



**TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK**

F

# A XX. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA TÁMOGATÓI

(DEBRECEN - NOSZVAJ)

1995.

Köszönetet mondunk az alább felsorolt alapítványoknak és intézményeknek, hogy jelentős támogatásukkal lehetővé tették a XX. Épületszerkezetani Konferencia sikeres lebonyolítását.

**"ÉPÍTÉS FEJLŐDÉSÉÉRT" ALAPÍTVÁNY**

**IPAR MŰSZAKI FEJLESZTÉSÉÉRT ALAPÍTVÁNY**

**AKVALINE RT. SZIGETELŐLEMEZ GYÁRA, ÚJKÍGYÓS**

**"CSIKIZO" KFT., DEBRECEN**

Debrecen, 1995. május hó

**Dr. Sárvári Géza**  
a konferencia szervezője

## TARTALOMJEGYZÉK

<b>Támogatók jegyzéke</b>	<b>1. old.</b>
<b>Tartalomjegyzék</b>	<b>2.old.</b>
<b>BME Épületszerkezeti Tanszék</b>	<b>3.old.</b>
<b>Dr. László Ottó egyetemi tanár a Konferencia elnöke</b> Bevezetés	
<b>Dr. Preisich Katalin egyetemi adjunktus</b> Talajjal érintkező szerkezetek hőszigetelése XPS habbal	<b>4.old.</b>
<b>BME Magasépítési Tanszék</b>	
<b>Paládi-Kovács Ádám egyetemi tanársegéd</b> Burkoló téglafalak károsodásai	<b>12.old.</b>
<b>Széchenyi István Főiskola Győr Szerkezetépítési Tanszék</b>	
<b>Dr. Koppány Attila tanszékvezető főiskolai tanár</b> Zöldtetők tervezésének néhány aktuális kérdése	<b>21.old.</b>
<b>AKVALINE RT. Újkígyós</b>	
<b>Ramotsa Zoltán okl. építészmérnök, műszaki tanácsadó</b> Az Újkígyósi AKVALINE RT. bitumenes vízszigetelő anyagai	<b>41.old.</b>
<b>Ybl Miklós Műszaki Főiskola Budapest</b>	
<b>Dr. Szabó László főiskolai docens</b> Épületszerkezettani "mazsolák" népi építészeti kultúránkból	<b>45.old.</b>
<b>Pollack Mihály Műszaki Főiskola Pécs</b>	
<b>Dr. Fülöp László főiskolai docens</b> Épületfizika oktatás a Pollack Mihály Műszaki Főiskolán	<b>55.old.</b>
<b>Ybl Miklós Műszaki Főiskola Debrecen</b>	
<b>Balassa Bálint főiskolai docens</b> <b>Kozmáné Szirtesi Krisztina főiskolai tanársegéd</b> A faépítészet egyes szerkezeti kérdései	<b>58.old.</b>
<b>Ybl Miklós Műszaki Főiskola Debrecen</b>	
<b>Dr. Sárvári Géza intézetigazgató főiskolai docens</b> A lakások penészesedésének vizsgálata nedvesség terhelésük és elégtelen légcseréjük függvényében	<b>74.old.</b>

## Bevezetés

1995. május 24-26. közötti időtartamra szervezett, az épületszerkezettan tárgyat oktató tanszékek és intézetek éves rendezvényei sorában a noszovaji Konferencia a huszadik.

A XX. Konferencia sorszáma önmagában is jelzi önkéntes szerveződésünk működő- és életképességét.

A tartósnak mondható szakmai együttműködést a résztvevők készségére alapozott olyan közös érdekek is táplálják, hogy

- az épületszerkezettan tananyaga és módszertana fejlesztési eredményeit, tapasztalatait egymással megismertetve, az oktatás bázisát kisebb ráfordítással kiszélesíthetjük,
- az épületszerkezettannal kapcsolatos kutatási és gyakorlati tevékenység produktumairól információt nyújtva, azok hasznosítását elősegíthetjük,
- szervezeteink problémáit, törekvéseit, elképzeléseit feltárva, biztosabb orientációs fogódzókhoz juthatunk.

A XX. Konferencia épületszerkezettani oktatással kapcsolatos kiemelkedő napirendje az ismerethordozók szerepével foglalkozik.

E kiadvány - rövid összefoglalóival - rápillantást nyújt az intézményekben végzett egy-egy alkotómunka részleteire.

Meggyőződésem, hogy a XX. Konferencia is hozzájárul majd a résztvevők szakmai, baráti kapcsolatainak bővítéséhez.

Előre is köszönöm az Ybl Miklós Műszaki Főiskola debreceni Építőipari Intézetének a Konferencia szervezése terén végzett tevékenységet.

Budapest, 1995. május



/Dr. László Ottó/

egyetemi tanár

a Konferencia elnöke

## Talajjal érintkező szerkezetek hőszigetelése XPS habbal

**dr.Preisich Katalin**  
egyetemi adjunktus

### 1., Bevezetés

A talajjal érintkező szerkezeteket, a falakat, padlókat, állandó emberi tartózkodásra alkalmas és speciális épületeket hőszigetelni kell, melynek oka részben a használó komfortérzetének növelése, másrészt az épület hőveszteségének csökkentése, az energiatakarékosság igényének növelése.

A padló az egyetlen olyan épületszerkezet, amellyel az ember állandóan és tartósan közvetlen kapcsolatban van. A kényelemérzet megköveteli, hogy a belső felületek hőmérséklete max. 2,5 K-el legyen alacsonyabb, mint a helyiség léghőmérséklet.

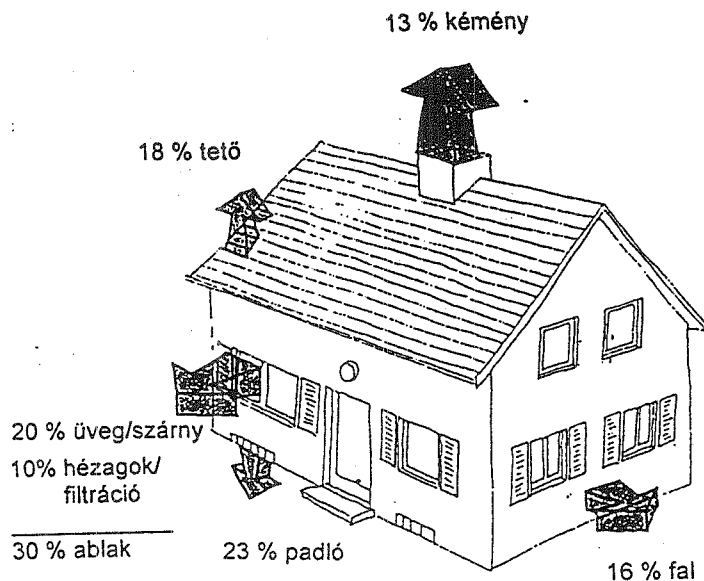
Ha figyelembe vesszük azt a tényt, hogy az emberi test hőleadása, hővesztesége jelentős részben (kb. 50 %) sugárzás útján jön létre, melyet a környező épületszerkezetek, falak, padlók, födémek, stb. felületi hőmérséklete nagymértékben befolyásol pozitív vagy negatív értelemben, úgy érthető ennek jelentősége.

Az ülő munkát végzők, a napjainkban mindinkább elterjedő automatizálás miatti könnyű fizikai munka megköveteli az egészséges padlók építését. Azaz az energiatakarékos, magas belső felületi hőmérsékletű, jó kényelemérzetet eredményező padlóra és csatlakozó szerkezetekre szükség van, mely a szakmai köztudatban méltatlanul elhanyagolt.

### 2., Üzemeltetés, energiatakarékosság

Az energiaár-robbanás, az érvényben lévő új hőtechnikai szabvány az épületek energiaveszteségének csökkentését tűzi ki célul.

Az épületek energiaveszteségét elemezve megállapítható, hogy a padló szerkezeteknek jelentős szerepe van (1.ábra).



1. ábra

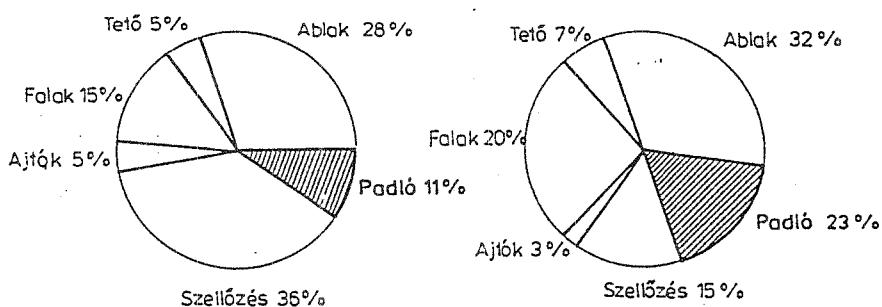
Korábbi feltételek alapján ennek lényegesen kisebb jelentőséget tulajdonítottak. Az újabb kutatások eredményei, az energiaveszteség elemzése alapján megállapítható, hogy a padló szerkezetnek e területen jelentős szerepe van.

Korábban vélt

Valós adatok

a./

b./



2. ábra

Nem alapincézett épületek hőveszteség megoszlása a korábban vélt (a.) és valós (b.) adatok birtokában.

Jelentős hányad - körülbelül az összes hőveszteség negyede - tette szükségessé a műszakilag helyesen kialakított, megfelelő mértékben

hőszigetelt, energiatakarékos padlószervezetek kifejlesztését és alkalmazását.

Különleges jelentősége van a hőszigetelt padlószervezetnek nedves általaj esetén, amely fokozott mértékben vezeti el a hőt az épülettől.

Ugyancsak fontos a hőszigetelés a fűtött padlók esetén, mert a nem megfelelő szerkezeti kialakítás 25-30 %-os költség-többletet is eredményezhet.

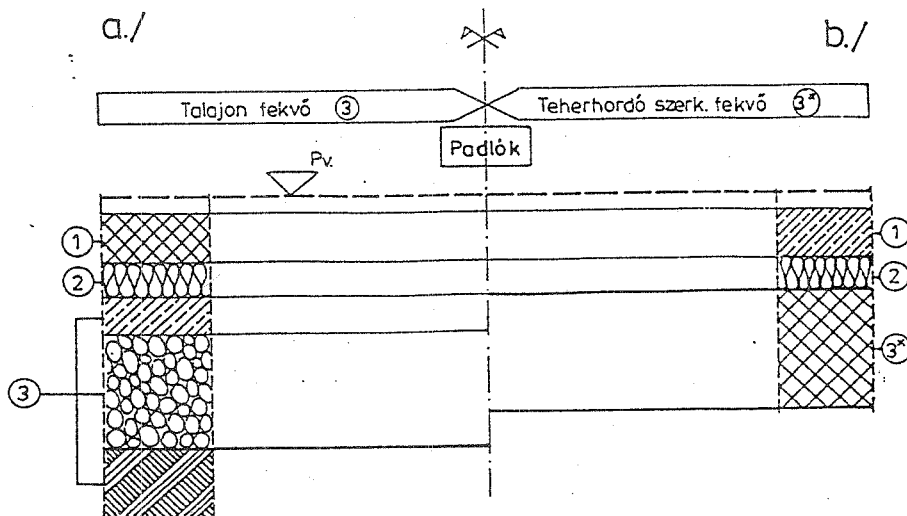
A padlók hőszigetelését az energiatakarékosságon és üzemeltetési költségek csökkentésén túlmenően egyes technológiák, épületfunkciók is igénylik (például élelmiszer, gyógyszer, hírközlés, számítástechnika, stb. üzemek, hűtőtárolók, mélyhűtőházak), ahol a funkcióknak megfelelő padlót hőmérséklet szükséges követelmény.

Tehát energiatakarékossági, kényelemérzeti, s egyes esetekben technológiai szempontból szükség van a padlók hőszigetelésére.

### 3., A padlók, a talajjal érintkező szerkezetek hőszigetelésének megválasztási szempontjai.

Minden hőszigetelt padlószervezet három fő részből áll (felülről lefelé)

- teherelosztó réteg (általában beton vagy vasbeton) felületi koptató réteggel, illetve burkolattal,
- hőszigetelő réteg és
- az aljzat vagy teherhordó réteg (talaj vagy teherhordó földémszerkezet)



3. ábra

(Talajon fekvő padló esetén közbenső réteggként vízhatlan vagy vízzáró, illetve légzáró réteg is elhelyezésre kerül az épület helyzete és funkciója függvényében.)

Mivel a padlóba kerülő hőszigetelésre statikus és dinamikus terhelések hatnak, így a hőszigetelésnek megfelelően rugalmasnak, s ugyanakkor alaktartónak kell lennie.

A hőszigetelő anyag kedvezőtlen rugalmassági modulusa esetén a teherhordó réteg szélei, sarkai, peremei mentén repedések, törések keletkezhetnek, melyek utólagos javítása nagy költségekkel jár. Tehát a hőszigetelt padlóburkolatok kialakításánál

- a hőszigetelés megfelelő kiválasztása,
  - a talaj ismerete,
  - statikai méretezés,
  - a vízszigetelés, légzárás meghatározása
- biztosítja az igénybevételekre tartósan működő padlószerkezeteket.

## A hőszigetelés

A megfelelő hőszigeteléssel szemben támasztott követelmények:

- alacsony hővezetési tényező,
- kellő szilárdság és jó rugalmassági modulus,
- a kis vízfelvétel,
- a jó beépíthetőség,
- a hosszú élettartam.

Az összes alkalmazható hőszigetelő anyagot megvizsgálva (az elemzés folyamatát nem részletezve) gyakorlatilag csupán két anyag jöhet számításba az adott feladat műszakilag helyes megoldására:

- a polisztirol hab és
- a habüveg.

A PS habok két csoportja ismert az expandált (EPS) és extrudált (XPS) polisztirolhabok. Köztudott az is, hogy a PS habok közül az extrudált PS hab vízfölvétele igen csekély (< 3 térfogat%) tehát megfelelő. Ilyen szempontból a habüveg is megfelelő anyagnak bizonyul.

Az XPS hab hővezetési tényezője:

$$\lambda = 0,03 \text{ W/mK,}$$

a habüvegé:

$$\lambda = 0,04 - 0,05 \text{ W/mK között mozog.}$$

Szilárdsági szempontból ugyan a habüveg jobb, de nem elég rugalmas, azaz törik, morzsolódik, ami azt jelenti, hogy nem képes tartósan követni a terhelésből származó alakváltozást.

Az XPS hab rugalmas, tartós összenyomódása 20 év múlva is  $\leq 2\%$  (Ez a méretezés egyik alapja is).

Az építőanyagoknak, s így a padló hőszigetelésének is nem csupán a végleges, beépített állapotban, hanem a beépítés során (szállítás, tárolás, elhelyezés) olyan tulajdonságokkal kell rendelkezniük, amelyek ezeket a - gyakran fokozott igénybevételeket (eső, törés, stb.) is károsodás nélkül elviselik. Ilyen szempontból is az XPS habok kiváló tulajdonságokkal rendelkeznek.

A hőhidak kiküszöbölése hézageltolással kötésben vagy lépcsős toldással kiküszöbölhető. Az egy rétegű hőszigetelő tábla lépcsős kialakítása, a peremek menti "L" csatlakozás az XPS haboknál jól megoldja e problémakört.

A tartósság kérdése a padlószerkezeteknél ugyancsak jelentős követelmény, ugyanis javításuk nem vagy csupán jelentős költségráfordítással eszközölhető, ezért csak olyan anyag jöhet számításba, mely nem korrodál, melynek élettartama az épület élettartamával közel azonos. Az XPS habok e tekintetben is megfelelnek az igényeknek hiszen az UV sugárzástól védetten beépítve élettartama elvileg korlátlan.

**Az aljzat:** megfelelően szilárd és felületfolytonos legyen, amely tömörítéssel, kavics és/vagy homokágyazattal egyszerű eszközökkel megoldható.

### Speciális padlószerkezetek hőszigetelése

(Megjegyzés az előbbi fejezetekben leírták értelemszerűen e padlószerkezetekre is érvényesek, itt csupán az eltérő vagy egyéb jellegű észrevételek kerülnek tárgyalásra.)

Különleges padlószerkezetként jöhet számításba:

- fűtött padlók,
  - a nedves üzemű helyiségek (például autómosó, vágóhid, stb.),
  - a hideg üzemű helyiségek (például hűtő tárolók, hűtőházak), és
  - a nagy terhelésű tetőfödémek (például tetőparkoló, helikopter állomás, stb.),
- hőszigetelt padló kialakításai.

A nedves üzemű helyiségek padlószervezeteinek hőszigetelése nem csupán a korábban leírtak miatt szükségszerű, hanem különösen a külső térelhatároló falak vonalában keletkező, a hőhidak mentén létrejövő csúszás- és fagyveszély teszi feltétlen indokolttá ezen helyiségek fokozott mértékű hőszigetelését.

A fokozott mértékben hideg üzemű helyiségek a padlószervezeteinek megfelelő mértékben intenzív hőszigetelését egyrészt a drága hővesztés (a hideg előállításának jelentősebb energiaigénye van) csökkentése, másrészt a felfagyások megakadályozása tesz indokolttá. Az altalaj felfagyásának megakadályozása - különösen mélyhűtésű tároló épületek földszinti padozata alatt - kiegészítő, padló alatti fűtés alkalmazását is szükségessé teszi.

A nagy terhelésű tetőfödémek teherhordó szervezete feletti rétegek célszerűen a fordított tetők elve alapján tervezhetők, azzal a megkötéssel, hogy a kemény XPS hőszigetelő réteg felett egy szilárd teherátadó és elosztó vasbeton lemez építése is igény, amelynek felső síkját a vízszigetelés vonalával párhuzamosan ugyancsak pontra lejtésben kell kialakítani.

#### **A padlókhöz csatlakozó szerkezetek hőszigetelése**

A padlókhöz csatlakozó szerkezetek általában a külső térelhatároló függőleges falak (pl. pincefalak, lábazatok, angolaknák, stb.), szerkezeti elemek - állandó emberi tartózkodásra alkalmas belső tér esetén -, ezek felületfolytonos hőszigetelését is meg kell oldani. Mivel túlnyomó részt e szerkezetek részben vagy teljes egészében talajban vannak, ezért csak fagyálló (vizet, nedvességet fel nem vevő) XPS bázisú hőszigetelés jöhet számításba. Mégpedig oly módon, hogy egyúttal megoldják a vízszigetelés védelmét, azaz a szigetelés-védő fal építési költsége megtakarítható.

Különösen fontos és szükségszerű az intenzív hőszigetelés alkalmazása nedves, rétegvizes vagy talajvizet tartalmazó talajféleségek esetén, ugyanis a víz, de különösen az áramló víz nagy mennyiségű hőt von el az épületektől, illetve a tárgy szerinti épületrészekről.

## A hőszigetelő padlók összefoglaló értékelése

Összefoglalva megállapítható, hogy

a padlók felületfolytonos vízszigetelési igénye a funkció és hatás függvényében vízhatlan (bitumenes vagy műanyagbázisú) vagy vízzáró (pl. tömegszigetelés) követelményt támasztanak. Ha nincs vízszigetelési igény külön gondot jelent az úgynevezett "talajszag", amely a párolgó nedvesség következménye, s mely ellen légzáró fóliával lehet védekezni,

a nedvesség elleni védelem túlmenően a padlókat célszerű és szükségszerű hőszigetelni, az adott funkcióknak megfelelően,

a hőszigetelés anyagaként mind a jó hőszigetelőképeség, mind szilárdság, mind rugalmasság, mind a víz fel nem vevő képesség, a tartósság, stb. szempontjából a legmegfelelőbbnek az XPS hab bizonyul.

A továbbiakban néhány konkrét példán mutatjuk be az eddig elmondottakat (lásd ábrákat).

### 1., Fűtött pince talajnedvesség esetén.

Állandó emberi tartózkodásra alkalmas pincetér esetén célszerű a pince talajjal érintkező padlóját és falát is hőszigeteléssel ellátni.

A padlón talajnedvesség elleni szigetelést a kavicságyra közvetlenül aljzatbeton nélkül elhelyezett XPS hőszigetelésre fektetik.

A falon a talajnedvesség elleni szigetelés elhelyezése után - szigetelést védő fal nélkül! - pontonkénti ragasztással kerül az XPS szigetelés a falra.

### 2., Fűtött pince talajvíznyomás esetén.

Állandó emberi tartózkodásra alkalmas pince esetén célszerű a pince talajjal érintkező padlóját és falát hőszigeteléssel ellátni.

A talajvízbe kerülő falszakaszra (mértékadó talajvíz) az XPS szigetelést teljes felületen fel kell ragasztani. A talajnedvességnél pontonkénti ragasztás szükséges.

A lábazatra XPS szigetelés kerül teljes felületen ragasztással, majd hordozórétegre lábazati burkolat készül.

A pincepadlónál a talajvíznyomás ellenszerkezetére kerül a XPS hőszigetelés az igény szerinti burkolattal.

## A hőszigetelő padlók összefoglaló értékelése

Összefoglalva megállapítható, hogy

a padlók felületfolytonos vízszigetelési igénye a funkció és hatás függvényében vízhatlan (bitumenes vagy műanyagbázisú) vagy vízzáró (pl. tömegszigetelés) követelményt támasztanak. Ha nincs vízszigetelési igény külön gondot jelent az úgynevezett "talajszag", amely a párolgó nedvesség következménye, s mely ellen légzáró fóliával lehet védekezni,

a nedvesség elleni védelmen túlmenően a padlókat célszerű és szükségszerű hőszigetelni, az adott funkcióknak megfelelően,

a hőszigetelés anyagaként mind a jó hőszigetelőkéesség, mind szilárdság, mind rugalmasság, mind a víz fel nem vevő képesség, a tartósság, stb. szempontjából a legmegfelelőbbnek az XPS hab bizonyul.

A konkrét példákat az előadás keretében mutatjuk be.

szerző:

Paládi-Kovács Ádám egy.tans.

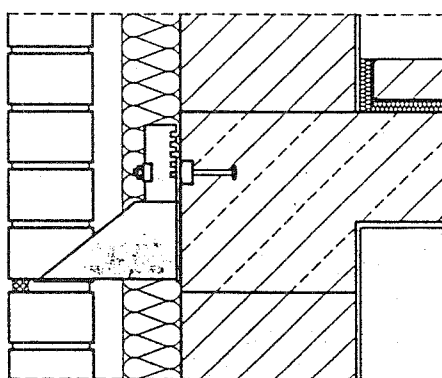
BME Magasépítési tanszék

## BURKOLÓ TÉGLAFALAK KÁROSODÁSAI

Nyugaton és most már nálunk is egyre inkább előtérbe kerülnek - így a családház építésénél is - a modern légréteges téglával burkolt falak. Bár hazánkban tömeges elterjedésről még nem lehet beszélni, egyre többen építkeznek ezzel a módszerrel. Ugyanakkor a keletkező károk mennyisége és gyakorisága is megnőtt, amelyek a rosszul megtervezett szerkezetekre, a szakszerűtlen, hozzá nem értő kivitelezésekre, -melyekből a legtöbb hiba és kár származik- vezethetők vissza.

A téglával burkolt korszerű falazatok rétegfelépítése az alábbi lehet:

- (12 cm) külső fagyálló téglaburkolat
- (3-4 cm) átszellőztetett légrés
- hőszigetelés
- konzol elem
- teherhordó hátfalazat.



A hőszigetelés vastagsága függ a teherhordó falazat hőtechnikai paramétereitől. A külső fagyálló téglaburkolatot, - mely lehet burkolótégla vagy falburkoló mészhomoktégla - hátrahorgonyzó kapcsok és tartóelemek rögzítik a kívánt síkban.

A burkoló falazat díszítő funkciója mellett, védi a belső teherhordó szerkezetet a külső hatásoktól és károsodásoktól, ennél fogva fokozott igénybevételnek van kitéve.

A külső homlokzati burkolatot a következő hatások érik:

- szélszívás, szélnyomás
- hőmérséklet ingadozás
- fagyhatás
- csapadék (eső, csapóeső, felcsapódó eső)
- a légkörben lévő káros vegyi anyagok, porszennyeződés.

A károsodásokat két nagy csoportba oszthatjuk. Az egyikbe a fent már említett, külső hatásokból eredő károk, a másik csoportba pedig a szakszerűtlen építéssel származó károkat tehetjük. A külső hatásokból eredő károk nagy részét is hozzáértő, tisztességes kivitelezéssel és tervezéssel el lehet kerülni.

A károk elkerülése ugyanis a tervezéssel kezdődik. Hiszen az építész feladata az, hogy az általa készített tervben pontosan megadja a kivitelezési módozatokat, felhívja a kivitelező figyelmét az esetleges hibaforrásokra és rendszeresen ellenőrizze az építkezés menetét. (Sajnos hazánkban ezt nem mindig lehet betartani, mivel az önerős építkezéseknél a megrendelő legtöbbször rosszul értelmezett anyagi okokból a tervezői művezetést már nem igényli.)

## 1. A LEVEGŐBEN LÉVŐ VEGYI ANYAGOK ÉS A POR KÁROSÍTÓ HATÁSA

Közismert, hogy a korszerű ipari társadalom, illetve az új építésmódok által előidézett változások kihatnak az épületek homlokzatára is. Az építőanyagok normál öregedése a hibás tervezés és rossz kivitelezés által okozott épületkárok mellett a levegő összetételének megváltozása is negatív változásokat okozhat az építőanyagokban és az épületelemeken.

Vizsgáljuk meg a "természetes" levegő összetételét az 1-es táblázat szerint:

1. táblázat: A "tisztá" levegő természetes összetétele

Gázkomponensek:		Arány (térfogat-%)
Nitrogén	N <sub>2</sub>	78,10
Oxigén	O <sub>2</sub>	20,93
Argon	Ar	0,93
Széndioxid	CO <sub>2</sub>	0,03-0,04
Kripton	Kr	0,0001
Neon	Ne	0,0018
Helium	He	0,0005
Xenon	Xe	0,00001
Hidrogén	H <sub>2</sub>	0,01

Ehhez képest manapság olyan járulékos szennyezőanyagokat találhatunk meg a levegőben, amelyek okolhatók az építőanyagokra gyakorolt káros hatásokért, így a

- kéndioxid
- nitrogénoxid
- ózon

-hidrogénfluorid, hidrogénklorid, kénhidrogén  
-por- és koromrészecskék  
-széndioxid, amennyiben koncentrációja jelentősen meghaladja a levegőben lévő természetes részarányt (0,029 %).

