

Épületszerkezettani  
ÉK konferencia  
PÉCS - VILLÁNY



2006. május 24-25-26.

31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM  
Pollack Mihály Műszaki Kar  
Épületszerkezettan Tanszék

## Tartalom:

<b>A konferencia résztvevői.....</b>	<b>3</b>
<b>Tudományos közlemények.....</b>	<b>9</b>
Ddr. Elmer Bölcsey: Holzverbunddecken - Innovative Zusammenarbeit der Baustoffe Holz und Beton.....	10
Ján Ilkovič: Családi farmok építészet a mai vidéki feltételek mellett.....	15
Szalay György - Szász Gábor -Szlovák Gabriella: Gazdasági Épületek Revitalizációja Történelmi Borvidéken.....	20
Hantos Zoltán: Faszervezetek megerősítése új módszerekkel.....	24
Dr. Tóth Elek: Az ötdimenziós tervezés.....	27
Dr. Somfai Attila: Internetes tudástárak és tananyagok az építészképzés szolgálatában.....	36
Milan Držka: Analysis and Evaluation of Moisture Factors and Renovation Methods of Wet Brickwork.....	45
Anton Puškar: Thermal and technological properties of wooden windows.....	50
Juraj Žilinský: Problems related to assurance of air change in residential buildings.....	57
Juraj Žilinský: Calculation Method of thermal properties of ceramic blocks.....	62
Széll Attila: „KÁN” - Egy kihálásra ítélt falu újjáélesztése.....	66
Halada Miklós: Új középület funkció tervezése a Pécsi Expo Centernél.....	70
Zoltán Erzsébet: Sztármári György Pécsi püspök nyári palotája romjainak állagmegóvásának és hasznosításának lehetőségei.....	77
Emresz Adrienn: A rekonstrukció rekonstrukciója a pécsi Ókeresztény Mauzóleum megóvása kapcsán.....	81
<b>Támogatóink.....</b>	<b>85</b>

# A konferencia résztvevői

31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



## Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Építészmérnöki Kar

### Épületszerkezettan Tanszék

1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3. K. Ép. II. Em. 27/a.

**Becker Gábor DLA** egy. tanár 1/463-12-47  
gbecker@epsz.bme.hu

**Dr. Petró Bálint** egy. tanár 1/463-23-83  
bpetro@epsz.bme.hu

**Vörös Ferenc DLA** egy. tanár 1/463-39-57  
fvoros@epsz.bme.hu

**Dr. Hunyadi Zoltán**

**Dr. Fülöp Zsuzsa**

## Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Építőmérnöki Kar

### Magasépítési Tanszék

1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3. K. Ép. I. Em. 26.

**Patonai Dénes DLA** egy. tanár 1/463-23-74  
patonai.denes@met.bme.hu

**Dr. Karácson Sándor** Prof. Emeritus 1/463-11-75  
-

**Dr. Tóth Elek** egy. adjunktus 1/463-15-39  
toth.elek@met.bme.hu

**Tömböly Cecília** egy. tanársegéd

## Debreceni Egyetem

Műszaki Főiskolai Kar

### Építőipari Intézet, Magasépítési Tanszék

4028 Debrecen, Ótemető u. 2-4.

**Kulcsár Attila DLA** főisk. tanár 52/415-155/7761  
kattila@mfk.unideb.hu

**Balassa Bálint** főisk. docens 52/415-155/7754  
balint@infosrv.tech.klte.hu

**Igaz József** főisk. adjunktus 52/415-155/7769  
lgazj@infosrv.tech.klte.hu

## Eötvös József Főiskola

Műszaki Fakultás

### Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék

6500 Baja, Bajcsy Zsilinszky Endre u. 14.

**Éber András** főisk. docens 30/957-49-17  
eber.andras@ejf.hu

**Udvardi Györgyné** főisk. docens 30/289-66-57  
udvardi.gyorgyne@ejf.hu

## Nyugat-Magyarországi Egyetem

Faipari Mérnöki Kar

### Építéstani Tanszék

9400 Sopron, Bajcsy Zsilinszky Endre u. 4.

**Dr. Szabó Péter** egy. docens 99/518-104  
szabop@fmk.nyme.hu 30/48-48-999

**Józsa Béla** tansz. főmunkatárs 99/518-262

31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



## Széchenyi István Egyetem

Műszaki Tudományi Kar  
Építési és Környezetmérnöki Intézet  
**Építészet és Épületszerkezetek Tanszék**  
9026 Győr, Egyetem tér 1.

**Dr. Koppány Attila** egy. tanár  
koppany@sze.hu  
**Dr. Fátrai György** egy. docens  
fatrai@sze.hu  
**Dr. Somfai Attila** egy. adjunktus  
solfai@sze.hu  
**Kőrössi Éva** egy. adjunktus  
korossi@sze.hu

## Szent István Egyetem

Ybl Miklós Műszaki Főiskolai Kar  
**Magasépítési Tanszék**  
1142 Budapest, Thököly út 74.

