

XXIX.

# Épületszerkezettani Konferencia

2004

Debrecen – Nyíregyháza





## TARTALOMJEGYZÉK

- A XXIX. Épületszerkezzettani Konferencia résztvevői	2
- Vitaindítók	
I. Dr. Petró Bálint egyetemi tanár – Vörös Ferenc DLA egyetemi tanár Új épületszerkezzettan tankönyv	4
Reflexió a XXIX. Épületszerkezzettani Konferencia vitaindítójához Kulcsár Attila DLA főiskolai tanár	8
II. H. Baráti Ilona egyetemi adjunktus Az épületszerkezzettan oktatása a kéttépcsős képzés bevezetése után az Építő- mérnöki Karon	10
- Tudományos közlemények	
o Dr. Tóth Elek egyetemi adjunktus Acél vázszerkezzettű készházak hazai fejlesztése	16
o Dudás Annamária PhD hallgató Szerkezzettí rendszerek az acélvázaz lakóházépítésben	26
o Prof. Ing. Anton Puškar PhD, Ing. Robert Žudek Fenster und Außenwand	36
o Doc. Ing. Juraj Žilinský PhD Problems of thermal Bridges in details of external Walls on ceramic base	40
o Dipl. Ing. Milan Držka, PhD New Requirements for the Construction of Multifunctional Buildings	46
o Ing. arch. František Kalesný – Dr. univ., Dipl.-ing. Juraj Szalay György Áttetsző membrán szerkezzettí rendszerek	51
- Szponzorok listája	59

**XXIX. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA RÉSZTVEVŐI  
2004. MÁJUS 26-27-28 DEBRECEN - NYÍREGYHÁZA**

**Országos Lakás-és Építésügyi Hivatal**  
1051 Budapest, Vigadó u. 6.  
Fegyverneky Sándor elnök

**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem**  
**Építészmérnöki Kar**  
**Épületszerkezettan Tanszék**  
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3. K. ép. II. em. 27/a.  
Vörös Ferenc DLA, egyetemi tanár  
Dr. Petró Bálint egyetemi tanár  
Dr. Preisich Katalin egyetemi docens  
Becker Gábor DLA, egyetemi docens  
Horváth Sándor egyetemi adjunktus

**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem**  
**Építőmérnöki Kar**  
**Magasépítési Tanszék**  
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3. K. ép. I.em. 26.  
Dr. Karácson Sándor ny. egyetemi tanár, professzor emeritus  
Patonai Dénes DLA, egyetemi tanár, tanszékvezető  
Dr. Tóth Elek egyetemi adjunktus  
Fórizs Zoltán egyetemi adjunktus  
Horvátné Baráti Ilona egyetemi adjunktus  
Dudás Annamária doktorandus

**DE MFK Építőipari Intézet Magasépítési Tanszék**  
4028 Debrecen, Ótemető u. 2-4.  
Kulcsár Attila DLA, főiskolai tanár, tanszékvezető  
Balassa Bálint főiskolai docens  
Dr. Sárvári Géza főiskolai docens  
Igaz József főiskolai adjunktus  
Kozmáné Szirtesi Krisztina főiskolai adjunktus

**Eötvös József Főiskola**  
**Műszaki Fakultás**  
**Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék**  
6500 Baja, Bajcsy Zs. u. 14.  
Éber András főiskolai adjunktus  
Udvardi Györgyné főiskolai adjunktus

**Nyugat-Magyarországi Egyetem**  
**Faipari Mérnöki Kar**  
**Építéstani Tanszék**  
9401 Sopron, Ady E. u.5.  
Józsa Béla tanszéki főmunkatárs  
Dr. Szabó Péter egyetemi adjunktus

**Pécsi Tudományegyetem  
Pollack Mihály Műszaki Főiskolai Kar  
Épületszerkeztan Tanszék  
7624 Pécs, Boszorkány u. 2.**

Dr. Kistelegdi István egyetemi tanár, tanszékvezető  
Emresz Adrienn főiskolai tanársegéd  
Halada Miklós főiskolai tanársegéd  
Zoltán Erzsébet főiskolai tanársegéd

**Pécsi Tudományegyetem  
Épületszerkeztan és Tervezési Tanszék  
7624 Pécs, Rókus u. 2. sz.**

Majoros Gábor egyetemi docens  
Dr. Szabó Pál tudományos főmunkatárs

**Szent István Egyetem Ybl Miklós Műszaki Főiskolai Kar  
Épületszerkeztan Tanszék  
1142 Budapest, Thököly út 74.**

Dr. Makovényi Ferenc főiskolai docens, tanszékvezető  
Dr. Szili Imre Balázs főiskolai docens  
Tóth László főiskolai adjunktus

**Széchenyi István Egyetem  
Műszaki Tudományi Kar  
Építési és Környezetmérnöki Intézet  
Építészeti és Épületszerkeztani Tanszék  
9026 Győr, Egyetem tér 1.**

Dr. Koppány Attila egyetemi tanár, tanszékvezető  
Dr. Fátrai György főiskolai docens  
Kőrössi Éva egyetemi adjunktus

**Slovak Technical University  
Fakulty of Civil Engineering  
Slovenska Republika Bratislava, 81368, Rdlinského 11.**

Dr. Puskar Anton egyetemi tanár, tanszékvezető  
Drzka Milan egyetemi adjunktus  
Polak Zoltán egyetemi docens

**Slovak Technical University  
Fakulta Architektúry  
Ústav konštrukcii v architektúre**

Dr. univ., Dipl.-ing. Szalay György

VITAINDÍTÓ I.

## ÚJ ÉPÜLETSZERKEZETTAN TANKÖNYV

Dr. Petró Bálint egyetemi tanár – Vörös Ferenc DLA egyetemi tanár

Kedves Kollégák!

Bizonyára felvetődött mindannyiatokban, minden szervezeti egységben, hogy szükség lenne egy egységes oktatási segédanyagra, hogy kellene írni egy új

### ÉPÜLETSZERKEZETTAN

tankönyvet.

Célszerűnek tartanánk, hogy az Épületszerkezetant oktató tanszékek XXIX. Konferenciáján beszéljünk e témáról.

Vitaindítónak és gondolatébresztőnek néhány megjegyzést:

Úgy véljük, hogy az egyszemélyes, csálhatatlan professzorok időszaka – akik az épületszerkezetan teljes tárgykörét naprakészen képesek tankönyvbe önteni – lejárt. Ezért vetődött fel alapötlet formájában, hogy

készüljön az összes, hazánkban épületszerkezetant oktató tanszékek együttes közreműködésével, „egy” átfogó épületszerkezetan tankönyv.

Az összes oktatási helyen, minden tananyagrésznek megvan az előadója, akinek naprakészen illik, hogy meglegyen az óravázlata, tudása és ismeretanyaga a leadott tananyagról. Ezen a bázison el lehetne indulni, kialakítva egy tartalmi struktúrát, egy egységes stílust, meghatározni szerkesztési elveket.

Célszerű lenne, ha mindenki végig gondolná a javaslatot és először megállapodnánk, hogy

- kell-e tankönyv egyáltalán?
- ha igen csináljuk-e együtt?
- milyen módszerrel és felépítésben?
- milyen tagozódásban és formában?
- milyen tartalmi kialakításban?  
(viszonylag egységes stílusban és színvonalon, rajzok, fényképek)
- stb-stb, gondok tömkelege, amiről sokat kellene még beszélni.

Mindannyian tudjuk, hogy ebből senki nem fog meggazdagodni, sőt rengeteg időt kell ráfordítani, ezért fontos megállapodni, mert ha megállapodtunk, a „nemesség kötelez”.

A továbbiakban konkrétan meg kell állapodni

- a szerkesztőbizottság személyi összetételében,
- kik készítik az egyes fejezeteket és ki a felelős a meghatározott témakörökben,
- mikorra, milyen terjedelemben készüljön a könyv (nyomdai lehetőség bőségesen rendelkezésre áll).

Úgy gondoljuk, hogy mindenki érti és érzi, hogy fontos döntés előtt állunk.

Ezért kérnénk a szervezeti egységek vezetőit, beszéljék meg otthon a saját tanszékükön, mi legyen az egységes álláspont, és azt ismertessék az összejöveteleken.

Az elmúlt csaknem harminc év sok közös munkája, a kialakult kapcsolatrendszerek, barátságok sora kollektív hasznosításért kiállt. Soha nem volt fontosabb a közös, egységes fellépés, mint most a változások hajnalán.

Csak akkor lehet közösen könyvet írni, ha mindenki részt vesz és egyformán húz, nem lehet, hogy az aki kimarad, óhatatlanul élvezze a mások által sok munkával kidolgozott tankönyv előnyeit (akkor maradnak a segédletek).

Kérünk mindenkit, gondolkozzék e problémakör megoldásán, nálunk a Műegyetemen – de valószínű a többi intézményben is – kötelező, hogy legyen minden leadott tananyagnak írott megfelelője, ha ez egységes lehetne, nagyot lépnénk előre.

Kérjük továbbá a szervezőktől, hogy a XXIX. Konferencián szánjunk e véleményünk szerint fontos témakörre egy kis időt (ha az a vélemény, hogy nem csináljuk), illetve pár órát, ha támogatjátok javaslatunkat.

Budapest, 2004. február 9.

Mellékletek (azért, hogy legyen vitaalap):

1. Javaslat az Épületszerkezettan tankönyv fejezeteinek felépítésére
2. Javaslat az egyes fejezetek témavázlatára

Könyvek	Tárgyrész Előadó a BME Épsz.Tsz-en	Közreműködő intézmények tárgyrész előadó	ÉPÜLETSZERKEZETTAN KÖNYV FEJEZETEI
			Javaslat
			Tankönyvek témák szerint
Általános épületszerkezetan			
Ép. 1.	Vörös		Épületszerkezeti enciklopédia Alapfogalmak (Tanuljunk meg épszerk-ül beszélni)
Az épületszerkezeti elemek			
Ép. 2.	László		Külső-belső falak (válaszfalak) Födémek
	Pattantyús		Vázak és födémek
Ép. 3.	Petró		Alapozások
	Vörös		Lépcsők (a függőleges közlekedés szerkezetei, lejtők, felvonók)
	Horváth		Szigetelés a talajban Üzemi használati víz elleni szigetelések
Ép. 4.	Kakasy		Lapostetők (lapostetők zöld is)
	Korom		Magastetők (kis és meredek hajlású, fedélszékkal együtt; ide a fémlemez fedések is)
Ép. 5.	Preisich		Burkolatok (belső: fal, padló; külső: fal, járda-terep)
			Álmennyezetek
Ép. 6.	Becker		Nyílászárók; Üvegszerkezetek (fal, közbenső födém, tető)
Épületszerkezeti tervezésan (Komplex épület szemlélettel, alapozás, fal-, födém szerkezetválasztás)			
Ép. 7.	Petró		Tömör falas építési mód (kézi falazóelemes, blokkos, panelos)
	Pattantyús		Vázás – kitöltő vázas (vb. váz, acélváz, faváz)
Ép. 8.	Fülöp		Térelmes (konténer) építés
	Reisch R.		Sátor-, függesztett-, héjszerkezetek
	Lányi		Környezetbarát építés (vályog, föld)
Speciális szerkezetek			
Ép. 9.	Juharyné		Árnyékolók
	Barta		Korlátok, rácsok (vízszintes is)
	Zöld		Energiatudatos épületek
Ép. 10.	Czeglédi		Az épületgépészeti szerkezetei (kémények, szellőzők)
	Takács		Szerkezeti tűzvédelem

Javasolom, hogy:

- a fejezetek komplex szemlélettel készüljenek (az elrendezéstől az elemekig, sőt kiegészítő elemekig)
- kb. 100-150 oldal egy-egy könyv
- több színnyomással, fotókkal

Azért gondoltam több fejezetre bontva szinte témánként külön (füzetben) könyvben kiadni, mert így minden szervezeti egység akkor és annyit követelhet az anyagból meg, amit tanterve, tananyag kimérete igényel.

A hőfizikai (hő, pára) az akusztikai (test, léghang-gátlás) a meghatározott fejezetekbe foglalva, mert valószínű hogy mindenütt külön tárgy, mint „Épületfizikai” is szerepel az oktatásban (a BME-n Zöld A., Juharyné, Hunyadi Z.)

## **Az épületszerkezettan tankönyv egyes fejezeteinek felépítése (minden témához)**

**Cél, feladatelhatárolás, fogalom-meghatározás(ok)**

**Hatások, követelmények (ÉSZ q m)**

**Szerkezetelemzés (analízis)**

- előképek
- működési elv
- elemekre bontás (alkotó elemek típusai, anyagok, félkésztermékek)
- a szerkezeti elemek kapcsolata (rendszer, rendszerkomponensek)
- osztályozás, csoportosítás

**Szerkezetkialakítás (szintézis, a megoldások bemutatása)**

- elvi rendezés
- általános rétegtervek
- konkrét megoldások
- csomóponti kialakítások
- elemek
- építészeti, megjelenési formák

**Speciális szerkezetek**

**További fejlődési irányok**

**Megjegyzés:**

javasolom, hogy a készülő könyvek inkább ábra, mint szövegcentrikus felfogásban készüljenek.

## REFLEXIÓ

a XXIX. Épületszerkeztani Konferencia vitaindítójához

Kulcsár Attila DLA főiskolai tanár, házigazda és építész

Tisztelt Kollégák!

A soron következő XXIX. tanácskozás talán a jubileumi XXX. számára is feladatokat fogalmaz meg, amikor összefoglaló mű, új épületszerkeztan tankönyv összeállítására hív fel. A tantárgy amelyről évekig értekeztünk tárgyasuljon végre, összegezze leülepedett téziseit, továbbadásra érdemes módszereit, aktuális példáit. Ez a program a Műegyetem tanárai, javaslatára fogalmazódott meg így, vagyis a legutóbbi összefoglalás, Gábor László professzor úr szellemi műhelyében, hagyatékának folytatói és gondozói felvetésére.

De miért nem született meg ez az új mű eddig? Miért váratott magára több mint harminc évet. Bizonyára mert túlságosan jó volt a korábbi, mert magas volt a mérce, vagy mert a ma megváltozott, rohanó világában aki valamit kimond, formába önt, kiválaszt, máris elavult lesz; hibázhat, kihagyhat, lezár folyamatokat, megállítja az időt.

Ma a világ épületszerkezetei, anyagai, termékei ömlenek ránk szakadatlanul, információáradat zúdul, piaci kínálat nyomul, harsogó tolakodással.

A forgalmazók saját termékeikről írnak „tankönyveket”, tervezői segédleteket, alkalmazói kézikönyveket, szórólapokkal, könyvekkel, árjegyzékekkel. CD-n, videón, Interneten, alap- és továbbképzések kínálják portékáikat. Ebben a kakofóniában való eligazodás valóban fontos volna. Az elvek szerinti válogatás képessége, egy jó tankönyvből lehetne elsajátítható. És persze ez a koncepcionális alpmű lehetne, de amire az alkalmazás, a tervezés épülhet, ami a mérnökké avatás kritériuma lehet. Kellene a tömegképzés számára, szükséges a távoktatás részére, és a mesterképzéshez is nélkülözhetetlen.

Nem véletlen azonban, hogy az épülettervezésről sem született mostanában a Neufferthez hasonló összefoglaló mű. És az is kiadásról kiadásra bővült, változott. Mert lehet írni egy-egy témáról, egy-egy funkcióról, jelenségről dolgozatot, fontos értekezést: HOGY PÉLDÁUL... De összefoglalásra kevesen vállalkoznak. Mert a mit után, a hogyan sem problémamentes. Ezért jó ötlet a kollektív szerzőség. Az együtt erre vagyunk képesek most. Mivel a meghívás mindenkinek szól, aki távol marad, elveszti kritikájának hitelességét, jogoságát.

Az Internet interaktív világában a tankönyv statikus, ábrái régimódiak. Síkban el-metszve, vagy térbe állítva, színesen vagy fekete-fehéren legyenek bár előadva. Az ábrák szerkezeti csomópontok legyenek-e vagy megvalósult példák is illusztrálják mint referenciák. Megnevezhetünk-e márkaneveket, kihagyhatunk e márkaneveket, ha elkészült megoldásokat publikálunk a tankönyvben, vagy csak anonim konstrukciók sokasága illusztrálja az igény és megfelelés pólusait.

És akkor ott van még a tankönyv terjedelme, lapjai nyomdai minősége és ezek mögött az ösztöndíjból megfizethető ár igénye.

És nem megkerülhető az utóélete sem. Másolhatósága feketén, esetleg CD-n, Interneten való elérhetősége, megjelenése. Ez a szerzők, szerkesztők munkájának devalválódását, elszemélytelenedését jelenti, miközben a mű közkinccsé lesz.

De ne feledjük el a munka apropóját, az építészképzést. Tudjuk, hogy a diák, a felhasználó csak a saját maga által megszenvedett munka, tanulás árán juthat a tudás birtokába. Az elméleti tananyaghoz gyakorlati példatár kellene. Olyan életszerű feladatokkal, amelyek a praxisban naponta megjelennek, megoldásra várnak. Vezesd át, kösd be, szellőztesd ki, függeszd fel, szegd el, dilatáld, véd meg, - és sorolhatnám a végtelenségig. Csináld meg fával, kővel, acéllal, üveggel, betonnal, műanyaggal stb. Történelmi épületen, műemléken, ipari csarnokban, lakóházon, reprezentatív középületen.

Lehet, hogy nem is tankönyv kell, vagy nemcsak tankönyv, - hanem egy példatár. Hiányos csomópontok gyűjteménye, igények megfogalmazásával. Megfejtések, megoldások a könyv végén, vagy csak az egyetemen az előadásokon, gyakorlati foglalkozásokon. Így talán hallgatók is lesznek, és talán a tanárra is szükség lehet a jövőben is.

Ezekon a példatárakon lehetne gyakoroltatni az élet-, a praxis-helyzeteket. Aki minden feladatot megoldott, vizsgára bocsátható.

Vagyis volna itt feladat mindenkinek, ha értelmét látnánk, ha ezzel oktatásunk sikerebb, hatékonyabb lehetne BSc-n innen és MSc-n túl. Vagyis előbb a célt fogalmazzuk meg, aztán a hozzá vezető utat.

Vajon a legrövidebb út, csak önérzetünk miatt nem járható? A sok külföldi szerkezet, termék mellett, tankönyv nem importálható az UNIÓ-ból? Csak le kellene fordítani.

Na de én itt abba is hagyom. Elmentem az illetlenségig, - a legvégső határig. A visszautat a Konferencia bölcsességére bízom.

## VITAINDÍTÓ II.

### AZ ÉPÜLETSZERKEZETTAN OKTATÁSA A KÉTLÉPCSŐS KÉPZÉS BEVEZETÉSE UTÁN AZ ÉPÍTŐMÉRNÖKI KARON

#### H. Baráti Ilona egyetemi adjunktus

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem egyik alapító kara az Építőmérnöki kar, amelyen tanulmányai befejezése után minden évben mintegy 250 hallgató veheti át diplomáját.

Munkahelyükön majd rendkívül sokfajta, szerteágazó feladatot kell elvégezniük az ifjú szakembereknek. A képzésnek figyelnie kell a tudomány fejlődését, a technológiák változásait, és természetesen a munkaerőpiaci-igényeket.

A kar feladata az, hogy olyan építőmérnököket képezzen, akik- „bizonyos gyakorlat után képesek a településfejlesztés és a környezetvédelem területén az építőmérnöki létesítmények tervezési, kivitelezési, üzemeltetési, fenntartási, műszaki fejlesztési, kutatási vagy irányítási feladatainak önálló ellátására; felszíni és mélyépítési mérnöki szerkezetek, magasépítési létesítmények, valamint mindennemű tartószerkezet tervezésére, építésére és karbantartására; utak, vasutak és más közlekedési pályák, valamint az ezeket közvetlenül kiszolgáló létesítmények tervezésére, építésére és üzemeltetésére, település-tervezési, forgalomtechnikai és irányítási, valamint városi (kultur-) mérnöki feladatok ellátására; a vízépítéssel, vízgazdálkodással, közművesítéssel és környezetvédelemmel kapcsolatos tervezési, építési és üzemeltetési feladatok ellátására.” (1)

#### Az Épületszerkezet tanterv helye a képzésben

Az utóbbi néhány évben jelentős változások voltak a felsőoktatásban, ezek közé sorolhatjuk a kreditrendszer bevezetését, amely a képzésben résztvevőknek lehetővé teszi az egyéni tantárgyválasztást és a saját képességeiknek megfelelő haladási sebességet. Így tulajdonképpen a hallgatótól függ, hogy a diplomáig vezető utat hány év alatt járja végig.

A tudomány, a technika, az építőipar fejlődése miatt új tananyagok, tantárgyak is beépültek a képzésbe.

Tanszékünk, a Magasépítési Tanszék, főként a felszíni mérnöki és a magasépítési létesítmények tervezését oktatja, természetesen kibővítve a tervezéshez szükséges kivitelezési ismeretekkel.

Az Épületszerkezet tanterv a sok választható, rövidebb „futamidejű” tárgy hely- és időigénye miatt jelenleg mérsékeltbb óraszámúban van jelen, mint a korábbi évtizedekben. A kar hallgatói szakirányuknak megfelelő tanterv alapján egy, vagy két szemeszterben tanulják a tárgyat, de az Építőmérnök 2000 képzés moduljaiban a Szerkezetépítő mérnöki ágazaton, az Infrastruktúra- Környezetmérnöki ágazaton, és a Földmérő-és térinformatikai mérnöki szakon is a kötelező tárgyak között szerepel az Épületszerkezet.