Hatásmódként megkülönböztetünk száraz diszpozíciót (gázalakú szennyezőanyagok) és nedves diszpozíciót (nedvességben oldott káros anyagok), valamint részecskeformájú lerakódásokat az építőanyagok felületén.

A károsodások az alábbiak lehetnek:

- kivirágzás  
- anyaglepusztulás (vastagságcsökkenés, rozsva, mállás)  
- repedezés és lepattogzás, kifagyás  
- rögzítő elemek korrozója  
melyek hozzáadódnak a természetes öregedés (időjárás) és a külső építményrészek már említett hibás tervezéséből és kivitelezéséből adódó építési károkkal.

A külső szerkezeti elemeknél alkalmazott építőanyagoknak a légszennyezéssel szemben tanúsított ellenállása igen különböző. A kutatásokban és az irodalomban eddig ismertetett hatásértékek, melyek a légszennyezések káros hatásának mértékét határozzák meg, megnehezítik, hogy határt húzzunk a természetes öregedési folyamat és a légszennyeződésből adódó károk közé, különösen akkor, ha ezekhez még építési károk is adódnak. Ezt igazolja az a felismerés, hogy a legtöbb külső szerkezeti elemhez használt építőanyagnál a mállási folyamatot a káros anyagok hatása meggyorsítja. Impozáns példaként említhetők a babiloniak és az elamiták tégláépítményei. A csak közepes hőmérsékleten - 200-400 °C-on - égetett téglák rendkívül ellenálló építőanyagoknak bizonyultak, mely bizonyíthatóan évezredek óta károsodás nélkül fennmaradt. Az építőanyagban, téglán mutatkozó károsodásokért manapság csak a tervezési és kivitelezési károkat okolják. Még a fellépő nedvesedés megakadályozását célzó alkalmatlan utólagos javítások is, (mint pl. a víztaszító bevonat), károsodásokhoz vezetett (kifagyások).

A különféle, hatásukban összeadódó károsító okok vezetnek a téglafalazatok állékonyaságának csökkenéséhez.

Megállapítható, hogy a látható téglafelületek szabályszerű gyártás, tervezés és kivitelezés esetén jól beválnak és biológiai, vegyi, valamint fizikai igénybevételeknek kiválóan ellenállnak, ezáltal hosszú élettartammal lehet számolni.

## 2. A CSAPADÉKBÓL SZÁRMAZÓ KÁROK

### 2.1 A csapadék által okozott vizesedési károk

Ha a légköri hatásokból eredő károsodások nem mindig mutathatók ki egyértelműen, az elmúlt időben egy sor olyan visszatérő gyenge pontot és abból adódó épületkárt figyeltek meg, melyeket el lehetett volna kerülni. Téglából, mészhomoktégglából készült, vagy burkolattal ellátott külső falak azonos gyakorisággal sérültek. Tipikus jelenség volt a repedésképződés, a lepattogzás, gyakran az egész keresztmetszet átnedvesedése egészen a belső oldalig. Az effajta károsodások a külső fal igénybevételének helyes felmérésével elkerülhetők. A legbiztosabb módon kétköpenyű átszellőztetett falrendszerrel lehet azt a követelményt teljesíteni, hogy a fal egyrészt eső ellen védett legyen, másrészt pedig pára-áteresztő legyen. Helyes tervezés és kivitelezés esetén a légréteges falszerkezet a külső burkolatot érő csapó esők által jelentett nagy igénybevétel mellett is vízzáró marad.

### 2.2 Látható falfelületek kivirágzása

A helytelenül kivitelezett téglával burkolt külső falaknál a nedvességnek vagy csapó esőnek kitett látható vagy burkolt falazatoknál ún. kivirágzás lép fel. A kivirágzás - az építőanyag okozta tényező mellett - gyakran a rossz kivitelezés következménye. A téglaporózus szerkezete lehetőséget ad a káros anyagoknak, úgymint  $SO_2$ ,  $CO_2$  az építőanyagba történő felvételére, ahol azután a nedvességgel érintkezve kénessav képződhet, amely reakcióba lépve az építőanyagokban lévő szabad kalciumkarbonáttal sóoldattá válik, amely megjelenik a burkolat felületén. Ez elsősorban esztétikai kárt jelent, de ha a falazat folyamatosan nedvességet kap akkor ez a falazat tönkremeneteléhez vezet.

### 2.3 A fugázási hiányosságok miatti nedvesedés

A látható téglafelület fugázásának a légköri csapadék elleni védelem szerepét is be kell töltenie.

A látható és a burkoló falazatnál a fugázás különösen fontos. Egyrészt a csapó esők elleni szigetelést, másrészt pedig a külső megjelenést szolgálja. Az erős csapózapóroknak kitett látható téglafalazatnál döntő jelentőségű a fugahabarcs összetétele, a fuga mélysége, a fugafelület egyenletessége és helyzete, valamint a fugahabarcs bevitelének módja. A korábban észlelt nedvesség okozta károk jelentős része fugázási hiányosságoknak - akár utólagos fugázásról, akár simító fugakitöltésről legyen is szó - tulajdonítható. A hézagok egyenletes vastagságát acélpálca segítségével érhetjük el.

A hézagokat előzetesen 1,5 cm mélyen, éles szerszámmal ki kell kaparni, vigyázva, hogy a felület habarcsmaradéktól mentes legyen, ezután a falazatot gyökérkefével és hígított sósav- vagy ecetsavoldattal letisztítják, majd bő vízzel leöblítik, hogy a savmaradékot eltávolítsák. A fugát a hézagoló habarccsal egy

síkban vagy a téglasorok élétől visszavágvá kitöltik. A rosszul hézagolt fal könnyen szenved fagykárt, ebből a szempontból különösen a mélyített hézag az előnytelen, mert benne a csapadék huzamosabb ideig tárolódik.

A hézagok szélein - eltérő színéről - gyakran felismerhető a falazóhabarcs-maradék. A víz itt közvetlenül be tud hatolni a falazatba.

Az ebből adódó következmények az alábbiak lehetnek: ha a hézagokban elől falazóhabarcs-maradékok vannak, akkor esőzéskor nedvesség szívároghat be a falazat habarcsrétegeibe, amelyek mésztartalmuk miatt jó nedvszívók, így az egész falazat átnedvesedik. A következmény kivirágzás, amelyet a víz által a falazatból kioldott sók okoznak. További károkat okoz a fagy, amikor is a fűgákban levő víz lerepeszti a hézagolás külső részét.

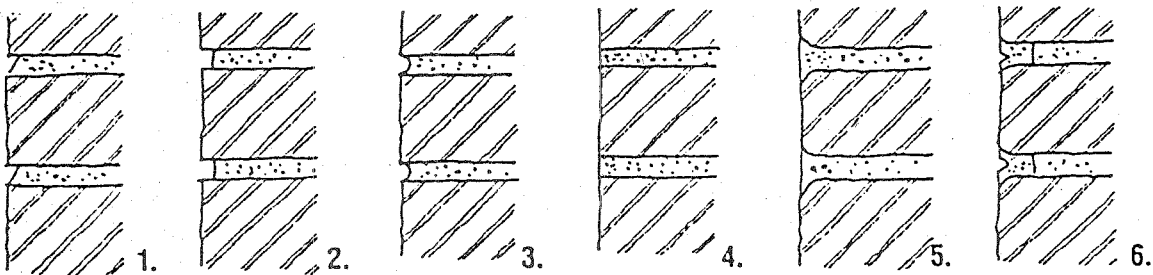
Ezeket a hibákat viszonylag "könnyen" ki lehet javítani: a kitöltőhabarcs külső részét, vagyis kb. 15 mm-t, szakszerűtlen kivitel esetén ki kell feszegetni.

Ezt a munkát külön erre való eszközzel, oldalt tuskés laposvassal végzik. Kalapáccsal oldalról ráütnek a laposvasra, és a hézagba hatoló tuskével a habarcsot kifordítják a helyéből, miközben a külső sávból a falazóhabarcs maradékait is eltávolítják. Ezután a burkolóréteg előbb leírt tisztítása következik, majd az új hézagolás.

A falazást víztaszító habarccsal is végezhetik, ekkor a speciális hézagolóhabarcs alkalmazása elmarad, és a hézagképzés a falazással egyidejűleg készül. Természetesen vigyázni kell, hogy a burkolótégla falazatot kitöltött hézagolással és kötészáróan kell habarcsolni.

Néhány példa a falazatok hézagolására.

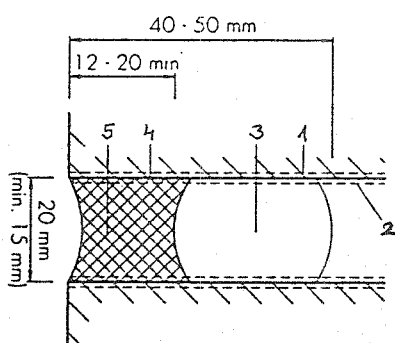
1. "Csapott" mélyhézagolás: mindig csak új szerkezet és jó minőségű téglá esetében használjuk.
2. Mélyített hézagolás: sohase használjuk régi vagy bontott téglából készült falhoz, mert rosszul vezeti ki a csapóesőt a fűgákból.
3. Kissé mélyített, félköríves hézagolás, nagyon jó a régi téglából készült szerkezethez is, különösen ha az élek már kissé megviseltek.
4. Telehézagolás: esőnek kitett falazathoz ajánlott.
5. Telehézagolás dörzsöléssel: újránhézagoláshoz sok habarcsot kíván, és ha már rossz a téglá, gyakran túl sok habarcs jut a falazatra.
6. "Hornyolt" hézag, amelyet utólag húznak a fűgába. szép, ha a külső hézagolás tiszta mézshabarcs.



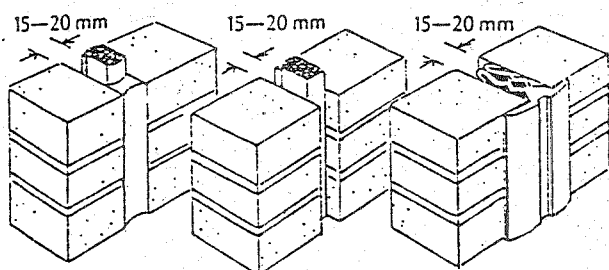
### 3. A FALAZATOK TÁGULÁSI HÉZAGAI

Az épület napsütötte fala felmelegszik és kitágul. Mivel ez a tágulás az épület napsütötte oldalain következik be, és más épületrészeket nem érint, így a falakban tekintélyes feszültségek keletkeznek. A függőleges tágulási hézagok hiánya így repedésekhez vezet. Ezeknek az erőknek a felvételére kis épületek esetén elegendő a falazati fugák (a habarccsal kitöltött fekvő és álló hézagok) rugalmassága, nagyobb épületek esetében azonban már különleges ún. tágulási (dilatációs) hézagokat kell kialakítani. A többrétegű falazatoknál a külső téglafal felmelegszik, különösen igaz ez a sötétvörös színű téglafalazatra, amely szinte szívja magába a napsugárzást. Mivel a légrés és a behelyezett hőszigetelés miatt az elnyelt hőenergiát nem képes továbbadni a hátfalazatnak, így felmelegszik és kitágul, majd a függőleges tágulási fugák hiánya miatt a fal megrepedezik. Az összeroppanó falfelületen a víz könnyen utat talál magának, ez pedig télen a falazat kifagyásához és felületének lefagyásához vezethet.

A függőleges tágulási fuga helyes kialakítása:



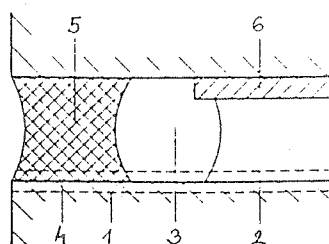
1. fuga tágulás
2. fuga összehuzódás
3. zártcellás habprofil
4. tapadóhíd
5. hézagtömítőmassza



fugakialakítások

A tágulási hézagokat a külső köpenyfalon mind függőleges, mind vízszintes irányban el kell helyezni. A vízszintesen mindig a külső burkoló falazat megtámasztásánál helyezük el, a tartókonzolok egymástól való távolsága max. 12 m lehet.

A vízszintes tágulási fuga helyes kialakítása:



1. fuga tágulás
2. fuga összehuzódás
3. zártcellás habprofil
4. tapadóhíd
5. hézagtömítőmassza
6. acél tartókonzol

A függőleges dilatációs hézagok elhelyezése függ a tájolástól, mivel rendszerint az épületek Ny-i falazata melegszik fel legjobban, így itt 7-8 m-távolságban kell kialakítani a függőleges tágulási fugákat, az északi oldalon ez a távolság elérheti a 12-14 m-t is.

További veszélyeztetett épületrészek az ablakmellvédek, sarkok, felülettörések, itt is tágulási hézagokat kell beiktatni.

Egy egyszerű példa a téglafalazat hőtágulására

sötétvörös klinkertégla

Nyugati fal

$$\alpha = 24 \cdot 10^{-6} \text{ [m/m}^\circ\text{C]}$$

$$\text{min. hőm: } 10 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$\text{max. hőm: } 60 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta t = 24 \cdot 10^{-6} \text{ [m/m}^\circ\text{C}] \cdot 8 \text{ [m]} \cdot 50 \text{ [}^\circ\text{C}] = 0,0096 \text{ [m]} = 0,96 \text{ [cm]} \cong 1 \text{ [cm]}$$

látható, hogy már 50 °C hőmérsékletkülönbség esetén is a fal hőtágulása elérheti az 1 cm-es nagyságrendet. (A közelítő számításnál a téglák közötti fuga-összenyomódást nem vettem figyelembe.)

#### 4. AZ ÁTSZELLŐZTETETT LÉGRÉS SZEREPE

Mint már a falazat eső okozta átmedvesedésénél írtam, a kiszellőztetett légrés meggátolja a teljes falazat átmedvesedését, mivel a burkolótégla falazat mögött áramló levegő folyamatosan szárítja a falazatot. Ezen túlmenően hőtechnikai szerepe is van a többrétegű légréses falazatnak. Mivel nyáron az átszellőztetett légréteg és a hőszigetelés nem engedi, hogy a belső teherhordó falazat fölmelegedjen, így a belső fal teljes hőkapacitása a helyiségek hűtését láthatja el, amennyiben az éjjeli hűvös levegő átszellőztetésével a teherviselő falazatot éjjelenként lehűti.

A fal átszellőztetésére alul és felül kiszellőztető nyílásokat kell biztosítani. 20 m<sup>2</sup>-re 150-150 cm<sup>2</sup> be- ill. kiszellőztető nyílást kell hagyni, mely megfelelő számú függőleges fuga nyitvahagyásával érhető el.

A falrétegek a teherhordó fal és a burkoló fal közötti távolság (magyar előírások hiányában a DIN 1053 I. szerint) 150 mm-ig terjedhet. Ha a légréteg d=40 mm, akkor a szigetelőanyag vastagsága max. 110 mm lehet. Ha a kétrétegű magszigetelésű külső falat választjuk, akkor a külső burkoló réteg és a belső teherhordó fal között az üreg 150 mm-ig hőszigetelő anyaggal tölthető ki. A falazat mögé bejutó nedvesség, mely lecsapódhat a burkoló falazat hátoldalán, és az átkötő horgokon, el kell vezetni. Az átkötő horgok műanyag-cseppentő koronggal vannak ellátva, hogy a fémen kicsapódó párát ne engedjék bejutni a hőszigetelésbe vagy a falazatba.

A már meglévő kiszellőztető nyílások alkalmasak arra, hogy a bejutott nedvességet kivezessék (kb. 20 m<sup>2</sup>-re 50 cm<sup>2</sup> kifolyónyílást kell kialakítani.) Ezért a légréses fal kialakítása, falazása fokozott figyelmet, gondosságot igényel, mert a falazás munkamenete során elkerülhetetlen, hogy ne hulljék habarcs a légrésbe és el ne tömítse. Ha a kiszellőztető és vízkivezető nyílásokat a lehulló habarcszörmelékek eltömik, nem jön létre a megkívánt légcirkuláció és víztelenítés, ezáltal a légrés előnyei semmivé válnak. Ezenkívül a habarcs hidak megszakíthatják a hőszigetelést és a hőt pontszerűen elvezetik a belső falszerkezetből (hőhidak alakulnak ki). A külső fal nedvessége a habarcs hidakon át a belső falszerkezetbe vándorol és a hőhidakkal együtt a belső fal felületén penészesedést okozhatnak.

## 5. KAPCSOLÓ ELEMÉK, KONZOLOK KORRÓZIÓS PROBLÉMÁI

A külső homlokzatburkoló téglafalat hátrahorgonyzó elemek és konzolok tartják a kívánt síkban. A homlokzati téglafal rögzítése a hátfalazathoz rendszerint vonal mentén a koszorúhoz történik, és a téglafalat átkötő horgokkal kötik hátra a teherhordó falazatba. 1 m<sup>2</sup>-re 5 db szükséges, amennyiben a tartó konzol feletti téglafal eléri a 12 m-t, 1 m<sup>2</sup>-re 7 db átkötőhorgot kell elhelyezni.

Nyugat-Európában a kapcsoló elemek rozsdálló és nagyszilárdságú acélötvözetből készülnek, ezen acélötvözetek összetétele: 18 % Cr (Króm), 10 % Ni (Nikkel). Ez az ötvözet a gyenge savakkal szemben is ellenálló.

Magyarországon továbbra is probléma - főleg a kisebb volumenű építkezéseken, hogy ezek az acélötvözetek drágák, így jobb esetben tüzi horgonyzással ellátott szerelvények használatosak, melyeket cink vagy ón olvadékba mártanak, ezzel biztosítva a rozsdállóságukat. Az így elkészített kapcsolatok ón esetében érzékenyek a lyukkorrózióra, ugyanis a bevonó fém nemesebb, mint a vas (nagyobb az elektródpotenciálja). Cinkbevonat esetén ez pont fordítva van, itt a vas nemesebb, mint a bevonó fém ezáltal először a bevonat megy tönkre és csak utána kezd el rozsdásodni az acél szerkezet.

Ahhoz, hogy a korrózió elinduljon, a következő feltételek szükségesek:

- oxigén
- a relatív nedvességtartalom nagyobb legyen mint 40 %
- sérülés
- eltérő elektródpotenciálú fémek kapcsolata

Minél távolabb esik a két fém elektródpotenciálja, annál gyorsabb lefolyású a korrózió.

A korróziót tovább gyorsíthatja a légkör szennyezettsége (kloridok, nitrátok, szulfidok), a levegőben lévő kéndioxid, nitrogénoxid, hidrogénfluorid, hidrogénklorid, kénhidrogének stb.

A korrózió lefolyása lassú folyamat, veszélyessége elsősorban abban rejlik, hogy eltakart szerkezetről van szó, amit időszakosan sem lehet ellenőrizni, ugyanakkor ki van téve a nedvességnek és a szennyeződéseknek.

Mivel hazánkban egyre több ilyen modern átszellőztetett téglaburkolat készül, melyeknek meghibásodása és tönkremenetele csak később következik be, nem árt, ha már most odafigyelünk az ilyen anyagok, szerkezetek szakszerű tervezésére, és a pontos, precíz kivitelezésre, hogy elkerüljük vagy legalábbis csökkentjük a későbbi károkat.

## IRODALOM

- Harald Buss : Verblendmauerwerk. das bauzentrum 5/93
- dr Müller Mária : Kis elemekből épített kéthéjű, magszigetelésű külső falak. Magyar Építőipar 1992 5-6 szám.
- A környezet erősödő savasodásának korróziós hatása 1987. MTA-OKTH Korrózió albizottság.

## ZÖLDTETŐK TERVEZÉSÉNEK NÉHÁNY AKTUÁLIS KÉRDÉSE

Dr. Koppány Attila  
tanszékvezető főiskolai tanár  
Széchenyi István Főiskola

### A zöldtető, mint az ökológikus építés egyik eszköze

Napjainkban elsősorban a sűrűn beépített városi területeken okoz gondot a zöldterületek hiánya, ezért az ökológikus építés hívei Európában néhány évtizede már intenzíven foglalkoznak a növényzettel fedett városi felületek visszapótlásának műszaki és kertépítési kérdéseivel. A történelem korábbi korszakaiban a ritka különlegességnek tekintett tetőkert kialakításának műszaki-technológiai feltételei még nem alakultak ki - tehát a tömeges elterjedésre nem volt lehetőség. A füvesített tetők és tetőkertek kialakításának Nyugat-Európai tapasztalatai viszont az elmúlt 15 évben olyan gazdag ismeretanyaghoz vezettek, amelynek alkalmazása a korszerű tetőszigetelési anyagválasztékból már lehetővé teszi kifogástalan rétegfelépítésű, jól működő zöldtetők kialakítását. Például a Németországban, Ausztriában, Svájcban bevezetett zöldtetős megoldások a rétegfelépítés és segédanyagok tekintetében jól adaptálhatók. A növényválaszték meghatározása és az ápolás technikájának és mértékének megállapítása viszont a földrajzi, időjárási tényezőktől függ, tehát nem vehető át közvetlenül. Hazai zöld tetőknél elsősorban a Magyarországon honos fajok, illetve már régóta akklimatizálódott külföldi fajok alkalmazása jöhet szóba. Jó esély van a meleg és szárazságtűrő hazai parlagi fűfélék füvesített tetőn való hasznosítására.

A hetvenes évek végéig Európában zöld tető alatt az ún. intenzív tetőkert jellegű zöldesítést értették. Az utóbbi tíz évben bekövetkezett szemléletváltozás eredménye az extenzív tetők elterjedése. Ezeknél a tetőknél az ökológiai és városépítési szempontok nagyobb szerepet kaptak, különösen a nagyfelületű ipari csarnoktetőknél. Az intenzív tetők körében folytatott vizsgálatok azt mutatták, hogy a tetőkertek közvetlen igénybevétele csekély. A költségek csökkentésének törekvése, valamint a kevésbé terhelhető tetőszerkezetek egyaránt a kisebb rétegvastagságú, olcsóbban megvalósítható extenzív zöldtető alkalmazásának irányába hatottak.

Az egyszerűbb kivitelezés és fenntartás lehetősége is az extenzív megoldást helyezi előtérbe. Az intenzív tetőkertek bő-, víz- és tápanyagellátás mellett szépen fejlődtek, de ápolás nélkül magukra hagyva általában nem bizonyultak tartósnak. Extenzív tetőknél előtérbe kerültek az ún. szárazgyepek, sztyeppevegetációk és a spontán kialakuló és fennmaradó növényzet lehetővé tétele. Megfigyelték, hogy a spontán növényzet gondozás nélkül is képes évente újjászületni. Az Észak-Európában elterjedt zöldesítési megoldásoknál általában vastagabb vegetációs réteget alkalmaztak. Ezeken a területeken a hazainál jóval több csapadék és magasabb értékű átlagos légnedvesség jellemző. Közép-Európában az időjárási feltételek a zöldtetők számára kissé kedvezőtlenebbek. Szárazabb az éghajlat és nagyobb a hőmérsékleti ingadozás. Ezért extenzív zöldtetők esetén gondosan kell megtervezni a tető nedvességháztartását. Ilyenkor jelentős szerephez juthatnak a különböző drenázs rétegek és a lejtés mértéke, valamint a

vízvezetés módja. Jó fennmaradási esélye van az un. egyszerűbb intenzív zöldesítésnek, ami némi ápolással már Közép-Európában is életképes lehet. Ebben a kategóriában ápolásnak a szükség szerinti vízutánpótlás, időszakos tápanyagellátás, illetve kaszálás vagy nyírás tekinthető. A nemzetközi tetőzöldesítési gyakorlat, valamint a már ismert hazai zöldtetős kísérletek alapján megállapítható, hogy ma már reális lehetőség van az épületek által elfoglalt zöldterületek visszapótlására. A városokban nagy számban meglévő és épülő lapostetők ökológiailag aktív felületekké alakíthatók.

A füvesített tetők, ill. tetőkertek számos előnyt nyújtanak a hagyományos tetőszigetelésekkel és terasztetőkkel szemben. Közismert előny a kellemes, megnyugtató látvány. A zöldfelület különösen alkalmas az épületek merev dobozszerű hatásának oldására. Az aktív élettér bővítés lehetőségére tetőkerttel századunk húszas éveiben már Le Corbusier is rámutatott a modern építészetéről meghirdetett tézisei között. Az egészségesebb városi környezet kialakításának igénye napjainkban egyre sürgetőbbé válik, hiszen a levegő gáz- és porszennyezése az elviselhetőség határértéke körül van. Az épületek felületeire visszahozott növényzet vízpárologtató hatása és oxigéntermelése hozzájárulhat a helyi mikroklíma javításához. A párolgás szabályozza a levegő hőmérsékletét és páratartalmát, az oxigéntermeléssel tisztul a levegő. A növényzet porlekötő hatása ugyancsak jelentős és az eddigiektől kedvezőbb, tisztább életkörülményeket biztosít. A csapadékvíz visszatartásával, ill. a lefolyás késleltetésével a zöldtető csökkenti a csapadékcatorna hálózat igénybevételét. A növényzettel kialakított tetők többlet

hőszigetelő képessége javítja az épületek energiamérlegét, energiahordozó megtakarításhoz vezethet. Kétségtelen tény, hogy a zöldesítés többletköltséggel jár, és az átlagosnál nagyobb felületegységre eső tetőtömeg erősebbre méretezett zárófödémszerkezetet kíván. Megjegyezendő, hogy a kavicssterheléssel rögzített tetőszigetelések, ill. a járható terasztetők leterhelő, ill. járórétegének felületegységre jutó tömegéből a zárófödémre jutó terhelés mértéke általában nem haladja meg az extenzív zöldtető rétegfelépítéséből adódó igénybevételt. Tehát leterheléssel rögzített csapadékvíz elleni szigetelésnél feltehető a kérdés, kavics, vagy fű? Az ökológiai szempontok ismeretében a helyes válasz nem kétséges.

A zöldtetőket a felhasználás jellegétől, a növényzet fajtájától és a vegetációs réteg vastagságától függően szokás csoportosítani.