**Dr. Makovényi Ferenc** főisk. tanár 1/252-12-70/198  
makovenyi.ferenc@mmfk.szie.hu  
**Dr. Szily Imre Balázs** főisk. docens  
szily@ymmf.hu  
**Bajza József** főisk. docens  
**Tóth László** főisk. docens 1/252-12-70/170  
tothlaci@ymmf.hu

## Pécsi Tudományegyetem

Pollack Mihály Műszaki Kar  
Építész Intézet  
**Épületszerkezetek Tanszék**  
7624 Pécs, Boszorkány u. 2.

**Dr. Kistelegdi István** egy. tanár 72/501-532  
kistelegdi@witch.pmmf.hu  
**Perényi László** egy. adjunktus 72/501-500/3817  
Perenyil@witch.pmmf.hu  
**Szell Attila** egy. adjunktus 72/501-500/3816  
szellattila@witch.pmmf.hu  
**Zoltán Erzsébet** egy. adjunktus 72/501-500/3817  
betty.zoltan@gmx.net  
**Emresz Adrienn** egy. tanársegéd 72/501-500/3815  
emreszadri@witch.pmmf.hu  
**Halada Miklós** egy. tanársegéd 72/501-500/3815  
Halada@witch.pmmf.hu

## Tervezési és Építészet Ismeretek Tanszék

7624 Pécs, Rókus u. 2.

**Dr. Bachman Zoltán** egy. tanár 72/501-500/3769  
bachman@pmmf.hu

31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



**Slovak Technical University**

**Faculty of Architecture**

Nám. slobody 19, 821 45 Bratislava 1, Slovak Republic

**Dr. Ján Ilkovič**

**Dr. Szalay György** egy. tanár +421-90/540-15-70  
szalay@fa.stuba.sk

**Faculty of Civil Engineering**

Radlinského 11, 813 68 Bratislava, Slovak Republic

**Dr. Anton Puškar** egy. tanár  
Anton.puskar@stuba.sk

**Dr. Juraj Žilinský**

**Ordódy Éva**

ordody@svf.stuba.sk

# Tudományos közlemények

31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



# Ddr. Elmer Bölcskey

## Holzverbunddecken

Innovative Zusammenarbeit der Baustoffe Holz und Beton

Das Schlagwort „Holz-Beton-Verbunddecke“ wurde in den letzten Jahrzehnten eine allgemein übliche Bezeichnung im konstruktiven Hochbau für innovative Holzdeckenkonstruktionen mit einer mitwirkenden (verdübelten) Betonplatte. Eine weiterentwickelte „High-Tech-Lösungsvariante“ bildet die Verbundverstärkung mit Stahlfaserbeton.

Am Anfang wurde diese (mitwirkende) Faserbeton- Druckgurtplatte nach experimentellen Untersuchungsergebnissen aus einer Forschungsarbeit an der TU Wien bzw. in Anlehnung an die Önorm B 5073 (Stahlfaserbetonrohre und zugehörige Formstücke) statisch-konstruktiv konzipiert, dimensioniert und ausgebildet.

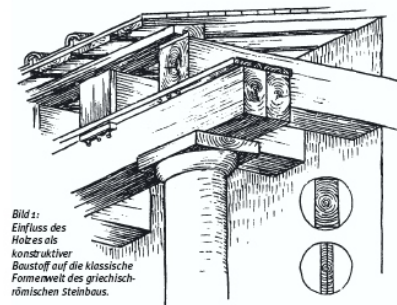
Seit Frühjahr 2002 regelt die – Richtlinie „Faserbeton“ der Österreichischen Vereinigung für Beton und Bautechnik, eine den „aktuellen Stand der Technik“ entsprechende sachgerechte Herstellung, Bemessung und Ausführung des Faserbetons.

Damit wurden die technisch-konstruktive und bauwirtschaftlich-technologische Vorgaben für Architekten und Bauingenieure, Bauausführende und Bau-überwachende (Prüfingenieure) von Holz-(Faser)-Beton- Verbunddeckenkonstruktionen geschaffen.

Bei diesen Konstruktionslösungen übernimmt der Faserbeton als Druckgurt sowohl eine tragende, aussteifende und stabilisierende Funktion (Traglaststeigerung, Erhöhung der

Biegebeanspruchbarkeit / Momenten-tragfähigkeit, Verbesserung des Formänderungs-verhaltens und der Erdbebensicherheit) als auch bauphysikalischen Aufgaben (Verbesserung des akustischen Verhaltens und des Schwingungsverhaltens durch die höhere Biege-teifigkeit, günstigeres Brandwiderstands-verhalten).

Dafür sind im Sinne der Richtlinie „Faserbeton“ ein identifikationsgeprüftes Fasermaterial, mit klar definierten und eindeutig prüfbar/ kontrollierbaren, statisch-konstruktiv relevanten Faserbetoneigenschaften bzw. Material-



kennwerten und daraus abgeleitete „charakteristische Festigkeits-Rechenwerte“ erforderlich. Mit Hilfe der (für o. a. Druckgurt- Verbundplatten leicht modifizierten bzw. Ergänzten) Faserbeton-Richtlinie ist es möglich die Holz-Beton-Verbundtragwerke in einem einheitlichen, EUROCODE-konformen Sicherheitskonzept einzubinden bzw. durch eine einheitliche, wahrscheinlichkeitstheoretische Betrachtung der Systemverläßlichkeit (Vertrauensbereich bzw. Versagenswahrscheinlichkeit) auf Basis gleicher Grundlagen auf ein ähnlich hohes „Vertrauensbzw. Sicherheitsniveau“ zu heben wie vergleichbare Stahlbeton- und Spannbetontragwerke.