Mivel a tárgyra fordítható idő meglehetősen rövid, ez csupán a főbb szerkezetek, alapvető elvek ismertetésére elegendő. Az ismertetésre méltó újabb anyagok, eljárások, technológiák

körének állandó bővülése nehéz helyzetet teremt az oktató számára. Szelektálni kell, a fontos és a még fontosabb között kell különbséget tenni.

A kötelező szemesztereken túlmenően, a hallgatók még két további félévben választható tárgyként felvehetik a tantárgyat. Itt nyílik lehetőség arra, hogy a téma iránt érdeklődők több időt fordítsanak ilyen irányú tanulmányokra, s a legkorszerűbb, a legújabb szerkezetek, technológiák is beépülnek a tananyagba.

Az épületszerkezetek megismerése nélkül a tervezési tárgyak oktatása lehetetlen. A karon képzett szerkezetépítő mérnökhallgatók a Lakóépületek tervezése, a Mérnöki építmények tervezése, az Ipari és mezőgazdasági épületek tervezése, valamint a Kommunális épületek tervezése tárgyakat csak az Épületszerkezetek tantárgy záróvizsgájának teljesítése után vehetik fel.

### **Az épületszerkezettan kapcsolata más tudományterületekhez**

Gábor László professzor az Épületszerkezettan című négykötetes művének előszavában a következőket írta:

„Az épületszerkezettan feladata az épület összes szerkezeteinek oktatása, a szerkesztő-, szerkezettervező készség kifejlesztése, a szükséges ismeretanyag, mesterségbeli tudás és szakmai műveltség megadása.” (2)

Az épületszerkezettan ismeretanyagát, és kapcsolatát más tudományokkal Petró Bálint professzor 1991-ben így határozta meg:

„Az épületszerkezettan alkotó módon szintetizálja más tudományterületek ismeretanyagát /mechanika, épületfizika, aero-hidrodinamika, épületkémia, épületbiológia, számítástechnika, anyagtan stb./ és így szervesen, folyamatosan kapcsolódik azokhoz, illetve a meghatározott cél irányában hasznosítja az ott elért tudományos eredményeket.” (3)

Több tudományág alaptéziseinek ismerete szükséges az épületszerkezetek oktatásához, a szerkezetek megismertetéséhez, megértéséhez, és azok helyes alkalmazásához.

A karon az Épületszerkezetek tantárgy kötelező előtanulmánya az Ábrázoló geometria és az Építőanyagok. Már ezek a tantárgyak is több tudományterület ismeretére épülnek, hiszen a matematika, kémia, fizika, az anyagtechnológia és az építéstudomány néhány fontos kérdése már megválaszolásra került. De ez nem elegendő. További tudományterületek integrálódnak be az épületszerkezettanba. Ilyen kapcsolódó tudományterület például az ökológia, amely napjainkban egyre jelentősebb szerepet játszik. Ugyancsak új terület az energetika, illetve annak az épületek kialakításával szorosan összefüggő ága, amely építészeti, épületszerkezeti és épületgépészeti eszközök fejlesztésével és alkalmazásával a természetes energiaforrások hasznosítására törekszik. Az energiatudatos és az ökológikus építéssel főként a tárgy iránt nagyobb érdeklődést mutató hallgatók foglalkoznak. Az elmúlt néhány évben tanszékünkön több sikeres TDK munka született az ökológikus építés tárgykörében.

### **Az elméleti és a gyakorlati ismeretek kapcsolata**

Az épületek, építmények megépítésekor évszázadok alatt kiforrott módszereket és napjaink legfrissebb kutatásaira épülő eljárásokat egyaránt alkalmaznak. Az elméleti ismeretek szöveges formában történő átadása nem elegendő a biztos tudáshoz. Minél több érzékszervünk vesz részt az ismeretek befogadásában, annál hatékonyabb az elsajátítás.

A Nemzetközi Mérnökpedagógiai Társaság 2001-ben tartott szimpoziómán az „Elméletek, modellek, gyakorlat” szekcióban több előadás foglalkozott a szakmai képzések gyakorlati hátterével. Dr. Bernhard Bonz professor „Mérnökpedagógia, módszertan és tananyagtervezet” címmel tartott referátumot. (4) Többek között ezt mondta:

„A tanulási kultúrának is meg kell újulnia. Ehhez a hagyományos módszerek nem elegendők. A mérnökpedagógusokra is érvényes, hogy a modern, gyakorlatorientált módszereket nagyobb körben kell használniuk, annak érdekében, hogy a műszaki oktatás -célját és tartalmát illetően- a jelenlegi és jövőendő követelményeknek megfeleljen.”

Thomas Herzog, napjaink neves építésze hasonló gondolatokat fogalmazott meg a gyakorlati ismeretek hiányával kapcsolatban. (5)

„A –Learning by doing-, a gyakorolva, „tevékenykedve” tanulás nekünk mindig nagyon fontos volt. Ilyen tapasztalatokra az építészeknek elengedhetetlenül szükségük van. Az akadémiai képzés ezt nem nyújtja, ebben a tekintetben hatalmas a deficit. Ha a kezek nem tudnak valamit, a szellemi munka keveset segít. A jelenleg felpörgetett, mozgásban lévő szakmából azok a szakemberek fognak sikereket elérni, akik a fej és kéz közötti helyes arányok birtokában vannak.”

Thomas Herzog az épületszerkezetek valódi viselkedésének tanulmányozásához, és természetesen ezek oktatásához a Münchener Műszaki Egyetemen egy többszintes kísérleti műhelyt is építtetett.

A kézművesség és a mérnöki tudományok kapcsolatáról a következőket mondta:

„Ott vannak a tervekészítés résztvevői, naponta egyre többen. Ha ma egy nagyobb tervet csinálunk, nem elég a tíz ujjunk a különféle szakemberek megszámlolásához. De hol maradt a BAUMEISTER?”

A BAUMEISTER, a "MESTER" lenne az a szakember, aki a megvalósításra vonatkozó legtöbb információval, gyakorlati tudással rendelkezik, és mindenre kiterjedő figyelme már a tervezés fázisában befolyással bír a létesítményekre. Az épületszerkezettan és egy szervesen illeszkedő gyakorlati képzés nagyon fontos tényezője az összefüggések, kapcsolódások hálózatában jól eligazodó szakemberek képzésének. Ennek az integrált képzésnek kell lennie a felsőoktatásban hamarosan bekövetkező reform egyik alapelemének.

### **Változások a tantárgyi szerkezetben a kétlépcsős képzés bevezetésével**

A felsőoktatási reform már megkezdődött, hiszen 1999-ben hazánk aláírta a Bolognai Nyilatkozatot (6). A Bolognai Nyilatkozat kimondja, hogy az egyetemes európai felsőoktatás kialakításában tevékenyen részt vesznek az aláíró országok, és már a harmadik évezred első évtizedében módosítják felsőoktatási politikájukat. A módosítás egyik eredménye a kétlépcsős képzési ciklus lesz, az alapképzésen (undergraduate) és egyetemi (graduate) képzésen alapuló rendszer bevezetése. A második ciklusba való belépés megköveteli az első, legalább három évig tartó ciklus sikeres lezárását. Az első után kapott fokozatot, mint megfelelő képesítést (BSc.) az európai munkaerőpiacon is elismerik, az munkavállalásra jogosít. Várhatóan 2005 őszén indul az első BSc. képzés az Építőmérnöki Karon. A kétlépcsős képzéskényszerítő hatással van a tantárgystruktúrára. Az általános elméleti ismeretek mennyisége az első képzési szinten csökken, a szakmai tárgyak hangsúlyosabbak lesznek. Az épület-

szerkezetten kettős jelleggel bír, tapasztalatok és tudományos eredmények felhasználásával elmélet és gyakorlat is egyben. A tantárgyak új rendszerében mindkét képzési fokon helyet kell kapnia. Az első ciklusban a gyakorlati, praktikus ismeretek elsajátítása kerül előtérbe, hiszen viszonylag rövid idő alatt a munka világában jól eligazodó szakembert kell képezni. Az egyetemeken és az oktatókon múlik, sikerül-e majd a képzést a szükséges gyakorlati háttérrel megerősíteni. A második ciklusban az épületszerkezetek elméletét, fejlesztését, vizsgálatát, az új kutatási eredményeket kell a hallgatóknak bemutatni, és valós tervezési, kivitelezési helyzetekkel, problémákkal kell őket megismertetni.

### **A tantárgyak rendszere**

Az Építőmérnöki Kar több változatot dolgozott ki BSc. és az MSc. képzés tartalmára, tantárgyi szerkezetére vonatkozóan. A jelenleg elfogadott és bevezetésre váró változat szerint 240 kredites, tehát nyolc szemeszteres alapképzés, és 90 kredites, tehát három szemeszteres mesterképzés után szerezhető meg az okleveles építőmérnök végzettség. Néhány jelentősebb változás az Épületszerkezetten oktatására is kihat. Ezek egyike, hogy minden építőmérnök-hallgató már az első szemeszterben kötelezően megismerkedik az építészeti ábrázolással, amely egyben bevezetője is a szakmai tárgyaknak, bár az Építőmérnöki ábrázolás és rajz a tantárgyi besorolásban még az alaptudományok között kapott helyet. A tárgy fontosságát könnyen beláthatjuk, hiszen épületeinket, építményeinket különböző terveken ábrázoljuk, ezzel a megjelenítéssel rögzítjük elképzelésünket, és mások számára is érthetővé tesszük azt, milyen méretekkel, milyen anyagokból, milyen környezetben épül majd a létesítmény.

A tervekészítés egy nyelv, a kommunikáció egy bizonyos fajtája, amely megteremti a kapcsolatot a tervezésben részt vevő szakemberek, illetve a megrendelő, a beruházó között, és az építési feladattal kapcsolatos információkat egyértelműen közvetíti.

Az épületszerkezetek tanulmányozásakor a mérnöki gyakorlatban használatos alaki követelményekkel, rajztechnikákkal, rajzi jelölésekkel, ábrázolási módszerekkel, tervfajtákkal és szabványokkal meg kell ismertetni a hallgatókat. A tervolvasás és a tervek készítése készség szinten elsajátítandó feladat minden hallgató számára. Az építészeti ábrázolás tartalmi követelményeit -szabványokra, elfogadott elvekre épülő volta eredményeként- viszonylag egyszerű megfogalmazni, és alkalmazását begyakoroltatni. A tervek megjelenését azonban készítőjének manuális készségei is befolyásolják. Ezeknek a készségeknek a formálására, fejlesztésére sajnos, eddig nem volt elegendő idő. Tanszékünk régóta törekedett arra, hogy a hallgatókkal a műszaki, építészeti ábrázolást egy külön tárgy keretében, az említett készségek kifejlesztéséhez szükséges időkeretben oktassa. Ezen törekvés eredménye ez az új tárgy, az Építőmérnöki ábrázolás és rajz, amelynek követelményeit a BSc. képzésben minden építőmérnök-hallgatónak teljesítenie kell.

Várhatóan a harmadik szemeszterben kerül sor a Magasépítéstan nevű tantárgyra, amely az alapképzés törzstárgya, és ugyancsak szakirányra való tekintet nélkül kötelező minden hallgató számára, éppúgy, mint az előbb ismertetett tantárgy. A Magasépítéstan az épületeket érő hatásoktól az épületfizika alapismeretein keresztül a főbb teherhordó szerkezetekig fontos ismeretek birtokába juttatja a leendő szakembereket. Erre az alapképzésre épül majd a szerkezetépítő-mérnöki ágazat hallgatói számára több, a Magasépítési Tanszék által oktatott tantárgy. A BSc. képzés egy-egy szemeszterében az Épületszerkezetek és épületfizika I., az Épületszerkezetek és épületfizika II., valamint egy tervezési tárgy, a Lakóépületek tervezése. Az egyetemet már az alapképzés után elhagyó fiatalok egy része, de elképzelhető, hogy

többségük, a kivitelezésben fog elhelyezkedni. Egy tervezési tárgy ennek ellenére rendkívül fontos, hiszen hozzájárul ahhoz, hogy a kivitelezésben dolgozó szakemberek és a tervezők megtalálják a kapcsolódási pontokat, egymás munkáját értsék, tiszteljék. Egy szakirányon -a Magasépítési szakirányon- további tervezési tárgyat is tanul a hallgató, ipari és mezőgazdasági épületek témakörében. Diplomamunka készítésével zárul majd az első ciklus.

Az MSc. képzés szerteágazó, a jelenlegi terv szerint nyolc különböző szakirányon folytathatók tanulmányok. Ebből három szakirányon szakmai törzsanyagként tanulnak a hallgatók épületszerkezetant, de a továbbiakban nem elkülönítve, hanem egy új tárgy részeként. A tantárgy neve Integráló építménytervezés, amelynek keretén belül komplex tervezési feladatokat oldanak meg a hallgatók. A tárgy két szemeszter alatt teljesíthető, magasépítési, tartószerkezeti vagy kivitelezési irányultságú lehet. Több tanszék együttműködésén alapul, hogy a valós tervezési feladatokat a legjobban megközelítő helyzet elé állítsa a hallgatót.

Az említett tárgyon kívül több választható tárgy épül a BSc. szinten megszerzett épületszerkezetani ismeretekre, többek között az Épület-szerkezetan 2000, az Épületszerkezetek rekonstrukciója, az Energiaközpontú épületszerkezeti tervezés nevű tantárgyak. A mesterképzés tananyagában megjelennek a speciális ismeretek, az új tudományos elméletek.

## Összegzés

Az ismertetett új tantárgyi struktúrában fontos pozíciót tölt be az épületszerkezetan, amely valóban, mint jeles művelői nyilatkozataiban is olvasható, nem csak egy tantárgy. Nem egy tantárgy, mivel ötvözi más tárgyak anyagát is, és nem *tantárgy*, a szó eredeti értelmében. Dietrich Neumann professzor a tantárgy jelentőségét így fogalmazta meg:

„Az épületszerkezetan az építés legfontosabb területeit öleli fel, figyelembe veszi a szerkezetépítés, a szakipari munkák, és részben az épületgépészeti munkák különböző kialakítási elveit. Ezzel egyidejűleg rámutat az állandóan fejlődő, bővülő kivitelezési tapasztalatokra is. Az épületszerkezetannak egyértelművé kell tennie azt is, hogy minden építmény létrehozása szorosan összefügg a statikai feltételekkel, körülményekkel, az épületfizikai hatásokkal, az anyagtulajdonságokkal, az építési költségekkel, az építés lebonyolításával, továbbá a hivatalos előírásokkal és szabványokkal.”

Az épületszerkezetek tanulmányozása tehát rendkívül sokrétű szakmánk megismerésének lehetőségét nyújtja, építőmérnök-hallgatóinknak csak élniük kell ezzel a lehetőséggel.

## Források:

1. A műszaki felsőoktatás alapképzési szakjainak sajátos képesítési követelményei, Építőmérnöki szak, 2. számú melléklet a 157/1996.(X. 22.) Korm. Rendelethez
2. Dr. Gábor László: Épületszerkezetan I. kötet (Tankönyvkiadó, Budapest, 1960)
3. Dr. Petró Bálint: Az épületszerkezetan és az épületszerkezetek tervezése (ÉTK. Budapest, 1991)
4. Lust am Lehren, Lust am Lernen (2001, Klagenfurt)
5. Energien Gestalten (Thomas Herzog im Gespräch mit Nikolaus Kuhnert und Angelika Schnell) ARCH+ 126 Heft, (1995. Aachen)
6. Bolognai Nyilatkozat, www.om.hu honlap (2001. augusztus)
7. Frick-Knöll-Neumann-Weinbrenner: Baukonstruktionslehre I. (1992. B.G. Teubner Stuttgart)

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

## ACÉL VÁZSZERKEZETŰ KÉSZHÁZAK HAZAI FEJLESZTÉSE TÖRTÉNELMI ELŐZMÉNYEK ÉS HAGYOMÁNYOK

Dr. Tóth Elek egyetemi adjunktus

A '90-es évek második felére a könnyűszerkezetes építés kezdeti láza alábbhagyott. Pontosabban az ipari, kereskedelmi, szolgáltató funkciójú épületek tervezésénél a könnyűszerkezetek mindenáron történő erőltetése helyett a józan meggondolások kerültek előtérbe és csak az, és olyan mértékig készült könnyűszerkezetből, aminél a kis épületsúly, az építési gyorsaság, és a száraz szerelő jellegű kivitelezés előnyei valóban kihasználhatók voltak.

A könnyűszerkezetes építés háttérbe szorulásával párhuzamosan az építő szakma elfordult a lapostetőktől. Egyre közkedveltebbeké, divatosabbá váltak a magastetős kialakítások, és a tetőtérbeépítések. Ezek pedig hagyományosan „könnyűszerkezetes”, szerelt jellegű épületszerkezetek!

Talán az építési divatnak ez a változása készítette elő a terepet a könnyűszerkezetek váratlan újabb „támadásának”. Az új területet a családi házak, társasházak jelentik, ahol a gyorsaság, a szerelt jellegű, könnyű (akár házilag) elkészíthetőség mellett az építési költségek leszorítása, az építési folyamat szakaszolhatósága, a szerkezetkész, zárható épület kivitelezési költségarányának minimalizálása a legfontosabb cél.

Az „első fecskék” a fa palló vázszerkezetű észak-amerikai (kanadai) faházak voltak, melyek kezdetben jórészt a rendszerváltás idején hazatelepülő honfitársaink kezdeményező készsége, és emlékei alapján épültek. A kedvező tapasztalatok azután egyre több hazai vállalkozás vezetőit bátorították arra, hogy

- pallóvázas oszlop-gerenda szerkezetű, vagy
- előregyártott falpaneles rendszerben

könnyűszerkezetes faházak gyártását, illetve építését válasszák cégük fő tevékenységének.

Az acélszerkezet a könnyűszerkezetes lakóházépítésben ma még kisebb szerepet játszik. Gyártása magasabb technológiai színvonalat, építése nagyobb pontosságot feltételez, ezért csak jól felkészült, komoly műszaki és személyi háttérrel rendelkező cégek vállalkozhatnak gyártására és kivitelezésére. Nemzetközi viszonylatban az acélvázás lakóépületek elterjedtebbek, mint a hazai építési gyakorlatban.

A hazai építési szokásokra nagy hatást gyakorló német piacon elismert termék a Protektor PROFILVÁZ márkanéven forgalmazott acélvázás háza, mely vékonyfalú speciális horganyzott acél elemekből, sűrű oszlop-gerenda jellegű kapcsolatokkal, leginkább a német Fachwerk stílusának továbbvitelét jelenti.

A vázszerkezet külső oldalon a hazai első beépítéseknél OSB burkolatot kapott, melyre csavarozással és műanyag tárcsával rögzített PS hab hőszigetelés és azon vakolt felületképzés készült.

Szerkezetileg nagyon közel áll ehhez a SAN-TEAM Kft. 1 mm-es horganyzott acéllemezről hideg hengerléssel kialakított speciális „U” és „C” keresztmetszetű vázszerkezete, melynek homlokzata VIDIWALL vagy OSB építőlemez burkolaton, 2,5 cm-es HERAKLITH vagy DURISOL lemez műgyanta bázisú nemes vakolattal ellátva. A belső falfelületet 20 mm vastag üvegszál erősítésű gipszkarton lapok alkotják. A hő- és hangszigetelést a külső és belső réteg közé helyezett 14 cm vastag üvegyapot biztosítja. (A fal „k” értéke 0,20 W/m<sup>2</sup>K).

A skandináv acélvázás ház szintén a német fachwerk és a kanadai szerelt faház szerkezeti megoldásait ülteti át acélszerkezetre. A LINDAB cég ezt svédországi központjában dolgozta

ki, és Európa szerte építi az oszlop-gerenda rendszerű acélvázaskandináv lakóházakat. A rendszer alkalmas többlakásos, többszintes, sorolt lakóházak kialakítására is.

A vázszerkezet - különösen közbenső födécek beépítése esetén - meglehetősen nagy mennyiségű acélfelhasználással építhető meg.

A 0,7 mm vastag lemezből hideg hengerléssel kialakított horganyzott acél „C” profilú vázelemek 195 mm-es profilmagasságát teljes egészében kitöltik szálalás hőszigetelő anyaggal.

A körítő falak belső oldalán az acél oszlopok előtt 45 mm vastag hőszigeteléssel társított 13 mm vastag gipszlemez burkolat készül, míg a külső oldalon a horganyzott acélszerkezet teljes felületére 9 mm vastag vízálló gipszkarton burkolatot csavaroznak, majd 40 mm légrés után 12 cm vastag burkolótégla falazatot építenek, melyet pontonként hátrakötnek a gipszkartonnal borított vázszerkezethez.

A falszerkezet átlagos „k” értéke 0,20 W/m<sup>2</sup>K.

Ezzel a korrekt, magas műszaki színvonalú szerkezettel a hazai gyakorlatban meglehetősen magas ára miatt nem találkozunk.

