea clădirilor istorice, a invitat Fundația Transylvania Trust și organizația britanică IHBC (Institute of Historic Building Conservation, Institutul pentru Conservarea Clădirilor Istorice, una dintre organizațiile cele mai semnificative din acest domeniu din Regatul Unit) să întocmească un program pentru soluționarea problemei. Programul inaugurat în 1999, în Regatul Unit, a primit locație definitivă în 2001 la castelul Bánffy din Bonțida. Drept urmare a instituționalizării activităților, în 2005 a fost inaugurat Centrul Internațional de Specializare în Reabilitarea Patrimoniului Construit.

Structura specializării

Specializarea constă în module de două săptămâni, cursanții participând la instruire teoretică și practică. Organizatorii acordă o importanță deosebită activității practice. Se asigură specializarea în meseriile de zidar, dulgher și pietrar. Cursurile teoretice sunt ținute de către profesori de la universități din Regatul Unit și România, respectiv de alți specialiști ai domeniului iar practica se desfășoară sub conducerea meșterilor din România și Regatul Unit. În cursul specializării practice, cursanții participă activ la lucrările de reabilitare a castelului.

Cursurile sunt deschise atât muncitorilor calificați care deja activează în industria construcțiilor, dar care doresc să-și diversifice cunoștințele profesionale, cât și studenților arhitecți și ingineri constructori, studenți ai cursurilor postuniversitare care își desfășoară practica profesională. Ei sunt cei care vor fi coordonatorii lucrărilor de reabilitare și întreținere a patrimoniului construit în viitor.

Cursanții care finalizează cu succes programul de instruire primesc o diplomă recunoscută atât de Ministerul Culturii, cât și de reprezentanții industriei construcțiilor din România.

Scopul și principiile specializării

Scopul general al centrului este promovarea excelenței în reabilitarea mediului construit și, în mod special, predarea tehnicilor tradiționale de construire, care pot fi utilizate în lucrările de restaurare și întreținere a clădirilor istorice, în paralel restaurându-se un monument istoric de importanță internațională, aflat în stare de degradare avansată.

Centrul promovează principiul intervențiilor minime, a compatibilității materialelor originale cu cele noi, și a tehnologiilor aplicate la restaurarea clădirilor istorice, folosirea resurselor umane și a materialelor locale. Este stipulată de asemenea și necesitatea cunoașterii îndeaproape a construcțiilor, analizei și relevării clădirilor istorice înainte și pe parcursul intervențiilor.

Centrul de specializare încurajează abordarea integrată a protecției patrimoniului construit, deoarece restaurarea monumentelor istorice necesită colaborarea mai multor discipline. Astfel, sunt accesibile programe de specializare pentru fiecare din domeniile și disciplinele specifice, prin organizarea unor workshopuri pentru arhitecți peisagiști, istorici de artă sau arheologi.

Activitatea educațională se adresează meseriilor implicate în restaurarea clădirilor istorice și promovează conceptul de colaborare profesională între proiectanți, diriginți de șantier și meseriași, cooperare ce este importantă pentru succesul proiectelor realizate. Acordăm, de asemenea, o importanță deosebită dezvoltării conceptului de mândrie profesională.

Rezultate

La program au participat până în prezent peste 1000 de cursanți din România, Ungaria, Slovacia, Slovenia, Cehia, Estonia, Letonia, Suedia, Franța, Belgia, Regatul Unit, Kosovo, Serbia, Albania, Croația, dar și din Brazilia, Australia și Statele Unite.

Specializarea în domeniul protecției patrimoniului construit se realizează cu restaurarea efectivă a diferitelor părți ale castelului. Nici una din clădiri nu a fost restaurată în totalitate, dar, unde s-a intervenit, clădirile au fost salvate de la dispariție. A fost restaurată clădirea bucătăriei, aici fiind amenajate dormitoare și sala de mese, respectiv o cafenea culturală. Sunt reabilite două nivele ale corpului Miklós, unde s-au amenajat săli de curs, birouri, bibliotecă și camere de oaspeți pentru profesori. În fosta capelă din corpul principal funcționează Centrul Cultural Comunitar, iar în fostul grajd sunt ame-

najate atelierele de restaurare ale centrului. Clădirea porții găzduiește săli de primire, de expoziții și un lapidariu.

Castelul oferă un cadru adecvat acestor activități. În anul 2001 procesul de restaurare a însemnat o provocare majoră, din cauza stării de degradare deosebit de accentuată, punând la îndoială unele practici de restaurare din România. Dacă acest monument istoric, atât de degradat, poate fi restaurat, atunci și alte clădiri istorice din România pot fi salvate. Acesta era provocarea. Succesul se măsoară doar prin rezultate.

Metoda educațională dezvoltată la Bonțida (restaurare prin educație, și educație prin restaurare) este acum promovat și în alte țări, îndeosebi în țările din sud-estul Europei, unde, datorită regimului comunist, problemele sunt similare cu cele din România.

Centrul de specializare a câștigat în anul 2008 cea mai mare distincție din domeniu a Uniunii Europene: Marele Premiu pentru Patrimoniul Cultural - Europa Nostra. Premiul a fost acordat pentru abordarea inedită: educație prin restaurare și restaurare prin educație.

Castelul a devenit, din nou, un model la nivel internațional, deși faima de odinioară era de cu totul altă natură decât cea din prezent.



Hegedüs Csilla

Managementul protecției patrimoniului construit – introducere

De ce ne ocupăm de managementul patrimoniului construit? Ce înseamnă protecția integrată a patrimoniului construit?

Două concepte diferite, însă îndată ce studiem activitățile, procesele legate de acestea, rezultatul dorit este întreținerea continuă a mediului construit și valorificarea acestuia în beneficiul societății.

Managementul este un proces implementat de o persoană sau mai multe, și constă în coordonarea activității altora, în proiectarea, organizarea, concentrarea și coordonarea diferitelor resurse pentru realizarea cu succes și eficiență a scopurilor organizației.

Este nevoie de managementul patrimoniului construit: acesta, ca resursă este limitată, unică și irepetabilă. Astfel, managementul trebuie să asigure întrebuințarea conștientă a patrimoniului construit ca resursă (și nu consumarea acestuia). Protecția patrimoniului, integrată în dezvoltarea generală a societății în acest sens înseamnă protecția acestei resurse, dar și exploatarea ei în mod sustenabil, prin folosirea și crearea altor resurse noi.

Protecția și valorificarea patrimoniului construit este o activitate interdisciplinară, la care alături

de specialiștii domeniului — arhitecți, ingineri, istorici de artă, inspectori ale monumentelor istorice — participă și manageri, juriști, artiști, organizații civile, chiar și politicieni. Ei trebuie să asigure integrarea acestei activități în viața de zi cu zi și în dezvoltarea generală a societății.

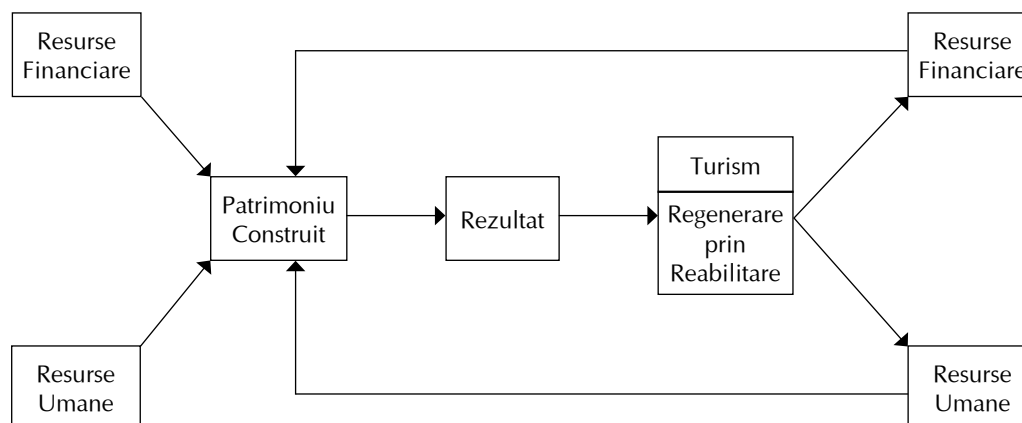
Din punct de vedere economic, desfășurarea oricărei activități în domeniul reabilitării se poate descrie cu ecuația de mai jos:

Practic, investim resursele financiare și umane în patrimoniul construit, pentru a obține un rezultat, un beneficiu.

Care este deci rezultatul? O documentație de reabilitare întocmită, o bază de date, o clădire istorică reabilitată, o localitate inclusă în lista „Unesco”? Acesta ar fi scopul? Dacă activitatea se oprește aici, protecția patrimoniului construit nu are nici o șansă de supraviețuire din punct de vedere economic, pentru că nu aduce nici un beneficiu.

Termenul beneficiu nu trebuie să ne sperie: el este folosit intenționat, implicând totodată și un beneficiar. Beneficiarul este societatea care a creat acest patrimoniu, și care îl protejează și astăzi.

Beneficiul primar poate fi valoarea adăugată patrimoniului construit, creată de consumul resur-



selor, dar beneficiul propriu zis trebuie să fie mai mult decât atât pentru a face activitatea viabilă din punct de vedere economic. Rezultatul, la rândul său trebuie să implice crearea resurselor financiare și umane.

Resursele financiare create provin din turism și din procesul de regenerare prin reabilitare. Turismul în acest caz nu înseamnă vânzarea biletelor de intrare, ci înseamnă ramuri industriale incluse în activitate: alături de agenții implicați în reabilitarea și întreținerea patrimoniului construit, înseamnă și implicarea industriei hoteliere, alimentare, transport, etc. Prin impozitele directe și indirecte, acestea devin o pârgie economică importantă a procesului.

Ce înseamnă revitalizarea prin reabilitare?

Reabilitarea unei clădiri încurajează investiții în reabilitarea clădirilor învecinate, ducând la redarea circuitului economic a unui întreg ansamblu de clădiri, cartier, oraș, creând importante resurse financiare. Această posibilitate de noi investiții va fi sesizată și de piață care prin crearea funcțiunilor adecvate necesităților va rezulta resurse financiare și locuri de muncă noi. Acest proces de regenerare prin reabilitare se numește „heritage dividend”, și este dat de efectul multiplicator al investițiilor în reabilitare.

Programul de Protecție de la Rimetea, coordonat de Fundația Transylvania Trust și Consiliul Local al Districtului V. Budapesta, ilustrează în mod exemplar acest proces. Proprietarii clădirilor valoroase primesc donații directe de la Fundație, sume ce sunt dublate sau triplate de ei pentru a-și întreține imobilul. Calitatea mediului înconjurător realizat astfel atrage turiștii, iar astfel se asigură piața de desfacere pentru produsele locale, respectiv venituri pentru localnici. Alături de acest beneficiu are și un efect moral materializat în entuziasmul societății și prin resurse noi (manifestate prin muncă voluntară sau bani).

Resursele umane create vor fi diferite de cele investite: ele se vor materializa sub forma „entuziasmului” societății, demonstrată nu doar prin interesul pasiv acordat față de protecția patrimoniului construit (vizitatori), dar și printr-un interes activ, dornic de a „face ceva”, - fie ea donație de muncă voluntară sau financiară, sau alte forme de sprijin, creându-se astfel mult doritul suport social necesar pentru această activitate. Pe lângă aceste aspecte trebuie menționat efectul psihologic al unui mediu construit de calitate asupra omului, a forței creatoare a acestuia.

Astfel, resursele create pot fi reinvestite în proces. Doar astfel putem vorbi de protecția integrată a patrimoniului construit, în procesul general al dezvoltării societății. În țările în care turismul are un rol foarte important în crearea GDP, patrimoniul construit este considerat o resursă de bază, se stabilesc fonduri speciale pentru întreținerea, ocrotirea și valorificarea acestuia, care este ca un revolving fund, asigurând funcționarea patrimoniului construit ca resursă.

La noi în țară, în momentul de față, s-a ajuns doar la faza de a sponsoriza reabilitarea câtorva monumente istorice. Problema este, că activitatea de management a monumentelor istorice, care include o foarte puternică latură de marketing, nu s-a pornit paralel cu procesul de reabilitare.

Marketing-ul, în acest caz are o complexitate deosebită — începând cu rolul de a crea „nevoia, setea de consum” pentru produsul denumit „patrimoniu construit”, până la a produce reclamă și publicitate diverselor produse și servicii oferite.

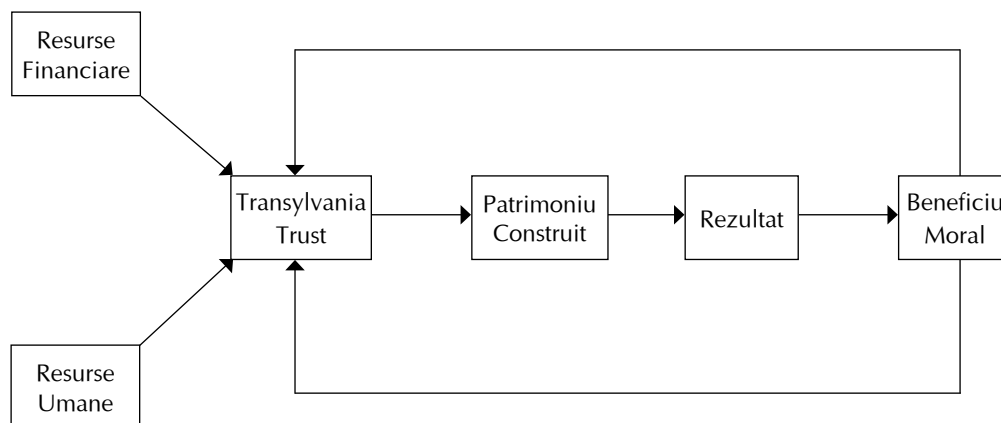
Cu implementarea unei strategii marketing nu trebuie să așteptăm până când vom avea rezultate „finale” (există rezultat final în acest proces?).

El trebuie să înceapă imediat, pentru a asigura resursele necesare procesului! Existența unei strategii naționale (care cuprinde baza legală, facilități fiscale, etc.) este vitală în acest sens. Ține de competența guvernului să elaboreze această strategie la scară națională, deoarece el nu-și va putea permite să finanțeze o activitate, oricât de prioritară ar fi ea, fără să aibă un rezultat care contribuie la procesul de dezvoltare a societății. Odată ce strategia este elaborată la scară națională, urmează dezvoltarea și implementarea ei la scară locală, în colaborare cu autoritățile locale. Ei vor fi factori decisivi în succesul acțiunii, cunoscând patrimoniul construit, și nevoile de pe teren, și guvernul are doar rolul de coordonator în acest proces.

Însă pentru elaborarea unei strategii guvernamentale adecvate și eficiente, patrimoniul cultural trebuie prezentat sferei politice în așa fel, încât să se conștientizeze rolul acestuia în regenerarea economică și dezvoltarea comunității.

Unde este locul organizațiilor non-profit în acest domeniu?

Rolul organizațiilor civile îl vom exemplifica prin activitatea Fundației Transylvania Trust, care încă de la înființarea sa în anul 1996 este activă în domeniul protecției și managementului patrimoniului construit. Cum arată schema de mai sus în cazul FTT?



Resursele financiare: Fundația nu are venituri proprii. Ea primește donații, cu un anumit scop, care sunt folosite pentru îndeplinirea acestora.

Resursele umane sunt membrii FTT, respectiv colaboratorii din toată lumea, care, adeseori, își oferă serviciile gratuit pentru a sprijini activitatea ei.

Rezultatele primare ale activității sunt sate protejate, clădiri reabilitate, muncitori specializați în domeniu, inventare și baze de date privind patrimoniul arhitectural, etc.

Beneficiul în acest caz este mai puțin crearea de resurse financiare sau umane (o documentație, o bază de date, un sat protejat nu are cum să aducă resurse financiare Fundației, decât eventual pe termen foarte lung), ci este unul spiritual, materializat prin renumele organizației, care va duce la obținerea fondurilor necesare continuării activității, sau a începerii unor activități noi, (finanțare guvernamentală, necesară pentru susținerea programelor de importanță națională, cum ar fi cele de cercetare, inventariere, educație, finanțări ale diverselor instituții și organizații internaționale), respectiv la sprijin din partea societății. Obținerea acestui sprijin poate să ducă la resurse financiare, prin donații directe de la persoane fizice, apariția unui grup de susținători ai activității Fundației, dar și la crearea de resurse umane, materializate prin muncă voluntară, contribuind la atingerea scopurilor FTT.

Cel mai important program al Fundației Transylvania Trust este revitalizarea castelului Bánffy de la Bonțida. În acest sens, activitatea Fundației are următoarele linii directoare:

1. Reabilitarea și folosirea, în mod sustenabil, a clădirilor castelului — până acum s-au realizat următoarele:
 - a. Restaurarea clădirii bucătăriei

- b. Restaurarea parțială a fostelor grajduri, a clădirii Miklós, a clădirii principale, respectiv a clădirii porții
 - c. Utilizarea clădirilor restaurate

2. Lansarea Centrului Internațional de Reabilitare a Patrimoniului Construit în clădirea Miklós. Centrul până acum a avut mai mult de 1300 cursanți din întreaga Europă. Urmând principiul specializării prin restaurare, programul în anul 2008 a fost distins cu marele premiu al Uniunii Europene — Premiul Europa Nostra.
3. Organizarea programelor de specializare și educative. Grupurile țintă ale acestor programe sunt participanții cursului postuniversitar de reabilitare a monumentelor istorice, studenții universităților de profil, elevii liceali și ai școlilor profesionale. Alături de ei, la seminarele organizate în cadrul programului, participă reprezentanți ai autorităților locale, ai organizațiilor civile, conducătorii instituțiilor culturale. Transferul informațiilor și expertizei — legate de reabilitarea și întreținerea profesională a patrimoniului construit, de managementul protecției patrimoniului, de managementul de proiect, respectiv de dezvoltarea turismului cultural — se face în funcție de grupul țintă.
4. Organizarea programelor culturale. Scopul principal al Fundației este includerea castelului Bánffy de la Bonțida în circuitul turistic și cultural, ca să devină un important centru cultural în regiune, prezentând astfel posibilitățile de valorificare a patrimoniului construit în beneficiul societății. Zilele Cas-

telului Bánffy este un eveniment organizat anual, foarte popular, cu o tradiție de 11 ani, care de-a lungul unui sfârșit de săptămână prezintă cultura regiunii pe lângă programele organizate pentru copii, concerte, expoziții, prezentări de carte, etc.

În concluzie putem afirma, că statul trebuie să recunoască rolul de catalizator al organizațiilor non-profit în acest domeniu, prin a le oferi suport

legislativ și financiar și prin sprijin direct, pentru a susține programele de importanță națională.

A investi bani sau muncă în restaurarea, revitalizarea patrimoniului construit nu este doar o chestiune financiară, ci și o provocare. Nu este calea cea mai ușoară, însă alături de rezultatul financiar are beneficii de care profită întreaga societate și care asigură investitorului un statut social și un renume.





Eugen Pănescu

Proiecte pentru valorificarea patrimoniului construit

Sprijinirea dezvoltării urbane locale și metode pentru asigurarea calității

Ultimii 5 ani sunt marcați de câteva modificări vizibile prin realizările multor orașe din România. Premisele momentului arată că interesul societății civile a crescut rapid pentru calitatea vieții oferită de spațiul public, care devine un scop al promovării dar și câteodată al protestului.

Prin programe de investiții bugetare, interesul administrațiilor locale pentru calitatea spațiului a crescut de asemenea, depășind momentul reabilitărilor rare și superficiale, cu durată scurtă de viață și calități estetice limitate.

În multe realizări reușite de sporire a calității spațiilor publice s-a obținut acceptanța socială și politică, ceea ce conduce în mod direct la continuarea investițiilor în reabilitarea spațiilor publice și asigurarea sistemului care poate genera calitate.

Scopul general al acestor investiții și proiecte este bineînțeles **creșterea calității vieții prin promovarea calității spațiilor publice**, însă ce înseamnă aceasta și cum se poate obține, în perioada actuală?

O dată cu modificarea spațiului public prin proiecte realizate și experiențe diferite, apar bineînțeles

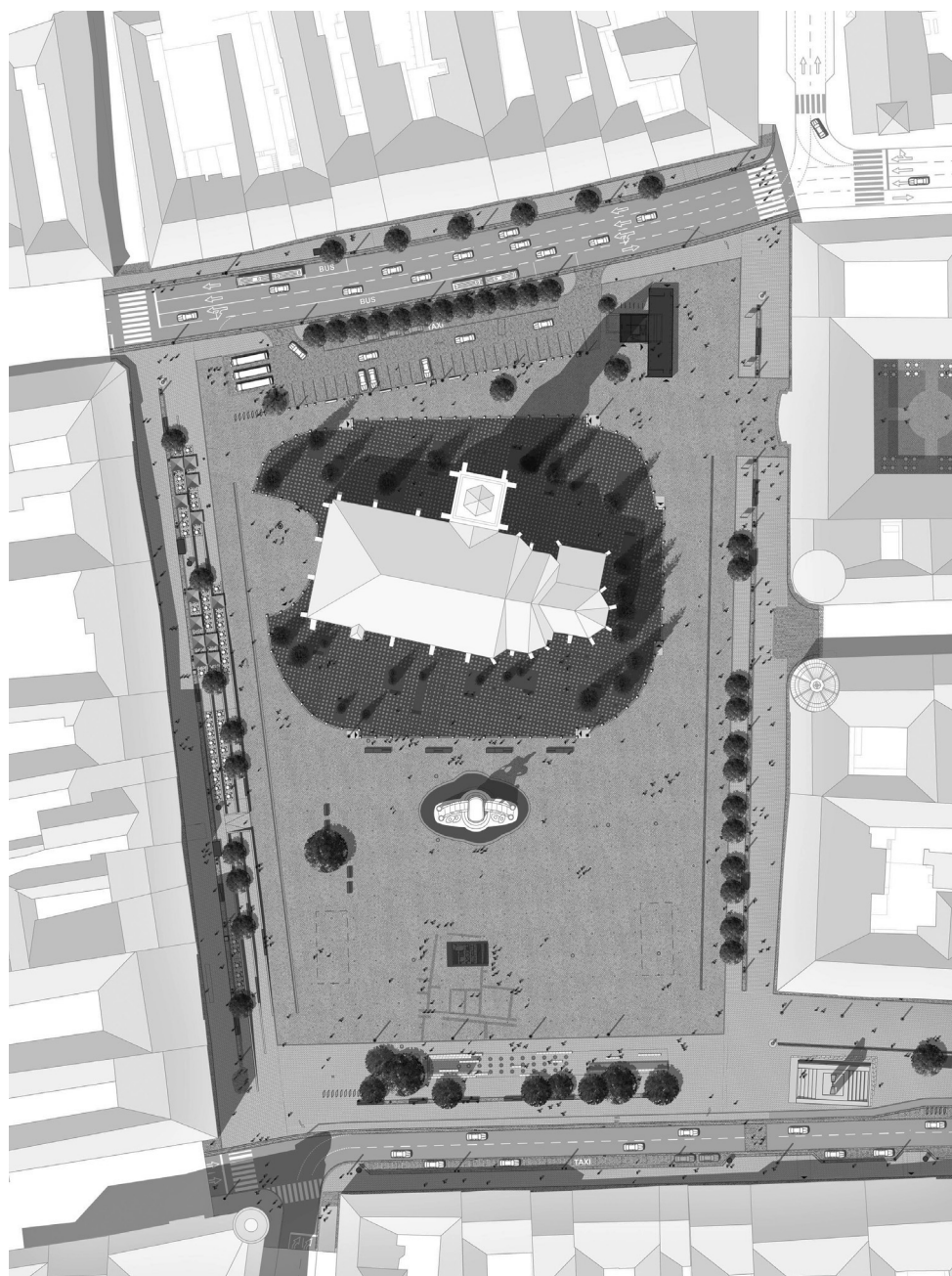
avantaje și precedente, pentru cumularea efectelor dezvoltării urbane și a planificării spațiilor publice.

Administrațiile locale trebuie să ia în considerare în remodelarea spațiului public rolul planificării urbane și al comunicării instituționale și publice a proiectelor, urmărind avantajele unei atitudini profesionale și transparente.

Studiile de caz cu rezultate pozitive relevă o serie de avantaje ale planificării integrate a investițiilor, în cazul îndeplinirii mai multor condiții:

- **Definirea viziunii orașului** prin formularea mai facilă a scopurilor dezvoltării locale, cu efecte pozitive asupra structurării proiectelor mai importante, cum ar fi Planurile Urbanistice Generale sau a Planurilor Integrate de Dezvoltare Urbană.
- Stabilirea coordonată a **zonelor de intervenție** permite etapizarea intervențiilor și legarea lor prin proiecte la scara orașului. Astfel, **planificarea bugetelor anuale** este ușurată, de asemenea etapizarea și coordonarea investițiilor publice și private.
- **Corelarea planificării tehnice cu platformele politice locale** cuprinse în platformele și





programele de guvernare locală, este rezultatul unei abordări integrate, care asigură dezvoltarea echilibrată a tuturor intereselor administrației și ale societății civile. Astfel, rezultatele unei legislaturi pot cuprinde proiecte realizate și anunțarea proiectelor viitoare, în cadrul aceleiași direcții de lucru ale unei administrații locale.

Planificarea integrată a spațiilor publice are efecte concrete și cuantificabile pe planuri multiple:

- **Coordonarea cu viziunea de ansamblu a orașului** prin armonizarea priorităților și intereselor cu efect direct asupra susținerii politicilor și programelor publice ale administrației locale.
- **Întărirea centrului orașului** din punct de vedere economic prin atragerea și păstrarea comerțului și serviciilor mici de calitate, a locuirii și a simbiozei funcționale între acestea, și a investițiilor publice și private în renovarea și reabilitarea fondului construit existent.
- **Susținerea investițiilor private pentru reabilitarea clădirilor** prin aport de cunoștințe



(know-how) și facilități financiare promovate la nivel local în cadrul legal existent.

- **Dezvoltarea turismului urban** prin asigurarea confortului vizitatorilor și integrarea în „viața” orașului. Creșterea numărului de vizitatori și a timpului de vizitare, la fel ca și încurajarea atracțiilor specifice ale turismului local.
- **Promovarea economiei locale**, prin motivarea investițiilor private prin măsuri cu efect sinergic, în completarea investițiilor publice. Scopul este combinarea efectului pozitiv, chiar și fără o coordonare directă, dar cu stabilirea și mai ales anunțarea publică a demarării investițiilor în zonele de intervenție.

Cum se pot obține spații publice de calitate?

Componentele calității sunt asigurate doar de coordonarea intereselor și sarcinilor publice și private care funcționează împreună și nu separat:

- **conceptul de dezvoltare urbană:** stabilirea de zone de intervenție prioritară și încadrarea lor într-un program de investiții multi-anual;
- **proiectul pentru spațiul public:** asigurarea procedurilor de achiziție publică a serviciilor de proiectare care garantează cea mai bună calitate a proiectelor, inclusiv prin promovarea concursurilor profesionale;
- **integrarea locuitorilor și întreprinzătorilor locali** — comunicarea publică a intențiilor de reabilitare și atragerea sprijinului public, a necesităților populației, inclusiv declanșarea investițiilor private în viitoarele zone de intervenție;

- **integrarea actorilor publici** care contribuie la realizarea spațiilor publice, prin departamente ale administrației sau instituții responsabile. Exemplul cel mai cunoscut este reprezentat de eforturile de coordonare a reabilitării spațiilor publice cu programele de modernizare a rețelelor de infrastructură edilitară;
- **alegerea elementelor amenajării** prin structurarea precisă a caietelor de sarcini și a controlului respectării acestora la achiziții și punere în operă;
- **controlul calității execuției** prin atragerea proiectanților în condiții reciproc avantajoase pentru asigurarea asistenței tehnice de șantier, având în vedere adaptările necesare în cursul realizării obiectului investiției;
- promovarea unui **regulament de utilizare a spațiului public** în urma dării în folosință, cu precizarea de permisiuni și restricții care să asigure buna funcționare și de asemenea întreținerea spațiilor publice realizate.

Corelarea cu experiența internațională confirmă etapele și factorii care contribuie la creșterea calității vieții în localitățile noastre prin proiecte remarcabile în spațiul public.

Exemplele remarcabile sunt încă foarte puține, însă majoritatea lor au luat naștere prin concursuri de arhitectură, ceea ce nu oferă o șansă metodelor de atragere a calității profesionale.

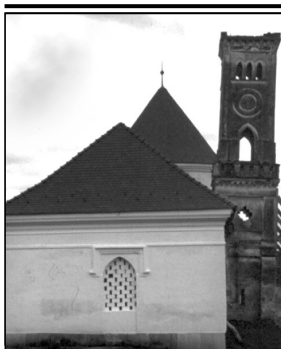
Pachetele de fonduri europene pot oferi o viziune integrată, însă rezultatele lor concrete din punct de vedere al calității proiectelor nu este un factor decisiv, din păcate.



Ceea ce se poate observa în câteva localități care au reabilitat spații publice este felul în care viața socială a fost impulsionată și cum aceste proiecte generează altele în continuare, pe baza acestui succes.

O dată cu intensificarea rolului regional al finanțărilor externe europene, nu este decât de

sperat ca localitățile rurale să primească o șansă pentru a atrage investiții în spațiile publice. În acest caz se pot urmări ca și referințe programele altor țări care au ca și scop reabilitarea satelor și comunelor, trecute deja prin procese de depopulare sau aglomerare, în cazul în care sunt sateliți ai marilor orașe.



Andrew Shepherd

Varul, mortare și tencuieli pe bază de var

INTRODUCERE

Varul a fost întrebuințat din cele mai vechi timpuri. În antichitate cu siguranță a fost cunoscut de către romani, după cum atestă construcții importante care au supraviețuit, de exemplu: viaductul de la Arles, Coloseul din Roma. Varul a fost universal acceptat ca liant și ca finisaj de suprafață din evul mediu, perioada marilor construcții de piatră, până în secolul al nouăsprezecelea, când au apărut primele cimenturi.

Avantajele cimentului portland au contribuit semnificativ la declinul utilizării varului.

Însă în cazul clădirilor istorice, care se comportă diferit la acțiunea factorilor meteorologici decât clădirile moderne, problemele cauzate de priza și duritatea cimentului au devenit tot mai vizibile.

În ultimii 20 de ani au fost reevaluate calitățile varului ca element de bază al mortarelor, tencuielilor și finisajelor exterioare, fiind din nou utilizat.

Zidurile solide ale clădirilor istorice erau în general permeabile, permițând pe ambele fețe ale zidului circulația aerului și a umezelii. Mișcarea aerului și condițiile naturale de uscare au determinat eliminarea mai rapidă a apei din ziduri decât saturarea acestuia. Construcțiile moderne în general se execută pe baza principiului impermeabilității, încercând să elimine contactul structurilor cu aerul și umezeala. Între clădirile istorice și cele moderne aceasta este o diferență esențială de concepție, care trebuie reținută.

Tipuri de var

- a. varul nehidraulic (var stins)
- b. varul hidraulic

Varul nehidraulic

Varul nehidraulic poate fi folosit în mortare pentru zidărie și tencuieli. Este în general compatibil cu materiale de construcții naturale, cum ar fi piatra sau cărămida. Fiind mai moale decât materialul cu care se zidește și pe care se aplică, contribuie la porozitatea și permeabilitatea zidărilor. Poate fi amestecat cu aditive puzzolanice (hidraulice) cum ar fi praful de cărămidă, pentru a-i mări rezistența. Diferă de varul hidraulic prin faptul că nu face priză și are un conținut foarte mic de argilă. Alte denumiri ale varului nehidraulic sunt var stins și var pastă. În forma sa de var pastă cu timpul se maturizează, devine mai ușor de prelucrat în amestec cu agregate (de exemplu nisip). Înainte de utilizare, varul pastă trebuie să stea cel puțin 3 luni la macerat.

Varul hidraulic

În trecut, varul hidraulic a fost folosit în medii foarte umede (de exemplu la construire a podurilor), din cauza calității de a face priză în asemenea condiții, calitate ce variază în funcție de conținutul de argilă a acestuia. Sunt cunoscute 3 tipuri de var hidraulic:

- Slab-hidraulic,
- Mediu-hidraulic,
- Foarte-hidraulic.

Clasificarea se face pe baza conținutului de argilă, varul slab hidraulic conține o cantitate redusă (aproximativ 8%), iar cel foarte hidraulic o cantitate însemnată (25%) de argilă. Practic, cu cât conține mai multă argilă, cu atât priza are loc mai repede, și mortarul devine cu atât mai tare.

În Europa s-a adoptat cu succes un standard care clasifică varul hidraulic după rezistența la compresie calculată în N/mm^2 la 28 de zile (2.5, 3.5, 5 NHL).

De fapt cu cât materialul de bază conține mai multe impurități, cu atât varul va fi mai hidraulic.

PRODUCEREA/OBTINEREA VARULUI:

Varul în mod tradițional se obține din piatră de calcar, (carbonat de calciu) sau altă rocă similară din punct de vedere geologic, care se arde în cuptoare speciale pentru a obține varul nestins sub formă de bulgări. Adăugând apă (stingere), printr-un proces chimic natural se produce pasta de var. În această formă a fost folosit de-a lungul timpului, și este folosit și astăzi. Pasta de var (sau varul hidratat, dacă pentru a ușura transportul se deshidratează) se amestecă cu agregate (nisipuri de diferite granulații) și apă, până la obținerea unei consistențe prelucrabile. Acest amestec va absorbi lent apă din aer, și printr-o reacție chimică se va transforma în carbonat de calciu. Aceasta este ciclul varului: materialul din sol reappare ca liant între elementele zidăriei. Ciclul varului este prezentat în fig. 1.

DE CE SE FOLOSEȘTE VARUL CA ELEMENT AL MORTARELOR ÎN COMBINAȚIE CU NISIP ȘI ALTE AGREGATE?**AVANTAJELE MORTARULUI DE VAR**

1. Mortarul de var este mai moale, mai puțin rigid și sfărâmicios decât mortarele pe bază de ciment, oferind zidăriei flexibilitate la diverse solicitări.
2. Este mai ușor de prelucrat și aderă în general mai bine la elementele structurilor de zidărie.
3. Permite zidurilor să respire, fiind mai permeabil decât mortarele pe bază de ciment.
4. Fiind mai poros, nu favorizează condensarea diverselor săruri în jurul rosturilor zidăriei.

DEZAVANTAJELE MORTARELOR ȘI TENCUIELILOR PE BAZĂ DE VAR

1. Priza (întărirea) mortarului de var necesită timp mai îndelungat, decât cel pe bază de ciment. Din această cauză construirea folosind mortare pe bază de var durează mai mult. Se pot zidi un număr redus de asize, deoarece altfel rosturile cu mortarul neîntărit, sub greutatea zidăriei se vor disloca.

2. Există riscul deteriorărilor cauzate de îngheț. Varul devine rezistent la îngheț numai după încheierea procesului de carbonatare.
3. Utilizarea varului în mortare necesită cunoștințe de specialitate, meticulozitate și experiență pentru selectarea nisipului și controlul prizei, care asigură consistența/rezistența finală a structurii.
4. Varul este în prezent un material mai costisitor decât „alternativele moderne.”

ÎNTREBUINȚAREA VARULUI**PREPARAREA TRADIȚIONALĂ A MORTARULUI**

În mod obișnuit, la pasta de var tradițională se adaugă 65% din volum agregate (nisipuri), acest procent variind în funcție de caracteristicile suprafețelor ce urmează a fi restaurate. Agregatele acționează ca și umplutură, reducând contractarea din timpul uscării, antrenând aerul spre a oferi rezistență la îngheț și ajută carbonatarea, adică întărirea mortarului și mărirea rezistenței la compresiune. Agregatele au o componentă puzzolanică și facilitează procesul chimic al prizei.

Agregatele diferite au conținut puzzolanic (de liant pentru priză) diferit, din acest motiv se pregătesc panouri de probă pentru verificarea modului de interacțiune a componentelor mortarelor.

Caracteristicile agregatelor determină lucrabilitatea și performanțele mortarului. Nisipurile se deosebesc după granulație și porozitatea dintre granule.

La prepararea mortarului de bază se folosesc amestecuri de var și nisip în diferite proporții, și se analizează comportarea acestora. Este de preferat ca amestecarea și omogenizarea să se efectueze cu malaxor, deoarece se obține adeziune mai bună între var și nisip, astfel încât particulele de var vor umple golurile din mortar.

Re-rostuirea: În cazul refacerii rosturilor de zidărie la clădiri istorice (zidării de piatră, de cărămidă sau mixtă) mortarul trebuie să fie mai moale decât zidăria; procesul necesită unelte speciale, cunoștințe profesionale și măsuri de

protecție specială, pentru că varul poate produce arsuri în contact cu pielea.

Tencuiala exterioară: De-a lungul secolelor, mortarul pe bază de var a fost folosit în mod tradițional ca tencuială în toată Europa. Are rol de protecție exterioară a elementelor structurale ale clădirilor, precum și rol decorativ în alcătuirea fațadelor. Tencuiala de var conferă flexibilitate la mișcările clădirii, fenomen destul de des întâlnit la clădiri istorice, este compatibil cu materialele de construcții originale, și este permeabil. Permeabilitatea înseamnă că permite transferul de umezeală (din exterior ploaia, din interior condensul) prin zidurile exterioare ale clădirilor. Tencuiala la rândul său este protejată de spoială, care este preparat din var, și care are aceleași caracteristici ca și tencuiala, deci sunt compatibile. Prin înglobarea în mortare a firelor de păr animal, a diferitelor fibre sau utilizarea plaselor, crește rezistența tencuielii.

Tencuiala interioară: Zidurile interioare absorb umiditatea din încăperi. Folosirea tencuielii de var facilitează transferul umidității prin pereți, contribuind la confortul higrotermic al ambientului interior.

Mortarul pentru reparații de elemente de piatră: Se folosește atunci când materialul original nu poate fi înlocuit sau când este esențială menținerea a unei părți cât mai mari din materialul original. În general, reparațiile se execută pe elemente de piatră, folosind straturi consecutive de mortar constând din amestec de var pastă și praf de piatră, aplicat pe o armătură (de regulă din sârmă de cupru).

Spoiala: Este un material decorativ de finisaj, de fapt zugrăveală cu var pastă diluat și pigmentat, care oferă protecție tencuielii și se poate reînnoi cu regularitate. La spoiala de bază se pot adăuga diferite lianți și coloranți, sau uleiuri pentru a-i îmbunătăți caracteristicile de protecție la intemperii.

TIPURI DE TENCUIELI

Tencuielile tradiționale conțineau o varietate considerabilă de **agregate**, **lianți** și **fixativi**. Sunt cunoscute următoarele tipuri:

1. Tencuieli cu rezistență scăzută, aplicate în general într-un singur strat gros pe o bază din nuiele sau șipci.

2. Tencuielile pe bază de var cu rezistență medie sau puternică, se aplică în două sau mai multe straturi pe o bază din cărămidă, piatră, chirpici, nuiele sau șipci.

3. Tencuielile cu rezistență ridicată, bazată pe var hidraulic se aplică în două sau mai multe straturi pe piatră și cărămidă sau pe straturi de tencuială de var.

4. Tencuielile pe bază de ipsos sau var/ipsos de rezistență medie se aplică în două sau mai multe straturi pe cărămidă, piatră sau șipci.

DETERIORĂRI ALE TENCUIELILOR

Acestea pot fi grupate în patru categorii, și sunt în general conectate. Este foarte important să se efectueze o analiză corespunzătoare, detaliată a fațadelor, menită să identifice cauzele deteriorărilor tencuielii. Defectele pot avea cauze diverse și pot fi de tipuri diferite, înainte de stabilirea strategiei de restaurare, este necesară investigarea și analiza profundă a problemelor. Reparațiile trebuie să țină cont de datele furnizate de releveul clădirii și de panourile de probe.

01) Pierderea aderenței la zidărie

Simptome: Detașări de straturi de tencuială, umflături sau exfolieri, sunet gol la atingere.

Cauze: Preparare inadecvată, creștere organică, suporturi uleioase, umezirea nepotrivită a suprafeței zidului la tencuire, evaporarea rapidă a apei, care slăbesc legăturile la priză, fixarea nepotrivită a diferitelor materiale, de exemplu peste buiandrugii de lemn sau beton, mișcări mari ale umezelii în perete, înghețarea tencuielii umede, substratul prea tare pentru primul strat.

Remedieri: Se îndepărtează părțile desprinse sau se curăță zonele de unde tencuiala a căzut, tăind linii clare și în unghi drept. Nu toate părțile care sună gol trebuie îndepărtate. Se curăță bine suprafețele și marginile tencuielii păstrate, întăresc structurile punților și a materialelor înzidite care nu se potrivește (lemn, beton), se asigură că apa nu penetrează în zid, tencuiala se reface în perioade fără riscul înghețului, asigurând umezirea potrivită a zidului și protejare până la întărire (priză).

02) Pierderea aderenței dintre straturi

Simptome: Detașări ale stratului de tinci, exfolieri de suprafață acompaniate de crăpături fine, microfisuri la suprafață, sunet slab gol la atingere.

Cauze: Tencuială de calitate slabă, absorberea rapidă a apei din mortar de către stratul de bază, timp insuficient de priză, folosirea zugrăvelilor nepotrivite, saturarea și înghețarea tencuielii, strat superior mai tare decât stratul de bază.

Remedieri: Se verifică starea stratului de bază; dacă este în stare bună, se periază și re-udă;

Se verifică adeziunea tinciului; dacă este în general în stare bună, de îndepărtează numai zonele detașate; dacă este în general deteriorat, se îndepărtează mai mult, tăind forme geometrice. Se re-umezește înainte de aplicarea unui nou strat.

Suprafața și marginile tencuielii care a fost păstrate trebuie să fie destul de umede să nu sustragă umezeala din noul strat.

Stratul final se compactează bine și este lăsată să se întărească lent, în condiții de umiditate asigurată și în sezoane fără ger.

03) Crăpături de suprafață

Simptome: Microfisuri fine,

Cauze:

3.1.1. contractare excesivă la uscare, tencuială prea tare pe un suport slab;

3.1.2 mișcarea diferențială a materialelor stratului suport,

3.1.3 slăbirea stratului; suport sau mișcare structurală.

Remedieri:

3.2.1 La microfisurile fine în general nu se intervine până la următoarea re-zugrăvire. Crăpăturile se curăță și se umple la suprafață cu var pastă sau var semi-hidraulic.

3.2.2. Crăpăturile se curăță și se umple, sau se îndepărtează pentru a aplica punți peste inegalitățile stratului de susținere.

3.2.3 Se verifică deteriorările stratului suport; dacă deplasările sunt pasive, se re-tencuiește, dacă sunt active, atunci mai întâi se repară deteriorările structurale.

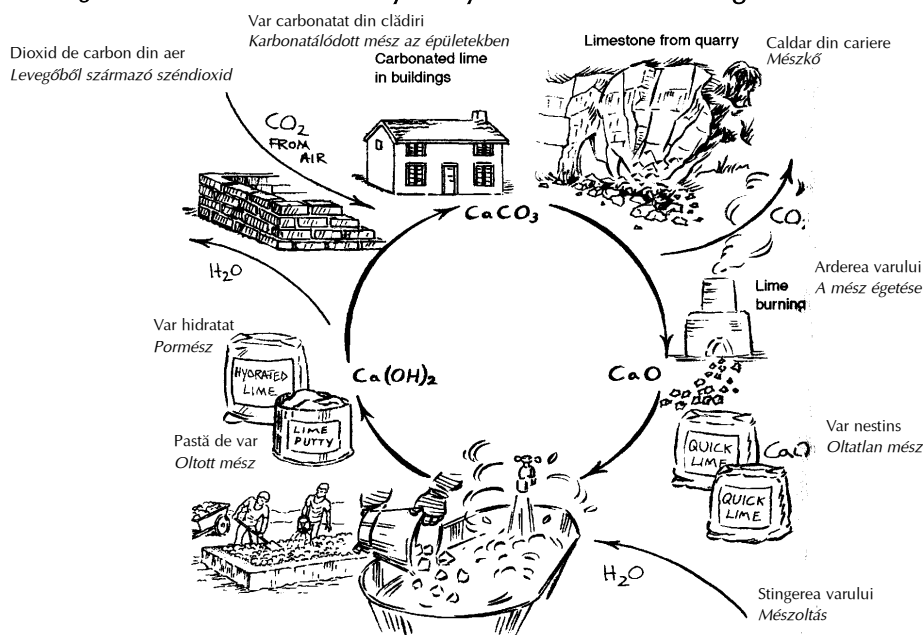
04) Exfolieri ale suprafeței

Simptome: Fărămițări accentuate.

Cauze: Înghețarea tencuielii umede, care poate fi agravată de zugrăveli impermeabile.

Remedieri: Se îndepărtează tencuiala distrusă, până se ajunge la un strat sănătos, unde este necesar, se retencuiește, după care se aplică spoiala.

Fig. 1. Ciclul varului – The lyme cycle – A mézsforgása





Kirizsán Ildikó

Evoluția istorică a structurilor zidite din piatră și cărămidă

În antichitate, în Mezopotamia, încă în secolele 3-4 î.e.n., pe lângă structurile de pereți din lemn, lut sau chirpici, a apărut cărămida uscată la soare, după care, odată dezvoltarea olăritului, cărămida arsă a căpătat un rol hotărâtor având și caracteristici fizice superioare față de cea nearsă. Cărămida folosită avea dimensiunile de 30x30x8 cm, având forma din figură, zidul realizat după cum se poate observa (vezi fig.2).

Pe lângă cărămidă s-a folosit și piatra ca element de construcție, în zonele de deal mai des, iar pe șes mai rar. S-au realizat din piatră mai ales zidurile mai importante și supuse la solicitări mai mari. Ca și element de legătură s-a folosit mortarul pe bază de argilă sau pe bază de bitum.

O altă categorie de ziduri o reprezintă cele mixte, din piatră și cărămidă, (vezi fig.3).

Din cercetările efectuate s-u găsit date care atestă folosirea izolațiilor orizontale împotriva umezelii la ziduri: din împâslituri de stof îmbibate cu bitum. (vezi fig.4).

La egipteni, pe lângă cărămida uscată la soare s-a folosit mai rar cărămida arsă, datorită lipsei argilei și a lemnului necesar arderii.

Cel mai des la ziduri s-a folosit piatra:

-pentru ziduri de grosime redusă s-a folosit piatra cioplită în forme regulate (vezi fig.5).

Datorită formelor regulate pentru legarea pietrelor nu s-a folosit mortar, folosind pe alocuri elemente de legătură din lemn de esență tare. De cele mai multe ori aceste ziduri rămâneau netencuite.

-pentru zidurile mai groase se foloseau pietre de diferite forme, pe cele două fețe pietre cioplite, iar în interior de forme neregulate (vezi fig. 6).

La grecii antici cărămida uscată sau arsă era mai rar folosită, a apărut mai mult odată cu imperiul roman. Mai des a fost folosit piatra, zidurile compacte de piatră și ziduri cu goluri (vezi fig.7).

Zidurile compacte s-au realizat fără mortar de legătură, cu rosturi foarte subțiri. Între pietre se prevedeau elemente de legătură din bronz ce intrau în golurile lăsate în piatră în care se turna plumb fierbinte (vezi fig.8).

Roma antică a avut cel mai mare rol în evoluția structurilor zidite din piatră și cărămidă.

Se cunoșteau mai multe tipuri de ziduri de piatră:

- zidul ciclop-opus incertum (vezi fig.9)
- zidul cu pietre cioplite în mare- cu rânduri alternante-opus pseudoisodomum (vezi fig.10)
- ziduri cu pietre de dimensiuni asemănătoare-opus isodomum (vezi fig.11)
- ziduri cu muchiile pietrelor prelucrate-opus rusticum (vezi fig.12)
- ziduri cu rosturi la 45 grade-opus reticulatum (vezi fig.13)

Pe lângă acestea cel mai des folosite erau zidurile mixte, dintre care cele mai interesant este opus caementicum mixtum, cu părțile laterale zidite cu piatră și cu miezul din pietre mici neregulate, var, nisip și cimentul antic-adică terra puccola-cimentul natural. (vezi fig.14) Acest ciment se folosea și ca element de legătură, putem spune că romanii au inventat betonul.

Imperiul bizantin a moștenit de la romani toate tipurile de zidării, dar cărămida a câștigat spațiu față de piatră. Mortarul folosit era pe bază de var sau bitum.

Epoca medievală-epoca romanică –folosește zidurile dezvoltate anterior, zidurile ciclopiene sunt alternate cu cele din pietre cioplite și de zidurile turnate. Ca mortar de legătură s-a folosit mortarul pe bază de var. O noutate la zidurile medievale o reprezintă realizarea de grinzi –centură din lemn. La anumite înălțimi se prevedeau grinzi orizontale de lemn legate între ele cu zăbrele.

Epoca gotică prezintă noutate numai la grosimile de ziduri, zidurile groase din epoca medievală devin mai subțiri, iar golurile în ele tot mai mari.

Renașterea folosea cu precădere zidurile din pietre cioplite și finisate, care erau legate cu centuri din grinzi de lemn.

Epoca barocă aduce odată cu dezvoltarea tehnologiei fabricării cărămizilor arse și lărgirea folosirii lor în construcții. Pentru o anumită construcție mai mare, castel, se construiau fabrici de cărămizi proprii, ce deservea numai acea construcție. În această perioadă pentru legarea zidurilor, pentru legăturile cu bolțile, în loc de centuri din grinzi de lemn apare folosirea fierului forjat cu secțiune dreptunghiulară.

Romantismul aduce schimbarea tehnologiei fabricării cărămizii, acesta este realizat prin

presare. În această perioadă apare și cimentul portland ca liant la mortarul pentru zidării.

În cea de a doua jumătate a secolului 19 pe lângă cărămida plină apar în Germania cărămizile cu goluri și cărămizile pe bază de tuf care au calități de izolare termică superioară. Încă o noutate a acestei perioade este folosirea de cărămizi cu goluri mari pentru zidurile interioare de compartimentare. (vezi fig.15)

La începutul secolului 20 apar cărămizile cu dimensiuni standardizate, apar cărămizi de dimensiuni mai mari, cu goluri mai multe, așa numitele blocuri ceramice. (vezi fig.16)

Cea mai mare noutate a sec.20 este folosirea betonului și a betonului armat, dar și a betoanelor ușoare. Prefabricarea de elemente de dimensiuni mai mari a determinat creșterea eficienței în construcții. Acesta după cum știm a avut avantajele și dezavantajele lui.

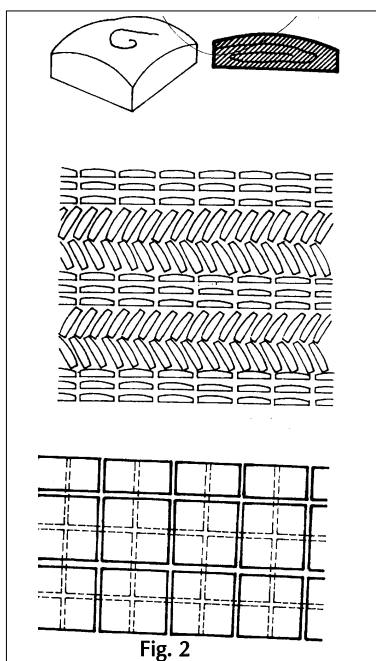


Fig. 2

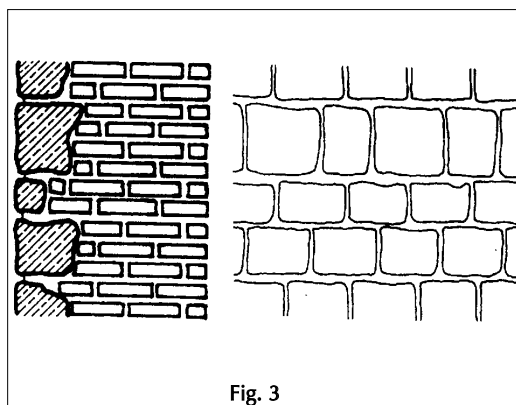


Fig. 3

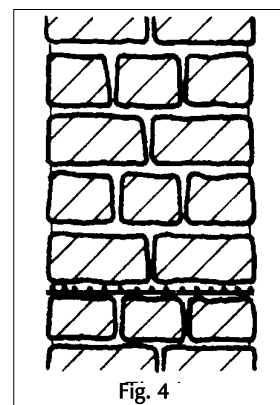


Fig. 4

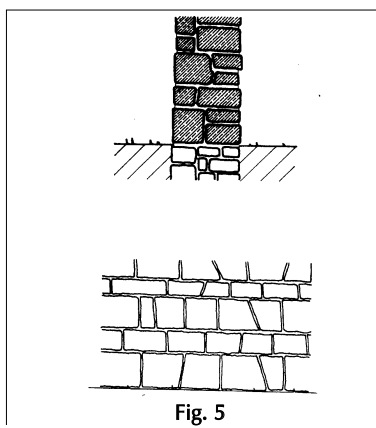


Fig. 5

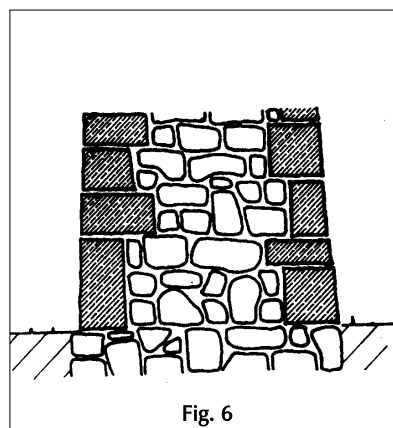


Fig. 6

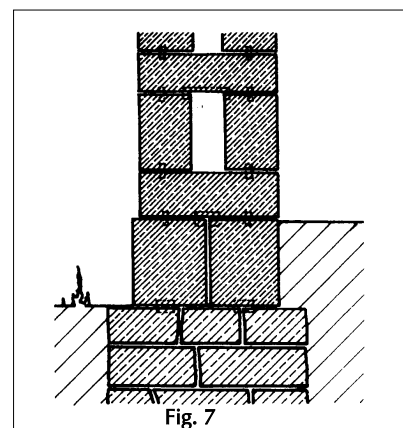


Fig. 7

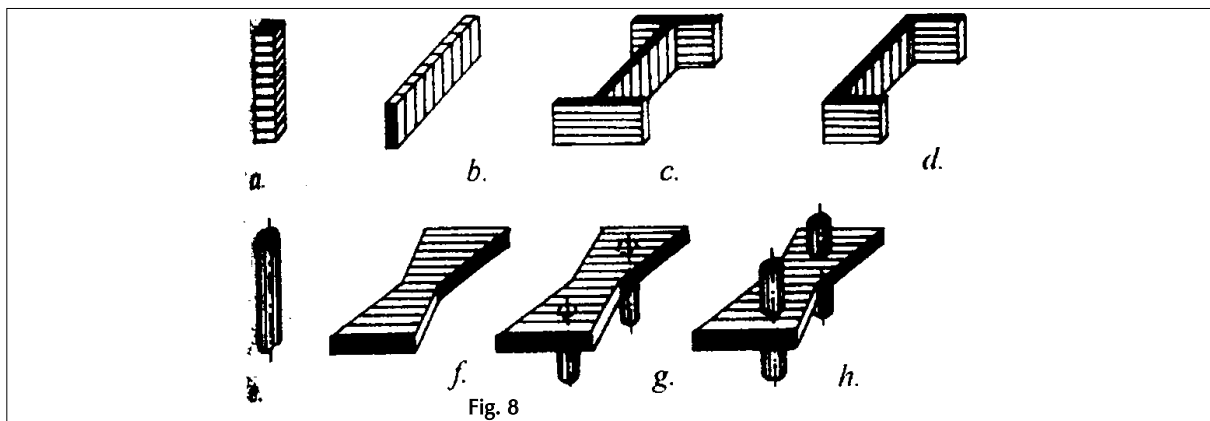


Fig. 8

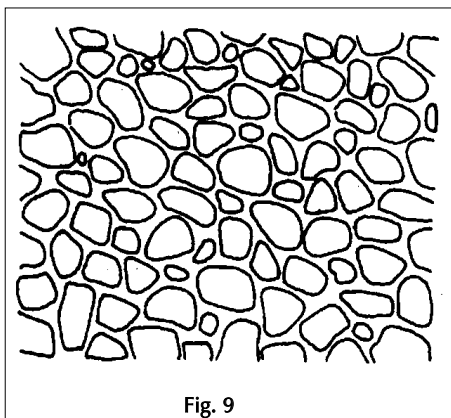


Fig. 9

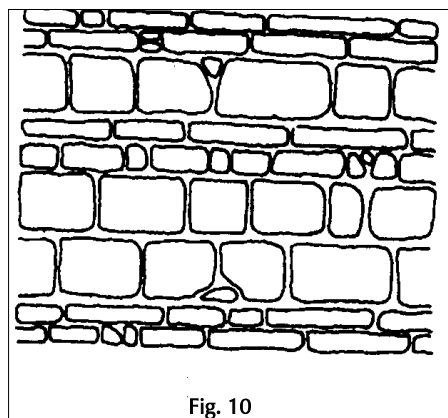


Fig. 10

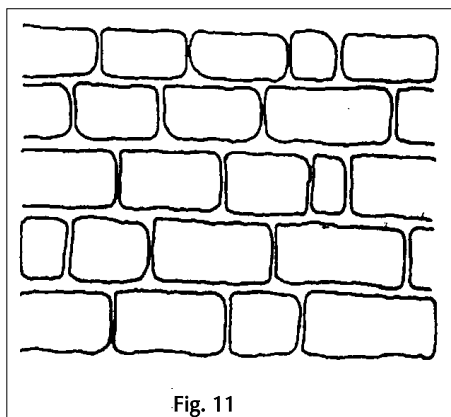


Fig. 11

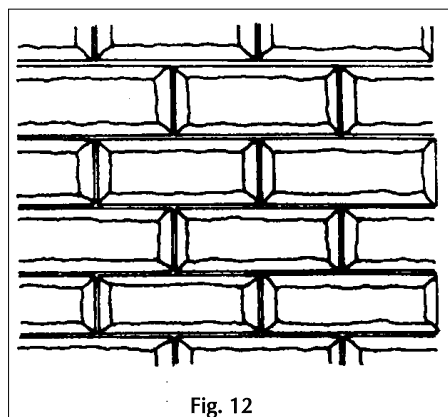


Fig. 12

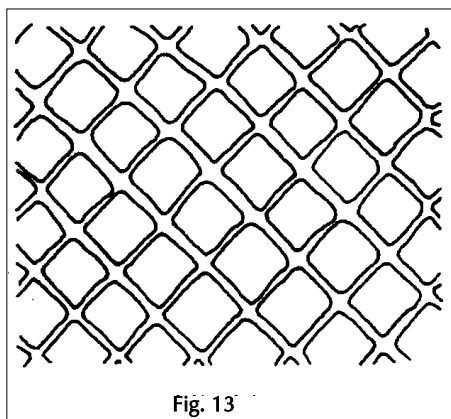


Fig. 13

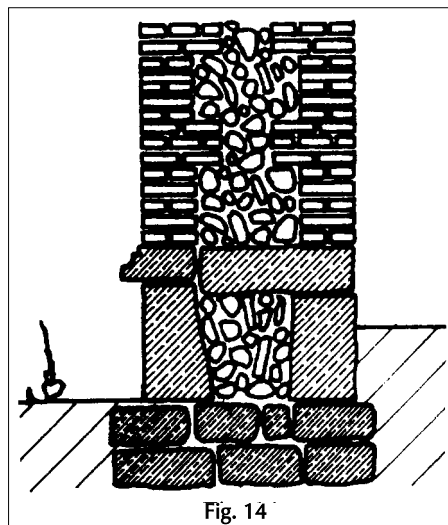


Fig. 14

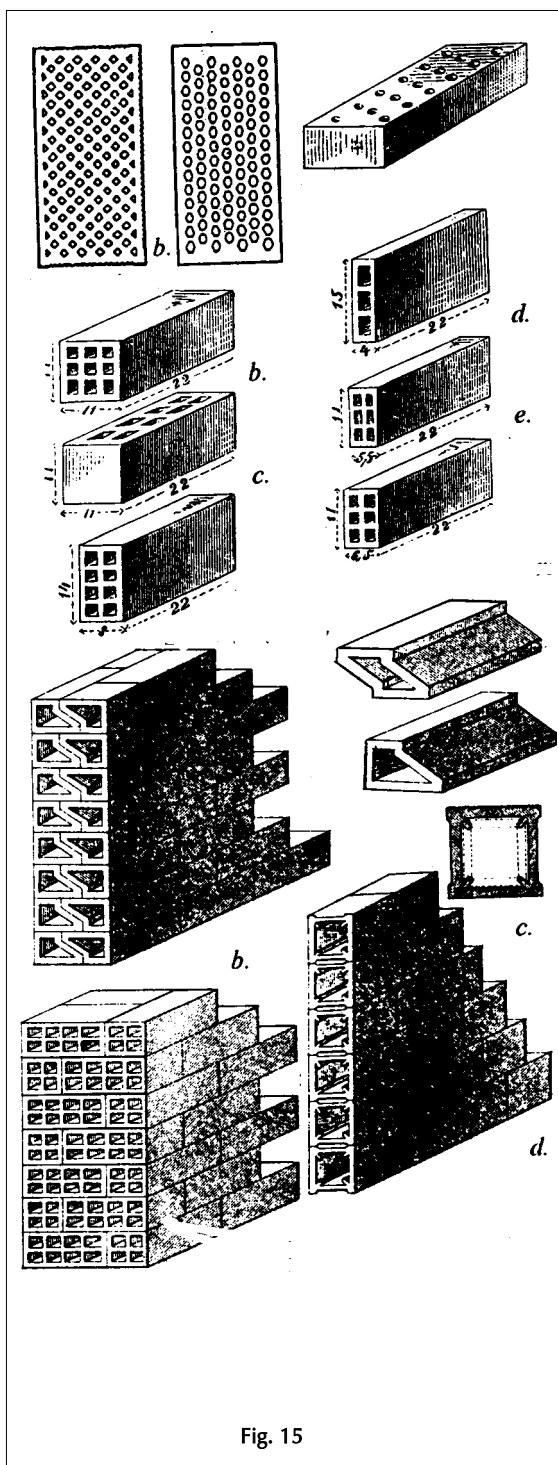


Fig. 15

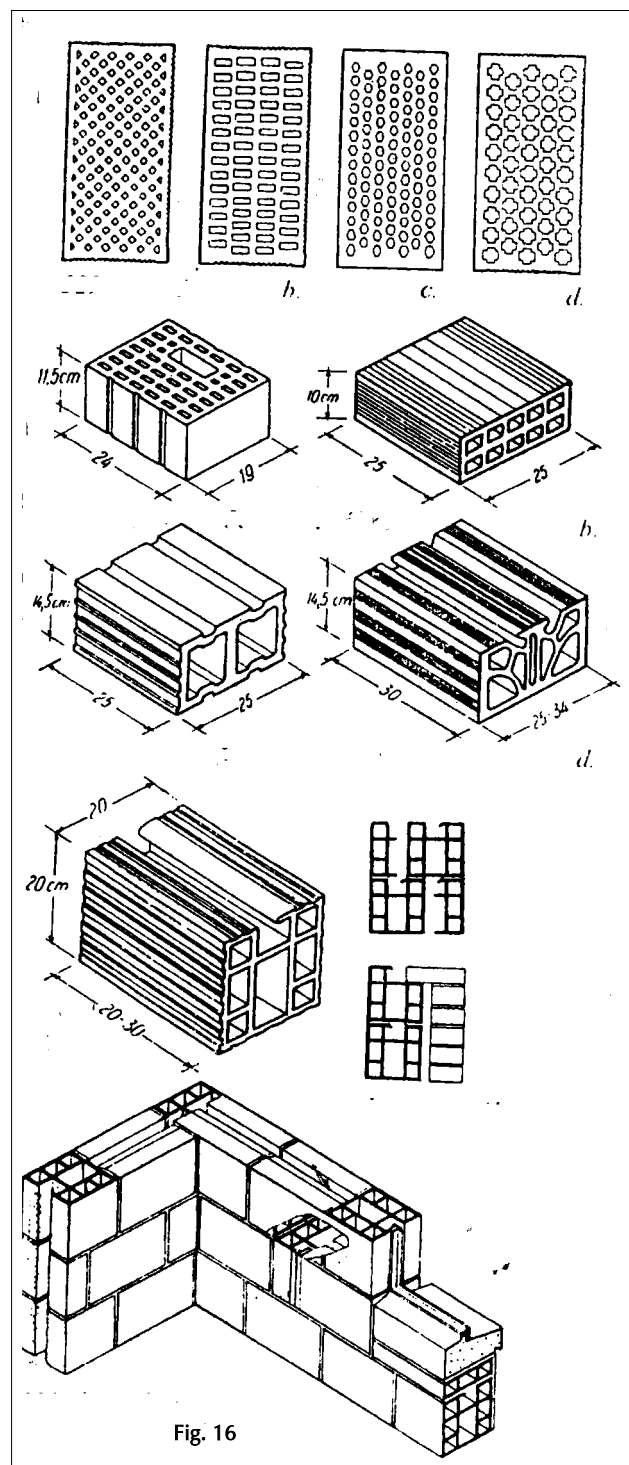


Fig. 16



Ildikó Kirizsán

Comentarii și sugestii la abordarea tehnologică a structurilor boltite

BOLȚI

Bolțile sunt elemente structurale care se folosesc la acoperirea spațiilor, reprezintă un sistem de planșeu. Un caz particular al bolților o reprezintă arcele, care se pot considera niște bolți de lățime redusă, care se folosesc ca legătură între ziduri deasupra golurilor de uși și ferestre. De asemenea arcele se folosesc și ca element de susținere ale zidurilor de la etajele superioare.

Ca element de construcție bolțile sunt elemente compuse, formate din 2 materiale, cărămidă sau piatră și mortarul. Luând în considerare acest lucru ca element structural, bolțile sunt structuri exclusiv comprimate, compresiunea fiind preluată de elementele de zidărie de cărămidă sau piatră. Mortarul are rol de legătură, și în mai mică măsură contribuie la preluarea eforturilor de forfecare care apar. Acestui lucru se datorează faptul că multe bolti, la care mortarul a îmbătrânit, încă mai stau.

Evoluția bolților de-a lungul istoriei este foarte interesantă și este în strânsă legătură cu evoluția omenirii și cu evoluția tehnologiilor de execuție în construcții.

Astfel la început au fost folosite bolți la acoperirea încăperilor de mică deschidere. Primele acoperiri ale spațiilor cu boltă au fost întâlnite la romani, care foloseau pentru acoperirea spațiilor dreptunghiulare bolta cilindrică, cel mai des semicirculară, sau pentru spații pătrate bolta în cruce care se formează din 2 bolti cilindrice perpendiculare între ele, ce se intersectează după diagonala pătratului. La greci bolțile sunt mai puțin folosite, doar la biserici se folosea cupola, sau bolta sferică.

În evul mediu, în epoca romanică, se folosea bolta cilindrică și bolta în cruce, aceste însă nu ajung la măiestria bolților din epoca romanilor. Însă apare o gândire științifică, apare necesitatea reducerii greutateii bolților, apar nervurile de rigidizare, și se ajunge la acoperirea unor spații mai mari.

În următoarea perioadă, în perioada gotică prin tendința de a înălța construcțiile, și tendința de a reduce greutatea elementelor de construcție, apar bolțile supraînălțate, cu unghiuri ascuțite, care din punct de vedere static lucrează mai avantajos, nu au o împingere laterală mare asupra zidurilor. Tot în această perioadă apar și bolțile cu nervuri, care prezintă avantajul prefabricării, elementele de nervură, cel mai adesea din piatră se pot executa în atelier, ele se assemblează la fața locului, iar câmpurile ce rămân între ele, care sunt tot mai mici, cu cât nervurile sunt mai dese, se pot zidi cu ușurință, fără a necesita elemente de susținere suplimentare. Aceste bolți cu nervuri ajung să aibă și un rol estetic, mai ales în Anglia, unde se întâlnesc forme deosebite, chiar și curbate.

În epoca renașterii se foloseau bolțile cilindrice pentru spațiile de la subsol și bolțile cilindrice intersectate la celelalte niveluri. În această perioadă apar și tiranții, ca element de preluare a împingerii laterale, la bolțile care reazemă pe stâlpi, datorită rigidității insuficiente ale acestora. Tot în această perioadă se dezvoltă și bolțile cu penetrații, acestea fiind necesare în dreptul golurilor de ușă și fereastră. În Italia și nu numai se dezvoltă și cupolele, apare cupola cu nervuri și cu două pânze.

În epoca barocă, odată cu dezvoltarea tehnologiilor de execuție, apar o serie de noi tipuri de bolți: bolta calotă boemă, bolta cu segmenti, bolta cu oglindă, și bolta mănăstirească. Aceste tipuri de bolți nu mai sunt foarte înalte. Tot în această perioadă apar și bolțile ale căror secțiune transversală nu mai este semicercul, ci o curbă pleoștită, cu 2 raze de curbura.

Cea mai măreață construcție în boltă din acesta perioadă este Cupola bisericii S.Pietro de la Roma, cu baza de cerc cu raza de 42.5 m, o cupolă cu 2 pânze.

După această perioadă, odată cu apariția metalului ca element de construcție, și a betonului, bolțile sunt mai rar folosite, le întâlnim

în combinație cu profile metalice, la planșeele cu bolțișoare, așa numita bolta prusească.

La construcțiile vechi, la care bolțile sau prăbușit și la care se dorea păstrarea formei de boltă, se folosea la începutul secolului al XX-lea așa numita bolta falsă, bolta suspendată cu rabiț.

În concepția și execuția bolților un rol însemnat a avut intuiția meșterilor constructori, nu exista o proiectare științifică, se bazau pe experiența și pe construcțiile deja executate. Erau multe cazuri în care bolțile se prăbușeau, chiar și în timpul execuției. În practica executării bolților exista un obicei, ca la desfacerea eșafodajului meșterul să stea sub boltă, având răspunderea lucrului bine făcut.

Bolțile ca elemente de construcție și elemente structurale se pot clasifica după mai multe criterii:

După materialul folosit:

- bolți din piatră
- bolți din cărămidă
- bolți mixte, din cărămidă și piatră

După forma lor, forma curbei care generează suprafața:

- cu simplă curbă – ca bolta cilindrică
- cu dublă curbă – ca și cupola

După forma elementelor pe care reazemă pot fi:

- bolți deschise – reazăm punctiform
- bolți închise – are reazeme liniare, necesită ziduri pentru reazemare

Cea mai simplă boltă este cea cilindrică, de ea se pot genera toate celelalte bolți.

Dacă intersectăm bolta cu 2 planuri diagonale se obțin 4 sferturi, 2 sferturi de calotă și 2 sferturi așa numite oarbe. (fig.17)

Astfel dacă asamblăm 4 sferturi de boltă avem bolta în cruce, iar dacă asamblăm 4 sferturi oarbe avem bolta mănăstirească. Pentru o încăpere poligonală se poate asambla tot așa o boltă mănăstirească. Din acesta, dacă poligonul se transformă în cerc se obține cupola, sau bolta sferică.

Tipurile de bolți;

-Bolta cilindrică-poate fi semicirculară, sau ca segment de cerc, sau având secțiunea transversală o curbă oarecare. (fig.18) De asemenea bolta cilindrică se poate folosi și ca element de susținere a scârilor, în acest caz axa bolții devine crescător.

-Bolta în cruce-din epoca romană – intersecția a două bolți cilindrice (fig.19)

-din epoca romană – având secțiunea diagonală semicerc (fig.20)

-Bolta cilindrică cu penetrații (fig.21)

-Bolta mănăstirească (fig.22)

-Cupola (fig.23)

-Bolta cu oglindă (fig.24)

-Bolta în segmenti (fig.25)

-Bolta în stea (fig.26), în rețea (fig.27) sau evantai (fig.28) – bolți cu nervuri

-Bolta a velă sau boemă (fig.29)

-Bolta prusească – profile metalice și bolțișoare (fig.30)

ELEMENTELE CARACTERISTICE ALE UNEI BOLȚI (fig. 31)

Intradosul bolții

Extradosul bolții

Cheia

Nașterea

Deschiderea bolții

Grosimea bolții

Axa bolții

Înălțimea sau săgeata bolții

Elemente de boltă: piatra sau cărămida

Rostul dintre pietre sau cărămizi

Bolțile pentru deschideri mici se pot executa cu grosime de $\frac{1}{2}$ cărămidă, pentru deschideri mai mari la cheie au $\frac{1}{2}$ cărămidă grosime, și spre reazăm crește la 1 chiar la $1\frac{1}{2}$ grosime.

Greutatea bolții este dată de grosimea ei, împingerea laterală pe care o transmite bolta stâlpilor sau zidurilor este direct proporțională cu greutatea lor, astfel tendința este de a reduce greutatea bolții.

Bolta lucrează la compresiune sub greutatea proprie și sub încărcări uniforme distribuite, dar nu este capabil să preia eforturi de întindere, nu poate fi supus la încărcări concentrate, punctiforme. Astfel umplutura deasupra bolții are și rolul de a uniformiza încărcările, de asemenea la bolțile pe care nu se prevede pardoseală și sunt vizibile în pod, se evită încărcarea locală din șarpantă.

Aceste considerente sunt valabile și în timpul execuției, se vor evita în totalitate încărcarea locală a bolților.

TEHNOLOGIA DE EXECUȚIE A BOLȚILOR

Datorită formei curbe a bolții, în cele mai multe cazuri, în execuția bolților este necesar realizarea unui eșafodaj, a unui cintru, care poate fi în unele cazuri chiar și mobil.

Pornind tot de la cel mai simplu tip de boltă: la bolta cilindrică există 3 tipuri de zidire, 3 tipuri de țesere ale bolților.

Prima metodă, cea mai des folosită, este zidirea în solzi, are rosturile de rezistență radiale, iar rosturile verticale de legătură sunt circulare. În secțiune transversală se vede dimensiunea cea mai mică a cărămizii. (fig.32)

Pentru a determina direcția exactă a rosturilor radiale, se pot folosi șabloane, sau se poate fixa o sfoară în centrul cercului, care ținut întins de fiecare dată determină direcția rostului. Pentru bolțile care nu au formă semicirculară sau sub formă de segment de cerc se vor folosi mai multe șabloane.

În unele cazuri, mai ales la arcele de zidărie la goluri de deschidere mare, unde grosimea bolții este mai mare de $\frac{1}{2}$ cărămidă se va face și țeserea în secțiune transversală. Se va avea grijă ca deschiderea rostului la extradós să nu fie prea mare, în acest caz se va realiza o împănare, sau se vor folosi cărămizi în forma de pană. Pentru rigidizare se pot folosi și nervuri de rigidizare, de grosime mai mare.

Pentru zidirea bolților se folosesc cofraje, așa numite cintre, care se execută din lemn, după forma arcului secțiunii transversale, niște coaste pe care se reazemă șipci de cca. 3 cm lățime, cu interspații între ele. Din cele mai vechi timpuri există tendința refolosirii elementelor de cofraj, astfel există date despre un sistem re-folosibil pentru mai multe tipuri de arce și de rază diferită.

La bolțile semicirculare sau supraînălțate, prima parte a bolții, de la naștere, până la înălțimea la care unghiul la centru nu depășește 30 grade se poate zidi fără cofraj, după acesta este nevoie de asamblarea lui.

Având în vedere, că după desfacerea cofrajului bolta mai cedează, cofrajul se va realiza cu o mică supraînălțare.

Desfacerea cofrajului este o problemă delicată, nu se poate realiza imediat, și nu se va realiza brusc. Dar nu este de preferat nici să rămână timp îndelungat, ca mortarul să nu fie complet întărit. Dacă mortarul este proaspăt la desfacerea cofrajului cărămizile presează mortarul și iese din rost.

Din experiența maistrilor germani, bolțile și arcele mici se pot decofra după 1-2 zile, cele mai mari după 4-6 zile, iar cele de 8-10 m deschidere după 8-10 zile. Dacă se folosește mortar cu ciment aceste perioade se pot scurta.

Execuția acestui tip de țesere se începe de la reazăm și se realizează simetric pe ambele părți. După terminarea zidirii extradósul se va curăți și se va acoperi cu un strat de mortar mai fluid, pentru a închide toate rosturile.

Bolțile din piatră se pot zidi numai prin această metodă, dar este mai anevoios, sunt necesare pietre cioplite, sub forma de pană în funcție de forma bolții. Pentru bolțile din piatră sunt necesare susțineri speciale, datorită greutatei lor.

Boltire în rânduri inelare

În acest caz rosturile radiale vor fi alternate de la un rând la altul, iar rosturile așa numite verticale vor fi continue, dar ele vor fi culcate, nu vor fi verticale, astfel șirurile de cărămidă vor rezema una peste cealaltă. În secțiune transversală se vede dimensiunea cea mai mare a cărămizii. (fig. 33)

Acest tip de boltire se începe de la cele două laturi scurte ale încăperii și se termină în mijloc. La începere și la mijloc se folosește sistemul clasic de boltire. Avantajul acestei tehnologii este că nu este necesar realizarea unui cofraj pe toată suprafața, se poate folosi un cofraj mobil de cca. 80 cm lățime.

Boltire sub formă de coadă de rândunică

În acest caz șirurile de cărămizi formează de asemenea arce, dar care nu mai sunt perpendiculare pe axă, ci sunt oblice față de acesta.

Boltirea se începe în colțuri, pentru bolta cilindrică semicirculară șirurile diagonale vor fi eliptice cu înălțimea ce crește spre mijloc. (fig.34)

Acest tip de boltire are avantajul că fiecare șir stă singur după ce este închis și reazemă pe șirul anterior. Pentru un zidar cu experiență acest tip de boltire se poate executa și fără cofraj, numai cu ajutorul unui șablon.

Există și un alt tip de boltire sub formă de coadă de rândunică, care se începe în mijloc și se termină spre colțuri dar care necesită cofraj pe toată suprafața.

La acest tip de boltire, rosturile radiale vor fi perpendiculare nu pe semicerc, ci pe arc diagonal, astfel se pot urmări aceleași reguli ca și la boltirea clasică.

În practica reabilitării monumentelor istorice foarte des întâlnite sunt sistemele cu profile metalice și boțișoare, la care câmpurile se pot realiza prin orice fel, clasic, cu șiruri inelare, sau sub forma de coadă de rândunică.

La realizarea boltirii bolților cu penetrații în practică se folosesc două metode:

- Dacă bolta de penetrație este mult mai mică decât bolta principală, se lasă locul în bolta principală și bolta de penetrație se realizează ulterior;

- Dacă cele două bolți sunt de dimensiuni apropiate ele se realizează deodată, pe un cintru, astfel ca rândurile din cele două bolți se întrepătrund, și se realizează pe linia de contact o îngroșare a bolții.

Execuția bolților cu nervuri începe cu realizarea sistemului de nervuri după geometria dată. De cele mai multe ori raza de curbură a nervurilor este constantă, acest lucru este de preferat, toate elementele de nervură fiind egale. (fig.35) Odată nervurile așezate pe un sistem de susținere provizoriu, și odată închise cu bolțarul de cheie aceste sunt de sine-stătătoare. La îmbinarea acestor elemente de nervură, de cele mai multe ori în afară de mortar se folosesc și bolțuri metalice ce intră în golurile lăsate în nervură. Atunci când câmpurile dintre nervuri sunt suficient de mici, zidirea lor se poate realiza fără cofraj, cel mai des sub formă de coadă de rândunică.

REALIZAREA REAZEMELOR

Datorite formei bolților, sub încărcările date reacțiunile pe care le transmite reazămului, sunt reacțiuni verticale și împingeri laterale. O problemă deosebită o prezintă preluarea împingerii laterale, care la un zid suficient de

gros nu este o problemă, dar care o dată cu reducerea grosimii zidurilor și la rezemările pe ziduri devine o problemă serioasă. Astfel la unele construcții, mai ales în perioada gotică pentru preluarea împingerii laterale se foloseau contraforți, sau arce cu rol de contrafort. Mai târziu tot același rol aveau tiranții metalici.

Realizarea bolților începe cu realizarea reazemelor, acestea reprezintă suprafața pentru primul rost radial al bolții. Dacă arcul secțiunii transversale este semicerc, semielipsă sau curbă supraînălțată atunci suprafața de rezemare este orizontală, dacă este segment de cerc, sau arc pleoștit, reazemul trebuie să fie oblic. (fig.36)

Dacă bolta se zidește ca în prima figură (fig. 37), se realizează o micșorare a secțiunii transversale, deci o reducere a rezistenței zidului, iar dacă zidul este median, ca în figura 3 (fig. 37), secțiunea zidului va fi aproape nulă, deci se vor evita aceste situații. De asemenea în aceste cazuri ar fi necesar realizarea concomitentă a zidului și a bolții. În practică se vor realiza mai întâi zidurile, se vor crea suprafețele de rezemare ca în figuri, se va acoperi clădirea după care se va trece la realizarea bolților.

Se poate realiza suprafața de rezemare prin scoaterea în consolă a câteva rânduri de cărămidă, sau prin elemente speciale de rezemare din piatră cioplită sau cărămizi cu formă prestabilită.

La bolțile între arce nu se pot realiza reazemele în prealabil, rezemarea se va realiza prin împănare ca în figură. (fig.37)

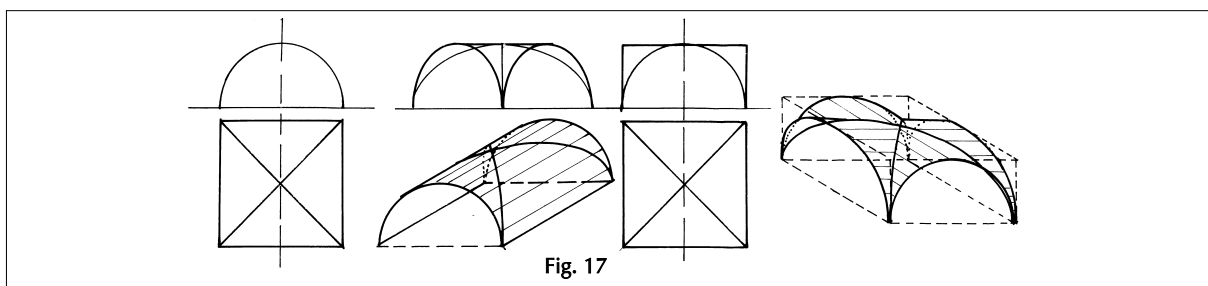


Fig. 17

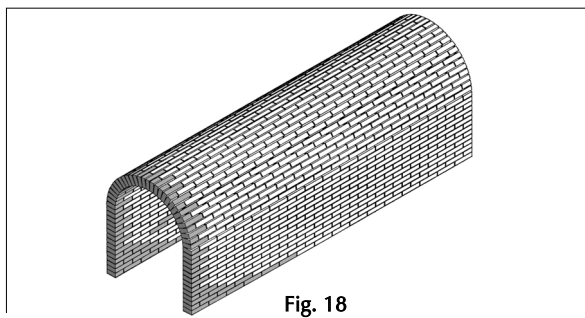


Fig. 18

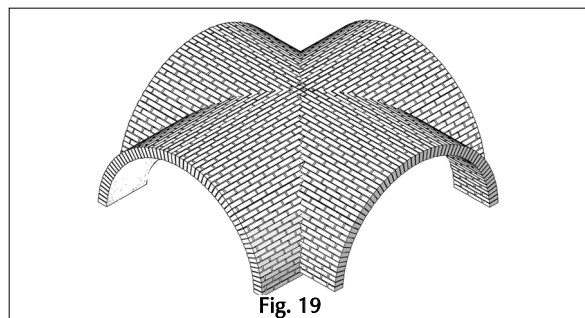
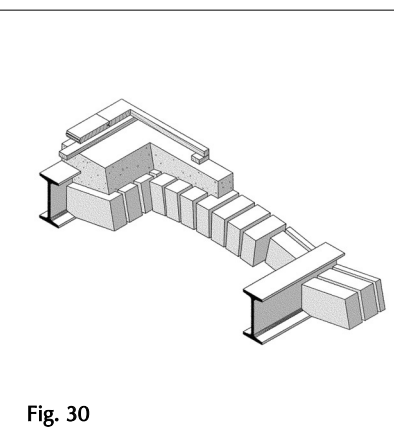
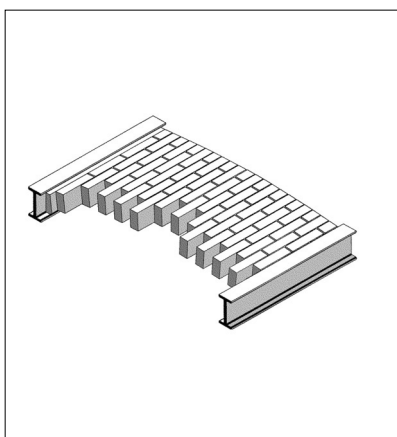
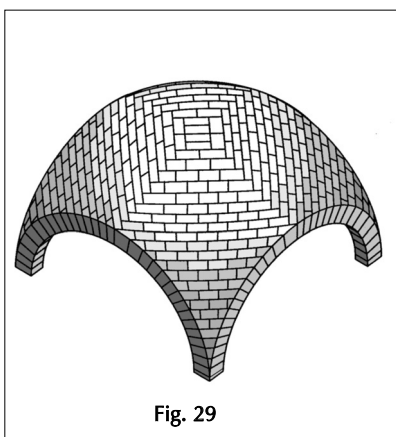
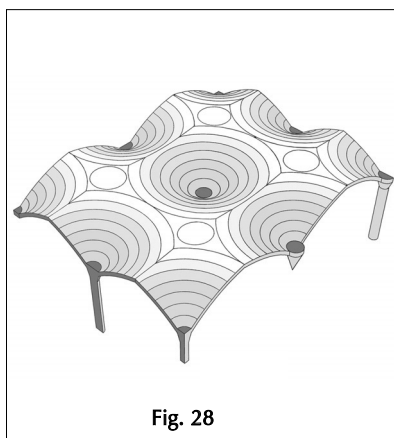
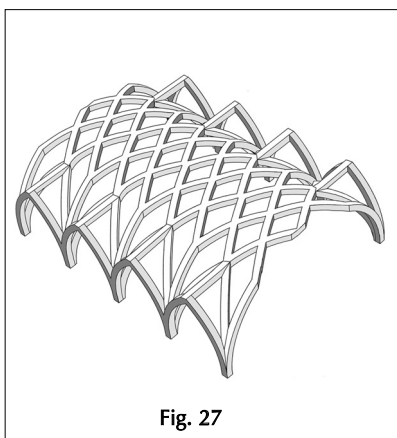
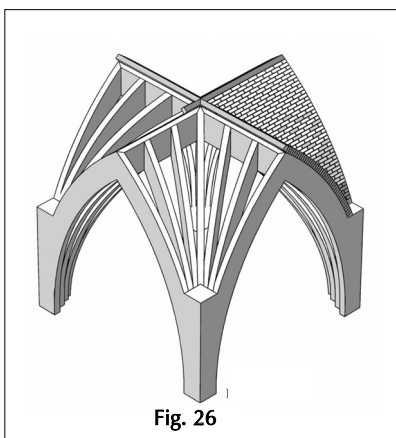
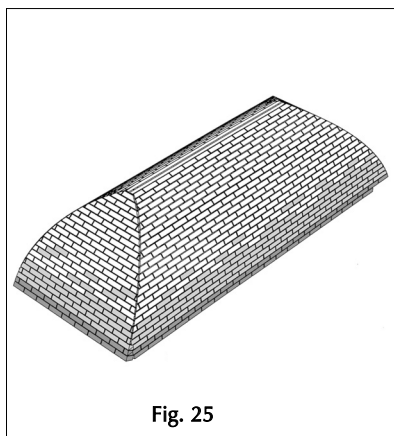
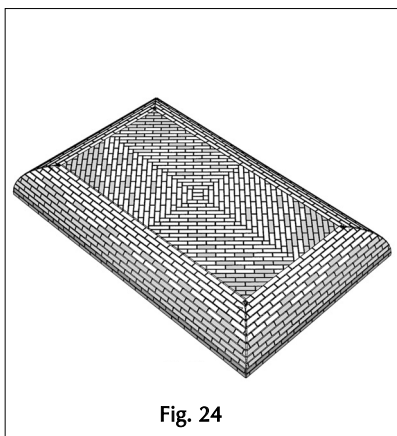
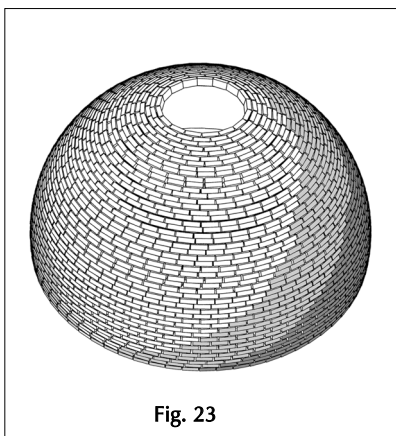
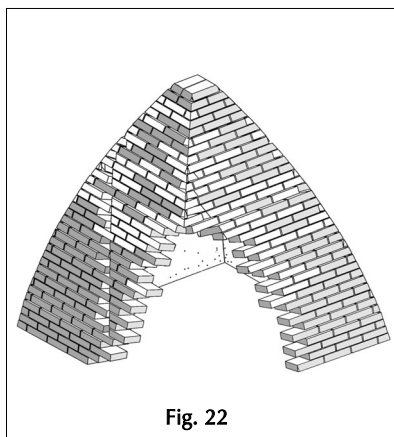
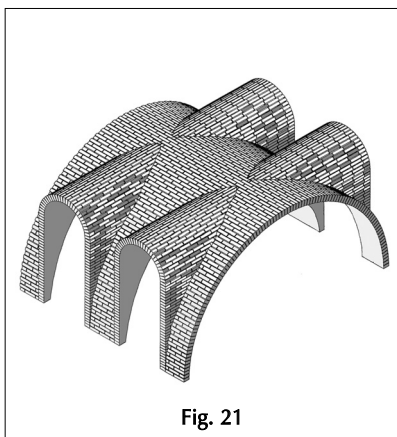
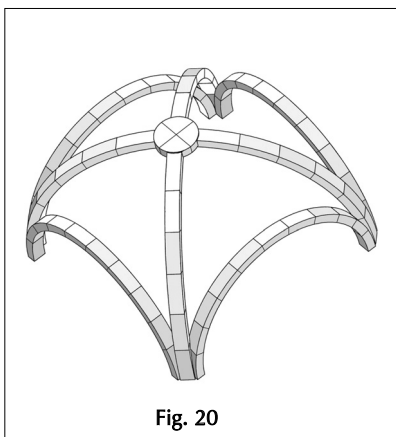


Fig. 19



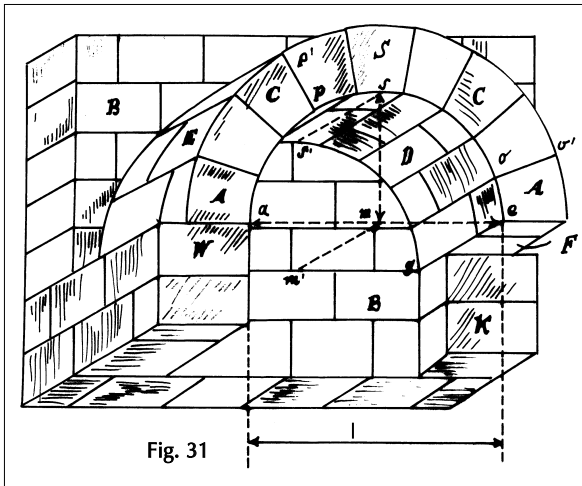


Fig. 31

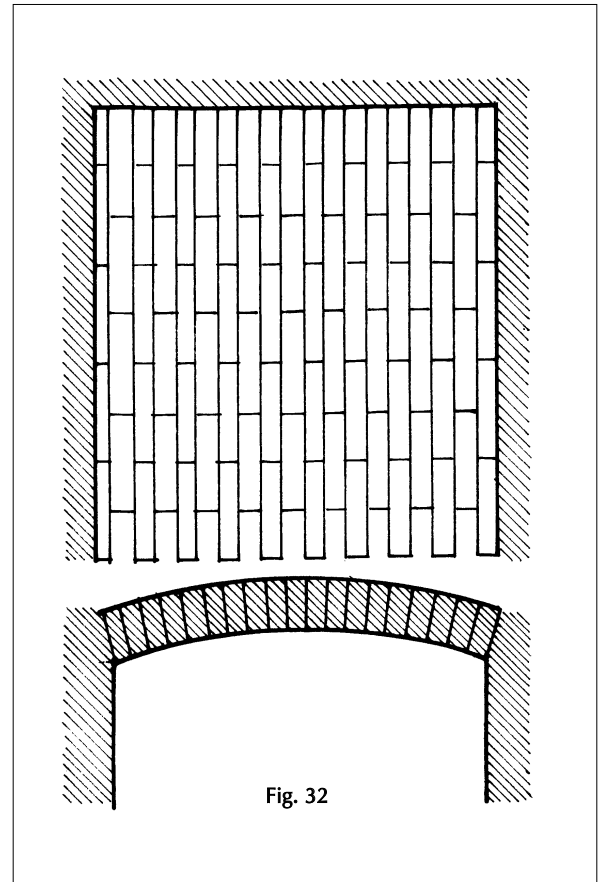


Fig. 32

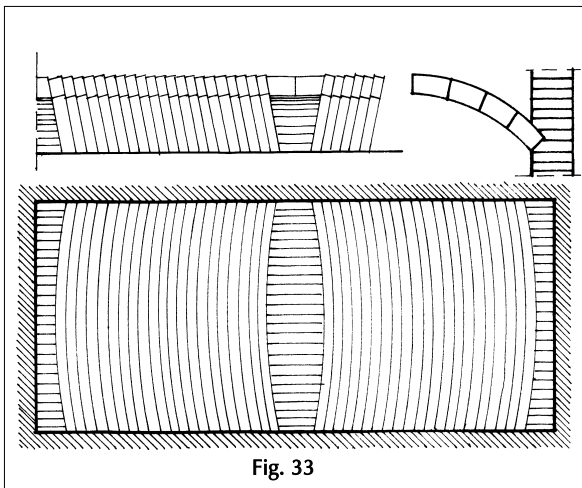


Fig. 33

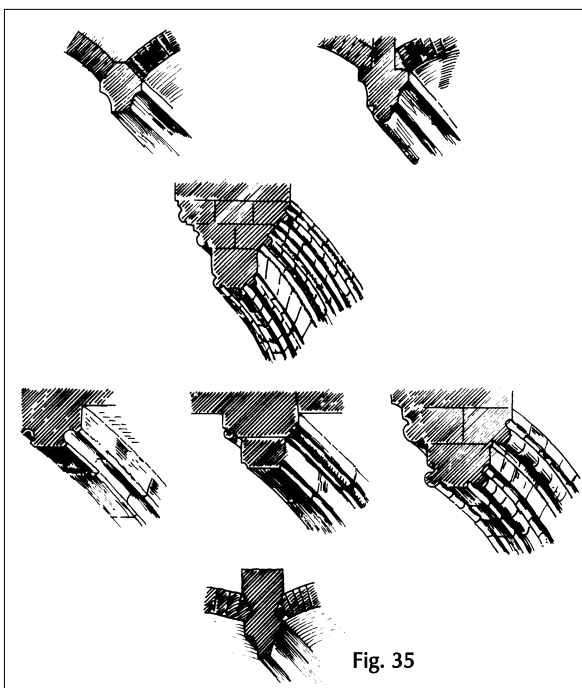


Fig. 35

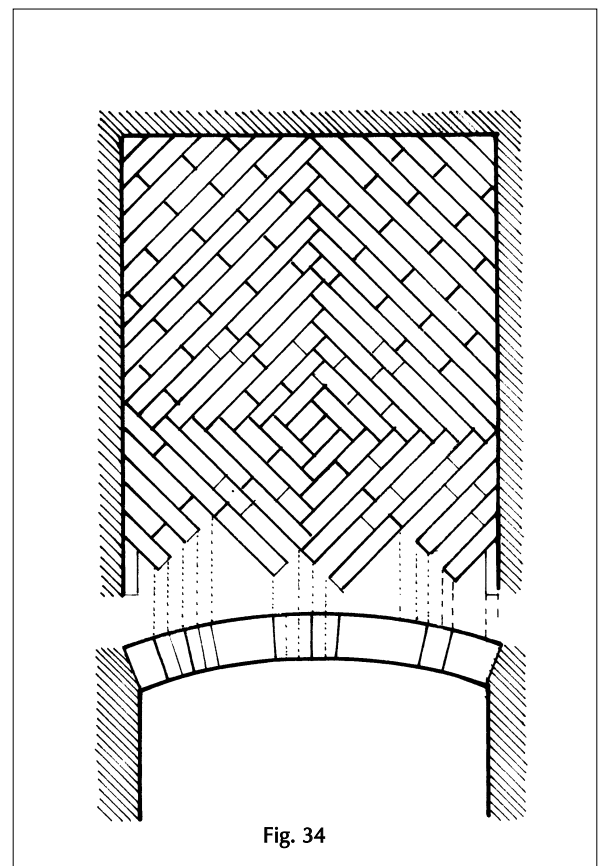


Fig. 34

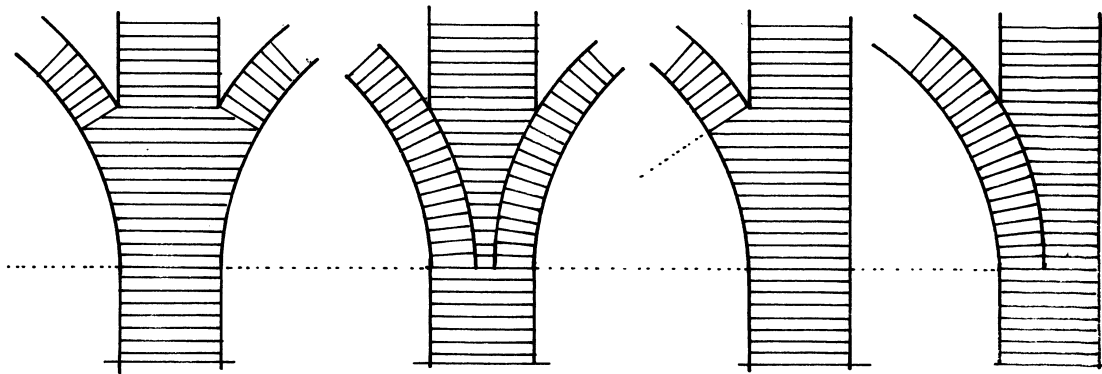


Fig. 36

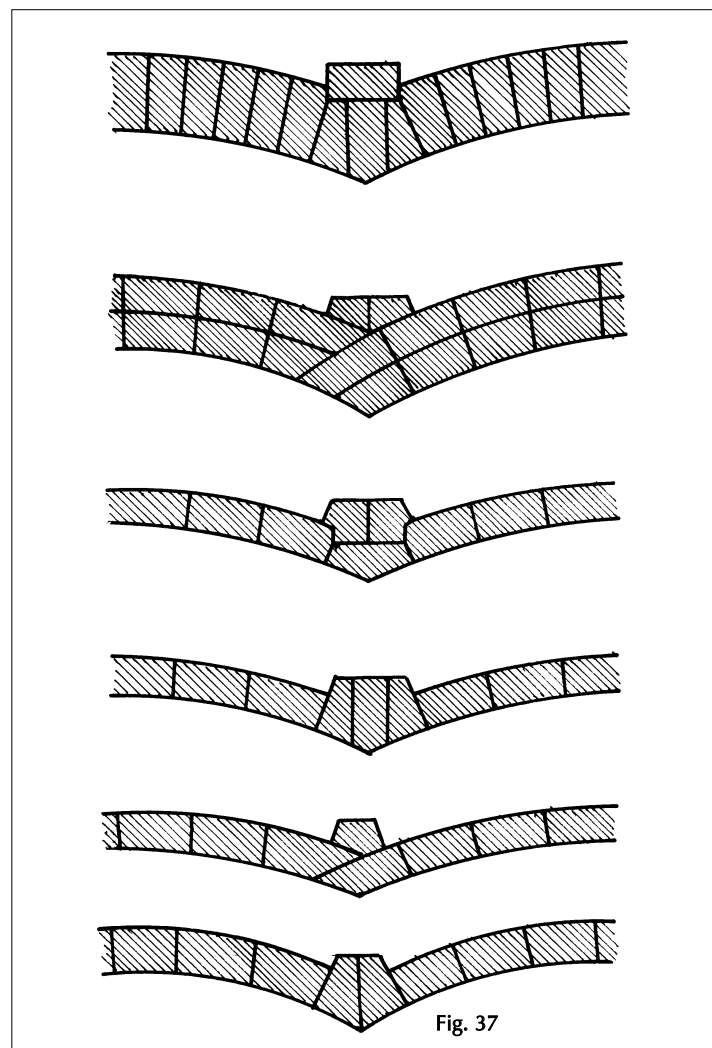


Fig. 37



David Baxter

Atelierul de consolidare și tencuire

Prelegerile și atelierul practic ale Programului de specializare în reabilitarea patrimoniului construit promovează următoarele principii în ceea ce privește reabilitarea zidărilor:

- COMPATIBILITATEA materialelor folosite în reparații cu cele originale
- PERMEABILITATEA materialelor care asigură transferul optim de umiditate prin structurile de zidărie
- MENȚINEREA MAXIMĂ a materialelor originale cu ocazia intervențiilor
- FOLOSIREA MATERIALELOR LOCALE la lucrările de reabilitare.

Clădirile principale ale castelului Bánffy din Bonțida au fost construite din zidărie mixtă de piatră și cărămidă, clădite cu mortar de var în asize neregulate. În decursul timpului fațadele clădirilor au fost modificate în repetate rânduri. Aceasta se poate vedea mai ales la clădirea Miklós, unde se știe că fațada a fost transformată în anii 1820, ocazie cu care tencuiala a fost îngroșată cu 50mm față de suprafața inițială, folosind mortar pe bază de var. Original, la zugrăvirea tuturor clădirilor s-a întrebuintat spoială de var colorat cu pigmenți.

În cadrul atelierelor, sub supravegherea maistrilor, se lucrează direct pe clădiri. Înaintea începerii lucrărilor, se execută un relevu al clădirii, pe baza căruia toate reparațiile sunt apoi programate. Astfel, cursanții pot lucra într-o situație similară unui șantier, și pot înțelege fazele și procesele reparațiilor în ordinea lor logică.

Atelierul începe cu o demonstrație privind calitățile și folosirea varului pastă. În general varul folosit la Bonțida este o pastă nehidraulică cu vechime de cel puțin șase luni, care se produce în apropiatul oraș Gherla (20km.) Este vorba de o pastă nerafinată, care conține multe

impurități provenite din procesul de ardere și stingere, și care acționează ca adaosuri hidraulice în procesul de priză (întărire), dându-i calități similare cu cele ale varului slab hidraulic (NHL2).

Mortarul folosit pentru lucrări de consolidare și reparații se prepară folosind un amestec de 3 părți nisip (dintr-o sursă locală) și o parte var pastă. De obicei nu este necesar să se adauge apă, dat fiind conținutul de apă al varului și nisipului. Amestecul omogen astfel pregătit poate fi utilizat imediat, sau poate fi depozitat protejat de pânză de sac (hessian) umezit, pentru a fi folosit mai târziu.

Consolidările ce se execută la castel urmează fazele consacrate ale reparațiilor, punându-se accent deosebit pe importanța modului de pregătire a suprafețelor înaintea aplicării materialelor noi, pentru a asigura aderența elementelor noi cu cele vechi.

- **Pregătirea suprafeței.** Pregătirea suprafețelor începe cu îndepărtarea tuturor materialelor slăbite din zona și din jurul zonei care urmează să se consolideze. La această operație nu se vor folosi unelte grele, ci doar o mistrie mică de mână și o perie, pentru a preveni îndepărtarea inutilă a materialelor. Apoi toată suprafața se spală bine cu apă curată (chiar sub formă de jet). Zona care urmează a fi consolidată este acoperită cu un strat de lapte de var obținut prin diluarea pastei de var cu apă, până la obținerea unei consistențe asemănătoare cu a laptelui. Aceasta contribuie la mărirea adeziunii mortarului nou. Este foarte important ca zidăria să fie astfel pregătită înaintea efectuării reparațiilor. Dacă zidăria existentă este prea uscată, va atrage umezeala din mortarul nou prea repede, ducând la defecțiuni. Procesul de pregătire se dovedește întotdeauna unul laborios, însă nerespectarea acestora duce la defecțiuni de reparații.

Consolidări. 1. Materialele folosite în procesul de consolidare variază în funcție de mărimea adâncimea/grosimea zonei care urmează a fi consolidată. Dacă lipsurile sunt de suprafață, adică nu prea adânci, zidăriile pot fi consolidate cu țigle în mortar de var (țigle de argilă depuse în rânduri). În zonele mai adânci se folosește piatră sau cărămidă. În aceste cazuri este foarte important să se asigure udarea continuă a fondului, pentru a preveni absorbția prematură a umezelii din mortar. La sfârșitul fiecărei reparații, sau la sfârșitul zilei de lucru, zona trebuie protejată cu pânză de sac (hessian) stropită apoi cu apă, pentru a preveni contracția și crăparea mortarului. Când se consolidează zone mai mari, în adâncime, părțile noi se construiesc în asize orizontale și verticale, pentru a asigura întreteserea completă dintre elementele noi și cele vechi, astfel încât construcția nouă să nu devină o structură de sine stătătoare. Unele ziduri ale castelului au fost puternic degradate, iar grosimea lucrărilor de consolidare a ajuns la jumătatea grosimii zidului original. În asemenea cazuri întreteserea corectă este esențială.

2. Adeseori s-au descoperit crăpături structurale în pereții clădirilor. Pentru repararea acestora, se folosește o tehnică de țesere constând din tăierea zidăriei cu secțiune în formă de V pe traseul crăpăturii și zidirea locului acesteia potrivit cu grijă asizele noi de piatră sau cărămidă cu cele vechi. O metodă alternativă este introducerea de bare sau plăci de oțel în pat de mortar, însă nu a fost disponibil oțel inoxidabil, iar folosirea oțelului galvanizat prezenta riscul daunelor viitoare. Dacă oțelul intră în contact cu umezeala excesivă corodează (se ruginește) și creează probleme. În cursul programului s-a urmărit folosirea materialelor compatibile cu structura originală și răspândite în România, astfel încât tehnologiile folosite în cadrul cursului să poată fi transpuse cu ușurință la alte lucrări. Cu tehnologiile prezentate, s-a consolidat cu succes structura de zidărie a fostei clădiri a bucătăriei și a bastionul acesteia, poarta principală cu încăperile adiacente, clădirea Miklós cu bastionul său, precum și clădirea grajdurilor.

Restaurarea bolților. Cursul de la Bonțida oferă specializare în restaurarea bolților de cărămidă, și este singurul de acest gen din România. Toate clădirile principale ale castelului Bánffy au fost construite cu bolți de cărămidă, practică răspândită în România secolelor 18-19.

Unele subansambluri posedă bolți introduse ulterior (probabil în locul planșeelor de lemn degradate, sau nimicite de incendii), cum este cazul bastioanelor din secolul 16. În castel se regăsesc mai multe tipuri de bolți: boltă cilindrică cu penetrații și nervuri la poarta principală, boltă încrucișată pe plan circular în bastioane, boltă tip calotă boemă pleoștită în clădirea Miklós, și calotă boemă în clădirea grajdurilor. Starea bolților a impus reconstrucția acestora în mai multe zone, în timp ce în altele au putut fi restaurate. Relevarea geometriei bolților, prin măsurarea razelor și deschiderilor arcelor implicate a fost o condiție importantă a abordării procesului propriu-zis de restaurare. În ceea ce privește construcția lor, bolțile au fost zidite cu cărămizi de diferite mărimi (dimensiunile cărămizilor sunt un indiciu în datarea perioadei de construire), urmărind curba generatoare cu grosimea de $\frac{1}{2}$ cărămidă sau de 1 cărămidă.

Bolțile au fost restaurate folosind cindre (cofraj) de lemn construite sub boltă având aceeași rază cu bolta, pe care cărămizile noi au fost așezate direct, în mortar pe bază de var și întretesute cu cărămizile originale existente. La executarea acestor reparații și completări de bolți, a fost foarte important să se asigure țeserea elementelor noi cu cele vechi și a celor noi între ele – în toate direcțiile, pentru ca ele să reziste la forțele ce acționează în boltă. În unele cazuri au fost necesare comenzi de cărămizi speciale de la o sursă locală, care să se potrivească ca dimensiuni cu originalul.

Tencuieli.

1. Tencuiala exterioară și zugrăveala clădirii constituie stratul protector exterior care prezintă patinarea și dă caracterul monumentelor istorice. În România întâlnim adesea tendința de a considera tencuiala veche tencuială degradată, și astfel de multe ori acesta este complet îndepărtată de pe fațade și înlocuită cu alta nouă. Cursurile de la Bonțida accentuează importanța păstrării tencuielii originale, dacă acest lucru este posibil. Acest principiu a fost aplicat mai întâi la restaurarea bastionului fostei clădiri a bucătăriei, unde s-au păstrat părți însemnate din tencuiala originală, în pofida degradării severe a structurii principale.

2. Testarea adeziunii tencuielii poate induce eroare, aceasta depinde de suportul pe care este aplicat. De aceea a fost îndepărtate numai fragmentele de tencuieli slăbite sau degradate vizibil. Din nou a fost accentuată importanța pregătirii suprafețelor pe care s-a aplicat

tencuiala nouă, ca și în cazul lucrărilor de consolidare. Aceasta a însemnat curățirea rosturilor zidăriei de bază și udarea suprafeței acesteia mai întâi cu apă curată, apoi cu lapte de var, pentru a-l pregăti pentru primul strat de bază.

3. Tencuiala s-a aplicat în general în două straturi de bază, ambele cu compoziția de 3/1 (nisip și var pastă) cu grosime maximă de 10mm. În unele zone a fost necesară aplicarea unui al treilea strat pentru a asigura nivelarea suprafeței. Știm că în trecut aceste straturi au fost mărite artificial, folosind țigle dispuse în mortar. Acest sistem a fost adoptat și la reparații, folosind însă țigle sparte în locul celor întregi. Executarea lucrărilor de acest gen necesită înțelegerea profundă a construirii clădirii și a tehnologiilor de reparare și modificare folosite anterior. Acestea au reprezentat astfel o experiență excelentă de relevare și interpretare.

4. Până acum toate lucrările cursului de la Bonțida s-au desfășurat vara, la temperaturi cuprinse între 20-38°C. De aceea a fost foarte importantă înțelegerea clară a proprietăților și comportamentului tencuielilor cu var pastă, care prezintă variații semnificative la aceste temperaturi. La temperaturi mai înalte, tencuiala se usucă mai rapid, de aceea a fost necesară protejarea suprafețelor nou tencuite prin crearea unei microclime în jurul clădirii, acoperind lucrările noi cu pânză de sac (hessian) îmbibat

cu apă și reudat la intervale regulate, pentru a preveni crăpăturile și lipsa de adeziune. Acest proces a fost repetat și în cazul stratului următor și a celui final, textura cărui a fost potrivită cu cea a originalului. Toate suprafețele tencuite, noi și originale au fost văruite cu patru straturi de spoială, pentru a obține un finisaj asemănător originalului.

5. Restaurarea a cuprins și reparațiile profilelor de tencuială la cornișe și ancadramele ale ferestrelor și ușilor. Aceste lucrări au fost executate folosind metoda tradițională de șablonare, care presupune construirea unui șablon după profilul original și aplicarea acesteia la toate elementele similare ale clădirii. Această metodă necesită relevarea precisă a profilurilor originale și deprinderi speciale la realizarea și utilizarea șablonului.

Execuția reparațiilor și tehnologiile folosite au accentuat principiile de bază menționate la începutul acestei prelegeri. Înțelegerea profundă a clădirii, a materialelor și proceselor de construire, înregistrarea precisă a intervențiilor și reparațiilor, cunoașterea calităților și comportamentului materialelor folosite la restaurare pot contribui la salvarea unei clădiri deteriorate într-o manieră autentică, la facilitarea găsirii unei funcțiuni noi și benefice pentru menținerea sa.





Szóke Kálmán

Roci ornamentale și cariere

Prin roci ornamentale înțelegem toate rocile solide din scoarța Pământului, care se deosebesc de celelalte roci, mai ales prin aspectul exterior plăcut, și au proprietăți adecvate scopului de utilizare (duritate, gelivitate, rezistențe, etc.).

Roca este o asociație de minerale de același fel (ex. calcarele, cuarțitele, etc.), numite mono-minerale, sau de minerale diferite numite poliminerale, (ex. granitul, bazaltul, etc.).

După geneză, rocile se clasifică în cele trei mari categorii:

- a. vulcanice
- b. sedimentare
- c. metamorfice

Rocile vulcanice (magmatice) sunt formate prin consolidarea maselor magmatice topite, venite din interiorul Pământului. Ca și compoziție chimică se caracterizează prin conținut mare de SiO_2 (cuarț), oxizi de Al, Fe, Mg, etc. Din punct de vedere al structurii (modul în care sunt asociate mineralele constitutive) pot fi holocristaline (cristalizate în întregime), hemi-cristaline și vitroase, iar după mărimea cristalelor se pot deosebi cu structura fenocristalină (cristale peste 5 mm), microcristalina (cristale de 1-5 mm), și criptocristalina (sub 1 mm).

Datorită acestor proprietăți, rocile vulcanice sunt cele mai dure roci, greu de cioplit și prelucrat. De asemenea, greutatea specifică în general este în jur de 2.5 gr/cm^3 (2.5 to/m^3).

Rocile rezultate în urma dezagregării mecanice sau alterării chimice care ulterior s-au depus în anumite depresiuni, formează categoria rocilor sedimentare. Datorită condițiilor de formare, rocile sedimentare sunt stratificate și pot conține în exclusivitate fosile, iar proprietățile chimice și mecanice pot fi foarte variate.

Din rocile vulcanice sau sedimentare, în condiții de temperaturi și presiuni diferite, prin transformare (metamorfozare), s-au format rocile metamorfice. Din această cauză compoziția chimică și proprietățile mecanice prezintă asemănări cu rocile vulcanice sau cu rocile metamorfice.

Datorită faptului că rocile ornamentale sunt folosite în industria construcțiilor, trebuie să cunoaștem cel puțin următoarele caracteristici fizico-mecanice:

- a. Densitate (greutate specifică) – exprimate în $[\text{g/cm}^3]$. Joacă un rol important în calculul greutății construcțiilor.
- b. Absorbția de apă la presiune și temperatură normală exprimat în [%]. Din această caracteristică putem trage concluzii concludente în ceea ce privește umezirea elementelor de construcții.
- c. Coeficient de gelivitate – în [%]. Reprezintă gradul de alterare (distrugere) după mai multe cicluri de îngheț-dezghet.
- d. Rezistența la compresiune – $[\text{daN/cm}^2]$. Este o caracteristică foarte importantă în calculul staticii construcțiilor.
- e. Rezistența la compresiune după 25 cicluri de îngheț-dezghet în $[\text{daN/cm}^2]$. Arată pentru elemente exterioare timpul până la care acestea pot prelua sarcina nominativ proiectată.
- f. Rezistența la șoc mecanic $[\text{daN.cm/cm}^3]$. În unele cazuri elementele de piatră ornamentală sunt supuse la șocuri mecanice (loviri).
- g. Rezistența la uzură prin frecare la 440 rotații/min., în stare uscată, cu nisip normal – $[\text{g/cm}^2]$.

În cazul rocilor ornamentale ca elemente de construcții și ca elemente cioplite, duritatea, fisurația și stratificația, precum și incluziunile de diferite materiale (în general argile), au importanță maximă.

Duritatea. Scara lui Mohs, deși nu este fundamentat științific, este folosită astăzi în geologie, ca și caracteristică fundamentală. Această scară împarte rocile în 10 categorii, fiecare zgâriind rocile de categoria imediat inferioară. Gradele de duritate din această scară sunt arbitrare, diferențele de duritate între grade fiind arbitrare. Astfel s-au stabilit 10 roci etalon:

1– Talc	
2– Rigips	foarte moi
3– Calcit	
4– fluorină	moi
5– Apatit	
6– Ortoza	semidure
7– Cuarț	
8– Topaz	dure
9– Corindon	
10– Diamant	foarte dure

Duritatea rocilor prezintă importanță deosebită în cazul efectuării lucrărilor de cioplire.

Fisurația. În multe cazuri, rocile în masiv prezintă fisurații naturale, care elimină total sau parțial folosirea blocurilor exploatare, motiv pentru care toate blocurile trebuie verificate minuțios.

Stratificația. Toate rocile sedimentare prezintă un anumit grad de stratificare, care joacă rol important la lucrările de spargere, pe suprafețele de stratificare rezistența la desprindere fiind mai mică.

Incluziuni. Apar în multe cazuri, între planele de stratificare mici incluziuni (de obicei argile), care modifică proprietățile mecanice, aceste incluziuni fiind ușor dizolvate de apă.

În majoritatea cazurilor, rocile ornamentale se exploatează la zi (în cariere). Începerea lucrărilor de extracție în cariere, obligă executarea a trei categorii de lucrări:

a. Lucrări de deschidere, prin care se accesează zăcămintul: drumuri, amenajări de șantier, etc.

b. Lucrări de pregătire, care constau din decopertare, formarea treptelor și a tranșeelor, etc.

c. Lucrările de exploatare (abatere), reprezintă totalitate lucrărilor de extracție propriu-zise (perforare, dislocare, transport, etc.)

Una din cerințele principale ale blocurilor exploatare fiind omogenitatea din punct de vedere a proprietăților fizico-mecanice, adică lipsa de fisuri, lucrările de extracție se pot mecaniza numai parțial, fiind exclusă dinamitarea.

Metoda clasică de extracție a blocurilor de piatră constă în perforarea găurilor de mină, pe conturul blocului de decupat, după care urmează introducerea în găuri a icurilor și a penelor, și baterea manuală până la crăparea și desprinderea completă a blocului. În unele

cazuri, duritatea rocii nu necesită perforarea găurilor, desprinderea blocurilor făcându-se prin baterea directă a icurilor (cuielor), tot pe conturul blocului de decupat, pe două sau trei fețe ale blocului.

O metodă mai eficientă și prin care se elimină efortul fizic pentru decuparea blocurilor o reprezintă metoda de abatere cu ajutorul filoului. Filoul este un agregat care pune în mișcare un cablu cu inserții de vidia și care astfel despică blocul de piatră în planul de mișcare a cablului. Cablul inserat este introdus în găurile perforate în prealabil. Această metodă prezintă marele avantaj de a reduce simțitor pierderile de exploatare, prin faptul că suprafețele tăiate prezintă planeitate aproape perfecte.

Pentru realizarea unei productivități mari, și acolo unde și condițiile geologico-miniere permit, se folosesc freze diamantate, duble mobile, care decupează blocurile de piatră pe două fețe simultan, eventual și pe trei.

Următoarea fază în procesul de prelucrare o reprezintă fasonarea blocurilor decupate manual sau mecanizat, cu gatere sau freze disc.

Prin fasonare se obțin din blocurile de piatră exploatare, elemente care se supun cioplirii.

Frezele disc diamantate se fabrică la un diametru de până la 3000 mm și prezintă avantajul față de gatere, de a obține o productivitate net superioară.

Rocile ornamentale cel mai des folosite, caracteristicile lor principale, precum și localizarea, se descriu în cele ce urmează.

Calcarele. Formula chimică: CaCO_3 – carbonat de calciu.

Este roca cea mai răspândită, datorită proprietăților fizice adecvate cioplirii, și datorită aspectului plăcut.

În general rocile care conțin peste 50% CaCO_3 , sunt considerate calcare. Sunt roci sedimentare, care pot conține și alte elemente, care dau un aspect plăcut.

Calcarele oolitice datorită unei duriți mai mici (în jur de 3, după scara lui Mohs), sunt des folosite ca ancadramente, plăci, solbancuri, capitele cioplite sau sculptate, etc.

Proprietăți fizico-mecanice:

- greutatea specifică între 1.4 și 2.8 g/cm³

- compactivitatea între 80 și 99%

- absorbția de apă până la 20%

- rezistența la compresiune între 500 și 150 daN/cm²

- rezistența de rupere la compresiune după gelivare: 150-800 daN/cm²

Calcarele (carbonatul de calciu) fac efer-vescență cu acizi, fapt prin care se identifică foarte ușor.

Calcarele oolitice apar pe Valea Nadășului la Baci, Rădaia, Viștea, Leghia. Dintre zăcămintele de calcar mai importante, putem aminti: Săndulești, Tureni, Podeni, (jud. Cluj), Poiana Aiudului, Poiana Gălzii, Rimetea, Ighiu, (jud. Alba), Borz-Arman, Bratca, Remeți, Vadu Crișului, Vașcău-Uilac (jud. Bihor), Codlea, Hoghiz, Zernești, Cernavodă, Babadag, Tasaul, Medgidia, Sitorman, Techirghiol (jud. Constanța), Vîrghiș (jud. Covasna), Baia de Fier, Suseni (jud. Gorj), Bănița, Măgura Feredeului, Ohaba Ponor (jud. Hunedoara), Costești (jud. Iași), Glod, Letca, Mirșid (jud. Sălaj), etc.

Marmorele sunt roci metamorfice, formate prin recristalinizarea carbonatului de calciu (zăcămintelor de calcar). Au duritatea mai mare decât calcarele (în jur de 3.5), se pretează la șlefuire și lustruire. Caracteristici: porozitate scăzută (până la 2 %), rezistența la compresiune între 600 și 1000 daN/cm², sunt roci rezistente la intemperii. Zăcămintele importante: Sohodol (jud. Alba), Alun (HD), Banpotoc (HD), Băița (BH), Borcut (MM), Buteasa (MM), Chișcău (BH), Cormaia (BN), Geoagiu (HD), Lunca (TM), Porumacu (SB), Rușchița (CS), Moneasa (AR), etc.

Travertinele sunt o varietate de calcar amorf, sau fin cristalizate, formate prin depunerea carbonatului de calciu din apele bicarbonatate. Au textura compactă, poroasă sau vacuolară. Prezintă culori albe-cenușii sau gălbui în funcție de impurități. Au durități și în general proprietăți fizico-mecanice cu ceva mai reduse decât calcarele oolitice. Zăcămintele importante: Banpotoc (HD), Borsec (HR), Cărpiniș (HD), Geoagiu (HD), Rapolt (HD).

Aragonitul denumit după localitatea Aragon din Spania, este o varietate de calcar, cristalizat în sistemul trigonal. Apare sub diferite culori: alb, alb-gălbui, verzi, cenușiu, violet, uneori cu irizații. Culorile se datorează impurităților conținute.

Proprietăți: densitate ~ 2.9 g/cm³, duritate 3.5-4, rezistență la compresiune 800-1000 daN/cm². Se prelucrează ușor, suprafețele șlefuite au aspect (luciu) satinat foarte plăcut, pentru care sunt folosite la confecționarea obiectelor decorative. Depozite importante sunt la Corund (HR), Lunca (TM), Șuncuiș (BH).

Alabastrul este o varietate de gips (CaSO₄), fără impurități. Are culoarea alb-lăptos cu luciu plăcut. Se folosește sub forme prelucrate la confecționarea obiectelor decorative interioare.

Duritate 1,5-2, densitate ~2 g/cm³, localizate în zona Aghireș (CJ), Gheia (CJ), Călan (HD), Jebuc (SJ), Gălășeni (SJ), etc.

Gresile sunt roci sedimentare provenite din cimentarea nisipurilor cu preponderență silicați, care imprimă rocii o duritate mare. După compoziția liantului deosebit gresii cu ciment calcitic, cu ciment silicios, argilos, etc. Culoarea gresii este dată în bună măsură de culoarea liantului. Culorile verzi sunt date de conținutul în clorite, glauconită sau illite. Culorile roșcate se datorează oxizilor și hidroxizilor de fier, iar culoarea neagră de cea a piritei (sulfura de fier - FeS₂).

Datorită compactității foarte variate a gresii și natura foarte diferită a liantului, proprietățile fizico-mecanice variază în limite foarte largi: 400-2500 daN/cm², compactitatea 88-98 %, porozitatea 5-20%, absorbția de apă la presiune și temperatură normală 1.3-12%, rezistența la uzură 0.1-0.5 g/cm³, rezistența la șoc mecanic 40-90 daN/cm³.

Zăcămintele de gresii se întâlnesc la Șard, Igiu (AB), Ileana, Ciurmăna (SJ), Casinul Mare (HR), Oșoiu (CJ), etc.

Tufurile vulcanice sunt roci care prin caracterul lor chimico-mineralogic sunt identice cu rocile eruptive, în timp ce sub raport structural și textural sunt identice cu rocile sedimentare, pentru că se formează prin depunerea subacvatică sau sub aeriană a cenușilor vulcanice. După natura materialului vulcanic deosebit tufuri dacitice, andezitice, riolitice, etc.

Proprietăți: greutatea specifică 1.8-2.5 g/cm³, compactitate 73-90 %, absorbția de apă 5-20 %, rezistență de rupere la compresiune 350-850 daN/cm². Sunt foarte slab atacate de acizi. În general datorită structurii vacuolare sunt puțin gelive (rezistență mică la intemperii).

Se întâlnesc la Tioc, Cornești, Apahida, Cuzdrioara, Ocna Dejului, Borșa, Dăbâca (CJ), Valea Morii (MM), Reteag (BN), etc.

Rocile vulcanice se deosebesc de cele de mai sus, prin durități mari care ajung până la 5-6 pe scara lui Mohs, prin rezistență la intemperii și prin rezistențe mecanice foarte mari, datorită mineralelor conținute, care provin din magma solidificată. Toate rocile magmatice conțin un anumit procentaj de cuarț (SiO₂), care imprimă rocilor o duritate ridicată, duritatea cuarțului fiind 7. Se prelucrează destul de greu, datorită durității mari, dar după lustruire primesc aspect foarte plăcut, și mențin luciul timp foarte îndelungat. Sunt folosite ca roci ornamentale în deosebi în lucrări exterioare, sub diferite forme cioplite manual sau mecanic: plăci, diferite elemente de construcții, pavaje, etc.

Rocile vulcanice cele mai des utilizate ca roci ornamentale fac parte din familia granitelor, datorită răspândirii mari și aspectului plăcut după prelucrare. Granitele sunt constituite din cuarț în procentaj ridicat, și amestec cu alte minerale ca biotit și feldspați, etc. **Granitele** microcristaline sunt mai ușor de prelucrat (lustruit), dar rezistă mai puțin la eforturi mecanice și la acțiunea agenților poluanți din atmosferă decât cele macrocristaline. Proprietăți: rezistența la rupere la compresiune 1200-2800 daN/cm², rezistența la încovoiere 200-450 daN/cm², rezistența la șoc mecanic 30-65 daN.cm/cm³, densitatea 2.3-2.7 g/cm³, rezistența la uzură 0.5-1.5 g/cm².

Andezitele sunt roci magmatice efuzive, care conțin hornblenda, biotit, cuarț, etc. și care apar des sub formă de scurgeri. Prezintă culori mai închise, de la gri deschis până la negru. Au o răspândire foarte mare, pentru care sunt folosite în toate domeniile construcțiilor.

Proprietăți: rezistența la compresiune 700-2500 daN/cm², rezistența la șoc mecanic până la 100daN.cm/cm³.

Au o răspândire foarte mare în toți munții vulcanici.

Bazaltele, roci vulcanice, foarte răspândite au culori închise de la cenușiu până la brun-negricios, din cauza componentilor de minerale melanocrate, uneori roșcate din cauza alterărilor. De regulă bazaltele sunt afectate de fisuri, datorate contracției prin răcire a lavei, care determină separațiile columnare tetragonale, pentagonale și hexagonale. Proprietățile bazaltelor corespund în general celor vulcanice.

Rocile nefisurate pot fi folosite ca pietre ornamentale, având suprafețe lustruite plăcute.

Se întâlnesc la Hoghiz, Comana, Racoșul de Sus (BV), Brănișca (HD), Topolovăț (TM).

Cartitele sunt roci metamorfice, cu caracteristici asemănătoare rocilor eruptive. Alături de cuarț mai pot conține și alte minerale, dar în cantități foarte mici. Culoarea depinde în mare măsură de conținutul liantului. Sunt foarte rezistente la uzură și încercări mecanice, datorită conținutului de peste 70% SiO₂. Datorită durtății foarte mari (aproape de 7 pe scara lui Mohs) se utilizează ca rocă ornamentală în mod limitat. Locuri de întâlnire: Archiș (A), Șasa (HD), Tarovăț (MH), Șoimi (BH).

Dacitele sunt roci vulcanice asemănătoare cu granitele, dar cu caracteristici fizico-mecanice mai slabe. Se pretează mai puțin la lustruire, din cauza prezenței rocilor micacee. Rezerve la : Băișoara, Bologa, Bitang, Hent, Iara, Morlaca, Oșoiu, Poeni, Stolna, Vlădesa (CJ), Zagra, Sângeorz Băi (BN), Mirșid, Moigrad (SJ), etc.

Sienitele sunt roci magmatice care conțin cantități mici de cuarț, totuși sunt foarte tenace la șocuri mecanice. Mineralul predominant este ortoza. Valorile caracteristicilor mecanice sunt puțin peste media celor amintite la roci vulcanice. Se prelucrează ușor, primind și o suprafață lustruită deosebit de plăcută, mai ales varietatea sodalit care are nuanță albastruie, datorită conținutului de sodiu (Na). Vestite sunt zăcămintele de la Ditrau (HR), și din Dobrogea de Nord.

Gnaisetele sunt roci metamorfice, dar datorită conținutului în minerale cristalizate și texturii, sunt asemănătoare cu rocile vulcanice, la fel și proprietățile fizico-mecanice. Unele varietăți se pretează foarte bine la cioplire și lustruire.

Locuri de răspândire: Port, Șimleu (SJ), Rășinari, Sadu (SB), Cîlnic (AB), etc.