### Historische Entwicklung

Die Ergänzung bzw. die Koppelung von Holz- und Massivbaustoffen als „Verbundpartner“ hat historischen Ursprung: Die griechische und römische Steinarchitektur in ihrer klassischen Formenwelt (Bild 1), wie auch unsere alten Betonkassetten und Rippendeckensysteme (z. B. Ast-Mollins Decken) oder

auch manche modernen Stahlbetonbrückenbauten (besonders die Stützelemente) erinnern deutlich an die früheste Holzbaukunst.

Bereits vor 2000 Jahren haben römische Baumeister flache Betondecken auf Holzbalken gelagert (z. B.: Ruinen der Via dell' Abbondanza in Pompeji).

Die ersten dokumentierten Überlegungen betreffend Verdübelung/ Kombination von Beton- und Holzwerkstoffe in einem (Verbund-)Bauteil zur gemeinsamen Lastabtragung, Traglaststeigerung und zur Optimierung/ Erhöhung der (Biege)-Beanspruchbarkeit stammen von Schraub (Deutschland 1939) sowie von Piccolin (Schweiz 1942) und wurden während der Zeit des 2. Weltkrieges patentiert (Bild 2).

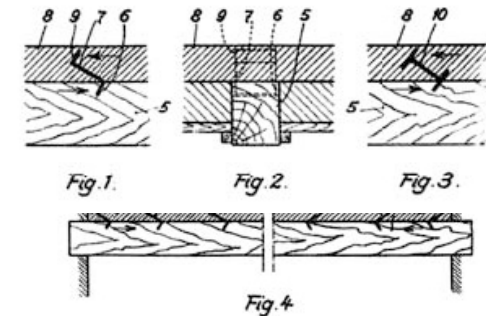


Bild 2: Dokumentierte/patentierete Überlegungen zur Holz-Beton-Verbunddeckenverstärkung von Schraub aus der Zeit des 2. Weltkrieges (Reichspatent 673886).

Etwa gleichzeitig wurde in Asien Bambus als „Ersatzbewehrung“ von den Amerikanern und Japanern mit Erfolg erprobt. Beide Patente zeigen deutlich, dass in der Zeit knapper Ressourcen bzw.



größten Stahlmangels immer versucht wurde, organische, nachwachsende Baustoffe als „Notbewehrung“ heranzuziehen.

Diesbezügliche Versuche wurden in Wien schon viel früher (nach Beendigung des ersten Weltkrieges) von Baurat Emperger durchgeführt.

In Mitteleuropa blickt die Planung und Realisierung dieses Systems bereits auf eine mehr als 40-jährige Erfahrung zurück.

In Tschechien und in der Slowakei wurden diesbezügliche Untersuchungen mit Nagelverbindungen durchgeführt. Auf die Problematik der Nachgiebigkeit der Verbundmittel/ Verdübelung bei der Anwendung derartiger Verbundsysteme in Neubauten wurde von der TU Lodz aufmerksam gemacht. Untersuchungen über Energieverbrauch zur Erzeugung der



Bild 4: Verstärkung einer sanierungswürdigen Tramdecke mit Stahlfaserbetondruckgurt im ehemaligen Stadtpalais Szöllösy (Sopron/Odenburg).

am meisten verwendeten Hochbauwerkstoffe (Stahl, Beton und Holz) für die Herstellung/Realisierung von biegebeanspruchten Balken verschiedener Stützweiten haben die Vorteile der energiesparenden und ressourcenschonenden Holzkonstruktionen gegenüber anderen Materialien nachgewiesen.

Obwohl die (Erzeugungs-)Energien Mengen zur Produktion von Holz- und Betonbaustoffen mit ca. 500 bis 600 kWh/m<sup>3</sup> annähernd gleich bleiben, sind die Energiemengen zur Betonstahlproduktion so hoch (ca. 50.00 kWh/m<sup>3</sup>), dass der Energieverbrauch des Stahlbetons mit etwa 1.600 kWh/m<sup>3</sup> auf das 3fache des Betons bzw. des Holzes erhöht wird. In Ungarn wurde die Holz-Beton bzw. Stahlfaserbeton-Verbundbauweise bei der

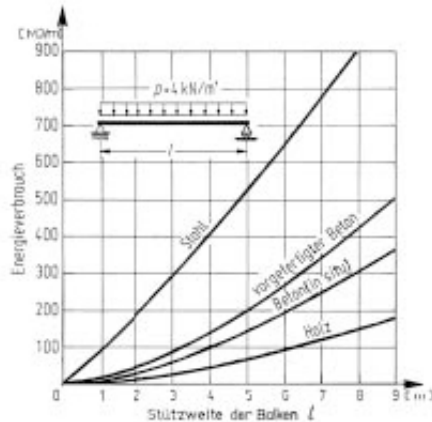


Bild 3: Energiebedarf zur Herstellung der zur Überbrückung einer bestimmten Stützweite (l=0 bis 9m) erforderlichen Baustoffen nach [2], [9] und [13] 1MJ=0,278 kWh).