Végül utolsó példaként az eredeti amerikai acélvázaskandináv házak három típusát említem: A LIFETIME és a QUICKSILVER alaptípusok teljesen azonos építési elven készülnek, mint az előző európai példák. Különbséget talán a furcsa tömegű PYRAMID háznál találhatunk, mely leginkább a szelemenés ácsszerkezetű fedélszékek merevített főállás-mellékállás rendszerével mutat rokonságot, harántirányú tárcsákkal biztosítva a szerkezet állékonyságát.

Összefoglalva megállapítható, hogy egész Európában, és Amerika legnagyobb részén is a hagyományos favázaskandináv „fachwerk” szerkezetek rendszerét ültették át az acél vázszerkezetes házak tartórendszerébe, tehát alapvetően a csuklós rúdkapcsolatú, oszlop-gerenda összeállítási, andráskeresztekkel merevített vázszerkezetek terjedtek el.

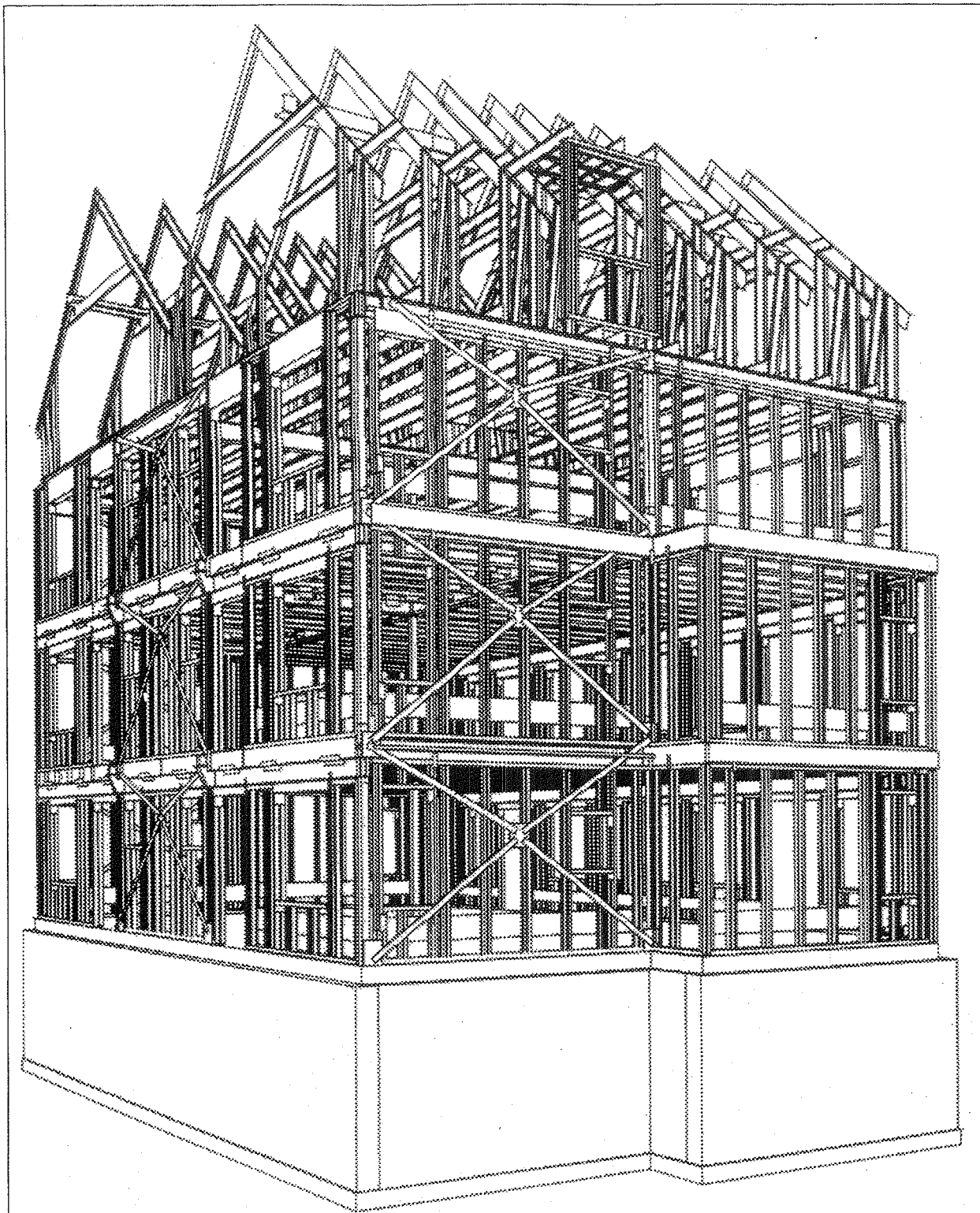
### **Merjünk elszakadni a hagyományoktól?**

A hagyományok őrzése, a hagyományokra alapozott, kis lépésekben végrehajtott fejlesztések sorozata a biztosítéka annak, hogy a létrehozott eredmény (termék, épület) alkalmas lesz az elképzelt (tervezett) funkció betöltésére. Meghökkenően új, alapvetően eltérő rendszert azonban ilyen módon sohasem lehet létrehozni. A nagy felfedezések, találmányok mindig a szokásos elvek megszegése, a hagyományok megsértése árán születtek meg.

A LINDAB Kft. hazai fejlesztő csapata a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem oktatói-kutatói bázisával karöltve - saját európai anyavállalatának ellenállásával is dacolva - úgy döntött, hogy az előzetes vizsgálatok és számítások eredményeire építve kifejleszt egy minden részletében hazai acélvázaskandináv könnyűszerkezetes lakóépületet Lindab FamilyLine márkaneven, mely képes lesz felvenni a versenyt mind műszaki paraméterek, mind építési költség tekintetében a hagyományos könnyűszerkezetes házépítő rendszerekkel.

A „szikra”, ami indokolja a hagyományos megoldások elvetését egy új, a vékonyfalú acélszerkezetekre kifejlesztett, laboratóriumi kísérletsorozatokkal igazolt számítási eljárás, mely lehetővé teszi, hogy a hidegen hengerelt „C” szelvényű tartókat egyszerű önfúró csavarokkal, helyszíni szereléssel sarokmerev keretké építsék össze. A vonóvasas keretek egymás után sorolásával állítható fel az épület.

A keretek nyílásköze 3,50 - 4,70 - 5,90 - 7,10 - 8,30 méter. A keretállások távolsága 1,275 m. Az épület hossza tetszőleges.



**LINDAB skandináv lakóház többszintes acélváz szerkezete**

A 8,30 m-es maximális szabad fesztávolságú vázszerkezeti kialakításból adódóan olyan nagy szélességű, tágas helyiségek is kialakíthatók - a belső teret megzavaró oszlopok, gerendák nélkül - melyek a hagyományos építési rendszerekkel már nehézségeket okozhatnak. A belső alaprajzi kialakítás így igény szerint variálható.

A tető hajlásszöge az egyszintes épületnél  $25^\circ$ , a kétszintes, tetőtér-beépítéses épületnél  $40^\circ$ , illetve  $45^\circ$ .

A keretlábak sorolt mérete lehetővé teszi, hogy a két acél oszlop közé egy maximum 120 cm névleges szélességi méretű nyílászáró beépíthető legyen. Nagyobb nyílásméret igénye esetén kiváltót kell alkalmazni: a rendszer 3,50 m maximális nyílás-szélességig szerelhető standard-kiváltó rendszerrel.

A hagyományos oszlop-gerenda vázas rendszerekhez képes megnövelt keretállás távolságok falvázgerendák beépítését igénylik, melyek részt vesznek az épület merevítésében is.

### Választott fejlesztési irányok és az elért eredmények

Az acél vázszerkezetű könnyűszerkezetes épületek hő- és páratechnikai szempontból általában érzékenyebbek, mint favázás rokonaik. A fém oszlopok és gerendák hővezető képessége ugyanis nagyságrendileg jobb a faanyagénál, ezért a szerkezet hőhidmentesítése okozza a legnagyobb problémát.

#### a) A homlokzati falak kialakítása

A **szakipari szerkezetfejlesztés alap gondolatai** a következők voltak:

- Az acél vázszerkezet hőhidveszélye miatt legbiztonságosabb megoldás a fém váz **külső oldalán elhelyezett, a vázat teljes keresztmetszetében beborító hőszigetelése** lenne

Az acélszerkezet hőhidassága így tökéletesen kiküszöbölhető.

A hőszigetelés ebben az esetben tetszőleges anyagú, és akár párazáró tulajdonságú is lehet (vastagsága min. 8-12 cm).

Belső oldalon elegendő egy gyenge párafékező fólia.

A külső vakolat, vagy burkolati kéreg *párazáró* hatású is lehet; ez a belső tér klimatikus viszonyait rontja ugyan, de páratechnikai problémát nem okoz, amennyiben a hőszigetelés víz- és fagyálló.

A külső falak összvastagsága megnő

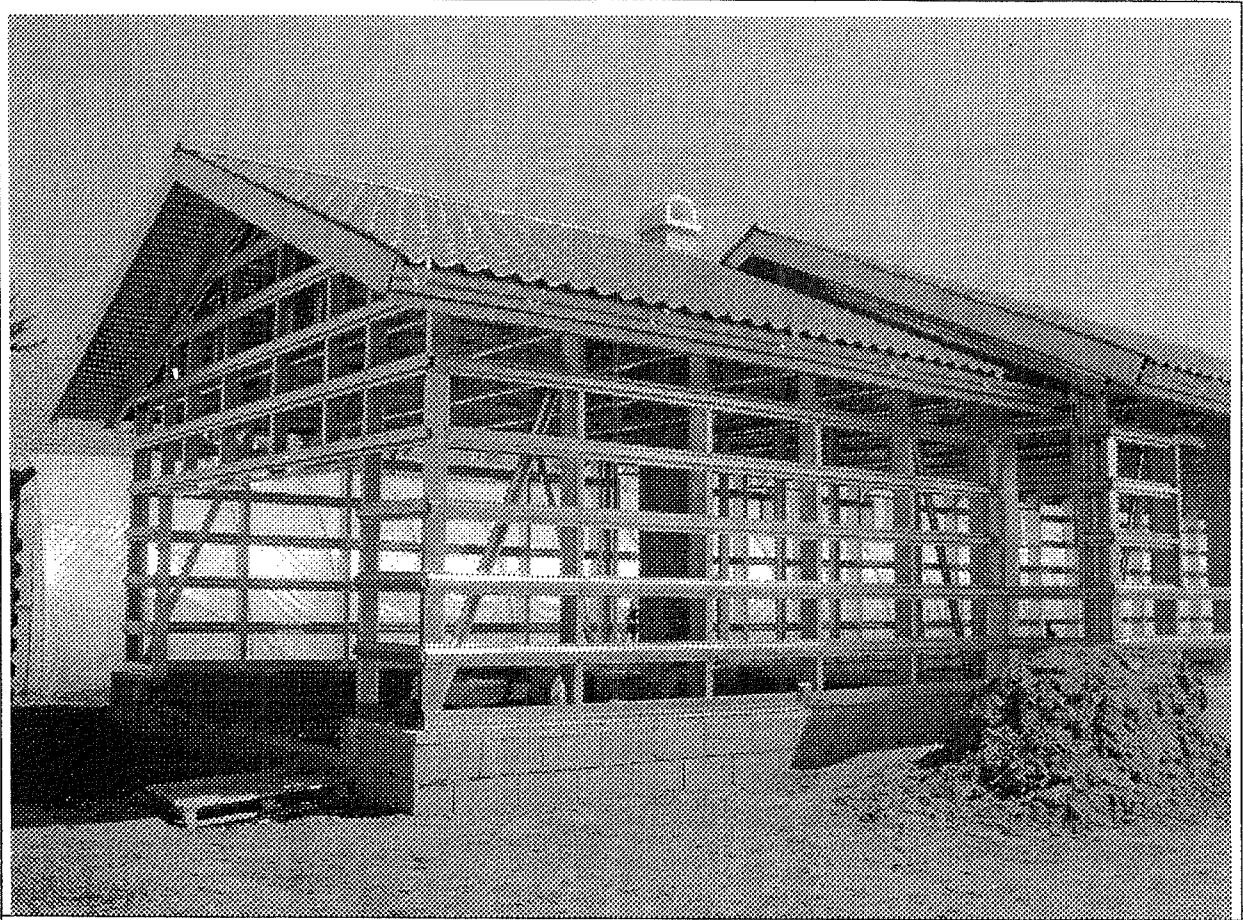
- A külső-belső burkolat besűrített falváz gerendázatot igényel. Az **acélváz közé szorított hőszigetelés** kizárólagos alkalmazása igényes épületeknél a kialakuló hőhidak miatt megengedhetetlen.

- Az oldalfal **osztott (külső oldali + acéllábak közötti) kombinált hőszigetelése** esetén biztonságos szerkezet csak páraáteresztő hőszigetelés és páraáteresztő homlokzatképzés esetén alakítható ki.

Az acélszerkezet hőhidassága meghatározóvá válik, de az ebből eredő problémák gondos tervezéssel még kiküszöbölhetőek.

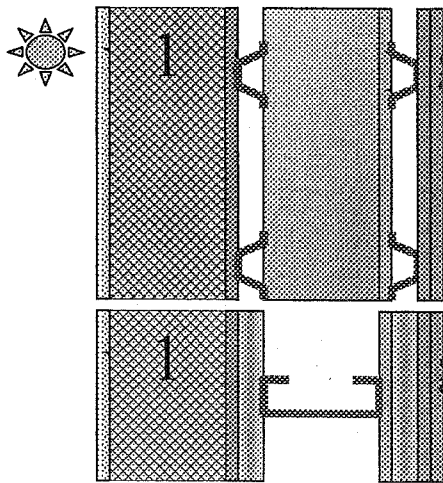
A hőszigetelés csak páraáteresztő tulajdonságú lehet (összvastagsága minimum 12 cm).

Belső oldalon célszerű erős párazáró tulajdonságú fólia beépítése.

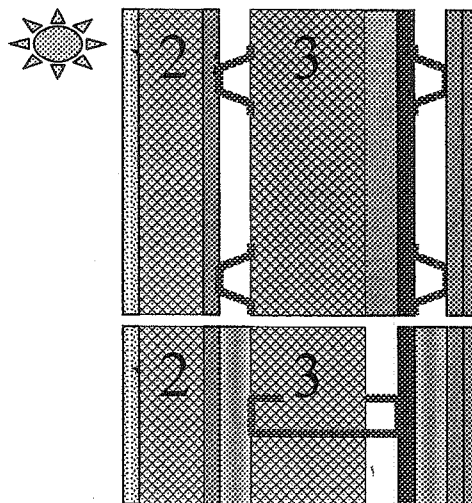


LINDAB FAMILYLINE – szerkezetkész acélváz falvázgerendákkal

Külső hőszigetelés



Osztott hőszigetelés



A külső vakolat, vagy burkolati kéreg csak páraáteresztő tulajdonságú lehet; a rétegfelépítés méretezendő, a két hőszigetelés közötti térben az acélfelület párakicsapódásra érzékeny!

A külső falak összvastagsága csökken.

A külső-belső burkolat besűritett falváz gerendázatot igényel.

• Az **oldalfal kiszellőztetésére** elsősorban páratechnikai okokból van szükség, mégpedig akkor, ha a homlokzati felületképzés, vagy burkolat, esetleg a közbenső rétegek valamelyike nem páraáteresztő. Műszaki megvalósítása igen bonyolult, hiszen a szellőző levegő a hőhid-veszély miatt az acél vázszerkezet elemeivel nem érintkezhet. Célszerű ezért a külső falszerkezeteket a szellőztetlen, de páraáteresztő homlokzatok irányában tovább fejleszteni - ez a megoldás élettanilag is kedvezőbb!

Hagyományos falazott dísztéglával képzett homlokzat esetén igény lehet az átszellőztetett homlokzatkialakítás is.

Mindezek alapján a rendszer javasolt variációs homlokzati rétegfelépítései a következők lettek:

#### Megnevezés: vakolt ásványgyapot homlokzat

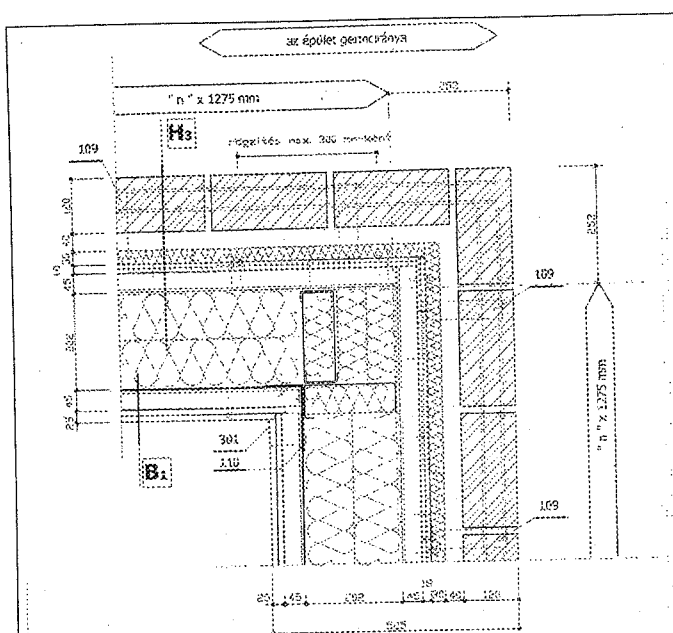
Rétegszerkezet kívülről befelé:

- Szilikát vékonyvakolat
- Vékonyvakolat alapozó
- Üvegszövet háló (alapozó/ragasztó rétegbe ágyazva) 5 mm
- Ásványgyapot lap hőszigetelés mechanikusan rögzítve 30 mm
- OSB 3 általános célú tábla aljzattfelület 18 mm
- LINDAB burkolattartó váz (kalapprofil), közte zárt légréteg 40 mm
- 2x100 mm ásványgyapot kitöltés az acél oszlopok között 200 mm
- POLIFOAM N3005 Al párafékező hőhidmentesítő fólia 5 mm
- LINDAB burkolattartó váz (kalapprofil), közte zárt légréteg 40 mm
- 2 x 12,5 mm gipszkarton tábla burkolat (tűzvédelem) 25 mm
- felületképzés (festés, tapéta, vagy ragasztott csempelap)

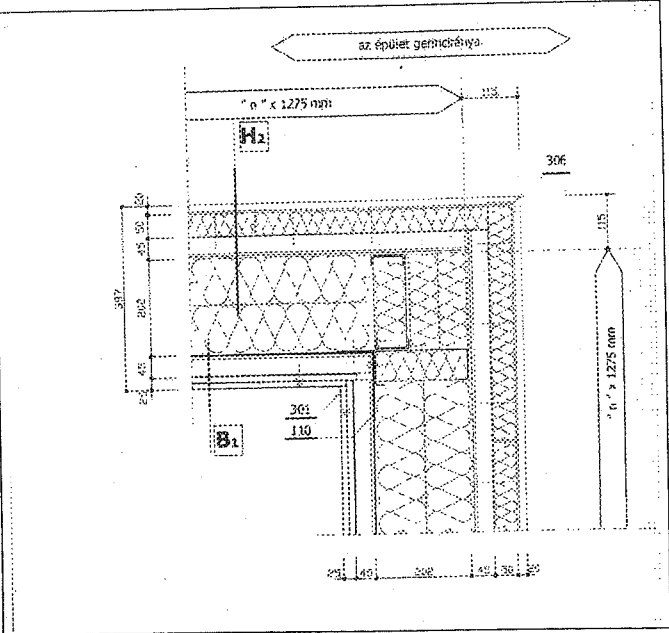
#### Megnevezés: vakolt Heraklith homlokzat

Rétegszerkezet kívülről befelé:

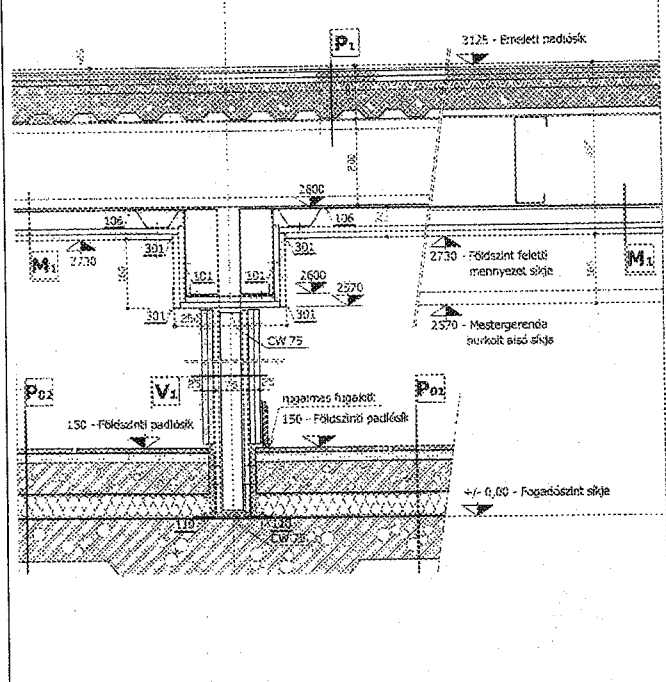
- Egalizáló festés + mélyalapozás
- Simitó habarcs + alapvakolat
- Feszített fém rabichálóval erősített gúzréteg 20 mm
- Heraklith hőszigetelő tábla, mechanikusan rögzítve 50 mm
- LINDAB burkolattartó váz (kalapprofil), közte zárt légréteg 40 mm
- 2x100 mm ásványgyapot kitöltés az acél oszlopok között 200 mm
- POLIFOAM N3005 Al párafékező hőhidmentesítő fólia 5 mm
- LINDAB burkolattartó váz (kalapprofil), közte zárt légréteg 40 mm
- 2 x 12,5 mm gipszkarton tábla burkolat (tűzvédelem) 25 mm
- felületképzés (festés, tapéta, vagy ragasztott csempelap)