Andrew Shepherd

Degradările pietrei și reparațiile

Piatra este un material de construcție durabil, folosit din timpuri preistorice, martori fiind monumente importante ca piramidele și Acropolisul.

Piatra se găsește într-o varietate incredibilă, creată de condițiile geologice aparte din diferitele perioade istorice ale Pământului. Frecvent, diverse straturi din aceeași carieră prezintă caracteristici fizice foarte diferite, ceea ce contribuie esențial la varietatea tipurilor de piatră.

Cauzele deteriorării pietrei:

În general piatra este considerată un material durabil, totuși sunt factori care contribuie la deteriorarea sa:

Poluarea aerului: este o problemă cunoscută încă din antichitate. Oxizii de sulf și de nitrogen, bioxidul de carbon în combinație cu apa de ploaie formează soluții acide, reacționând cu orice material calcaros, cum ar fi piatra de calcar, care se va degrada dacă este expusă necorespunzător. Dacă piatra este protejată, de exemplu de o cornișă, deteriorarea va apare sub forma unei cruste negre.

Cauze chimice:

1. Gaze și lichide naturale sau artificiale din atmosferă.
2. Săruri solubile din atmosferă și din piatră precum și sarea antiderapantă care este împrăștiată și împrășcă și pe pereți.
3. Deteriorarea stratului de sulfat de calciu format pe suprafața calcarului prin reacția poluanților cu acesta.

Cauze fizice:

1. Acțiunea gerului cauzat de cristalizarea repetată a sărurilor solubile– apa înghețată din porii pietrei își mărește volumul, inducând tensiuni în structura pietrei. Ciclurile repetate de îngheț-dezghet crapă piatra, sau o sfărâmă.

2. Săruri solubile:

2.1. Creșterea cristalurilor de sare în porii pietrei pot genera tensiuni mai mari decât rezistența intrinsecă, și pot duce la sfărâmarea acestuia. Aceasta este cauza principală a deteriorării celor mai multe monumente ale patrimoniului universal.

2.2 Sulfații și nitrații din aer reacționează cu apa, producând săruri care atacă piatra. Umiditatea capilară evaporată din sol este sursa problemelor de săruri solubile din piatră. Sărurile purtate de vânt în zone maritime și de deșert atacă clădirile de piatră.

2.3 Sarea antiderapantă și soluțiile de curățenie din vremurile moderne pot duce la acumularea accentuată a sărurilor, care apoi devin solubile și atacă piatra. În trecut praful de pușcă avea acțiune asemănătoare.

2.4 Deteriorările cauzate de sare au două mecanisme: cristalizarea sărurilor din soluții și hidratarea sărurilor.

2.5 Sărurile pot crea probleme atât interne cât și externe, având acțiune higroscopică.

3. O altă cauză a deteriorărilor este solicitarea termică, inclusiv incendiile.

Uzura: este cauzată de traficul pietonal și de fenomene naturale ca nisipul purtat de vânt.

Cauze biologice:

1. Amploarea și efectul atacurilor bacteriologice în deteriorarea pietrei sunt încă cercetate de specialiști. Principalii agenți distructivi sunt algele, ciupercile și lichenele. Creșterea lichenelor conduce la o reacție chimică ce distruge suprafața pietrei. Bacteriile autotrofe și heterotrofe deteriorează suprafața pietrei prin absorbția carbonului.

2. Biodegradări:

2.1 În timp piatra devine patinată, prin crearea unei cruste de protecție ce contribuie la aspectul istoric al pietrei, dar este necesar să se instaureze un echilibru sănătos între patina corespunzătoare și acțiunea nocivă a factorilor biologici naturali.

2.2 Rădăcinile de iederă și alte plante atacă suprafețele de piatră și în special rosturile. Ori cât de atractivă ar părea, vegetația fațadelor reprezintă un risc în menținerea calității pietrelor.

Probleme fizice ale pietrei:

Așezarea straturilor de piatră din carieră poate prezenta straturi „moi” într-un front de altfel de calitate satisfăcătoare. Există și alte fenomene naturale cum ar fi canale de aer și crăpăturile interioare în straturi, care nu pot fi ușor detectate. Este necesară experiența muncitorilor de la carierele de piatră, pentru alegerea pietrei corespunzătoare, rareori arhitectii și inginerii posedă cunoștințe și abilități în acest domeniu.

a) Probleme ce apar la exploatarea pietrei

Sub acest capitol întâlnim o mare varietate de probleme, dintre care:

1. **Stratificarea:** Pietrele trebuie tăiate, cioplite și așezate în straturi identice ca și cele din carieră, nu se debitează vertical nici pentru balustrade, oricât de economic ar fi. Pietrele se vor eroda prin acțiunea agenților meteorologici de-a lungul straturilor naturale din carieră.
2. **Îmbătrânirea:** Aceasta nu mai este considerată o problemă așa de importantă cum era cu șaizeci de ani în urmă. După ce piatra a fost debitată, se lăsa să dezvolte un strat protector.
3. **Selectarea de pietre nepotrivite:** În unele cazuri se selectează pietre nepotrivite, ca de exemplu pietre prea moi pentru coamă sau lespede.
4. **Metode nepotrivite de exploatare în carieră:** Astăzi, cu dezvoltarea utilajelor mari, acestea au devenit mai rare decât în trecut. Dinamitarea a condus la fisurarea pietrei pe termen lung. Practicile se schimbă și ele: în trecut se considera că tăierea pietrei cu mașini duce la distrugerea acesteia; astăzi, formele simple sunt tăiate de aceste echipamente.

Probleme ce apar la prelucrare: Chiar dacă a fost selectată și obținută o piatră corespunzătoare funcției, erorile de prelucrare duc deseori la deteriorări premature. Cele mai obișnuite probleme de acest gen sunt:

01) **Selectarea incorectă:** Piatra nu poate fi aleasă numai pe baza culorii sau a granulelor. De exemplu piatra folosită pentru coamă trebuie să fie mai impermeabilă decât piatra pentru zidărie.

02) **Cleme înglobate:** Acestea nu mai reprezintă o problemă atât de mare ca în trecut, când clemele de fier și mai târziu de oțel s-au extins din cauza coroziunii metalului, produsă de umezeala penetrată prin defecțiunile zidăriei sau prin rosturi. Aceste probleme sunt astăzi ușor de rezolvat prin folosirea oțelului inoxidabil și a bronzului, care nu reacționează cu apa.

03) **Incompatibilitatea materialelor:** Apa care curge de pe piatra de calcar pe piatra de gresie duce la deteriorarea liantului dintre granulele de nisip din acesta, datorită penetrării acizilor proveniți din spălarea calcarului. În mod similar, apa care curge de pe acoperișul învelit cu tablă de cupru poate colora și păta elementele de piatră. În consecință se vor evita situațiile prezentate, utilizând materiale compatibile.

RESTAURAREA PIETREI

În general, principiile de restaurare a lucrărilor de piatră sunt următoarele:

- 01) Probabil nu sunt necesare reparații în cazul în care zidăria de piatră face față exigențelor de rezistență, stabilitate și de închidere (protejează împotriva intemperiilor).
- 02) Se identifică valoarea istorică a pietrei, și se documentează. Este foarte important să se păstreze cât mai mult din materialul original.
- 03) Detaliile elementelor cioplite sau sculptate trebuie să fie copii ale celor originale, prin relevarea unei secțiuni intacte al pietrei de înlocuit. Pietrele noi trebuie să fie identice cu cele originale ca mărime, formă, culoare, textură, caracteristici de durabilitate și prelucrare a suprafeței. Rosturile trebuie formate corect.

- 04) În mod ideal, piatra ar trebui să provină din aceeași carieră ca și originalul, sau, dacă acest lucru nu este posibil, trebuie găsită o piatră potrivită și compatibilă geologic.
- 05) Aspectul zidului în general trebuie să fie asemănătoare cu cea originală. Inserția unui număr mare de pietre mai mici nu este o practică bună, pentru că astfel liniile rosturilor originale vor deveni mai puțin distincte.
- 06) Elementele de piatră noi trebuie așezate în mod normal în planul original al peretelui.
- 07) Pietrele noi (dacă sunt roci sedimentate) trebuie zidite corect, cu straturile naturale în plan orizontal, cu excepția cornișelor, coameilor, profilurilor, unde straturile se situează la creastă, și a bolțarilor, unde straturile trebuie să fie cât mai paralele cu raza arcului.

În ceea ce privește restaurarea lucrărilor de piatră, vom considera separat **zidurile și elementele de piatră**.

Ziduri:

Funcția zidului este de a susține acoperișul și de a proteja interiorul de intemperii. Cauzele nesatisfacerii funcțiilor enumerate pot fi:

- Elementele de piatră se pot fractura din cauza tensiunilor interne
- Fețele zidului se pot descompune deoarece întreteserea lor nu s-a făcut corect
- Umplutura poate fi îndepărtată de apă în special la partea superioară a zidului

Aceste probleme pot fi combătute prin metode tradiționale de consolidare, întretesere (ceea ce poate însemna demolarea și reconstruirea zidului), injectarea produselor pe bază de var, sau inserția clemelor din oțel inoxidabil.

Fundațiile defectuoase au fost adeseori subzidite alocuri, dar, ca și rezultat, există posibilitatea apariției de tasări reactive, care pot duce la distrugerii însemnate. Din punct de vedere structural clădirea trebuie privită în întregime ei.

Elementele de piatră pot fi deteriorate din mai multe motive. Metodele de restaurare sunt:

- Înlocuirea elementului în întregime
- Înlocuire parțială (plombare)
- Reparații cu mortar din var pastă și praf de piatră

În alegerea metodei de intervenție este nevoie de experiență și cunoștințe. Bugetul

alocat și mărimea deteriorărilor sunt factorii care influențează decizia.

TRATAREA PIETREI

Stropirea cu apa de var: este o tehnică prin care se tratează piatra de calcar prin aplicarea a treizeci-cincizeci de straturi de apă bogate în var peste elementele deteriorate. Teoretic apa de var consolidează piatra prin porii acestuia. Totuși, mulți experți atrag atenția asupra pericolului introducerii unor cantități mari de apă în piatră, ceea ce poate avea dezavantaje pe termen lung.

Consolidanți și conservanți de suprafață: experimentele îndelungate cu silane și alte materiale nu au dat rezultate concludente. Dacă avem dubii asupra rezultatelor pe termen lung ale intervenției, mai bine renunțăm la folosirea acestora.

Curățarea pietrei

Necesitatea curățirii lucrărilor de piatră ale monumentelor istorice este încă discutată, deoarece au existat experiențe nefaste. Scopul curățirii ar trebui să fie îndepărtarea algelor și a altor poluanți, nu doar de a-i da un „nou” aspect fațadei. Efectuarea de probe este obligatorie.

Aspectul cel mai important ce trebuie considerat în orice program de curățire este geologia pietrei.

Metode de curățare:

În ultimii ani au fost dezvoltate câteva metode specifice, cu succes variabil. Acestea se bazează pe:

- Spălare cu apă de joasă presiune
- Spălare cu apă la presiune înaltă (2000psi)
- Acizi,
- Alcaline,
- Aburi,
- Abrazive

Mostrele de curățire ne ajută în determinarea metodei alese. Unele materiale sunt mai tari, și pot rezista la curățire mai agresivă. Ca o regulă generală, metoda aleasă trebuie să fie una blândă, neagresivă, pentru a ajunge la rezultatul dorit.

Un mare neajuns al acestor metode este apa acumulată pe suprafața clădirii, cauzând migrarea sărurilor, ducând la penetrarea acestora și a noroiului în piatră. Apa care penetrează zidăria poate ajunge în contact cu elemente de lemn, metal și instalații electrice, cauzând noi probleme. Dacă programul de curățire a fost executat pe vreme nepotrivită, pot apărea degradări cauzate de înghețarea apei.



David Baxter

Atelierul pentru pietrari

La clădirile castelului Bánffy din Bonțida, piatra naturală ca material de construcție, a fost utilizată în patru domenii principale :

- zidării
- placaje
- ancadrame
- sculpturi/statui

Până la sfârșitul anilor 1940 castelul constituia proprietatea familiei nobiliare străvechi Bánffy. Clădirile erau bogat ornamentate cu elemente decorative de piatră și statui, castelul fiind renumit pentru calitatea excepțională ale acestora. De atunci, dar mai ales în a doua jumătate a secolului 20, majoritatea sculpturilor au fost distruse, furate sau îndepărtate. Este extrem de importantă păstrarea materialului sculptat care a supraviețuit devastărilor.

Prin urmare, atelierele pentru pietrari s-au axat pe:

- utilizarea tehnicilor de restaurare a pietrei
- remontarea elementelor de piatră originale găsite în curtea castelului
- sculptarea de noi elemente de piatră, pentru completarea ancadramentelor.

Principiul care a stat la baza lucrărilor a fost menținerea maximă a materialului original, și compatibilitatea materialului nou în cazul înlocuirilor sau a restaurărilor.

Piatra ancadramentelor ornamentale de ferestre, uși sau porți a fost un calcar provenit din cariere din apropierea Clujului, dar care nu mai funcționează. Piatra folosită la restaurarea castelului este un calcar provenit din același strat geologic ca și originalul, care este astfel compatibil ca textură, porozitate, culoare și calități de îmbătrânire cu piatra originală.

Lucrări de atelier.

Sculptarea elementelor noi. Meșteri din Marea Britanie și România au predat cursanților aspectele multiple ale cioplirii pietrei. Prelucrarea pietrei este un proces îndelungat, motiv pentru care nu este întotdeauna posibil să se finalizeze o lucrare în structura modulară a cursului. Prin urmare, cursul încearcă să îmbine exercițiile cu lucrări propriu-zise de restaurare, pentru a oferi cursanților o experiență profesională cât mai completă.

Piatra este adusă la castel sub formă de blocuri. În faza inițială se identifică uneltele necesare, folosite la cioplirea pietrei. Blocurile de piatră sunt cioplite apoi cu mâna, folosind o gamă largă de unelte: urcior, daltă lată sau îngustă, daltă de cioplire. Această fază este foarte lungă, însă și foarte importantă pentru asigurarea potrivirii elementelor între ele sau cu cele existente și constituie baza modelării și a lucrărilor fine de sculptură. După cioplire, cursanților li se explică tehnicile necesare obținerii figurilor geometrice și artistice, a profilelor și gravurilor. În paralel, meșterii și cursanții mai îndemânatici lucrează la elemente noi care urmează să fie introduse, acolo unde originalele lipsesc sau nu mai pot fi restaurate.

Lucrări la clădirea porții

În anii 1960-70 clădirea porții a fost modificată. Ancadramentul de piatră al porții exterioare a fost reconstruit aproape în întregime, înlocuindu-se elemente originale de piatră cu blocuri de beton armat. Arcul de piatră al porții interioare s-a prăbușit parțial în anii 90, însă elementele de piatră originale au putut fi încă găsite în curtea castelului. În 2002, cursanții pietrari au început restaurarea ancadramentelor de piatră ale porții interioare și exterioare. S-au sculptat elemente noi de piatră după modelul original, s-au îndepărtat blocurile de beton armat, fiind înlocuite cu cele noi, adecvate. S-au executat reparații in situ a pietrelor existente, și

remontarea elementelor îndepărtate din arcul porții interioare. Elementele noi de piatră au fost fixate folosind cepuri de oțel galvanizat înglobat în var pastă pur, fără aditive. Poziția cepurilor a fost atent determinată, pentru a corespunde exigențelor de rezistență și pentru a evita riscul penetrațiilor de apă, care pe termen lung ar putea declanșa reacții chimice care duc la distrugerea pietrei. De aceea, cepurile au fost situate în centrul elementelor, pentru a minimaliza penetrarea apei din rosturi. Lățimea maximă a rosturilor a fost de 3mm, iar rostuirea s-a făcut cu var pastă pur.

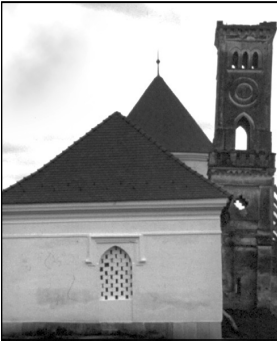
Procesul de restaurare. Peste tot unde a fost posibil, lucrările de restaurare au fost efectuate in situ. Tehnologia a cuprins următoarele faze: îndepărtarea cu grijă a porțiunilor distruse, introducerea unei armături din sârmă de cupru în piatră, cu var pastă pur, reconstrucția profilului original cu ajutorul tehnicilor de modelare și a unui amestec special de var pastă și praf de piatră. Mortarul utilizat avea următoarea compoziție: o parte var pastă și o parte praf de piatră, la care s-a adăugat până la 5% nisip fin, pentru a obține o textură cât mai apropiată de textura pietrelor existente. Praful de piatră s-a obținut din două tipuri de pietre găsite în castel, combinate 1/1, pentru a obține o culoare care să se potrivească cu cea a pietrelor originale, asigurând compatibilitatea între elementele vechi și noi. Nu s-au folosit de loc rășini și nici ciment, deoarece nu sunt cunoscute îndeajuns calitățile de îmbătrânire pe termen lung ale rășinilor, iar cimentul este prea tare și nu este destul de poros, ducând la degradarea locală a pietrelor originale. Pentru ca mortarul de restaurare să reziste la temperaturile de vară de până la 38°C, s-a creat o microclimă în jurul pietrelor, cu scopul prevenirii uscării premature a amestecului proaspăt aplicat. Astfel s-a asigurat

udarea prealabilă a pietrei de bază, iar fiecare strat (3mm) a fost acoperit cu pânză de sac (hessian) și stropit cu grijă cu apă. Acest control al prizei a asigurat succesul lucrărilor, atestat de faptul că reparațiile au rezistat la temperaturile extreme – între -20°C și 38°C – din ultimii doi ani.

Lucrări de restaurare în curs. Tehnologia a fost perfecționată în 2003 și 2004, cu ocazia lucrărilor de restaurare a porții fostului grajd. Atunci s-a experimentat faptul că adăugarea unui nisip cu granulele mai mari crește rezistența mortarului de restaurare, iar culoarea și performanța stratului superior poate fi îmbunătățită prin adăugarea a 1/2 părți de nisip fin cernut cu un conținut mic de praf de piatră albă, menținând amestecul de bază cu o parte var pastă și o parte praf de piatră. Aplicând acest sistem a fost posibilă păstrarea unor părți de piatră originală care altfel ar fi trebuit înlocuite.

Poarta grajdului a fost una dintre cele mai valoroase și pretențios executate lucrări de piatră ornamentală barocă din Transilvania, dar a fost distrusă în 2000. Restaurarea acesteia a început în 2003 și este în curs de desfășurare. Tehnologia aplicată se compune din reparații și înlocuiri, folosindu-se sistemul descris mai sus. Astfel a fost posibilă remontarea stâlpilor sculptați originali ai ancadramentului, care au fost răsturnați și spărți. Aceștia au fost puși la loc în 2003, și completați cu profile sculptate noi în 2004.

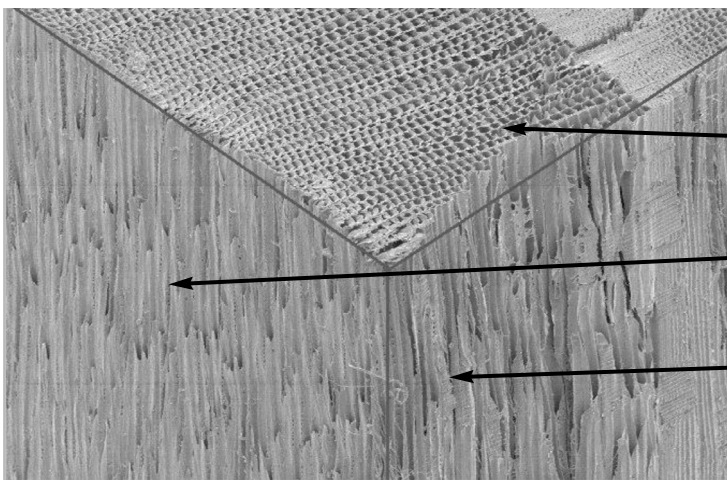
Principiile de restaurare adoptate, accentuează necesitatea păstrării materialului original, și oferă o formulă de bază pentru restaurarea pietrei, care poate fi adaptată la diferite situații fără să se renunțe la compatibilitatea cu materialul original. Cursul de la Bonțida este singurul din România care promovează această tehnică.



Szabó Anna

Structura materialului lemnos
Fizica și chimia lemnului
Grade de durabilitate și umiditate
Degradări biologice și tratamente

Structura macro- și microscopică a materialului lemnos

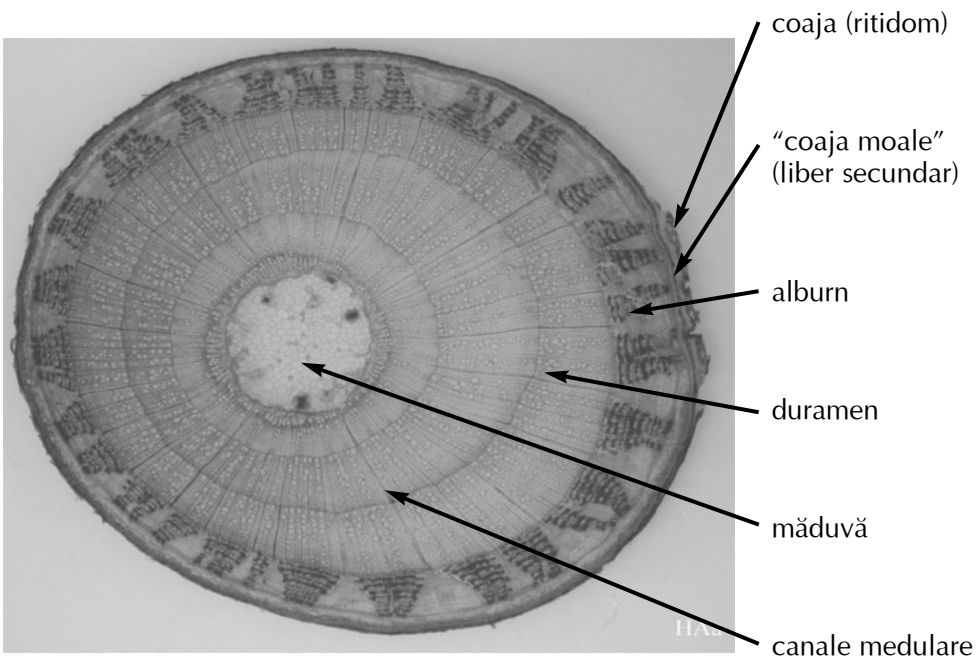


3 tipuri de secțiune:

transversală

tangențială

longitudinală / radială



coaja (ritidom)

“coaja moale”
(liber secundar)

alburn

duramen

măduvă

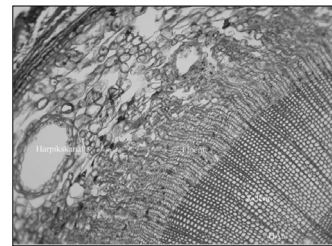
canale medulare

Secțiune transversală prin ramură de *Tilia* sp.

1. Coaja

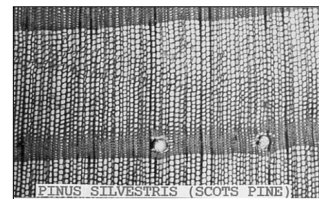
Părți	Rol	Proprietăți chimice
Coaja dură	protecție	suberină lignină ↑ holoceluloză ↓ subst. accesorii ↓ (proteine 2%, amidon, hidrați de carbon solubili)
Liber secundar • liber • cambiu	transport creștere	holoceluloză ↑ lignină ↓ subst. accesorii ↑ (proteine 8%, amidon, hidrați de carbon solubili)

2. Alburnul



Părți	Rol	Proprietăți chimice
Inel anual viu • vase lemnoase (lemn primar) • vase liberiene (liber primar) • raze medulare	transport (H ₂ O+săruri minerale) transport (amidon, glucoză) transport radial	apă ↑ amidon ↑ proteine (1,5-1%) ↑ subst. tanante ↓↓ lignină ↓↓

3. Duramenul



Părți	Rol	Proprietăți chimice
vase libero- lemnoase (lignificate) • lemn de primăvară • lemn de vară	susținere	lignină (18-28%) tanin subst. colorante subst. minerale proteine <0,5%
canale medulare	transport radial	

Grade de umiditate

- apă: liber (în interiorul celulelor) sau legat în subst. chimice (în peretele celular)
- umiditatea materialului lemnos: % brut, % net raportat la greutate (cu umiditate variabilă; absolut uscat)
- umiditatea lemnului viu (% brut):
foioase: 42,9-47,8 %
rășinoase: 50,2 %
- după uscare – eliminarea apei din interiorul celulelor: 28-32 %

Durabilitatea materialului lemnos

= durata păstrării proprietăților mecanice morfologia și structura chimică a țesuturilor

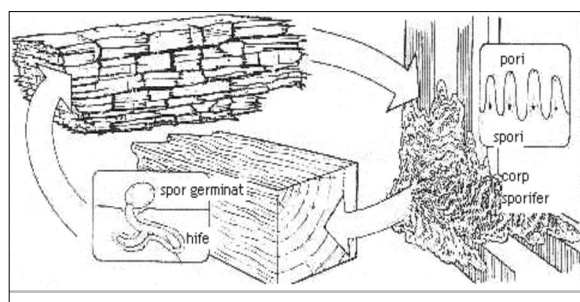
Durabilitate / Specii	Durabilitate în ani			
	În aer liber		În construcții	Sub apă
Foarte d.: salcâm, stejar, gorun, castan, larice	10-20	60-80	500-1000	500
Durabile: pin roșu, pin negru, ulm	7-18	50-80	500-1000	500
Mai puțin d.: brad, molid, frasin	4-5	10-40	120-700	70
Nedurabile: fag, carpen, paltin	2-5	5-35	60-70	50

În/fără contact
cu solul

Agenți de biodegradare

1. Bacterii – produc enzime care descompun pectina din celulele parenchimatică, înlesnind pătrunderea altor microorganisme.
2. Alge verzi - contribuie la menținerea umidității favorizând instalarea ciupercilor și lichenilor
3. Fungi (ciuperci)
4. Licheni, mușchi - contribuie la menținerea umidității permanente ridicate, care favorizează dezvoltarea ciupercilor
5. Insecte
6. Păsări - acțiune directă, mecanică și indirectă, prin excremente

Fungi (ciuperci) – structură, atac



structura generală:
corp sporifer (cu himenofor)
spori
hife → micelii → rizomorfe

Tipuri de atac fungic

a. Putregaiul brun / putregaiul distructiv

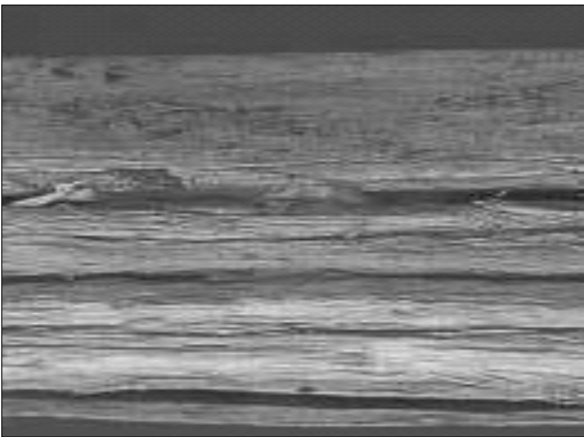


- descompunerea celulozei și – parțial – a hemicelulozei
- culoarea: roșcat → ruginiu → brun
- material sfărâmicios → bucăți prismatice

rezultat: micșorarea volumului, lemnul își pierde rezistența mecanică

specii: *Serpula lacrymans*, *Coniophora puteana*, *Fibroporia vaillantii*, *Gloeophyllum sepiarium*

b. Putregaiul alb / putregaiul de coeziune



- descompunerea celulozei, hemicelulozei și ligninei
- culoare: mai deschisă → albicios
- în unele cazuri: materialul lemnos se desface în lungul fibrelor → putregai alb, fibros

rezultat: lemnul își pierde o parte din rezistența mecanică

specii: *Coriolus versicolor*, *Poria medula-panis*

- c. Putregaiul alveolar
 - enzimele ciupercii distrug anumite zone producând adâncituri (găuri)
- d. Putregaiul pestriț
 - alternanță de zone deschise și închise la culoare.
- e. Putregaiul mucilaginos
 - la lemnul menținut timp îndelungat în condiții de umiditate mare (submers sau în soluri mocirloase)
 - suprafață: culoare cenușie spre brun-negricioasă, este moale, la uscare se exfoliază și devine sfărâmicios? produs de ciuperci microscopice asociate cu bacterii

Cele mai frecvente specii de ciuperci

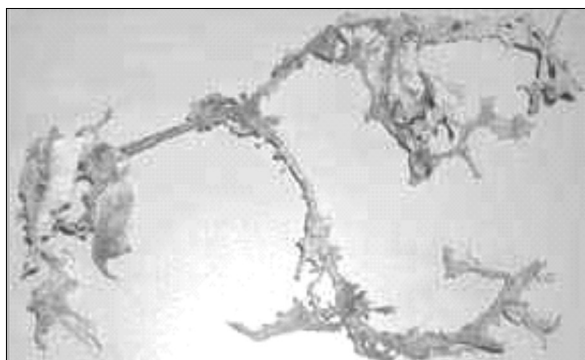
întâlnite pe lemnul de construcții

- *Serpula lacrymans* sin. *Merulius lacrymans* "ciuperca de casă"
- *Conyophora puteana* - "ciuperca de pivniță"
- *Fibroporia vaillantii* sin. *Poria vaillantii* - "ciuperca de mină"
- *Gloeophyllum sepiarium*
- *Fomitopsis rosea* sin. *Fomes roseus*, *Phellinus contiguus*, *Dacrymyces stillatus*

Serpula lacrymans sin. *Merulius lacrymans* "ciuperca de casă"



- cel mai distrugător agent de biodegradare
- corpurile sporifere apar primăvara (aprilie - iunie)
 - pentru germinare: pH↓, O₂↓, umiditatea lemnului 30-40%



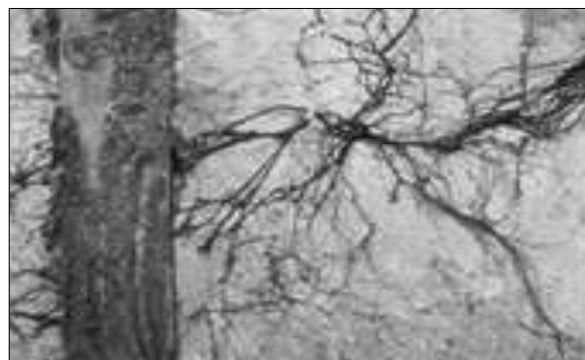
- miceliu: alb, abundent în jurul lemnului, zidăriei, tencuiei, formă de evantai
- rizomorfe groase (8-30 mm), rezistente la tracțiune

- putregai brun, prismatic, uscat



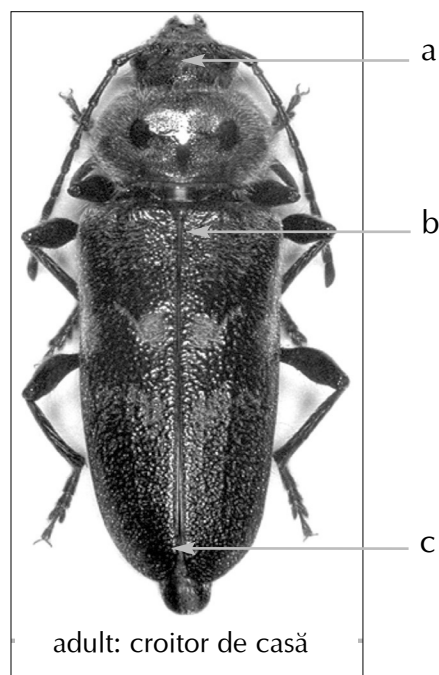
- preferă lemnul de rășinoase, dar se dezvoltă și pe lemn de foioase
- mare capacitate de extindere, (12 cm/săptămână)
- pardoseli, pereți de lemn tencuiți, lambriuri, tocurile ușilor, soclurile sobelor, mai puțin în șarpante
- tratament: înlăturarea și arderea lemnului atacat, dezinfectarea zidului, etc., soluții fungicide curative

Coryophora puteana "ciuperca de pivniță"



- corp sporifer: suprafață ne-regulată, brună, brună-verzuie, cu margine subțire crem, alb
- rizomorfe: subțiri, crem (când sunt tinere), brun închise → negre la maturitate
- lemn cu umiditate mare (50 - 60%) pe timp îndelungat
- produce putregai brun prismatic
- pivnițe, pardoseli, pereții și planșeele caselor de lemn, șarpante
- rășinoase, foioase

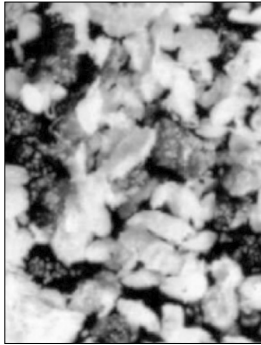
Insecte xilofage – structură



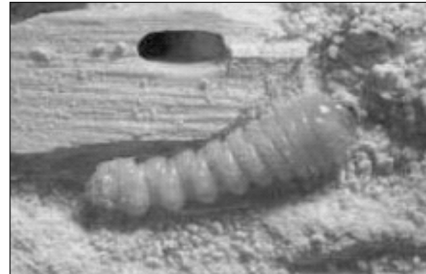
- capul - poartă o pereche de ochi, antene, gură, aparat bucal
- toracele - din trei segmente, fiecare cu câte o pereche de picioare, segmentele mijlociu și posterior poartă câte o pereche de aripi
- abdomenul - format din mai multe segmente

- folosesc lemnul ca bază trofică și ca loc de desfășurare a ciclului de viață
- majoritatea: coleoptere

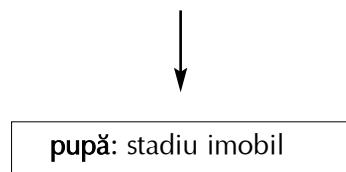
Ciclul de viață a coleopterelor



ou: depus în lemn



larvă: trăiește, se hrănește în lemn → galerii
durata stadiului: săptămâni - ani



pupă: stadiu imobil



adult: părăsește lemnul → orificii de zbor
stadiu scurt

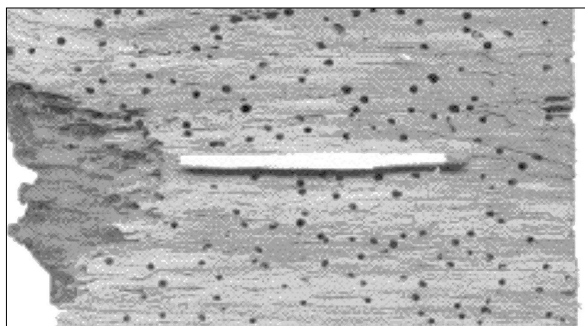
Insecte xilofage: atac

- ținte:
 - arborii în picioare
 - arbori doborâți
 - lemn prelucrat, depozitat
 - lemn din construcții, mobilier
- acțiune:
 - găuri de zbor (adulți) de la suprafața materialului infestat
 - galerii larvare din masa lemnului
 - transformarea materiei lemnoase într-o masă pulverulentă
 - unele specii favorizează instalarea altor agenți de biodegradare

Insecte xilofage: factori limitativi, specii frecvente

- factorii limitativi: condiționează instalarea, răspândirea, intensitatea atacului și durata dezvoltării
 - temperatura
 - umiditatea aerului și lemnului
 - valoarea nutritivă a lemnului
 - prezența ciupercilor xilofage
- *Anobium punctatum* "cariul comun al mobilei"
- *Xestobium rufovillosum* "ceasul morții"
- *Hylotrupes bajulus* "croitorul de casă"
- *Ptilinus pectinicornis* "cariul construcțiilor", *Lyctus linearis* "gândac prăfuitor"

Anobium punctatum cariul comun al mobilei



- orificii de zbor: circulare, 1-2 mm
- rumeguș: granulos, din particule elipsoidale
- larvele consumă lemnul de primăvară
- atacă rășinoase (pin, molid, brad) și foioase (fag, stejar, ulm, nuc, etc.), esențe tari și moi
- umiditate mai mare, lemn degradat de fungi
- larve rezistente

adult



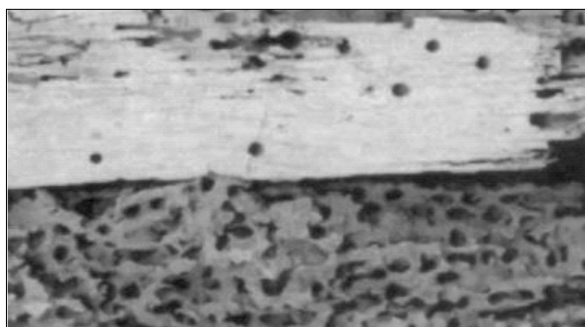
larvă



rumeguș



Xestobium rufovillosum ceasul morții



- orificii de zbor: circulare, 3-4 mm
- rumeguș: granulos, din particule discoidale
- atacă mai ales esențele tari, în putrezire, (stejar, ulm), rar esențe moi și rășinoasele
- umiditate mare, atac de ciuperci
- nu este obligatorie ieșirea adulților din lemn

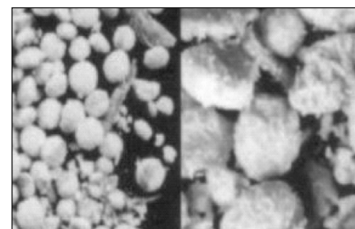
adult

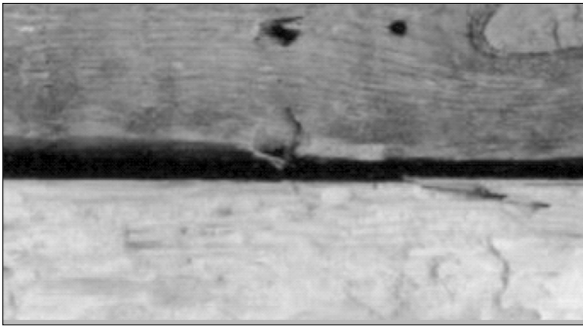


larvă



rumeguș

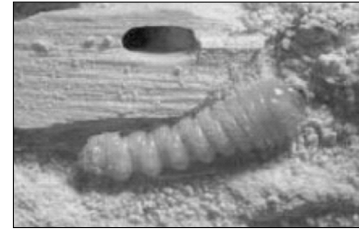


***Hylotrupes bajulus* croitorul de casă**

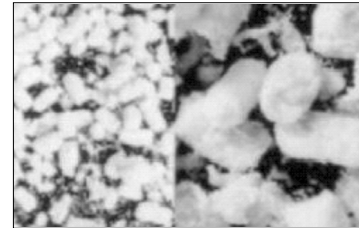
- orificii de zbor: ovale, 2-10 mm/4-6 mm
- rumeguș: tare și aspru, particule alungite
- numai în alburnul lemnului uscat de rășinoase, mai rar și în duramen – lemn de primăvară
- umiditate mare, atac de ciuperci
- foarte frecvent în șarpante



adult



larvă



rumeguș

Tratarea lemnului

împiedicarea organismelor xilofage în desfășurarea ciclului de viață în lemnul din construcții

- prevenirea atacului
- combatere: tratament curativ

1. Prevenirea atacului

- alegerea lemnului
- condiții de mediu nefavorabile pentru atac
- metode chimice

Prevenire – alegerea și prelucrarea lemnului

- "lemn bun": crescut lent → inele dese tăiat în afara perioadei de vegetație
- prelucrare: eliminarea cojii și alburnului – cu conținut ridicat de apă intracelulară și substanțe nutritive
- înmagazinare: în condiții de aerisire bună și umiditate mică
- în construcții: întreținere permanentă

Prevenire – metode chimice

- scop: mărirea capacității de rezistență la degradări biologice a materialului lemnos prin introducerea unor soluții chimice
- împiedicarea pătrunderii organismelor xilofage

- soluții pe bază de:
 - F, As, B (e. neferoase)
 - Hg, Zn, Cu (e. feroase)
- tratament prin impregnare prin pensulare

2. Combatere – tratamente curative

- combatere fizică
- c. chimică
- c. biologică

Metode de combatere fizică

- termică, cu microunde, congelare
- combatere termică: contra insectelor xilofage (croitorul de casă, cariul comun)
 - 120°C (80-100°C), 1-2 ore → 55°C în int. secțiunii
 - 70°C-80°C, 36-72 ore → 55°C în int. secțiunii

Metode de combatere chimică

- gaze
 - inerte (CO₂, N₂, Ar)
 - gaze reactive (C₂H₄O, CH₂Br, HCN, PH₃, SF₂)
- soluții cu reactivi solubili în apă; sol. pe bază de glicol, cu B
- rășini polimerice
- în majoritatea cazurilor cu atac fungic este nevoie de eliminarea elementelor atacate
- *Serpula lacrymans* – ciuperca de casă: metode drastice de eliminare și tratament curativ



dr. Livia Bucșa

Agenți de biodegradare la materialele lemnoase din construcții

Diversitatea de esențe lemnoase utilizate în construcțiile din țara noastră, față de țări ca Marea Britanie, unde se găsesc cu precădere trei esențe (stejar, ulm și pin roșu), are drept consecință o gamă largă de agenți de biodegradare. Ei pot fi cuprinși în următoarele grupe sistematice: Bacterii, Alge, Fungi (ciuperci), Mușchi, Plante superioare, Insecte și Păsări.

1. Bacterii

Implicarea bacteriilor în descompunerea lemnului nu este complet elucidată, dar rolul lor este recunoscut în procesul de putrezire ale elementelor scufundate în apă.

Prin cercetări enzimologice s-a dovedit că unele bacterii dispun de enzime care descompun pectina din celulele parenchimatoase, înlesnind pătrunderea altor microorganisme.

În condiții de umiditate favorabile, acțiunea bacteriilor însoțește activitatea ciupercilor. S-au putut evidenția bacterii care prin produși specifici stimulează dezvoltarea ciupercilor dar și specii cu acțiune antagonistă.

2. Alge verzi

Algele verzi apar pe toate elementele de construcție (piatră, zidărie, țigle, lemn, etc.), unde se menține o umiditate ridicată. Nu a fost dovedită acțiunea lor directă asupra lemnului dar contribuie la menținerea umidității favorizând instalarea ciupercilor și lichenilor.

3. Fungi

Fungii (ciupercile) constituie cei mai periculoși agenți de biodegradare a lemnului de construcții, atât prin efectul lor puternic de distrugere (putrezire) cât și prin extinderea rapidă și frecvență ridicată a atacurilor.

Ciupercile se pot dezvolta pe lemnul de construcții dacă umiditatea acestuia se menține peste 22%, pentru o perioadă îndelungată de timp. Sporii produși de corpurile sporifere caracteristice fiecărei specii sunt răspândiți în

atmosferă. Ajunși pe o suprafață de lemn umedă, ei germinează și produc niște filamente foarte fine, numite *hife*. Acestea pătrund în celulele lemnului unde distrug, cu ajutorul unor enzime specifice, componentele peretilor celulari. Hifele au culori variate (albe, negre, gri, brune etc.) și formează o împletitură pârloasă numită *miceliu*, vizibilă cu ochiul liber. La multe specii se observă și cordoane de propagare rezistente numite *rizomorfe*. În condiții de mediu optime (umiditate, temperatură, nivel de O₂ etc.), ciuperca produce *corpuri sporifere* anuale sau multianuale, care prezintă o zonă fertilă numită *himenofor*, de unde sunt eliminați în atmosferă milioane de spori.

În funcție de garnitura enzimatică și particularitățile de nutriție ale ciupercii, lemnul atacat poate suferi mai multe tipuri de degradări denumite generic putregaiuri.

Putregaiul brun sau putregaiul distructiv.

Ciupercile care produc acest tip de putregai descompun în principal celuloza și o parte din hemiceluloze. Lemnul își schimbă treptat culoarea din roșcat spre ruginiu apoi brun, devine sfărâmicios și ca urmare a contracției, se desface în bucăți prismatice. Odată cu aceste transformări și micșorarea volumului, lemnul își pierde rezistența mecanică.

Putregaiul brun produs de "ciuperca de casă" *Serpula lacrymans* este denumit putregai uscat - dry rot (lb. engleză) spre deosebire de același tip de putregai produs de specii cum sunt: *Coniophora puteana*, *Fibroporia vaillantii*, *Gloeophyllum sepiarium* etc., denumite putregai umed - wet rot (lb. engleză).

Putregaiul alb sau putregaiul de coroziune.

În acest caz, ciupercile descompun simultan celuloza, hemiceluloza și lignina. Lemnul se deschide la culoare, iar în faza finală devine albicios. În unele cazuri se desface în lungul fibrelor și este denumit putregai alb, fibros. Dintre ciupercile care produc acest tip de putregai menționăm speciile din genurile : *Phellinus*, *Coriolus* și *Poria*.

Putregaiul alveolar

Apare în cazurile în care enzimele ciupercii distrug anumite zone producând goluri (găuri).

Putregaiul pestriț

Se caracterizează printr-o alternanță de zone deschise și închise la culoare.

Putregaiul mucilaginos sau soft rot (lb. engleză)

Apare la lemnul menținut timp îndelungat în condiții de umiditate mare (submers sau în soluri mocirloase). Lemnul are la suprafață o culoare cenușie spre brun - negricioasă, este moale cât timp este umed iar la uscare se exfoliază și devine sfărâmicios. Acest tip de putregai este produs de ciuperci microscopice asociate cu bacterii.

Prezentăm pe scurt cele mai frecvente specii de ciuperci din clasa *Basidiomycetae* întâlnite pe lemnul de construcții din țara noastră.

a. *Serpula lacrymans* syn. *Merulius lacrymans* “buretele de casă” este indiscutabil cel mai distrugător agent de biodegradare pentru lemnul din construcții.

Corpurile sporifere ale ciupercii sunt întinse pe substrat, având o margine albă pufoasă, sterilă, adesea cu picături de apă (de unde derivă și denumirea de *lacrymans*). Partea centrală, fertilă, denumită himenofor, la început de culoare portocalie devine brun- ruginie la maturitatea sporilor. Himenoforul este neregulat având cute caracteristice în forma de X. Corpurile sporifere sunt anuale, apar primăvara (aprilie - iunie) după care se usucă și devin pietoase.

Miceliul se dezvoltă abundant în jurul materialelor atacate (lemn, zidărie, tencuială) având culoare albă și formă de evantai. Ciuperca se extinde și prin rizomorfe groase de culoare albă, apoi brun-cenușie, între 8 și 30 mm diametru și protejate de un înveliș chitinos.

Lemnul este degradat sub formă de putregai brun, prismatic, uscat.

Ciuperca preferă lemnul de rășinoase dar se dezvoltă și pe cel de foioase. Are o mare capacitate de extindere, putând ajunge în condiții optime de temperatură și umiditate la creșteri de 12cm pe săptămână, 4,5-5cm în diametru pe an.

Pentru germinare, ciuperca are nevoie de un mediu acid, sărac în oxigen și de umiditate a lemnului între 30 și 40% dar ulterior se poate extinde și la lemnul cu umiditate mai scăzută dar nu sub 10 %.

În construcții, zonele cele mai periclitate de atacul “ciupercii de casă” sunt: pardoselile, planșeele, pereții de lemn tencuiți, lambriurile, tocurile ușilor, soclurile sobelor etc.

b. *Coniophora puteana* - “ciuperca de pivniță”. Corpul sporifer este întins pe substrat având suprafață neregulată de culoare brun, oliv, brun-verzui, cu o margine subțire crem spre alb. Se dezvoltă pe suprafața lemnului sau a zonelor de zidărie adiacente, de pe care se poate detașa cu ușurință. Rizomorfele ciupercii sunt subțiri și de culoare crem când sunt tinere și brun închise spre negru la maturitate.

Ciuperca preferă lemnul cu umiditate ridicată (50 - 60%) pe timp îndelungat, producând un putregai brun prismatic, care poate fi confundat cu cel produs de *Serpula lacrymans*. Apare frecvent în subsoluri umede, la pardoseli, șarpante dar și la pereții și planșeele caselor de lemn, cu infiltrații de la învelitori, atât pe lemn de rășinoase cât și de foioase.

c. *Fibroporia vaillantii* syn. *Poria vaillantii* - “ciuperca de mină”. Corpurile sporifere, de culoare albă-crem sunt întinse pe substrat având suprafețele acoperite cu pori angulari cu diametrul între 0.4 și 1 mm, greu detașabile de substrat.

Rizomorfele ciupercii sunt de culoare albă-crem, întinse în formă de evantai.

Această specie preferă lemnul de rășinoase și zonele cu temperaturi ridicate (șarpante, planșee, galerii de mină etc.), unde produce un putregai brun prismatic intens.

O specie asemănătoare este ***Poria medula panis*** care apare frecvent la elemente de lemn exterioare (instalații, poduri, etc.) atât la specii de foioase cât și rășinoase, producând un putregai alb.

d. *Gloeophyllum sepiarium* are corpurile sporifere de culoare portocalie când sunt proaspete și brun-ruginii la maturitate. Partea superioară este zonată și hirsută (păroasă) iar cea inferioară (himenoforul), este alcătuită din lamele groase labirintiforme (de fapt pori dilatați).

Corpurile sporifere apar din crăpăturile lemnului sau la capetele elementelor, având forme variate în funcție de înclinația suportului.

Ciuperca atacă lemnul de rășinoase, în special grinzi, căpriori și elemente expuse intemperiei, producând un putregai brun prismatic intens, care duce la ruperea elementelor atacate. În cele mai multe cazuri, ciuperca apare concomitent cu specia *G. abietinum* care are o culoare brună-ciocolatie și nu este hirsută pe partea superioară.

e. *Fomitopsis rosea* syn. *Fomes roseus* este o specie de “iască”, de culoare brun închisă pe partea superioară și de culoare roz la himenofor.

unde se observă porii rotunzi 3-6 / mm. Se dezvoltă pe lemnul de rășinoase în special pe molid (*Picea abies*), producând un putregai brun. Se întâlnește și la lemnul de construcții, la elemente ale șarpantei, planșee, dar și la elemente expuse intemperiiilor și subsoluri umede.

f. *Phellinus cryptarum* este tot o "iască" cu corp sporifer multianual, întins pe substrat, de culoare ocru spre brun în stadiu tânăr și brun cenușiu la maturitate, cu porii, 2-3 / mm. Atacă lemnul de foioase, în special stejarul, la grinzile talpă, pereți, planșee, șarpante cât și la instalații exterioare producând un putregai alb, fibros, intens și rapid.

g. *Paxillus panuoides* are corpul sporifer cu un picior lateral și o pălărie de culoare ocru-pal brună, cu himenoforul format din lamele galben spre portocaliu, decurente. Rizormorfele sunt subțiri, ocru-gălbui și nu se închid la culoare cu vârsta. Ciuperca preferă lemnul din esențe moi în condiții de umiditate ridicată și produce un putregai brun deschis prismatic.

h. *Dacrymyces stillatus* este o ciupercă foarte răspândită pe lemnăria exterioară, dar dificil de observat, datorită dimensiunilor mici ale corpurilor sporifere (de 1-5 mm diametru). Pe vreme umedă, ele se umflă și devin vizibile datorită culorii galben-portocaliu. Gelatinoase când sunt umede, devin mai închise la culoare și tari la uscare. Ciuperca nu produce rizomorfe și miceliul nu este vizibil. Lemnul de foioase și rășinoase pe care le atacă deopotrivă prezintă un putregai brun prismatic mărunț. Ciuperca este principalul agent de biodegradare a șitei și apare frecvent la elementele de lemn exterioare.

4. Lichenii

Lichenii, deși au o creștere încetă (de 1-2 mm/an), acoperă ca o crustă suprafețele de lemn exterioare. În funcție de expunerea față de soare și de umbra menținută de vegetația înconjurătoare se dezvoltă specii diferite. Părțile însorite sunt preferate de specii din genurile *Xanthoria*, de culoare portocalie iar cele umbroase de cele din genurile *Cladonia*, *Evernia*, etc. de culoare verzuie. Lichenii nu atacă lemnul prin enzime specifice, dar contribuie la menținerea unei umidități ridicate, care favorizează dezvoltarea ciupercilor. Cele mai periclitare în acest caz sunt învelitorile de șită.

5. Mușchii

Mușchii apar după instalarea algelor, ciupercilor și lichenilor, într-o formă avansată de descompunere a lemnului, în zonele umbrite. Ei

contribuie la procesul de humificare, fiind urmați de plante superioare care desăvârșesc procesul de descompunere a materialului lemnos.

6. Insecte

Lemnul și materialele pe bază de lemn pot fi atacate și afectate de o mare diversitate de insecte numite xilofage deoarece folosesc lemnul ca bază trofică și ca loc de desfășurare a ciclului lor de viață. Sistemática științifică împarte insectele xilofage în mai multe grupe cu caracteristici distincte. Grupa cu cei mai numeroși și frecvenți dăunători ai lemnului este cea a coleoptelor xilofage sau a gândacilor și la aceasta ne vom referi în continuare.

Atacul coleoptelor xilofage poate avea drept țintă arborii în picioare sau doborâți, lemn prelucrat, depozitat sau prins în operă în construcții, mobilier, opere de artă. Acțiunea distructivă a acestor insecte se manifestă prin găurile de zbor de la suprafața materialului infestat, galeriile larvare din masa lemnului și transformarea materiei lemnoase într-o masă pulverulentă. Activitatea unor specii favorizează instalarea altor agenți de biodegradare. Pagubele constau în degradări tehnice - alterarea structurii și pierderea rezistenței și deprecierea ale aspectului original sau finisat al elementelor atacate.

Instalarea, răspândirea, intensitatea atacului și durata dezvoltării coleoptelor xilofage este condiționată de factori limitativi, dintre care cei mai importanți sunt:

1. Temperatura și umiditatea aerului și a lemnului;
2. Valoarea nutritivă a lemnului
3. Prezența sau absența ciupercilor xilofage sau a putregaiurilor produse de acestea.

Fiecare specie are anumite cerințe față de acești factori.

În continuare prezentăm pe scurt cele mai importante și frecvente specii de coleoptere xilofage care afectează lemnul din construcții.

Anobium punctatum "cariul comun al mobilei". Sunt insecte de formă cilindrică, de culoare castanie având lungimea de 3-5 mm. Toracele este prevăzut cu un scut în formă de glugă, care acoperă parțial capul. Elitrele au șiruri longitudinale de adâncituri punctiforme cu perișori. Larvele, arcuite în formă de semilună, de 6-7 mm lungime, au culoarea alb-gălbui. Ouăle albe, au formă de lămâie și o lungime de 0.3 mm.

Ouăle sunt depuse în crăpături, înclinări, pe suprafețele aspre sau în vechile orificii de zbor. Ciclul de dezvoltare are o durată de 1-3 ani, funcție de condițiile ambientale. Zborul de împerechere are loc în lunile iunie - august.

Orificiile de zbor sunt circulare și au diametrul de 1-2 mm. Rumeșul din galerii este de aparență granuloasă dar presat între degete apare ca o pulbere fină de culoare crem. Este alcătuit din particule cilindrice ascuțite la capete sau elipsoidale.

Larvele consumă lemnul săpând o rețea de galerii neregulate, între care rămân lamele fine de lemn târziu, pline de rumeș (acesta poate fi scos de insecte răpitoare sau saprofage).

Atacă atât rășinoase (pin, molid, brad) cât și foioase (fag, stejar, mestecăn, ulm, nuc etc.), esențe tari și moi. Se întâlnește cu precădere în alburn dar și în duramen când infestația este extinsă.

Cauzează pagube la mobilier, icoane, diverse obiecte de uz gospodăresc, panouri încliate cu cleiuri naturale, placaje, dar și la porți, stâlpi, elemente de construcție. Atacă de preferință lemnul aflat în condiții de umiditate mai mare, adică la pardoseli, în subsoluri, încăperi neîncălzite, biserici etc. Este mai puțin frecventă la elementele de construcție expuse soarelui, ventilației, uscăciunii. Căldura uscată poate opri temporar dezvoltarea; ea este reluată ulterior dacă reapar condiții favorabile, larvele fiind rezistente. Lemnul degradat de ciuperci poate fi atacat, dar prezența putregaiului nu este obligatorie.

Xestobium rufovillosum "ceasornicul morții".

Sunt insecte mai mari, având 6-8 mm lungime. Corpul are culoare ciocolatie și este acoperit cu pete de pubescență gălbui-roșcată, ceea ce dă un aspect marmorat. Elitele sunt punctate dar nu prezintă striatiuni. Larvele curbate, albe sunt acoperite cu o pilozitate galbenă și au 11-12 mm lungime. Ouăle sunt alb-sidefiu, în formă de lămâie.

Ouăle sunt depuse în crăpături, pe suprafețe rugoase sau în vechile găuri de zbor. Ciclul de dezvoltare durează în medie 4-5 ani, dar poate varia între 1 și 10 ani, în funcție de condițiile ambientale. Zborul de împerechere are loc în mai-iunie.

Orificiile de zbor, circulare, au diametrul de 3-4 mm. Rumeșul din galerii este sub formă de cocloașe, iar presat între degete pare nisipos și aspru. Pe, sau dedesubtul lemnului infestat apar mici grămăjoare de rumeș de culoare brună. Este alcătuit din particule discoideale.

Larvele sapă o rețea bogată în galerii, pline cu rumeș, sub aspect de fagure. Se pot produce cavități interioare aproape complet ascunse în lemnul de dimensiuni mari.

Atacă mai ales esențele tari, umede, în putrezire, în special stejar și ulm, dar pot afecta prin extindere esențele moi și rareori rășinoasele.

Cauzează pagube în construcțiile vechi: biserici, conace, castele etc. Atacurile cele mai puternice sunt întâlnite la grinzi talpă, șarpante, planșee. Preferă condiții de umiditate atmosferică și a lemnului ridicate. Atacul se declanșează de obicei numai în lemnul umed și afectat de ciuperci xilofage.

În condiții de atac puternic, împerecherea și depunerea pontei poate avea loc în lemn, insectele adulte nefiind observabile. Se pot astfel cauza daune structurale majore nedetectabile fără proceduri speciale.

Ptilinus pectinicornis "cariul construcțiilor".

Sunt insecte de formă cilindrică, de culoare brun-cafenie, măsurând între 3.5 și 5.5 mm lungime. Antenele masculului sunt puternic pectinate în timp ce ale femelei sunt serate. Elitele au punctuații fine mai mult sau mai puțin regulate. Larvele sunt curbate și au deosebiri între diferitele stadii. Ouăle sunt alungite, ascuțite, sticloase, având dimensiuni între 0.075 și 1.5 mm.

Ouăle sunt depuse în lumenul vaselor de lemn printr-o galerie de pontă perpendiculară pe fibră. Depunerile sunt efectuate în crăpături, în propriile orificii de zbor și în galerii de ***Anobium punctatum***. Ciclul de dezvoltare are o durată de 1-3 ani. Zborul de împerechere are loc în lunile iunie-iulie.

Orificiile de zbor sunt circulare și au 1-2 mm diametru. Rumeșul este de culoare roz-crem, fin și mătășos la pipăit, concentrat în galerii. Rumeșul este eliminat la exterior numai la construirea galeriei de pontă.

Larvele sapă galerii numeroase și astupate, căptușite cu o pulbere compactă, în alburn și duramen.

Atacă lemnul de foioase, de preferință esențe tari: fag, frasin, ulm, stejar, arțar etc. Lemnul de esență moale este mai rar atacat.

Produce pagube însemnate la lemnăria din construcții (în special la fag) din depozite și la diferite piese de lemn de uz gospodăresc, mobilă, opere de artă. Preferința pentru utilizarea orificiilor de zbor vechi în inițierea atacului de pontă explică de ce materialul lemnos atacat este adeseori foarte rapid distrus, fără a se remarca semne exterioare evidente.

Lyctus linearis "gândac prăfuitor".

Adulții au o lungime de 2.5-5 mm. Corpul este puțin turtit, lunguiet și zvelt. Toracele este trapezoidal, nu are formă de glugă. Antenele sunt măciucate. Culoarea este brun-roșcată, spre negru. Larvele, albe, la început drepte apoi curbate, au 6 mm lungime. Ouăle au formă lunguiată, cu codiță și sunt foarte mici (0.7-0.8 mm lungime).

Ouăle sunt depuse adânc, în porii lemnului, la capătul fibrelor lemnoase de pe suprafață, din crăpături sau rosături. Ciclul de dezvoltare este de obicei de un an, mai scurt la cald. Zborul are loc în perioada mai-septembrie.

Orificiile de zbor sunt circulare și au diametrul mediu de 0.5 mm. Rumeșul este de o culoare albicioasă, foarte fin și presat puternic în galeriile larvare. El este scos din galerii numai cu ocazia zborului.

Larvele creează o rețea neregulată, meandrată de galerii cu secțiunea circulară de 0.5 mm diametru, în general de-a lungul fibrei lemnului. Lemnul este transformat aproape integral în pulbere.

Atacul se produce numai în alburnul foioșelor de esență tare și cu porii largi: stejar, frasin, ulm, nuc. Pagubele sunt provocate lemnului uscat din depozite, parchet, lambriuri, binale, șarpante, mobilier, placaje. Lemnul mai vechi de 15 ani, cu conținut de amidon scăzut sau cu acoperiri peliculogene nu este atacat. Stadiile inițiale ale atacului nu sunt detectabile cu mijloace obișnuite până la apariția primelor orificii de zbor.

Hylotrupes bajulus "croitorul de casă".

Sunt insecte de dimensiune variabilă între 7 și 25 mm. Femela este mai mare decât masculul. Antenele sunt lungi. Toracele este aproape circular, acoperit de pubescență gri cu două arii lucioase, discoidale. Elitrele punctate au o pubescență albicioasă, fină, care formează benzi transversale. Corpul este brun, brun-negricios sau cafeniu. Larva este cilindrică, mai lată anterior, de culoare alb-ivoriu, acoperită cu peri și are peste 24 mm lungime.

Ouăle, albe, au o formă de fus cu dimensiunile de 1.2-2 mm / 0.5 mm. Ele sunt depuse în crăpăturile lemnului. Ciclul de dezvoltare are o durată de 3-11 ani. Zborul are loc de regulă în iunie-august.

Orificiile de zbor sunt de regulă ovale, adesea cu marginile zimțate, având dimensiunile

de 8-10 mm / 4-6 mm. Rumeșul, alb-gălbui, cuprinde așchii grosiere, praf și excremente cilindrice, având în jur de 1mm lungime. La pipăit este tare și aspru.

Larvele sapă galerii cu aspect interior vălurit, pline de rumeș. Galeria sunt mai numeroase sub suprafața lemnului și se întrepătrund formând adesea o masă pulverulentă sub un strat subțire de lemn exterior intact. La atacuri puternice acest strat exterior se sfărâmă de-a lungul fibrei.

Atacul se întâlnește numai în alburnul lemnului uscat de rășinoase. Pagubele sunt produse cu precădere la lemnul din construcții, îndeosebi șarpante, binale, dar și la lemnăria pereților și împrejmuirilor. Preferă spațiile calde cu umiditate relativă a aerului mai ridicată. Consumă și lemnul atacat anterior de ciuperci.

7. Pășările

Acțiunea pășărilor asupra materialului lemnos din construcții este de două tipuri: acțiunea directă, mecanică și indirectă, prin excremente.

În prima categorie se includ ciocănitorele, care găuresc lemnul din două motive distincte: pentru extragerea larvelor de insecte xilofage, în special pe cele de *Hylotrupes bajulus* și pentru construirea de cuiburi. În primul caz, orificiile sunt neregulate, în jurul găurilor de insecte cu atac activ. Aceste insecte atacă în special zona de alburn a lemnului, la specii de rășinoase și de aceea atacul apare preponderent la zonele de îmbinare între două elemente.

În al doilea caz, datorită rezonanței create de spațiul gol din interiorul turnurilor și coifurilor, pășările cred că este vorba de un copac găunos și efectuează orificii rotunde, specifice intrării în cuib. Spațiul prea larg însă nu li se pare adecvat construirii cuibului și abandonează munca, dar o reîncep în altă zonă.

Prin aceste orificii pătrund ciorile și porumbelii, care își construiesc cuiburi în aceste spații, crescând mai multe generații de pui.

Excrementele și pășările moarte formează un strat ce se mărește an de an, ajungând la grosimi apreciabile. În cazul unor infiltrații, apa dizolvă și antrenează o parte din aceste depuneri și pătează tavanele, pereții și picturile de pe acestea.



prof. dr. Szabó Bálint – Kirizsán Imola

Definirea și clasificarea șarpantelor istorice

- Doar în format CD
- Csak CD-n elérhető
- Only on CD
- Seulement en format CD.



David Baxter

Atelier de dulgherie

Castelul Bánffy, de origine medievală, extins și modernizat în repetate rânduri, este caracterizat de ample construcții de stil baroc realizate în secolul 18, urmate de transformări clasice în prima jumătate a secolului 19, când fațadele au fost remodelate.

Devastarea castelului la sfârșitul celui de-al doilea război mondial, împreună cu schimbarea radicală survenită în utilizarea castelului în urma naționalizării, a influențat negativ starea structurală a clădirilor. Între pierderile suferite se numără și distrugerea totală a majorității șarpantelor istorice, care au fost înlocuite în anii '60. Aceste structuri s-au distrus până la sfârșitul anilor 90, cu excepția unei porțiuni deasupra clădirii Miklós și a bastionului, care la rândul lor s-au prăbușit în 2002.

Prin urmare, la castel majoritatea lucrărilor de dulgherie au însemnat construire de șarpante noi. Aceasta a oferit posibilitatea de a preda și demonstra tehnici de dulgherie speciale prin realizarea șarpantelor eclectice, care combină detalii structurale tradiționale și moderne. Pe lângă acestea, s-au efectuat restaurări in situ la șarpante istorice în alte locații.

Principiile teoretice și practice a atelierelor de dulgherie, ca și a celorlalte specializări, a fost păstrarea materialului original în proporție cât mai mare posibil, acest principiu fiind exemplificat cu succes la lucrările in situ în cazul structurilor originale aflate la celelalte locații. Este important ca participanții să cunoască varietatea îmbinărilor care se pot folosi la reparații, să înțeleagă comportarea acestora și faptul că anumite îmbinări pot fi folosite în anumite situații, iar în altele nu, precum și caracteristicile structurale ale lemnului și a îmbinărilor. Aceste principii se aprofundează prin demonstrații practice atât la lucrări noi, cât și la reparații.

În 2001 primul atelier de dulgherie din castel a început restaurarea șarpantei conice a bastionului fostei clădiri a bucătăriei. În curtea castelului, într-un loc special amenajat au fost construite elementele componente ale structurii, apoi șarpanta a fost asamblată la sol, elementele fiind numerotate. În cele din urmă, șarpanta a fost dezasamblată, elementele fiind ridicate individual la nivelul cornișei. Structura a fost fixată pe cornișa restaurată a bastionului și reasamblată în poziția definitivă. Construirea unei structuri de o asemenea amploare a prezentat multe probleme, și a oferit posibilitatea experimentării tehnicilor și tipurilor de îmbinări. În mod tradițional, în Transilvania șarpantele se construiau din lemn de brad, deși există excepții unde s-a folosit stejarul. Șarpanta barocă - inclusiv cosoroaba - colegiului Bethlen Gábor din Aiud, care a găzduit atelierele din 2000 premergătoare celor din Bonțida, a fost construită complet din lemn de brad, în timp ce șarpanta gotică mai veche a bisericii unitariene din Maiad este din lemn de stejar.

Șarpanta conică a bastionului a fost construită prin realizarea unei șaibe inferioare formată din cosoroabele de stejar, peste care s-au așezat perpendicular două corzi ce se intersectează în centrul cercului și radial grinzișoare (asemănător spițelor unei roți) fixate în patru lonjeroane asamblate în formă de pătrat. Îmbinarea centrală conține și un stâlp poziționat la intersecția corzilor. Conlucrarea dintre șaiba de reazem cu stâlpul central s-a realizat folosind metode tradiționale, elementele fiind îmbinate folosind chertări tradiționale. S-a introdus un sistem modern de căpriori dubli și simpli, fixați cu confecții metalice, rezemați de șaiba inferioară și alta intermediară de aceeași factură, de rază mai redusă. De la acest nivel, până la vârf, căpriorii dubli devin simpli. Complexitatea acestei structuri, care combină concepții și tehnici moderne cu cele tradiționale

a demonstrat foarte clar necesitatea de a înțelege exact cum se comportă șarpantele la eforturi de întindere și compresiune, în ce situații pot fi folosite diferitele îmbinări, și cum pot fi combinate cu succes stilurile moderne cu cele tradiționale. Șarpanta a fost finalizată și învelită cu succes în modulele din 2001.

În 2002, cursanții au lucrat direct la reconstruirea șarpantelor deasupra porții principale și a spațiilor adiacente. Colapsul parțial al zidurilor structurale și a bolților a condus la deplasarea accentuată a zidurilor. Acest fenomen a oferit o lecție importantă despre necesitatea unui releveu tehnic precis și detaliat înaintea începerii lucrărilor de reparații sau de reconstrucții. Un principiu de bază accentuat în timpul cursului a fost necesitatea adaptării lucrărilor la geometria exactă a clădirii, și completarea proiectelor prelabile cu realitatea de pe teren.

Executarea corectă a măsurătorilor și trasarea inițială sunt momente importante în munca unui dulgher. În acest context, atelierelor au utilizat metode tradiționale de măsurare și trasare, iar din 2002 se predă și trasarea dulgherească. Acest sistem este răspândit în toată Europa, și este atestată folosirea sa și în România, el permițând folosirea și de elemente distorsionate, care altfel ar fi neadecvate. Sistemul înseamnă trasarea unui plan imaginar în elementul lemnos la care sunt raportate (centrate și nivelate cu plumb) toate dimensiunile. Această metodă de construcție geometrică s-a dovedit a fi mai de folos la elemente din planul orizontal, și mai puțin la cele din planul vertical, unde de exemplu distorsiunile de pe partea exterioară a căpriorilor ar produce deformații nedorite ale planului acoperișului și ar conduce la dificultăți de fixare a șipcilor și țiglelor. S-a dovedit însă a fi o metodă utilă, o posibilă opțiune pentru cursanți la lucrările din viitor.

În 2003, programul a demarat reconstrucția totală a acoperișului clădirii Miklós, cu toate detaliile ei baroce. Aceasta a însemnat construirea a 9 ferme principale și 24 ferme secundare. Complexitatea șarpantei baroce a oferit oportunitatea studierii unei varietăți largi de tipuri de îmbinări și structuri. Fiecare fermă principală este rigidizată cu un sistem format dintr-o pereche de arbaletrieri fixați de o moază dublă și contravântuiți cu contrafișe. Șarpanta mai conține o pană inferioară poziționată deasupra coso-

roabei duble, și două pane intermediare, precum și contravântuiri longitudinale plasate în planul acoperișului, între ferme. Șarpanta a fost construită la sol. Fiecare fermă principală a fost ridicată mecanic pe poziție, celelalte elemente însă au fost ridicate individual, și asamblate pe acoperiș.

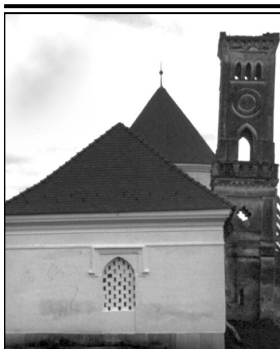
În fiecare atelier, s-a exersat realizarea trasării, a măsurărilor și îmbinărilor, respectiv evaluarea și interpretarea acestora. Cursanților li s-a explicat cum se calculează fiecare element și unghi al șarpantei, și cum pot fi transferate acestea direct pe lemn. Ca și în cazul celorlalte ateliere, între cursanți s-au regăsit atât muncitori din industria de construcții cu experiență în dulgherie, cât și studenți arhitecți și ingineri constructori care vor proiecta intervențiile de acest gen. Acest lucru a condus la discuții interesante despre conceperea/proiectarea și forma structurilor de lemn.

În 2004 s-au aplicat aceleași principii la construirea noilor șarpante a celor trei trame ale fostei clădiri a grajdului. Acestea au fost similare ca formă cu cele prevăzute la acoperișul deasupra porții principale. La module au participat și elevi între 15 și 19 ani de la Colegiul Tehnic "Anghel Saligny" din Cluj. Parteneriatul format între acesta și Centrul de specializare în reabilitarea patrimoniului construit este unic în România, oferind tinerilor elevi să învețe tehnici moderne și de reabilitare tradițională în practică.

La Maiad și Rimetea, programul a oferit pregătire practică în domeniul reparațiilor in situ a structurilor istorice de lemn cu folosirea tehnicilor de dulgherie tradiționale. La Rimetea, aceste lucrări au asigurat supraviețuirea unei case de bârne aflat în pragul colapsului, reparațiile locale au exemplificat perfect aplicarea principiului intervenției minimale.

În toate modulele atelierului de dulgherie, cursanții au fost încurajați să exerseze și să-și îmbunătățească deprinderile folosind uneltele binecunoscute lor. În multe cazuri, aceasta a însemnat formarea îmbinărilor sau prelucrarea lemnului în mod tradițional, cu securea.

Acest proces, prin restaurarea monumentelor istorice importante, formează muncitori și specialiști în domeniul tehnicilor tradiționale.



Makay Dorottya

Șarpante istorice cu caracter baroc – introducere

Structura cursului:

1. Șarpante cu caracter baroc – definiții și terminologie
 - 1.1. Șarpante – definiții (rezumat)
 - 1.2. Clasificarea șarpantelor istorice – locul șarpantelor cu caracter baroc (recapitulare parțială)
 - 1.3. Terminologie aferentă șarpantelor istorice cu caracter baroc
2. Subansamblurile și elementele componente ale șarpantelor istorice cu caracter baroc
 - 2.1. Ferma principală cu caracter baroc – sistemele de suspendare și tensionare cu caracter baroc
 - 2.2. Ferma secundară cu caracter baroc
 - 2.3. Sistemul longitudinal de rigidizare cu caracter baroc
 - 2.4. Elementele principale ale șarpantelor cu caracter baroc
3. Clasificarea șarpantelor având caracter baroc – tipologia șarpantelor faza de lucru 2008
4. Importanța și valorile înglobate în șarpante cu caracter baroc
 - 4.1. Valorile istorice – funcția de timp, răspândirea geografică
 - 4.2. Durabilitatea șarpantelor având caracter baroc
 - 4.3. Siguranța șarpantelor având caracter baroc
5. Propunere de ghid de cercetare, proiectare și intervenții asupra șarpantelor istorice cu caracter baroc – fază de lucru iunie 2009
 - 5.1. Rolul proprietarilor în reabilitarea și întreținerea șarpantelor cu caracter baroc
 - 5.2. Propunerea conținutului cadru pentru: cercetare / proiectare / execuție
 - 5.3. Executanți – șefi de punct de lucru, maiștri, dulgheri cu specializare în reabilitarea monumentelor istorice.

1. ȘARPANTE CU CARACTER BAROC – DEFINIȚII ȘI TERMINOLOGIE

Șarpantele (structurile portante ale acoperișului / închiderii prin învelitoare a clădirii) și structurile din lemn, în general – mult timp au lipsit complet din programa analitică a facultăților de construcții-arhitectură. Fostul regim a promovat acoperișurile terasă, iar materialele de construcții preferate ale epocii au fost betonul armat și oțelul. Meseria de dulgher s-a redus la realizator de cofraje pentru elementele de beton armat.

Structurile moderne din lemn (lemn încleiat), șarpantele inginerești s-au introdus lent în programele analitice (sub denumirea Construcții din lemn) – dar structurile tradiționale, dulgherești se prezintă doar ocazional (de exemplu la Facultatea de Arhitectură și Urbanism din Cluj-N.), acolo unde profesorii au experiență și interes în domeniul reabilitării clădirilor (structurilor portante) istorice. Situația este similară și în cazul școlilor profesionale.

Valoarea estetică și istorică, mesajul transmis prin concepția și conformarea structurală, materialul lemnos istoric pus în operă, tehnologia de execuție a structurilor istorice în general, a șarpantelor istorice ca parte integrată a acestora, respectiv a șarpantelor cu caracter baroc în special – pot fi considerate deja axiome în domeniul protecției patrimoniului construit.

Prezentul curs parcurge tematica intervențiilor asupra șarpantelor istorice pe exemplul celor cu caracter baroc, prezentând pe de o parte un tip de șarpantă istorică relativ des întâlnită și pe de altă parte valorile istorice, meșteșugărești, înglobate în acestea, care sunt inerente. (Șarpantele cu caracter gotic – medievale – sunt mult mai rare, iar cele eclecticice existând într-un număr ridicat, valoarea celor demne de protejat se poate analiza.)

1.1. ȘARPANTE – DEFINIȚII (REZUMAT)¹

Șarpantele istorice se deosebesc esențial de șarpantele cunoscute nouă – **ingineresti** –, construite, cercetate, sintetizate și prezentate prin cursurile de “construcții / structuri din lemn”.

După dezvoltarea teoriilor de rezistență a materialelor și de statică a construcțiilor, la sfârșitul secolului al XIX-lea, începutul secolului al XX-lea toate tipurile de elemente, subansambluri și ansambluri structurale au fost științific concepute, calculate și dimensionate.

Șarpante ingineresti, care la rândul lor pot fi realizate din orice material: lemn, oțet, beton armat; după concepția lor structurală pot fi:

- structuri din **grinzi** rezemate pe centuri, sau alte subansambluri structurale (mai ales din beton armat) capabile să preia împingerile laterale;
- grinzi cu zăbrele** – din diverse materiale, pentru deschideri medii și mari;
- arce** din diverse materiale;
- șarpante** moderne propriu-zise: pe căpriori, pe scaune, pe ferme; *Figura 1.1.a. – Șarpantă cu structură grindă cu zăbrele mixtă – șarpanta proiectată pentru Școala cu clasele I-VIII, Aleșd, județul Bihor;*
- structuri spațiale** moderne – membrane, cupole, din sisteme de bare spațiale, etc.

Șarpantele ingineresti nu fac obiectul prezentei lucrări, deoarece sunt studiate, predate sistematizat la facultățile de construcții din țară și străinătate, existând bibliografie bogată în acest domeniu².

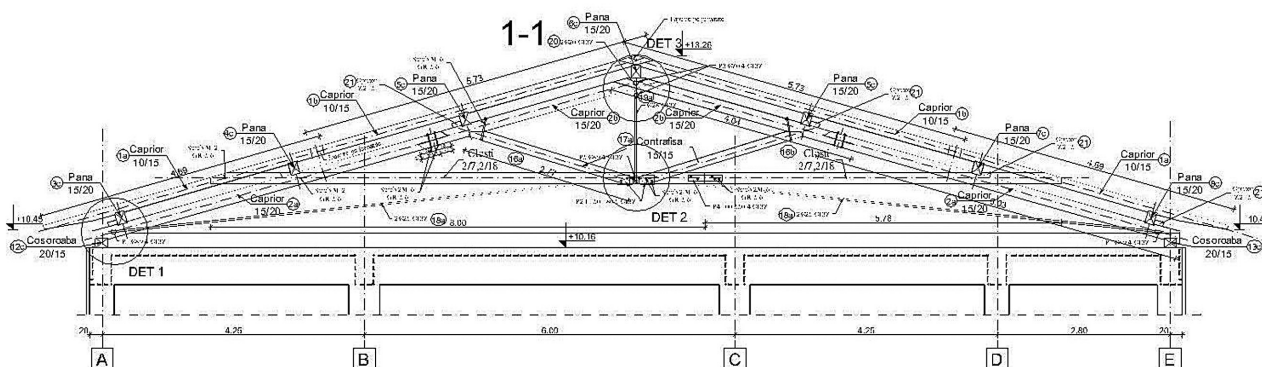


Figura 1.1.a. – Șarpantă cu structură grindă cu zăbrele mixtă – șarpanta proiectată pentru Școala cu clasele I-VIII, Aleșd, județul Bihor

Prin **șarpantele semiingineresti**, autorul – după prof. dr. ing. SZABÓ Bálint³ – înțelege majoritatea șarpantelor realizate în secolul al XIX-lea, după revoluția industrială, și pentru care s-au aplicat deja primele rezultate ale teoriei rezistenței materialelor, primele prescripții de dimensionare și calcul⁴ și care sunt numite **șarpante eclectice**.

Denumirea se referă atât la “eclecticismul” soluțiilor structurale (sisteme de tensionare / tensionare-suspendare / sisteme pe scaune / popi – verticali sau înclinați); cât și la stilul arhitectural principal al clădirilor din care fac parte – stilul eclectic. Această categorie de șarpante prezintă tranziția de la șarpantele construite empiric spre cele concepute și calculate inginereste dar este mai corect să le includem în grupa de șarpante istorice sub denumirea de **șarpante istorice eclectice**⁵ *Figura 1.1.b. – Fermă principală caracteristică a clădirii fostului Hotel Continental (Galeriile New York);*

Și astfel întorcându-ne în timp, întâlnim **șarpantele istorice**, care sunt structuri realizate de către maiștri dulgheri, pe baza unor cunoștințe acumulate empiric, transmise de la o generație la alta în cadrul breslelor dulgherești, cu concepție empirico-intuitivă. Ca sinonim utilizat pe scară largă în literatura de specialitate pentru șarpantele istorice găsim denumirea: **șarpante dulgherești**.

Șarpantele istorice europene occidentale se împart în următoarele grupe principale:

(I) După complexitatea abordării:

(I.1.) **Șarpante (istorice) meșteșugărești / dulgherești** – structuri realizate în cadrul operelor de arhitectură însemnate, concepute și executate în evul mediu de către membrii ai breslelor dulgherești, începând din renaștere și evoluând până în baroc; respectiv:

(I.2.) **Șarpante (istorice) cu caracter vernacular** – realizate în mediu rural și de multe ori de proprietarii casei, caracterizate prin deschideri reduse, simplitatea structurii și a îmbinărilor. Includ: structuri simple în general din perechi de căpriori, (eventual) combinați cu moaze sau clești, cu sau fără corzi, separate sau combinate cu structura planșeului;

(II) După sistemul constructiv (legat în același timp de zona geografică unde se întâlnesc aceste tipuri de șarpante):

(II.1.) **Șarpante istorice de coastă**⁷ – cele mai cunoscute exemple sunt cele **mediteraniene** unde se presupune o continuizare a structurilor de șarpante din antichitate (ferme principale puternice și un sistem de pane rigide – care la rândul lor susțin căpriori care astfel sunt elemente simple, purtate, de sacrificiu) și cele de pe teritoriul **Mării Britanii** cu rezolvare structurală similară dar unghiuri mai abrupte, datorită condițiilor meteorologice diferite – prezentând semnele influenței breslelor dulgherești specializate în construirea navelor, respectiv:

(II.2.) **Șarpante istorice continentale – Central (Central-est) Europene**, care la rândul lor se împart după stilul arhitectural (preponderent) al clădirilor în care a apărut prima dată șarpanta în discuție:

II.2.1. – șarpante având caracter romanice⁸;

II.2.2. – șarpante având caracter gotic⁹;

II.2.3. – **șarpante având caracter baroc**¹⁰;

II.2.4. – șarpante istorice eclecticice.

(III) După elementele principale care iau parte la preluarea încărcărilor:

(III.1.) **Șarpante istorice pe căpriori și corzi** – cuprind șarpantele istorice continentale¹¹ După modalitatea de reducere a încovoierii căpriorilor se deosebesc două sub-grupe specifice: III.1.1. – șarpante istorice pe traverse (în special cele gotice, și ca structură de tranziție cele având caracter baroc); respectiv III.1.2. – șarpante istorice pe pane (cele de coastă, majoritatea celor eclecticice, parțial cele având caracter baroc)¹²;

(III.2.) Șarpante istorice pe grinzi – subsansamblu portant de complexitate redusă.

(IV) După conformarea în spațiu a structurii:

(IV.1.) **Șarpante care pot fi defalcate pe două sisteme planare** – sisteme planare din bare liniare, dispuse după două direcții ortogonale: structurile transversale portante (ferme principale și secundare) și longitudinale de rigidizare; respectiv;

(IV.2.) Structuri de șarpante spațiale propriu-zise – sunt sisteme realizate (din material lemnos de esență moale sau tare, prin îmbinări dulgherești) din elemente liniare care nu se pot scinda în sisteme planare.¹³

Șarpantele istorice având caracter baroc. Se vorbește aici atât despre șarpante construite în clădiri realizate în stil arhitectural baroc – de aceea se folosește sintagma “cu” sau “având caracter” baroc, și nu doar o denumire simplificată “șarpante istorice baroce” – cât și despre cele aparținând unor clădiri construite în alt stil arhitectural decât cel baroc (clădiri gotice, la care din diverse motive se înlocuiește ulterior șarpanta inițială, sau clădiri realizate în stil clasicist sau romantic, etc.) dar care au șarpantă cu caracter baroc. Definiția științifică, bazată pe interpretările mecanice-inginerești sunt date în dicționarul multilingv al prof. dr. ing. Bálint SZABÓ.¹⁴

Sintetic: șarpantele istorice cu caracter baroc sunt structuri din bare liniare care se compun din două sisteme planare ortogonale: încărcările gravitaționale și de vânt sunt preluate de sistemele transversale de rigidizare: ferme secundare și principale cu caracter baroc. Cele din urmă în mod obligatoriu trebuie să conțină dispozitivul de tensionare baroc, compus la rândul lui din: (1) coardă; (3) pereche de arbaletieri, (4) antretoază și (5) pereche de colțari.

1.3. TERMINOLOGIE AFERENTĂ ȘARPANTELOR ISTORICE CU CARACTER BAROC

Denumirile elementelor componente se prezintă pe exemplul unei șarpante ideale: Ferma principală și ferma secundară a unei șarpante cu caracter baroc tipic – 10m deschidere, unghi de înclinare 50,2° (raport

înălțime / jumătatea deschiderii de 6/5), înglobând elementele de bază date în figurile 1.3. a-b. Denumirile elementelor aferente sistemului longitudinal sunt redată pe figura: 1.3.c.

Fermele secundare cu caracter baroc sunt marea lor majoritate autoportante în raport cu încărcările gravitaționale (mai ales în cazul fermelor secundare cu coardă proprie), transmițând o parte din încărcări către fermele principale cu ajutorul panelor / tălpilor pentagonale (elemente tipice ale șarpantelor cu caracter baroc – elementele 10, 11).¹⁵

Figura 1.3.a. prezintă o fermă principală cu caracter baroc tipică – A.1.2(c)-b(3)-I.Λ(1) – utilizând în cea mai mare parte denumirile elementelor de șarpante istorice cu caracter baroc în conformitate cu definițiile din Dicționarul ilustrat de structuri portante istorice al prof. dr. ing. SZABÓ Bálint – (există însă un număr de elemente la care într-una sau în cele trei limbi autorul preferă alte denumiri decât cele indicate în dicționar).

Figura 1.3.b. prezintă ferma secundară aferentă fermei principale cu caracter baroc tipică – A.1.2(c)-b(3)-I.Λ(1);

Figura 1.3.c. prezintă rigidizarea longitudinală cu caracter baroc, tipică, din planul căpriorilor – A.1.2(c)-b(3)-I.Λ(1).

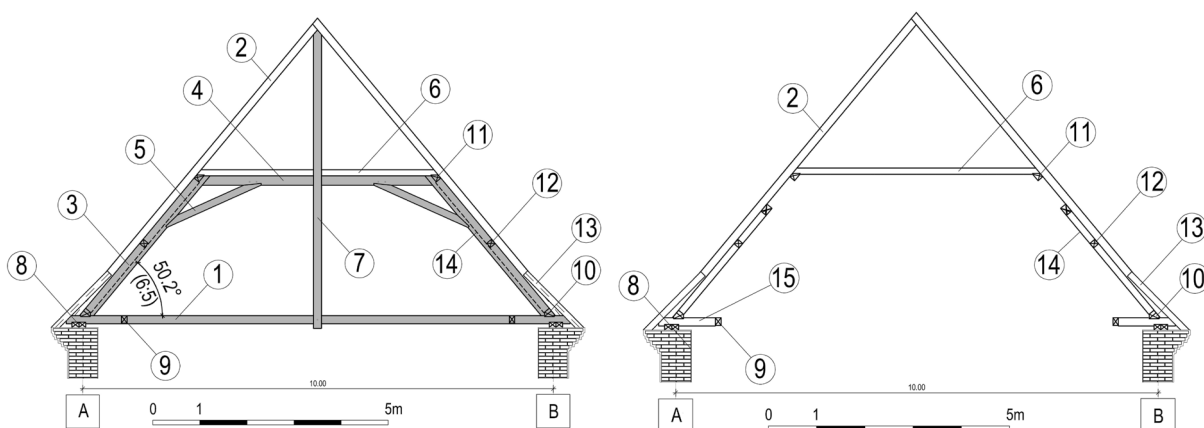


Figura 1.3.a. – Fermă principală cu caracter baroc realizată din elementele: (1) coardă – 14x17; (2) căpriori – 12x15; (3) arbaletrier – 13x24; (4) antretoază – 12x20; (5) colțar – 12x15; (6) traversă – 13x15; (7) bară de agățare – 2x12x17; (8) cosoroabe – 2x14x11; (9) longeron – 13x16; (10) talpă inferioară / pană de streășină pentagonală – 15x20; (11) talpă superioară / pană de muchie pentagonală – 13x19; (12) element orizontal al sistemului longitudinal de rigidizare – 12x13; (13) aruncător – 5x13; (14) diagonală (a sistemului longitudinal de rigidizare) – 11x14.

Figura 1.3.b. – Fermă secundară cu caracter baroc rezemată pe elementele: (2) căpriori – 12x15; (6) traversă – 13x15; (8) cosoroabe – 2x14x11; (9) longeron – 13x16; (10) talpă inferioară / pană de streășină pentagonală – 15x20; (11) talpă superioară / pană de muchie pentagonală – 13x19; (12) element orizontal al sistemului longitudinal de rigidizare – 12x13; (13) aruncător – 5x13; (14) diagonală (a sistemului longitudinal de rigidizare) – 11x14; (15) grinzișoare – 14x17.

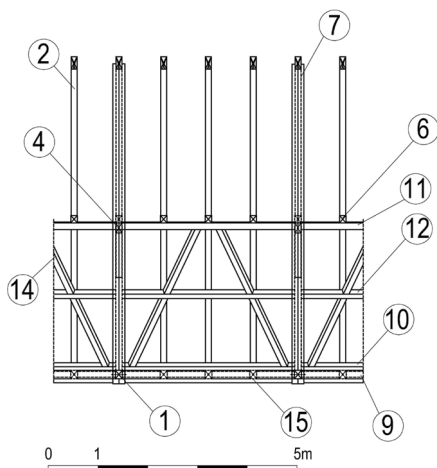


Figura 1.3.c. – Sistem longitudinal de rigidizare tipic baroc; sistemul propriu zis este realizat din elementele: (3) arbaletrier – 13x24 – care sub forma din prezentul exemplu are și rol de montant al sistemului de rigidizare, însă în multe cazuri arbaletrierul și montantul sunt două elemente suprapuse cu secțiuni mici; (10) Talpă inferioară / pană de streășină pentagonală – 15x20; (11) Talpă superioară / pană de muchie pentagonală – 13x19; (12) Element orizontal al sistemului longitudinal de rigidizare – 12x13.

2. SUBANSAMBLURILE ȘI ELEMENTELE COMPONENTE ALE ȘARPANTELOR ISTORICE CU CARACTER BAROC

Prezentul capitol se referă la șarpantele cu caracter baroc care pot fi descompuse în două sisteme planare de bare, formând subansamblurile principale ale ansamblului șarpantei istorice cu caracter baroc, care sunt:

(a) **ferma principală cu caracter baroc** (Figura 1.3.a. – Figura 2.1.a. – Ferma principală a șarpantei bisericii reformate de pe strada Kogălniceanu, Cluj);

Între două ferme principale de obicei se dispun câte 3 (dar se întâlnesc variantele 2-4, chiar 5) ferme secundare. În majoritatea cazurilor fermele secundare sunt realizate cu configurație unică, dar există cazuri unde se întâlnesc două tipuri de ferme secundare așezate alternat.¹⁶

(b) **ferma secundară cu caracter baroc**; (Figura 1.3.b. – Figura 2.1.b/c. – Cele două tipuri de ferme secundare ale șarpantei bisericii reformate de pe strada Kogălniceanu, Cluj);

(c) **sistemul longitudinal de rigidizare cu caracter baroc** (Figura 1.3.b. – Figura 2.1.d. – Model 3D – Axis 8 VM al șarpantei bisericii reformate de pe strada Kogălniceanu, Cluj)¹⁷

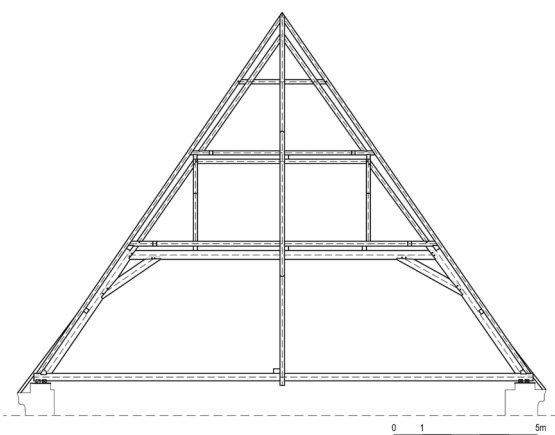


Figura 2.1.a. – Ferma principală a șarpantei bisericii reformate de pe strada Kogălniceanu, Cluj – cod tipologic: A.2.2(c).-a/c(3:a-c-a)-I-Λ(1)

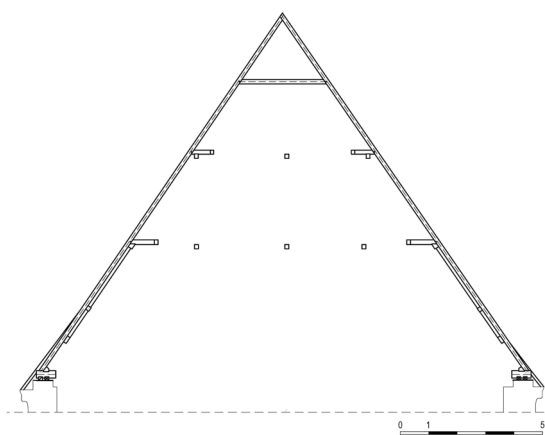


Figura 2.1.b. – Ferma secundară tip I a șarpantei bisericii reformate de pe strada Kogălniceanu, Cluj

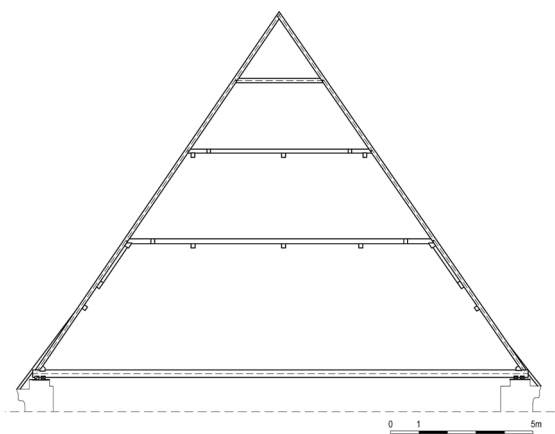


Figura 2.1.c. – Ferma secundară tip II a șarpantei bisericii reformate de pe strada Kogălniceanu, Cluj

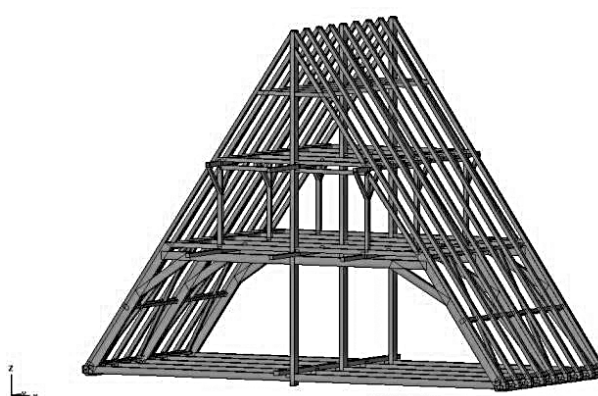


Figura 2.1.d. – Model 3D – Axis 8 VM al șarpantei bisericii reformate de pe strada Kogălniceanu, Cluj

2.1. FERMA PRINCIPALĂ CU CARACTER BAROC;

Fermă principală (Sistem planar transversal principal) **de șarpantă cu caracter baroc** – este un tip de fermă principală istorică, dispunând de: căpriori (continui "A", respectiv întreruși-frânți la șarpantă tip mansardă "B"), coardă (1), traversă (6 – alipită sau nu de), antretoaza (4) dispozitivului de tensionare cu caracter baroc format din coardă (1); pereche de arbaletrieri (3 – alipiți căpriorilor) rigidizați prin colțari (5); pentru

șarpante cu deschideri peste 10,00 m: dispozitivul de suspendare cu caracter baroc (perechi de bare de agățare sau un sigur element).¹⁸

Se subliniază: fără dispozitiv de tensionare cu caracter baroc, nu există șarpantă cu caracter baroc – ele ar fi eventual șarpante de tranziție, cu caracter pronunțat gotic sau eclectic, înglobând elemente cu caracter baroc.

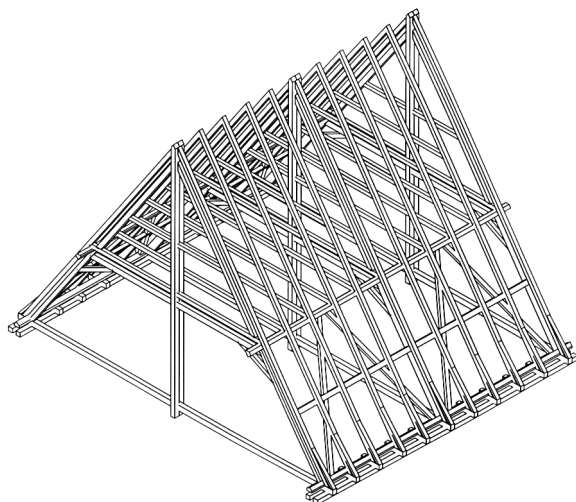


Figura 2.2.a. Șarpantă cu căpriori continui, cu sistem de tensionare și sistem de suspendare cu caracter baroc la primul nivel – șarpanta bisericii romano-catolice Piaristă, Cluj-N. – "A.2.2(c)-c(3)-I.A(1)"

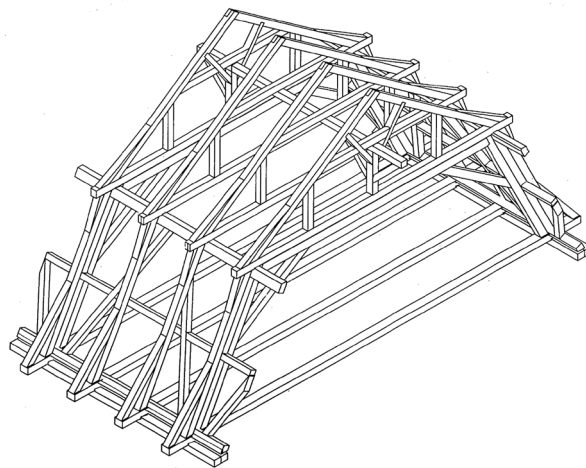


Figura 2.2.b. Șarpantă cu căpriori frânți fără sistem de suspendare cu caracter baroc și sistem de tensionare cu caracter baroc la primul nivel – șarpanta Colegiului Bethlen Gábor, Internatul de băieți, Aiud – "B.2.1-a(3)-II.A(1)"

2.1.1. Dispozitiv de tensionare cu caracter baroc

Dispozitiv specific șarpantelor cu caracter baroc, menit să preia încărcarea concentrată a panelor și să o transmită către subansamblul de susținere care formează reazemul șarpantei. Elementele formând dispozitivul de tensionare sunt solicitate după cum urmează:

- (1) coarda, element întins (care preia împingerile laterale transmise de căpriori / arbaletrieri – atât din încărcările gravitaționale cât și din cele orizontale);
- (3) arbaletrierii care la rândul lor au rol structural și în sistemul longitudinal de rigidizare, dacă nu sunt compuși din două elemente suprapuse (criteriul 5 din tipologie), care lucrează la compresiune din încărcările gravitaționale, și pot lucra alternat la compresiune / întindere la încărcarea din vânt;
- (4) antretoaza – elementul orizontal solicitat la compresiune – atât din încărcările gravitaționale cât și la cele din vânt și rigidizate / solidarizate cu:
- (5) colțarii – care și ei lucrează la întindere sau compresiune la acțiunea vântului, și la compresiune din încărcările gravitaționale;

Îmbinările arbaletrier – colțar – antretoază – sunt astfel concepute, încât transmit atât întindere cât și compresiune, chiar și un moment încovoietor limitat (prin combinarea creșterii cu cep cu perechi de cuie de lemn).



Figura 2.3.a. Îmbinările antretoază – colțar – arbaletrier – șarpanta imobilului str. Kogălniceanu nr. 6, Cluj-N.

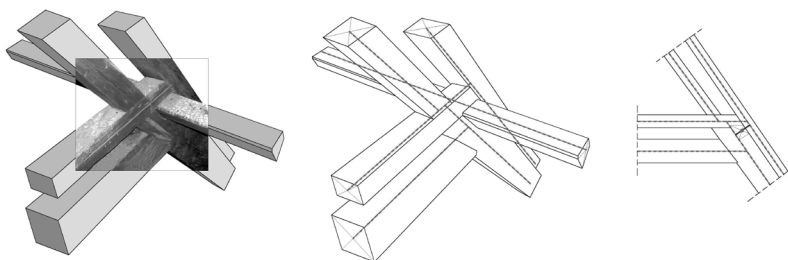


Figura 2.3.b. Nodul antretoază – arbaletrier – căprior și modelarea lui

Numărul, tipul și amplasarea dispozitivelor de tensionare prezintă criteriul 2 – din cadrul tipologiei. Funcționarea în mai mare sau mică măsură a **sistemului de tensionare cu caracter baroc** la preluarea încărcărilor gravitaționale depinde de sistemul de preluare a forțelor din fermele secundare, prezentând criteriul 4 din tipologie și care la rândul lor pot fi:

- (a) corzi în fiecare fermă secundară;
- (b) sistem de grinzișoare în fermele secundare care la rândul lor sunt prinse de longeroane, descărând pe corzile fermelor principale;
- (c) sistem de papuci și pane de streășină (pentagonale);

2.2.2. Dispozitiv de suspendare cu caracter baroc

Dispozitivul de suspendare specific șarpantelor cu caracter baroc este simplu, dispus numai central – pe toată înălțimea structurii. La nivelele superioare pot apărea sisteme de tensionare-suspendare, având deja caracter eclectic (eventual cu pereche de bare de agățare), ca în exemplul șarpantei bisericii reformate de pe strada Kogălniceanu.

Lipsa sau existența, respectiv modul de soluționare a sistemului de suspendare (bară de agățare centrală) reprezintă un element de clasificare a diferitelor tipuri de șarpante cu caracter baroc (Criteriul 3 din tipologie). Dispozitivul de suspendare poate fi realizat:

- (s) dintr-un element cu secțiune simplă dreptunghiulară implicând amplasarea unei piese metalice (din fier forjat) la realizarea nodului coardă – bară de agățare;
- (c) din două bare formând un element cu secțiune compusă.

2.2. FERMA SECUNDARĂ CU CARACTER BAROC;

Fermă secundară (Sistem planar transversal secundar) **de șarpantă cu caracter baroc** – este un tip de fermă istorică secundară, caracterizat de auto-echilibrare în funcție de modul de alcătuire: fermele secundare ale șarpantelor cu corzi "A/B.x.y. – a" sunt capabile de auto-preluare a încărcărilor; sau neavând corzi, sunt susținute în mai mare măsură pe fermele principale "A/B.x.y. – b" sau "A/B.x.y. – c"; fiecare fermă posedă căpriori, moază și (eventual, în funcție de deschidere) traversă respectiv coardă, grinzișoare sau papuci de pană de streășină. Există variante cu două tipuri de ferme secundare, așezate alternat, ca în exemplul de față. (Șarpanta bisericii reformate de pe strada Kogălniceanu, Cluj-N – "A.2.2(c)–a(3/1)/c(3/2) – I.Λ(1)" – Figurile 2.1.)

În cazul în care există ferme secundare realizate fără grinzișoare sau corzi atunci sistemul de tensionare cu caracter baroc din fermele principale este funcțional; în cazul în care fermele secundare dispun atât de corzi cât și de traverse atunci transmiterea eforturilor din încărcări gravitaționale este mică, de ordinul a 10-15%.

2.3. SISTEMUL LONGITUDINAL DE RIGIDIZARE CU CARACTER BAROC;

Sistemul longitudinal de rigidizare (Sistem planar longitudinal de rigidizare) **cu caracter baroc** – este amplasat în planurile înclinate ale căpriorilor – de multe ori combinat cu sisteme verticale planare, longitudinale, de obicei amplasate la nivelele superioare ale șarpantelor – pe unul (mai rar pe meleagurile noastre) sau pe două niveluri. Elementele orizontale ale sistemelor longitudinale de rigidizare sunt tălpile / panele pentagonale, care dispun de un element orizontal propriu, așezat de obicei, la mijlocul înălțimii acestor sisteme. În mod obișnuit căpriorii nu reazemă pe aceste bare orizontale ale sistemului de rigidizare longitudinală. Montanții din axele fermelor principale de multe ori formează arbaletrierii fermelor principale (criteriul 6 din tipologie).



Figura 2.4.a. – Șarpanta imobilului str. Kogălniceanu nr. 6 – sistem longitudinal de rigidizare "clasică", forma Λ



Figura 2.4.b. – Șarpanta imobilului str. Kogălniceanu nr. 6 – poziția căpriorului față de elementul longitudinal orizontal al sistemului de rigidizare

2.4. ELEMENTE PRINCIPALE ALE ȘARPANTELOR CU CARACTER BAROC

2.4.1. Elementele sistemelor planare transversale (fermelor principale / secundare):

Numerotarea elementelor este cea de pe fermele principale, secundare și sistemul longitudinal de rigidizare a șarpantei bisericii reformate de pe strada Kogălniceanu. Șarpantele cu caracter baroc se construiesc mai cu seamă din lemn de esență moale.

(1) coarda – aparținând fermelor principale (și) secundare cu coardă proprie de șarpante cu caracter baroc are următoarele caracteristici specifice: (a) reazemul intermediar poate fi asigurat – dacă există – de bara de agățare; (b) fermele secundare dispun de coardă dacă susțin planșeul peste ultimul nivel, în structuri timpurii, sau în structuri cu deschideri mari. Altfel, mai cu seamă în cazul bolților calotă a vela (având cheia bolții peste nivelul cosoroabelor), numai fermele principale posedă coardă. (c) Corzile totdeauna sunt elemente întinse.

(2) căpriorii – aparținând fermelor de șarpante cu caracter baroc, dispun de următoarele caracteristici specifice: (a) se leagă de coardă la un unghi de 35° - $59,7^{\circ}$ (de fapt prezentarea înclinației în rapoarte (de obicei între $2/3$ la $2/1$) decât în unghiuri ar fi mai recomandată), mai puțin în cazul șarpantei baroce de tip mansardă, când unghiul dintre căpriorul inferior și coardă este de 60° - 75° ; (b) la încărcări verticale: scurta-reza moazelor și a traverselor solicitate la compresiune, la cele din vânt sau seism: rigiditatea la încovoiere a căpriorului opus, caracterizează elasticitatea reazemelor intermediare; (c) se execută de regulă dintr-o bucată, mai puțin în cazul șarpantei baroce de tip mansardă, când sunt realizați din două bucăți.

(3) arbaletrier – aparținând fermelor principale, mai exact dispozitivelor de tensionare ale șarpantelor cu caracter baroc pot avea rol și în sistemul longitudinal de rigidizare. În majoritatea cazurilor au de secțiuni semnificative și au acest rol dublu structural (spațial). În dispozitivele de tensionare este lipit de căpriori, – sau face parte din pachetul de trei elemente alipite: căprior / elementul rigidizării longitudinale / arbaletrier (cele două elemente ultime putând fi realizate dintr-un singur element "I.", cu secțiune semnificativă – "II." – simbolul din criteriul 5 din tipologie) – iar în sistemele planare longitudinale de rigidizare este secționat de pane și dispus – în panouri mărginite de ferme principale – în diagonale de diverse tipuri – criteriul 6 din tipologie.

(4) antretoaza – aparținând dispozitivelor de tensionare ale șarpantelor cu caracter baroc, de multe ori este alipită de traversă, dar există multe exemple în care ele sunt distanțate. În Germania sunt cunoscute soluții în care au formă de arc de descărcare, fiind realizate din două bare distincte așezate sub un unghi – *Figura 2.5.a. – Antretoază sub formă de arc*. Antretoazele se leagă direct de arbaletrieri. Au atât rol de rigidizare cât și de transmitere a încărcărilor gravitaționale către reazeme (aceasta din urmă în mai mare sau mică măsură, în funcție de sistemul de preluare ale eforturilor din fermele secundare).

(5) colțar – este element de structură portantă aparținând fermelor principale ale șarpantelor cu caracter baroc, cu următoarele caracteristici: (a) este parte componentă a dispozitivului de tensionare baroc; legat de arbaletrier și antretoază la un unghi de 30° / 60° ; (b) pentru încărcările gravitaționale, într-o mică măsură, are rol hotărâtor în rigidizarea transversală a structurii și este solicitat esențial din încărcările de vânt / seismice; (c) solicitarea caracteristică: compresiunea sau întinderea excentrică; (d) îmbinările sunt realizate din crestări, cu cep, solidarizate prin 1-2 cuie de lemn.

(6) bară de agățare – a șarpantei cu caracter baroc de obicei bară dublă de agățare – dar se întâlnește și bară de agățare simplă, în Germania fiind prezentă și bara de agățare specială din lemn de esență tare. *Figura 2.5.b. – Bară de agățare din lemn de esență tare*. Este dispusă întotdeauna în axa de simetrie a fermelor principale formând dispozitivul de agățare ale șarpantelor cu caracter baroc, realizând legătura dintre punctul de intersecție a căpriorilor cu coarda sub formă de bară continuă (criteriul 3 de clasificare). Eficacitatea suspendării este legată de rigiditatea la încovoiere a corzii, fiind posibilă chiar solicitarea la compresiune excentrică în bara de agățare, inclusiv la acțiunile gravitaționale.

(8+13) Traversa – este element de structură portantă aparținând sistemelor planare transversale ale subansamblurilor de șarpante istorice inclusiv cu caracter baroc, fiind elementul portant caracteristic șarpantelor istorice continentale (la un consum relativ mare de material lemnos). Rigiditatea reazemului asigurată de

traverse (care lucrează la efort axial de compresiune când echilibrează căpriorii) la acțiuni gravitaționale – mai cu seama în ferme secundare – este net superioară celei dată de pane, care prin încovoiere transmit aceste acțiuni pentru echilibrare către dispozitivul de tensionare), cu următoarele caracteristici: (a) se dispune orizontal; (b) încărcările provin din greutatea proprie (într-o măsură mică) și din acțiuni concentrate date de elemente portante adiacente (căpriori, arbaletrieri, colțari, tălpi longitudinale, bare de agățare); (c) se comportă ca o grindă simplu rezemată sau continuă pe reazeme elastice, reazemele marginale fiind căpriorii, iar cele intermediare barele de agățare, sau arbaletrierii, eventual colțarii. (d) Solicitarea caracteristică este compresiunea excentrică, rar apare întinderea (din acțiunea vântului sau a seismelor); (e) îmbinările sunt teșite sau cu cep, solidarizate prin cuie de lemn. În ferma principală barocă dublează antretoaza.

(9+14) grinzișoară – este element de structură portantă aparținând fermelor secundare ale subansamblurilor de șarpante cu caracter **baroc** sau eclectic, cu următoarele caracteristici: (a) este dispusă orizontal; (b) încărcările provin din greutatea proprie (în mică măsură), respectiv din eventualele acțiuni concentrate ale elementelor portante adiacente (căpriori, aruncători, longeroane); (c) se comportă ca o grindă simplu rezemată cu reazeme elastice; (d) solicitarea caracteristică: întinderea excentrică, foarte rar apare compresiunea (din acțiunea vântului sau a seismelor); (e) îmbinările cu cep solidarizate prin cuie de lemn influențează rigiditatea reazemelor. Pot fi așezate și la nivele superioare unde sunt preponderent solicitate la compresiune excentrică, contrar celor de la nivelul inferior (al corzilor) unde sunt solicitate preponderent la întindere excentrică. De multe ori, ca o greșeală generală de concepție, din îmbinările cepuite lipsesc cuiele de lemn, astfel ca o degradare des întâlnită se sesizează desprinderea, deplasarea grinzișoarei față de longeron.¹⁹

2.4.2. Elementele sistemelor planare longitudinale:

(18+21+25) Pane (tălpi longitudinale) cele pentagonale sunt caracteristice cu exclusivitate șarpantelor cu caracter baroc – sunt elemente de structură portantă având rigiditate la încovoiere, cu rolul de a prelua și transmite solicitările de la căpriorii fermelor secundare către cele principale. În șarpantele cu caracter baroc, eficacitatea lor depinde de rezolvarea fermelor secundare. Cele fără corzi și / sau traverse, încarcă paneele într-o mare măsură, iar cele cu corzi (sau gînzișoare) și / sau traverse proprii în mai mică măsură. Sunt incluse în sistemele planare longitudinale, având și rolul de rigidizare pe direcția longitudinală. Caracteristica exclusivă a șarpantelor cu caracter baroc sunt paneele de streășină și intermediare cu secțiune pentagonală. Cele intermediare, în cazul unor șarpante mai puțin pretențioase pot fi și cu secțiune dreptunghiulară, dar acestea sunt rare, mai ales la paneele intermediare, și reprezintă un nivel de “profesionalism” mai scăzut, caracter provincial (clasificarea actualizată 2008 nu conține acest criteriu).

Diagonalele sistemului de rigidizare tipic baroc așezate în planul căpriorilor, au forme diverse – criteriul 6 din tipologie. *Figura 2.5.c. – Sistem de diagonale duble XX – Germania.*



Figura 2.5.a. – Antretoază sub formă de arc – Biserica lezuiților din Bamberg, Germania



Figura 2.5.b. – Bară de agățare din lemn de esență tare – Biserica Sf Michael, Bamberg, Germania



Figura 2.5.c. – Sistem de diagonale duble XX – Biserica Sf Michael, Bamberg, Germania

Încărcările de la șarpantă spre zidurile portante se transmit prin intermediul **cosoroabei (17)** – care este element de structură portantă, dispus constructiv, cu rol de centură, majorând rezistențele zidăriei adiacente la întindere sau la forfecare. Se poate realiza din una, două sau chiar trei bare paralele dispuse pe coronamentul zidăriei portante. La șarpantele baroce se găsesc două cosoroabe, alipite sau distanțate, una dispusă sub punctul de rezemare al arbaletrierilor, iar cealaltă sub punctul de rezemare al căpriorilor.

3. CLASIFICAREA ȘARPANTELOR AVÂND CARACTER BAROC – TIPOLOGIA ȘARPANTELOR – FAZA DE LUCRU 2008

Încadrarea în tipuri se realizează după 6 criterii grupate în trei seturi de coduri, după cum urmează:

Primul set de coduri, înglobând primele trei criterii, se referă la probleme de conformare generală, determinante ale fermelor principale:

1. – funcție de continuitatea / planul căpriorilor - se determină cele două tipuri de bază: **(A)** căpriori continui, **(B)** acoperiș tip mansardă;

2. – funcție de numărul și dispunerea dispozitivelor de tensionare tipic baroce:

(1) pe un singur nivel necombinat cu alte dispozitive de rigidizare – în general la deschideri mici, sub 10,00m;

(2) dispozitivul de tensionare baroc pe un nivel (pe teritoriul studiat în general pe nivelul inferior) combinat cu alte soluții de rigidizare la nivelele superioare;

(3) dispozitive de tensionare cu caracter baroc așezate pe două nivele suprapuse,²⁰ combinate sau nu cu alte sisteme la nivelele superioare;

2*. – include cazuri speciale cu sisteme suplimentare de rigidizare la nivelul dispozitivului baroc de tensionare – pentru deschideri foarte mari, sau pentru funcțiuni de depozitare în spațiul podului;

3. – funcție de bara de agățare: **(1)** fără bară de agățare, **(2)** cu bară de agățare (centrală), realizate dintr-o secțiune simplă **(s)**, sau dintr-o secțiune compusă **(c)**.

4. Următorul criteriu identifică sistemul de transmitere a eforturilor orizontale din fermele secundare spre fermele principale – prezentând un criteriu de sine-stătător. Se deosebesc trei variante esențiale de transmitere: **(a)** coardă în fermele secundare, **(b)** sistem de grinzișoare și longeron, respectiv **(c)** sistemul cu papuci de pane (căpriori) și pane pentagonale inferioare. În paranteze se identifică numărul fermelor secundare așezate între două ferme principale. În cazul în care există două tipuri de ferme secundare între două ferme principale (Figurile 2.1.), cele două tipuri se despart cu “/”, iar în paranteză numărul total este urmat de identificarea ordinii celor două tipuri de ferme principale.

Ultimul set de criterii se referă la sistemul longitudinal de rigidizare:

5. – funcție de raportul dintre secțiunea arbaletrierului și a montantului din sistemul longitudinal de rigidizare: cele două funcțiuni sunt îndeplinite de un singur element de secțiune considerabilă **(I)**, sau de două elemente cu secțiuni reduse suprapuse **(II)**;

6. – modalitatea de concepere a sistemului longitudinal de rigidizare se identifică prin simbolul formei: **(Λ)** (variantea cea mai obișnuită pe teritoriul studiat); **(/)** variantă des întâlnită în șarpante de calitate meșteșugărească mai modestă; **(Y)**, respectiv variante mai rare **(X)**, **(XX)**; simbolul este urmat în paranteze de numărul nivelelor la care aceste sisteme sunt dispuse.

Desigur există informații privind existența altor criterii neincluse (încă) în prezenta tipologie (de exemplu poziția traversei față de antretoază, care pot fi alipite sau nu). Chiar mai mult, în Germania există și antretoaze frânte, respectiv bare de agățare din lemn de esență tare, dar aceste tipuri nu s-au inclus în tipologia prezentată.

Pe baza celor prezentate putem codifica tipologia oricărei șarpante. De exemplu șarpanta tipică cu caracter baroc după care s-au identificat denumirile elementelor și subansamblurilor face parte din subgrupa: “A” căprior continuu (fără ruptură / frântură), “A.1.” ferma principală dotată pe lângă sistemul de tensionare baroc dispus pe un singur nivel doar cu bară de agățare: “A.1.2(c).” care la rândul lui este realizat din două bare, pe o parte și alta a corzii; fermele secundare nu dispun de corzi proprii, sistemul de preluare a forțelor orizontale este cel cu grinzișoare și longeroane “A1.2(c).-b(3)”, între două ferme principale sunt dispuse câte trei ferme secundare; arbaletrierul și montantul sistemului longitudinal de rigidizare sunt realizați dintr-un singur element “A.1.2(c).-b(3)-I.”; sistemul longitudinal așezat la un nivel este realizat cu diagonale ascendente și descendente: “A.1.2(c).-b(3)-I.Λ(1)”.

1						FUNCTIE DE CONTINUITATEA / PLANUL CĂPRIORILOR					
A			Căpriori continui drepti			B			Căpriori întreruși / plan frânt (mansardă)		
2						FUNCTIE DE NUMĂRUL ȘI TIPUL SISTEMULUI DE TENSIONARE CU CARACTER BAROC					
Sistem de tensionare cu caracter baroc pe un nivel		Sistem de tensionare cu caracter baroc pe un nivel combinat cu sistem de rigizi zare diferit pe alte nivele		Sistem de tensionare cu caracter baroc pe două sau pe mai multe nivele cu un sistem de rigidizare diferit pe alte nivele		Sistem de tensionare cu caracter baroc pe un nivel		Sistem de tensionare cu caracter baroc pe un nivel combinat cu sistem de rigidizare diferit pe alte nivele		Sistem de tensionare cu caracter baroc pe două sau pe mai multe nivele cu un sistem de rigidizare diferit pe alte nivele	
A.1		A.2		A.3		(B.2)		B.2		B.3	
						Există teoretic, dar cele aproximativ 50 de șarpante studiate nu cuprind această formă					
2*						CU SISTEM SUPLEMENTAR DE RIGIDIZARE / PRINDERE					
Sistem de tensionare cu caracter baroc pe un nivel		Sistem de tensionare cu caracter baroc pe un nivel combinat cu sistem de rigidizare diferit pe alte nivele		Sistem de tensionare cu caracter baroc pe două sau pe mai multe nivele cu un sistem de rigidizare diferit pe alte nivele		Sistem de tensionare cu caracter baroc pe un nivel		Sistem de tensionare cu caracter baroc pe un nivel combinat cu sistem de rigidizare diferit pe alte nivele		Sistem de tensionare cu caracter baroc pe două sau pe mai multe nivele cu un sistem de rigidizare diferit pe alte nivele	
(A.1*)		A.2*		(A.3*)		(B.1*)		B.2*		B.3*	
Există teoretic, dar cele aproximativ 50 de șarpante studiate nu cuprind această formă				Există teoretic, dar cele aproximativ 50 de șarpante studiate nu cuprind această formă		Există teoretic, dar cele aproximativ 50 de șarpante studiate nu cuprind această formă					
3						FUNCTIE DE BARA DE AGĂȚARE					
Fără bară de agățare			Cu bară de agățare			Fără bară de agățare			Cu bară de agățare		
A. x. 1.			A. x. 2.(s/c)			B. x. 1.			B. x. 2.(s/c)		
$x = 1 \div 3^{(*)}$			$x = 1 \div 3^{(*)}$; s - simplu; c - compus			$x = 1 \div 3^{(*)}$			$x = 1 \div 3^{(*)}$; s - simplu; c - compus		
4						FUNCTIE DE SISTEMUL DE PRELUARE A FORTELOR ORIZONTALE DIN FERMA SECUNDARĂ LA FERMA PRINCIPALĂ					
Coardă continuă în ferme secundare		Cu sistem grinzi șoare - longeroane		Cu papuci de pană de streășină							
A / B. x. y. - a (2 ÷ 5)		A / B. x. y. - b (2 ÷ 5)		A / B. x. y. - c (2 ÷ 5)							
$x = 1 \div 3^{(*)}$ $y = 1 \div 2(s/c)$; s - simplu; c - compus		$x = 1 \div 3^{(*)}$ $y = 1 \div 2(s/c)$; s - simplu; c - compus		$x = 1 \div 3^{(*)}$ $y = 1 \div 2(s/c)$; s - simplu; c - compus							
5						FUNCTIE DE ARBALETIERUL ȘI MONTANTUL SISTEMULUI LONGITUDINAL DE RIGIDIZARE					
A / B. x. y. - a/b/c - I.			A / B. x. y. - a/b/c - II.								
Arbaletierul și elementul rigidizării longitudinale sunt realizate dintr-o singură bară cu secțiune mare			Arbaletierul și elementul rigidizării longitudinale sunt elemente distincte cu secțiuni reduse								
6						FUNCTIE DE CONFIGURAȚIA SISTEMULUI LONGITUDINAL DE RIGIDIZARE					
A / B. x. y. - a/b/c-I. / II. \wedge (1/2)		A / B. x. y. - a/b/c-I. / II. \vee (1/2)		A / B. x. y. - a/b/c-I. / II. Υ (1/2)		A / B. x. y. - a/b/c-I. / II. \times (1/2)		A / B. x. y. - a/b/c-I. / II. \times (1/2)		A / B. x. y. - a/b/c-I. / II. \times (1/2)	
1 - pe un nivel 2 - pe două nivele		1 - pe un nivel 2 - pe două nivele		1 - pe un nivel 2 - pe două nivele		1 - pe un nivel 2 - pe două nivele		1 - pe un nivel 2 - pe două nivele		1 - pe un nivel 2 - pe două nivele	

Figura 3. – Tipologia șarpantelor cu caracter baroc din Transilvania – faza de lucru 2008

4. IMPORTANȚA ȘI VALORILE ÎNGLOBATE ÎN ȘARPANTE CU CARACTER BAROC

4.1. VALORILE ISTORICE – FUNCȚIA DE TIMP, RĂSPÂNDIREA GEOGRAFICĂ

Valorile istorice înglobate într-o structură istorică portantă, deci implicit în șarpante istorice (cu caracter baroc) prin materialul pus în operă, prin concepția structurală, prin tehnologia de execuție – pentru cursanții prezentului curs de specializare sunt o evidență. Aș dori să subliniez doar câteva puncte referitoare la șarpantele cu caracter baroc.

4.1.1. Funcția de timp:

În epoca barocă, construirea deja a devenit o activitate planificată, condusă în general de un maestru-arhitect, utilizându-se planșe: planuri, secțiuni, chiar planșe tehnologice. În Franța, în anul 1671 a fost fondată Academia Regală de Arhitectură, care a asigurat canonizarea limbajului arhitectural, tipizarea soluțiilor funcționale, estetice și tehnice. S-au înmulțit publicațiile și tratatele de teoria arhitecturii și soluții tehnice.²¹

Programele arhitecturale s-au diversificat atât în cazul clădirilor eclesiastice, cât și în cazul celor laice. Creșterea exigențelor în domeniul construcțiilor a dus la nașterea unor soluții structurale noi aproape la fiecare tip de subsansamblu structural:

- (i) pentru realizarea unor fațade clare “clasice”, contraforții, elementele structurale cheie ale structurilor gotice, dispar, împingerile laterale sunt preluate de pereți, pilaștri interiori, de multe ori mascați prin șirul interior de capele.
- (ii) soluții noi de boltire: calota boemă (originară pe teritoriul Cehiei de azi – Boemia). Această structură, conform literaturii de specialitate din epocă, nu utiliza cofraj-romanat la execuție, performanță neatinsă în România nici azi.
- (iii) șarpanta cu caracter baroc – se realizează după o concepție structurală unitară (în Europa continentală) – rezolvă posibilitatea coborârii cotei reazemului șarpantei sub cheia bolții, cerință a volumetriei baroce, prin diverse sisteme de preluare a împingerilor laterale concomitent cu suprimarea corzii din fermele secundare.

4.1.2. Funcția de spațiu: se definește doar pe teritoriul Europei. Pe teritoriile de coastă – caracterizate printr-un climat diferit (lipsa zăpezilor care nu sunt abundente și se topesc rapid, încărcare mare din vânt), s-au dezvoltat alte tipuri de șarpante decât cele continentale: șarpante de coastă. Acest tip de șarpante se subdivizează în alte două tipuri: **mediteraniene** (Italia, Grecia) – sisteme simple de șarpante (grinzi înclinate continue) pe pane, respectiv cele **anglo-saxone**. Tipurile de bază de șarpante anglo-saxone sunt: “King-post” – o bară de agățare centrală; “Queen-post” – o bară de agățare centrală cu două elemente de rezemare înclinate, aprox. perpendiculare pe căpriori; “Crown-post” – două bare de agățare; “Cruck roof” – cu structură din lemn natural curbat etc.²²

Dintre șarpantele istorice continentale cea barocă este singura care adoptă sistemul eficient de rigidizare longitudinală, amplasat în planul căpriorilor, soluție de altfel generală la șarpantele anglo-saxone din evul mediu. Se formulează o temă de cercetare pentru comunitatea profesională internațională: a fost șarpanta istorică cu caracter baroc “proiectată / inventată” de către un maestru dulgher / arhitect – care a cunoscut șarpantele anglo-saxone, sau este rezultatul dezvoltării empirice?

Șarpantele continentale se regăsesc din Austria până în Suedia, din Belgia până (probabil) în St. Petersburg. Limita estică în Europa Centrală și de Est este linia Carpaților Orientali și de Sud. În afara acestei zone se folosește sistemul bizantin de construire.

Pătrunderea soluțiilor tehnologice baroce a fost posibilă datorită relațiilor politico-economice dintre diferitele zone ale Europei, precum și datorită practicii de acumulare a cunoștințelor de către ucenicii călători.

Barocul ungar și cel din Transilvania se dezvoltă sub influențele barocului austriac, care la rândul lui este sinteza barocului italian și francez, în strânsă legătură cu barocul bavarez-german.

Delimitarea exactă a zonei geografice unde sunt construite șarpante cu caracter baroc, precum și identificarea exactă a perioadei și locului unde acestea au fost construite prima dată s-au dovedit probleme la care răspunsuri exhaustive / științifice ar necesita chiar un set de teze de doctorat și programe de cercetare internaționale și interdisciplinare ample prin corelarea cu: – istorici; – istorici de artă / arhitectură / tehnică; – arhitecți, din toate țările Europei.

Pe teritoriul Transilvaniei șarpantele istorice cu caracter baroc au apărut târziu, mai degrabă în a doua jumătate a secolului al XVIII-lea și prin influența maștrilor austrieci, și persistă ca soluție generalizată chiar până în cea de a doua jumătate a secolului al XIX-lea.

4.2. DURABILITATEA ȘARPANTELOR AVÂND CARACTER BAROC

Există sute, sau chiar peste o mie de șarpante cu caracter baroc pe teritoriul Transilvaniei. Supraviețuirea lor, chiar în condiții extreme – lipsă de întreținere timp de 50-60 de ani – demonstrează durabilitatea acestor tipuri de șarpante (multe peste 200-220, chiar și 250 de ani vechime), înglobând material lemnos net superior lemnului din comerțul actual, îmbinări de asemenea la nivel de calitate excepțională, greu de realizat în zilele noastre, chiar cu tehnologii și unelte moderne.