Bild 5: Chemische Holzschutzmaßnahmen an einer gefährdeten Holztramdecke über KG (das Aufbringen der Holzschutzmittel erfolgte im Bohrlochtränkungsverfahren).

Sanierung/Revitalisierung denkmalgeschützter Schlösser (u.a. des Palais Szöllösy Bild 4, in der Ödenburger Altstadt) „verformungs-optimiert“ erfolgreich angewendet: Die Holztafelungen sind während und nach der Bauarbeiten unbeschädigt und rissfrei geblieben.

### Verstärkung von Holztragwerken – bisher verwendeten Verbunddeckensysteme

Praktische Erfahrungen der konstruktiven Althausanierung haben nachgewiesen, dass sich schadhafte Holzbalkendecken bzw. Deckenbereiche meistens ohne größere Probleme (auch im Verbund mit verstärkenden Konstruktionselementen, z.B. mit (Faser-)Beton-(Druckgurt-)platten instand setzen lassen.

Nur unter der Voraussetzung, dass die vorhandene Holzbalkenkonstruktion schädlingsfrei und gut erhalten ist, können die bestehenden Träme (auch als

Verbundkonstruktions-Bestandteile) zur Lastabtragung herangezogen werden. Dement-sprechend oft ist eine auf aktuellen holztechnologischen, biologischen, chemischen und toxi-kologischen Kenntnissen basierende sachgemäße Schädlingsbekämpfung die Grundvoraussetzung für erfolgreiche Holzdecken-Verbundverstärkung. Bild 5 zeigt eine im Bohrloch-Tränkungsverfahren



Bild 6: Justizanstalt Wr. Neustadt, zusammengesetzte Verbunddeckensysteme: seitliche Stahlaschenverstärkung kombiniert mit verdrübelten Stahlfaserbetondruckgurt.



Vorbereitung der Verbundverstärkung: Auflegen einer Feuchtigkeitsabdichtungsfolie und einschrauben der Verbindungsmittel.



ausgeführte chemische Holzschutzmaßnahme an einer Holztramdecke über einem Kellergeschoß.

Eine typische und kostengünstige Balkenverstärkung bzw. Balkenkopf-Instandsetzungsmöglichkeit im schadhaften Auflagerbereich von Tramdecken stellt die (seitliche) Verstärkungsform von zusammengesetzten Querschnitten aus gleichen (z.B. Holzlaschen) oder anderen Werkstoffen (z.B. Stahl-Aluminiumprofile, ev. Betonfertigteile usw.) dar.

In der Praxis werden seitlich angeschraubte Stahlprofile auch nach dem Prinzip „Zwickauer Balkenschuhe“ mit unterer und oberer Querlasche kombiniert eingesetzt. Diese sind als Verbundkonstruktion optimal geeignet, das Widerstands- und Trägheitsmoment mit wenig Querschnitt bzw. „Platzbedarf“ zu erhöhen, sie sind schnell zu montieren bzw.

auszuführen, sind hoch-tragfähig und können im Mauerwerk nicht von Schädlingorganismen angegriffen werden.

Sie werden meistens als lokale Verstärkungs- bzw. Instandsetzungsmaßnahmen im Auflager- oder Anschlussbereich realisiert, könnten aber als durchlaufende Querschnittsverstärkung (zur Erhöhung der Biege- Druck-Zug- oder Knickbeanspruchbarkeit) auf der gesamten Stab- bzw. Balkenlänge ausgeführt werden. Eine solche kombinierte seitliche Verbundverstärkung („Auflager-Balkenschuhe“ und San-Tha-Methode) im Rahmen einer Holz-Stahlfaserbeton-Verbunddeckenverstärkung, realisiert im Projekt „Justizanstalt Wiener Neustadt“ zeigt Bild 6+7.

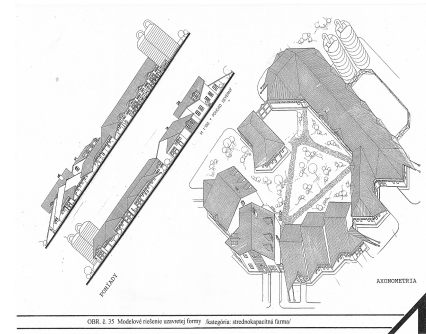
*DDr. Elmer Bölcskey  
Institut für Hochbau und  
Technologie, TU Wien  
Dipl.-Ing. Martin Billes  
ReadyMix Lieferbeton GmbH*

**Ján Ilkovič \*/**

## **Családi farmok építészet a mai vidéki feltételek mellett**

### **BEVEZETÉS**

A vidéki területek fejlődésének elmélete jelenleg az ökológiára, a vidék lehetőségeire, a szociális és gazdasági kapcsolatokra, az építészeti hagyományokra, a népi kultúrára és más helyi értékekre támaszkodik. A vidéki terület történelmi jellegzetessége a mezőgazdasági termelés, amely rányomta bélyegét a vidéki településekre. A mezőgazdaság és a falu kapcsolata a történelem folyamán egy összetett fejlődésen ment keresztül, az ún. tereziánus urbántól a kollektivizáción keresztül a mai transzformációs korszakig.