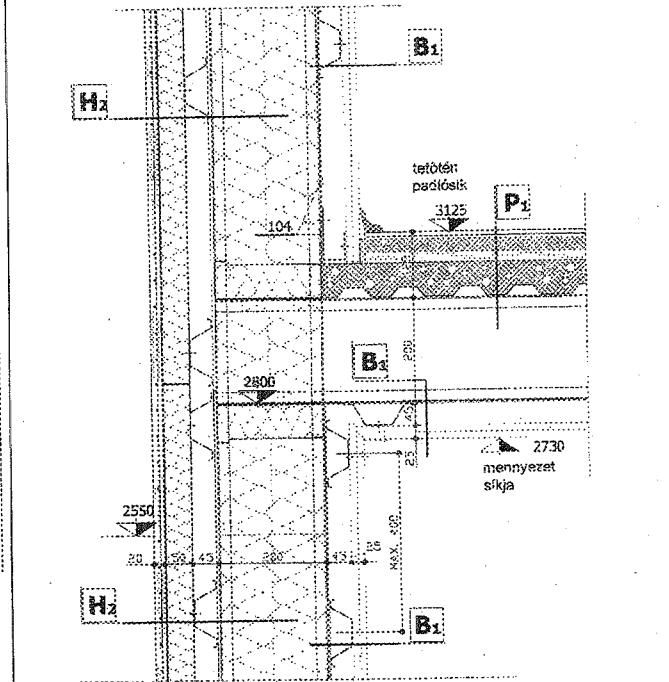
**Lindab FamilyLine épületsarok**  
 átszellőztetett téglá homlokzattal



**Lindab FamilyLine épületsarok**  
 vakolt heraklith homlokzattal



**Lindab FamilyLine közbenső födém**  
 ingaoszlop csatlakozása  
 álmennyezethez és padlószerkezethez



**Lindab FamilyLine közbenső födém**  
 homlokzati koszorú kialakítása  
 keretállásokkal párhuzamos metszetben

Megnevezés: **átszellőztetett téгла homlokzat**

Rétegszerkezet kívülről befelé:

- 12 cm önhordó díszítő téгла falazat 4 soronként hátrakötve 120 mm
- kiszellőztetett légréteg 40 mm
- Ásványgyapot lap hőszigetelés mechanikusan rögzítve 30 mm
- OSB 3 általános célú tábla aljzat felület 18 mm
- LINDAB burkolattartó váz (kalapprofil), közte zárt légréteg 40 mm
- 2x100 mm ásványgyapot kitöltés az acél oszlopok között 200 mm
- POLIFOAM N3005 AI párafékező hőhidmentesítő fólia 5 mm
- LINDAB burkolattartó váz (kalapprofil), közte zárt légréteg 40 mm
- 2 x 12,5 mm gipszkarton tábla burkolat (tűzvédelem) 25 mm
- felületképzés (festés, tapéta, vagy ragasztott csempelap)

**b) Ferde tető rétegfelépítés (tetőtéri térelhatárolás)**

A **szakipari szerkezetfejlesztés alapgondolatai** a következők:

- Az acél vázszerkezet hőhid-veszélye miatt legbiztonságosabb megoldás itt is a **váz külső oldalán teljes keresztmetszetében végigfutó hőszigetelés** lenne
- Az **acélváz közé szorított hőszigetelés** kizárólagos alkalmazása igényes épületeknél a kialakuló hőhidak miatt megengedhetetlen
- A **tető kiszellőztetésére** hőtechnikai és páratechnikai okokból egyaránt szükség van, elhagyása a tető működőképességét és a tetőtér lakhatóságát (komfort érzetét) egyaránt kedvezőtlenül befolyásolja!
- A **szellőző légréteg** nem érintkezhet közvetlenül az acélszerkezettel, azt legalább a falaknál alkalmazott osztott hőszigeteléssel, vagy azzal egyenértékű hőhidmentesítő szerkezettel kell elválasztani.
- Az acél vázszerkezet feletti **hőszigetelés teherviselő aljzata** nem lehet párazáró tulajdonságú, mert káros páraakcsapódások keletkeznek a rétegszerkezeten belül

Mindezek alapján a rendszer javasolt variációs ferde tető rétegfelépítései a következők lettek:

Megnevezés: **LINDAB cserepeslemez tetőfedés**

Rétegszerkezet kívülről befelé:

- LINDAB cserepeslemez fedés
- Perforált cserépléc (kalapprofil) átszellőztetett légtérrel 45 mm
- Páraáteresztő tető alátét fólia
- POLIFOAM 9020 kemény hab hőhidmentesítő távtartó 20 mm
- 2x100 mm ásványgyapot hőszigetelés 200 mm (acél vázszerkezet keretgerendái között)
- POLIFOAM N3005 AI párafékező hőhidmentesítő fólia 5 mm
- LINDAB burkolattartó váz (kalapprofil), közte zárt légréteg 40 mm
- 2 x 12,5 mm gipszkarton tábla burkolat (tűzvédelem) 25 mm
- felületképzés (festés, tapéta, vagy ragasztott csempelap)



## Megnevezés: LINDAB korcolt síklemez tetőfedés

Rétegszerkezet kívülről befelé:

- LINDAB korcolt síklemez fedés
- Páraáteresztő, elválasztó tető alátét fólia
- OSB 3 nűtféderes fedési aljzat 18 mm
- Perforált cserépléc (kalaprofil) átszellőztetett légtérrel 45 mm
- POLIFOAM 9020 kemény hab hőhídmentesítő távtartó 20 mm
- 2x100 mm ásványgyapot hőszigetelés 200 mm (acél vázszerkezet keretgerendái között)
- POLIFOAM N3005 Al párafékező hőhídmentesítő fólia 5 mm
- LINDAB burkolattartó váz (kalaprofil), közte zárt légréteg 40 mm
- 2 x 12,5 mm gipszkarton tábla burkolat (tűzvédelem) 25 mm
- felületképzés (festés, tapéta, vagy ragasztott csempelap)

A bemutatott 3 homlokzatképzési és 2 tetőrétegződési variáció természetesen igény szerint kombinálható egymással. A fejlesztés természetesen nem állt le. A rendszer napról napra bővül, és finomodik.

A célok a következők:

- az egyre gazdagabb formai és funkcionális épület-változatok igényelte szerkezeti és szakipari részletek feltérképezése, kidolgozása, és rendszerbe állítása
- a kísérleti gyártások és kivitelezések gyakorlati tapasztalatainak elemzése, értékelése, és szükség esetén a rendszer módosítása a könnyebb, gyorsabb szerelhetőség, és a gazdaságosság szem előtt tartásával.
- a rendkívül gazdag alaprajzi és formai variációkat kötetlen tervezési rendszerbe integrálva olyan számítógépes szoftver kidolgozása, mely a tervezéstől az elemkonszignáción át a költségelemzésig képes a termékmenedzserek, tervezők, építetők és kivitelezők interaktív partnerévé válni.

A fejlesztési fázis 2004-ben lezárult szakaszával kapcsolatosan Somogyi László, címzetes főiskolai tanár, a Kutatás-fejlesztési és Pályázati Kutatáshasznosítási Iroda (KPI) által felkért külső szakértő az alábbi véleményt alkotta:

*„A műszaki fejlesztési rajz dokumentációja kifogástalan mérnöki munka. A részletrajzok, a számítások minden igényes szakmai színvonalat kielégítenek. A rajzok megjelenési színvonal a európai minőséget képvisel. Precizitásuk, áttekinthetőségük mintaszerű. Egyértelmű, hogy a kiváló dokumentációs anyag alapján magas színvonalú gyártás valósítható meg. A helyszíni szemlén meggyőződtem arról, hogy a kivitelezett ház minden tekintetben megfelel a tervdokumentációban foglalt részleteknek. Egyben világossá vált az is, hogy a rendszerelvű építés csak jól képzett szakemberekkel végezhető. Az úgynevezett „barkácmunkának”, „házilagos kivitelezésnek” ilyen építmények szerelésénél nincs létjogosultsága.”*

## Szerkezeti rendszerek az acélvázás lakóházépítésben

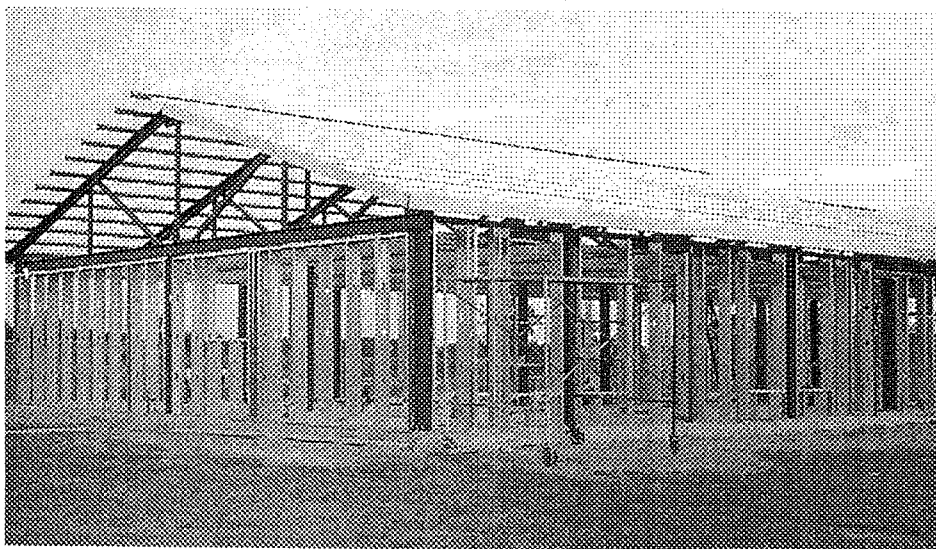
### Bevezetés

A favázás lakóházépítés építőfában szegény hazánkban nem hagyományos. Ezért gyakran tapasztalunk az építettők oldaláról bizalmatlanságot, a nem ismert építési módtól való tartózkodást. A lakóházépítés területén Nyugat-Európában és Észak-Amerikában azonban nagy arányban építenek fa-, vagy acélvázás könnyűszerkezetet. Rendszereiket és tapasztalataikat számos építőipari forgalmazó cég ülteti át hazai körülmények közé.

Azonban az eltérő éghajlati körülmények miatt a külföldi fejlesztések nem mindig nyújtják a legjobb megoldást, viszont statikai rendszerekben megfelelőek lehetnek, alkalmazhatók. Mindemellett számos hazai fejlesztés irányul az optimális szerkezeti rendszer kialakítására. Fa-, és acélvázás rendszerek egyaránt jelen vannak az építési palettán, amelyek közül az acél szerkezeti kialakítások változatos formáiról lesz szó a következőkben és a cikk továbbiakban a különböző szerkezeti rendszerek statikai szempontú ismertetésére összpontosítja figyelmét.

### Acélvázás rendszerek típusai

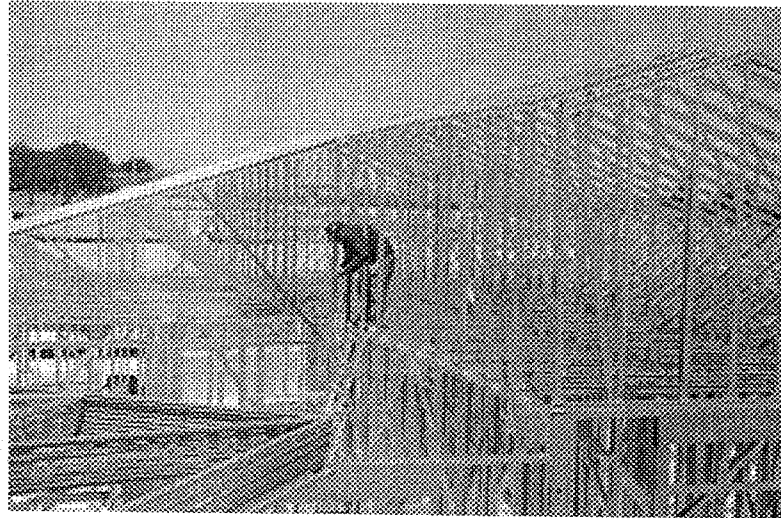
Szerte a világon – Kanadától a Skandináv országokon át Dél-Koreáig – egységesnek látszik a vékonyfalú, hidegen hajlított profilok alkalmazása. Kizárólagossága azonban nincs a hidegen hajlított profiloknak, hiszen az acélvázás építés egyik kiindulása az volt, amikor a fő teherviselő elemeket melegen hengerelt szelvényből szerelik. A falvázszerkezet kialakításában hidegen hajlított szelvények vesznek részt. Ennek példája az Excalibursteel nevű rendszer, mely az 1. képen látható.



1. kép: Excalibursteel rendszer példája [1]

További fejlődés eredményeként jöttek létre azon rendszerek, amelyek kizárólag hidegen hajlított profilokból alakítják ki a teljes teherhordó vázszerkezetet. Ezen rendszerek térhódítása jelentős, világszerte alakultak ki ilyen típusok, és alkalmazási területük az építőiparban igen széleskörű. Ennek szemléletes példája, az

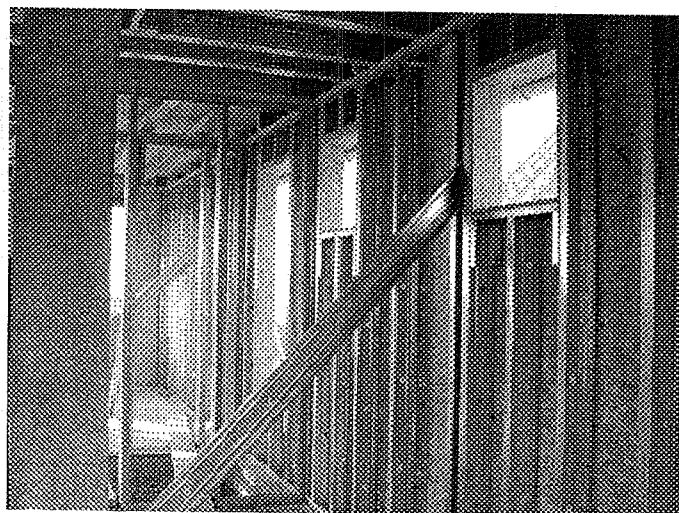
Innovativesteel rendszer látható a 2. képen, amellyel – hasonlóan az előző példához – Észak-Amerikában építenek.



2. kép: Innovativesteel rendszer [2]

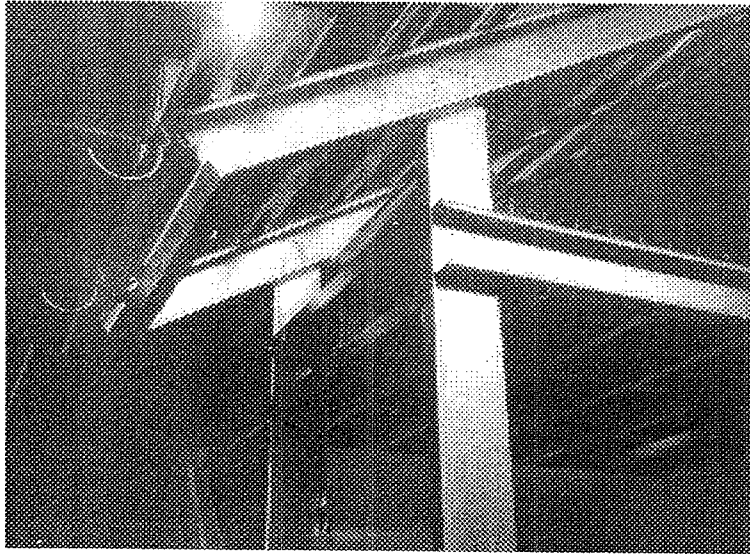
Magyarországon az utóbbi típusú – csak hidegen hajlított profilokból álló – rendszerek találhatók meg. Ezek statikai viselkedésük alapján többféleképp csoportosíthatók.

A hazai rendszerek erőjátékuk alapján két csoportba sorolhatók. Az egyik csoportba azok az építési rendszerek tartoznak, amelyek falszerkezetei függőleges falvázoszlopokból és vízszintes falvázgerendákból állnak, mely utóbbiak mint "vezetősín" fogadják a profilokat a fal alsó síkjában, és mintegy koszorút képezve fogadják azokat a fal felső síkján. Esetenként merevítő és áthidaló gerendák is a falszerkezet szerves részét képezik. Ez a szerkezet igen hasonló statikai viselkedést mutat a Fachwerk házak falaival. Ismert építési rendszerei a csoportnak a Horizont típusú ház és a Protektor Profilház. Az utóbbi egy példája látható építés közben a 3. képen.



3. kép: Protektor Profilház belső részlete építés közben

Erőjátékuk alapján a másik csoportot olyan épületvázak képezik, amelyek egymás után sorolt keretállások építésével - hasonlóképpen a csarnokokhoz – alkotják az épület teherhordó vázát. A vonóvasas keretek oszlopai a fal kialakításában vesznek részt, a vonóvasasak földemgerendákat, a keret gerendái pedig a tetőszerkezet szarugerendáit képezik. A keretek sorolásával kialakul egy hosszanti épülettömeg. A függőleges oszlopokhoz vízszintes falvázgerendák – kalapprofilok – kapcsolódnak, amelyek részt vesznek a burkolatok rögzítésében és a térbeli merevség biztosításában egyaránt. Ezt a statikai vázát alkalmazza a hazai fejlesztésű Lindab Familyline rendszer, melynek példája látható a 4. képen.



4. kép: Lindab Familyline rendszerű épület részlete

### **Épületszerkezetek kialakítási változatai**

A különböző rendszerek a vázas építés lehetőségeit kimerítve változatos megoldásokat javasolnak az egyes épületszerkezetek kialakítására.

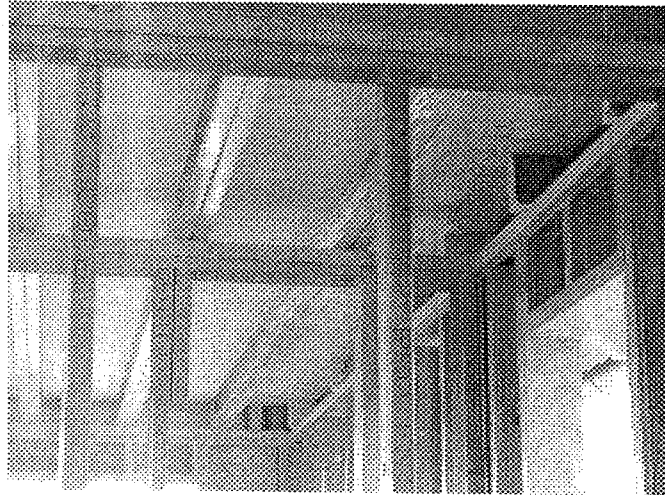
Teherhordó falszerkezetek tekintetében a fent említett két hazai típus-csoport az irányadó. Tehát létezik a Fachwerk mintára kialakított, sűrű kiosztású falvázoszlopokból szerelt teherhordó fal, illetve a másik megoldás a keretállások oszlopainak kalapprofilokkal kiegészített együttes falkialakítása. Előbbi sajátossága, hogy belső fal is kialakítható teherhordó szerkezetként, míg az utóbbi belső falai a teherhordó szerkezettől független válaszfalak.

Általánosan jellemző, hogy a belső, nem teherhordó válaszfalak a szárazépítésből jól ismert acél profilos válaszfalszerkezetek kétoldali gipszkarton borítással. Ezek tulajdonságai - a flexibilitás, az egyszerű, szerelő jellegű építési technológia - változatos alaprajzi kialakításokra adnak lehetőséget.

Mindemellett a sűrű falvázoszlopos rendszer formai lehetőségeiből adódóan képes akár íves teherhordó falak kialakítására is.

Földémszerkezetek tekintetében is különböző megoldások léteznek. Egyrészt a száraz technológiával készülő földemeket alkalmazzák, amelyek jól igazodnak az építésmódhoz, hiszen fölösleges keverővíz bevitel nélkül épülnek. A földem teherhordó elemei acél profilok, melyek a teherbírási méretezéstől függően lehetnek

akár ikresített gerendák is. Ezt a megoldást alkalmazzák a Protektor Profilház rendszerben, amikor a hidegen hajlított C szelvények gerinclemezőkkel összeforgatva és szakaszonként egymáshoz rögzítve alkotnak egy "I" gerendát. Ennek példája látható az 5. képen.



5. kép: Ikresített acél profilok a födém teherhordó elemei

Száraz födém szerkezeti rétegrend esetén a gerendák feletti teherelosztó szerepet fa alapanyagú kompozit lemezek végzik, amelyek a hazai gyakorlatban leggyakrabban OSB lemezek (5. kép). Hasonló teherelosztó funkcióval kerülnek beépítésre azok a fa pallók, amelyek a falak felső síkjában fekvő falvázgerendák tetején futnak, megelőzve azok lokális stabilitásvesztését. A fa elemek jó szolgálatot tesznek akkor is, amikor nem beépített tetőtér esetén a tetőszerkezet közvetlenül ezekhez kapcsolódik.