În cazul șarpantei cu caracter baroc a Colegiului “Bethlen Gábor” din Aiud – Internatul de băieți – șarpanta a supraviețuit și a funcționat în condiții de siguranță satisfăcătoare în ciuda faptului că peste 50% din fermele șarpantei au avut cel puțin un nod vital (coardă-căprior, de exemplu) degradat sau nefuncțional!!!! Și astfel ajungem la cealaltă caracteristică de bază a șarpantelor istorice cu caracter baroc:

4.3. SIGURANȚA ȘARPANTELOR AVÂND CARACTER BAROC

Siguranța în exploatare a șarpantelor istorice în general, și a celor având caracter baroc, în special (deci vârstă de peste minim 150-200 de ani) se autodemonstrează prin simpla lor existență, chiar și în condiții extreme, cu un procent ridicat de noduri nefuncționale sau elemente inexistente respectiv biologic degradate, cu rezistențe scăzute.

Desigur o astfel de argumentare, deși se bazează pe date statistice, nu este una științifică.

Tematica este pe deplin tratată în prelegerea citată și în capitolele precedente: **“Siguranța șarpantelor istorice cu caracter baroc”**.

Lucrarea particularizează calculele pentru structura tipică prezentată, în vederea formulării unor concluzii în privința siguranței șarpantelor istorice cu caracter baroc.

Structurile istorice în general, și șarpantele istorice în special, prezintă o posibilitate perfectă pentru testarea coerenței legislației tehnice, dezvoltată pentru calculul și dimensionarea structurilor noi.

O șarpantă istorică existentă și aparent fără nici o problemă structurală (deformații exagerate, elemente fisurate din cedare etc.) trebuie să reziste și prin calcul. Dacă nu se întâmplă astfel, înseamnă că modelul de calcul este incorect sau datele primare derivate din legislația tehnică nu sunt corespunzătoare.

Neînțelegerea / nerespectarea valorilor șarpantelor ne amenință cu soluții de “consolidare” – pentru a le face corespunzătoare din punctele de vedere a cerințelor de siguranță și stabilitate conform normativelor în vigoare – lucru care conduce la scindarea, mutilarea (irreversibilă) sau chiar demolarea lor.

5. PROPUNERE DE GHID DE CERCETARE, PROIECTARE ȘI INTERVENȚII ASUPRA ȘARPANTELOR ISTORICE CU CARACTER BAROC – FAZĂ DE LUCRU IUNIE 2009

5.1. ROLUL PROPRIETARILOR ÎN REABILITAREA ȘI ÎNTREȚINEREA ȘARPANTELOR CU CARACTER BAROC

În primul rând ar fi de dorit să existe o cultură generală prin care orice “cetățean de rând” să fie capabil să identifice valoarea / stilul imobilului pe care îl posedă.

Dar până când se ajunge într-un stat de vis (similar Marii Britanii și din acest punct de vedere) să se prezinte o conduită cetățenească corespunzătoare:

- să întrețină și să curețe podul (să nu-l folosească drept depozit de deșeuri) și orice altă parte a imobilului;
- să înlocuiască țiglele sparte, asigurând etanșeitatea învelitorii; să acorde interes stării jgheburilor și burlanelor;
- în cazul în care are în vedere orice intervenție să apeleze la specialist și să urmeze litera legii, deci să autorizeze lucrările dorite.

5.2 PROPUNEREA CADRULUI CONȚINUT PENTRU: CERCETARE / PROIECTARE / EXECUȚIE

Numărul șarpantelor cu caracter baroc care se află în stare de degradare avansată este mare – deși nu sunt inventare pentru aprecierea numărului exact. În paralel, piața imobiliară și de investiții din România ajunge la valorificarea spațiilor mansardabile din centrele orașelor istorice.

Deși cadrul legislativ prevede că orice activitate de cercetare (expertiză), proiectare și execuție pe clădirile monument istoric (sau cele din zone de protecție) pot fi realizate doar de specialiști atestați MCC, criza acută de astfel de specialiști determină situații în care ingineri cu pregătire de bază, aplicând normativele

elaborate pentru clădiri noi *ad literam* și pe structurile istorice portante, elaborează soluții tehnice care de multe ori conduc la distrugerea caracterului șarpantei prin supra-consolidare ireversibilă, generând astfel pierderea valorii istorice.

O altă extremă o reprezintă lipsa fazei de cercetare-proiectare, și în care niște meseriași (specializați pe câmpurile de căpșuni din Spania) execută "reparații" *ad hoc*. (Figura 5.1.)



Figura 5.1. – Intervenții neprofesionale pe șarpanta cu caracter baroc a bisericii unitariene din satul Bădeni, județul Cluj.



Figura 5.2. a-b-c – Intervenții minimale, înlocuirea porțiunilor de elemente biologic degradate – Colegiul Bethlen, ACTT 2000; (FTT+IHBC).

Astfel autorul, ca parte integrantă a tezei de doctorat / pe exemplul șarpantei bisericii reformate din strada Kogălniceanu, elaborează faza draft a *Ghidului de cercetare / proiectare / execuție a reabilitării șarpantelor cu caracter baroc*.

Conținutul cadru propus (și deschis pentru dezbatere) este următorul:

- (1) Introducere – Definierea noțiunilor de bază: 1.1. Clădiri / structuri / șarpante istorice; 1.2. Activitatea de intervenții asupra patrimoniului construit: cercetare / proiectare – conservare / reabilitare / consolidare / execuție; 1.3. Șarpanta istorică cu caracter baroc; 1.4. Sinteza legislației și prescripțiilor aferente abordării șarpantelor istorice;
- (2) Tipologia și terminologia șarpantelor istorice cu caracter baroc;
- (3) Releveul șarpantelor istorice cu caracter baroc; 3.1. Releveul tradițional; 3.2. Releveul îmbinărilor și detaliilor; 3.3. Relevee moderne, relevarea formei deformate; 3.4. Releveul degradărilor (biologice + mecanice);
- (4) Modelarea pe calculator; 4.1. Criteriile de alegere a metodei / complexității modelării; 4.2. Modele mecanice 2D ale subsansamblurilor: fermă secundară, fermă principală, sistem longitudinal de rigidizare; 4.3. Modele mecanice 3D pe tronson limitat respectiv 4.4. pe structura integrală; 4.5. Încărcări și combinații; 4.6. Interpretarea rezultatelor;
- (5) Verificarea structurii și a elementelor; 5.1. Verificarea elementelor în starea limită de rezistență; 5.2. Verificarea în starea limită a funcționării normale; 5.3. Interpretarea rezultatelor; 5.4. Recomandările expertizei privind intervențiile asupra șarpantei;
- (6) Proiectul de intervenții; 6.1. Conservarea șarpantei; 6.2. Reabilitarea șarpantei; 6.3. Soluții dulgherești tip; 6.4. Consolidarea șarpantei; 6.5. Detalii ingineresti recomandate; 6.6. Proiecte de reconstrucție;
- (7) Tehnologii de execuție și urmărirea în timp a intervențiilor.

Starea tehnică a șarpantelor cu caracter baroc – nu în ultimul rând datorită lipsei de interes și de întreținere caracteristice epocii socialiste – în multe cazuri nu este satisfăcătoare. Astfel inginerul structurist se confruntă cu încercarea de înțelegere deplină a comportamentului mecanic al unor astfel de subsansambluri structurale istorice, redescoperind atât concepția lor structurală, cât și tehnologia lor de execuție și detaliile de îmbinare, în vederea reabilitării și protejării lor eficiente, asigurând durabilitatea și siguranța acestor structuri.

Legea, teoretic, vine în ajutorul clădirilor istorice, dar eu, deși sunt atestat al Ministerului Culturii, atât în proiectarea și verificarea de proiecte, cât și în execuția de reabilitare de structuri istorice portante, consider că diploma de atestat nu este o garanție.

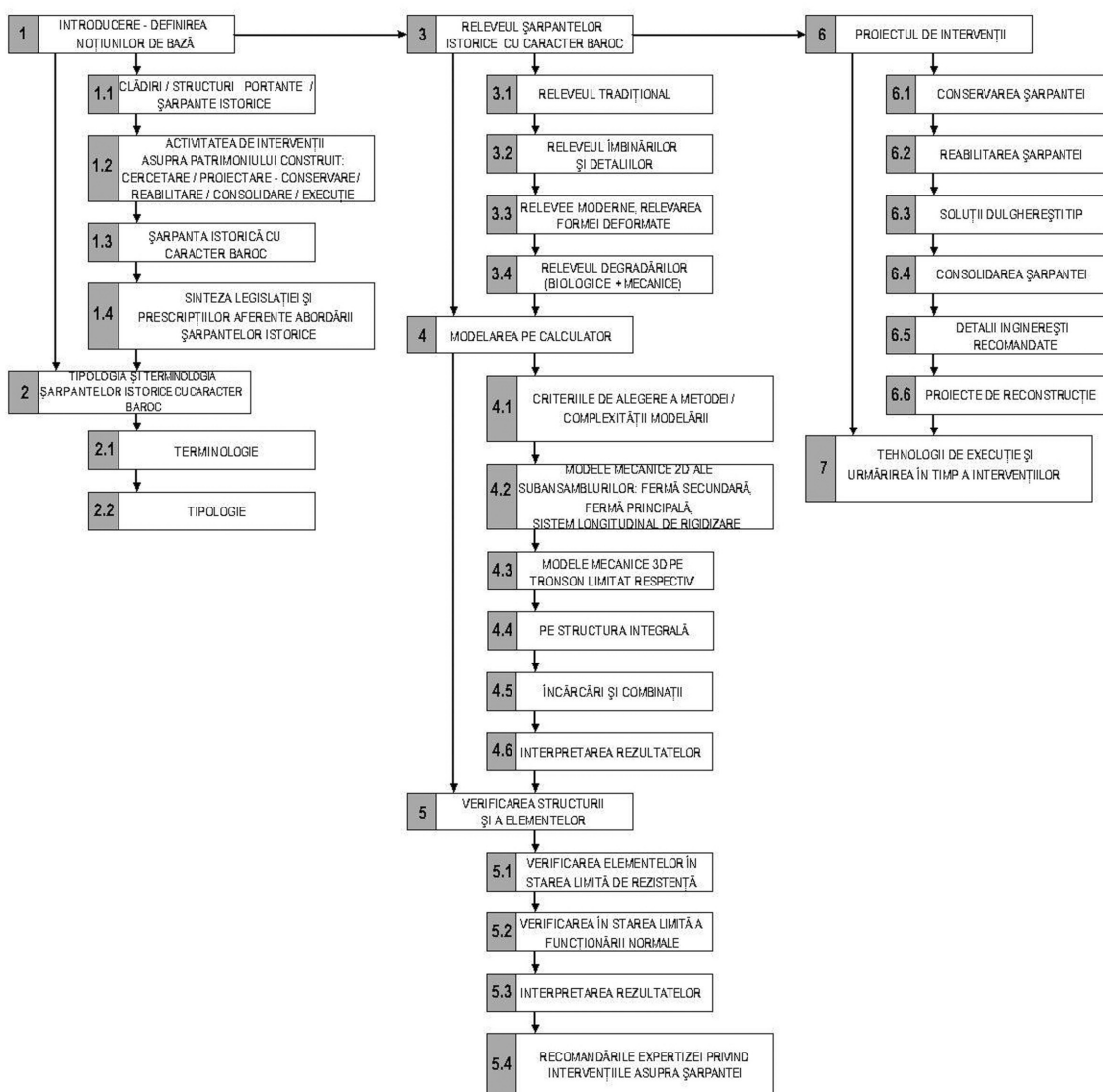
Există experți – care parcurgând o șarpantă cu caracter baroc, observând fisuri longitudinale de uscare în elementele șarpantei, afirmă că șarpanta este în stare de precolaps, și prescrie “consolidarea” elementelor prin etrieri.

Șarpanta în discuție desigur nu necesită intervenții de consolidare, nu sunt deplasări majore, nu sunt noduri suprasolicitate, doar local există porțiuni de elemente biologic degradate.

Riscul distrugerii șarpantelor (clădirilor) istorice crește, prin creșterea forței economice în domeniul imobiliar. Boom-ul în ramura construcțiilor noi a și ajuns la sfârșit, mult mai devreme decât ne-am așteptat chiar 1-2 ani în urmă.

Colegi – fără nici o experiență sau măcar pregătire – se re-orientează spre domeniul reabilitărilor deoarece aici a mai rămas mult de realizat, și investițiile de stat încă nu s-au oprit, iar fonduri europene se orientează spre acest segment.

STRUCTURA PROPUȘĂ A GHIDULUI DE CERCETARE ȘI PROIECTARE A REABILITĂRII ȘARPANTELOR ISTORICE CU CARACTER BAROC



Este datoria noastră să ne organizăm și să ne apărăm interesele, implicit interesele clădirilor istorice. (Figurile 5.4-a-b-c):

- arhitectul care lucrează pe o clădire incluzând o șarpantă cu caracter baroc, trebuie să analizeze (desigur prin consultarea inginerului specializat) eventuala posibilitate de mansardare în relație cu degradarea sau menținerea valorilor istorice înglobate în șarpantă, respectiv din perspectiva asigurării durabilității intervențiilor în cazul în care s-ar opta pentru nerecomandarea mansardării.

- Atât arhitectul cât și inginerul trebuie să respecte valorile înglobate în structură – și să aleagă soluțiile ținând seama de realitățile structurii;
- Inginerul împreună cu expertul trebuie să ia decizii responsabile, nu doar respectarea cu orice preț a prescripțiilor, de altfel realizate pentru clădiri noi!!!! În Belgia de exemplu, fiecare Euro-cod adaptat conține fraza: NU SE FOLOSESC pentru CLĂDIRILE ISTORICE!!!!
- Precum un inginer responsabil specializat de exemplu în elemente precomprimate sau prefabricate de beton armat nu se aventurează în domeniul structurilor metalice (sau dacă da atunci își alocă timpul necesar pentru pregătire) așa nici clădirile și structurile istorice nu sunt terenuri de joacă!!! Să se aventureze numai cel dedicat problemelor specifice, care nu se repetă și care mereu necesită energie dublă față de o structură nou creată – mai întâi se cunoaște și se înțelege structura și doar după aceea urmează proiectarea reabilitării / consolidării.

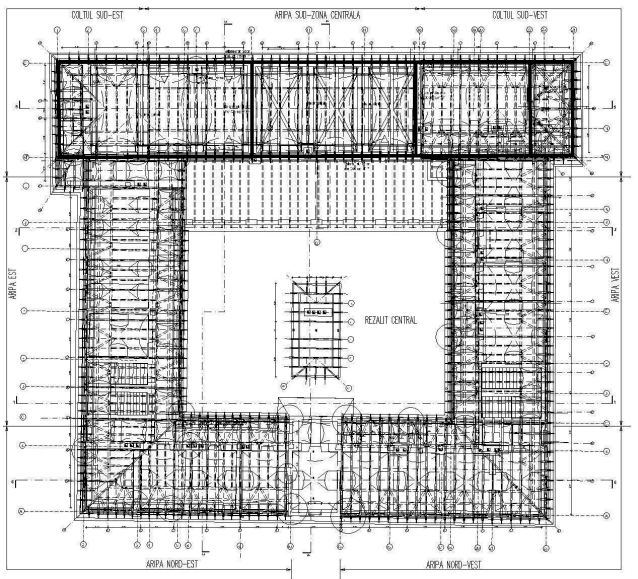


Figura 5.4.a. – Plan sinteză intervenții structurale – șarpanta Colegiului Reformat, Cluj-N.

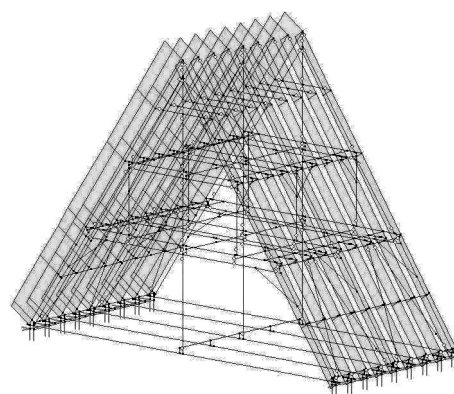


Figura 5.4.b. – Model static – deformată fermei principale sub acțiunea vântului a șarpantei bisericii reformate de pe strada Kogălniceanu, Cluj-N.

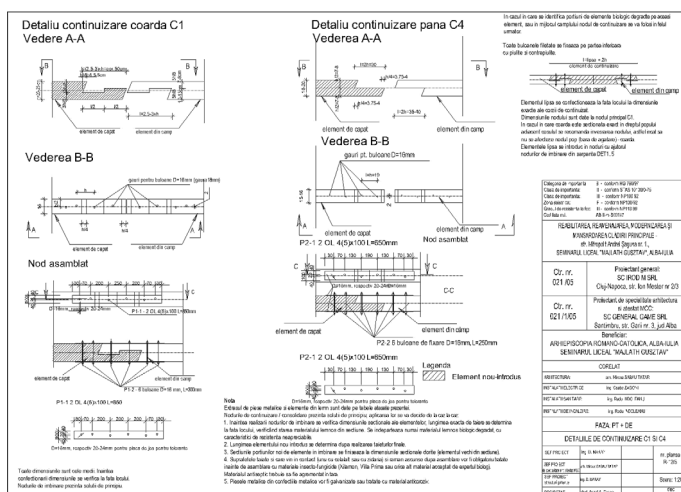


Figura 5.4.c. – Detalii de tip dulgherești de continuare

5.3. EXECUTANȚI – ȘEFI DE PUNCT DE LUCRU, MAÎȘTRI, DULGHERI CU SPECIALIZARE ÎN REABILITAREA MONUMENTELOR ISTORICE

Numărul specialiștilor pregătiți și/sau atestați, în această ramură este și mai redus. Iar conduita profesională a celor ce dețin atestări nu este mereu cea profesională. Există mulți care semnează ca specialist consultant în execuție, pentru lucrări unde nici nu au vizitat șantierul.

lar șantierele sunt pline de ingineri, șefi de punct de lucru și maiștri care nu sunt capabili să observe diferența dintre o fermă principală eclectică și una cu caracter baroc. Susținând că din ferma barocă lipsesc "popii" (nu barele de agățare!) și propun să îi introducă.

Specializarea este singura cale, dar piața are reguli prea severe. În anii 2000-2002 la cursurile de specializare ACTT 2000 – Aiud, și BHCT 2001/2002 – Bonțida, încă au fost trimiși mulți muncitori / maiștri pentru specializare, mulți dintre ei ulterior au plecat de la firmele angajatoare, firmele mari între timp au obținut atestatul MCC, și nu mai vor să investească în specializare (sau rezolvă acest aspect în cadrul firmei lor, la un nivel de calitate diferit de la caz la caz). Firmele medii și mici nu își pot permite investiția în resursele umane.

Totuși trebuie recunoscute și semnele bune. Aș dori să prezint exemplul unei echipe din Târgu-Mureș, condusă de un maistru (specializat în cadrul cursului BHCT 2002), care la nivel de subantreprenor este antrenat în executarea lucrărilor de specialitate, pe care de multe ori antreprenorul general nu le stăpânește: – înlocuiri locale de elemente biologic degradate de lemn din șarpante; realizarea unor structuri noi, cu noduri dulgherești de mare precizie, rețeseri de fisuri pe ziduri și bolți. (Figurile 5.5.a-c) Începând de anul 2004 – de multe ori am colaborat, inclusiv prin antreprenor general, cu echipe specializate și cu angajații antreprenorului general pentru executarea unor lucrări de specialitate.

Aceeași conduită este de dorit și în cazul execuției, ca și în cazul proiectării în acest domeniu: muncă dublă / migăloasă, condiții extreme, un set de lucrări suplimentare: sprijiniri, asigurarea învelitorilor temporare, etc. Trebuie evidențiată economicitatea în păstrarea șarpantelor cu caracter baroc urmând principiul intervențiilor minimale: este mai ieftină înlocuirea unei porțiuni de 1,5-2,00m dintr-un căprior de 16m lungime, realizând 2 noduri, decât înlocuirea integrală a căpriorului realizând minim 3, dar de multe ori 4 sau 5 noduri de îmbinare.

Astfel este extrem de important să se organizeze cursuri, ghiduri, materiale informative – ca informațiile acumulate prin activitățile științifice să pătrundă pe arii cât mai largi ale pieței de reabilitări.



Figura 5.5.a. – Rețesere de boltă, realizată de maiștri specializați angajați de antreprenorul general – Tileagd, Școala cu clasele I-VIII;

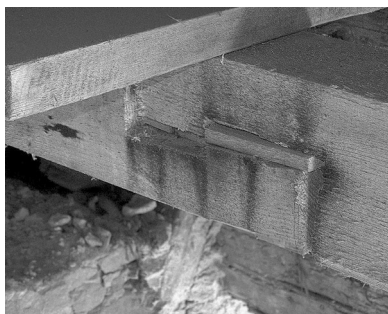


Figura 5.5.b. – Detaliu de continuizarea greșit executat fără respectarea proiectului;

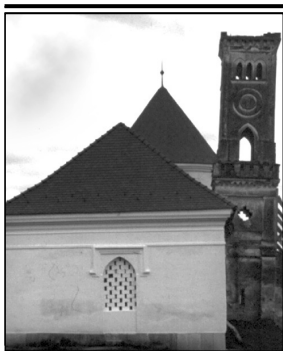


Figura 5.5.c. – Același detaliu de continuizarea executat corect, la nivel de calitate ridicat cu respectarea proiectului;

În domeniul protecției și reabilitării patrimoniului construit – din cea de-a doua jumătate a secolului al XX-lea – atenția specialiștilor s-a axat asupra protejării structurilor portante propriu-zise (istorice și/sau ingineresti), ele constituind parte integrantă a patrimoniului construit, dar și valori de sine-stătătoare raportat la concepția structurală, calitatea și tehnologia execuției în ansamblu și la nivelul detaliilor. Valoarea structurilor portante istorice este considerată comparabilă cu cea materializată prin concepția arhitecturală, grădini istorice sau componente artistice (statui, picturi murale, etc.).²³

NOTE

- 1 Prezentul capitol reia succint elemente din cursul de "Construcții din lemn", ale universităților tehnice, respectiv din cursul de sinteză predat de către prof. dr. ing. SZABÓ Bálint în prelegerea "Șarpante istorice – Valoare istorică concepte, materiale, tehnologii. Terminologie" pentru a constitui o bază celor detaliate în continuare.
- 2 De exemplu: MARUSCIAC, Dumitru, prof. dr.: Construcții moderne din lemn, Editura Tehnică, București, 1997 sau ANDREICA, Horia: Proiectarea elementelor structurale ale construcțiilor din lemn, UTC-N; Facultatea de construcții 1996;
- 3 SZABÓ, Bálint, prof. dr.: Dicționar ilustrat de structuri portante istorice, Editura Utilitas, Cluj-N., 2005;
- 4 DÉRY, Attila: Történeti anyagtan - régi építőanyagok, összetételeik, technológiájuk, Editura Terc, Budapesta, 2000;
- 5 Șarpantele istorice cu caracter eclectic se tratează în detaliu în programul doctoral, al drd. ing. BAYKA Levente, conducător științific prof. dr. ing. SZABÓ Bálint.
- 6 SZABÓ Bálint, prof. dr.: Dicționar ilustrat de structuri portante istorice, Definiții: Rf3/Rs11; pg 120; Rs50, pg. 172; Editura Utilitas, Cluj-Napoca; 2005;
- 7 SZABÓ, Bálint, prof., dr., KIRIZSÁN Imola: Definierea și clasificarea șarpantelor istorice, pg 49 din Specializarea în Reabilitarea Patrimoniului Construit – Note de Curs, Transylvania Trust 2004; Editura Utilitas; Cluj-N. – aceste tipuri de șarpante sunt numite "șarpante maritime"
- 8 Definițiile nu se redau, au fost pe deplin prezentate de către prof. dr. ing. SZABÓ Bálint – principala caracteristică este cu nu dețin de sistem longitudinal de rigidizare;
- 9 Această grupă de șarpante istorice este tema tezei de doctorat a drd. ing. KIRIZSÁN Imola de asemenea din programul doctoral condus de prof. dr. ing. SZABÓ Bálint – principala caracteristică este că sunt alcătuite din ferme principale și secundare autoportante la încărcări gravitaționale;
- 10 Se prezintă în detaliu în acest curs și prezintă tema de doctorat al autorului similar în cadrul programul doctoral condus de prof. dr. ing. SZABÓ Bálint;
- 11 SZABÓ, Bálint, prof., dr.: Dicționar ilustrat de structuri portante istorice / Illustrated Dictionary of Historic Load-Bearing Structures / Történeti tartószerkezetek illusztrált szótára / Bildwörterbuch historischer Tragwerke, Editura Kriterion, Cluj-N., 2005, pg. 184;
- 12 Ibidem, pg. 184; pg. 186;
- 13 În cazul fiecărei grupe de șarpante: ingineresti, semiingineresti și istorice există concepții structurale spațiale, care fac obiectul altor teze de doctorat, din care se menționează teza a drd. ing. OLOSZ Emese, conduse științific de asemenea de către prof. dr. ing. SZABÓ Bálint.
- 14 SZABÓ Bálint, prof. dr.: Dicționar ilustrat de structuri portante istorice, Definiții: Rf3/Rs11; pg 120; Rs50, pg. 172; Editura Utilitas, Cluj-Napoca; 2005;
- 15 MAKAY, Dorotyya: Șarpante istorice cu caracter baroc din Transilvania, varianta în limba română pre-publicația Conferinței de structuri istorice portante, ediția 2008 Cluj-N., Barokk fedélszerkezetek Erdélyben / Baroque Roofs in Transylvania – variantele în limba maghiară și engleză în revista Transsylvania Nostra anul II nr. 8; Cluj-N.
- 16 Șarpanta bisericii reformate de pe strada Kogălniceanu din Cluj-N. Figurile 2.1 este un exemplu excelent ale acestor tipuri de șarpante cu ferme secundare alternate, în aceeași tip se înscrie șarpanta extraordinară a bisericii romano-catolice Sf Mihail din Cluj-N, cu deschiderea de peste 27m.
- 17 Codurile utilizate în acest capitol – marcate între semnele de citație – sunt cele conform tabelului de clasificare a șarpantelor având caracter baroc – clasificarea este redată în capitolul 3.
- 18 Formulată pornind de la definiția din: SZABÓ, Bálint, prof., dr.: Dicționar ilustrat de structuri portante istorice / Illustrated Dictionary of Historic Load-Bearing Structures / Történeti tartószerkezetek illusztrált szótára / Bildwörterbuch historischer Tragwerke, Editura Kriterion, Cluj-N., 2005,
- 19 Nu s-au redat definiții pentru moaze și longeroane deoarece acestea nu sunt diferite față de cele incluse în dicționarul de bază.
- 20 In Germany there exist roof structures with baroque tensioning system placed on three levels ones above the others, but within the research territory of the author none of these could be found therefore they are not included into the typology, yet.
- 21 Sunt cunoscute tratate parțial reeditate, de ex. Planul tehnologic de realizare a sistemului de boltire și a șarpantei de la Fritz Ignaz Michael Neumann; 1755, Würzburg, Mainfränkisches Museum (Colecția Eckert 129), publicat de Wiefried Hansmann, în Zauber des Barock und Rokoko, Köln, DuMont Buchverlag, 2000;
- 22 Literatura de specialitate a șarpantelor anglo-saxone este vastă, dintre autorii cei mai cunoscuți se amintesc: F.B. ANDREWS; J. HEYMAN; C.A. HEWETT; G. MITCHELL; D:T: YEOMANS etc;
- 23 Atenția specialiștilor în domeniul protecției patrimoniului construit s-a trezit târziu, atât față de construcțiile din lemn în general, cât și față de problematica reabilitării structurilor portante istorice ca parte integrantă a reabilitării patrimoniului arhitectural. Acest interes s-a precipitat (la începutul secolului al XXI-lea) sub forma a două cărți internaționale: Principii pentru protecția și reabilitarea structurilor istorice din lemn – 1999; Carta ICOMOS – Principiile de analiza, conservarea și reabilitarea structurală a patrimoniului arhitectural – 2003.



Hegedüs Csilla

Szakképzés és helyreállítás

A NEMZETKÖZI ÉPÍTETTÖRÖKSÉG- HELYREÁLLÍTÓ SZAKKÉPZŐ KÖZPONT

A bonchidai Bánffy-kastély, Erdély egyik legjelentősebb kastélyegyüttese, a kilencvenes évek végére teljesen romos állapotba került. A Transylvania Trust Alapítvány 1996-ban történt megalakulása óta figyelemmel kísérte a kastély sorsát, és célként tűzte ki ennek megmentését. Mérete, építészeti és történelmi értéke, valamint károsodásának mértéke miatt az épületegyüttes felújítása és használata összetett feladat, amelyet az ezredforduló gazdasági és politikai viszonyai között csak megfelelő hosszú távú stratégia alkalmazásával és nemzetközi együttműködéssel lehet sikeresen teljesíteni.

A romániai Művelődési Minisztérium és a British Council 1998-ban tudatosította a történelmi épületek helyreállításában jártas szakmunkások hiányát, és felkérte alapítványunkat, valamint a nagy-britanniai Institute of Historic Building Conservation (Történelmi Épületek Helyreállító Intézete) szervezetet, hogy a hiány pótlására dolgozzon ki stratégiát, melynek életbe léptetése 1999-ben kezdődött el. Az oktató-helyreállító program, a kastély válságos állapotára való tekintettel, 2001-ben Bonchidán kapott állandó helyszínt, ahol az évek során nemzetközi jelentőségűvé teljesedett ki. 2005-ben a tevékenység folyamatos intézményesítése eredményeként megnyílt a kastélyban a Nemzetközi Építettörökség-helyreállító Szakképző Központ.

Az oktatás szerkezete

A központ keretében szervezett tanfolyamok kéthetes modulokból állnak, amelyek során a történelmi környezet helyreállításának elméletét és gyakorlatát oktatják. A hangsúlyt a hallgatók gyakorlati képzésére helyezik. A kőműves, ács és kőfaragó műhelyekben a hallgatók közvetlenül részt vesznek a kastély helyreállításában. A műhelygyakorlatokat angol és romániai mesterek közösen vezetik. A mo-

dulok elején a hallgatók elméleti oktatásban részesülnek, melynek témája az épített örökség helyreállításának alapelvei és módszerei. Az előadásokat angol és romániai egyetemek oktatói, valamint műemlékvédelmi szakemberek tartják.

Építőipari munkások mellett építész és építőmérnök, illetve szakmérnöki képzésen részt vevő hallgatók számára is nyújtunk képzést, akik szakmai gyakorlatukat végzik a program keretében. Képzésük különösen fontos, hisz ezek a felsőfokú végzettséggel rendelkező szakemberek tervezik és irányítják majd a jövőben az építészeti örökség felújítását és karbantartását.

A Transylvania Trust Alapítvány a Babeş-Bolyai Tudományegyetemmel közösen szervezi az ország egyetlen Építettörökség-felújító posztgraduális képzését, melynek diákjai szintén Bonchidán részesülnek gyakorlati oktatásban.

A képzést sikeresen befejező hallgatók a Művelődési Minisztérium által elismert oklevelet kapnak, mely immár széles körben elfogadott a romániai épület-helyreállítási szakipar által is.

A szakképzés céljai és elvi háttere

A szakképző központ fő célkitűzése az épített környezet szakszerű védelme, hagyományos építőmesterségek oktatása, a történelmi épületek helyreállításának és karbantartásának elősegítésére, s ezzel párhuzamosan egy veszélyeztetett, kiemelt fontosságú műemlék helyreállítása.

A történelmi épületek felújításában a minimális beavatkozás elvét, a technológiák és építőanyagok kompatibilitásának szükségességét, valamint a helyi erőforrások használatát tartjuk alapvető fontosságúnak. Szorgalmazzuk a történelmi épületek kutatásának, megismerésének és dokumentálásának szükségességét a beavatkozások előtt és alatt.

Lényeges tényezőnek tartjuk a fenntarthatóság elvét a történeti épületek újrahaznosításában, elismerve szerepüket a regionális gazdasági fejlődés elősegítésében, a helyi erőforrásokra és iparra alapozó gazdaság fellendítésében.

A központ a történeti épületek helyreállításának integrált megközelítését támogatja, mivel a történeti környezet védelme számos szakma együttműködését kívánja meg. Ezért, a megszokott gyakorlati képzések mellett, terepgyakorlatot biztosít tájépitészek, művészettörténészek és régészek számára is.

Az oktatási központ támogatja a mesteremberek, építőtelev-vezetők és -tervezők közötti valós együttműködést, fontosnak tartva a mesterségbeli tudás tisztelétét és elismerését.

Eredmények

Eddig 18 ország (Románia, Magyarország, Szlovákia, Szlovénia, Csehország, Észtország, Svédország, Lettország, Franciaország, Belgium, Koszovó, Albánia, Szerbia, Horvátország, az Egyesült Királyság, Brazília, Ausztrália és az Amerikai Egyesült Államok) több mint 1000 képviselője részesült képzésben. Szakmai háttérük tekintetében a hallgatók lefedték az építettörökség-védelemmel kapcsolatos valamennyi szakterületet.

Az oktatás révén megvalósul a kastély egyes részeinek helyreállítása is. Bár egyik épület helyreállítása sem fejeződött be, ott, ahol beavatkozás történt, sikerült a pusztulást megállítani. Megvalósult a konyhaépület helyreállítása, ahol kulturális kávézó és a szakképző központot ellátó konyha, ebédlő és vendégszobák működnek. A romjaiból újjáépített Miklós-szárny két szintjén az oktató-

központ tantermei, irodái, tanári vendégszobái üzemelnek. A főépület részét képező kápolna ma közösségi központ, a részlegesen felújított istállóban restaurátorműhelyek vannak. A szintén részlegesen helyreállított kapuépületben fogadó helyiségek és kőtár várja a látogatókat.

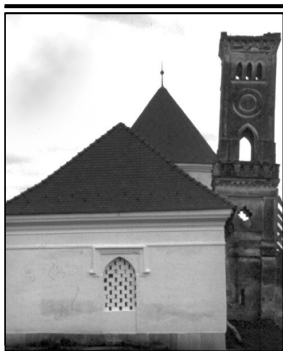
A Bonchidán kialakított oktatási modell (oktatva helyreállítani és helyreállítva oktatni) kezd elterjedni más országokban is, különösen Délkelet-Európában, ahol a kommunista rendszer hozzáállása miatt a társadalom ugyanazokkal a gondokkal kell szembenézzen, mint Bonchidán.

A kastély az oktatási tevékenységek számára megfelelő helyszínt teremt, habár az épületegyüttes előrehaladottan károsult volta miatt a helyreállítás 2001-ben komoly kihívást jelentett. Mi több, az itt alkalmazott módszer és hozzáállás számos romániai helyreállítási elvet megkérdőjelezett. Egyértelmű viszont, hogy amennyiben sikerül egy ennyire tönkrement épületet helyreállítani, akkor az országban bárhol sikerülnie kell felújítani az épített örökséget. Ez jelentette az igazi kihívást, a sikert pedig nyilván az eredmények jelzik.

A szakképző program 2008-ban elnyerte az Európai Unió örökségvédelmi tevékenységekért megítélt legnagyobb kitüntetését: az Europa Nostranagydíjat. A díj megítélésében elsődleges szerepet játszott a szakképző program kettős jellege: az oktatás gyakorlati része a kastély helyreállításában való részvétel által valósul meg.

A kastély tehát újra nemzetközi elismerésnek örvend, bár egyértelmű, hogy régi és új hírneve között lényeges különbség van.





Hegedüs Csilla

Az épített örökség menedzsmentje – bevezető

Mi célból kell menedzselni az épített örökséget? Mit jelent az épített örökség integrált védelme?

Két különböző fogalom, amennyiben azonban a hozzájuk köthető tevékenységeket, folyamatokat vizsgáljuk, mindkettő remélt eredménye az épített környezet folyamatos karbantartása, értékeinek a társadalom számára való hasznosítása.

A menedzsment egy vagy több személy által végzett folyamat, mely mások tevékenységének koordinálására, a különböző erőforrások tervezésére, szervezésére, irányítására és összehangolására irányul a szervezet céljainak sikeres és hatékony elérése érdekében.

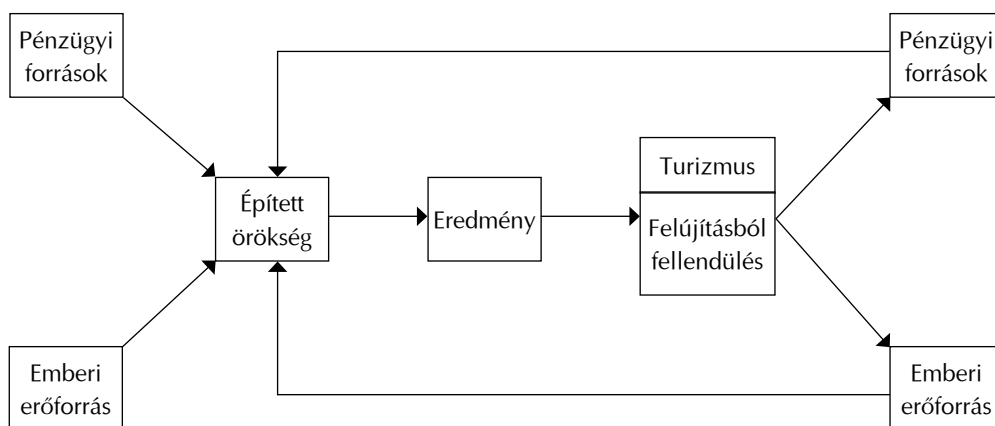
Az épített örökség menedzselésére azért van szükség, elsősorban, mert az épített örökség, mint erőforrás, véges, egyszeri és megismételhetetlen. Emiatt a menedzsmentnek biztosítani kell az épített örökségnek, mint erőforrásnak tudatos felhasználását (és nem elhasználását). A társadalom általános fejlődésébe integrált örökségvédelem, ilyen értelemben, ezen erőforrás védelmét, de ugyanakkor kiaknázását, fenntartható módon való fejlesztését is jelenti, egyéb erőforrások felhasználása által, ugyanakkor újabb erőforrásokat teremtve.

Épített örökségünk védelme, értékeink hasznosítása multidiszciplináris tevékenység. Nemcsak a műemlékvédelmi szakemberek — építészek, építőmérnökök, művészettörténészek, műemlékvédelmi felügyelők — vesznek részt benne, hanem menedzserek, jogászok, művészek, civil szervezetek, sőt, politikusok is. Nekik kell biztosítaniuk, hogy az örökségvédelem a mindennapi élet, valamint a társadalmi fejlődés részévé váljon.

Gazdasági szempontból bármilyen műemlékvédelmi tevékenység a lenti ábrával írható le:

Az épített környezetbe tehát pénzügyi és emberi erőforrásokat fektetünk be valamilyen eredmény, haszon elérése céljával.

Melyek ezek az eredmények? Egy felújítási dokumentáció, egy adatbázis, egy helyreállított történeti épület, egy UNESCO-jegyzékbe vett település? Ez lenne a cél? Ha a tevékenység ennyiben kimerül, gazdasági szempontból az örökségvédelemnek semmilyen továbbélési lehetősége nincs, mert semmilyen hasznot nem teremt. A haszon kifejezéstől nem kell megijednünk: tudatosan használtuk, feltételezve egy haszonélvezőt is. A haszonélvező nem más, mint a társadalom, amely az épített örökséget létrehozta, és a mai napig fenntartja.



Az elsődleges haszon az épített környezethez hozzáadott, az erőforrások felhasználásának eredményeként létrejövő többlet-érték lehet. Az igazi haszonnak azonban ennél sokkal többnek kell lennie, hogy a folyamat gazdaságilag életképes legyen. Az eredménynek pénzügyi és emberi erőforrások megteremtését is magában kell foglalnia.

A pénzügyi erőforrásokat a turizmus, valamint a felújítás általi fellendülés teremti meg, ám ez utóbbi folyamat Kelet-Európában kevéssé ismert. A turizmus jelen esetben nem belépőjegyek értékesítését jelenti, hanem iparágak egész sorát öleli fel: az épített örökség felújításában és karbantartásában szerepet vállaló szereplők mellett a szálloda- és élelmiszeripart, szállítást, stb. A közvetett és közvetlen adókon keresztül ezek a folyamat fontos eredményei.

Mit jelent a felújítás általi fellendülés?

Egy adott épület helyreállítása a szomszédos épületek helyreállításába való befektetéseket ösztönöz, melynek eredménye egy egész környék, városrész vagy város újbóli bekapcsolódása lehet a gazdasági körforgásba, jelentős pénzügyi erőforrásokat teremtve. A piac, tulajdonképpen rámozdul a jelentkező befektetési lehetőségre, s a keresletnek megfelelő funkciók kialakításával pénzügyi erőforrásokat és munkahelyeket teremt. Ezt nevezzük örökség-osztaléknak (heritage dividend). Az örökség-osztalék révén történő újjáélesztés az épített környezetbe való elsődleges befektetések sokszorozó hatásának eredménye.

Konkrét példa erre a Torockó Értékvédő Program, amelyet a Transylvania Trust Alapítvány (TTA) Budapest V. kerületi önkormányzatának segítségével működtet. Az alapítvány közvetlen adományokban részesíti az értékes ingatlanok tulajdonosait, akik az összeget általában saját erejükből megkészezik vagy megháromszorozzák, karbantartva így ingatlanukat. Az ily módon megteremtett minőségi környezet vonzza a turistákat, és ezáltal a helyi termékeknek piacot, a lakosoknak jövedelmet biztosít. Emellett morális haszna is van, amely a társadalom lelkesedésében, további (önkéntes munkakörökben vagy pénzben megnyilvánuló) adományokban materializálódik.

A létrejövő emberi erőforrások különböznek a befektetettektől: a társadalom „tudatosításában” nyilvánulnak meg, amely nemcsak az épített örökség iránti passzív érdeklődést jelent (látogatók), hanem aktív tenni akarást is, legyen szó önkéntes munkában vagy pénzben kifejeződő adományokról vagy más támogatási formákról, amelyek megteremtik az örökségvédelem számára létfontosságú

társadalmi támogatottságot. Ezen kívül a jó minőségű épített környezetnek pszichológiai hatása is van az emberteremtő, alkotó erejére.

A keletkezett erőforrásokat vissza kell forgatni a folyamatba. Csak így beszélhetünk az épített örökség integrált, a társadalom általános fejlődésébe beágyazott védelméről. Olyan országokban, ahol a turizmus jelentősen hozzájárul a nemzeti össztermékhez, az épített örökséget kiemelt erőforrásként kezelik, védelmére, hasznosítására pénzalapokat különítenek el, amely, revolving fund-ként működve, biztosítja az épített örökség, mint erőforrás működését.

Hazánkban pillanatnyilag az épített örökség védelme néhány műemlék helyreállításának finanszírozására korlátozódik. A gond az, hogy a helyreállítási folyamattal párhuzamosan nem alakult ki az épített örökség menedzsmntje, erős marketing-összszetevővel.

A marketing jelen esetben roppant komplex tevékenységet ölel fel, az „épített örökség” mint termék iránti „fogyasztói igény” megteremtésétől a kínált termékek és szolgáltatások promóválsáig.

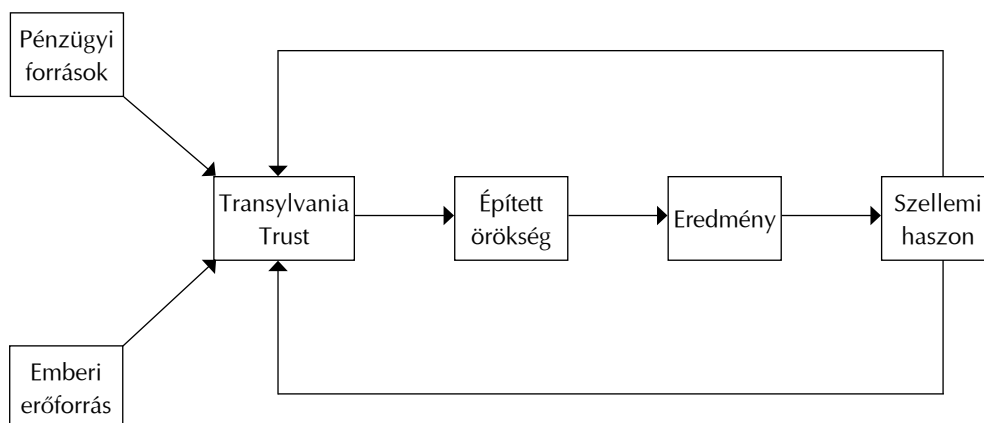
Egy ilyen marketing-stratégia életbe ültetésével nem kell megvárni a „végső” eredményeket (beszélhetünk-e egyáltalán végeredményről ebben a folyamatban?).

Azonnal el kell kezdődnie, hogy meg tudja teremteni a folyamathoz szükséges erőforrásokat! Ebből a szempontból létfontosságú lenne egy országos, jogi kereteket és az adóterhek könnyítését egyaránt felölelő stratégia kidolgozása. Ez utóbbi a kormány feladata, hiszen az semmilyen tevékenységet nem fog tudni támogatni, bármilyen fontos lenne is az, anélkül, hogy a társadalmi fejlődéshez hozzájáruló eredményeket tudna felmutatni. Az országos stratégiát ezután helyi szinten, a helyhatóságokkal együttműködve kell továbbfejleszteni és gyakorlatba ültetni. A helyhatóságoknak döntő szerepük van a tevékenységek sikerében, hiszen ők ismerik a helyi örökséget és igényeket. A kormány szerepe a folyamat koordinálása.

Azonban egy megfelelő, hatékony kormányzintú stratégia kialakításához a kulturális örökséget „el kell adni” a politikumnak, tudatosítani kell annak gazdaság-fellendítő, s ugyanakkor közösségépítő erejét.

Hol van a non-profit szervezetek helye ebben a folyamatban?

A civil szervezetek szerepét a Transylvania Trust Alapítvány (TTA) tevékenységével fogjuk példázni, amely 1996-os létrejötté óta vállal aktív szerepet az örökségvédelemben, s annak menedzsmntjében. Hogy néz ki a fenti ábra a TTA esetében?



Pénzügyi erőforrások: A TTA-nak nincs saját jövedelme. Adományokat gyűjt adott célok elérése érdekében, amelyeket ezek megvalósítására használ fel.

Az emberi erőforrásokat a TTA hazai, illetve külföldi munkatársai jelentik, akik gyakran önkéntesen dolgoznak, ezáltal is támogatva a TTA erőfeszítéseit.

Az elsődleges eredményeket védett falvak, helyreállított épületek, műemlék-felújításban képzett szakemberek, inventarizációk, adatbázisok, stb. jelentik.

A „haszon” egyelőre nem pénzügyi vagy emberi erőforrásokban materializálódik (egy dokumentáció, egy adatbázis, egy védett falu nem termel az alapítvány számára pénzügyi erőforrásokat, vagy csak nagyon hosszú távon.) Ehelyett szellemi haszonról beszélhetünk, az alapítvány hírnevének növekedéséről, mely elősegíti a tevékenységének folytatásához szükséges alapok előteremtését, vagy új programok indítását (állami támogatások, amelyek feltétlenül szükségesek olyan országos jelentőségű programok számára, mint a kutatás, inventarizáció, oktatás; nemzetközi intézmények és szervezetek támogatásai). További haszon a társadalom támogatása, mely pénzügyi források megteremtéséhez, magánszemélyek pénzbeli adományaihoz, egy támogató csoport megjelenéséhez vezethet, de emberi erőforrásokat is teremthet, az alapítvány céljai megvalósítására felajánlott önkéntes munka által.

A Transylvania Trust Alapítvány egyik legfontosabb programja a Bonchidai Bánffy kastély revitalizációja. A Bánffy kastély esetében, az alapítvány tevékenysége a következő főbb irányvonalakat követi:

1. A kastély épületeinek helyreállítása és fenntartása — mostanáig megvalósultak a következők:
 - a. A konyhaépület felújítása

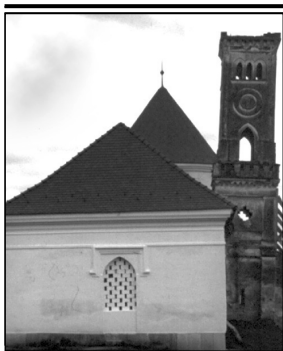
- b. A volt istálló, a Miklós-kastély, a főépület, valamint a kapuépület részleges felújítása
 - c. A felújított épületek, épület-részek használatbavétele
2. Nemzetközi Épített Örökség Helyreállító Szakképző Központ működtetése a Miklós-kastélyban. A központnak eddig több mint 1300 hallgatója volt, szerte Európából, az oktatás a helyreállításon keresztül elvét követve. 2008-ban a program elnyerte az Európai Unió — Europa Nostra nagydíját.
3. Szakképzési és oktatási programok szervezése. A célcsoport szakmérnöki képzésen résztvevőkből, egyetemi hallgatókból, középiskolásokból és szakiskolás diákokból áll. Emellett helyi önkormányzati vezetőket, civil szervezetek képviselőit, kulturális intézmények vezetőit részesítik képzésben. A célcsoporttól függően, egyrészt az épített környezet szakszerű helyreállítását és karbantartását, örökségvédelmi menedzsmentet, másrészt kulturális turizmus-fejlesztést, projektmenedzsmentet stb. oktatnak.
4. Kulturális programok szervezése. Az alapítvány egyik alapvető célkitűzése a Bonchidai Bánffy kastély bevonása a turisztikai és kulturális véráramlatba, azért, hogy a régió egyik fontos kulturális szolgáltató-egységévé váljon, bemutatója ezáltal az épített örökség felhasználhatóságát a társadalom igényeinek kielégítésére. Immár 11 éve szervezik meg az évről évre nagyobb sikernek örvendő Bonchidai kastély napokat, amely egy hétvégét betöltő, a régió kultúráját bemutató rendezvény. Emellett gyermekprogramokat, koncerteket, kiállításokat, könyvbemutatókat, stb. szerveznek.

Következtetésként elmondhatjuk, hogy az államnak el kell ismernie a non-profit szervezetek katalizátor-szerepét, megfelelő jogi-pénzügyi rendszert teremtve számukra, illetve biztosítania kell az országos jelentőségű programok közvetlen támogatását.

Az épített örökség felújításába, revitalizációjába befektetni, munkát vagy pénzt, nemcsak üzleti

kérdés, hanem egyben kihívás is. Nem a legkönnyebb út, viszont a pénzügyi haszon mellett olyan eszmei hozadék van, amit nem lehet kvantifikálni, de amely nemcsak a befektetőnek, hanem az egész társadalomnak a haszna, és amely társadalmi státust biztosít annak, akinek a neve ehhez a tevékenységhez köthető.





Eugen Pănescu

Projektek az épített örökség hasznosításáért Helyi városfejlesztések támogatása és ezek minőségét biztosító módszerek

Az utóbbi 5 évben Románia számos városában látványos változások mentek végbe. Jelenleg azt látjuk, hogy rohamosan nőtt a civil társadalom érdeklődése a közterek által nyújtott életminőség változásai iránt, amely népszerűsítés, de néha tiltakozás célpontjává is válhat.

Az állami beruházási programok hatására szintén gyarapodott a helyi önkormányzatok érdeklődése a közterek minősége iránt, így leáldozott a ritka és csupán felszínes, rövid élettartamú és korlátozott esztétikai minőségű helyreállítások korszaka.

A közterek minőségének javítását célzó számos sikeres megvalósítás társadalmi és politikai elfogadottságának közvetlen következményeként folytatódnak a közterek felújítását, valamint a minőséget létrehozó rendszerek biztosítását célzó beruházások.

Az ilyen jellegű beruházások és projektek fő célja természetesen **az életminőség javítása a közterek minőségének javítása által**, azonban mit jelent ez, és miként érhető el a jelenlegi körülmények között?

A közterek tervezésének és a városfejlesztés hatásainak összesítése, természetesen, különböző **előnyökkel és előzményekkel** jár, melyek bizonyos megvalósított projekteken belül módosított közterek estén jelenhetnek meg.

Szükséges, hogy a közterek átalakítása során a helyi önkormányzatok egy szakszerű és átlátható hozzáállás előnyeit számon tartva, figyelembe vegyék a várostervezés, valamint a projektek intézményen belüli és nyilvános kommunikációjának szerepét.

A pozitív eredményeket felmutató esettanulmányok a beruházások integrált tervezésének számos előnyét emelik ki, több feltétel teljesítését is figyelembe véve:

- **A város jövőképeének meghatározása** a helyi fejlesztési célok közvetlenebb megfogalmazása által pozitív hatással van a fontosabb

projektek, pl. az általános városrendezési tervek vagy az integrált városfejlesztési tervek strukturálására.

- **A rendezési zónák** összehangolt kijelölése lehetővé teszi az intézkedések ütemezését, valamint városi léptékű programokként való összekapcsolását. Így leegyszerűsödik **az éves költségvetések tervezése**, valamint a köz- és magánberuházások ütemezése és összehangolása.
- **A műszaki tervezés egyeztetése a helyi önkormányzati platformok és programok politikai platformjaival** az integrált megközelítés eredménye, amely biztosítja a kormányzati és lakossági érdekek kiegyensúlyozott fejlődését. Így egy kormányzati ciklus eredményei közé tartozhatnak az egységes helyi közigazgatási munkaterv keretében megvalósított projektek, valamint a jövőbeni projektek meghirdetései is.

A közterek integrált tervezése számos szinten konkrét és számszerűsíthető eredményekkel jár:

- **A város általános jövőképeével való összehangolása** a helyi közigazgatás közpolitikáinak és programjainak támogatottságára közvetlen hatást gyakorló prioritások és érdekek összehangolása által.
- **A belváros gazdasági fellendítése** a kereskedelem, a minőségi szolgáltatások, valamint a lakhatóság és a vállalkozások működőképes együttélése, továbbá a meglévő épített állomány felújítását és rehabilitálását célzó köz- és magánberuházások vonzása és megtartása által.
- **Az épület-felújítási magánberuházások támogatása** szakmai tanácsadás (know-how), valamint a fennálló jogi keretben nyújtott helyi szintű pénzügyi kedvezmények biztosítása által.
- **A városi turizmus fejlesztése** a látogatók kényelmének biztosítása, valamint az idegenforgalomnak a város életébe való integrálása által. A látogatók számának, a látogatások

időtartamának növekedése, a helyi turisztikai látványosságok kialakításának ösztönzése.

- **A helyi gazdaság támogatása** a közberuházások kiegészítéseként a magánberuházások összehangoló hatású ösztönzése által — a cél a pozitív hatások összekapcsolása, akár közvetlen összehangolás nélkül is, viszont a rendezési zónákat érintő beruházások meghatározásával és mindenekelőtt ezek beindításának bemutatásával.

Hogyan lehet minőségi köztereket létrehozni?

A minőségi összetevőket csak a köz- és magánérdekek és -kötelezettségek összehangolásával lehet biztosítani, hiszen ezek együttesen és nem külön-külön érvényesülnek:

- **városfejlesztési koncepció:** elsőbbséget élvező beavatkozási zónák kijelölése és többéves beruházási programba foglalása;
- **a köztérre vonatkozó projekt:** a lehető legjobb minőséget biztosító tervezési szolgáltatásokat eredményező közbeszerzési eljárások biztosítása, ide értve a szakmai versenyt is;
- **a helyi lakosság és vállalkozók bevonása** — a felújítási szándék bejelentése és a közösségi támogatás biztosítása, a lakossági szükségletek számbavétele, valamint a magánberuházások ösztönzése a jövőbeni beavatkozási zónákban;
- a közterek létrehozásában érdekelt **közszereplők bevonása** a helyi önkormányzat főosztályain vagy felelős intézményeken keresztül — a legismertebb példa erre a közterek felújítását célzó erőfeszítéseknek a városi infrastruktúra-hálózatok korszerűsítési programjaival való összehangolása;
- **a városrendezési elemek kiválasztása** a pályázati dokumentáció pontos strukturálása, és az ebben foglalt előírások betartásának ellenőrzése a beszerzés és kivitelezés során;

- **a kivitelezés minőségének ellenőrzése** a tervezők bevonásával az építőtelep szakmai ellenőrzésének biztosítása érdekében, tekintettel a beruházás kivitelezése során szükséges módosításokra;
- **a köztér használatának módját előíró szabályzat** közzététele a munkálatok befejezése után, amely a kialakított közterek megfelelő működését és állagmegőrzését biztosító intézkedéseket tartalmazza.

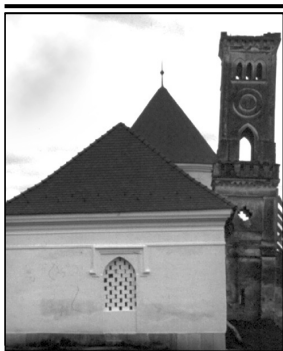
A nemzetközi tapasztalattal összhangban megerősíthetjük azokat a tényezőket, amelyek segítségével fokozható a figyelemre méltó köztéri projektek szerepe a helyi lakosság életminőségének javításában.

Egyelőre kevés figyelemre méltó példát találni, ezek közül is a legtöbb építészeti versenyek alkalmával született, ezek viszont nem adnak esélyt a professzionális minőséget biztosító módszereknek.

Az európai finanszírozási csomagok integrált megközelítésre adhatnak lehetőséget, azonban konkrét eredményeik, sajnos, nem meghatározó tényezők a projektek minősége szempontjából.

Egyes helységekből, melyeknek közterületei helyreállításra kerültek, észrevehető a társadalmi élet fellendítése, az, ahogyan a sikereken felbuzdulva újabb projektek jelennek meg.

A külföldi, európai finanszírozások regionális szerepének növekedése mellett, remélhetőleg a vidéki települések is lehetőséget kapnak arra, hogy a közterekre vonatkozó befektetéseket is bevonzanak. Ebben az esetben, példaértékűek a más országokban - az elnéptelenedés, vagy épp ellenkezőleg, a túlnépesedés folyamatán átesett, a nagyvárosok peremvárosaiként működő falvak és községek helyreállító programjai.



Andrew Shepherd

Mész és mészalapú habarcsok és vakolatok

BEVEZETŐ

A meszet nagyon régóta alkalmazzák, használatát már a rómaiak ismerték, számos fennmaradt építészeti remekmű, mint az Arles-i viadukt, vagy a római Kolosszeum bizonyítja. A középkori kőépítészettől, a cement tizenkilencedik századi megjelenéséig a mész általánosan elfogadott kötőanyag, illetve felületi simítóanyag volt.

A mésznek mint a habarcsok és vakolatok alapanyagának trónfosztásához a Portland-típusú és egyéb cementek előnyeinek felismerése vezetett.

A történeti épületeken azonban, amelyek természetesen teljesen másképp reagálnak az időjárás viszontagságaira, mint a modern épületek, kezdtek nyilvánvalóvá válni a keményen (noha konzisztensebben) megkötő cement okozta problémák.

Az elmúlt húsz évben újra elfogadottá vált a mész használata falazó és vakoló habarcsok, valamint felületi simítások alapanyagaként.

A szilárd falazatú történeti épületek általában a falak mindkét oldalán átengedték a nedves levegőt. A levegő mozgása és a természetes száradási körülmények miatt a falak gyorsabban kiszáradtak, mint amennyi idő alatt nedvességgel telítődhetnek volna. A modern építészet általában a víz át nem eresztés elvén alapul, megpróbálva teljesen távol tartani az épület szerkezetétől a nedvességet és levegőt egyaránt. Ez lényeges különbség a régi és új épületek között, amelyet fontos megértenünk.

MÉSZTÍPUSOK:

Alapvetően két mésztípust különböztetünk meg:

- Nem-hidraulikus (oltott) mész
- Hidraulikus mész

A nem-hidraulikus (oltott) mész

Az oltott meszet habarcsok, illetve vakolatok alapanyagaként használjuk. Általában kompatibilis a többi építőanyaggal (tégla, kő), és puhább, mint a falazóanyagok, biztosítja a falazat pórusosságát és légzőképességét. Adalékanyagokkal (puzzolánokkal – pl. téglapor) keverve erősebb habarcsot eredményez. Mivel nem köt meg, és nagyon alacsony agyagtartalommal rendelkezik, különbözik a hidraulikus mésztől. A nem-hidraulikus meszet még oltott mésznek, mészpasztának, vagy mészpépnek is nevezik.

Mészpép formájában idővel tulajdonságai javulnak, az adalékanyagokkal összekeverve könnyebben megmunkálható. Általában legkevesebb 3 hónapig kell a mészpépet érlelni használat előtt.

A hidraulikus mész

Régen a hidraulikus meszet nedves környezetben használták, pl. hidak építésénél, mert ilyen körülmények között köt. Ezt a tulajdonságát agyagtartalma szabályozza. Három típusát ismerjük:

- gyengén hidraulikus,
- közepesen hidraulikus,
- erősen hidraulikus.

A besorolás agyagtartalom szerint történik: a gyengén hidraulikus kb. 8 % agyagot tartalmaz, míg az erősen hidraulikus mész agyagtartalma kb. 25 %. Gyakorlatilag ez azt jelenti, hogy minél nagyobb az agyagtartalom, annál gyorsabban köt, és annál erősebb a habarcs.

Az európai szabvány a hidraulikus meszet a 28. napon N/mm^2 -ben mért nyomószilárdsága alapján osztályozza. Így az erősségi fokozatok 2.5 NHL, 3.5 NHL, 5 NHL.

Tulajdonképpen, minél több a szennyeződés az alapanyagban, annál hidraulikusabb lesz a mész.

A MÉSZ ELŐÁLLÍTÁSA:

Mészkből (kalcium karbonát) vagy valamely más, geológiailag hasonló anyagból égetés során égetett/oltatlan meszet kapunk; ehhez vizet adva (ezt nevezzük oltásnak), természetes vegyi folyamattal oltott meszet nyerünk, mézpép formájában. Ez a legelterjedtebb fajtája a mésznek, mind napjainkban, mind a történelem során. Ezt a mézpasztát (vagy port, ha a könnyebb szállítás kedvéért kiszárítják) aztán kötőanyagokkal (különböző szemcséjű homokokkal) és vízzel keverjük, ameddig megmunkálható lesz. Ebben a formában fokozatosan vizet szív fel a környezetéből, s egy kémiai reakció során kalcium karbonáttá alakul. E folyamat során a mész karbonizálódik, és nem köt, s a végeredmény összetételében azonos az eredeti mészkövel. Ezért nevezzük a folyamatot „körforgásnak”: a talajból nyert anyag tulajdonképpen újra megjelenik kötőanyagként. A mész körforgását az 1. ábra mutatja be.

MIÉRT HASZNÁLUNK MESZET A HOMOK ÉS EGYÉB ADALÉKANYAGOK MELLETT A HABARCSOKBAN?**A MÉSZALAPÚ HABARCSOK ÉS VAKOLATOK ELŐNYEI**

1. A mézalapú habarcsok lágyabbak, kevésbé merevek és ridegek, mint a cementalapúak, az épületek mozgására rugalmasak.
2. A mész könnyebben megmunkálható, és általában jobban tapad a szerkezetelemekhez.
3. Mivel sokkal pára(nedvesség)-áteresztőbb, mint bármely cementalapú vakolat, biztosítja a falak légzését.
4. Pórusosságának köszönhetően, a fugák körül nem keletkeznek só-kicsapódások.

A MÉSZALAPÚ HABARCSOK ÉS VAKOLATOK HÁTRÁNYAI:

1. A mész megkötése időigényes, ezért lassabban készülnek az épületek, mivel naponta csak korlátolt számú téglasort szabad felrakni, hogy a hézagok meg ne roskadjanak.

2. A meszet a fagy károsíthatja, csak az anyag teljes karbonizálódása után válik fagyállóvá.
3. A vakolás minőségét a homok megfelelő megválasztásával és a száradási folyamat szakszerű levezetésével lehet biztosítani, ami magas szintű szaktudást igényel.
4. Jelenleg költségesebb, mint a „modern alternatívák.”

A MÉSZ FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEI**A HAGYOMÁNYOS HABARCS KEVERÉSE**

A hagyományos oltott mészhez 65 térfogat-százalék adalékanyagot (pl. homokot) adunk. Az adalékanyag aránya a helyreállítandó felülettől is függ. Az adalékanyagok kitöltik a pórusok egy részét, csökkentik a száradás során fellépő zsugorodást, levegőzárványokat hoznak létre, növelve így a faggyal szembeni ellenállást és segítve a karbonizálódást. Az adalékanyagok puzzolán-tartalmuk révén a vegyi kötések segítik elő.

A különböző adalékanyagok különböző puzzolán (kötőanyag) tartalommal rendelkeznek. Ezért a különböző receptek alapján készült habarcsok viselkedését előzetesen próbafelületen ellenőrzik.

Az adalékanyag típusa kulcsfontosságú a habarcs megmunkálhatósága és teljesítménye szempontjából. A leggyakoribb adalékanyag a homok, melyet szemcseméret, tapintás és szemcsék közötti hézagok alapján különböztünk meg.

Az alaphabarcs előállításakor, különböző mész-adalékanyag arányokat kipróbálandó, mintákat készítünk. A gépi keverés valószínűleg előnyösebb, mert biztosítja a mész és a homok homogén keveredését, és így a felaprózott mészrészecskék kitöltik a homokszemcsék közötti űröket.

Fugázás: történeti falazat (kő- és téglafalazatok) fugázásában fontos, hogy a habarcs lágyabb legyen, mint a hátfalazat. Az eljárás különleges eszközöket, szaktudást és munkavédelmet igényel, mivel a mész veszélyes anyag lehet.

Külső vakolatoknál: Évszázadokon keresztül Európa-szerte, hagyományosan, oltott mész alapú vakolatot használtak. Védi a tartószerkezetet, ugyanakkor dekoratív szerepe is van. Ez a vakolat rugalmas, követi a tartószerkezet mozgását, ami gyakori a történeti épületeknél, ugyanakkor kompatibilis a többi építőanyaggal, valamint elősegíti a szerkezet légzését, tehát áteresztí a kívülről (eső), illetve belülről (pára) származó nedveséget. A vakolatot több réteg meszeléssel védjük, amely ugyancsak oltott mészből készül, és amely hasonlóan a vakolathoz, a szerkezettel kompatibilis. A vakolat szilárdságát adalékanyagokkal növelhetjük, például állati szőrökkel, hálókkel, vagy műanyag rostokkal.

Belső vakolatoknál: a falak belső felülete felszívja a helyiségekben található nedveséget. A mészalapú vakolatok használata javítja a páraáteresztést, valamint növeli az épületburok hő-teljesítményét.

Kőelemek javításánál: olyankor használjuk, amikor az eredeti követ nem lehet kivágni és helyettesíteni, vagy amikor annak maximális megtartása létfontosságú. Általában a javításokat fémerősítésre rétegesen felvitt mészpasztából és kőporból készült javítóhabarccsal végezzük.

A meszelés: – védőburkolatot képező felületi díszítő anyag, amelyet rendszeresen felújítanak. A meszelést mészoldattal (mészpaszta hígítása vízzel) végzik, amelyet közvetlenül a vakolatra hordanak fel. Különböző színező- és kötőanyagok adagolásával javíthatók tulajdonságai (esztétikai, tapadás), olaj hozzáadásával víztaszító képessége fokozható.

VAKOLATTÍPUSOK

Az épületek történeti vakolatai **adalékanyagok és kötőanyagok** számos változatát tartalmazták. A következő típusaik ismertek:

1. Nagyon alacsony szilárdságú vakolat – tapasztás –, általában egyetlen vastag rétegben hordják fel fonott vagy lécezett alapra.
2. Alacsony vagy közepes szilárdságú, mészalapú vakolat, két vagy több rétegben hordják fel téglá, kő, vályog, fonott vagy lécezett falazatokra.

3. Magas szilárdságú, hidraulikus mészalapú vakolat, két vagy több rétegben hordják fel téglá vagy kőfalazatokra, illetve mészalapú alapvakolatokra.

4. Közepes szilárdságú gipsz- vagy mész- és gipszalapú vakolat, két vagy több rétegben hordják fel téglá, kő vagy lécezett falazatokra.

A VAKOLAT KÁROSODÁSAI

A vakolat károsodásai négy, egymással általában valamilyen módon összefüggő csoportba sorolhatók. A károsodásoknak különböző okai és típusai lehetnek, ezért a javítási stratégia kiválasztása előtt szükséges a homlokzatok felmérése és a vakolatkárosodások elemzése. A javítási munkálatoknak tekintettel kell lenniük az épület kutatása során megállapított, valamint a használandó vakolatpróbák szolgáltatotta adatokra.

1. A falazat és a vakolat kötésének megszűnése/ a vakolat elválása a falazattól

Tünetei: a vakolatréteg tászkásodása (dudorok és süppedések), kopogtatásra üres kongás.

Okai: A helytelen előkészítés, elégtelen tisztítás (organikus anyagok, olajos foltok), a falfelület megfelelő nedvesítésének elhanyagolása a vakolás során, a víz gyors, gyenge kötést eredményező elpárolgása, a falazattól idegen anyagok helytelen rögzítése (például fa vagy beton szemöldökgerendák), jelentős nedvességmozgások a falban, a nedves vakolat fagyása, a hátfalazathoz képest túl erős alapvakolat.

Javítás: A meglazult részeket eltávolítjuk, négyszög alakúra vágva ki a javítandó felületet. (Nem minden üresen kongó részt kell feltétlenül eltávolítani). A javítandó felületet és peremeit alaposan megtisztítjuk, a fa, beton vagy más beépített, egymástól eltérő anyagok kapcsolatát megerősítjük. Az újrvakolást fagymentes időszakban végezzük, a hátfalazatot megfelelően előnedvesítjük, és a vakolatnak megfelelő kötési körülményeket biztosítunk. Meggyőződünk arról, hogy utólag semmilyen okból ne kerüljön víz a falazatba.

2. Vakolatrétegek elválása egymástól

Tünetei: A simító-vakolatréteg leválása, finom repedésekkel kísért felületi lehámlás, felületi hajszálrepedések, kopogtatásra enyhén üres hang.

Okai: Rossz minőségű vakolat, a száraz alaprég elvonta a nedvességet a többi rétegtől, nem megfelelő kötési körülmények, inkompatibilis festékanyag használata, a mészvakolat korai nedvesedése és fagyása, az alapréghez képest túl erős felső réteg.

Javítás: Ellenőrizzük a simítórég tapadását; ha általában megfelelőnek találjuk, csak a fellazult, levált részeket távolítjuk el; ha gyengének találjuk, többet kaparunk le és távolítunk el a simítórétegből, geometrikus formákat vágva ki. Ellenőrizzük az alaprég állapotát; ha megfelelőnek találjuk, letisztítjuk és az új simítórég felhordása előtt újranedvesítjük. Biztosítjuk a megmaradt vakolat felületének és széleinek megfelelő nedvességtartalmát, hogy ne vonják el a vizet az új simítórétegből.

A simítórég jó tapadásának biztosítására, fagymentes időben javítunk, és nedves környezettel lassítjuk a simítóhabarcs kötését.

3. Felületi repedések

Tünetei: Finom hajszálrepedések.

Okai:

3.1.1 erőteljes száradási zsugorodás, gyenge hátfalazatra felvitt nagy szilárdságú vakolat,

3.1.2 a vakolat nem elég rugalmas és a hátfalazat mozgását nem tudja követni,

3.1.3. a hátfalazat meggyengülése, vagy szerkezeti mozgások.

Javítása:

3.2.1. A finom hajszálrepedéseket általában a következő festésig érintetlenül hagyjuk. Akkor a repedéseket kikaparjuk és mészpasztával, vagy közepesen hidraulikus mésszel kitöltjük.

3.2.2. A repedéseket kikaparjuk és kitöltjük, vagy körbevágjuk, és az eltérő anyagokból álló hátfalazat-részt áthidaljuk.

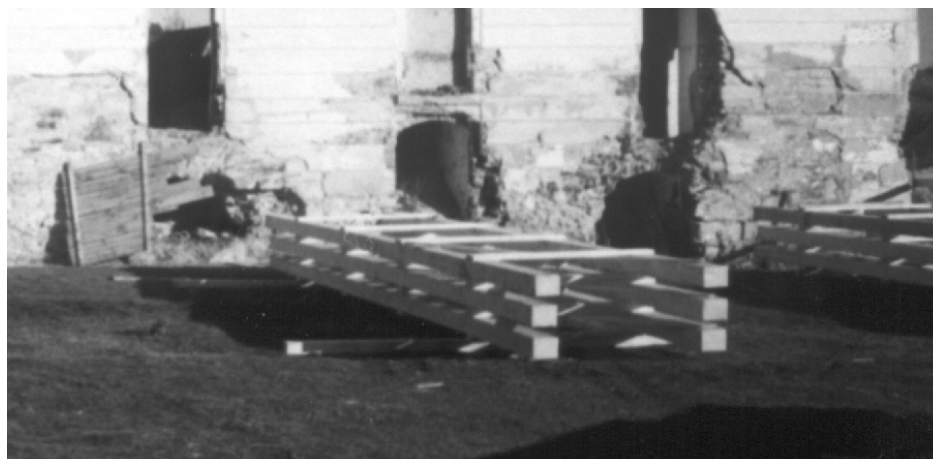
3.2.3. Megvizsgáljuk a hátfalazat esetleges elmozdulásait; ha ezek nem aktívak, újravakoljuk, ha aktívak, előbb a szerkezeti károsodást javítjuk ki.

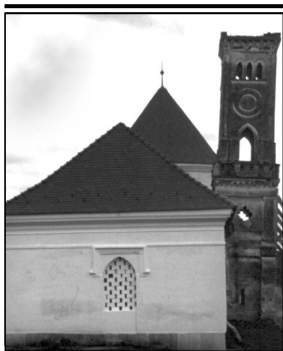
4. Felületi lepattogzás

Tünetei: Széleskörű lepattogzás.

Okai: A vakolat megfagyása még nedves állapotában, amit át nem eresztő festék használata súlyosbít.

Javítása: El kell távolítani a lepattogzott részeket, amíg egészséges vakolathoz érünk, szükség szerint újra kell vakolni, majd újrameszelní a felületet.





Kirizsán Ildikó

A kő- és téglafalazatok történeti fejlődése

Az ókori Mezopotámiában már Kr. e. a 3 – 4. században megjelent – a deszkafalas szerkezetek mellett – a napon szárított tégl. A fazekasság fejlődésével később az égetett téglá vált meghatározó jelentőségűvé, amely az égetetlenél kedvezőbb fizikai tulajdonságokkal rendelkezett. A mezopotámiaiak 30x30x8 cm-es idomtéglat használtak az ábrán látható falazásmódjaikhoz. (fig.2)

A téglá mellett a dombvidékeken gyakrabban, a síkságon ritkábban követ is használtak építőanyagként. Kőből főként a fontos, nagyobb igénybevételnek kitett falak készültek. Hézagoláshoz agyag vagy bitumen alapú habarcsot használtak.

A falak másik típusa az ábrán is látható vegyes falazat, kőből és téglából. (fig.3)

A kutatások bizonyítékokat találtak arra, hogy a mezopotámiaiak nedvesség ellen vízszintes szigetelést is alkalmaztak a falaknál; ez bitumenbe mártott nádból állt. (fig.4)

Az egyiptomiak ritkábban használták az égetett téglát, mint a napon szárítottat, az agyag és az égetéshez szükséges fa szűkös volta miatt.

A leggyakoribb falazóanyag a kő volt:

– Vékony falakhoz szabályos formákra faragott köveket használtak (fig.5). Mivel a kövek szabályosak voltak, összeillesztésükhöz nem használtak habarcsot, hanem csak néhány keményfa-kapcsot. Ezeket a falakat többnyire nem is vakolták.

– Vastagabb falakhoz különböző formájú köveket használtak: a fal két külső felületén faragott, a belsejében pedig szabálytalan formájú köveket. (fig.6)

Az ókori görögök ritkán használták a szárított vagy égetett téglát, ez inkább a Római Birodalom terjeszkedésével jelent meg. Inkább tömör és üreges kőfalakat találunk náluk (fig.7)

A tömör falak kötőhabarcs nélkül készültek, vékony hézagokkal. A köveket bronz kapcsok fogták össze, amelyeket a kőben meghagyott lyukakba illesztettek, majd a lyukakba ólmot öntöttek. (fig.8)

Az ókori Róma a kő- és téglafalazatok fejlődésének legjelentősebb periódusát jelenti. A rómaiak különböző típusú kőfalakat ismertek:

– ciklopfal – opus incertum (fig.9)

– durván megmunkált kövek váltakozó sorából álló fal – opus pseudoisodomum (fig.10)

– hasonló méretű kövekből álló fal – opus isodomum (fig.11)

– faragott élű kövekből álló fal – opus rusticum (fig.12)

– 45°-os szögeket bezáró hézagokkal rendelkező fal – opus reticulatum (fig.13)

Ezek mellett a leggyakrabban a vegyes faltípusokat alkalmazták, amelyek közül a legérdekesebb az opus caementicium mixtum, amelynek két oldala kőből, a belseje szabálytalan kavicsból, mészből, homokból és ókori cementből (puccolánföldből – természetes cementből) készült. (fig.14) Ezt a cementtípust kötőhabarcsként is használták, és elmondhatjuk, hogy a rómaiak így feltalálták a betont.

A Bizánci Birodalom valamennyi faltípusát a rómaiaktól vette át, de a téglá itt teret nyer a kővel szemben. A habarcsok mész- vagy bitumen-alapúak voltak.

A középkor vagy román kor a korábban kialakult faltípusokat használta: a ciklopfalakat, a váltakozó sorokból álló falakat, a faragott kő és öntött falakat. Kötőhabarcsként mészalapú habarcsot használtak. A középkor újdonsága a falkötő gerendák vagy fakoszorúk megjelenése. Bizonyos magasságokban vízszintes, farácsos tartókat helyeztek el.

A gótika újat csak a falak vastagságában hoz: a középkori vastag falak elvékonyodnak, és üregeik is egyre nagyobbá válnak.

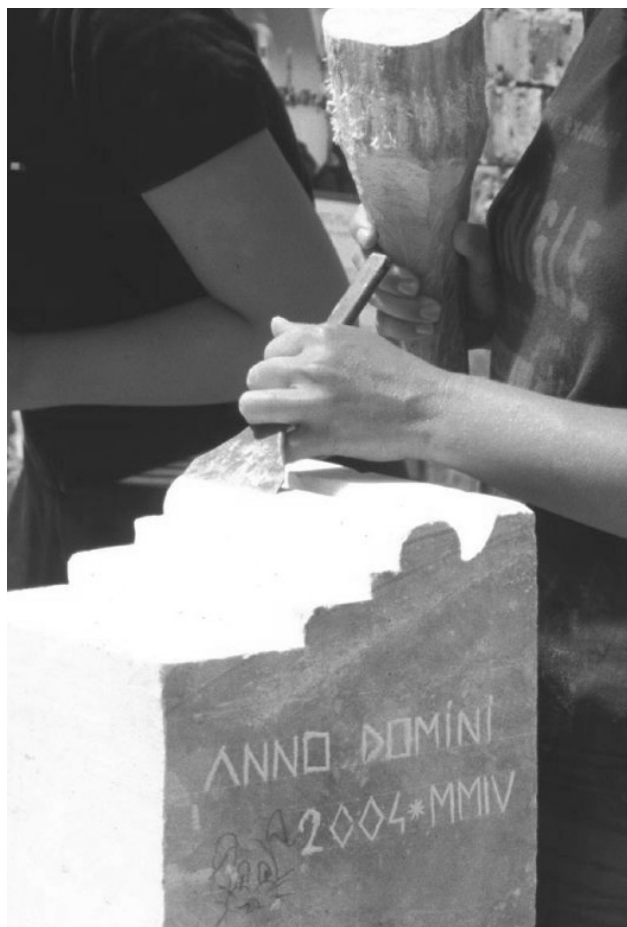
A reneszánsz korban elsősorban faragott és csiszolt kövekből épült falakat találunk, amelyeket fagerendákból álló koszorúk kötöttek össze.

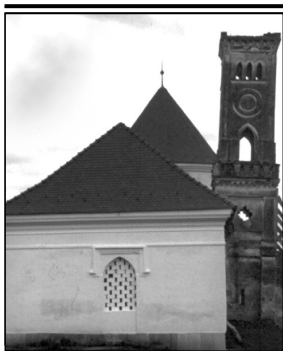
A **barokk kor** az égetett téglá előállítási technológiájának fejlődését és használatának kibővülését jelenti. Nagyobb építkezésekhez, például egy kastélyhoz saját téglagyárat építettek, amely csak az illető építkezés számára dolgozott. Ebben a korban a falak összekötésénél és boltozásánál a fagerendákból álló koszorúkat négyzetes keresztmetszetű kovácsoltvas elemek kezdik helyettesíteni.

A **romantika korában** megváltozik a téglagyártási technológiája, a téglát formákba preselik. Ebben a periódusban jelenik meg a portlandcement a falazóhabarcsok kötőanyagaként.

A **19. század második felében** a tömör téglá mellett Németországban megjelennek az üreges és a tufa alapú téglák, amelyek jobb hőszigetelési tulajdonságokkal rendelkeznek. A korszak másik újdonsága a nagy üregeket tartalmazó téglák használata a belső válaszfalaknál. (fig.15)

A **20. század elején** teret hódítanak a szabványosított méretű téglák, valamint a nagyobb, több üreget tartalmazó téglák, az úgynevezett kerámiablokkok. (fig.16) A 20. század legnagyobb újdonságát a vas- és könnyűbeton használata jelenti. A nagyméretű előregyártott elemek növelték az építkezések hatékonyságát, amelynek, mint tudjuk, megvoltak az előnyei és hátrányai egyaránt.





Kirizsán Ildikó

Boltozott szerkezetek – megjegyzések és javaslatok

BOLTOZATOK

A boltozatok a terek lefedésére használt szerkezeti elemek, amelyek födémrendszert képeznek. A boltozatok sajátos esetei a falak összekötésére szolgáló, az ajtó- és ablaknyílások fölött elhelyezett boltívek, amelyek keskeny boltozatoknak tekinthetők. A boltíveket a felsőbb szintek falait is hordozhatják.

Építőelemként a boltozatok kőből vagy téglából és habarcsból álló, összetett elemek. Szerkezeti elemként a boltozatok kizárólag nyomott elemek, a nyomást pedig a falazat téglá- vagy kőelemei veszik át. A habarcsnak kötőelem szerepe van, és kismértékben hozzájárul a kialakuló nyírőfeszültség átvételéhez. Ennek tudható be, hogy számos, előregedett habarcsú boltozat még áll.

A boltozatok történeti fejlődése igen érdekes, és szorosan összefonódik az építkezési technológiák fejlődésével.

Kezdetben a boltozatokat kis fesztávú terek fedésére használták. Az első ilyen boltozatokat a rómaiaknál találjuk, akik a négyszögletű terek fedésére, legtöbbször félköríves dongaboltozatokat, a négyzetes terek fedésére pedig két egymásra merőleges, egymást a négyzet átlójánál metsző dongaboltozattól álló keresztboltozatokat használtak. A görögök kevésbé alkalmazták a boltozatokat, legfeljebb a templomokban a kupolát vagy gömbboltozatot.

A középkor, illetve a román kor a donga- és keresztboltozatot használta, de ezek elmaradnak a római korból ismertektől. Megjelenik azonban a boltozatok tudományos megközelítése, felismerik a súlyuk csökkentésének szükségességét, megjelennek a merevítő bordák, és a boltozatok nagyobb terek lefedésére válnak képessé.

Az ezt követő gótikában, az épületek magasságának növekedésével és az építőelemek súlyának csökkentésével megjelennek a csúcsíves boltozatok, amelyek statikai szempontból jobban dolgoznak, nem helyeznek nagy oldalnyomást a falakra. Ugyanebben az időszakban jelennek meg a bordás boltozatok, amelyek előnye, hogy

az előregyártott elemekből készíthetőek: a többnyire kőből készült bordaelemeket a műhelyekben elő lehet állítani, majd a helyszínen összerakni. A bordák között maradó mezők, amelyek a bordák sűrűsödésével egyre kisebbednek, könnyen, további tartóelemek nélkül beépíthetők. A bordázott boltozatok esztétikai funkcióra is szert tettek, különösen Angliában, ahol különleges, még görbített formákat is találunk.

A reneszánsz korban a dongaboltozatokat az alagsorok boltozására használták, míg a többi szintet keresztboltozatokkal fedték. Ebben a korban jelennek meg a vonórudak is az oldalnyomás átvételére az oszlopokra támaszkodó boltozatoknál, amit ezek elégtelen szilárdsága tett szükségessé. Ugyanekkor alakulnak ki a fiókos dongaboltozatok is az ajtó- és ablaknyílások fedésére. Olaszországban és máshol megjelennek a bordázott és a kettős héjú kupolák.

A barokk korban, a kivitelezési módokat fejlődésével egy sor új boltozattípus jelenik meg: a csehsüveg boltozat, a teknőboltozat, a tükörboltozat és a kolostorboltozat. Ezek a boltozattípusok már nem nagyon magasak. Ugyanebben a korban jelennek meg azok a boltozatok, amelyeknek keresztmetszete már nem félkör, hanem a kosárgörbe, két görbületi sugárral. A korszak legnagyobb boltozott szerkezete a római Szent Péter székesegyház kettős héjú kupolája, amelynek alapja 42.5 méteres sugarú kör.

Ezt követően, a fém és beton építőelemként való megjelenésével a boltozatok megritkulnak; fémgerendák, illetve poroszsüveg boltozat formájában találkozunk velük.

A 20. század elején a beomlott boltozatú régi épületeknél, ahol meg kívánták őrizni a boltozott formát, használták a rabiccal felfüggesztett úgynevezett álboltozatokat is.

A boltozatok megtervezésében és kivitelezésében nagy szerep jutott a mesterek intuíciójának. Mivel tudományos tervezés nem létezett, a már álló épületek példájára és saját tapasztalatukra

hagyatkoztak. Sok olyan eset előfordult, amikor a boltozat már az építés alatt beomlott. Létezett egy szokás, miszerint az állványzat lebontásakor a mester beállt a boltozat alá, vállalva a felelőséget a jól végzett munkáért.

Építészeti és szerkezeti elemként a boltozatok különböző kritériumok alapján osztályozhatók:

Az építőanyag szerint:

- kőboltozatok
- téglaboltozatok
- vegyes, kő- és téglaboltozatok

Formájuk, a boltozati felületet létrehozó vezérgörbe szerint:

- egygörcsületű (hengerfelületű) boltozatok – mint a dongaboltozat
- kétgörcsületű (gömbfelületű) boltozatok – mint a kupola

A támasztó szerkezetek formája szerint:

- nyitott boltozatok – egyes pontokban való alátámasztással oszlopokra
- zárt boltozatok – folyamatos alátámasztással, amelyhez falakra van szükség.

A legegyszerűbb boltozat a dongaboltozat, amelyből bármely más típus létrehozható.

Ha a boltozatot két átlós síkkal elmetsszük, 4 negyed, 2 gömbnegyed és két úgynevezett vaknegyed kapunk. (fig.17)

Így négy boltnegyed összeillesztéséből keresztboltozatot, 4 vaknegyedből pedig kolostorboltozatot kapunk. A kolostorboltozat sokszögletű terek fedésére is alkalmas. A sokszög körré alakításával kupolát, vagy gömbboltozatot kapunk.

Boltozattípusok:

– A dongaboltozat – keresztmetszete lehet félköríves, állhat egy körcikkből, vagy bármely más görcséből. A dongaboltozat használható lépcsőfeljárók hordására; ebben az esetben a boltozat vezérvonalára növekvő lesz. (fig.18)

– Keresztboltozat:

- római kori: két hengerfelületű boltozat metszéséből (fig.19)
- román kori: félköríves átlós metszetű (fig.20)

– Fiókos dongaboltozat (fig.21)

– Kolostorboltozat (fig.22)

– Kupola (fig.23)

– Tükörboltozat (fig.24)

– Teknőboltozat (fig.25)

- Csillag-, (fig.26) háló- (fig.27) vagy legyezőboltozat (fig.28) – bordás boltozatok
- Cseh- és csehsüveg boltozat (fig.29)
- Poroszsüveg boltozat – fémgerendák közé falazott dongaszegmensek (fig.30)

A boltozat jellegzetes elemei: (fig.31)

- intrados (bélletfelület),
- extrados (hátfelület),
- zárókő,
- boltváll,
- fesztáv,
- vezérvonal,
- boltozatmagasság,
- boltzóelemek: kő vagy téglák,
- a kövek vagy téglák közötti hézagok.

A kis fesztávú boltozatok fél téglavastagsággal is megépíthetők. A nagyobb fesztávú boltozatok vastagsága a zárókőnél fél téglavastagság, a boltváll felé haladva pedig eléri az egy vagy másfél téglavastagságot.

A boltozat súlyát annak vastagsága adja. A boltozat által a falra vagy oszlopokra nehezedő oldalnyomás egyenesen arányos a boltozat súlyával, ezért azt csökkenteni próbálják.

A boltozat saját súlya alatti nyomásra dolgozik, egyenletes leterhelésnél. Húzófeszültségek átvételére nem alkalmas, és nem terhelhető pontszerűen. A boltozat fölötti töltésnek az is a szerepe, hogy egyenletesen ossza el a terheléseket. A töltés nélküli boltozatoknál, amelyek láthatók a padlástérben, elkerülendő a tetőből adódó helyi terhelés.

Ezek a megfontolások érvényesek a kivitelezés idején is. A boltozatok helyi leterhelését mindvégig el kell kerülni.

A boltozatok kivitelezési technológiája

A boltozatok kivitelezéséhez, azok görbe formája miatt, a legtöbb esetben állványzatra vagy mintaállványra van szükség, amely egyes esetekben mozgatható is lehet.

A legegyszerűbb boltozattípusból kiindulva, a hengerfelületű boltozat falazásának három módja van:

Az első leghasználatosabb, kupás falazásnál sugárirányú futó hézagokat és függőleges, körkörös kötőhézagokat találunk. Keresztmetszetben a téglavastagság mérete látható. (fig.32)

A sugárirányú hézagok pontos irányának meghatározása történhet sablonnal, vagy a kör közepébe felfüggesztett zsinórral, amelyet kifeszítve minden esetben megkapjuk az illesztés

irányát. A nem félköríves vagy körcikkelyes boltozatoknál több sablonra lesz szükségünk.

Bizonyos esetekben, különösen a nagy fesztávú falazott boltíveknél, ahol a boltozat vastagabb egy fél téglánál, keresztmetszetben is érvényesülnek a falazás szabályai. Vigyázni kell, hogy a bélletfelületek hézagainak mérete ne legyen túl nagy; ilyen esetekben ék alakú téglákat alkalmazunk. A boltozatok merevítéséhez bordákat is alkalmazhatunk.

A boltozatok falazásához fából készült mintaállványokat használunk. A keresztmetszet ívének vonalát követő fa keresztbordákra kb. 3 cm széles lécek támaszkodnak, közöttük résekkel. A legregebbi időktől próbálják ezeket újrahasonosítani, és adataink vannak a különböző típusú és sugarú ívek falazásánál újrahaználható mintaívekről.

A félköríves vagy csúcsíves boltozatoknak a boltváltól számított első fele, ameddig a közép-ponttal bezárt szög nem haladja meg a 30°-ot, állványzat nélkül is falazható, a többi része azonban már nem.

Figyelembe véve, hogy az állványzat kibontása után a boltozat megereszkedik, az állványzatot meg kell egy kissé emelni.

Az állványzat kibontása kényes kérdés, nem történhet azonnal, vagy hirtelen. Ugyanakkor nem maradhat sokáig a boltozat alatt, de addig mindenképpen míg a habarcs meg nem köt. Ha a habarcs az állványzat kibontásakor még lágy, a téglák kinyomják azt a hézagokból.

A német mesterek tapasztalatai szerint a kis boltozatok és boltívek állványa 1-2 nap, a nagyobbaké 4-6 nap, míg a 8-10 m-es fesztávúaké 8-10 nap után bontható ki. Cementalapú habarcs alkalmazásakor ezek az időszakok rövidebbek is lehetnek.

Ennek a falazástípusnak a kivitelezése a boltváltnál kezdődik, és párhuzamosan halad mindkét oldalon. A falazás befejezése után a hátfelületet megtisztítják és egy réteg hígabb habarccsal fedik, hogy minden hézagot lezárjanak.

Kőboltozatok csak ezzel a módszerrel építhetők, ám ez nehezebb, ék alakú faragott köveket igényel a boltozat formájának függvényében. A kőboltozatok, súlyuk miatt különleges alátámasztásokat tesznek szükségessé.

Gyűrűs boltozás

Ezek esetében a sugárirányú hézagok soronként váltakoznak, míg az úgynevezett függőleges illesztések folyamatosak lesznek, ám ezek nem függőlegesek, hanem ferdek, ezért a téglasorok egymásra támaszkodnak. Keresztmetszetben a téгла legnagyobb oldala látható. (fig.33)

Ez a boltozástípus a szoba két rövidebb oldalán kezdődik, és középen fejeződik be. A kezdeteknél és középen a kupás boltozástípusot alkalmazzák. Ennek a technológiának az előnye, hogy nem igényel állványzatot teljes felületén, hanem elegendő egy kb. 80 cm széles, mozgatható mintaállvány.

Fecskefarkú boltozás

Ebben az esetben a téglasorok szintén boltíveket alkotnak, de ezek nem merőlegesek az axisra, hanem átlóirányúak. (fig.34)

A boltozás a sarkoknál kezdődik, és a félköríves hengerfelületű boltozatoknál az átlós sorok elliptikusak a közép felé növekedő magassághoz képest.

Ennek a boltozástípusnak az előnye, hogy valamennyi sor, miután lezárták, megáll magától, és az előző sorra támaszkodik. Egy tapasztalt kőműves állványzat nélkül, pusztán egy sablon segítségével megépítheti.

Létezik egy másik, fecskefark-formájú boltozástípus, amely középen indul és a sarkoknál fejeződik be, ám ezt teljes felületén alá kell állványozni. Ennél a boltozástípusnál a sugárirányú illesztések nem a félkörre, hanem az átlós tengelyre merőlegesek, ezért kivitelezésénél a klasszikus boltozás elveit követhetjük.

A műemlék-helyreállítási gyakorlatban sokszor találkozunk fémgerendák közé falazott dongaszegmensekkel, ahol a felületek bármilyen módon, klasszikus, gyűrűs vagy fecskefarkú megoldással falazhatók.

A fiókos dongaboltozatok boltozásánál két módszerrel találkozunk:

- Ha a fiók sokkal kisebb, mint a főboltozat, a fiók helyét kihagyják, és utólag boltozzák be;
- Ha a két boltozat hasonló nagyságú, egyszerre boltozzák őket, állványzat segítségével, úgy hogy a két boltozat sorai keresztezik egymást, és a találkozási ponton a boltozat megvastagszik.

A bordázott boltozatok kivitelezése a bordázat meghatározott geometria szerinti kivitelezésével kezdődik. A bordák görbületi sugara többnyire állandó, előnyös, mert így valamennyi bordaelem egyenlő. A bordákat ideiglenes állványzatra helyezik, és a zárókő beillesztése után magukban is megállnak. A bordaelemek illesztéséhez a legtöbbször habarcsra kívül fémcsapokat is használnak, amelyek az elemekben megha-

gyott lyukakba illeszkednek. (fig.35) Amikor a bordák közötti mezők kis mérete ezt lehetővé teszi, aláállványzás nélkül is falazhatók, legtöbbször fecskefarkú falazással.

A boltvállak kivitelezése

A boltzatok formájuk és leterhelésük miatt a boltvállnak függőleges támaszreakciót és oldalnyomást adnak át. Külön problémát jelent a vízszintes nyomás átvétele: kevésbé a vastag falak esetében, de a falak vékonyodásával és a falakra való támaszkodással súlyossá válik. Ezért, különösen a gótikában, bizonyos szerkezeteknél az oldalnyomás átvételére támpilléreket, vagy támpillér szerepű boltíveket alkalmaztak. Ugyanezt a szerepet töltötték be később a fém vonórudak.

A boltzatok kivitelezése a boltvállak kivitelezésével kezdődik. Ezek képezik a boltzat első sugárirányú illesztésének a felületét. Ha a

keresztmetszeti félkörív, félellipszis vagy csúcsív, az alátámasztási felület vízszintes, míg ha kör vagy nyomott kör, az alátámasztási felület dőlt. (fig.36)

Ha a boltzatot az első ábrán (fig. 37) látható módon falazzuk, csökken a keresztmetszet, és ezáltal a fal ellenállása; ha a fal középfal, mint a 3. ábrán (fig. 37), annak keresztmetszete szinte nulla. Ezek a helyzetek tehát elkerülendők. Ilyenkor szükséges lehet továbbá a fal és a boltzat párhuzamos falazása. A gyakorlatban először a falak készülnek el, majd a boltvállak (mint az ábrákon), ezután az épületet lefedik, és megépítik a boltzatokat.

A boltváll néhány sor téglakonzolos kiugratásával is létrehozható, vagy alkalmazhatunk különleges, faragott kő- vagy meghatározott formájú téglaelemeket.

Az ívek közötti boltzatok boltvállai nem készíthetők el előre. Ezek az ábrán látható módon, kiékeléssel készülnek. (fig.37)





David Baxter

Megerősítés és vakolás műhelygyakorlat

A bonchidai szakképző program történeti falazatok helyreállítását oktató előadásai és műhelygyakorlatai a következő fontos alapelveket tudatosítják:

- az eredeti falazat, vakolat lehető legteljesebb megőrzése;
- a helyreállításhoz használt anyagok kompatibilitása az eredeti anyagokkal;
- a falazatok szellőzését biztosító páraáteresztő habarcsok használata;
- a helyreállításhoz lehetőleg helyi anyagok felhasználása.

A kastély falait mészalapú habarccsal falazott kőből és téglából építették. Az idők folyamán minden épületen változtatták a nyílások helyét és méretét. Ezt különösen jól szemlélteti a Miklós kastély, melyről tudjuk, hogy az 1820-as években alakították át a nyílásokat és a homlokzatokat. Ekkor 50 mm-es mészalapú vakolással alakították ki az új homlokzati tagozatokat. Az épületek homlokzatait meszelték.

A program résztvevői, műhelygyakorlatok keretében, vezető mesterek irányításával az épületek helyreállításában vesznek részt. A helyreállítást megelőzően felmérés és kiviteli terv készül minden épülethez, mely előírja a munkálatok ütemezését. Így a résztvevők hagyományos építőtelemi körülmények között dolgoznak és a helyreállítási munkálatokat logikai sorrendjükben ismerhetik meg.

A műhelygyakorlatok a mészpép tulajdonságainak és használatának bemutatásával kezdődnek. Bonchidán általában a közeli Szamosújvárról (20 km) származó, legalább hat hónapos mészpépet használunk. Ez egy tisztítatlan pép, amelyben az égetésből és oltásból származó szennyeződések találunk. Ezek puzzolánként hatnak az érési folyamatban, és a gyengén hidraulikus NHL2 mészéhez hasonló tulajdonságokkal ruházzák fel a pépet.

A falazáshoz és vakoláshoz használt habarcs három rész (helyi forrásból származó) homokot és 1 rész mészpépet tartalmaz. A mész és a homok víz-

tartalma miatt ritkán van szükség további víz hozzáadására a keverék előkészítése során. Az elkészített habarcs felhasználható azonnal, vagy zsákvászonnal védve tárolható későbbi felhasználásra.

A helyreállítási munkálatok előkészítése különösen fontos, mert biztosítani kell a régi és az új falazat megfelelő illeszkedését, kötését ahhoz, hogy szerkezeti egységet alkossanak.

Előkészítés. A károsodott (kilazult) részek eltávolításával kezdődik, kisebb kőműveskanál és kefe segítségével. Megfelelő állapotú részeket főleg eltávolítani. Ezután az egész felület alaposan le kell mosni vízzel, majd vízzel hígított mészpéppel kell bekenni. Ez elősegíti a felhordandó habarcs kötését. Ha a meglevő falazat túl száraz, gyorsan el fogja szívni a nedvességet a habarcsból, s a javítás nem lesz időtálló. Ez a folyamat igen nehézkesnek tűnik a műhelygyakorlatok során, de az eljárás mellőzése a javítások sikertelenségét eredményezheti.

- **Szerkezeti megerősítés.** A megerősítéshez használt anyagok a javítandó felület méretének függvényében változnak. Számos kisebb javítás mészalapú habarcsba ágyazott cserepekkel (sorokban lerakott agyagcserepekkel) végezhető. Nagyobb javításoknál köveket vagy téglákat illesztünk a falazatba. Fontos a hátfalazat folyamatos nedvesítése, hogy megelőzzük a nedvesség túl gyors elszívását a habarcsból. A javított felületet zsákvászonnal védjük, amelyre vizet permetezünk, a habarcs összezsugorodásának és megrepedésének elkerülése végett. Nagyobb szerkezeti megerősítésnél a kiegészítéseket függőleges és vízszintes irányban összeszöjjük a javítandó falazattal, biztosítva a régi és új részek kötését, elkerülve azt, hogy a kiegészítés önálló szerkezetként dolgozzon. A kastély állapota miatt a megerősítési munkák bizonyos helyeken az eredeti fal vastagságának felét tették ki. Ilyen esetben az összeszövés kulcsfontosságú.

A tartószerkezet károsodása miatt az épületeken repedések keletkeztek. A kisebb repedések

nél annak szélein V alakban eltávolítottuk a falazatot, majd kiegészítettük, hangsúlyt fektetve a rétegek megfelelő összeszövésére. Másik módszer a repedésbe acélrudat vagy lemezt beilleszteni a habarcsba ágyazva. Mivel rozsdamentes acél nem állt rendelkezésünkre, s a galvanizált acél nem időtálló nedves környezetben, ezt a megoldást nem alkalmaztuk. A program során igyekeztünk csak a szerkezettel kompatibilis, és Romániában könnyen hozzáférhető anyagokkal dolgozni, hogy a szakképzés során használt technológiát máshol is alkalmazni lehessen. Ezzel a módszerrel sikeresen erősítettük meg a volt konyhaépületet és bástyáját, a kapuépületet, a Miklós-épületet és bástyáját, valamint az istállót.

- **Boltozat-helyreállítások.** A bonchidai szakképzés a téglaboltozatok helyreállításának oktatására szakosodott, és ilyen vonatkozásban egyedülként nyújt képzést. A Bánffy kastély épületei mind téglaboltozatokkal épültek, ami Romániában a 18. és 19. században igen gyakori, esetleg később látták el őket téglaboltozatokkal (mint a 16. századi bástyák esetében). A kastélyban számos boltozattípust találunk: ilyen a kapuépület fiókos dongaboltozata, a bástyák keresztboltozata, a Miklós-épület lapított csehboltozata, és az istállóépületek csehsüveg-boltozata. A boltozatok leromlott állapotban voltak, emiatt részben a teljes újjáépítés, részben a javítás mellett döntöttünk. A helyreállítás a boltozatok sugarának pontos felméréssel és dokumentálásával kezdődik. A boltozatok élükre állított vagy függőlegesen rakott téglákból épültek, s a különböző építési periódusok során más-más méretű téglát használtak, ez segít építési idejük meghatározásában. A helyreállítás során a boltozat alá sugarának megfelelő faszaluzatot helyeztünk, erre épült a kiegészítés-javítás, mészalapú habarccsal falazva és összeszöve az eredeti boltozattal. Itt ismét kulcsfontosságú volt a javítások kötésének biztosítása minden irányban, hogy át tudják venni a boltozatban ható különböző erőket. A javításokhoz az eredetihez hasonló téglákat használtunk.

- **Vakolatok.** Az épületek külső vakolata és meszelése az a burkolat, amely az idő patináját hordozza, és megadja egy történeti épület jellegét. Romániában gyakran tekintik a régi vakolatot károsodottnak, és emiatt eltávolítják azt és újravakolják az épületeket. A bonchidai szakképzés az eredeti vakolat megtartásának fontosságát hangsúlyozza, ahol ez lehetséges. Ezt először a volt konyhaépület bástyájának helyreállításánál néldáztuk, ahol a tartószerkezet súlyos károso-

dásai ellenére jelentős vakolatfelületek maradtak meg. A vakolat falazathoz való tapadásának vizsgálata félrevezető lehet, ezért csak a fellazult vagy láthatóan károsodott vakolatot távolítottuk el. A vakolandó felület előkészítése kulcsfontosságú volt, akárcsak a megerősítések esetében, a fűgák kitisztítása, a falazat benedvesítése, először vízzel, majd mésztejjel, az első vakolatréteg felhordása előtt. A vakolat többnyire két, legtöbbször 10 mm vastag alaprétegből áll, a vakoló habarcs 3:1 arányban tartalmaz homokot és mészpépet. Néhol egy harmadik rétegre is szükség volt a meglevő vakolat vastagságának kiegyenlítéséhez. A múltban a vakolat vastagságát függőlegesen elhelyezett cserepekkel emelték. Ezt a megoldást a javítások során is alkalmaztuk, de kisebb darabokat, nem egész cserepeket használva. A beavatkozás sikerességének alapfeltétele a történeti építési technológia, valamint a korábbi javítások, módosítások átfogó ismerete, s a Bánffy kastély helyreállítási munkálatai kiváló alkalmat teremtettek ennek gyakorlására. A bonchidai oktatási modulok során mindezidáig valamennyi munkát nyáron végeztük, 20 és 38 °C közötti hőmérsékleten. Ezért nagyon fontos volt a mészpép tulajdonságainak és viselkedésének pontos ismerete, amelyek ezeken a hőmérsékleti értékeken belül is jelentősen változnak. Magasabb hőmérsékleten a vakolat gyorsabban köt meg, ezért azt egy mikroklíma létrehozásával kell védeni. A javításokat zsákvászonnal fedtük le, és a vásznon át rendszeres időközönként vízzel permeteztük, így biztosítva, hogy a nedvesség lassan szívódjon fel a vakolatból, elkerülve a repedéseket és a tapadás hiányát. A folyamatot a második és a simító- vakolatréteg esetében is megismételtük. Utóbbit úgy alakítottuk ki, hogy találjon az eredeti textúrájához. Az új és az eredeti vakolatot ezután négy rétegben lemeszeltük, úgy, hogy a végeredmény az eredetihez hasonlítson. A helyreállítási munkák magukba foglalták az ablakok, ajtók és párkányok profiljainak javítását is. Ezeket hagyományos módon végeztük, az eredeti formákról sablont készítve, alkalmazva aztán az egész épületen. Ez a módszer az eredeti profilok pontos felmérését és a sablon hozzáértő kialakítását feltételezi.

Az oktatott módszerek kiemelték a program fő alapelveit, amelyeket beszámolónk elején is hangsúlyoztunk. A sikeres helyreállításhoz elengedhetetlenül szükséges az eredeti, és a későbbi beavatkozások építőanyagainak és technológiájának, valamint a jelenleg használt anyagok tulajdonságainak és viselkedésének ismerete.



Szóke Kálmán

Építőkövek és kőbányák

Építőkövek gyanánt a földkéreg azon szilárd kőzeteit használjuk fel, amelyeket tetszetős külsejük különböztet meg a többi kőzettől, emellett olyan fizikai tulajdonságokkal rendelkeznek (keménység, fagyállóság, ellenállóképesség), amelyek megkönnyítik megmunkálásukat.

Adott kőzet állhat hasonló összetételű (pl. mészkövek, kvarcitok) vagy különböző összetételű ásványokból (pl. gránit, bazalt).

Keletkezésük alapján a kőzeteket három nagy csoportba sorolhatjuk:

- a. magmás kőzetek,
- b. üledékes kőzetek,
- c. metamorf (átalakult) kőzetek.

A vulkanikus vagy magmás kőzetek a Föld belsejéből feltörő megolvadt magma megszilárdulása révén keletkeznek. Kémiai összetételüket magas kvarc- (SiO_2), alumínium-oxid, vas-oxid és magnézium-oxid tartalom jellemzi. Szövetük (amelyet a kristályok kapcsolódási módja határoz meg), lehet holokristályos (teljesen kristályos), porfiros és üveges, a kristályok mérete alapján megkülönböztetünk fenokristályos vagy üvegszerű (5 mm-nél kisebb kristályok), mikrokristályos (1 – 5 mm-es kristályok) és kriptokristályos (1 mm alatti) szerkezeteket.

E tulajdonságoknak köszönhetően a vulkanikus kőzetek a legkeményebb, legnehezebben megmunkálható kőzetek; fajsúlyuk általában $2,5 \text{ g/cm}^3$ körüli ($2,5 \text{ t/m}^3$).

Azokat a kőzeteket, amelyek fizikai aprózódás vagy kémiai átalakulások során keletkeznek és medencékben rakódnak le, üledékes kőzeteknek nevezzük. Kialakulásuknak köszönhetően az üledékes kőzetek rétegesek, kőületeket (fossziliákat) zárhatnak magukba; kémiai és mechanikai tulajdonságaik változatosak.

Az üledékes kőzetekből különböző hőmérsékleti- és nyomásviszonyok között, átalakulással (metamorfózissal) keletkeznek a metamorf kőzetek, ezért kémiai és mechanikai tulajdonságaik nagyon hasonlítanak mind a vulkanikus, mind az üledékes kőzetekére.

Mivel a díszítő- és építőköveket az építőiparban használják fel, célszerű néhány mechanikai-fizikai tulajdonságukkal közelebbről megismerkednünk:

- a. Sűrűség (fajsúly) – g/cm^3 -ben kifejezve. Jelentős szerepe van az épületek súlyának kiszámításakor.
- b. Normál hőmérsékleten és nyomáson felszívott vízmennyiség [%]. E tulajdonságból az épület elemeinek nedvesedésére, nedvszívására vonatkozó jellemzőkre következtethetünk.
- c. Fagyállósági együttható – [%]. Jellemzi a kőzet károsodásának mértékét több fagyási-olvadási ciklust követően.
- d. Nyomószilárdság – $[\text{daN/cm}^2]$. Statikai szempontból jelentős tulajdonság.
- e. 25 fagyási-olvadási ciklust követő nyomásállóság $[\text{daN/cm}^2]$. Megmutatja, hogy az épület külső elemei mennyi ideig képesek a tervezett terhelést átvenni.
- f. Ütőszilárdság $[\text{daNcm/cm}^3]$. A díszítő elemeket gyakran érheti mechanikai sokkhatás (ütés).
- g. Kopásállóság – tiszta homokkal való 440 fordulatszám/perc erősségű csiszolás után – $[\text{g/cm}^2]$.

A beépített és megmunkált kövek esetében a keménységnek, repedezettségnek, rétegzettségnek és a zárványozottságnak (más jellegű ásványok, pl. agyag, beszivárgásának a kőzet belsejébe) is nagy jelentősége lehet.

Keményiség. Mérésére a Mohs-skálát használjuk, amely bár tudományosan nem eléggé megalapozott, a geológiában ma is használatos. A Mohs-skála alapján a kőzetek 10 osztályba sorolhatók; adott osztály kőzetei karcolják az alacsonyabb keménységi osztályba tartozó kőzeteket. A skála szerint felállított keménységi fokok és különbségek tulajdonképpen önkényesek. Ezért a skála alapjaként 10 mértékkőzetet határoztak meg a geológusok:

1. zsír kő (talk)	
2. gipsz	nagyon puhák
3. kalcit	
4. fluorit	puhák
5. apatit	
6. földpát	félkemények
7. kvarc	
8. topáz	kemények
9. korund	
10. gyémánt	nagyon kemények

A kőzetek keménységének főleg a megmunkált, faragott kövek szempontjából van nagy jelentősége.

Repedezettség. Gyakran a kitermeletlen kőzeteken is jelentkeznek természetes repedések, amelyek meggyengítik a tömbök felhasználását, ezért minden építkezési felhasználásra kerülő tömböt szigorúan ellenőrizni kell.

Rétegzettség. Minden üledékes kőzetet jellemez egy adott rétegzettségű fok, amely fontos lehet a megmunkálás során, mivel a rétegfelületen a szétválási ellenállás kisebb, mint a rétegek belsejében.

Zárványozottság. Általában a rétegfelületen jelentkeznek kisebb zárványok (leggyakrabban agyagzárványok). Ezek megváltoztatják a kőzet mechanikai tulajdonságait, mivel a zárványok könnyebben oldódnak a vízben, mint a kőzet többi része.

A legtöbb építőkövet felszíni fejtéseken (kőbányákban) termelik ki. A felszíni kitermelés három munkafolyamatot foglal magába:

- Nyitó munkálatok, amelyek elősegítik a hozzáférést a kőzetekhez: utak, teleprendezés stb.
- Előkészítő munkálatok, feltárás, a teraszok és árkok kialakítása stb.
- Kitermelés: a kőzettömbök darabolása, kiemelése és szállítása.

Kitermelés

Alapvető követelmény a kitermeléskor a kőzettömbök fizikai-mechanikai egységessége (homogenitása), vagyis nem tartalmazhatnak repedéseket. Ezért a kitermelési folyamat csak részben gépesíthető, semmiképpen nem történhet robbantással.

A hagyományos kőkitermelés során a kiemelendő tömb köré lyukakat fúrnak, amelyekbe ékek kerülnek, ezeket kézi erővel kalapálják a kőtömbbe, amíg az elválik a kőzet többi részé-

től. Bizonyos esetekben, ha a kőzet nem nagyon kemény, az előzetes lyukfúrás el is maradhat, ilyenkor az ékeket közvetlenül verik be a kitermelni kívánt kőtömb körvonalára mentén, két vagy három felszínen.

Hatékonyabb megoldás a vídiakábeles fejtés, amely fölöslegessé teszi a kézi erőifejtést. Gépcsoport hoz mozgásba egy vídiabetétes kábelt, így választva le a kőtömböt, a kábel mozgásirányának megfelelően. A kábelt előzetesen kifűrt lyukakba vezetik be. Nagy előnye, hogy a fejtés során kevés kőanyag megy kárba, a vágás mentén pedig szinte tökéletesen sík felületet nyerünk.

A termelékenység növelése érdekében, ahol a geológiai- és bányászati viszonyok megengedik, mozgó gyémántmarókat alkalmaznak, amelyek a tömböket egyszerre két, esetleg három felszínen is hasítják.

Megmunkálás

A kő feldolgozásának következő lépése a manuálisan vagy mechanikusan lehasított tömbök megmunkálása keretfűrészes vagy maró segítségével.

A megmunkálás során alakul ki a tulajdonképpen kitermelt kőtömb, amely készen áll a faragásra.

A gyémánt korongmarók átmérője 1 mm-től 3000 mm-ig terjedhet; előnyük a keretfűrészes szemben, hogy termelékenységük sokkal nagyobb.

A következőkben bemutatjuk a leggyakrabban használt építőkövek jellemző tulajdonságait és lelőhelyeit.

Mészkövek. Kémiai képlet: CaCO_3 – kalcium-karbonát.

A legelterjedtebb építőkö, szívesen használják tetszetős külseje és kedvező fizikai tulajdonságai miatt (könnyen faragható). Általában azokat a kőzeteket, amelyek CaCO_3 tartalma meghaladja az 50%-ot mészkőnek tekintjük. Üledékes kőzetek, amelyek más elemeket is tartalmazhatnak – ezek érdekes mintázatokat kölcsönözhetnek a mészkőnek.

Az oolitos mészkővek keménysége alacsony (a Mohs-skálán 3 körüli), ezért gyakran használják fel őket faragott vagy vésett fejezetek, mészlapok, keretek kialakítására.

Fizikai-mechanikai jellemzőik:

- fajssúly: $1.4 - 2.8 \text{ g/cm}^3$
- tömörség: 80 – 99%
- vízabszorpció: 20%-ig
- nyomószilárdság: $500 - 150 \text{ daN/cm}^2$
- szakítószilárdság fagyás-olvadás után: $150 - 800 \text{ daN/cm}^2$

A mészkő (kalciumkarbonát) pezsegve reagál a savakkal, ezért könnyen azonosítható.

Oolitos mészkő lelőhelyeket a Nádas völgyében Bácsban, Andrásházán, Vistában, Légenben tártak fel. Fontosabb mészkőtelepek közül megemlíthetjük a következőket: Szind (Sändulești), Tordatúr (Tureni), Székelyhidas (Podeni) Kolozs megyében, Nyírmező (Poiana Aiudului), Gáld (Poiana Gălzii), Torockó (Rimetea), Magyarigen (Ighiu) Fehér megyében, Borz (Borz-Arman), Barátka (Bratca), Jádremete (Remeti), Kőrösrev (Vadu Crișului), Vaskóh-Újlak Bihar megyében, Codlea, Hoghiz, Zernești, Cernavoda, Babadag, Tasaul, Medgidia, Sitorman, Techirghiol Konstanca megyében, Vargyas Kovászna megyében, Baia de Fier és Suseni Gorj megyében, Banica, Măgura Feredeului, Kóaljaohába (Ohaba Ponor) Hunyad megyében, Costești Iași megyében, Szamossósmező (Glod), Létka (Letca), Nyírsid (Mirșid) Szilágy megyében.

A márvány metamorf kőzet, amely a kalciumkarbonát (mészkő) újrakristályosodásakor keletkezik. Keménysége nagyobb a mészkőénél (kb. 3.5), csiszolható és fényezhető. Jellemzői: 2%-nál kisebb hézagterefogat, nyomószilárdság 600 – 1000 daN/cm² közötti, az időjárás viszontagságaival szemben ellenálló. Jelentős márványlelőhelyek: Aranyosszohodol (Sohodol) Fehér megyében, Mogyorómező (Alun), Algyógy (Geoagiu) és Bánpatak (Banpotoc) Hunyad megyében, Rézbánya (Băița) és Kiskóh (Chișcău) Bihar megyében, Borkút (Borcut) és Bucsonfalva (Buteasa) Máramaros megyében, Karmajadúló (Cormaia) Beszterce-Naszód megyében, Bégalankás (Luncani) Temes megyében, Porumbák (Porumbac) Szeben megyében, Ruschița (Krassó-Szörény megye), Moneasa (Argeș megye) stb.

A mésztufa vagy travertin amorf, illetve finoman kristályosodott mészkőfajta, amely akkor keletkezik, ha a kalciumkarbonát lerakódik a bikarbonátartalmú vízből. Lehet tömör, porózus vagy üreges szerkezetű. Színe szürkésfehér vagy sárgás attól függően, hogy milyen idegen anyagot (szennyezőanyagot) tartalmaz. Jelentős travertinlelőhelyek: Bánpatak (Banpotoc) Hunyad megyében, Borszék (Borsec), Hargita megyében, Marosgyertyános (Cărpiniș), Algyógy (Geoagiu) és Nagyrápolc (Rapolt) Hunyad megyében.

Az aragonit nevét a spanyolországi Aragon városáról kapta. Háromszögesen kristályosodott mészkőfajta, színe lehet fehér, fehéressárga, zöldes, szürke, ibolyaszínű, szivárványos a tartalmazott szennyezőanyagoktól függően.

Jellemzői: sűrűsége ~ 2.9 g/cm³, keménysége 3.5 – 4, nyomószilárdsága 800 – 1000 daN/cm².

Könnyen megmunkálható, a csiszolt felületei szép selymes hatásúak, ezért gyakran díszítőelemeket készítenek belőle. Jelentős telepei találhatóak Korondon (Hargita megye), Bégalankáson (Luncani) Temes megyében és a Bihar megyei Sonkolyoson.

Az alabástrom a gipsz (CaSO₄) egy szennyeződésmentes fajtája. Színe fénylő tejfehér. Belső díszítőelemeket készítenek belőle. Keménysége 1.5 – 2, sűrűsége ~2 g/cm³; lelőhelyei: Egeres (Aghireș) és Mészkő (Cheia) Kolozs megyében, Pusztakalán (Călan) Hunyad megyében, Zsobok (Jebuc) és Tóttelke (Gălășeni) Szilágy megyében.

A homokkő üledékes kőzet, amely a szilikátos homokrétegek összecementeződése során keletkezik. A szilikáttartalomnak köszönhetően keménysége aránylag nagy. A rétegeket összekapcsoló kötőanyag alapján megkülönböztetünk kalcitos homokkövet, szilikátos homokkövet, agyagos homokkövet stb. A homokkő színét a kötőanyag színe határozza meg. A zöldes színezet klorit- glaukonit- vagy illittartalomra utal. A vörös árnyalatok a vas-oxidok és vas-hidroxidok jelenlétének köszönhetőek, míg feketés színezet a pirit (FeS₂) kölcsönözhet.

A homokkővek tömörsége, kötőanyagaik minősége nagyon változatos, ezért fizikai-mechanikai jellemzőik is tág határok között mozognak: nyomószilárdságuk 400 – 2500 daN/cm², tömörségük 88 – 98%, hézagterefogatuk 5 – 20%, vízabszorpciójuk normál hőmérsékleten és nyomáson 1.3 – 12%, kopásállóságuk 0.1 – 0.5 g/cm³, ütőszilárdságuk 40 – 90 daN/cm³.

Homokkő lelőhelyek: Sárd (Șard) és Magyarigen (Ighiu) Fehér megyében, Ilonda (Ileanda) és Csömörlő (Ciumârna) Szilágy megyében, Kászónújfalu (Casinul Mare) Hargita megyében és Aszó (Osoiu) Kolozs megyében.

A vulkáni tufák olyan kőzetek, amelyeknek kémiai-ásványtani összetétele a magmás kőzetekéhez hasonlít, szerkezetük és szövetük pedig az üledékes kőzetekéhez, mivel vulkáni hamu leülepedésével keletkeznek. A lerakódás történhet víz alatt vagy a szabad levegőn. A lerakódott vulkáni hamu összetétele alapján megkülönböztethetünk dacittufákat, andezites tufákat, riolitos tufákat stb.

Jellemzőik: fajsúly 1.8 – 2.5 g/cm³, tömörség 73 – 90%, vízabszorpció 5 – 20%, szakítószilárdság 350 – 850 daN/cm². Savakkal nagyon gyengén reagálnak. Üreges szerkezetük miatt fagyállóságuk gyenge, s általában kevésbé ellenálló az időjárás viszontagságaival szemben.

Lelőhelyeik: Kolozs megyében Alsó- és Felsőtők (Tioc), Szarvaskend (Cornești), Apahida.

Kozárvár (Cuzdioara), Désakna (Ocna Dej), Kolozsborsa (Borşa), Doboka (Dăbâca), Máramarosban Kőváralja (Valea Morii), Beszterce-Naszód megyében Retteg (Reteag), stb.

A magmás kőzetek jóval ellenállóbbak mint a fentebb bemutatott kőzetfajták, mivel az őket alkotó ásványok a megszilárdult magmából származnak: keménységük a Mohs-skálán 5-6, mechanikai ellenállásuk magas, s ellenálló az időjárás viszontagságaival szemben is. Minden magmás kőzet tartalmaz adott mennyiségű kvarcot (SiO_2), amely keménységet kölcsönöz a kőzetnek – a kvarc keménysége 7. Nehezen megmunkálható, de csiszolással szép, hosszú ideig fénylő felszínre alakíthatók ki rajtuk. Általában külső elemek, díszkövek készülnek magmás kőzetekből, pl. építőkövek, burkolatok, fedőlapok, sarokkövek stb., megmunkálásuk kézzel vagy gépesítve történik.

A vulkanikus vagy magmás kőzetek közül leggyakrabban a **gránitokat** használnak fel építkezéseknél, mert aránylag gyakoriak, s megmunkálás után tetszetősek. Kvarctartalmuk magas, a kvarc mellett összetételükben biotitok és földpátok szerepelnek. A mikrokristályos gránitok könnyebben csiszolhatóak, de kevésbé ellenállóak, mint makrokristályos társaik. Jellemzőik: szakítószilárdságuk $1200 - 2800 \text{ daN/cm}^2$, hajlítószilárdságuk $200 - 450 \text{ daN/cm}^2$, ütőszilárdságuk $30 - 65 \text{ daN.cm/cm}^3$, sűrűségük $2.3 - 2.7 \text{ g/cm}^3$, kopásállóságuk $0.5 - 1.5 \text{ g/cm}^2$.

Az andezitek kiömlési (effuzív) magmás kőzetek, főbb ásványaik az amfiból, biotit, kvarc, stb. Színük sötét, a világosabb szürkétől a feketéig változhat. Nagyon elterjedt kőzetek, ezért az építőipar szinte minden ágában felhasználásra kerülnek.

Jellemzőik: nyomószilárdság $700 - 2500 \text{ daN/cm}^2$, törőszilárdság 100 daN.cm/cm^3 .

Minden vulkáni eredetű hegységben megtalálhatóak.

A bazaltok szintén nagyon gyakori magmás kőzetek, színük a hamuszürkétől a barnásfeketéig változhat. Általában a láva kihűlése során megrepedeznek, ezért a természetben négy- vagy sokszögű bazaltoszlopok formájában lelhetőek fel. Tulajdonságaik megegyeznek a

magmás kőzetek általános jellemzőivel. Repedésmentes darabjai díszkőnek, építőkövek használhatóak, szépen csiszolhatóak és fényezhetőek.

Fontosabb lelőhelyeik: Olthévíz (Hoghiz), Komána (Comana), Felsőrákos (Răcoşul de Sus) Brassó megyében, Branyicska (Brănişca) Hunyad megyében és Topoly Temes megyében.

A kartitok metamorf kőzetek, amelyeknek jellemző tulajdonságai hasonlítanak a magmás kőzetekéire. A kvarc mellett csak kis mennyiségben tartalmaznak egyéb ásványokat. Színük a kötőanyag színétől függ. Magas kvarctartalmuknak köszönhetően (70% fölött) kopásállóságuk és törőszilárdságuk nagy. Mivel igen kemények (7 fok a Mohs-skálán), az építőiparban ritkábban kerülnek felhasználásra. Lelőhelyeik: Árkos (Archiş) – Arad megye, Sásza (Şasa) – Fehér megye, Tarovăţ – Mehedinţi megye, Solyom (Şoimi) – Bihar megye.

A dacitok a gránithoz hasonló vulkáni kőzetek, de fizikai-mechanikai tulajdonságaik kevésbé előnyösek (gyengébbek). Csillámtartalmuk miatt nehezen fényezhetőek. Dacittelepek: Kolozs megyében Kisbányán (Băișoara), Sebesvár (Bologa), Bitang, Hent, Jára, Marótlaka (Morlaca), Oşoiu, Kissebes (Poieni), Sztolna (Stolna), Vlegyásza, Beszterce-Naszódban Zágra és Sângeorz Băi, Szilágy megyében, Mojgrád, Nyíresd.

A szienitek kis kvarctartalmú magmás kőzetek, törőszilárdságuk mégis magas. Fő alkotó ásványuk az ortoklász. Mechanikai tulajdonságaik az átlagos vulkáni kőzetekénél kicsit kedvezőbbek. Könnyen megmunkálhatóak, fényezhetőek, különösen szép kékes felületek állíthatók elő a nátriumot (szodalitot) tartalmazó darabok fényezésével. Híres lelőhelyei találhatóak Ditróban (Hargita megye) és Észak-Dobruzsában.

A gneiszok átalakult (metamorf) kőzetek, de szerkezetüknek és kristályos ásványtartalmuknak köszönhetően nagyon hasonlítanak a vulkáni kőzetekre. Egyes fajtáik jól faraghatóak és fényezhetőek. Ismert gneisztelepek: Porc (Porţ) és Szilágysomlyó Szilágy megyében, Resinár és Cód (Sadu) Szeben megyében, Kelnek (Călnic) Fehér megyében, stb.



Andrew Shepherd

A kő károsodásai és javítása

A kő történelem előtti idők óta használt időálló építőanyag, bizonyíték erre számos fontos műemlék, például a piramisok vagy az Akropolisz.

A földtörténet különböző geológiai átalakulásai kőtípusok hatalmas változatosságát hozták létre. Elég ha arra gondolunk, hogy ugyanabban a kőfejtőben különböző rétegeknek a legkülönbözőbb fizikai tulajdonságai lehetnek.

A KŐ KÁROSODÁSÁNAK OKAI:

Időállósága ellenére, számos tényező okozhatja a kő károsodását. Ezek közül a következők a fontosabbak:

Légszennyezés: gondot okozott az ókorban és a modern, iparosodott világban egyaránt. A kén-oxidok, nitrogén-oxidok és széndioxid esővízzel keveredve savas oldatot eredményeznek. Ezek reakcióba lépnek bármilyen mésztartalmú anyaggal, így a mészkővel is, amelyet, megfelelő óvintézkedések hiányában, akár ki is moshatnak. Ha a kő (például párkánnyal) védett, fekete szennyeződés-réteg rakódik rá.

Kémiai okok:

1. Természetes és mesterséges légköri gázok és folyadékok.
2. A levegőben és a kőben található oldódó sók kölcsönhatása, illetve olyan tényezők, mint az útra szórt, és az épületre felcsapott só.
3. A mészkő felszínén képződött kalcium-szulfát réteg lebomlása a mészkő és a szennyező anyagok reakciójának hatására.

Fizikai okok:

1. Az oldódó sók ismételt kristályosodása miatt bekövetkező fagykár.
2. 1. Oldódó sók: A sókristályok elszaporodása a kő pórusaiban olyan feszültséget eredményezhet, amely legyőzi a kő saját húzó-

szilárdságát, és elporlasztja a követ. A világ műemlékeinek többségét ez károsítja.

2. 2. A levegőben található szulfátok és nitrátok, vízzel sókat képeznek és támadják a követ. A talajból felszivárgó nedvesség só-oldódást eredményezhet. Tengeri és sivatagi körülmények között a szél fúj sószemcséket az épületekre.
2. 3. A modern életkörülményekkel járó tényezők, mint a jegesedés gátló só és a tisztítószeres sók felhalmozódását eredményezhetik, amelyek oldódóvá válnak, és megtámadják a követ. Régen a puszkaporból származó salétrom hasonlóképpen károsította a követ.
2. 4. A só-károk kétféle módon lépnek fel: az oldatokban található sók kristályosodásával és a sók vízfelvételével.
2. 5. A sók, higroszkopikus hatásukkal, külső és belső károkat okoznak a kőben.
3. Ide tartoznak a hőhatások is, beleértve a tűzkárokat.

Kopás:

a folyamatos igénybevétel vagy használat; és olyan természeti tényezők hatása, mint a szél, a szélsodorta homok.