### **A VIDÉKFEJLESZTÉS KILÁTÁSAI A MEZŐGAZDASÁGI TERMELÉS SZEMPONTJÁBÓL**

A mezőgazdasági termelés és a vidék újjáélesztésének filozófiája az új gazdasági feltételek között, az élet folyamatos biztosítására, a vidék teherbíró képességére és terhelhetőségére összpontosít. Közös

ismérvük a vidékkímélő exploitáció, valamint a mezőgazdasági tevékenység és a vidéki település közötti kapcsolat optimális határának megállapítása.

Ha ezt a kiinduló pontot a gyakorlatra vonatkoztatjuk, megkapjuk a mezőgazdasági termelés további fejlődésének relatív irányát, amelyben összhangban lesznek a mezőgazdasági termelés intenzitásának, lokalitásának és szerkezetének kérdései. A transzformációs folyamatok elindításával megteremtődtek a vállalkozói szubjektumok egyenjogúságának és a vidéki magánvállalkozásokban az új, potenciális termelőegységek keletkezésének a feltételei.

A már létező átmentése és az új keletkezése- ez a mai mezőgazdasági fejlődés két fejlesztési vonala. Magukban hordozzák a változtatás igényét is, ha összehasonlítjuk a vidéki településszerkezet

31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA

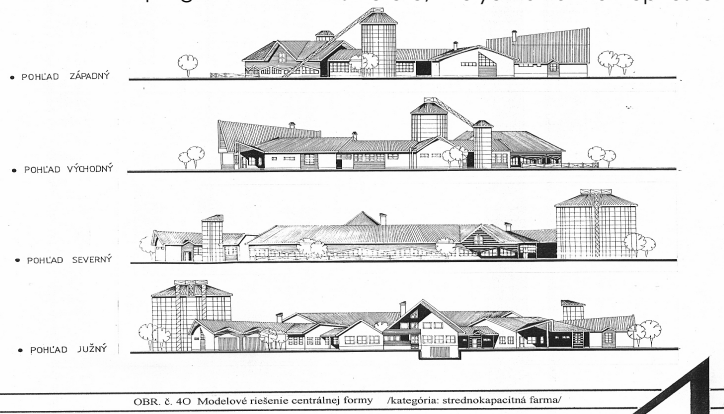


eddig sablonját az ún. 3- zónás szerkezetet (lakhatóság, termelés, rekreáció) a vidéki település belső fejlődésének potenciális lehetőségével. Az ilyen mozgás realizálása a termelés lokalizációjában nehezen átlátható, egyszerű, mint potenciális lehetőség, másodsor mint falumegtartó lehetőség szerepelhet. A termelés szerkezete és intenzitása közben nagyon eltérő lehet, egészen a szűk termelési programtól a

szakszerű párbeszéd első feltétele, mellyel egyre gyakrabban találkozunk, ill. része a vidékre vonatkozó újonnan kialakuló szemléletnek.

### A CSALÁDI FARMOK URBANISZTIKUS-TIPOLOGIAI MODELLEJE

A családi farmok kiépítésének alapfeltétele a befolyásoló tényezők ismerete, melyek a farmok építészetének



OBR. 2. 40 Modelové riešenie centrálnej formy /kategória: strednokapacitná farma/

mezőgazdasági termelés marginalitásáig, főleg az agroturizmus szempontjából. A hozzáférhető hazai és külföldi tapasztalatok szerint a termelőegységek 3 nagyságrendű kategóriája állítható fel, ahogy azt több szerző is definiálja:

1. Kistermelés
2. családi gazdaság
3. közép kapacitású farm

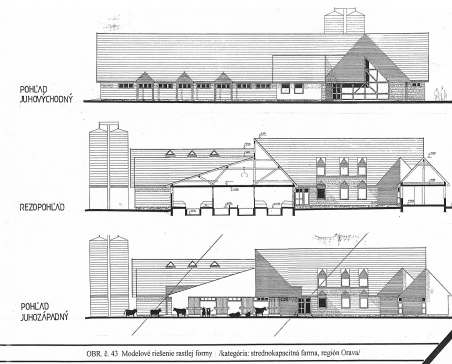
Ez az egyértelmű kategorizálás a

modellezésénél keretként szolgálnak. Itt 3 alapkategóriát különböztetünk meg:

1. soros módszer:
  - a - additív /kiegészítő/ módszer
  - b - paralel /párhuzamos/ módszer
2. majorsági módszer:
  - a - részben nyitott forma
  - b - zárt forma
  - c - központi forma
  - d - terjeszkedő forma