Az extenzív zöldtető esetén a tetőszigetelés felett igénytelen szárazságtűrő növényzetből és kis rétegvastagságú talajkeverékből és vízmegtartó rétegből kialakított tetőről beszélünk, amely nem szolgál állandó emberi tartózkodásra. Az extenzív zöldtetők tetőfelépítmény vastagsága kisebb 20 cm-nél, a jellemző felületi tömeg kisebb 150 kg/m<sup>2</sup>-nél. Az extenzív növénytelepítés esetén a vegetációs réteg szárazságtűrő gyepek, alacsony növésű sziklakerti növények és sztyeppnövényzet számára kerül kialakításra. Általában nem igényel rendszeres gondozást, kivéve a telepítési időszakot. Egyszerűbb extenzív tető esetén bizonyos gyakorlat után a tetőszigetelők is elvégezhetik a vegetációs réteg beépítését és a zöldesítést.

Az intenzív zöldtető jellemzője, hogy a tetőszigetelés felett az extenzív tetőnél vastagabb vegetációs réteget tartalmaz és mint

tetőkert teljes értékű hasznosítást tesz lehetővé. Különböző jellegű és térigényű növényzet befogadására alkalmas a egyes növényzettől, a lombos vagy örökzöld fákig, bokrokig, cserjékig. Rendszeres gondozást, tápanyagellátást igényel. Mint hasznosított tető valóban használati terület lehet, tehát a kertépítészeti egyes elemeinek alkalmazása is lehetséges, azaz megjelenhetnek pergolák, burkolt közlekedők, árnyékolók, pihenőpadok stb. Intenzív zöldtető esetén a felépítmény vastagsága általában több mint 20 cm. Gyakran 20 és 40 cm között változik. Nagyobb gyökérszerű növények esetén a gyökerek fejlődésének térigényét is biztosítani kell a vegetációs réteggel. A felépítmény felületi tömege nagyobb 150 kg/m<sup>2</sup>-nél. Intenzív tetőkert kialakítása szinte minden esetben team munkát igényel, azaz az építész, konstruktőr, statikus és a kerttervező (kertészmérnök) együttműködése szükséges. A gyakorlatban zöldtető felépítményt rendszerint csak egyhéjú melegtetőkre készítenek, mert a kéthéjú hidegtetők esetén épített könnyű felső héj általában nem alkalmas további terhek viselésére. Kivételt képeznek a néhány cm termőrétegű extenzív zöldtetők, amik a könnyű felső héjra is ráépíthetők.

Zöldtető készítésére egyaránt alkalmas az egyenes rétegfelépítésű egyhéjú melegtető, a fordított rétegfelépítésű egyhéjú melegtető és a kettős hőszigetelésű (duo) rétegfelépítésű egyhéjú melegtető. Tetőfelújításnál a régi tetőszigetelési rétegek megtartásával új csapadékvíz elleni szigetelés alkalmazásával, ill. kiegészítő hőszigetelés készítésével (duo rétegfelépítésűvé alakítással) készíthető el a zöldtető felépítmény aljzata. Természetesen a többletterhelés ráépítése a régi tetőre csak a tartószerkezet kellő

mértékű (ellenőrzött) teherbírása esetén lehetséges. Zöldtető felépítmény elvileg bármilyen lapostető szigetelésre elkészíthető, ha a szigetelés vízhatlan minőségű és a zárófödém elbírja a többletterhelést. A gyökér elleni védelem természetesen megoldandó. Alapvetően kétféle gyökérvédelem létezik. Az elválasztott rendszerű gyökérvédelem esetén a csapadékvíz elleni szigetelő lemez nem gyökérálló, vagy valószínűleg gyökérálló, de az ellenállást igazoló FLL-teszt 4 éves időtartama még nem telt le, ezért ideiglenesen külön gyökérvédő réteggel együtt alkalmazzák. Tehát az elválasztott rendszerű gyökérvédelem esetén a vízszigetelésre különálló réteggként helyezik el a gyökérvédő réteget. Integrált gyökérvédelem esetén maga a vízszigetelés bizonyítottan gyökérálló, tehát külön védelem nem szükséges.

Az egyenes rétegfelépítésű lapostető szigetelések esetén zöldtető kialakításához az alulról jövő páratерhelést ki kell zárni, mert a szokásos pontszerű párakiszellőzés alig lehetséges, ill. a párakiszellőztető csövek látványa esztétikai szempontból is kerülendő.

Fordított rétegfelépítésű lapostető szigetelésnél a vízszigetelés a hőszigetelés alatt helyezkedik el és a párazáró réteg elmarad. Ezáltal csökken a rétegszám és egyszerűsödik az építési technológia. Fordított rétegfelépítésnél - mint az köztudott - csak zártcellás extrudált kemény polisztirolhab hőszigetelés alkalmazható (Roofmate) falcolva és egy rétegben kötésben rakva. Az egyenes rétegfelépítéshez képest kb. 20 %-kal vastagabb hőszigetelést célszerű alkalmazni a hőszigetelés felületének nedvesítése - azaz az ebből származó lehülés - miatt.

A teherhordó zárófödém szerkezettel szemben pedig követelmény a megfelelő hőtároló képesség, ami min. 250 kg/m<sup>2</sup> tömegű vasbetonszerkezetű födémet tételez fel. A hőszigetelés fölötti további rétegekbe csak átszellőzésre alkalmas, a páradiffúzió akadálytalan lefolyását biztosító anyagokat szabad beépíteni. Fordított tetőnél a zöldtető felépítmény megválasztásánál tekintettel kell lenni a hőszigetelés felúszás elleni leterhelésre is, tehát itt a sekély extenzív tetőfelépítés akadályba ütközhet.

Kettős hőszigetelésű (duo) lapostető szigetelésnél az alsó gyengébb minőségű, olcsóbb hőszigetelő rétegre kerül a vízszigetelés, majd az esetlegesen szükséges gyökérvédő réteg után következik a felső hőszigetelés, amelynek azonos minőségűnek kell lennie a fordított tető hőszigetelésével. Itt a felúszási veszély kisebb mértékű, mint a fordított tetőnél, de ennél a megoldásnál is számolni kell vele. Ha új tetőszigetelésként készül a duo tető, akkor a párazáró réteget általában elhagyják (épületfizikai ellenőrzés mellett). Ha régi egyenes rétegfelépítésű tetőszigetelés felújításaként készül a duo tető (kiegészítő hőszigeteléssel), akkor az eredeti rétegfelépítés természetesen tartalmazhat párazáró, ill. páranomást kiegyenlítő réteget is. Régi tetőszigetelések felújításánál elsősorban a könnyű extenzív zöldesítések jöhetnek szóba, hiszen rendszerint födém teherbírási korlátokkal kell számolni. Ilyen esetekben a vékony gyeptéglás, vagy az előkultivált vegetációs paplan jellegű felépítmény alkalmazása lehet célszerű - a Közép-Európai klímára tekintettel - időszakos ápolással.

### **Zöldtetők jellemző rétegei**

A legtöbb zöldtető változatnál megjelennek azok a sajátos rétegek, amelyek részben a csapadékvíz elleni szigetelés védelmét - például a gyökér átfuródás ellen - részben pedig a növényzet táplálását, gyökérzetének megkapaszkodását, nedvességutánpótlását szolgálják. Eltérő anyagú rétegek között, ha kémiai összeférhetőségük kétséges, semleges tulajdonságú elválasztó rétegek szükségesek. A talaj finom szemcséinek kiszóródását, kimosását és a csapadékcsatornába távozását szűrő ( filter ) réteg alkalmazásával lehet megakadályozni.

A mindenkori tetőszigetelésre kerülő zöldtető réterendszer legfontosabb funkcionális rétegei a következőkben kerülnek ismertetésre:

#### *Gyökér elleni védelem*

Amennyiben a vízszigetelés nem bizonyítottan gyökérálló, kiegészítő gyökér elleni védelemre van szükség. Gyökérgátként polietilén szélesfóliát vagy PVC lemezt illetve fóliát alkalmaznak. Például a magasnyomású 0.40 mm vastagságú polietilén fólia esetén a gyökérvédő fólia 8 x 25 m-es darabokban készül és 1.5 m széles átfedéssel szokásos fektetni. A gyökér elleni védőréteget a tetőszigetelés területén, például az attikánál vagy falcsatlakozásnál a vízszigeteléssel azonos magasságig kell felvezetni. Általános alapelv, hogy a vízszigetelő és gyökér ellen védő réteget legalább 15 cm-el a vegetációs réteg felső szintje fölé kell felvezetni. A szegélyeknél felhajtott gyökér elleni védőréteg védelméről, takarásáról gondoskodni kell. Erre a célra alkalmas lehet például fémlemez burkolat vagy műkö szegély. Néhány bitumenes lemeztípusnál a gyökér elleni

védelmet úgy oldották meg, hogy a bitumenmasszába a gyártás során ún. gyökérmérget keverték. A várható kedvezőtlen környezeti hatások miatt ez a megoldás visszaszorulóban van, ugyanis a tapasztalatok szerint a csapadékvíz idővel kioldja a lemezből a gyökérmérget, ami így a csapadékcatornán keresztül a felszíni vizekbe, illetve a talajvízbe kerülhet. Páratechnikai szempontból kívánatos, hogy a gyökér ellen védő lemez páradiffúziós ellenállása kisebb legyen az alatta lévő vízszigetelő lemezénél, ezért erre az alkalmazott anyagok kiválasztásánál tekintettel kell lenni.

#### *Elválasztó réteg*

Kémiai szempontból össze nem illő rétegek esetén semleges anyagú vlies vagy filc réteg közbeiktatására kerül sor. Erre alkalmasak lehetnek például a nemszőtt polipropilén vlies rétegek, amelyeket szárazon fektetnek legalább 10 cm széles átlapolással.

#### *Mechanikai védőréteg*

Általában filcszerű szőnyegként leterített védőréteget alkalmaznak 10 cm átfedéssel fektetve a vízszigetelés mechanikai hatásoktól való megóvására. Ez a réteg elsősorban az anyagmozgatásból és a kertészeti tevékenységből eredő hatásoktól védi meg a vízszigetelést. Egyúttal résztvesz a zöldtetős felépítmény nedvességtárolásában, valamint egyes arra alkalmas rétegfelépítések esetén átgyökeresedése révén fokozza a magasabb növényzet stabilitását, elősegíti a megkapaszkodást a szél és eróziós hatások ellen. Az alkalmazott anyagok kiválasztásánál kerülni kell a mésztartalmú anyagokból készített

védőréteget, mert az a vízelvezető rendszerben mészhidrárt lerakódást okozhat és keresztmetszet csökkenéshez vezethet.

#### *Drenázs réteg*

Feladata a fölösleges vízmennyiség gyors elvezetése és a növényzet számára szükséges vízmennyiség visszatartása. A szűrő réteggel együtt egyes drenázs rétegek résztvesznek a szűrés feladatában is, azaz korlátozzák a tápanyagok kimosódását a finom szemcsék víz által való elhordását, ezáltal elősegítik az eldugulás elkerülését. Egyes drenázs típusok a zöldtetős felépítmény páradiffúziós szellőztetését is biztosítják.

A szivárgó - vízmegtartó drenázs rétegek anyag és elemválasztéka meglehetősen széleskörű. Készülnek szemcsés anyagú, duzzasztott agyagkavics vagy egyszerűbb kavicsdrenázsok is. A duzzasztott agyagkavics vízfelvévő képessége miatt különösen alkalmas a vízmegtartó funkcióra. A gömbölyű szemcséjű folyami kavics inkább a szűrő funkciót és járulékosan a leterhelő funkciót látja el. Elterjedtek a porózus vegetációs tálcák, amelyek átgökeresedésük révén résztvesznek a növényzet rögzítésében és pórustartalmuknál fogva víztározó feladatuk is ellátható. Különösen kis rétegvastagságú extenzív tetők zöldesítésére alkalmasak az ún. előkultivált vegetációs paplanok, amelyek rothadásmentes anyagból készült szövete kertészeti előkészítés után termőtalajjal kitöltve közvetlenül vegetációs réteggént is szolgálhat. Gyakoriak drenázs réteggént a kemény műanyagból (általában PVC-ből) formára sajtolt tálcák, amelyek leginkább tojástartóra hasonlítanak és különösen alkalmasak a felső oldalukon perforálva páradiffúziós átszellőztetésre. A mélyedéseikben pedig sokáig visszatartják

a lefolyó cspadékvizet, ami száraz meleg időszakban visszapárolgathat a vegetációs rétegben. A tálcák felfekvési felületei között alkalmas a drenázs réteg átszellőztetésére is, egyúttal megakadályozva, hogy a mélyebbre hatoló gyökerek befülledjenek.

A szendvics jellegű drenázs elemek általában többféle anyagból társított szerkezetek. Szövet jellegű szűrő-víz tározó anyag és perforált kemény műanyag lemez társított rétege ugyanúgy előfordul, mint formára sajtolt műanyag hab és filcréteg társítása.

A hőszigetelő anyagú drenázs tálcák alapelvükben hasonlítanak a sajtolt kemény műanyag lemez tálcákhoz, viszont nagyobb vastagságukkal és kiegészítő hőszigetelő képességükkel például jól szolgálhatnak duo rétegfelépítés kialakításához. Alapvetően két fő változatuk van. Az egyik csekély hőszigetelő képességű viszont újrahasznosított (recycling) anyagösszetevőket tartalmaz, ennek a változatnak a tényleges hőszigetelő képessége a hőtechnikai számításoknál nem vehető figyelembe. A kemény polisztirol hab változat jó minőségű - a fordított tetőkhöz alkalmazható - anyagból készül. Ennek a 14 cm magasságú változata például megközelítőleg 4 cm vastag PS kemény hab lemeznek megfelelő hőszigetelő képességű.

#### *Szűrő réteg*

Ez a réteg meggátolja, hogy a finom talaj és tápanyag részecskék a vegetációs rétegből a vízmegtartó rétegbe mosódjanak és annak vízáteresztő képességét csökkentsék. Erre a célra általában finom szövésű, nem rothadó műanyag szövetet, filcet, vagy fátlylat használnak. Vastagabb, erősebb szűrőréteg egyúttal mechanikai védő réteggént is szolgálhat. A szűrőrétegnek jelentős húzó és

átnyomószilárdsága szükséges. Nem tartalmazhat növényzetre káros oldódó anyagot. Átgyökeresedése révén ugyancsak résztvehet a növényzet stabil rögzítésében. Működőképessége a használat során nem csökkenhet, nem akadályozhatja meg a felesleges víz elfolyását és nem szakíthatja meg a víz kapilláris feljutását a drenázs rétegből. Szűrő réteg funkcióra alkalmas a 200 g/m<sup>2</sup>-es felülettömegű polipropilén vlies termék.

#### *Vegetációs réteg*

A vegetációs réteg feladata a leggyökeresedés biztosítása, a víz- és tápanyagellátás és tárolás megoldása és általában a növényzet ökológiai szükségleteinek biztosítása. A vegetációs réteg vastagsága a telepítésre szánt növényzet fajtájától, szükségleteitől és a földem teherbírásától függ. A vegetációs réteg anyagát tekintve lehet helyi feljavított humuszréteg, különleges tetőkerti termőréteg és a drenázsoknál már ismertetett vegetációs paplan. Az extenzív és intenzív zöldtetők csoportosításánál már szerepelt, hogy a termőréteg vastagsága szerint a két típus között körülbelül 20 cm vastagság a határ. A szakirodalomban található még 15 cm-es határérték is, azonban a hazai viszonyokat tekintve talán a 20 cm-es felső határ a kedvezőbb az extenzív tetőknél.

Ez az érték tulajdonképpen határos az egyszerű intenzív zöldtető alsó rétegvastagsággal. Itt a különbség az ápolás jellegében és mértékében jelenik meg. Más csoportosításban extenzív tetőnek tekinthető a növényzet vonatkozásában, ha a telepített növények magassága nem haladja meg a 15 cm-t. A vegetáció fejlődésének szeszélyessége miatt ez azonban nem tekinthető merev határnak. Más szerzők kisebb bokrokat, cserjéket is megengednek extenzív tetőn alkalmazni.

*A termőfölddel szemben támasztandó követelmények közül a legfontosabbak a következők:*

- Legyen tartósan vízáteresztő tulajdonságú,
- Stabil és formatartó maradjon. Álljon ellen az erózióknak,
- Vízrel telített térfogattömege kisebb legyen mint 1000 kg/m<sup>3</sup>,
- Kémhatása enyhén savas, azaz 5,5-6,5 PH érték közötti legyen,
- A tápanyagfelvétele és leadása hatékony legyen,
- Vízrel telítetten is legalább 15 % légpórustartalma legyen,
- A talajréteg torlódó nedvességgel ne érintkezzen,
- A talajt átszövő gyökérszövet ne lógjon be az esetleg visszatartott vízbe (pl. a drenázsnál) mert akkor elrothadhat.

Az alkalmazott termőföld összetétele többféle lehet. A többnyire kevert anyagú termőföldekhez különféle adalékokat használnak. A leggyakoribb szerves alkotóelemek: komposzt, tőzeg, rizshéj, őrölt fakéreg. A szervetlen alkotóelemek közül a következők gyakoriak: tufa, láva, duzzasztott pala, téglák és cserépszalék (semleges kémhatású). A felhasznált adalékanyag nem fülledhet be és tulajdonságai később sem változhatnak.

A vegetációs réteg erózió elleni ideiglenes védelmét - addig amíg a megerősödő növények gyökérszövege nem szövi át - szolgálhatja a föld felső síkjára erősített jutaháló. Ezt leggyakrabban lejtős zöldtetőknél alkalmazzák, de lapostetőknél is célszerű lehet. A természetes anyagú kenderjuta néhány év alatt elbomlik, de addigra már az átgyökeresedés szükségtelenné teszi, hiszen átveszi funkcióját.

Ahogy az az egyes rétegek ismertetéséből kitűnik, bizonyos rétegek több funkciót is elláthatnak, átvehetik egymás

szerepkörét, ill. a rétegtelepítésben különböző kombinációkban szereplhetnek.

A zöldtető felépítményekhez különböző anyagokat, termékeket gyártó cégek általában ajánlanak rétegfelépítési megoldásokat. A szakirodalomban gyakran szereplő ismert szerkezetpéldák mellett természetesen sokféle egyedi megoldás is létezik. Ha az általánosan elfogadott rétegfelépítési megoldásoktól eltér a tervező, akkor különösen fontos a kerttervezővel való szoros együttműködés, hiszen számos követelmény kielégítését kell biztosítani a helyi optimális megoldás megtalálásához.

#### **A növényzettel kapcsolatos alapvető ismeretek és tervezési szempontok:**

A zöldtetőkön alkalmazott növényzet funkciója - ahogy erről már a tanulmány bevezető részében szó volt - a víztárolás, vízpárologtatás, porlekötés, árnyékolás és élettér képzés alapfeladatait jelenti az extenzív tetőknél, amely feladatkör a pihenőkertként való használhatóság igényével egészül ki az intenzív zöldtetőknél. Az extenzív zöldtetők növényzetét általában sziklakerti növények, száraz fűfélék, gyepes, vadvirágok és gaz alkotják, míg az intenzív zöldtetők növényválasztéka kiegészül különböző évelők, diszcserjék, bokrok és fák alkalmazásával. Természetesen a tetőre kerülő növényzet kiválasztásánál fontos szempont az adott növény igénytelensége és szárazságtűrő képessége.

*A termőföld vastagsága és a növényzet jellege közötti összefüggésben a zöldesítés a következőképpen csoportosítható:*

a./ 6-12 cm vastagság esetén szukkulens (pozsgás) növények

b./ 12-20 cm vastagság esetén szárazságtűrő fűfélék, évelők, félcserjék

c./ 20 cm-től cserjék, kisebb fák

*A növényzettel kapcsolatos követelmények, kiválasztási szempontok:*

A vékony termőrétegű extenzív zöldtetők esetén (5-10 cm vastagság) a kialakuló mikroklíma miatt az eredményesen alkalmazható növények köre korlátozott. A külföldi tapasztalatok a már bőséges szakirodalomban hozzáférhetők, de ezek eredményei a hazai gyakorlatba nem ültethetők át mechanikusan az eltérő éghajlati körülmények miatt. Az extenzív hazai zöldtetők növényzetét a szárazságtűrő (xerofiton) növények közül főleg a pozsgások (szukkulensek) alkotják. A növénykiválasztásnál azokat az évelőket és cserjéket célszerű alkalmazni, amelyek télen is nagyrészt megmaradó lombbal rendelkeznek. A nyári hőterhelés elviselésére a nagyfokú szárazságtűréssel rendelkező növények (pl. alföldi parlagi fűvek) alkalmasak. A nyári erős napsugárzást csak kiváló hőtűrésű növények

viselik el károsodás nélkül. A növényzet kiválasztásánál figyelembe kell venni az építési helyszínre jellemző napjárást, illetve a tartósan benapozott, vagy tartósan árnyékban lévő felületek eltérő viszonyait. Szempont lehet a növényzet un. teljes télállósága, azaz hótakaró nélkül a tartós hideg elviselése. A növényeknek el kell tudni viselni károsodás nélkül az átlagos városi levegőszennyezettséget. Extenzív tetőknél kiválasztási szempont a sekély gyökeresedés és az alacsony termet. Kedvező a dús, gyors vegetatív szaporodás, ami összefüggő tömött

növényszettfelületet biztosít. Esztétikai szempontból előnyös a tömeges és hosszantartó virágzás. Az elhalt, leszáradt virágos hajtás viszont ne maradjon sokáig a növényen, mert tűzveszélyhez vezethet és esztétikai hatása is kedvezőtlen.

A növényzettelepítés többféle módon végezhető. Lehetőség van gyeptéglá, vagy gyephenger elhelyezésére, egyenkénti ültetésre, növényzettel beültetett tálcán alkalmazására, előkultivált vegetációs paplanok elhelyezésére. Elterjedt az ún. sarjról való ültetés is, ami kis növénydarabkák elvetését jelenti. Ez utóbbi eljárásnak a gépesített változatánál légnyomásos tömlőn keresztül juttatják a talajkeverék az apró sarjdarabok és víz keverékét a vegetációs réteg felületére. Természetesen a magról való vetés is a zöldesítési eljárások közé tartozik. A növényzet telepítését a jellegtől függő mértékű ápolás (főleg öntözés) követi, ami a zöldtető típusától függően később esetleg elhagyható. A hazai viszonyok miatt ajánlatos az extenzív tetőknél a kerticsap hozzáférést biztosítani, mert előfordulhat, hogy a nyári aszályos időszakban az egyébként ápolást nem igénylő zöldfelület csak időszakos locsolással menthető meg.

**Néhány további szempont a zöldtetők kialakításához:**

Éghetetlen anyagú falszerkezet esetén, ha annak nyílása (pl. ablakparapet) magasabban van mint 80 cm, vagy egyáltalán nincs nyílás a kavics, vagy járólap sáv elhagyható.

Ha növényzettel telepített tetőre vízmedence kerül (pl. tetőkertnél), annak önálló vízhatlan szigetelést kell kialakítani.

*A hagyományos tetőszigetelésekhez képest többlet igénybevételt jelentenek:*

- felületi terhelésként: a zöldtető felépítmény rétegeinek anyagai, a termőföld (ami változó vastagságú is lehet, pl. hasznosított tetőkertnél)

- pontterhelésként: a takaró növényzet, a nagyobb fák, cserjék, a kertépítészeti elemek

Fák esetén a szélterhelésből adódó forgatónyomatékokat is figyelembe kell venni. Nagyobb fáknál kihorgonyzásra lehet szükség. Nagyobb fák esetén a termőréteg vastagításával, illetve a födém szerkezet magassági vonalvezetésének alakításával lehet a fejlődő gyökérzet térigényét biztosítani. Intenzív zöldtető esetén ha tetőkert jellegű a hasznosítás, akkor célszerű a födém és a felépítmény maximális igénybevételre tervezése, mert így a kertészeti változtatásokra is fennmarad további variációs lehetőség. A jelentősebb pontszerű terheléseket célszerű falak, oszlopok vagy gerendák fölött elhelyezni. Külön figyelmet kell fordítani a zöldtető felépítmény szélszívásra történő méretezésénél. Ez esetben ugyanis a zöldtetőt alkotó rétegek száraz összsúlyára kell méretezni. Természetesen a teherhordó födémre jutó mértékadó terhelést a felépítményi rétegek nedves összsúlyából kell megállapítani. Ahogy már az előző fejezetekből kitűnt, a zöldtetős megoldás kialakításához az építész tervező, a konstruktőr, a statikus tervező és a kerttervező (kertészmérnök) aktív együttműködése szükséges. A növényzettel telepített tetők tervezésénél (és kivitelezésénél is) az illetékességet, a felelősség kérdését - építészeti vonatkozásban

(szerkezet, szigetelés) és kertészeti vonatkozásban (a növényzettel kapcsolatos kérdések) - élesen el kell határolni.

#### **Szerkezeti részletek, csomópontok tervezése:**

Növényzettel telepített tetők esetén a szigetelési mezőben és a tetőfelület jelentős részén az un. rétegtervek elegendő információt adnak a kivitelezéshez. A szerkezeti csatlakozások, szerkezetváltások, áttörések helyén azonban a megszokottól eltérő kialakítások lehetségesek, amelyek számos alternatív megoldás kérdését vetik fel például különböző rendszerű drenázsok esetén.

##### **a./ Falcsatlakozások kialakítása**

Az attikafalhoz, vagy a tető síkjából kiemelkedő tetőfelépítményhez, vagy szomszédos épületrészhez való csatlakozás problémáját kell itt megoldani. A vízszigetelést a földfelszín fölé 15 cm-rel kell felvezetni (a gyökérvédelemmel együtt) és a járható tetőknél alkalmazott megoldásokhoz hasonlóan meg kell védeni. Megoldás lehet a könnyű lemezburkolat, vagy beton, ill. műkö szegélyelemek alkalmazása. Könnyű szerelt homlokzati falburkolatok lábazat feletti szakaszához lehetséges például könnyű szerelt vendégfal közbeiktatásával csatlakozni.