Biológiai tényezők:

1. A baktériumtámadások mértékeit és hatásait a kő károsodására még kutatják a szakemberek. A fontosabb kártevők továbbá az algák, gombák és zuzmók. A zuzmók növekedése a kő felszínét károsító kémiai hatást eredményez. Ugyancsak a kő felszínét károsítják a szeten hasznosító autotróf és heterotróf baktériumok
2. Biológiai károsodások: A kő felületén idővel egy patina alakul ki, amely jellegzetessé teszi azt. Egyensúlyt kell azonban tartani korrallal járó patinával, és a természetes biológiai tényezők károsító hatása között.
3. A repkénygyökerek a kő felületét, valamint a fugákat támadják meg. Az épületek felszínén növő mindenfajta növényzet, bármilyen szép legyen is, károsíthatja az épületet.

A KŐ FIZIKAI HIÁNYOSSÁGAI:

A kőzet rétegződése problémákat okozhat. Egy amúgy kielégítő minőségű követ tartalmazó kőfejtőben is előfordulnak „lágy” rétegek. Van-
nak további természetes tényezők is, mint a kő geológiai lerakódása során keletkezett rések és hasadások. Ezek felismeréséhez a kőfejtők tapasztalatára kell hagyatkoznunk, mivel kevés építész vagy mérnök rendelkezik a szükséges szaktudással.

a. Kitermelési hibák: Számos probléma tartozik ide, amelyek közül a leggyakoribbak:

- 1. Rétegzettség:** A köveket a kőzet rétegei mentén kell kivágni, megmunkálni és felhasználni. Ez azt jelenti, hogy nem szabad függőlegesen elvágni mellvédlábak vagy hasonló elemek számára, bármi gazdaságos lenne is ez, mert tönkre fog menni, amint az időjárás hatására a kő természetes rétegei elválnak.
- 2. Öregedés:** A modern korban ez nem tűnik akkora problémának, mint mondjuk hatvan évvel ezelőtt, amikor még a kőfejtőből kivágott követ felhasználás előtt állni hagyták, amíg egy kemény felületi réteg ki nem alakul rajta.
- 3. A nem megfelelő kő kiválasztása:** például túl lágy köveket használnak oromkőként vagy útburkolatként, amelyek valószínűleg hamarosan tönkremennek.
- 4. Hibás kőfejtési módszerek:** A múltban a dinamittal való kirobbantás a kő előtöréséhez vezetett. A gépek fejlődésével mára ezek megritkultak. Egykor még azt is mondták, hogy a kő gépi megmunkálása tönkretette azt, ma az egyszerűbb formákat gépek vágják.

b. Megmunkálási hibák: Ha adott célra a megfelelő követ választottuk és szereztük is be, a kő megmunkálása annak idő előtti meggyengüléséhez vezethet. A leggyakoribb problémák a következők:

- 1. Nem megfelelő kő kiválasztása:** A követ nem lehet pusztán színe és erezte alapján megválasztani. Az oromköveknek például kevésbé porózusnak kell lenniük, mint az építőköveknek általában.
- 2. Beépített kapcsok:** Régen vas-, majd acélcsapokkal kapcsolták össze a kőelemeket. Ha a kő vagy a hézagolás hi-

nyosságai miatt nedvesség érte őket, rozsdázni kezdtek és kitágultak. Mára ez már kevésbé vetődik fel, a rozsdamentes acél és a bronz használata ezt a problémát megoldani látszik, mert kevésbé károsítja a víz.

- 3. Az anyagok inkompatibilitása:** A mészkőről a homokkőre lefolyó víz savas beszivárgást eredményez, ami megtámadja és tönkreteszi a homokrészecskék kötőanyagát. Hasonlóképpen a réz héjazatokról lefolyó víz a kő foltosodásához vezethet.

KŐELEMENEK JAVÍTÁSA

A kőelemek javításának általános szabályai a következők:

1. Ha a kőfalazat megvédi az időjárás viszonyosságaitól és fenntartja a fölötté levő falat, valószínűleg nincs szükség javításra.
2. A kőelemek történeti értékét fel kell becsülni, és dokumentálni kell az eredeti anyag megőrzése érdekében.
3. Bármely megmunkált vagy faragott követ helyettesítő elemnek minél pontosabban meg kell ismételnie az eredeti részleteit, egy még el nem kopott darab méretei alapján. Az új elemeknek találniuk kell az eredetivel méretben, színben, formában, textúrában, tartósságban és felületi megmunkálásban. A felületes hézagokat megfelelően meg kell bordázni.
4. A kőnek lehetőleg ugyanabból a kőfejtőből kell származnia, mint az eredetinek. Ha ez nem lehetséges, az eredetinek geológiailag megfelelő, vagy azzal találó követ kell beszerezni.
5. A fal általános megjelenésének az eredetihez minél hasonlóbbnak kell maradnia. Sok apró kő beillesztése nem jó megoldás, mert az eredeti fűgák így kevésbé kivehetőek lesznek.
6. Az új elemet általában a helyettesített eredeti méretére faragjuk.
7. Az üledékes helyettesítő köveket természetes rétegződési síkjaikkal párhuzamosan illesztjük be, kivéve a párkányokat, oromköveket, választópárkányokat, amelyeket függőlegesen, illetve az ívek boltköveit, amelyeket az ív sugarával párhuzamosan minél pontosabban illesztünk be.

A kőfalak restaurálása alkalmával, a falakat (mint egységet), valamint az őket alkotó kőelemeket külön tárgyaljuk.

Falak:

A falazat szerepe a tetőszerkezet fenntartása valamint az időjárás viszontagságainak kirekesztése. Mindkét funkció teljesítését több tényező gátolhatja:

- A kőelemek a belső feszítő erők hatására megrepedhetnek
- A fal külső részei leválhatnak, ha nincsenek megfelelően összeszöve
- A fal belső (töltelék) részeit, főleg a tetején az esővíz kimoshatja

A fenti károsodásokat többféleképpen javíthatjuk, hagyományos megerősítéssel, összeszövésével (szükség esetén lebontás-újjáépítés), mészalapú injektálással, vagy rozsdamentes acél fémkapcsok használatával.

Az alapozás hibáinak kiküszöbölésére gyakran helyi aláfalazást alkalmaznak, sajnos előfordul, hogy ez az épület más részein elmozdulásokat okoz, további károkat vonva maga után. A megoldás az épületnek tartószerkezeti szempontból teljes egységként való kezelése.

Kőelemek:

Az egyedi elemek hibásodásának több oka lehet. Javításuk

- a kőelem teljes cseréjével;
- a kőelem részeinek helyettesítésével;
- mészpaszta és kőpor keverék alkalmazásával történik.

A fenti megoldások közül a megfelelően felkészült szakember választ, az anyagi forrásokat valamint a károsodás mértékét szem előtt tartva.

KŐKEZELÉS

1. Mészvizes kezelés: a technika alapvetően egy mészréteg kialakítását jelenti, azáltal, hogy a károsodott mészkőre harminc-ötven rend, mészben gazdag vizet „öntenek”. A mész a pórusokon keresztül megerősíti a követ, több szakember szerint azonban veszélyes ilyen nagy mennyiségű vizet mesterségesen a kőelembe juttatni, mert ennek hosszú távon mellékhatásai lehetnek.

2. Megszilárdítások és felszíni konzerválószerek: a hosszú idő alatt kikísérletezett szilánok és egyéb anyagok hatása még nem bizonyított. Ha nem vagyunk biztosak időállóságukban, inkább ne használjuk ezeket az anyagokat.

3. Kőtisztítás: A műemléképületek kőelemei megtisztításának szükségességéről még folynak a viták. Számos épület megtisztításának katasztrofális következményei voltak. A kő tisztítására a káros sók és más szennyező anyagok eltávolítása miatt kell, hogy sor kerüljön, nem csak azért, hogy az újnak tűnjék. Mindenképpen először mintadarabokon próbatisztítást kell végezni.

Minden tisztítóprogram számára a legfontosabb szempontot a kőelemek geológiai tulajdonságai jelentik.

TISZTÍTÁSI ELJÁRÁSOK

Egy sor tisztítási eljárást dolgoztak ki az elmúlt években, kisebb-nagyobb eredménnyel:

- Alacsony nyomású vízzel
- Nagy (2000 psi) nyomású vízzel
- Savak,
- Lúgok,
- Gőz,
- Csiszolóanyagok segítségével.

A próba-pannók használata segít a megfelelő megoldás megtalálásában, a tisztítandó anyagtól függően. Egyes kőfajták keményebbek, emiatt durvább tisztítást is elviselnek. Mint ahogy fennebb is mondtuk, a tisztításnak nagyon enyhének kell lennie, hogy minél kevésbé károsítsa az anyagot, és elérje a kitűzött célt.

A problémát az épület felszínén felhalmozódó víz jelenti, ami a sók vándorlásához vezet, és a kőbe irányíthatja a sókat és a szennyeződést. A víz meggyengítheti a fugákat, érintkezésbe kerülhet a fémekkel és a vezetékekkel, további problémákat eredményezve. Ha a tisztítási programot nem megfelelő időszakban hajtották végre, a víz fagykárokat okozhat.

Bármilyen vízzel történő tisztításkor a kívánt hatás eléréséhez szükséges lehető legalacsonyabb nyomást kell használnunk.



David Baxter

Kőfaragó műhelygyakorlat

A kőnek 4 fő alkalmazási területe van a Bánffy kastély épületeinél:

- kőfalazatok;
- kőburkolatok;
- nyílászárók, kapuk kőkeretei;
- szobrok.

Az 1940-es évekig, amíg a kastély a Bánffy család tulajdonában volt, az épület igen gazdag kődíszítményekkel rendelkezett, és a faragványok minőségéről volt híres. A 20. század második felében azonban ezek nagy részét vandál módon tönkretették, ellopták vagy eltűntették.

Ezért a megmaradt kőanyag megmentése, megőrzése nagyon fontos. A kőfaragó műhelygyakorlatok a javítási technikákra, az eltávolított kövek visszahelyezésére, valamint az új kövek faragására összpontosítanak.

A helyreállítás általános alapelve a meglévő anyagok maximális megőrzése, illetve a pótlások, javítások esetén a kompatibilitás biztosítása.

Az eredeti nyílászárók kőkereteinek, valamint a kapuk boltíveinek anyaga egy Kolozsvár melletti kőbányából származik. Ez a kőbánya napjainkban már nem üzemel, ezért ugyanabból a geológiai kőzetágyból származó mészkövet használunk, amely színében, textúrájában, porózusságában és időállóságában hasonló az eredetihez, tehát kompatibilis.

A műhelygyakorlatok

A résztvevőket nagy-britanniai és romániai mesterek oktatták. A kő megmunkálása időigényes folyamat, ezért a bonchidai szakképző program egyes moduljai során nem mindig lehet egy-egy kőelem faragását, javítását befejezni. Műhelygyakorlatokat és a konkrét helyreállítási munkát társítva a tanfolyam arra törekszik, hogy a résztvevők minél több tapasztalatot szerezhessenek.

Az oktatás elején bemutatjuk a kastélyhoz tömbökben érkező nyerskő felületeinek előkészítéséhez szükséges szerszámokat: – spreng (nagyoló-szakító véső), keskeny véső, salír (finomvéső). A nagyolás időigényes folyamat, de ez biztosítja az elemek pontos illeszkedését, s ugyanakkor a profilok, illetve finommegmunkálás alapját képezi. A nagyolás után a geometrikus és művészi minták, profilok és betűvésetek faragásának technikáját ismertetjük. A mesterek és tehetségesebb résztvevők faragják azokat a köveket, amelyek beépítésre kerülnek, oda, ahonnan az eredeti kő hiányzik, vagy annyira károsodott, hogy nem helyreállítható.

Kőfaragás

Az 1960 – 70-es években szakszerűtlen megerősítési munkálatokat végeztek a kapuépületen, így a külső kapunyílás hiányzó kőanyagát vasbetonnal pótolták. Az 1990-es évek elején a belső kapunyílás íveinek kőelemei leomlottak, de ezek nagy része megmaradt a kastély udvarán. A 2002-es oktatási program keretében kezdtük el mindkét kapu kőkeretének helyreállítását. A külső kapu egyik szárkövét az eredetivel azonos formára újjáfaragtuk, majd a betonelemet kivágtuk, eltávolítottuk és beillesztettük az új kőelemet. Továbbá elvégeztük a megőrzött kőanyag javítását és visszahelyeztük a belső kapu ívének leomlott részeit. Az új elemeket adalékanyag nélküli mészpépbe ágyazott galvanizált acél csapokkal rögzítettük a meglévőkhöz. A csapokat a kövek közéjébe helyeztük, hogy minimálisra csökkentsük a vízbeszivárgás lehetőségét, ami hosszú távon a csapok kitágulásához és a kő károsodásához vezető kémiai reakciókat okozhat. A hézagolást tiszta mészpéppel végeztük, a fugavastagság legtöbb 3 mm lehetett.

Kőelemek javítása

A megmaradt kőelemeket, ahol ez lehetséges volt, eredeti helyén javítottuk. A károsodott részek eltávolítása után mészpépbe ágyazott rézhuzal erősítést illesztettünk a kőbe, majd egy

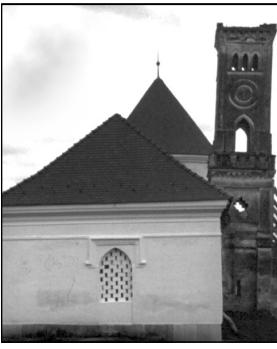
rész mészpépet és egy rész kőpor keveréket alkalmazva, modellező technikák segítségével kialakítottuk az eredetinek megfelelő profilt. A kőpótló habarcsához maximum 5 % finom homokot adtunk, hogy a javítás textúrája minél jobban hasonlítson az eredetihez. A kőpor a kastélyban létező kétfajta kőből készült, 1:1 arányban, ezáltal a javított felület színe gyakorlatilag megegyezett az eredetivel. Ez az eljárás biztosította a kompatibilitást az eredeti kőanyag tulajdonságaival. Nem használtunk sem gyantát, sem cementet, mivel előbbi időállósága még ismeretlen, míg az utóbbi kemény és nem eléggé porózus, ezért felgyorsítaná az eredeti kőanyag károsodását. Ahhoz, hogy a beavatkozás ellenálljon a 38 C° nyári hőmérsékletnek, a javítandó kövek körül mikroklímát hoztunk létre, hogy a frissen felvitt javítóhabarcs túl korai kiszáradását megakadályozzuk. A javítandó felületet benedvesítettük, majd a javítóhabarcs minden felvitt rétegét (3-4 mm) megfelelő ideig vizes zsákvászonnal borítottuk be, és vízzel permeteztük. Ez a folyamat biztosította a beavatkozás időállóságát, amely az elmúlt két évben sikeresen vészelte át a 38 C°-tól -20 C°-ig terjedő hőmérsékletingadozásokat.

Folyamatban levő munkák

A technikát tovább finomítottuk 2003-ban és 2004-ben, a volt istállóépület bejáratának helyreállításakor. Kissé durvább homok adagolása az alapozó rétegekhez növelte a habarcs szilárdságát, és a felső réteg színe és minősége is javult, amikor a mészpép és kőpor 1:1-es arányához 1/2 rész finom homokot kevertünk, amely fehér kőport is tartalmazott. Ezzel a technológiával számos történeti kőelemet mentettünk meg.

A kastély volt istállóépületének bejárata az erdélyi barokk kőfaragás egyik legdíszesebb és legigényesebb példája volt, amíg 2000-ben vandálizmus áldozata lett. Helyreállítása 2003-ban kezdődött. Itt is az eltűnt elemeket újrafaragtuk, helyi javításokat végeztünk, a történeti faragott keretet visszaállítottuk, és pótoltuk a hiányzó elemeket. E technológia az eredeti anyag maximális megőrzésén alapszik, a kőpótlásnál használt eljárást pedig kisebb módosításokkal bárhol lehet használni, biztosítva a történeti kőanyaggal való kompatibilitást. Ezt a technológiát Romániában csak Bonchidán oktatják.

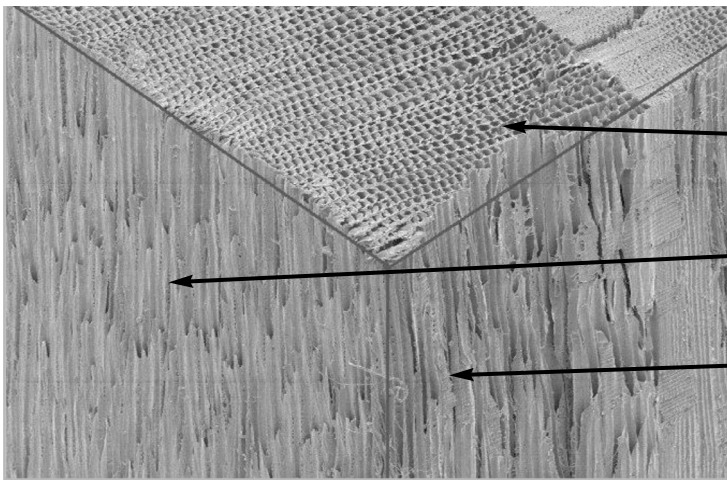




Szabó Anna

A fatest szerkezete
A faanyag fizikai és kémiai tulajdonságai
A faanyag tartóssága és nedvességtartalma
Farontó szervezetek; a károsodások kezelése

1. A faanyag makroszkopikus és mikroszkopikus szerkezete

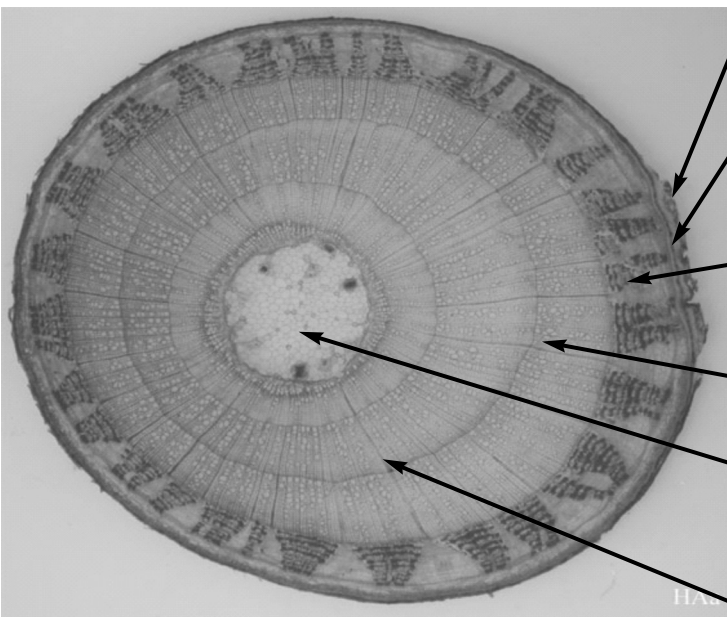


3 metszettípus:

bütümetset
(keresztmetset)

húrmetszet

sugármetszet



kéreg

kambium és háncs
(szállítószövet)

szíjács
(szállítószövet)

geszt

bél

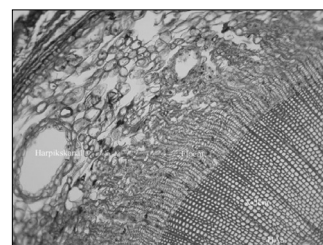
bélsugarak

A hárs (*Tilis sp.*) keresztmetsete

1.1. Kéreg

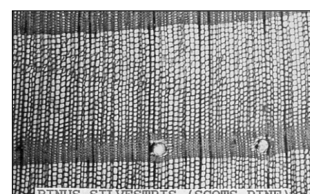
Részei	Szerepe	Kémiai összetétel
Szilárd kéreg	védelem szállítás	szuberin lignin ↑ holocellulóz ↓ járulékos alkotórészek (proteinek 2%, keményítő, vízben oldódó szénhidrátok)
Háncs <ul style="list-style-type: none"> • háncs • kambium 	növekedés (vastagodás)	holocellulóz ↑ lignin ↓ járulékos alkotórészek ↑ (proteinek 8%, keményítő, vízben oldódó szénhidrátok)

1.2. Szíjács



Részei	Szerepe	Kémiai összetétel
Élő évgyűrű <ul style="list-style-type: none"> • faedények (elsődleges fa) • háncsedények (elsődleges háncs) • bélsugarak 	szállítás (H ₂ O+ásványi sók) szállítás (keményítő, cukrok) sugárirányú szállítás	víz ↑ keményítő ↑ proteinek (1,5-1%) ↑ cseranyagok ↓↓ lignin ↓↓

1.3. Geszt



Részei	Szerepe	Kémiai összetétel
Elhalt háncs- és faedények <ul style="list-style-type: none"> • tavaszi pászta • nyári pászta 	támasztás	lignin (18 - 28%) cseranyagok festékanyagok ásványi sók proteinek <0,5%
bélsugarak	sugárirányú szállítás	

2. A faanyag nedvességtartalma

- víz: lehet szabadon (a sejtekben) vagy kötött állapotban (a sejtfalban)
- a faanyag nedvességtartalma: bruttó vagy nettó százalékban kifejezve a tömeghez viszonyítva (változó nedvességtartalom; abszolút száraz)
- az élő fa nedvességtartalma (bruttó %):
Lombhullató fák: 42,9 - 47,8 %
Fenyők: 50,2 %
- szárítás után – a sejtek belsejéből eltávozik a víz: 28 - 32 %

3. A faanyag tartóssága

= a mechanikai tulajdonságok tartósságát jelenti, ez pedig függ a szövetek szerkezeti tulajdonságaitól és felépítésétől

Tartósság/ Fajok	Tartósság (években)			
	Szabad levegőn	Beépítve	Víz alatt	
Nagyon t.: akác, kocsányos és kocsánytalan tölgy, gesztenye, vörösfenyő	10* - 20*	60 - 80	500 - 1000	500
Tartósak: erdei- és feketefenyő, szil	7 - 18	50 - 80	500 - 1000	500
Kevésbé t.: luc- és jegenyefenyő, kőris	4 - 5	10 - 40	120 - 700	70
Nem tartósak: bükk, gyertyán, juhar	2 - 5	5 - 35	60 - 70	50

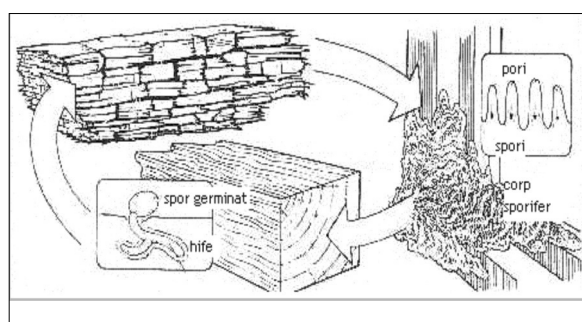
*A talajjal érintkezve/

*nem érintkezve

4. Farontó szervezetek

- Baktériumok – a parenchimasejtek pektinjét bontó enzimeket termelnek, ezzel elősegítve más mikroorganizmusok behatolását a sejtekbe.
- Zöldalgák – a faanyag nedvességtartalmának megtartásához és emelkedéséhez járulnak hozzá, így elérhetőbbé teszik a gombák és zúzmók számára
- Gombák
- Mohák és zúzmók – hozzájárulnak a magas nedvességtartalom fenntartásához, elősegítve a gombák megtelepedését és fejlődését
- Rovarok(f) Madarak – közvetlen hatás (pl. harkályok), közvetett hatás (ürülék)

4.1. Gombák – felépítés, típusok, károsodások



4.1.1. Általános felépítés:

- termőtest
- spórák
- hifák → micéliumok

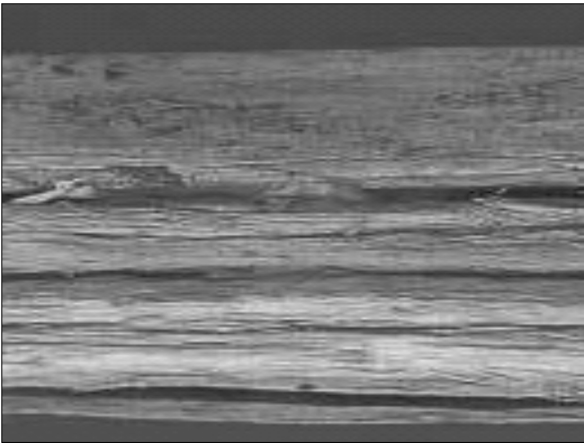
4.1.2. A gombák okozta korhadástípusok:

a) Barna korhadás



- a cellulóz és – részben – a hemicellulóz lebontásának eredményeként;
- vöröses, majd rozsdavörös, végül sötétbarna szín; - a faanyag kis hasábokra esik szét;
- eredménye: az elem térfogata csökken, a fa elveszti ellenállóképességét;
- fajok: *Serpula lacrymans*, *Coniophora puteana*, *Fibroporia vaillantii*, *Gloeophyllum sepiarium*.

b) Fehér korhadás



- a cellulóz, hemicellulóz és lignin lebontásának eredményeként; - világos, fehéres szín; - egyes esetekben a faanyag a nyálábok mentén kiszálasodik;
- eredménye: a fa elveszti ellenállóképessége egy részét;
- fajok: *Coriolus versicolor*, *Poria medularpanis*

c) Fülledés

- a károkozó gombafaj enzimeai a faanyag bizonyos sejtjeit érintik, foltosodást, végül márványosodást okozva

d) Lágy korhadás

- nagyon nedves helyen tartott faanyagnál;
- felület: szürkétől a feketésbarnáig, lágy, száradáskor felhasadozik, érdes, apró kockákra szabdaltságot;
- mikroszkopikus gombák és baktériumok okozzák.

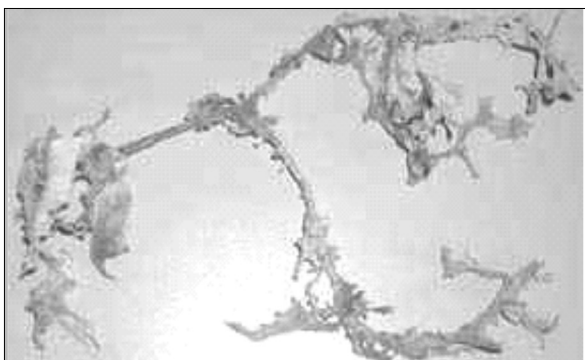
4.1.3. A beépített faanyag leggyakoribb gombakárosítói

- *Serpula lacrymans* sin. *Merulius lacrymans* (könnyező házigomba)
- *Conyophora puteana* (pincegomba) - *Fibroporia vaillantii* sin. *Poria vaillantii* (házi kéreggomba)
- *Gloeophyllum sepiarium* (cifra lemezestapló)
- *Fomitopsis rosea* syn. *Fomes roseus*, *Phellinus contiguus*, *Dacrymyces stillatus*

Serpula lacrymans sin. *Merulius lacrymans* (könnyező házigomba)



- a legnagyobb károkat okozó gombafaj;
- a termőtestek tavasszal jelennek meg (április-június);
- megtelepedéshez szükséges körülmények: alacsony pH és O₂, a faanyag nedvessége 30-40%;

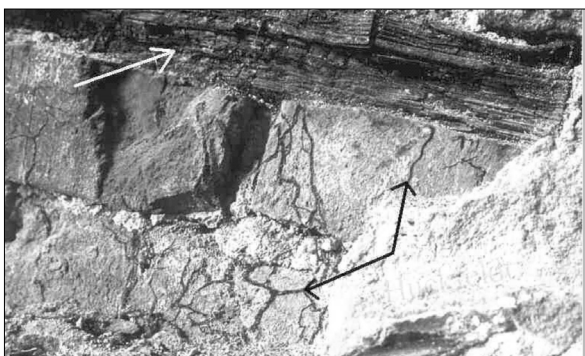


- micélium: fehér, nagyon sűrűn behálózta a fát, falat, vakolatot, legyezőalakban terjed;
- vastag, erőteljes, szakításnak ellenálló hifakötegek (8-30 mm);
- barna korhadást okoz;



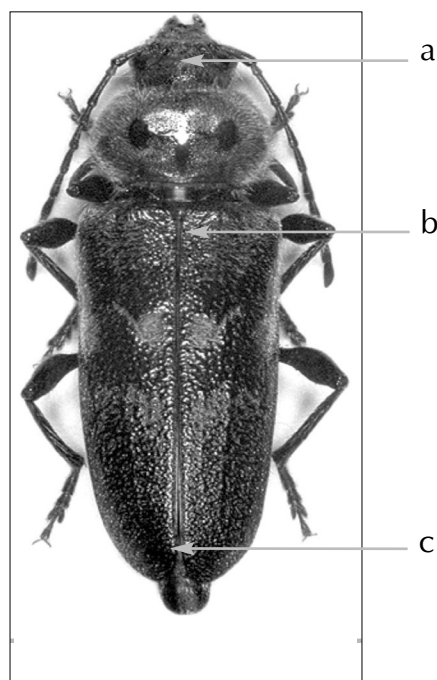
- előfordulása: fenyőkön és lombhullató fák faanyagán; - gyorsan terjed (12 cm/hét);
- padlón, földemen, vakolt falon, faborításon, ajtó- és ablakkereteken, ritkábban tetőszerkezetben;
- kezelése: a megtámadott faanyag eltávolítása és elégetése, a falak fertőtlenítése (láng- és védőszerkezelés).

Conyophora puteana (pincegomba)



- termőtest: szabálytalan felszín, barna vagy barnászöld, vékony krémfehér szegéllyel;
- hifakötegek: fiatalon vékonyak, krémszínűek, később sötétbarnák, majd feketék;
- hosszú ideig magas nedvességtartalmú faanyagban (50 - 60%);
- hasábos barnakorhadást okoz;
- pincék, padlók, fafödémek és gerendafalak, tetőszerkezetek;
- előfordulása: fenyők és lombhullatók.

4.2. Farontó rovarok

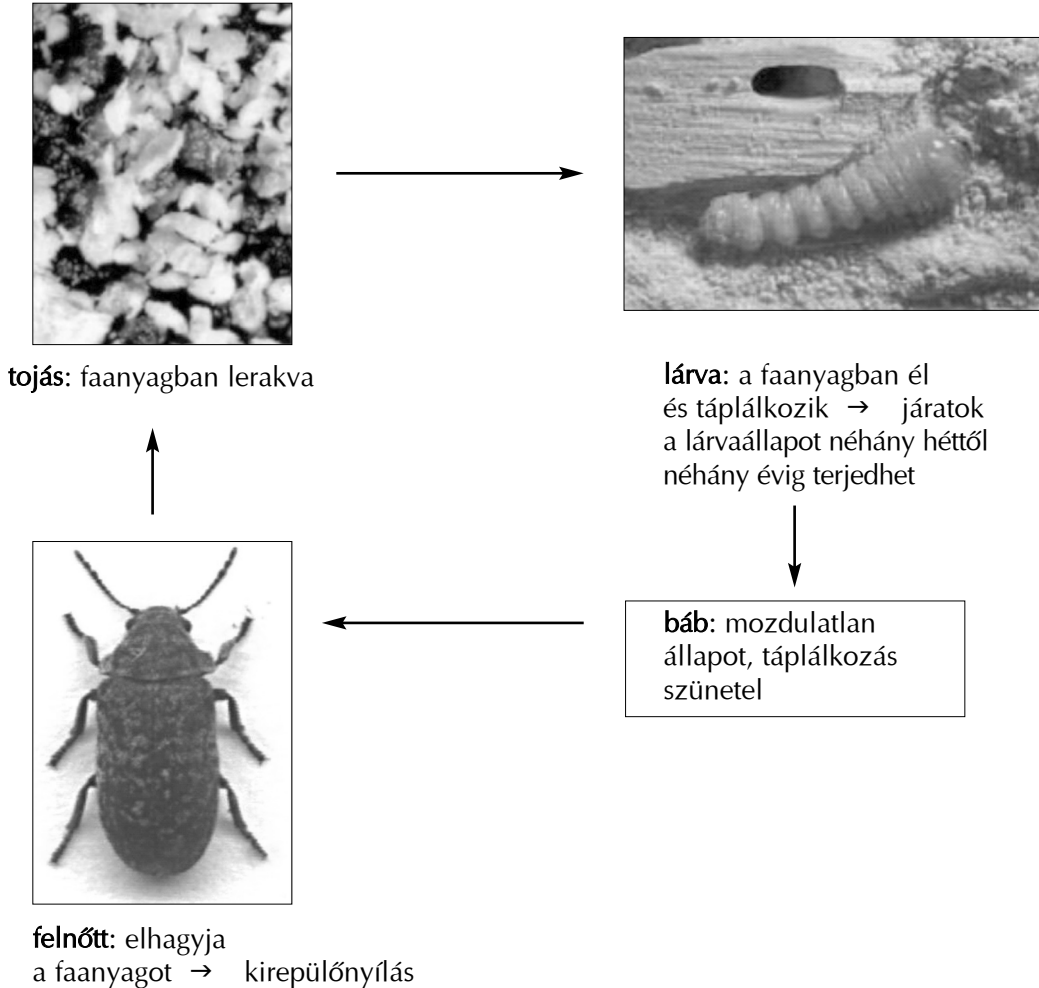


4.2.1. Általános felépítés

- a) fej – szem, csápok, szájszervek;
- b) tor – három szelvény, mindegyiken egy pár láb, a középső és hátsó szelvényen egy-egy pár szárny;
- c) potroh – több szelvényből áll.

- A faanyag számukra táplálék, másrészt az életciklusuk egy részének színtere.
- Többségük bogár (Coleoptera).

4.2.2. A farontó rovarok életciklusa



4.2.3. Farontó rovarok kártétele cél:

- élőfa
- kivágott fa
- feldolgozott, tárolt fa
- beépített faanyag, bútor

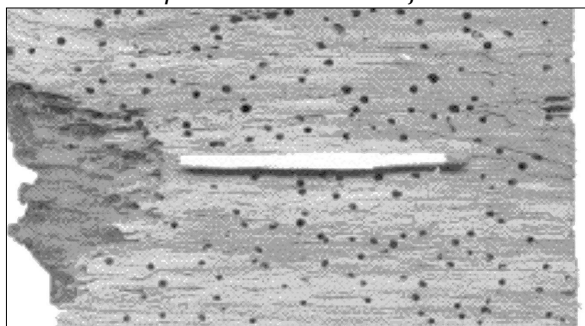
károsítás:

- kirepülőnyílás (felnytt egyedek) a faanyag felszínén;
- járatok a faanyag belsejében (lárva) a faanyagot porszerűvé alakítja;
- egyes fajok elősegítik más farontó szervezetek megtelepedését.

4.2.4. Farontó rovarok: fejlődésüket befolyásoló környezeti tényezők, gyakori fajok

- egyes környezeti tényezők: meghatározzák a fajok betelepülését a faanyagba, a károsodás terjedésének sebességét, az életciklus gyorsaságát
 - hőmérséklet
 - a levegő és a fa nedvessége
 - a fa tápanyagtartalma
 - farontó gombák jelenléte
- gyakori fajok:
 - *Anobium punctatum* (halálórája)
 - *Xestobium rufovillosum* (nagy kopogóbogár)
 - *Hylotrupes bajulus* (házicincér)
 - *Ptilinus pectinicornis* (fésűscsápú kopogóbogár),
 - Lyctus linearis* (szíjácsbogár, falisztbogár)

Anobium punctatum (halálórája)

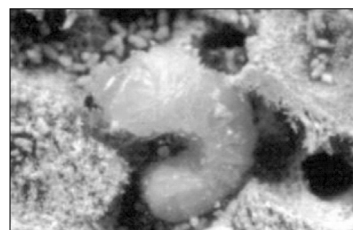


- kirepülőnyílás: kör alakú, 1-2 mm átmérőjű;
- rágcsálék: szemcsés szerkezetű, ellipszis alakú szemcsékkal;
- a lárvák a tavaszi pászta anyagát fogyasztják;
- fenyőféléket (luc, jegenyefenyő, erdei- és feketefenyő) és lombhullatókat (bükk, tölgy stb.), kemény- és puhafákat egyaránt károsít;
- megtelepedését, fejlődését elősegíti: magas nedvességtartalmú, gombák által előzetesen károsított faanyag;
- a lárvák ellenállóak.

imágó
(felnőtt
egyed)



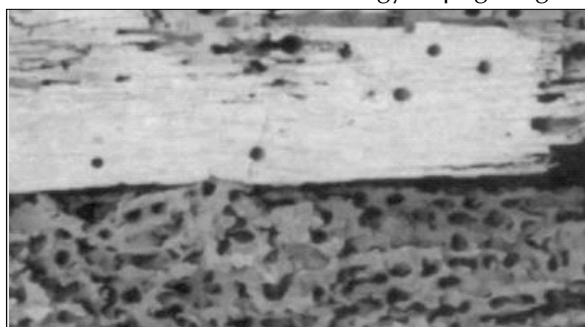
lárva



rágcsálék



Xestobium rufovillosum (nagy kopogóbogár)



- kirepülőnyílás: kör alakú, 3-4 mm átmérőjű;
- rágcsálék: szemcsés szerkezetű, korongszerű szemcsékkal;
- főleg gombák által megtámadott keményfába telepszik meg, ritkábban fenyőfélék fájába;
- megtelepedését, fejlődését elősegíti: magas nedvességtartalmú, gombák által előzetesen károsított faanyag;
- az imágók nem mindig hagyják el a faanyagot.

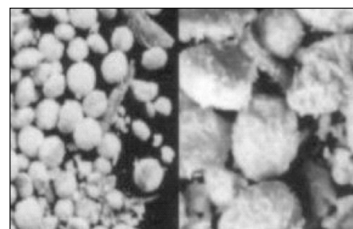
imágó
(felnőtt
egyed)

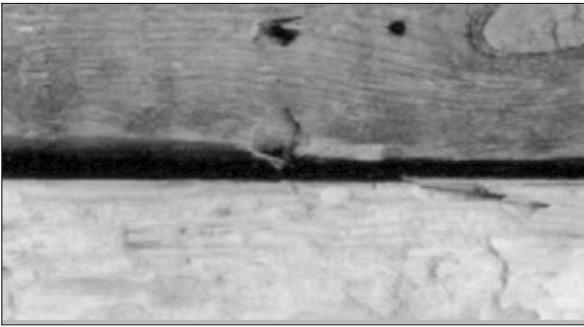


lárva



rágcsálék



Hylotrupes bajulus (házicincér)

- kirepülőnyílás: ovális, 2-10 mm/4-6 mm átmérőjű;
- rágcsalék: kemény és durva tapintású, hosszúkás részecskékből;
- a száraz fenyőszíjácst támadja leginkább, ritkábban a gesztet is – ilyenkor a tavaszi pásztában okoz károkat;
- megtelepedését, fejlődését elősegíti: magas nedvességtartalmú, gombák által előzetesen károsított faanyag;
- tetőszerkezetekben nagyon gyakori.

5. A faanyag védelme

Megakadályozza a farontó rovarok fejlődését a beépített faanyagban.

- megelőző kezelés - védelem
- kezelés - irtás

5.1. A károsítás megelőzése

- a megfelelő faanyag kiválasztása;
- a megtelepedést gátló környezeti tényezők biztosítása;
- kémiai védelem.

5.1.1. Megelőzés – a faanyag kiválasztása és megmunkálása

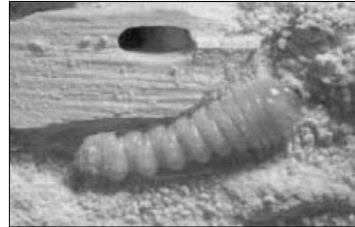
- lassú növekedésű, sűrű pásztajú faanyag vágása: a vegetációs perióduson kívül (tél)
- feldolgozás: a kéreg és a szíjács eltávolítása
- tárolás: jól szellőző, száraz helyen
- épületben: folyamatos karbantartás

5.1.2. Kémiai faanyagvédelem

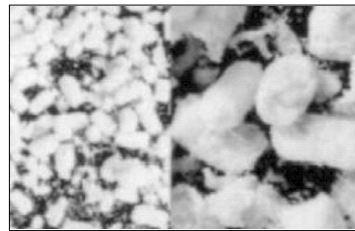
- célja: a faanyag károsítókkal szembeni ellenállóképességének növelése, kémiai anyagok bevitele révén;
- megakadályozza a farontó szervezetek behatolását;
- alapjuk:
 - F, As, B (nem fémes)
 - Hg, Zn, Cu (fémes)- kezelés:
 - átitatással;
 - ecseteléssel.

imágó
(felnőtt
egyed)

lárva



rágcsalék



5.2. Kezelés (irtás)

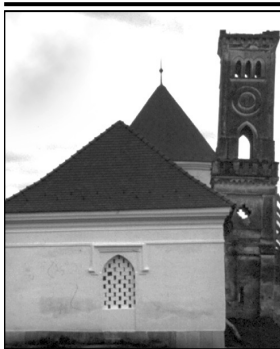
- fizikai
- kémiai
- biológiai módszerek

5.2.1. Fizikai módszerek:

- hőkezelés, mikrohullámos kezelés, fagyasztás
- hőkezelés:
 - farontó rovarok ellen (házicincér, kopogóbogarak);
 - 120°C (80-100°C), 1-2 óra 55°C a metszet belsejében;
 - 70°C-80°C, 36-72 óra 55°C a metszet belsejében.

5.2.2. Vegyi kezelése

- gázok segítségével: – nemesgázok (CO₂, N₂, Ar)
 - C₂H₄O, CH₂Br,
 - HCN, PH₃, SF₂
- vízben oldható hatóanyagot tartalmazó vegyszerek segítségével;
- műgyantákkal;
- a gombatámadások nagyrésze esetében a károsodott részt el kell távolítani;
- *Serpula lacrymans* – könnyező házigomba: drasztikus és összetett kezelést igényel.



Dr. Livia Bucşa

Az épületek faanyagára káros tényezők

A hazánkban található fafajták sokfélesége, ellentétben más országokkal, mint például Nagy-Britannia, ahol leginkább három fafajtát (tölgyfát, szilfát és vörösfenyőt) használnak építkezésre, a faanyag-károsító tényezők változatosságát is eredményezi. Ezeket a következő csoportokba sorolhatjuk: baktériumok, moszatok, gombák, zuzmók, mohák, növények, rovarok és madarak.

1. Baktériumok

A baktériumok hatása a fa lebontódásában még nem teljesen tisztázott, de szerepük ismert a vízbe került faanyag rothadásában.

Az enzimológiai kutatások azt bizonyítják, hogy egyes baktériumok rendelkeznek olyan enzimekkel, amelyek bomlasztják a pektint, ezáltal megkönnyítik más mikróbak behatolását.

Kedvező nedvességi fokon a baktériumok a gombákkal együtt fejtik ki káros hatásukat. Kimutattak olyan baktériumokat, amelyeknek a sajátos hatóanyaga elősegíti a gombák elszaporodását, de vannak ellenkező hatású baktériumok is.

2. Zöld moszatok

A zöld moszatok az épületek bármely alkotóelemén megjelenhetnek (kő, falazat, tégla, fa stb.), ahol magasabb a nedvességszint. Nem bizonyított a közvetlen hatásuk a fára, de hozzájárulnak a nedvesség megőrzéséhez, és ezáltal elősegítik a gombák és zuzmók elterjedését.

3. Gombák

A gombák a legveszélyesebb faanyag-károsító tényezők, mind erőteljes romboló (korhasztó) hatásuk, mind pedig gyors elterjedésük és gyaroriságuk révén.

A gombák akkor terjednek el az épület faanyagán, ha a nedvességtartalom tartósan 22% fölötti. A mindenik fajra jellemző spórák a légkörben terjednek. Amint nedves felfültre kerülnek, kicsíráznak és nagyon finom szálakat (hifákat) termelnek. Ezek behatolnak a rostokba, ahol specifikus enzimek segítségével elpusztítják a rostok összetevőit. Ezek az anyagok változatos színűek (fehérek, feketék, szürkék, barnák stb.) és egy *micélium*nak nevezett, szabad szemmel látható fonadékot képeznek. Sok fajtánál megfigyelhető ellenálló fonalak, úgynevezett *rizomorfák* képzése. Optimális körülmények között (megfelelő nedvességszint, hőmérséklet, O₂ szint stb.) a gomba éves vagy több éves *spóratesteket* termel, ezek *himenofórának* nevezett termékeny felületet képeznek, innen szóródnak szét a légkörbe a spórák milliói.

Az enzimek tartás és a gomba életkörülményeinek függvényében gombák okozta többféle károsodásról beszélhetünk:

Barna- vagy pusztító korhadás

Az ilyen típusú korhadást okozó gombák főként a rostokat bomlasztják szét. A fa színe vörösbarnáról fokozatosan átváltozik rozsdavörösre, és a vetemedés eredményeként prizmatikus darabokra bomlik. Ehhez járul a térfogat csökkenése is, így a fa lassan elveszti teherbíró képességét.

A házigomba – *Serpula lacrymans* – okozta barna korhadást száraz korhadásnak – dry rot (angol) – nevezik, megkülönböztetésül a más fajok – *Coniophora puteana*, *Fibroporia vaillantii*, *Gloeophyllum sepiarium* stb. – okozta nedves korhadástól (wet rot - angol).

Fehérkorhadás vagy kohéziós korhadás

Ebben az esetben a gombák egyszerre bomlasztják szét a rostokat és lignint. A fa világosabb színű lesz, végül fehéres. Egyes esetekben a rostok mentén elkorhad, ez a fehér rostos korhadás. Az ilyen típusú korhadást okozó gombák közül megemlíthetjük a következőket: *Coriolus versicolor* és *Poria medula-panis*.

Lukas korhadás

Akkor lép fel, ha a gombaenzimek elpusztítanak bizonyos részeket, bemélyedések (lyukak) képződésével.

Foltos korhadás

Ezt a típust a világosabb és sötétebb részek váltakozása jellemzi.

Penészes korhadás – soft rot (angol)

A tartósan magas nedvességtartalmú fán lép fel (talajszint alatt vagy mocsaras területen). A fa felszíne szürkésbarna, majd feketés lesz, puha és nedves, kiszáritáskor szétmállik és törékeny. Ezt a korhadást mikroszkopikus gombák és baktériumok együttesen okozzák.

Röviden bemutatjuk a *Basidiomycetae* osztályba tartozó leggyakoribb gombafajtákat, amelyek az épületek faanyagán találhatóak hazánkban.

a. *Serpula lacrymans* syn. *Merulius lacrymans*.

A könnyező házigomba kétségkívül a faanyag-károsító tényezők legfontosabbika.

A spóratestek szétszóródnak a talajon, fehér pelyhes szélük van, gyakran vízcseppekkel (innen ered a *lacrymans* elnevezés is). A középső, eredetileg narancsszínű rész barnássá válik, majd a spórák beérésekor rozsdabarnává. A közepe szabálytalan, jellegzetes, X alakú tűrődésekkel. A spóratestek évelők, tavasszal jelennek meg (április-júniusban), megszáradnak és bebőröznek.

A micélium a megtámadott felületeken (fa, falazat, vakolat) nagyon hamar elszaporodik, fehér színű és legyező formájú. Ez a gomba szintén rizomorf, fehér, majd sötétszürke színű, 8-30 mm átmérőjű, és ellenálló a húzóerővel szemben.

A fa barna, prizmatikus, szárazkorhadást szenved.

A gomba főként a fenyőféléket kedveli, de más fafajtákon is megtelepszik. Nagyon gyorsan terjed, optimális hőmérsékleten és nedvességi szinten 12 cm-rel is növekedhet egy hét alatt.

A csírázáshoz a gombának savas, oxigénben szegény levegőre van szüksége, a fa nedvességének pedig 30-40% között kell lennie.

Az épületekben a házigomba által legveszélyeztetettebb részek a padlóburkolat, a vakolt falalak, a lambériák, az ajtósarkok, a kályha alapzata stb.

b. *Conyophora puteana* – a „pincegomba”.

A spóratest szabálytalan, barna, barnászöld színű, a szélén vékony fehéres-krémszínű réteg-

gel. A fa vagy a mellette levő falazat azon részében telepedik meg, ahonnan könnyen elmozdulhat. A gomba rizomorfái előbb vékonyak és krémszínűek, később sötétbarna-fekete színűek.

Ez a gomba a tartósan nagyon nedves (50-60%) fát kedveli, prizmatikus barna korhadást okoz, amelyet könnyen össze lehet téveszteni a *Serpula lacrymans* okozta rothadással. Gyakori a pincékben, nedves alagsorban, padlón, de megjelenik a faházak falán és mennyezetén is, mind a fenyőfélék, mind a lombhullatók esetében.

c. *Fibroporia vaillanti* syn. *Poria vaillanti* – a „bányagomba”.

A termőtestek fehéres-krémszínűek, a pórusok nyílása 0,4-1 mm átmérőjű. A rizomorfák fehéres-krémszínűek, legyezőformájúak.

Ez a fajta a fenyőféléket kedveli és a magas nedvességtartalmú részeket (tetőszerkezetek, járatok), ahol erős prizmatikus barna korhadást okoz.

Hasonló fajta a *Poria medula-panis*, amely gyakori a külső faelemeken (berendezések, hidak stb.) mind a tűlevelű, mind a lombhullató fafajtáknál, és fehér korhadást okoz.

d. *Gloeophyllum sepiarium* – ennek a gombának a spórateste fiatal korában narancsszínű, később barnás-rozsdabarna lesz. A felső része réteges és bolyhos, az alsó része vastag, üreges lemezekből áll (táguló pórusokból).

A spóratestek a fa üregeiben jelennek meg vagy az alkotóelemek végében, formájuk a hajlásszög függvényében változik.

Ez a gombafajta a fenyőféléket támadja meg, főként a tartógerendákat, kötőgerendákat és az időjárásnak kitett részeket, erőteljes barna korhadást okoz, amely a megtámadott elemek mállását is okozhatja. A legtöbb esetben ez a gomba a *G. abietinum* fajtával együtt jelenik meg, amely csokoládébarna színű, és a felső része nem réteges.

e. *Fomitopsis rosea* syn. *Fomes roseus* egy pata formájú tapló, felső része sötétbarna színű, a rozsaszerű alsó részén vannak a 3-6 mm-es pórusok. A fenyőfajtákon telepszik meg, főként a lucfenyőn (*Picea abies*), amelyen barna korhadást okoz. Az épületek faanyagán is megtalálható, a fedélszéken, a földemgerendán, de az időjárásnak kitett elemeken és a nedves alagsorokban is.

f. *Phellinus contiguus* szintén fás spóratestű tapló, okkerből sötétbarnába hajló színű a felső része, az alsó része, ahol a 2-3 mm-es pórusok

vannak, világosabb. A lombhullatókat támadja meg, főként a tölgyet, a fedélszék részeit, de külső elemeket is, és erőteljes, gyors fehér korhadást okoz.

g. A *Paxillus panuoides* halvány okkerbarna színű, a szára narancssárgás lemezekből áll. A rizomorfák vékonyak, okkersárgák, és nem váltanak sötétebb színűre. Ez a gombafajta a puhafát kedveli, a magas nedvességszintet, és világosbarna korhadást okoz.

h. A *Dacrymyces stillatus* a külső faelemeken nagyon gyakori, de nehezen észrevehető gombafajta, mivel a spóratestek nagyon kis méretűek (1-5 mm átmérőjűek). Nedves, esős időben megduzzadnak és narancssárga színűeknek köszönhetően láthatókká válnak. Frissen és nedvesen zselatinosak, megszáradáskor sötétebb színűek és kemények lesznek. Nem termelnek rizomorfákat és a micélium szabad szemmel nem látható. A megtámadott lombhullatók és fenyőfélék barna, apró korhadást szenvednek. A legkárosabb gombafajta, gyakran megjelenik a külső épületrészekben is.

4. Zuzmók

Bár lassú a növekedésük (1-2 mm évente), a zuzmók kéregként vonják be a külső faelemeket. Elterjedésüket befolyásolja a napfény, az árnyék, a környező növényvilág. A napsütötte részekben a *Xanthoria* narancssárga színű fajtát találjuk, az árnyékos részeket inkább a *Cladonia* és *Evernia* fajták kedvelik, ezek zöld színűek. A zuzmók nem támadják meg specifikus enzimekkel a fát, de hozzájárulnak a nedvességszint fenntartásához, amely a gombák elterjedésének kedvez. Ilyen szempontból a legveszélyeztetettebb a burkolat.

5. Mohák

A moha a moszatok, gombák és zuzmók megtelepedése után jelenik meg, a fa korhadásának előrehaladott fázisában, az árnyékos részekben. Elősegíti a rothadási folyamatot, mivel kedvez más növények megjelenésének, amelyek bevégeznek a faanyag szétbomlásának folyamatát.

6. Rovarok

A fát és fa alapanyagú elemeket sokfajta, szúnak nevezett rovar támadhatja meg, mivel a szú a fán fejt ki életfunkcióit. A tudományos

osztályozás szerint többféle, különböző jellegekkel bíró szúfajta létezik. A legszámosabb és a fára leginkább kártékony szúfajta a Koleoptera családnak tartozik, a továbbiakban ezt a fajt mutatjuk be.

A szú megtámadhatja a még élő vagy a ledöntött, a feldolgozott, elraktározott vagy építkezésre, bútort vagy műalkotás készítésére használt fát. A szú romboló munkája következtében a fa felületén repülőjáratok, a fa belsejében pedig lárvafolyosók keletkeznek, a fa pedig porladós lesz. Egyes fajok tevékenysége kedvez más káros hatású élőlények megtelepedésének. Az okozott kár részben technikai természetű – a szerkezet átalakulása és a teherbíró képesség csökkenése –, továbbá megváltozhat a megtámadott alkotóelemek eredeti kinézete.

A szú megtelepedését, elterjedését és a támadás erősségét, időtartamát néhány tényező alapvetően befolyásolja, a legfontosabbak:

1. a levegő és a fa hőmérséklete és nedvessége;
 2. a fa tápértéke;
 3. a káros gombák vagy az általuk okozott korhadás jelenléte vagy hiánya.
- Mindegyik fajt különböző mértékben befolyásolják a fenti tényezők.

A továbbiakban a leggyakoribb és a faanyagra leginkább káros szúfajtákat mutatjuk be.

Anobium punctatum – a bútorszú

Henger formájú, gesztenyeszínű, 3-5 mm hosszúságú szúfajta. A potrohán levő csuklya formájú pajzs részben a fejét is takarja. A szárnyfedeleken kis mélyedések láthatóak sorszerűen elhelyezve. A félhold alakú, 6-7 mm hosszú lárvák fehéres-sárgás színűek. A fehér citrom formájú tojások 0,3 mm hosszúak.

A tojásokat a hasadékokba, hajlatokba rakják le, érdes felületre, vagy a valamikori repülőnyílásokba. A kifejlődési szakasz a körülményektől függően 1-3 év. A párzási időszak júniustól augusztusig tart.

A kerek repülőnyílások 1-2 mm átmérőjűek. A járatokban a faliszt látszatra szemcsés, de tapintásra sűrített, krémszínű finom por. A végeken éles, henger formájú vagy elliptikus részecskékből áll.

A lárvák szabálytalan járatokat vájnak a fába, ezek között finom, faliszttal teli farostok maradnak (ezeket a repülő rovarok kihordják).

Ez a szúfajta megtámadja a tűlevelűeket (erdeifenyő, vörösfenyő), de a lombhullatókat is (bükkfá, tölgy, nyírfa, szilfa, diófa stb.), mind a kemény, mind pedig a puhafákat. Leginkább a fehérjékben található, de a gesztfában is.

Károsodást okoz a bútortanban, ikonokban, különböző háztartási tárgyakban, megtámad természetes anyaggal enyvezett ablaktáblát, burkolatot, de ajtókat, oszlopokat, alkotóelemeket is. Leginkább a nedvesebb fát támadja meg, azaz a padlóburkolatot, az alagsort, a fűtetlen helyiségeket, templomokat stb. Ritkábban jelenik meg a napsütötte részen, a huzatosabb, szárazabb részeken. A száraz meleg levegő ideiglenesen leállíthatja a kifejlődését, de folytatódik, ha a körülmények újból kedvezőekké válnak, mivel a lárvák rendkívül ellenállóak. A gombák által megtámadott fán csak akkor jelennek meg, ha az már korhadásnak indult.

Xestobium rufovillosum

Nagyobb, 6-8 mm hosszú rovarok. A testük csokoládészínű, sárgászörös foltokkal, emiatt márványszínűnek tűnnek. A szárnyfedelek pontokkal vannak díszítve. A görbe, fehér lárvákon sárga réteg van, 11-12 mm hosszúak. A fehér tojások citrom formájúak.

A tojásokat hasadékokba rakják le, érdes felületre, vagy régebbi repülőjáratokba. A fejlődési szakasz átlagban 4-5 évig tart, de 1-10 év között változhat az időtartam a körülményektől függően. A párzási időszak május-júniusban van.

A kerek repülőjáratok 3-4 mm átmérőjűek. A járatokban a faliszt galacsin formájú, az ujjak között morzsolva homokos és kemény állagú. A megtámadott fán vagy alatta kis, barna színű falisztmorzsák jelennek meg, és diskoidális alakúak.

A lárvák faliszttel teli, lép formájú járathálózatot vájnak a fában. A nagy méretű fában alig észrevehető belső üregeket vájhatnak.

Főként a kemény, nedves, korhadó fát támadják meg, leginkább a tölgyet és a szilfát, de az elterjedéssel a puhább felületeket, néha a tűlevelűeket is megtámadják.

A régi épületekben, templomokban, kastélyokban stb. sok kárt okoznak. A legerőteljesebb pusztítást a tetőgerendákon, a rossz esővíz-levezető tornyokon végeznek. A levegő és a fa magas nedvességszintje kedvez kifejlődésüknek. Rendszerint a nedves és gombák által megtámadott fán tudnak megtelepedni.

Erőteljes támadás esetén a párzás és a tojások lerakása megtörténhet a fában, a felnőtt példányok szinte észrevehetetlenek. Emiatt komoly szerkezeti károsodásokat okozhatnak, amelyeket csak speciális módszerekkel lehet felfedezni.

Ptilinus pectinicornis

Henger alakú, kávébarna színű, 3,5-5,5 mm hosszú rovarok. A hím csápjai fésű alakúak. A szárnyfedeleken többé-kevésbé szabályos finom

pontozások láthatók. A lárvák görbék és változnak az egyes fázisokban. A tojások hosszúságuk, hegyesek, üvegesek, 0,075-1,5 mm nagyságúak.

A tojásokat a fa közlekedő edényeinek lumenjeibe rakják le, a rostra merőleges vágatból. Ezeket hasadékokba ékelik, a saját repülőjáratikba és az *Anobium punctatum* okozta járatokba. A kifejlődés 1-3 évig tart. A párzási időszak június-júliusban van.

A repülőjáratok körkörösek, 1-2 mm átmérőjűek. A faliszt rózsaszínes-krémszínű, finom és selymes, a járatokba sűrített. A faliszt csak a járathálózat megépítése után kerül ki a szabadba.

A lárvák számos, elzárt járatot vájnak a fába.

A kemény lombhullató fákat támadják meg: a bükkfát, a szilfát, a tölgyet stb. A puhafát ritkábban támadják meg.

Jelentős károkat okoznak az épületek, raktárak faanyagában, főként a bükkfában, a különféle fából készült háztartási tárgyakban, bútorkban, műalkotásokban. Mivel gyakran régebbi repülőjáratokban telepednek meg, a fa gyorsan tönkremegy anélkül, hogy ezt kívülről észre lehetne venni.

Lyctus linearis

A felnőtt példányok 2,5-5 mm hosszúak. A törzs hosszúság, lapos és vékony. A potroh trapéz alakú, csuklya nélkül. A csapok bot alakúak. Barnászöröses színű, fekete árnyalattal. Az először egyenes, majd görbe fehér lárvák 6 mm hosszúak. A tojások hosszúságúak, nagyon kicsik (0,7-0,8 mm hosszúak).

A tojásokat mélyen a fa pórusaiba rakják le, a farostok végébe, a hasadékokba vagy a kikapott részekbe. A kifejlődés rendszerint egy évig tart, meleg idő esetén rövidebb ideig. A párzási időszak májustól szeptemberig tar.

A repülőjáratok körkörösek, átlag 1,5 mm átmérőjűek. A faliszt fehéres színű, nagyon finom és a lárvajáratokban összesűrített. Csak repüléskor kerül ki a járatokból.

A lárvák szabálytalan járathálózatot építenek ki, a rendszerint a farost mentén fűrt járatok átlag 1,5 mm átmérőjűek. A fa szinte teljes mértékben porózussá válik.

Ez a fajta csak a kemény, tág pórusú lombhullatókat támadja meg: a tölgyet, a szilfát, a diófát. A száraz, raktáron levő fát, a padlóburkolatot, a lambériát, a tetőszerkezetet, a bútort, a faburkolatot károsítja. Az alacsony keményítő-tartalmú, 15 évnél régebbi fát nem tudja megtámadni. A támadást kezdeti szakaszában hagyományos módszerekkel nem lehet megfigyelni, csak a repülőjáratok megjelenése után.

Hylotrupes bajulus

Méretük 7-25 mm között változhat. A nőstény nagyobb méretű, mint a hím. Hosszú csáppal rendelkeznek. A torax szőrzete szürke, két fényes diskoidális formájú ponttal. A szárnyfedeleken fehéres csíkok láthatók. A teste barna, barnás-fekete vagy kávébarna színű. A lárvá henger alakú, az első része szélesebb, csontfehér színű, pihés, 24 mm-nél is hosszabb. Az orsó formájú fehér tojások 1,2-2 mm/0,5 mm nagyságúak.

A tojásokat a fa hasadékaiba rakják le. A kifejlődés 3-tól 11 évig tarthat. A kirepülés rendszerint június-augusztus folyamán történik.

A repülőjáratok általában oválisak, gyakran csipkézett szélűek, 8-10 mm/4-6 mm méretűek. A fehér-sárga faliszt tartalma por és cilindrikus ürülékcsomók, 1 mm hosszú, érintéskor kemény, érdes.

A lárvák faliszttel teli járatokat vájnak. A járatok számosabbak a fa belsejében, összefüggő rendszert alkotva a sima, bordás vagy hólyagos falemez alatt. Erőteljes támadás esetén ez a felület a farostok mentén beomlik.

Ez a fajta csak a száraz tűlevelűeket támadja meg. A legveszélyeztetettebb az épületek faanyaga, főként a fedélszék, de a hidak, kerítések faanyaga is. A meleg, átlagos nedvességtartalmú felületeket kedvelik, a magasabb hőmérsékletet. A korábban gombák által károsított fát is megtámadják.

7. Madarak

A madarak hatása az épületek faanyagára két csoportba sorolható: közvetlen és közvetett hatás, ürüléken keresztül.

Az első csoportba tartozik a harkály, amely két különböző célból fúr lyukat a fába: hogy kivegye a szű, főként a *Hylotrupes bajulus* lárváit, és fészket építsen. Az első esetben a járatok szabálytalan elhelyezésűek, főként az aktív rovarok járatai körül keletkeznek. Ezek a rovarok főként a fenyőfélék hajlatait támadják meg, ezért gyakori az alkotóelemek csatlakozási pontjain történő károsodás.

Az északi és keleti falak teljes felületükön veszélyeztetettek, a déli falak csak a tető árnyékában levő részeken. Az erőteljes napsütésnek kitett részeken a fa nedvessége nem éri el a rovarok megtelepedésének kedvező szintet.

A második esetben, a fa belsejében levő üregek rezonanciája miatt a madarak az épületek e faelemeit odvas fának tartják, és kerek, fészekrakásra alkalmas lyukakat fúrnak bele. A túl tág tér végül nem bizonyul alkalmasnak a fészekrakásra, ezért otthagyják, és máshol kezdik meg a fúrást.

Ezekbe az elhagyott üregekbe galambok költöznek, fészket raknak és több generációt is, felnevelnek.

Az ürülék és a madártetemek évente vastagodó réteget alkotnak, amely a maga során hozzájárul az élősködők megtelepedéséhez. Szivárgás esetén a víz feloldja ezeket a rétegeket, és így a mennyezet, a falak és a falfestmények foltosakká válnak.

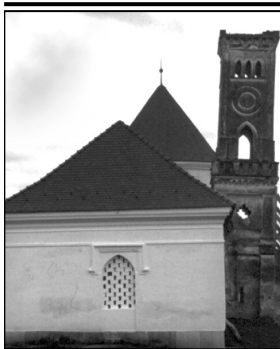




dr. Szabó Bálint – Kirizsán Imola

**A történeti fedélszerkezetek meghatározása
és csoportosítása**

- Doar în format CD
- Csak CD-n elérhető
- Only on CD
- Seulement en format CD.



David Baxter

Az ácsműhely-gyakorlat

A középkori eredetű Bánffy kastélyt a 18. században, barokk stílusban bővítették és korszerűsítették. Ezt követően a 19. század elején homlokzati átalakításokat végeztek, mind köztudott a Miklós épület nyílásosztását és homlokzati tagozatait ekkor véglegesítették.

A második világháború pusztításait követően a 20. század második felében megváltozott tulajdon- és használati viszonyok a történeti szerkezetek állapotát nagymértékben befolyásolták. Teljesen tönkrementek többek között a történeti fedélszerkezetek, ezért az épületeket a hatvanas években újrafedték. A kilencvenes évekig azonban ez az újabb fedélszerkezet is szinte teljes egészében elpusztult, kivéve a Miklós épület egy részének és a bástyának a fedelét, amely a maga rendjén 2002-ben omlott be.

A kastélyon elvégzett ács munkák többsége ezért új fedélszerkezetek építésére összpontosult. Ez megteremtette annak lehetőségét, hogy az eklektikus fedélszerkezetek építése során különleges ács technikákat oktassunk és mutassunk be. A fedélszerkezetek elkészítése jelenkori (modern) és hagyományos (történeti) részletmegoldások ismeretét egyaránt feltételezte. Mindemellett oktattunk ácsszerkezet-javításokat más helyszíneken is, ahol a tetőszerkezetek javítása in situ valósult meg.

Akár csak a többi szakág esetében, az ács munkák oktatásában is az az alapelv vezérelt, hogy az eredeti anyagból a lehető legtöbbet megőrizzünk. A kihelyezett helyszíneken ezen elv oktatására különösen nagy hangsúlyt fektetünk. A fenti alapelv hatékony alkalmazásához szükséges, hogy a hallgatók ismerjék a javítások során használt ácskötések típusait, mindenik kötésfajta működését, a faelemek és kötések szerkezeti tulajdonságait és azt, hogy különböző helyzetekben milyen kötéstípusok alkalmazhatók. Mindezek új faszerkezeteken és javítások során is megtanulhatók.

Az első 2001-es bonchidai ácsműhely a volt konyhaépület bástyája kúpos tetőszerkezetének restaurálásával indult. A tetőszerkezetet a földön készítették el, majd elemeit megszámozták, szét-szedték, egyenként a helyükre emelték, és a bástya helyreállított párkányán újra összerakták. Egy ilyen léptékű szerkezet megépítése számos problémát vetett fel, és lehetőséget teremtett az ács technikákkal és -kötésekkel való kísérletezésekre. Erdélyben a tetőszerkezetek hagyományosan fenyőfából készültek, noha egyes esetekben tölgyet is használtak. A szakképző program Bonchidára költözése előtt az oktatás helyszínéül szolgáló nagyenyedi Bethlen Gábor Kollégium barokk fedélszerkezeté, beleértve a koszorúgerendákat is, teljes egészében fenyőből készült, míg a nyomáti unitárius templom régebbi, gótikus tetőszerkezetének anyaga teljes egészében tölgyfából.

A tetőszerkezetet a kör alakú tölgyfakoszorú kialakításával kezdtük építeni. Az általa meghatározott síkban tárcsát alakítottunk ki, mely két merőleges kötőgerendából, sugarasan elhelyezett fiókgerendákból és központi négyzetet alkotó fiókki-váltó gerendákból állt. A központi csomópontból indult ki a függőleges császárfa. A tárcsa és a császárfa kialakítása hagyományos módszerekkel történt, a gerendákat hagyományos lapolt és csapolt illesztésekkel kapcsolták össze. Újszerű megoldásnak tekinthető fémelemekkel rögzített szarufákból és szarufa-párokból álló rendszer, mely az alsó tárcsára és az alsó tárcsához hasonló módon kialakított köztes tárcsára támaszkodik. A köztes tárcsa szintjén váltják fel egyedülálló szarufák az alsó szinten elhelyezett szarufa-párokat. A modern és hagyományos elemeket és technikákat tartalmazó szerkezet összetettsége megmutatta, hogy milyen fontos pontosan megértenünk, hogyan dolgoznak a fedélszerkezetek húzásra és nyomásra, hol alkalmazható egy bizonyos kötés és hol nem, és hogyan lehet ötvözni a hagyományos és modern elemeket. A fedélszerkezetet a 2001-es képzés során sikeresen megépítették, és cseréppel lefedték.

A **2002-es képzés** résztvevői a kapuépület fedélszerkezetének rekonstrukcióján dolgoztak. A tartófalak és boltozatok részleges beomlása szerkezeti elmozdulásokat okozott. Ez az állapot jól példázta, a nagyon pontos és aprólékos építészeti felmérés szükségességét. A képzés során követett és tudatosított kulcsfontosságú elvek egyike, hogy mindig meg kell bizonyosodnunk arról, hogy az ács munkák „épületreszabottan” készülnek el, és hogy az előre elkészített tervek – reális helyzetnek megfelelő pontosítása, átdolgozása – megtörtént.

Az előzetes mérések és szerkesztések az ács munkák fontos elemei. Ezért a képzés során hagyományos szerkesztési módszereket oktattunk, de 2002-ben bevezettük az előrajzolt ácsszerkesztéseket is. Ezt a technikát Európa-szerte használták, és erre utaló nyomok Romániában is léteznek. Valamennyi ács munka során gyakran jelent problémát a hozzáférhető faanyag minősége, ezzel a módszerrel pedig olyan egyenetlen faelemeket is sikeresen felhasználhatunk, amelyek máskülönben problémát jelentenének vagy kiselejteződnének. Ezen módszer alkalmazása során egy képzeletbeli síkot vesznek fel a faelemben, amelyhez képest mindent mérést centráltnak és függőőzónak. A módszer megfelelőbbnek bizonyult vízszintes síkban felhasználásra kerülő faelemeknél, mint függőleges síkokban felhasználásra kerülőknél. Utóbbi esetben, ha például szarufák előkészítésére használjuk, az elem külső részén található egyenetlenségek hullámossá tennék a tetőt, ami problémákat okozhat a lécezés és cserepezés során. A módszer ennek ellenére hasznosnak bizonyult, olyan eszköznek, amelyet a szakemberek/szakmunkások jövőbeni javításoknál felhasználhatnak.

2003-ban az oktatási program a Miklós épület tetőszerkezetének teljes, minden barokk részletére kiterjedő helyreállításába kezdett. Ez 9 főszaruállás és 29 mellékszaruállás kialakítását jelentette. A barokk tetőszerkezet összetettsége lehetőséget teremtett az ácskötések típusai és szerkezetei széles körének tanulmányozására. Valamennyi főszaruállást a szarufákhoz és a torokgerendákhoz illesztett két ferde és egy vízszintes elemből álló feszítőmű merevít. A tető tartalmazott továbbá egy – a kettős koszorúba il-

lesztett – talpszelement, és két derékszelement. A szarufák közötti szakaszokban, a tető síkjában keresztmervítőt alkalmaztunk. A tetőszerkezetet a földön építettük fel, a főszaruállásokat készen emeltük a helyükre, a többi elemet pedig a tetőn állítottuk össze.

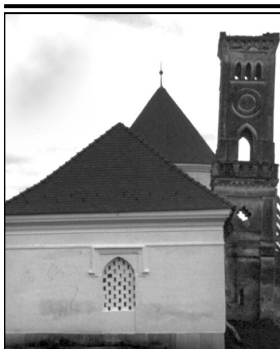
Valamennyi műhelygyakorlat során a résztvevőkkel tudatosan gyakoroltatjuk a kötések kialakítását, a méretezést és értelmezést. Bemutatjuk, hogyan számítjuk ki a tetőszerkezet elemeit és szögeit, valamint, hogy ezek a számítások miként vihetők át a faelemekre. A résztvevők között voltak olyan munkások, akik már rendelkeztek építőipari tapasztalattal, és voltak építész- vagy építőmérnök-hallgatók, akiknek a feladata a jövőben a történeti épületek felújításának tervezése lesz. Ez tartalmaz vitákat eredményezett a faelemek tervezéséről és formájáról.

2004-ben ugyanazokat az elveket alkalmaztuk a volt istállóépület három szakaszának újrafedésekor. Ezek a tetőszerkezetek formájukat tekintve hasonlóak voltak a főbejáratok fölött található kéhez. A munkálatba azonban most a kolozsvári építőipari szakközépiskola 15 és 19 év közötti tanulói is bekapcsolódtak. Az iskola és a szakképző program között kialakult partneri viszony egyedülálló Romániában, és ennek keretében a fiatal diákok modern és hagyományos építőipari szakismereteket sajátíthatnak el.

Nyomáton és Torockón a program történeti faszervezetek hagyományos ácstechnikákkal történő javítása terén nyújtott képzést. A torockói munkák különösen fontosak voltak: egyedi értékű történeti gerendaépület megmentését tették lehetővé. A pontszerű javítások ezekben az esetekben is nagyszerűen példázták a minimális beavatkozás elvét.

Az ácsképzés valamennyi szakaszában a résztvevők számukra megszokott szerszámokkal gyakorolnak és tanulnak új ácstechnikákat. Számos esetben ez hagyományos módon, baltával történő megmunkálást és kötészakialakítást jelentett.

E folyamat eredményeként hagyományos mesterségek oktatása és jelentős műemlék épületek helyreállítása valósult meg.



Makay Dorottya

Barokk jellegű történeti fedélszerkezetek – bevezetés

Az előadás szerkezete:

1. Barokk jellegű fedélszerkezetek – meghatározás, terminológia
 - 1.1. Fedélszerkezetek – meghatározás (összefoglaló)
 - 1.2. A történeti fedélszerkezetek osztályozása – a barokk jellegű fedélszerkezetek helye (részleges áttekintés)
 - 1.3. A barokk jellegű történeti fedélszerkezetekhez kapcsolódó terminológia
2. Barokk jellegű történeti fedélszerkezetek alegységei és alkotóelemei
 - 2.1. Barokk jellegű főszerkezetek – barokk jellegű függesztő- és feszítőrendszerek
 - 2.2. Barokk jellegű mellékszerkezetek
 - 2.3. Barokk jellegű hosszanti merevítőrendszer
 - 2.4. A barokk jellegű fedélszerkezetek fő szerkezeti elemei
3. A barokk jellegű fedélszerkezetek osztályozása – fedélszerkezetek tipológiája, 2008-as munkaváltozat
4. A barokk jellegű fedélszerkezetek fontossága, a bennük rejlő érték
 - 4.1. Történeti érték – időbeli és térbeli elterjedésük
 - 4.2. Barokk jellegű fedélszerkezetek tartóssága
 - 4.3. Barokk jellegű fedélszerkezetek biztonsága
5. Javaslat a barokk jellegű fedélszerkezetek kutatási, tervezési és beavatkozási útmutatójára – 2009. júniusi munkaváltozat
 - 5.1. A tulajdonosok szerepe a barokk jellegű fedélszerkezetek helyreállításában és karbantartásában
 - 5.2. Tartalmi javaslat: kutatásra, tervezésre és kivitelezésre vonatkozóan
 - 5.3. Kivitelezők – műemlék-helyreállítására szakosodott munkatelep vezetők, mesterek, ácsok.

1. BAROKK JELLEGŰ FEDÉLSZERKEZETEK — MEGHATÁROZÁS, TERMINOLÓGIA

A fedélszerkezetek (az épület tetejének / héjazatának tartószerkezetei) és a faszervezetek általában hosszú ideig teljességgel hiányoztak az építészeti-építőmérnöki egyetemek tananyagából.

A múlt rendszer a terasz típusú tetőszerkezeteket részesítette előnyben, a korszak legkedveltebb építőanyagai pedig a vasbeton és az acél voltak. Az ácsmesterséget a vasbeton elemek öntéséhez szükséges zsaluzás kivitelezőjévé fokozták le.

A modern (ragasztott) faszervezetek, a mérnöki tetőszerkezetek lassan kerültek vissza a tantervekbe (Faszervezetek elnevezés alatt) – de a hagyományos ácsszerkezetek csak alkalmi jelleggel kerülnek bemutatásra (például a Kolozsvári Építészeti és Városrendezési Szakon), ahol műemléképületek (tartószerkezetek) helyreállításában jártas és érdekelt tanárok oktatnak. A helyzet hasonló a szakiskolákban is.

Általában a történeti szerkezetek, ezek részeként a történeti fedélszerkezetek, –illetve különösen a barokk jellegű fedélszerkezetek esztétikai és történeti értéke, koncepciójuk és szerkezeti kialakításuk, a beépített történeti faanyag, ezek kivitelezési technológiája ma már axiómának számítanak az épített örökség védelme terén.

A jelen előadás a történeti fedélszerkezeteken végzett beavatkozások tematikáját járja körül, a barokk jellegűek példáján, bemutatva egyrészt egy aránylag gyakran előforduló fedélszerkezeti típust, másrészt a bennük rejlő történeti, kézművességi értéket. (A gótikus – középkori – fedélszerkezetek jóval ritkábbak, az eklektikusak pedig nagyon nagy számban lelhetők fel, ezek közül a megóvásra méltók értéke elemezhető.)

1.1. FEDÉLSZERKEZETEK – MEGHATÁROZÁS (ÖSSZEFOGLALÓ)¹

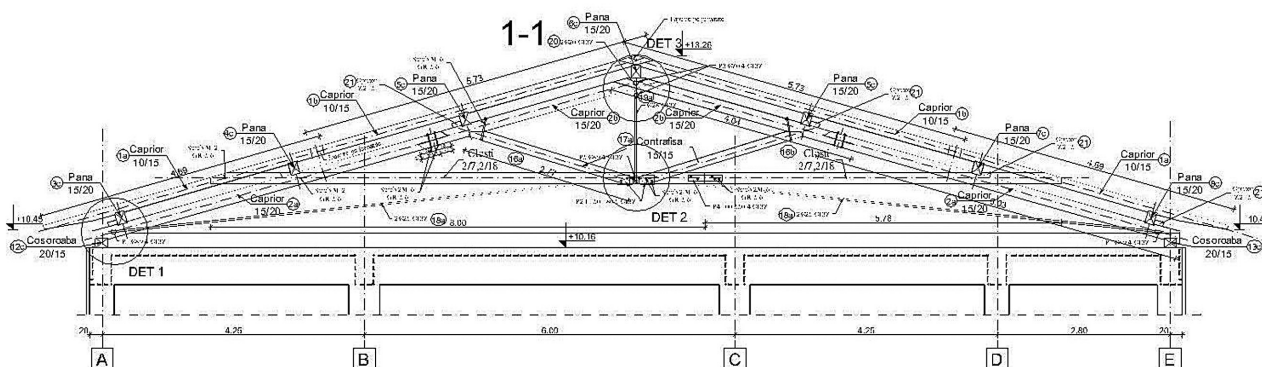
A **történeti fedélszerkezetek** lényegesen különböznek a számunkra ismert – **mérnöki** – tetőszerkezetektől, amelyeket a „faépítmények / faszervezetek” tantárgyak keretében tanulmányoznak, foglalnak össze és mutatnak be.

Az szilárdságtani és épületstatikai elméletek kialakulásával, a XIX. század vége – XX. század eleje óta minden típusú szerkezeti elemet, alegységet és szerkezetet tudományos alapon terveztek meg, számítottak ki és méretek.

A **mérnöki tetőszerkezetek**, amelyek bármilyen anyagból: fából, acélból, vasbetonból készülhetnek, szerkezeti koncepciójuk alapján lehetnek:

- falkoszorúra vagy más (általában vasbeton), az oldalirányú tolóerőt átvenni képes tartószerkezetekre támaszkodó **gerendaszerkezetek**;
- rácsos tartók** – különféle anyagokból, közepes és nagy fesztávra;
- különböző anyagokból készült **ívek**;
- tulajdonképpen modern **fedélszerkezetek**: szaruafás, székes, szaruállásos; 1.1.a. ábra – vegyes rácsos tartós tetőszerkezet – az élesdi (Bihar megye) I-VIII. osztályos iskola számára tervezett fedélszerkezet;
- modern térszerkezetek – membránok, kupolák, térbeli tartórendszerek stb.

A mérnöki tetőszerkezetek nem képezik ezen dolgozat tárgyát, hiszen ezeket rendszerezve tanulmányozzák és oktatják a hazai és külföldi egyetemeken, és bőséges irodalom áll rendelkezésre velük kapcsolatban².



1.1.a. ábra – Vegyes rácsos tartós tetőszerkezet – az élesdi (Bihar megye) I-VIII. osztályos iskola számára tervezett fedélszerkezet

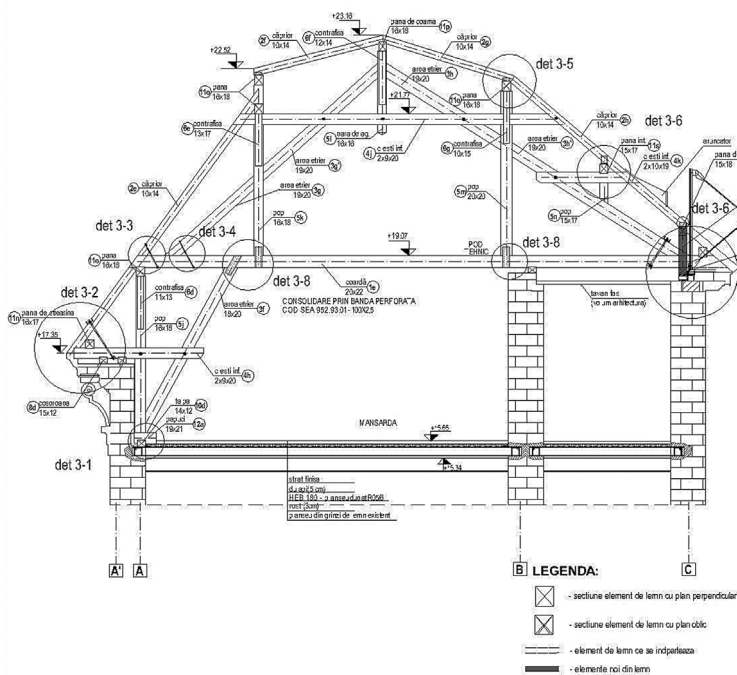
Félmérnöki fedélszerkezeteken a szerző – dr. SZABÓ Bálint³ meghatározása alapján – a XIX. században, az ipari forradalom után készült fedélszerkezeteket érti, amelyek esetében már alkalmazták a szilárdságtan első eredményeit, az első méretezési és számítási előírásokat⁴ – ezeket **eklektikus fedélszerkezeteknek** is nevezik.

Az elnevezés úgy a szerkezeti megoldások „eklektikusságára” (feszítőrendszerek / feszítő-függesztő rendszerek / székes rendszerek / függőleges vagy ferde tetőtámaszos szerkezetek), mint azon épületek fő építészeti stílusa, amelyek részei ezek a tetőszerkezetek – az eklektikus stílus. Ez a fedélszerkezet-típus képezi az átmenetet az empirikusan épített fedélszerkezetektől a mérnöki tervezés és számítás alapján épültek felé, de helyesebb történeti fedélszerkezetekként osztályozni őket, **eklektikus történeti fedélszerkezetek** néven.⁵ 1.1.b. ábra – A volt Continental szálló (New York Galéria) épületének jellegzetes főszeruállása;

Így, az időben visszafelé haladva, eljutunk a történeti fedélszerkezetekhez, amelyeket ácsmesterek építettek, empirikusan szerzett ismeretekkel és empirikus-intuitív koncepció alapján, amelyeket az ácscéhek keretében hagyományozódtak át egyik generációról a másikra. A történeti fedélszerkezeteknek szakirodalomban széles körben használt szinonimája az **ács tetőszerkezetek** elnevezés

A mechanikai-mérnöki értelmezésen alapuló tudományos meghatározások dr. SZABÓ Bálint többnyelvű szakszótárában olvashatók.⁶

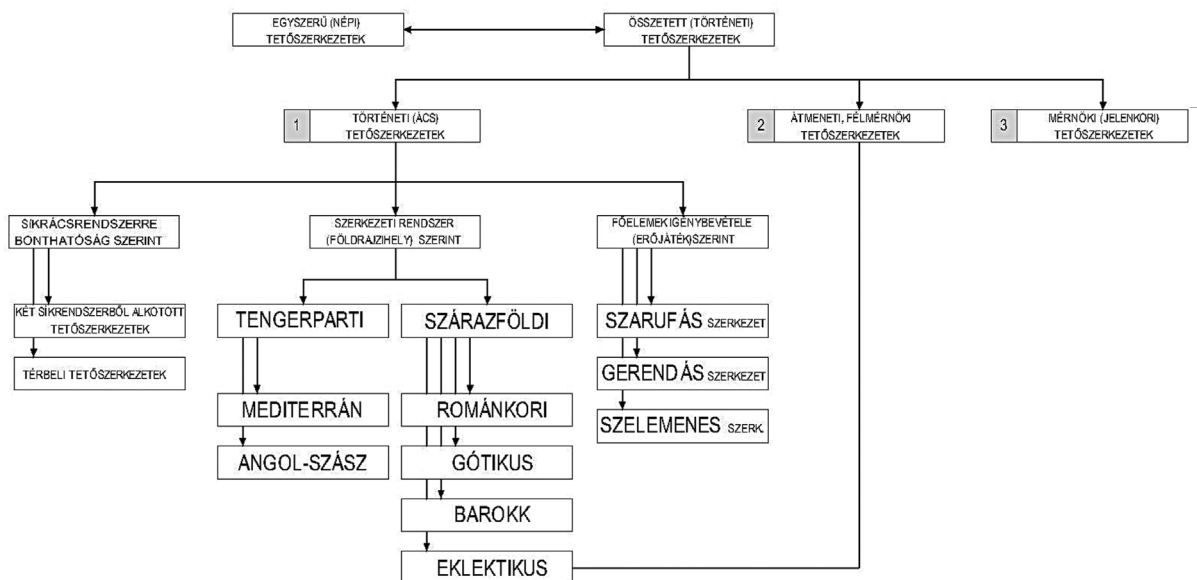
INTERVENȚII DE CONSOLIDARE PENTRU FERMELE PRINCIPALE TIP 3
-scara 1:50-



1.1.b. ábra – A volt Continental szálló (New York Galéria) épületének jellegzetes főszeruállása

1.2. A TÖRTÉNETI FEDÉLSZERKEZETEK OSZTÁLYOZÁSA – a barokk jellegű fedélszerkezetek helye (részleges áttekintés)

A jelen munkában bemutatott történeti fedélszerkezetek a nyugati-európai tartószerkezeti rendszerekhez tartozó európai történeti fedélszerkezetekre korlátozódik. A más földrészek jellemző történeti fedélszerkezeit, illetve a bizánci jellegű szerkezeteket nem tárgyaljuk.



1.2. ábra – Nyugat-európai (történeti) fedélszerkezetek osztályozása

A Nyugat-európai (történeti) fedélszerkezetek a következő fő csoportokra oszthatók:

(I) *Összetettségük szerint:*

(I.1.) **Ács (történeti) fedélszerkezetek** – jelentős építészeti alkotások keretében létrehozott szerkezetek, amelyeket a középkorban az ács céhek tagjai terveztek és kiviteleztek, a reneszánsztól kezdődően a barokk stílusig, illetve

(I.2.) **Népi jellegű (történeti) fedélszerkezetek** – ezeket falusi környezetben, gyakran a ház tulajdonosa vitelezte ki, jellemzői: kis fesztáv, egyszerű szerkezet és kötések, például: szarufa-párok, (esetleg) torokgerendával vagy fogópárral merevítve, kötőgerendákkal vagy azok nélkül, a mennyezet szerkezetétől függetlenül vagy azzal egybeépítve;

(II) *A szerkezeti rendszer szerint (amely ugyanakkor a földrajzi helyhez is kapcsolódik, ahol az ilyen típusú fedélszerkezetek előfordulnak):*

(II.1.) **Tengerparti történeti fedélszerkezetek**⁷ – a legismertebb példák erre a **mediterrán** szerkezetek, amelyek feltételezhetően az ókori fedélszerkezetek folytatói (erős főszaruállások és egy merev szelemen-rendszer – amelyek a szarufákat tartják, ezek így egyszerű, függesztett, feláldozható elemek), valamint a **Nagy-Britannia** területén előforduló, hasonló szerkezeti megoldású, de meredekebb, a különböző időjárási viszonyoknak megfelelő fedélszerkezetek, amelyek a hajóépítésre szakosodott ács céhek által gyakorolt befolyás jeleit mutatják; valamint

(II.2.) **Szárazföldi — közép (közép-kelet) európai történeti fedélszerkezetek**, amelyeket további csoportokba sorolunk azon épületek (uralkodó) építészeti stílusa szerint, amelyen az illető fedélszerkezet először megjelent:

II.2.1. – román stílusú fedélszerkezetek⁸;

II.2.2. – gótikus jellegű fedélszerkezetek⁹;

II.2.3. – **barokk jellegű fedélszerkezetek**¹⁰;

II.2.4. – eklektikus történeti fedélszerkezetek.

(III) *A főelemek igénybevétele (erőjáték) szerint:*

(III.1.) **Szarufás és kötőgerendás történeti fedélszerkezetek** – ide tartoznak a szárazföldi történeti fedélszerkezetek¹¹. A szarufák behajlásának csökkentésére használt megoldás szerint két sajátos alosztály különböztethető meg: III.1.1. – torokgerendás történeti fedélszerkezetek (különösen a gótikus jellegűek, és átmeneti szerkezetként a barokk jellegűeknél), illetve III.1.2. – szelemenés történeti fedélszerkezetek (a tengerparti fedélszerkezetek, az eklektikus szerkezetek többsége, részben a barokk jellegűek is)¹²;

(III.2.) Gerendás történeti fedélszerkezetek – kevésbé bonyolult tartószerkezet.

(IV) *A szerkezet síkrácsrendszerre bonthatósága szerint:*

(IV.1.) **Két síkrendszerből alkotott fedélszerkezetek** – két, egymásra merőleges irányba elhelyezett lineáris rúdelemekből álló síkrendszer alkotja: a teherhordó haránt irányú síkrács (fő- és mellékszaruállások), és a merevítő hosszanti irányú síkrács; illetve

(IV.2.) Térbeli fedélszerkezetek – síkrendszerekre nem bontható lineáris elemekből (puha- vagy keményfából, ácskötésekkel) készült rendszerek.¹³

Barokk jellegű történeti fedélrendszerek. Ezek alatt értjük úgy a barokk építészeti stílusú épületek fedélszerkezeteit, mint azokat, amelyek más építészeti stílusú épületek (gótikus épületek, amelyeken utólag valamilyen okból kicserélték az eredeti fedélszerkezetet, illetve klasszicista vagy romantikus stílusú épületek) barokk jellegű fedélszerkezeteit is – ezért használjuk a „barokk jellegű” kifejezést, és nem az egyszerűbb „barokk történeti fedélszerkezetek” elnevezést. A mechanikai-mérnöki értelmezésen alapuló tudományos meghatározás dr. SZABÓ Bálint többnyelvű szakszótárában olvasható.¹⁴

Összefoglalva: a barokk jellegű történeti fedélszerkezetek lineáris rúdelemekből épült, két, egymásra merőleges irányba elhelyezett síkrendszerből állnak. A gravitációs és szélhatás okozta terheléseket a haránt irányú merevítő rendszerek veszik át: a barokk jellegű mellék- és főszaruállások. Az utóbbiaknak kötelezően tartalmazniuk kell a barokk feszítőszerkezetet, amelynek részei: (1) kötőgerenda, (3) ferdedúc-pár, (4) mellszorító és (5) szögletkötő-pár.

1.3. A BAROKK JELLEGŰ TÖRTÉNETI FEDÉLSZERKEZETEKHEZ KAPCSOLÓDÓ TERMINOLÓGIA

Az alkotóelemek elnevezését egy ideális fedélszerkezet példáján mutatjuk be: egy tipikus – 10 m-es fesztáv, 50,2°-os hajlásszög (6/5-ös magasság/félfesztáv arány) – barokk jellegű fedélszerkezet főszaruállása és

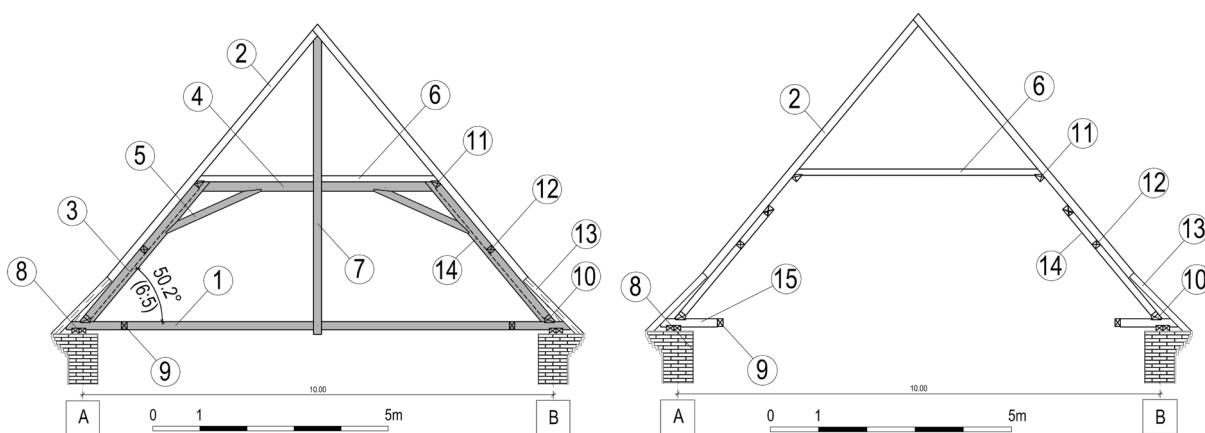
mellékszaruállása, amely az 1.3. a-b. ábrán megjelölt alapelemeket tartalmazza. A hosszanti síkrendszer elemeinek elnevezése az 1.3.c. ábrán látható.

A barokk jellegű mellékszaruállások többségükben önhordók a gravitációs terhekre nézve (különösen a saját kötőgerendával ellátott mellékszaruállások), amelyek átadják a terhelés egy részét a főszaruállásoknak, az ötszögű talp-szelemen/talp-gerenda segítségével (ez utóbbiak a barokk jellegű fedélszerkezetek tipikus elemei – 10, 11).¹⁵

Az **1.3.a. ábrán** tipikus barokk jellegű főszaruállás – A.1.2(c)-b(3)-I.Λ(1) – látható, túlnyomórészt a dr. SZABÓ Bálint *Történeti tartószerkezetek illusztrált szótárának* meghatározásai szerint – létezik néhány kivétel, melyek esetében az egyik vagy mindhárom nyelv megnevezéseiben a szerző a szótarban szereplő kifejezésektől eltérőket használ.

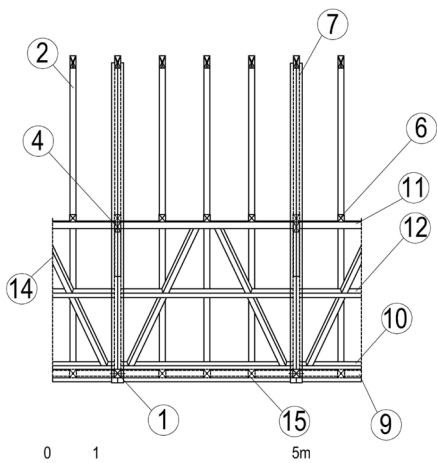
Az **1.3.b. ábrán** tipikus barokk jellegű mellékszaruálláshoz tartozó mellékszaruállás – A.1.2(c)-b(3)-I.Λ(1) – látható;

Az **1.3.c. ábrán** tipikus barokk jellegű, a szarufák síkjában elhelyezett hosszanti merevítés – A.1.2(c)-b(3)-I.Λ(1) – látható.



1.3.a. ábra – Tipikus barokk jellegű főszaruállás részei: – (1) kötőgerenda – 14x17; (2) szarufa – 12x16; (3) ferdedúc – 13x24; (4) mellszorító – 12x20; (5) szögletkötő – 12x15; (6) torokgerenda – 13x15; (7) hosszanti merevítő vízszintes rúdja – 12x13; (8) sárgerenda – 2x14x11; (9) fiók kiváltó gerenda – 12x16; (10) ötszögű talp- szelemen / talp gerenda – 15x20; (11) közép szelemen felső talpgerenda – 13x19; (12) kettős függesztőrúd – 2x12x17; (13) vízcsendesítő – 5x13; (14) átlós merevítő – 11x14.

1.3.b. ábra – Tipikus barokk jellegű mellékszaruállás részei: (2) szarufa – 12x16; (6) torokgerenda – 13x15; (8) sárgerenda – 2x14x11; (9) fiók kiváltó gerenda – 12x16; (10) ötszögű talp- szelemen / talp gerenda – 15x20; (11) közép szelemen felső talpgerenda – 13x19; (12) kettős függesztőrúd – 2x12x17; (13) vízcsendesítő – 5x13; (14) átlós merevítő – 11x14, (15) fiókgerenda – 14x17.



1.3.c. ábra – Tipikus barokk jellegű hosszanti merevítés részei: – (1) kötőgerenda – 14x17; (2) szarufa – 12x16; (4) mellszorító – 12x20; (6) torokgerenda – 13x15; (7) hosszanti merevítő vízszintes rúdja – 12x13; (9) fiók kiváltó gerenda – 12x16; (10) ötszögű talp- szelemen / talp gerenda – 15x20; (11) közép szelemen felső talpgerenda – 13x19; (12) kettős függesztőrúd – 2x12x17; (14) átlós merevítő – 11x14; (15) fiókgerenda – 14x17.

2. BAROKK JELLEGŰ TÖRTÉNETI FEDÉLSZERKEZETEK ALEGYSÉGEI ÉS ALKOTÓELEMEI

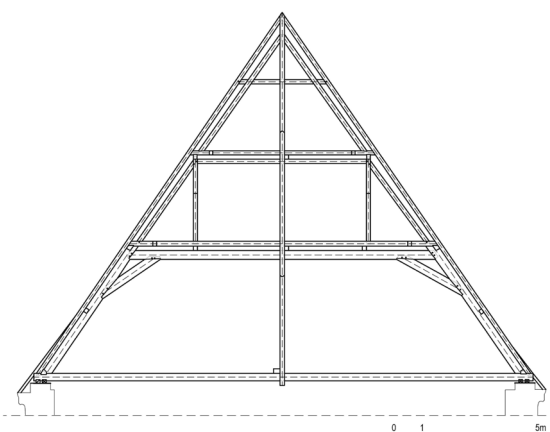
Ezen fejezet a két, sík-rúdrendszerre bontható, barokk jellegű fedélszerkezetek fő tartószerkezeti alegységeit, valamint az ezeket alkotó elemeket tárgyalja, a tartószerkezeti alegységek a következők:

(a) **barokk jellegű főszaruállás** (1.3.a. ábra – 2.1.a. ábra – a kolozsvári Farkas utcai református templom fedélszerkezetének főszaruállása);

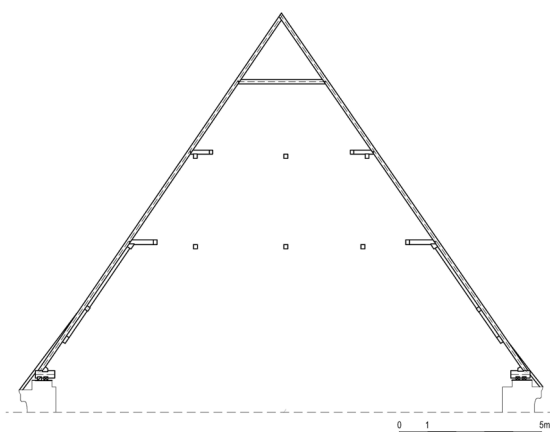
Két főszaruállás között általában 3-3 mellékszaruállás található (de előfordulnak 2-4, vagy akár 5 mellékszaruállásos változatok is). Az esetek többségében a mellékszaruállások egységes szerkezetűek, de egyes esetekben két különböző típusú mellékszaruállás váltakozik egymással.¹⁶

(b) **barokk jellegű mellékszaruállás** (1.3.b. ábra – 2.1.b/c. ábra – a kolozsvári Farkas utcai református templom fedélszerkezetének kétféle mellékszaruállása);

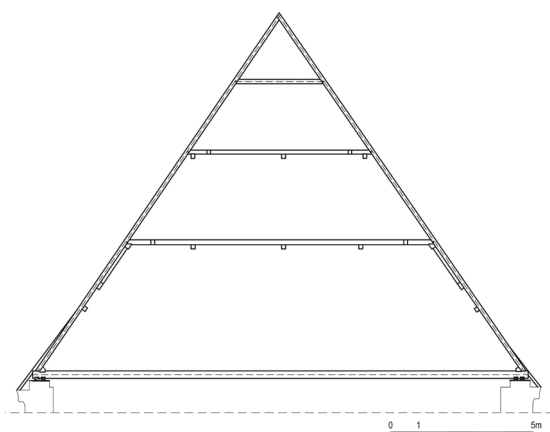
(c) **barokk jellegű hosszanti merevítés** (1.3.b. ábra – 2.1.d. ábra – a kolozsvári Farkas utcai református templom fedélszerkezetének Axis 8 VM tervmodellje)¹⁷



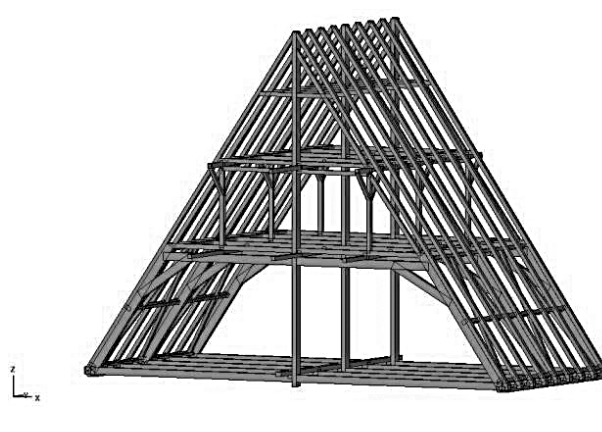
2.1.a. ábra – a kolozsvári Farkas utcai református templom fedélszerkezetének főszaruállása – típuskód: A.2.2(c).-a/c(3:a-c-a)-I-Λ(1)



2.1.b. ábra – a kolozsvári Farkas utcai református templom fedélszerkezetének I. típusú mellékszaruállása



2.1.c. ábra – a kolozsvári Farkas utcai református templom fedélszerkezetének II. típusú mellékszaruállása



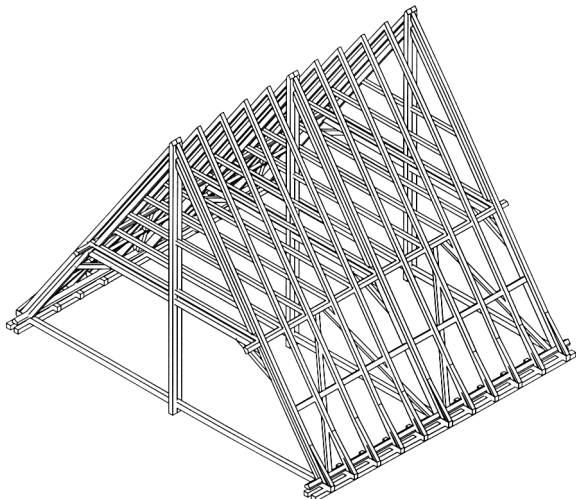
2.1.d. ábra – a kolozsvári Farkas utcai református templom fedélszerkezetének Axis 8 VM tervmodellje

2.1. BAROKK JELLEGŰ FŐSZARUÁLLÁS

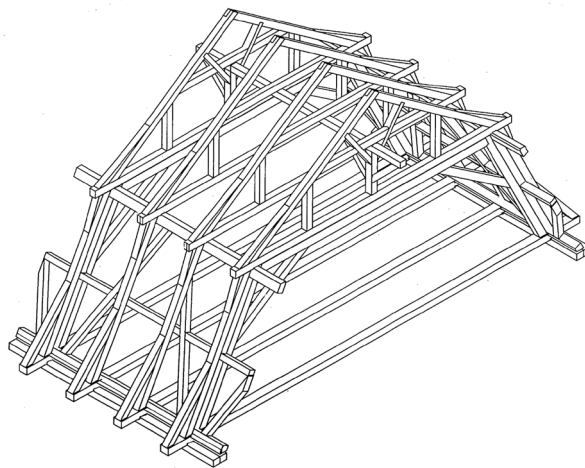
A barokk jellegű fedélszerkezet főszaruállása (fő haránt irányú síkrendszere) a történeti főszaruállások egy típusa, amely a következő elemekből épül fel: szarufa (folytonos „A”, illetve tört/megszakított „B”, a manzárd típusú fedélszerkezeteknél), kötőgerenda (1), torokgerenda (6 – a mellszorítóhoz illeszkedik vagy nem), a barokk jellegű feszítőmű mellszorítója (4), a feszítőmű elemei: kötőgerenda (1), kettős ferdedúc

(3 – a szarufákhoz illeszkednek), merevítését a szögletkötők (5) biztosítják; 10,00 m-t meghaladó fesztáv esetén: barokk jellegű függesztőrúd (összetett szelvényű vagy egyszelvényű).¹⁸

Hangsúlyozzuk: barokk jellegű feszítómű nélkül nem létezik barokk jellegű fedélszerkezet – egy ilyen szerkezet esetleg átmeneti, hangsúlyosan gótikus vagy eklektikus jellegű, barokk elemeket is tartalmazó fedélszerkezet lehet.



2.2.a. ábra. Fedélszerkezet folytonos szarufákkal, barokk jellegű feszítóművel és függesztőrúddal az első szinten – a kolozsvári Piarista római katolikus templom fedélszerkezete – "A.2.2(c)-c(3)-I.A(1)"



2.2.b. ábra. Fedélszerkezet tört szarufákkal, barokk jellegű függesztőrúd nélkül, barokk jellegű feszítóművel az első szinten – a nagyenyedi „Bethlen Gábor” Fiúkollégium fedélszerkezete – "B.2.1-a(3)-II.A(1)"

2.1.1. Barokk jellegű feszítómű

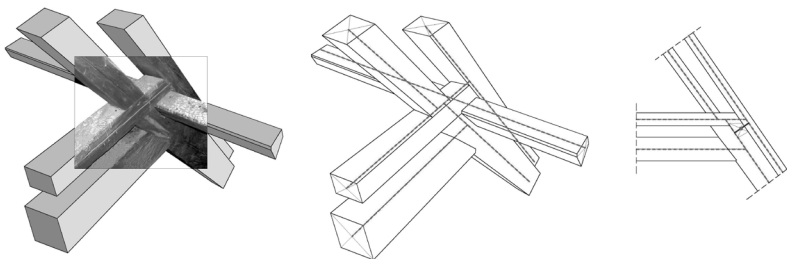
A barokk jellegű fedélszerkezetek sajátos tartószerkezeti alegysége, amely átveszi a szelemenek koncentrált terhelését, és a fedélszerkezet támaszául szolgáló tartószerkezetnek (falak) közvetíti azt. A feszítómű alkotóelemei és az ezekre ható igénybevételek:

- (1) kötőgerenda, húzott elem (átveszi a szarufa / ferdedúc által közvetített oldalirányú erőket – úgy a gravitációs, mint a vízszintes terhelésből származókat);
- (3) a ferdedúc, amelynek a hosszanti merevítésben is szerepe van, ha nem két egymásra helyezett elemből áll (a tipológia 5. kritériuma), nyomott elem a gravitációs terhekből, illetve felváltva nyomó-, illetve húzóerőnek van kitéve a szélteher hatására;
- (4) a mellszorító úgy a gravitációs teher, mint a szélteher hatására nyomóerőnek kitétt vízszintes elem, és a merevítésére szolgáló
- (5) szögletkötő – amely szintén nyomó- és húzóerőnek van kitéve a szél hatására, illetve nyomóerőnek a gravitációs teher hatására.

A ferdedúc – szögletkötő – mellszorító kötéseket úgy gondolták ki, hogy közvetítik a húzó- és nyomóerőt is, sőt, egy korlátozott mértékű hajlítónyomatékot is (a csapos kötést hornyolással kombinálták és kettős facsapsszeggel rögzítették).



2.3.a. ábra. Mellszorító – szögletkötő – ferdedúc illesztés – a kolozsvári Kogălniceanu (Farkas) u. 6. alatti ingatlan fedélszerkezete.



2.3.b. ábra. Mellszorító – ferdedúc – szarufa csomópont és modellezése

A feszítőművek száma, típusa és elhelyezése a tipológia 2. kritériumát képezi.

A barokk jellegű feszítőmű kisebb vagy nagyobb mértékű részvétele a gravitációs teher átvételében a mellékszaruállások erőátviteli rendszerétől függ, ez a tipológia 4. kritériuma. A következő változatok lehetségesek:

- minden mellékszaruállás saját kötőgerendával rendelkezik;
- fiókgerendák a mellékszaruállásokban, amelyek fiókkiváltó gerendákon keresztül közvetítik a terhelést a főszaruállások kötőgerendájának;
- (ötszögű) szelemen – szelemen-papucsgerendás rendszer.

2.2.2. Barokk jellegű függesztőrúd

A barokk jellegű fedélszerkezetek sajátos függesztőrúdjá egyszerű, csak a főállásban fordul elő, a szerkezet teljes magasságában, Felsőbb szinteken megjelenhetnek eklektikus jellegű feszítő-függesztő rendszerek (esetenként függesztőrúd párként), mint a kolozsvári Farkas utcai református templom fedélszerkezete esetében. A függesztőrúd megléte vagy hiánya, illetve a függesztőrendszer megoldási módja (függesztőrúd a főállásban) a különböző barokk jellegű fedélszerkezet-típusok egyik osztályozási eleme (a tipológia 3. kritériuma). A függesztőrúd lehetséges formái:

- egyszelvényű, egy egyszerű négyszög keresztmetszetű gerendából, ebben az esetben egy fém (kóvácsoltvas) rögzítő-elem biztosítja az erőátvitelt a kötőgerenda – függesztőfa csomópontban;
- két gerendából álló, összetett szelvényű elem.

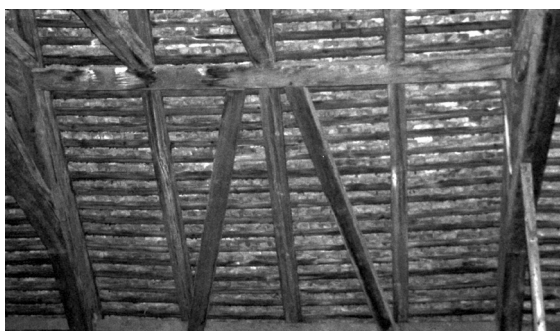
2.2. BAROKK JELLEGŰ MELLÉKSZARUÁLLÁS

A barokk jellegű fedélszerkezet mellékszaruállása (másodlagos haránt irányú síkrendszere) a történeti mellékszaruállások egy típusa, amely felépítése függvényében öntartó: a kötőgerendás fedélszerkezetek mellékszaruállásai („A/B.x.y. – a”) önállóan átvesszik a terheléseket, vagy kötőgerenda hiányában nagyobb mértékben támaszkodnak a főszaruállásokra: „A/B.x.y. – b” vagy „A/B.x.y. – c”; mindegyik szaruálláshoz tartozik szarufa, kakasülő és (esetleg, a feszítőtől függően) torokgerenda vagy kötőgerenda, fiókgerendák vagy szelemen-papucsgerenda. Létezik olyan megoldás is, ahol két különböző típusú mellékszaruállás váltakozik. (A kolozsvári Farkas utcai református templom fedélszerkezete – „A.2.2(c)–a(3/1)/c(3/2) – I.Λ(1)” – 2.1. ábra.)

Amennyiben jelen vannak fiókgerenda vagy kötőgerenda nélküli mellékszaruállások, akkor a főszaruállások barokk jellegű feszítőműve valóságosan feszítőműként dolgozó tartószerkezeti alegység. Amennyiben a mellékszaruállások mind kötőgerendával, mind torokgerendával rendelkeznek, akkor a gravitációs terhelések közvetítése alacsony szintű, 10-15% nagyságrendű.

2.3. BAROKK JELLEGŰ HOSSZANTI MEREVÍTŐRENDSZER

A barokk jellegű hosszanti merevítőrendszer (hosszanti merevítő síkrendszer) a szarufák ferde síkjában található (sok esetben függőleges hosszanti síkrendszerekkel kombinálva, amelyek általában a fedélszerkezet felsőbb szintjein helyezkednek el) egy vagy (tájainkon ritkábban) két szinten. A hosszanti merevítőrendszerek vízszintes elemei az ötszögű talp-szelemenek/talp-gerendák, valamint egy saját vízszintes elem, amely általában az ilyen rendszerek magasságának felénél helyezkedik el. A szarufák általában nem támaszkodnak a hosszanti merevítőrendszer e vízszintes rúdjaira. A főszaruállások tengelyében elhelyezkedő merevítések sok esetben a főszaruállások ferdedúcát alkotják (a tipológia 6. kritériuma).



2.4.a. ábra – A kolozsvári Kogălniceanu (Farkas) u. 6. alatti ingatlan fedélszerkezete – „klasszikus”, Λ formájú hosszanti merevítőrendszer



2.4.ab. ábra – A kolozsvári Kogălniceanu (Farkas) u. 6. alatti ingatlan fedélszerkezete – a szarufa helyzete a merevítőrendszer vízszintes hosszanti eleméhez viszonyítva

2.4. A BAROKK JELLEGŰ FEDÉLSZERKEZETEK FŐ SZERKEZETI ELEMEI

2.4.1. A haránt irányú síkrendszerek elemei (fő- és mellékszaruállások):

Az elemek számozása a Farkas utcai református templom fedélszerkezetének fő- és mellékszaruállását, illetve hosszanti merevítőrendszerét bemutató ábráknak felel meg. A barokk jellegű fedélszerkezeteket túlnyomórészt puhafából építették.

(1) kötőgerenda – a főszaruállások és a saját kötőgerendás mellékszaruállások része barokk jellegű fedélszerkezetekben. Sajátosságai: (a) a közbenső megtámasztás biztosítható – ha van – a függesztőrúddal; (b) a mellékszaruállások kötőgerendával rendelkeznek, ha az utolsó szint fölötti mennyezetet tartják, korai építményekben vagy nagy fesztávú szerkezetekben. Így, különösen a csehsüveg-boltozatok esetén (ahol a boltzáródás a sárgerendák szintje fölött található), csak a főszaruállásoknak van kötőgerendája. (c) A kötőgerenda mindig húzott elem.

(2) szarufa – a barokk jellegű fedélszerkezetek szaruállásainak része, sajátos jellemzői: (a) 35° - $59,7^\circ$ -os szögben csatlakozik a kötőgerendához (tulajdonképpen ajánlatosabb arányként – általában $2/3$ és $2/1$ között – megadni a dőlésszöget, mint szögben), a manzárd típusú barokk fedélszerkezet kivételével, amely esetében az alsó szarufa és a kötőgerenda 60 - 75° -os szöget zár be; (b) függőleges terhelés esetén: a kassuló és a nyomóerőnek kitett torokgerendák rövidülése, szélteher és földrengésből származó terhelés: az ellenoldali szarufa hajlítószilárdsága határozza meg a közbenső támaszok rugalmasságát; (c) általában egy darabból készül, kivételt képez ez alól a manzárd típusú barokk fedélszerkezet, amely esetében két darabból áll.

(3) ferdedúc – a főszaruállások része, helyesebben a barokk jellegű fedélszerkezetek feszítőművéhez tartozik, a hosszanti merevítőrendszerben is lehet szerepe. Az esetek többségében jelentős a keresztmetszete, és ezt a kettős (térbeli) szerepet tölti be. A feszítőmű részeként a szarufához illeszkedik, vagy a három egymáshoz illeszkedő elemből álló „csomag” része: szarufa / hosszanti merevítés / ferdedúc (az utóbbi két elem egyetlen „I.” elemből is készülhet, jelentős keresztmetszettel – „II.” – a tipológia 5. kritériumának szimbóluma szerint) –, a hosszanti merevítő síkrendszerekben pedig a szelemenek tagolják, és különböző átlós irányban helyezkednek el a főszaruállások által határolt táblában – a tipológia 6. kritériuma.

(4) mellszorító – a barokk jellegű fedélszerkezet feszítőrendszeréhez tartozik, sok esetben a torokgerendához illeszkedik, de számos példa van arra is, amikor a kettő bizonyos távolságra helyezkedik el egymástól. Németországban ismertek olyan megoldások, amelyek tehermentesítő ív formáját veszik fel, ezek két különálló, egymáshoz képest bizonyos szögben elhelyezett gerendából állnak – 2.5.a. ábra – *Íves mellszorító*. A mellszorító közvetlenül a ferdedúchoz kapcsolódik. Szerepük van úgy a merevítésben, mint a gravitációs teher közvetítésében a támaszok felé (ez utóbbi kisebb vagy nagyobb mértékben, a mellékszaruállások teher-átvételi rendszerétől függően).

(5) szögletkötő – a barokk típusú fedélszerkezetek főszaruállásaihoz tartozó tartószerkezeti elem, jellemzői: (a) a barokk feszítőmű része, a ferdedúchoz és a mellszorítóhoz kapcsolódik $30^\circ/60^\circ$ -os szögben; (b) gravitációs teher esetén, kis mértékben, döntő szerepe van a szerkezet haránt irányú merevítésében, és elsősorban a széltehernek / szeizmikus terhelésnek van kitéve; (c) jellemző igénybevétel: külpontos nyomás vagy húzás; (d) a kötések mind hornyolással, mind csappal készülnek, 1-2 faszeggel rögzítve.

(6) függesztőrúd – a barokk jellegű fedélszerkezetek esetében általában kettős függesztőrúd, de egyszelvényű is előfordul, Németországban a különleges, keményfából készült függesztőrúd is jelen van. 2.5.b. ábra – *Keményfából készült függesztőrúd*. Mindig a főszaruállások szimmetriatengelyében helyezkedik el, így a barokk jellegű fedélszerkezet függesztőművét alkotja, összeköti a szarufák metszéspontját a kötőgerendával, folyamatos rúd formájában (3. osztályozási kritérium). A függesztés hatékonysága a kötőgerenda hajlítószilárdságához kapcsolódik, így a függesztőrúd akár külpontos nyomó igénybevétele is lehetséges, a gravitáció hatását is beleértve.

(8+13) torokgerenda – a történeti fedélszerkezetek haránt irányú síkrendszeréhez tartozó tartószerkezeti elem, a barokk jellegű szerkezetek esetében is, a szárazföldi történeti fedélszerkezetek jellemző tartóeleme (aránylag magas faanyagfogyasztás mellett). A támasznak a torokgerendák által biztosított merevsége

(amelyek a szarufák kiegyensúlyozása során tengelyirányú nyomásra dolgozik) gravitációs terhek hatására – különösen a mellékszaruállásoknál – messze felülmúlja a szelemenek által biztosított merevséget, mivel ezek hajlítómerevségük révén közvetítik az igénybevételeket a feszítőművek felé). Jellemzői: (a) vízszintes helyzet; (b) a terhelés az önsúlyból (kis mértékben) és a szomszédos tartószerkezeti elemektől (szarufa, ferdedúc, szögletkötő, hosszanti talpgerenda, függesztőrúd) átvett koncentrált igénybevételből származik; (c) szabadon felfekvő tartóként vagy rugalmas támaszokon fekvő folytonos tartóként viselkedik, a szélső támaszok a szarufák, a közbensők pedig a függesztőrudak vagy a ferdedúccok, esetleg a szögletkötők. (d) A jellemző igénybevétel a külpontos nyomás, ritkán jelentkezik húzó igénybevétel (szél vagy földrengés hatására); (e) a kötések rézsús vagy csapos kötések, facsapsszeggel merevítve. A barokk főszaruállásban a mellszorítóhoz illeszkedik.

(9+14) fiókgerenda – barokk vagy eklektikus jellegű fedélszerkezetek mellékszaruállásainak tartószerkezeti eleme. Jellemzői: (a) vízszintes helyzet; (b) a terhelés az önsúlyból (kis mértékben) és a szomszédos tartószerkezeti elemektől (szarufa, vízcsendesítő, fiók-kiváltó gerenda) átvett koncentrált igénybevételből származik; (c) rugalmas támaszokon fekvő, szabadon felfekvő tartóként viselkedik; (d) A jellemző igénybevétel a külpontos húzás, nagyon ritkán jelentkezik nyomás (szél vagy földrengés hatására); (e) a facsapsszegekkel merevített csapos kötés befolyásolja a támaszok merevségét. Magasabb szinteken is beépíthetők, ahol főleg külpontos nyomásnak vannak kitéve, az alsó szinttel (kötőgerenda) ellentétben. Általános koncepció hibaként gyakori, hogy a csapos kötésből hiányoznak a faszegek, ezért gyakori károsodásként észlelhető a fiókgerenda elválása, eltávolodása a fiók-kiváltó gerendától.¹⁹

2.4.2. A hosszanti síkrendszerek elemei:

(18+21+25) Talp-szelemen (hosszanti talp-gerenda) – az ötszögűek kizárólag a barokk jellegű fedélszerkezetekre jellemzők – nagy hajlító-merevségű tartószerkezeti elemek. Szerepük a terhelések közvetítése a mellékszaruállások szarufáitól a főszaruállások felé. Barokk jellegű fedélszerkezeteknél hatékonyságuk a mellékszaruállások felépítésétől függ. A kötőgerenda és/vagy torokgerenda nélküliek nagymértékben terhelik a talp-szelemeneket, míg a saját kötőgerendás (vagy fiókgerendás) és/vagy torokgerendás mellékszaruállások kisebb mértékű terhelést adnak át. A barokk jellegű fedélszerkezetek kizárólagos jellegzetessége az ötszögű keresztmetszetű eres- és közbenső szelemenek. A közbenső szelemenek kevésbé igényes fedélszerkezetek esetében négyszögű keresztmetszetűek is lehetnek, de ezek ritkák, elsősorban közbenső szelemeneknél figyelhetők meg, és egy alacsonyabb szintű „professzionizmust”, vidéki jelleget képviseltek (a 2008-as frissített osztályozás ezt a kritériumot nem tartalmazza).

Az **átlós merevítők** a tipikus barokk jellegű merevítőrendszernek a szarufák síkjában elhelyezkedő elemei, különböző formájúak lehetnek – a tipológia 6. kritériuma. 2.5.c. ábra – Kettős átlós XX merevítő rendszer – Németország.



2.5.a. ábra – Íves mellszorító – Jezsuita templom, Bamberg, Németország



2.5.b. ábra – Keményfából készült függesztőrúd – St. Michael templom, Bamberg, Németország



2.5.c. ábra – Kettős átlós XX merevítő rendszer – St. Michael templom, Bamberg, Németország

A fedélszerkezetről a tartófalakra a terhelést a **sárgerenda (17)** közvetíti – ez a falkoszorú szerepét betöltő tartószerkezeti elem növeli a szomszédos falak húzó és nyíró szilárdságát. Megvalósítható egy, két vagy akár három párhuzamos, a falkoronán elhelyezett gerendából. Barokk fedélszerkezetek két sárgerendát tartalmaznak, amelyek egymáshoz illeszkednek vagy egymástól bizonyos távolságra fekszenek, egyik a ferdedúccok alátámasztási pontja alatt, a másik a szarufák alátámasztási pontja alatt.

3. A BAROKK JELLEGŰ FEDÉLSZERKEZETEK OSZTÁLYOZÁSA – FEDÉLSZERKEZETEK TIPOLOGIÁJA – 2008-AS MUNKAVÁLTOZAT

A tipológiai osztályozás 6 kritérium alapján történik, melyeket három kódcsoporthoz rendeztünk:

Az első kódcsoporthoz az első három kritériumot foglalja magában, és a főszaruállások meghatározó általános szerkezetére vonatkoznak:

1. – a szarufa folytonossága / síkja függvényében meghatározzuk a két alaptípust: **(A)** folytonos / egyenes szarufa, **(B)** törtsíkú / megszakított szarufa (manzárd tető);

2. – a tipikus barokk feszítőművek száma és elhelyezése szerint:

(1) az egy szinten elhelyezett barokk feszítőműhöz nem csatlakozik más merevítőrendszer – általában kis, 10,00 m alatti fesztáv esetén fordul elő;

(2) az egy (a tanulmányozott területen általában alsó) szinten elhelyezett barokk feszítőműhöz a felsőbb szinten (szinteken) más típusú merevítőrendszer csatlakozik;

(3) barokk jellegű feszítőművek két, egymásra helyezett szinten,²⁰ a felsőbb szinteken más típusú merevítőrendszerrel vagy anélkül;

2*. – olyan különleges eseteket foglal magába, amelyeknél a barokk feszítőművek további merevítő rendszereket tartalmaznak – nagyon nagy fesztáv, illetve a padlástér tárolóhelyként való felhasználása esetén;

3. – a függesztőrúd függvényében: **(1)** függesztőrúd nélküli szerkezetek, **(2)** a függesztőrúd megtalálható (főállásban), ez esetben ez egyszelvényű **(s)** vagy összetett szelvényű **(c)**.

4. A második kódcsoporthoz egyetlen kritériumot tartalmaz, amely a mellékállás oldalnyomás-felvétele/átvitel szempontjából csoportosítja a fedélszerkezeteket. Három alapvető változatot különböztetünk meg: **(a)** saját kötőgerendával rendelkező mellékszaruállás, **(b)** fiókgerendás – fiókkiváltó-gerendás rendszer, valamint **(c)** (ötszögű) szelemen – szelemen-papucsgerendás rendszer. A betűkódot zárójelben követő szám a két főállás között található mellékállások számát jelzi. Amennyiben két főállás között váltakozóan két különböző típusú mellékállás található (2.1. ábra), ezek típusa „/”-l elválasztva kerül a kódcsoporthoz, a zárójelben pedig a mellékállások számát a két típusú mellékállás sorrendjét jelezzük.

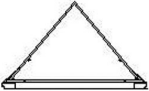
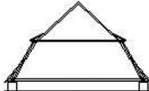



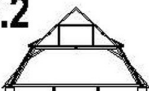
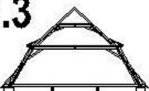
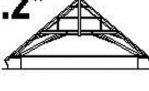
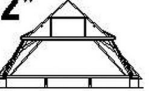
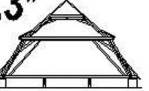
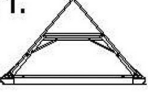
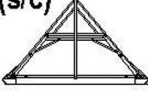

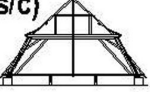

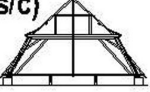
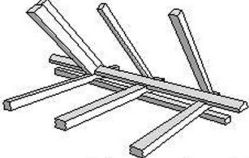
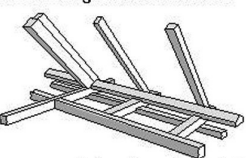
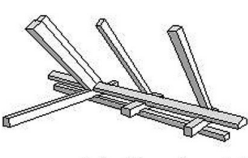
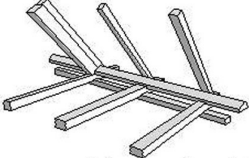
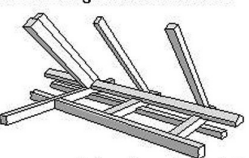
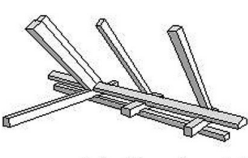
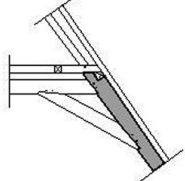
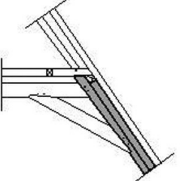
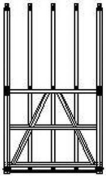
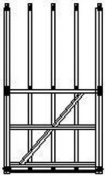
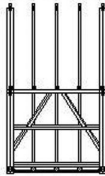
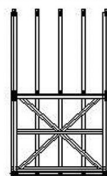
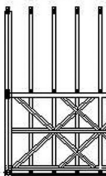
Az utolsó kódcsoporthoz a hosszanti merevítőrendszer tulajdonságait rögzíti:

5. – A ferdedúc és a hosszanti merevítőrendszer rúdja keresztmetszetének a viszonya szempontjából: **(I)** a két elem egy nagy keresztmetszetet alkot, illetve **(II)** két egymásra helyezett kis keresztmetszetű elem;

6. – a hosszanti merevítő rendszer formai kialakítását a forma-szimbólummal jelöljük: **(A)** – a tanulmányozott térségben leggyakrabban előforduló változat; **(I)** – szerényebb minőségű ács fedélszerkezeteknél gyakran előforduló változat; **(Y)**, illetve ritkábban előforduló változatok: **(X)**, **(XX)**; a jel után zárójelben jelezzük a szintek számát, amelyeken ez a rendszer elhelyezésre kerül.

Természetesen, vannak adataink egyéb, a jelen tipológiában (egyelőre) nem szereplő kritériumokról (például a torokgerendának a mellészorítóhoz viszonyított helyzete: illeszkedik hozzá vagy nem). Sőt, Németországban előfordul a tört mellészorító, illetve a keményfából készült függesztőrúd is, de ezek a bemutatott tipológiában nem szerepelnek.

A fentiek alapján bármely fedélszerkezet tipológiáját kódolhatjuk. Például az a tipikus barokk jellegű fedélszerkezet, amely alapján az elemek és alszerkezetek elnevezését azonosítottuk, a következő alcsoportokba tartozik: „A” folytonos szarufa (törés/megszakítás nélkül), „A.1.” – a főszaruállás az egy szinten elhelyezett barokk feszítőmű mellett csak függesztőrúddal rendelkezik: „A.1.2(c).”, amely a kötőgerenda két oldalán elhelyezkedő két rúdból áll; a mellékszaruállások nem rendelkeznek saját kötőgerendával, az oldalnyomás felvételét/átvitelét fiókgerendás – fiókkiváltó-gerendás rendszer biztosítja: „A1.2(c).–b(3)”, két főszaruállás között 3-3 mellékszaruállás található; a ferdedúc és a hosszanti merevítőrendszer rúdja egy keresztmetszetet alkot: „A.1.2(c).–b(3)–I.”; az egy szinten elhelyezett hosszanti merevítőrendszer váltakozó dőlésű átlós merevítőkből áll: „A.1.2(c).–b(3)–I.A(1)”.