Födém szerkezetek tekintetében a másik megoldást a trapézlemez-es öszvérfödémek alkotják. Ez esetben a födémgerendákra trapézlemez kerül, ami benntmaradó zsaluzatot képez. A trapézlemez hullámvölgyeiben együttdolgozó csapokat helyeznek el a teherhordó acélgerenda felső síkján, amelyek a vasbeton lemezzel való együttdolgozást biztosítják (4. kép).

A trapézlemez-es födémek másik esete, amikor a nagy hullámmagasságú trapézlemez vasalását úgy alakítják ki, hogy a vasbeton lemez mintegy alulbordás födém viselkedik.

Tetőszerkezeteknél is eltérő megoldások fordulnak elő. A keretállások sorolásával kialakuló épületeknél a tető tartószerkezetét a keretgerendák alkotják. A Fachwerk típusú rendszereknél a hagyományos fa fedélszerkezet is előfordul, de gyakran szeglemezes rácsos tartók vagy hidegen hajlított profilokból előregyártott, csavarozással készülő rácsos tartók alkotják a tető teherhordó szerkezetét.

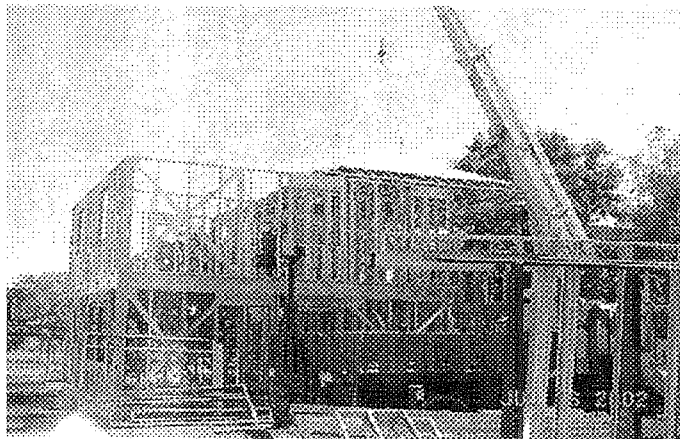
Az acél épületvázak fontos elemét jelentik a merevítések. A teljes épület térbeli merevségének biztosításához többféle megoldás létezik és ezek eltérőek az előzőekben ismertetett két típus-család esetén.

A sűrű falvázoszlopos fajszerkezetek esetén faanyagú kompozit lemezeket (leggyakrabban OSB-t) építenek be a vázszerkezet külső síkjára. Ezek a lemezek tárcsaként viselkednek és megfelelő számú és teherbírású rögzítés mellett merevítik a falakat, a födémeket és az épületet (5. kép).

A keretállásos rendszer esetén az épület hosszirányú merevségében szerepet játszanak a kereteket "összekötő", vízszintesen futó falvázgerendák, azaz a kalapprofilok, a fal mindkét oldalán.

A fentiekben ismertetett trapézlemez vasbeton födémekek - az OSB lemezekhez hasonlóan - a tárcsahatásból adódóan bizonyos fokú vízszintes síkú merevséget is biztosítanak.

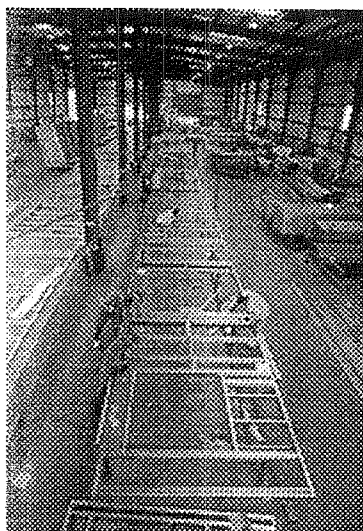
Külföldi rendszereknél alkalmaznak andráskereszt jellegű merevítéseket is a fal külső síkján (6. kép).



6. kép: Andráskereszt merevítés a fal síkjában [2]

### **Az acélváz építésének technológiai változatai**

A könnyűszerkezetes építésben az építéstechnológia tekintetében is többféle rendszer alakult ki. Az hazai acélváz rendszer túlnyomó részénél helyszínen szerelt technológiáról van szó, de létezik előrágyártott, kész falpanelokból szerelt típus is. Külföldön előfordul az a megoldás, amikor gyárban szerkezetkészre szerelik a falelemek vázát, majd a helyszínen összeépítik és "felöltöztetik" őket (6. kép).



6. kép: Gyárban előszerelt falelemek [2]

## Összegzés

A könnyű acélvázaz építés egyre ismertebb és egyre nagyobb hangsúlyt kap a lakóházépítés területén, köszönhetően a különféle szerkezeti megoldásoknak és az építésmódban rejlő számos pozitív tulajdonságnak. A vázszerkezeti rendszerek változatos építészeti kialakításra adnak lehetőséget és a száraz építési technológiából adódó gyors építés az építetők körében is meggyőző érvet jelent az acélvázaz építés mellett.

Forrás:

[1] [www.excalibursteel.com](http://www.excalibursteel.com)

[2] [www.innovativesteel.com](http://www.innovativesteel.com)

[3] [www.protektor.hu](http://www.protektor.hu)

Dudás Annamária

okl. építőmérnök, Ph.D. hallgató

# Fenster und Außenwand

Prof. Ing. Anton Puškár, PhD., Ing. Robert Žúdel

## Abstract

The paper describes the problems of opened construction, especially for reconstructed buildings in focus on details. The detail of insertion of windows and doors must be correctly designed and realized for protection against failures (mechanically, water penetration, interior temperature.). This detail is third characteristic construction of contact.

## 1. Einleitung

Erhöhte Anforderungen an den Wärmeschutz und den Schallschutz der Fenster und Fassaden verlangen neue Techniken. Vielfältige Einwirkungen auf das Fenster und die Fassaden stellen Architekten, Planer und Bauleiter vor veränderte Bedingungen bei der Integration dieser Bauteile in die Gebäudehülle. Dichte Anschlüsse zwischen Fenster, Fassade und Bauwerk im Zuge energetischer Einsparungen erfordern besondere Beachtung allgemein gültiger bauphysikalischer Regeln.

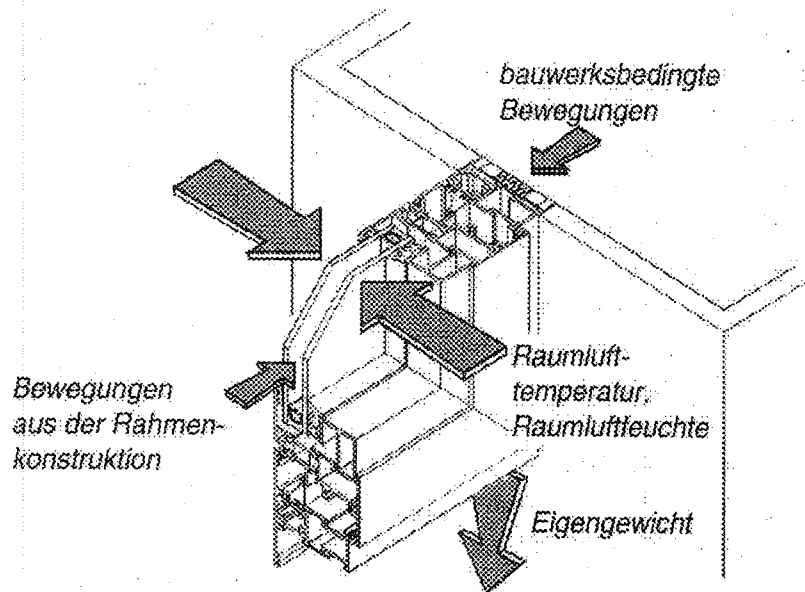
Die Auswertung von Gutachten und Schäden hat gezeigt, dass das güteüberwachte Fenster keine technischen Probleme mehr nach sich zieht, der Anschluss der Fenster jedoch mit vielen bauphysikalischen und ausführungstechnischen Problemen behaftet ist.

Die Erhöhung der Anforderungen an den Wärmeschutz und an die Dichtheit der Gebäudehülle sowie eine Analyse der Bauschäden im Bereich der Gebäudehülle, erfordern die Einhaltung der geltenden Normen und die Berücksichtigung der bauphysikalischen Grundsätze beim Einbau von Fenster und Fassaden.

## 2. Anforderungen

Zurrzeitige Anforderungen an den Fensteranschluss:

1. muss universal sein
2. Möglichkeit das Fenster nach der Ausfertigung von Außenputz einsetzen können
3. Möglichkeit das Fenster von Innenseite einzusetzen
4. einfache Montage
5. muss die Ausfertigungstoleranz von Rohbau ausgleichen
6. muss die mechanische Belastung in der Außenwand abtragen
7. Außenwand muss physikalisch eine deutlich erkennbare Ebene sein, ist repräsentiert mit:
  - Wärmedurchlässigkeit des Anschlusses maximal in Wärmedurchlässigkeit des Fensters
  - Verhinderung der Wasserdampfdiffusion
  - Luftschalldämmungswerte des Anschlusses minimal in Luftschalldämmungswerte von Fenster
  - Luftdurchlässigkeit des Anschlusses maximal in Luftdurchlässigkeitswerte des Fensters
  - Regendichtheit, bzw. Schlagregendichtheit
  - Dauerhaftigkeit und Qualität von den Fensteranschluss



**Bild 1. Einwirkungen auf den Anschluß von Fenstern - für Fassaden gelten vergleichbare Anforderungen**

### 3. Detail des Fensteranschlusses

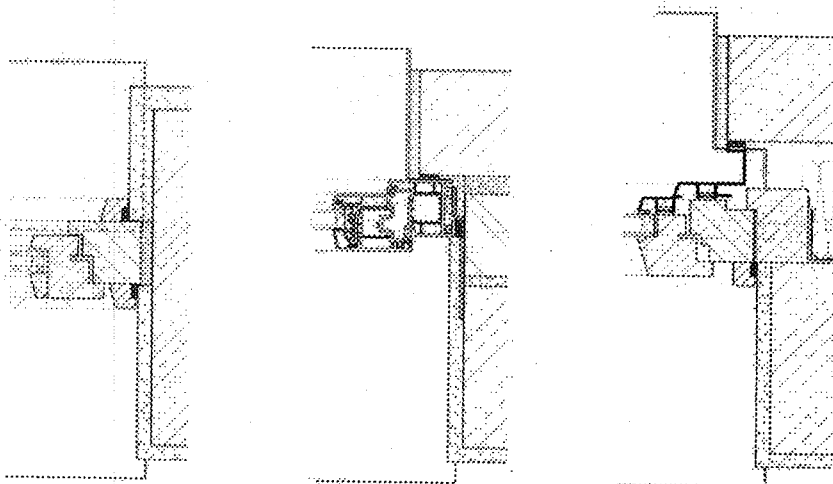
Nach der Geometrieform von Verbindung der Außenwand und das Fenster sprechen wir über:

- Stumpfen Anschlag
- Innenanschlag

Der Innenanschlag bildet bessere Verhältnisse für Qualität des Fensteranschlusses. Im Fall von stumpfem Anschlag benutzt man neuer Bauelement, s.g. Absetzrahm, der den Innenanschlag nachhinein bildet.

In der Konstruktion von Fensteranschlag mit der Außenwand lösen wir drei Ebenen auf:

- die Außenanschlagssperre
- die Dämmausfüllung der Sperre
- die Innenanschlagssperre



**Bild 2. Beispiele in Anlehnung an DIN V 4108-7 zur Abdichtung zwischen Fenster und Außenwand**

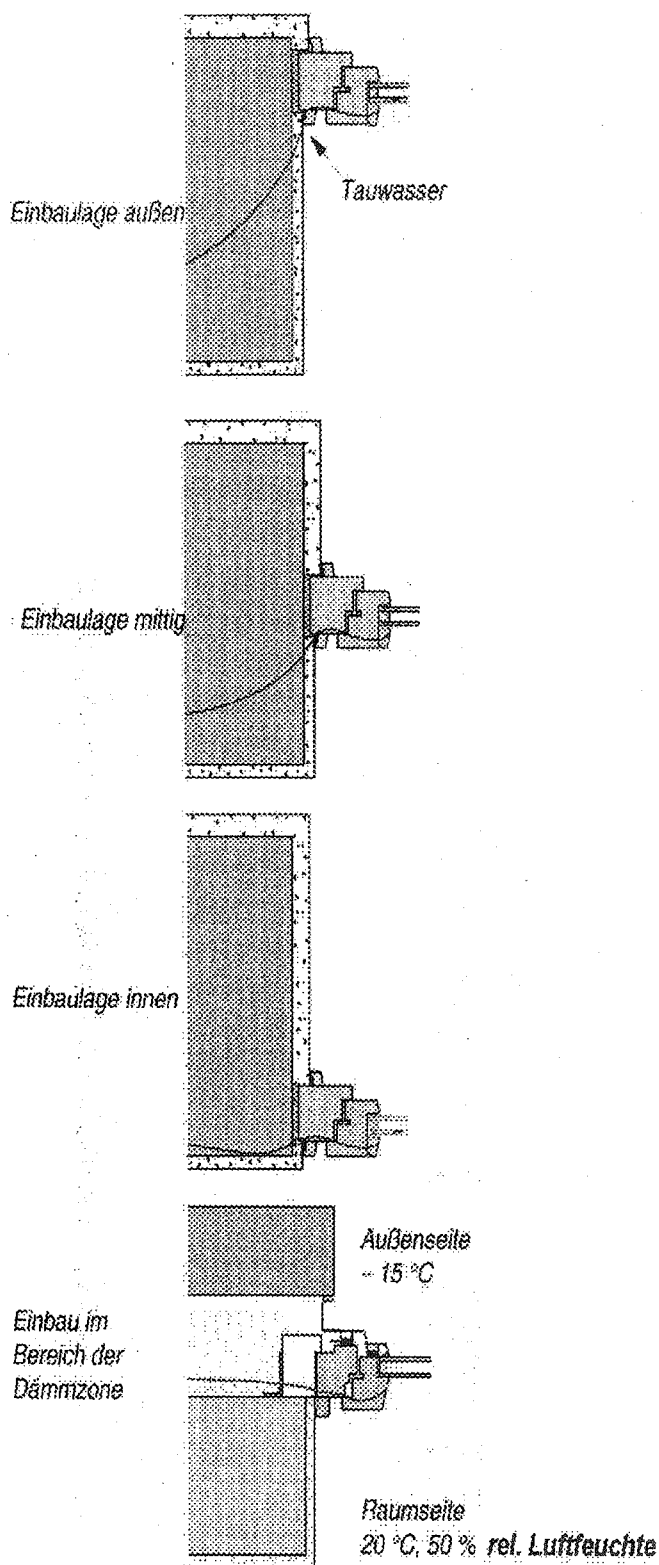


Bild 4. 10 °C-Isothermenverlauf bei verschiedenen Einbauebenen

- Funktionsbereich muss „trocken bleiben“ und vom Raumklima getrennt sein.
- Ebene III** – die Ebene des Witterschutzes verhindert weitgehend den Eintritt von Regenwasser (Schlagregen) von der Außenseite. Eindringenes

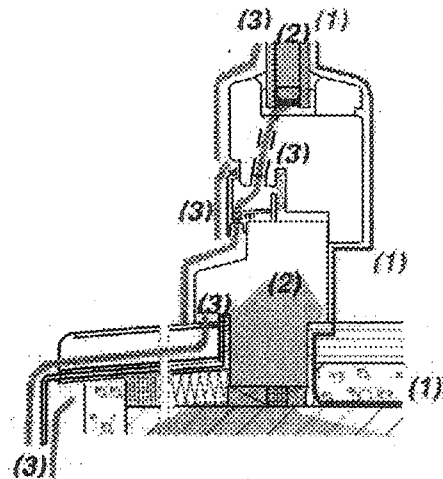


Bild 3. Anschlussebenen

- Ebene I** - die Trennung muss in einer Ebene erfolgen, deren Temperatur über der Taupunkttemperatur des Raumklimas liegt. Die Ebene muss über die gesamte Fläche der Außenwand erkennbar sein und darf nicht unterbrochen werden. Ausgehend von einem Raumklima von z. B. 20 °C, 50 % rel. Luftfeuchte, muss die Trennung in Bereichen über 12,6°C liegen.

- Ebene II** - In diesem Bereich werden insbesondere die Eigenschaften Wärme- und Schallschutz über einen angemessenen Zeitraum sichergestellt.

Allgemein formuliert heißt, dies, der

Regenwasser muss kontrolliert und direkt nach außen abgeführt werden. Zugleich muss die Feuchtigkeit aus dem Funktionsbereich nach außen entweichen können.

#### 4. Temperaturfaktor und Wärmebrücken-Verlustkoeffizient als Kenngrößen für Fensteranschlüsse

Die Planung und Ausführung von Fensteranschlüssen kann heute nicht mehr nur nach „Gefühl“ oder auf der Grundlage von Erfahrungen vorgenommen werden. In den letzten Jahren kamen jedoch einige weitere Kriterien für die richtige Anschlussausbildung von Fenstern hinzu, die in der Hauptsache die Wärmebrückenwirkung zum Inhalt haben. Mit der Verbesserung des Wärmeschutzes der Gebäudehülle einschließlich der Verringerung von Lüftungswärmeverlusten werden Verbesserungen des Wärmeschutzes im Bereich von Wärmebrücken immer wichtiger. Dabei geht es sowohl um Reduzierungen des Heiz-wärme- bzw. des Heizenergiebedarfs als auch um die Erhöhung raumseitiger Oberflächentemperaturen zur Vermeidung von Tauwasser und Schimmelpilzbefall. Zur objektiven Bewertung dieser Kriterien werden in die europäischen und nationalen Regelwerke zwei Kenngrößen aufgenommen. Es handelt sich dabei um

- den Temperaturfaktor „f“ und den
- längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten „Ψ“.

##### Temperaturfaktor „f“

Der Temperaturfaktor „f“ wird folgendermaßen definiert:

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Dabei sind:

- $f_{Rsi}$  – Temperaturfaktor
- $\theta_{si}$  – raumseitige Oberflächentemperatur
- $\theta_i$  – Innenlufttemperatur
- $\theta_e$  – Außenlufttemperatur

Da in der Gleichung die Außentemperatur sowohl im Zähler wie im Nenner steht, kann die Außentemperatur beliebig gewählt bzw. in die Gleichung eingesetzt werden. Entscheidend ist die raumseitige Oberflächentemperatur. Diese muss so hoch sein, dass unter vorgegebenen Randbedingungen noch keine Entwicklungsmöglichkeiten für Schimmelpilze bestehen. Die kritische Luftfeuchte beträgt dabei nicht 100 %, sondern liegt bei 80 %. Außerdem ist der innere Wärmeübergangswiderstand  $R_{si}$  von großer Bedeutung, der gemäß dem Entwurf zu DIN 4108-2 mit  $0,25 \text{ m}^2/\text{KW}$  angesetzt wird. Dieser hohe Widerstand kommt insbesondere in Nischen zustande, in denen die Luftbewegungen, d. h. die Konvektionen, erheblich geringer sind als an freiliegenden Wandflächen.

Für den Temperaturfaktor  $f_{Rsi}$  wird in DIN 4108-2 (Entwurf Juni 1999) folgende Anforderung definiert:  $f_{Rsi} \geq 0,70$ . Dieser Temperaturfaktor darf nicht mit einem anderen Kennwert, der spezifischen Temperaturabsenkung  $f_s$  verwechselt werden. Während bei dem Temperaturfaktor  $f_{Rsi}$  die Differenz zwischen der inneren

Oberflächentemperatur und der Außentemperatur in Ansatz gebracht wird, kommt bei der spezifischen Temperaturabsenkung  $f_s$  die Differenz zwischen Lufttemperatur innen und raumseitiger Oberflächentemperatur in den Zähler. Die beiden Kenngrößen ergänzen sich somit zur Zahl 1:  $f_{Rsi} + f_s = 1$ .

Wenn die minimale Wert von  $f_{Rsi}$  nach STN EN ISO 10211 – 1 schon kennbar ist, dann ist die minimale Oberflächentemperatur innen definiert als (STN 73 05 40):

$$\theta_{si,min} = f_{Rsi} (\theta_{ai} - \theta_e) + \theta_e$$

wo  $f_{Rsi}$  Temperaturfaktor  
 $\theta_{ai}$  Innenlufttemperatur in °C  
 $\theta_e$  Außenlufttemperatur in °C ist.