##### **b./ A víznyelők és környezetük kialakítása**

Alapvetően kétféle megoldás kínálkozik növényzettel telepített tetők esetén. Az egyik esetben a víznyelőrács, vagy lombkosár láthatóan megjelenik a zöldtető felépítmény felszínén. Ez esetben kb. 50 cm-es sugár mentén kavicsréteggel választják el a vegetációs rétegtől. Ilyenkor a szűrőréteget fel kell hajlítani a talajréteg és a kavicsréteg közé, a talajszemcsék oldalirányú

kimosásának megakadályozására. A másik esetben a víznyelő, illetve annak védőkosara a csapadékvíz elleni szigetelés magasságában rejtve marad, mivel felette ellenőrző aknát helyeznek el (Kontrollschacht), amelynek felső zárólapja általában hőszigetelt. Ebben az esetben a víznyelő környezete téli időszakban a fagykártól védett, további, a lefolyó környezete sötétben tartható, tehát a vegetáció benyomulásának az aknába így elejét lehet venni. Lehetséges helyszínen lágy PVC-ből kialakított egyedi víznyelő készítése is, amit egyszerűsített lombkosárral védnek, de természetesen a csapadékvíz elleni szigetelések körében elterjedten alkalmazott ismert víznyelők is beépíthetők (pl. Braas-Pemü típusú víznyelő, vagy Essergully 2000 típusú víznyelő). Előfordulhat a vegetációs réteg vízvisszorlasztásos öntözése - vízellátása, amikor a víznyelőbe túlfolyó peremet helyeznek, így biztosítva egy kívánatos mértékű átlagos vízszintet. Zöldtetők esetén elfogadott kedvező megoldás a falak és nagyobb felépítmények mentén vonalas elrendezésű rácsos vízgyűjtő elemek beépítése. Ily módon biztonságosan megvalósul a kényes részletektől a vízelvezetés, amelynek hatékonysága ellenőrizhető is a rácsok kiemelésével.

#### c./ Felülvilágítók, dongák, kupolák, lencsék csatlakozása

Általánosságban a falcsatlakozásra vonatkozó elvek betartására kell ügyelni. Ezen szerkezetek körül legalább 50 cm széles kavicssterítést kell alkalmazni.

#### d./ Tűzvédelem, tűzszakasz határok kialakítása

Tűzvédelmi szempontból kritikus helyzetet az elszáradt és még a tetőn maradó vegetáció jelenthet. Tömör nyílás nélküli éghetetlen anyagú falszerkezetnél nem szükséges elválasztó sáv, viszont 80

cm-nél alacsonyabb parapetű ablakoknál, ill. teraszajtóknál, valamint üvegfalaknál a talajréteg és a szerkezet között min. 50 cm széles kavicsolt sáv, vagy beton, ill. műkö járólap szükséges. Nagyobb tetőfelület esetén a növényzettel borított felületet legalább 40 m-ként meg kell szakítani min. 1,0 m széles kavicssterítéssel, vagy járólap burkolattal. Az extenzív zöldtetők, ha a vegetációs rétegük legalább 3 cm vastag és legfeljebb 20 súlyszázalék organikus alkatrészt tartalmaz, valamint a d./ pont alatti többi feltétel is teljesül, akkor az un. kemény fedésekkel azonos tűzvédelmi elbírálásban részesülhetnek. A zöldtetők kialakításával, tervezésével kapcsolatos ismeretek - e tanulmány lehetséges terjedelme által korlátozott - rövid összefoglalásával a szerző arra kívánta ráirányítani a figyelmet, hogy a tetőkialakítás koncepcionális tervezésénél ma már hazánkban is reálisan számolhatunk ezen ökológiai - és még sok más - szempontból értékes alternatívával.

#### **Irodalom:**

- (1.) Ot Hoffmann: Handbuch für begrünte und benutzte Dächer Verlagsanstalt Alexander Koch, Leinfelden-Echterdingen, 1987.
- (2.) Dieter Reiche: Dachbegrünung. Einfach und dauerhaft. Verlag für Bauwesen GmbH, Berlin, 1991.
- (3.) Hidy István-Prekuta János: Ez a flóratető.proNatur Kft. Bp. 1992.
- (4.) Gründach. Richtlinien für die Planung, Ausführung und Erhaltung.(Entwurf, Juli 1993)Verband für Bauwerksbegrünung, Wien 1993.
- (5.) Dr.Koppány Attila: Grabodach zöldtető. Tervezési útmutató,Győr, 1994.
- (6.) Dr. Koppány Attila: Zöldtetők. Magyar Építőipar, Bp.1994. 11-12.sz.(7.) Dr. Koppány Attila: Új zöldtető rendszer Magyarországon. Építés, felújítás, Bp.MB Kiadó Kft. 1994. I.évf.5.sz.



## AZ ÚJKÍGYÓSI AKVALINE RT. BITUMENES VÍZSZIGETELŐ ANYAGAI

Az AKVALINE Szigetelőlemez-ipari Részvénytársaság Újkígyósi gyárában a bitumenes lemezek gyártása már több mint 25 éves múltra tekinthet vissza. Ez alatt fejlődött ki a papírhordozójú bitumenes csupasz- és fedéllemezek gyártásával induló Újkígyósi ÁFÉSZ Fedéllemez Üzeméből - többszöri gyártás- és gyártmányfejlesztés eredményeképpen - a világszínvonalat elérő minőségű és korszerű bitumenes lemezeket előállító AKVALINE Szigetelőlemez-ipari Rt. újkígyósi szigetelőlemezgyára. Az AKVALINE Rt. a nem csökkenő igények kielégítésére a továbbra is gyártott hagyományos papír-hordozórétegű bitumenes fedél- és csupaszlemezek mellett - az utóbbi évek fejlesztési eredményeit hasznosítva - olyan különféle nem korhadó hordozóanyagú, hegeszthető, oxidált és modifikált bitumenes lemezeket is gyárt, amelyek bármilyen vízszigetelési célra alkalmasak és kiváló műszaki jellemzőik alapján minden tekintetben felülmúlják a hagyományos bitumenes szigetelőlemezek tulajdonságait.

Az újkígyósi gyár tekericsbeni összetapadást gátló felső oldali finomhomokhintéssel vagy PE fóliahártyával ellátott, 4.2 mm vastag oxidált bitumenes BITUBIT , APP-vel / ataktikus polipropilénnel / módosított bitumenes BITUDECK , SBS-sel /sztirol-butadién-sztirol kaucsukkal/ módosított bitumenes BITUTOP és speciális hídszigetelő BITUBRIDGE hegeszthető bitumenes lemezeket gyárt. Ezeket a lemeztípusokat - a BITUBRIDGE lemezek kivételével - a csapadékvíz - szigetelések alsó rétegeként használható , alsó oldalán 3-4 mm vastag polipropilén " nem szőtt" filcréteggel kasírozott , pára-, ill. gőznyomás kiegyenlítésére is alkalmas , BITUFILC , BITUDECK FILC és BITUTOP FILC márkanévvel is gyártja. A bitumenes lemezek választékát a nem járható tetők csapadékvíz elleni szigeteléseinek felső , un. zárórétegéhez használt 4.6 mm vastag "SOLAR" kivitelben , homokhintés helyett a lemez felső felületére hengerelt zöldesszürke - a szigetelőanyag öregedését késleltető , tehát a

szigetelés élettartamát, ill. tartósságát növelő és egyben esztétikus - védő palaörlemény-réteggel ellátott lemezek egészítik ki. A gyár termékei közül szükséges megemlíteni a BITUFLIX márkanevű, SBS-sel modifikált bitumenes, PE fólia fedőrétegű és tapadásgátló - a beépítéskor lefejtendő - szilikonos papír kasirozású öntapadó lemezeket, valamint a BITUCONTACT néven gyártott, nyomópisztollyal bedolgozva tömítőanyagként is használható, egyébként fogas spatulyával felhordható - különösen a filces lemezek leragasztásához használt - modifikált bitumenes hidegragasztót.

A lemezek hordozórétege a hagyományosnak számító nyerspapír-lemezen / csak a bitumenes csupasz- és fedéllemezeknél / és üvegfátyolon kívül a lemezek fizikai tulajdonságait - főként a szigetelési szempontból fontos szakítószilárdságot és nyújthatóságot - befolyásoló üvegszövet vagy poliészterfátyol, de alumíniumfólia is lehet.

A gyártott termékválasztékot az ún. páratechnikai lemezek, az elsősorban páravédelmi szempontból használt párazáró, párazáró és páranomást kiegyenlítő, valamint, gőz-, ill. páranomást kiegyenlítő bitumenes lemezek / BITUBIT DAL, BITUBIT DGV, BITUBIT DGV perforált, vagy a már említett, a csapadékvíz-szigetelés alsó rétegeként is számításba vehető filc-alátétréteges lemezek / teszik teljessé.

Az AKVALINE Rt. a gyártmányfejlesztés legfrissebb eredményeként az ún. egyenes rétegrendű, nem járható egyhéjú melegtetők és a nem járható kéthéjú hidegtetők csapadékvíz elleni szigetelésére - az ÉMSZ 1994-ben kiadott tetőszigetelési irányelveinek figyelembevételével - BITUDECK SOLAR PV 5 M és BITUTOP SOLAR PV 5 M, vagy egyben pára-, ill. gőznyomás kiegyenlítésére alkalmas filcalátétréteggel BITUDECK FILC SOLAR PV 5 M és BITUTOP FILC SOLAR PV 5 M márkanevvel megkezdte az egyrétegű szigetelésként használható hegeszthető modifikált bitumenes lemezek gyártását is.

A modifikált bitumenes lemezek gyártása a gyár jelenlegi termelésének mintegy 25 %-át teszik ki, de ez az arány az oxidált bitumenes lemezek rovására dinamikusan és folyamatosan nő. A termék állandó, jó minőségét a gyár laboratóriuma rendszeresen ellenőrzi.

Termékeink kiváló műszaki tartalommal rendelkeznek és megfelelnek az európai szabványoknak és színvonalnak. Ezt támasztják alá a termék minőségéért 1993. évben Madridban átvett TROPHY FOR QUALITY nemzetközi díj, valamint az 1994. évben átvett GOLD STAR FOR QUALITY nemzetközi díj. BITUTOP termékcsaládunk szintén 1994-ben a Kiváló Áruk Fórumától megkapta a Termékminősítő embléma viselési jogát.

Az AKVALINE Szigetelőlemez-ipari Rt. nem csak gyártója , hanem forgalmazója is a termékeinek , amelyek mind az Újkígyósi gyárban , mind a budapesti AKVALINE Rt. képviseleti irodában megrendelhetők , de megvásárolhatók az AKVALINE Rt. újkígyósi áruházában vagy budapesti raktáráruházában is.

Az AKVALINE Rt. az oxidált bitumenes lemez termékeire 5 év , a modifikált bitumenes lemez termékeire 12 év termékgaranciát vállal , ugyanakkor az általa gyártott termékek szakszerű felhasználása érdekében ingyenes szaktanácsadást nyújt , kivitelező részlege pedig - megbízás esetén - bármilyen vízszigeteléssel összefüggő tervezési és/vagy kivitelezési munkára is vállalkozik.



Nemzetközi díjakkal elismert termék.

**AKVALINE Szigetelőlemez-ipari Rt. :**

5661 Újkígyós, Kossuth u. 110.

Telefon: (66) 356-134, (66) 356-122

Vevőszolgálat: Tel./fax: (66) 356-268

Marketing oszt.: Tel./fax: (66) 356-540

Vezérigazgató : Tel./fax: (66) 356-169

**Képviseleti iroda:**

1076 Budapest, Szinva u. 6. 1/10.

Tel./fax: 1-1222-119

**Vízszigetelési és Szakipari Áruház :**

5661 Újkígyós, Tormási út 13.

Tel./fax : (66) 356-255, Tel.: (66) 356-109

**Raktáráruház:**

1183 Budapest, Akadály u. 15.

Tel.: 290-7219/32 m , 291-3576/32 m

## Csapadékvíz elleni bitumenes lemez szigetelések síkbeli mozgása

A csapadékvíz elleni bitumenes lemez szigetelések tetősíkban fellépő mozgásai gyakran okoztak már káros elváltozásokat, beázáshoz vezető szakadásokat a tetőszigetelés attika- és más falcsatlakozásainál vagy ereszvégződéseinél. Megfigyelhető volt, hogy a káros alakváltoztatás (szegély elhúzódnás) vagy súlyosabb esetben a szigetelés, ill. a szigetelésszegélyezés elrepedése főként olyan lapostetőkön fordul elő, ahol

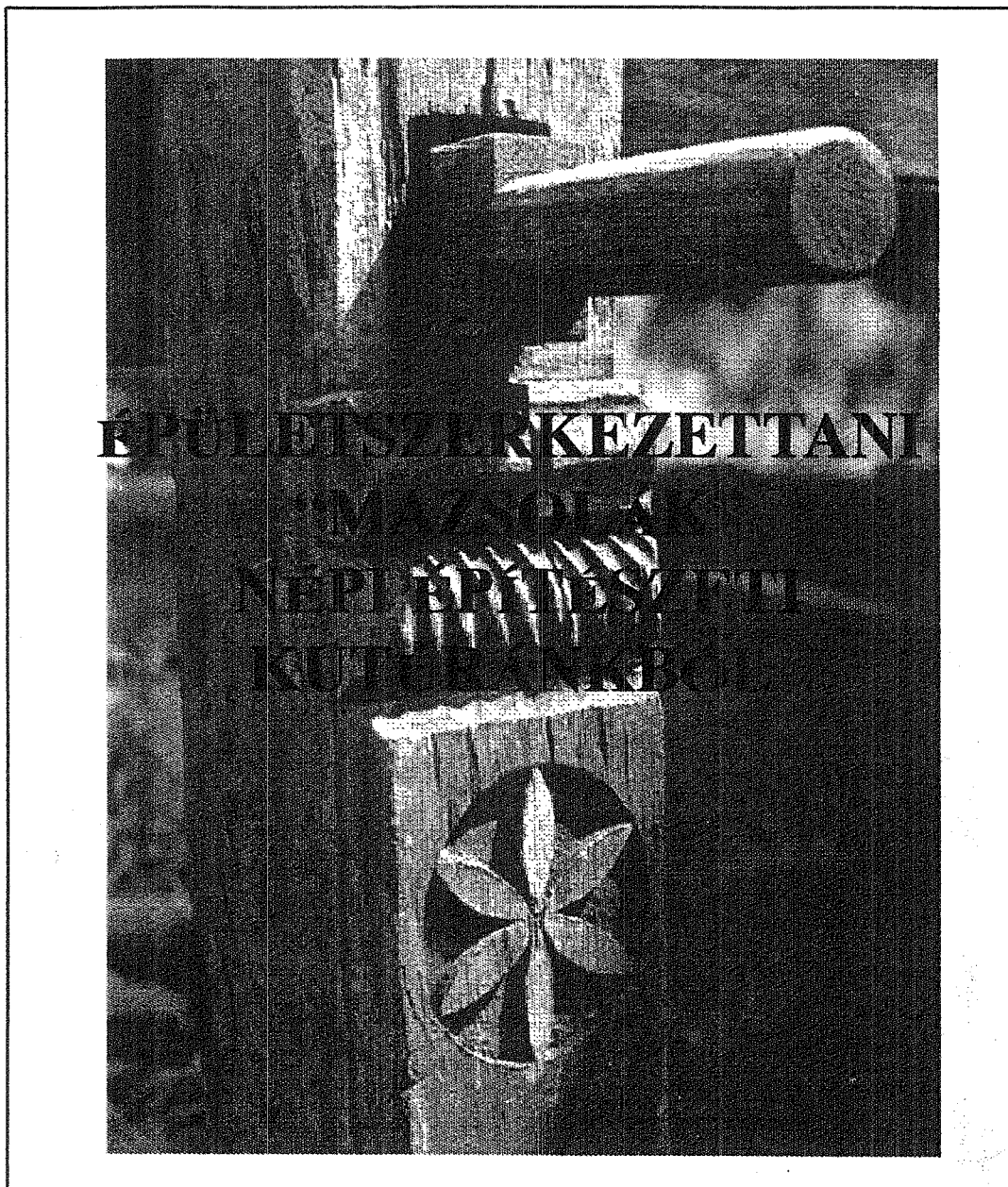
- un. nem járható, egyenes rétegrendű egyhéjú melegtető készült, a csapadékvíz-szigetelés aljzatát nagy hőszigetelő értékű műanyaghab vagy szilikátszálás táblás hőszigetelő elemek alkották,
- a tetőszigetelés valamennyi rétegét a hőszigetelő, a páravédelmi, és a vízszigetelő rétegét oxidált bitumennel ragasztották, vagy
- a tetőszigetelés rétegeit ragasztás nélkül kavicssterheléssel rögzítették.

A megfigyelések, majd később a műszeres helyszíni mérések és laboratóriumi nagymodell-vizsgálatok bizonyították, hogy a szegély elhúzódnásokkal vagy a csatlakozó szerkezetek mentén a csapadékvíz-szigetelő réteg repedésével járó káros elváltozásokat a csapadékvíz elleni szigetelő réteg hőmérséklet változás hatására fellépő méretváltozása okozza. A ma már ismert szempontok mellőzésével és a szükséges intézkedések elmulasztásával tervezett, ill. kivitelezett tetőszigetelések műszaki átadás-átvételekor a hiba nem ismerhető fel, mert a káros mértékű elváltozások csak a kivitelezést követő 4.,5. évben válnak feltűnővé.

Budapest, 1995. május 26.

Ramotsa Zoltán  
okl. építészmérnök  
műszaki tanácsadó  
AKVALINE Rt.





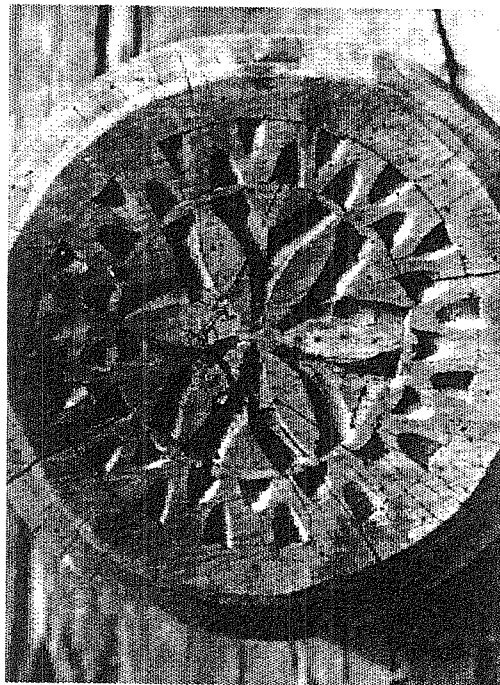
**DR. SZABÓ LÁSZLÓ**  
okl. építészmérnök  
főiskolai docens  
YMMF Budapest

## ÉPÜLETSZERKEZETTANI “MAZSOLÁK” NÉPI ÉPÍTÉSZETI KULTÚRÁNKBÓL

### MOTTÓ:

“Mert azt tanultam mindenütt,  
azt láttam minden nagy nemzetnél,  
hogy az apák dolgát  
folytatják az utódok..  
Ugyanezt látjuk északon és délen  
minden olyan nemzetnél  
akihez mi tanulni járunk,  
hogy hazajöve -  
lebecsülhessünk mindent  
ami a miénk -  
merthogy itthon nincsen készen  
akkora kultúra, akkora művészet,  
mint amelyet - hozhatunk  
könnyen, készen - külföldről.  
Mert nekünk azt előbb csinálnunk  
kellene. Mert össze kellene  
szednünk nagy fáradsággal az ország  
minden részéről a széjjelszórt  
köveket, hogy azokkal  
a magunk képére építhessünk.  
És ehhez hit is kellene,  
és nagy fanatizmus is,  
és rettenetesen sok munka. . . “

Kós Károly



1.kép  
Lenti-hegy 406. pince  
Faragott részlet a “főfás” présről.

Amikor megbízást kaptam Dr. Osztrólczy Miklós tanszékvezető főiskolai tanártól arra, hogy az épületszerkezettan - tanárok országos értekezletén előadást tartsak, egy vita jutott az eszembe, amelynek az volt a témája, hogy az épületszerkezettani vagy az épülettervezési szemlélet az elsődleges a főiskolákon. Számomra ez a vita az első pillanattól kezdve értelmetlennek tűnt ( még akkor is, ha ismerem és elfogadom főiskolánk képzési célját), mert sem az épületszerkezet nem tudja nélkülözni az épülettervezést, sem fordítva - egy cél van : a JÓ ÉPÜLET. Még most is fülembé cseng egy mondat (“ KÖZTI-s koromból”): “...majd a kivitelező megold - ja..”. Nos ezt a szemléletet a legteljesebbmértékig elítélem, mert meggyőződésem az, hogy az építésznek (a beruházás nagyságától függően) az általa tervezett épület “legkisebb részleteit” is ismernie kell.(2.kép) Ezt pedig csak úgy tudjuk elérni, hogy igen alaposan képzett kivitelezőket “képezünk”, így biztosítva a jó partneri viszonyt, ami alapfeltétele a JÓ ÉPÜLET megszületésének. Az az épület NEM JÓ ÉPÜLET, amely nem építhető meg, mert épületszerkezettanilag nincs megoldva - legyen az a legújabb divat szerint is, vagy a “legmodernebb”. Az állandó információ áradat

ellenére arra kell törekednünk, hogy "naprakész" legyen épületszerkezzettani tudásunk, ismeretünk. Nélkülözhetetlen az épülettervező számára az épületszerkezzettani tudás.

Az épületszerkezzettani tudás, alapismeretek megalapozásának egyik leghetékonyabb módja lehet a népi építészeti kultúra kutatása, megismerése, mert a népi építészeti emlékek humánusak, egyszerűek, igazak, racionálisak, ésszerűek, "sallang mentesek", könyezetbarátak és általában esztétikusak. (3. kép, 4.kép, 5.kép) A felsoroltak igazolására - sajnos a teljesség igénye nélkül - szolgáljanak az alábbi példák.

A bemutatandó példákat többnyire a zala megyei kutatási munkánkból válogattam, azért a "Zalaiból" mert ott kezdtük hallgatóimmal a közös munkát. Ebben a válogatásban valóban van egy kis nosztalgia is, hiszen jövőre (1996- ban) lesz 20 éve, hogy együtt dolgozunk. E jubileum megünneplésére nagyszerű lehetőség adódott volna a Világkiállításon, de sajnos ez a nagy élmény az ismert okok miatt elmaradt...

Zala elsősorban faépítkezési terület volt, és az is maradt a XIII. századtól a XX. századig. (6.kép). A területnek ez a jellegzetessége a XIX. század második felétől, illetve a XX. század elejétől kezd döntően megváltozni, ugyanis belép a föld, a földfal, majd a század közepétől a téglafal lesz általános.

A faépítkezési területre jellemző volt a fafal. Ezt a falat ledöngölt földre fektetett, többnyire tölgy vagy gesztenyefa talpgerendákra (fa "talpfákra") építették. A tölgy-, gesztenye-, fenyőgerendákat egymás fölé helyezték és a sarkoknál úgy illesztették össze azokat, hogy a végeik kilátszottak (az ún. keresztvéges lapolással illetve keresztvéges fészkeléssel kialakított boronafal). (7.kép, 8.kép, 9.kép). Ritkább esetben a sarkoknál olyan kialakítást készítettek, melynél a gerendák nem nyúltak túl a fal - síkokon ( az ún. fecskefarkas rovással kialakított borona fal). (10.kép). Általában a fafal adta a legkisebb falvastagságot. Egyes esetekben a talpgerendák alá farönköket (ún. törzsököt) tettek a süllyedés és a megcsúszás ellen. Vázás megoldású szerkezet a földre fektetett, talpgerendára állított oszlopok, függőleges vályataiba erősített gerendákból kialakított főfal (az ún. zsilipelt boronafal). A gerendákat helyettesítették pallóval, sőt deszkával is, de ez esetbe helyesebb már zsilipelt palló, illetve zsilipelt deszkafalról beszélni. A gerendák közötti réseket általában vastag kötéllel tömték be. A gerendák vízszintességét az azok közé vert faékekkel biztosították. Ezt egy egyenlőszárú fa háromszög és annak alsó szárán levő jel előtti függőn (zsinóron függő fémnehezék) segítségével ellenőrizték, amely megadta a függőlegestől és a vízszintestől való eltérést.

Készítettek olyan falat is, amelynél favesszőből készült faváz közötti falmező. Két megoldás ismert. Az egyiknél a vesszőfonatot a talpgerenda és a felső gerenda közé épített függőleges karóvázra erősítették, a

másiknál nem fektettek le talpgerendát. Ebben az esetben a vesszőfonatot vagy függőleges földbe vert, felül vízszintes gerendába rögzített karóvázra vagy faoszlopokba csapolt vízszintes karóvázra fonták. Ennek megfelelően a vesszőfonat lehetett vízszintes, illetve függőleges helyzetű. A vesszőfonatra kipergetett szemű kalászból és sárból készült anyagot tapasztottak. Földfalból (a már ismertetett sár és kipergetett szemű, vágott, tört kalász keverékéből) készült épületek is előfordultak. Több fajta ismert. A rakott fal, amelyet vasvillával hányva több rétegben készítettek, majd a felfelé keskenyedő falat, a teljes szilárdulás után, ásóval "egyenesre" faragták. A nyílásokat többnyire utólag vágták ki a falból. A vertfal deszkalapok (kaloda) közé tömörítve készült. A kiselemes építéshez hasonló az ún. "gombóc"-fal. Ez a fal úgy készült, hogy "gombócokat" készítettek, és ezeket egymás mellé - fölé rakták, majd ülepedés után utólag agyagos lével tapasztották és simították. A nyílásokat itt előre kihagyták, a tokokat azonnal beépítették.

A népi építészeti emlékeket kutatva több helyen találtunk téglából készült épületeket, amelyeknek egyik legnagyobb problémája, hogy fal - szigetelés nélkül készültek.(11.kép). A zömükben ács vagy pallótokos ajtók, ablakok is sok érdekességet tartogattak számunkra. Pl. az ablakok méretének növekedése, formájának változása, a kis négyzet alakú ablaktól az álló nagyobb méretű téglalap alakúig,(12.kép) vagy feles, illetve háromnegyedes ajtószárny (konyhaajtó) , az alsórész az állatok kirekesztését szolgálta, a felső a megfelelő szellőzést (valamikor a füst távozását) biztosította, vagy egyes présházak ajtófélfáin látható karély (íves) alakú kivágás, a nagyméretű hordók cseréje miatt, a kiegészítő elemet többnyire visszaszögezték.(13.kép).