### ÉPÍTÉSZET

Vidékünk urbanisztikai szerkezete, melyben túlnyomóan az utcasorok építése dominál, egyértelműen a kisebb vállalatok egyenes irányú építkezési formájának felel meg. Az anyagi és működési egyszerűség ellenére, amit ez az egyenes vonalú építkezési forma kínál, keletkezhet egy érdekes gyártási, működési egység, tipikus építészeti jelleggel. A munkaterületek ritmikus sora hangsúlyozza a termelés folyamatosságát és a területi átmenetet a feldolgozás technológiája és a hulladék tárolása között, egészen az építkezési és lakóterületekig. Az említett megoldási modellnél a termelés részlegesen kötődik a földterület formájához, amely hosszanti jellegű és mélységi irányú. Az utcával érintkező objektumok a farmer lakóhelyéül szolgálnak, aki családi vállalkozásában specifikus lakásegységgel rendelkezik / kétgenerációs ill. háromgenerációs lakás, néhány megoldásnál a generációk szegregáltak, objektumok szerint elkülönítve élnek./ További sajátosság a rendelkezésre álló higiéniai pont lokalizálása, amely nélkülözhetetlen a mezőgazdaságban. A telek utcai oldalára szituálható az értékesítéssel összekapcsolt végső gyártási folyamat, ez közvetlenül az utcára irányított. Az építészeti kompozíció és a művészi kivitelezés az objektumok talajmélysége és funkciói szerint differenciált. Míg a hátsó épülettömbök a haszonelvűség szerint, egyszerűen formáltak, addig a termelőegység előlő



OBR. 2. 43 Modelové riešenie malých form /kategória: strednokapacitná farma, malá časť/

része, ahol a civil funkciók érvényesülnek / lakás, értékesítés /, díszítő jellegűek, profillozással gazdagíthatók, melyek hangsúlyozzák a helyi építészeti sajátosságait. Ez az építkezési forma alkalmas sík és hegyaljai területre is.

A majoros építészeti forma egy bizonyos zárt felépítésű szerkezetet képvisel, mely a szerkezet középpontjába irányul, egy tiszta és áttekinthető udvar kialakításával. A kompozíció középpontjában van az udvar, mely függőleges tároló tornyok elhelyezésére is alkalmas. Az udvar körül palást, ill. koncentrikus formában sorakoznak az egyes egységek, a termelés jellege szerint, miközben figyelembe veszik a termelési szabályokat, a higiéniai és állatorvosi követelményeket. Éppen ezek a körülmények a meghatározók az udvar nagyságánál és formájánál, valamint a lehetséges megoldásoknál és a termelési, műszaki elrendezésnél. A termelési koncepció és az alaprajz modellezésénél kivitelezhetők a főbejárat melletti lakórészek, melyek az utcai kommunikáció felé orientáltak s

## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



ezzel fennmarad az utca működési folyamatossága, az udvar területének áttekinthetősége és a műszaki infrastruktúrához való csatlakozás lehetősége. Fordítva, az exkrementumokat tároló objektumokat úgy kell elhelyezni, hogy összeköttetésben legyenek a termelő objektumokkal, a hulladékélező műszaki rendszer hátsó részeiben. Legyenek megfelelő távolságban a lakó és a terményfeldolgozó objektumoktól.

A terjeszkedő beépítési forma urbanisztikai tipológiai elrendezésében egy nagyon dinamikus szerkezetet képvisel, mely magában hordozza egy fokozatosan növekvő termelés lehetőségét ill. a gyártás vagy farmépítés szakaszosságát. Ezt a lehetőséget autonóm módon a termelő egységek teremtik meg, melyek egymás után ill. egymás mellett sorakoznak az anyag fokozatos adagolásával. Kompozíciós szempontból itt egy befejezetlen kompozícióról és a környezethez viszonyítva egyfajta kivételes anyagjelzésről beszélhetünk. A típusos termelési modellek ismertett formáinak kialakításánál a cél a régi gazda udvarok, a vidék szociális, kulturális és termelési környezetének újjáélesztése volt. Az említett modellek univerzálisan alkalmazhatók kiskapacitású családi gazdaságok, közép-kapacitású farmok esetében, a higiéniai, állatorvosi és tűzvédelmi szabályok betartása mellett a vidéki települések belterületein. A mezőgazdasági termelő berendezések építészete, mint társadalmi-történelmi jelenség, a társadalom kultúrájának oszthatatlan

része. Az építészet színvonala és a hasznosság elvének érvényesülése mellett az esztétikai-művészi szempontoknak is nagy szerepük van.

Az előző korszakok vidéki termelő-egységei építészetének tanulmányozásával meggyőződhetünk arról, hogy az építészet elmarad a társadalmi kulturális szükségletektől, összehasonlítva a vidéki környezet többi építményeivel. Az új termelési berendezések építészetének egységes párbeszédet kell kialakítania a vidéki környezettel és az építészeti hagyományokkal. A hagyomány, mint az évek során bevált eljárások összessége, befolyásolja az építészeti művet, hogy ne legyen a környezet reakciója nélküli, anonim építmény. A hagyomány elemei az új benyomások befogadásánál alapvető szabályzókká válnak. Az említett kompromisszum folyamatában egyfajta alapot képeznek, melyből az egész folyamat kiindul.