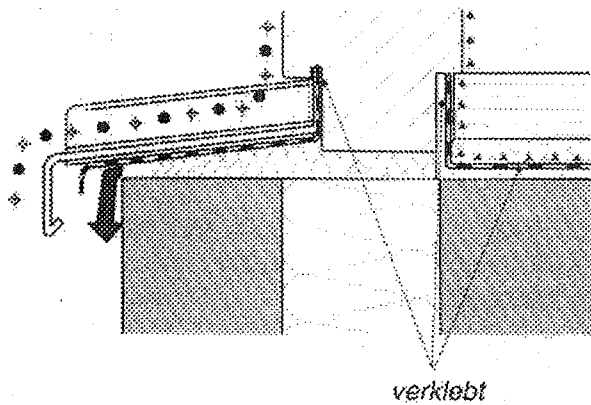
### Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient „Ψ“

Die im Bereich von Wärmebrücken auftretenden Wärmeströme spielen im Zusammenhang mit verschärften Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz und Verringerungen des Heizwärme- und Heizenergiebedarfs eine immer größere Rolle. Mit zunehmender Verbesserung des Wärmeschutzes von Flächen steigt prozentual der Wärmeverlust über lineare Wärmebrücken, so dass bei weiteren Gesamtoptimierungen auch Verbesserungsmaßnahmen an Bauteilübergängen, wie z. B. an Fensteranschlüssen, erforderlich sind. Um hier auch objektive Vergleichszahlen zu haben, wurde der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient „Ψ“ eingeführt. Wärmebrücken mit  $\psi_i$  – Werten größer 0,2 W/m<sup>2</sup>K oder  $\psi_e$  – Werten größer 0,1 W/m<sup>2</sup>K müssen üblicherweise durch Detailverbesserungen vermieden werden, wenn:

$\psi_i$  – für Innenabmessungen

$\psi_{oi}$  – für Gesamtinnenabmessungen

$\psi_e$  – für Außenabmessungen



Einfluß von „Ψ“- Wert an „U“-Wert beschreibt die Formel:

$$\Delta U = \frac{\sum \psi_l + \sum \chi}{\sum A_i}, \text{ wo}$$

$\Delta U$  die Erhöhung von Wärmedurchgangskoeffizient nach Einfluß von Wärmebrücken,

$\sum A_i$  die Außenoberfläche von Gebäudehüllekonstruktion in m<sup>2</sup>

$\sum \psi_l$  die Verluste durch Linearwärmebrücken

$\sum \chi$  die Verluste durch punktförmige Wärmebrücken sind.

- • • Wetterschutz
- ▲ ▲ ▲ Trennebene zwischen Raum- und Außenklima
- ↓ Dampfdruckausgleich

**Bild 5. Fensterbank**

## 5. Defekte

Für die Verhinderung von Wasserdampfdurchbruch in den Anschluss gibt es eine einfache Regel: außen dicht wie nötig, innen dicht wie möglich. Wenn es doch zum Wasserdampfdurchbruch kommt, hängt die Tauwasserbildung von raumseitigen Oberflächentemperatur an. Wenn die Anschlussfuge nicht voll mit Dämmung ausgefüllt ist, kann der Wärmedurchgang steigen, was weiter zur Tauwasserbildung führt. Defekte: Feuchtigkeitsaufnahme des Innenputzes, Fleckenbildung.

Ähnliche Situation kann bei dem Fensterbankdetail entstehen. Im Außenbereich soll die Sperre unter dem Blech mit der Wärmedämmung genug ausgefüllt sein. Dem Wasserdampfdurchbruch von Raumseite muss man vermeiden zu entstehen.

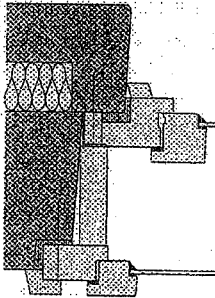
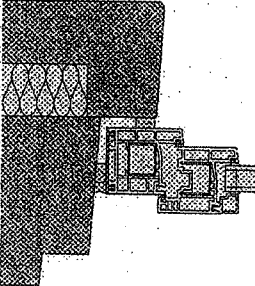
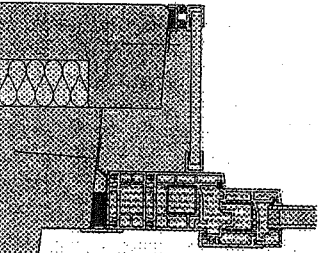
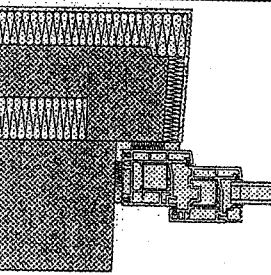
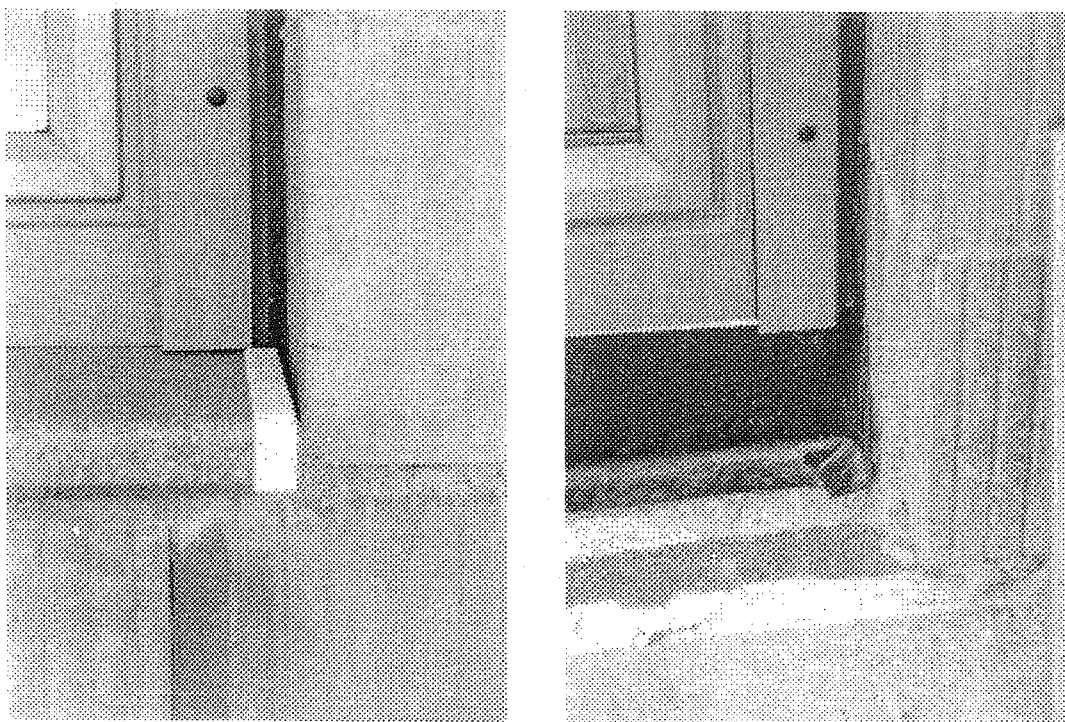
	Darstellung	$\theta_{oi}$ in °C	f	$\Psi$ in W/(mK)
Ausgangssituation		12,6	0,70	0,26
Sanierung		11,3	0,65	0,36
Sanierung mit Leibungsverkleidung		12,6	0,70	0,26
Komplettsanierung		14,4	0,78	0,12

Tabelle 1. Vergleich von verschiedenen Werten beim Sanierung

Die Anbindung der Fensterbank an die Leibung und an den Blendrahmen muss regendicht sein. Dies kann mit einer wannenförmig ausgebildeter Dichtungsbahn unter der Fensterbank geschehen (Bild 6.,7.). Ist unter der Fensterbank eine Wärmedämmung eingebracht, so ist die Dichtungsbahn auf dieser zu verlegen. Die wasserdampfdiffusionsdichten Dichtungsbahnen sollen nicht dicht verklebt werden.

Aluminiumfensterbänke müssen mindestens alle 3000 mm einen Dehnstoß erhalten. Stoßunterflappungen sind so auszuführen, dass Knackgeräusche auch thermisch bedingten Längenänderungen vermieden werden. Sie müssen so ausgebildet sein, dass Niederschlagwasser nach außen abgeleitet wird.

Zum Verschlechterung von Wärmedämmeigenschaften und Schallschutz der Außenwand konnte auch paradox beim Sanierung kommen (Tabelle 1). Der Vergleich der Werte macht deutlich, dass mit Sanierungen durchaus auch Verschlechterungen möglich sind, wenn z. B. Kastenfenster durch Einfachfenster ersetzt werden. Zur Gewährleistung einer Gleichwertigkeit im Anschlussbereich müssten also zusätzliche Maßnahmen vorgesehen werden. Mit einer zusätzlichen Dämmung der Leibungen würden die Forderungen an den f-Faktor mit  $f_{Rsi} \geq 0,70$  und eines nicht höher werdenden  $\Psi$ -Wertes erreicht.



**Bild 6.-7. Richtige Ausführung von der Fensterbank und Terrassentürbank.**

Die Kräfte in Fensterebene (Eigenlast) werden bei eingestellten Fenstern über Tragklötze in das Bauwerk abgeleitet, sie werden auf Druck belastet. Bei mehrschaligen Wandsystemen, bei denen das Fenster in der Dämmzone vor der tragenden Wand sitzt, müssen diese Kräfte mit Metallwinkeln oder Konsolen in die tragende Schale abgeleitet werden. Dübel, Laschen, Ortschäume und dergleichen sind zur Abtragung der in Fensterebene wirkenden Lasten nicht ausreichend. Die Rahmenprofile müssen eine ausreichende Biegesteifigkeit aufweisen. Die Tragklötze sind im Bereich von Rahmenecken, Pfosten und Riegeln in Abhängigkeit von der

Öffnungsart anzuordnen. Die Anordnung der Klötze bzw. der lastabtragenden Bauteile muss so erfolgen, dass eine Einspannung des Rahmens verhindert wird. Keile, die während der Montage als Fixierhilfen dienen, müssen nach der Befestigung entfernt werden.

## **6.Verschluss**

Nichtbeachtung hier von Teil einweisenden Stand der Technik über Fensteranschluss, zusammen mit Fehlern auf Montage führt zu oft zur Entstehung von Schäden. Diese Schäden sind dann meistens von Durchbruch von Schlagregen von Außenseite und Wasserdampf (und dessen Kondensation) von innen Raumseite eingerichtet.

### **Literatur:**

- 1.Schmid, J., Leuschner, I., Jehl, W., Taute, H., i.f.t.Rosenheim:Leitfaden zur Montage, Der Einbau von Fenstern, Fassaden und Haustüren mit Qualitätskontrolle durch das RAL-Gütezeichen, RAL – Gütegemeinschaften Fenster und Haustüren, Frankfurt/M,2002,
- 2.i.f.t. Rosenheim: Fensterbau: Einführungsseminar,12. / 13. Juni 2002, i.f.t. Rosenheim, 2002
- 3.Pušár,A., Szomolányiová,K.,Fučila,J.:Okná, dvere, zasklené steny.1.vydanie. Vydavateľstvo Jaga group, v.o.s., Bratislava, 2000
- 4.STN 73 0540-2
- 5.STN 73 0540-3
- 6.STN EN ISO 14683
- 7.STN EN ISO 10211-1
- 8.prEN ISO 10211-2
- 9.DIN V 4108-7 „Wärmeschutz im Hochbau – Teil 7: Luftdichtheit von Bauteilen und Anschlüssen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie Beispiele“
- 10.DIN 4109
- 11.DIN 4108 – 5

# **PROBLEMS OF THERMAL BRIDGES IN DETAILS OF EXTERNAL WALLS ON CERAMIC BASE**

DOC. ING. JURAJ ŽILINSKÝ, PhD.

Slovak University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Department of Building Structures, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, Slovak Republic

## **ABSTRACT**

*Nowadays, design and appraisal of building constructions is at a stage of becoming adapted to EN (European Norm) requirements. Therefore, already in this phase, it is necessary to find out expected changes and problems in building construction elements and details appraisal.*

## **INTRODUCTION**

The building requirements are determined in such a way to ensure the best all occupants' needs for living in built environment or to create indoor comfort for work. These requirements are given mainly in STN standards. At present, there is a great ambition to take up or fulfil the 89 / 106 / EHS guideline about building products. In Slovakia, the process has commenced by acceptance of the Law about building products no. 90 / 98 Zb. zák. and, later on, also by adoption of the amendment of Building Law with the effectiveness since 1/8/2000.

The above-mentioned amendment, as well as the law no. 90 / 1998 Zb. zák., defines the following fundamental requirements for building design and realization:

- Mechanical resistance and stability,
- Fire safety,
- Hygiene, health, building environment protection,
- Operation security,
- Noise protection,

- Energy conservation and thermal protection.

## **ANALYSIS OF THE PHYSIC - TECHNICAL REQUIREMENTS FOR EXTERNAL WALLS**

Presently valid standard *STN 73 0540 Change 5, Thermal performance of building structures and buildings, Terminology, requirements and criteria 1997*, uses only the hygienic criterion for the minimum surface temperature control as far as details are concerned, that should prevent construction from surface water vapour condensation and hygienic problems. The forthcoming European Standards are upgraded by using the value of additional thermal loss for thermal bridges evaluation. In compliance with national standards, it is needed also in our country to pay attention to the linear loss coefficient calculation that thus becomes one of the most important parameters in calculation of the building overall thermal losses.

The impact of thermal bridges is very often neglected in thermal conductance (thermal transmittance)  $L$  calculation. However, significant thermal bridges, which increase the overall building thermal losses, can occur in some buildings. In such cases, to get the exact thermal conductance (thermal transmittance) values, adding the correction expressions including the impact of the linear and the point coefficients is needed:

$$L = \sum U_i \cdot A_i + \sum \Psi_n \cdot l_n + \sum \chi_j \quad (1),$$

Where	$L$	is	thermal conductance,
	$U_i$		thermal transmittance of envelope fragment (in STN standards named as k-value),
	$A_i$		area to which the $U_i$ is related,
	$\Psi_n$		linear heat coefficient of the thermal bridge $n$ ,
	$l_n$		length to which $\Psi_n$ is related,
	$\chi_j$		point loss coefficient of the thermal bridge $j$ .

In most cases, the impact of the point thermal bridges can be neglected. The linear loss coefficient  $\psi$  is calculated as follows:

$$\Psi = L^{2D} - \sum U_i \cdot l_i \quad (2),$$

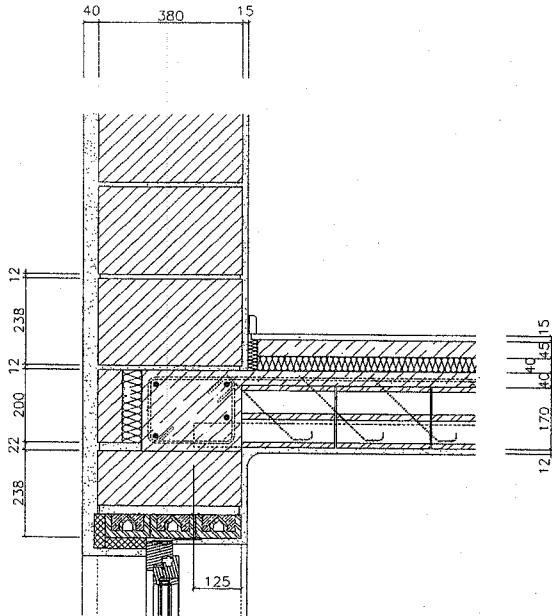
Where  $L^{2D}$  is linear thermal conductance that is determined by two-dimensional calculation of the building element separating two environments,  
 $U_i$  thermal transmittance of the considered one-dimensional building element separating two environments,  
 $l_i$  length in two-dimensional geometry model, at which the  $U_i$ -value is valid.

The linear loss coefficient indicates thermal loss in the thermal bridge place. It is determined by the difference of the overall thermal heat flow transfer from interior into construction (two-dimensional calculation) and the heat flow specified in one-dimensional calculation (2). The heat flow for 1 m linear thermal bridge length at the unit thermal difference in W/(m.K) is a result.

### ***THERMAL BRIDGES APPRAISAL, LINEAR THERMAL LOSSES***

To make it simple and clear, there are two examples illustrated in *figure 1* and *figure 2* giving complete structural solutions with their calculated isotherm and isobar courses. Because of low surface temperatures in the place of window head, some additional thermal insulation was needed in the first detail (see *Figure 1*). The second detail (*Figure 2*) complied with original standard requirements as well as with new standard requirements. It is inevitable to note that it is not always as simple as it seems to be, and there are even some cases, when a lot of effort has to be put to fulfil the hygienic criterion.

### CONSTRUCTION DETAIL



### HYGIC CRITERION

$t_{ip1} = 16,10 \text{ } ^\circ\text{C}$	* $t_{ip1} = 15,93 \text{ } ^\circ\text{C}$
$t_{ip2} = 15,10 \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_{ip2} = 14,78 \text{ } ^\circ\text{C}$
$t_{ip3} = 13,00 \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_{ip3} = 9,33 \text{ } ^\circ\text{C}$

### WATER VAPOUR CONDENSATION

- condensation zone

### LINEAR THERMAL TRANSMITTANCE

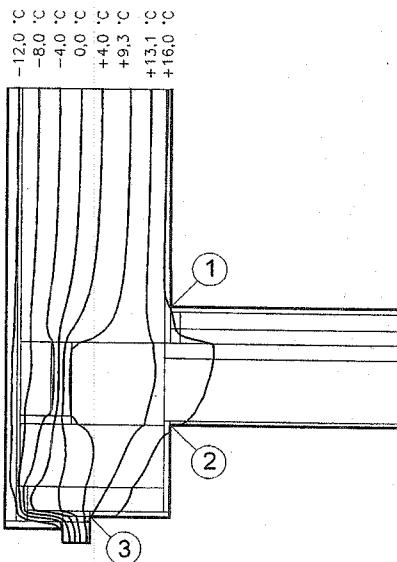
$\Psi_e = 0,251 \text{ W (mK)}$	* $\Psi_e = 0,360 \text{ W (mK)}$
$\Psi_i = 0,359 \text{ W (mK)}$	$\Psi_i = 0,468 \text{ W (mK)}$
$\Psi_{\alpha} = 0,251 \text{ W (mK)}$	$\Psi_{\alpha} = 0,360 \text{ W (mK)}$

\* - original solution

### ADDITIONAL THERMAL INSULATION OF DETAIL:

- additional thermal insulation of the outside using extruded polystyrene of 30 mm thickness.

### ISOTHERM COURSE IN CONSTRUCTION



### ISOBAR COURSE IN CONSTRUCTION

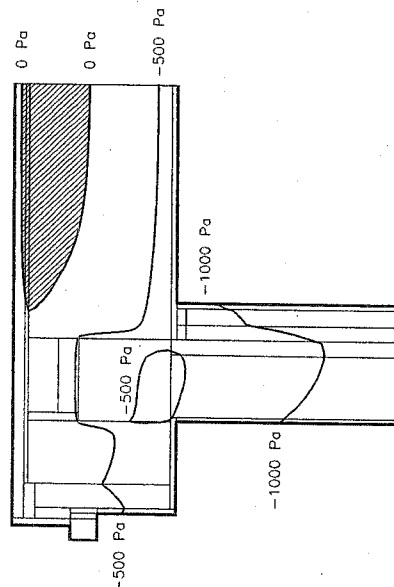


Figure 1 Appraisal of the selected detail in reference with external wall, ceiling and window head with additional thermal insulation

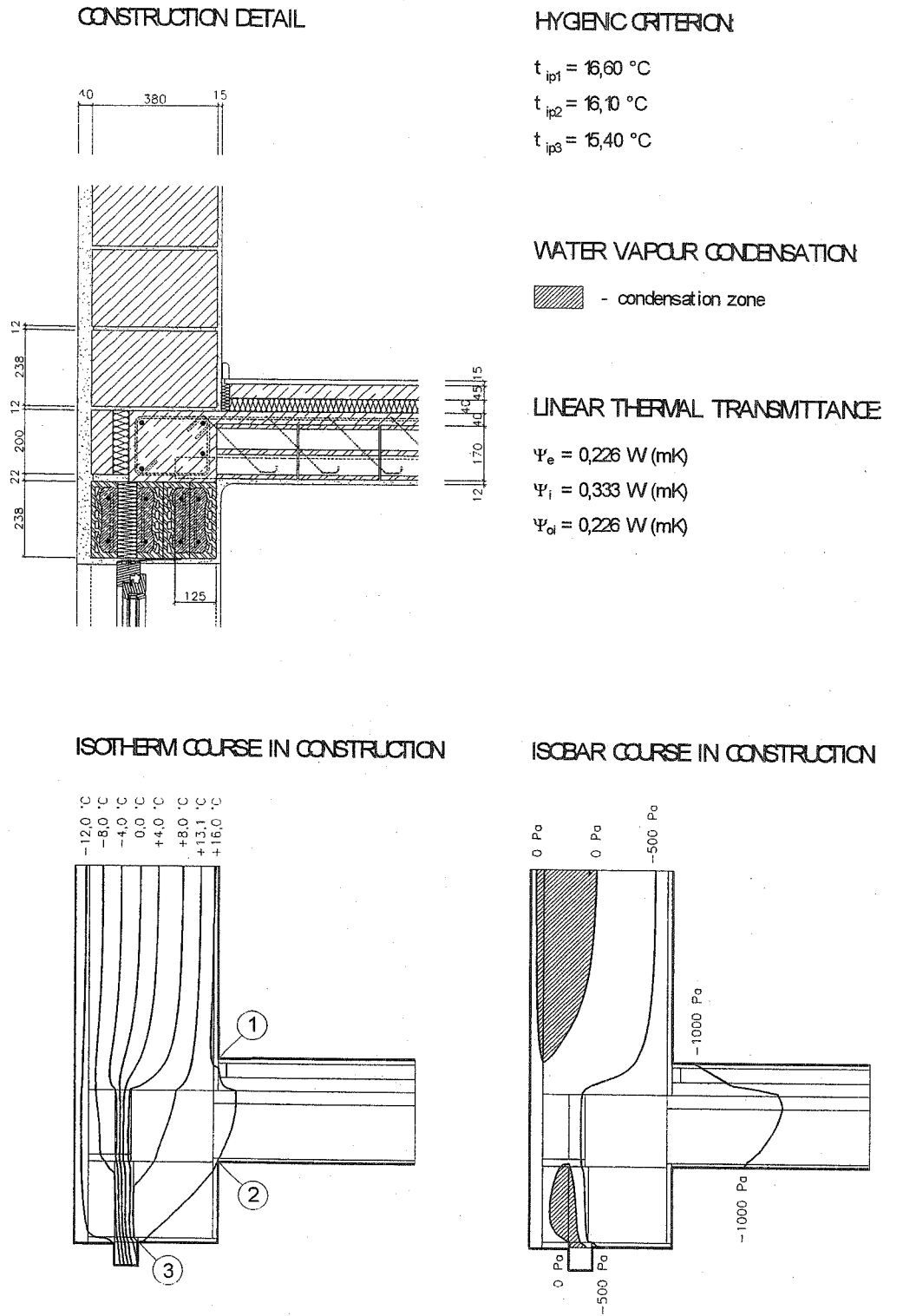


Figure 2 Appraisal of the selected detail in reference with external wall, ceiling and window head with no additional thermal insulation

## **CONCLUSION**

In the decision making process about an optimum structural solution – thermal bridge detail, the minimum surface temperature and the linear loss coefficient criteria should be used. The critical surface temperature values are greatly decreased in relation to the hygienic criterion when the heat transfer coefficients – both on external and internal surfaces – changes. Also the introduction of linear loss coefficient criterion will influence the overall building energy loss calculation in range from 5 to 10 %. In future, there is a need for the criteria in our national standards to be in compliance with the European standards, and also to prepare high-quality and stable solutions. Everyone who offers his brick products at our small Slovak market should provide designer with the high-grade processing of his brick systems in relationship to physic – technical analysis. Only in such a way he can be professionally interesting and will be able to sell his products. To rely on catalogue solutions with the similar properties would be highly inappropriate.