A hazai népi építészetben a födém tájanként változóan a XV.-XVIII. század között (Zalában inkább az időszak vége felé) terjedt el, de a falvakban (pl. a Dunántúlon, Erdélyben) a XX. század első felében is ismeretesek voltak a födém nélküli konyhák. Nálunk döntően a síkfödém terjedt el, amelynek sokféle változata létezett, pl. a gerendafödém (szorosan egymás mellé fektetett pallókból esetleg deszkából készült), a deszkafödém, mint az egyik leggyakoribb megoldás (minden második fűrészelt, gyalult deszka ráfeküdt 3 - 4 cm-t a szomszédjára), még megemlíthető a pólyásfödém (a födémgerendákba - a közök kitöltésére - szalmával körültekert, vastagon besározott karókat rögzítettek, a födémet aluról is besározták).

Alapvetően meghatározta az épület szerkezetének és alaprajzi kialakításának fejlődését a tüzelőberendezés.(14.kép, 15.kép.)

A népi építészetben alapvetően háromféle nagyműtű, hagyományos tetőtartó szerkezet fordult elő: az egyszerű, az ágas- vagy szelemenes, illetve az állványos tető.

A Dunántúlra leginkább jellemző - bár a Duna - Tisza közén sem ritka - az ollóágas,(16.kép) amelynek alul ollószerűen szétnyíló ága a falon,

gerendán nyugszik, és az összekapcsoláson alig túlnyúló két felső ág fogja közre és rögzíti a a szelement ( fent a tetőgerincen). Erre a szelemenre akasztották az ollóágak között, azokkal párhuzamosan elhelyezkedő (többnyire körkeresztmetszetű) farudakat (ún. "ragokat"), amelyeket ékeléssel és faszeggel kapcsoltak egymáshoz, alul pedig a gerendára támaszkodtak.(17. kép, 18.kép, 19.kép). Megfigyelhető volt, hogy ezek az elemek a tető hosszirányában egyre jobban eltértek a függőlegestől, és felvették a tetővég kialakításának szögét. Az ollóágast vízszintes fa elemmel (ún, "kakasfával" merevítették. Az ismertetett szerkezetre többnyire növényi szárakból készített tetőfedés került.

A vizsgált területen legelterjedtebb volt a zsúp, amely rozsszalmából készült.(20. kép). A szalmából kötegeket készítettek és azokat az ollóágak közötti farudakhoz ún. "ragokhoz" rögzített, vízszintes lécekhez erősítették. A tetősík találkozását díszítették. Természetesen cseréptetős egyszerű, vagy állványos tetőszerkezetű épületeket is felmértünk és azok is szép számban szerepelnek a gyűjtött anyagban.(21. kép).

Az általunk kutatott területen a lakóépületek jelentős részénél a bejáratot tornácról lehetett megközelíteni, amely egy vagy két oldalról övezte a házat (az előbbit oldal-, az utóbbit homlok - tornácnak nevezik).(22.kép, 23.kép). Előfordult olyan tornác is, amely az udvari hossz-homlokzatnak csak egy részében (ún. tört tornácként) illetve az alaprajzból mintegy " kilopott" területen (ún. lopott vagy rejtett tornácként), vagy a bejárat előtt (kettő, ritkán három oszlopos, fedett "elő"-építményként, ún. "kódisállásként") volt kialakítva.(24.kép) Ezek a tornácok az épületek, évszázadok során kikristályosodott szerkezetével tökéletes összhangot mutatnak.

Kutatásaink során egyszerű, de nagyon ötletes használati eszközökkel, berendezési tárgyakkal találkoztunk, mint például a "kölkes" fazár vagy a szőlő prés.

A szőlőhegyeken a bor megfelelő őrzésének legbiztonságosabb módja az ötletes szerkezetű fazár volt (ez az ún. "kölkes" fazár) (25.kép), amely működésének az a lényege, hogy a tolózárját (zárváját) fölfelé mozgatható fapöckök (kölkek) rögzítik. A kulcs fogai felnyomják a tolózár kölkeit és a tolózár kinyílik. Azonban a nyitás nem volt ilyen egyszerű, ugyanis a belső térben lévő zárszerkezetet kívülről, kb. 15 cm falnyíláson át lehetett elérni.(26.kép).

A kutatott területen ún. "főfás" vagy "lógós" prések fordultak elő kiforrott elnevezésük még nincs.(27.kép). Ennek a - a szőlő levének kipréselését szolgáló - szerkezetnek a legfontosabb elemei a két függőleges tartóoszlop, a nagy méretű és súlyú, közel vízszintes helyzetű fagerenda, az ún. "főfa", amelyet a két tartóoszlopba - változtatható magasságba - helyezhető vízszintes faelemek (ún. "rendű-fák") tartottak.. Az alsó végén erősen kiterébélyesedő, a főfa végén lévő az elfordulni tudó ún. "vizensye -

jen” mentes kapcsolattal áthaladó(28.kép), függőleges csiga, valamint a kiprélendő szőlőt tároló edény az ún. “katróc”, amelyet deszkalapokból (ún. “garatos”) vagy vesszőből (ún. “guzsalyos”) készítették és a kicsur gólevet felfogó, talpgerendákon nyugvó, kifolyónyílással képzett kád. Ötletes a szőlőprés működtetése, amely a “főfa” billentésén alapszik.

Végezetül összefoglalva: a népi építészeti kultúra kimeríthetetlen kincsestára az épületszerkezeti alapismereteknek (is). Megismerésével teljesebbé tehetjük tudásunkat, fejleszthetjük az egyszerűsége és igazra törekvő szerkezetépítő logikánkat és kreatív képességünket. Meggyőződésem, hogy az a hallgató aki megismerte népi építészeti kultúránkat, könnyebben érti meg a legkorszerűbb épületszerkezeteket is.

Záróképként : számomra egyik legnagyobb pedadódiai élményt jelentette az a jelenet, amikor az egyik felmérésünkön egy 1782 - ben épült hegyi pince “főfás” présén szakmai vitát folytattak a hallgatóim.(29.kép). Mindezt tették őszinte szakmai érdeklődéssel és értően. Akkor, ott, jó érzés volt tanítónak lenni...

Budapest, 1995. április 25.

**dr. Szabó László**  
okl. építészmérnök  
főiskolai docens  
YMMF Budapest



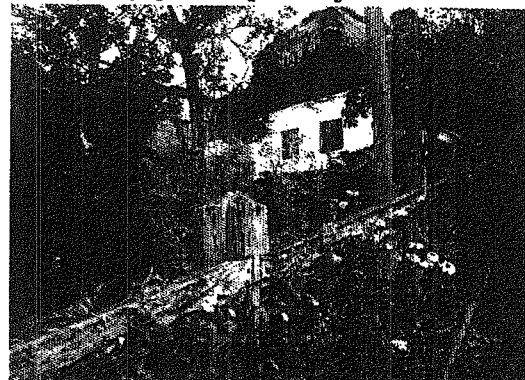
2.kép Ajtó részlet, salamonvári lakóépületről, a "legkisebb" részletet is ismerni kell...



3.kép Lentikápolna, Petőfi tér 2. Természetes növényi anyagokból épített hajlék



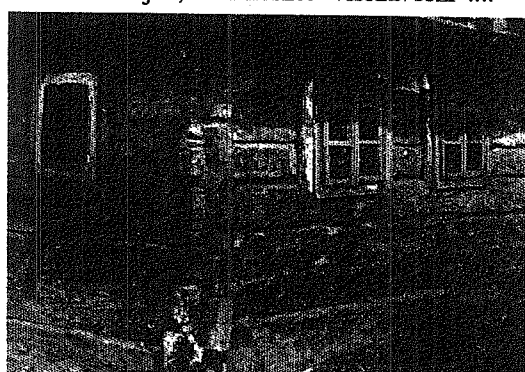
4.kép Pölöskefő, Széchenyi út 7. Humánus, egyszerű, igaz, racionális, környezetbarát...



5.kép Zalaszentbalázs, Kossuth u. 120. Ha már nem használják, a természet "visszaveszi"....



6.kép Cesztreg, Petőfi út 31. Íme az 1:1-es modell... Jól lehet látni a szerkezetet.



7.kép A keresztvéges lapolással, illetve keresztvéges fészkeléssel kialakított boronafal.



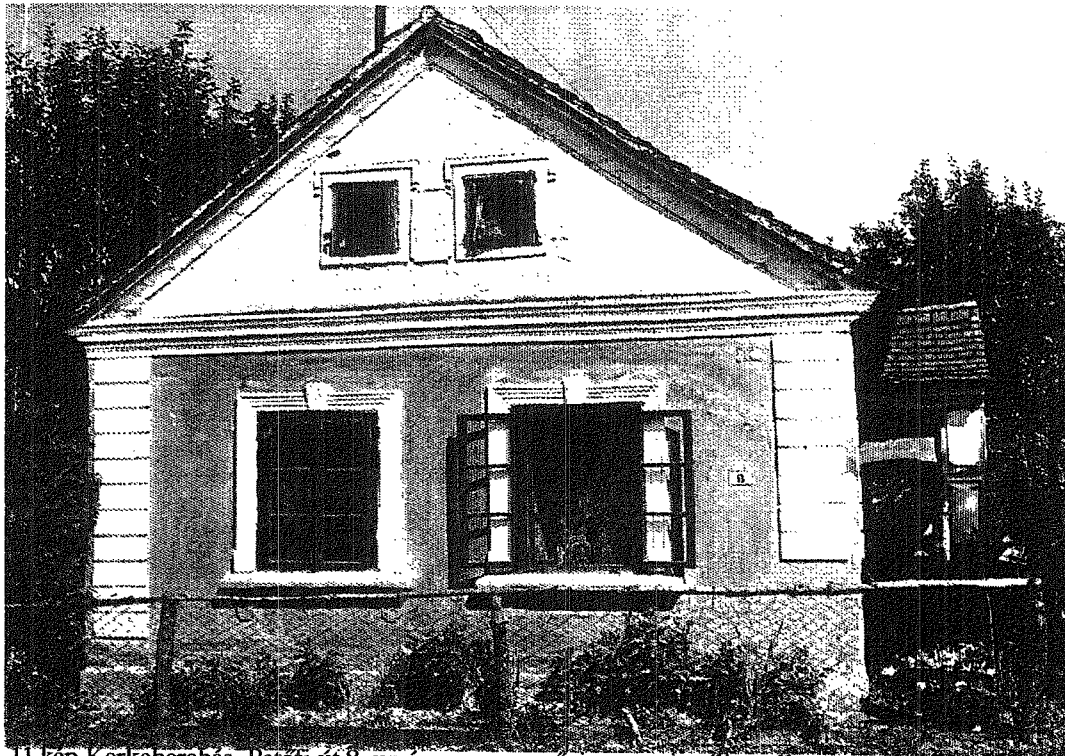
8.kép Keresztvéges boronafal letapaszolva(Nagykutas)



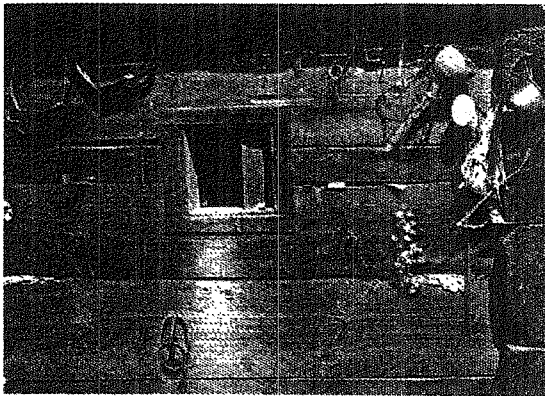
9.kép Keresztvéges boronafal, sarokrészlet



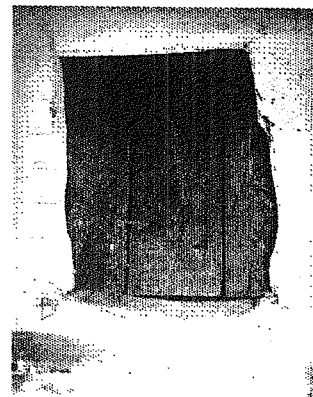
10.kép Fecskefarkas rovással kialakított boronafal.



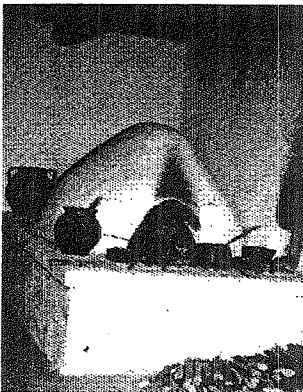
11.kép Kerkebarabás, Petőfi út 8. umánus, egyszerű, igaz, racionális, sallangmentes, környezetberát és esztétikus. Téglafalazatú, cseréptetős hajlék.



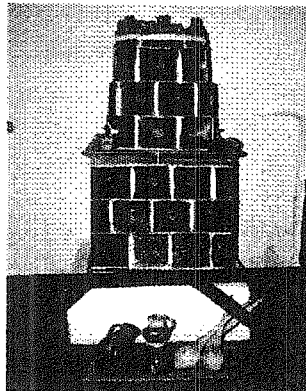
12. kép Az egyik legrégebbi ablakmegoldás, az ún. "tolitu" (kb 40x40 cm) falnyílás.



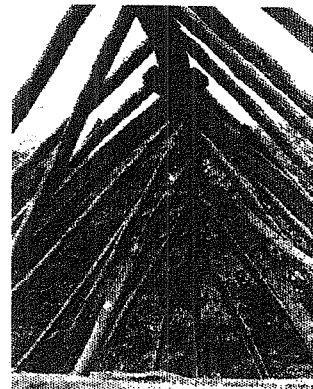
13. kép "Szőlő-pince" lejárata.



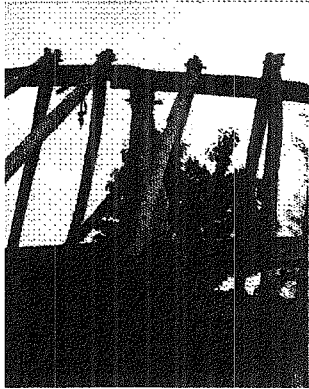
14.kép Kemence



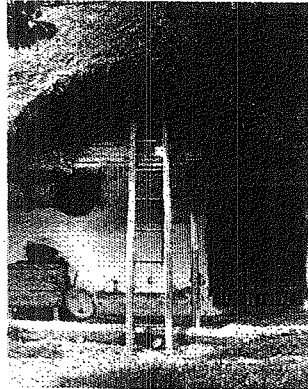
15.kép Szemeskályha



16.kép A csesztregi kanászház ollóágas tetőszerkezete.



17.kép A gerincszellemenre akasztott ragok.



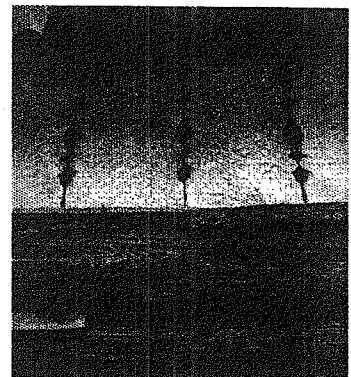
18.kép Tetőtér kibúvónyílás (Rédics)



19.kép Cesztreg a "faszeg"



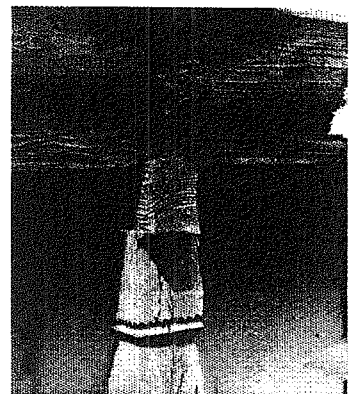
20.kép Íves áthidaló a galamboki szőlőhegyen, jól látható a zsúptetőkettős kévéinek rögzítése.



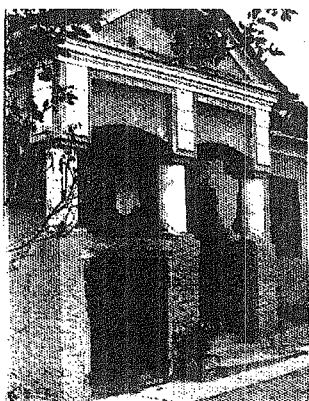
21.kép Faragott oromfal részlet (Baglad)



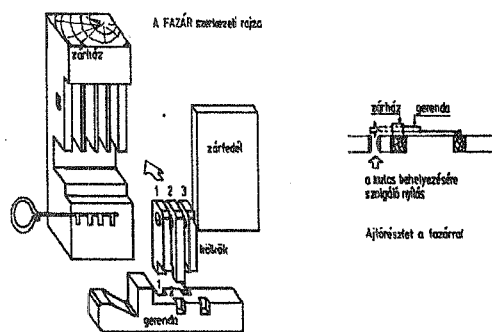
22.kép Tonácrészlet a Kistrécse, Rákóczi út 2. sz alattihajlékról, jól látható a talpgerenda.



23.kép Szerkezeti logika és esztétika találkozása.



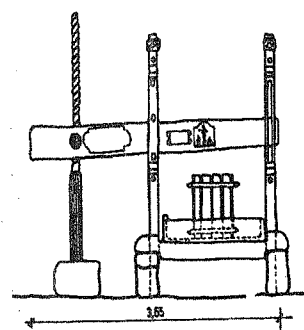
24.kép Három oszlopos  
"kódis-állás"(Lentikápolna)



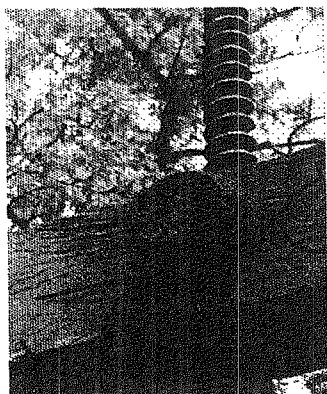
25.kép Kölkes fazár szerkezeti rajza



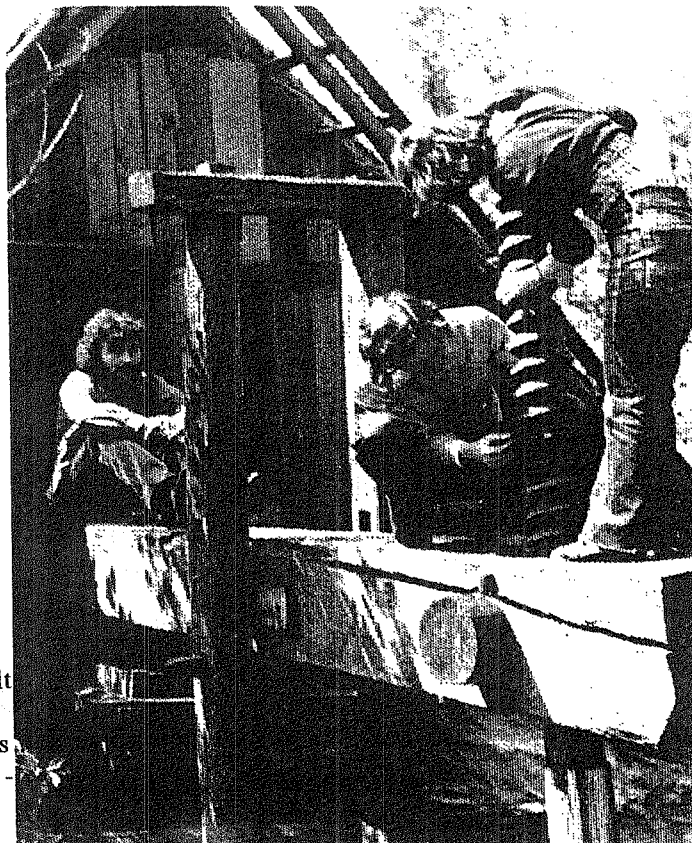
26.kép Kölkes fazár, belső térben jól látható a gerenda, a kulcs és "benyúlást" segítő falnyílás.



27.kép Főfás prés oldal-  
nézete Lentihegyről.



28.kép Főfás prés  
(Lentihegy)



29.kép "Ahol, akkor jó volt  
tanítónak lenni..."  
A szerkezeti részeket vizsgáló és  
megvitató "csillogó szemű szak-  
mai szivacsok" - a hallgatók....

## **Épületfizika oktatás a Pollack Mihály Műszaki Főiskolán**

**Dr. Fülöp László**  
főiskolai docens

### **1. Előzmények**

A Pollack Mihály Műszaki Főiskolán magasépítő és épületgépész szakon egyaránt hosszú időre tekint vissza az épületfizika oktatás. A két szak tananyagának természetesen vannak azonos, de vannak eltérő, vagy legalábbis eltérő hangsúlyú részei.

Építész szakon hagyományosan Gereben Zoltán Épületfizika jegyzetére alapult a tanterv. A szakma fejlődése miatt azonban ez az anyag egyre kevésbé felelt meg a korszerűség követelményének és az új hőtechnikai szabvány megjelenése következtében pedig a hő- és páratechnika egy része érvényét veszítette. Ebben a helyzetben mintegy mentőövként jelent meg az Építés Fejlődéséért Alapítvány támogatásával dr. Zöld András szerkesztésében megjelent jegyzet. A dolognak mindössze két szépséghibája volt. A kisebb az, hogy a jegyzet sokkal inkább egyetemi, mint főiskolai, a nagyobb az, hogy a Budapesti Műszaki Egyetemnek, ahol a jegyzet megjelent nem állt módjában Főiskolánkat ellátni a jegyzettel.

### **2. Oktatási anyag az új hőtechnikai szabvány megjelenése után**

A fent vázolt helyzetben a korábbihoz képest igencsak megnőtt az előadások és a gyakorlatok szerepe, amelyek elsősorban a dr. Zöld András szerkesztésében megjelent jegyzetre, (amelyet egy példányban megkaptunk) illetve korábbi publikációkra alapultak, de a hallgatók számára hozzáférhető anyag a Gereben Zoltán féle korábbi jegyzet, illetve könyvtárból maga a hőtechnikai szabvány és a szabvány alkalmazásához ajánlott, Segédlet Épületek és Épülethatároló Szerkezetek Hőtechnikai Méretezéséhez című kiadvány, szerzők dr. Osztróucky Miklós és dr. Zöld András. Rendelkezésre állt még a 6B-ENRAC számítógép program, de első lépésben nem sikerült a tananyagba megfelelően integrálni. Annak érdekében, hogy minél több nyomtatott anyag álljon a hallgatók rendelkezésére az akusztika és a természetes megvilágítás anyag továbbra is a Gereben féle jegyzetre alapult. Nem állíthatom, hogy a fenti összeállítás semmilyen zavart sem okozott.

Hála a korszerű számítógépes technikának és a szerzők nagyvonalú segítőkészségének, 1994. őszén főiskolánk mágneslemezen megkapta az új Épületfizika jegyzetet beleértve az ábrákat is. (Az ábrák digitalizálásába jelen sorok szerzője is befektetett egy kis erőfeszítést.)

Ilyen módon lehetővé vált, hogy korszerű jegyzet készüljön a korszerű ismeretanyag elsajátítására, még hozzá a főiskolai viszonyokra illesztve.

Az egyik legnyilvánvalóbb főiskolai specifikum, hogy a képzési idő rövidebb. Ennek következménye, hogy az anyagot tömörebben kell leadni, ugyanakkor hiányoznak bizonyos alapismeretek. Gondosan kell tehát hangsúlyozni, hogy a gyakorlati élet szempontjából legfontosabb ismeretek ne maradjanak ki, illetve a megértéshez szükséges alaptudás is elegendően stabil legyen.

Bizonyos hivatkozások a szaktárgyak keretében már a harmadik félév előtt is előfordulnak, a technikumból érkezett hallgatóknak pedig már némely fogalmak ismerősek, de az anyagot úgy kell felépíteni, hogy enélkül is elsajátítható legyen.

Az anyag zömét a hő- és páratechnika teszi ki. Ezen belül a súlypont a szabványnak megfelelően az állagvédelmi, a hőérzeti és az energia-takarékossági követelmények köré szerveződik. Fő témák a páradiffúzió, a felületi hőmérséklet és páratartalom, a hőtároló tömeg számítás, valamint a téli és a nyári hőérzeti számítás.

Kevés idő jut azonban a természetes megvilágítás és az akusztika témakörére. Ez utóbbin belül a zajvédelemre koncentrálnak. Nagy segítségnek ígérkezik, annak a számítógép programnak a bevezetése, ami a Budapesti Műszaki Egyetemről, dr. Reis Frigyes révén jutott el hozzánk. Mindenképpen fontosnak tűnik e két témakör súlyának növelése.

Intézetünk jó szakmai kapcsolatot tart fent több külföldi főiskolával. Ennek keretében dr. Szabó Pál a Dortmundi Főiskola professzora tart alkalmanként előadást, illetve előadás sorozatot. Ennek egyik eredménye az oktatás érdekesebbé, színesebbé tétele, de a fő tanulság a német illetve a svájci épületfizikai szemlélet, esetenként szabvány lényegének megismerése. Ez a fajta nyitás Európára tágítja a szakmai látókört, és megágyaz a várható szabvány harmonizáció számára.

### **3. Időbeosztás**

Az építész szakon az épületfizika egy féléves tárgy, ami a harmadik félév. Ezt követően a szaktárgyakba, illetve a diplomatervbe beépülve elvileg már készség szintjén ismét előkerül. Míg a harmadik félévben a manuális számításokat követeljük meg, ebben az időben szorgalmazzuk a rendelkezésre álló számítógép programok alkalmazását.

A már említetteken kívül páradiffúzió számító program is rendelkezésre áll (szerzők: dr. Fülöp László, Baumann József és Baumann Mihály), illetve a 6B-SOLAR, ami a 6B-ENRAC továbbfejlesztett változata.