#### BEFEJEZÉS

Az új társadalmi gazdasági feltételek mellett a vidéki mezőgazdasági termelő berendezések építészeti alkotásainál ismét nagyon aktuális a múlt század 80-as éveiből Camilla Sitte gondolata, aki a salzburgi Staatsgewerbschule, művészeti alapiskola igazgatója volt: Az új feltételekkel összhangban transzformált tradíció tulajdonképpen az újítás eszközévé válik. A konkrét környezetben és konkrét időben alkotott építészeti mű nem jelenti a mű konzerválódását egy adott időben. Éppen ellenkezőleg, szükséges a "genius loci", filozófiájának alkalmazása, és

a hely szellemét az építészetbe kell helyezni, s ezzel a környezettel harmonikus egészet alkotni, mely időben és térben a folyamatosság jellegét mutatja.

#### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] DEMO, M.-BIELEK, P.-HRONEC, O.: Trvalo udržateľný rozvoj, SPU Nitra 1999, ISBN 80-7137-611-6, 400s.  
[2] ILKOVIČ, J.: Architektonické formy poľnohospodárskych výrobných zariadení v podmienkach vidieka, Habilitačná práca, FA STU Bratislava, 1997.  
[3] ILKOVIČ, J.: Rodinná farma ako nový koncepčno-typologický druh v štruktúre výrobných zariadení vidieka, In: Architektonické listy ALFA, STU Bratislava, roč. 2, č. 1-2/1998, s. 9-15  
[4] ILKOVIČ, Ján: Nová tvár poľnohospodárskej výroby v kontexte trvalo udržateľného rozvoja, In: Architektúra & Urbanizmus, USTARCH SAV Bratislava, -Roč. 36, č. 1-2 (2002), s. 33-43, ISSN 0044-8680

\*/ **Assoc. Prof., Dipl.-Ing.arch. Ján ILKOVIČ, PhD.**, egyetemi docens, intézetigazgató  
Pozsonyi Szlovák Műszaki Egyetem - Építézmérnöki Kar, Építészeti épületszerkezetek Intézete  
SLOVAK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY IN BRATISLAVA - FACULTY OF ARCHITECTURE  
INSTITUTE OF CONSTRUCTION IN ARCHITECTURE  
Slovenská technická univerzita, Fakulta architektúry, Ústav konštrukcií v architektúre  
Námestie slobody 19, SK 812 45 Bratislava Slovenská republika Slovakia

Translation © Szalay

## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Ján Ilkovič: Családi farmok építészete  
a mai vidéki feltételek mellett

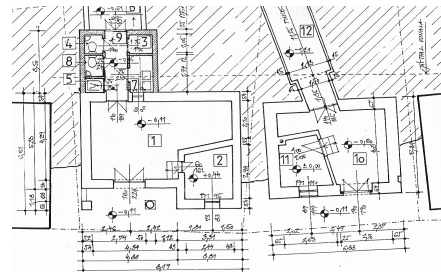
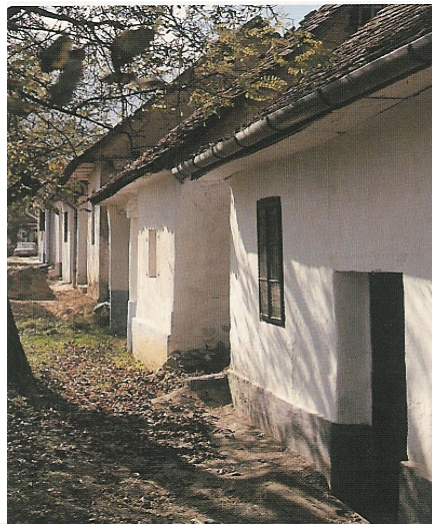
## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Ján Ilkovič: Családi farmok építészete  
a mai vidéki feltételek mellett

## Gazdasági Épületek Revitalizációja Történelmi Borvidéken

Európa nyugati részén az utazási szokások változása, a turizmus és az életminőség fejlődése a múlt század hetvenes éveitől elvezetett a borturizmus kialakulásához. A híres bortermelő vidékeken Olaszországban, Ausztriában, Németországban, Svájcban és Franciaországban „borutak” alakultak, amelyek mentén a szőlő- és borkultúra esztétikus tárgyai műtárgyai jöttek létre. Az éttermek, borozók, fogadók mind a



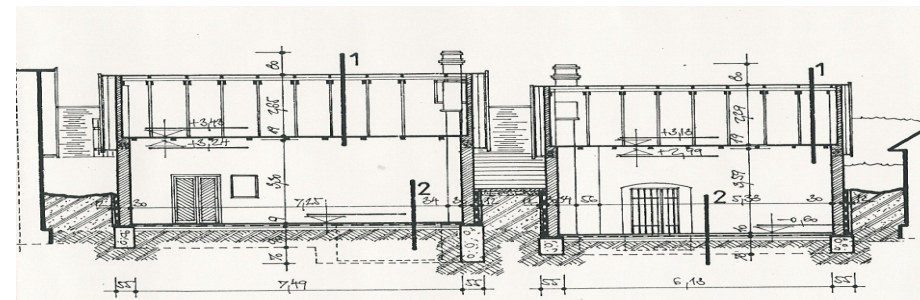
1.sz. ábra: A történelmi borospincék állapotörögítő alaprajza. Lásd az első fotót is

hangulatos és kulturált borfogyasztást hivatottak elősegíteni. A „vasfüggöny” lehullásával a kulturált borfogyasztási forma egyre nagyobb teret hódít tájainkon. Pozsony, Modor, Nyitra, Kékkő vidéke már szerepel a szlovákiai utazási irodák borturizmust biztosító ajánlataiban ugyanúgy mint Sopron, Tokaj és a Balaton vidéke a magyarországi ajánlatokban. Villány és Somló kimagaslóan Magyarország legismertebb és legszebb borvidéke, ahol a megfogyatkozott régi épületek, elhervasztott népi építészet ellenére maradt még bemutatásra méltó préház és pince.