1 A SZARUFA FOLYTONOSSÁGA / SÍKJA SZEMPONTJÁBÓL					
A	Folytonos / egyenes szarufa 			B	Tört / megszakított szarufa (Manzárt tető) 
2 A (BAROKK) FESZITŐMŰVEK SZÁMA ÉS TÍPUSA SZEMPONTJÁBÓL					
Barokk feszítőmű egy szinten	Az egy szinten elhelyezett barokk feszítőműhöz felsőbb szinte(ke)n egyéb merevítő rendszer(ek) csatlakozik (nak)	Két (vagy három) szinten elhelyezett barokk feszítőműhöz felsőbb szinte(ke)n egyéb merevítő rendszer(ek) csatlakozik (nak)	Barokk feszítőmű egy szinten	Az egy szinten elhelyezett barokk feszítőműhöz felsőbb szinte(ke)n egyéb merevítő rendszer(ek) csatlakozik (nak)	Két (vagy három) szinten elhelyezett barokk feszítőműhöz felsőbb szinte(ke)n egyéb merevítő rendszer(ek) csatlakozik (nak)
A.1 	A.2 	A.3 	(B.2) Elméletileg létezik, a tanulmányozott anyagban nem volt fellelhető	B.2 	B.3 
2' TIPIKUS BAROKK FESZITŐMŰHÖZ TOVÁBBI MEGERŐSÍTŐ RENDSZEREK CSATLAKOZÁSA SZEMPONTJÁBÓL					
Barokk feszítőmű egy szinten	Az egy szinten elhelyezett barokk feszítőműhöz felsőbb szinte(ke)n egyéb merevítő rendszer(ek) csatlakozik (nak)	Két (vagy három) szinten elhelyezett barokk feszítőműhöz felsőbb szinte(ke)n egyéb merevítő rendszer(ek) csatlakozik (nak)	Barokk feszítőmű egy szinten	Az egy szinten elhelyezett barokk feszítőműhöz felsőbb szinte(ke)n egyéb merevítő rendszer(ek) csatlakozik (nak)	Két (vagy három) szinten elhelyezett barokk feszítőműhöz felsőbb szinte(ke)n egyéb merevítő rendszer(ek) csatlakozik (nak)
(A.1*) Elméletileg létezik, a tanulmányozott anyagban nem volt fellelhető	A.2* 	(A.3*)	(B.1*) Elméletileg létezik, a tanulmányozott anyagban nem volt fellelhető	B.2* 	B.3* 
3 A FÜGGESZTŐRÚD SZEMPONTJÁBÓL					
Függesztőrúd nélkül	Függesztőrúddal	Függesztőrúd nélkül	Függesztőrúddal	Függesztőrúd nélkül	Függesztőrúddal
A. x. 1.  $x = 1 \div 3(*)$	A. x. 2.(s/c)  $x = 1 \div 3(*)$ s - egyszerűnyű; c - összetett;	B. x. 1.  $x = 1 \div 3(*)$	B. x. 2.(s/c)  $x = 1 \div 3(*)$ s - egyszerűnyű; c - összetett;	B. x. 1.  $x = 1 \div 3(*)$	B. x. 2.(s/c)  $x = 1 \div 3(*)$ s - egyszerűnyű; c - összetett;
4 MELLÉKSZARUÁLLÁSBÓL A FŐSZARUÁLLÁSBA VIZSZINTES TERHELÉST KÖZVETÍTŐ RENDSZER SZEMPONTJÁBÓL					
Folytonos kötőgerenda a mellékszaruállásokban	Fiókgerendás - fiókkiváltó-gerendás rendszer	Alsó (eresz) szelemen / szelemen-papucsos rendszer	Folytonos kötőgerenda a mellékszaruállásokban	Fiókgerendás - fiókkiváltó-gerendás rendszer	Alsó (eresz) szelemen / szelemen-papucsos rendszer
A / B. x. y. - a (2 ÷ 5)  $x = 1 \div 3(*)$ $y = 1 \div 2(s/c)$ s - egyszerűnyű; c - összetett;	A / B. x. y. - b (2 ÷ 5)  $x = 1 \div 3(*)$ $y = 1 \div 2(s/c)$ s - egyszerűnyű; c - összetett;	A / B. x. y. - c (2 ÷ 5)  $x = 1 \div 3(*)$ $y = 1 \div 2(s/c)$ s - egyszerűnyű; c - összetett;	A / B. x. y. - a (2 ÷ 5)  $x = 1 \div 3(*)$ $y = 1 \div 2(s/c)$ s - egyszerűnyű; c - összetett;	A / B. x. y. - b (2 ÷ 5)  $x = 1 \div 3(*)$ $y = 1 \div 2(s/c)$ s - egyszerűnyű; c - összetett;	A / B. x. y. - c (2 ÷ 5)  $x = 1 \div 3(*)$ $y = 1 \div 2(s/c)$ s - egyszerűnyű; c - összetett;
5 FERDEDŰC ÉS A HOSSZANTI MEREVÍTŐ-RENDSZER VISZONYA SZEMPONTJÁBÓL					
A / B. x. y. - a/b/c - I. A ferdedúc és a hosszanti merevítő-rendszer rúdja egy nagykeresztmetszetű elemből áll 	A / B. x. y. - a/b/c - II. A ferdedúc és a hosszanti merevítő-rendszer rúdja két külön, egymásra helyezett kisebb keresztmetszetű elemből áll 				
6 A HOSSZANTI MEREVÍTŐ-RENDSZER RAJZOLATA SZEMPONTJÁBÓL					
A / B. x. y. - a/b/c-I. / II. ^ (1/2)  1 - egy szinten 2 - két szinten	A / B. x. y. - a/b/c-I. / II. / (1/2)  1 - egy szinten 2 - két szinten	A / B. x. y. - a/b/c-I. / II. Y (1/2)  1 - egy szinten 2 - két szinten	A / B. x. y. - a/b/c-I. / II. X (1/2)  1 - egy szinten 2 - két szinten	A / B. x. y. - a/b/c-I. / II. XX (1/2)  1 - egy szinten 2 - két szinten	

3. ábra – Erdélyi barokk jellegű fedélszerkezetek tipológiája (2008-as munkaváltozat)

4. A BAROKK JELLEGŰ FEDÉLSZERKEZETEK FONTOSSÁGA, A BENNÜK REJLŐ ÉRTÉK

4.1. TÖRTÉNETI ÉRTÉK – IDŐBELI ÉS TÉRBELI ELTERJEDÉSÜK

A történeti tartószerkezetekben, köztük a (barokk jellegű) történeti fedélszerkezetekben rejlő történeti érték, a beépített történeti faanyag, szerkezeti koncepció, kivitelezési technológia révén – a jelen előadás hallgatói számára nyilvánvaló. Csak néhány szempontot szeretnék hangsúlyozni a barokk jellegű fedélszerkezetekre vonatkozóan.

4.1.1. Időbeli elterjedés:

A barokk korszakban az építés már tervezett tevékenységgé vált, amelyet általában egy építésmester vezetett, rajzok: alaprajz, keresztmetszetek, sőt, technológiai rajzok használatával. Franciaországban 1671-ben megalakult a Királyi Építészeti Akadémia, amely az építészeti szaknyelv egységesítését, a funkcionális, esztétikus és műszaki megoldások szabványosítását eredményezte. Megnőtt az építéselméleti és műszaki megoldásokat tárgyaló kiadványok és traktátumok száma.²¹

Az építészeti programok változatosabbá váltak úgy az egyházi, mint a laikus építmények esetében. Az építményekkel szembeni igényesség fokozódása nyomán szinte minden szerkezeti alegység esetében új szerkezeti megoldások születtek:

- (i) „klasszikus”, tiszta homlokzatok létrehozása érdekében eltűnnek a gótikus szerkezetek kulcsfontosságú elemei, a támpillérek, ezek helyett a vízszintes terhelést a falak, illetve sok esetben a belső kápolnasor által leplezett belső falpillérek veszik át.
- (ii) új boltozati megoldások: a cseh-süvegboltozat (a mai Csehország területéről, Bohémiából származik). A korabeli szakirodalom szerint, e szerkezet kivitelezése során nem használtak zsaluzatot. Hazánkban, a mai helyreállítási telepeken nem sikerült még ezt a technológiát rekonstruálni.
- (iii) a barokk jellegű fedélszerkezet – egységes szerkezeti koncepció szerint készül (Európa kontinentális részén) – segítségével megoldható a fedélszerkezet támasza szintjének a boltzáródás alá süllyesztése – a barokk tömegformálás követelménye – a vízszintes terhelés átvételére szolgáló különféle rendszerekkel, illetve a mellékszaruállások kötőgerendájának a kiiktatásával.

4.1.2. Térbeli elterjedés: csak Európa területén határozható meg. Az eltérő klímájú tengerparti területeken (ritka, kis mennyiségű és hamar elolvadó hó, nagy szélteher) a szárazfölditől eltérő típusú, tengerparti fedélszerkezetek alakultak ki. Ez a típusú fedélszerkezet további két típusra tagolódik: **mediterrán** (Olaszország, Görögország) – egyszerű, szelemenés fedélszerkezetek (folytonos ferde gerendákkal) –, illetve **angolszász** fedélszerkezetek. Az angolszász tetőszerkezetek alaptípusai: „King-post” – egy főállásban elhelyezkedő függesztőrúd; „Queen-post” – egy főállásban elhelyezkedő függesztőrúd két ferde, a szarufákra nagyjából merőleges támasztóelemmel; „Crown-post” – két függesztőrúd; „Cruck roof” – természetesen görbe fából készült szerkezettel stb.²²

A szárazföldi történeti fedélszerkezetek közül a barokk az egyedüli, amely a szarufák síkjában elhelyezett, hatékony hosszanti merevítőrendszert alkalmazza, amely megoldás egyébként általánosan elterjedt a középkori angolszász fedélszerkezetek esetében. Kutatásra váró téma a nemzetközi szakközösségben: a barokk jellegű történeti fedélszerkezetet egy olyan ácsmester / építész „tervezte / találta fel”, aki ismerte az angolszász fedélszerkezeteket, vagy empirikus fejlődés eredménye?

A szárazföldi tetőszerkezetek Ausztriától Svédorszáig, Belgiumtól (valószínűleg) Szentpétervárig mindenütt előfordulnak. Közép- és Kelet-Európában elterjedésének keleti határa a Keleti- és Déli-Kárpátok vonulata. Az ezeken kívül eső területeken a bizánci építészeti rendszert alkalmazták.

A barokk technológiai megoldások elterjedése Európa különböző vidékeinek politikai-gazdasági kapcsolatai, valamint a kor ácsmestereinek utazó inaskodási gyakorlata révén vált lehetővé.

A magyar és erdélyi barokk az ausztriai barokk stílus hatása alatt fejlődött ki, amely az olasz és francia barokk szintéziseként jött létre, a bajorországi-német barokkal szoros kapcsolatban.

A barokk jellegű fedélszerkezetek előfordulásának pontos földrajzi behatárolása, valamint az első ilyen típusú fedélszerkezetek építése időszakának és helyének pontos azonosítása olyan feladatnak bizonyultak, amelyekre kimerítő / tudományos válasz csak doktorátusi dolgozatok egész sora, valamint átfogó nemzetközi és interdiszciplináris, Európa minden országából származó történészek, művészet-/építészet-/ipartörténészek és tartószerkezet-helyreállító mérnökök munkáját összefogó kutatóprogramok nyomán adható.

Erdély területén a barokk jellegű történeti fedélszerkezet későn jelent meg, a XVIII. század második felében, osztrák mesterek hatására, és általánosan alkalmazott megoldásként fennmaradt a XIX. század második feléig.

4.2. BAROKK JELLEGŰ FEDÉLSZERKEZETEK TARTÓSSÁGA

Több száz, sőt több ezer barokk jellegű tetőszerkezet létezik Erdély területén. Fennmaradásuk, akár szélsőséges körülmények között – semmiféle karbantartásban nem részesültek 50-60 évig – az ilyen típusú fedélszerkezetek tartósságát bizonyítja (ezek között sok a 200-220, sőt 250 évnél idősebb szerkezet). A kivitelezésükhöz felhasznált faanyag messze fölülmúlja a jelenleg a kereskedelemben kapható faanyag minőségét, a kötések is kiváló minőségűek, napjainkban nehezen megvalósíthatók, még modern technológiával és szerszámokkal is.

A nagyenyedi „Bethlen Gábor” Fiúkollégium barokk jellegű tetőszerkezete esetében, a tetőszerkezet fennmaradt és kielégítő biztonsági körülmények között működött, annak ellenére, hogy a fedélszerkezet szarufáinak több, mint 50%-án legalább egy létfontosságú csomópont (például a kötőgerenda-szarufa kötés) megrongálódott vagy működésképtelen volt!!!!

Így eljutunk a barokk jellegű történeti fedélszerkezetek másik alapvető tulajdonságához:

4.3. BAROKK JELLEGŰ FEDÉLSZERKEZETEK BIZTONSÁGA

Általában a történeti, és ezen belül a barokk jellegű (tehát legalább 150-200 évnél idősebb) fedélszerkezetek biztonságát pusztán létük is bizonyítja, az, hogy szélsőséges körülmények között, nagyszámú működésképtelen kötés vagy hiányzó, illetve biológiailag károsodott, alacsony szilárdságú elem dacára mindmáig fennmaradtak.

Természetesen, ez az érvelés, bár statisztikai adatokon alapszik, nem tudományos.

A témát részletesen tárgyalja a „**Barokk jellegű történeti fedélszerkezetek biztonsága**” című dolgozat, amelyre az előző fejezetekben is hivatkoztunk.

A dolgozat a bemutatott tipikus szerkezet által képviselt esetre alkalmazza a számításokat, hogy következtetéseket vonhasson le a barokk jellegű történeti fedélszerkezetek biztonságára nézve.

A történeti épületszerkezetek, ezen belül a történeti fedélszerkezetek tökéletes lehetőséget teremtenek az új mérnöki szerkezetek méretezésére és számításaira vonatkozó műszaki szabványok következtetésségének ellenőrzésére.

Egy olyan történeti tetőszerkezetnek, mely minden látszólagos károsodás (túlzott alakváltozások, határértékek túllépéséből adódó repedések) nélkül áll, az ellenőrző számítások szerint is állnia kell. Ha nem így történik, a számítási modellbe csúszott hiba, vagy a műszaki szabványokból származó beviteli adatok helytelenek.

A fedélszerkezetek értékeinek meg nem értése / figyelmen kívül hagyása olyan „megerősítési” megoldások alkalmazásával fenyeget – a jelenleg érvényben lévő szabványok biztonsági és stabilitási követelményeinek való megfelelés érdekében –, amelyek e szerkezetek megbontásához, (visszafordíthatatlan) megcsonkításához, vagy akár lebontásához vezethet.

5. JAVASLAT A BAROKK JELLEGŰ TÖRTÉNETI FEDÉLSZERKEZETEK KUTATÁSI, TERVEZÉSI ÉS BEAVATKOZÁSI ÚTMUTATÓJÁRA – 2009. JUNIÚSI MUNKAVÁLTOZAT

5.1. A TULAJDONOSOK SZEREPE A BAROKK JELLEGŰ FEDÉLSZERKEZETEK HELYREÁLLÍTÁSÁBAN ÉS KARBANTARTÁSÁBAN

Mindenekelőtt kívánatos volna, hogy bármely személy rendelkezzen azzal a műveltséggel, amely birtokában azonosítani tudná a tulajdonában levő ingatlan értékét illetve stílusát:

Addig is, míg egy ilyen építettörökség-védelmi álmovilág régióinkban is valósággá érik (ebből a szempontból is Nagy Britanniához hasonlóan), legalább megfelelő polgári magatartást kellene tanúsítani, egy tulajdonos:

- tartsa karban és tisztán a padlást amint az ingatlan bármely más részét (ne használja azt lomtárnak),
- cserélje ki az eltört cserepeket biztosítva ezáltal a héjazat vízzáró-képességét, kísérvje figyelemmel az eresz és lefolyócsatornák állapotát,
- bármely beavatkozási szándék esetén forduljon szakemberhez, tartsa tiszteletben a törvényeket, tehát engedélyeztesse a tervbe vett munkálatokat.

5.2 TARTALMI JAVASLAT: KUTATÁSRA, TERVEZÉSRE ÉS KIVITELEZÉSRE VONATKOZÓAN

Bár nem létezik a barokk fedélszerkezetekre vonatkozó pontos leltár, ismeretes, hogy a károsodottak száma igen magas. Ugyanakkor a romániai ingatlanpiacon és a beruházások terén értékesítésre kerülnek a történeti városközpontokban található beépíthető tetőterek.

Habár az érvényben levő törvények értelmében bármely, műemléképületen vagy ezek környezetében történő kutatási (szakvélemény), tervezési és kivitelezési tevékenység kizárólag csak szakminisztériumi minősítéssel rendelkező szakemberek által végezhető, az ilyen fajta szakemberhiány előidézti, hogy alapképzéssel rendelkező mérnökök, az új épületekre vonatkozó előírásokat szóról szóra alkalmazva, a történeti tartószerkezetek esetében olyan műszaki megoldásokat dolgoznak ki, amelyek visszafordíthatatlan túl-erősítések folytán a fedélszerkezet jellegét megsemmisítik, ezáltal a történeti érték elvesztését idézve elő. Egy másik végletet a kutatási-tervezési szakasz hiánya képezi, amelyben valamely, esetleg a spanyolországi epmerzőkön képesítést nyert, mesteremberek alkalmi „javítást” eszközölnek (Lásd 5.1.-es ábra)



5.1. ábra – Szakszerűtlen beavatkozás a Kolozs megyei, bágyoni unitárius templom barokk fedélszerkezetén.



5.2 a-b-c ábra – Minimális beavatkozás, a biológiailag károsult részek helyettesítése – Bethlen Kollégium, ACTT 2000 (TTA+IHBC)

A szerző, a doktorátusi dolgozatának alkotó részeként, a Farkas utcai református templom fedélszerkezetének a példáját felhasználva kidolgozza a *Barokk fedélszerkezetek helyreállításának kutatási, tervezési és kivitelezési útmutatóját (Tervezett szerkezet)*:

A javasolt (véleményezésre is bocsátott) tartalmi keret a következő:

(1) Bevezető – az alapfogalmak meghatározása: 1.1. Történeti épületek / tartószerkezetek / fedélszerkezetek; 1.2. Az épített örökség esetében végzett beavatkozások: kutatás / tervezés / konzerválás / helyreállítás / megerősítés / kivitelezés; 1.3. A barokk történeti fedélszerkezet; 1.4. A történeti tartószerkezetekre vonatkozó törvények és előírások szintézise.

(2) Történeti barokk fedélszerkezetek tipológiája és terminológiája.

(3) Történeti barokk tartószerkezetek felmérése; 3.1. Hagyományos felmérési módszerek; 3.2. A részletek és csomópontok felmérése; 3.3. Korszerű felmérési módszerek, az alakváltozott forma felmérése; 3.4. A károsodások felmérése (épületbiológiai + mechanikai).

(4) Számítógépes modellezés; 4.1. A modell módszerének és komplexitásának kiválasztási kritériumai, 4.2. Az tartószerkezeti alegységek 2D mechanikai modelljei: mellék- és főszaruállás, valamint hosszanti merevítőrendszer; 4.3. Behatárolt szakasz 3D modellje; 4.4. Teljes szerkezet 3D modellje; 4.5. Terhelések és kombinációik, 4.6. Az eredmények értelmezése.

(5) A szerkezet és az elemek ellenőrzése; 5.1. Az elemek ellenőrzése teherbírási határállapotban; 5.2. Az ellenőrzés használati határállapotban; 5.3. Az eredmények értelmezése; 5.4. A szakvélemény javaslatai a fedélszerkezeti beavatkozásokra.

(6) Beavatkozási terv; 6.1. A fedélszerkezet állagmegóvása; 6.2. A fedélszerkezet helyreállítása; 6.3. Tipikus ácskötések / Megoldások; 6.4. A fedélszerkezet megerősítése; 6.5. Javasolt mérnöki megoldások; 6.6. Rekonstrukciós tervek.

(7) Kivitelezési technológiák és a beavatkozások követése időben.

A barokk fedélszerkezetek műszaki állapota – nem utolsó sorban a szocialista korszak érdektelensége és a karbantartás hiánya miatt – sok esetben nem kielégítő. Így a tartószerkezeti mérnök az ilyenfajta történeti szerkezetek műszaki viselkedésének teljes megértésére való igyekezetében, újra felfedezi ezek szerkezeti-konceptióját, illetve kivitelezési technológiáját, valamint a csomóponti részleteket, azok helyreállítása és hatékony védelme érdekében, biztosítva ezáltal a szerkezetek tartósságát és biztonságát.

Elméletileg a törvény a történeti épületek segítségére siet, jómagam azonban, bár mind a tervezés és tervelőnőrzés, mind a történeti tartószerkezetek helyreállításának kivitelezése terén a Művelődési Minisztérium minősítésével rendelkezem, úgy vélem, hogy a minősítési oklevél, sajnos, nem jelent garanciát.

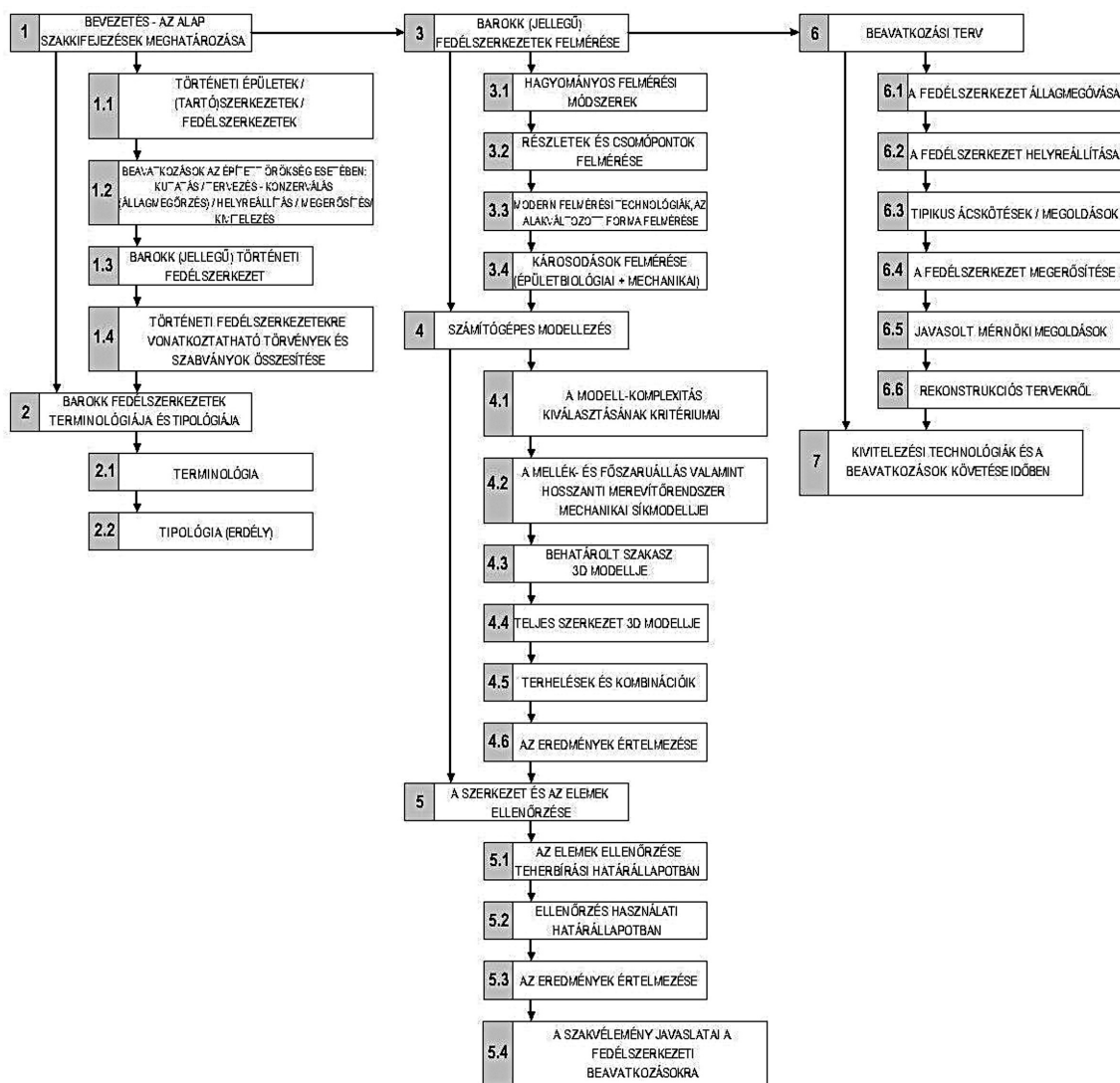
Vannak szakértők, akik egy barokk fedélszerkezet szemrevételezése során, a száradásból származó hosszanti repedések észrevétele kapcsán, kijelentik, hogy a fedélszerkezet összeomlás előtt áll és kengyelekkel való megerősítést írnak elő.

A szóban forgó fedélszerkezet természetesen nem igényel megerősítési beavatkozásokat, nincsenek jelentős elmozdulásai, a csomópontok nincsenek túlterhelve, csak helyenként észlelhetők épületbiológiai károsodott elemek.

A gazdasági erőnek, az ingatlanok világában való növekedése folytán nő a történeti fedélszerkezetek (épületek) tönkretételének kockázata. Az új építkezések területén bekövetkezett robbanás hamarabb véget ért, mint ahogy 1-2 éve gondoltuk.

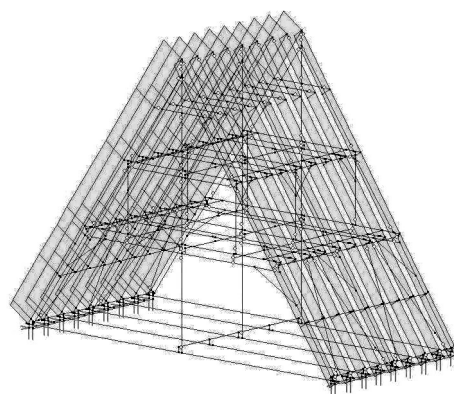
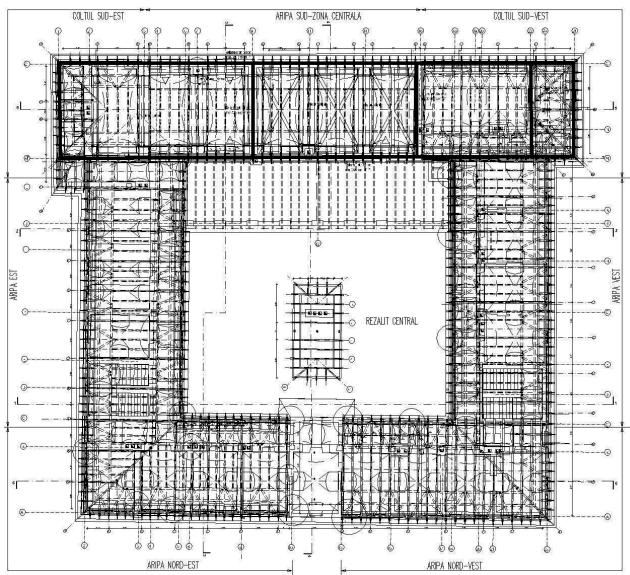
Tapasztalat vagy felkészültség nélküli kollegák a helyreállítások felé irányulnak, lévén, hogy itt még sok tennivaló van annál is inkább, hogy az állami támogatások még nem szűntek meg és az európai alapok erre a területre is irányulnak.

"BAROKK FEDÉLSZERKEZETEK HELYREÁLLÍTÁSÁNAK TERVEZÉSI ÉS KUTATÁSI ÚTMUTATÓJA" - TERVEZETT SZERKEZET (DRAFT 2008)



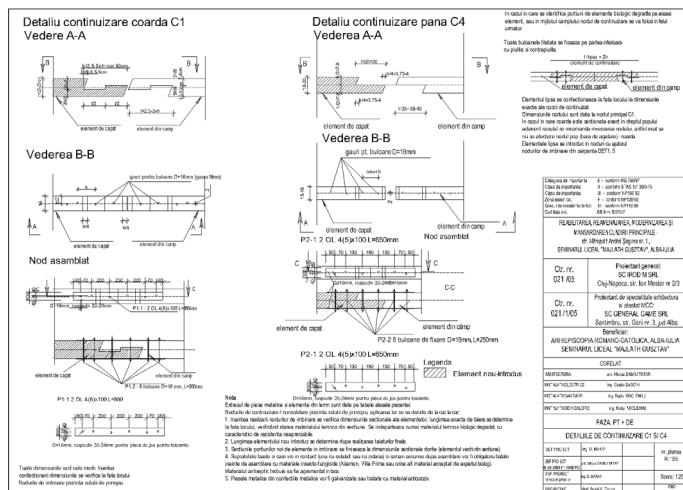
MAGYAR

- Kötelességünk, hogy a magunk és ezzel együtt a történeti épületek érdekeit megvédjük (5.4-a-b-c ábrák):
- Barokk fedélszerkezettel rendelkező épületen dolgozó építésznek kötelessége elemezni (természetesen egy szakmérnök bevonásával) a tetőtér esetleges beépítési lehetőségét, figyelembe véve a károsodásokat illetve szem előtt tartva a fedélszerkezet történeti értékeit, valamint a beavatkozások tartósságának biztosítását a tetőtér beépítés-elvetése esetén;
 - Mind az építésznek mind a tartószerkezeti mérnöknek tiszteletben kell tartania a szerkezet értékeit és ennek megfelelően kell kiválasztania a megoldásokat;
 - A tartószerkezeti mérnöknek a szakértővel egyetértésben felelősségteljes döntéseket kell hoznia, nem csupán az (egyébként az új épületekre vonatkozó) előírásoknak mindenáron való betartására szorítkozva. Belgiumban, például, minden Eurokód tartalmazza az alábbi mondatot: **NEM HASZNÁLHATÓ TÖRTÉNETI ÉPÜLETEK** esetén!!!!
 - Úgy amint egy előfeszített vagy előre gyártott vasbetonelem tervezésére szakosodott felelősségteljes mérnök nem „kirándul” az acél-szerkezetek területére (vagy ha igen akkor kellő időt szentel az erre való felkészülésre), a történeti tartószerkezetek tervezését sem szabad játszótérnek tekinteni. Csak a különleges, meg nem ismétlődő és az új épületekhez viszonyítva minden esetben kétszeres energiát kívánó feladatokat ismerők avatkozzanak be – először meg kell ismerni és érteni a szerkezetet és csak azután következik a helyreállítás, megerősítés tervezése.



5.4.a ábra – Szerkezeti beavatkozások szintézisrajza – a kolozsvári Református Kollégium fedélszerkezete

5.4.b. ábra – Statikai modell – a szél hatása alatt alakváltozást szenvedett fedélszerkezet. Kolozsvár, Farkas utcai református templom



5.4.c. ábra – Folytonosságot biztosító ácskötések, csomópontok

5.3. KIVITELEZŐK – MŰEMLÉK-HELYREÁLLÍTÁSÁRA SZAKOSODOTT MUNKATELEP VEZETŐK, MESTEREK, ÁCSOK

Az ezen a téren szakképesítést nyert, illetve minősített szakemberek száma még kisebb. Ugyanakkor a minősített személyek mesterségbeli hozzáállása nem minden esetben felel meg az igényelt szakmai szintnek. Több, kivitelezésben feladatot vállaló minősítéssel rendelkező szaktanácsadó fel sem keresi a munkatelepeket, amihez aláírását adja.

A munkatelepek tele vannak olyan mérnökökkel, munkatelep vezetőkkel és mesterekkel, akik nem tudják felismerni a különbséget egy eklektikus és egy barokk fedélszerkezet között, kijelentve, hogy a barokk szaruállásból hiányoznak az oszlopok (nem a függesztő rudak!) és azok beépítését javasolják.

A egyetlen helyes út a szakképesítés, a piacnak azonban szigorú törvényei vannak. 2000-2002 között, a nagyenyedi (ACTT 2000) illetve a bonchidai (BHCT 2001/2002) szakképesítő tanfolyamokra még számos munkást / mestert küldtek a nagyobb kivitelező cégek, de azok később otthagyták az illető vállalatokat. A cégek időközben megszerezték a szakminisztériumi minősítést és nem hajlandók továbbra a szakképesítésbe befektetni (vagy ezt cégük keretein belül, valamely minőségi szinten oldják meg). A kis- és középvállalatok nem képesek a humán erőforrás fejlesztésébe befektetni.

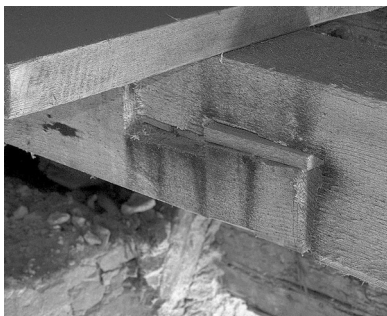
Vannak azonban jó jelek is. Szeretném bemutatni egy a 2002-ben BHCT szakképesítést nyert mester által vezetett marosvásárhelyi csapat munkáját, amely alvállalkozói minőségben, olyan szakmunkák kivitelezésében vesz részt, amelyeket a fővállalkozó sok esetben nem ural: – fafedélszerkezetek épületbiológiailag károsodott részeinek kicserélése, új, magas szintű ácsmunkát igénylő csomópontokat tartalmazó új szerkezetek kivitelezése, boltozatok és falak repedéseinek összeszövése (Lásd 5.5.a-c ábra). A 2004-es évtől kezdődően többször működtem együtt különböző munkálatoknál, akár fővállalkozói közvetítésével is, szakképesített csoportokkal, akik olykor a fővállalkozó alkalmazottait a feladat elvégzése által szakképesítésben részesítették.

A tervezés menetéhez hasonló hozzáállásra van szükség a kivitelezés esetében is: megkettőződött-, bíbelődő munka, szélsőséges feltételek, egy egész sor többlet feladat: dúcolások, időleges héjazatok biztosítása, stb. Szem előtt kell tartani a barokk jellegű fedélszerkezetek megőrzését, a minimális beavatkozások elvét követve: olcsóbb egy 16 m hosszú szarufa 1,5 – 2,0 m-es szakaszának kicserélése 2 csomópont beiktatásával, mint a teljes szarufa helyettesítése, amely legalább 3, de esetenként 4 vagy 5 csomópont kialakítását feltételezi.

Ezért rendkívül fontos a tanfolyamok szervezése, útmutatók és ismertető anyagok szerkesztése, hogy a tudományos téren gyűjtött ismeretek minél szélesebb körben behatoljanak a helyreállítások mindennapi, gyakorlati területére.



5.5.a ábra – A mezőtelegi általános iskola boltozatának a fővállalkozó által felkért, szakosodott mesterek által elvégzett összeszövése



5.5.b. ábra – A terv előírását figyelmen kívül hagyva, helytelenül elvégzett folytonosítási csomópont



5.5.c. ábra – Ugyanaz a csomópont, helyesen, magas szakmai szinten kivitelezve, a terv betartásával.

Az épített örökség megóvása és helyreállítása terén tevékenykedő szakemberek figyelme – a XX. század második felében – a tartószerkezetek (történeti és/vagy mérnöki) megóvása felé irányult. Ezek az épített örökség meghatározó elemeit képezik, de a szerkezeti megoldások tekintetében független, önálló értéket is képviselnek, minőségük, kivitelezési technológiájuk, szerkezeti koncepciójuk és csomóponti, részletkialakításuk révén. A történeti tartószerkezetek által képviselt érték az építészeti kialakítás, történeti kertek vagy művészi részletek (szobrok, falképek, stb.) által megtestesített értékhez hasonló.²³

JEGYZETEK

- 1 Ez a fejezet röviden összefoglalja a műszaki egyetemek „Faszervezetek” tantárgyának, illetve dr. SZABÓ Bálint egyetemi tanár „Történeti fedélszerkezetek – Történeti érték, koncepciók, anyagok, technológiák. Terminológia” című előadásának egyes elemeit, alapot teremtve a továbbiakban részletezettekhez.
- 2 Például: MARUSCIAC, Dumitru, prof. dr.: Construcții moderne din lemn, Editura Tehnică, București, 1997 vagy ANDREICA, Horia: Proiectarea elementelor structurale ale construcțiilor din lemn, UTC-N; Facultatea de construcții 1996;
- 3 SZABÓ, Bálint, prof. dr.: Történeti tartószerkezetek illusztrált szótára, Utilitas Könyvkiadó, Kolozsvár, 2005;
- 4 DÉRY, Attila: Történeti anyagtan - régi építőanyagok, összetételeik, technológiájuk, Terc Kiadó, Budapest, 2000;
- 5 Az eklektikus jellegű történeti fedélszerkezeteket részletesen tárgyalja drd. ing. BAYKA Levente doktorátusi dolgozata, tudományos vezető: prof. dr. ing. SZABÓ Bálint.
- 6 SZABÓ, Bálint, prof. dr.: Történeti tartószerkezetek illusztrált szótára, Meghatározások: Rf3/Rs11; 120. o.; Rs50, 172. o., Utilitas Könyvkiadó, Kolozsvár, 2005;
- 7 SZABÓ, Bálint, prof., dr., KIRIZSÁN Imola: Történeti fedélszerkezetek meghatározása és osztályozása, Szakképzés az épített örökség helyreállítására – Jegyzet, 49. o., Transylvania Trust 2004; Utilitas Könyvkiadó, Kolozsvár – ezeket a fedélszerkezeteket „tengeri fedélszerkezeteknek” nevezi
- 8 A meghatározásokat nem ismételjük meg, ezeket kimerítően bemutatta prof. dr. ing. SZABÓ Bálint – legfőbb jellemzőjük a hosszanti merevítő rendszer hiánya;
- 9 A történeti fedélszerkezetek ezen csoportja drd. ing. KIRIZSÁN Imola doktorátusi dolgozatának témája, szintén a dr. Szabó Bálint által vezetett doktorandusi program keretében - fő jellegzetességük, hogy az önsúlyra nézve önördő fő- és mellékszeruállítások alkotják;
- 10 Részletesen bemutatásra kerül a jelen tananyagban, ugyanakkor a szerző doktorátusi dolgozatának témája a dr. Szabó Bálint vezette doktorandusi program keretében;
- 11 SZABÓ, Bálint, prof. dr.: Dicționar ilustrat de structuri portante istorice / Illustrated Dictionary of Historic Load-Bearing Structures / Történeti tartószerkezetek illusztrált szótára / Bildwörterbuch historischer Tragwerke, Kriterion Könyvkiadó, Kolozsvár, 2005, 184. o.;
- 12 Ibidem, 184. o.; 186. o.;
- 13 Mindhárom – mérnöki, félmérnöki és történeti – fedélszerkezet-csoport esetében léteznek térszerkezeti koncepciók, amelyek más doktorátusi dolgozatok tárgyát képezik, ezek közül megemlíthető drd. ing. OLOSZ Emese doktorátusi dolgozata, tudományos vezető szintén prof. dr. ing. SZABÓ Bálint.
- 14 SZABÓ, Bálint, prof. dr.: Történeti tartószerkezetek illusztrált szótára, Meghatározások: Rf3/Rs11; 120. o.; Rs50, 172. o., Utilitas Könyvkiadó, Kolozsvár, 2005;
- 15 MAKAY, Dorottya: Șarpante istorice cu caracter baroc din Transilvania, a román nyelvű változat a Történeti Tartószerkezetek Konferencia előkiadványának 2008-as kiadásában jelent meg, Kolozsváron, Barokk fedélszerkezetek Erdélyben / Baroque Roofs in Transylvania – a magyar és angol nyelvű változat a Transsylvania Nostra folyóirat II. évfolyama 8. számában, Kolozsváron.
- 16 A kolozsvári Farkas utcai református templom fedélszerkezete. A 2.1. ábra kitűnő példáját mutatja ezeknek a váltokozva elhelyezett mellékszeruállításoknak, de ugyanilyen típusú a kolozsvári Szent Mihály római katolikus templom csodálatos fedélszerkezete is.
- 17 A jelen fejezetben használt - idéző jelben feltüntetett - kódok a barokk jellegű fedélszerkezetek osztályozási táblájának megfelelő kódok - az osztályozást a 3. fejezetben ismertetjük.
- 18 Dr. SZABÓ Bálint meghatározása alapján, lásd: SZABÓ, Bálint, prof. dr.: Dicționar ilustrat de structuri portante istorice / Illustrated Dictionary of Historic Load-Bearing Structures / Történeti tartószerkezetek illusztrált szótára / Bildwörterbuch historischer Tragwerke, Kriterion Könyvkiadó, Kolozsvár, 2005
- 19 A kakasülő és fiók-kiváltó gerenda meghatározását nem mutatjuk be, mert ezek nem különböznek az alapszótárban található meghatározástól.
- 20 Németországban ismertek olyan fedélszerkezetek, ahol három szinten egymásra helyezett barokk feszítőművel találkozunk, de a szerző által tanulmányozott térségben ez nem fordul elő, ezért még nem kaptak helyet a tipológiában.
- 21 Ismertek részben hasonló kiadványként is hozzáférhető dolgozatok, pl. A boltozati rendszer kivitelezésének technológiai terve és Fritz Ignaz Michael Neumann fedélszerkezetei, 1755, Würzburg, Mainfränkisches Museum (Eckert Gyűjtemény 129), kiadta Welfried Hansmann a Zauber des Barock und Rokoko (A barokk és rokokó varázsa) c. kiadványban, Köln, DuMont Könyvkiadó, 2000.
- 22 Széles körű szakirodalom foglalkozik az angolszász tetőszerkezetekkel, a legismertebb szerzők: F.B. ANDREWS; J. HEYMAN; C.A. HEWETT; G. MITCHELL; D.T. YEOMANS stb.
- 23 Az épített örökség keretén belül a szakemberek érdeklődése később ébredt fel a történeti tartószerkezetek rehabilitálása iránt, így a faszervezetű épületek iránt is. A XXI század elején az érdeklődés két nemzetközi könyv formájában teljesedett ki: Történeti fa tartószerkezetek védelmének és helyreállításának alapelvei - 1999, valamint a 2003-as ICOMOS Karta - Az épített örökség tartószerkezeti elemzésének, konzerválásának és helyreállításának elvei.



Hegedüs Csilla

Restoration through Conservation Training

THE INTERNATIONAL BUILT HERITAGE CONSERVATION TRAINING CENTRE

Bánffy Castle, Bontida, one of the most significant castle ensembles in Transylvania, reached an extremely precarious condition by the end of the nineties. The Transylvania Trust, since its creation in 1996 has carefully followed the castle's destiny. The size, architectural and historic value, and degree of degradation of the castle make its restoration and use a complex task, which will only succeed with a proper long-term strategy and international co-operation.

In 1998 the British Council and the Romanian Ministry of Culture, recognising the need to develop a built heritage conservation strategy, invited the Transylvania Trust and the British Institute of Historic Building Conservation (IHBC) to design and implement a project to promote historic building conservation in Romania. The result is now the Built Heritage Conservation Training Centre at Bánffy Castle, Bontida. The project initially began in 1999, and since 2001 has been based at Bánffy Castle, Bontida, where the courses have been developed to meet international demand. As a further step the International Built Heritage Conservation Training Centre was officially opened in 2005.

The structure of the training

The Centre provides teaching modules, each of two weeks duration, which offer a theoretical and practical understanding of the care of the historic environment. Its principal emphasis is to offer a direct hands-on learning experience for its students. This is achieved through practical workshops in the crafts of Rendering, Masonry Consolidation, Carpentry and Stonemasonry, within which students undertake practical restoration projects directly on the castle buildings. The workshops are jointly led by British and Romanian craftsmen.

The courses provided through the centre are available to craftsmen who are already within the building industry, who seek to either specialise or widen their personal skills, and to undergraduate and post-graduate university students. It is these individuals who will be responsible for preparing specifications and schedules of work for the care and maintenance of the historic environment in the future. Typically, students have a background in architecture or structural engineering or conservation related subjects.

At the end of each course a Diploma (Certificate of Achievement) is presented to successful students. The Certificate is accepted by the Ministry of Culture and is widely acknowledged within the building industry in Romania as having special value and recognition of quality.

Goals and principles

The purpose of the centre is to promote excellence in the conservation of the historic environment and specifically to teach traditional building craft skills which can be utilised in the repair and maintenance of historic buildings; whilst in parallel undertaking the restoration of an endangered major historic building.

The Centre promotes a policy of Minimal Intervention in dealing with the repair of historic buildings, combined with a strategy of Compatibility in techniques and materials, and the use of local resources. It promotes a philosophy of researching, analysing, understanding, and recording historic buildings before and during intervention.

The BHCT Centre encourages an holistic approach to historic building conservation, recognising that the care of the historic environment is not the remit of a single group of specialists. Many disciplines are involved in its care, and therefore in addition to its practical courses it offers specialist

workshops to other participants such as Landscape Architects, Building Historians and Archaeologists, who also have a role to play within the historic environment.

The training specifically embraces the principal skills required in the restoration of a building and promotes the concept of understanding between craftsmen, project managers and architects. It also embraces the concept of pride in workmanship.

Results

So far more than 1000 students have been trained through the BHCT programme. They have come from Romania, Hungary, Slovakia, Slovenia, the Czech Republic, Estonia, Latvia, Sweden, France, Kosovo, Serbia, Albania, Croatia, Brazil, Australia, Belgium, USA, and UK.

Training through direct work on the castle has achieved the partial restoration of a number of the buildings within the castle ensemble. None have been fully restored to completion but where work has been undertaken, all the buildings have been saved from extinction. Completed works so far includes the restoration of the former kitchen block, and its conversion into accommodation and catering facilities for the students of the BHCT Centre, as well as opening the Art Café; the restoration of 2 floors of the Miklós building and conversion into lecture rooms and conference facilities; the restoration of the former chapel within the main building, and conversion into a community cultural hall; the

partial restoration of the former stables and conversion into workshops; and partial restoration of the main entrance gate and adjacent rooms, and conversion into a visitor reception and exhibition area, as well as a lapidarium.

The castle offers a perfect setting for this activity. Its severe state of dilapidation provided a major challenge to the process of restoration in 2001, and set major questions to the whole approach of conservation restoration in Romania. If restoration could be achieved here in the presence of such degradation it could be achieved throughout Romania at many other sites. This was the challenge. The success can only be judged from the results.

The training model developed here at Bonțida (conservation through teaching; teaching through conservation) is now being promoted in other countries, particularly in SE Europe, as they emerge from years of communist rule which resulted in problems similar to those experienced at Bonțida.

The Training Centre has been awarded in 2008 with the top prize for heritage preservation education, training and awareness raising of the European Union and Europa Nostra. "Highly valued for its double approach: training for conservation and conservation through training. It is an excellent example of cross border exchange of knowledge."

The castle has therefore once again an international recognition, albeit in a different form than that of its previous notoriety.





Hegedüs Csilla

An introduction to the management of the built heritage

Why is there a need to manage the built heritage? What do we mean by the integrated protection of the built heritage?

Two different concepts, but if we consider the activities and processes related, the ideal result of both is the permanent upkeep of the built environment, and its use for the benefit of society.

Management: is a process done by one or more people, consisting of the coordination of the activity of others, the planning of the different resources, organising, directing and synchronising, with the aim to achieve successfully and efficiently the goals of the organisation.

The management of the built heritage is necessary, in the first instance, due to the fact that the built heritage, as a resource is unique, not replaceable. Because of this, the management has to use the built heritage, as a resource, in the most thoughtful way, to ensure that it is not destroyed.

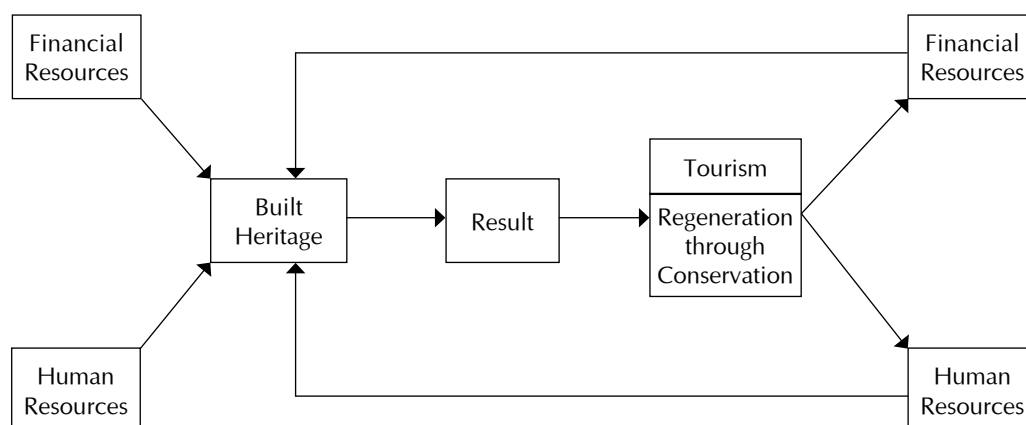
The heritage protection, integrated in the overall development of society, shall ensure the protection of this resource, but in the same time its use and development in a sustainable way, by investing resources and consequently creating others.

Historic building conservation, the protection of our values is a multidisciplinary field of activity. It involves not only professionals (architects, structural engineers, art historians, archaeologists, conservation officers etc.), but also managers, legal consultants, civil society as well as politicians. Their task is to integrate the HBC in the everyday life, as well as in the development process of the society.

Economically, the global process of HBC can be described with the equation presented below:

So, we invest financial and human resources into the built environment, to have a result, a benefit.

What is the result? A documentation needed for the restoration, a database, a conserved historic building, a village included in the Unesco list? Is this the end result? If the activity stops here, HBC has no chance to survive from economical point of view, because it does not create any benefit. The word benefit should not scare us: it is used intentionally, and it involves also a beneficiary. The beneficiary has to be the whole society, who created the built heritage and supports it today as well.



The primary benefit can be the added value to the built environment, given by the use up of the resources, but the real benefit has to be a lot more, to make the whole activity viable from economical point of view. The result has to create resources, financial and human ones too.

The financial resources created have to come from the tourism, and from the knock-on effect of the initial investment. The latter is less known in Eastern Europe. The tourism in this case does not mean selling the entrance tickets, but the whole industry involved: the one involved in restoration, maintenance and upkeep of historic environment, the "tourism" industry, the food-industry, transport, etc. Through taxes paid, these are the key elements which are sustaining the process.

The knock-on effect of investing in the restoration of a historic building can encourage investment in adjoining buildings, neighbourhoods, or an entire town. The process will result in the upgrade of the built environment, as well as the re-inclusion of the area in the economic circuits, creating important economic resources. The market, is reacting to the raising investment opportunities, and will develop uses that are corresponding to the needs, creating financial resources as well as new workplaces. This is what we call "the heritage dividend". The heritage dividend is the result of the primary investment in the restoration of the built heritage.

As a relevant example we can present the Heritage protection project at Rimetea, led by the Transylvania Trust, with the financial support of the Local Council of the 5th district of Budapest. The Trust is offering direct donations to the owners of the protected properties, and they are investing a few times more from their own funds in the upkeep of the properties. The quality environment achieved is attracting the tourists, creating market for the local products, and income for the locals.

The human resources created are different from the ones invested previously: they will be materialised through the awareness of society, demonstrated not only by the passive interest shown towards the HBC (simple visitors), but also through an active involvement, willing to do "something", voluntary work, financial donation, or any other kind of support. It creates that overall support, so needed by the protection of the heritage. There is also a psychological effect of the good quality built environment on the productive, creating force of the people.

The resources created has to be reinvested in the process, only in this case we can talk about the integrated protection of the built heritage, integrated in the general development of the society. In the countries where tourism has an important contribution towards the GDP, the built heritage is considered an important resource, its protection and valorization has dedicated funding sources, which, working as a revolving fund, ensures its operation and development.

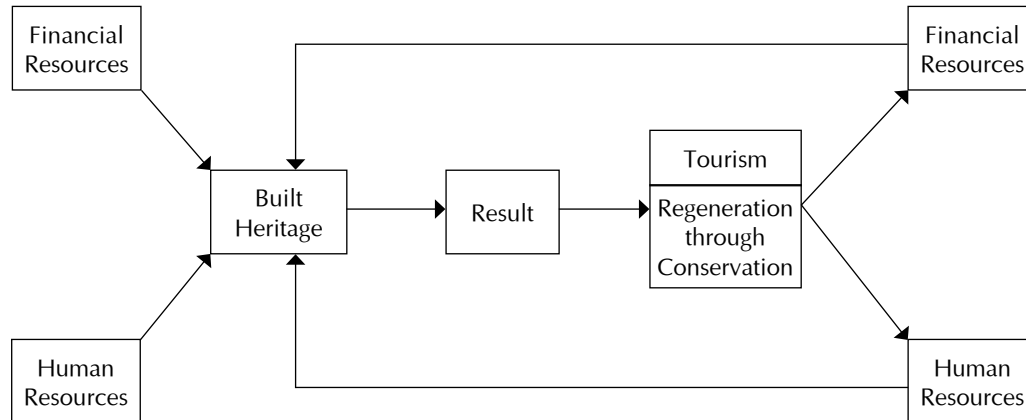
In our country, in this very moment, we are in the situation that a few historic buildings have been restored. The problem is, that the management process of the built heritage, which includes a very comprehensive and dominant marketing side was not started in parallel with the restoration process. The marketing activity in this case has to be very complex, to begin with creating the need, the eager to "consume", for the product called "Built heritage", till the production of advertising for different services and products offered, to create the "benefit".

With the implementation of this marketing strategy we don't have to wait till we will have the "end results". (And anyway: are there end results in this activity?), it has to begin now, to start to offer the resources needed for the continuation of the process. A national strategy is vital in this case, (including legal background, tax facilities, etc.). It is the Government, who has to develop this strategy on national level, because he will not be able to finance the historic building conservation, no matter how important that would be, without having an outcome, a result, to be reinvested, which will contribute to the development of the society. Once the national strategy is established, the local councils (who are more aware of the local needs and values) will have to develop and implement the strategy on a local basis, the government having the role of the co-ordinator.

But, for the creation of a national strategy the cultural heritage has to be "sold" to the political class, they have to be made aware of its role as an economic-revigorator, and community-cohesion factor.

Where is the place of the civil society in this process?

We shall emphasize that with the activity of the Transylvania Trust, a charity that is taking an active role since 1996 in the protection of the heritage, and in its management. How does it look the above equation in the case of the TT?



Financial resources: the TT has no own income. It is receiving donations for a certain scope, and these are used to achieve the aims for which they were donated.

The human resources are delivered by the members of TT and other professionals from all over the world, who are offering very often their services without charge, to support its activity.

The primary results are the protected villages, restored buildings, specialised craftsmen, inventories, database, etc.

The benefit created by the result of the activity is not materialised directly in financial or human resources, a documentation, a protected village, a database will not produce direct financial benefits to the charity. It is rather a spiritual benefit, (on the short term) which is materialised in the increasing profile of the organisation, leading to obtaining easier funds necessary to continuation of the on-going projects, or to developing new ones (Government funds for projects with national importance, as the research, inventory and educational projects, international funding, etc.). Another benefit is the social support, which can lead to financial resources, through donations of the people, forming a group to support the activity, but they can create also human resources, through volunteers, giving their work as grant in kind, helping to achieve the TT's aims..

The most important programme of the Transylvania Trust is the revitalisation of Banffy Castle, Bontida. In this case, the main lines of activity of the TT can be described as follows:

1. The restoration and upkeep of the buildings of the Castle - so far the following were achieved:

- a. The restoration of the former kitchen block
 - b. The partial restoration of the former stables, the main building, the mill and the entrance gate
 - c. The use of the restored buildings-rooms
2. The establishment and functioning of the International Built Heritage Conservation Training Centre in the Miklos building. The Centre had, so far, more than 1300 students, from all over Europe, following the concept of training through restoration. In 2008 the programme received the main prize of the European Union — Europa Nostra.
 3. Organising training and educational programmes. The target group consists of post-graduate, undergraduate students, college and professional schools pupils. Beside them leaders of local government, representatives of civil society organisations, leaders of cultural institutions are trained. Depending on the target group, training is offered on the following topics: restoration and maintenance of the built environment, heritage management, development of cultural tourism, project-management, etc.
 4. Organising cultural programmes. One of the main goals of the Transylvania Trust is to integrate Banffy castle, Bontida in the cultural and touristic circuits, to develop it to become one of the main cultural service-providers of the region, demonstrating the usability of the built heritage to fulfil the needs of society. For 11 years the Bontida Cultural days are organised, an event that presents the culture of the region over a weekend. Children's pro-

grammes, concerts, exhibitions, book-fairs, and other activities are also organised.

As a conclusion we can emphasize that the state has to recognise the catalyst role of the non-profit organisations, and to offer them legislative and financial support, to sponsor the projects which have a national importance.

To invest money or work in the restoration and revitalisation of the built heritage is not only a business issue, it is also a challenge. It's not the easiest route, but, beside the financial benefit brings also a moral one, which is quite difficult to be quantified. This benefit belongs to the investor as well as to the entire society, raising the profile of those who are involved in it.





Eugen Pănescu

Built Heritage Valorisation Projects

Supporting local urban development and methods of quality assurance

The last 5 years are marked by several visible changes through the achievements of many cities from Romania. Premises show that the civil society's interest for the life quality offered by public spaces increased quickly which is the goal of promotions but sometimes of protests as well.

Due to the budgetary investment programmes, the interests of local authorities for the quality of public spaces also has grown, such as the period of rare, superficial and short-lived rehabilitations with limited aesthetic qualities has past.

The social and political acceptance which had been given for many successful realizations aimed to increase the quality of public spaces, these leading directly to further investments in the rehabilitation of public spaces and to ensure a quality generating system.

The general aim of these investments and projects is, of course, to **improve the quality of life through the promotion of the quality of public spaces**. But what does this mean and how can we achieve this in the present?

By changing the public spaces through implemented projects and different experiences, there appear, of course, **advantages and precedents** of the accumulation of the effects of urban development and public space planning.

In the reconstruction of public spaces, the local authorities should take into consideration the role of urban planning, as well as the communication of projects at institutional and public level, in this way seeking the advantages of a professional and transparent attitude.

Case studies with positive results are highlighting several advantages of the integrated planning of investments, also fulfilling a few conditions:

- **Defining the vision of the city** through a simple description of the goals of local development leads to positive effects on the structure of the important projects like the General Urban Plans or the Integrated Urban Development Plans.
- The coordinated marking of the **intervention areas** allows the realization of interventions through phases and their connection through city scale projects. Thus, the **projections of annual budgets** as well as the phasing and coordination of public and private interventions are easier.
- **Linking the technical planning with the local political platforms** within the local administrative platforms and programmes is the result of an integrated approach which ensures the balanced development of all authorities' and civil societies' interests. The results of the legislation could include both realised and future projects within the same approach of the local administration.

The integrated planning of public spaces has multiple concrete and quantifiable results:

- **Coordination with the total view of the city** by harmonising priorities and interest which has a direct influence on policy support and public programmes of the local administration.
- **Economical consolidation of the centre of town** by attracting and keeping the commerce and small services with quality, the habitation and the functional symbiosis between this, the public and private investments considering renovation and rehabilitation of existing built heritage.
- **Support for private investments in the rehabilitation of the buildings** by know-how and financial facilities promoted at the local level within the existent legal framework.
- **Development of urban tourism** by assuring the comfort for visitors and integrating them

in the “life” of the town, increasing the number of the visitors and the length of their stay, and encouraging the specific attractions of the local tourism.

- **Promotion of the local economy** by motivating the private investments by measures with synergic effect for the completion of the public investments. The aim is to combine the positive effects, even without direct coordination, but with determination and especially through the public announcement of the start investments in the areas of intervention.

How to get public space with quality?

The components for the quality are assured only by the coordination of the interests, of the public and private tasks which work together and not separately:

- **concept of urban development:** establishing priority intervention areas and their integration in a multiannual investment programme;
- **project for public space:** assurance of the procurement procedures of planning services that guarantee the highest quality of projects, including the promotion of professional competition;
- **integration of the inhabitants and local investors** — public communication of intentions considering rehabilitation and attraction of the public support, of needs, including triggering private investments in future intervention areas;
- **integration of public actors** who are contributing to realise public spaces by departments of the government or by responsible institution. The best known example is represented by the effort of coordinating the rehabilitation of public spaces with the modernisation programmes of municipal infrastructure;
- **the choice of elements of the spatial arrangements** by precise structuring of speci-

fications and they controlled respecting during the procurement and execution;

- **control of quality of execution** by attracting planners within mutual advantageous terms for assuring the technical assistance on the site, given the necessary adjustments to achieve the investment;
- promotion of a **regulation of the use of public space** after inception, specifying the permissions and restrictions required to ensure proper functioning and maintenance of the implemented public spaces.

Correlation with international experience confirms the stages and the factors contributing to quality of life in our cities through outstanding projects in public space.

Outstanding examples are still few, but most of them exist due to architectural competitions, which do not always attract professionally quality.

European funding packages can provide an integrated approach, but their concrete results in terms of quality projects are not a decisive factor, unfortunately.

What can be seen in several localities which have restored public spaces is how society has been influenced and how the projects have generated further projects based on their initial success.

With the increasing regional role of foreign European financing it is to be hoped that rural areas also receive a chance to attract investments in public spaces. In this case, we can show as references, the programs of other countries that have had as their goal the rehabilitation of villages and communes, already affected by the depopulation or agglomeration processes, if they are satellites of major cities.



Andrew Shepherd

Lime and Lime Based Mortars and Renders

GENERALLY

Lime has been used since the earliest of times, the Romans certainly knew the technology and the survival of many of their major engineering works bears testament to that: for example the Viaduct at Arles and the Coliseum in Rome. After the Dark Ages the mediaeval building period universally accepted the use of lime as a bonding agent and for surface finishing material up to the early nineteenth century when patent cements appeared.

The perceived liability of Portland and other cements had led to a demise of the use of lime as a binding element in mortars and renders. The perceived problems caused by the hard (though consistent) setting of cement started to become apparent with historic buildings. Historic buildings work on a completely different basis from modern buildings insofar as their weather-proofing is concerned.

The use of lime as one of the constituent elements of mortars, renders and surface finishings has become better understood over the last twenty years.

Historic buildings with solid walls were generally permeable, allowing moisture and air to enter either face of the wall. The air movement and natural drying conditions anticipated the drying out of the walls before they became saturated by rain. Modern construction generally works on the rain screen principle attempting to keep water and air out of the building envelope completely. This is a fundamental difference and must be understood.

TYPES OF LIME:

There are two basic types of lime;

- Non-Hydraulic
- Hydraulic

Non- Hydraulic lime

Non-hydraulic lime can be prepared and used as a render or a mortar. It is generally compatible with natural building materials such as stone and brick. It is usually softer than its masonry base and therefore assists with porosity and breatheability within the building. It can be mixed with additives (called pozzolans), such as brick dust, to improve their strength. They differ from Hydraulic limes in that they do not set and they contain very low clay content. An alternative name for non-hydraulic lime is “Fat Lime”, or “Lime Putty”.

In this putty form the lime matures with age and becomes much more workable when mixed with the binder (for example, sand). It should normally be left for at least 3 months before use.

Hydraulic Lime

Historically hydraulic lime was used in very wet situations (for example in the construction of bridges), because of its ability to set in such conditions. This ability is controlled by the clay content of the material. Hydraulic lime has been categorised into three types:

- Feebly hydraulic
- Moderately Hydraulic
- Eminently Hydraulic

The classification reflects the clay content of the product, Feebly containing a small amount of clay (about 8%) and Eminently containing a large amount of clay (about 25%). In practice this means that the higher the clay content, the quicker the set, and the harder the material.

A European Standard has been successfully adopted which classifies lime by its compressive strength in N/mm^2 at 28 days. The strengths are NHL2.5, NHL3.5 and NHL5 .

In essence the more impurities there are in the material, the more hydraulic it is likely to be.

FORMATION OF LIME

Lime is traditionally made from limestone or chalk, or some geologically similar material, which is burned to create quicklime, to which water is added (called slaking) creating lime putty using the natural chemical process. This is the most common form of lime used in the building industry, both now and historically. The lime putty (or if it is dried out to create a powder for ease of transport) is then added to binders being sand/grits and water as necessary to make it workable. In this form it will slowly absorb water from the air which through a chemical reaction will change it to calcium carbonate. Through this process the material carbonates, and does not set, to achieve a form similar to its original form. This constitutes the “cycle” where the material is taken from the ground and effectively re-formed as a binder between the building components/elements. The “lime cycle” is illustrated at fig.1.

WHY SHOULD LIME BE USED AS AN ELEMENT OF MORTAR IN COMBINATION WITH SAND OR OTHER AGGREGATES?

ADVANTAGES OF LIME BASED MORTARS AND RENDERS:

1. It is softer, less rigid and brittle than cement based mortars allowing buildings to flex and move.
2. It is more workable and generally adheres better to the structural elements.
3. It allows walls to breathe by being less waterproof than any cement based mortar.
4. Being more porous it does not concentrate evaporation and salt movement into the wall around the joints.

DISADVANTAGES OF LIME BASED MORTARS AND RENDERS:

1. It is slow to cure. There is no initial chemical set which can lead to slumping of joints in the construction. It is therefore slower to construct buildings using lime based mortar as the number of building courses per day may be restricted.

2. It is susceptible to frost damage. It is only truly resistant when complete carbonation of the material has occurred.
3. It requires a higher degree of trade skills to use and to ensure consistency of finish on site with the selection of sand and control of the drying.
4. It is a more costly material, at present, than the “modern alternatives”.

USES OF LIME

TRADITIONAL MORTAR MIXING

Traditional lime putty is normally mixed at a ratio of 65% by volume with some type of aggregate (sands). This may vary in both renders and mortars dependent upon the base material which is to be repaired through the restoration process. The aggregates act as filler, reducing the drying shrinkage, acting as an air entrainer to offer frost resistance and to aid carbonation. The aggregates have a pozzolanic (setting) component which helps introduce the chemical set.

Different aggregates have different degrees of pozzolanic setting. The use of sample panels to check how materials combine should therefore be prepared.

The nature of the aggregate is critical in creating the workability and performance of the render/mortar. The most common aggregate is sand, the grading of which is carried out by size, feel and void ratio.

The mortar mixing of “coarse stuff” (the initial mix of lime putty and sand), by different proportions in different mixes should also to be carefully assessed. Machine mixing is probably preferable as this ensures close contact/crushing between the lime and the sand so that the lime particles reduce to fill the voids in the mortar.

Repointing of historic work (stone/brickwork): It is important to ensure that the mortar mix is softer than the walling material. Specialist tools, specialist skills, and protection all apply as lime can be a dangerous material.

External renders: Lime putty has traditionally been used as an external render throughout Europe for many centuries. It acts as a protective and decorative external covering to the structural elements of the building. The render offers flexibility of movement, frequently found in historic buildings, as well as compatibility with the original materials of construction and has the particular quality of allowing the building to breathe. This means that it allows the transfer of moisture (externally through rain, internally through condensation) through the external walls of the building. The render itself is normally also protected with sacrificial coats of limewash (also made from lime putty), which have the same general qualities of compatibility as the render. The renders can be reinforced with binders, which can include hair, netting, and modern man-made fibres.

Internal plastering: Internal masonry walls absorb moisture from within the room. The use of lime based plaster assists in the passage of that moisture through the wall and offers better performance of the overall thermal and environmental performance of the building envelope.

Stone repair: This can be applied where original material cannot be cut out or replaced, or where it is essential to retain as much of the original material as possible. Generally repairs are carried out to individual stones using a paste consisting of lime putty and stone dust which is built up in layers onto a metal armature.

Lime wash: This is effectively a finishing decorative material which provides a shelter coat to the building and is normally renewed on a regular basis. It is formed by mixing lime putty with water to produce a milky solution which can then be directly applied to the render. To this various binders and colouring pigments can also be added, together with oils to improve its ability to shed water.

TYPES OF RENDER

Historic rendering of buildings included a considerable variety of **aggregates**, **binders** and **reinforcement**. The following types are known:

01) Very low strength daubs, usually applied in a single thick coat to a backing of wattle or lath.

02) Low to medium strength render based on lime applied in two or more coats to a backing of brick, stone, unbaked earth, wattle or lath.

03) High strength render based on hydraulic lime and applied in two or more coats to brick or stone or lime based undercoats.

04) Medium strength gypsum or lime/gypsum renderings in two or more coats on brick, stone or lath.

RENDER FAILURES

These can be grouped into four categories. There is generally some link between each of them. It is imperative that a proper detailed analysis of the building façade is undertaken to analyse the cause of render failure. There may be a variety of causes and types of defect. Careful investigation and analysis of the problem should be carried out before any repair strategy is agreed. That repair programme should be informed by ongoing investigation of the building as it is “opened up”, and by the use of sample panels.

01) **Loss of bond with wall.**

Symptoms: Detachment of sheets of render, bulging or sagging, hollow sound when tapped.

Causes: Inadequate preparation; organic growth; oily backgrounds; inadequate moisture in wall surface during rendering; rapid de-watering leaving a weak bond; inadequate keying of different materials (such as over timber or concrete lintels); major moisture movements caused within the wall; early freezing of plaster while wet; basecoat too strong for the background material.

Remedial work: Remove loose areas or clean up fallen areas cutting back to a square clean line. (Not all hollow sounding work necessarily needs to be removed). Thoroughly clean exposed surfaces and edges; provide fabric reinforcement to bridge wood, concrete or other inbuilt dissimilar materials; ensure water is not entering the wall; re-render during frost free seasons ensuring adequate pre-wetting of the background and proper curing times.

02) **Loss of bond between coats.**

Symptoms: Detachment of sheets of finishing render; surface peeling accompanied by fine cracks; surface crazing; light hollow sound when tapped.

Causes: Poor quality mix; rapid loss of moisture to dry undercoat; inadequate curing time; use of inappropriate paint finish; early saturation and freezing; outer coat too strong for undercoat.

Remedial work: Check condition of exposed undercoat, and brush down and re-wet if sound,

Test the adhesion of all of the finish coat, if generally sound only remove loose detached areas. If generally poor scrape and lift more of the finish coat working to geometric shapes. Re-wet before applying new finish.

Ensure the surface and edges of the surviving render are wet enough not to de-water the finish.

Thoroughly compact the finish and allow to cure slowly in damp conditions during frost free seasons.

03) **Surface cracking.**

Symptoms: Fine hairline crazing.

Causes:

3.1.1 Excessive drying shrinkage;

3.1.2 Differential movement of backing materials;

3.1.3 Failure of backing/support or structural movement;

Remedial work:

3.2.1 Generally leave fine hairline crazing untouched pending next redecoration, scribe out and surface fill cracks with lime putty or semi-hydraulic lime.

3.2.2 Scribe and fill or cut out to install bridging over differential backings,

3.2.3 Investigate backing failures for displacement and if dormant re-render. If active attend to structural failure first.

04) **Surface spalling.**

Symptoms: Large scale flaking.

Causes: Freezing of render while still wet which may be aggravated by impermeable paint finishes.

Remedial work:

Take back to sound surface. Re-render where necessary and redecorate.





Ildikó Kirizsán

The Historic Evolution of Brick and Stone Masonry Structures

In ancient Mesopotamia, in the 3rd and 4th centuries BC, along with timber-, slate- or adobe-walled structures, sun-dried bricks appeared. After the development of pottery, burned bricks gained a decisive role, having characteristics superior to those of unburned ones. They used shaped bricks of 30x30x8 cm size to build masonry structures (fig. 2).

Apart from brick, they also used stones in constructions, more frequently so in the hills, and less frequently on the plains. Stone was used to build especially the important walls exposed to greater stress. The masonry was jointed with clay- or bitumen-based mortar.

A different category of walls are the mixed ones of stone and brick (fig. 3.)

Research has revealed proof that walls were provided with horizontal insulation against moisture, made of reed and bitumen (fig. 4).

Egyptians used burned bricks more rarely than the sun-dried ones, due to the lack of clay and wood necessary for the burning. They most often used stone for constructing walls.

For less thick walls they used stones carved to regular shapes (fig. 5) Due to the regular shape of stones, these walls were not jointed with mortar, only keyed on certain places with hardwood elements. These walls were most often not rendered, either.

For thicker walls stones of different sizes were used: carved ones on the faces, stones with irregular shapes in the interior (fig. 6).

Ancient Greeks used dried or burned bricks rarely. These became widely spread with the Roman Empire. Greeks used stone to construct compact and cavity walls (see fig. 7)

Compact walls were constructed without binding mortar, with very thin joints. Stones were linked by bronze keys that entered the holes that were left in the stone, and which were then filled with hot lead (fig. 8).

Ancient Rome had the greatest role in the evolution of stone and brick structures.

They knew several types of stone walls: cyclopean wall – opus incertum (fig. 9)

– walls of roughly carved stones in alternating courses – opus pseudoisodorum (fig. 10)

– walls with stones of similar sizes – opus isodorum (fig. 11)

– walls of stones with carved edges – opus rusticum (fig. 12)

– walls with joints in 45° angles – opus reticulatum (fig. 13)

Apart from these, the most often used walls were the mixed ones, the most interesting being the opus caementicium mixtum, which had stone masonry lateral sides and was filled with irregular small stones, lime and ancient cement (terra pozzuolana – natural cement) (fig. 14) This type of cement was also used as a binder. Thus we can say that the Romans invented concrete?

The Byzantine Empire inherited from the Romans all masonry types, but brick made headway against the stone. They used lime- or bitumen-based mortars.

The medieval - Romanesque period uses the walls developed earlier. Cyclopean walls are replaced with carved stone and cast walls. Lime-based mortar was used for joints. A new element in medieval walls is the use of timber ring beams. At certain heights they used horizontal timber girders connected with braces.

In the gothic period the only new element is the thickness of walls. The medieval thick walls become slimmer, and their cavities become larger and larger.

In the Renaissance they primarily constructed walls of carved and tooled stones linked with timber ring beams.

The **Baroque period** brings about the development of brick burning techniques and the widening of their use in constructions. For greater constructions, e.g. a castle, they would build separate brick factories working only for the construction in question. In this wrought iron with rectangular section is introduced for linking walls and vaults, replacing timber ring beams.

In the **Romantic period**, the technology of brick production changes, brick being produced by compression in moulds. In this period Portland cement is also introduced as a binder for mortars in masonry structures.

In the **second half of the 19th century**, apart from compact brick, air-bricks and tuff-bricks also appear in Germany. These possess better thermal insulation properties. Another innovation of the period is the use of bricks with large cells for internal partition walls (fig. 15).

At the **beginning of the 20th century** standard size bricks with more cells – the so-called ceramic blocks – appear (fig. 16). The most important novelty brought about by the 20th century is the use of concrete and of reinforced, but also light-weight concrete. The use of large pre-cast elements brought about an increase in the efficiency of constructions. As we know, this had its advantages, but also disadvantages.





Ildikó Kirizsán

Comments and Suggestions Concerning Vaulted Structures

Vaults

Vaults are structural elements used for covering spaces. They represent a bridging system. A particular class of vaults are arches, which can be considered vaults with reduced width, used to link walls above door and window openings. Arches are also used as elements for sustaining walls of upper floors.

As construction elements, vaults are composite elements made up of two materials, brick or stone and mortar. As structural elements, vaults are exclusively compressed elements, compression being taken over by brick or stone masonry elements. Mortar has the role of binder, and to a small extent it contributes to taking over the shearing stress that occurs. This is why many vaults with aged mortar are still standing.

The historic evolution of vaults is very interesting, and is strongly connected to the evolution of mankind and that of construction technologies.

At the beginning, vaults were used to cover rooms with small spans. Vaulted structures were first used in this way by the Romans, who employed the cylindrical, most often semi-circular vault. For square spaces they also used cross-vaults made up of two cylindrical vaults perpendicular to each other and intersecting along the square's diagonal. Greeks used vaults to a smaller extent, employing only the dome or hemispherical vault at churches.

In the middle ages, in the Romanesque period, they used the annular and cross-vault, but they did not match the Roman's mastery. This is the period however when a scientific approach develops, and with it the necessity to reduce the weight of vaults. With the appearance of bracing ribs, vaults start covering larger spaces.

In the Gothic period that followed, the tendency to raise the construction's height and reduce the weight of construction elements, elevated vaults with acute angles appear, which from the structural point of view work better, and do not put lateral pressure on walls. Ribbed

vaults also appear in this period, which possess the advantage of using prefabricated elements. Ribs, most often made of stone, could be prepared in workshops and assembled on the site, while the spaces that remained between them, becoming smaller and smaller with the increase of the number of ribs, could be easily walled in, without requiring further sustaining elements. These ribbed vaults took on an aesthetic function as well, especially in England, where they took special, even curved forms.

In the Renaissance period, they used cylindrical vaults to cover underground spaces and intersecting cylindrical vaults at the other levels. In this period tension rods appear, taking over lateral pressure in vaults supported by columns, made necessary by the insufficient rigidity of the latter. Intersecting barrel vaults also appear in this period, made necessary by door and window openings. In Italy not only domes, but also ribbed domes and double curved domes appear.

In the Baroque period, along with the development of construction technologies, a series of new vaults appear: the bohemian vault, the barrel vault, the cavetto vault and the cloister vault. These types of vaults are not very high. In the same period there appear vaults the cross section of which is no longer a semicircle, but a depressed curve, with two radiuses of curvature.

The most magnificent vaulted structure of the period is the dome of the St. Peter church in Rome, with a circular base having a 42.5m radius and double curve.

After this period, and after the appearance of metal and concrete as construction materials, vaults are used less and less. They still occur however in combinations with metal profiles, and as Prussian vaults.

At the beginning of the 20th century they also used the so-called fake vault, the vault suspended with rabbitz in old structures, where the vaults have collapsed, but they wished to maintain the vaulted forms.

The craftsmen's intuition played a significant role in conceiving and executing vaults, since there was no scientific design, and craftsmen had to rely on experience and the standing constructions. There were many cases of vaults collapsing even while under construction, and it was habitual that the craftsman would stand under the vault when the scaffolding was disassembled, being responsible for the quality of the work.

As construction and structural elements, vaults can be classified according to several criteria:

According to the building material:

- Stone vaults
- Brick vaults
- mixed vaults of brick and stone.

According to the shape of the curve generating the surface:

- simply curved – as the cylindrical vault
- double curved – as the dome

According to the shape of the elements supporting them:

- open vaults – with point support
- closed vaults – with linear support, requiring supporting walls

The simplest vault is the cylindrical one, from which all others can be generated.

If we intersect the vault with 2 diagonal planes, we obtain 2 quarters, 2 quarter-domes and 2 so-called dead quarters (fig. 17).

If we assemble 4 vault quarters, we obtain a cross-vault, and if we assemble 4 dead quarters we obtain the cloister-vault. Cloister vaults can also be used to cover polygonal spaces. From these, by transforming the polygon into a circle, we can generate a dome, or hemispherical vault.

Types of vaults:

The cylindrical vault can be semicircular, or a curve segment (fig. 18). It can also be used as a support for stairs, in which case its axis becomes ascending.

- The cross-vault: in Roman times it consisted of the intersection of two cylindrical vaults (fig. 19); in the Romanesque age, it had a semicircular diagonal section (fig. 20).

- Intersecting barrel vaults (fig. 21)
- Cloister vault (fig. 22)
- Dome (fig. 23)
- Cavetto vault (fig. 14)
- Barrel vault (fig. 15)
- Lierne vault – fan/palm vaulting or reticulated (fig. 26, 27, 28)
- Czech vault (fig. 29)

Prussian vault – small vaults on metal I-beams (fig. 30)

Characteristic elements of a vault (fig. 31):

Intrados

Extrados

Keystone

Springer

Span

Thickness

Spire

Vaulting elements: brick or stone

The joint between the bricks or stones

Vaults with small spans can be constructed with a $\frac{1}{2}$ brick thickness; vault with greater spans have a $\frac{1}{2}$ brick thickness around the keystone, and their thickness increases towards the shoulder to 1, even $1\frac{1}{2}$ brick.

The weight of the vault is defined by its thickness. The lateral pressure the vault transmits to the columns or walls is directly proportional with its weight; hence the tendency to reduce the weight of vaults.

The vault carries compression arising from its own weight and from uniformly distributed loads, but is not able to take over tensile stress. It cannot be exposed to concentrated, pointed loads. The backfilling over the vault thus also has the role to distribute the loads uniformly, and thus avoid local loads from the roof.

These considerations are valid during construction as well; therefore local loads on vaults must always be avoided.

The construction technology of vaults

Due to the vault's curved shape, the construction of a vault in most cases requires scaffolding, a formwork, which sometimes can even be a mobile one.

Beginning with the simplest type of vault, the cylindrical one, we can identify three methods of constructing and bonding a vault.

1. The classic method, the first and most often used one, has radial tension joints, while vertical joints are circular. The transversal section shows the smallest dimension of the brick (fig. 32).

To determine the precise direction of radial joints we can use a gauge, or we can fix a cord in the center of the circle, which, when strained, determines the direction of the joint. For vaults with the shape of a circle or a segment of a circle several gauges will be needed.

In some cases, especially at masonry arches over openings with wide spans, where the vault is thicker than 1/2 brick, the masonry will be bonded transversally as well. It is important to ensure that the opening of the joint at the extrados is not too wide; in this case the masonry should be keyed, or angled bricks should be used. For stiffening, thicker ribs shall be used.

Vaults are constructed using encasements made of wood. According to the shape of the arch, several ribs are created transversally, supporting approximately 3 cm wide strips with spaces between them. The tendency to re-use encasement elements exists since the earliest of times; data exist about a re-usable system for several arches with different radiuses.

With semicircular or elevated arches, the first part of the vault (from the springer until the height where the angle with the center reaches 30°) can be constructed without encasement; for the upper part, the encasement is necessary.

Since after demounting the encasement the vault yields a little, the formwork should be initially set higher to allow for that movement. Demounting the encasement is a delicate process, which cannot be executed immediately and brusquely. However, it is not advisable that it stays on for a long time either, until the mortar completely hardens. If the mortar is soft when demounting the encasement, pressed by the bricks it will come out of the joints.

According to the experience of German masters, encasements of small vaults and arches can be demounted after 1-2 days, those of large ones after 4-6 days, and those of arches with 8-10 m spans after 8-10 days.

This type of masonry bond is executed beginning from the shoulder, and proceeding symmetrically on both sides. After it is finished, the extrados will be cleaned and covered with a layer of more fluid mortar, in order to close all joints.

Stone vaults can only be constructed with this method. However, this process is more difficult, requiring carved stones angled according to the

shape of the vault. Stone vaults require special supports because of their weight.

2. Vaults with ring courses

In this case, radial joints alternate from course to course, while so-called vertical joints will be continuous, but they are laid down and in fact are not vertical; thus the brick courses will support each other. The transversal section shows the biggest dimension of the brick (fig. 33).

When constructing this type of vault, we proceed from the two short sides of the room and finish in the middle. At the beginning and the middle, the classic vaulting system is used. The advantage of this technology is that it does not require an encasement on the whole surface, but it allows for using an approx. 80 cm wide mobile encasement.

3. Dovetail-shaped vaulting

Brick courses form arches in this case, too, but these are no more perpendicular to the axis, but oblique.

The construction of the vault begins in the corner; for the cylindrical semicircular vault the diagonals will be elliptic, with their height increasing toward the middle (fig. 34).

This type of vaulting has the advantage that each course stands on its own after closed, and leans on the previous one. An experienced mason can execute this construction without encasement, only with the help of a gauge.

There exists another type of vaulting in the form of a dovetail, which begins in the middle and finishes towards the corners, but which requires an encasement on the whole surface.

In this case, radial joints will not be perpendicular to the semicircle, but to the diagonal arch, so the same rules can be followed as in the case of the classical vaulting.

In historic building conservation practice we often meet systems with small vaults on metal beams, where the fields can be constructed with all three methods, the classic, the ring coursed and the dovetail one.

Intersecting barrel vaults are constructed using two methods:

- If the lunette is much smaller than the main vault, the place of the lunette is left out in the main vault, and it is constructed later.

- If the two vaults are of similar dimensions, they are realized simultaneously, using a scaffold, so that the courses of the two vaults intersect, and at the line of contact the vault thickens.

Ribbed vaults are constructed beginning with the rib system, and following the given geometry. In most cases, the radius of curvature is constant, which is preferable, since in this way all elements of the rib are equal (fig. 35). Once the ribs are placed on a temporary supporting system, and they are closed with the keystone, these stand on their own. When joining these elements of ribs, apart from mortar in most cases they also use metallic bolts, which enter into the holes left in the rib. When the fields between the ribs are small enough, these can be constructed without encasement, in most cases in dovetail form.

Constructing the shoulders

Due to the forms of the vaults, the reactions they transmit to the shoulder under the given loads are vertical reactions and lateral pressures. A special problem is the taking over of lateral pressure, which should not be problematic for a wall sufficiently thick, but which becomes a problem as the thickness of the walls and shoulders is reduced. This is why at certain constructions, especially in the Gothic period, buttresses or arches with buttressing function were used for taking over lateral pressures. This role was later taken over by metallic tension bars.

The construction of vaults begins with constructing the shoulders; these represent the surface for the first radial joint of the vault. If the transversal section has a semicircular, semi-elliptic or supraelevated arch, the supporting surface is horizontal; if the arch is a circle section or a depressed arch, the shoulder must be oblique (fig. 36).

If the vault is constructed as shown in figure 1 (of fig. 37), the transversal section, and thus the wall's resistance is reduced; if the wall is a middle one, as in figure 3 (of fig. 37), the section of the wall is almost zero. Such situations are to be avoided. In these cases, it would be necessary to construct the wall and the vault simultaneously. In practice, the walls will be built first, then shoulders are created as shown by the figures, and then the building will be covered by constructing vaults.

The supporting surface can be created by creating consoles from several brick courses, or by using special supporting elements made of carved stone or bricks with a pre-established form.

In the case of vaults between arches, shoulders cannot be constructed before, and the support will be realized by keying as shown in the figures (fig. 37).





David Baxter

Masonry Consolidation and Rendering Workshops

Philosophy

Through the lecture series and practical workshops the BHCT course in relation to masonry structures promotes a philosophy of :

- COMPATIBILITY of materials between the original and those used in repair.
- BREATHEABILITY to ensure the proper transfer of moisture through the masonry structures.
- MAXIMUM RETENTION of original materials.
- The USE OF LOCAL MATERIALS in repair.

Masonry Construction

The construction of the walls to each of the main buildings is an unusual mixture of stone and brick, often randomly coursed and bedded in lime mortar. Evidence exists of a re-fenestration of each of the buildings at some stage. This is particularly noticeable on the Miklos building, which is known to have been re-fenestrated in the 1820's, resulting in a building out of its facades using lime mortar, up to 50mm thick beyond the original surface. All of the buildings were originally finished in a pigmented limewash.

The Workshops

Workshop teaching is undertaken directly on the buildings under the guidance of the lead craftsmen. Prior to the commencement of the workshops all of the repair work is scheduled and the building fully recorded. Students are therefore able to work in a situation similar to a normal building contract, and through this are able to understand the stages and process of repair in a logical sequence.

The Restoration Process

The workshops commence with a demonstration of the use and qualities of lime putty. The lime which is used at Bontida is a non-hydraulic

lime putty, usually at least six months old, which comes from the nearby town of Gherla (20km). It is an unrefined putty which contains many impurities from the firing and slaking process which act as pozzolans in the curing process, and give it properties similar to that of feebly hydraulic lime, NHL2.

Mortar for consolidation and for rendering is prepared using a basic mix of 3 parts sand (from a local source) to 1 part lime putty. There is rarely a need to add any additional water in the mixing process due to the water content of the lime or the sand. Once prepared the mix can be used immediately or stored under protective hessian for later use.

The consolidation undertaken at the castle follows a recognised sequence of repair which places emphasis on the preparation of surfaces to ensure that the old and the new can be successfully joined.

Preparation of surfaces. Preparation commences with the removal of all loose material around the area to be repaired, using a small hand trowel and brush to avoid the unnecessary removal of additional material. The whole area is then thoroughly washed with clean water. The area to be consolidated is then coated in milky water made from lime putty and water mixed to a milky consistency. This assists with the adhesion of the new mortar. It is essential to ensure that the area is thoroughly wetted in this way prior to applying the new mortar. If the existing masonry is too dry it will draw moisture too quickly from the mortar and failure will result. This is always seen as a laborious task within the workshops but failure to follow the procedure correctly will result in failure of the repair.

Consolidation.

The material to be used in the consolidation process will vary depending on the size of the area to be repaired. Many smaller areas have been consolidated using tile packing set in lime

mortar, (clay tiles laid in courses). In larger areas stone or brick have been inset. Where these larger areas have been addressed it has been essential to continuously wet the background areas to ensure against the early withdrawal of moisture from the mortar. At the end of each repair or at the end of each working day the area is protected with hessian which is then sprayed in water. This is particularly essential to avoid shrinkage and cracking of the mortar. Where larger areas of consolidation are undertaken, the new work is coursed horizontally and vertically to ensure that the new and old work are fully bonded and also ensure that the new work does not simply become a free standing structure in front of the old structure. The degree of degradation of some of the masonry walls of the castle buildings has been extensive and in some cases the consolidation work has been up to half the thickness of the original wall. In such cases correct coursing is essential.

In other areas structural fractures have occurred. Where these are localised fractures they have been repaired using a stitching technique achieved by removing masonry in a V shape from either side of the fracture and then rebuilding across the former fracture area carefully matching the original brick/stone courses. An alternative method which has been considered is to insert steel rods/plates across the fracture within the bed of the mortar, but as stainless steel would not be available for this work, (it is not readily available in Romania), the alternative use of galvanised steel may risk future failure if the steel comes into contact with excessive moisture content. The project has sought to use only materials which are compatible with the structure and which are available in Romania so that the techniques used in the restoration training can be easily transferred to other sites. Through this process the main masonry structure of the former Kitchen Block and Bastion, the Entrance Gates and adjoining rooms, and the Miklos building and attached Bastion and Stables have all been successfully consolidated.

Vault Restoration. The BHCT course specialises in teaching the restoration of brick vaults, and is the only course in Romania which offers this facility. All of the principal buildings of Bánffy Castle were constructed using brick vaults, a practice common in Romania in the 18th and 19th centuries, or have had brick vaults inserted at a later stage, (as in the case of the 16th century bastions). There are several vault types within the castle; the penetrated ribbed barrel vault of

the rooms adjacent to the Entrance Gate; the cross vault within the Bastions; the barrel vault within the Miklos building; and the more flattened Czech vault of the Stables and Miklos building. The condition of the vaults has meant that in several areas they have had to be rebuilt, whereas in other areas they have been capable of repair. Close recording and measurement of the radius of the vaults is an essential prerequisite to the actual repair process. In construction terms the vaults are constructed of bricks laid on edge or vertically. In some areas the different periods of the vaults can be distinguished by the different sizes of bricks used. Within the restoration process a timber formwork was constructed to the underside of the vault to its exact radius, and new bricks laid directly onto the formwork, toothed into the remaining original bricks and laid in lime mortar. In implementing these repairs it has again been essential to ensure that the work is bonded in all directions to withstand the multiple forces within the vault. Where necessary, special bricks have been made to match the size of the originals, and these have been obtained from a local source.

Rendering.

The external render and limewash on a building provide the external coat which displays the patina of age and gives character to an historic building. Within Romania there has frequently been a tendency to equate old render with failed render, and the result has often been the complete removal of render from facades and replacement with new work. The BHCT courses emphasise the need for the retention of original render where possible. This was first exemplified through the restoration of the Bastion to the former Kitchen block where significant areas of render remained despite severe degradation of parts of the main structure.

Testing existing render to establish whether it is sufficiently adhered to the main structure can be misleading dependent upon the background on which it is placed. Only loose or visually decayed render was therefore removed. Preparation of surfaces to receive the new render was again important, as in the case of the consolidation work. This was achieved by raking back joints, and wetting the masonry surface thoroughly firstly with clean water and then with lime milk to receive the first backing coat of render.

The render was applied mainly as two backing coats, each of 3:1 mix (sand to lime putty), and each of no more than 10mm thick. In some areas a third coat had to be applied in order to build out to meet existing levels. There was clear evidence that in the past levels had been artificially increased using vertical tile hanging within the mortar. This system was also adopted in the repairs but using broken and not full tiles. To undertake such work requires a full understanding of the construction of the building and previous repair/alteration techniques utilised. It served as an excellent lesson in recording and understanding.

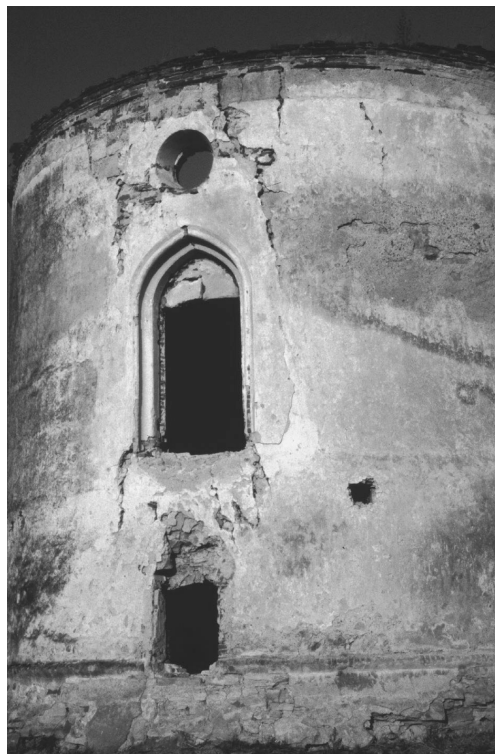
All of the work within the BHCT modules has, to date, been undertaken during the summer months when temperatures range from 20C to 38C. It has therefore been essential to ensure that a clear understanding of the qualities, properties and action of lime putty is fully appreciated and that its performance within this temperature range will vary considerably. In the higher temperatures the curing rate of the render increased and it therefore had to be protected through the creation of a micro-climate around the building. This was achieved by covering the new work in hessian and spraying water through the hessian at regular intervals to ensure a slow release of moisture from the render, thereby

avoiding cracking and lack of adhesion. The process was repeated for the second coat and subsequently for the top coat which was worked to match the texture of the original work. All of the areas of new work and original render were then treated with four coats of limewash to achieve a finish consistent with the original work.

The restoration work has also involved the repair of window, door and cornice profiles. This has been achieved using traditional methods of preparing a template from the original profiles and applying that template (horse) to the building. A pre-requisite of this is the accurate recording of the original profiles and careful craftsmanship in the preparation of the template.

Conclusion

The implementation of the repair work and techniques repeatedly re-emphasises the main principles of the project. Through a clear understanding of the building, its construction materials and process, careful recording of interventions/repairs and an understanding of the qualities and properties of the repair materials, a building can be rescued from a state of considerable dilapidation in an authentic manner and be given a new and beneficial use.





Szóke Kálmán

Building Stones and Quarries

Building stones are all solid rocks from the crust of the Earth that are differentiated from the others by their pleasant external aspect, and have properties appropriate for the planned use (hardness, frostclefiness, strengths, etc.)

Rocks are associations of minerals of the same kind (e.g. limestone, quartzite etc.), called monominerals, or minerals of different kinds, called poliminerals (e.g. granite, basalt etc.)

According to their origins, rocks can be classified into three main categories:

- a.) volcanic rocks
- b.) sedimentary rocks
- c.) metamorphic rocks

Volcanic (magmatic) rocks were created by the hardening of melted magmatic masses originating in the depth of the Earth. Their chemical composition is characterized by a significant content of SiO_2 (quartz), and of aluminium, ferric, magnesium oxides, etc. Structurally (as concerns the way the constituent minerals are associated), they can be holocrystalline (totally crystallized), hemicrystalline and vitreous. Based on the size of crystals, we can distinguish rocks with fenocrystalline (crystals over 5 mm), microcrystalline (1-5 mm crystals) and criptocrystalline (crystals below 1 mm) structure.

The above characteristics make volcanic rocks the hardest rocks, very difficult to hew and dress. Their specific weight is in general about 2.5 gr/cm^3 (2.5 to/m^3).

Sedimentary rocks are rocks created as a result of mechanical decomposition or chemical alteration, which later became deposited in certain cavities. Due to the creation conditions, sedimentary rocks are stratified and may consist exclusively of fossils. Their chemical and mechanical characteristics vary greatly.

Metamorphic rocks were formed from volcanic or sedimentary rocks by transformation (metamorphosis) under different temperature and pressure conditions. Their chemical composition

and mechanical characteristics therefore are to a certain extent similar to those of volcanic or sedimentary rocks.

Since building stones are used in the construction industry, we should be familiar at least with their following characteristics:

- a. Density (specific weight), expressed in $[\text{g/cm}^3]$, and with a significant role in calculating the construction's weight.
- b. Water absorption under normal pressure and temperature, expressed in [%]. From this characteristic we can draw significant conclusions as concerns the moistening of the construction's elements.
- c. Frostclefiness coefficient, expressed in [%], representing grade of the alteration (destruction) after several frost-defrost cycles.
- d. Compressive strength, expressed in $[\text{daN/cm}^2]$, is a very important characteristic in building statics calculations.
- e. Compressive strength after 25 frost-defrost cycles, expressed in $[\text{daN/cm}^2]$. This indicates the time period for which external elements can take over the nominal projected load.
- f. Resistance to mechanical shock, expressed in $[\text{daN/cm}^3]$ is important for some ornamental elements exposed to mechanical shocks (hits.)
- g. Resistance to abrasion by gritting with normal sand at 440 rotations/min. in dry state, expressed in $[\text{g/cm}^2]$.

With building stones, when used as construction elements and as carved elements, hardness, cracking, stratification as well as degree of impurities (especially from clays) are of utmost importance.

Hardness. Though not well grounded scientifically, Mohs scale is still used by geologists to determine basic characteristics. The

scale divides rocks into 10 categories, each of which can scratch the rocks belonging to the inferior category. Hardness grades of the scale are arbitrary, and so are the differences in hardness between grades. Based on these, 10 reference rocks were defined:

1. Talc	
2. Rigips	very soft
3. Calcite	
4. Fluorine	soft
5. Asparagus stone	
6. Feldspar	half-hard
7. Quartz	
8. Topaz	hard
9. Corundun	
10. Diamond	very hard

The hardness of rocks becomes especially important when they are carved.

Cracking. Rocks in the quarry bed often have natural cracks, which make the extracted blocks unusable, and for which these must be thoroughly investigated.

Stratification. All sedimentary rocks are to a certain extent stratified, and these strata play a major role at splitting, the resistance to detachment being weaker at the surface of the strata.

Impurities. Small embedded impurities (generally clays) often appear between the stratification layers, which, being easily soluble by water, modify the mechanical characteristics of the stone.

EXTRACTION

In most cases, building stones are extracted at the surface (in stone quarries). Beginning the quarrying generally involves the execution of three types of works:

a. Opening works, by which the bedding is accessed: roads, yard-arrangements, etc.

b. Preparation works, consisting of open cuts, creation of stairs and trenches, etc.

c. Extraction works: quarrying proper (perforation, dislocation, transport etc.)

One of the main requirements concerning extracted blocks is that these should be homogeneous as concerns their physical and mechanical characteristic, which is they should

not be cracked. Quarrying can only partially be mechanized, blasting being prohibited.

Traditionally, stone blocks are extracted by drilling holes into the rock, along the outline of the block to be extracted; then, wedges and coats are introduced into these and hammered by hand until the block cracks and completely detaches itself. In some cases the softness of the rock allows for the blocks of stone to be detached hammering the wedges directly around the outline of the block, on two or three faces, without drill-holes being necessary.

A more efficient method of extracting stone block, eliminating physical effort, is that of cutting using an engine unit that moves a cable with tungsten carbide insertions. The cable splits the stone along the plane the cable moves. The cable is introduced into the stone using drill-holes. This method has the advantage of reduced extraction costs, since the faces cut are almost perfectly flat.

When geological and mining conditions allow it, mobile double diamond cutters can be used to achieve a greater productivity. These cut the stone on two, occasionally three faces in parallel.

Detailing Blocks

The next phase of working the stone is detailing the blocks obtained manually or with machines, using frame saws or side mills.

By detailing we obtain from the blocks stone elements that can be carved.

Side mills with diamonds are produced with up to 3000mm diameters. Their advantage over frame saws is that they offer a much greater productivity.

Types of building stone

The following describes the most often used construction stones, their main characteristics and the deposits where they can be found.

Limestone (CaCO₃ – calcium carbonate)

Limestone is the most widely spread rock, due to its advantageous physical properties and pleasant appearance.

Rocks that contain more than 50% CaCO₃ are generally considered limestone. Limestone is a sedimentary rock that can contain other elements which provide it with its pleasant appearance.

Oolitic limestone, being softer (around grade 3 on the Mohs scale) is often used as frames, slabs, capitols, etc.

Physical and mechanical properties: specific weight: between 1.4 and 2.8 g/cm³; compactness: between 80 and 99%; water absorption: up to 20%; compressive strength: between 500 and 150 daN/cm².

Limestone (calcium carbonate) reacts with ebullition to acids, which makes it easy to identify.

Oolitic limestone can be found in the Nadăș Valley at Baci, Rădaia, Viștea, Leghia. Among the most important limestone deposits are those of Săndulești, Tureni, Podeni, (Cluj county), Poiana Aiudului, Poiana Gălzii, Rimetea, Ighiu, (Alba county), Borz-Arman, Bratca, Remeți, Vadu Crișului, Vașcău-Uilac (Bihor county), Codlea, Hoghiz, Zernești, Cernavodă, Babadağ, Tasaul, Medgidia, Sitorman, Techirghiol (Constanța county), Vîrghiș (Covasna county), Baia de Fier, Suseni (Gorj county), Bănița, Măgura Ferede, Ohaba Ponor (Hunedoara county), Costești (Iași county), Glod, Letca, Mirșid (Sălaj county) etc.

Marble is a metamorphic rock formed by the re-crystallization of calcium carbonate (of limestone deposits.) It is harder than limestone (around 3.5), and they can be ground and polished. It is characterized by low porosity (up to 2%), compressive strength between 600 and 1000 daN/cm², and weather fastness. Important deposits are to be found at: Sohodol (Alba county), Alun (Hunedoara county), Banpotoc (Hunedoara county), Băița (Bihor county), Borcut (Maramureș county), Buteasa (Maramureș county), Chișcău (Bihor county), Cormăia (Bistrița-Năsăud county), Geoagiu (Hunedoara county), Lunca (Timiș county), Porumacu (Sibiu county), Rușchița (Caraș-Severin county), Moneasa (Arad county), etc.

Travertine is a type of amorphous or finely crystallized limestone, formed by the deposit of calcium carbonate in bicarbonate water. It has a compact, porous or cavernous texture. Its colour is grey-white or yellowish according to the impurities. It is less hard and generally has more modest physical and mechanical characteristics than oolitic limestone. Important deposits are to be found at: Banpotoc (Hunedoara county), Borsec (Harghita county), Cărpiniș (Hunedoara county), Geoagiu (Hunedoara county), Rapolt (Hunedoara county).

Aragonite (named after the Spanish city of Aragon) is a variety of limestone, crystallized in the triangular system. It comes in different colours: white, yellow-white, green, grey, and violet, sometimes with striations. The colours are

defined by impurities. Its characteristics are: density: ~ 2.9 g/cm³, hardness: 3.5-4, compressive strength: 800-1000 daN/cm². They are easy to process, the ground surfaces have a very pleasant glazed shine, for which reason they are used for decorative objects. Important deposits are to be found at: Corund (Harghita county), Lunca (Timiș county), Șuncuiuș (Bihor county).

Alabaster is a variety of gypsum (CaSO₄) without impurities. It has a milky-white colour with a pleasant shine. It is used in detailed form for the production of internal decorative objects. It has 1.5-2 hardness, and a ~2 g/cm³ density. It can be found in the Aghireș area (Cluj county), Gheia (Cluj county), Călan (Hunedoara county), Jebuc (Sălaj county), Gălășeni (Sălaj county), etc.

Sandstone is a sedimentary rock originating from the cementation of silicate sands, which provide the rock with a great hardness. According to the composition of the binder, there are sandstones with calcite cement, with silicate cement, with clay, etc. The colour of the sandstone is to a great extent defined by the colour of the binder. Green colours come from chlorite, glauconite or illite content. Red colours are given by oxides and ferric hydroxides, while black comes from pyrites (iron sulphide – FeS₂).

Due to the very varied compactness of sandstone, and the different types of binders, its physical and mechanical properties vary within large margins: 400-2500 daN/cm², compactness: 88-98 %, porousness: 5-20%, water absorption under normal pressure and temperatures: 1.3-12%, tear resistance: 0.1-0.5 g/cm³, resistance to mechanical shock: 40-90 daN/cm³.

Sandstone deposits are to be found at, Ighiu (Alba county), Ileanda, Ciumârna (Sălaj county), Casinul Mare (Harghita county), Oșoiu (Cluj county), etc.

Volcanic tuff is a rock identical with magmatic rocks as concerns its chemical-mineralogical characteristics, and with sedimentary rocks as concerns its structural characteristics and texture. It is formed by underwater or aerial depositing of volcanic ashes. Based on the nature of volcanic material, they can be dacite, andesite, rhyolite etc. tuffs.

Their characteristics are: specific weight: 1.8-2.5 g/cm³, compactness: 73-90%, water absorption: 5-20 %, rupture strength under compression: 350-850 daN/cm². Acid attacks on them are weak. Due to their cavernous type structure, they are weak against frost and have poor weather resistance.

They can be found at Tioc, Cornești, Apahida, Cuzdioara, Ocna Dejului, Borșa, Dăbâca (Cluj county), Valea Morii (Maramureș county), Reteag (Bistrița-Năsăud county), etc.

Volcanic rocks differ from the above types with their greater hardness, reaching levels 5- 6 on the Mohs scale, with greater weather-fastness and very high mechanical resistance, ensured by the minerals originating in solidified magma they contain. All magmatic rocks contain a certain percentage of quartz (SiO_2), which gives them a great hardness, but also a very pleasant appearance after polishing, and they preserve their shine for a long time. They are used in constructions especially in outside works, being hewed by hand or mechanically: as slabs, construction elements, pavements etc.

The volcanic rocks most frequently used in constructions are those belonging to the family of **granites**, since these are widely spread and have a pleasant appearance after being detailed. Granites contain a high percentage of quartz, as well as other mineral mixes like biotite and feldspathoids. Microcrystalline granites are easier to detail (polish), but have a lower resistance to mechanical stress and to the action of polluting agents from the atmosphere, than macrocrystalline ones. Their characteristics are: rupture strength: $1200\text{-}2800 \text{ daN/cm}^2$, bending strength: $200\text{-}450 \text{ daN/cm}^2$, resistance to mechanical shock: $30\text{-}65 \text{ daN.cm/cm}^3$, mass density: $2.3\text{-}2.7 \text{ g/cm}^3$, tear resistance: $0.5\text{-}1.5 \text{ g/cm}^2$.

Andesite is an effusive magmatic rock containing hornblende, biotite, quartz etc. It often appears as outflows. It comes in darker colours, ranging from light grey to black. It is very widely spread and used in all areas of constructions.

Its characteristics are: compression strength: $700\text{-}2500 \text{ daN/cm}^2$, resistance to mechanical shock: up to 100 daN.cm/cm^3 .

It is widely spread in all volcanic mountains.

Basalts are widely spread volcanic rocks. They are dark in colour, from grey to brownish black, due to their melanocratic mineral content. Sometimes alterations give them a red colour. Basalts are generally affected by cracks caused by the contraction of lava during the cooling

process, which produces tetragonal, pentagonal and hexagonal form. Their characteristics generally correspond to those of volcanic rocks.

Un-cracked rocks can be used in constructions, having a pleasant appearance when polished. They can be found at Hoghiz, Comana, Racoșul de Sus (Brașov county), Brănișca (Hunedoara county), Topolovăț (Timiș county).

Mole is a metamorphic rock with characteristics similar to those of magmatic rocks. Apart from quartz, it can contain other minerals as well, but only in small quantities. Its colour greatly depends on the composition of the binder. It is highly resistant to tear and mechanical effort, due to their SiO_2 content of over 70%. Given its great hardness (almost grade 7 on the Mohs scale), its use in constructions is limited. It can be found at Archiș (Arad county), Șasa (Hunedoara county), Tarovăț (Mehedinți), Șoimi (Bihor county).

Dacite is a volcanic rock similar to granite, but with weaker physical and mechanical characteristics. They are more difficult to polish, since they contain micaceous rocks. Dacite deposits can be found at: Băișoara, Bologa, Bitang, Hent, Iara, Morlaca, Oșoiu, Poeni, Stolna, Vlădesa (Cluj county), Zagra, Sângeorz Băi (Bistrița-Năsăud county), Mirșid, Moigrad (Sălaj county), etc.

Syenite is a magmatic rock containing small quantities of quartz, but which are nevertheless highly resistant to mechanical shock. They contain mostly orthoclase. The figures describing their mechanical characteristics are a little over the above mentioned average of volcanic rocks. They are easy to detail, and have a very pleasant appearance after being polished, especially their sodalite variant, which has a blue shade given by its sodium (Na) content. Their famous deposits are those at Ditrau (Harghita county) and north Dobrogea.

Gneiss is a metamorphic rock, which is nevertheless similar to volcanic rocks due to their physical and mechanical properties and crystallized mineral content. Some of its varieties can be very well carved and polished.

They can be found at: Port, Șimleu (Sălaj county), Rășinari, Sadu (Sibiu county), Cîlnic (Alba county), etc.



Andrew Shepherd

Stone Decay and Repair

STONE: Stone is a durable building material which has been used since pre-historic times, and this is witnessed by the survival of important monuments such as the pyramids and the Acropolis.

There are a large variety of stones created by the different geological conditions in different regions in the history of the World. To add an even greater richness of variety, often different beds in the same quarry face have markedly different physical characteristics.

CAUSES OF STONE DECAY:

Despite its general durability a number of factors can combine to contribute to the decay of stone. The main factors are as follows:

Air pollution: In antiquity as well as in modern "high industrial" times this was known to be a problem. Sulphur oxide, nitrogen oxide and carbon dioxide all combine with rainwater to create an acid solution. This reacts with any calcareous material, such as limestone, which if inadequately detailed is then washed away. If the stonework is sheltered, for example by a cornice, a black crust of decay can be built up.

Chemical:

- 1) Atmospheric gases and liquids both natural and man-made.
- 2) Soluble salts within the atmosphere, and within the stone; or road salts which splash up onto buildings.
- 3) The breakdown of the calcium sulphate skin formed on the surface of limestone by the reaction of pollutants with the limestone can cause serious decay.

Physical:

- 1) Frost action is caused by the repeated crystallisation of soluble salts.
- 2) i) **Soluble salts:** The growth of salt crystals within the pores of the stone can generate stresses which overcome the stone's inherent tensile strength and turn the stone into powder. Most world monuments decay from this cause.
- ii) Sulphates and nitrates which occur naturally within the air combine with water to create salt attack on stonework. Rising damp from the ground causes a soluble salt problem within stones. Salts are driven onto buildings by the wind on both sea and desert conditions.
- iii) Modern conveniences such as de-icing salt and cleaning materials can lead to a high build up of salts which then become soluble and attack stonework. This is not an entirely modern problem as gunpowder historically (saltpetre) was a significant attacker of stone.
- iv) The two principle mechanisms which contribute to salt decay are crystallisation of salts from solution, and hydration of salts.
- v) Salts can cause problems both internally and externally through hygroscopic action.
- 3) Thermal stresses including fire damage.

Attrition: By pedestrians, and even natural phenomena such as wind blown grit.

Biological:

- 1) The extent and effect of bacterial attack and breakdown of stone is still being researched. The principal agents of destruction are algae, fungi and lichen. The growing action of lichens creates a chemical action which breaks down the surface of stone. Both autotrophic and heterotrophic bacteria attempt to break down the surface of stonework in their search for carbon.
- 2) i) **Bio deterioration:** Stone achieves a surface patina over time, which creates an appearance which contributes to its visual character. However a balance must be struck between an appropriate patina of age and the deleterious action of naturally occurring biological matters.
- ii) Ivy roots attack the stone surface and more particularly the mortar joints. All vegetation growth on the surface of buildings is potentially damaging, no matter how much it may contribute to visual character and appearance.
- ii) **Seasoning:** This does not appear to be regarded as importantly in modern times as it was say 60 years ago. When rock was cut from a quarry it used to be allowed to stand and develop a skin and hardness before it was incorporated into a building.
- iii) **Inadequate/inappropriate selection of stone:** In some cases the wrong stone may be selected for particular building tasks. For example if stones which are too soft are selected for copings or flagstones they are very likely to deteriorate quickly and fail at an early stage.
- iv) **Improper Quarrying Methods:** This is less common today than in the past because of the development of large machinery. The original dynamite blasting of quarry faces led to bruising of the stone which caused long term damage. Practice does move on as historically it was also claimed that the machine dressing of stone spoilt it. Changes in practice have now resulted in most simple mouldings today being cut by machine.

PHYSICAL PROBLEMS OF STONE:

There can often be problems in the laying down of rock leading to "soft" beds within an overall quarry face of otherwise entirely satisfactory stone. There are also natural phenomena such as vents and shakes within beds which occur as they have been laid down geologically. In order to avoid potential problems caused by these natural phenomena it is advisable to rely on the Quarry man's expertise, as few Architects/Surveyors now have the necessary skills and knowledge.

a) **Faulty Craftsmanship:** Under this heading a variety of problems can be found. The following are the most usual:

- i) **Bedding:** Stone must be cut, dressed and laid "on the same bed" as it has been laid down within a rock. In other words it should not be cut vertically for things such as balusters however economically convenient that might be. To use stone in this manner is likely to result in excessive erosion, as the weather will strip out the stone along the natural planes of the original sedimentary laying down of the stone.

b) **Detailing problems:** Even if the appropriate stone is selected and obtained from the quarry for the appropriate use, problems with the way in which it is detailed often cause premature failure. The most common of these are as follows:

- 01) **Incorrect stone selection:** All as stated above but stonework cannot be selected by the colour, grain etc. alone! Copings have to be less permeable than general wallstone for example.
- 02) **Embedded cramps:** This today is less of a problem than historically when iron, and latterly, steel cramps, and dowels were used to join stones. The cramps would expand when the metal started to corrode if moisture reached it because of defects in the stonework, or in the pointing joints, causing the face of the stone to blow off. The use of stainless steel and bronze today helps to overcome those problems as they are less susceptible to corrosion by water.

- 03) **Incompatibility of materials:** Water run-off from limestone to sandstone causes a breakdown of the binder matrix mix between the individual grains of sand attacked by the acid in solution from the limestone. Similarly run-off from copper roofing can stain stonework.

REPAIR OF STONEMWORK

Generally principles for the repair of stonework are as follows:

- 01) If the stonework of the wall is still working to keep out the weather and to support the wall above it, then probably no works are required.
- 02) The historic importance of the stonework should be identified and carefully recorded before implementation of work. It is of paramount importance to retain the maximum possible of original fabric.
- 03) Any moulded or carved work which needs to be replaced should have its details matched as exactly as possible by measuring and recording an uneroded section. Replacement stones should match the original in size, shape, colour, texture, qualities of durability and surface finish. The bed joints should be correctly tooled.
- 04) Ideally the stone should come from the same quarry as the original or if that is no longer possible matching geologically compatible stone should be obtained.
- 05) The appearance of the overall wall should remain as similar as possible to its original form. It is not good practice to piece-in a large number of small stone indents as the original joint lines will become less distinct.
- 06) Replacement stone should normally be set to the original face line.
- 07) Replacement stones (when sedimentary) should be correctly bedded on their natural bedding plane except for cornices, copings, string courses which should be edge bedded and the voussoirs of any arches which should be set approximately parallel to the radius of the arch.

For the **repair** of stonework we will consider separately **walls** as a whole element and the individual **stones** of the wall.

Walls: The function of a wall is to support the roof of a building and to prevent weather penetrating the interior of that building. A variety of problems can affect either of those functional requirements.

- Individual stones may fracture because of settlement forces on them.
- The skins of the wall may part because they are not adequately bonded together.
- The core material itself may be washed out by water penetration particularly at high level.

These can be overcome by a series of methods including traditional consolidation stitching (which may require some demolition and rebuilding); the use of lime based grouts; or the insertion of metal anchors (stainless steel).

Foundation failure has been frequently dealt with by underpinning in localised areas. However this can cause adverse settlement elsewhere in the building and result in further extensive damage. The whole building and its overall structural and settlement performance must be considered as one.

Stones: Individual stones can be damaged by a number of causes. They can be repaired by;

- complete stone replacement,
- dentistry (i.e. partial replacement)
- Lime putty and stone dust repair.

The decision as to which intervention is required is one which will need judgement and experience. The budget available for the repair works and the extent of the damage may inform which repair method is to be followed.

Stone Treatments

- 1) **Lime watering:** This process is basically the building up of lime on limestone by the application of thirty to fifty treatments of lime rich water being "drenched" over decayed limestone work. The lime rich water is thought to help consolidate the stone within its pores. However many experts have referred to the danger of artificially inducing so much water onto the stone which may well have long term disadvantages.

2) Consolidants and surface preservatives:

Long term experiments with silanes, brethanes and other materials are as yet inconclusive. If in doubt as to their long term effect, it is probably desirable not to use such materials.

- Low pressure water washing;
- high pressure water washing (2000psi);
- acid;
- alkaline;
- steam;
- abrasive blasting.

3) STONE cleaning

There is an ongoing debate on whether stone cleaning on historic buildings is appropriate. There have been disastrous cleaning experiences on many historic buildings. The purpose of cleaning should be to remove damaging salts and other forms of pollution from the face of the stone, and not simply to give it a “new” appearance. Trial cleaning on sample panels is always advisable.

The carrying out of trial panels should attempt to establish methods which will be appropriate for the material being cleaned. Some materials will be harder than others and can accept a greater “strength” of cleaning. As stated above, the general principle to be followed is that the works being carried out should be as gentle and non-invasive as possible to achieve the agreed purposes of the cleaning.

In essence the geology of the stonework is the most important matter to consider in any stone cleaning programme.

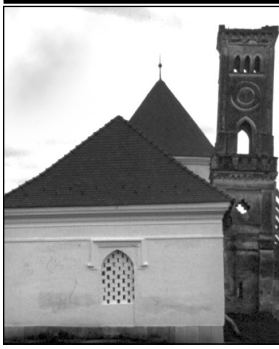
A major problem of many cleaning methods is the volume of water deposited on the face of the building. This causes salts migration. It can drive salts and dirt into the stone and can loosen pointing. Water driven into the walls can come into contact with timber, metal and wiring causing problems. If the cleaning programme was carried out at an inappropriate time there can be frost action arising from the water.

Stone cleaning methods

A number of proprietary methods have been developed and marketed in recent years, with various degrees of success. These have included systems based on:

Any water cleaning should use the lowest pressure possible to achieve the degree of clean required.





David Baxter

Stonemasonry workshop

Introduction

Stone has been used at Bánffy Castle in four principal situations:

- in the construction of its walls,
- as a protective coping material,
- for decoration and status around its doors, windows, and entrances,
- and in its statuary.

Until the 1940's, when it was last occupied by the Bánffy family, the castle was richly adorned with stone and was famous for the quality of its carvings. Since then, and particularly during the latter part of the 20th century, much of the stonework was vandalised, stolen or displaced. That which remains is therefore extremely important to be retained.

The stonemasonry workshops therefore concentrate on:

- repair techniques,
- reinstatement of displaced stones and
- carving of new stone.

The general principle followed is one of maximum retention of existing material, and of compatibility where replacement and repair is required.

Stone type

The decorative stone used for windows, doors and entrances was a limestone from a quarry near Cluj. It is no longer available from that specific source. The stone now used at the castle is also a limestone from the same geological bed as that originally used. It is therefore compatible in colour, texture, porosity and weathering abilities.

The Workshops

1. New Work

1.i. Students are taught by master craftsmen from Britain and Romania in the many aspects of stone preparation. Working stone is a time consuming process and it is therefore not always

possible to complete specific elements on the buildings within the modular structure of the BHCT course. The course therefore seeks to combine exercises with actual restoration in order to give students the widest possible teaching experience.

1.ii. Initial work identifies the tools required for dressing the stone, which arrives at the castle as a sawn block. The block is squared by hand using a variety of tools, (pitcher, narrow and wide chisels, and boosters). This is particularly time consuming but is essential to ensure correct fit of the work, and forms the base for guiding the development of profiles and delicate carving. Once squaring is completed students are shown the techniques needed to create geometric and decorative patterns, profiles and lettering. In parallel with this, work is undertaken by the master craftsmen and the more able students on preparing new stones for insertion into the buildings, in locations where stones were either missing or were eroded/disfigured beyond repair.

1.iii. During the 1960's/70's the main entrance gates to the castle had been altered. The outer entrance had been almost completely rebuilt and incorporated new elements cast in reinforced concrete to replace the former stone elements. The inner stone entrance arch partially collapsed during the 1990's but the original stone elements were still to be found within the castle. During 2002 the stone masonry students began the restoration of both the inner and outer entrance arches. This involved cutting out the concrete elements and replacing them with new stone, prepared to the original profiles, combined with insitu repairs to the existing stones, and the reinstatement of the original displaced stones to the inner entrance arch. The new stone was fixed to the existing structure using galvanised steel dowels set in pure lime putty with no additives. The position of the dowels was carefully chosen to minimise the risk of water penetration which in the very long term

could potentially cause a chemical reaction which would result in the expansion of the dowels and destruction of the stone. The dowels were therefore inserted in the centre of the stones to minimise water penetration from joints. The maximum width of joints between the stones was 3mm, and the joint consisted only of pure lime putty.

2. Repair.

2.i. Where possible the existing stones were repaired insitu. This was achieved using a technique of carefully removing decayed areas, inserting a small copper armature into the stone, bedded in lime putty, and then carefully rebuilding the profile using modelling techniques and a special mixture of lime putty and stone dust.

2.ii. The repair mixture comprised one part lime putty to one part stone dust. This was then tempered with up to 5% of fine sand to help match the texture of the existing stone. The stone dust was made from two types of stone found within the castle which were combined at a 1:1 ratio to achieve a good colour match to the existing entrance stones. This system ensured direct compatibility with the properties of the existing entrance stones. No resins or cement were used within this process, as the former remains unproven in terms of its long term weathering effects, and the latter is too hard and is non porous and would therefore accentuate localised weathering of the existing stones.

2.iii. In order to apply this mixture to be able to withstand the summer temperatures of up to 38C a micro climate was created around the stones to be repaired to ensure against premature drying of the newly applied repair mix. This was done by ensuring that the base stone was thoroughly wetted in advance, and following application of each layer of the repair, was then

covered in hessian and wetted with a gentle water mist. Careful control in this way has ensured that the repair has been successful and has endured extremes of temperature during the last two years ranging from 38C to minus 20C.

2.iv. Subsequent refinement of this technique in 2003 and 2004 on the restoration of the entrance gate to the former Stables found the introduction of slightly coarser sand to the base mix layers added strength to the mix, and that the colour and performance of the top coat was improved by maintaining the general mix of 1 part lime putty to 1 part stone dust, but adding 1/2 part fine sieved sand which also contained a small portion of white stone dust. Through this system it has been possible to retain many areas of original stone which might otherwise have been replaced.

Ongoing Restoration

The entrance gate to the former stables at the castle was one of the most ornate and carefully crafted pieces of Baroque stonework in Transylvania but was heavily vandalised in 2000. Its restoration began in 2003 and still continues. The techniques used are again a mixture of repair and replacement, using the same system as described above. This has enabled the reinstatement of the original carved entrance frames which had been removed from their original position and broken. They were reinstated in 2003, and supplemented with new carved profiles in 2004.

This approach to repair emphasises the need to ensure maximum retention of the original material and offers a basic formula of repair which can be modified to suit different situations and still remain compatible with the original material. This is the only course in Romania using this technique.