Az óraszám meglehetősen alacsony, heti egy óra elmélet és egy óra gyakorlat, ami a kéthetes órarendben, jobban kezelhető módon úgy valósul meg, hogy egy héten két óra előadás, másik héten gyakorlat. A követelmény beszámoló és gyakorlati jegy. A folyamatos munkára viszonylag sok zárthelyi dolgozattal próbáljuk rászorítani a hallgatókat, amely zárthelyik nem számítanak bele az óraszámba. Két elméleti zárthelyit írunk a félév során, amelyeken egyébként nem kötelező a részvétel, de beszámoló megajánlást lehet szerezni, ezért mindenki megpróbálja. Gyakorlatból is két zárthelyi van, plusz egy otthoni feladat. A három eredmény adja a gyakorlati jegyet. Fontosnak tartom, hogy gyakorlati zárthelyi feladatait a következő gyakorlati foglalkozáson közösen megoldjuk, ezzel a zárthelyi nemcsak számonkérés, hanem az ismeretanyag rögzítése is.

Miután úgy tűnt, az épületfizika színvonalas oktatásának megfelelő arányai kialakulnak, esetleg a rá fordítást kellene egy kicsit növelni, új szabályozók és mérőszámok tűntek fel a láthatáron. A téma szempontjából legfontosabb a hallgató/oktató arányszám növelése és a hallgatói heti óraszámok tervezett csökkentése. Főiskolánkon a tervezett heti hallgatói óraszám 24. Ennek következtében az épületfizika tárgy oktatását is át kell strukturálni. Az új szabályozók a gyakorlatok számának csökkentésére szorítanak, ami a gyakorlati szakembereket nevelő főiskolán komoly problémát jelent. A megoldás valószínűleg az egyéni feladatok számának növelése. A probléma már "csak" az, hogy az eddig külön tárgyként szereplő épületdiagnosztikát is valószínűleg az épületfizika tárgyba kell integrálni.

#### **4. Összefoglalás**

A Pollack Mihály Műszaki Főiskolán az építész szakon is hagyományosan komoly súllyal szerepel az épületfizika. Törekvés az is, hogy az anyag és a módszerek korszerűek legyenek, számítógép alkalmazása például már közel egy évtizedre tekint vissza. A főiskolára adaptált jegyzet megismerése talán hasznos lehet más főiskolák számára is. Problémát jelentenek viszont az új szabályozók, amelyek a gyakorlati foglalkozások visszaszorítására orientálnak.

## A faépítészet egyes szerkezeti kérdései

**Balassa Bálint**

főiskolai docens

**Kozmáné Szirtesi Krisztina**

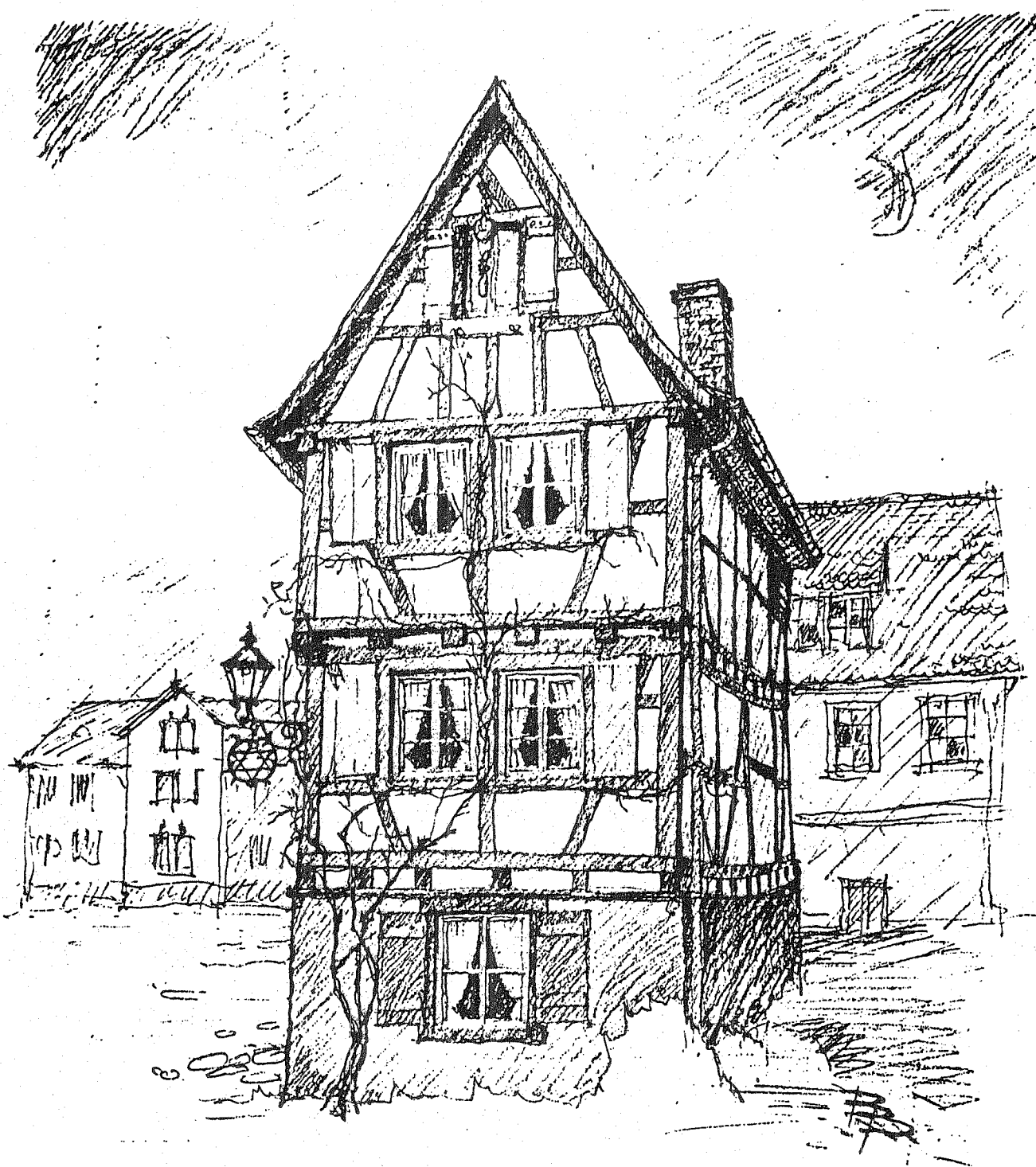
főiskolai tanársegéd

### 1. A hagyományos faépítészet jellegzetes típusai, terminológiája

A fa teherhordó szerkezettel készülő épületek sok évezred alatt kialakult típusai ugyanúgy abba a két alapvető szerkezeti változatba sorolhatók, mint bármely más épület, nevezetesen a vázas- és a tömőrfalas rendszerbe. Ezek alapján tehát favázás és fafalas épületekről beszélhetünk attól függően, hogy az épület terheit függőleges vázoszlopok, vagy vízszintesen egymásra helyezett gerendákból álló fa falak hordják.

Sajnos a hazai néprajzi, népi építészeti terminológia nem eléggé "szerkezeti szemléletű", ezért félreértésre adhat okot. A sajnálatos módon igen kisszámú hazai faépítészeti emlékanyagot ugyan a néprajzosok is két fő csoportba sorolják, nevezetesen a sövényfalas-karóvázas, illetve a boronafalas épületekre, ami a favázás-fafalás csoportosítást sugallja. A sövényfal ("fonyásfal", vesszőfal, paticsfal) azonban csupán kitöltő eleme a váznak, ami a folyógerendát (koszorúgerendát) alátámasztó oszlop, nem pedig a karó, hiszen az is csak a vesszőfonadék része. A boronafalas elnevezés pedig nem teszi világossá, hogy a valóban fa teherhordó falas keresztborona és csapolt borona falak mellett a zsilipelt borona fal vázas szerkezet, hiszen itt a vájatokkal kiképzett függőleges oszlopok a teherhordó elemek, közöttük a fa fal csak kitöltő szerepet játszik.

Nem sokkal jobb a helyzet a legjelentősebb európai faépítészeti terület a több mint másfél millió épületet magábafoglaló német faépítészet területén sem a terminológiát illetően. Világosan megkülönböztetik ugyan a bárdolt rönkökből vagy fűrészelt gerendákból készült tömör fa falas építkezést (Blockbauweise), azonban az általánosan elterjedt favázás, "rekeszvázas" (Fachwerk) épületek nevét a fa épületekre gyűjtőfogalomként is használják. Tovább bonyolítja a dolgot, hogy jelentős területeken található egy különös szerkezetű épülettípus, melynek földszintjén található egy fafalas helyiség (Blockstube), az emelet viszont fachwerk szerkezetű, mely azonban nem terheli az alatta lévő fafalat, hanem oszlopokon áll. Ennek a háztípusnak a kutatók az "Umgebindehaus" elnevezést adták.



1. ábra Hangulatos német fachwerk ház

## 2. Az alkalmazott faanyag jellemzői, szerkezeti következményei

Az előzőekben vázolt típusok szerkezeti megoldásait jórészt az alkalmazott faanyag sok évszázados használata során megismert jellemzői határozták meg, ezért célszerű röviden áttekinteni ezeket.

A fának építőanyagként történő alkalmazását kedvező tulajdonságai motiválták. Ezek

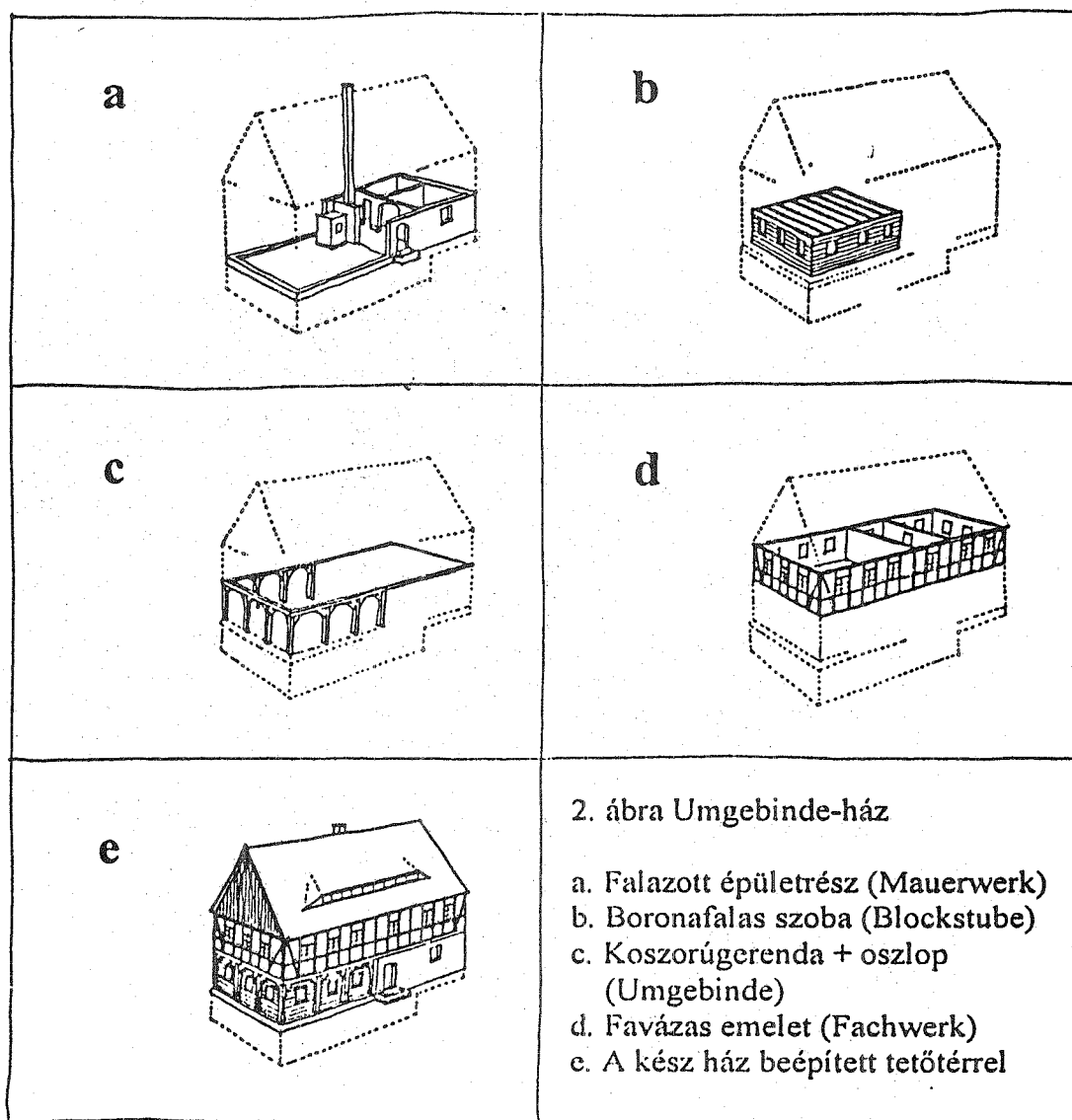
- a könnyű megmunkálhatóság
- belőle készült szerkezet kis önsúlya
- a viszonylag kiegyenlített nyomó-, húzó-, hajlítoszilárdság.

Ez utóbbi azonban fafajtánként jelentős eltéréseket mutathat. Általában a húzó- (szakító-) szilárdság a legnagyobb a rostok irányában (kivéve néhány kemény fát, mint az akác, gyertyán vagy a tölgy, ahol a hajlítoszilárdság a nagyobb), ehhez képest a nyomószilárdság a fenyőféléknél ennek kb 55 %-a, a hajlítoszilárdság pedig kb. 85 %-a. Ugyancsak kedvező, hogy a fa hőtágulási együtthatója olyan csekély, hogy hő okozta alakváltozással nem kell számolni.

Különös figyelmet kell azonban szentelni a fa zsugorodásából és duzzadásából (dagadásából) eredő mozgásoknak. Ezek a fát csaknem 100 %-osan felépítő szerves vegyületeknek, s a rostos-üreges felépítésnek, sejtes szerkezetnek a következményei. A frissen kivágott fa ugyanis kb. 40-50 % nedvességet tartalmaz, ami természetes módon 10-20 %-ra szárad ki. Az így kiszáradt - légszáraz - fa jól megfelel építőfának. A kiszáradási folyamat során a fa hosszirányban (rostirányban) csak kb. 0,1 %-ban zsugorodik, azonban szálakra merőlegesen (sugárirányban) 3-6 %, húrirányban pedig 6-12 % zsugorodás is lehetséges. Tehát a zsugorodási folyamatot nem szabad lebecsülni, hiszen ez egy 30 cm átmérőjű sarokoszlopnál 2,5 cm körüli értéket jelent, s egy 2,40 m magas boronafálnál 10-12 cm-t is elérhet!

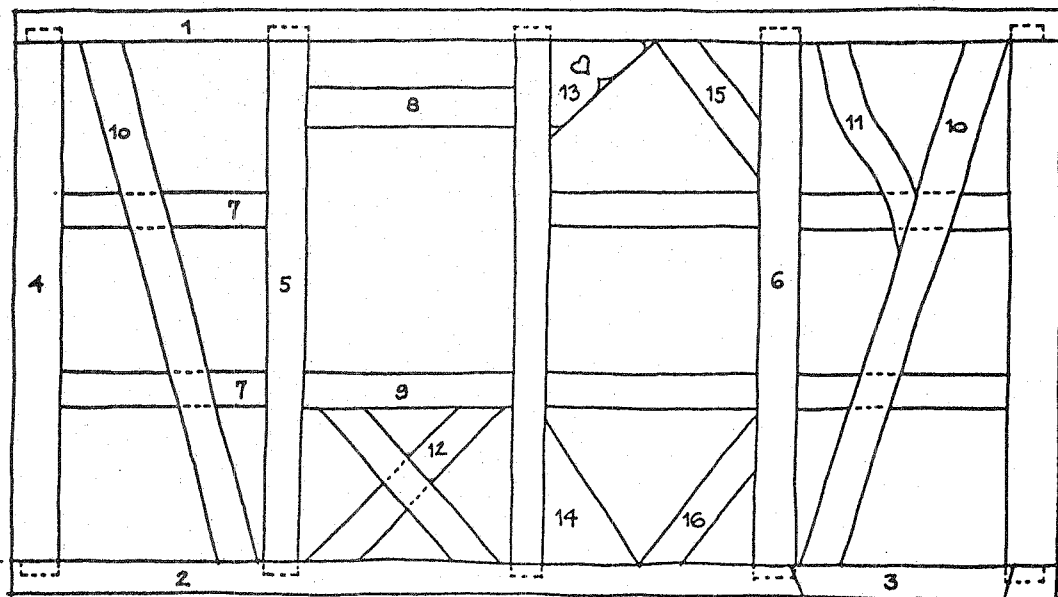
Nagy szerepet játszik tehát az időfaktor ismerete, vagyis hogy ez a zsugorodási folyamat mennyi idő alatt játszódik le. Míg a luc- és jegenyefenyő szerencsés esetben egy időjárási periódus (tehát egy év) alatt légszárazzá válik, addig a vastagabb tölgy-törzsek évente kívülről befelé mindössze 1 cm-t száradnak. Az említett 30 cm-es sarokoszlopnak tehát 15 évre van szüksége a kiszáradáshoz, s bár a zsugorodás az első években a nagyobb, ezt kivárni nemigen állt módjában az építőknek. Mivel már a korábbi évszázadokban is előfordult, hogy nem sokkal a kivágás után építették be a fát, ácsolták meg a szerkezeteket, sokat küzdöttek a zsugorodás problémájával. Ezt a favázás épületeknél (fenyőfa alkalmazása esetén) úgy oldották meg, hogy a fachwerk-szerkezet felállítása és a tető

lefedése után egy ideig állni hagyták, s csak a száradást követően kezdték meg a váz kitöltését. A boronafalás építési mód (Blockbauweise) jellemzően földszintes épületeinél a nagy faanyagszükséglet mellett ez az egyik döntő ok, hogy nem építettek felsőbb szinteket, hiszen az összegződő zsugorodás jelentős méretváltozást, az épület torzulását eredményezte volna. A másik ok, hogy - a korábban nem említett - rostokra merőleges nyomószilárdság csekély volta miatt a felső szintekből átadódó terhek további (összenyomódásból származó) méretcsökkenést eredményeznének. Mindezek a tapasztalatok vezettek oda, hogy a "Blockstube" kialakításakor igyekeztek a teherhordást és a térelválasztást egymástól szétválasztani. Felállították tehát a boronafal előtt az oszlopvázat, az "umgebindét", amely a felső szintet és a tetőt hordja.



### 3. A német faépítészet jellegzetes típusai

A német faépítészet uralkodó típusa a favázás (Fachwerk) szerkező épület. A fachwerk olyan favázás épületszerkezet, mely szintenként önálló, önmagában merev, talpgerenda (Schwelle) és koszorúgerenda (Rähmbalken) közé csapolt álló oszlopok (Ständer) szerkezeti egységeiből épül fel, ahol az oszlopok közötti mezőkben különféle ferde helyzetű merevítők és vízszintes osztások találhatóak. A ferde merevítő lehet több mezőn (többnyire talptól a koszorúig) átmenő (Strebe), esetleg ellentámasszal (Gegenstrebe) kitámasztott; vagy csak egy mezőben elhelyezkedő andráskereszt (Andreaskreuz), tömör és általában díszített sarokmerevítő (Fußwinkelholz, Kopfwinkelholz), illetve egyszerű átkötés (Fußband, Kopfband). A vízszintes osztásokat (Riegel, Fachriegel) az oszlopokba csapolják s ezekkel osztják rekeszekre ("fachokra") az oszlopok közötti mezőket. A ferde támaszok és a vízszintes osztások találkozásánál lapolást alkalmaznak. Az oszlopok kiosztásánál ügyelnek arra, hogy az ajtók és az ablakok mindkét oldalára oszlop essen (Türständer, Fensterständer), az ablak fölött pedig szemöldökfa (Sturzriegel), alatta mellvédfa (Brüstungsriegel) található.



3. ábra A fachwerk épületek vázának elemei

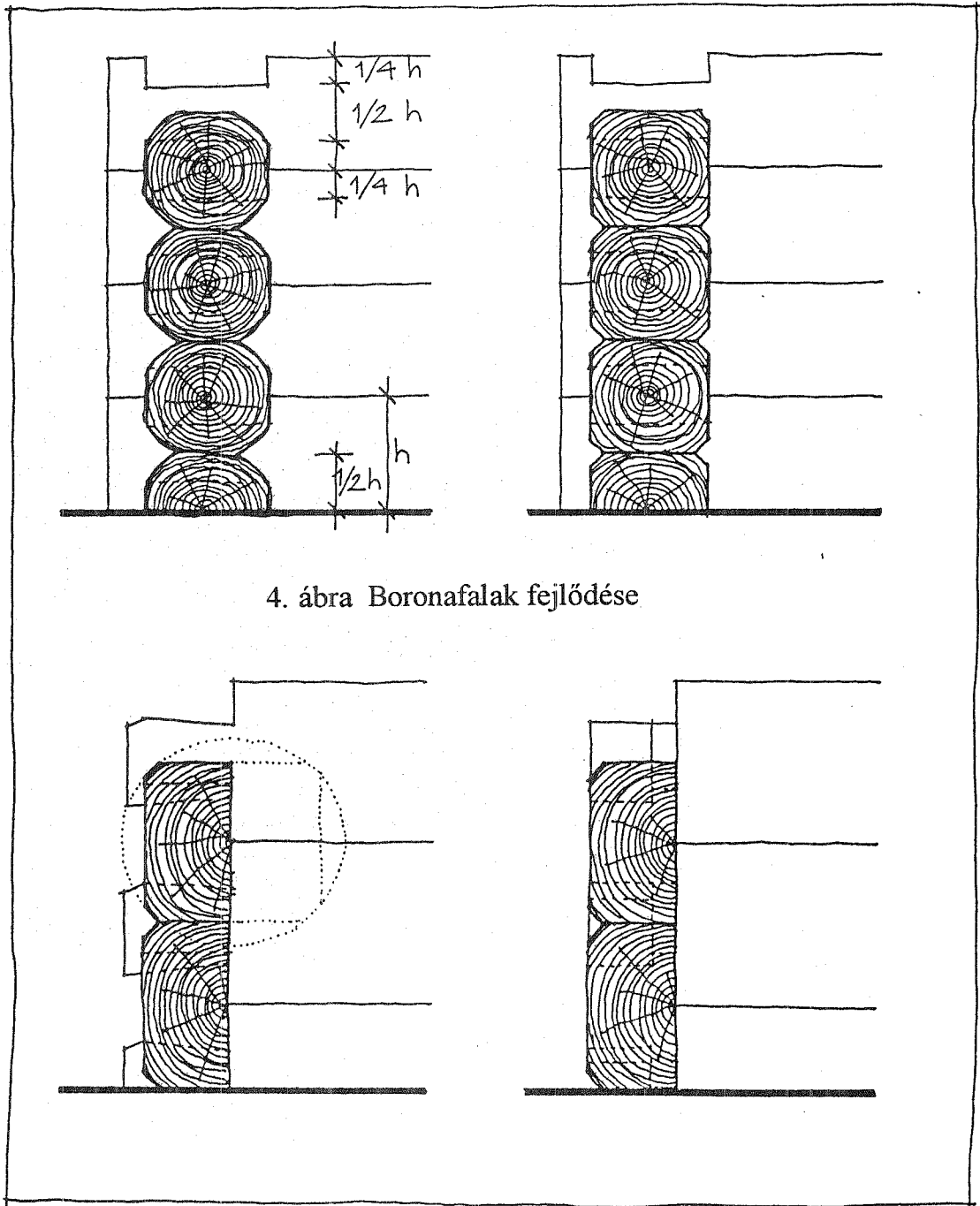
- |                   |                                 |
|-------------------|---------------------------------|
| 1. Koszorúgerenda | 8. Szemöldökfa                  |
| 2. Talpgerenda    | 9. Mellvédfa                    |
| 3. Talprekeszfa   | 10. Ferdetámasz                 |
| 4. Sarokoszlop    | 11. Ellentámasz                 |
| 5. Ablakoszlop    | 12. Andráskereszt               |
| 6. Faloszlop      | 13-14. Sarokmerevítő (fej, láb) |
| 7. Rekesztőfa     | 15-16. Átkötés (fej, láb)       |

A fachwerk épületek szintenként önálló szerkezete még egy sajátos formai és szerkezeti megoldást is magában rejt. Ez pedig az egyes szintek lefedésére szolgáló födémgerendák végeinek rövid konzolként való kinyújtása a homlokzaton, ami rendkívül mutatós (többnyire faragással is díszített) homlokzati elem, s egyúttal lehetővé teszi, hogy a következő szintet valamivel kijebb építsék, vele a homlokzatot síkban is tagolják. E megoldás további előnye a felső szint valamivel nagyobb területe mellett az a statikai "nyereség", ami a konzolvégek terheléséből adódó negatív nyomatéknak a gerenda lehajlására (a pozitív nyomaték csökkentésével) gyakorolt jótékony hatása.

Az eddig ismertetett faváz tölt be minden statikai funkciót, azonban a külső térelhatárolás a rekeszek kitöltésével jön létre. Ez ismét további variációkat jelent a felhasznált anyagok különbözősége, illetve felületének kialakítása miatt. A leggyakrabban alkalmazott kitöltés (Ausstakung) a Magyarországon használt paticsfallyal megegyezően úgy készül, hogy a rekeszekbe befestített karókat vesszőfonattal látják el, majd két oldalról szalmatőrekes agyaggal (Lehmputz) tapasztják be, s a teljes száradás után mindkét oldalán meszelik, illetve festik. A festést a mezők szélén gyakran színes sávokkal, szalagokkal látják el, melyek közvetlenül a fa peremét kísérik (Begleiter), vagy karcolásszerű, keskeny, a fától néhány centiméterre húzott csikkal (Ritzer) díszítik. Használják azonban kitöltésül vályogtéglát, melyet az előzőhöz hasonlóan agyaghabarccsal és festéssel látnak el, de - különösen az északi vidéken - égetett agyagtéglát is. Ez utóbbi vakolt és festett, vakolatlan de festett és nyerstégla kivitelben egyaránt előfordul. Az épületek megjelenését a rendkívül hangsúlyos 45 fokos vagy annál is meredekebb tető is jellegzetessé teszi, az általában utcára néző oromfalak sorától pedig az utcakép válik igen mozgalmassá. Ráadásul ez az oromfal is a favázás homlokzat folytatása, hiszen az épület szélességétől függően akár két-három beépített szint is található a tetőtérben. Amennyiben az eresz kerül az utca felé, akkor pedig a meredek tetősíkot a különféle ablakkialakítások teszik változatossá. Igen kedvelt a kis nyereg vagy félnyereg tetővel fedett álló ablak (Gaube), vagy a tetősíkba jobban simuló ökörszem ablak (Ochsenaugen), esetleg sorolással képzett, csukára hasonlító változata (Hecht).