## **REFERENCES**

1. Žilinský, J., Buday, P.: Fyzikálnotechnická analýza budov na báze keramiky. In: Budova a energia, Košice 2001.
2. Žilinský, J.: Problémy prvkov obvodových stien – Proceedings from the International Scientific Conference „VIDIECKE STAVBY“, Nitra 2001.
3. Chmúrny, I.: Tepelnotechnické hodnotenie lineárnych tepelných mostov. Proceedings from the International Conference „STENOVÉ KONŠTRUKCIE A ZATEPLOVANIE – TEÓRIA A PRAX“, Bratislava 21.-22.11.2000, DT Bratislava.
4. STN EN ISO 10211-1 Tepelné mosty v budovách pozemných stavieb. Tepelné toky a povrchové teploty. Časť 1: Všeobecné výpočtové metódy (73 0543).
5. Halahyja, M., Chmúrny, I., Sternová, Z.: Stavebná tepelná technika – Tepelná ochrana budov, Bratislava, JAGA 1998.
6. STN 73 0542 Zmena 1, Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov, Vlastnosti materiálov a konštrukcií, 1.3.1997.

Dipl.Ing. Milan Držka, PhD

Faculty of Civil Engineering of the Slovak Technical University, Bratislava, Slovakia

## **New Requirements for the Construction of Multifunctional Buildings**

### **Abstract**

New multipurpose buildings have mainly been built as monolithic reinforced systems by means of classical technology. Small utilization of material basis, small length of span, lack of combination and adaptability of its performance in case of a new user are considered to be the principal disadvantages of the current construction of multifunctional buildings.

To understand society and produce meaningful architecture indigenous to its service, an architect must understand the relationship between man and buildings in their environmental contexts. Today, opportunities exist to create architectural forms that were previously only imagined. New developments in science, technology, engineering, and architecture have produced buildings of unsurpassed power and scale. Yet some of the most basic contextual and urban issues of building must still be addressed.

### **01. Introduction**

Multifunctional buildings were quite common in the Pre-War Functionalism. In Central Europe they completely faded away due to the standardization of buildings. The terms multifunctional and multi-purpose are sometimes used interchangeably, but have fundamentally different meanings. Use is often associated with a building's purpose as well as its occupancy. If a building has more than one use and type of occupancy, then it may be classified as a multi-purpose building. In so far as function is related to the task that a building fulfills, then the term "multi-functional" may be broadly applied to buildings that perform more than one functional role in terms of usage, building services and occupancy, as well as structural, physical, psychological, social, and cultural factors.

The construction of previously-built housing estates and public buildings was characterized by monofunctional systems, which has undoubtedly brought about effective economic results as far as simplified solutions of the technology of prefabricated residential buildings and public buildings by means of assembled skeletons is concerned. In addition a monofunction also means a negative experience. This can be seen in urban, architectural and constructional sectors. Buildings are exclusively designed for living or for public buildings, and the result of this is a uniformity of towns and the lack of a living environment and communications. A closed building system which preferred to open building system, resulted in a lack of identity and uniformity in buildings, that did not respect regional conditions.

Classical prefabricated buildings proved to be greatly disadvantageous for the reconstruction and modernization of existing buildings and cannot be applied to vacant spaces of buildings and the building smaller houses. A strict static principle did not allow for the technology flexible of assembled skeleton utilization for a more varied building design of buildings and their connection to wall systems in spite of its positive aspects. The reconstruction of buildings and the modernization of building services is exceptionally difficult.

## **02. New multipurpose buildings**

New multipurpose buildings have mainly been built as monolithic reinforced systems by means of classical technology. Small utilization of material basis, small length of span, lack of combination and adaptability of its performance in case of a new user are considered to be the principal disadvantages of the current construction of multifunctional buildings. In Slovakia, the existing large-scale plants for prefabricated building components have not been used lately.

To understand society and produce meaningful architecture indigenous to its service, an architect must understand the relationship between man and buildings in their environmental contexts. Today, opportunities exist to create architectural forms that were previously only imagined. New developments in science, technology, engineering, and architecture have produced buildings of unsurpassed power and scale. Yet some of the most basic contextual and urban issues of building must still be addressed.

The main idea behind the design of multipurpose buildings design is to develop a system in which there will be a functional arrangement in symbiosis with the construction system. It is essential to exploit closed building systems instead of open building systems, which are flexible to react to the present requirements of architecture. There is no concept for such a theoretical basis.

## **03. High-rise buildings and megastructure**

High-rise buildings constitute a special chapter of multipurpose buildings. The traditional image of the individual high-rise tower isolated from its urban context and neighbouring buildings is being challenged today by architects who recognize the potential of the multi-functional building type to mediate between the functional and esthetic singularity of the modern tall building and to accommodate its functions and scale to the life of the street and the humanizing condition of public space. This particular building type has the potential to revolutionize the impact of tall buildings on the physical, ecological and human environment and contribute significantly to the around-the-clock life of the city in the near and distant future.

Historically, the tall building evolved from a single building type: the tall office building. The principal problem the architects had to face was that the early tall buildings were giving them a degree of coherence that would encourage the observer to read the building as a unified composition rather than a stack of separate stories. Although many early tall buildings had multi-functional characteristics, combining uses such as shopping on the ground floor and

offices on the floors above, the multi-functional tall building as a type did not come into its own until the 1930s [1].

At a macro level, tall buildings have a specific urban impact in that they define the skyline and are instrumental in shaping the builtform of a city. They influence the quality of the environment in the constantly evolving urban habitat. At a micro level, a tall building is a fully functioning system - an organism - which is alive and dynamic with occupants moving and life-supporting energy flowing from one place to another. The traditional image of the individual high-rise tower isolated from the urban context and neighbouring buildings is being challenged today by architects who recognize the potential of the multi-functional building type to mediate between functional and esthetic singularity of the modern tall building and the need to accommodate its functions and scale to the life of the street and the humanizing condition of public space.

A megastructure is a large-scale urban building with some degree of structural complexity that includes in it various functions for living, working, education, and recreation. The structural complexity arises out of the necessity of connecting the building units to form a large building structure. In order to assemble the multiple autonomous parts of the megaform that can be characterized as a "city within a building", a structuralist design approach becomes a convenient tool for achieving the goal of providing the diverse functions of a megastructure [1].

Today, megastructures evolve out of a rigorous discipline in structural design in direct response to functional requirements; sophisticated computer programs have made it a lot easier to analyze and investigate complex megaforms with exciting geometric configurations.

#### **04. Morphotectonical and biotechnical principles**

Today we can speak about the connection between morphotectonical and biotechnical principles of the design of a high-rise multipurpose building. Morphotectonics deals with the effect of the physical aspects of building materials and the method of construction on these forms and esthetic expression of strength and stability inherent in such forms. A design based on this concept essentially involves concepts of the formal organization of space, the utilization of inherent qualities of material and the effective selection of means and methods of construction.

The use of construction systems with different spans is determined by the vertical and horizontal zoning of functions. A combination of living space and office space, shops, services, cultural facilities, garages, etc., will find their response in the design of an architectural expression. When designing, the basic division of constructions into three independent systems, which are characterized by their principles of statics and durability, must be respected. They consist of:

- the construction system (foundations, columns, ceilings, stairs, roof) with long durability, - components which mean it will be stable until its demolition.
- components of the construction (cladding, partitions, tiles, service units, horizontal ceiling distribution) having medium durability and which make it possible to carry out required modifications
- installation systems in buildings (technical services, informatics, wiring, air-conditioning) having lower durability and which will be renewed in case of wear and tear [2].

A construction system should respect a large-scale modular span, which is advantageous for multipurpose use and the flexibility of the layout. The geometry of the shape of a building, the materials used and their range of colours will play an important part in power engineering. Sanitary units made of reinforced concrete located to the North and South can also play an important part with regard to the role of energy in the case of warm or cold air. In such a way sanitary units serve as a source of warm or cold air. The floor structure has both static and thermal accumulation functions; and, in addition, influences the energy budget, which is a new aspect under consideration at present. It forms a part of the power system which is in interaction with the external skin.

Energy savings and microclimate are based in particular on the utilization of passive systems and absorbed sun energy. Each building will be characterized by its bioclimatic principle. This ecologically – responsive approach is entirely dependent upon the latitude of the location, which is an indicator of its climate and ecology. The bioclimatic approach in temperate zones requires the building to be able to handle a hot season and two mid-seasons. For all locations, we need to develop passive means to achieve the reduction in the need for air-conditioning in the summer season and the need for heating in winter. A number of composite methods could be adopted, e.g., the use of a double-skin flue west-facing wall, the use of night-flushing of heat accumulated during the day, the use of the “trombe-wall“ effect, etc., but always in relation to the other ecological design criteria as mentioned above [3]

One of the outcomes of multi-functional design is that it has brought the architect and structural engineer together by way of collaboration throughout the design process, including the conceptual short-term fluid design stage. The profession of architecture in its modern-day practice has adopted a fragmented process in which the formal, functional, and programmatic issues are considered at the outset; and the engineering issues are addressed at a subsequent stage, generally tackled by the structural engineer, and in which the architect has little interest and usually has an inadequate role. The multi-functional design more or less forces the architect and the engineer to work together because such a project inherently demands a multi-disciplinary approach.

#### **05. Main tasks which are to be solved when designing constructions for multifunctional buildings**

- The Urban structure of housing estates and their final completion to be regarded as a starting point for the conception of multifunctional buildings.
- Typological types of multi-functional buildings, their classification according to horizontal and vertical functional zoning with the emphasis on high-rise buildings.
- Analysis of modular layout of residential and public buildings as a basis for space parameters of the construction systems.
- Typology of load-bearing systems, principle of statics, number of storeys, spans, material basis and technology of the construction of multipurpose buildings.
- Bioclimate, ecology and building physics as interactive factors in the architectural design of multipurpose buildings.
- Technical services of multipurpose buildings as a part of intelligent system of buildings, energy saving and creation of natural microclimate.
- Evaluation of the existing and new material bases of the Slovak Republic and its application to the construction of multipurpose buildings.

- Flexibility of construction systems in models and their evaluation as a basis for principles of designs.

#### **References / Bibliography:**

- [1] Tužinský, I.: Constructional Design of Multipurpose Building under New Conditions, Proceedings Multipurpose Buildings, Architecture and Construction, 2000, Bratislava
- [2] Yeang, K.: Designing the Green Scyscrapers, Multipurpose High-Rise Towers and Tall Buildings, 1997, E. FN SPON London
- [3] Puškár, A.: The Modernization and Reconstruction of Prefabricated Dwelling Houses in Slovakia. In: Proceedings of the Conference , Prague 1997

# ÁTTETSZŐ MEMBRÁN SZERKEZETI RENDSZEREK

## TRANSPARENT MEMBRANE CONSTRUCTIONS

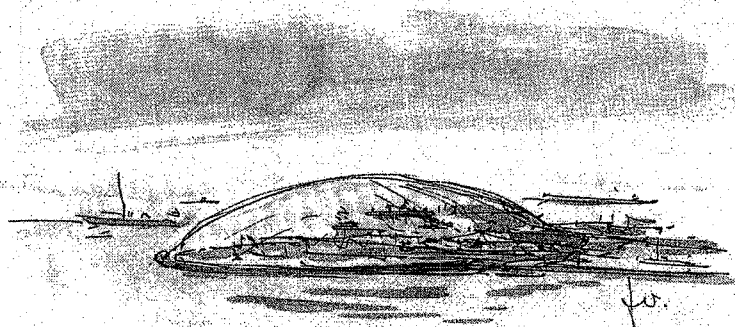
František KALESNÝ<sup>1</sup> - Juraj SZALAY György<sup>2</sup>

### Arstract:

*Fabric transparent structures are superior in their capacity to achieve very large spans.*

A társadalmi változások nagyban megmozgatták a gondolkodó ember fantáziáját az épített környezet tervezésének területén is. A múltban a megálmodott gondolatok csak nagyon ritkán tudtak valós testet ölteni, mert nem párosult paradigma váltással és az addig reálisnak hitt tervezési módszerek más alapokra való helyezésével. Az úszó szerkezetek, lebegő települések és klímapalástok, amelyeket a múlt század hatvanas éveiben kezdett a média szélesebb körben ismertetni, annak a következménye is volt, hogy főleg Európában komolyan kezdtek foglalkozni a túlnépesedéssel, kiábrándultak a második világháborút követő eufóriából valamint rádöbbsentek a módszeres tervezés hibáira. Nem kis mértékben volt nagy hatással erre a gondolatváltozásra a hatvanas évek nagy kőolaj – energia válsága is.

Már a múlt század ötvenes éveinek kezdetén Otto Frei műveiben rajzos formában megjelennek a nagy klímaburok alatti városok tervezései. Eleinte ezek a színes rajzok egy nagy buboréktető alatti települések szárazföldön vagy a tengeren.



1.sz.ábra: Úszó város kupolája, /akvarel, fantázia rajz/, szerző: Frei Otto 1967-68,

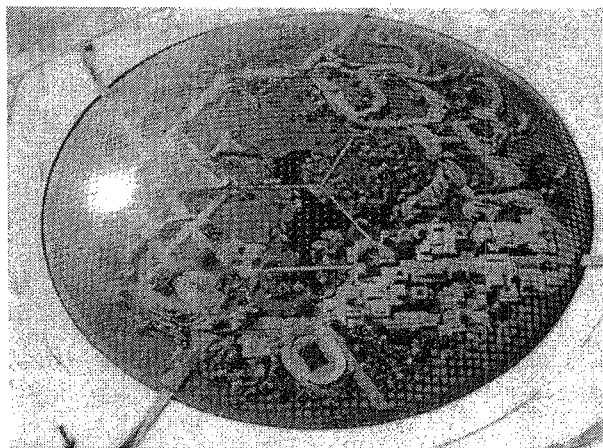
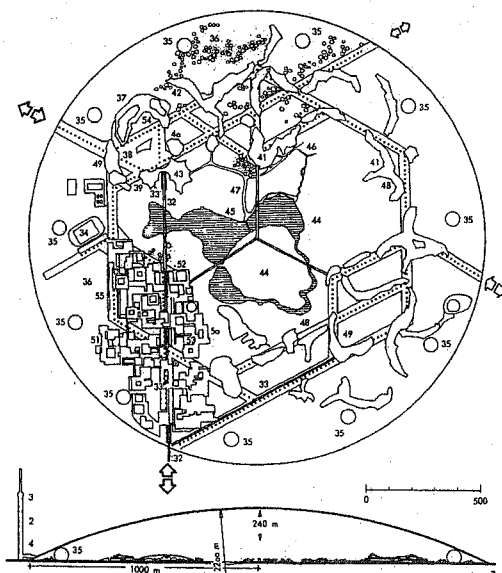
Különböző elképzelések, látomások után Frei a XX.század 70-es éveinek elején eljut két nagy település szabályozott klímájú tanulmányi terv megoldásához. Már 1981-ben befejezi az

<sup>1</sup> Ing.arch. František KALESNÝ, Ústav konštrukcií v architektúre, Fakulta architektúry STU v Bratislave, Nám . slobody 19, 812 45 Bratislava, e-mail: [kalesny@stonline.sk](mailto:kalesny@stonline.sk)

<sup>2</sup> Dr.-univ. Dipl.-Ing. Juraj SZALAY György, PhD, Ústav konštrukcií v architektúre, Fakulta architektúry STU v Bratislave, P.O.Box 91, SK - 810 05 Bratislava 15 - Slovakia, e-mail: [szalay@sygy.sk](mailto:szalay@sygy.sk)

északi sarkkörön, az 58.szélességi fokon túli, Kanadában található Arktid város terveit, 45 ezer lakos számára. Ezt a tervét, amely már nem tartalmaz utópisztikus elemeket, a Hannoveri Ipari Kiállításon mutatta be. Komplex módon kidolgozott terv, ahol egy 2 km sugarú terület bontakozik ki 240 m maximális belmagassággal és ahol a tartókötelek átmérője 270 mm. Egyedül ami még hiányzik ebből a tervből: nem világos a burkolóanyagra vonatkozó utalás – fólia /áttetsző bőr/. Az ilyen típusú áttetsző fóliás anyagok sorozatgyártására csak évtizedekkel később került sor. Ebből a tervből, ahhoz hogy „földönjáró“ terv lehessen, nyilvánvalóan hiányzott még a mai japán megastukturális valamint az angol metabolikus expresszivitás, de valójában az olyan osztrák műépítészek öniróniája mint amilyen Coop Himmelblau, Haus Rucker, vagy a szószerinti amerikai Richar Buckminster Fuller lebegő városainak felemelősége.

Annak ellenére, hogy a belső klíma megoldásának kialakítása valamint a membrán-buborék stabilitásának megformálása a részletekig ki voltak dolgozva, a tudat átformálása, amelyet az energiaválság váltott ki, továbbá az, hogy ennek a gondolatnak a megoldása nem tűnt olyan égetőnek mint amilyennek mutatkozott, azt vonta magával, hogy az ilyen tervek kivitelezése más fényben tűntek fel, de semmi esetre sem merültek feledésbe.



2, 3

2,3.sz. ábra: Klimatizált város befedése áttetsző membránnal, koordináns: Frei Otto, ILF - Univerzita Stuttgart, Németország, területrendezés: Kenzo Tange, Urtec -Tokyo, tartószerkezet: Owe Arup + Partners,Londyn, Alaprajz, metszet, model

A mai kor reális elvárásai a tervezett építmények léptékeinek transzformálását vonza maga után arányosan a felhasználható anyagok lehetőségeihez.

Az áttetsző műanyagfóliák a mai építészetben már nem ismeretlen anyagok. Lehetővé teszik az épületek beburkolását oly módon, hogy a fényt valamint az ibolyántúli sugarak átbocsátását semmilyen más, jobb anyaggal nem érhetjük el. A vékony és áttetsző membránok húzásterhelhetők és a minimumra csökkentik a külső burkolószerkezet tömegét. Ezen a téren

különösen bevált a fluóropoliméretilén-tetrafluóretilén, FTFE vagy az ET. Kiváló tulajdonságainak köszönhetően összehasonlítva más anyagokkal a fólia atraktív és kivételes épületanyag. Kimondottan alacsony a saját tömege (200 nm vastagságnál  $350 \text{ g/m}^2$ ), magas a fény- és az UV sugarak áteresztő képessége, nagy a vegyi ellenállása a savak és a lúgokkal szemben, relatívan nagy az élettartama (20 év alatt nem volt tapasztalható lényegi mechanikus és optikai változás) és a fóliák szinte teljesen újrahasznosíthatók, gazdaságosak és így a természeti forrásokat kímélő építőanyagok közé tartoznak.

Ahhoz, hogy a vékony fólia csak a húzóerő segítségével ellen tudjon állni különféle irányú külső terhelésnek anélkül, hogy bármilyen hajlás, felületi elváltozás keletkezzen a felületén, feszítési képességgel kell hogy rendelkezzen. Tekintettel ezekre a követelményre két építési módszert alkalmaznak:

- pneumatikus előfeszítés vagy szerkezet alátámasztás
- mechanikus előfeszített szerkezetek.