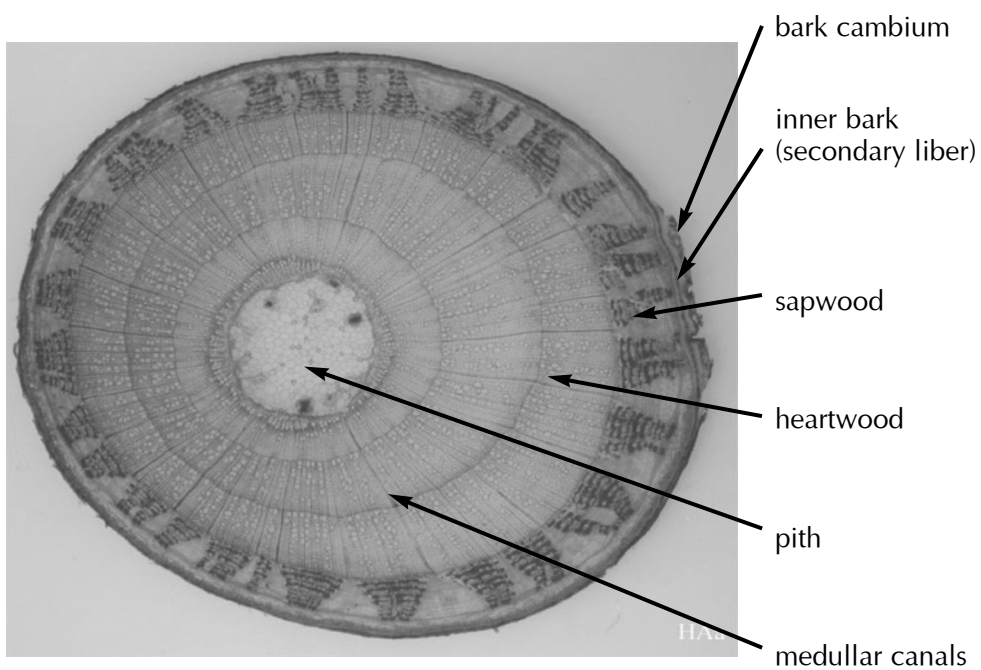
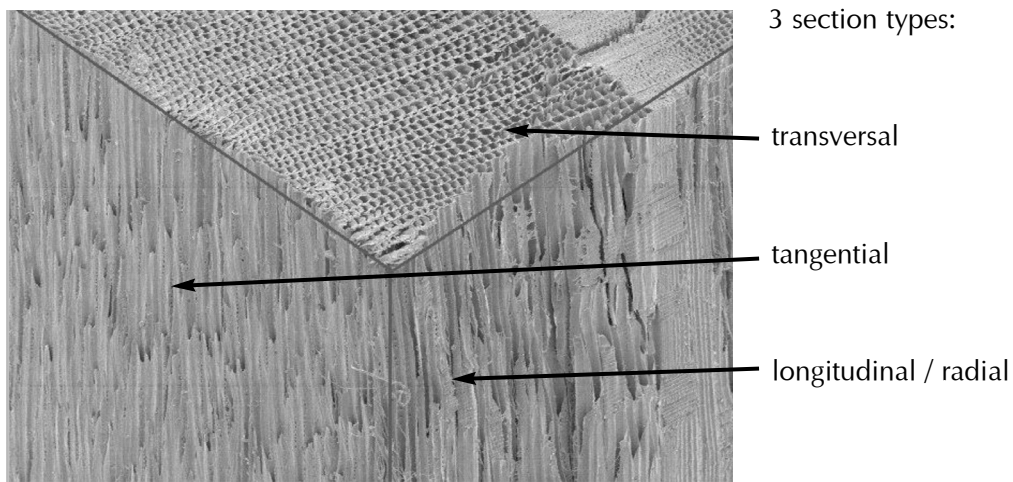




Szabó Anna

Structure of timber
Physics and chemistry of wood
Durability and moistness degrees
Biological degradation and treatments

1. Macro and microscopic structure of wood

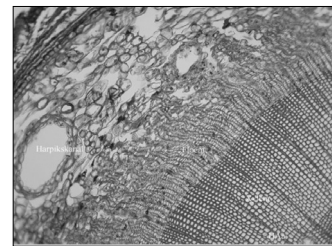


Transversal section through a lime tree (*Tilia sp.*) branch

1.1. Bark

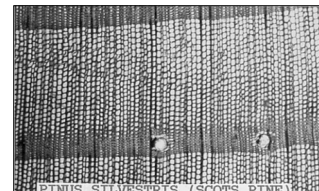
Components	Role	Chemical features
Hard bark	protection	Suberine lignin ↑ holocellulose ↓ additional substances ↓ (proteins 2%, starch, carbon hydrate soluble)
Inner bark	transport	holocellulose ↑ lignin ↓ additional substances ↑ (proteins 8%, starch, carbon hydrate soluble)
• inner bark (phloem)	growth	
• cambium		

1.2. Sapwood



Components	Role	Chemical features
Living annual ring	transport (H ₂ O+ mineral salts)	water ↑ starch ↑ proteins (1,5-1%) ↑ lignin ↓↓
• grains (primer wood)	transport (starch, glucose)	
• ray tissue	radial transport	

1.3. Heartwood



Components	Role	Chemical properties
xylem (lignified, dead)	upholding	lignin (18-28%) resin/gum colorant substances mineral substances proteins <0,5%
• spring wood		
• summer wood		
ray tissues	radial transport	

2. Moistness degrees

- free water (inside cells) or bond in chemical compounds (cell wall)
- humidity of timber: % brut, % net reported to weight (with variable humidity; absolutely dry)
- humidity of living wood (% brut):
deciduous: 42,9-47,8 %
resinous: 50,2 %
- after drying – eliminating water from inside of cells: 28-32 %

3. Durability of timber

= as long as it maintains mechanical properties, morphology and chemical structure of tissues

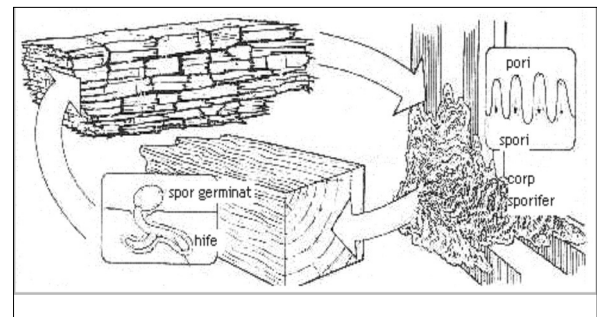
Durability / Species	Durability in years			
	On air	In constructions	Submersed	
Very d.: acacia, oak, durmast, chestnut, larch	10* - 20*	60 - 80	500 - 1000	500
Durable: scotch pine, black pine, elm	7 - 18	50 - 80	500 - 1000	500
Less d.: fir, spruce, ash	4 - 5	10 - 40	120 - 700	70
Flimsy: beech, hornbeam, sycamore	2 - 5	5 - 35	60 - 70	50

*in/without contact with the soil

4. Agents of decay

- Bacteria – produce enzymes which decompose pectin from parenchyma-cells, facilitating the intrusion of other microorganisms.
- Green alga
- Fungi
- Lichens, mosses – contribute to the maintenance of humidity and facilitates the installation of fungi and lichens
- Insects
- Birds – direct mechanical action and indirect action by excrement

4.1. Fungi – structure, attack



4.1.1. General structure:

fruiting body (with hymenophor)

spores

hyphae → mycelium

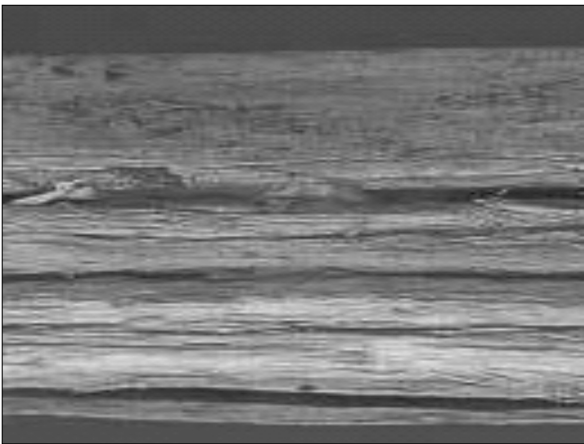
4.1.2. Types of fungi attack

a) Brown rot



- discomposure of cellulose and partially – of hemicelluloses
 - color: carrot → rusty → brown
 - rumbly material → prismatic pieces
- result: decrease of volume, timber loses its strength
- species: dry rot fungus *Serpula lacrymans*, wet rot *Coniophora puteana*, Mine fungus *Fibroporia vaillantii*, Conifer Mazegill *Gloeophyllum sepiarium*

b) White rot



- discomposure of cellulose, of hemicelluloses and lignin
 - color: lighter → whitish
 - in some cases the timber splits along the fibers → whitish, grainy rot
- result: timber partly loses its strength
- species: *Coriolus versicolor*, white rot fungus *Poria medula-panis*

c) Moulds

- the fungus is destroying certain parts producing deepening (holes)

d) Stains

- alternating zones of lighter and darker colors

e) Soft rot

- on timber kept for a long time in contact with moisture (submersed or in marshy soils)
- surface: grey to brownish grey color, soft, during drying it peels and becomes rumbly
- produced by microscopic fungus associated with bacteria

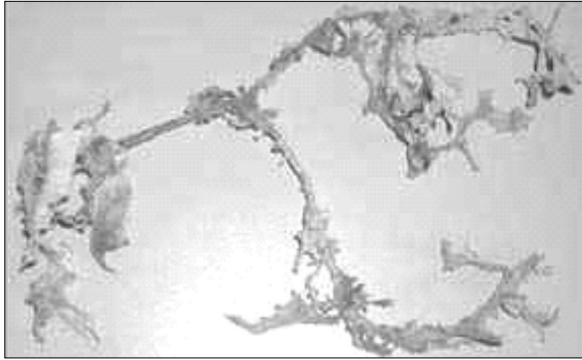
The most frequent fungus found on wooden construction material:

- dry rot fungus *Serpula lacrymans* sin. *Merulius lacrymans*
- *Conyophora puteana* – cellar rot
- mine fungus *Fibroporia vaillantii* sin. *Poria vaillantii* – mine fungus
- Conifer mazegill *Gloeophyllum sepiarium*
- *Fomitopsis rosea* sin. *Fomes roseus*, *Phellinus contiguus*, Common Jellyspot *Dacrymyces stillatus*

Dry rot *Serpula lacrymans* sin. *Merulius lacrymans*

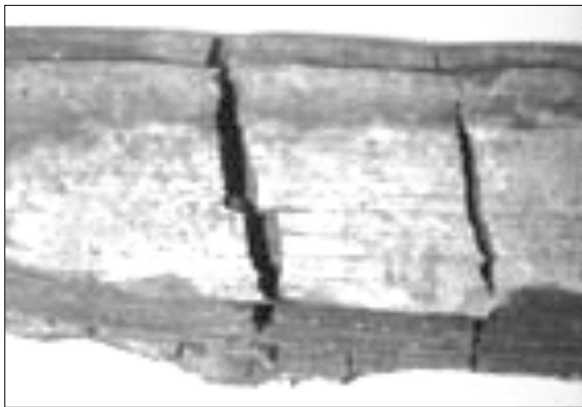


- the most destructive biodegradation agent
- fruiting bodies appear in springtime (April-June)
- for germination: pH ↓ , O₂ ↓ , timber humidity 30-40%



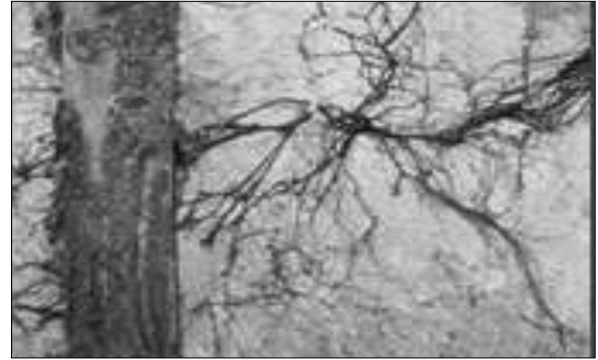
- mycelium: white, abundant around the timber, masonry, plaster), fan like form
- thick mycelium-branches (8-30 mm), resistant to tensile forces

- brown rot, prismatic, dry



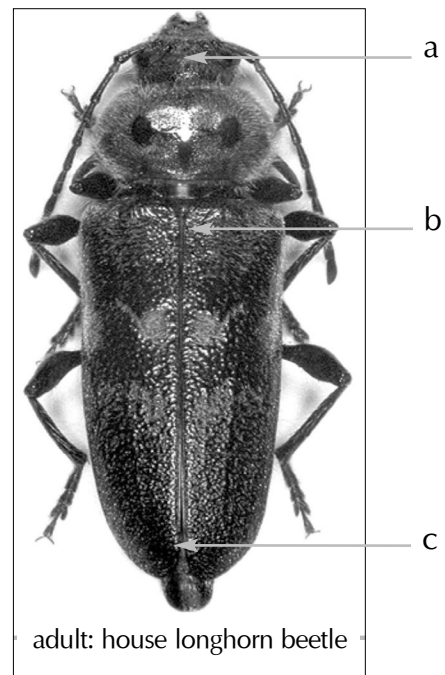
- prefers resinous timber, but it develops also on deciduous wood
- high expansion capacity, (12 cm/week)
- floors, plastered wooden walls, paneling, door frames, stove soles, less in roof structures
- treatment: removal and burning of affected timber, disinfection of the walls etc., curative fungicide solutions

Wet rot *Conyophora puteana*



- fruiting body: irregular surface, brown, greenish brown with narrow white, cream colored edge
- mycelium: thin, cream colored (the young ones), dark brown black at maturity
- high humidity timber (50 - 60%) for a longer period
- produces prismatic brown rot? cellars, floors, walls and ceilings of wooden houses, roof structures
- resinous, deciduous

4.2. Decay insects



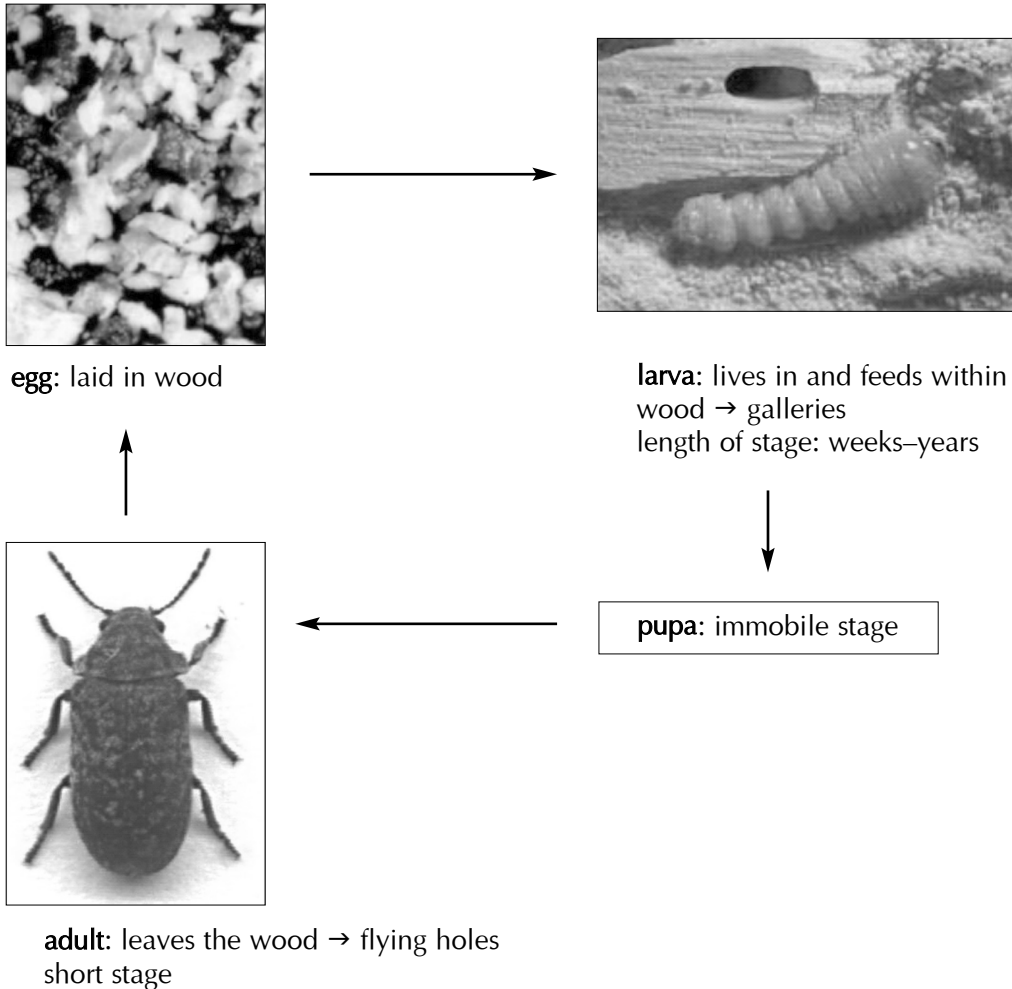
adult: house longhorn beetle

4.2.1. Structure

- a) head – with a pair of eyes, feeler, mouth
- b) chest – formed by three segments, each with a pair of legs, the middle and posterior segment bears a pair of wings each
- c) abdomen – formed by several segments

- use the wood as food and as place for life-cycle
- majority: coleopteran

4.2.2. Life-cycle of an insect



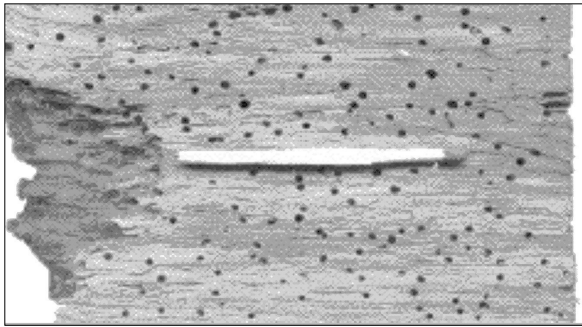
4.2.3. Decay Insects: attack

- target: living trees
felled trees
processed, deposited timber
timber in constructions, furniture
- action: flying holes (adults) on the surface of infected material
Larva galleries in the wood
Transforming the timber into pulverous mass
Some species favor the installation of other biodegradation agents

4.2.4. Decay insects: limitative factors, frequent species

- limitative factors: conditioning the installation, spreading, intensity of attack and length of development
temperature
humidity of air and timber
nutritive value of timber
presence of xylophage fungi
- *Anobium punctatum* furniture beetle
- *Xestobium rufovillosum* death watch beetle
- *Hylotrupes bajulus* European old house borer
- *Ptilinus pectinicornis* dull brown beetle,
Lyctus linearis Powderpost beetle

Anobium punctatum furniture beetle

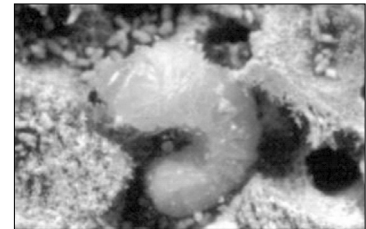


- flying holes: circular, 1-2 mm
- sawdust: knotty, ellipsoidal particles
- larva feeds on spring wood
- attacks resinous species (pine, spruce, fir) and deciduous ones (beech, oak, elm, walnut, etc.), hard and soft wood
- higher humidity, timber degraded by fungi
- resistant larva

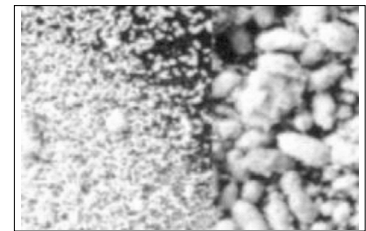
adult



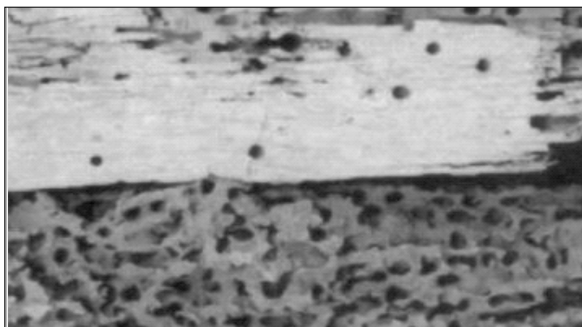
larva



sawdust



Xestobium rufovillosum death watch beetle



- flying holes: circular, 3-4 mm
- sawdust: knotty, discoid particles
- attacks especially hard wood in decay (oak, elm), rare soft wood and resinous species
- high humidity, fungi attack
- the emergence of adults is not compulsory

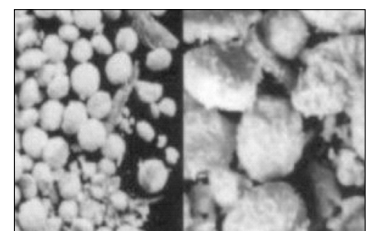
adult



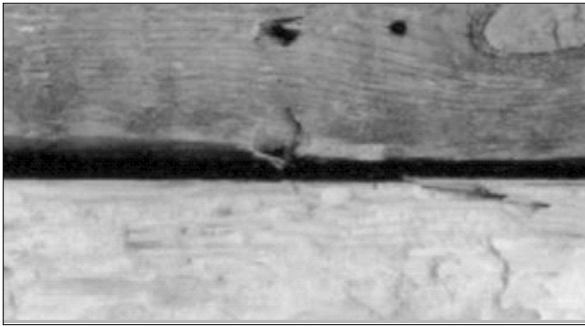
larva



sawdust



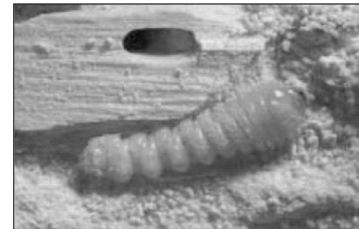
Hylotrupes bajulus house longhorn beetle



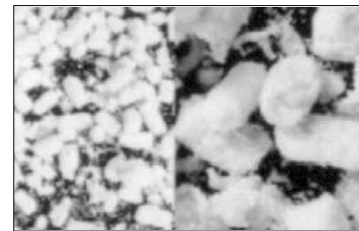
- flying holes: oval, 2-10 mm/4-6 mm
- sawdust: hard and rough, elongated particles
- only in alburnum of dry resinous trees, rarely in duramen – spring wood
- high humidity, fungi attack
- very frequent in roof structures



adult



larva



sawdust

5. Timber treatment

Hindering xylophage insects in developing their life-cycle in timber constructions

- prevention of attack
- fight against: curative treatment

5.1.Prevention of attack

- selecting the timber
- unfavorable conditions for attack
- chemical methods

5.1.1. Prevention – selection and timber processing

- “good timber”: slow growth → dense growth rings
- Chopped outside vegetation period
- processing: elimination of bark and alburnum – with high water concentration in the cells and nutritive substances
- storage places with good ventilation and low moistness
- in constructions: permanent maintenance

5.1.2. Prevention – chemical methods

- aim: increasing strength to biological degradation of timber by treating it with chemical solutions
- hinder the penetration of insects

- solutions based on:
 - F, As, B (e.g. nonferrous)
 - Hg, Zn, Cu (e. ferrous)
- treatment through impregnation brushing

5.2. Fight against: curative treatment

- physical
- chemical
- biological

5.2.1. Physical methods

- thermal, with microwaves, freezing
- thermal: against insects (European old house borer, furniture beetle)
 - 120°C (80-100°C), 1-2 hours → 55°C in the int. of section
 - 70°C-80°C, 36-72 hours → 55°C in the int. of section

5.2.2. Chemical methods

- gases
 - inert (CO₂, N₂, Ar)
 - reactive gases (C₂H₄O, CH₂Br, HCN, PH₃, SF₂)
- solutions with water-soluble reactive, glycol based solutions with B
- polymeric resins
- In most fungi attack cases the removal of attacked elements is needed
- *Serpula lacrymans* – dry rot: drastic elimination methods and curative treatment



dr. Bucşa Livia

Biodegrading Agents of the Timber within Constructions

The large diversity of timbers used in constructions in our country, as compared to countries like Great Britain, where we find mainly three sorts (oak, elm and and red pine), has as consequence a large variety of biodegrading agents. They can be comprised in the following systematic groups: Bacteria, Algae, Fungi, Lichens, Mosses, Superior Plants, Insects and Birds.

1. Bacteria

The involvement of bacteria in the decomposing of timber is not completely understood, but their role within the rotting process of elements immersed in water is recognised.

Through enzymologic research it has been proven that some bacteria possess enzymes that decompose the pectin of parenchymatic cells, making it easy for other micro-organisms to penetrate into the cells.

Under favourable humidity conditions, the action of bacteria reacts with the activity of fungi. Bacteria have been discovered which, through specific products, stimulate the development of fungi, but also other species with an antagonist action.

2. Green algae

Green algae occur on all construction elements (stone, masonry, tiles, timber etc) where a high degree of humidity is maintained. Their direct action on timber has not been proven yet, but they contribute to maintaining the humidity by facilitating the introduction of fungi and lichens.

3. Fungi

Fungi constitute the most dangerous biodegrading agents of the timber within constructions, both through their strong destructive effect (rotting) and through the fast and frequent extending of attacks.

Fungi can develop on the timber within constructions if the humidity of the attack is maintained above 22% for a long time. Spores produced by sporiphore bodies' characteristic of each species are spread into the atmosphere. Once they get on a humid wood surface, they germinate and produce very thin filaments, called *hife*. They penetrate into the cells where they destroy, through specific enzymes, the components of the cell walls. Hife are of various colours (white, black, grey, brown etc) and form a felt-like "knitting" called *mycelium*, also visible without a microscope. Many species also possess resistant propagating belts called *rhizomorphs*. Under optimal life conditions (humidity, temperature, O₂ level etc), the fungus produces annual or multiannual *sporiphorous bodies*, which have a fertile area called *hymenophorus*, from where millions of spores are ejected out into the atmosphere.

According to the various enzymes and nourishment peculiarities of the fungus, the attacked wood may suffer several types of attack:

The brown (or destructive) rot

Fungi which produce this kind of rot mainly decompose the cellulose and part of the hemicelluloses. The wood gradually changes its colour from reddish to russet and then brown, it becomes brittle and, as a consequence of contraction, falls apart into prismatic pieces. During these transformations and its decrease in volume, the wood loses its mechanical resistance.

Brown rot produced by the "house fungus" *Serpula lacrymans* is called dry rot, different from the same kind of rot produced by species like *Coniophora puteana*, *Fibroporia vaillantii*, *Gloeophyllum sepiarium* etc, called wet rot.

The white (or cohesive) rot

In this case, fungi simultaneously decompose the cellulose, hemicelluloses and lignin. The wood's colour lightens up, and in the final stage becomes whitish. In some cases it breaks apart along the fibres and is called white, fibrish rot.

Of fungi producing this kind of rot we mention the species *Coriolus versicolor* and *Poria medula - panis*.

The alveolar rot

Occurs in cases when the fungus enzymes destroy certain areas by producing grooves (holes).

The motley rot

Is characterised through alternating light-coloured and dark-coloured areas.

The soft rot

Occurs on wood kept for a long time under conditions of high humidity (submersed or in swampy soils). The wood is greyish to brown-blackish at the surface, soft while wet and when it dries it exfoliates and becomes brittle. This type of rot is produced by microscopic fungi associated with bacteria.

Listed below are the most frequent species of fungi from the class *Basidiomycetae* occurring on the timber within constructions in our country.

a. *Serpula lacrymans* syn. *Merulius lacrymans* "the house fungus" is undisputably the most destructive biodegrading agent for timber within constructions.

The sporiferous bodies of the fungus are spread on the underlayer, having a white fluffy edge, often with water drops (hence the name of *lacrymans*). The middle part, first orange-coloured, becomes brownish-russet when the spores reach maturity. The hymenophorus is irregular having characteristic X-shaped folds. The sporiferous bodies are annual, they appear in spring (April - June) after which they dry out and become skin-like.

The mycelium develops abundantly around attacked materials (timber, masonry, render), being white and fan-shaped. The fungus also has thick rhizomorphs, first white then dark grey, having a diameter between 8 and 30 mm and being resistant to traction.

The wood is degraded and transforms to brown and prismatic, dry rot.

The fungus prefers resinous timbers but it also develops on leafy timbers. It has a great extension capacity, being able to reach, under optimum temperature and humidity conditions, a growth of 12 cm a week.

For germinating, the fungus needs an acid environment, poor in oxygen and with a wood humidity between 30 and 40%.

In constructions, the most endangered areas by the "house rot" attack are: floorings, rendered timber walls, wall-panels, door cases, the plinths of stoves etc.

b. *Conyophora puteana* - "the cellar fungus".

The sporiferous body is spread on the underlayer, its surface being irregular and brown, olive or brown-greenish, with a thin cream-coloured to white edge. It develops on the timber surface or on adjacent masonry areas, from where it can be easily detached. The rhizomorphs of the fungus are thin and cream-coloured when young and dark brown to black when mature.

The fungus prefers wood with a high humidity (50 - 60%) for a long time, producing a brown prismatic rot, which might be mistaken for the one produced by *Serpula lacrymans*. It often occurs in cellars, humid basements, floorings, but also on walls and slabs of timber houses with water infiltration from the roof covering, both on resinous and leafy sorts of timber.

c. *Fibroporia vaillantii* syn. *Poria vaillantii* - "the mine fungus". The sporiferous bodies, creamish-white, are spread on the underlayer having their surface covered with angular pores between 0.4 and 1 mm in diameter, and are hard to detach from the underlayer.

The rhizomorphs of the fungus are creamish-white, spread in the shape of a fan.

This species prefers resinous timbers and areas with high temperatures (roof structures, mine galleries etc), where it produces a brown prismatic intense rot.

A similar species is *Poria medula - panis*, which frequently occurs on external timber elements (service systems, bridges etc) both on leafy and resinous wood species, producing a white rot.

d. *Gloeophyllum sepiarium* has orange-coloured sporiferous bodies when they are fresh and brown-russet when old. The upper part is divided into areas and hairy, while the lower one (hymenophorus) is made up of thick labyrinth-shaped lamellae (actually dilated pores).

The sporiferous bodies occur from the wood's cracks or at the ends of elements, having various shapes according to the inclination of the support.

The fungus attacks resinous timbers, especially beams, rafters and elements exposed to weathering, producing an intense, brown and prismatic rot that leads to the breaking apart of attacked elements. In most cases, the fungus occurs concomitantly with the species *G. abietinum* that has a brown-chocolate colour and is not hairy on its upper part.

e. *Fomitopsis rosea* syn. *Fomes roseus* is horseshoe-shaped, dark brown on its upper part and pink on its lower part, where 3-6 round pores per mm can be seen. It grows on resinous woods, especially on spruce fir (*Picea abies*), producing a brown rot. It also occurs on timber within constructions, on roof structure elements, slab beams, but also on elements exposed to weathering and in humid basements.

f. *Phellinus contiguus* is also a "touchwood" with a ligneous sporipherous body, spread on the underlayer, ochre to dark brown on its upper part and of a lighter shade on its lower part, where the pores are, 2-3 per mm. It attacks leafy timbers, especially oak, both in roof structure areas and on external elements, causing a fibrous, intense and rapid white rot.

g. *Paxillus panuoides* has a lateral foot on its sporipherous body and pale ochre to brown hat, with a hymenophorus consisting of yellow to orange-coloured lamellae. Its rhizomorphs are thin, ochre-yellowish and their colour doesn't darken with aging. The fungus prefers softwoods under conditions of high humidity and causes a prismatic, light brown rot.

h. *Dacrymyces stillatus* is a very widespread fungus on external timber, but hard to notice due to the small dimensions of the sporipherous bodies (1 - 5 mm in diameter). During wet, rainy weather they swell and become visible due to their yellow-orange colour. Gelatinous when fresh and wet, their colour darkens in time and they harden when dry. The fungus doesn't produce any rhizomorphs and the mycelium is invisible. Both leafy and resinous timbers attacked by it show a small prismatic brown rot. This fungus is the main biodegrading agent of the shingle and frequently occurs on external timber elements.

4. Lichens

Lichens, although growing slowly (by 1 - 2 mm/year), cover external timber surfaces like a crust. According to the exposure to the sun and the shadow caused by towers or the surrounding vegetation, they develop in a different way. Sunny areas are preferred by species of *Xanthoria*, orange-coloured, and shady parts by species of *Cladonia* and *Evernia*, greenish. Lichens do not attack wood through specific enzymes, but contribute to maintaining a high permanent humidity that facilitates the development of fungi. In this case, the most endangered are shingle roof coverings.

5. Mosses

Mosses occur after the installation of algae, fungi and lichens, at a stage of advanced decomposition of the wood, on shaded areas. They contribute to the humidification process, being followed by superior plants which accomplish the decomposition process of timber.

6. Insects

Wood and timber-based materials may be attacked and affected by a great diversity of insects called xylophages because they use wood as their trophic basis and as place where they begin and live their life cycle. Scientists divide xylophage's insects into several groups having distinct characteristics. The group comprising the most numerous and frequent wood pests is that of the xylophages coleoptera or beetles, and we will refer to this one in the following.

The attack of xylophage's coleoptera may target standing as well as felled trees, processed, stored timber or that already placed within constructions, furniture, and works of art. The destructive action of these insects is manifest through flight holes on the surface of the infested material, larvae's galleries within the wood's mass and the transformation of timber into a dust-like mass. The activity of certain species facilitates the installation of other biodegrading agents. The damage consists of technical decay – the alteration of structure and loss of resistance as well as depreciation of the original or finished aspect of attacked elements.

Limiting factors condition the introduction, spreading and intensity of the attack and the development duration of xylophage's coleoptera. The most important such factors are:

- 1) Temperature and humidity of the air and the wood;
- 2) Nutritional value of the wood;
- 3) Presence or absence of xylophage's fungi or of rots produced by these.

Each species has certain requirements regarding these factors.

The following presents the most important and frequent species of xylophage's coleoptera that affect timber within constructions.

***Anobium punctatum*" the common furniture beetle"**

They are cylindrical insects, of a chestnut colour, 3 - 5 mm long. The thorax is provided with a hood-shaped shield, which partially covers the head. The elytrae have longitudinal rows of dot-shaped grooves with tiny hairs. The

larvae, arched in the shape of a crescent, 6 - 7 mm long, have a white-yellowish colour. The white eggs are lemon-shaped and have a length of 0.3 mm.

Eggs are laid in cracks, inclinations, on rough surfaces or in the old flight orifices. The development cycle is of 1 - 3 years, depending on environmental conditions. The mating flight takes place in June - August.

Flight orifices are circular and have a diameter of 1 - 2 mm. The sawdust from the galleries has a granulose aspect, but pressed between the fingers it appears like a fine cream-coloured powder. It is made up of cylindrical particles, pointed at the ends or ellipsoidal.

The larvae consume the wood by digging a network of irregular galleries, between which remain fine lamellae of late wood, full of sawdust (this may be taken out by raptor or rot-eating insects).

They attack both resinous (pine, spruce fir, fir tree) and leafy woods (beech, oak, birch, elm, nut wood etc), hardwoods and softwoods. They can be found mainly in the sapwood but also in heartwood when infestation is extended.

They cause damage to: furniture, icons, various objects of utilitarian use, panels glued together with natural glues, veneers, but also to gates, pillars, and construction elements. They preferably attack wood under conditions of higher humidity that is within floorings, in basements, unheated rooms, churches etc. They attack less construction elements exposed to sun, ventilation, and dryness. Dry heat can temporarily stop their development; it restarts subsequently if favourable conditions reappear, the larvae being resistant. Wood decayed by fungi may be attacked, but the presence of rot is obligatory.

***Xestobium rufovillosum* "the death watch"**

These are larger insects, 6 - 8 mm long. Their body has the colour of chocolate and is covered with spots having yellowish-reddish short soft hairs, which conveys a marble-like aspect. Their elytrae are dotted but have no striations. The curved, white larvae are covered with yellow hairs and are 11-12 mm long. The eggs are white-mother-of-pearl and lemon-shaped.

Eggs are laid in cracks, on rough surfaces or in old flight holes. The development cycle lasts as an average for 4-5 years, but may vary between 1 and 10 years, depending on environmental conditions. The mating flight takes place in May-June.

Flight orifices, circular, are 3-4 mm in diameter. The sawdust from the galleries has the shape of balls, and pressed between the fingers seems sandy and rough. On or above the

infested wood appear small heaps of brown sawdust. It is made up of discoid particles.

The larvae dig a rich network of galleries, filled with sawdust, looking like a honey comb. Inner cavities can be created which are almost entirely hidden inside wood of large dimensions.

They attack especially hardwood, wet and rotting, mainly oak and elm, but they may affect, through extension, softwood and rarely resinous woods.

They cause damage to old constructions: churches, manor houses, mansions etc. The strongest attacks are to be found at roof structure beams, steeples with a faulty drainage of rainwater. They prefer conditions of high humidity of the atmosphere and wood. The attack is usually started only within wet wood that is affected by xylophage's fungi.

Under conditions of strong attack, mating and egg-laying may take place within the wood, adult insects not being noticeable. Thus they may cause major structural damage, undetectable without special procedures.

***Ptilinus pectinicornis* "the construction beetle"**

They are cylinder-shaped insects, brown-coffee-coloured, between 3.5 and 5.5 mm long. The male's antennae are strongly pectined while the female's are serrated. The elytrae have fine dotting, more or less regular. The larvae are curved and differ between various stages. The eggs are elongated, pointed, glassy, varying in size between 0.075 and 1.5 mm.

Eggs are laid in the lumen of the wood's chambers between an egg-laying gallery perpendicular to the fibre. These galleries are dug in cracks, in the own flight orifices and in galleries of *Anobium punctatum*. The development cycle lasts for 1-3 years. The mating flight occurs in the months of June-July.

Flight orifices are circular and 1-2 mm in diameter. The sawdust is pink-cream-coloured, smooth and silky to the touch, concentrated in galleries. Sawdust is eliminated to the outside only when they dig the egg-laying gallery.

The larvae dig numerous and filled up galleries, coated with a compact powder, into sapwood and heartwood.

They attack leafy woods, preferably hardwoods: beech, ash wood, elm, oak, maple etc. Softwoods are attacked more seldom.

They cause considerable damage to the construction timber in store-rooms (mainly beech) and to various objects of wood with utilitarian use, furniture, and works of art. They prefer using the old flight holes when initiating attack through egg-laying galleries; this explains why the

attacked timber is often destroyed very rapidly, without obvious external signs to be noticed.

***Lyctus linearis* "dust-making beetle"**

Adults are 2.5 - 5 mm long. Their body is a bit flattened, elongated and slim. The thorax is trapezoidal; it is not hood-shaped. The antennae are clubbed. They are brown- reddish to black. The larvae, white, at first straight then curved, are 6 mm long. The eggs are elongated, have a small tail and are very small (0.7-0.8 mm long).

Eggs are laid deep into the wood's pores, at the end of the wood's fibres from the surface, in cracks or eaten holes. The development cycle usually lasts 1 year, shorter at warm temperatures. The flight takes place during May-September.

Flight orifices are circular and of an average diameter of 1.5 mm. The sawdust is whitish, very smooth and tightly pressed into the larva galleries. It is taken out of the galleries only on occasion of the flight.

The larvae create an irregular, meandered network of galleries having a circular section of 1.5 mm in diameter, generally along the wood's fibre. The wood is almost wholly transformed into dust.

The attack only comes about in the heartwood of leafy hardwoods with large pores: oak, ash wood, elm, nut wood. Damage is caused to the dry timber in store-rooms, parquet, wall-panels, scaffolding, roof structures, furniture, and veneers. Timber older than 15 years, with low amidine content or with film-like covers, is immune. The initial stages of the attack are not detectable by the usual means until the first flight orifices appear.

***Hylotrupes bajulus* "house Capricorn beetle"**

They are insects of varying dimensions between 7 and 25 mm. The female is bigger than the male. They have long antennae. The thorax is almost circular, covered with grey short soft hairs with two shiny, discoid areas. The dotted elytrae have whitish, smooth small hairs that form transversal strips. Their body is brown, brown-blackish or coffee-coloured. The larva is cylindrical, wider on its front part, white-ivory-coloured, hairy and over 24 mm long. The white eggs are spindle-shaped, between 1.2 - 2 mm/0.5 mm in size.

The eggs are laid in the wood's cracks. The development cycle lasts for 3-11 years. The flight occurs, usually, in June-August.

Flight orifices are usually oval, often with serrated edges, having sizes between 2-10 mm/4-6 mm. The white-yellowish sawdust comprises gross splinters, dust and cylindrical excrements, being approx. 1 mm long. It is hard and rough to the touch.

The larvae dig galleries with wave-like interior aspect, filled with sawdust. Galleries are more numerous right under the wood surface and they intertwine forming often a powdery mass under the intact veneer, showing striations or blisters. At strong attacks, this external layer becomes brittle along the fibre.

The attack is to be found only in the sapwood of dry resinous timbers. Damage is mainly caused to timber within constructions, especially roof structures, scaffolding, but also to timber in attics, enclosures etc. These beetles prefer warm spaces with a higher relative humidity of the air. They also consume wood that has previously been attacked by fungi.

7. Birds

The action of birds upon timber within constructions is of two types: direct, mechanical action and indirect through their excrements.

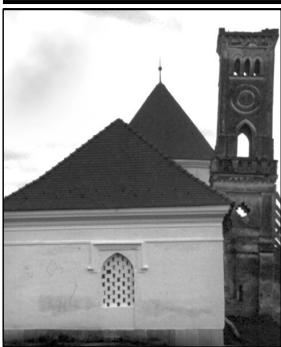
Woodpeckers are included in the first category, which drill holes in the wood for two distinct reasons: for extracting larvae of xylophage's insects, especially those of *Hylotrupes bajulus* and for building nests. In the first case, holes are irregular, around holes made by actively attacking insects. These insects mainly attack the sapwood area in the wood, at resinous woods, and that is why the attack mainly occurs at joint areas between two elements.

Walls towards North and East are attacked on the full height, and South ones only on the area shaded by the roof eaves. Where insulation is too strong, the wood humidity is below the minimum limit needed for insect development.

In the second case, due to the resonance created by the empty space inside the towers and their roof structures, birds think they are dealing with a hollow tree and drill round holes, specific to the entrance to the nest. Yet, the too wide space seems to them inadequate for building a nest, so they abandon the work, but restart it in another area.

Crows and pigeons penetrate through these orifices, building themselves nests inside these spaces, rising several generations of young.

Excrements and dead birds form a layer that gets thicker year after year, reaching considerable thicknesses, constituting an environment favourable to the development of parasites. In the case of infiltrations, the water dissolves and drains part of these sediments and stains ceilings, walls as well as the paintings on these.



prof. dr. Szabó Bálint – Kirizsán Imola:

Definition and Classification of Historic Roof Structures

- Doar în format CD
- Csak CD-n elérhető
- Only on CD
- Seulement en format CD.



David Baxter

BHCT Carpentry Workshops

Introduction

The main period of construction of the existing standing structures at Bánffy Castle was the 18th century, although parts of the buildings were refenestrated and added to in the early part of the 19th century. The great changes to the castle during the 20th century in terms of its ownership and occupation had resultant changes to the fabric of the buildings. Amongst these changes was the complete loss of its historic roof structure and subsequent re-roofing during the 1960's. By the end of the 1990's almost the whole of that latter roof structure had also collapsed except for a portion of the Miklós building and its attached Bastion, but these too subsequently collapsed in 2002.

Consequently much of the carpentry work at the castle has involved the creation of new roof structures. This has provided the opportunity to teach and demonstrate specialist carpentry techniques, through the development of eclectic roof structures, which have combined historic and modern detailing. In addition, direct teaching of carpentry repairs has been undertaken at remote sites where repairs to historic roof structures have been undertaken insitu.

Philosophy

The philosophy of carpentry teaching, as with other disciplines, is one of retention of as much of the existing fabric as possible, and it is this, which is particularly taught at the remote sites. In order to achieve this effectively it is essential that students understand the variety of joints available in undertaking repairs, the purpose of each joint, why some are appropriate in a particular situation but not in others, and the structural ability of timber and of joints. All of this can be demonstrated in new work as well as in repairs.

The Workshops

1.i. In 2001 the first carpentry workshop at the castle began with the restoration of the conical roof to the Bastion of the former kitchen block. The structure was set out and completed on the ground, all elements numbered, dismantled, lifted individually and reconstructed on the restored cornice of the Bastion. The construction of a structure of this scale presented many problems and offered the opportunity for experimentation in techniques and joint types.

ii. Historically roof construction in Transylvania has mainly been in pine, although there are exceptions where oak has also been used. In the Baroque roof of the Bethlen Gábor College at Aiud, which was the venue for workshops in 2000 prior to the move of BHCT to Bontida, the roof, including its wall plates is entirely of pine, whereas the older gothic roof of the Unitarian church at Maiad is entirely of oak. The present building regulations of Romania require wall plates in new work, and where work is undertaken on historic buildings, to be in concrete in order to address potential movements due to earthquakes. However in historic structures the flexibility of the materials of its construction have been important in its historic survival and this has been the case with timber roofs as well as masonry structures. Consequently the project successfully argued for a variation in the regulations to allow an oak wall plate to be used in the construction of this bastion roof. This principle has subsequently been followed in all areas of the castle where new roofs have been introduced through the project.

iii. The roof was constructed by setting out the circular oak base plate, which was then connected by minor joists (as in the spokes of a wheel) to an inner square purlin on the same plane. The centre of the circle became the meeting point of two base tie beams and the

vertical king post. The setting out of the base plate and king post followed traditional methods, and the timbers were joined using traditional scarf joints and tenons. A modern system of double and single rafters was introduced, assisted by mechanical fixing, and connected to an upper plate, similar to the base plate, which then performed as an upper purlin. The rafters reduced from double to single status from this point to the apex.

iv. The complexity of the structure in combining modern and traditional design and techniques demonstrated the clear need to understand exactly how roof structures work in tension and compression, where particular joints are appropriate whilst others are not, and how modern and traditional styles can be successfully combined. The roof was successfully reinstated within the time span of the modules of the 2001 course.

2.i. In 2002 students worked directly on the reinstatement of the roofs above the main entrance gates and adjoining rooms. Partial collapse of structural walls and vaults had resulted in movement of the walls of the structure. This served as a useful lesson in the need for accurate survey prior to the commencement of repairs or reconstruction. This is a key principle of carpentry work taught within the course, i.e. the need to ensure that the work is tailored to fit the building, and designs necessarily prepared in advance, are accordingly altered on site.

2.ii. The initial measurement and setting out is an essential element of understanding for the carpenter. Within this context students are shown traditional methods of measurement but also in 2002 scribed carpentry was introduced to the course. This is a system used extensively throughout Europe and also with some evidence in Romania. A frequent problem in all carpentry work is the quality of timber available. Through this system distorted timbers can be used to good effect which might otherwise be problematic or be disregarded. The system creates a false plane within the timber from which all measurements are centred and plumbed.

It has proved to be more appropriate to timbers to be used in a horizontal plane, but less so in the vertical plane where for example if used in rafter preparation where the main distortion would be on the outside of the rafter

would create undulations on the roof which would in turn cause difficulties in battening and tiling. It has however proved a useful tool and offers students a choice which they can apply to future repair situations.

3.i. In 2003 the project embarked on the reinstatement of the roof to the Miklós building to full Baroque detail. This involved the construction of 9 principle trusses and 29 secondary trusses. The complexity of the Baroque roof offered the opportunity to study a very large variety of joint types and structure. Each principal rafter consisted of a double rafter to collar level, double collar connected to the inner rafter with a single brace, and the outer rafter then continued to apex to be joined to its opposite rafter using a half lap joint. The roof also contained a base purlin set inside a double wall plate, and two upper purlins, together with cross bracing within the plane of the roof between rafter bays. The roof was constructed on the ground. Each principal rafter was mechanically lifted into position in complete form but all other timbers were lifted individually and assembled in position on the roof.

4. In 2004 the same teaching principles were applied to the construction of a new roof to three bays of the former Stables. These were similar to those prepared for the area above the main entrance gates in their form. However, the students included additionally, 15 to 19 year-old from the Construction School of Cluj. The partnership formed between the Construction School and the BHCT project is the only one of its kind in Romania whereby young students can learn modern and traditional building craft skills.

Remote Sites

At Maiad and Rimetea the project offered practical tuition on the in situ repair of historic timber structures utilising traditional carpentry skills and techniques. The Rimetea work was particularly instrumental in ensuring the survival of an historic timber log built house which would otherwise have collapsed, but which was saved through selective repairs, which demonstrated fully the principle of minimal intervention.

Principles

Throughout each of the workshops students are continuously given exercises in the formation of joints and measuring, assessing and interpreting. Within each component the students are shown how each angle and element of the roof is calculated and how those calculations can be transferred direct to the timber. Throughout all stages of the carpentry course students are encouraged to practice and improve their carpentry skills using tools familiar to them. In some instances this has meant forming joints or working timber in the traditional way with the use of the axe.

Students

As with all disciplines within the BHCT modules students comprised a mixture of craftsmen from within the building industry who already have some carpentry experience, and university students of architecture and structural engineering whose role it would be to specify future work on historic buildings. This provided a rich forum for debate on the design and form of the timber elements.

Through this process the teaching of traditional skills can be encouraged and important historic buildings restored.





Makay Dorottya

Historic Roof Structures with Baroque Character - Introduction

Course outline:

1. Roof structures with baroque character – definitions and terminology
 - 1.1. Roof structures – definitions (outline)
 - 1.2. Typology of historic roof structures and the place of roof structures with baroque character (partial review)
 - 1.3. Terminology of historic roof structures with baroque character
2. Subensembles and components of historic roof structures with baroque character
 - 2.1. Main truss with baroque character – baroque tensioning and suspension systems
 - 2.2. Secondary truss with baroque character
 - 2.3. Longitudinal bracing system with baroque character
 - 2.4. Main elements of historic roof structures with baroque character
3. Classification of roof structures with baroque character – typology – 2008 working phase
4. The importance and values of roof structures with baroque character
 - 4.1. Historic values – time factor, geographic spread
 - 4.2. Durability of roof structures with baroque character
 - 4.3. Safety of roof structures with baroque character
5. Research, planning and interventions guide for historic roof structures with baroque character – proposal, 2009 working phase
 - 5.1. The role of the owner in the conservation and maintenance of roof structures with baroque character
 - 5.2. Proposed framework for research / planning / execution
 - 5.3. Contractors – site managers, master workmen, specialist carpenters

1. ROOF STRUCTURES WITH BAROQUE CHARACTER — DEFINITIONS AND TERMINOLOGY

Roof structures (load bearing structures of the roof / roofed building closure), as well as timber structures in general were for a long time totally absent from construction and architecture university curricula. The former regime promoted flat-roofs, and favoured reinforced concrete and steel as building material. The craft of carpentry was reduced to constructing formworks for reinforced concrete elements.

Modern timber structures (of sized timber) and engineered roof structures slowly made their way into the curricula (under the heading of Timber Structures), but traditional carpentry-structures are still only occasionally taught, at institutions where professors possess expertise in conserving historic buildings / load-bearing structures (for example at the Technical University of Cluj-Napoca, Faculty of Architecture and Urbanism.) The situation is very similar in the case of vocational schools.

The aesthetic and historic value of historic structures, of historic roof structures, and of historic roof structures with baroque character in particular is already an axiom in the field of built heritage conservation, just like the importance of the message carried by their conception and structural conformity, their historic material and execution technology.

This course discusses interventions on historic roof structures focusing on roof structures with baroque character. It discusses a widely spread type of historic roof structure, as well as the historic values and craftsmanship it carries. (Historic, medieval roof structures with gothic character are much more rare; eclectic ones are quite frequent met, but their values worth preserving always need to be analysed.)

1.1. ROOF STRUCTURES – DEFINITIONS (OUTLINE)¹

Historic roof structures are fundamentally different from common, **engineered** roof structures which are still constructed, as well as taught, studied and synthesised by courses on “constructions / timber structures.”

After the late 19th – early 20th century developments in the theory of the resistance of materials and building static, all types of elements, structural subensembles and ensembles were scientifically conceived, calculated and dimensioned.

Engineered roof structures constructed of any type of material, timber, steel, reinforced concrete, can possess different structures:

- structures based on **girders** leaning on ring-beams or other structural subensembles (typically of reinforced concrete) capable of taking over lateral thrust;
- lattice frames** of different materials for medium and large spans;
- arches** of different materials;
- modern roof structures** proper, with rafters, posts and trusses; *Figure 1.1. – Mixed roof structure with trimmers, designed for the Aleşd, Bihor country School with Classes I-VIII.;*
- modern spatial structures** with membranes, cupolas, systems of spatial bars, etc.

This course does not discuss engineered roof structures. These are systematically studied and described by university construction courses home and abroad, with a rich bibliography.²

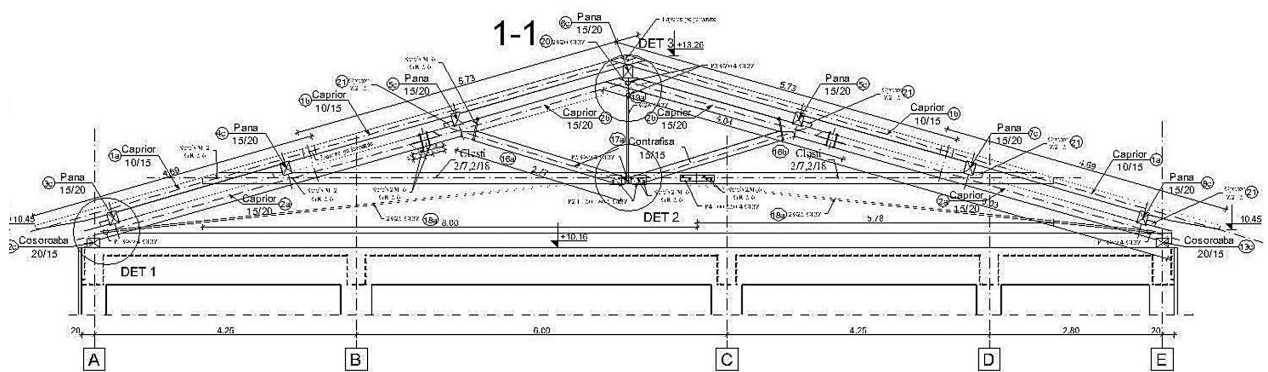


Figure 1.1.a. – Mixed roof structure with trimmers, designed for the Aleşd, Bihor country School with Classes I-VIII.

Semi-engineered structures, according to the work of prof. dr. eng. SZABÓ Bálint³, encompass the majority of roof structures built in the 19th century, after the industrial revolution, applying the first results of the theory of the resistance of materials, and the first dimensioning and calculus prescriptions.⁴ These are designated as **eclectic roof structures**.

The designation refers both to the „eclecticism” of structural solutions (tension / tension-suspension systems / trusses / vertical or angled posts) as well as to the architectural style of most of these buildings. Roof structures belonging to this type represent the transition from empirically constructed roofs to structures conceived and calculated based on engineering considerations. However, these too represent historic roof structures that can be designated as **eclectic historic roof structures**.⁵ *Figure 1.1.b. – Typical main truss of the former Continental Hotel (The New York Galleries).*

Stepping back in time, we arrive to **historic roof structures** created by carpenters based on empirical and intuitive considerations, on knowledge gathered empirically and handed down from generation to generation in carpenter’s guilds. Specialist literature frequently refers to these as **carpentry roof structures**.

For specialist definitions based on mechanical and engineering interpretations see the multilingual dictionary of prof. dr. eng. SZABÓ Bálint.⁶

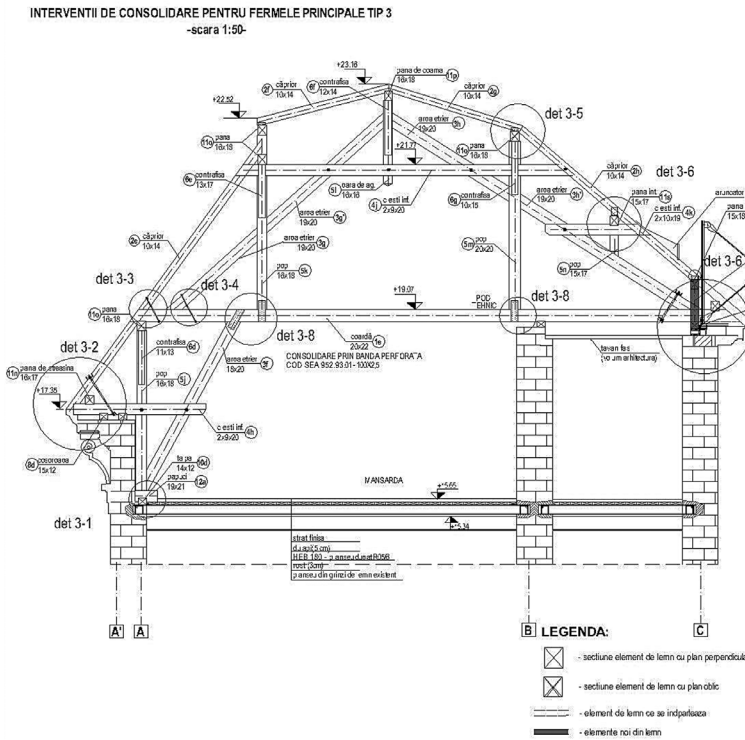


Figure 1.1.b. – Typical main truss of the former Continental Hotel (The New York Galleries)

1.2. TYPOLOGY OF HISTORIC ROOF STRUCTURES and the place of roof structures with baroque character (partial review)

This course only discusses **European historic roof structures** with a **western-type** construction system. It does not cover historic roof structures typical of other continents, nor the Byzantine construction systems.

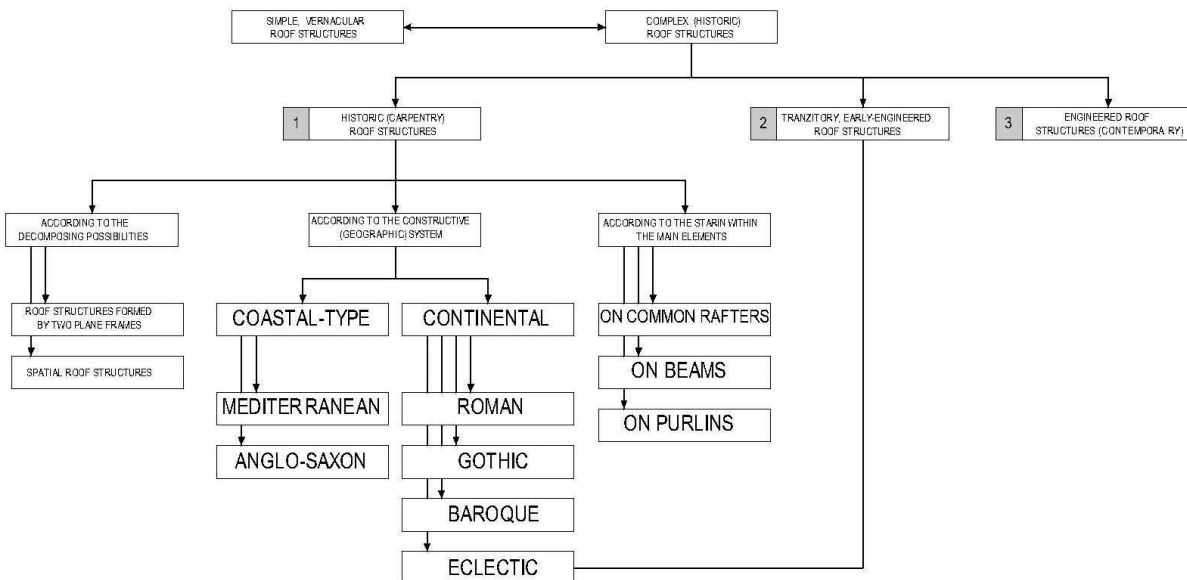


Figure 1.2. – Classification of Western European (historic) roof structures

ENGLISH

Western European (historic) roof structures can be classified into the following main types:

(I) *According to the complexity of their design:*

(I.1.) **Historic roof structures of craftsmen / carpenters**, constructed as parts of significant architectural works, conceived and executed by carpenters' guilds in the Middle Ages, or by the master-architect in the modern era, a practice begun in the Renaissance which became more general in the baroque period;

(I.2.) **Vernacular (historic) roof structures**, characterised by small spans, simple structures and joints, constructed in rural areas, often by the owners themselves; consist of simple structures generally made up of pairs of rafters, possibly with collars or binders, with or without tie-beams, separated from or combined with the slab-structure;

(II) *According to the construction system (as well as the geographical area they typically belong to):*

(II.1.) **Coastal historic roof structures**⁷ – the best-known examples are the **Mediterranean** ones, possibly continuing traditions dating back to the antiquity, which consist of strong main trusses and a system of rigid purlins supporting in their turn rafters which thus become simple, carried, sacrificial elements; and **British** roof structures with similar solutions but sharper angles dictated by different meteorological conditions, and exhibiting the influence of carpenters' guilds specialised in building ships;

(II.2.) **Continental — Central (Central-eastern) European — roof structures**, which can be further classified according to the architectural style in which the buildings where they first appeared mostly belonged to:

II.2.1. – roof structures with Romanesque character⁸;

II.2.2. – roof structures with gothic character⁹;

II.2.3. – **roof structures with baroque character**¹⁰;

II.2.4. – eclectic historic roof structures, described above;

(III) *According to the main load-bearing elements:*

(III.1.) **Historic roof structures with rafters and tie-beams**, encompassing the continental historic roof structures.¹¹ According to the modality of reducing the bending of rafters, these can be classified into two further sub-groups: III.1.1. – historic roof structures with collar beams (including gothic and transitional structures, and most baroque ones) and III.1.2. – historic roof structures with purlins (including the coastal, most of the eclectic, and part of the baroque ones)¹²;

(III.2.) Historic roof structures on beams, a less complex type of structure;

(IV) *According to the spatial conformity of the structure:*

(IV.1.) **Roof structures which can be divided into two plane systems**, two systems of linear bars disposed in two orthogonal directions: load-bearing transversal systems (main and secondary trusses) and longitudinal bracing systems;

(IV.2.) **Spatial roof structures proper**, systems constructed of hardwood or softwood timber using carpentry joints and linear elements that cannot be divided into plane systems.¹³

Historic roof structures with baroque character include both roof structures of buildings constructed in baroque architectural style – hence referred to as “roof structures with baroque character”, and not simply as “baroque roof structures” –, as well as roof structures of buildings constructed in other architectural styles (e.g. gothic buildings where the original roof structure has been replaced, or classicist, romantic etc. buildings) which nevertheless have roof structures with baroque character. For specialist definitions based on mechanical and engineering interpretations see the multilingual dictionary of prof. dr. eng. SZABÓ Bálint.¹⁴

To **summarise**, roof structures with baroque character are made up of two plane systems of linear bars, laid out in two orthogonal directions: transversal load-bearing plane systems (main and secondary trusses with baroque character) taking over wind and gravitational loads, and baroque longitudinal bracing systems. Main trusses include the baroque tensioning system made up of (1) tie-beam, (2) pair of compound rafters, (4) straining beam and (5) pair of counterbraces.

1.3. TERMINOLOGY OF HISTORIC ROOF STRUCTURES WITH BAROQUE CHARACTER

The designations of elements are presented using the example of on an ideal roof structure, a typical roof structure with baroque character with main and secondary trusses, a 10m span, a 50.2° inclination angle (6/5 height / half-span ratio), encompassing the elements presented on figures 1.3. a-b. Designations of elements of the longitudinal bracing system are given on figure 1.3.c.

Secondary trusses with baroque character are mostly (primarily) self-supporting in relation to gravitational loads (especially in the case of secondary trusses with their own tie-beam), and transmit a part of their load to the main trusses using the pentagonal purlins / lower plates (typical elements of roof structures with baroque character, no. 10, 11.)¹⁵

Figure 1.3.a. presents a typical main truss with baroque character – A.1.2(c)-b(3)-I.Λ(1) – summarising the designations of elements of historic roof structures with baroque character following (mostly) the definitions of the *Illustrated Dictionary of Historic Load-bearing Structures* by prof. dr. eng. SZABÓ Bálint (in a number of cases, however, different designations the author prefers in one language or all three).

Figure 1.3.b. presents the secondary truss adjoining a typical main truss with baroque character – A.1.2(c)-b(3)-I.Λ(1);

Figure 1.3.c. presents a typical longitudinal bracing system with baroque character, viewed from the rafters' plane – A.1.2(c)-b(3)-I.Λ(1).

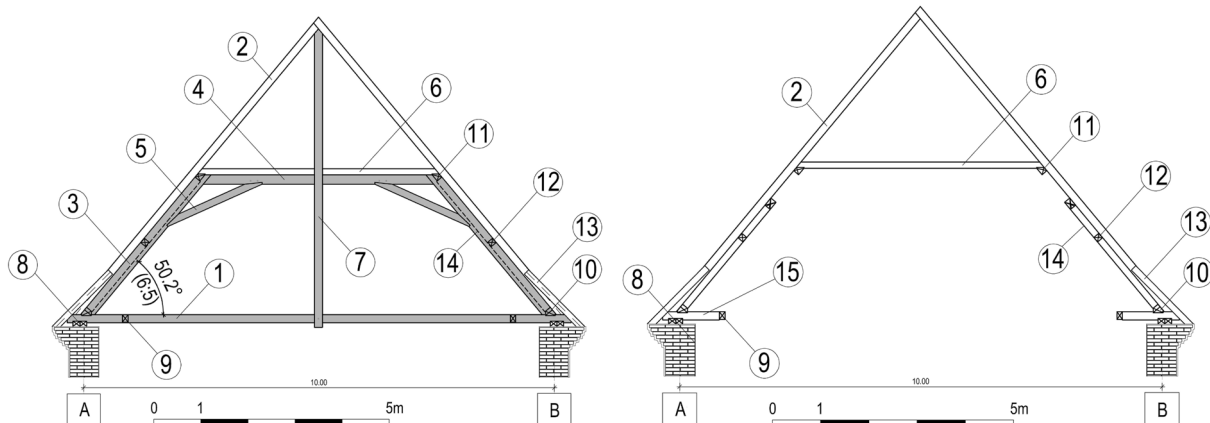


Figure 1.3.a. – typical main truss with baroque character, consisting of: (1) tie-beam – 14x17; (2) common rafter – 12x15; (3) compound rafter – 13x24; (4) straining beam – 12x20; (5) counterbrace – 12x15; (6) collar beam – 13x15; (7) king strut / (double) suspension bar – 2x12x17; (8) wall plates – 2x14x11; (9) header beam – 13x16; (10) pentagonal eaves purlin / pentagonal lower plate – 15x20; (11) middle pentagonal purlin / upper pentagonal plate – 13x19; (12) longitudinal beam of the bracing system – 12x13; (13) sprocket – 5x13; (14) diagonal of the longitudinal bracing system – 11x14.

Figure 1.3.b. – secondary truss with baroque character, consisting of, or leaning on the following elements: (2) common rafters – 12x15; (6) collar beam – 13x15; (8) wall-plates – 2x14x11; (9) header beam – 13x16; (10) pentagonal eaves purlin / pentagonal lower plate – 15x20; (11) middle pentagonal purlin / upper pentagonal plate – 13x19; (12) longitudinal beam of the bracing system – 12x13; (13) sprocket – 5x13; (14) diagonal of the longitudinal bracing system – 11x14; (15) trimmers – 14x17.

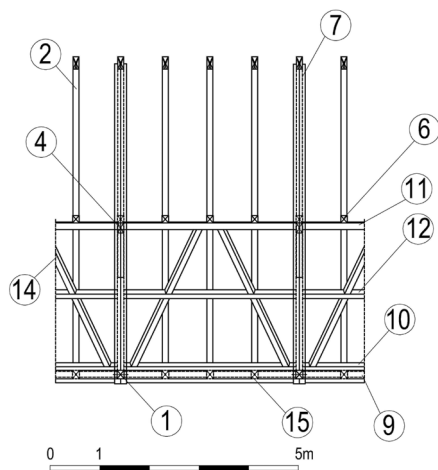


Figure 1.3.c. – typical longitudinal bracing system with baroque character; the system proper is made up of the following elements:

(3) Compound rafter – 13x24 – which in this example also functions as the post of the bracing system, but in many cases the rafter and post are two superposed elements with small sections; (10) pentagonal eaves purlin / pentagonal lower plate – 15x20; (11) middle pentagonal purlin / upper pentagonal plate – 13x19; (12) longitudinal beam of the bracing system – 12x13.

2. SUBENSEMBLES AND COMPONENTS OF HISTORIC ROOF STRUCTURES WITH BAROQUE CHARACTER

This chapter presents roof structures with baroque character which can be divided into two plane systems of bars, the main subensembles. Historic roof structures with baroque character are made up of the following subensembles:

(a) **main truss with baroque character** (Figure 1.3.a. – Figure 2.1.a. – Main truss of the roof structure of the Kogălniceanu street Reformed church, Cluj-Napoca);

Between two main trusses there are generally 3 secondary ones (although there are cases with 2-4, or even 5 secondary trusses.) In most cases, secondary trusses have a unique configuration, but there are cases alternating two types of secondary trusses.¹⁶

(b) **secondary truss with baroque character**; (Figure 1.3.b. – Figure 2.1.b/c. – The two types of secondary trusses in the roof structure of the Kogălniceanu street Reformed church, Cluj-Napoca);

(c) **longitudinal bracing system with baroque character** (Figure 1.3.b. – Figure 2.1.d. – 3D – Axis 8 VM model of the roof structure of the Kogălniceanu street Reformed church, Cluj-Napoca)¹⁷

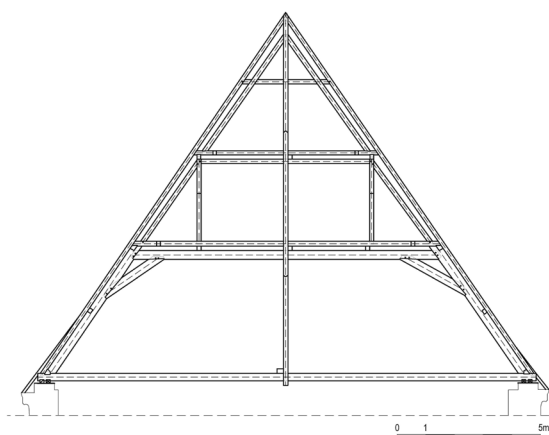


Figure 2.1.a. – Main truss of the roof structure of the Kogălniceanu street Reformed church, Cluj-Napoca – type code: A.2.2(c).-a/c(3:a-c-a)-I-A(1)

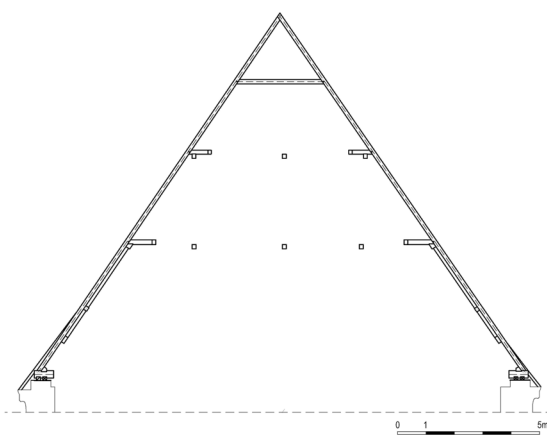


Figure 2.1.b. – Type I secondary truss in the roof structure of the Kogălniceanu street Reformed church, Cluj-Napoca

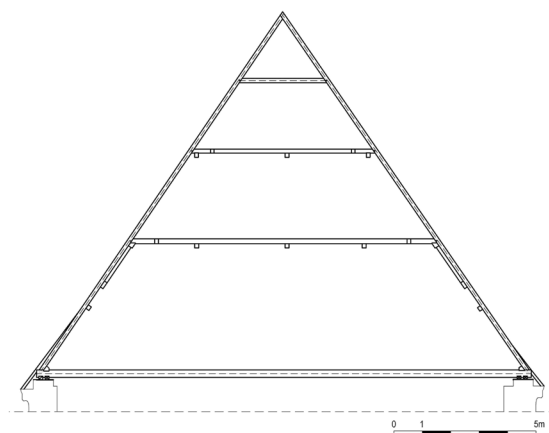


Figure 2.1.c. – Type II secondary truss in the roof structure of the Kogălniceanu street Reformed church, Cluj-Napoca

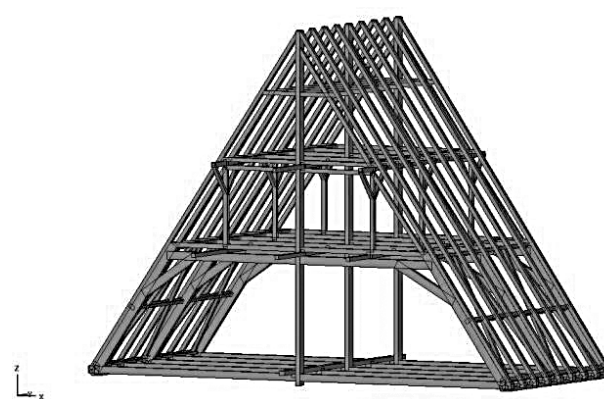


Figure 2.1.d. – 3D – Axis 8 VM model of the roof structure of the Kogălniceanu street Reformed church, Cluj-Napoca

2.1. MAIN TRUSS WITH BAROQUE CHARACTER

The main truss of roof structures with baroque character (the main transversal plane system) is a type of historic main truss, possessing: rafters (continuous “A”, or, in the case of mansard roofs, broken “B” ones), tie-beam (1), collar-beam (6), adjoining or not the straining beam (4) of the tensioning system with baroque

character, made up of a tie-beam (1), compound rafters (3) adjoining the rafters braced by counterbraces (5), and, in the case of roofs with a span over 10.00m, the suspension system with baroque character (single or a pair of suspension bars)¹⁸

It must be emphasized that there is no roof structure with baroque character without the tensioning system with baroque character; any such roof could at most be considered a transitional type, with pronounced gothic or eclectic character, possessing baroque elements, too.

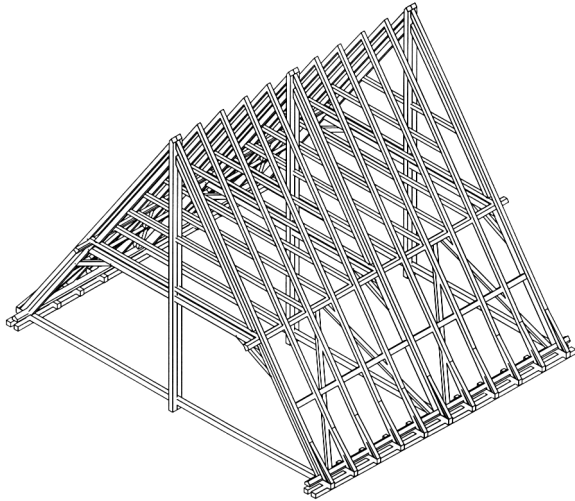


Figure 2.2.a. Roof structure with continuous rafters, and tensioning and suspension systems with baroque character on the first level, *Piarist church, Cluj-Napoca* – “A.2.2(c)–c(3)–I.Λ(1)”

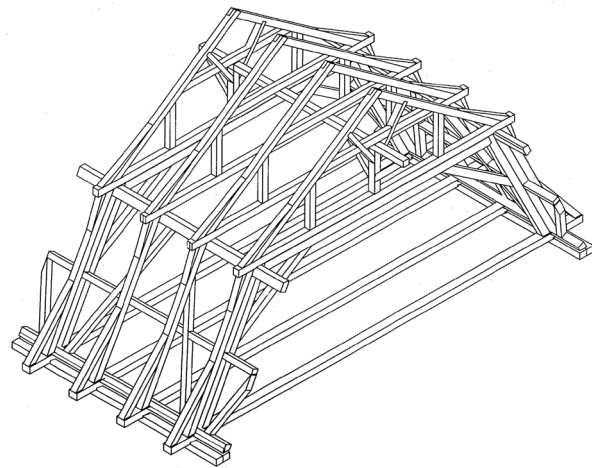


Figure 2.2.b. Roof structure with broken rafters, without tensioning and suspension systems with baroque character on the first level, *Bethlen Gábor College, Aiud, the Boy's Dorm* – “B.2.1–a(3)–II.Λ(1)”

2.1.1. Tensioning systems with baroque character

Tensioning systems are typical of roof structures with baroque character. They are meant to take over loads from purlins in a concentrated manner and transmit them to the load-bearing subensemble supporting the roof structure. Elements of the tensioning system take over the following loads:

- (1) the tie-beam is a tensioned element taking over lateral thrusts from common and compound rafters, including both gravitational and horizontal loads;
- (3) compound rafters are structural elements of the longitudinal bracing system as well, unless they consist of two superposed elements (according to criterion 5 of the typology); they are compressed elements taking over gravitational loads, and can alternate taking over tension or compression caused by wind loads;
- (4) the straining beam is a compressed, horizontal element taking over gravitational and wind loads; they are braced / joined by
- (5) counterbraces similarly alternating taking over tension or compression from the wind, as well as compression from gravitational loads.

Joints between the compound rafter – counterbrace – straining beam are conceived in such a way as to transmit both tension and compression, and even a limited amount of flexion (combining grooved joints with mortice and tenon joints with pairs of pegs).



Figure 2.3.a. Compound rafter – counterbrace – straining beam joint, house on *Kogălniceanu street no. 6, Cluj-N.*

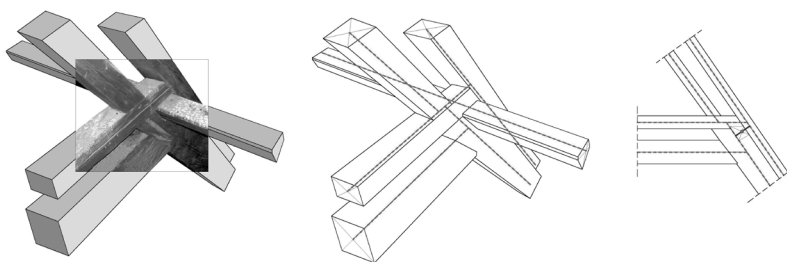


Figure 2.3.b. Compound rafter – counterbrace – straining beam joint and its modelling

The number, type and location of the tensioning systems represent the 2nd criterion of the typology. The functioning of the tensioning system with baroque character with respect to its capacity of taking over gravitational loads depends on the load-bearing system of the secondary trusses (the 4th criterion of the typology); this can consist of:

- (a) tie-beams in each secondary truss;
- (b) a system of trimmers in the secondary trusses, joined to the header-beam and transmitting their load to the tie-beams of the main trusses;
- (c) a system of (pentagonal) eaves purlins and shoes;

2.2.2. Suspension system with baroque character

The suspension system characteristic of roof structures with baroque character is a simple structure positioned centrally, on the full length of the whole structure; on the upper levels, tension and suspension systems may be present (possibly with single or pairs of suspension bars), which are an eclectic feature, as in the case of the Reformed church of Kogălniceanu street.

The absence or presence of the suspension system, as well as its structural solution (the central suspension bar) represents a further criterion of classifying roof structures with baroque character (the 3rd criterion of the typology). The suspension system can consist of:

- (s) an element with a simple, rectangular section involving a metallic (wrought iron) element in the tie-beam – suspension element joint;
- (c) two bars forming an element with a compound section.

2.2. SECONDARY TRUSS WITH BAROQUE CHARACTER;

The secondary truss (secondary plane transversal system) **of roof structures with baroque character** is a type of historic secondary truss, self-balanced according to its structure: secondary trusses of roofs with tie-beams (“A/B.x.y. – a”) are capable of taking over loads by themselves; without tie-beams, they are supported to a greater extent by the main trusses (“A/B.x.y. – b” or “A/B.x.y. – c”); each truss possesses rafters, upper collar and (possibly, depending on the span) a collar beam or trimmers or eaves purlin shoes. There are roof types alternating two types of secondary trusses (as in the case of the Kogălniceanu street Reformed church – “A.2.2(c)–a(3/1)/c(3/2) – I.Λ(1)” – Figure 2.1.)

In case the secondary trusses do not possess trimmers or tie-beams, the tensioning system with baroque character of the main trusses is functional; in case the secondary trusses possess both tie-beams and collar-beams, the level of transmission of gravitational loads is low, approximately 10-15%.

2.3. THE LONGITUDINAL BRACING SYSTEM WITH BAROQUE CHARACTER

The longitudinal bracing system (longitudinal plane bracing system) **with baroque character** is located in the inclined planes of the rafters, often combined with vertical, longitudinal plane systems usually located on the superior levels of the roof structures, on one or two levels (the former being more rare in our area.) The horizontal elements of longitudinal bracing systems are the pentagonal purlins / lower plates; they possess a horizontal element of their own usually located in the middle of their height. Rafters are usually not leaning on these horizontal bars of the longitudinal bracing system. The struts of the axes of the main trusses are often the same element as the compound rafters of the main trusses (the 6th criterion of the typology.)

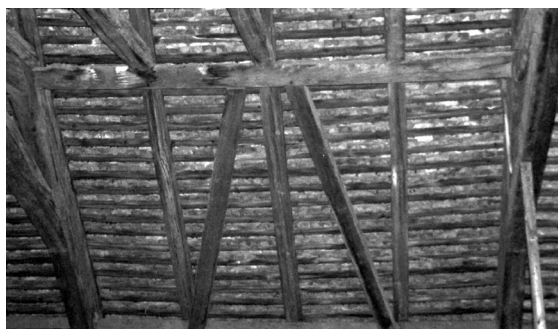


Figure 2.4.a. – Roof structure of house on Kogălniceanu street no. 6, Cluj-Napoca – „classic” longitudinal bracing system, form Λ



Figure 2.4.b. – House on Kogălniceanu street no. 6, Cluj-Napoca – position of rafter compared to the horizontal longitudinal element of the bracing system

2.4. MAIN ELEMENTS OF HISTORIC ROOF STRUCTURES WITH BAROQUE CHARACTER

2.4.1. Elements of transversal plane systems (main / secondary trusses):

Numbers of elements are given on the main and secondary trusses and longitudinal bracing system of the roof structure of the Kogălniceanu street Reformed church. Roof structures with baroque character are customarily built of softwood timber.

(1) the tie-beam is an element of the main trusses of roof structures with baroque character, as well as of secondary trusses with their own tie-beams; it has the following properties: (a) the intermediate support can be ensured by the suspension bar, if present; (b) secondary trusses possess tie-beams if they support the slab of the upper floor, or in early structures with large spans. Thus, especially in the case of segmented calottes with their keystone above the level of ring-beams, only main trusses possess tie-beams. (c) Tie-beams are always in tension.

(2) Common rafters are elements of the trusses of roof structures with baroque character, with the following properties: (a) they are joined to the tie-beam at a 35° - 59.7° angle (a more appropriate way of describing them would be to refer to the inclination in terms of proportions, a general ratio being 2/3 to 2/1), except for mansard roofs with baroque character, where the angle between the lower rafter and tie-beam is 60° - 75° ; (b) as concerns vertical loads, the rigidity of intermediate supporting elements is characterised by the rigidity of the opposed rafter at flexion, with shortened upper collars and collar-beams; (c) they are generally executed of one piece, except for mansard roofs with baroque character, where they consist of two pieces.

(3) Main/compound rafters are elements of the main trusses, more precisely of tensioning systems of roof structures with baroque character. They may also play a part in the longitudinal bracing system. The majority of elements with this double structural (spatial) role have significant sections. In tensioning systems, they adjoin the common rafters or are part of a set of three adjoining elements: common rafter / element of the longitudinal bracing system / compound rafter (the last two elements can consist of a single piece ("I"), with a significant section ("II", symbol in the 5th criterion of the typology.) In longitudinal plane bracing systems, they are sectioned by purlins and laid out in panels framed by main trusses, in different types of diagonals (the 6th criterion of the typology.)

(4) The straining beam belongs to the tensioning system of roof structures with baroque character. It often adjoins the collar-beam, but there are many cases where the two are distanced from each other. In Germany there are solutions where they take the form of a discharging arch, created from two distinct bars set out in an angle – *Figure 2.5.a. – Straining beam in the form of an arch*. Straining beams are directly connected to the main / compound rafters. They have a bracing role, and they also transmit gravitational loads to the supporting elements (to a greater or lesser extent, depending on the secondary trusses' system of taking over loads).

(5) Counterbraces are load-bearing elements belonging to the main trusses of roof structures with baroque character, possessing the following characteristics: (a) they are parts of the baroque tensioning system, joined to the compound rafter and straining beam at a 30° / 60° angle; (b) their stresses originate from gravitational loads to a small extent; their main role is in the transversal bracing of the structure, and they are primarily stressed by wind and seismic loads; (c) characteristic stress: compression or eccentric tension; (d) joints consist of grooves combined with mortice and tenon joints with one or two wooden pegs.

(6) Suspension bars — roof structures with baroque character generally have double suspension bars, but there are examples of single bars, and in Germany we also meet special, hardwood suspension bars. *Figure 2.5.b. – Hardwood suspension bar*. They are always located in the symmetry axes of the main trusses, and form the suspending element of roof structures with baroque character, connecting the intersection of rafters and tie-beam with a continuous bar (3rd criterion of typology). The efficiency of the suspension is connected to the tie-beam's resistance to flexion. It is even possible that the suspension bar is stressed by eccentric compression, including by gravitational loads.

(8+13) The collar beam is a load-bearing element of the plane transversal systems of historic roof structures, including those with baroque character. They are characteristic of continental historic roof structures (involving the use of a relatively high amount of timber). Collar beams (stressed by axial compression when balancing

rafters) provide a rigid support against gravitational loads that is much superior to the one provided by purlins, transmitting these loads for balancing to the tensioning system by flexion. They possess the following characteristics: (a) they are laid out horizontally; (b) they are loaded to a small extent by their own weight, and by the concentrated action of adjoining load-bearing elements (common and compound rafters, counterbraces, longitudinal plates, suspension bars); (c) they behave as a beam with a simple or continuous elastic support, the marginal support being provided by rafters, while the intermediary one by suspension bars, or compound rafters, possibly even counterbraces; (d) they are characteristically stressed by eccentric compression, rarely by tension (originating from wind or seismic loads); (e) they are joined by lap joints or tenons, strengthened by wooden pegs. In the main truss with baroque character, the collar beam doubles the straining beam.

(9+14) Trimmers are load-bearing elements belonging to the secondary trusses of roof structures with baroque or eclectic character, with the following properties: (a) they are laid out horizontally; (b) they are loaded to a small extent by their own weight, and by the concentrated action of adjoining load-bearing elements (common rafters, sprockets, header beams); (c) they behave as a beam with a simple or continuous elastic support; (d) they are characteristically stressed by eccentric tension, rarely compression (originating from wind or seismic loads); (e) the tenon joints with wooden pegs influence the rigidity of supporting elements. They can also be located at the upper levels, where they are primarily stressed by eccentric compression, as opposed to the ones on the lower levels (those of the tie-beams), which are primarily stressed by eccentric tension. A common error in their conception is the lack of wooden pegs in the joints, resulting in frequent degradations consisting in the disjuncting and displacement of the trimmer from the header beam.¹⁹

2.4.2. Elements of the longitudinal plane systems:

(18+21+25) Pentagonal lower plates are an exclusive characteristic of roof structures with baroque character. They are load bearing elements manifesting rigidity against flexion, with the role of taking over and transmitting stresses from the rafters of secondary trusses to the ones of the main trusses. In roof structures with baroque character, their efficiency depends on the solution used for secondary trusses: the ones without tie-beams and/or collar beams load the plates to a great extent, whereas secondary trusses with tie-beams (or trimmers) and/or possessing their own collar-beams load the plates to a smaller extent. Lower plates belong to the longitudinal plane systems, having a longitudinal bracing role. Pentagonal eaves and intermediary purlins / plates are an exclusive characteristic of roof structures with baroque character. Intermediary ones can also have a rectangular section, as in less pretentious roof structures, but these are more rare, and represent a lower level of “professionalism”, a provincial character (the 2008 working phase of the typology does not include this criterion.)

Diagonals situated in the plane of rafters of the typical baroque bracing system can have different shapes, constituting the 6th criterion of the typology. *Figure 2.5.c. – System of double XX diagonals – Germany.*



Figure 2.5.a. – Arched straining beam – Bamberg Jesuit church, Bamberg, Germany



Figure 2.5.b. – Hardwood suspension bar – St. Michael church, Bamberg, Germany



Figure 2.5.c. – System of double XX diagonals – St. Michael church, Bamberg, Germany

The wall plate (17) transmits the loads from the roof structure to the load-bearing walls. It is a load-bearing element laid out in a constructive manner; it also functions as a ring-beam, increasing the resistance of adjoining masonry to tension or shearing. It can be constructed of one, two or even three parallel bars laid out on the top of the load-bearing masonry walls. Most roof structures with baroque character possess two, adjoining or distanced wall plates, one situated below the point of support of main rafters, the other below the point of support of the common rafters.

3. CLASSIFICATION OF ROOF STRUCTURES WITH BAROQUE CHARACTER — TYPOLOGY — 2008 WORKING PHASE

The typology is based on 6 criteria grouped into three sets of codes:

The first set of codes, including the first three criteria, refer to essential problems of general conformity of the main trusses:

1. – based on the continuity / plane of the rafters, two basic types can be defined: (A) continuous common rafters, (B) mansard roofs;

2. – based on the number and type of the typical baroque tensioning systems:

(1) on one level combined with no other bracing system – generally for small spans, under 10.00m;

(2) baroque tensioning system on a single level (generally the lower one on the territory studied), combined with different bracing systems on the upper levels;

(3) baroque tensioning systems on two superposed levels,²⁰ combined or not with other systems on superior levels;

2*. – includes special cases with additional bracing systems at the level of the baroque tensioning system, for large spans or the use of the attic space for storage;

3. – according to the suspension bar : (1) without a suspension bar, (2) with one (central) suspension bar with a simple (s) or compound (c) section.

4. The next criterion identifies the system of transmitting horizontal loads from the secondary trusses to the main ones, and it constitutes a separate criterion. There are three basic types of transmission: (a) tie-beam in secondary trusses, (b) a systems of trimmers and header beam, and (c) a system of purlin (rafter) shoes and pentagonal lower plates. The number of secondary trusses between two main ones is given in parentheses. In case between two main trusses there are two secondary trusses of different types (Figures 2.1.), the two types will be divided by “/”, and in the parenthesis the total number is followed by the identification of the order the two types of trusses.

The last set of criteria refer to the longitudinal bracing system:

5. – according to the relation between the compound rafter and the post of the longitudinal bracing system: (I) the two functions are fulfilled by a single element with a large section, or (II) by two superposed elements with small sections;

6. – the conception of the longitudinal bracing system is identified by a symbol referring to its form: (Λ) (the most common solution on the territory studied); (/) a version frequent in roof structures with a modest quality craftsmanship; (Y) or, more rarely, (X), (XX); the symbol is followed in parentheses by the number of levels they are laid out on.

There are of course information concerning other criteria not (yet) included into the present typology, for example the position of the collar beam vis-à-vis the straining beam, adjoining it or not. Furthermore, in Germany there are broken straining beams as well as hardwood suspension bars; these have not been included into the typology.

Based on these considerations, we can codify the type of any roof structure. For example, the typical roof structure with baroque character which we have used to give the designations of elements and subensembles belongs to sub-type “A” with continuous (unbroken) rafters, “A.1.” with a main truss possessing, apart from the baroque tensioning system on a single level, only a suspension bar “A.1.2(c).” , which in its turn consists of two bars on both sides of the tie-beam; secondary trusses do not have their own tie-beams, horizontal loads being taken over by a system of trimmers and header beams “A1.2(c).–b(3)”; between two main trusses there are three secondary ones; the compound rafter and post of the longitudinal bracing system consist of a single element “A.1.2(c).–b(3)–I.”; the longitudinal system on a single level possesses ascending and descending diagonals: “A.1.2(c).–b(3)–I.Λ(1)”.

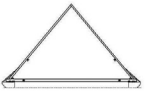

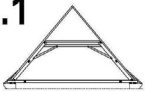
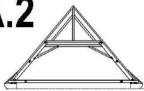
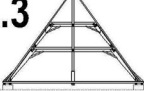
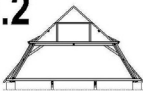
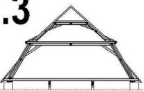

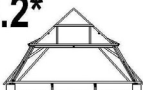
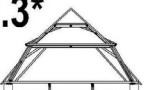
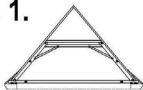
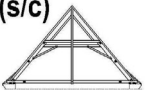

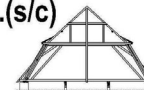
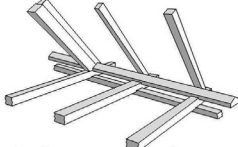
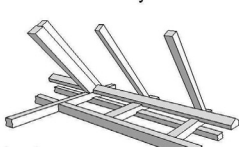
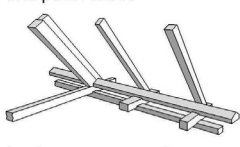
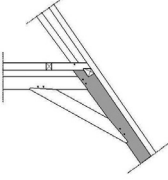
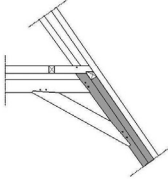
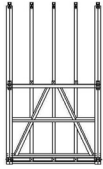


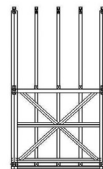

1. ACCORDING TO THE CONTINUITY / PLANE OF THE RAFTERS					
Continuous straight common rafters A 			Interrupted / uneven common rafters (Mansard-roof) B 		
2. ACCORDING THE NUMBER AND TYPE OF THE BAROQUE STRAINING SYSTEM					
Baroque straining system on one level A.1 	Baroque straining system on one level combined with a different bracing systems on the upper level(s) A.2 	Baroque straining system on two or more levels combined or not with different bracing systems on the upper level(s) A.3 	Baroque straining system on one level (B.2) Theoretically exists, but not within the 50 studied structure	Baroque straining system on one level combined with a different bracing systems on the upper level(s) B.2 	Baroque straining system on two or more levels combined or not with different bracing systems on the upper level(s) B.3 
2*. WITH SUPPLEMENTARY STRENGTHENING SYSTEM					
Baroque straining system on one level (A.1*) Theoretically exists, but not within the 50 studied structure	Baroque straining system on one level combined with a different bracing systems on the upper level(s) A.2* 	Baroque straining system on two or more levels combined or not with different bracing systems on the upper level(s) (A.3*) Theoretically exists, but not within the 50 studied structure	Baroque straining system on one level (B.1*) Theoretically exists, but not within the 50 studied structure	Baroque straining system on one level combined with a different bracing systems on the upper level(s) B.2* 	Baroque straining system on two or more levels combined or not with different bracing systems on the upper level(s) B.3* 
3. ACCORDING TO THE SUSPENSION BAR					
Without a suspension bar A. x. 1.  $x = 1 \div 3^{(*)}$	With a suspension bar A. x. 2.(s/c)  $x = 1 \div 3^{(*)}$; s - simple; c - compound	Without a suspension bar B. x. 1.  $x = 1 \div 3^{(*)}$	With a suspension bar B. x. 2.(s/c)  $x = 1 \div 3^{(*)}$; s - simple; c - compound		
4. ACCORDING TO THE HORIZONTAL-FORCE TRANSMISSION-SYSTEM FROM THE SECONDARY TRUSS TO THE MAIN TRUSS					
Continuous tie beams in secondary trusses A / B. x. y. - a (2 ÷ 5)  $x = 1 \div 3^{(*)}$ $y = 1 \div 2(s/c)$; s - simple; c - compound	Trimmers and header beam system A / B. x. y. - b (2 ÷ 5)  $x = 1 \div 3^{(*)}$ $y = 1 \div 2(s/c)$; s - simple; c - compound	Eaves purlin and purlin shoes A / B. x. y. - c (2 ÷ 5)  $x = 1 \div 3^{(*)}$ $y = 1 \div 2(s/c)$; s - simple; c - compound			
5. ACCORDING TO THE COMPOUND RAFTER AND THE LONGITUDINAL BRACING SYSTEM					
A / B. x. y. - a/b/c - I. The compound rafter and the bracing system's bar is made of one single section. 			A / B. x. y. - a/b/c - II. The compound rafter and the bracing system's bar is made of two bars. 		
6. ACCORDING TO THE PATTERN OF THE LONGITUDINAL BRACING SYSTEM					
A / B. x. y. - a/b/c-I. / II. $\wedge (1/2)$  1 - on one level 2 - on two levels	A / B. x. y. - a/b/c-I. / II. $\diagup (1/2)$  1 - on one level 2 - on two levels	A / B. x. y. - a/b/c-I. / II. $\Upsilon (1/2)$  1 - on one level 2 - on two levels	A / B. x. y. - a/b/c-I. / II. $\times (1/2)$  1 - on one level 2 - on two levels	A / B. x. y. - a/b/c-I. / II. $\otimes (1/2)$  1 - on one level 2 - on two levels	

Figure 3. – Transylvanian roof structures with baroque character – typology – 2008 working phase

4. THE IMPORTANCE AND VALUES OF ROOF STRUCTURES WITH BAROQUE CHARACTER

4.1. HISTORIC VALUES – TIME FUNCTION, GEOGRAPHIC SPREAD

The historic values embodied by historic load-bearing structures, including historic roof structures (with baroque character), by their material, structural conception, execution technology are well-known to the course participants, and thus do not need to be further demonstrated and repeated. There are however a couple of points that should be made regarding roof structures with baroque character.

4.1.1. The time factor:

In the baroque period, construction became a planned activity, lead in general by a master-architect following drawings: plans, sections, even technological sheets. In France the Royal Academy of Architecture was founded in 1671, which promoted the canonisation of architectural terminology, as well as the standardization of functional, aesthetic and technical solutions. Publications and treatises on architectural theory and technological solutions multiplied.²¹

Architectural programmes became more diverse both concerning ecclesiastic and civil buildings. The rise in expected construction standards gave birth to new structural solutions for almost all structural sub-ensembles:

- (i) buttresses, key structural elements of gothic structures disappear from clearly “classical” facades, lateral thrust being taken over by walls and inner columns often screened by the line of internal chapels;
- (ii) new vaulting solutions appear: the Bohemian vault (originating on the territory of the present-day Czech Republic); according to the specialist literature of the period, this structure was built without formwork, a performance not matched in Romania until the present day;
- (iii) roof structures with baroque character are built (on the continent) following a uniform structural conception, with the possibility of lowering the height of supporting elements below the vaulting’s keystone, as required by the baroque volumetric system, using different systems of taking over lateral thrusts, and giving up at the same time the tie-beam of secondary trusses.

4.1.2. The geographic factor:

Roof structures with baroque character are only present in continental Europe. On the coastal areas, possessing a different climate (lack of abundant snowfall, snow melting rapidly, high wind load) other types of roof structures developed: coastal roof structures. These belong to two types: **Mediterranean** (Italy, Greece), which are simple roof structures with continuous angled beams on purlins, and **Anglo-Saxon** roof structures. The latter can belong to the following basic types: king-post roofs with a central suspension bar, queen-post roofs with a central suspension bar and two angled supporting elements, approximately perpendicular to the rafters, crown-post roofs with two suspension bars, cruck roofs with naturally curved structural elements, etc.²²

Of all continental historic roof structures, the baroque is the only one with an effective longitudinal bracing system, located in the plane of the rafters, a common solution in medieval Anglo-Saxon roof structures. This raises an interesting research topic for the international professional community: was the historic roof structure with baroque character “designed / invented” by a master carpenter or craftsman / architect familiar with Anglo-Saxon roof structures, or was it a result of empirical development?

Continental roof structures are to be found from Austria to Sweden, from Belgium (probably) to St. Petersburg. In Central and Eastern Europe, the eastern border of their spread is the line of Eastern and Southern Carpathians. Outside this area, the Byzantine construction system is in use.

The penetration of baroque technological solutions was probably due to political and economic connections between the different parts of Europe, as well as the practice of knowledge accumulation by travelling apprentices.

Hungarian and Transylvanian baroque developed under the influence of the Austrian one, synthesizing in its turn Italian and French baroque, closely related to the Bavarian-German one. The precise delimitation of the geographic area with roof structures with baroque character, as well as the identification of the place and time of their first appearance are questions for which an exhaustive / scientific answer would require a series of doctoral dissertations and wide, international as well as interdisciplinary research programmes with the participation of historians, historians of art, architecture and technology, and architects from all countries of Europe.

On the territory of Transylvania, historic roof structures with baroque character appeared as late as the second half of the 18th century, and were influenced by Austrian craftsmen. They remained the general solution even in the second half of the 19th century.

4.2. DURABILITY OF ROOF STRUCTURES WITH BAROQUE CHARACTER

On the territory of Transylvania, there are hundreds, even over a thousand roof structures with baroque character. Their survival even under extreme conditions – lack of maintenance for 50-60 years – is proof of the durability of this type of roof structure (with many of them 200-220, even 250 years old.) Their building material is unequivocally superior to the timber to be found in present-day commerce. Their joints are also of an exceptional quality difficult to achieve in our days, even with modern tools and technologies.

In a notable case, the roof structure with baroque character of the Boy's Dorm of the Bethlen Gábor College, Aiud, functioned with a satisfactory level of safety despite the fact that in more than 50% of its trusses, at least one vital joint (e.g. tie-beam – rafter) was decayed or dysfunctional.

This leads us to a second basic feature of roof structures with baroque character:

4.3. SAFETY OF ROOF STRUCTURES WITH BAROQUE CHARACTER

The safety of historic roof structures in general, and of roof structures with baroque character in particular (which are at least 150-200 years old) is proven by their very existence, having survived extreme conditions with a high percentage of dysfunctional joints, with missing or biologically decayed elements with negligible resistance.

Such an argumentation is of course unscientific, even if supported by statistical data.

The topic is discussed in detail in the above-cited lecture, in the chapter on “The safety of historic roof structures with baroque character.”

The work presents detailed calculations for the typical structure described, allowing the formulation of conclusions concerning the safety of historic roof structures with baroque character.

Historic structures in general, and historic roof structures in particular represent an ideal opportunity for testing the coherence of technical legislation developed for the calculus and dimensioning of new structures.

An extant historic roof structure without any apparent structural problems (extreme distortions, fissures of elements caused by their failing etc.) must stand up to the calculus. If not, it means that the calculus model is flawed, or that the primary data derived from technical legislation is inappropriate.

The lack of understanding of / respect for the values of historic roof structures threatens with “reinforcement” solutions meant to make them meet the safety and stability standards of current norms, resulting in (irreversible) splitting, mutilation, even demolition.

5. RESEARCH, PLANNING AND INTERVENTIONS GUIDE FOR HISTORIC ROOF STRUCTURES WITH BAROQUE CHARACTER – PROPOSAL, 2009 WORKING PHASE

5.1. THE ROLE OF THE OWNER IN THE CONSERVATION AND MAINTENANCE OF ROOF STRUCTURES WITH BAROQUE CHARACTER

First of all, it would be desirable that every “common citizen” possess a general culture enabling them to identify the value / style of the building they possess.

Until this ideal state is reached, however (as in Great Britain, an example to be followed in other respects as well), the owners should at least manifest proper civic spirit,

- maintaining and cleaning their attics along with the other parts of the building (not using it for a waste deposit);
- replacing the broken tiles, ensuring the water-tightness of the roofing; paying attention to the eaves and gutters;
- seeking specialist advice before any intervention, and following the letter of the law, obtaining permits for interventions.

5.2 PROPOSED FRAMEWORK FOR RESEARCH / PLANNING / EXECUTION

The number of roof structures with baroque character in an advanced state of decay is high, although there is no inventory to permit the assessment of their exact number. In a parallel development, the Romanian

investment and real estate market is starting to set value on the centrally located spaces of historic cities that can be transformed into mansards.

Although the law requires that all activities of research (expertise), planning and execution involving listed historic buildings (or buildings in protected areas) be carried out by ministry-certified experts, the acute crisis of such specialists leads to situations in which engineers with basic training apply *ad literam* the norms developed for new buildings to historic load-bearing structures, coming up with technical solutions that many times destroy the roof structure by irreversible over-consolidation, thus destroying historic values. The other extreme is the lack of the research and planning phase, with “craftsmen” who learned their craft picking strawberries in Spain executing ad hoc “repair works” (Figure 5.1.)



Figure 5.1. – Unprofessional interventions in the roof structure with baroque character of the Bădeni, Cluj county Unitarian church



Figure 5.2. a-b-c – Minimal interventions, replacing portions of biologically degraded elements – Bethlen College, ACTT 2000; (TTF+IHBC).

As part of her doctoral thesis, and based on the example of the roof structure of the Kogălniceanu street Reformed church, the author designs a draft *Research / planning / execution guide for the conservation of roof structures with baroque character*.

The draft guide (open for discussion) has the following structure:

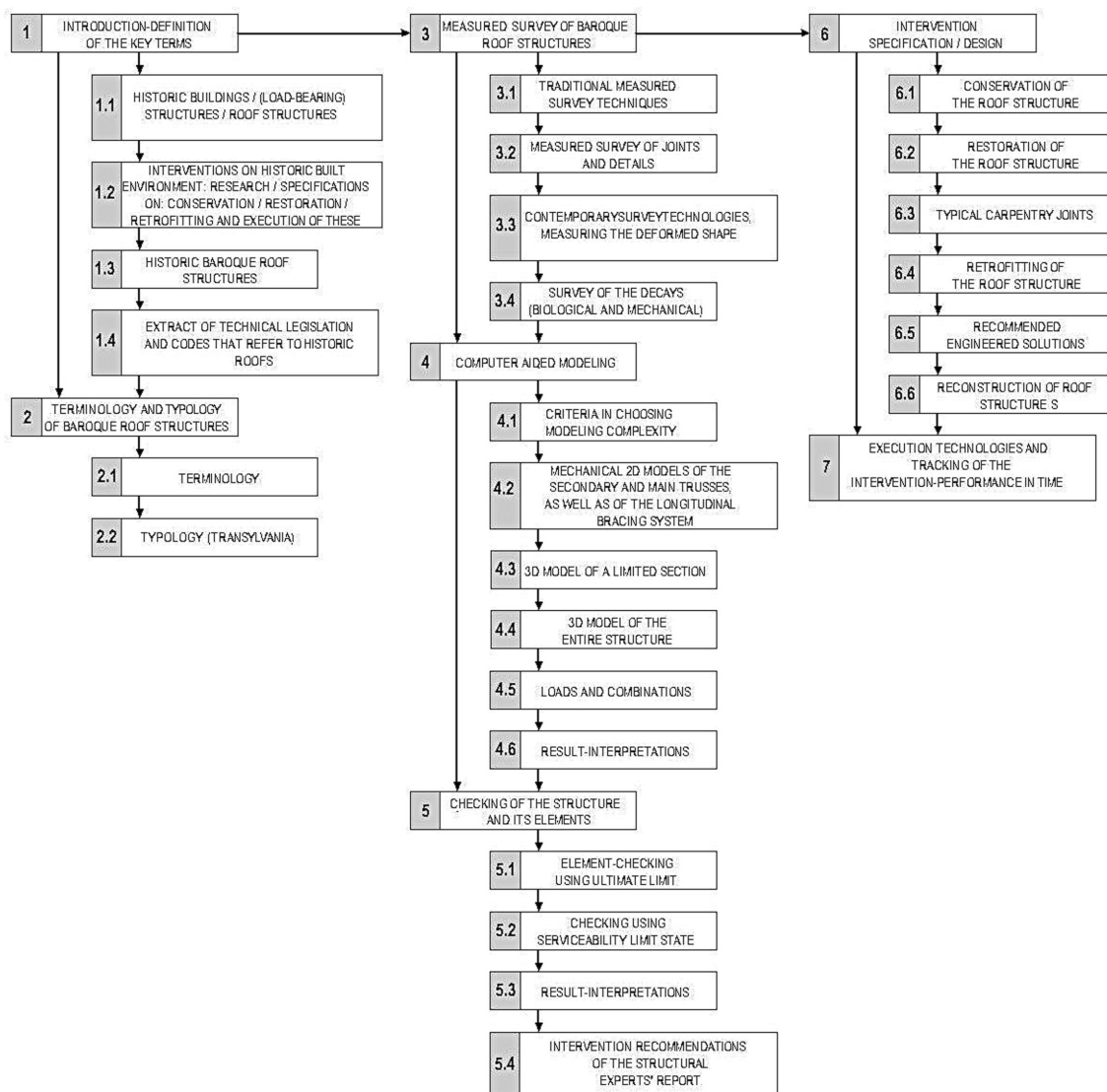
- (1) Introduction – Definition of basic concepts: 1.1. Historic buildings / load-bearing structures / roof structures; 1.2. Interventions on the built heritage: research / planning – conservation / retrofitting / consolidation / execution; 1.3. Historic roof structures with baroque character; 1.4. Synthesis of legislation and norms concerning historic roof structures;
- (2) Typology and terminology of roof structures with baroque character;
- (3) Survey of historic roof structures with baroque character; 3.1. Traditional survey; 3.2. Survey of joints and details; 3.3. Modern surveys, surveying deformations; 3.4. Surveys of degradations (biological + mechanical);
- (4) Computerised modelling; 4.1. Criteria for choosing the modelling method / complexity; 4.2. Mechanic 2D models of the main and secondary truss and longitudinal bracing system; 4.3. mechanic 3D models on a limited section and 4.4. on the entire structure; 4.5. loads and combinations; 4.6. interpreting results;
- (5) Checking the structure and elements; 5.1. Checking elements in limit state of resistance; 5.2. Checking the limit state of normal functioning; 5.3. Interpreting results; 5.4. Recommendations of expertise concerning interventions on the roof structure;
- (6) Interventions project; 6.1. Roof structure conservation; 6.2. Roof structure retrofitting; 6.3. Standard carpentry solutions; 6.4. Roof structure reinforcement; 6.5. Recommended engineering details; 6.6. Reconstruction projects;
- (7) Execution technologies and follow-up of interventions in time.

Baroque roof structures are often in an unsatisfactory technical condition, partly due to the lack of interest and maintenance characteristic of the communist period. Structural engineers are thus confronted with the challenging task of fully understanding the mechanic behaviour of these historic structural subensembles, of rediscovering their structural conception, execution technology and joining details, in order to ensure their efficient preservation and conservation, as well as their safety and durability.

The law theoretically protects historic buildings. However, although I possess a ministry certificate in the design, survey of designs and execution of rehabilitation works involving historic load-bearing structures, I consider that the certificate in itself provides no guarantees. There are ministry-certified experts who, noticing the longitudinal fissures of a roof structure with baroque character caused by the drying process, declare that the roof is in a state of pre-collapse, and prescribe the “reinforcement” of elements by stirrups. The roof structure in question may of course require no reinforcement interventions, as it does not manifest any major displacements, it does not have overstressed joints, and is only affected by local biological degradations.

The risk of destroying historic roof structures is elevated by the increase in economic power of the real estate business. The boom of the industry of new constructions has finally reached us, too, much earlier than we have expected a couple of years ago. Many colleagues without any experience or even training are moving into the field of historic building conservation because here there is still much to do, with government investments still flowing, and European funds being oriented into this domain.

GUIDELINES IN (HISTORIC) BAROQUE ROOF STRUCTURE RESEARCH AND CONSERVATION / RETROFITTING SPECIFICATIONS (DRAFT 2008)



5.3. CONTRACTORS – SITE MANAGERS, MASTER CRAFTSMEN, SPECIALIST CARPENTERS

The number of specialists trained and/or certified in this domain is even smaller, while certified specialists do not always manifest appropriate professional conduct. Many of them sign as specialist execution consultants for works they have not even visited on the site.

Building sites in their turn are full of engineers, site managers and master workmen incapable of differentiating between main trusses with eclectic or baroque characters, sustaining that the baroque main truss does not possess “posts” (not suspension bars!), and suggesting introducing them.

The situation can only be remedied by training, but the rules of the market are much too severe. In 2000-2002, the ACTT 2000 and the BHCT 2001/2002 specialisation courses at Aiud and Bonțida had many participants, workmen and craftsmen sent for specialist training. Many of them later left their companies, while the larger enterprises obtained ministry certificates, and do not wish to invest in specialist training (or organise these on company level, with varying levels of quality.) Medium and small companies in their turn cannot afford to invest in human resources.

However, there are some good signs as well. I would like to refer to the example of a Târgu-Mureș team, lead by a master craftsman specialised in the BHCT 2002 programme, who as a sub-contractor is involved in specialist execution works in which the general contractor often has no expertise: locally replacing timber roof structure elements with biological degradations, constructing new structures with high precision joints, re-bonding fissures in walls and vaults (Figures 5.5.a-c.) We have cooperated many times since 2004, including through the general contractor which, by working with the specialised team, trained its own employees as well in the execution of specialist works.

Their example should be followed by others working in this field requiring double / high precision work under extreme conditions, as well as a set of supplementary works: supports, temporary roofings etc. We must also emphasise the economical aspect of preserving roof structures with baroque character following the principle of minimal interventions: it is cheaper to replace a 1.5-2.00m section of a 16m rafter using 2 joints than fully replacing the rafter using at least 3, but often 4 or 5 joints.

Hence the importance of courses, guides, informational materials – information accumulated scientifically – must penetrate larger and larger areas of the conservation market.



Figure 5.5.a. – Vault rebonding executed by specialised craftsmen employed by the general contractor – Tileagd, School with Classes I-VIII;

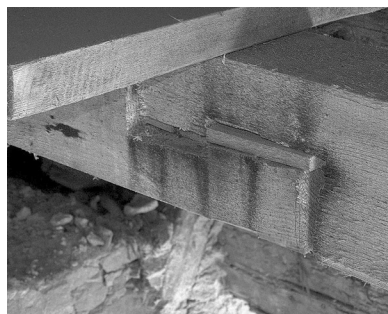


Figure 5.5.b. – Continuation detail wrongly executed, without respecting the project;

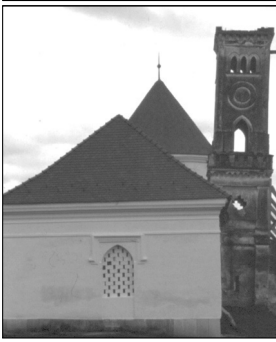


Figure 5.5.c. – The same continuation detail executed properly and in high quality, respecting the project.

The attention of specialists in built heritage preservation and conservation focused in the second half of the 20th century on the protection of load-bearing structures (historic and/or engineered), considering them constituent parts of the built heritage, but also valuable in themselves. These values are embodied in their structural conception, the quality and technology of execution in general and on the level of details. The value of historic load-bearing structures is to be seen as comparable to those carried by the architectural conception, historic gardens or artistic components (statues, mural paintings etc.)²³

NOTES

- 1 The present chapter summarises elements of the course on Timber Structures of technical universities, as well as of the synthesis course taught by prof. dr. eng. SZABÓ Bálint, *Historic Roof Structures – Historic Values, Conception, Materials, Technologies. Terminology*, which form the basis of the detailing below.
- 2 E.g. MARUSCIAC, Dumitru, prof. dr.: *Construcții moderne din lemn (Modern timber structures)*, Editura Tehnică, București, 1997 or ANDREICA, Horia: *Proiectarea elementelor structurale ale construcțiilor din lemn (Designing structural elements of timber constructions)*, UTC-N; Facultatea de construcții 1996.
- 3 SZABÓ, Bálint, prof. dr.: *Dicționar ilustrat de structuri portante istorice (Illustrated dictionary of historic load-bearing structures)*, Editura Utilitas, Cluj-Napoca, 2005.
- 4 DÉRY, Attila: *Történeti anyagtan - régi építőanyagok, összetételeik, technológiájuk (Historic materials - building materials, their composition and technology)*, Editura Terc, Budapest, 2000.
- 5 Historic roof structures with eclectic character are studied in detail in the framework of the doctoral programme of eng. BAYKA Levente, doctoral candidate, supervisor: prof. dr. eng. SZABÓ Bálint.
- 6 SZABÓ Bálint, prof. dr.: *Dicționar ilustrat de structuri portante istorice (Illustrated dictionary of historic load-bearing structures)*, Definitions: Rf3/Rs11; p. 120; Rs50, p. 172; Editura Utilitas, Cluj-Napoca; 2005.
- 7 SZABÓ, Bálint, prof., dr., KIRIZSÁN Imola: *Definirea și clasificarea șarpantelor istorice (Definition and classification of historic roof structures)*, p. 49 from *Specializarea în Reabilitarea Patrimoniului Construit – Note de Curs (Specialisation in built heritage conservation - lecture notes)*, Transylvania Trust 2004; Editura Utilitas; Cluj-Napoca – these types of roof structures are called “maritime roof structures.”
- 8 Definitions will not be repeated here; they have been thoroughly presented by prof. dr. eng. SZABÓ Bálint – their main characteristic is that they do not possess a longitudinal bracing system.
- 9 This group of historic roof structures are the topic of the doctoral dissertation of eng. KIRIZSÁN Imola, also supervised by prof. dr. eng. SZABÓ Bálint – their main characteristic is that they consist of main and secondary trusses that are self-sustaining with regard to gravitational loads.
- 10 These are detailed in the present course, and form the dissertation topic of the author, supervised by prof. dr. eng. SZABÓ Bálint.
- 11 SZABÓ, Bálint, prof., dr.: *Dicționar ilustrat de structuri portante istorice / Illustrated Dictionary of Historic Load-Bearing Structures / Történeti tartószerkezetek illusztrált szótára / Bildwörterbuch historischer Tragwerke*, Editura Kriterion, Cluj-Napoca, 2005, pg. 184;
- 12 *Ibid.*, pg. 184; pg. 186;
- 13 Each group of roof structures, engineered, semi-engineered and historic, possess their own spatial conception, which constitute the topic of further dissertations, including the one by eng. OLOSZ Emese, also supervised by prof. dr. eng. SZABÓ Bálint.
- 14 SZABÓ Bálint, prof. dr.: *Dicționar ilustrat de structuri portante istorice (Illustrated dictionary of historic load-bearing structures)*, Definitions Rf3/Rs11; p 120; Rs50, p. 172; Editura Utilitas, Cluj-Napoca; 2005;
- 15 MAKAY, Dorottya: *Șarpante istorice cu caracter baroc din Transilvania (in Romanian in the pre-publication of the 2008 conference on Historic Load-bearing Structures, Cluj-Napoca; Barokk fedélszerkezetek Erdélyben / Baroque Roofs in Transylvania (in Hungarian and English in the journal Transsylvania Nostra II, no. 8.*
- 16 Roof structure of the Kogălniceanu street Reformed church, Cluj-Napoca. Figure 2.1 is an excellent example of such roof structures with alternating secondary trusses; another example of the same type is the extraordinary roof structure of the St. Michael Roman-Catholic church, Cluj-Napoca, with a span over 27m.
- 17 Codes used in the present chapter – in quotation marks – are derived from the classification table of roof structures with baroque character, presented in chapter 3.
- 18 Formulation based on the definition in SZABÓ, Bálint, prof., dr.: *Dicționar ilustrat de structuri portante istorice / Illustrated Dictionary of Historic Load-Bearing Structures / Történeti tartószerkezetek illusztrált szótára / Bildwörterbuch historischer Tragwerke*, Editura Kriterion, Cluj-Napoca, 2005.
- 19 Definitions of upper collars and header beams have not been given because these do not differ from their basis in the dictionary.
- 20 In Germany there are roof structures with three superposed baroque tensioning systems, but on the territory studied, the author has not identified yet such an example, and thus has not included them into the typology.
- 21 There are several such known and partially re-published treatises, e.g. the technological project for constructing vaulting system and roof structure by Fritz Ignaz Michael Neumann; 1755, Würzburg, Mainfränkisches Museum (Collection Eckert 129), ed. by Wielfried Hansmann, in *Zauber des Barock und Rokoko*, Köln, DuMont Buchverlag, 2000.
- 22 Anglo-Saxon roof structures are discussed by a wide range of specialist literature, some well-known authors of which include F.B. ANDREWS, J. HEYMAN, C.A. HEWETT, G. MITCHELL, D.T. YEOMANS etc.
- 23 The attention of specialists in built heritage conservation turned towards timber structures in general, and the conservation of historic load-bearing structures as organic parts of the conservation of architectural heritage relatively late. At the beginning of the 21st century, the interest was heightened by two international publications, *Principles for the Preservation of Historic Timber Structures – 1999; ICOMOS Charter – Principles for the Analysis, Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage – 2003.*



HEGEDÜS Csilla

La gestion de la conservation-restauration du patrimoine bâti – introduction

Pourquoi s'occuper de la gestion du patrimoine bâti ? Qu'est-ce que la protection intégrée du patrimoine bâti ?

Ce sont deux concepts différents, mais, si nous analysons les activités et les processus qu'ils impliquent, nous voyons que les deux se donnent pour but l'entretien permanent du milieu construit et sa valorisation au bénéfice de la société.

La gestion est un processus déroulé par une ou plusieurs personnes, consistant en la coordination de l'activité des autres, la planification, l'organisation, la concentration et la coordination des différentes ressources afin d'atteindre les objectifs de l'organisation de manière efficace.

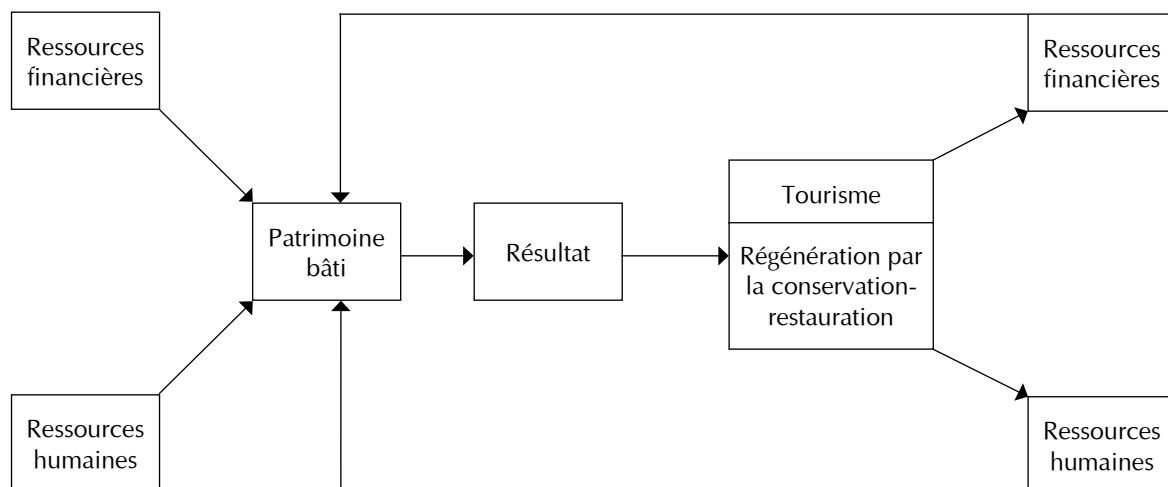
La gestion du patrimoine bâti — ressource limitée, unique et non répétable — est nécessaire et doit assurer l'utilisation consciente du patrimoine bâti en tant que ressource (et non pas sa consommation). La protection du patrimoine intégrée au développement de la société dans son ensemble implique la protection de cette ressource, ainsi que son exploitation durable par l'utilisation et la création de nouvelles ressources.

La protection et la valorisation du patrimoine bâti sont une activité interdisciplinaire qui réunit des spécialistes du domaine — architectes, ingénieurs, historiens de l'art, inspecteurs des monuments historiques —, des managers, des juristes, des artistes, des organisations civiles et même des hommes politiques. C'est à ces personnes que revient la tâche d'intégrer cette activité dans la vie quotidienne et dans le processus de développement général de la société.

D'un point de vue économique, toute activité de conservation-restauration peut être décrite à l'aide de l'équation suivante :

Il s'agit pratiquement d'investir les ressources financières et humaines dans le patrimoine bâti afin d'obtenir un résultat, un bénéfice.

Quel résultat ? Réaliser la documentation pour une action de conservation-restauration, créer une base de données, conserver et restaurer un bâtiment historique, faire inscrire une commune dans la liste de l'UNESCO ? Est-ce l'objectif ? Si l'activité s'arrête là, la protection du patrimoine bâti n'a aucune chance de survie économique, car elle n'engendre aucun bénéfice.



Il ne faut pas avoir peur du mot *bénéfice*. Il est utilisé à bon escient pour son acception qui implique un bénéficiaire, à savoir la société qui a créé le patrimoine et qui continue de le protéger.

Le bénéfice primaire peut être la valeur ajoutée au patrimoine bâti, créée par la consommation des ressources ; le bénéfice proprement dit, quant à lui, doit être bien plus, puisqu'il doit assurer la viabilité économique de l'activité en cause. À son tour, le résultat est censé mener à la création de ressources financières et humaines.

Les ressources financières ainsi obtenues proviennent du tourisme et du processus de régénération par la conservation-restauration. Dans ce cas, ce n'est pas du tourisme que de vendre des tickets d'entrée ; l'activité touristique implique une série d'industries travaillant ensemble : en plus des agents impliqués dans la conservation-restauration du patrimoine bâti, il y a aussi les industries hôtelière, alimentaire, des transports etc. qui agissent. De par les impôts directs et indirects, ces dernières deviennent un levier économique important dans le processus.

Qu'est-ce que la revitalisation à travers la conservation-restauration ?

La conservation-restauration d'un bâtiment encourage les investissements destinés à la conservation-restauration des bâtiments voisins, ce qui fait rentrer dans le circuit économique tout un ensemble de bâtiments, un quartier ou une ville et, implicitement, crée d'importantes ressources financières. Cette possibilité d'investissement sera observée par le marché, qui, en mettant en place les fonctions répondant aux besoins, mettra à disposition des ressources financières et créera de nouveaux emplois. Ce processus de régénération par la conservation-restauration s'appelle « heritage dividend » et il est déclenché par l'effet multiplicateur des investissements dans la conservation-restauration.

Le programme de protection de la commune de Rimetea, coordonné par la Fondation Transylvania Trust et le Conseil local du V^e arrondissement de Budapest, est illustratif à cet égard. Les propriétaires des bâtiments de valeur reçoivent des donations directes de la part de la Fondation et, à leur tour, dépensent le double ou le triple des montants reçus pour entretenir leur immeuble. La qualité de l'environnement obtenue ainsi attire les touristes, donc il y aura un marché pour les produits locaux et des revenus pour les riverains. Ce bénéfice a aussi un effet d'ordre moral, l'enthousiasme de la société, et entraîne de nouvelles ressources (bénévolat ou argent).

Les ressources humaines créées seront différentes des ressources investies : elles prendront la forme de l'« enthousiasme » de la société, visible non seulement dans l'intérêt passif pour la protection du patrimoine bâti (visites), mais aussi dans un intérêt actif, la volonté de « faire quelque chose » (donation en argent ou travail bénévole) ou dans d'autres formes de soutien. De cette manière, l'on obtient le support social tant désiré et nécessaire pour cette activité. Il convient d'ajouter ici l'effet psychologique d'un milieu construit de qualité sur l'être humain, sur sa force créatrice.

Les ressources ainsi créées peuvent être réinvesties dans le processus. Ce n'est qu'à partir de ce moment que l'on peut parler d'une protection du patrimoine bâti intégrée dans le processus général de développement de la société. Dans les pays où le tourisme a une contribution importante au PIB, le patrimoine bâti est considéré une ressource de base et des fonds spéciaux sont constitués pour l'entretenir, le protéger et le valoriser. Il devient donc un « revolving fund » qui assure le fonctionnement du patrimoine bâti comme ressource.

Pour le moment, en Roumanie, on est encore à une étape consistant à financer la conservation-restauration de quelques monuments historiques. Le problème qui se pose est que l'activité de gestion des monuments historiques, à forte composante de marketing, n'a pas démarré en même temps que le processus de conservation-restauration.

Le marketing est ici d'une grande complexité, car il lui revient des tâches allant de la création « du besoin, de la soif de consommer » le produit « patrimoine bâti » jusqu'à la production de publicités pour les différents produits et services offerts.

Lorsqu'il s'agit de mettre en place une stratégie de marketing, il ne faut pas attendre le moment où l'on a des résultats « définitifs » (mais y a-t-il jamais de résultat définitif dans ce processus ?) :

Il faut commencer sur-le-champ afin d'assurer les ressources dont le processus a besoin ! L'existence d'une stratégie nationale (qui inclut la base légale, les facilités fiscales etc.) est essentielle dans ce sens. C'est le gouvernement qui a la compétence d'élaborer cette stratégie à l'échelle du pays, car il n'aura pas les moyens de financer une activité, quelque prioritaire qu'elle soit, sans obtenir un résultat qui contribue au processus de développement de la société. Une fois cette stratégie nationale élaborée, il faut passer à son application sur le terrain en collaboration avec les autorités locales. Ces dernières seront des facteurs décisifs dans la réussite de l'action, car elles connaissent le patrimoine bâti

et les besoins existants sur place. Le gouvernement n'aura que le rôle de coordinateur.

Mais, pour élaborer une stratégie gouvernementale adéquate et efficace, le patrimoine culturel doit être présenté au monde politique de manière à ce qu'il devienne conscient du rôle que le patrimoine a dans la régénération économique et le développement de la communauté.

Quelle place pour les organismes sans but lucratif dans ce domaine ?

Nous illustrerons le rôle des organisations civiles à travers l'activité de la Fondation Transylvania Trust, qui, dès sa création en 1996, s'implique activement dans la protection et la gestion du patrimoine bâti. Comment le schéma ci-dessus se présente-il dans le cas de la FTT ?

Ressources financières : la Fondation n'a pas de revenus propres. Elle reçoit des donations destinées et utilisées à des fins précises.

Les ressources humaines sont les membres de la FTT, c'est-à-dire ses collaborateurs du monde entier, qui souvent offrent leurs services gratuitement afin de soutenir l'activité de la Fondation.

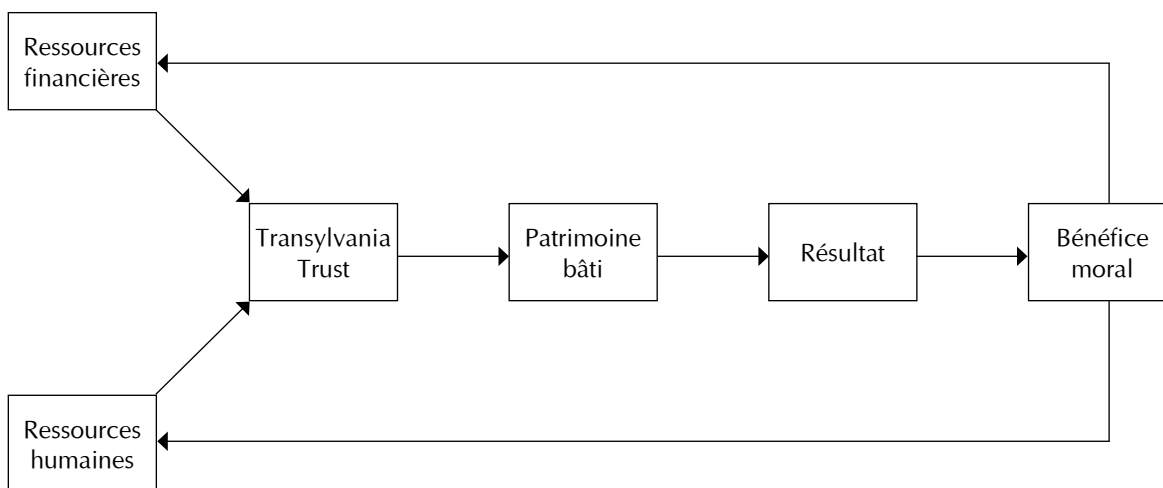
Les résultats primaires obtenus sont des villages et des bâtiments conservés et restaurés, des ouvriers spécialisés dans ce domaine, des inventaires et des bases de données concernant le patrimoine architectural etc.

Le bénéfice est ici moins la création de ressources financières ou humaines (une documentation, une base de données ou un village protégé ne sauraient générer des ressources financières pour la Fondation que, peut-être, à très long terme), mais un bénéfice spirituel : la réputation de l'organisation aura pour résultat l'obtention des fonds nécessaires pour continuer l'activité ou en démarrer de nouvelles (il

s'agit d'un financement gouvernemental — dont on a besoin dans le soutien des programmes d'importance nationale, tels les programmes de recherche, d'inventaire, d'éducation — et de financements venant de la part de différentes institutions et organisations internationales), ainsi que le support de la société. Ce dernier type de soutien peut attirer des ressources financières (donations directes des particuliers, l'apparition d'un groupe appuyant l'activité de la Fondation) et créer des ressources humaines, qui font du bénévolat, contribuant ainsi à la réalisation des objectifs de la FTT.

Le programme le plus important de la Fondation Transylvania Trust est la revitalisation du château Bánffy de Bonțida. Ses lignes directrices sont :

1. La conservation-restauration et l'utilisation durables des bâtiments du château. Jusqu'à présent, on a réussi à :
 - a. restaurer le bâtiment des cuisines ;
 - b. restaurer partiellement les anciennes écuries, le bâtiment Miklós, le bâtiment central et le portail d'accès ;
 - c. utiliser les bâtiments restaurés.
2. L'inauguration du Centre international de spécialisation dans la conservation-restauration du patrimoine bâti. Jusqu'à présent, le Centre a accueilli plus de 1 300 stagiaires de toute l'Europe. En 2008, ce programme, basé sur le principe de spécialisation par la restauration, a reçu le Grand Prix Europa Nostra du patrimoine culturel.
3. L'organisation de programmes de spécialisation et de formation qui s'adressent à ceux qui suivent le cours postuniversitaire de conservation-restau-



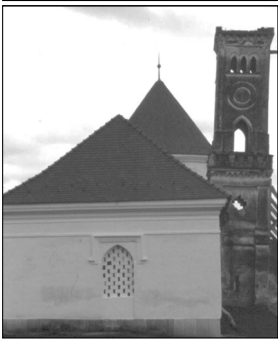
ration des monuments historiques, aux étudiants du domaine, aux lycéens et aux élèves des écoles de formation professionnelle. Les cours organisés dans ce contexte bénéficient aussi de la présence des représentants des autorités locales et organisations civiles et de leaders d'établissements culturels. Le transfert des savoirs et de l'expertise — en matière de conservation-restauration professionnelle du patrimoine bâti, de gestion de la conservation-restauration du patrimoine, de gestion des projets et de développement du tourisme culturel — se fait suivant le profil du groupe cible.

4. L'organisation de programmes culturels. Le but principal de la Fondation est d'inscrire le château Bánffy de Bonjida dans le circuit touristique et culturel de la région et, ce faisant, de montrer les possibilités de valorisation du patrimoine bâti au bénéfice de la société. Les journées du château Bánffy sont un événement annuel très populaire

lors duquel, depuis 11 ans déjà, pendant tout un week-end, on présente la culture de la région et on organise différentes activités pour les enfants, des concerts, des expositions, des présentations de livres etc.

Pour conclure, il est possible d'affirmer que l'État doit reconnaître le rôle de catalyseur que jouent les organismes sans but lucratif en leur offrant son soutien législatif et financier, ainsi qu'un appui direct dans le déroulement des programmes d'importance nationale.

Investir de l'argent ou du travail dans la restauration et la revitalisation du patrimoine bâti n'est pas seulement une question d'argent. C'est un défi et ce n'est pas la voie la plus facile à suivre, mais le résultat financier est doublé de bénéfices dont profite la société dans son ensemble et qui assurent à l'investisseur un certain statut social et une renommée.



HEGEDÜS Csilla

Conserver et restaurer par la spécialisation professionnelle

LE CENTRE INTERNATIONAL DE SPÉCIALISATION DANS LA CONSERVATION-RESTAURATION DU PATRIMOINE BÂTI

Le château Bánffy de Bonțida, un des ensembles architecturaux les plus importants de Transylvanie, était dans un état précaire à la fin des années 90. Dès sa création en 1996, notre Fondation suit de près le destin du château. Étant donné la valeur architecturale et historique du monument, ainsi que son niveau de dégradation, la conservation-restauration et l'exploitation du château sont des tâches complexes qui ne peuvent aboutir que par une stratégie de longue haleine et par une collaboration internationale.