A favázás épületeket a talajnedvesség és a csapóeső elleni védelem érdekében a terepszint felett 30-50 cm magasságig nyúló kő alapokra építették, vagy ritkábban falazott pincére állították. A helyi adottságok is befolyásolhatták az alapozás megoldását, így például Qedlinburgban, ahol Európa legnagyobb fachwerk együttese található, az óváros egy lapályra épült, ezért a házakat egy kb. 1,00 m magas lábazatra helyezték. Ahol gondosan jártak el, ott az alap felső síkját enyhén kifelé lejtették, hogy a víz a talpgerenda alá ne tudjon befolyjni.

A német faépítészet másik alaptípusa a tömör fa falakkal (bárdolt vagy fűrészelt rönkökből egymásra épített szerkezettel) való építkezés (Blockbauweise). Ez a - nálunk boronafalnak nevezett - építési mód szintén igen ősi, elterjedési területe pedig Felső-Lausitztól a Vogézeken és a keleti frank vidékeken, illetve Thüningián át a sváb területekig megtalálható. Ma már önálló épületként igen ritkán fordul elő. Ez ad különös jelentőséget az umgebinde-házban való továbbélésének, ebbe a különös szerkezeti együttesbe való integrálódásának.



4. ábra Boronafalak fejlődése

A boronafalas épületek fejlődési fázisai jól leolvashatók két lényeges szerkezeti ismérv változásaiból. Ezek

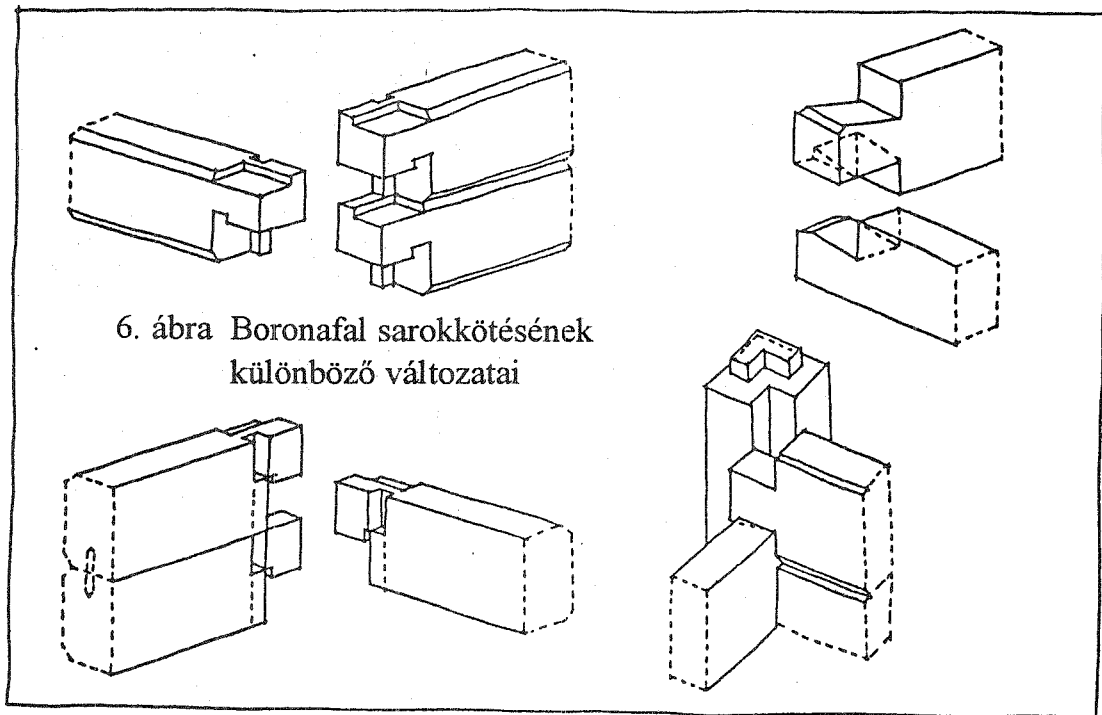
- a fatörzsek hosszirányú megmunkálása, és
- a sarkoknál alkalmazott fakötések.

A legősibb változat, amikor a kör keresztmetszetű rönköket csak egymásra helyezik, s a sarkokon a túlnyújtott végeiket alul-felül egymásba róják (mint a nálunk is ismert keresztboronás falnál). A következő megoldásnál a sarkok fakötése még változatlan, de az egymásra kerülő rönkök alján egy (az alatta lévő gömbfához illeszkedő) hosszanti homorú vájatot készítettek, ami ugyan csak fáradságos kézi bárdolással volt lehetséges, de vízmentes kapcsolatot, jó hézagzárást eredményezett (a bárdolatlan rönkök hézagainál még agyagos sárral, moha tömítéssel kellett a hézagot ellátni). Ennél egyszerűbb megoldás volt, amikor a fa két oldalát bárdolással sík felületűvé tették és úgy építették egymásra. A fejlődés következő fázisában a farönkökből a négy oldal fűrészeléssel történő leszélezésével olyan gerendákat készítettek, melyeknek sarkainál még megjelenik mintegy lesarkításként a szíjács réteg külső íve, s ekkor kezd a túlnyújtás megrövidülni, vagy fecskefarkas csapolás alkalmazása esetén eltűnni (csapos borona). Nagyobb átmérőjű fák esetén lehetővé vált e gerendák hosszanti kettéfűrészélése, ezzel a belső felület teljesen síkká vált, a sarkok fakötéseinél pedig egyre bonyolultabb megoldások fejlődtek ki, az elmozdulásmentes összeépítésen túl, mintegy az ácsmesterek szakmai tudásának fitogtatásaként. Fontos szerkezeti megoldása a boronafalaknak az egymás feletti elemeket 50-60 cm-ként összekötő keményfa csap, ami különösen az ablakkal megszakított gerendáknál jelentős a fal merevsége szempontjából. Ugyancsak a falak merevítését szolgálhatja, ha a belső falak fecskefarkas horonyba épülnek be. Megjegyzendő még, hogy a fa falak készülhetnek szabályos négyszögű fűrészelt gerendából, vagy - ha a rönköt hosszában többszörösen elvágják - pallóból is. Ekkor azonban már nem gerendaházról, hanem pallófalról illetve házról beszélünk.

Az "igazi" fachwerk épületre tehát az jellemző, hogy minden szintje - beleértve a földszintet is - faszervezettel épül. Ha ezt tekintjük alaptípusnak, akkor még legalább két jellemző változatot is megkülönböztethetünk. Nagyon sok helyen megtalálható, de egyes vidékeken szinte kizárólagosan jellemző, hogy az épület földszintje kőből (esetleg téglából) épült, s csak a felette lévő szint vagy szintek készültek fachwerk szerkezettel. Ez a megoldás a városokban, ahol a falusi egy-két szint (+tetőszint) helyett sokemeletes lakóházak, jelentős méretű középületek épültek, szintén gyakori. (Ilyen például a fuldai városháza, ahol a földszint faragott kő gótikus árkádsorán nyugszik a tornyokkal, zárt erkélyekkel is tagolt favázis épület.) A vidéki épületegyütteseknél viszont az általában falazott istálló felett jelenik meg a raktározásra, terménytárolásra szolgáló fachwerk emelet és tetőtér. Keletkezésénél nem lehet kizárni, hogy kezdetben, "emeletrépitésként" alkalmazták ezt a

1	2	3	4	5
Vágási oszt.	Egész fa	Fél fa	Negyed fa	Minőségi osztály
<b>S</b> élessarkú				<b>I.</b>
<b>A</b> sarkított				
<b>B</b> hiányzó sarkú				<b>II.</b>
<b>C</b> fűrészszel egyengetett				<b>III.</b>

5. ábra Vágási és minőségi osztályok a DIN szabvány szerint



6. ábra Boronafal sarokkötésének különböző változatai

megoldást, később azonban általánosan elterjedt. A másik változat még bonyolultabb együttese a különféle építési módoknak, szerkezeti megoldásoknak. Ez a kutatók által "Umgebände" névvel illetett épületípus annyiban tartozik a favázás épületek csoportjába, hogy - mint az előző csoportra is jellemző volt - az emelete fachwerk szerkezetű, azonban a földszintjének a hátsó (udvar felőli) vége kőből vagy téglából falazott, eredetileg istálló rendeltetésű épületrész (mely a tüzelő-berendezést és a kéményt is magába foglalja), az utcai rész viszont tömör fa falakkal kialakított boronafalas lakóhelyiség (Blockstube), mely azonban nem hordja a felette levő épület terheit, így az közvetlenül a homlokzat elé állított oszlopokon nyugszik. Ez a körülépítés, "körülkötés" (Umgebände) adja meg a különleges hangulatát ezeknek a házaknak.

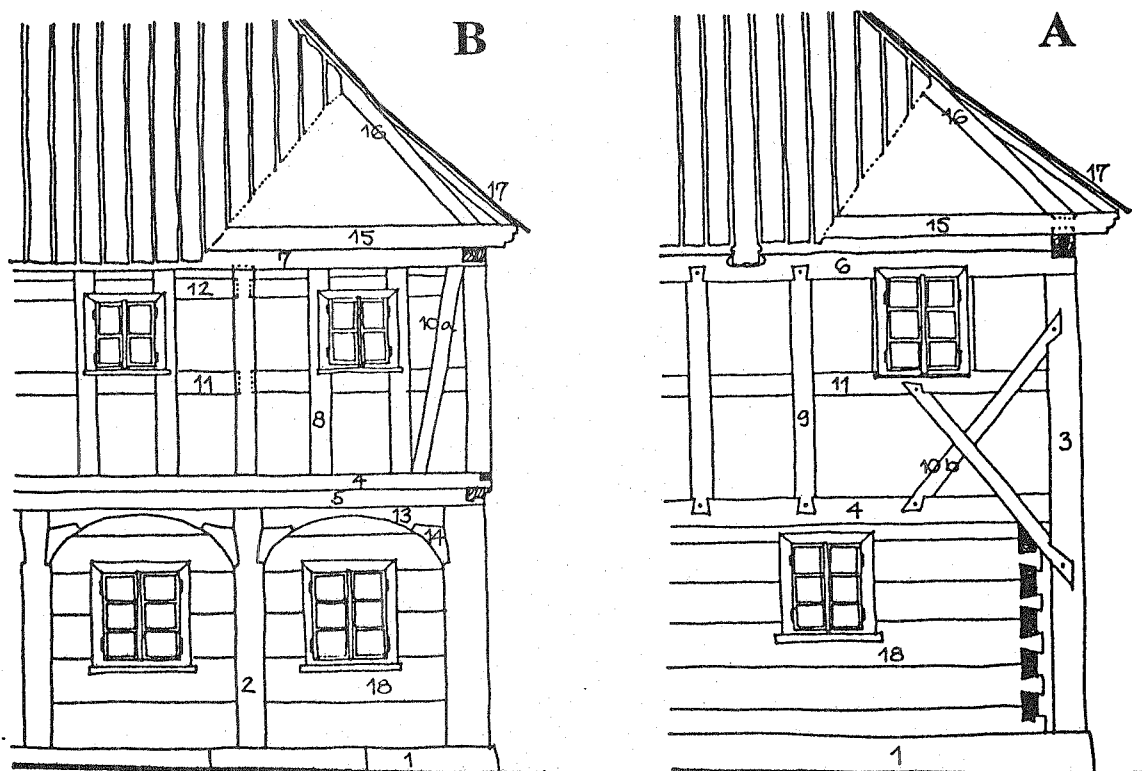
Ha elfogadjuk azt a feltételezést, hogy az umgebände-ház kezdetben a földszintes boronafalas ház és a falazott istálló "emeletréépítése"-ként jött létre, akkor nyilvánvaló, hogy az ősi típus az az emeletes ház (Geschoßbau) melynél a boronafal elé az alaptól a tetőszerkezetig tartó oszlopokat helyeztek, amelyre úgy épül a felső szint, hogy nincsen látható illesztő "varrat" a földszint és az emelet között. Ezt nevezik hosszúállványos háznak (Langständerbau) vagy állványos háznak (Ständerbau).

Az oszlopok közé az emelet magasságában általában három vízszintes gerendát (Riegel) csapolnak, ezek közül az alsó talpfa (Schwellriegel) hordja a fal és részben a födémgerendák terheit, de mivel az ablakok alatti mellvédgerendával (Brüstungsriegel) minden oszlopnál egymást lapolással keresztező ferde támaszok (Kreuzstreben) kötik össze - melyek a talpfát mintegy felkötik, a mellvédgerendát pedig alátámasztják - csaknem úgy működnek, mint egy párhuzamos övű rácsostartó. Ezt biztosítja a keresztfák húzást és nyomást egyaránt átadni képes félfecskefarkas lapolással történő kötése, illetve az esetenként fecskefarkas lapolással rögzített függesztőoszlopok (Hängestiel) elhelyezése is.

Figyelemre méltó, hogy az egyszerű ács mesterek milyen statikai érzékről tettek tanúbizonyságot e szerkezet megkonstruálásánál. Ez a változata az umgebände-háznak egyes vidékeken a 19. századig egyeduralkodó volt, jóllehet más vidékeken már korábban megjelent a másik jellegzetes szerkezeti megoldása is.

Az újabb típus egy olyan emeletes ház (Stockwerksbau) melynél a boronafal elé csak egy-szint magas oszlopokat (Säule) állítanak, melyek egy körbefutó keretgerendát, koszorúgerendát (Umgebänderahm) hordanak, s erre az önálló tartóvázra ül fel az emelet, mint szintén önmagában merev fachwerk szerkezet.

Ezt a keretes- vagy koszorúháznak is nevezhető megoldást gyakran a művészi kialakított faragott oszlopok, s a kőépületek árkádjait utánozó, a keretgerendát erősítő íves feszítőfa (Spannriegel) és az ezt alátámasztó könyökfa (Knagge) használata jellemzi. Ez a kifinomult megoldás, mely a szerkezeti szükségszerűséget (merevség) és az esztétikus megjelenést ("árkádívek") ilyen tökéletesen ötvözi, s az umgebinde-ház csúcsának tekinthető, több átmeneti formán keresztül alakult ki, melyek a különböző vidékeken jól nyomonkövethetők.



7. ábra Az umgebinde-ház két változata

A. Állványos ház (Stenderbau)

B. Keretes (koszorús) ház (Rähmbau)

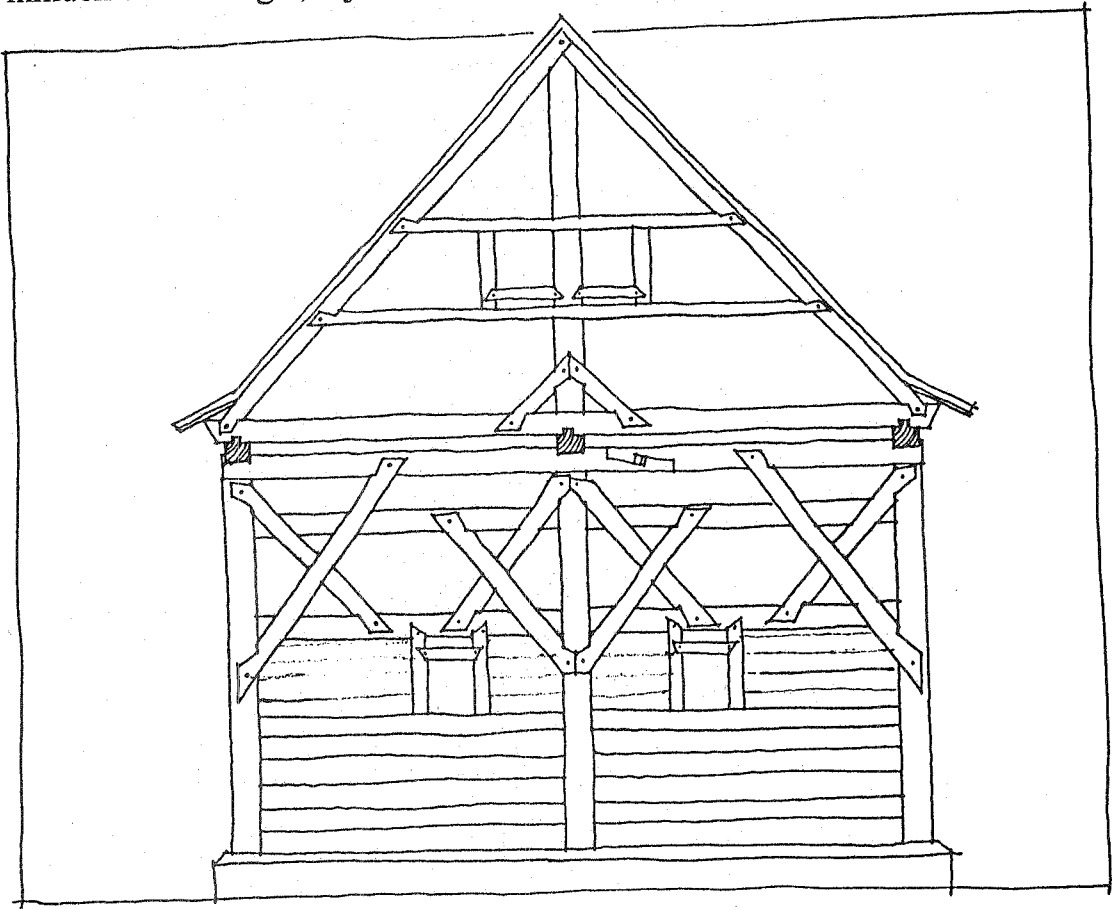
1. (Kő)lábazat
2. Oszlop
3. Hosszúállvány
4. Talpfa
5. Umgebinde koszorú
6. Emeleti rekesztőfa
7. Fachwerk koszorú
8. Oszlop (támasz)
9. Függesztőoszlop

10. a. Ferde támasz b. keresztduc
11. Mellvédfa
12. Szemöldökfa
13. Feszítőfa
14. Könyökfa
15. Tetőgerenda
16. Szarufa
17. Vízcsendesítő
18. Boronafal

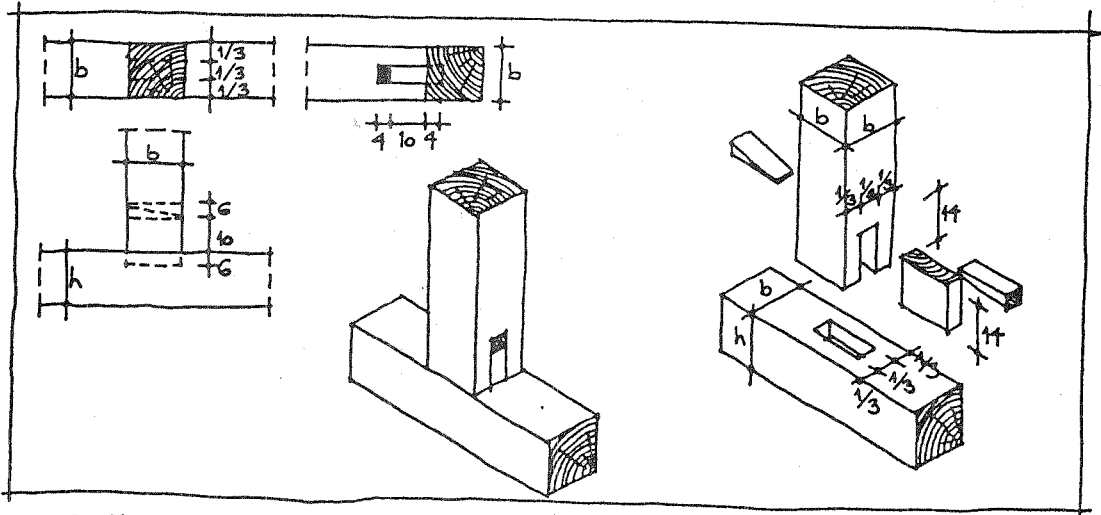
#### 4. Szerkezeti sajátosságok a faépítészetben

A boronafalas építési mód fejlődésénél már láttuk, hogy a sarkok összeépítése hogyan vált az évszázadok során egyre bonyolultabbá, "mívesebbé", de legalább ilyen érdekes azoknak a fakötéseknek, kapcsolatoknak a tanulmányozása, melyek e bonyolult ácsszerkezetek egyéb kötéseinél alakultak ki. Itt természetesen nem a szokványos (Magyarországon is ismert és használt) rovások, lapolások, csapozások, beeresztések az érdekesek, hanem például a már álló faloszlopok (Wandständer) közé utólag behelyezendő vízszintes rekeszgerendák (Fachriegel) csapolásának különféle megoldásai, az oszlopok hosszoldásai, vagy a gerendáknak a nálunk megszokottól eltérő toldásai. Ez utóbbit Magyarországon általában oszlop felett tompa ütközéssel, vagy feles lapolással oldják meg, ezzel szemben a német faépítészetben találunk olyan megoldást is, amikor a támasznál túlnyújtott gerendát a nyomatéki nullpontban ferde fogas lapolással toldják.

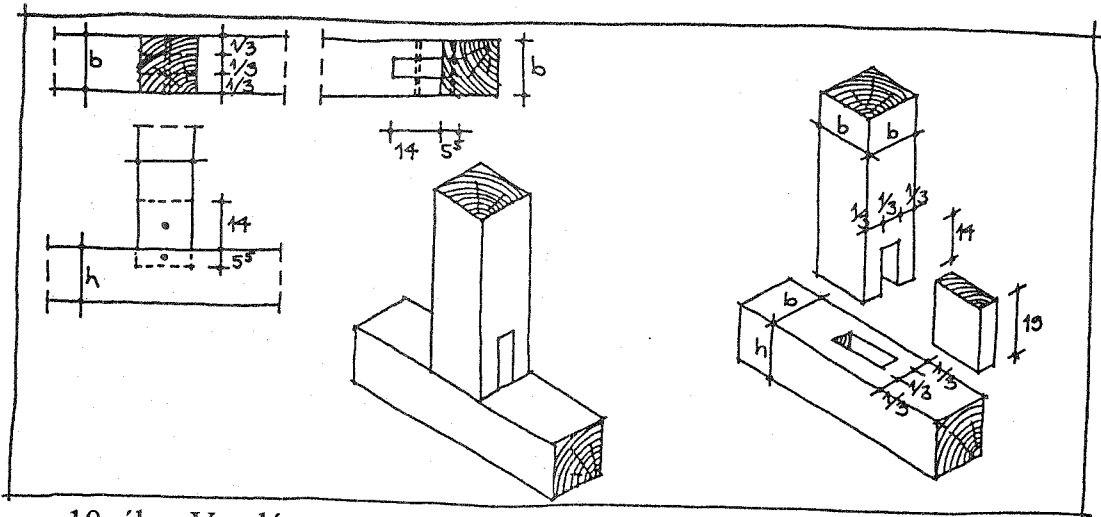
Ezeket a szerkezeti megoldásokat mutatjuk be a 8-12. ábrákon, melyek természetesen korántsem merítik ki a német faépítészet gazdag tárházának minden érdekességét, sajátos szerkezeti megoldásait.