Annak ellenére, hogy a pneumatikus rögzítés elve már évszázadok óta ismert, az építészetben a pneumatikus szerkezeteket először a XX.század második felében alkalmazták először. Akkor sikerült kifejleszteni a gázoknak ellenálló flexibil, kellőképpen teherbíró műanyagot, amely lehetővé tette a nagyarányú formálhatóságot, szükséges előfeszítést és az állandó nyomás változást.

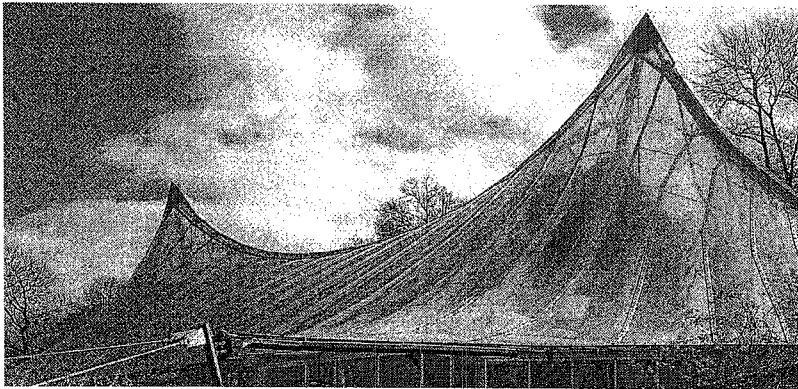
A hetvenes években ebben az ágazatban még domináns volt az anyagösszeillesztés, elsősorban a polieszter szövetek PVC rétegek bevonásával.

A transzparens pneu szerkezet, amely lehetővé teszi hogy mint állandó épületburkolat működjön, csak a fluorpolimer fóliák /ETFE/ kifejlesztése után jelentek meg. Köszönve ennek az anyagnak a magas fényáteresztő képességét a hetvenes években üvegházak befedésére és szoláris berendezéseknél használták elsősorban. A nyolcvanas évektől az építészetben ezt az anyagot már mint pneumatikus alátámasztású szerkezetként használták fel.

Minimum két réteg fóliából van kialakítva, amelyek közé kisnyomású levegőt sűrítnek, ez a fóliát vánkossá formálja amely ezáltal a szerkezetet feszíti és rögzíti. A rögzítéshez szükséges túlnyomás általában csak cca.  $200 - 1000 \text{ Pa}$ , amely  $0,2 - 1,0 \text{ kN/m}^2$ , illetve  $2 - 10 \text{ cm}$  vízoszlop felületi terhelésnek felel meg. A fóliavánkosban a túlnyomás által keletkezett maximális eltérés rendszerint a feszítávolság  $10 - 15\%$ -a. Ritka esetben a túlnyomás helyett alulnyomás keletkezik, amelynek szintén rögzítő hatása van. A fóliaszerkezet méreteinek határértéke a pneumatikus feszítáv maximális szélessége, amely függ a tetőterheléstől és annak geometriai alakjától, ez kb.  $4,5 \text{ m}$  hosszúságig terjed és  $7,5 \text{ m}$  a kerek vagy kvadratus pneualakzatok esetében. Nagyobb feszítávolságok esetében utólagos alátámasztásokat kell beiktatni – huzaloka vagy huzalhálókat.

Az állandó új építészeti formák keresése nemcsak új tartószerkezetek és burkoló megoldások alakjait hozza létre, hanem befolyásolja az építészeti elemek kialakulását is.

A tartószerkezetek új alapelveket, megoldásokat használnak fel, amelyek a fóliák valamint a „légsákok“ /pneufóliák/ feszítési és rögzítési módszerein alapulnak. A müncheni Hellabrunn állatkert ragadozók pavilonja pneualakzatokkal van kiképezve, amelyek előfeszített huzalhálóba vannak helyezve. Így egy atiklasztikus nem szokványos pneumatikus szerkezet jött létre.



4.sz. ábra: Ragadozók pavilonja, Hellabrunn, München, építész: Herbert Kochta, konstrukció: IPL Schlaich, Bergermann und Partner, antiklasztikus, atipikus pneumatikus tetőszerkezet, hordozó huzalhálós megoldással,

Az ETFE fóliákból készült pneumatikus szerkezeteket elsősorban növény- és állatkertek épületein, csarnokos megoldású fürdőépületeknél, bank és adminisztratív épületek belső udvarkiképzésénél valamint kutatási központok épületeinél találjuk meg leggyakrabban

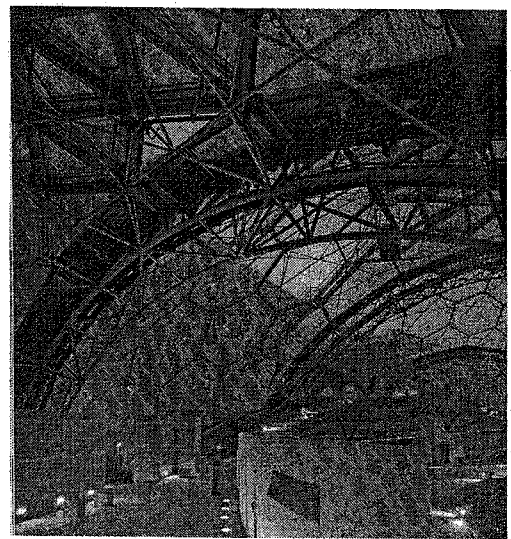
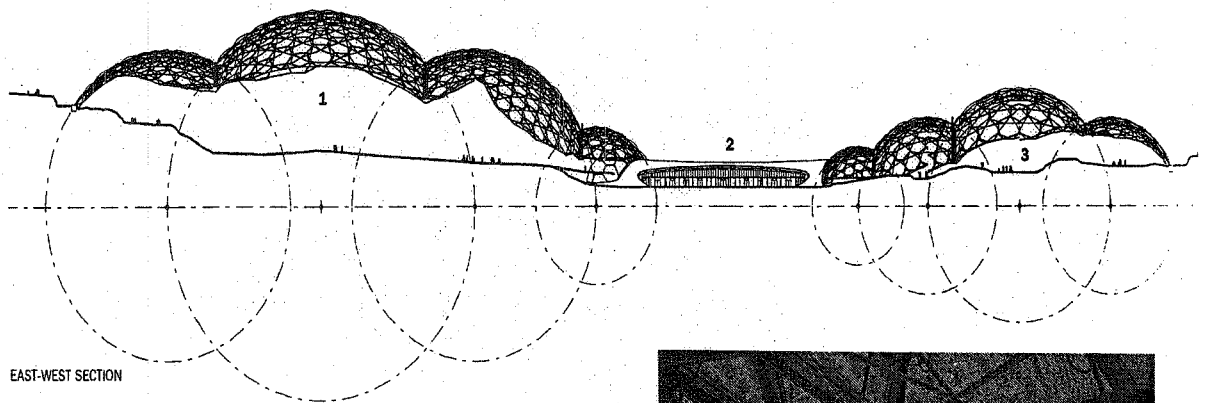
Imponáló példa, amelyet nem hagyhatunk említés nélkül az angliai Eden Project Cornwallban, amely Nicholas Grimshaw műve. A változatos nagyságú geodetikus, egymásba folyó kupolák feszítávolsága 30 és 125 m mozog és egy sor előnyt biztosít a megoldásban.

Lehetővé tették a nagy esésfelületű könnyű szerkezet kialakítását, miközben előre legyártható elemekből tevődött össze és egyes elemeire szét lehetett rakni. A kupolák hordószerkezete két rétegből tevődik össze. A külső rétegnek hexagonális szerkezete van, míg a belső réteg három és hatszögletű, amelyek részben érintkeznek a huzalháló szerkezethez.

A kupola kapcsolódási csomópontjaiban nagyon könnyű háromszögletes acéláthidalók vannak. Az egész burkolószerkezet különböző nagyságú ETFE, kompreszorrally sűrített fólia váncosokkal van kiképezve. A szerkezet könnyűségéről az tanúskodik, hogy könnyebb mint a levegő, amely körülveszi a bezárt váncosokban.

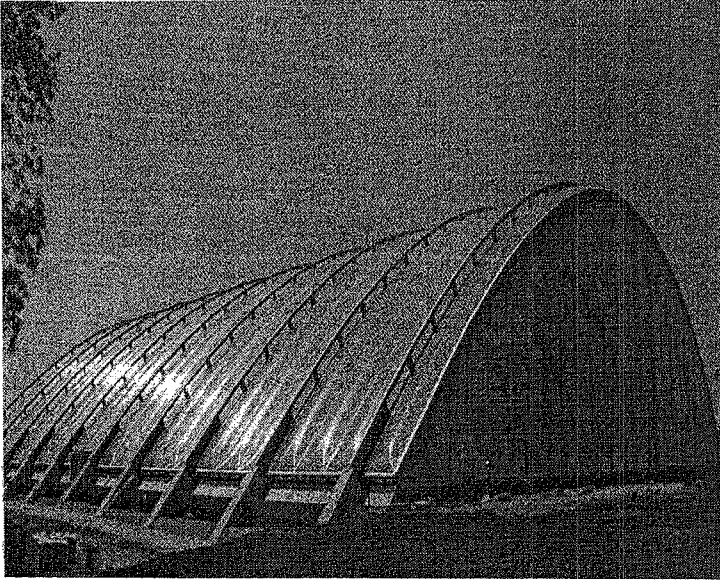


Obr.5,6,7. Eden Project st.Austell, Cornwall, GB, építész: Nicholas Grimshaw, előregyártott acél pneumatikus tartószerkezet  
ETFE fóliás kétrétegű vánkoselemekkel, teljes látkép, metszet, belső látkép

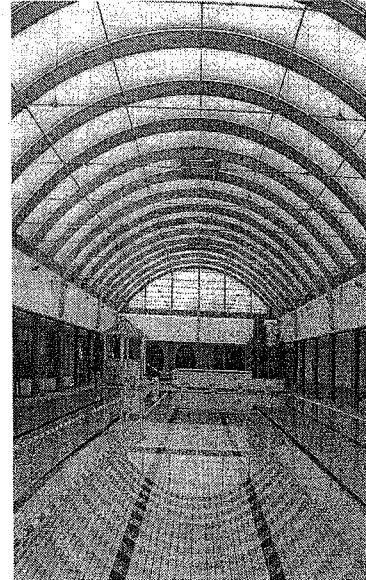


A kisebb szélességű pneumatikus mezők megszokosításával aránylag hosszú pneumatikus alakzatokat tudunk kiképezni. Jelenleg a világban az így kialakított leghosszabb épület több mint 100 m hosszú.

A Masoala Ház, amely a zürichi állatkertben található, a trópusi és esőerdő növényzeteit helyezték itt el, tetőszerkezete ívalakú, négy méter fesztávolságú, pneumatikus részlemeinek szélessége cca. 4,0 m, hossza pedig 106,00 m, valószínűleg ma a világ egyik leghosszabb pneumatikus alakzata.



8



9

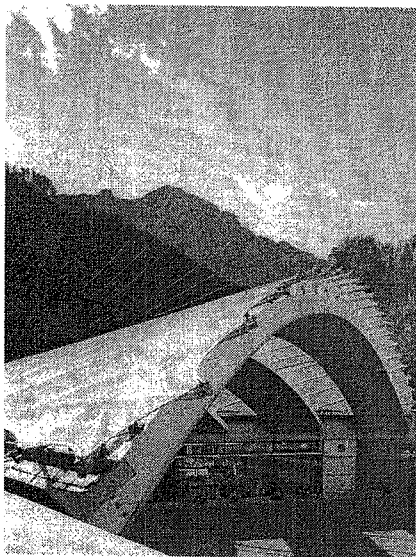
8.sz. ábra: Masoala Reinforest House, Zurich, CH, építész: Gautschi-Stoner, Zurich, íves tetőszerkezet a pneumatikus elemek szélessége cca. 40 m, hossza 106 m, külső nézet

9.sz. ábra: Úszó medence - Moby Dick, Rülzheim, D, építész: Schick und Partner, Karlsruhe, GBR, pneumatikus előregyártott váncoszerkezet, amely fa hordozó szerkezeten nyugszik, belső nézet

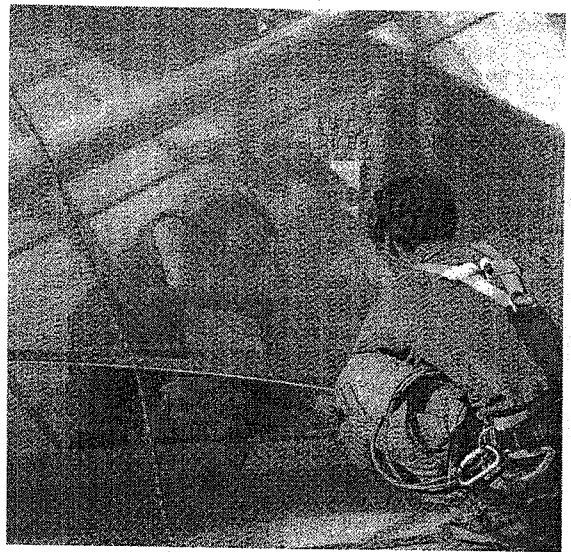
Hasonló új megoldást alkalmaztak egy ívformájú tetőszerkezet felújításánál, a Mobidik fürdőközpontban Rülzheineben.

Ellentétben a többrétegű pneumatikusan alátámasztott szerkezetekkel, amelyeknek feszítése a nyomáskülönbégen alapszik, az egyrétegű membránt mechanikusan feszítik és a tartószerkezet széléhez van erősítve. A mechanikusan feszített ETFE fóliák alkalmazását az építészetben csak a múlt század 90-es éveitől láthatjuk. Ezeknek a fóliáknak a kisebb teherbíróképessége miatt a szőtt membránokhoz képest, alkalmazásuk a mai napig aránylag kis elemekre korlátozódott, illetve nagy felületeket apró felosztással képeznek ki, cca. 1,5 m szélességben, amely szélesség a tartószerkezeti rendszer része. Ezen az alapon készült el a Walchenseekraftwerk in Kochel am See Információs központ.

Ez jelenleg a legnagyobb részben előregyártott membrán tető, amelyet egyrétegű ETFE fóliával fedtek be.



10



11

10,11.sz. ábra: Információs Központ Walchenseekraftwerk in Kochel am See, D, egyrétegű mechanikusan feszített fóliával kialakított tetőszerkezet, teljes látkép, szerelési folyamat

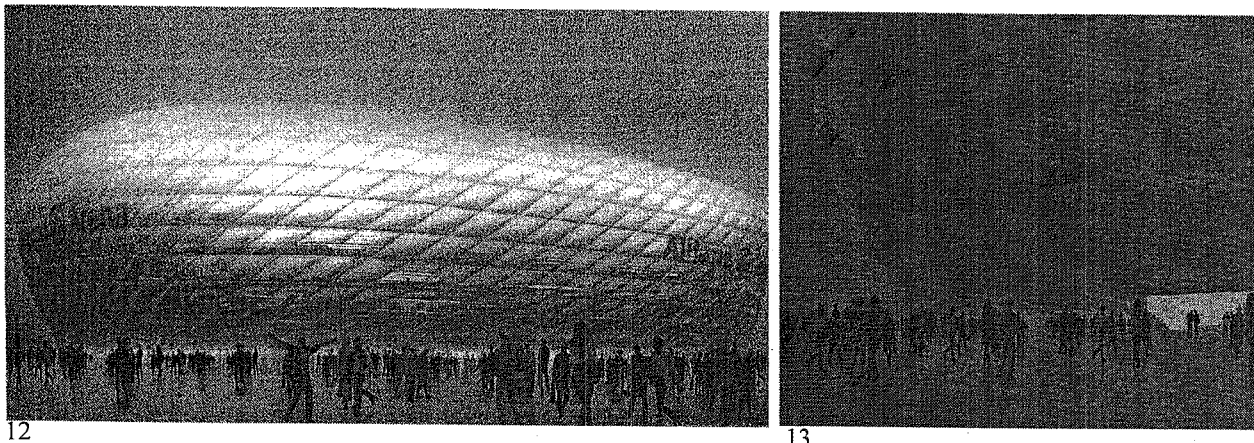
A fóliákkal szemben támasztott legfontosabb épületfizikai követelés az épületburkolatok kialakításánál a hő és a klímavédelem, a zaj ellenni védelem valamint annak abszorbálása és az optikai tulajdonságok. Ezért a pneumatikusan alátámasztott tető illetve falelemek egy harmadik réteg egészíti ki. Ezt egy szilárdan feszített középső réteg segítségével alakítják ki, amelynek nincs semmilyen hordozó funkciója. A két, kölcsönösen összekötött kamrás réteg közé zárt levegő tartalma nagyobb hővédelmet biztosít. Az épület teljes hőbilanció értékelésénél nagyobb problémát okoz a nagy hőenergia kibocsátás a transzparens felületeken keresztül. A hőenergia szerzés nagyobb problémát a nyári hónapok folyamán okoz. Zárt épületeknél ezt a tényt árnyékoló rendszerek regulálásával oldható meg, pl. a pneumatikus elemekben elhelyezett lamellákkal, amelyek korlátozzák a hőkibocsátást, vagy esetleg a meleg levegő elvezetésével megfelelő intenzitású szellőztetéssel. Az a gondolat, hogy ideiglenesen nyert, a pneuelemek között keletkezett hőenergiát hőtárolókban elhelyezzük, egyelőre még nem gazdaságos. A fluórpolimér fóliák felhasználása az építészetben más technológiai folyamatokkal párosítva távolról sincs még kihasználva. Még nem oldott probléma, amely evvel kapcsolatos, főleg a traszparens fóliák hőátbocsátás tompítása, a zaj és a zajelnyelés alacsony tompító hatása. Ebből kifolyólag a lakóházaknál vagy irodaépületeknél a szerkezetbe be kell építeni még egy további tompító hatású réteget.

A levegő magas páratartalom problémáját, pl. fürdőmedencéknél vagy a botanikus kerteknél, lehetséges megoldani a „légvánkosokban“ állandóan keringetett levegő sebességével. Ezt szárítóval felszerel lágcsavarral oldhatjuk, amely meggátolja a kondenz

keletkezését a légrétegekben. A levegő magas páratartalmánál vagy a belső és külső tér magas hőmérséklet különbségeknél a vasalásoknál keletkezett párakicsapódást szerkezeti csomópontok kiképzésével oldhatjuk meg.

Építészeti szempontból érdekes az ETFE optikai tulajdonsága, amely a visszaverődési és elnyelési folyamatokban nyilvánul meg. Az anyagnak ez a különösen alakuló tulajdonsága nagyon hasznosan felhasználható a botanikus kertekben, fűfelületek és fürdők befedésénél.

A fólia szerkezetek ugyanúgy mint az összes membrán szerkezetek arról ismertek, hogy kölcsönös kapcsolat szükséges a terv kialakítása és a tartószerkezet között ugyanúgy mint az anyag formája és a teljes tér kialakítása között. Az építész, a tartószerkezetet tervező mérnök és a végső alakot készítő szabász között a tervezés kezdetétől fogva szoros és intenzív együttműködésre van szükség.



12,13. sz. ábra: Labdarúgó stadion, München, D, építész: Herzog and de Mueron, a befedés translucent és transzparens pneumatikus elemkből tevődik össze, teljes látkép, színes fénysugár megvilágítás

Azok az lehetőségek, amelyeket ez az anyag a ma építészetnek nyújt, bizonyára távolról sincs kiaknázva. Ennek jó példája a müncheni új labdarúgó stadion, amelyet a Herzog & Meuron építészek terveztek, ahol részben transzparens és részben translucent elemeket használtak fel néhány ezer ETFE –ből készült pneuelemből /12. és 13.sz.ábra/. Maga ez a nagy terv pozitívan hat az ETFE fólia jövőbeni kihasználására. A felsorolt példák ugyan még távol vannak Frei-i látomásoktól, de bizonyítják, hogy a mai anyagok lehetőségei párosulva a műszaki ismeretekkel és az anyagi források biztosításával már nem csak utópia.

#### **Irodalom:**

/1/ - Rein Alfred.- Wilhelm Viktor, „Membrane construction“ – In: Detail 2000/6

/2/ - Kalesný František, „Odras HI-TECH v architektúre membránových štruktúr“, - In: EUROSTAV, 2003/5

## A KONFERENCIA TÁMOGATÓI

AZ ÉPÍTÉS FEJLŐDÉSÉÉRT ALAPÍTVÁNY  
1075 Budapest, Rumbach S. u. 14.

HUNÉP UNIVERSAL Rt  
4025 Debrecen, Simonffy u. 34-36.

BORSOD-INVEST Kft.  
3534 Miskolc, Andrásy u. 94.

HAJDÚ-BAU Kft.  
4032 Debrecen, Böszörményi út 218/B.

VILLAS HUNGÁRIA Kft.  
8900 Zalaegerszeg, Zrínyi u. 6.

MESTER NÍVÓ ÉPÍTŐIPARI SZOLGÁLTATÓ Kft.  
4024 Debrecen, Wesselényi u. 26.

INTER ALIA Kft.  
4030 Debrecen, Vikár B. u. 4.

RIGIPSZ HUNGÁRIA GIPSZKARTON Kft.  
1181 Budapest, Zápor u. 4.