En 1988, le British Council et le ministère de la Culture, conscients du manque d'ouvriers qualifiés dans la conservation-restauration des bâtiments historiques, ont invité la Fondation Transylvania Trust et l'organisation britannique IHBC (Institute of Historic Building Conservation — L'Institut pour la conservation des bâtiments historiques, un des établissements spécialisés les plus connus au Royaume Uni) à élaborer un programme pour résoudre ce problème. Ce programme a été lancé en 1999 au Royaume Uni, et, depuis 2001, le château Bánffy de Bonțida est devenu son siège définitif. Suite à l'institutionnalisation des activités, l'année 2005 a vu l'inauguration du Centre international de spécialisation dans la conservation-restauration du patrimoine bâti.

Structure de la formation

La formation est organisée en modules de deux semaines, pendant lesquelles les stagiaires bénéficient d'un apprentissage théorique et pratique, avec une attention particulière portée à l'activité effective. Ce sont les métiers de maçon, de charpentier et de tailleur de pierre qui sont visés. Les cours théoriques sont donnés par des enseignants d'universités britanniques et roumaines et par d'autres spécialistes, tandis que le volet pratique se

déroule sous la coordination de maîtres-artisans du Royaume Uni et de Roumanie.

Les cours s'adressent tant aux ouvriers qualifiés qui travaillent déjà dans l'industrie du bâtiment et veulent diversifier leurs connaissances professionnelles qu'aux étudiants en architecture et en constructions et à ceux qui font des études post-universitaires exigeant des stages professionnels. Ce sont eux qui coordonneront plus tard les travaux de conservation-restauration du patrimoine bâti.

À la fin de la formation, les participants reçoivent un diplôme reconnu par le ministère de la Culture et par les représentants de l'industrie roumaine du bâtiment.

Objectif et principes de la formation

L'objectif général du Centre est de promouvoir l'excellence dans la conservation-restauration du patrimoine bâti et, surtout, d'enseigner les techniques traditionnelles de construction, qui peuvent servir dans les travaux de conservation-restauration des bâtiments historiques. La poursuite de ce but s'accompagne de l'activité de restauration d'un monument historique d'importance nationale, qui se trouve dans un état de dégradation avancée.

Le Centre soutient le principe des interventions minimales ; la compatibilité entre les matériaux d'origine et les matériaux nouveaux, ainsi qu'entre les technologies employées pour la restauration des bâtiments historiques ; l'utilisation des ressources humaines et des matériaux qui existent sur place ; la nécessité de très bien connaître les constructions ; ainsi que l'analyse et le relevé des bâtiments historiques avant et pendant les interventions.

Le Centre encourage l'approche intégrée de la protection du patrimoine bâti, parce que la conservation-restauration des monuments historiques implique la collaboration de spécialistes de domaines différents. Par la suite, nous offrons des formations pour chacune des disciplines concernées et des ateliers pour les architectes paysagistes, les historiens de l'art et les archéologues.

L'activité de formation vise les métiers de la conservation-restauration et se fonde sur le concept de collaboration professionnelle entre les concepteurs, les maîtres d'œuvre et les ouvriers, aspect très important pour la réussite des projets. Une grande attention est aussi portée à la mise en valeur du concept de fierté professionnelle.

Résultats

Jusqu'à présent, le programme a bénéficié à plus de 1 300 participants de Roumanie, d'Albanie, d'Australie, de Belgique, de Bosnie-Herzégovine, du Brésil, de Croatie, de République Tchèque, d'Estonie, de Finlande, de Hongrie, d'Irlande, du Kosovo, de Lituanie, du Monténégro, de Pologne, de Russie, de Serbie, de Slovaquie, de Suède, de Grande Bretagne et des États-Unis.

La spécialisation dans la conservation-restauration du patrimoine bâti implique la restauration effective des différentes parties du château. Aucune d'entre elles n'a encore été complètement restaurée, mais les interventions ont porté leurs fruits, car ils ont sauvé les bâtiments de la disparition. Jusqu'à présent, on a rénové le bâtiment des cuisines, où se trouvent maintenant des chambres à coucher, un réfectoire et une cafétéria culturelle. Deux niveaux du bâtiment Miklós ont été aménagés pour accueillir des salles de cours, des bureaux, une

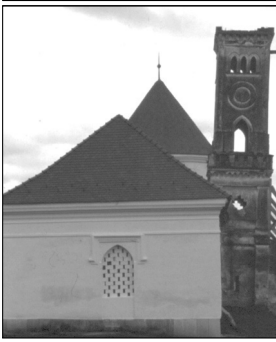
bibliothèque et des chambres destinées à l'hébergement des formateurs. L'ancienne chapelle du corps principal est le siège du Centre culturel communautaire et l'ancienne écurie abrite les ateliers de restauration du Centre. Le portail d'accès comprend des salles d'accueil et d'expositions et une salle lapidaire. Le moulin est inclus dans la stratégie de restauration du château Bánffy, mais il fait aussi l'objet d'un projet séparé, qui a permis des interventions de première nécessité pour la sauvegarde du bâtiment.

Le château offre un cadre adéquat à ces activités. En 2001, la restauration-conservation était un défi de taille, dû surtout à l'état avancé de délabrement, qui remettait en question certaines pratiques utilisées en Roumanie. Si un monument historique aussi dégradé peut être restauré, alors il est possible de sauver d'autres bâtiments historiques de Roumanie aussi. Tel était le défi. La réussite, quant à elle, se mesure à l'aune des résultats.

La méthode de formation élaborée à Bontida (conservation-restauration par la formation et formation par la conservation-restauration) est maintenant promue aussi à l'étranger, surtout dans les pays de l'Europe du Sud-Est, où, à cause du régime communiste, les problèmes sont similaires.

Le Centre de spécialisation a gagné en 2008 la plus grande distinction de l'Union européenne en la matière, le Grand Prix Europa Nostra du patrimoine culturel, pour son approche inédite : conservation-restauration par la formation et formation par la conservation-restauration.

Le château est redevenu un modèle à l'échelle internationale, quoique sa réputation d'antan fût tout autre que celle d'aujourd'hui.



Eugen PĂNESCU

Projets de valorisation du patrimoine bâti

Le soutien au développement urbain local et méthodes d'assurance qualité

Les 5 dernières années ont été marquées par quelques changements visibles dans plusieurs villes roumaines. Les données actuelles indiquent une augmentation rapide de l'intérêt de la société civile pour la qualité de la vie offerte par l'espace public, qualité qui devient objet de promotion, mais aussi, parfois, de protestation.

Grâce à des programmes d'investissements budgétaires, l'intérêt des administrations locales à cet égard a augmenté aussi, ce qui fait que le temps des conservations-restaurations sporadiques et superficielles, à résultats éphémères et à faibles qualités esthétiques, est désormais révolu.

Dans plusieurs cas, l'amélioration de la qualité des espaces publics a été bien reçue au niveau social et politique, ce qui a pour conséquences directes que les investissements dans la conservation-restauration des espaces publics et que le système qui peut générer de la qualité est assuré.

L'objectif général de ces investissements et de ces projets est, bien sûr, **d'améliorer la qualité de la vie à travers une meilleure qualité des espaces publics**. Mais qu'est-ce que cela implique et comment y parvenir dans le contexte actuel ?

Une fois l'espace public modifié par différents projets et expériences, il y a **des avantages et des précédents** qui permettent l'accumulation des effets du développement urbain et de la planification des espaces publics.

Lors du remodelage de ces derniers, les administrations locales doivent tenir compte du rôle de la planification urbaine et de la communication institutionnelle et publique des projets et profiter des avantages d'une attitude transparente et de bonne qualité.

Les études de cas ayant obtenu des résultats positifs indiquent que la planification intégrée des

investissements a une série d'avantages, pourvu que plusieurs conditions soient remplies :

- **définir la vision de la ville** de par une formulation plus facile des objectifs du développement local, avec des effets positifs sur la structure des projets d'envergure, comme les Plans généraux d'urbanisme ou les Plans intégrés de développement urbain ;
- définir de manière coordonnée **les zones d'intervention** pour pouvoir décider des étapes à suivre et relier ces zones entre elles grâce à des projets à l'échelle de la ville. Il est ainsi plus facile de planifier les budgets annuels et d'organiser et coordonner les investissements publics et privés ;
- **corrélér la planification technique avec les plateformes politiques locales** (prévues dans les plateformes et les programmes d'administration locale) — effet d'une approche intégrée, qui assure une manière équilibrée d'aborder tous les intérêts de l'administration et de la société civile. Les résultats d'une législature, par exemple, peuvent inclure tant les projets accomplis que les projets à venir dans un même domaine de l'administration locale.

La planification intégrée des espaces publics a des effets concrets et quantifiables sur plusieurs plans :

- **la coordination avec la vision d'ensemble de la ville** par l'harmonisation des priorités et des intérêts qui ont un effet direct sur l'appui apporté aux politiques et aux programmes publics de l'administration locale ;
- **le renforcement économique du centre de la ville** en attirant et en gardant les commerces et les petits services de qualité, ainsi que les résidents et en assurant une symbiose fonctionnelle entre ces éléments, en attirant et en gardant les investissements publics et privés dans la conservation-restauration du patrimoine bâti existant ;
- **le soutien apporté aux investissements privés pour la conservation-restauration des bâtiments** grâce au savoir-faire partagé et aux facilités finan-

cières offertes au niveau local dans le cadre légal existant ;

- **le développement du tourisme urbain** en assurant le confort des visiteurs et leur intégration dans la « vie » de la ville, l'augmentation du nombre de visiteurs et du temps de visite, l'encouragement des attractions locales spécifiques ;
- **la promotion de l'économie locale** en motivant, par des mesures à effet synergique, les investissements privés qui viennent compléter les investissements publics. L'objectif est de combiner leurs effets positifs même en l'absence d'une coordination directe, grâce au fait que le démarrage des projets dans les zones d'interventions est annoncé publiquement.

Comment est-il possible d'obtenir des espaces publics de qualité ?

Les différentes composantes de la qualité ne peuvent être assurées que si les intérêts et les tâches publics et privés sont coordonnés, si elles fonctionnent comme un tout et non pas séparément. Ces composantes sont :

- **le concept de développement urbain** : établir des zones d'intervention prioritaire et les inclure dans un programme d'investissement pluriannuel ;
- **le projet consacré à l'espace public** : organiser des procédures de marchés publics pour les services de conception qui assurent la meilleure qualité des projets possible. Cela peut se faire y compris par la promotion de concours professionnels ;
- **l'intégration des habitants et des entrepreneurs locaux** — la communication publique des intentions d'intervenir pour la conservation-restauration et d'attirer le support public, des besoins de la population, ainsi que du démarrage des investissements privés dans les futures zones d'intervention ;
- **l'intégration des acteurs publics** qui contribuent à mettre en place les espaces publics à travers des départements de l'administration ou des établissements spécifiques. L'exemple le plus connu est représenté par les efforts de coordination de la conservation-restauration des espaces publics avec les programmes de modernisation des réseaux d'infrastructures urbaines ;

- **la sélection des éléments qui seront aménagés** grâce à une structure précise des cahiers de charges, au contrôle visant le respect de ces cahiers lors des acquisitions et la mise en œuvre ;
- **le contrôle de la qualité de l'exécution** en attirant des concepteurs qui travailleront dans des conditions convenables pour les deux parties, assureront l'assistance technique sur le chantier et feront les ajustements nécessaires pendant la réalisation de l'objet de l'investissement ;
- la promotion d'un règlement **d'utilisation de l'espace public** après sa mise en accessibilité avec la précision des permissions et des restrictions qui assureront le bon fonctionnement et l'entretien.

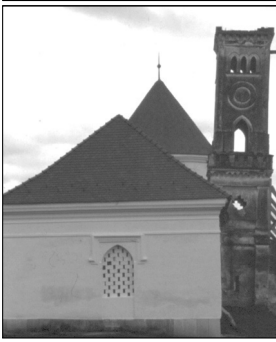
L'expérience internationale confirme les étapes et les facteurs qui contribuent à l'amélioration de la qualité de vie dans nos communes par des projets de qualité visant l'espace public.

Il y a encore très peu d'exemples remarquables, mais ceux qui existent ont été rendus possibles grâce à des concours d'architecture, ce qui ne donne pas de chance aux méthodes véritables d'attraction de la qualité professionnelle

Les paquets de fonds européens peuvent offrir une vision intégrée, mais leurs résultats concrets — en termes de qualités des projets — ne représentent malheureusement pas un facteur décisif.

Dans certaines communes où certains espaces publics ont été restaurés, on peut constater que la vie sociale est devenue plus riche et que ces projets réussis en ont entraîné d'autres.

Avec l'intensification du rôle régional des financements externes européens, nous pouvons espérer que les villages aussi auront la chance d'attirer des investissements dans les espaces publics. Pour y parvenir, nous pouvons prendre les modèles d'autres pays qui se sont proposé de conserver et restaurer leurs villages et qui ont déjà eu des expériences de dépeuplement ou de surpeuplement (dans le cas des villages situés à la périphérie des grandes villes).



Andrew SHEPHERD

Chaux, mortiers et enduits de chaux

INTRODUCTION

La chaux est utilisée depuis les temps les plus anciens. Il est certain que les Romains en avaient connaissance, car c'est ce qu'attestent des édifices importants ayant survécu jusqu'à présent, comme, par exemple, le viaduc d'Arles ou le Colisée de Rome. La chaux a été universellement acceptée comme liant et finition de surface dès le Moyen Âge, la période des grandes constructions en pierre, et elle l'est restée jusqu'au XIX^e siècle, période où apparaissent les premiers ciments.

Les avantages du ciment Portland ont contribué largement au déclin de l'utilisation de la chaux.

Pourtant, dans le cas des bâtiments historiques, qui réagissent à l'action des facteurs météorologiques d'une autre manière que les bâtiments modernes, les problèmes dus à la prise et à la dureté du ciment sont devenus de plus en plus visibles.

Ces 20 dernières années, les qualités de la chaux en tant qu'élément de base des mortiers, des enduits et des produits de finition extérieure ont été réévaluées et, en conséquence, elle est de nouveau employée.

Les murs solides des édifices historiques étant en général perméables, la circulation de l'air et de l'humidité était possible des deux côtés. Le mouvement de l'air et les conditions naturelles de séchage ont permis l'élimination de l'eau contenue dans les murs avant que ceux-ci ne deviennent saturés. Les bâtiments modernes respectent en général le principe de l'imperméabilité, c'est-à-dire que l'on essaie d'éviter le contact des structures avec l'air et l'humidité. Il y a là une différence de conception essentielle, qu'il faut retenir, entre les bâtiments historiques et les bâtiments modernes.

TYPES DE CHAUX

En principe, il existe deux types de chaux :

- chaux non hydraulique (chaux éteinte) ;
- chaux hydraulique.

La chaux non hydraulique

La chaux non hydraulique peut être employée dans la composition des mortiers pour maçonnerie et enduits et elle est généralement compatible avec les matériaux naturels, tels que la pierre ou la brique. Étant plus souple que le matériau de construction des murs, elle contribue à la porosité et à la perméabilité de ces derniers. Pour augmenter sa résistance, elle peut être mélangée avec des pouzzolanes (additifs hydrauliques), comme la farine de brique. Les différences par rapport à la chaux hydraulique sont le fait qu'elle ne fait pas prise et sa teneur très faible en argile. La chaux non hydraulique s'appelle aussi chaux éteinte et chaux en pâte. La chaux en pâte mûrit avec le temps et devient plus facile à mélanger avec des agrégats (par exemple, le sable). Avant l'utilisation, elle doit macérer pendant au moins 3 mois.

La chaux hydraulique

Dans le passé, la chaux hydraulique était utilisée dans les milieux très humides (par exemple, pour la construction des ponts) parce qu'elle fait prise — qualité variable en fonction de sa teneur en argile — même dans ces conditions. Il existe 3 types de chaux hydraulique :

- faiblement hydraulique ;
- moyennement hydraulique ;
- éminemment hydraulique.

Cette classification est faite sur la base de la teneur en argile : la chaux faiblement hydraulique en contient une petite quantité (environ 8 %), celle éminemment hydraulique — une quantité importante (25 %). En d'autres mots, plus le contenu en argile est élevé, plus la prise est rapide et plus le mortier est dur.

En Europe, on a adopté avec succès un standard selon lequel la chaux hydraulique est classifiée d'après sa résistance à la compression, calculée en N/mm² après 28 jours (2,5, 3,5, 5 NHL).

En fait, plus le matériau de base contient des impuretés, plus la chaux sera hydraulique.

LA FABRICATION / L'OBTENTION DE LA CHAUX

Traditionnellement, la chaux est obtenue à partir de pierre calcaire (carbonate de calcium) ou d'autres pierres similaires à celles-ci du point de vue géologique. Le matériau est brûlé dans des fours spéciaux et l'on obtient ainsi la chaux vive en morceaux. Ensuite, en y ajoutant de l'eau, l'on obtient, par un processus chimique naturel (extinction), la chaux en pâte. C'est dans cet état que l'on a toujours utilisé et l'on utilise encore de nos jours la chaux. Cette pâte (ou la chaux hydratée, si, pour faciliter le transport, elle a été déshydratée) est mélangée à des agrégats (des sables de différentes granulométries) et à de l'eau jusqu'à l'obtention d'une consistance permettant la maniabilité. Ce mélange absorbera lentement l'eau de l'atmosphère et, par une réaction chimique, se transformera en carbonate de calcium. C'est le cycle de la chaux (fig. 1) : le matériau obtenu du sol est recomposé pour servir de liant entre les éléments de la maçonnerie.

POURQUOI UTILISER LA CHAUX COMME ÉLÉMENT DANS LA COMPOSITION DES MORTIERS À CÔTÉ DU SABLE ET D'AUTRES AGRÉGATS ?

Avantages du mortier de chaux

1. Le mortier de chaux est plus souple, moins rigide et moins susceptible de s'effriter que les mortiers de ciment, donc il confère à la maçonnerie de la flexibilité face aux différentes sollicitations.
2. Il est plus facile à transformer et, en général, adhère mieux aux éléments des maçonneries.
3. Il permet aux murs de respirer, car il est plus perméable que les mortiers de ciment.
4. Comme il est plus poreux, il ne favorise pas la condensation de divers sels autour des joints de la maçonnerie.

Désavantages du mortier et des enduits de chaux

1. La prise (le durcissement) du mortier de chaux exige plus de temps que celle du mortier de ciment, donc le processus de construction dure davantage. Le nombre d'assises que l'on peut bâtir ainsi est réduit, car, autrement, les joints dont le mortier n'a pas durci se disloquent sous le poids de la maçonnerie.

2. Il existe un risque de détérioration à cause du gel. La chaux ne devient résistante au gel qu'à la fin du processus de carbonatation.
3. L'utilisation de la chaux dans la préparation du mortier exige des connaissances de spécialité, de la méticulosité et de l'expérience en ce qui concerne la sélection du sable et le contrôle de la prise, qui assure la consistance / résistance finale de la maçonnerie.
4. À présent, il est plus cher de travailler avec la chaux qu'avec les « alternatives modernes ».

L'UTILISATION DE LA CHAUX

La préparation traditionnelle de la chaux

D'habitude, on ajoute 65 % d'agrégats (sables) au volume de pâte en chaux traditionnelle, mais ce pourcentage peut varier suivant les caractéristiques des surfaces à restaurer. Les agrégats agissent aussi comme un matériau de remplissage, car ils réduisent la contraction pendant le séchage, entraînent l'air en assurant ainsi la résistance au gel et favorisent la carbonatation, c'est-à-dire le durcissement du mortier et l'augmentation de la résistance à la compression. Les agrégats contiennent de la pouzzolane et facilitent le processus chimique qui a lieu pendant la prise.

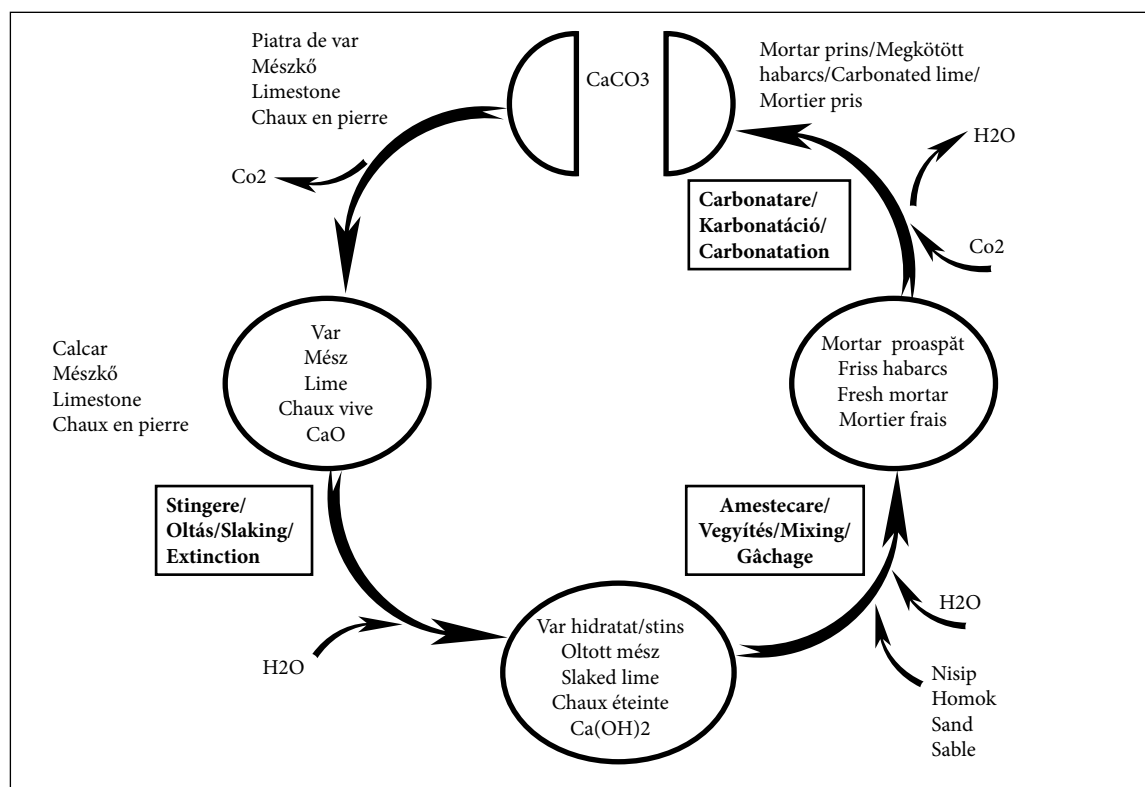
La teneur en pouzzolane (en liant assurant la prise) diffère d'un agrégat à l'autre et, pour cette raison, on utilise des panneaux de test pour voir la façon dont interagissent les composantes des mortiers.

Les caractéristiques des agrégats déterminent la maniabilité et les performances du mortier. Les sables se distinguent par leur granulométrie, leur texture et leur porosité.

Pour la préparation du mortier de base, on utilise des mélanges de chaux et sable en différentes proportions et on analyse leur comportement. Il est préférable d'employer un malaxeur pour le mélange et l'homogénéisation, car cela permet d'obtenir une meilleure adhésion entre la chaux et le sable, donc les particules de chaux rempliront les vides dans le mortier.

- a. **Le rejointoiement** : pour refaire les joints des édifices historiques (maçonneries de pierre, de brique ou mixtes), le mortier doit être plus souple que la maçonnerie. C'est un processus qui exige des outils spéciaux, des connaissances professionnelles, ainsi que des mesures de protection particulières, car

The lime cycle — Ciclul varului — A mész körforgása — Le cycle de la chaux



Ca O = var nestins/oltatlan mész/quick lime/chaux vive

Ca (OH) 2 = var stins/oltott mész/slaked lime/chaux éteinte

Note: câteodată varul poate conține și magneziu/néha a mész magnéziumot is tartalmazhat/
sometimes the lime contains magnesium/ quelquefois la chaux contient du magnésium (= D.L.)

la chaux peut causer des brûlures en cas de contact avec la peau.

b. L'enduit extérieur : au fil des siècles, partout en Europe, le mortier de chaux a été traditionnellement utilisé comme enduit. Son rôle est de protéger la surface extérieure des éléments structuraux des bâtiments et de décorer les façades. L'enduit de chaux confère de la flexibilité aux mouvements des constructions — phénomène assez courant dans le cas des édifices historiques —, il est compatible avec les matériaux d'origine et il est perméable, donc il permet le transfert d'humidité (la pluie de l'extérieur, l'eau condensée de l'intérieur) à travers les murs extérieurs. L'enduit est, à son tour, protégé par le lait de chaux qui, de par sa teneur en chaux, a les mêmes propriétés que l'enduit, donc les deux sont compatibles. Pour augmenter la résistance de l'enduit, on peut y ajouter des poils d'animal ou différentes fibres ou utiliser un treillis.

c. L'enduit intérieur : les murs intérieurs absorbent l'humidité des pièces. L'enduit de chaux facilite le transfert de l'humidité à travers les murs et contribue de cette manière au confort hygrothermique de l'intérieur.

d. Le mortier pour la réparation des éléments de pierre : il est utilisé dans les situations où le matériau d'origine ne peut pas être remplacé ou s'il est essentiel de garder celui-ci autant que possible. En général, les réparations s'exécutent sur des éléments de pierre à l'aide de couches successives de mortier. Ce dernier est un mélange de pâte en chaux et de farine minérale et il s'applique sur une armature (en général, à fil de cuivre).

e. Le lait de chaux : c'est un matériau décoratif de finition, plus exactement une peinture composée de chaux en pâte diluée et pigments, qui protège l'enduit et peut être rafraîchie régulièrement. Il est possible d'y ajouter différents liants, colorants ou huiles pour améliorer son degré de protection contre les intempéries.

TYPES D'ENDUITS

Les enduits traditionnels contenaient une très grande variété **d'agrégats, de liants et de fixatifs**. Les catégories suivantes ont été répertoriées :

1. enduits peu résistants, qui s'appliquent généralement en une seule couche épaisse sur un clayonnage ou un support de lattes ;
2. les enduits de chaux ayant une résistance moyenne ou forte, qui s'appliquent en deux ou plusieurs couches sur un clayonnage, sur un support en brique, pierre ou torchis, ou sur un support de lattes ;
3. les enduits très résistants, à base de chaux hydraulique, qui s'appliquent en deux ou plusieurs couches sur la pierre ou la brique ou sur les couches d'enduits de chaux ;
4. les enduits en plâtre ou chaux et plâtre, qui ont une résistance moyenne et s'appliquent en deux ou plusieurs couches sur la brique, la pierre ou des lattes.

DÉTÉRIORATIONS DES ENDUITS

Il y a quatre catégories de détériorations, en général liées entre elles. Il est très important de faire une analyse attentive et détaillée des façades pour identifier les causes des défauts constatés, causes qui peuvent être très diverses. Avant d'établir la stratégie de conservation-restauration, il faut faire un examen approfondi des problèmes. Les réparations doivent tenir compte des données fournies par le relevé de l'édifice et par les panneaux de test.

1. Perte d'adhérence au mur

Symptômes : décollement des couches d'enduits, gonflements ou exfoliations ; son creux au toucher.

Causes : préparation inadéquate, présence d'éléments organiques, supports huileux, humidification inadéquate de la surface du mur lors de l'application de l'enduit, évaporation de l'eau (ce qui affaiblit la prise), association inadéquate des différents matériaux (par exemple, sur des linteaux en bois ou béton), circulation intense de l'humidité à l'intérieur du mur, enduit humide ayant gelé, sous-couche trop dure pour la première couche.

Solutions : enlever les parties décollées ou nettoyer les zones qui ne sont plus couvertes d'enduit par coupe à angle droit au long de lignes claires (il ne faut pas enlever toutes les parties qui sonnent creux). Bien nettoyer les surfaces et les bords de l'enduit restant, renforcer les structures des ponts des matériaux maçonnés qui ne vont pas ensemble (bois, béton), s'assurer que l'eau ne pénètre pas le mur. Refaire l'enduit à des périodes sans risque de gel, assurer l'humidification adéquate du mur et protéger l'enduit jusqu'au moment du durcissement (de la prise).

2. Perte d'adhérence entre les couches

Symptômes : décollement de la couche d'enduit de lissage, écaillage accompagné de craquelures fines, microfissures de surface, son creux au toucher.

Causes : enduit de qualité faible, absorption rapide par la couche de base de l'eau contenue dans le mortier, temps de prise insuffisant, peintures inadéquates, saturation de l'enduit, gel, couche supérieure plus dure que la couche de base.

Solutions : vérifier l'adhésion de l'enduit de lissage : s'il est en bon état, enlever seulement les portions qui se sont décollées ; s'il est dégradé en grande partie, enlever davantage, en découpant des formes géométriques. Vérifier la couche de base : si elle est en bon état, brosser et humidifier avant d'appliquer une nouvelle couche d'enduit de lissage.

La surface et les bords de l'enduit gardé doivent être suffisamment humides pour ne pas absorber l'humidité de la nouvelle couche.

Bien compacter la couche finale et la laisser durcir lentement, dans des conditions d'humidité assurée et par temps sans gel.

3. Craquelures de surface

Symptômes : microfissures fines.

Causes :

- contraction excessive lors du séchage, enduit trop dur sur un support faible ;
- mouvement différentiel des matériaux qui constituent la couche support ;
- affaiblissement de la couche support ou mouvement de la construction.

Solutions :

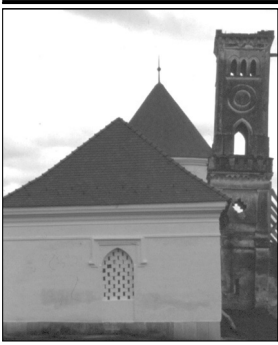
- en général, on n'intervient pour les microfissures fines que lorsqu'on repeint le mur ; nettoyer les craquelures et les remplir à la surface avec de la chaux en pâte ou de la chaux semi-hydraulique ;
- nettoyer et remplir les craquelures ou les enlever afin d'appliquer des ponts qui réduisent les différences de niveau dans la couche support.
- vérifier les détériorations de la couche support ; si les mouvements sont passifs, enduire de nouveau ; si les mouvements sont actifs, commencer par la réparation des détériorations de la construction.

4. Écaillage

Symptômes : effritement accentué.

Causes : enduit humide ayant gelé ; les peintures imperméables peuvent aggraver le processus.

Solutions : enlever tout l'enduit jusqu'à la première couche non dégradée ; si nécessaire, appliquer de l'enduit de nouveau, puis appliquer le lait de chaux.



KIRIZSÁN Ildikó

L'évolution des maçonneries de pierres et de briques au long de l'histoire

Dès les 3^e et 4^e siècles av. J.-C., on utilise en Mésopotamie, en plus des structures en bois, en argile ou en torchis, l'adobe. Plus tard, avec le développement de la poterie, la brique cuite au feu acquiert un rôle décisif grâce à ses qualités supérieures à celles des briques en terre crue. Ses dimensions sont de 30x30x8 cm, la forme et les murs se présentant comme illustré dans la figure 1.

La pierre est elle aussi utilisée — notamment dans les régions de colline et moins dans les prés —, en particulier pour en bâtir les murs importants et ceux qui sont plus fortement sollicités. Le liant utilisé est le mortier de terre ou de bitume.

Une autre catégorie est représentée par les murs mixtes, en pierre et en brique (fig. 2).

Les recherches effectuées ont attesté l'utilisation, contre l'humidité, des isolations horizontales faites d'un mélange de roseaux imbibés de bitume.

Les Égyptiens emploient plutôt l'adobe et moins la brique cuite, à cause du manque d'argile et de bois pour le feu. C'est pourtant la pierre qu'ils préfèrent :

- les pierres taillées régulières pour les murs de petite épaisseur (fig. 4). Grâce à ces formes régulières, le mortier n'est plus nécessaire pour relier les pierres et, par endroits, on utilise des joints en bois de feuillus. En général, ces murs ne sont pas couverts d'enduit.
- des pierres de différentes formes pour les murs plus épais : des pierres taillées pour les deux côtés extérieurs et des pierres irrégulières à l'intérieur (fig. 5).

Dans **la Grèce antique**, l'usage de la brique en terre crue et la brique cuite ne se répand qu'avec l'Empire romain. C'est la pierre qui est préférée, tant pour les murs compacts que pour les murs creux (fig. 6).

Les murs compacts sont bâtis sans mortier, avec des joints très fins. Les pierres sont reliées par des agrafes de bronze introduites dans les trous prévus à l'intérieur et remplis de plomb bouillant (fig. 7).

C'est **la Rome antique** qui contribue le plus à l'évolution des maçonneries en pierre et en brique.

Plusieurs types de murs en pierre existent à cette époque :

- le mur cyclopéen — *opus incertum* (fig. 8) ;
- le mur en pierres grossièrement taillées disposées en assises alternées — *opus pseudoisodomum* (isodome imparfait) (fig. 9)
- le mur en pierres ayant les mêmes dimensions — *opus isodomum* (appareil isodome) (fig. 10) ;
- le mur en pierres aux tranches façonnées — *opus rusticum* (fig. 11) ;
- le mur en pierre disposée à 45° de l'horizontale — *opus reticulatum* (fig. 12).

Les Romains utilisent le plus souvent les murs mixtes, parmi lesquels le plus intéressant est l'*opus caementicum mixtum*, dont les parties latérales sont en pierre et le noyau en petites pierres irrégulières, chaux, sable et ciment antique (terre pouzzolane — ciment naturel) (fig. 13) employé aussi comme liant. On peut dire que ce sont les Romains qui ont inventé le béton.

L'empire byzantin a hérité de tous les types d'appareils romains, mais la brique s'impose face à la pierre. Le mortier utilisé est à base de chaux ou de bitume.

Au **Moyen Âge**, pendant la **période romane**, l'on continue à bâtir selon les modèles antérieurs, les murs cyclopéens étant alternés avec les murs en pierre de taille et les murs coulés et le liant — le mortier de chaux. La nouveauté de l'époque est représentée par les ceintures de poutres en bois. À partir d'une certaine hauteur, des poutres horizontales reliées par des barres de treillis sont installées.

La seule innovation de **l'époque gothique** concerne l'épaisseur des murs, qui deviennent plus minces et présentent des creux de plus en plus grands à l'intérieur.

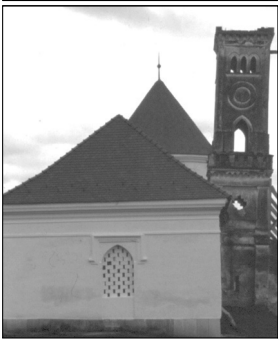
Pendant **la Renaissance**, les murs sont le plus souvent en pierres de taille façonnées, reliées par des ceintures faites de poutres en bois.

Le baroque est la période où se développe la technologie de fabrication des briques cuites et où leur utilisation se répand. Pour la construction d'un bâtiment de grande taille, un château, par exemple, il est d'usage de construire une fabrique de briques qui ne desservait que le seul chantier en question. Les murs ne sont plus reliés à l'aide des ceintures de poutres en bois, car on commence à utiliser du fer forgé de section rectangulaire pour les murs reliés par des voûtes.

Le romantisme entraîne un changement dans la technologie de fabrication des briques, la compression, et voit également l'avènement du ciment Portland comme liant dans le mortier de maçonnerie.

Dans la deuxième moitié du XIX^e siècle, en plus de la brique pressée, en Allemagne, apparaissent les briques creuses et les briques en tuf, dont les propriétés d'isolation thermique sont supérieures. Une autre nouveauté de cette période est l'utilisation des briques à alvéoles de grandes dimensions pour les murs intérieurs de séparation (fig. 14).

Au début du XX^e siècle, c'est l'avènement des briques de dimensions standard et des briques plus grandes, avec davantage d'alvéoles, celles qu'on appelle « blocs céramiques » (fig. 15). La plus grande nouveauté du XX^e siècle est l'usage du béton, du béton armé et des bétons légers. La préfabrication des éléments de grandes dimensions a augmenté l'efficacité des travaux, avec les avantages et les désavantages que nous connaissons.



KIRIZSÁN Ildikó

Commentaires et suggestions concernant l'approche technologique des structures voûtées

INTRODUCTION

Les voûtes sont des éléments structuraux utilisés pour couvrir les espaces, et représentent un système de plancher. Un cas particulier de voûte est représenté par les arcs, qui peuvent être considérés des voûtes à petite portée, utilisées pour relier les murs par-dessus les baies de portes et fenêtres. Les arcs peuvent également servir à soutenir la charge des murs des étages supérieurs.

Les voûtes sont des éléments de construction composés (2 matériaux : briques ou pierres et mortier) et des éléments structuraux exclusivement comprimés, la compression étant reprise par les maçonneries en brique ou en pierre. Le mortier sert à la cohésion et contribue moins à la reprise des efforts de cisaillement, ce qui fait que beaucoup de voûtes dont le mortier a vieilli tiennent encore.

L'évolution des voûtes au fil du temps est bien intéressante et étroitement liée à l'histoire de l'humanité et des technologies d'exécution dans le domaine du bâtiment.

Au début, les voûtes servent à couvrir les pièces à petite portée. Les premiers exemples remontent à l'époque romaine, où les espaces rectangulaires sont couverts de voûtes cylindriques, le plus souvent en plein cintre, et les espaces carrés — de voûtes d'arête, formées de deux voûtes cylindriques perpendiculaires l'une à l'autre, qui se rencontrent sur la diagonale du carré. Les Grecs les utilisent moins, se limitant aux coupôles ou voûtes sphériques des églises.

L'architecture romane du Moyen Âge utilisait la voûte cylindrique et la voûte d'arête, sans que les constructeurs de cette période arrivent à égaler les maîtres romains. Mais il y a une pensée scientifique qui fait son apparition, ainsi que la nécessité de réduire le poids des voûtes et d'utiliser des nervures de renfort, de sorte que des superficies plus grandes sont désormais couvertes.

L'époque suivante, celle de l'art gothique, se caractérise par la tendance de bâtir plus haut et de

réduire le poids des éléments de construction et elle voit l'avènement des voûtes surhaussées dont les angles aigus sont plus efficaces d'un point de vue statique, sans poussée latérale importante sur les murs. C'était pendant cette période que les voûtes à nervures voient le jour. Leur avantage est la pré-fabrication : les éléments des nervures — en pierre, le plus souvent — peuvent être préparés en atelier pour être ensuite assemblés sur place. L'espace restant entre elles, qui se réduit avec l'augmentation du nombre de nervures, est facilement maçonné après, sans que des renforts supplémentaires soient nécessaires. Ces voûtes à nervures acquièrent finalement une fonction esthétique aussi, surtout en Angleterre, où des formes spéciales apparaissent (y compris des nervures courbées).

Pendant la Renaissance, on recourt aux voûtes cylindriques pour les sous-sols et aux voûtes cylindriques qui se croisent pour les autres niveaux. Les tirants commencent à être utilisés pour reprendre les poussées latérales des voûtes qui s'appuient sur des piliers insuffisamment rigides. De même, se développent maintenant les voûtes à pénétration, nécessaires au-dessus des baies de portes et de fenêtres. En Italie et ailleurs, les coupôles se répandent ; il apparaît la coupole à nervures et avec double calotte.

À l'époque baroque, les technologies de construction ayant évolué, de nouveaux types de voûtes, pas très hautes, voient le jour : la voûte bohémienne, la voûte en berceau, la voûte en miroir et la voûte en arc de cloître, ainsi que les voûtes dont la section transversale n'est plus un demi-cercle, mais une courbe surbaissée à 2 rayons de courbure.

La coupole baroque la plus grandiose est le dôme de la basilique Saint-Pierre de Rome. C'est une coupole avec double calotte et sa base est un cercle au rayon de 42,5 m.

Plus tard, avec l'avènement du métal et du béton comme éléments de construction, les voûtes, devenues plus rares, sont combinées avec des profi-

lés métalliques pour la construction des planchers à voûtains/poutres en I (voûtes en demi-cylindre circulaires, les soi-disant voûtes « prussiennes »).

Au début du XX^e siècle, quand on veut garder la forme des voûtes effondrées lors de la restauration des bâtiments anciens, on utilise ce qui s'appelle une « fausse voûte », une voûte encorbellée.

Dans la conception et l'exécution des voûtes, l'intuition des maîtres-constructeurs a joué un rôle très important. Il n'y avait pas de projet élaboré sur des principes scientifiques, donc ils se basaient sur leur expérience et sur les bâtiments déjà existants. Souvent, les voûtes s'effondraient pendant l'exécution. Il y avait aussi une tradition : après ce que l'échafaudage était démonté, le maître se tenait sous la voûte en assumant ainsi la responsabilité de son travail.

En tant qu'éléments de construction et éléments structuraux, on peut classer les voûtes suivant plusieurs critères :

1. suivant le matériau utilisé :
 - voûtes en pierre ;
 - voûtes en brique ;
 - voûtes mixtes, en brique et en pierre ;
2. suivant la forme de la courbe directrice :
 - à courbure simple — comme, par exemple, la voûte cylindrique ;
 - à courbure double — comme, par exemple, la coupole ;
3. suivant la forme des éléments de soutien :
 - voûtes ouvertes — soutien ponctuel ;
 - voûtes fermées — soutien linéaire ; exigent des murs de renfort.

La voûte cylindrique est la plus simple, puisqu'elle peut générer tous les autres types de voûtes.

Par l'intersection de la voûte avec deux berceaux, l'on obtient 4 quarts : 2 quarts de dôme et 2 quarts soi-disant aveugles (fig. 1).

Ainsi, si nous assemblons 4 quarts de voûte, nous obtenons la voûte en croix, si nous assemblons 4 quarts aveugles, nous obtenons la voûte en arc de cloître. Celle-ci devient ensuite, si le polygone se transforme en cercle, une coupole ou voûte sphérique.

TYPES DE VOÛTES

- La voûte cylindrique peut avoir une section transversale demi-circulaire ou représentée par une courbe quelconque (fig. 2). Elle peut être utilisée pour soutenir des escaliers. Dans ce cas, l'axe de la voûte devient ascendant.

- La voûte d'arête
 - la voûte d'arête romaine, formée par la pénétration de deux voûtes cylindriques (fig. 3) ;
 - la voûte d'arête romane, dont la section diagonale est un demi-cercle (fig. 4).
- La voûte à pénétration (fig. 5)
- La voûte en arc de cloître (fig. 6)
- La coupole (fig. 7)
- La voûte en miroir (fig. 8)
- La voûte en berceau (fig. 9)
- Les voûtes à nervures : voûte en étoile (fig. 10), voûte en réseau (fig. 11), voûte en éventail (fig. 12)
- La voûte sphérique « a vela » ou bohémienne (fig. 13)
- Voûte « prussienne » — profilés métalliques et voûtains (fig. 14)

ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS D'UNE VOÛTE (fig. 15)

- Intrados ou douelles
- Extradados
- Clé
- Naissance ou imposte
- Portée
- Épaisseur
- Axe
- Flèche
- Éléments de construction : pierres ou briques
- Joint entre les pierres ou les briques

Les voûtes à petite portée peuvent avoir une épaisseur d'une demi-longueur de brique. Pour les voûtes à plus grande portée, l'épaisseur atteint une demi-longueur de brique autour de la clef et augmente jusqu'à une longueur, voire 11/2 longueur de brique, vers l'appui.

Le poids de la voûte est déterminé par son épaisseur et la poussée latérale que la voûte transmet aux piliers (pieds-droits) ou aux murs est directement proportionnelle à leur poids, donc il y a une tendance à réduire le poids de la voûte.

La voûte supporte la compression de son poids et les charges uniformément distribuées, mais elle n'a pas la capacité de reprendre l'effort de traction et ne peut pas être soumise à des charges concentrées, ponctuelles. Il en résulte que le remplissage au-dessus de la voûte a aussi le rôle d'uniformiser les charges. De même, dans le cas des voûtes au-dessus desquelles on ne prévoit pas de plancher et qui sont visibles dans le grenier, on évite la charge.

Ce sont des aspects valables pendant l'exécution aussi : il faut absolument éviter la charge.

LA TECHNIQUE DE CONSTRUCTION DES VOÛTES

Étant donnée la forme courbée de la voûte, le plus souvent, sa construction exige un échafaudage, un cintre, qui peut être parfois mobile. Il existe 3 types de maçonnerie, 3 types d'assemblage.

La première méthode, classique, est la plus fréquente. Dans ce cas, les joints qui assurent la résistance sont radiaux et les joints verticaux qui assurent la liaison — circulaires. La section transversale montre la dimension la plus petite de la brique (fig. 16).

Pour déterminer la direction exacte des joints radiaux, on peut utiliser des gabarits ou on peut fixer une corde au centre du cercle, la tendre à chaque fois et fixer ainsi la direction du joint. Pour les voûtes qui ne sont pas en forme de demi-cercle ou qui ont une forme de segment de cercle, on utilise plusieurs gabarits.

Il existe des situations, surtout dans le cas des arcs placés au-dessus de baies à grande portée, où l'épaisseur de la voûte est plus qu'une demi-longueur de brique, l'assemblage sera transversal aussi. Il faut faire attention à ce que l'ouverture du joint de l'extrados ne soit pas trop grande et, pour éviter cela, on utilise le clavetage ou des briques d'angle. Pour le renfort, il est possible d'employer des nervures de renfort plus épaisses.

Lors de la construction des voûtes, on utilise des coffrages en bois appelés cintres, qui ont la forme de l'arc de la section transversale et qui consistent dans des côtes sur lesquelles s'appuient des lattes d'environ 3 cm de large avec des espacements entre elles. Il y a depuis toujours une tendance à réutiliser les éléments du coffrage, les données indiquant même l'existence d'un système qui pouvait être réutilisé pour plusieurs types d'arcs ayant des rayons différents.

La première partie des voûtes demi-circulaires ou surhaussées, allant de la naissance jusqu'à la hauteur où l'angle du centre ne dépasse pas 30°, peut être bâtie sans coffrage, mais, après ce point, celui-ci devient nécessaire.

Étant donné qu'après le décintrement la voûte fléchit, il convient que le coffrage soit légèrement surhaussé. Le démonter est une opération délicate, qu'il convient de ne pas exécuter tout de suite et brusquement. Mais il faut également éviter d'attendre trop longtemps, car le mortier aura durci. Par contre, si le mortier est frais au moment du décintrement, les briques le pressent et il sort des joints.

L'expérience des maîtres allemands a montré que les coffrages des voûtes et des arcs de petites

dimensions peuvent être démontés après 1 ou 2 jours, ceux des voûtes et des arcs plus grands, après 4 à 6 jours et ceux des voûtes et des arcs avec une portée de 8 à 10 m, après 8 à 10 jours. Les intervalles peuvent être réduits si l'on utilise un mortier de ciment.

L'exécution de ce type d'assemblage se fait à partir de l'appui, des deux côtés, symétriquement. À la fin du processus, l'extrados est nettoyé et on coule une couche de mortier plus fluide pour remplir tous les joints. C'est la seule méthode de construction pour les voûtes en pierre, mais elle est plus difficile, car elle exige l'utilisation de claveaux adaptés à la forme de la voûte. Le poids des voûtes en pierre étant plus grand, il faut prévoir un soutien spécial.

Voûtes construites par cercles concentriques

Dans ce cas, les joints radiaux seront alternés d'une assise à l'autre et les joints soi-disant verticaux seront continus et horizontaux, non pas verticaux. Ainsi les assises de brique s'appuieront-elles les unes sur les autres. En section transversale, on voit le côté le plus grand de la brique (fig. 17).

Pour ce type de construction, on commence par les deux côtés plus courts de la pièce et on finit au centre. Au début et au centre, on utilise le système classique de construction de la voûte. L'avantage de cette technologie est qu'il n'est pas nécessaire de faire un coffrage pour toute la superficie. Il suffit d'utiliser un coffrage mobile d'environ 80 cm en largeur.

Voûtes construites en queue d'aronde

Dans ce cas, les assises de briques forment des arcs qui ne sont pas perpendiculaires à l'axe, mais obliques par rapport à lui.

La construction commence dans les coins. Pour la voûte cylindrique demi-circulaire, les assises diagonales seront elliptiques et la hauteur sera plus grande vers le centre (fig. 18).

L'avantage de cette méthode est que, une fois finie, chaque assise est stable et s'appuie sur l'assise antérieure. Un maçon chevronné peut s'y prendre sans coffrage, se servant seulement d'un gabarit.

Il y a aussi un type d'assemblage en queue d'aronde qui commence au centre et finit aux coins, mais elle nécessite l'utilisation d'un coffrage pour toute la superficie. Les voûtes bâties ainsi auront des joints radiaux perpendiculaires non pas au demi-cercle, mais à l'arc diagonal, ce qui permet de suivre les règles classiques de construction.

Dans la pratique de conservation-restauration des monuments historiques, on utilise très souvent

les profilés métalliques et les voûtains. Cela permet de maçonner classiquement, par cercles concentriques ou en queue d'aronde.

Deux méthodes sont utilisées pour la construction des voûtes à pénétration :

- si la voûte à pénétration est beaucoup plus petite que la voûte principale, c'est celle-ci qui est construite en premier et de la place est prévue pour la voûte à pénétration ;
- si les deux voûtes sont de dimensions similaires, on les bâtit en même temps sur un cintre, donc les assises des deux voûtes s'imbriqueront et la ligne de contact sera plus épaisse.

La construction des voûtes à nervures commence par la réalisation du système de nervures selon la configuration donnée. Le plus souvent — et c'est préférable que ce soit ainsi — le rayon de courbure est une constante et tous les éléments des nervures sont égaux (fig. 19). Une fois les nervures rangées sur un support provisoire et fermées par le voussoir de clé, elles se tiennent seules. Pour joindre ces éléments de nervure, on emploie la plupart des fois, en dehors du mortier, des tétons métalliques qui rentrent dans les trous prévus dans la nervure. Si les champs entre les nervures sont suffisamment petits, on peut les maçonner sans coffrage, le plus souvent en queue d'aronde.

La réalisation des appuis

La forme des voûtes fait que les charges transmettent à l'appui des poussées verticales et latérales. Une question très particulière est la reprise

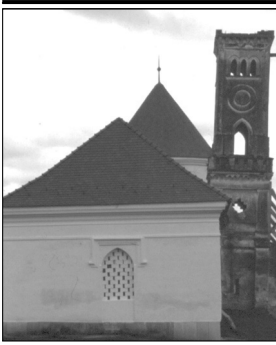
de la poussée latérale : si le mur est suffisamment épais, elle ne pose pas de problème, mais, plus l'épaisseur des murs et des appuis est petite, plus le problème est sérieux. C'est pourquoi, surtout à l'époque gothique, on utilisait des contreforts ou des arcs à rôle de contreforts. Plus tard, ce rôle revenait aux tirants métalliques.

La construction des voûtes commence par la réalisation des appuis, qui sont la surface sur laquelle sera posé le premier joint rayonnant. Si l'arc de la section transversale est un demi-cercle, une demi-ellipse ou une courbe surhaussée, alors la surface d'appui est horizontale ; s'il est un segment de cercle ou un arc surbaissé, l'appui doit être oblique (fig. 20).

Si la voûte est construite comme dans la première image (fig. 21), la section transversale est diminuée et, avec elle, la résistance du mur ; si le mur est un mur de séparation, comme dans l'image 3 (fig. 21), la section du mur sera presque nulle, situation qu'il faut éviter. Dans ces cas, il faudrait bâtir le mur et la voûte en même temps, mais, dans la pratique, on commence par les murs, on prépare les surfaces d'appui comme dans les figures ci-dessous, on couvre le bâtiment, puis on voûte.

Il est possible de réaliser la surface d'appui à l'aide de quelques assises de briques en console ou par des éléments d'appui spéciaux en pierre de taille ou briques de forme préétablie.

Pour les voûtes situées entre des arcs, on ne peut pas réaliser les appuis au préalable. L'appui se fera par clavetage comme illustré ci-dessous (fig. 21).



David BAXTER

Atelier de maçonnerie

PRINCIPES DE BASE

Les exposés et les ateliers pratiques du Programme de spécialisation dans la conservation-restauration du patrimoine bâti encouragent une philosophie de conservation-restauration de la maçonnerie basée sur :

- **la compatibilité** des matériaux utilisés pour les réparations avec les matériaux d'origine ;
- **la perméabilité** des matériaux, afin d'assurer un transfert optimal d'humidité à travers les structures de maçonnerie ;
- **le maintien** des matériaux d'origine dans la plus grande mesure possible au cours des interventions ;
- **l'utilisation des matériaux locaux** dans les travaux de conservation-restauration.

CONSTRUCTIONS EN MAÇONNERIE

Les bâtiments principaux du château Bánffy de Bonțida sont en maçonnerie mixte de pierre et briques assemblées avec du mortier de chaux en assises irrégulières. Au fil du temps, les façades ont été modifiées à plusieurs reprises. Cela est visible surtout dans le cas du bâtiment Miklós, dont on sait que la façade a été transformée dans les années 1820, lorsque l'enduit a été épaissi de 50 cm par rapport à la surface initiale, en utilisant du mortier de chaux. A l'origine, le lait de chaux coloré aux pigments avait été utilisé comme peinture pour tous les bâtiments.

TRAVAUX D'ATELIER

Dans le cadre des ateliers, les participants travaillent directement sur les bâtiments, supervisés par des contre-maîtres. Un relevé du bâtiment est effectué avant de commencer, sur la base duquel sont programmés tous les travaux. Ainsi, les participants à la formation peuvent travailler dans un contexte similaire à celui d'un véritable chantier et peuvent comprendre les phases et les procédés des réparations dans leur ordre logique.

PROCÉSSUS DE RESTAURATION

Les ateliers commencent par une démonstration des qualités et de l'utilisation de la chaux en pâte. En général, la chaux utilisée à Bonțida est une pâte non hydraulique à plus de 6 mois de mûrissement, qui se produit dans la ville voisine, Gherla (20 km). Il s'agit d'une pâte non raffinée qui contient beaucoup d'impuretés provenant de la calcination et l'extinction de la chaux et qui fonctionnent comme ajouts hydrauliques pendant le durcissement (la prise), en lui conférant des qualités similaires à celles de la chaux faiblement hydraulique (NHL2).

Le mortier utilisé dans les travaux de consolidation et réparation se prépare à partir d'un mélange de 3 volumes de sable (provenant d'une source locale) et un volume de chaux en pâte. D'habitude, il n'est pas nécessaire d'y ajouter de l'eau, étant donné le contenu d'eau de la chaux et du sable. Le mélange homogène ainsi préparé peut être utilisé tout de suite ou il peut être stocké, protégé par un tissu de sac (hessian) pour être utilisé plus tard. Dans certains cas, lorsqu'un durcissement plus rapide de la surface est nécessaire, on emploie de la chaux hydraulique (NHL2). Par exemple, celle-ci peut être appliquée sur la partie inférieure d'un mur, là où il touche le sol, aux cheminées exposées aux intempéries et aux corniches placées à haut niveau.

Les travaux de consolidation du château suivent les étapes consacrées des réparations, en soulignant l'importance de la manière de préparer les surfaces avant d'y appliquer des matériaux nouveaux, pour assurer l'adhérence des éléments nouveaux sur les éléments anciens.

Préparation de la surface

La préparation des surfaces commence en enlevant tous les matériaux affaiblis de l'endroit qui doit être consolidé et autour de celui-ci. Pendant cette opération, il ne faut pas utiliser des outils lourds, mais une petite truelle de main et une brosse, pour prévenir l'enlèvement inutile du matériau. Ensuite, la surface sera lavée à l'eau propre (même sous forme de jet). L'endroit qui sera consolidé est couvert d'une couche de lait de chaux obtenu en diluant la pâte de chaux avec de l'eau, jusqu'à

ce qu'elle ait une consistance similaire à la consistance du lait. Cela va aider à augmenter l'adhérence du nouveau mortier. Il est très important que la maçonnerie soit préparée ainsi avant de commencer les réparations. Si la maçonnerie est trop sèche, elle va attirer trop vite l'humidité du nouveau mortier, ce qui va causer des dégâts. L'opération de préparation est laborieuse, mais si elle n'est pas effectuée d'une manière adéquate, les réparations s'avéreront défectueuses.

Consolidations

Les matériaux utilisés dans la consolidation varient en fonction de l'ampleur et de la profondeur/l'épaisseur de la zone à consolider. Si les défauts ne sont que de surface, c'est à dire pas trop profonds, la maçonnerie peut être consolidée avec des tuiles en mortier de chaux (tuiles d'argile rangées en files). La pierre ou les briques sont employées dans les endroits plus profonds. Dans ces cas-ci, il est important d'assurer l'humidification continue du fond, afin de prévenir l'absorption prématurée de l'humidité du mortier. À la fin de chaque réparation ou à la fin de la journée de travail, le secteur doit être protégé à l'aide d'un tissu de sac (hessian), puis arrosé avec de l'eau, afin de prévenir la contraction et la fissuration du mortier. Lorsque des secteurs plus grands sont consolidés en profondeur, les parties nouvelles sont construites en assises horizontales et verticales, pour assurer l'imbrication totale des éléments nouveaux et anciens, pour que la nouvelle construction ne devienne pas une structure autonome. Certains murs du château ont été fortement détériorés et les travaux de consolidation ont atteint parfois en profondeur la moitié de l'épaisseur de la muraille d'origine. Dans des cas pareils, une imbrication correcte est essentielle.

Des fissures structurelles ont été souvent découvertes dans les murs des bâtiments. Pour leur réparation, on utilise la technique d'imbrication suivante : on découpe la muraille à section en V en suivant le trajet de la fissure et on remplit l'endroit de maçonnerie, en arrangeant soigneusement les nouvelles assises de pierre ou de briques pour qu'elles s'harmonisent avec les anciennes. Une méthode alternative comprend l'introduction de barres ou de plaques d'acier dans le lit de mortier. Il est important que l'acier soit inoxydable et non pas galvanisé, car il présenterait un risque d'endommagement ultérieur. Si l'acier entre en contact avec l'humidité excessive, il corrode (ronge), en créant des problèmes. Dans le cadre du programme, on a cherché à utiliser des matériaux compatibles avec la structure d'origine et qui soient disponibles en Roumanie, pour que les technologies utilisées pendant le cours puissent être facilement appliquées à d'autres travaux. Les technologies présentées ont été utilisées afin de consolider avec succès : la structure de maçonnerie de l'ancien bâtiment de la cuisine et de son

bastion, la porte principale avec les pièces adjacentes, le bâtiment Miklós et son bastion, le bâtiment de l'écurie et celui du moulin.

Restauration des voûtes

Le cours de Bonțida offre une spécialisation dans la restauration des voûtes de briques, étant le seul cours de ce type en Roumanie. Tous les bâtiments principaux du château Bánffy avaient des voûtes de briques, pratique très répandue en Roumanie au XVIII^e — XIX^e siècle. Certains sous-ensembles possèdent des voûtes introduites plus tard (probablement pour remplacer les planchers de bois détériorés ou détruits par des incendies), comme c'est le cas des bastions du XVII^e siècle. Il y a plusieurs types de voûtes dans le château : voûte cylindrique de la porte principale, à pénétration et à nervures, voûte d'arête à plan circulaire dans les bastions, voûte en calotte à courbe surbaissée dans le bâtiment Miklós et voûte bohémienne dans le bâtiment Miklós et le bâtiment des écuries. L'état des voûtes a imposé leur reconstruction dans plusieurs endroits, tandis que d'autres secteurs n'ont pas pu être restaurés. L'identification de la géométrie des voûtes en mesurant les rayons et les portées des arcs a été une condition importante de l'approche de restauration proprement-dite. En ce qui concerne leur construction, les voûtes ont été faites de briques de différentes dimensions (les dimensions des briques sont un indice important pour dater la période de construction), suivant la courbe génératrice ayant l'épaisseur d'une moitié de brique ou d'une brique. Les voûtes ont été restaurées en utilisant des cintres (coffrages) en bois construits sous la voûte, ayant le même rayon que la voûte, sur lesquels les nouvelles briques ont été placées directement sur un lit de mortier de chaux, imbriqués avec les briques d'origine. Lors de ces réparations, il a été très important d'assurer l'imbrication des éléments nouveaux avec ceux d'origine et des éléments nouveaux entre eux — dans toutes les directions, pour qu'ils résistent aux forces qui agissent dans la voûte. Dans certains cas, des commandes spéciales de briques provenant d'une source locale ont été nécessaires, pour qu'elles correspondent aux dimensions des briques d'origine.

Enduits

L'enduit extérieur et la peinture du bâtiment forment la couche protectrice extérieure, révélant la patine du temps et le caractère des monuments historiques. En Roumanie, il y a une tendance à considérer un enduit ancien comme dégradé, donc il est souvent enlevé des façades et remplacé par un nouvel enduit. Les cours de Bonțida accentuent l'importance de la préservation de l'enduit d'origine, si possible. Ce principe a été appliqué d'abord à la restauration du bastion de l'ancien bâtiment de la cuisine, où d'importantes parties de l'enduit d'origine se

sont préservées, en dépit de la détérioration sévère de la structure principale.

La vérification de l'adhérence de l'enduit peut induire en erreur, car tout dépend du support sur lequel il a été appliqué. Par conséquent, seulement les fragments d'enduit qui étaient mal fixés ou visiblement détériorés ont été enlevés. Comme pour les travaux de consolidation, l'importance de la préparation des surfaces sur lesquelles le nouvel enduit est appliqué a été fortement soulignée. Cela porte sur le nettoyage des joints de la maçonnerie de base et l'humidification de la surface d'abord avec de l'eau propre, ensuite avec du lait de chaux, afin de la préparer pour la première couche de base.

L'enduit a été généralement appliqué en deux couches de base, toutes les deux ayant une composition 3:1 (sable et chaux en pâte) et une épaisseur maximale de 10 mm. Dans certains endroits, il a été nécessaire d'appliquer une troisième couche afin de s'assurer que la surface a été bien nivelée. Pour réaliser une finition lisse des surfaces principales, profils ou corniche, la couche finale doit être un mélange de sable finement tamisé et de chaux en pâte, ayant une composition de 2:1. Dans le passé, ces couches étaient augmentées de manière artificielle, en utilisant des tuiles à l'intérieur du mortier. Ce système a été adopté pendant les travaux de réparation, mais en employant des tuiles cassées à la place des tuiles entières. Les travaux de ce type exigent une compréhension profonde de la manière de construction du bâtiment et des technologies de réparation et modification utilisées jadis. Donc, ceci a représenté une excellente occasion d'apprendre comment faire et interpréter un relevé.

Jusqu'à présent, tous les travaux du cours se sont déroulés à Bonñida en été, lorsque la température varie entre 20 et 38 °C. Il a été donc très important de bien comprendre les propriétés et le comportement des enduits de chaux en pâte, qui présentent des variations importantes à des températures pareilles. Exposé à des températures élevées, l'enduit sèche plus vite, donc il a été nécessaire de protéger les surfaces récemment enduites en créant un microclimat autour du bâtiment, en couvrant les nouveaux travaux avec du tissu de sac (hessian) imbibé d'eau et humidifié régulièrement, afin d'éviter les fissures et le manque d'adhérence. Cette opération a été répétée pour la deuxième couche et pour la couche finale, dont la texture a été ajustée pour correspondre à celle d'origine. Toutes les surfaces enduites, nouvelles et d'origine, ont été couvertes de quatre couches de lait de chaux afin d'obtenir une finition ressemblant à celle d'origine.

La restauration a inclus la réparation des profils d'enduit aux corniches et encadrements des fenêtres et des portes. Ces travaux ont été exécutés en utilisant la méthode traditionnelle des gabarits pour moulures, qui implique la réalisation d'un gabarit d'après le profil d'origine et son application à tous les éléments similaires du

bâtiment. Cette méthode demande un relevé précis des profils d'origine, ainsi que des capacités spéciales pour réaliser et utiliser le modèle.

Décorations murales

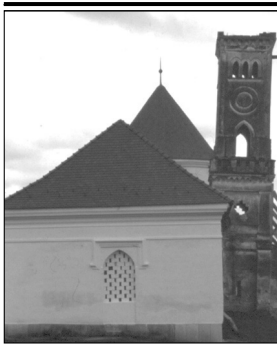
Dans le bâtiment principal du château, il y a des décorations murales sur les murs et autour des fenêtres. Elles sont assez petites, donc il est extrêmement important de les préserver. On trouve la même situation dans plusieurs manoirs et châteaux de la région. Afin de trouver une solution, les cours ont été enrichis avec des cours de formation en techniques telles que la fresque, le sgraffite, le stuc (enduit à l'effet de marbre), en utilisant de la chaux et des pigments locaux. Les ateliers incluent la présentation des techniques traditionnelles de la fresque, en appliquant des pigments sur une surface de mortier de chaux frais, de sgraffite, en utilisant des couches d'enduit de chaux en couleurs et de l'enduit à l'effet de marbre, en utilisant du mortier de chaux et du marbre en poudre aux pigments naturels afin d'obtenir la couleur désirée. Les travaux avancés vont inclure la restauration directe des décorations murales du bâtiment principal.

Bâtiment du moulin du château

En 2011, un atelier a été organisé dans le bâtiment du moulin qui se trouve à l'extérieur de l'enceinte du château, dont le sujet était la consolidation des structures de maçonnerie. La structure du bâtiment est composée premièrement de maçonnerie mixte en pierre et briques avec du mortier de chaux. L'extérieur des murs de briques est revêtu de blocs de pierre. La conservation du bâtiment a inclus des travaux de consolidation similaires aux travaux réalisés dans les autres parties du château et des consolidations structurelles comportant des tiges et des plaques en acier, afin d'assurer la liaison entre les surfaces extérieures et intérieures. En outre, les pierres ornementales autour des fenêtres ont été consolidées et les murs ont été injectés avec du mortier de chaux, afin de traiter les fissures cachées. En fonction du type de travaux dans les différentes parties du bâtiment, on a utilisé de la chaux hydraulique ou non hydraulique.

CONCLUSIONS

L'exécution des réparations et les technologies utilisées ont mis en évidence les principes de base mentionnés au début de cet exposé. Une compréhension profonde du bâtiment, des matériaux et des processus de construction, l'enregistrement précis des interventions et des réparations, la connaissance des qualités et du comportement des matériaux utilisés dans la restauration peuvent aider à sauver un bâtiment détérioré d'une manière authentique, en facilitant l'identification d'une nouvelle fonction qui lui soit bénéfique.



SZŐKE Kálmán

Roches ornementales et carrières

INTRODUCTION

Les roches ornementales sont toutes les roches solides à l'intérieur de la croûte terrestre, qui se distinguent des autres roches surtout par l'aspect extérieur agréable et qui ont des propriétés adéquates à l'utilisation prévue (dureté, gélivure, résistance etc.).

La roche représente une réunion de minéraux de même nature (par exemple, les calcaires, les quartzites etc.), appelés mono-minéraux ou de natures différentes, appelés poly-minéraux (par exemple, le granite, le basalte etc.).

En fonction de leur formation, les roches peuvent être classifiées en trois grandes catégories :

- a. volcaniques ;
- b. sédimentaires ;
- c. métamorphiques.

Les roches volcaniques (magmatiques) sont formées par la consolidation des masses magmatiques fondues, provenues de l'intérieur de la Terre. Leur composition chimique comprend une grande teneur en SiO_2 (quartz), oxydes d'aluminium, de fer, de magnésium etc. Du point de vue de la structure (la manière dont les minéraux constituants sont associés), les roches sont holocristallines (entièrement cristallisées), hémicristallines et vitreuses. La dimension des cristaux donne la structure phénocristalline (cristaux de plus de 5 mm), microcristalline (cristaux de 1—5 mm), et cryptocristalline (moins d'un mm).

Grâce à ces propriétés, les roches volcaniques sont les roches les plus dures, difficiles à tailler et à transformer. En général, leur poids spécifique est de $2,5 \text{ g / cm}^3$ ($2,5 \text{ t/m}^3$).

Les roches formées suite à la désagrégation chimique ou à l'altération chimique, qui se sont accumulées dans des bassins, entrent dans la catégorie des roches sédimentaires. Étant donné les conditions de formation, les roches sédimentaires sont stratifiées, sont les seules à pouvoir contenir

des fossiles et ont des propriétés chimiques et mécaniques très variées.

Les roches volcaniques ou sédimentaires se sont transformées, dans différentes conditions de température et de pression, en roches métamorphiques à travers un processus de métamorphose. C'est ce qui explique que leur composition chimique et leurs propriétés mécaniques sont similaires aux roches volcaniques ou métamorphiques.

Puisque les roches ornementales sont utilisées dans l'industrie du bâtiment, il convient de connaître au moins les **caractéristiques physico-mécaniques** suivantes :

- a. Densité (poids spécifique) — en $[\text{g / cm}^3]$. Joue un rôle important dans le calcul du poids des constructions.
- b. Absorption d'eau à pression et température normale — en $[\%]$. Cette caractéristique nous aide à tirer des conclusions concernant l'humidification des éléments de construction.
- c. Coefficient de gélivure — en $[\%]$. Représente le degré d'altération (destruction) après plusieurs cycles gel-dégel.
- d. Résistance à la compression — en $[\text{daN / cm}^2]$. Une caractéristique très importante dans le calcul de la statique des constructions.
- e. Résistance à la compression après 25 cycles gel-dégel — en $[\text{daN / cm}^2]$. Indique le laps de temps pendant lequel les éléments extérieurs peuvent reprendre la charge nominale conçue.
- f. Résistance au choc mécanique — en $[\text{daNcm / cm}^3]$. Dans certains cas, les éléments en pierre ornementale supportent des chocs mécaniques (coups).
- g. Résistance à l'usure par abrasion à 440 rotations / min., au sec, avec du sable normal — $[\text{g / cm}^2]$.

Lorsqu'il s'agit de roches ornementales en tant qu'éléments de construction et éléments taillés, la dureté, la fissuration, la stratification, ainsi que

L'inclusion de différents matériaux (en général des argiles), ont une importance maximale.

La dureté — L'échelle de Mohs, bien qu'elle n'ait pas un fondement scientifique, est utilisée à présent comme une caractéristique fondamentale en géologie. Elle classifie les roches en 10 catégories, chacune d'entre elles griffant les roches dans la catégorie inférieure. Les degrés de dureté et les différences entre eux sont arbitraires. Dix roches étalon ont été établies :

- | | |
|--------------|--------------|
| 1. talc | très tendres |
| 2. plâtre | |
| 3. calcite | tendres |
| 4. fluorine | |
| 5. apatite | semi-dures |
| 6. feldspath | |
| 7. quartz | dures |
| 8. topaze | |
| 9. corindon | très dures |
| 10. diamant | |

La dureté des roches est d'une importance particulière dans les travaux de taillerie.

La fissuration — Souvent, les roches massives ont des fissurations naturelles, ce qui élimine complètement ou partiellement l'utilisation des blocs exploités. C'est pourquoi tous les blocs doivent être vérifiés rigoureusement.

La stratification — Toutes les roches sédimentaires ont un certain degré de stratification qui joue un rôle important dans les travaux de découpage, car la résistance à la séparation est réduite sur les surfaces stratifiées.

Les inclusions — Souvent, de petites inclusions (en général des argiles) apparaissent entre les couches de stratification, ce qui modifie les propriétés mécaniques, parce qu'elles se dissolvent facilement dans l'eau.

Dans la plupart des cas, les roches ornementales sont exploitées à ciel ouvert (dans des carrières). L'ouverture des travaux d'**exploitation** des carrières requiert l'exécution de trois catégories de travaux :

- travaux d'ouverture, qui permettent l'accès au gisement : chemins, aménagements de chantier etc. ;
- travaux de préparation : décapage, création des marches et des tranchées etc. ;
- travaux d'exploitation (abattage), qui représente la totalité des travaux d'extraction proprement dits (perçage, dislocation, transport etc.).

L'une des exigences principales en ce qui concerne les blocs exploités est l'homogénéité du point de vue des propriétés physico-mécaniques, à savoir l'absence de fissures, car les travaux d'extraction sont mécanisés seulement partiellement et l'exploitation à la dynamite est exclue.

La méthode classique d'extraction des blocs en pierre consiste à percer les trous de mine autour du bloc découpé ; ensuite, des cales et des goupilles sont introduites dans les trous et martelées à la main jusqu'à la fissure et la séparation complète du bloc. Dans certains cas, la dureté de la roche ne nécessite pas le perçage des trous, car les blocs se séparent lors du martèlement direct des cales (des clous) tout au long du bloc à découper, sur deux ou trois faces du bloc.

Une méthode encore plus efficace et qui élimine l'effort physique lors du découpage des blocs est la méthode d'abattage à l'aide d'un agrégat qui actionne un câble à insertions de carbure de tungstène, qui fait craquer ainsi le bloc de pierre. Le câble inséré est introduit dans les trous percés antérieurement. Cette méthode a le grand avantage de diminuer les pertes d'exploitation, car les surfaces découpées sont presque parfaitement planes.

Là où les conditions géologiques et minières le permettent, des fraiseuses carbure doubles mobiles sont utilisées pour tailler les blocs en pierre sur deux ou trois faces simultanément, ce qui permet d'améliorer la productivité.

La prochaine étape du processus de transformation est le **façonnage des blocs** découpés manuellement avec des scies à pierre ou fraiseuses à disque.

Le façonnage donne des blocs de pierre exploités, des éléments prêts à tailler.

Les fraiseuses carbure à disque ont un diamètre de jusqu'à 3 000 mm et ont une productivité nettement supérieure à celles des scies à pierre.

Types de pierres de construction

Dans ce qui suit, nous présenterons les roches ornementales utilisées le plus souvent, leurs caractéristiques principales et leur localisation.

Les calcaires — Formule chimique : CaCO_3 — carbonate de calcium.

La roche la plus répandue, grâce à ses propriétés physiques, adéquates au taillage et à son aspect agréable. En général, on considère calcaires les roches qui contiennent plus de 50 % de CaCO_3 . Ce sont des roches sédimentaires qui peuvent contenir d'autres éléments, ce qui leur donne un aspect agréable. Grâce à leur dureté réduite (environ 3,

d'après l'échelle de Mohs), les calcaires oolithiques sont souvent utilisés en tant qu'encadrements, plaques, appuis de fenêtre, chapiteaux taillés ou sculptés etc.

Propriétés physico-mécaniques :

- poids spécifique entre 1,4 et 2,8 g / cm³ ;
- concentration entre 80 et 99 % ;
- absorption d'eau jusqu'à 20 % ;
- résistance à la compression entre 500 et 150 daN / cm² ;
- résistance à la séparation lors de la compression après gélivure : 150—800 daN / cm².

Les calcaires (carbonate de calcium) sont effervescents au contact des acides, ce qui les rend faciles à identifier.

Les calcaires oolithiques apparaissent dans la Vallée du Nadăș, dans les localités de Baci, Rădaia, Viștea, Leghia. Parmi les gisements de calcaire les plus importants, nous pouvons mentionner : Săndulești, Tureni, Podeni (département de Cluj), Poiana Aiudului, Poiana Gălzii, Rimetea, Ighiu (département d'Alba), Borz, Bratca, Remeti, Vadu Crișului, Vașcău, Uileacu de Beiuș (département de Bihor), Codlea, Hoghiz, Zărnești (département de Brașov), Cernavodă, Tașaul, Medgidia, Sitorman, Techirghiol (département de Constanța), Babadag (département de Tulcea), Vârghiș (département de Covasna), Baia de Fier, Suseni (département de Gorj), Bănița, Măgura Feredeului, Ohaba Ponor (département de Hunedoara), Costești (département de Iași), Glod, Letca, Mirșid (département de Sălaj) etc.

Les roches marmoréennes sont des roches métamorphiques, formées par la recristallisation du carbonate de calcium (de gisements de calcaire). Elles ont une dureté plus grande que les calcaires (environ 3,5) et peuvent être polies et lustrées. Caractéristiques : porosité diminuée (jusqu'à 2 %), résistance à la compression entre 600 et 1 000 daN / cm², résistance aux intempéries. Gisements importants : Sohodol (département d'Alba), Alun, Banpotoc, Geoagiu (département de Hunedoara), Băița, Chișcău (département de Bihor), Borcut, Buteasa (département de Maramureș), Cormaia (département de Bistrița-Năsăud), Luncani (département de Timișoara), Porumbacu (département de Sibiu), Rușchița (département de Caraș-Severin), Moneasa (département d'Arad) etc.

Les travertins sont une variété de calcaires amorphes ou finement cristallisés, formés par l'accumulation du carbonate de calcium des eaux bicarbonatées. Texture compacte, poreuse ou vacuo-

laire. Couleur blanc-gris ou jaunâtre, en fonction des impuretés. Zones dures et, en général, des propriétés physico-mécaniques moins actives que dans le cas des calcaires oolithiques. Gisements importants : Banpotoc, Cărpiniș, Geoagiu, Rapoltu Mare (département de Hunedoara), Borsec (département de Harghita).

L'aragonite, appelé d'après la ville d'Aragon en Espagne, est une variété de calcaire cristallisé dans le système cristallin trigonal. Différentes couleurs : blanc, blanc-jaunâtre, vert, gris, violet, parfois avec irisations. Les couleurs sont dues aux impuretés.

Propriétés : densité ~ 2,9 g / cm³, dureté 3,5—4, résistance à la compression 800—1 000 daN / cm². Faciles à transformer. Les surfaces polies ont un aspect (éclat) satiné très agréable, raison pour laquelle elles sont utilisées dans la fabrication des objets de décoration. Gisements importants : Corund (département de Harghita), Luncani (département de Timișoara), șuncuiș (département de Bihor).

L'albâtre est une variété de plâtre (CaSO₄), sans impuretés. Couleur blanc lacté à éclat agréable. Transformé, il est utilisé dans la fabrication d'objets de décoration intérieure. Dureté 1,5—2, densité ~ 2 g / cm³, présent dans la région d'Aghireș, Cheia (département de Cluj), Călan (département de Hunedoara), Jebuc, Gălășeni (département de Sălaj) etc.

Les grès sont des roches sédimentaires provenues de la cimentation de sables, notamment des silicates, ce qui rend ces roches très dures. D'après la composition du liant, il existe des grès avec ciment à calcite, à silice, à argile etc. C'est notamment la couleur du liant qui détermine la couleur des grès. Les nuances de vert sont le résultat de la teneur en chlorite, glauconite et illite. Les nuances de rouge sont le résultat des oxydes et des hydroxydes de fer et la couleur noire est due à la présence de la pyrite (sulfure de fer — FeS₂).

Grâce à la concentration assez variée des grès et aux natures très différentes du liant, les propriétés physico-mécaniques varient énormément : 400—2 500 daN / cm², concentration 88—98 % , porosité 5—20 % , absorption d'eau à pression et température normale 1,3—12 % , résistance à l'usure 0,1—0,5 g / cm³, résistance au choc mécanique 40—90 daN / cm³.

Gisements de grès : șard, Ighiu (département d'Alba), Ileanda, Ciurmârna (département de Sălaj), Casinul Mare (département de Harghita), Osoi (département de Cluj) etc.

Les tufs volcaniques sont des roches identiques aux roches éruptives du point de vue de leurs caractéristiques chimiques et-minéralogiques et identiques aux roches sédimentaires du point de vue de leurs structure et texture, car elles se forment par l'accumulation subaquatique ou subaérienne des cendres volcaniques. D'après la nature du matériau volcanique, il existe des tufs dacitiques, andésitiques, ryolitiques etc. Propriétés : poids spécifique 1,8—2,5 g / cm³, concentration 73—90 %, absorption d'eau 5—20 %, résistance à la compression 350—850 daN / cm². Très faiblement attaquées par les acides. En général, dû à la structure vacuolaire, elles sont un peu gélives (faible résistance aux intempéries).

Présents à Tiocu, Cornești, Apahida, Cuzdriouara, Ocna Dejului, Borșa, Dăbâca (département de Cluj), Valea Morii (département de Maramureș), Reteag (département de Bistrița-Năsăud) etc.

Les roches volcaniques sont différentes des roches présentées ci-dessus, car leur dureté atteint jusqu'à 5—6 sur l'échelle de Mohs, elles résistent aux intempéries et ont une résistance mécanique très élevée, grâce aux minéraux contenus, qui proviennent du magma solidifié. Toutes les roches magmatiques contiennent une certaine quantité de quartz (SiO₂), qui leur confère une dureté élevée, car la dureté du quartz est de 7. Par conséquent, elles sont difficiles à transformer, mais une fois polies, elles acquièrent un aspect très agréable qui dure longtemps. Elles sont utilisées en tant que roches ornementales, particulièrement dans les travaux extérieurs, taillées manuellement ou mécaniquement : plaques, différents éléments de construction, pavages etc.

Les roches volcaniques le plus souvent utilisées font partie de la famille des **granites**, qui sont répandus et ont un aspect agréable après la transformation. Les granites contiennent une grande quantité de quartz et un mélange d'autres minéraux comme la biotite, le feldspath etc. Les granites microcristallins sont plus faciles à transformer (polir), mais moins résistants aux efforts mécaniques et à l'action des agents polluants dans l'atmosphère que les granites macro-cristallins. Propriétés : résistance à la compression 1 200—2 800 daN / cm², résistance à la flexion 200-450 daN / cm², résistance au choc mécanique 30—65 daNcm / cm³, densité 2,3—2,7 g / cm³, résistance à l'usure 0,5—1,5 g / cm².

Les andésites sont des roches magmatiques effusives, qui contiennent de la hornblende, de la biotite, du quartz etc. et qui apparaissent sous

forme d'écoulements. Elles ont une couleur foncée, qui passe du gris clair au noir. Largement répandues, elles sont utilisées dans tous les domaines de construction.

Propriétés : résistance à la compression 700—2 500 daN / cm², résistance au choc mécanique jusqu'à 100 daNcm / cm³. Largement répandues dans toutes les montagnes volcaniques.

Les basaltes — roches volcaniques très répandues, couleur foncée qui passe du gris au brun-noirâtre, à cause des composantes de minéraux mélanocrates ; parfois rougeâtres à cause des altérations. En général, les basaltes présentent des fissures, dues à la contraction par le refroidissement de la lave qui produit des trous en colonne (en forme de tétragone, pentagone et hexagone). Les propriétés des basaltes sont, en général, les mêmes que celles des roches volcaniques.

Les roches sans fissures peuvent être utilisées en tant que pierres ornementales, ayant des surfaces polies agréables. On en trouve à Hoghiz, Comana (département de Brașov), Racoșul de Sus (département de Covasna), Brănișca (département de Hunedoara), Topolovăț (département de Timișoara).

Les quartzites sont des roches métamorphiques dont les caractéristiques ressemblent à celles des roches éruptives. En plus du quartz, elles peuvent contenir de faibles quantités d'autres minéraux. La couleur dépend en grande mesure du contenu du liant. Très résistantes à l'usure et aux tests mécaniques, grâce au contenu de SiO₂ (plus de 70 %). Comme elles sont très dures (presque 7 sur l'échelle de Mohs), leur utilisation en tant que roches ornementales est limitée. On en trouve à Archiș (département d'Arad), șasa (département de Hunedoara), Tarovăț (département de Mehedinți), șoimi (département de Bihor).

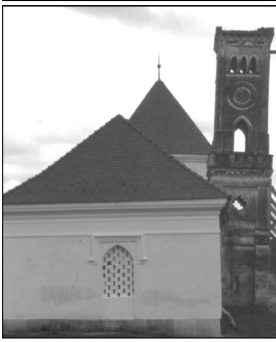
Les dacites sont des roches volcaniques similaires aux granites, mais aux caractéristiques physico-mécaniques faibles. Moins faciles à polir, à cause de la présence des roches micacées. Gisements à : Băișoara, Bologa, Bitang, Henț, Iara, Morlaca, Osoi, Poeni, Stolna, Vlădeasa (département de Cluj), Zagra, Sângeorz Băi (département de Bistrița-Năsăud), Mirșid, Moigrad (département de Sălaj) etc.

Les sienitiques sont des roches magmatiques qui contiennent de petites quantités de quartz et qui sont pourtant très résistantes aux chocs mécaniques. Le minéral prédominant est l'orthose. Les

valeurs des caractéristiques mécaniques se trouvent légèrement au-dessus de la moyenne des valeurs mentionnées pour les roches volcaniques. Faciles à transformer, elles acquièrent une surface polie particulièrement agréable, surtout le sodalite qui a une teinte bleue, grâce au contenu de sodium (Na). Gisements renommés à Ditrău (département de Harghita) et dans la Dobrogea du Nord.

Les gneiss sont des roches métamorphiques qui, par leur contenu en minéraux cristallisés, la texture, et les propriétés physico-mécaniques, ressemblent aux roches volcaniques. Certaines variétés se taillent et se polissent très facilement.

Répondues à : Porț, șimleu (département de Sălaj), Rășinari, Sadu (département de Sibiu), Călnic (département d'Alba) etc.



Andrew SHEPHERD

Dégradations et réparations de la pierre

INTRODUCTION

La pierre est un matériau de construction durable, dont l'usage remonte à la préhistoire. Des monuments importants, tels que les pyramides et l'Acropole en témoignent.

La pierre est d'une variété incroyable, créée par les conditions géologiques spécifiques aux différentes périodes historiques de la Terre. Souvent, les couches de pierre de la même carrière ont des caractéristiques physiques très différentes, ce qui a une contribution essentielle à la variété des types de pierre.

CAUSES DE LA DÉGRADATION DE LA PIERRE

La pierre est généralement considérée comme un matériau durable, mais il existe néanmoins des facteurs qui contribuent à sa dégradation :

La pollution de l'air : c'est un problème connu depuis l'Antiquité. Au contact avec l'eau de pluie, les oxydes de soufre et d'azote, ainsi que le dioxyde de carbone créent des solutions acides qui entrent en réaction avec tout matériau calcaire, tel que la roche calcaire, qui va subir une dégradation si elle y est exposée. Dans le cas où une corniche protège la pierre, la dégradation sera visible sous la forme d'une croûte noire.

Causes chimiques :

1. Les gaz et les liquides naturels ou artificiels de l'atmosphère.
2. Les sels solubles présents dans l'atmosphère et dans la pierre, ainsi que le sel antidérapant qui arrive aussi sur les murs.
3. La dégradation de la couche de sulfate de calcium qui se forme à la surface du calcaire en raison de sa réaction aux polluants.

Causes physiques :

1. L'action du gel à cause de la cristallisation répétée des sels solubles — en gelant, l'eau dans les pores de la pierre augmente son volume, ce qui entraîne des tensions dans la structure de la pierre. Après des cycles gel-dégel répétés, la pierre fend ou est broyée.
2. Les sels solubles :
 - a. L'accumulation des cristaux de sel dans les pores de la pierre peut entraîner des tensions plus grandes que la résistance intrinsèque, ce qui peut broyer la pierre. C'est la principale cause de dégradation de la plupart des monuments du patrimoine mondial.
 - b. En contact avec l'eau, les sulfates et les nitrates dans l'air produisent des sels qui attaquent la pierre. L'évaporation de l'humidité capillaire du sol est la source des problèmes posés par les sels solubles dans la pierre. Les sels portés par le vent dans des zones maritimes et désertiques attaquent les bâtiments en pierre.
 - c. Le sel antidérapant et les produits de nettoyage actuels peuvent mener à l'accumulation accentuée des sels qui attaquent la pierre en devenant solubles. Dans le passé, la poudre noire avait un effet similaire.
 - d. Les deux mécanismes qui contribuent à la dégradation causée par le sel sont la cristallisation des sels dans les solutions et l'hydratation des sels.
 - e. Ayant une action hygroscopique, les sels peuvent provoquer des problèmes internes et externes.
3. Les contraintes thermiques, y compris les incendies.

L'attrition : causée par le trafic pédestre et les phénomènes naturels, tels que le sable porté par le vent.

Causes biologiques :

1. La portée et l'impact des attaques bactériologiques dans la dégradation de la pierre représentent encore un sujet de recherche. Les principaux agents destructeurs sont les algues, les champignons et les lichens. La présence des lichens qui poussent entraîne une réaction chimique qui détruit la surface de la pierre. Les bactéries autotrophes et hétérotrophes absorbent le carbone et dégradent ainsi la pierre.
2. Biodégradations :
 - a. Avec le temps, la pierre acquiert une patine grâce à la création d'une croûte de protection qui contribue à l'aspect historique de la pierre. Cependant, un équilibre sain entre cette érosion et l'action nocive des facteurs biologiques naturels est nécessaire.
 - b. Les racines de lierre et d'autres plantes attaquent les surfaces en pierre, notamment les joints. Quelle que soit son attractivité, la végétation sur les façades représente un risque pour la qualité des pierres.

PROBLÈMES PHYSIQUES DE LA PIERRE

Il peut y avoir des couches « molles » dans le front de taille de la carrière, des couches ayant d'ailleurs une qualité satisfaisante. Il existe aussi des phénomènes naturels, tels que les bouches d'aération et les fissures à l'intérieur des couches, qui ne peuvent pas être facilement détectées. Afin de choisir la pierre adéquate, il est nécessaire de compter sur l'expertise des travailleurs des carrières de pierre, car il est rare que les architectes et les ingénieurs aient des connaissances et des compétences en la matière.

1. Problèmes survenus pendant l'exploitation de la pierre

Il s'agit ici d'une grande diversité de problèmes, parmi lesquels :

- a. **La stratification** : les pierres doivent être débitées, taillées et étalées en couches identiques à celles dans la carrière. Bien qu'il soit convenable du point de vue économique, les pierres ne doivent pas être débitées de manière verticale ni même pour les balustrades. Les pierres seront érodées par l'action des agents météorologiques au long des couches naturelles dans la carrière.
- b. **Le vieillissement** : ce problème n'est plus aussi important qu'il l'était il y a 60 ans. Après ce que la pierre est débitée, on laisse se développer une couche protectrice.

c. **La sélection inadéquate** : parfois, des pierres impropres sont sélectionnées, comme par exemple des pierres trop molles pour les faîtes ou les dalles.

d. **Méthodes inadéquates d'exploitation dans la carrière** : avec le développement des grands outillages, ces problèmes sont plus rares que dans le passé. L'utilisation de la dynamite a produit des fissures persistantes dans la pierre. Les pratiques sont aussi différentes : dans le passé, on considérait que le découpage de la pierre à la machine menait à sa destruction. De nos jours, les formes simples en pierre sont découpées à l'aide des outillages.

2. Problèmes survenus pendant le traitement

Même si une pierre appropriée à l'usage a été sélectionnée, les erreurs de traitement contribuent souvent à des dégradations prématurées. Les problèmes de ce type les plus communs sont :

- a. **La sélection impropre** : la pierre ne doit pas être choisie uniquement en raison de sa couleur ou de sa granulation. Par exemple, la pierre utilisée pour les faîtes doit être plus imperméable que la pierre utilisée pour les travaux de maçonnerie.
- b. **Les pinces incorporées** : elles ne représentent plus un problème aussi important que dans le passé, lorsque les pinces en fer et, plus tard, en acier s'étendaient à cause de la corrosion du métal, produite par l'humidité infiltrée par les irrégularités dans la maçonnerie ou les joints. A présent, ces problèmes sont faciles à résoudre, car des matériaux qui n'ont pas une réaction en contact avec l'eau, tels que l'acier inoxydable ou le bronze, sont utilisés.
- c. **L'incompatibilité des matériaux** : l'eau qui s'écoule de la pierre de calcaire sur la pierre de grès mène à la dégradation du liant entre les granules de sable de cette dernière, à cause de la pénétration des acides provenus du lavage du calcaire. De même, l'eau qui s'écoule d'un toit en cuivre peut colorer et tacher les éléments en pierre. Par conséquent, il faut éviter ce genre de situation en utilisant des matériaux compatibles.

LA RESTAURATION DE LA PIERRE

En général, les principes de restauration des ouvrages en pierre sont les suivants :

1. Il est probable qu'il n'est pas nécessaire d'effectuer des réparations si la maçonnerie en pierre répond aux exigences de résistance, de stabilité et d'étanchéité (elle protège contre les intempéries).
2. La valeur historique de la pierre doit être identifiée et documentée. Il est très important de conserver le plus de matériau original possible.
3. Les détails des éléments taillés ou sculptés en pierre doivent être des copies fidèles des originaux. La pierre à remplacer doit être intacte. Les nouvelles pierres doivent être identiques aux originales du point de vue de la dimension, de la forme, de la couleur, de la texture et des caractéristiques liées à la durabilité et au traitement de la surface. Les joints doivent être appliqués correctement.
4. Idéalement, la pierre devrait provenir de la même carrière que l'original. Si cela n'est pas possible, il faudrait trouver une pierre appropriée et compatible du point de vue géologique.
5. L'aspect général du mur doit être semblable à l'original. L'insertion d'un grand nombre de pierres plus petites ne constitue pas une bonne pratique, car les lignes des joints originaux seront moins distinctes.
6. Généralement, les éléments en pierre doivent être placés dans le plan original du mur.
7. Les nouvelles pierres (s'il s'agit des roches sédimentaires) doivent être placées correctement dans le mur. Les couches naturelles doivent être mises en plan horizontal, à l'exception des corniches, des faîtes, des profils (où les couches sont mises vers la crête) et des voussoirs (où les couches doivent être parallèles au radius de l'arc).

En ce qui concerne la restauration des ouvrages en pierre, **les murs** et **les éléments en pierre** seront traités séparément.

Les murs : la fonction du mur est de soutenir le toit et de protéger l'intérieur contre les intempéries. Lorsque ces fonctions ne sont pas remplies, les causes possibles sont :

- les éléments en pierre peuvent se casser à cause des tensions internes ;
- les façades du mur peuvent se scinder, car le lien entre elles n'a pas été effectué correctement ;
- le remplissage peut être enlevé par l'eau, notamment dans la partie supérieure du mur.

Ces problèmes peuvent être résolus par des moyens traditionnels de renfort, entrecroisement (qui peut signifier la démolition et la reconstruction du mur), l'injection de produits à base de chaux ou l'insertion de pinces en acier inoxydable.

Les fondations défectueuses ont été souvent renforcées par endroits. Pourtant, cela peut causer l'apparition des tassements réactifs qui peuvent engendrer des destructions importantes. Le bâtiment doit être considéré dans son ensemble, du point de vue structurel.

Les éléments en pierre peuvent se dégrader à cause de plusieurs facteurs. Les moyens de restauration sont :

- le remplacement de l'élément en entier ;
- le remplacement partiel de l'élément (remplissage) ;
- les réparations avec mortier de chaux en pâte et poussière de pierre.

Afin de bien choisir la méthode d'intervention, il est nécessaire d'avoir de l'expérience et des connaissances afin de choisir la méthode d'intervention. Le budget disponible et l'amplitude des dégradations sont les facteurs qui influencent cette décision.

LE TRAITEMENT DE LA PIERRE

Irrigation avec de l'eau de chaux : c'est une technique par laquelle la pierre de calcaire est traitée par l'application de trente-cinq couches d'eau, riches en chaux, sur les éléments dégradés. En théorie, l'eau de chaux renforce la pierre en s'infiltrant dans ses pores. Cependant, beaucoup d'experts attirent l'attention sur le danger que présente l'introduction de grandes quantités d'eau dans la pierre, qui peut entraîner des désavantages à long terme.

Consolidants et agents de durcissement de surface : les expériences de longue durée avec des silanes et d'autres matériaux n'ont pas mené à des résultats concluants. S'il existe des doutes concernant les résultats de l'intervention à long terme, il serait mieux de ne pas les utiliser.

Le nettoyage de la pierre : La nécessité de nettoyer les ouvrages en pierre des monuments historiques fait encore débat, car il y a eu des mauvaises expériences dans le passé. Le but du nettoyage devrait être d'enlever les algues et d'autres polluants et non pas juste de « renouveler » la façade. Il est obligatoire de faire des tests auparavant. L'aspect le plus important dans tout programme de nettoyage est la géologie de la pierre.

Méthodes de nettoyage

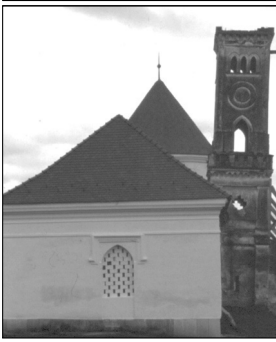
Ces dernières années, plusieurs méthodes spécifiques, à taux de réussite variables, ont été élaborées, toutes étant basées sur :

- le lavage avec de l'eau à basse pression ;
- le lavage avec de l'eau à haute pression (2000 lb/po2) ;
- les acides ;
- les alcalines ;
- les vapeurs ;
- les abrasifs.

Les tests de nettoyage aident à déterminer la bonne méthode. Certains matériaux sont plus durs

et résistants à un nettoyage plus agressif. En règle générale, afin d'arriver au résultat souhaité, il faut choisir une méthode légère, non agressive.

Un grand inconvénient de ces méthodes est l'eau accumulée sur la surface du bâtiment, qui cause la migration des sels et leur pénétration, avec la boue, dans la pierre. L'eau qui s'infiltré dans la maçonnerie peut arriver en contact avec des éléments en bois, métal et des installations électriques, ce qui peut causer d'autres soucis. Si le programme de nettoyage est effectué par mauvais temps, il peut y avoir des dégradations causées par la transformation de l'eau en glace.



David BAXTER

Atelier pour les tailleurs de pierre

INTRODUCTION

En ce qui concerne les bâtiments du château Bánffy de Bonțida, la pierre naturelle a été utilisée comme matériau de construction dans quatre domaines principaux :

- Maçonneries ;
- placages ;
- encadrements ;
- sculptures/statues.

Jusqu'à la fin des années 1940, le château était dans la propriété de l'ancienne famille nobiliaire Bánffy. Les bâtiments étaient richement ornés de statues et d'éléments décoratifs en pierre, le château étant renommé pour leur qualité exceptionnelle. Depuis, mais surtout dans la deuxième moitié du XX^e siècle, la plupart des sculptures ont été détruites, volées ou enlevées. Il est donc extrêmement important de préserver le matériau sculpté qui a survécu aux dévastations.

Par conséquent, les ateliers pour les tailleurs de pierre ont mis l'accent sur :

- l'emploi des techniques de restauration de la pierre ;
- la réintégration des éléments d'origine en pierre trouvés dans la cour du château ;
- la sculpture de nouveaux éléments en pierre pour compléter les encadrements.

Le principe de base a été d'utiliser le matériau d'origine dans la plus grande mesure possible et d'assurer la compatibilité du nouveau matériau dans le cas des remplacements ou des restaurations.

TYPES DE PIERRE

La pierre des encadrements ornementaux des fenêtres, portes ou portails est un calcaire provenant de certaines carrières autour de Cluj qui ne fonctionnent plus. La pierre utilisée dans la restauration du château est un calcaire provenant de la même couche géologique que l'original, qui est donc

compatible du point de vue de la texture, porosité, couleur et qualité de vieillissement avec la pierre d'origine.

TRAVAUX D'ATELIER

Des maîtres tailleurs provenant de Grande Bretagne et de Roumanie ont enseigné aux participants aux cours les différents aspects de la taille de pierre. Le façonnage de la pierre prend beaucoup de temps, donc il n'est pas toujours possible de finaliser une œuvre étant donné la structure modulaire du cours. Par conséquent, le cours vise à combiner les exercices avec des travaux de restauration proprement dits, afin d'offrir aux participants une expérience professionnelle aussi complète que possible.

Sculpture des nouveaux éléments

La pierre est apportée au château en blocs. Dans l'étape initiale, on identifie les outils qui seront utilisés pour tailler la pierre. Les blocs de pierre sont ensuite taillés à la main, en employant une gamme variée d'outils : ciseau de briqueteur, ciseau étroit ou large, ciseau à pierre. Cette étape est très longue, mais très importante pour s'assurer que les éléments sont bien ajustés entre eux ou avec les éléments existants, et représente la base du moulage et des travaux délicats de sculpture. Après l'étape de la taille, on explique aux participants au cours les techniques utilisées pour obtenir les figures géométriques et artistiques, les moulures et les gravures. En parallèle, les maîtres et les participants plus adroits travaillent sur de nouveaux éléments qui seront introduits là où les éléments d'origine manquent ou ne peuvent plus être restaurés.

Le bâtiment du portail a été modifié dans les années 1960-70. L'encadrement en pierre du portail extérieur a été reconstruit presque entièrement, les éléments d'origine en pierre étant remplacés par des blocs de béton armé. L'arc en pierre du portail intérieur s'est écroulé partiellement dans les années 90,

mais les éléments d'origine en pierre ont été retrouvés dans la cour du château. En 2002, les tailleurs de pierre ont commencé la restauration des encadrements en pierre du portail intérieur et extérieur. De nouveaux éléments en pierre ont été sculptés d'après le modèle d'origine, les blocs de béton armé ont été enlevés et remplacés par de nouveaux blocs de pierre, plus adéquats. Des réparations in situ des pierres existantes ont été effectuées et les éléments d'origine, enlevés de l'arc du portail intérieur, ont été remontés. De nouveaux éléments en pierre ont été fixés avec des tenons d'acier galvanisé trempés dans une pâte de chaux pure, sans additifs. La position des tenons a été soigneusement déterminée, afin de correspondre aux exigences de résistance et d'éviter le risque de pénétration d'eau qui, à long terme, pourrait déclencher des réactions chimiques qui mèneraient à la destruction de la pierre. Par conséquent, les tenons ont été placés au centre des éléments pour minimiser la pénétration de l'eau des joints. L'épaisseur maximale des joints était de 3 mm et le jointolement s'est fait à la chaux en pâte pure.

Processus de restauration

Partout où il a été possible, les travaux de restauration ont été effectués in situ. La technologie a comporté les étapes suivantes : l'enlèvement méticuleux des portions détruites, l'introduction d'une armature en fil de cuivre à l'intérieur de la pierre fixée avec de la chaux en pâte pure, la reconstruction de la moulure d'origine à l'aide des techniques de moulage et d'un mélange spécial de chaux en pâte et de poudre de pierre.

Le mortier utilisé avait la composition suivante : un volume de chaux en pâte et un volume de poudre de pierre, auquel on a ajouté 5 % de sable fin, pour obtenir une texture aussi proche que possible de la texture des pierres existantes. La poudre de pierre provient de deux types de pierre trouvées dans le château, combinées 1/1 afin de trouver une couleur compatible avec celle des pierres d'origine, pour assurer la compatibilité des éléments nouveaux avec les éléments anciens. On a évité d'utiliser des résines et du ciment, car on ne connaît pas les qualités de vieillissement à long terme des résines et le ciment est trop dur et pas assez poreux, pouvant donc mener à la détérioration locale des pierres d'origine.

Pour que le mortier utilisé dans la restauration résiste aux températures estivales allant jusqu'à 38 °C, un microclimat a été créé autour des pierres, afin que le mélange fraîchement appliqué ne sèche

pas trop rapidement. Ainsi, la pierre de base a été humidifiée au préalable et chaque couche (3 mm) a été couverte de tissu de sac (hessian) et soigneusement arrosée avec de l'eau. Ce contrôle de la prise a assuré le succès des travaux, attesté par le fait que les réparations ont résisté aux températures extrêmes des deux dernières années, se situant entre -20 °C et +38 °C.

La technologie a été perfectionnée à l'occasion des travaux de restauration du portail de l'ancienne écurie. À ce moment-là, on a démontré qu'en ajoutant du sable à la granulation plus grossière, on augmente la résistance du mortier de restauration, et que la couleur et les performances de la couche supérieure peuvent être améliorées en ajoutant ½ de sable finement tamisé et un peu de poudre de pierre blanche, maintenant ainsi le mélange de base avec un volume de chaux en pâte et un volume de poudre de pierre. L'application de ce système a fait possible la préservation de plusieurs parties de pierre d'origine, qui autrement auraient dû être remplacées.

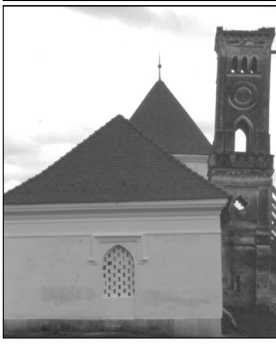
Travaux de restauration en cours

Le portail de l'écurie a été l'un des travaux en pierre ornementale baroque les plus précieux et impeccablement exécutés en Transylvanie, mais il a été détruit en 2000. Sa restauration a commencé en 2003. La technologie appliquée comporte des réparations, des remplacements basés sur le principe décrit ci-dessus. Il a été possible ainsi de remonter les piliers d'origine, sculptés, de l'encadrement, qui avaient été renversés et cassés. Ils ont été remis à leur place en 2003 et complétés avec de nouvelles moulures sculptées en 2004.

L'application des principes de réparation et la sculpture de nouveaux éléments ont continué, contribuant à la restauration de plusieurs parties du château. De nouveaux éléments sculptés ont été réalisés pour les encadrements des fenêtres du bâtiment principal, la chapelle, l'aile néogothique et le bastion du sud-est. Là où il a été nécessaire, on a combiné la sculpture de nouveaux éléments avec la restauration des éléments existants, pour accomplir une restauration adéquate, comme par exemple dans le cas des pinacles de l'aile gothique. Dans certains cas, des réparations ont été faites in situ, mais pour beaucoup de pierres décoratives ou statues, il a été nécessaire de démonter les éléments, d'enregistrer leurs caractéristiques en les mesurant et en prenant des photos et d'effectuer les réparations dans l'atelier.

Le processus de restauration des pinacles en pierre peut être décrit ainsi : documentation photographique, mesures effectuées in situ, enregistrement même des données concernant les moulures, démontage, numérotage des éléments et leur transport dans l'atelier. C'est uniquement dans cette étape qu'on décide quelles parties peuvent être restaurées et quelles parties doivent être remplacées. Le réassemblage des éléments restaurés à leur endroit d'origine est lui aussi une expérience incontournable dans le processus de restauration.

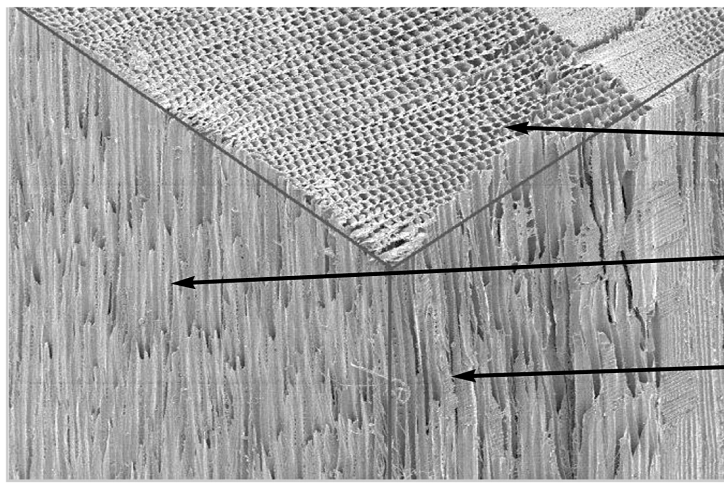
Les principes de restauration mettent en évidence la nécessité de préserver le matériau d'origine tout en offrant une formule de base pour la restauration de la pierre, qui peut être adaptée à des situations différentes sans renoncer à la compatibilité avec le matériau d'origine. Le cours de Bonțida est le seul en Roumanie à promouvoir cette technique.



SZABÓ Anna

**Structure du bois. Physique et chimie du bois.
Degrés de durabilité et d'humidité.
Dégradations biologiques et traitements**

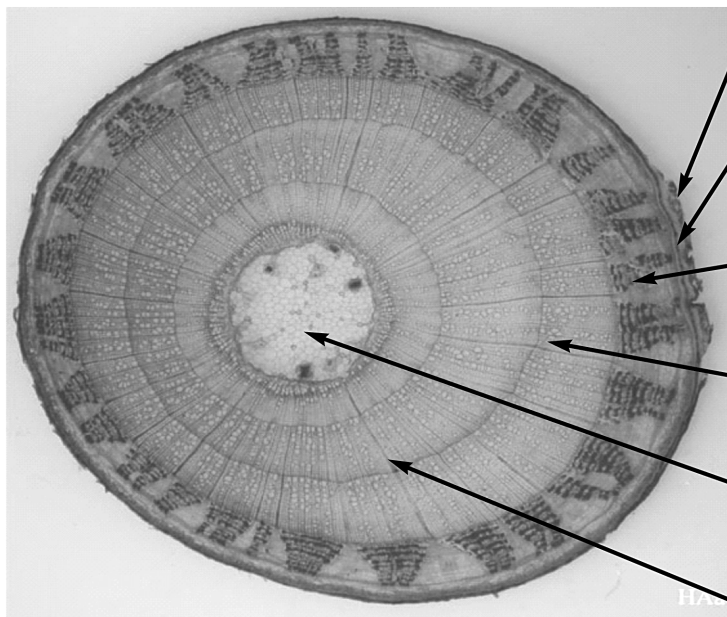
STRUCTURE MACROSCOPIQUE ET MICROSCOPIQUE DU BOIS



3 types de coupe :

- transversale
- tangentielle
- longitudinale / radiale

Coupe transversale d'une branche de *Tilia sp.*

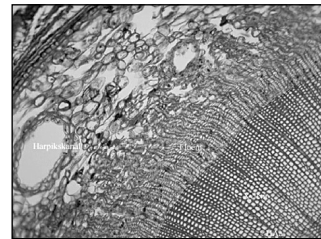


- écorce (rhytidome)
- liber secondaire
- aubier
- duramen
- moelle
- rayons médullaires

L'écorce

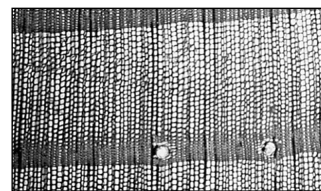
Composantes	Rôle	Propriétés chimiques
Écorce dure	protection transport	subérine lignine ↑ holocellulose ↓ substances accessoires ↓ (protéines 2 %, amidon, hydrates de carbone solubles)
Liber secondaire ▪ liber ▪ cambium	accroissement	holocellulose ↑ lignine ↓ substances accessoires ↑ (protéines 8 %, amidon, hydrates de carbone solubles)

L'aubier



Composantes	Rôle	Propriétés chimiques
Cerne annuel - tissu vivant		eau ↑
▪ vaisseaux ligneux (bois primaire)	transport (H ₂ O+ sels minéraux)	amidon ↑
▪ vaisseaux du liber (liber primaire)	transport (amidon, glucose)	protéines (1,5—1%) ↑ substances tannantes ↓↓
▪ rayons médullaires	transport radial	lignine ↓↓

Le duramen



Composantes	Rôle	Propriétés chimiques
Vaisseaux libéro-ligneux (lignifiés)	support	lignine (18—28 %) substances tannantes substances colorées substances minérales
▪ bois de printemps ▪ bois d'été		protéines <0,5 %
▪ rayons médullaires	transport radial	

DEGRÉS D'HUMIDITÉ

- l'eau : liber (à l'intérieur des cellules) ou dans les substances chimiques (dans la paroi cellulaire) ;
- l'humidité du bois : % brut, % net, par rapport aux poids (à humidité variable ; parfaitement sec) ;
- l'humidité du bois avec tissu vivant (% brut) :
 - bois feuillus : 42,9—47,8 %,
 - bois résineux : 50,2 %;
- après le séchage — l'élimination de l'eau à l'intérieur des cellules : 28—32 %.

DURABILITÉ DU BOIS

La durabilité du bois est la période pendant laquelle le bois garde ses propriétés mécaniques. Elle dépend de la morphologie et de la structure chimique des tissus.

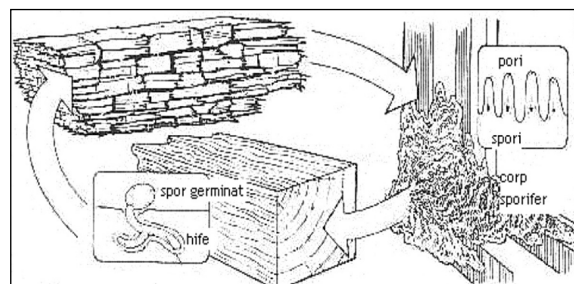
Durabilité / Espèces	Durabilité par années			
	En plein air ¹		Dans des constructions	Sous l'eau
Très durable : acacia, chêne, chêne rouvre, marronnier, mélèze	10—20	60—80	500—1 000	500
Durable : pin sylvestre, pin noir, orme	7—18	50—80	500—1 000	500
Moins durable : sapin, épicéa, frêne	4—5	10—40	120—700	70
Peu durable : hêtre, charme, sycomore	2—5	5—35	60—70	50

AGENTS DE BIODÉGRADATION

- 1 Bactéries — produisent des enzymes qui décomposent la pectine dans les cellules parenchymateuses, permettant ainsi l'infiltration des autres micro-organismes.
2. Algues vertes — contribuent à maintenir l'humidité en favorisant l'installation des champignons et des lichens.
3. Fongus (champignons).
4. Lichens, mousses — contribuent à maintenir une humidité élevée permanente, ce qui favorise l'apparition des champignons.
5. Insectes.
6. Oiseaux — action directe, mécanique et indirecte, par excréments au sol.

Fongus (champignons)

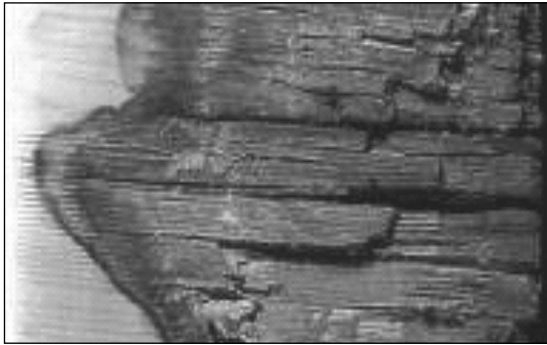
1. Structure générale :
 - appareil sporifère (avec hyménophore) ;
 - spores ;
 - hyphes → mycéliums → rhizomorphes.



¹ Avec / sans contact avec le sol

2. Classification des attaques fongiques :

a. Pourriture brune / pourriture destructrice



- décomposition de la cellulose et, partiellement, de la hémicellulose ;
- couleur : brun jaunâtre → rouille → brune ;
- matériau qui s'effrite → morceaux prismatiques ;
- résultat : diminution en volume, le bois perd sa résistance mécanique ;
- espèces : *Serpula lacrymans*, *Coniophora puteana*, *Fibroporia vaillantii*, *Gloeophyllum sepiarium*.

b. Pourriture blanche/ pourriture de cohésion



- décomposition de la cellulose, de la hémicellulose et de la lignine ;
- couleur : plus claire → blanchâtre ;
- dans certains cas, le bois se décompose en petites fibres → pourriture blanche, fibreuse ;
- résultat : le bois perd une partie de sa résistance mécanique ;
- espèces : *Coriolus versicolor*, *Poria medula-panis*.

c. Pourriture alvéolaire

- Les enzymes dans le champignon dégradent certaines parties du bois et y provoquent des entailles (trous).

d. Pourriture bigarrée

- Caractérisée par l'alternance de couleurs claires et foncées.

e. Pourriture molle

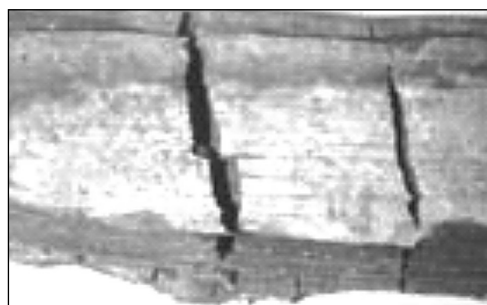
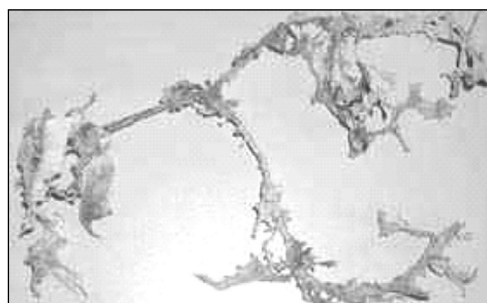
- elle apparaît lorsque le bois est maintenu dans des conditions de grande humidité pendant longtemps (immergé dans l'eau ou dans des sols boueux) ;
- surface : couleur gris cendre vers brun noirâtre, consistance molle, s'exfolie au séchage et devient cassante ;
- produite par des champignons microscopiques associés aux bactéries.

3. Les espèces de champignons les plus fréquentes dans le bois de construction :

- *Serpula lacrymans* sin. *Merulius lacrymans* — « mэрule des maisons » ;
- *Conyophora puteana* — « conioфore des caves » ;
- *Fibroporia vaillantii* sin. *Poria vaillantii* ;
- *Gloeophyllum sepiarium* ;
- *Fomitopsis rosea* sin. *Fomes roseus*, *Phellinus contiguus*, *Dacrymyces stillatus*.

Serpula lacrymans sin. *Merulius lacrymans*, « mэрule des maisons »

- l'agent de biodégradation le plus destructeur ;
- les sporophores apparaissent le printemps (avril - juin) ;
- pour la germination : pH↓, O₂↓, humidité du bois de 30—40 % ;
- l'agent de biodégradation le plus destructeur ;
- les sporophores apparaissent le printemps (avril - juin) ;
- pour la germination : pH↓, O₂↓, humidité du bois de 30—40 % ;
- mycélium : blanc, abondant autour du bois, de la maçonnerie, de l'enduit, sous la forme d'un éventail ;
- ryzomorphes épais (8—30 mm), résistants à la traction ;
- pourriture brune, prismatique, sèche ;
- préfère le bois résineux, mais apparaît aussi sur le bois feuillu ;
- grande capacité d'extension (12 cm / semaine) ;
- sur le plancher, l'enduit des murs en bois, les panneaux, l'encadrement de portes, les socles des poêles et, moins souvent, les charpentes ;
- traitement : enlever et brûler le bois attaqué, désinfecter le mur etc. ; utiliser des substances fongicides curatives.



Conyophora puteana, « conioфore des caves »

- sporophore : surface irrégulière, brune, brun-vertâtre, au bord de couleur crème, blanche ;
- rhizomorphes : fins, couleur crème (lorsque jaunes), brun foncé → noir à la maturité ;
- bois à grande humidité (50—60 %) pour une longue période ;
- produit de la pourriture brune prismatique ;
- dans les caves, sur le plancher, les murs et les plafonds des maisons en bois, les charpentes ;
- bois résineux, bois feuillu.



Insectes xylophages

1. La structure



- a. la tête — deux yeux, antennes, bouche, appareil buccal
- b. le thorax — trois segments, chacun d'entre eux avec une paire de pattes ; le segment au milieu et le segment postérieur ont chacun une paire d'ailes
- c. l'abdomen — composé de plusieurs segments

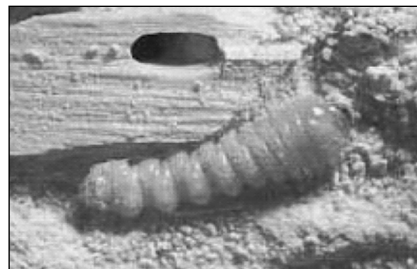
adulte : capricorne des maisons

Ces insectes utilisent le bois en tant que réseau trophique et passent leur cycle de vie. La plupart d'entre elles sont des coléoptères.

2. Le cycle de vie des coléoptères :

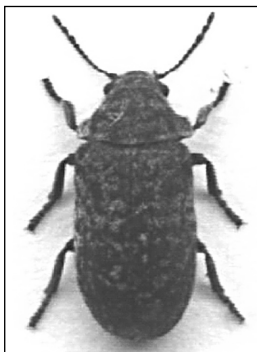


œuf : déposé dans le bois



larve : vit dans le bois où elle se nourrit → galeries
durée du stade : des semaines — des années

nymphe : stade immobile



adulte : quitte le bois → orifices pour le vol
stade court

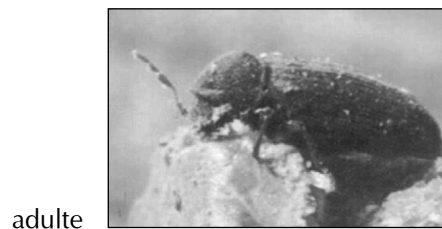
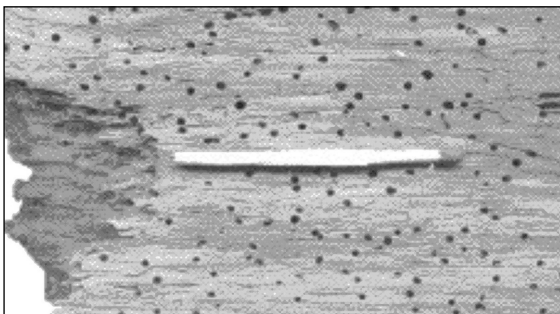
3. L'attaque :

- Cibles :
 - arbres vivants ;
 - arbres abattus ;
 - bois transformé, stocké ;
 - bois de construction, meubles.
- Action :
 - orifices pour le vol (chez les adultes) à la surface du matériau infesté ;
 - galeries larvaires dans le bois ;
 - transformation du bois en masse pulvérulente ;
 - certaines espèces favorisent la manifestation d'autres agents de biodégradation.

4. Les facteurs limitatifs, les espèces fréquentes :

- Les facteurs limitatifs qui conditionnent la manifestation, la propagation, l'intensité de l'attaque et la durée du processus de développement sont :
 - la température ;
 - l'humidité de l'air et du bois ;
 - la valeur nutritive du bois ;
 - la présence des champignons xylophages.
- Espèces fréquentes :
 - *Anobium punctatum*, « vrillette domestique » ;
 - *Xestobium rufovillosum*, « horloge de la mort » ;
 - *Hylotrupes bajulus*, « capricorne des maisons » ;
 - *Ptilinus pectinicornis*, « vrillette aux antennes pectinées » ;
 - *Lyctus linearis*, « lycte ligné » .

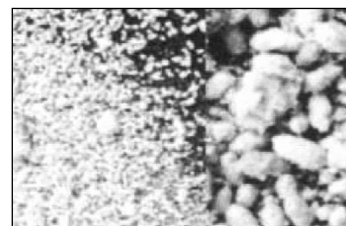
Anobium punctatum, « vrillette domestique »



adulte



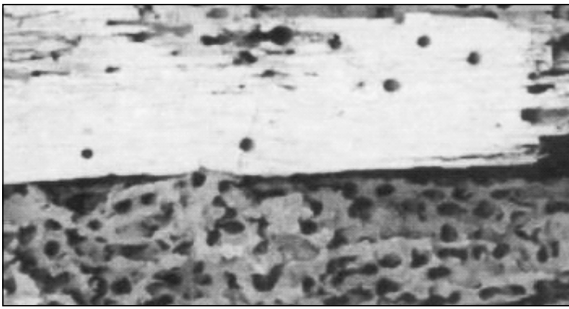
larve



sciure

- orifices pour le vol : circulaires, 1—2 mm en diamètre ;
- sciure : en granules, particules ellipsoïdales ;
- les larves se nourrissent du bois de printemps ;
- attaquent les bois résineux (pin, épicéa, sapin) et les bois feuillus (hêtre, chêne, orme, noyer etc.), essences dures et molles ;
- humidité élevée, bois dégradé par les fungus ;
- larves résistantes.

Xestobium rufovillosum, « horloge de la mort »



- orifices pour le vol : circulaires, 3—4 mm en diamètre ;
- sciure : en granules, particules discoïdales ;
- attaque surtout les essences dures, atteintes de pourriture (chêne, orme) et, rarement, les essences molles et le bois résineux ;
- humidité élevée, attaque des champignons ;
- ne sortent pas nécessairement du bois.

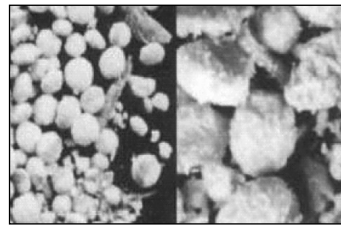
adulte



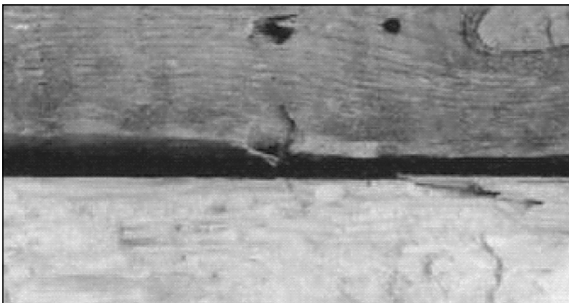
larve



sciure



Hylotrupes bajulus, « capricorne des maisons »

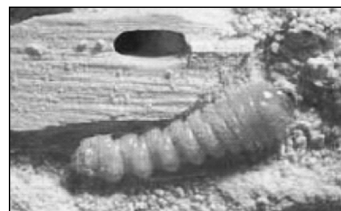


- orifices pour le vol : ovales, 2—10 mm / 4—6mm;
- sciure : dure et rugueuse, particules allongées ;
- uniquement dans l'aubier du bois résineux sec et, plus rarement, dans le duramen — bois de printemps ;
- humidité élevée, attaque des champignons ;
- très fréquent dans les charpentes.

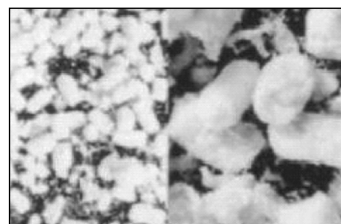
adulte



larve



sciure



TRAITEMENT DU BOIS

Le cycle de vie des organismes xylophages peut être interrompu par le traitement du bois de construction.

Prévention de l'attaque

- choix du bois ;
- conditions environnementales défavorables à l'attaque ;
- méthodes chimiques.

1. Le choix et la transformation du bois :

- le « bon bois » : pousse lentement → avec des cernes denses, abattu hors de la période de végétation ;
- transformation : élimination de l'écorce et de l'aubier — au contenu élevé d'eau intracellulaire et de substances nutritives ;
- stockage : en bonne ventilation et humidité réduite ;
- en construction : maintenance permanente.

2. Les méthodes chimiques :

- but : augmenter la capacité de résistance aux dégradations biologiques du bois par l'introduction des substances chimiques ;
- empêcher l'infiltration des organismes xylophages ;
- substances à base de :
 - F, As, B (éléments non ferreux),
 - Hg, Zn, Cu (éléments ferreux) ;
- traitement par :
 - imprégnation,
 - brossage.

Mesures de lutte — traitements curatifs

- mesures physiques ;
- mesures chimiques ;
- mesures biologiques.

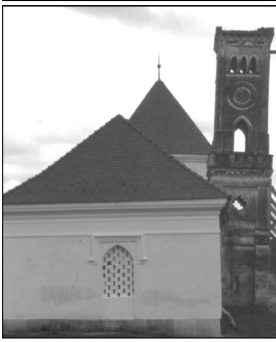
1. Méthodes de lutte physique :

- thermique, aux micro-ondes, congélation ;
- lutte thermique : contre les insectes xylophages (capricorne des maisons, vrillette domestique) :
 - 120°C (80—100 °C), 1—2 heures → 55 °C à l'intérieur de la coupe ;
 - 70—80 °C, 36—72 heures → 55 °C à l'intérieur de la coupe.

2. Méthodes de lutte chimique :

- gaz :
 - inertes (CO₂, N₂, Ar),
 - réactifs (C₂H₄O, CH₂Br, HCN, PH₃, SF₂) ;
- substances aux réactifs solubles dans l'eau ; substances à base de glycol avec B ;
- résines polymériques.

Dans la plupart des cas d'attaque fongique, il est nécessaire d'éliminer les éléments atteints. Afin de lutter contre la *Serpula lacrymans*, « mэрule des maisons », il faut appliquer des méthodes drastiques, ainsi qu'un traitement curatif.



dr. Livia BUCȘA

Agents de biodégradation du bois de construction

Il existe une grande diversité d'essences forestières utilisées dans la construction en Roumanie, par rapport à d'autres pays tels que la Grande Bretagne, où prédominent 3 essences (chêne, orme et pin sylvestre). De ce fait, il apparaît toute une variété d'agents de biodégradation, qui peuvent être classés dans les groupes systématiques suivants : bactéries, algues, fungus (champignons), mousses, plantes supérieures, insectes et oiseaux.

LES BACTÉRIES

Même si le rôle des bactéries dans la décomposition du bois n'est pas entièrement élucidé, celui joué dans le processus de pourriture des éléments immergés dans l'eau est reconnu.

Les recherches enzymologiques ont prouvé que certaines bactéries contiennent des enzymes qui décomposent la pectine dans les cellules parenchymateuses, permettant ainsi l'infiltration des autres micro-organismes.

Si les conditions d'humidité sont favorables, l'action des bactéries accompagne l'activité des champignons. On a réussi à mettre en évidence des bactéries qui, à travers des produits spécifiques, stimulent le développement des champignons, mais aussi des espèces à effet antagoniste.

LES ALGUES VERTES

Les algues vertes poussent sur tous les éléments de construction (pierre, maçonnerie, tuiles, bois etc.), lorsqu'une humidité élevée se maintient. Leur impact direct sur le bois n'a pas encore été prouvé, mais elles contribuent au maintien de l'humidité, en favorisant ainsi l'apparition des champignons et des lichens.

LES FONGUS

Les fungus (les champignons) sont l'agent de biodégradation du bois de construction le plus dan-

gereux, tant par leur effet de destruction (pourriture) fort, que par leur propagation rapide et la fréquence élevée de leurs attaques.

Les champignons peuvent pousser sur le bois de construction, si l'humidité reste au-dessus de 22 % pendant une longue période. Les spores produites par les sporophores caractéristiques à chacune des espèces sont répandues dans l'atmosphère. Lorsqu'elles arrivent sur la surface humide du bois, la germination se produit, et son résultat consiste en des filaments très fins, appelés *hyphes*. Ces dernières s'infiltrent dans les cellules du bois, où, à l'aide d'enzymes spécifiques, elles détruisent les composantes des parois cellulaires. Les hyphes ont des couleurs variées (blanc, noir, gris, brun etc.) et créent une natte feutrée visible à l'œil nu, appelée *mycélium*. On peut observer chez beaucoup d'espèces des courroies transporteuses résistantes, appelées *rhizomorphes*. Si les conditions environnementales sont optimales (humidité, température, niveau d'oxygène etc.), les champignons produisent des *sporophores* annuels ou pluriannuels, dont la zone fertile, appelé *hyménophore*, dégage des millions de spores dans l'atmosphère.

En fonction des enzymes contenus et des particularités de nutrition du champignon, le bois attaqué peut subir plusieurs types de dégradations, génériquement appelées pourritures.