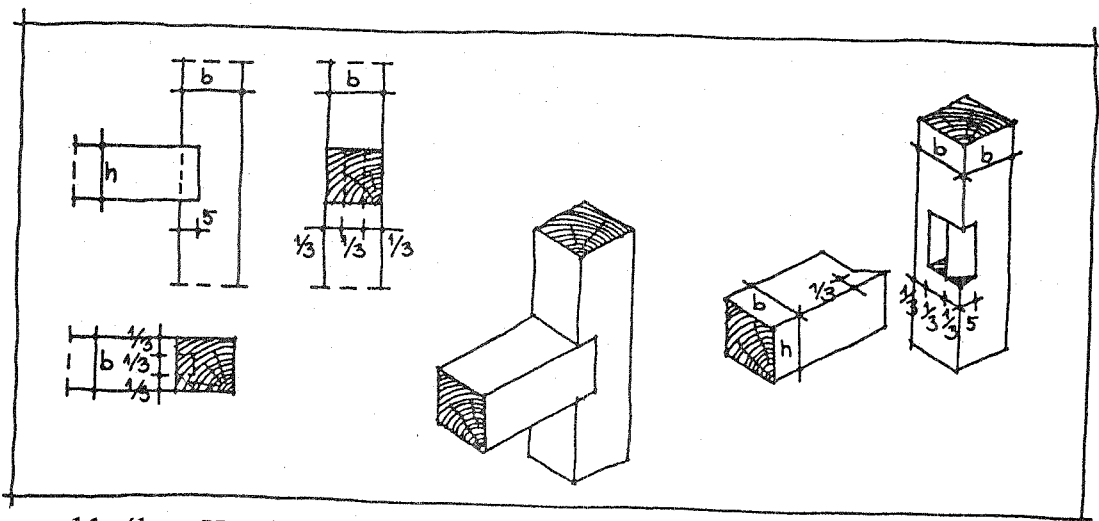
8. ábra Rácsostartószerű fachwerk szerkezet  
Gerendatoldás nyomatéki nullpontnál



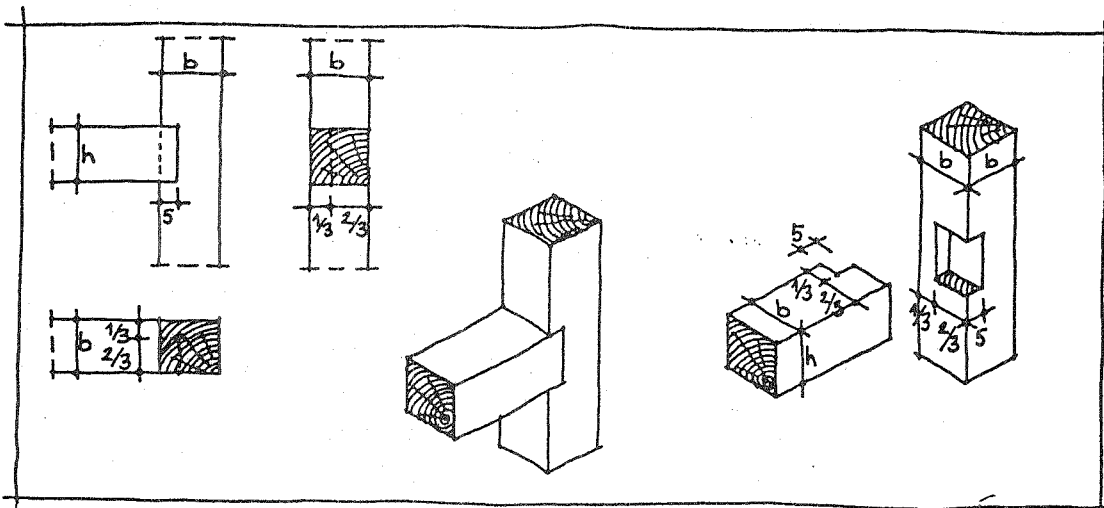
9. ábra Vendégcsap kiékeléssel



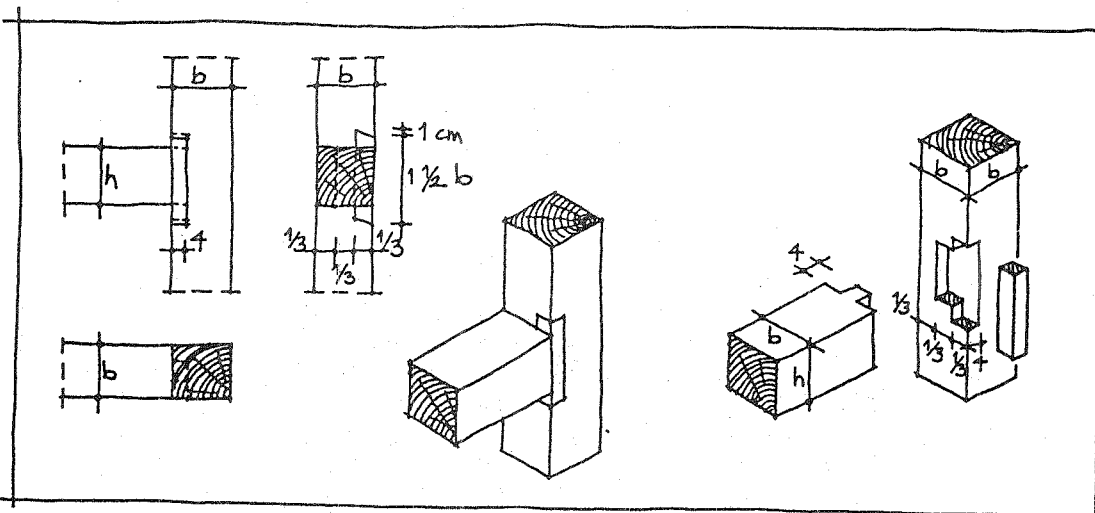
10. ábra Vendégcsap szegezve



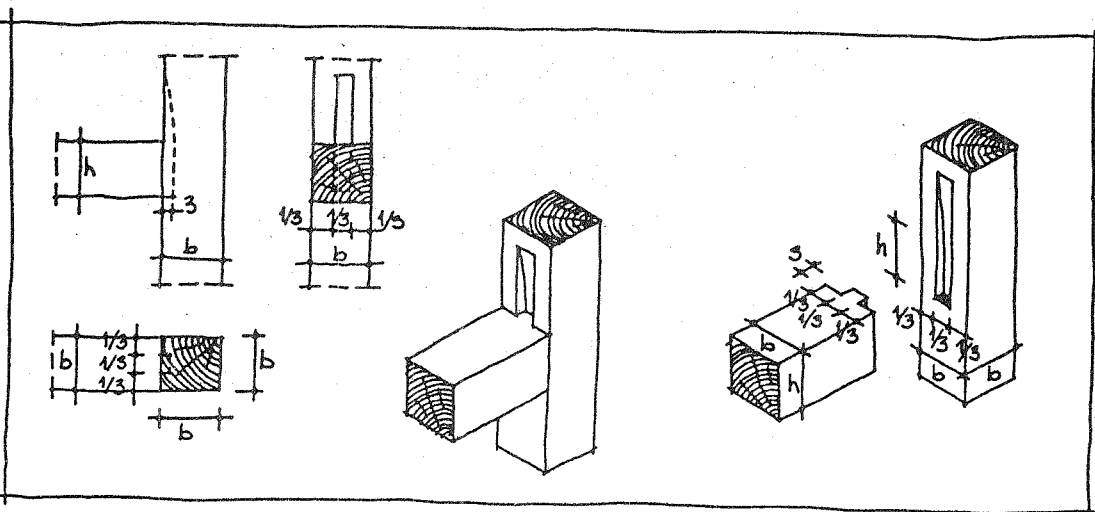
11. ábra Hamis csap (pótlásnál)



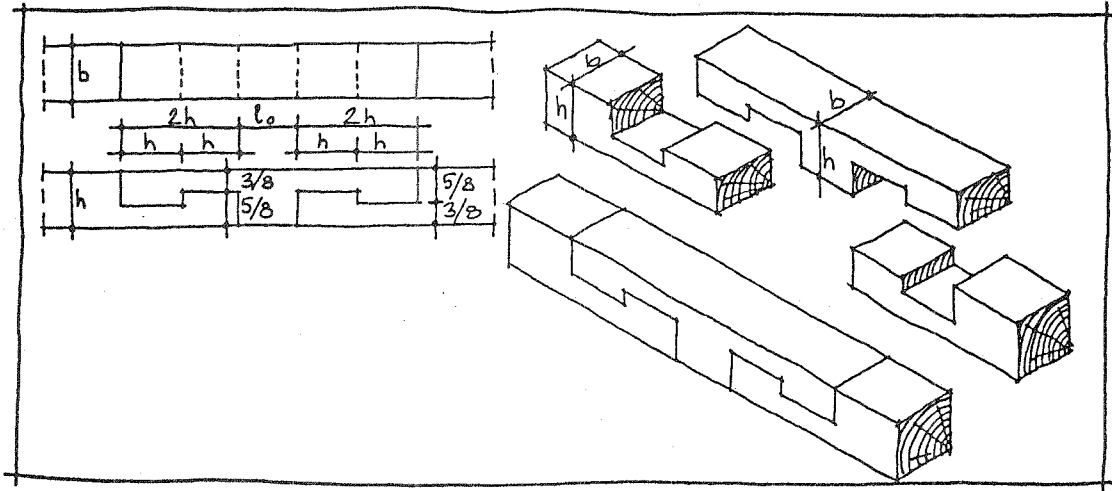
12. ábra Csapszerű beeresztés



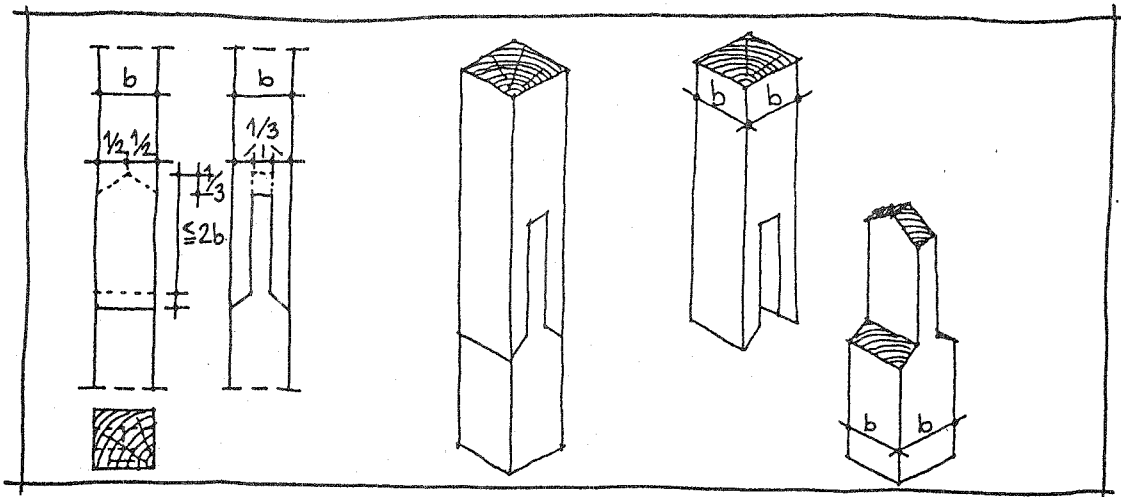
13. ábra Fapótlásos csapörögzítés



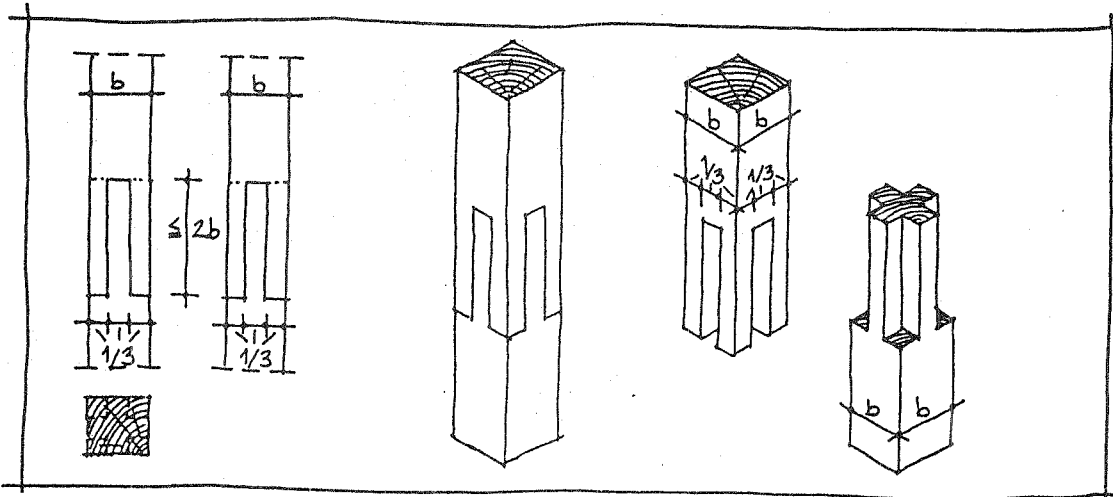
14. ábra Csúszó csap



15. ábra Fogas toldó lapolás



16. ábra Oszlop toldás I.



17. ábra Oszlop toldás II.

A hazai faépítészet lassan skanzenekbe vándorló emlékei mellett tehát célszerű tanulmányozni a közelebbi (Erdély, Kárpátalja, Felvidék) és távolabbi (Lengyelország, Oroszország és főleg Németország) faszervezetű épületeit, hogy a hajdani ácsmesterek sok évszázados tapasztalaton alapuló tudását, saját ismereteinkbe integrálhassuk, továbbélését biztosítsuk.

### Irodalomjegyzék

- 1./ Barabás J. - Gilyén N.: Vezérfonal népi építészetünk kutatásához. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1979.
- 2./ Gerner, Manfred: Fachwerksünden. Deutsches Nationalkomitee für Denkmalschutz, Bonn 1989.
- 3./ Gerner, M. - Hehl, Adrian: Umgebundesünden. ZHD, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück 1994.
- 4./ Bernert, Karl: Umgebinderhäuser, Berlin 1988.
- 5./ Wieland, Dieter: Bauen und Bewahren auf dem Lande. Deutsches Nationalkomitee für Denkmalschutz, Bonn 1989.

A rajzok a 2. és a 3. számú könyv, valamint a ZHD Fulda egyéb kiadványainak ábrái alapján készültek.

## A lakások penészesedésének vizsgálata nedvességterhelésük és elégtelen légcseréjük függvényében

**Dr. Sárvári Géza**  
főiskolai docens

Napjainkban az újságok, hírközlő szervek egyre gyakrabban foglalkoznak a lakások penészesedésének kérdéseivel, amelyek sok gondot okoznak a lakás használójának, a kivitelező és tervező szervezeteknek és a bíróságoknak egyaránt.

Több éves szakértői tevékenységem során behatóan vizsgáltam a paneles lakóépületek penészesedését kiváltó okokat, és arra a megállapításra jutottam, hogy az egyik jelentős hibaok a lakások szellőzésének, illetve légcseréjének elégtelensége folytán beálló belső relatív nedvességtartalom növekedés.

Az energiatakarékosági intézkedések miatt az utóbbi években a törekvések arra irányulnak, hogy a lakások természetes szellőzése minél kisebb legyen, mert a beáramló hideg levegő felfűtése többlet energiát igényel. "A lakások fűtési hőfogyasztása és szabályozott légcseréje" a címe dr. Galambos Sándor, az ÉTI tudományos főmunkatársa cikkének, amely az ÉPÍTÉSMINŐSÉG című folyóirat '83. 2-3 számában jelent meg. A cikkben kifejtett témakört kívánjuk kiterjeszteni a lakások relatív nedvességtartalmának növekedés-vizsgálatára az elégtelen szellőzések miatt.

Vizsgálataink fő szempontjai a következők:

1. milyen hatással van az egy főre jutó lakásköbméter csökkenés a relatív nedvességtartalom növekedésére,
2. milyen hatással vannak a megváltozott életkörülmények a relatív nedvességtartalom növekedésére,
3. milyen hatással vannak a megváltozott építési technológiák a relatív nedvességtartalmak növekedésére.

ad. 1. Dr. Galambos Sándor cikkében kifejti, hogy régebben egy átlagosan 4 személyes családnak  $120 \text{ m}^2$  alapterületű és kb.  $360 \text{ m}^3$  térfogatú lakást terveztek, tehát  $90 \text{ m}^3/\text{fő}$   $140 \text{ m}^3$  térfogatú házigyári lakásokban  $35 \text{ m}^3/\text{fő}$  légtér áll rendelkezésre. Ha figyelembe vesszük még a lakások kialakításának és használatának módját is, általában egy kb.  $13 \text{ m}^2$  alapterületű,  $35 \text{ m}^3$  térfogú szoba áll 2 személy rendelkezésére, ami  $17,5 \text{ m}^3/\text{fő}$  légtérfogatnak felel meg.

Mivel a lakások kialakítása olyan, hogy többségében nem összenyitható szobákkal épül, így igen ritka, hogy különösen az éjszakai órákban e kis szobák ajtaját nyitva tartanak a 4°C-al kisebb hőmérsékletre tervezett előszobára. Megvizsgáltuk, hogy milyen az említett kis szoba légállapotváltozása két fő huzamosabb benttartózkodása esetén.

Az emberi test hő- és nedvességleadása normál öltözetet, könnyű munkát végző embert véve alapul, 30 %-tól 70 %-ig terjedő relatív nedvességet tartalmazó környezetben, 20°C léghőmérsékletnél:

$$\begin{array}{ll} \text{a nedvességleadás:} & 11,1 \cdot 10^{-3} \text{ g/s} \\ \text{a hőleadás:} & 27,2 \text{ W} \end{array}$$

A légállapotváltozást i-x diagramban szemléltethetjük legjobban, amelynek iránytangense

$$\frac{Q}{W} = \frac{27,2}{11,1 \cdot 10^{-3}} = 2450,40$$

Az i-x diagramból megállapíthatjuk, hogy a levegő,  $t_i = 20^\circ\text{C}$  indulási hőmérséklet esetén 13,7 g/kg nedvességtartalomnál válik telítetté! Vizsgáljuk meg, hogy 2 ember benttartózkodásával hány óra alatt válik telítetté a 35 m<sup>3</sup>-es, kb. 42 kg levegőjű kis szoba.

Válasszuk a benttartózkodás kezdetén uralkodó relatív nedvességtartalmat 45 %-nak. A nedvességtartalom ebben az esetben a helyiség 1 kg levegőjére vetítve  $x = 6,165$  g/kg.

A két személy óránkénti nedvességleadása:  $G = 79,92$  g/h, ami

$$\frac{79,92}{42} = 1,9 \text{ g/kg nedvesség-mennyiséget jelent 1 kg szobalevegőben, ez azt}$$

eredményezi, hogy a nedvességfejlődés  $\frac{13,7 - 6,165}{1,9} = 3,96$  óra alatt teszi

telítetté a levegőt.

A tervezési előírások maximálisan  $\phi_i = 65$  % relatívnedvességet határoznak meg a lakószobákban. Hogy 65 %-nál vagyis  $x=8,9$  g/kg-nál ne emelkedjen magasabbra a relatív nedvességtartalom, az abszolút nedvességtartalom növekedés  $\Delta x = 8,9 - 6,165 = 2,735$  g/kg lehet.

Ezt a légállapotot  $\frac{2,735}{1,9} = 1,439 \sim 1,5$  óra alatt éri el a helyiség.

A szükséges friss levegő mennyiség a fenti megfontolások szerint egy óra alatt  $V = \frac{W}{X} = \frac{79,92}{2,735} = 29,22$  kg, így a szükséges légcsereszám óránként  $n = \frac{29,22}{42} = 0,696$ .

Ha figyelembe vesszük, hogy az indulási relatív nedvességet 45 %-nak vettük fel, amely a gyakorlatban inkább magasabb, megállapíthatjuk, hogy a szoba óránkénti egyszeres légcseréje elengedhetetlen.

ad.2./ A lakások és az életkörülmények komfortosításával sokkal több nedvesség jut a lakásokba, mint régebben, ugyanakkor kevesebb az olyan lakásberendezési tárgyunk, mely a megnövekedett nedveségtartalmak kiegyenlítésére szolgálhatna.

Az automata mosógépek és centrifugák arra készítetik a lakókat, hogy a viszonylag kevés nedvességet tartalmazó ruhákat a lakáson belül szárítsák. Miután lassan leszoktak az épületekhez tervezett mosókonyhák és szárítóhelyiségek használatáról, a beruházók költségcsökkentés céljából le is mondtak annak betervezéséről. A száraznak hitt ruha pedig még igen sok nedvességet tartalmaz.

Kiszámíthatjuk, hogy  $t_i = 20^\circ\text{C}$  környezetben mennyi a párolgó vizes felületről a helyiségbe jutó nedvesség.  $1 \text{ m}^2$  felületről elpárolgó vízmennyiség:

$$m_v = A\beta(p_{v\text{fel}} - p_v) \text{ kg/s}$$

$$A = \text{a felület nagysága}$$

$$p_{v\text{fel}} = \text{a víz felületén uralkodó telítési nyomás (Pa)}$$

$$p_v = \text{a levegőben lévő vízgőz parciális nyomása (Pa)}$$

$$\beta = \text{párolgási tényező}$$

$$\beta = a + b \cdot v_{\text{kev}}$$

$$a = 4,581 \cdot 10^{-8} \text{ kg/m}^2\text{sPa}$$

$$b = 3,539 \cdot 10^{-8} \text{ kg/m}^2\text{sPa}$$

$$v_{\text{kev}} = 0,1 \text{ m/sec-nak felvéve}$$

$$\beta = 4,581 \cdot 10^{-8} + 3,539 \cdot 10^{-8} \cdot 0,1 = 4,535 \cdot 10^{-8}$$

A helyiség légállapotát vegyük föl  $t_i = 20^\circ$ ;  $\phi_i = 60 \%$ ;  $p_v = 1403 \text{ Pa}$  légállapot tényezőkkal.

$$m_v = 4,935 \cdot 10^{-8} (2338 - 1403) = 0,46 \cdot 10^{-4} \text{ kg/sm}^2 = 0,165 \text{ kg/hm}^2 = 165 \text{ g/hm}^2$$

Tételezzünk fel  $2 \text{ m}^2$  száradó ruhafelületet, ami óránként hozzávetőleg  $330 \text{ g}$  nedvességfejlődést jelent, mely a lakás levegőjének  $1$  kilogrammjára vetítve  $\frac{330}{168} = 1,98 \text{ g/kg}$  nedvességnövekedést idéz elő.

Ha a kisszoba nedvességnövekedését ezzel együtt vizsgáljuk, akkor a 45 % induló relatív nedvességtartalom helyett 60 % induló értékkel kell számolnunk, mivel az 1 kg szobalevegőre jutó nedvességtartalom  $6,165 + 1,98 = 8,145$  g/kg, vagyis a kisszoba levegője ilyen körülmények közt

$$\frac{13,7 - 8,145}{1,9} = 2,92 \text{ óra alatt telítetté válik, a korábban számított 3,96 óra}$$

helyett.

Az így kialakult belső páratartalom, a páradiffúzió törvényszerűségei szerint a külső falszerkezeteken át igyekszik a helyiségekből eltávozni.

Régebben a lakásokban lévő bútorok és textíliák természetes anyagokból készültek (fa, gyapjú, len, stb.), amelyek nedvességfelszívó képességük folytán alkalmasak voltak az időszakos belső páratúlerhelések felvételére. Ma a lakások bútorzata műgyanta kötésű faforgácslemez, műanyag fólia-bevonattal, a textíliák nagy része műszál, így nincs jelen a lakásokban olyan anyag, amely jelentős vízfelvételre lenne képes, tehát a keletkező pára teljes mennyiségében a külső térelhatároló szerkezeteket terheli. Befolyásolja a páráképződés mennyiségét az a tény is, hogy a lakások komfortosításával korlátlan mértékben áll rendelkezésre hideg- és melegvíz, amelyek elhasznált mennyiségét az átalánydíjjal történő fizetés sem korlátozza.

ad. 3./ A megváltozott építési technológiák nemcsak az építési módjukban térnek el a hagyományostól, hanem anyagukban is. A zömmel házigyári technológiával készülő lakások falai nagyszilárdságú betonból, polisztirolhab műanyag hőszigetelő réteggel, belső vakolat nélkül készülnek, energiatakarékossági megfontolásokból szinte légmentesen záró ablakokkal. E három együtt majdnem tökéletesen biztosítja a lakások lég- és párazárását, mely a belső terek komfortérzete szempontjából egyáltalán nem előnyös.

A vakolt felületek ugyanolyan szerepet játszottak a belső terek páraháztartásában, mint a természetes anyagú berendezési tárgyak.

A vakolt felületek előnyös tulajdonsága az, hogy - bizonyos ideig - látható páralecsapódás nélkül át tudják hidalni a harmatponti hőmérséklet alatti állapotot.

A vakolat, minőségétől függően, több-kevesebb nedvességet tud elnyelni, majd a levegő nedvességtartalmának csökkenésekor azt képes visszajuttatni a levegőbe, így kiegyenlíti a légnedvesség nagymértékű ingadozását. Egy 1,5 cm rétegvastagságú vakolat páraelnyelési képessége a következő:

Vakolat minősége:	Páraelnyelés g/m <sup>2</sup>	
	első órában	összesen
cementvakolat	50 - 100	1500 - 2000
mészvakolat	200 - 1250	2500 - 3000
gipszvakolat	250 - 300	4500 - 5000

Az elnyelés különösen eleinte intenzív, amikor a vakolat még száraz. A teljes telítődés a körülményektől függően 2-3 nap alatt következik be. A száradási folyamat lassúbb, 2-3-szor annyi idő szükséges a nedvesség leadására, mint felvételére.

A lakások külső nyílászáró szerkezetei az illeszkedési hibák folytán hosszú időn keresztül biztosították a természetes légcserét.

Ma, az építőipar - főként energiatakarékosági megfontolásokból - olyan jó minőségű, majdnem légmentesen záró ablakokat alkalmaz, amely a filtráció lehetőségét minimálisra csökkenti, így megfelelő szellőztetés nélkül nem jön létre a lakásokban a kívánt mértékű légcseré (pl. DUFA ablak, ONGROPAT ablak).

A lakások relatív nedvességtartalmának növekedését az adott páramennyiség mellett nagy mértékben befolyásolja a lakások fűtési módja is.

A távfűtéssel kialakított lakások fűtésére vonatkozó rendelkezések azt írják elő, hogy a lakószoba középvezetékében a padló fölött 1,5 méter magasan mérve kell a + 20°C átlaghőmérsékletet reggel 8 órától este 20 óráig biztosítani, így éjszaka, amikor zárt ablak mellett a két személy száradó ruhákkal együtt otthon tartózkodik, nincs rendeletileg és sajnálatosan a valóságban sem biztosítva gyakran az egyébként alsó határként meghatározott + 20°C.

A panelos lakások szellőztetésére ma az a gyakorlat, hogy a zártterű mellékhelyiségeket elszívó ventilátorokkal - tervezetten óránként 140 m<sup>3</sup> levegőt eltávolítva - megszívják. Ezáltal a lakásokban enyhe depresszió alakul ki, amelynek kiegyenlítésére a külső térelhatároló szerkezetek résein át (ablakcsatlakozások esetleges hézagai, panelillesztési hézagok, stb.) hideg levegő áramlik be. Ennek hatására a rések környezetében - a hőtechnikailag egyébként is alsó határra méretezett - falszerkezet a harmatpont alá hűl, és páralecsapódás keletkezik.

Ezt a nem kívánt jelenséget elkerülhetnénk, ha az elszívás szabályozott megtartása mellett a lakásokba megfelelő helyen bevezetett, méretezett mennyiségű és hőmérsékletű friss levegőt juttatnánk be. A befűvött levegőmennyiség biztosítja a lakások kellemes komfortérzetét, a túlnyomás a homlokzati réseken kiáramlásra kényszeríti a meleg levegőt, amely a hézagok környezetét melegítve megakadályozza a páralecsapódást.

Nem értünk egyet azzal a véleménnyel, hogy a friss levegő központi temperálása több energiát igényelne, mint amennyi az elszívásos rendszer esetén szükséges. A számítások szerint az elszívásos megoldás miatt folyamatosan beáramló hideg levegő lakáson belüli felfűtésére az összes hőszükséglet 45-71 %-át kell fordítani. Ez a hőmennyiség véleményünk szerint elegendő az általunk javasolt központi temperált levegő befűtés esetében is, de általa elkerülhető a falszerkezet túlzott lehűlése, és penészesedése.

Mindemellett azonban rendkívül fontos lenne, hogy a lakások helyes használatát egy jól szerkesztett ismertető segítse elő - formálva a lakók tudatát is. Nagy feladat hárul ezen túlmenően a lakásfelszerelési tárgyakat előállító intézményekre is, így a bútorgyáraknak, textil stb. üzemeknek vissza kell térni a természetes alapanyagok használatára. Végül a fűtésre vonatkozó - jelenleg ellentmondásos - rendelkezéseknek is összhangba kell kerülnie a tervezők és kivitelezők törekvéseivel, hogy jól használható, egészséges lakás álljon a használók rendelkezésére.