La pourriture brune ou cubique, « destructrice »

Les champignons responsables de ce type de pourriture décomposent principalement la cellulose et une partie des hémicelluloses. Le bois change progressivement de couleur, passant de brun jaunâtre à la couleur rouille et ensuite au brun. Dû à la contraction, il devient cassant et tombe en morceaux prismatiques. Ces transformations et la diminution du volume font que le bois perd sa résistance mécanique.

La pourriture brune produite par la « méréule des maisons », *Serpula lacrymans*, s'appelle pourri-

ture sèche (en anglais — dry rot), contrairement au même type de pourriture produit par des espèces telles que : *Coniophora puteana*, *Fibroporia vaillantii*, *Gloeophyllum sepiarium* etc., appelée pourriture humide (en anglais — wet rot).

La pourriture blanche ou « de corrosion »

Dans ce cas, les champignons décomposent la cellulose, l'hémicellulose et la lignine en même temps. La couleur du bois devient plus claire, voire blanchâtre dans la phase finale. Dans certains cas, elle se décompose au long des fibres, d'où son nom de pourriture blanche, fibreuse.

Parmi les champignons responsables de ce type de pourriture, il convient de mentionner les espèces des genres : *Phellinus*, *Coriolus* et *Poria*.

La pourriture alvéolaire

Apparaît lorsque les enzymes dans le champignon dégradent certaines parties du bois et produisent des entailles (des trous).

La pourriture bigarrée

Est caractérisée par l'alternance de couleurs claires et foncées.

La pourriture molle (en anglais — soft rot)

Commune sur le bois qui reste dans des conditions de grande humidité (immérgé dans l'eau ou dans des sols boueux) pendant longtemps.

La surface du bois est gris cendre, voire brun noirâtre, de consistance molle en conditions d'humidité, mais le bois s'exfolie au séchage et devient cassant. Ce type de pourriture est produit par des champignons microscopiques associés aux bactéries.

Ci-dessous, nous présentons brièvement les espèces de **champignons** de la classe *Basidiomycetae*, communs sur le bois de construction en Roumanie.

a. *Serpula lacrymans* sin. *Merulius lacrymans* — « mэрule des maisons » — est sans doute l'agent de biodégradation du bois de construction le plus destructeur.

Les sporophores du champignon se trouvent sur le substrat et ont un bord blanc, cotonneux, stérile, souvent avec des gouttes d'eau (d'où l'appellation *lacrymans*). La partie centrale, fertile, appelée hyménophore, est orange au début, mais devient brun rouille à la maturité des spores. La forme de l'hyménophore est irrégulière, avec des plis caractéristiques en forme de X. Les sporophores sont annuels ; ils apparaissent le printemps (avril—juin), après quoi ils sèchent et acquièrent une texture semblable à la peau.

Le mycélium pousse en abondance autour des matériaux attaqués (bois, maçonnerie, enduit). Il est blanc et a une forme d'éventail. Le champignon s'étend aussi par des rhizomorphes épais, de couleur blanche au début, puis brune-grise. Ils ont un diamètre de 8 à 30 mm et sont protégés par une couche chitineuse.

Le bois est dégradé par une pourriture brune, prismatique, sèche.

Ce champignon préfère les bois résineux, mais pousse aussi sur les bois feuillus. Avec sa grande capacité d'extension et dans des conditions optimales de température et d'humidité, il peut atteindre 12 cm par semaine et 4,5—5 cm en diamètre par an.

Pour le processus de germination, le champignon a besoin d'un milieu acide, pauvre en oxygène. L'humidité du bois doit rester entre 30 et 40 %, mais le champignon atteint aussi le bois d'humidité moins élevée (pourtant pas au-dessous de 10 %).

Lorsqu'il s'agit de constructions, les zones les plus endommagées par l'attaque du « mэрule des maisons » sont : les planchers, les plafonds, l'enduit des murs en bois, les panneaux, les encadrements des portes, les socles des poêles etc.

b. *Coniophora puteana* — « conioflore des caves ». Le sporophore se trouve sur le substrat, il a une surface irrégulière de couleur brune, olive, brune-verdâtre et un bord fin de couleur crème vers blanc. Le champignon pousse sur la surface du bois ou de la maçonnerie adjacente, d'où il est facile à enlever. Les rhizomorphes sont fins et de couleur crème au début, puis du brun foncé au noir à la maturité.

Le champignon préfère le bois à humidité élevée (50—60 %) pendant une longue période, ce qui donne une pourriture brune prismatique facile à confondre avec celle produite par la *Serpula lacrymans*. Il apparaît fréquemment dans les sous-sols humides, les planchers, les charpentes, mais aussi les murs et les plafonds des maisons en bois, dû aux infiltrations des couvertures du toit. Commun sur les bois résineux, ainsi que sur les bois feuillus.

c. *Fibroporia vaillantii* sin. *Poria vaillantii*. Les sporophores blanc-crème se trouvent sur le substrat. La surface est couverte de pores anguleux, difficiles à enlever, de 0,4 à 1 mm en diamètre. Les rhizomorphes sont blanc-crème et ont une forme d'éventail.

Cette espèce préfère les bois résineux et les zones où la température est élevée (charpentes,

plafonds, galeries de mine etc.), où elle produit une pourriture brune prismatique intense.

Poria medula-panis est une espèce similaire, qui pousse souvent sur les éléments en bois extérieurs (installations, ponts etc.), tant sur les bois feuillus, que sur les bois résineux et produit une pourriture blanche.

- d. *Gloeophyllum sepiarium*** a des sporophores orange au début et brun-rouille à la maturité. La partie supérieure est hirsute (poilue) et divisée en zones, tandis que la partie inférieure (l'hyménophore) est composée de lamelles épaisses en forme de labyrinthe (ce sont, en fait, des pores dilatés). Les sporophores apparaissent dans les fissures du bois ou au bout des éléments de construction et ils ont des formes variées, en fonction de l'inclinaison du support.

Ce champignon attaque les bois résineux, notamment les poutres, les chevrons et les éléments exposés aux intempéries, et produit une pourriture brune prismatique intense qui fait casser les éléments attaqués. Il apparaît le plus souvent en concomitance avec l'espèce *G. abietinum*, qui a une couleur brun-chocolat et dont la partie supérieure n'est pas hirsute.

- e. *Fomitopsis rosea* sin. *Fomes roseus*** est une espèce de « petit bois », de couleur brun foncé pour la partie supérieure et rose pour le hyménophore, où se trouvent les pores ronds, 3 à 6 par mm. Il apparaît sur les bois résineux, particulièrement l'épicéa (*Picea abies*), où il produit une pourriture brune, mais aussi sur le bois de construction, les éléments des charpentes, les plafonds, ainsi que sur les éléments exposés aux intempéries et dans les sous-sols humides.
- f. *Phellinus cryptarum*** est aussi un « petit bois » à sporophores pluriannuels qui se trouve sur le substrat ; sa couleur passe d'ocre à brun au début et à brun-cendré à la maturité ; le nombre de pores présents est de 2 à 3 par mm. Il attaque les bois feuillus, notamment le chêne et apparaît sur les lisses d'assise, les murs, les planchers, les charpentes, ainsi que sur les installations extérieures, où il produit une pourriture blanche, fibreuse, intense, à action rapide.
- g. *Paxillus panuoides*** avec des sporophores qui présentent un pied latéral, un chapeau de couleur ocre-clair brun et avec le hyménophore composé de lamelles décourantes qui passent de jaune à orange. Les rhizomorphes sont fins, de couleur ocre-jaunâtre qui ne devient pas foncée avec le passage du temps. Le champignon préfère les bois résineux, l'humidité élevée et produit une pourriture brun clair prismatique.

- h. *Dacrymyces stillatus*** est un champignon très répandu sur la maçonnerie en bois extérieure. Pourtant, il est difficile à observer à cause des petites dimensions des sporophores (1—5 mm en diamètre). Si le temps est humide, ils gonflent et deviennent visibles grâce à la couleur jaune-orange. Humides, ils ont une consistance gélatineuse, mais deviennent foncés et durs au séchage. Le champignon ne produit pas des rhizomorphes et le mycélium n'est pas observable. Tant les bois feuillus que les bois résineux qu'il attaque ont une pourriture brune prismatique fine. Il représente l'agent de biodégradation principal des bardeaux et apparaît fréquemment sur les éléments en bois extérieurs.

LES LICHENS

Même s'ils poussent lentement (1—2 mm/an), les lichens couvrent d'une croûte les surfaces en bois extérieures. En fonction de l'ensoleillement et de l'ombre créée par la végétation présente, des espèces différentes apparaissent. Les espèces du genre *Xanthoria* sont orange et préfèrent les endroits ensoleillés, tandis que celles des genres *Cladonia*, *Evernia* etc. sont vertes et préfèrent les endroits ombragés. Les lichens attaquent le bois par des enzymes spécifiques, mais ils contribuent à maintenir une humidité élevée, ce qui favorise le développement des champignons. De ce fait, les plus endommagés sont les couvertures en bardeaux.

LES MOUSSES

Les mousses apparaissent après l'installation des algues, des champignons et des lichens, dans les endroits ombragés, lorsque le bois est dans un état avancé de dégradation. Elles contribuent au processus d'humidification et sont suivies de plantes supérieures qui finissent le processus de dégradation du bois.

LES INSECTES

Le bois et les matériaux à base de bois peuvent être attaqués et atteints par toute une série d'insectes, appelés xylophages, car ils utilisent le bois en tant que réseau trophique et y passent leur cycle de vie. La systématique scientifique classifie les insectes xylophages dans plusieurs groupes à caractéristiques distinctes. Nous présentons ci-dessous le groupe qui comprend les insectes nuisibles au bois les plus nombreux et fréquents, à savoir les coléoptères xylophages ou les scarabées.

Les coléoptères xylophages peuvent attaquer les arbres vivants ou abattus, le bois transformé, stocké ou présent dans la maçonnerie, les meubles, les œuvres d'art. L'action destructrice de ces insectes se manifeste par les orifices de vol dans la surface du matériau infesté, les galeries larvaires dans le bois et la transformation du bois en masse pulvérulente. L'activité de certaines espèces favorise l'apparition d'autres agents de biodégradation. Les dommages sont représentés par des dégradations techniques — l'altération de la structure et la perte de résistance, ainsi que par l'érosion de l'aspect original ou final des éléments attaqués.

L'installation, la propagation, l'intensité de l'attaque et la durée du développement des coléoptères xylophages sont conditionnées par des facteurs limitatifs, dont les plus importants sont :

1. la température et l'humidité de l'air et du bois ;
2. la valeur nutritive du bois ;
3. la présence ou l'absence des champignons xylophages ou des pourritures qu'ils produisent.

Chacune des espèces a des rapports différents avec ces facteurs.

Nous présentons ci-dessous brièvement les espèces de coléoptères xylophages les plus importantes et fréquentes qui attaquent le bois de construction.

Anobium punctatum — « vrillette domestique »

Ce sont des insectes cylindriques, couleur noisette, qui mesurent de 3 à 5 mm. Leur thorax a un bouclier ayant la forme d'un capuchon qui couvre partiellement la tête. Les élytres sont disposés en rangées longitudinales de creux pointés avec duvets. Les larves ont une forme de demi-lune, la couleur blanche-jaunâtre et mesurent 6 à 7 mm. Leurs œufs blancs ont une forme de citron et mesurent 0,3 mm.

Les œufs sont déposés dans les creux, les inclinaisons, les surfaces rugueuses ou les anciens orifices pour le vol. Le cycle de développement dure entre 1 et 3 ans, en fonction des conditions environnementales. Le vol nuptial a lieu entre juin et août.

Les orifices pour le vol sont circulaires et mesurent 1 à 2 mm en diamètre. La sciure dans les galeries paraît granuleuse, mais, pressée entre les doigts, elle se transforme en poudre fine couleur crème. Elle est composée de particules cylindriques aux bouts aigus ou ellipsoïdaux.

Les larves attaquent le bois en creusant un réseau de galeries irrégulières. Le résultat, ce sont des lamelles fines de bois final, remplies de sciure (qui peut être enlevée par des insectes prédateurs ou saprophages).

L'insecte attaque tant les bois résineux (pin, épicéa, sapin), que les bois feuillus (hêtre, chêne, bouleau, orme, noyer etc.), des essences dures et molles. Il apparaît le plus souvent dans l'aubier, mais aussi dans le duramen, lorsque l'infestation se propage.

L'insecte endommage meubles, icônes, différents objets d'usage quotidien, panneaux encollés avec des colles naturelles, placages, mais aussi portes, piliers, éléments de construction. Il attaque surtout le bois dans des conditions d'humidité plus élevée, à savoir planchers, sous-sols, pièces non chauffées, églises etc. Moins fréquent sur les éléments de construction exposés au soleil, à la ventilation, au séchage. La chaleur sèche peut empêcher temporairement le développement, qui est, cependant, repris si les conditions deviennent favorables, car les larves sont résistantes. Le bois dégradé par les champignons peut être attaqué, mais la pourriture n'apparaît pas dans tous les cas.

Xestobium rufovillosum — « horloge de la mort »

Ce sont des insectes plus grands, mesurant 6 à 8 mm. Le corps est de couleur chocolat, tacheté de duvets jaunes-rougeâtres, à aspect marbré. Les élytres sont pointés, sans striations. Les larves courbées, blanches, ont des duvets jaunes et mesurent de 11 à 12 mm. Les œufs blanc nacré ont une forme de citron.

Les œufs sont déposés dans des creux, sur les surfaces rugueuses ou dans les anciens orifices pour le vol. Le cycle de développement dure en moyenne 4 à 5 ans, mais il peut varier entre 1 et 10 ans, en fonction des conditions environnementales. Le vol nuptial a lieu entre mai et juin.

Les orifices pour le vol sont circulaires et mesurent de 3 à 4 mm en diamètre. La sciure dans les galeries est sous forme de pelotes, mais, pressée entre les doigts, elle paraît sablonneuse et rugueuse. Des petits tas de sciure de couleur brune, composés de particules discoïdales, apparaissent sur ou sous le bois infesté.

Les larves fouillent un réseau riche en galeries, remplies de sciure, sous la forme de rayons. Des creux intérieurs peuvent apparaître, presque complètement cachés dans le bois de grandes dimensions.

Ils attaquent surtout les bois feuillus, humides, en état de pourriture, notamment le chêne et l'orme, mais ils peuvent s'étendre aux essences molles et, plus rarement, aux bois résineux.

Ils endommagent les constructions anciennes : églises, manoirs, châteaux etc. Les attaques les plus sévères sont celles des lisses d'assise, des charpentes

et des plafonds. Ils préfèrent les conditions d'humidité élevée atmosphérique et du bois. D'habitude, l'attaque ne se produit que lorsque le bois est humide et infesté par les champignons xylophages.

Lors d'une attaque forte, l'accouplement et le cycle de ponte peuvent s'effectuer dans le bois, car les insectes adultes ne sont pas visibles. Par conséquent, des dommages structurels majeurs se produisent, indétectables en l'absence de procédures spéciales.

Ptilinus pectinicornis — « vrillette aux antennes pectinées »

Ce sont des insectes cylindriques, couleur brun café, mesurant entre 3,5 et 5,5 mm. Les antennes du mâle sont fortement pectinées, tandis que celles de la femelle sont dentelées. Les élytres sont pointés légèrement, de manière plus ou moins régulière. Les larves sont courbées et se présentent différemment d'un stade de développement à l'autre. Les œufs sont allongés, aigus, vitreux et mesurent entre 0,075 et 1,5 mm.

Les œufs sont déposés dans le lumen des vaisseaux du bois, à travers une galerie de ponte, perpendiculaire sur la fibre, dans les creux, les propres orifices pour le vol, ainsi que les galeries d'*Anobium punctatum*. La durée du cycle de développement est de 1 à 3 ans. Le vol nuptial a lieu entre juin et juillet.

Les orifices pour le vol sont circulaires et mesurent de 1 à 2 mm en diamètre. La sciure est rose crème, fine et soyeuse au toucher et reste concentrée dans les galeries. Elle est éliminée à l'extérieur uniquement lors de la construction de la galerie de ponte.

Les larves fouillent des nombreuses galeries, remplies et bouchées d'une poudre compacte, dans l'aubier et le duramen.

L'insecte attaque les bois feuillus, préfèrent les essences dures : hêtre, frêne, orme, chêne, érable etc. Le bois tendre est moins souvent attaqué.

L'insecte provoque des dommages importants sur le bois de construction (notamment le hêtre) dans les entrepôts et les différents objets d'usage domestique, les meubles, les œuvres d'art. Sa préférence pour les orifices de vol anciens lors de l'attaque de ponte pourrait expliquer pourquoi le bois attaqué est souvent détruit très rapidement, sans que l'on puisse observer des signes extérieurs évidents.

Lyctus linearis — « lycte ligné »

Les adultes mesurent 2,5—5 mm. Corps légèrement aplati, allongé et svelte. Thorax trapézoïdal, sans forme de capuchon. Antennes plissées.

Brun-rougeâtre vers noir. Larves blanches, droites au début, puis courbées, qui mesurent 6 mm. Œufs allongés avec une petite queue, très petits (0,7 à 0,8 mm).

Les œufs sont déposés en profondeur, dans les pores du bois, au bout des fibres dans la surface, dans les creux ou dans les trous vermoulus. En général, le cycle de développement dure 1 an, mais peut être plus court s'il fait chaud. Le vol nuptial a lieu dans la période de mai à septembre.

Les orifices pour le vol sont circulaires et mesurent en moyenne 0,5 mm en diamètre. La sciure est blanchâtre, très fine et bien comprimée dans les galeries larvaires. Elle est enlevée des galeries uniquement lors du vol.

Les larves créent un réseau irrégulier, formé par des galeries à section circulaire de 0,5 mm en diamètre, en général le long de la fibre. Le bois est transformé presque entièrement en poudre.

L'attaque se produit uniquement dans l'aubier des bois feuillus d'essence dure et avec des pores grands : chêne, frêne, orme, noyer. Commun sur le bois sec dans les entrepôts, le parquet, les panneaux, la menuiserie, les charpentes, les meubles, les placages. Le bois de plus de 15 ans, à faible quantité d'amidon ou pelliculé, n'est pas attaqué. Les phases initiales de l'attaque ne peuvent pas être détectées par des moyens habituels jusqu'à l'apparition des premiers orifices pour le vol.

Hylotrupes bajulus — « capricorne des maisons »

Ce sont des insectes à dimension variable, entre 7 et 25 mm. Femelle plus grande que le mâle. Antennes longues. Thorax presque circulaire, couvert de duvets gris, avec deux zones brillantes, discoïdales. Élytres pointés avec des duvets blanchâtres, fins, qui forment des bandes transversales. Corps brun, brun-noirâtre ou couleur café. Larve cylindrique, plus large dans la partie antérieure, blanc-ivoire, couverte de duvets, qui mesure plus de 24 mm.

Les œufs blancs ont une forme de fuseau mesurant 1,2—2 mm / 0,5 mm et sont déposés dans les creux du bois. Le cycle de développement dure entre 3 et 11 ans. En général, le vol nuptial a lieu entre juin et août.

Les orifices pour le vol sont en général ovales, ont souvent les bords dentelés et mesurent de 8 à 10 mm / 4 à 6 mm. La sciure blanche-jaunâtre contient des éclats grossiers, de la poussière et des excréments cylindriques et mesure 1 mm. Elle est dure et rugueuse au toucher.

Les larves creusent des galeries de forme ondulée à l'intérieur, remplies de sciure. Les galeries sont plus nombreuses à la surface du bois et s'en-

tremêlent, formant souvent une masse pulvérulente au-dessous d'une couche fine de bois extérieur intacte. Cette couche extérieure s'effrite au long des fibres lors des attaques intenses.

L'insecte attaque uniquement l'aubier du bois résineux sec. Il endommage souvent le bois de construction, notamment les charpentes, la menuiserie, mais aussi le bois des murs et des clôtures. Il préfère les endroits chauds, avec une humidité de l'air relativement élevée. L'insecte attaque aussi le bois déjà infesté par les champignons.

LES OISEAUX

Il existe deux types d'action des oiseaux sur le bois de construction : l'action directe, mécanique, et indirecte, par les excréments.

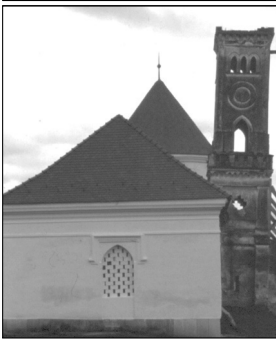
La première catégorie comprend les pics, qui percent le bois pour deux raisons différentes : afin d'extraire les larves des insectes xylophages, particulièrement les *Hylotrupes bajulus*, et afin de construire des nids. Dans le premier cas, les ori-

fices sont irréguliers, autour des trous créés par des insectes qui attaquent de manière intensive. Ces insectes attaquent notamment l'aubier des bois résineux. C'est pourquoi l'attaque se manifeste, avant tout, sur les joints.

Dans le deuxième cas, grâce à la résonance créée par l'espace vide à l'intérieur des tours et des flèches, les oiseaux croient qu'il s'agit d'un arbre creux. Par conséquent, ils créent des orifices ronds afin d'entrer dans le nid. Ils abandonnent le travail, car l'espace trop large ne leur paraît pas adéquat pour la construction du nid, mais ils recommencent ailleurs.

Les corbeaux et les pigeons utilisent ces orifices pour leurs nids, où ils arrivent à abriter plusieurs générations de petits.

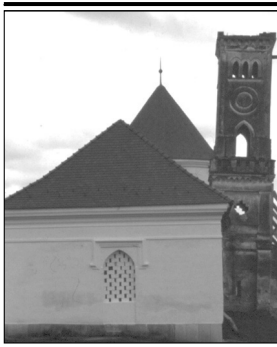
Les excréments et les oiseaux morts forment une couche qui augmente chaque année et qui finit par avoir une épaisseur considérable. En cas d'infiltrations, l'eau dissout une partie des sédiments et tache les plafonds, les murs et leurs peintures.



prof. dr. SZABÓ Bálint – KIRIZSÁN Imola

Définition et classification des charpentes historiques

- Doar în format CD
- Csak CD-n elérhető
- Only on CD
- Seulement en format CD.



David BAXTER

Atelier de charpenterie

INTRODUCTION

Le château Bánffy, d'origine médiévale, élargi et modernisé à plusieurs reprises, comporte d'amples constructions en style baroque réalisées au XVII^e et XVIII^e siècle, qui ont subi des transformations classicistes dans la première moitié du XIX^e siècle, lorsque les façades ont été remodelées. La dévastation du château à la fin de la Seconde Guerre mondiale et les transformations radicales dans l'utilisation du château suite à la nationalisation ont porté atteinte à l'état structurel des bâtiments. Parmi les dégâts subis par le château, on peut citer la destruction totale de la plupart des charpentes historiques qui ont été remplacées dans les années 60. Ces structures se sont abîmées jusqu'à la fin des années 90, à l'exception d'un fragment au-dessus du bâtiment Miklós et du bastion, qui se sont écroulés, à leur tour, en 2002.

Par conséquent, la plupart des travaux de récupération de la charpenterie du château ont reposé sur la construction de nouvelles charpentes. Cela a offert la possibilité d'enseigner et de démontrer des techniques de charpenterie particulières, portant sur la construction de charpentes éclectiques qui combinent des détails structurels traditionnels et modernes. En outre, des travaux de conservation des charpentes historiques in situ ont été effectués dans des localités plus éloignées.

PRINCIPES DE BASE

Tout comme dans le cas d'autres spécialisations, la philosophie des ateliers de charpenterie est de préserver le matériau d'origine autant que possible, principe rendu évident au cours des travaux in situ effectués sur les structures d'origine situées ailleurs. Il est important que les participants connaissent la variété des jointures utilisées au cours des réparations, qu'ils comprennent leur comportement et le fait que certaines jointures peuvent être utilisées dans certaines situations mais pas dans d'autres, ainsi que les caractéristiques structurelles du bois et des jointures. Ces principes sont approfondis à travers des démonstrations pratiques: exécution de nouvelles constructions, ainsi que de réparations.

TRAVAUX DES ATELIERS

En 2001, le premier atelier de charpenterie a démarré au château avec la restauration de la charpente conique du bastion de l'ancien bâtiment de la cuisine. Les éléments composant la structure ont été construits dans la cour du château, dans un endroit spécialement aménagé ; suite à cette opération, la charpente a été assemblée au sol et les éléments ont été numérotés. Finalement, la charpente a été désassemblée et les éléments relevés individuellement au niveau de la corniche. La structure a ensuite été fixée sur la corniche restaurée du bastion et montée dans sa position définitive. La construction d'une structure d'une telle envergure a relevé de nombreux problèmes, tout en offrant la possibilité d'expérimenter plusieurs techniques et types de jointures.

Traditionnellement, en Transylvanie les charpentes étaient construites en bois de sapin, même s'il y a des exceptions où le bois de chêne a été utilisé. La charpente baroque — y compris la sablière — du collège Bethlen Gábor d'Aiud, où les ateliers précurseurs de ceux de Bonțida ont été organisés en 2000, a été construite entièrement en bois de sapin, alors que la charpente gothique, plus ancienne, de l'église unitarienne de Maiad est en bois de chêne.

La charpente conique du bastion a été construite en réalisant une rondelle inférieure composée de sablières de chêne sur lesquelles ont été placés perpendiculairement deux entrails dont l'intersection est au centre du cercle et des solives placées de manière radiale (comme les rayons d'une roue), fixées dans quatre longerons assemblés sous forme de carré. La jointure centrale comprend aussi un pilier à l'intersection des entrails. La fixation entre la rondelle d'appui et le pilier central est réalisée avec des méthodes traditionnelles, les éléments ont été joints à l'aide d'assemblages à mi-bois traditionnels. Un système moderne a été introduit, composé de chevrons doubles et simples fixés à l'aide des constructions métalliques, appuyés contre la rondelle inférieure et une autre intermédiaire, similaire mais ayant un rayon plus

réduit. A partir de ce niveau et jusqu'au bout, les chevrons doubles deviendront des chevrons simples.

La complexité de cette structure qui combine les conceptions techniques modernes avec celles traditionnelles a très bien démontré le besoin de comprendre le comportement des charpentes soumises aux efforts de tension et compression, de voir dans quelles situations peuvent être utilisées les différentes jointures et comment on peut combiner avec succès les styles modernes avec ceux traditionnels. La charpente a été achevée et couverte au cours des modules de 2001.

En 2002, les participants au cours ont travaillé directement à la reconstruction des charpentes au-dessus de la porte principale et des espaces adjacents. L'écroulement partiel des murs structurels et des voûtes a mené au déplacement accentué des murs. Ce phénomène a enseigné une leçon importante : le besoin d'avoir un relevé technique précis et détaillé avant de démarrer les travaux de réparation ou de reconstruction. Un principe de base, soutenu pendant le cours a été le besoin d'adapter les travaux à la géométrie exacte du bâtiment et de compléter les projets rédigés en préalable compte tenu des réalités du terrain.

La prise correcte des mesures et le traçage initial sont des moments importants dans le travail d'un charpentier. Dans ce contexte, les ateliers ont utilisé des méthodes traditionnelles de mesure et de traçage, et depuis 2002 on enseigne le traçage traditionnel. Ce système est répandu dans toute l'Europe (son utilisation est attestée en Roumanie aussi), car il permet d'utiliser des éléments déformés qui autrement seraient inadéquats. Le système implique le traçage d'un plan imaginaire à travers le bois, à partir duquel toutes les dimensions sont centrées et nivelées à l'aide du fil à plomb. Cette méthode de construction géométrique s'est avérée plus utile sur les éléments du plan horizontal, et moins sur ceux du plan vertical où, par exemple, des distorsions sur la partie extérieure engendreraient des déformations indésirables au niveau du plan de la toiture et rendraient plus difficile la monture des lattes et des tuiles. Pourtant, elle s'est avérée une méthode utile, une option possible à appliquer lors des réparations à venir.

En 2003, le programme a initié la reconstruction totale du toit du bâtiment Miklós, avec tous ses détails baroques. Ces travaux ont porté sur la construction de 9 fermes principales et 24 fermes secondaires. La complexité de la charpente baroque a offert l'opportunité d'étudier une large variété de types de jointures et de structures. Chaque ferme principale est renforcée par un système formé d'une paire d'arbalétriers fixés par un faux

entrait double ayant comme contreventement des contre-fiches. La charpente comporte également une panne inférieure au-dessus de la sablière double, deux pannes intermédiaires, ainsi que des contreventements longitudinaux placés dans le plan du toit, entre les fermes. La charpente a été construite au sol. Chaque ferme principale a été relevée mécaniquement et mise dans sa position, tandis que les autres éléments ont été relevés individuellement et assemblés sur le toit.

Dans chaque atelier, les participants ont exercé le traçage, ont travaillé sur la prise de mesures et les jointures, ainsi que sur leur évaluation et interprétation. On a expliqué aux participants comment calculer chaque élément et angle de la charpente et comment ceux-là peuvent être transposés directement sur le bois. Comme pour les autres ateliers, parmi les participants aux cours se sont retrouvés des ouvriers travaillant dans l'industrie du bâtiment ayant de l'expérience en charpenterie, ainsi que des étudiants en architecture et des ingénieurs en génie civil qui seront appelés à mettre en place les projets pour ce type d'interventions à l'avenir. Cela a mené à des discussions intéressantes sur la conception / l'étude et la forme des structures en bois.

En 2004, les mêmes principes ont été appliqués à la construction des nouvelles charpentes pour les trois corps principaux de l'ancien bâtiment de l'écurie. Leur forme était similaire à celles prévues pour le toit au-dessus de la porte principale. Des élèves entre 15 et 19 ans du Collège « Anghel Saligny » de Cluj ont participé aux modules. Le partenariat entre ce Collège et le Centre de spécialisation dans la conservation — restauration du patrimoine bâti est unique en Roumanie ; il permet aux jeunes élèves d'apprendre dans la pratique des techniques de conservation traditionnelles et modernes.

La construction de la charpente de l'écurie a continué entre 2005 et 2008 avec la réalisation des structures pour plusieurs corps de bâtiment. La charpente originale en forme de sabot a été achevée en 1740, lors de la reconstruction en style baroque du château. Par conséquent, le rayon intérieur et extérieur des murs n'est pas le même. Les murs intérieurs qui connectaient ces deux surfaces extérieures n'étaient pas parallèles, c'est pourquoi les sablières placées au-dessus ne sont pas parallèles, non plus. Chaque corps comprenait des fermes ayant la même hauteur, mais des portées différentes. Cela a apporté une nouvelle dimension aux travaux de charpenterie, faisant preuve du fait qu'il faut toujours vérifier les mesures sur place, avant de commencer les travaux.

A partir de 2009, les élèves ont travaillé à l'extension de la charpente du bâtiment principal, à la restauration

de la structure du bastion du nord-ouest et à la construction de la charpente au-dessus de l'aile néo-gothique du château. La plus grande partie de la charpente du bâtiment principal a été construite entre 2000 et 2001, sous un contrat privé ; la reconstruction a porté sur un système moderne de charpente réalisé en utilisant des planches doubles et du bois massif pour les chevrons et les traverses, fixés à l'aide des liaisons mécaniques. Son extension à travers le programme de spécialisation facilite l'utilisation combinée des jointures modernes et traditionnelles, ainsi que le travail avec du bois massif pour les entrails et avec des planches et bois massif pour les chevrons et les traverses. Cette charpente éclectique incorpore une grande variété de jointures, certaines réalisées avec des liaisons métalliques, d'autres à travers des techniques traditionnelles.

Ces travaux ont été suivis par la reconstruction de la charpente pour l'aile néo-gothique, en utilisant des principes et des techniques similaires. La structure a été assemblée au sol, tous les éléments ont été numérotés, suite à quoi la charpente a été désassemblée et les éléments ont été mis en place manuellement.

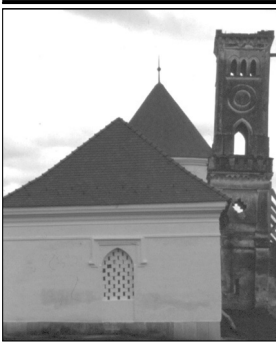
AUTRES SITES

À Maiad et Rimetea, le programme a offert une formation pratique dans le domaine des réparations in situ des structures historiques en bois en utilisant des techniques de charpenterie traditionnelles. À Rimetea, ces travaux ont assuré la survie d'une maison de poutres qui risquait de s'effondrer, les réparations locales exemplifiant parfaitement l'application du principe de l'intervention minimale.

LES PARTICIPANTS

Dans le cadre de tous les modules de l'atelier de charpenterie, les participants ont été encouragés de s'exercer et d'améliorer les compétences acquises, en utilisant des outils qui leurs étaient connus. Dans de nombreux cas, ils ont été amenés à réaliser les jointures ou à travailler le bois selon des techniques traditionnelles, à la hache.

Cela permet, à travers la conservation-restauration des monuments historiques importants, de former des ouvriers et des spécialistes dans le domaine des techniques traditionnelles.



MAKAY Dorottya

Charpentes historiques à caractère baroque – introduction

STRUCTURE DU COURS

1. Charpentes à caractère baroque — définitions et terminologie
 - 1.1. Charpentes — définitions (résumé)
 - 1.2. Classification des charpentes historiques — place des charpentes à caractère baroque (révision partielle)
 - 1.3. Terminologie des charpentes historiques à caractère baroque
2. Sous-ensembles et éléments composants des charpentes historiques à caractère baroque
 - 2.1. Ferme principale à caractère baroque — systèmes de suspension et de mise en tension à caractère baroque
 - 2.2. Ferme secondaire à caractère baroque
 - 2.3. Système longitudinal de renfort à caractère baroque
 - 2.4. Éléments principaux des charpentes à caractère baroque
3. Classification des charpentes à caractère baroque — typologie des charpentes — phase de travail 2008
4. Importance des charpentes à caractère baroque et leurs valeurs intégrées
 - 4.1. Valeurs historiques — moment historique, aire géographique
 - 4.2. Durabilité des charpentes à caractère baroque
 - 4.3. Sécurité des charpentes à caractère baroque
5. Proposition de guide de recherche, étude et interventions sur les charpentes historiques à caractère baroque — état des lieux en juin 2009
 - 5.1. Rôle des propriétaires dans la conservation-restauration des charpentes à caractère baroque
 - 5.2. Proposition du contenu-cadre pour la recherche / étude / exécution
 - 5.3. Contractants — chefs de chantier, contremaîtres, charpentiers spécialisés dans la conservation-restauration des monuments historiques

1. CHARPENTES A CARACTERE BAROQUE — DEFINITIONS ET TERMINOLOGIE

Les charpentes (structures porteuses du toit / fermeture du bâtiment par couverture) et les structures en bois, en général, ont été complètement absentes du programme d'études des établissements supérieurs roumains de construction et d'architecture pendant longtemps.

L'ancien régime a promu les toitures plates, les matériaux de constructions préférés de l'époque étant le béton armé et l'acier. Le métier de charpentier a été réduit à l'exécution de coffrages pour les éléments en béton armé.

Les structures modernes en bois (bois lamellé collé) et les charpentes industrielles ont été introduites progressivement dans les programmes d'enseignement (sous le nom de *Constructions en bois*), mais les structures traditionnelles, artisanales, ne sont présentées que de manière occasionnelle (par exemple à la Faculté d'architecture et d'urbanisme de Cluj-N.), où les enseignants ont de l'expérience et s'intéressent au domaine de la conservation des bâtiments (structures porteuses) historiques. La situation est similaire au niveau des lycées professionnels.

La valeur esthétique et historique des structures historiques en général, des charpentes historiques en tant que partie intégrante de celles-ci, et des charpentes à caractère baroque, en particulier, peut être consi-

dérée déjà un axiome dans le domaine de la conservation-restauration du patrimoine bâti, tout comme le sont le message transmis par la conception et la conformation structurale, le bois historique mis en œuvre et la technologie d'exécution.

Ce cours parcourt la thématique des interventions sur les charpentes historiques en prenant comme exemple les charpentes à caractère baroque et présente, d'une part, un type de charpente historique relativement fréquent et, d'autre part, les valeurs historiques, artisanales, portées et inhérentes à celles-ci. (Les charpentes à caractère gothique — médiévales — sont beaucoup moins fréquentes ; les charpentes éclectiques sont nombreuses, mais des analyses sont nécessaires pour identifier celles qui sont dignes d'être conservées.)

1.1. Charpentes — définitions (résumé)¹

Les **charpentes historiques** présentent des différences essentielles par rapport aux charpentes que nous connaissons, à savoir les charpentes **industrielles**, qui sont construites, étudiées, synthétisées et présentées dans les cours de « constructions / structures en bois ».

Suite au développement des théories sur la résistance des matériaux et sur la statique des constructions, à la fin du XIX^{ème} siècle et au début du XX^{ème} siècle, tous les types d'éléments, sous-ensembles et ensembles structuraux étaient conçus, calculés et dimensionnés de façon scientifique.

Selon leur conception structurale, ses différents types de **charpentes industrielles**, qui peuvent être réalisées en divers matériaux (bois, acier, béton armé), sont les suivants :

- structures de **poutres** reposant sur des ceintures ou autres sous-ensembles structuraux (surtout en béton armé), capables de reprendre les poussées latérales ;
- fermettes** — en matériaux divers, pour des moyennes et grandes portées ;
- arcs** en matériaux divers ;
- charpentes** modernes proprement dites : à chevrons, à montants, à fermes (fig. 1.1.a.) ;
- structures spatiales** modernes — membranes, coupôles, en systèmes de barres, etc.

Les charpentes industrielles ne nous intéressent pas ici, car elles sont étudiées et enseignées de manière formalisée dans les facultés de constructions de Roumanie et de l'étranger, et il existe une bibliographie riche dans ce domaine.²

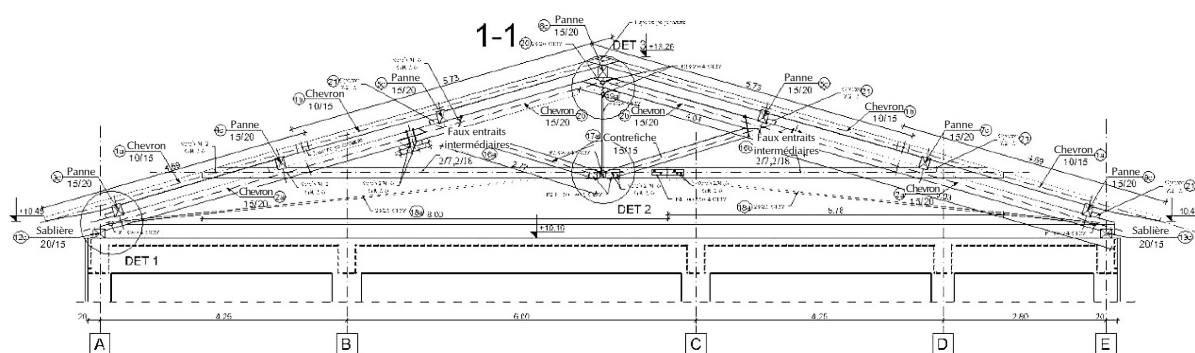


Fig. 1.1.a. — Charpente fermette mixte — charpente conçue pour le bâtiment abritant l'école primaire et le collège d'Aleşd, département de Bihor

L'auteur, prof. dr. ing. SZABÓ Bálint³, entend par **charpentes modernes** la plupart des charpentes réalisées au XIX^{ème} siècle, après la révolution industrielle, et pour lesquelles les premiers résultats de la théorie sur la résistance des matériaux tout comme les premières prescriptions sur le dimensionnement et le calcul⁴ ont déjà été appliqués, et qui sont aussi appelées **charpentes éclectiques**.

Ce nom reflète l'éclectisme des solutions structurales (systèmes de mise en tension / mise en tension-suspension / systèmes à montants — verticaux ou inclinés), aussi bien que le style architectural principal des bâtiments dont elles font partie — le style éclectique. Cette catégorie de charpentes représente la transition des charpentes construites de manière empirique aux charpentes conçues et calculées selon des méthodes d'ingénierie, mais il est correct de les inclure dans le groupe des charpentes historiques sous le nom de **charpentes historiques éclectiques**⁵ (fig. 1.1.b.).

En remontant le temps nous rencontrons ainsi les **charpentes historiques**, qui sont des structures réalisées par des maîtres charpentiers, sur la base de connaissances cumulées de manière empirique, transmises de génération en génération dans le cadre des corporations de charpentiers, de conception empirique et intuitive. Un synonyme pour les charpentes historiques utilisé à grande échelle dans la littérature est **charpentes traditionnelles**.

Interventions de consolidation pour les fermes principales type 3

Echelle 1:50

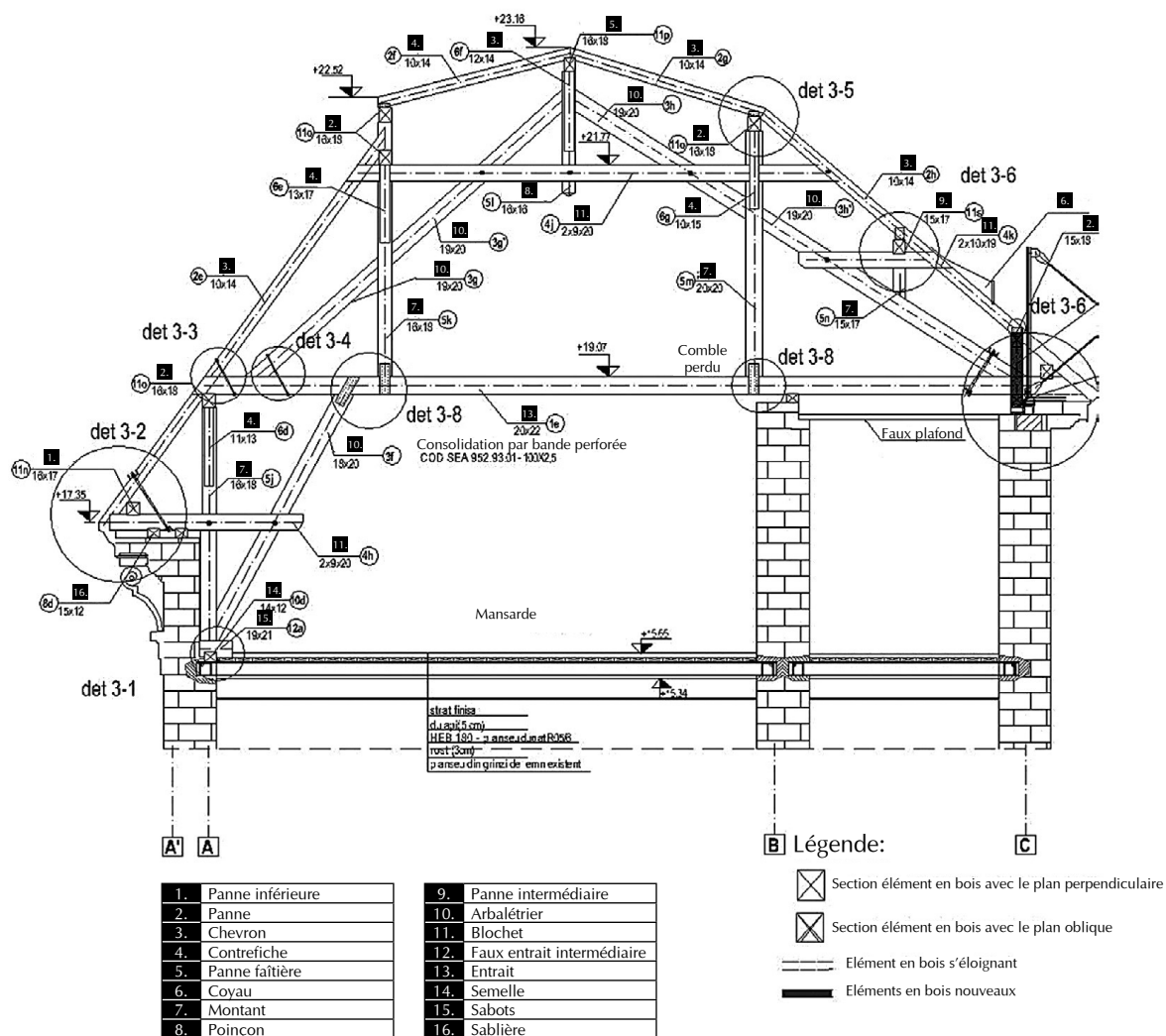


Fig. 1.1.b. — Ferme principale typique du bâtiment de l'ancien hôtel Continental (Galeries New York)

Les définitions scientifiques, basées sur les interprétations mécaniques et d'ingénierie, peuvent être trouvées dans le dictionnaire multilingue du prof. dr. ing. SZABÓ Bálint.⁶

1.2. Classification des charpentes historiques — place des charpentes à caractère baroque (révision partielle)

Dans ce qui suit, nous nous occuperons des **charpentes historiques européennes**, qui appartiennent aux systèmes constructifs **occidentaux**. Les systèmes historiques caractéristiques d'autres continents ou le système constructif byzantin n'y sont pas traités.

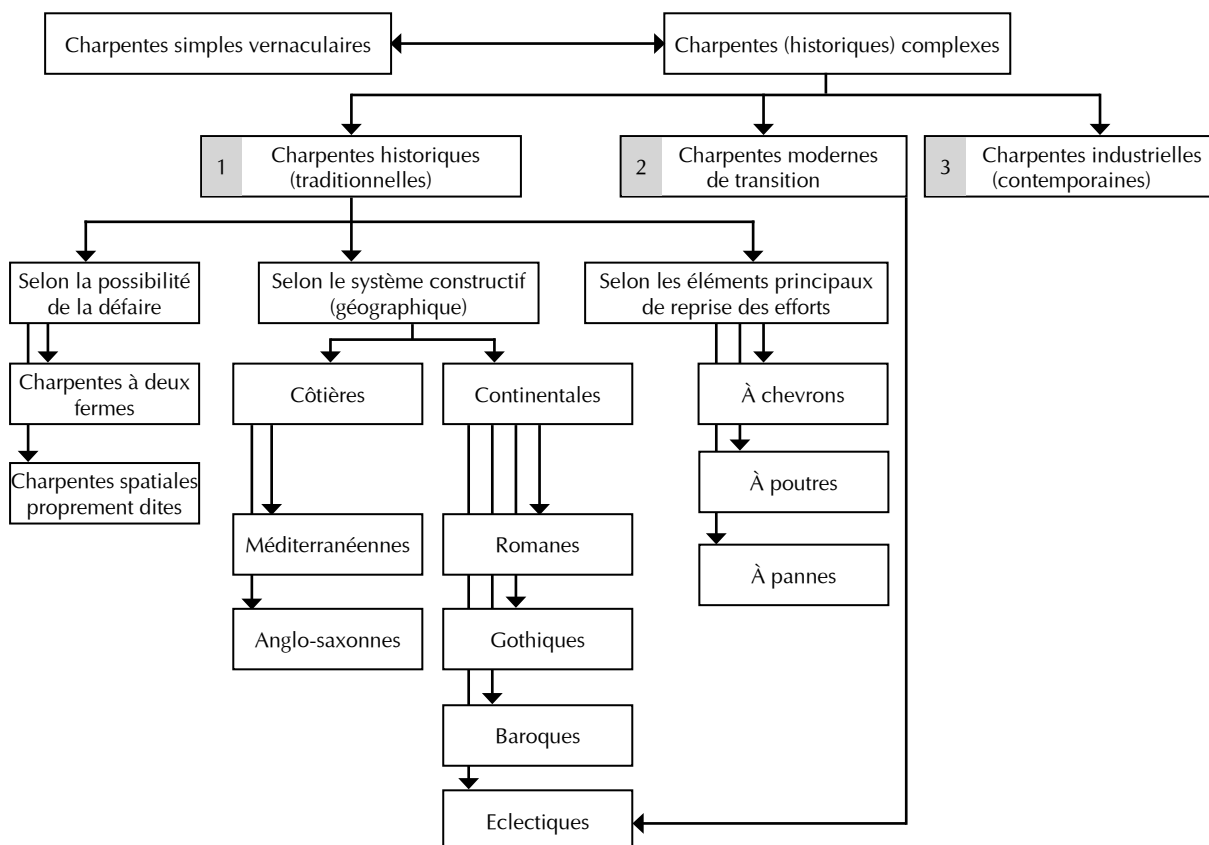


Fig. 1.2. — Schéma de classification des charpentes (historiques) européennes occidentales

Les charpentes historiques de l'Europe occidentale se divisent dans les catégories principales suivantes:

(I) *Selon la complexité de l'approche :*

- (I.1.) **charpentes (historiques) artisanales / traditionnelles** — structures réalisées dans le cadre des œuvres architecturales significatives, conçues et exécutées au Moyen Âge par les membres des corporations de charpentiers, à partir de la Renaissance et jusqu'au baroque ;
- (I.2.) **charpentes (historiques) à caractère vernaculaire** — réalisées en milieu rural, souvent par les propriétaires de la maison, caractérisées par de petites portées, la simplicité de la structure et des assemblages. Elles comprennent : des structures simples, généralement comprenant des paires de chevrons, (éventuellement) combinés avec des faux entrails supérieurs ou intermédiaires, avec ou sans entrails, séparées de la structure du plancher ou combinées avec celle-ci.

(II) *Selon le système constructif (lié aussi à l'aire géographique où se trouvent ces types de charpentes) :*

- (II.1.) **charpentes historiques côtières**⁷ — les exemples les plus connus sont les charpentes **méditerranéennes** qui sont présumées d'assurer une continuité avec les structures des charpentes de l'antiquité (fermes principales puissantes et un système de pannes rigides — qui, à leur tour, étaient les chevrons, et qui sont ainsi des éléments simples, portés, de sacrifice) et les charpentes du **Royaume Uni** avec une solution structurale similaire, mais avec des

angles plus abrupts dus aux conditions météorologiques différentes — et présentant des signes de l'influence des corporations de charpentiers spécialisés dans la construction des navires ;

(II.2.) charpentes historiques continentales — de l'Europe Centrale (et Orientale), qui, à leur tour, se divisent selon le style architectural (prépondérant) des bâtiments où cette charpente apparaît pour la première fois :

II.2.1. — charpentes à caractère roman,⁸

II.2.2. — charpentes à caractère gothique,⁹

II.2.3. — **charpentes à caractère baroque**,¹⁰

II.2.4. — charpentes historiques éclectiques.

(III) Selon les éléments principaux qui participent à la reprise des charges :

(III.1.) charpentes historiques à chevrons et entrails — incluent les charpentes historiques continentales ;¹¹ selon la méthode utilisée pour réduire la flexion des chevrons, on distingue deux sous-groupes spécifiques :

III.1.1. — charpentes historiques à traverses (en particulier les charpentes gothiques et, en tant que structure de transition, les charpentes à caractère baroque),

III.1.2. — charpentes historiques à pannes (les charpentes côtières, la plupart des charpentes éclectiques, partiellement les charpentes à caractère baroque) ;¹²

(III.2.) charpentes historiques à poutres — sous-ensemble porteur peu complexe.

(IV) Selon la conformation dans l'espace de la structure :

(IV.1.) charpentes où l'on peut distinguer deux systèmes plans — systèmes plans de barres linéaires, suivant deux directions orthogonales : les structures transversales porteuses (fermes principales et secondaires) et système longitudinal de renfort ;

(IV.2.) structures de charpentes spatiales proprement dites — des systèmes réalisés (en bois tendre ou dur, par des assemblages traditionnels) d'éléments linéaires qui ne peuvent être séparés en systèmes plans.¹³

Les charpentes historiques à caractère baroque. Il s'agit de charpentes construites dans des bâtiments réalisés en style architectural baroque, ainsi que de charpentes de bâtiments construits dans d'autres styles architecturaux — c'est pourquoi on utilise l'expression « à caractère baroque » et non pas une dénomination simplifiée telle que « charpentes historiques baroques » — (bâtiments gothiques, où la charpente initiale est remplacée ultérieurement pour diverses raisons ou des bâtiments en style classique ou romantique, etc.), mais qui ont une charpente à caractère baroque. La définition scientifique, basée sur les interprétations mécaniques et d'ingénierie, se trouve dans le dictionnaire multilingue de prof. dr. ing. SZABÓ Bálint.¹⁴

En résumé: les charpentes historiques à caractère baroque sont des structures de barres linéaires composées de deux systèmes plans orthogonaux ; le poids et les charges de vent sont repris par les systèmes transversaux de renfort, à savoir les fermes secondaires et principales à caractère baroque. Ces dernières doivent absolument contenir le dispositif de mise en tension baroque, composé à son tour de : (1) entrail, (3) paire d'arbalétriers, (4) faux entrail et (5) paire d'aisseliers.

1.3. Terminologie des charpentes historiques à caractère baroque

Le nom des éléments composants est présenté pour un exemple de charpente idéale : la ferme principale et la ferme secondaire d'une charpente à caractère baroque typique — portée de 10 m, angle d'inclinaison de 50,2° (rapport hauteur / mi-portée de 6/5), incluant les éléments de base présentés dans les figures 1.3.a et b. Les noms des éléments du système longitudinal sont présentés dans la figure 1.3.c.

La plupart des fermes secondaires à caractère baroque sont autoporteuses par rapport au poids (notamment dans le cas des fermes secondaires à entrail propre), transmettant une partie des charges aux fermes principales par l'intermédiaire des pannes intermédiaires / inférieures pentagonales (éléments typiques des charpentes à caractère baroque — éléments 10, 11).¹⁵

La figure 1.3.a. présente une ferme principale à caractère baroque typique — code typologique : A.1.2(c)-b(3)-I.A(1) — utilisant en grande partie les noms des éléments des charpentes historiques à carac-

tère baroque conformément aux définitions du *Dicționarul ilustrat de structuri portante istorice* [Dictionnaire illustré de structures porteuses historiques] de prof. dr. ing. SZABÓ Bálint (il existe pourtant une série d'éléments pour lesquels l'auteur préfère d'autres noms dans une ou dans les trois langues que les noms indiqués dans le dictionnaire).

La figure 1.3.b. présente la ferme secondaire liée à la ferme principale à caractère baroque typique — A.1.2(c)-b(3)-I.Λ(1).

La figure 1.3.c. présente le renfort longitudinal à caractère baroque, typique, dans le plan des chevrons — A.1.2(c)-b(3)-I.Λ(1).

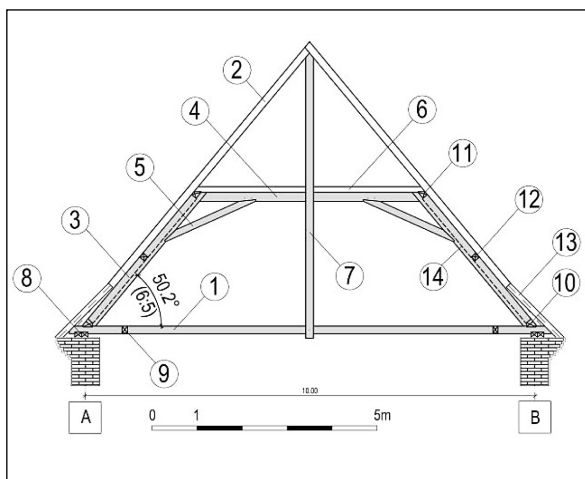


Fig. 1.3.a. — Ferme principale à caractère baroque contenant les éléments suivants: (1) entrait — 14x17; (2) chevrons — 12x15; (3) arbalétrier — 13x24; (4) faux entrait — 12x20; (5) aisselier — 12x15; (6) traverse — 13x15; (7) poinçon — 2x12x17; (8) sablières — 2x14x11; (9) longeron — 13x16; (10) panne inférieure pentagonale — 15x20; (11) panne intermédiaire / panne de brisis pentagonale — 13x19; (12) élément horizontal du système longitudinal de renfort — 12x13; (13) coyau — 5x13; (14) diagonale (du système longitudinal de renfort) — 11x14.

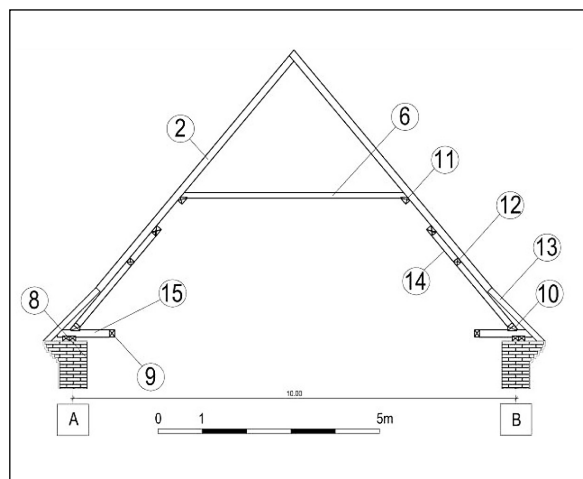


Fig. 1.3.b. — Ferme secondaire à caractère baroque reposant sur les éléments suivants: (2) chevrons — 12x15; (6) traverse — 13x15; (8) sablières — 2x14x11; (9) longeron — 13x16; (10) panne inférieure pentagonale — 15x20; (11) panne intermédiaire / panne de brisis pentagonale — 13x19; (12) élément horizontal du système longitudinal de renfort — 12x13; (13) coyau — 5x13; (14) diagonale (du système longitudinal de renfort) — 11x14; (15) poutrelles — 14x17.

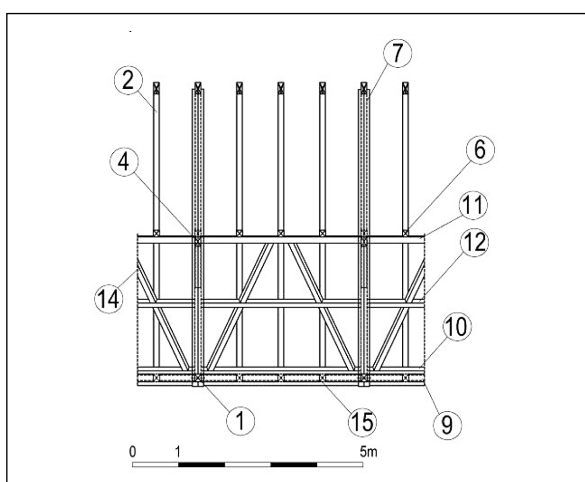


Fig. 1.3.c. — Système longitudinal de renfort typique du style baroque; le système proprement dit est composé des éléments suivants: (3) arbalétrier — 13x24 — qui, dans cet exemple, a aussi un rôle de montant du système de renfort; pourtant, l'arbalétrier et le montant sont, dans la plupart des cas, deux éléments superposés à petites sections; (10) panne inférieure pentagonale — 15x20; (11) panne intermédiaire / panne de brisis pentagonale — 13x19; (12) élément horizontal du système longitudinal de renfort — 12x13.

2. SOUS-ENSEMBLES ET ÉLÉMENTS COMPOSANTS DES CHARPENTES HISTORIQUES À CARACTÈRE BAROQUE

Ce chapitre traite des charpentes à caractère baroque qui peuvent être scindées en deux systèmes plans à barres, qui représentent les sous-ensembles principaux de l'ensemble. La charpente historique à caractère baroque est composée des sous-ensembles suivants :

- a. **la ferme principale à caractère baroque** (fig. 1.3.a. — fig. 2.1.a.) ;
Entre deux fermes principales on place d'habitude 3 (mais aussi 2 à 4, voire 5) fermes secondaires. Dans la plupart des cas, les fermes secondaires ont une configuration unique, mais il existe des cas où l'on trouve deux types de fermes secondaires utilisés par alternance ;¹⁶
- b. **la ferme secondaire à caractère baroque** (fig. 1.3.b. — fig. 2.1.b-c.) ;
- c. **le système longitudinal de renfort à caractère baroque** (fig. 1.3.b. — fig. 2.1.d.)¹⁷

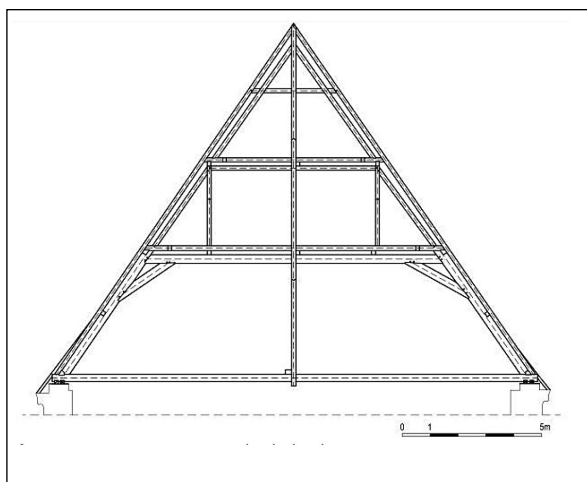


Fig. 2.1.a. — Ferme principale de la charpente de l'église réformée de Cluj-N., rue Kogălniceanu — code typologique : A.2.2(c).-a/c(3:a-c-a)-I-A(1)

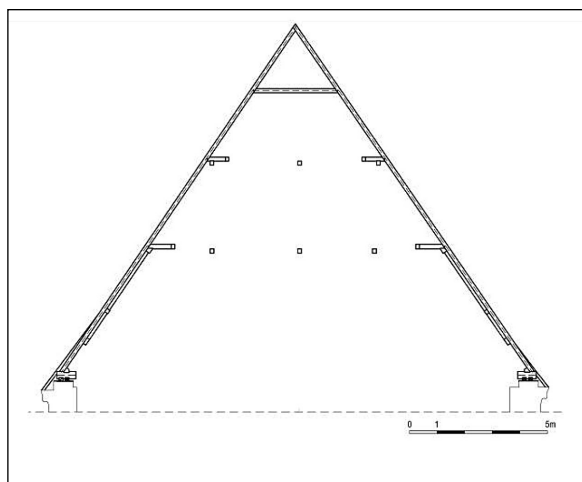


Fig. 2.1.b. — Ferme secondaire de type I de la charpente de l'église réformée de Cluj-N., rue Kogălniceanu

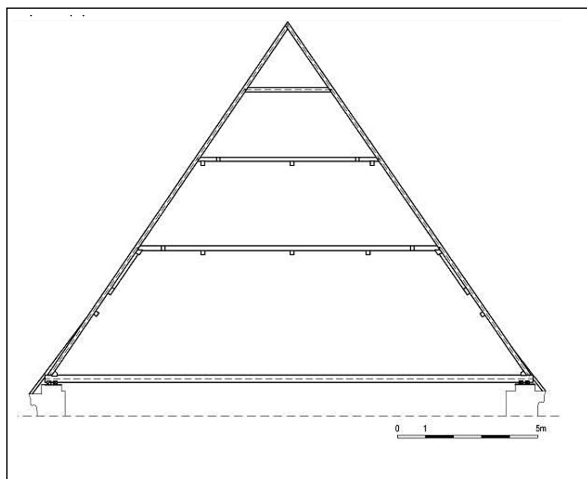


Fig. 2.1.c. — Ferme secondaire de type II de la charpente de l'église réformée de Cluj-N., rue Kogălniceanu

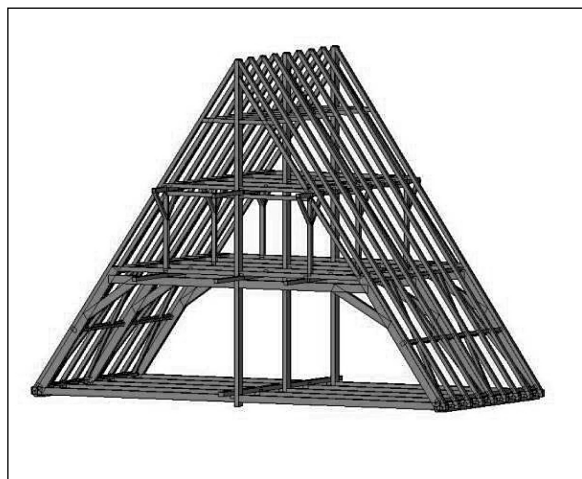


Fig. 2.1.d. — Modèle 3D — Axis 8 VM de la charpente de l'église réformée de Cluj-N., rue Kogălniceanu

2.1. Ferme principale à caractère baroque

La **ferme principale** (système plan transversal principal) **de charpente à caractère baroque** est un type de ferme principale historique composée de : chevrons (à pente continue « A », et, respectivement, à pente brisée pour la charpente à la Mansart « B »), entrait (1), traverse (6 — jointive ou non du), faux entrait (4) du dispositif de mise en tension à caractère baroque composé d'entrait (1), une paire d'arbalétriers (3 — jointifs des chevrons) renforcés par des aisseliers (5) ; pour les charpentes avec des portées dépassant les 10 m : dispositif de suspension à caractère baroque (paires de poinçons ou un seul élément).¹⁸

À souligner : en absence d'un dispositif de mise en tension à caractère baroque, on ne peut pas parler de charpente à caractère baroque — il pourrait s'agir de charpentes de transition, à fort caractère gothique ou éclectique, contenant des éléments à caractère baroque.

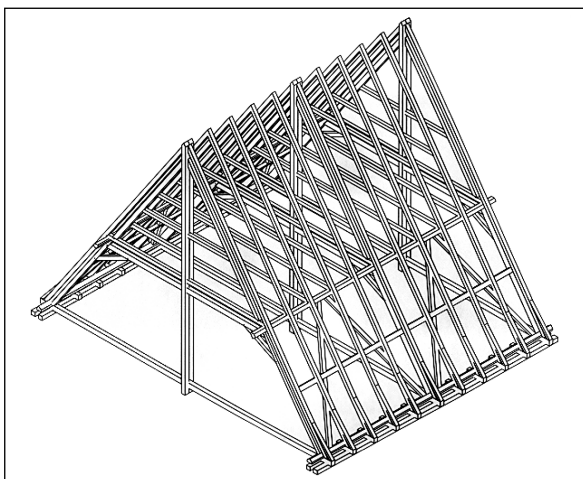


Fig. 2.2.a. — Charpente à chevrons continus, avec système de mise en tension et système de suspension à caractère baroque au premier niveau — charpente de l'église des piaristes, Cluj-N. — « A.2.2(c)—c(3)—I.A(1) »

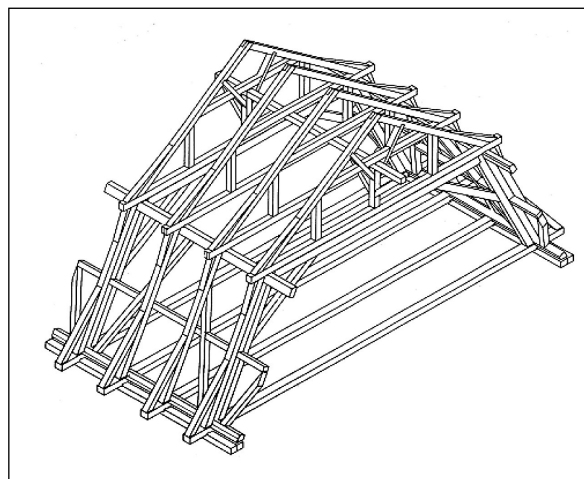


Fig. 2.2.b. — Charpente à chevrons brisés sans système de suspension et système de mise en tension à caractère baroque au premier niveau — charpente du collège Bethlen Gábor, internat des garçons, Aiud — « B.2.1—a(3)—II.A(1) »

2.1.1. Dispositif de mise en tension à caractère baroque :

Dispositif spécifique des charpentes à caractère baroque, ayant pour but de reprendre la charge concentrée des pannes et de la transmettre au sous-ensemble de soutien qui forme le support de la charpente. Les éléments qui composent le dispositif de mise en tension sont sollicités comme suit :

- (1) l'entrait, élément tendu (qui reprend les poussées latérales transmises par les chevrons / arbalétriers sous l'action du poids et des charges horizontales) ;
- (3) les arbalétriers, qui, à leur tour, ont un rôle structural également dans le système longitudinal de renfort, s'ils ne sont pas composés de deux éléments superposés (critère 5 de la typologie), et qui travaillent en compression sous le poids, ainsi que de manière alternée en compression / traction sous la charge de vent ;



Fig. 2.3.a. — Assemblages faux entrait — aisselier — arbalétrier — charpente de l'immeuble de Cluj-N., 6 rue Kogălniceanu

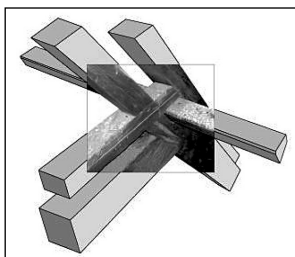
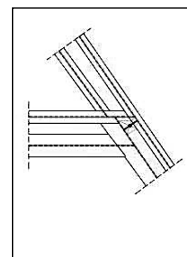
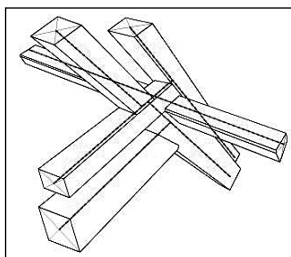


Fig. 2.3.b. — Nœud faux entrait—arbalétrier—chevron et sa modélisation



(4) le faux entrain — l'élément horizontal sollicité en compression sous le poids, ainsi que sous les charges de vent, et renforcé / solidarisé avec :

(5) les aisseliers — qui, à leur tour, travaillent en traction ou compression sous l'action du vent et en compression sous l'action du poids.

Les assemblages arbalétrier — aisselier — faux entrain — sont conçus de façon à transmettre la traction, ainsi que la compression, et même un moment de flexion limité (par combinaison de l'entaille à tenon et mortaise avec des paires de chevilles).

Le nombre, le type et le positionnement des dispositifs de mise en tension correspondent au critère 2 de la typologie.

Le système de mise en tension à caractère baroque fonctionne plus ou moins bien en termes de reprise des charges sous l'action du poids, en fonction du système de reprise des forces des fermes secondaires, qui correspond au critère 4 de la typologie et qui peut, à son tour, être formé de :

- a. entrains dans chaque ferme secondaire ;
- b. système de poutrelles dans les fermes secondaires, qui, à leur tour, sont attachées aux longerons, d'où il résulte que la décharge est faite sur les entrains des fermes principales ;
- c. système de sabots et pannes inférieures (pentagonales).

2.1.2. Dispositif de suspension à caractère baroque:

Le dispositif de suspension typique des charpentes à caractère baroque est simple, situé en position centrale, sur toute la hauteur de la structure. Aux niveaux supérieurs on peut avoir des systèmes de mise en tension-suspension, ayant déjà un caractère éclectique (éventuellement avec une paire de poinçons), comme dans l'exemple de la charpente de l'église réformée rue Kogălniceanu.

L'absence ou l'existence du système de suspension et la solution choisie pour ce système (poinçon central) constitue un élément de classification des différents types de charpentes à caractère baroque (critère 3 de la typologie). Le dispositif de suspension peut être réalisé :

- (s) à l'aide d'un élément à section **simple** rectangulaire, ce qui implique l'utilisation d'une pièce métallique (en fer forgé) pour effectuer le nœud entrain — poinçon ;
- (c) à l'aide de deux barres, qui forment un élément à section **composée**.

2.2. Ferme secondaire à caractère baroque

La ferme secondaire (système plan transversal secondaire) **de charpente à caractère baroque** est un type de ferme historique secondaire, dont l'autostabilisation dépend du mode de composition : les fermes secondaires des charpentes avec entrains « A/B.x.y. — a » peuvent reprendre elles-mêmes les charges ; n'ayant pas d'entrains elles s'appuient davantage sur les fermes principales « A/B.x.y. — b » ou « A/B.x.y. — c » ; chaque ferme dispose de chevrons, d'un faux entrain supérieur et (éventuellement, en fonction de la portée) d'une traverse, ainsi que d'un entrain, de poutrelles ou de sabots de panne inférieure. Il existe des versions avec deux types de fermes secondaires, placées de façon alternée, comme dans notre exemple (la charpente de l'église réformée de Cluj-N., rue Kogălniceanu — « A.2.2(c)—a(3/1)/c(3/2) — I.Λ(1) » — figures sous 2.1.).

Lorsque les fermes secondaires sont réalisées sans poutrelles ou entrains, le système de mise en tension à caractère baroque des fermes principales est opérationnel ; lorsque les fermes secondaires disposent d'entrains et traverses aussi, la transmission du poids est faible, de l'ordre de 10 à 15 %.

2.3. Système longitudinal de renfort à caractère baroque

Le système longitudinal de renfort (système plan longitudinal de renfort) **à caractère baroque** est situé dans les plans inclinés des chevrons — souvent combiné avec des systèmes plans verticaux, longitudinaux, d'habitude situés aux niveaux supérieurs des charpentes — à un (ce qui est plus rare en Roumanie) ou deux niveaux. Les éléments horizontaux des systèmes longitudinaux de renfort sont les pannes pentagonales, qui disposent d'un élément horizontal propre, situé, d'habitude, à mi-hauteur de ces systèmes. Normalement, les chevrons ne s'appuient pas sur ces barres horizontales du système de renfort longitudinal. Souvent, les montants dans les axes des fermes principales forment les arbalétriers des fermes principales (critère 6 de la typologie).

2.4. Éléments principaux des charpentes à caractère baroque

2.4.1. Éléments des systèmes plans transversaux (fermes principales / secondaires) :

La numérotation des éléments se retrouve sur les fermes principales, secondaires et sur le système longitudinal de renfort appartenant à la charpente de l'église réformée rue Kogălniceanu. Les charpentes à caractère baroque sont construites surtout en bois tendre.

(1) **L'entrait** est un élément des fermes principales et des fermes secondaires à entrait propre appartenant aux charpentes à caractère baroque ayant les caractéristiques spécifiques suivantes : (a) le support intermédiaire peut être assuré — lorsqu'il existe — par le poinçon ; (b) les fermes secondaires sont prévues d'entrait lorsqu'elles soutiennent le plancher au-dessus du dernier niveau, dans les structures précoces ou des structures à grandes portées ; par conséquent, ce sont seulement les fermes principales qui sont prévues d'entrait, surtout dans le cas des voûtes en calotte « a vela » (ayant la clé de voûte au-dessus des sablières) ; (c) les entrails sont toujours des éléments tendus.

(2) **Les chevrons** sont des éléments des fermes des charpentes à caractère baroque ayant les caractéristiques spécifiques suivantes : (a) se joignent à l'entrait sous un angle de 35—59,7° (en fait, ce serait plus recommandé d'exprimer l'inclinaison en rapports (d'habitude entre 2/3 et 2/1) et non en angles), à l'exception de la charpente baroque de type Mansart, cas où l'angle entre le chevron inférieur et l'entrait est de 60—75° ; (b) l'élasticité des supports intermédiaire nécessaire pour supporter le poids est assurée par des faux entrails supérieurs et des traverses sollicitées en compression plus courts et, pour les charges de vent ou de séisme, par la rigidité à la flexion du chevron opposé ; (c) sont exécutés d'habitude en une seule pièce, sauf dans le cas de la charpente baroque de type Mansart, cas où ils sont réalisés en deux pièces.

(3) **Les arbalétriers** sont des éléments des fermes principales, plus précisément des dispositifs de mise en tension des charpentes à caractère baroque, qui peuvent aussi avoir un rôle dans le système longitudinal de renfort. Dans la plupart des cas, ils ont des sections significatives et ont ce rôle double structural (spatial). Dans les dispositifs de mise en tension, ils n'ont pas de chevrons ou bien ils font partie du paquet de trois éléments jointifs : chevron / élément du renfort longitudinal / arbalétrier (les deux derniers éléments peuvent être réalisés en un seul élément « I. », à section significative « II. » — symbole du critère 5 de la typologie). Dans les systèmes plans longitudinaux de renfort, ils sont sectionnés par des pannes et rangés en panneaux entre les fermes principales, en diagonales de types variés (critère 6 de la typologie).

(4) **Le faux entrait** est un élément des dispositifs de mise en tension des charpentes à caractère baroque, qui est souvent jointif de la traverse, mais il y a beaucoup d'exemples où ces deux éléments sont distancés. Il y a des solutions connues en Allemagne, où cet élément a une forme d'arc de décharge et il est réalisé de deux barres distinctes placées sous un certain angle (fig. 2.5.a.). Le faux entrait se lie directement aux arbalétriers. Il a un rôle de renfort et un rôle de transmission du poids vers les supports (ce deuxième rôle est plus ou moins important, en fonction du système de reprise des efforts des fermes secondaires).

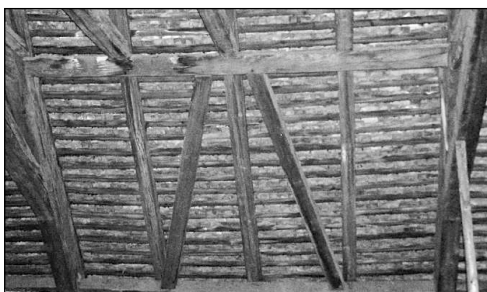


Fig. 2.4.a. — Charpente de l'immeuble 6 rue Kogălniceanu — système longitudinal de renfort « classique », forme Λ

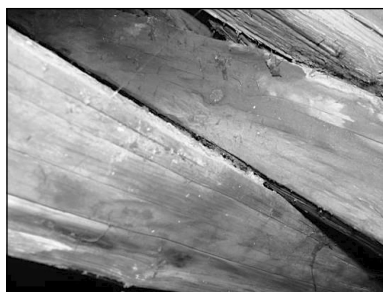


Fig. 2.4.b. — Charpente de l'immeuble 6 rue Kogălniceanu — position du chevron par rapport à l'élément longitudinal horizontal du système de renfort

(5) **L'aisselier** est un élément de structure porteuse appartenant aux fermes principales des charpentes à caractère baroque ayant les caractéristiques suivantes : (a) c'est une partie composante du dispositif baroque de mise en tension, lié à l'arbalétrier et au faux entrain sous un angle de 30°/60° ; (b) il a un rôle décisif dans le renfort transversal de la structure, qui est moins important pour le poids, mais qui est essentiel en cas de sollicitations provenant des charges de vent / séismiques ; (c) la sollicitation spécifique : la compression ou la tension excentrique ; (d) les assemblages sont réalisés d'entailles avec tenon et mortaise solidarités par 1 à 2 chevilles.

(6) **Le poinçon** de la charpente à caractère baroque est d'habitude double, mais on en trouve des simples aussi, et, en Allemagne, on trouve aussi des poinçons spéciaux, en bois dur (fig. 2.5.b.). Il est toujours placé dans l'axe de symétrie des fermes principales, étant le dispositif de suspension spécifique des charpentes à caractère baroque. Il fait le lien entre le point de croisement des chevrons et l'entrain, sous forme de barre continue (critère 3 de classification). L'efficacité de la suspension est liée à la rigidité de l'entrain à la flexion, car il est possible d'avoir même une sollicitation en compression excentrique dans le poinçon, y compris par rapport au poids.

(8+13) **La traverse** est un élément de structure porteuse faisant partie des systèmes plans transversaux des sous-ensembles des charpentes historiques, y compris à caractère baroque, et il est l'élément typique des charpentes historiques continentales (consommation de bois est relativement élevée). La rigidité du support assuré par les traverses (qui travaillent à l'effort axial de compression en stabilisant les chevrons) par rapport aux actions du poids — surtout dans les fermes secondaires — est nettement supérieure à la rigidité donnée par les pannes (qui, en fléchissant, transmettent ces actions pour stabilisation au dispositif de mise en tension), et a les caractéristiques suivantes : (a) position horizontale ; (b) charges provenant du poids propre (dans une petite mesure) et des actions concentrées, provenant des éléments porteurs adjacents (chevrons, arbalétriers, aisseliers, poutres longitudinales, poinçons) ; (c) se comporte comme une poutre simplement reposée ou comme une poutre continue sur des supports élastiques, où les supports de bord sont les chevrons, et les supports intermédiaires sont les poinçons ou les arbalétriers, ou éventuellement les aisseliers ; (d) la sollicitation spécifique est la compression excentrique, la tension étant rare (sous l'action du vent ou des séismes) ; (e) les assemblages sont par recouvrement ou à tenon et mortaise, solidarités par des chevilles. La traverse double le faux entrain de la ferme principale à caractère baroque.

(9+14) **La poutrelle** est un élément de structure porteuse appartenant aux fermes secondaires des sous-ensembles de charpentes à caractère baroque ou éclectique, et a les caractéristiques suivantes : (a) position horizontale ; (b) charges provenant du poids propre (dans une petite mesure) et des actions concentrées éventuelles provenant des éléments porteurs (chevrons, coyaux, longerons) ; (c) se comporte comme une poutre simplement reposée avec des supports élastiques ; (d) la sollicitation spécifique est la tension excentrique, la compression étant rare (sous l'action du vent ou des séismes) ; (e) les assemblages à tenon et mortaise solidarités par des chevilles ont un impact sur la rigidité des supports. Ces éléments peuvent également être placés à des niveaux supérieurs où ils sont sollicités surtout à la compression excentrique, contrairement aux poutrelles du niveau inférieur (des entrains), où la sollicitation principale est à la tension excentrique. Une erreur de conception fréquente est que les chevilles ne sont pas utilisées dans les assemblages à tenon et mortaise, ce qui mène à une dégradation courante : le détachement ou le déplacement de la poutrelle par rapport au longeron.¹⁹

2.4.2. Éléments des systèmes plans longitudinaux :

(18+21+25) **Les pannes** (poutres longitudinales) pentagonales sont des particularités exclusives des charpentes à caractère baroque. Ce sont des éléments de structure porteuse présentant de la rigidité à la flexion et ayant le rôle de reprendre les sollicitations des chevrons des fermes secondaires et de les transmettre aux fermes principales. Dans le cas des charpentes à caractère baroque, leur efficacité dépend de la solution trouvée pour les fermes secondaires. Les fermes secondaires sans entrains et / ou traverses chargent beaucoup les pannes, tandis que les fermes secondaires avec entrains (ou poutrelles) et / ou traverses propres les chargent moins. Les pannes sont incluses dans les systèmes plans longitudinaux, ayant également le rôle de renfort dans le plan longitudinal. Une autre caractéristique exclusive des charpentes à caractère baroque est représentée par les pannes inférieures et intermédiaires à section pentagonale.

Dans le cas de charpentes moins prétentieuses, les pannes intermédiaires peuvent aussi avoir une section rectangulaire, mais ces cas sont rares et dénotent un niveau faible de « professionnalisme », un caractère provincial (la classification mise à jour en 2008 ne contient pas ce critère).

Les **diagonales** du système de renfort typiquement baroque positionnées dans le plan des chevrons ont des formes diverses — le critère 6 de la typologie (fig. 2.5.c.).

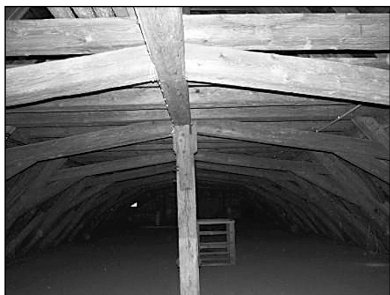


Fig. 2.5.a. — Faux entrain sous forme d'arc — Église des jésuites de Bamberg, Allemagne

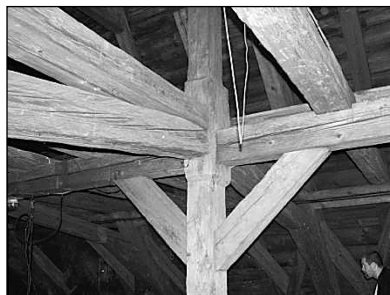


Fig. 2.5.a. — Poinçon en bois dur — Église de Saint Michel, Bamberg, Allemagne

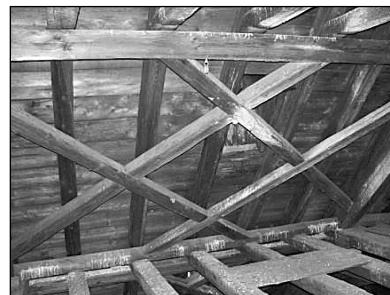


Fig. 2.5.a. — Système de diagonales doubles XX — Église de Saint Michel, Bamberg, Allemagne

Les charges de la charpente sont transmises aux murs porteurs par la **sablière (17)**, qui est un élément de structure porteuse, positionné de manière constructive, à rôle de ceinture. La sablière augmente les résistances de la maçonnerie adjacente à la tension ou au cisaillement. Elle peut être réalisée d'une, deux ou même trois barres parallèles positionnées sur le couronnement des maçonneries porteuses. Dans le cas des charpentes baroques, on trouve deux sablières, jointives ou distancées, une sur le point de support des arbalétriers, et l'autre sous le point de support des chevrons.

3. CLASSIFICATION DES CHARPENTES À CARACTÈRE BAROQUE — TYPOLOGIE DES CHARPENTES — PHASE DE TRAVAIL 2008

La classification par type est effectuée selon 6 critères groupés en trois séries de codes, comme suit :

La première série de codes comprend les trois premiers critères et porte sur des questions de configuration générale, déterminantes des fermes principales :

1. — en fonction de la continuité / du plan des chevrons — les deux types de base : **(A)** chevrons continus, **(B)** toit type mansarde ;

2. — en fonction du nombre et de la position des dispositifs de mise en tension typiquement baroques :

(1) à un seul niveau, qui n'est pas combiné avec d'autres dispositifs de renfort — en général pour de petites portées, en dessous de 10 m ;

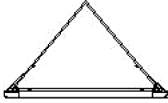

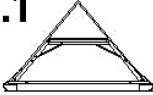

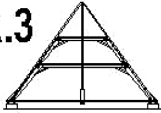

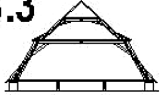



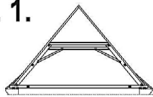
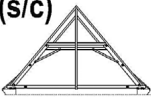
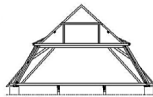
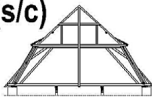
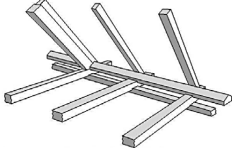
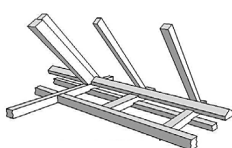
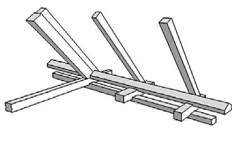
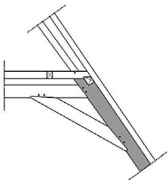
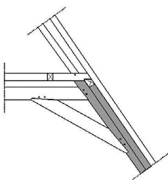
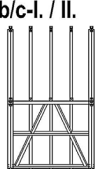

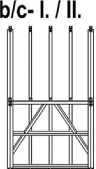

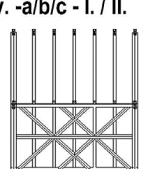
(2) dispositif de mise en tension baroque à un niveau (dans le territoire étudié, en général, au niveau inférieur) combiné avec d'autres solutions de renfort aux niveaux supérieurs ;

(3) dispositifs de mise en tension à caractère baroque à deux niveaux superposés,²⁰ combinés ou non avec d'autres systèmes à des niveaux supérieurs ;

2*. — inclut les cas spéciaux, avec des systèmes supplémentaires de renfort au niveau du dispositif baroque de mise en tension — pour de très grandes portées ou pour des fonctions de stockage dans l'espace du comble ;

3. — en fonction du poinçon : (1) sans poinçon, (2) avec poinçon (central), en section simple (**s**) ou en section composée (**c**).

4. Le critère suivant identifie le système de transmission des efforts horizontaux des fermes secondaires vers les fermes principales et représente un critère en soi. On peut distinguer trois versions essentielles de transmission : **(a)** entrain dans les fermes secondaires, **(b)** système de poutrelles et longeron, et **(c)** système avec sabots de pannes (chevrons) et pannes inférieures pentagonales. Le numéro entre parenthèses indique le nombre de fermes secondaires entre deux fermes principales. Lorsqu'il y a deux types de fermes secondaires entre deux fermes principales (figures sous 2.1.), les deux types sont séparés par « / », et le nombre total entre parenthèses est suivi d'une identification de l'ordre des deux types de fermes principales.

1 EN FONCTION DE LA CONTINUITÉ / DU PLAN DES CHEVRONS — LES DEUX TYPES DE BASE : (A), (B) TOIT TYPE					
<p>Chevrans continus</p> <p>A</p> 			<p>Chevrans interrompus / en plan brisé (mansarde)</p> <p>B</p> 		
2 EN FONCTION DU NOMBRE ET DE LA POSITION DES DISPOSITIFS DE MISE EN TENSION TYPIQUEMENT BAROQUES					
<p>Système de mise en tension typiquement baroque à un seul niveau</p> <p>A.1</p> 	<p>Système de mise en tension baroque à un niveau combiné avec un système de renfort différent à d'autres niveaux</p> <p>A.2</p> 	<p>Système de mise en tension baroque à deux ou plusieurs niveaux combiné avec un système de renfort différent à d'autres niveaux</p> <p>A.3</p> 	<p>Système de mise en tension typiquement baroque à un seul niveau</p> <p>(B.2)</p> <p>Il existe en théorie, mais les quelques 50 charpentes étudiées ne présentent pas cette forme</p>	<p>Système de mise en tension baroque à un niveau combiné avec un système de renfort différent à d'autres niveaux</p> <p>B.2</p> 	<p>Système de mise en tension baroque à deux ou plusieurs niveaux combiné avec un système de renfort différent à d'autres niveaux</p> <p>B.3</p> 
2* AVEC SYSTÈME SUPPLÉMENTAIRE DE RENFORT / PRISE					
<p>Système de mise en tension typiquement baroque à un seul niveau</p> <p>(A.1*)</p> <p>Il existe en théorie, mais les quelques 50 charpentes étudiées ne présentent pas cette forme</p>	<p>Système de mise en tension baroque à un niveau combiné avec un système de renfort différent à d'autres niveaux</p> <p>A.2*</p> 	<p>Système de mise en tension baroque à deux ou plusieurs niveaux combiné avec un système de renfort différent à d'autres niveaux</p> <p>(A.3*)</p> <p>Il existe en théorie, mais les quelques 50 charpentes étudiées ne présentent pas cette forme</p>	<p>Système de mise en tension typiquement baroque à un seul niveau</p> <p>(B.1*)</p> <p>Il existe en théorie, mais les quelques 50 charpentes étudiées ne présentent pas cette forme</p>	<p>Système de mise en tension baroque à un niveau combiné avec un système de renfort différent à d'autres niveaux</p> <p>B.2*</p> 	<p>Système de mise en tension baroque à deux ou plusieurs niveaux combiné avec un système de renfort différent à d'autres niveaux</p> <p>B.3*</p> 
3 EN FONCTION DU POINÇON					
<p>Sans poinçon</p> <p>A. x. 1.</p>  <p>$x = 1 \div 3^{(*)}$</p>	<p>Avec poinçon</p> <p>A. x. 2.(s/c)</p>  <p>$x = 1 \div 3^{(*)}$ s - simple c - composé</p>	<p>Sans poinçon</p> <p>B. x. 1.</p>  <p>$x = 1 \div 3^{(*)}$</p>	<p>Avec poinçon</p> <p>B. x. 2.(s/c)</p>  <p>$x = 1 \div 3^{(*)}$ s - simple c - composé</p>		
4 EN FONCTION DU SYSTÈME DE REPRISSE DES FORCES HORIZONTALES DE LA FERME SECONDAIRE VERS LA FERME PRINCIPALE					
<p>Entrait continu dans les fermes secondaires</p> <p>A / B. x. y. - a (2 ÷ 5)</p>  <p>$x = 1 \div 3^{(*)}$ $y = 1 \div 2(s/c)$ s - simple; c - composé</p>	<p>Avec système de poutrelles et longerons</p> <p>A / B. x. y. - b (2 ÷ 5)</p>  <p>$x = 1 \div 3^{(*)}$ $y = 1 \div 2(s/c)$ s - simple; c - composé</p>	<p>Avec sabots de pannes inférieures</p> <p>A / B. x. y. - c (2 ÷ 5)</p>  <p>$x = 1 \div 3^{(*)}$ $y = 1 \div 2(s/c)$ s - simple; c - composé</p>			
5 EN FONCTION DE L'ARBALÉTRIER ET DU MONTANT DU SYSTÈME LONGITUDINAL DE RENFORT					
<p>A / B. x. y. - a/b/c - I.</p> <p>L'arbalétrier et l'élément de renfort longitudinal sont réalisés d'une seule barre à grande section</p> 			<p>A / B. x. y. - a/b/c - II.</p> <p>L'arbalétrier et l'élément de renfort longitudinal sont des éléments distincts à petites sections</p> 		
6 EN FONCTION DE LA CONCEPTION DU SYSTÈME LONGITUDINAL DE RENFORT					
<p>A / B. x. y. - a/b/c - I. / II.</p> <p>∧ (1/2)</p>  <p>1 - à un niveau 2 - à deux niveaux</p>	<p>A / B. x. y. - a/b/c - I. / II.</p> <p>/ (1/2)</p>  <p>1 - à un niveau 2 - à deux niveaux</p>	<p>A / B. x. y. - a/b/c - I. / II.</p> <p>Y (1/2)</p>  <p>1 - à un niveau 2 - à deux niveaux</p>	<p>A / B. x. y. - a/b/c - I. / II.</p> <p>X (1/2)</p>  <p>1 - à un niveau 2 - à deux niveaux</p>	<p>A / B. x. y. - a/b/c - I. / II.</p> <p>⊗ (1/2)</p>  <p>1 - à un niveau 2 - à deux niveaux</p>	

La dernière série de critères porte sur le système longitudinal de renfort :

5. — en fonction du rapport entre la section de l'arbalétrier et celle du montant du système longitudinal de renfort : les deux fonctions sont remplies par un seul élément de section considérable (I) ou par deux éléments à sections réduites superposées (II) ;

6. — le mode de conception du système longitudinal de renfort est identifié par le symbole de la forme : (Λ) — la variante la plus commune dans le territoire étudié ; (/) — variante rencontrée souvent pour les charpentes de qualité artisanale plus modeste ; (Y), et des variantes plus rares (X), (XX) ; le symbole est suivi, entre parenthèses, par le nombre de niveaux où ces systèmes se retrouvent.

Il existe, bien sûr, des informations sur l'existence d'autres critères, qui ne sont pas (encore) inclus dans cette typologie (par exemple : la position de la traverse par rapport au faux entrain, qui peut être jointif ou non). En outre, il existe en Allemagne des faux entrains brisés et des poinçons en bois dur, mais ces types n'ont pas été inclus dans la typologie présentée.

Sur la base des critères présentés, on peut codifier la typologie de n'importe quelle charpente. Par exemple, la charpente typique à caractère baroque, sur la base de laquelle les noms des éléments et des sous-ensembles ont été identifiés, fait partie du sous-groupe : « A » chevrons continus (sans rupture / brisure), « A.1. » ferme principale équipée seulement de poinçon en plus du système de mise en tension baroque sur un niveau ; « A.1.2(c). » qui, à son tour, est formé de deux barres, d'une part et d'autre de l'entrain ; les fermes secondaires n'ont pas d'entrains propres, le système de reprise des forces horizontales est celui à poutrelles et longerons « A1.2(c).—b(3) », trois fermes secondaires se trouvent entre deux fermes principales ; l'arbalétrier et le montant du système longitudinal de renfort sont réalisés en un seul élément « A.1.2(c).—b(3)—I. » ; le système longitudinal positionné à un niveau est réalisé avec des diagonales ascendantes et descendantes : « A.1.2(c).—b(3)—I.Λ(1) ».

4. IMPORTANCE DES CHARPENTES À CARACTÈRE BAROQUE ET LEURS VALEURS INTÉGRÉES

4.1. Valeurs historiques — moment historique, aire géographique

Les valeurs historiques intégrées dans une structure historique porteuse et, implicitement dans les charpentes historiques (à caractère baroque), à travers le matériau utilisé, la conception structurale, et la technologie d'exécution, sont une certitude. Nous voudrions souligner quelques points seulement concernant les charpentes à caractère baroque.

4.1.1. Moment historique :

À l'époque baroque, la construction est devenue déjà une activité planifiée, dirigée, en général, par un maître-architecte, impliquant l'utilisation de dessins : plans, sections, même des dessins technologiques. En 1671, l'Académie royale d'architecture a été créée en France et a assuré la consécration du langage architectural, la formalisation des solutions fonctionnelles, esthétiques et techniques. Le nombre de publications et traités sur la théorie de l'architecture et sur les solutions techniques a augmenté.²¹

Les programmes architecturaux se sont diversifiés tant pour les bâtiments religieux que pour les bâtiments laïques. L'augmentation des exigences en matière de construction a donné naissance à des solutions structurales nouvelles pour presque chaque type de sous-ensemble structural :

- a. pour la réalisation de façades nettement « classiques », les contreforts, les éléments structuraux clés des structures gothiques disparaissent, les poussées latérales sont reprises par des murs et des pilastres intérieurs, qui sont souvent masqués par la rangée intérieure de chapelles ;
- b. solutions nouvelles pour les voûtes : voûte bohémienne (originaire du territoire actuel de la République tchèque — la Bohême). Conformément à la littérature technique de l'époque, cette structure a été réalisée sans coffrage, une performance qui n'a pas été égalée en Roumanie encore à ce jour ;
- c. la charpente à caractère baroque — réalisée selon une conception structurale unitaire (en Europe continentale) — résout la question de la descente du niveau du support de la charpente sous la clé de voûte, une exigence de la volumétrie baroque, par divers systèmes de reprise des poussées latérales, en même temps que la suppression de l'entrain des fermes secondaires.

4.1.2. Aire géographique : le territoire européen. Les territoires côtiers, caractérisés par un climat différent (absence de la neige ou neige qui n'est pas abondante et fond vite, grande charge de vent), accueillent d'autres types de charpentes que les territoires continentaux : des charpentes côtières. Ce type de charpentes comprend deux autres sous-types : **méditerranéenne** (Italie, Grèce) — systèmes simples de charpentes (poutres inclinées continues) sur pannes, et **anglo-saxonnes**. Les types de base de charpentes anglo-saxonnes sont : « King-post » — un poinçon central ; « Queen-post » — un poinçon central et deux éléments d'appui inclinés, presque perpendiculaires sur les chevrons ; « Crown-post » — deux poinçons ; « Cruck roof » — avec structure en bois naturellement courbé, etc.²²

Parmi les charpentes historiques continentales, la charpente baroque est la seule à adopter le système efficace de renfort longitudinal situé dans le plan des chevrons, qui est d'ailleurs une solution générale pour les charpentes anglo-saxonnes du Moyen Âge. Une piste de recherche peut être formulée pour la communauté professionnelle internationale : la charpente historique à caractère baroque a-t-elle été « conçue / inventée » par un maître charpentier / architecte qui a connu les charpentes anglo-saxonnes ou bien est-elle le résultat d'un développement empirique ?

Les charpentes continentales peuvent être trouvées depuis l'Autriche jusqu'en Suède, depuis la Belgique jusqu'à (probablement) Saint Pétersbourg. La limite orientale en Europe centrale et de l'Est est la ligne des Carpates orientales et méridionales. Le système de construction utilisé en dehors de cette zone est le système byzantin.

La diffusion des solutions technologiques baroques a été possible grâce aux relations politiques et économiques entre les différentes régions européennes et grâce à la pratique des apprentis voyageurs de cumuler des savoir-faire.

Le baroque hongrois et le baroque de Transylvanie se développe sous les influences du baroque autrichien, qui, à son tour, est la synthèse du baroque italien et français, étroitement lié au baroque bavarois allemand.

La délimitation exacte de l'aire géographique abritant des charpentes à caractère baroque, ainsi que l'identification exacte de la période et du lieu où ces charpentes ont été construites pour la première fois sont autant de questions qui méritent des réponses exhaustives / scientifiques, qui se prêteraient à toute une série de thèses de doctorat et de programmes de recherche internationaux et interdisciplinaires d'envergure, impliquant la collaboration d'historiens, historiens de l'art / d'architecture / de technique, d'architectes de tous les pays d'Europe.

Les charpentes historiques à caractère baroque sont apparues tard sur le territoire de la Transylvanie, le plus probablement dans la deuxième moitié du XVIII^e siècle et sous l'influence des maîtres autrichiens, et persistent en tant que solution généralisée même jusque dans la deuxième moitié du XIX^e siècle.

4.2. Durabilité des charpentes à caractère baroque

Il existe des centaines, voire plus de mille charpentes à caractère baroque en Transylvanie. Leur survie, même dans des conditions extrêmes — absence de mesures de conservation pendant 50-60 ans —, est une preuve de durabilité de ce type de charpentes (beaucoup d'entre elles ont plus de 200—220 et même 250 ans), car elles sont en bois nettement supérieur au bois qu'on peut trouver dans le commerce de nos jours, ainsi que des assemblages d'une qualité exceptionnelle, difficiles à réaliser de nos jours, même avec des technologies et des outils modernes.

En ce qui concerne la charpente à caractère baroque du Collège « Bethlen Gábor » d'Aiud — Internat pour garçons — elle a survécu et a fonctionné dans des conditions de sécurité satisfaisantes malgré le fait qu'au moins un nœud vital (entrait-chevron, par exemple) dans plus de 50 % des fermes de la charpente était dégradé ou non-fonctionnel !!!

Nous arrivons ainsi à l'autre caractéristique de base des charpentes historiques à caractère baroque.

4.3. Sécurité des charpentes à caractère baroque

La sécurité d'exploitation des charpentes historiques en général et des charpentes à caractère baroque en particulier (ayant donc plus de minimum 150—200 ans) est prouvée par les charpentes elles-mêmes, qui existent toujours malgré des conditions extrêmes, à savoir un pourcentage élevé de nœuds non-fonctionnels, des éléments inexistant, des dégradations biologiques ou une résistance réduite.

Cet argument, même basé sur des données statistiques, n'est certainement pas scientifique.

Ce sujet est largement traité dans l'exposé cité dans les chapitres précédents, « **La sécurité des charpentes historiques à caractère baroque** ».

L'exposé particularise les calculs pour la structure typique présentée, afin de formuler des conclusions concernant la sécurité des charpentes historiques à caractère baroque.

Les structures historiques en général et les charpentes historiques en particulier présentent une possibilité parfaite de tester la cohérence de la législation technique, élaborée pour le calcul et le dimensionnement des nouvelles structures.

Une charpente historique existante et apparemment sans aucun problème structural (déformations exagérées, éléments fissurés par défaillance, etc.) doit aussi résister par calcul. Si ce n'est pas le cas, le mode de calcul est incorrect ou les données primaires dérivées de la législation technique ne sont pas adéquates.

Ne pas comprendre / respecter les valeurs des charpentes mène à la menace des solutions de „consolidation” — afin de les rendre conformes aux exigences de sécurité et stabilité des réglementations en vigueur — ce qui mène au fendage, à la mutilation (irréversible) ou même à la démolition des charpentes.

5. PROPOSITION DE GUIDE DE RECHERCHE, ÉTUDE ET INTERVENTIONS SUR LES CHARPENTES HISTORIQUES À CARACTÈRE BAROQUE — ÉTAT DES LIEUX EN JUIN 2009

5.1. Rôle des propriétaires dans la conservation-restauration des charpentes à caractère baroque

Il serait souhaitable en premier que tout « citoyen ordinaire » ait la culture générale lui permettant d'identifier la valeur / le style de l'immeuble qu'il possède.

Mais, en attendant que la Roumanie devienne un État de rêve (tel le Royaume Uni) de ce point de vue aussi, il faut au moins imposer un comportement citoyen adéquat :

- entretenir et nettoyer le comble (ne pas l'utiliser en tant que décharge) et toutes les autres parties de l'immeuble ;
- remplacer les tuiles cassées, pour assurer l'étanchéité de la couverture ; s'intéresser à l'état des gouttières et tuyaux de descente ;
- si une intervention est souhaitée, faire appel à un spécialiste et respecter la loi, à savoir obtenir les autorisations pour les travaux envisagés.

5.2. Proposition du contenu-cadre pour la recherche / étude / exécution

Le nombre de charpentes à caractère baroque qui se trouvent en un état de dégradation avancée est élevé — bien qu'il n'y ait pas d'inventaires pour en apprécier le nombre précis. En parallèle, le marché immobilier et d'investissements de Roumanie en vient à l'utilisation des mansardes habitables des vieux centres des villes historiques.



Fig. 5.1. — Interventions non-professionnelles sur la charpente à caractère baroque de l'église unitarienne du village de Bădeni, département de Cluj



Fig. 5.2.a-b-c — Interventions minimales, remplacement de portions d'éléments avec des dégradations biologiques — Collège Bethlen, ACTT 2000, (FTT+IHBC)

Bien que le cadre législatif prévoit que toute activité de recherche (expertise), étude et exécution sur des bâtiments monuments historiques (ou situés dans des zones de protection) peut être réalisée seulement par des spécialistes certifiés par le ministère de la Culture et des Cultes, la crise aiguë de ce genre de spécialistes mène à des situations où des ingénieurs ayant une formation basique appliquent *ad literam* les réglementations élaborées pour les nouveaux bâtiments également aux structures historiques porteuses, développent des solutions techniques qui mènent souvent à la destruction du caractère de la charpente par une consolidation surdimensionnée irréversible et, implicitement, à la perte de la valeur historique.

Une autre situation extrême consiste à éliminer la phase de recherche-étude, en faisant venir des artisans (spécialisés dans les fraiserias d'Espagne) pour exécuter des « réparations » *ad hoc* (fig. 5.1.).

Par conséquent, dans sa thèse de doctorat, l'auteur utilise l'exemple de la charpente de l'église réformée rue Kogálniceanu pour élaborer la phase de projet du *Guide de recherche / étude / exécution des charpentes à caractère baroque*.

Le contenu-cadre proposé (et ouvert au débat) est le suivant :

1. Introduction — Définition des notions de base: 1.1. Bâtiments / structures / charpentes historiques ; 1.2. L'activité d'interventions sur le patrimoine bâti : recherche / étude — conservation / restauration / consolidation / exécution ; 1.3. La charpente historique à caractère baroque ; 1.4. Synthèse de législation et réglementations relatives à l'approche des charpentes historiques.
2. Typologie et terminologie des charpentes historiques à caractère baroque.
3. Relevé des charpentes historiques à caractère baroque : 3.1. Relevé traditionnel ; 3.2. Relevé des assemblages et détails ; 3.3. Relevés modernes, relevé de la forme déformée ; 3.4. Relevé des dégradations (biologiques + mécaniques).
4. Modélisation assistée par ordinateur : 4.1. Critères pour choisir la méthode / la complexité de la modélisation ; 4.2. Modèles mécaniques 2D des sous-ensembles : ferme secondaire, ferme principale, système longitudinal de renfort ; 4.3. Modèles mécaniques 3D pour segment limité, et 4.4. pour la structure intégrale ; 4.5. Charges et combinaisons ; 4.6. Interprétation des résultats.
5. Vérification de la structure et des éléments : 5.1. Vérification des éléments en état limite de résistance ; 5.2. Vérification du fonctionnement normal en état limite ; 5.3. Interprétation des résultats ; 5.4. Recommandations de l'expertise concernant les interventions sur la charpente.
6. Le projet d'interventions : 6.1. Conservation de la charpente ; 6.2. Restauration de la charpente ; 6.3. Solutions traditionnelles type ; 6.4. Consolidation de la charpente ; 6.5. Détails industriels recommandés ; 6.6. Projets de reconstruction.
7. Technologies d'exécution et suivi des interventions dans le temps.

L'état technique des charpentes à caractère baroque — principalement à cause de l'absence d'intérêt et d'entretien, typiques de l'époque socialiste — n'est souvent pas satisfaisant. Par conséquent, l'ingénieur structures est confronté à l'effort d'essayer de comprendre pleinement le comportement mécanique de tels sous-ensembles structuraux historiques, essayant de redécouvrir leur conception structurale, ainsi que la technologie de leur exécution et les détails d'assemblage, afin d'appliquer des techniques efficaces de conservation-restauration pour assurer la durabilité et la sécurité de ces structures.

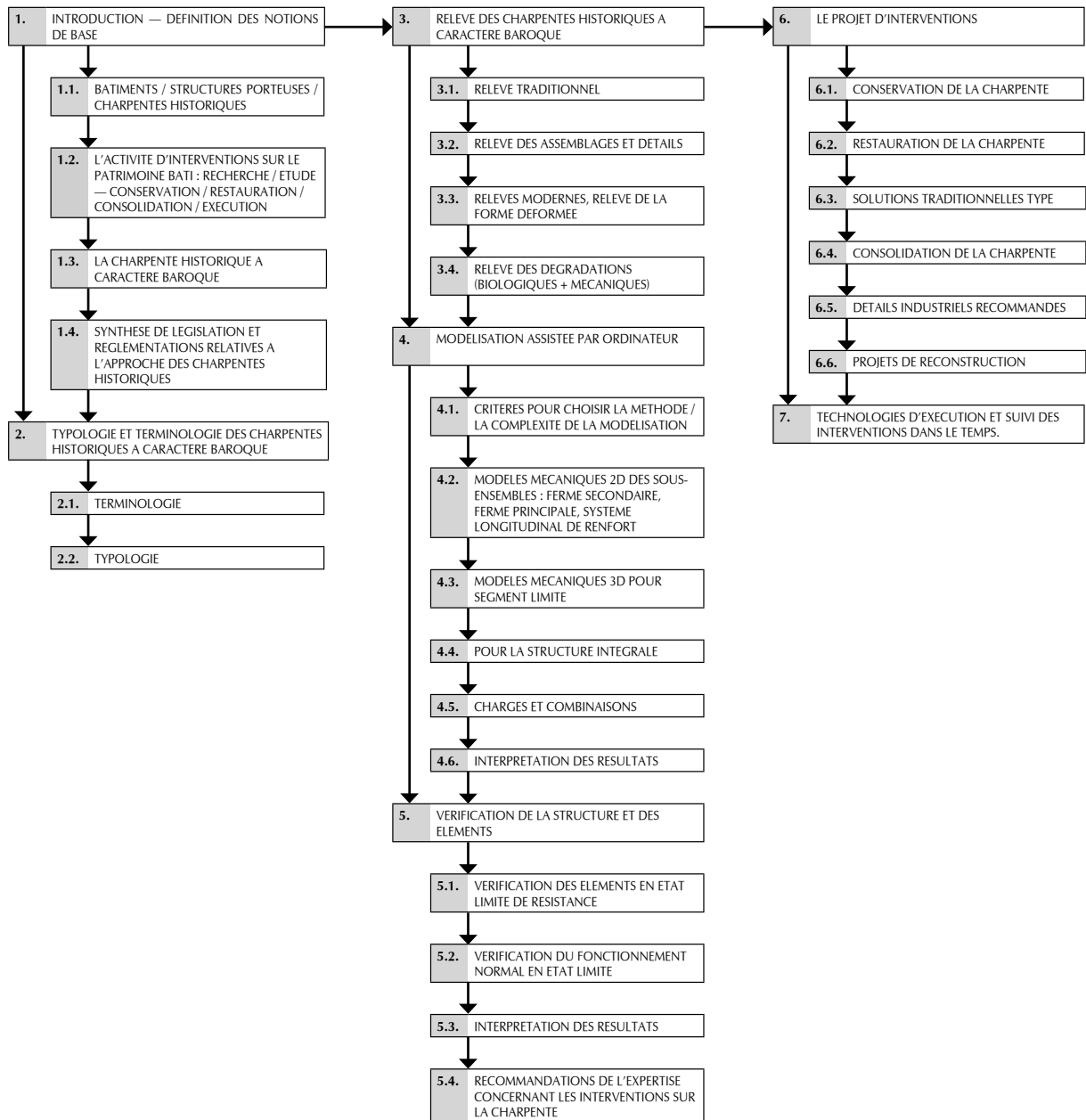
En théorie, la loi vient au secours des bâtiments historiques, mais nous, même si nous possédons un certificat du ministère de la Culture tant pour la conception et la vérification d'études que pour l'exécution de travaux de consolidation-restauration de structure historiques porteuses, nous considérons que le certificat n'est pas une garantie.

Il y a des experts qui, observant des fissures longitudinales de séchage dans les éléments d'une charpente à caractère baroque qu'ils analysent affirment que la charpente est en état de pré-effondrement et recommandent la « consolidation » des éléments par étriers. La charpente respective n'a bien sûr pas besoin d'interventions de consolidation, car il n'y a pas de déplacements majeurs, des nœuds sur-sollicités ; il n'y a que quelques portions d'éléments présentant des dégradations biologiques.

Le risque de destruction des charpentes (des bâtiments) historiques augmente avec l'augmentation de la puissance économique du secteur immobilier. Le boom dans le secteur des bâtiments neufs est déjà arrivé à sa fin, beaucoup plus tôt qu'on ne s'attendait il y a 1 ou 2 ans.

Il y a des collègues — sans aucune expérience ou formation — qui se réorientent vers le domaine de la conservation-restauration, car il y a encore beaucoup à faire ici, des investissements d'État se font encore et des fonds européens s'orientent vers ce secteur.

PROPOSITION DE STRUCTURE POUR LE GUIDE DE RECHERCHE ET ETUDE EN VUE DE LA CONSERVATION-RESTAURATION DES CHARPENTES HISTORIQUES A CARACTERE BAROQUE



C'est notre devoir de nous organiser et de défendre nos intérêts et, implicitement, les intérêts des bâtiments historiques (figures 5.4.a-b-c) :

- L'architecte qui travaille sur un bâtiment comprenant une charpente à caractère baroque doit analyser (en se consultant, bien-sûr, avec l'ingénieur spécialisé) la possibilité éventuelle de rendre la mansarde habitable en tenant compte de la dégradation ou du maintien des valeurs historiques intégrées dans la charpente, et de la durabilité des interventions au cas où l'option serait de ne pas recommander l'habitation de la mansarde.
- Tant l'architecte que l'ingénieur doivent respecter les valeurs intégrées dans la structure et choisir les solutions en tenant compte des réalités de la structure.
- L'ingénieur et l'expert doivent prendre des décisions responsables sans se limiter à tout prix aux réglementations, qui sont d'ailleurs conçues pour les bâtiments neufs !!! En Belgique, par exemple, chaque Eurocode adapté contient la phrase : NE PAS UTILISER pour LES BÂTIMENTS HISTORIQUES !!!

- Tout comme un ingénieur responsable spécialisé, par exemple, en éléments précomprimés ou préfabriqués en béton armé ne s'aventure pas dans le domaine des structures métalliques (ou, s'il le fait, il alloue le temps nécessaire pour se préparer auparavant), les bâtiments et les structures historiques ne sont pas non plus des terrains de jeu !!! Que s'y aventurent les personnes connaissant les questions spécifiques, qui ne se répètent pas et qui nécessitent toujours deux fois plus d'énergie qu'une structure neuve. Il faut d'abord connaître et comprendre la structure. L'étude de la consolidation-restauration vient seulement après.

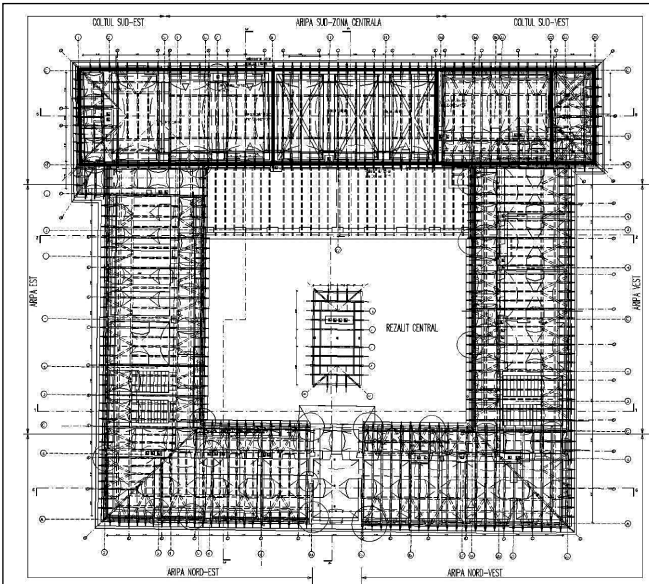


Fig. 5.4.a. — Plan synthétique d'interventions structurales — charpente du Collège réformé, Cluj-N.

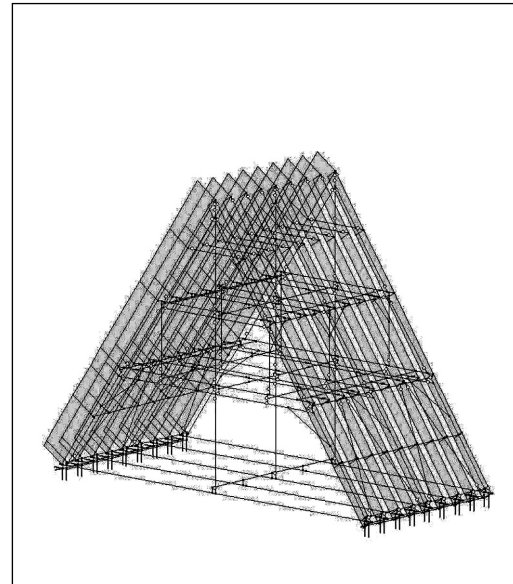


Fig. 5.4.b. — Modèle statique — la déformation de la ferme principale sous l'action du vent dans la charpente de l'église réformée rue Kogălniceanu, Cluj-N.

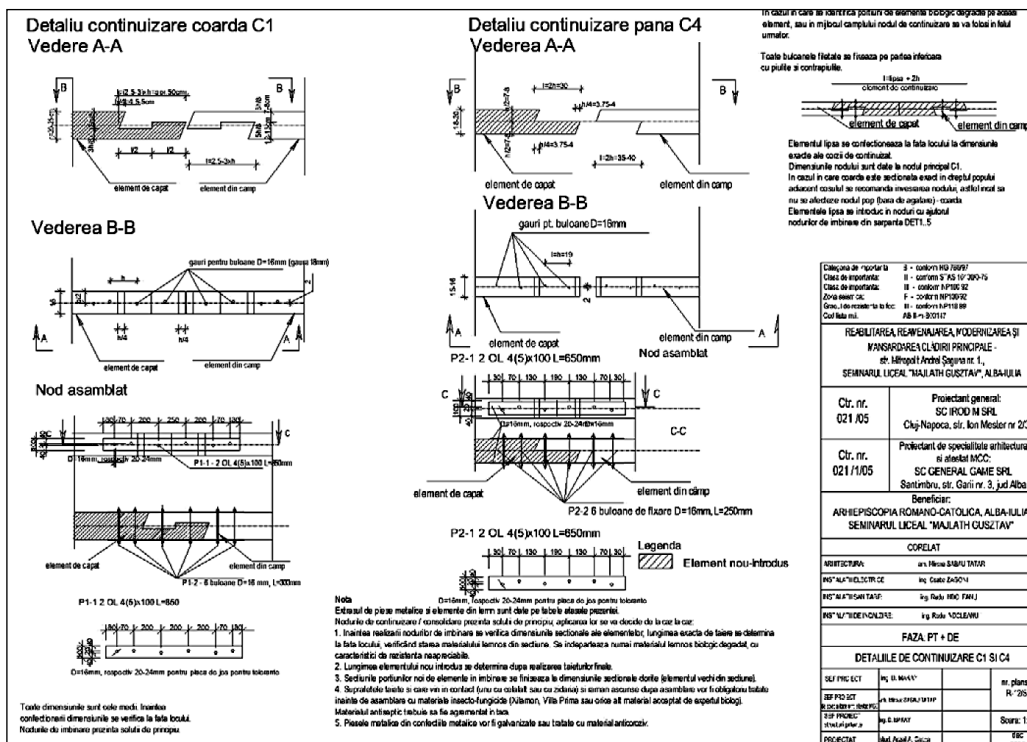


Fig. 5.4.c. — Détails traditionnels de continuité

5.3. Contractants — chefs de chantier, contremaîtres, charpentiers spécialisés dans la conservation-restauration des monuments historiques

Le nombre de spécialistes formés et / ou certifiés dans cette branche est encore plus petit, et la conduite professionnelle de ceux qui possèdent de telles certifications n'est pas toujours professionnelle. Il y a un grand nombre de tels spécialistes qui apposent leur signature de consultant spécialiste d'exécution sur des projets dont ils ne sont même pas allés visiter le chantier.

Puis, les chantiers regorgent d'ingénieurs, chefs de chantier et contremaîtres qui ne sont pas capables de faire la différence entre une ferme principale éclectique et une ferme principale à caractère baroque, prétendant que, dans la ferme baroque, ce sont les « montants » qui manquent (et non les poinçons !) et proposant de les y introduire.

La spécialisation est la seule voie, mais le marché a des règles trop sévères. Dans les années 2000—2002, il y avait encore beaucoup d'ouvriers / contremaîtres envoyés aux cours ACTT 2000 — Aiud et BHCT 2001/2002 — Bontida pour se spécialiser, mais beaucoup d'entre eux ont quitté ensuite leurs employeurs. Depuis, les grandes entreprises ont obtenu la certification du ministère de la Culture et des Cultes et ne veulent plus investir dans la spécialisation (ou bien le font dans le cadre de la société à un niveau de qualité variable). Les petites et moyennes entreprises ne peuvent pas se permettre d'investir dans les ressources humaines.

Il faut pourtant admettre qu'il y a quelques bons signes aussi. Nous voudrions présenter l'exemple d'une équipe de Târgu-Mureş, dirigée par un contremaître (spécialisé au cours BHCT 2002), qui est cooptée en tant que sous-traitant dans l'exécution de travaux spécialisés que souvent l'entrepreneur général ne maîtrise pas : remplacements locaux d'éléments de charpentes en bois présentant des dégradations biologiques ; réalisation de structures nouvelles, avec des nœuds traditionnels de grande précision, rejointoiement de fissures sur les murs et voûtes (figures 5.5.a à c). À partir de 2004, nous avons collaboré souvent, y compris par l'intermédiaire d'un entrepreneur général, qui, en travaillant avec l'équipe spécialisée, a formé ses propres employés à l'exécution de travaux spécialisés.

Cet exemple est à suivre tant au niveau de l'exécution qu'au niveau de l'étude dans ce domaine exigeant un travail double / laborieux, tenant compte des conditions extrêmes, une série de travaux supplémentaires, tels que l'étalement, des couvertures temporaires, etc. Il faut mettre en évidence le principe d'économie dans la conservation des charpentes à caractère baroque, caractérisé par les interventions minimales : il est moins cher de remplacer un segment de 1,5 à 2,00 m d'un chevron de 16 m de long en effectuant 2 nœuds que de remplacer le chevron entier, ce qui implique un minimum de 3 et souvent 4 ou 5 nœuds d'assemblage.

Par conséquent, il est très important d'organiser des cours, d'élaborer des guides, des documents informatifs, de façon à disséminer les informations accumulées dans le cadre des activités scientifiques au bénéfice d'une partie aussi large que possible du marché de la conservation-restauration.



Fig. 5.5.a. — Rejointoiement de voûte réalisé par des contremaîtres spécialisés employés par l'entrepreneur général — Tileagd, Ecole primaire et collège



Fig. 5.5.b. — Détail de continuité mal exécutée, sans respecter le plan

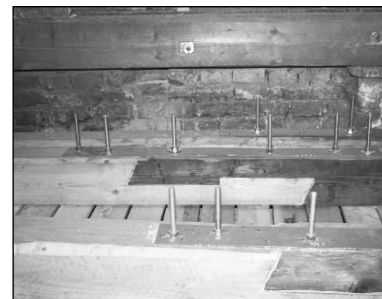


Fig. 5.5.c. — Le même détail de continuité exécuté correctement. Exécution de qualité élevée, suivant le plan

Dans la deuxième moitié du XX^e siècle, l'attention des spécialistes de la conservation-restauration du patrimoine bâti s'est concentrée sur la conservation des structures porteuses proprement-dites (historiques et / ou industrielles), en tant que partie intégrante du patrimoine bâti et aussi en tant que valeurs en soi, de par la conception structurale, la qualité et la technologie d'exécution en ensemble et au niveau des détails. La valeur des structures porteuses historiques est considérée comparable à celle représentée par la conception architecturale, les jardins historiques ou les composantes artistiques (statues, peintures murales, etc.).²³

NOTES

- 1 Ce chapitre reprend en résumé les éléments du cours sur les *Constructions en bois* des universités techniques, et du cours synthétique enseigné par prof. dr. ing. SZABÓ Bálint dans son cours magistral *Charpentes historiques — Valeur historique, conceptions, matériaux, technologies. Terminologie* afin de fournir une base pour les détails qui suivent.
- 2 Par exemple : MARUSCIAC, Dumitru, prof. dr. : *Construcții moderne din lemn*, Editura Tehnică, București, 1997 ou ANDREICA, Horia: *Proiectarea elementelor structurale ale construcțiilor din lemn*, UTC-N ; Facultatea de Construcții, 1996.
- 3 SZABÓ Bálint, prof. dr. : *Dicționar ilustrat de structuri portante istorice*, Editura Utilitas, Cluj-N., 2005.
- 4 DÉRY Attila : *Történeti anyagtan - régi építőanyagok, összetételeik, technológiájuk*, Editura Terc, Budapest, 2000.
- 5 Les charpentes historiques à caractère éclectique sont traitées en détail dans le programme doctoral du doctorant ing. BAYKA Levente, directeur de thèse prof. dr. ing. SZABÓ Bálint.
- 6 SZABÓ Bálint, prof. dr. : *Dicționar ilustrat de structuri portante istorice*, Editura Utilitas, Cluj-N., 2005, définitions: Rf3/ Rs11, Rs50, 120, 172.
- 7 SZABÓ Bálint, prof. dr. — KIRIZSÁN Imola: *Definierea și clasificarea șarpantelor istorice în Specializarea în Reabilitarea Patrimoniului Construit — Note de Cours*, Transylvania Trust 2004, Editura Utilitas, Cluj-N., 49. — Ce type de charpentes est appelé « charpentes maritimes ».
- 8 Les définitions ne sont pas données, car elles ont été présentées en détail par prof. dr. ing. SZABÓ Bálint — la caractéristique principale est qu'elles n'ont pas de système longitudinal de renfort.
- 9 Ce groupe de charpentes historiques représente le sujet de la thèse de doctorat de la doctorante ing. KIRIZSÁN Imola, qui fait aussi partie du programme doctoral dirigé par prof. dr. ing. SZABÓ Bálint — la caractéristique principale est qu'elles sont composées de fermes principales et secondaires autoporteuses en termes de poids.
- 10 Elles sont présentées en détail dans ce cours et représentent le sujet de doctorat de l'auteur dans le cadre du même programme doctoral dirigé par prof. dr. ing. SZABÓ Bálint.
- 11 SZABÓ Bálint, prof. dr. : *Dicționar ilustrat de structuri portante istorice / Illustrated Dictionary of Historic Load-Bearing Structures / Történeti tartószerkezetek illusztrált szótára / Bildwörterbuch historischer Tragwerke*, Editura Kriterion, Cluj-N., 2005, 184.
- 12 *Ibidem*, 184, 186.
- 13 Chaque groupe de charpentes — industrielles, modernes et historiques — comprend des conceptions structurales spatiales, qui font l'objet d'autres thèses de doctorat, comme la thèse de la doctorante ing. OLOSZ Emese, qui sont aussi dirigées par prof. dr. ing. SZABÓ Bálint.
- 14 SZABÓ Bálint, prof. dr. : *Dicționar ilustrat de structuri portante istorice*, Editura Utilitas, Cluj-N., 2005, définitions: Rf3/ Rs11, Rs50, 120, 172;.
- 15 MAKAY Dorotyya : *Șarpante istorice cu caracter baroc din Transilvania*, version en roumain, prépublication de la *Conférence sur les structures porteuses historiques*, édition 2008, Cluj-N., *Barokk fedélszerkezetek Erdélyben / Baroque Roofs in Transylvania* — versions en hongrois et anglais dans la revue *Transsylvania Nostra* anul II nr. 8, Cluj-N..
- 16 La charpente de l'église réformée de Cluj-N., rue Kogălniceanu (les figures sous 2.1), est un exemple excellent de ce type de charpentes présentant des fermes secondaires alternées. Un autre exemple est la charpente extraordinaire de l'église catholique Saint Michel de Cluj-N., ayant une portée de plus de 27 m.
- 17 Les codes utilisés dans ce chapitre — mis entre guillemets — sont les codes du tableau de classification des charpentes à caractère baroque présenté au chapitre 3.
- 18 Description basée sur la définition de : SZABÓ Bálint, prof. dr. : *Dicționar ilustrat de structuri portante istorice / Illustrated Dictionary of Historic Load-Bearing Structures / Történeti tartószerkezetek illusztrált szótára / Bildwörterbuch historischer Tragwerke*, Editura Kriterion, Cluj-N., 2005.
- 19 Les définitions des faux entrails supérieurs et des longerons ne sont pas présentées, car elles sont similaires aux définitions du dictionnaire de base.
- 20 Il existe en Allemagne des charpentes avec des dispositifs de mise en tension à caractère baroque sur trois niveaux superposés, mais comme des structures de ce type n'existent pas dans le territoire étudié par l'auteur, elles ne sont pas encore comprises dans la typologie.
- 21 On connaît des traités réédités partiellement, par exemple *Le plan technologique de réalisation du système de voûtes et de la charpente de Fritz Ignaz Michael Neumann*; 1755, Würzburg, Mainfränkisches Museum (Collection Eckert 129), publié par Wiefried Hansmann dans *Zauber des Barock und Rokoko*, Köln, DuMont Buchverlag, 2000.
- 22 La littérature sur les charpentes anglo-saxonnes est vaste ; parmi les auteurs les plus connus, mentionnons : F.B. ANDREWS, J. HEYMAN, C.A. HEWETT, G. MITCHELL, D.T. YEOMANS, etc.
- 23 Ce n'est que tard que l'attention des spécialistes dans le domaine de la conservation-restauration du patrimoine bâti s'est tournée vers les constructions en bois en général et vers la question de la conservation-restauration des structures porteuses historiques en tant que partie intégrante de la conservation-restauration du patrimoine architectural en particulier. Cet intérêt s'est vite ranimé (au début du XXI^e siècle) suite à deux publications internationales : *Principes à suivre pour la conservation des structures historiques en bois*, 1999 ; et Charte ICOMOS — *Principes pour l'analyse, la conservation et la restauration des structures du patrimoine architectural*, 2003.

Note • Jegyzetek • Notes • Notes



Note • Jegyzetek • Notes • Notes