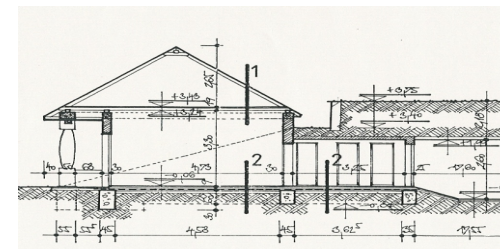
A szekszárdi borvidéken, a török szultán leányának emlékét őrző

Leányváron Sióagárdnál, a félkör alakú „rácvárosból” már csak egy pincesor maradt fenn. A jellegzetes pincepréházak szigeteletlenek, felvizesedettek az állékonyságuk határán vannak. Vendégfogadásra, korszerű borfeldolgozásra alkalmatlanok. A préházak mögött levő, löszbe vajt téglalabozattal megerősített 2,0 2,5 méter széles és 8,0 15,0 méter hosszú pincék változatlanok, ahol évszázadok óta a Kadarka left otthonra.

Értelemmel és étellel megtölteni a jelent és a jövőt, kapcsolódva a kulturált borfogyasztás hagyományaira és nem utolsó sorban az értékes pincéket megmenteni az utókornak, döntött a



2.sz. ábra: A Leányvári Rácváros jellegzetes pincéinek állapotörögítő „C C” metszete



3.sz. ábra: A préház és a pince bejáratának állapotörögítő „A A” metszete

borászatban egyre nagyobb hazai és nemzetközi elismerést szerző szőlész - borász szakember. Szigorúan ragaszkodva az eredeti méretekhez, szinte változatlan formában, homlokzati megjelenéshez, korszerű anyagokból left megtervezve és kivitelezve a 885 hrsz.-on a most már „Bordorádó” pincészet

Az új tulajdonos, szőlész-borász szakember - aki az európai, magyarországi borút programban érdekelt - felkérésére, többszöri helyszíni állapotfeltáró szemle alapján arra az elhatározásra jutottunk, hogy az épületek felújítása, korszerűsítése jelentősebb költség- és időigényű mint egy teljes





2.sz. fotó: A Leányvár Rácváros-i 885.hrsz. telken álló borospince a felújítás előtt

újjáépítés. Javasoltuk, hogy az elbontást követően korszerű anyagokból, szinte változatlan formában, ragaszkodva az eredeti méretekhez, homlokzati megjelenéshez, épüljön újra ez a két pincéhez tartozó két préház, amit az építési hatóság jóvá is hagyott.

Az eredeti szigetetlen épület teljesen felvizesedett, az évszázados falak dögölt agyag az állékonyság határán voltak, ezért elbontásuk jogosult volt. Ellentétben ezekkel a falakkal a pince függőleges téglafalai és boltíves mennyezete jó műszaki állapotban maradt meg hasonlóképpen mint a pince előterében kialakított helységek falai és mennyezete.

Az engedélyezési tervben itt lett helyezve a szociális célokat szolgáló helységek valamint a gépészeti berendezések. A vizesblokk a vendégfogadásra, borkóstolásra alkalmas kivitelben lett megtervezve, amelyhez a pince megmaradó szerkezetei alkalmas méretűek. A homlokzatra újra gyártott nyílászárók kerültek, változatlan méretben és osztásokkal.

Az újra épített préház úsztatott kőbeton alapra lett tervezve, önálló lábazat nélkül, mivel három oldalról a terepbe ültetett és szigetelt. Az útra néző homlokzata festett lábazatos, cementvakolatra hordva. A múlt hibáit kiküszöbölve, talajnedvesség elleni szigetelés

készült az új falazatok alatt, a szigetelést tartó falakon valamint a teljes padozat-on. A főfalazatok anyaga égetett kerámia /POROTHERN 30 N+F/ kézi falazóblokk. A válaszfalak és a szigetelést tartó fal bontásból származó vegyes tömör téglafalazat. A régi préház falazatának elbontásakor 19. századi jelölt téglák a belső tér díszítésére lett felhasználva.



3.sz. fotó: A Leányvár Rácváros-i borospince felújított préházának homlokzata átadás előtt



**IRODALOM:**

- [1] ILKOVIČ, J.: Nová tvár poľnohospodárskej výroby ..., In: *Architektúra & Urbanizmus*, USTARCH SAV Bratislava, 2002
- [2] MALÍK, F.: *Víno na tanieri*, Bratislava, 2004
- [3] MARCSINÁK, A.: *Mezőgazdasági épülettervezés*, BME, Budapest 1987
- [4] SZALAY, J.: *Rekonstrukcia historických objektov*, Budapest, 2005
- [5] SZÁSZ, G.: *Engedélyezési terv gazdasági épület bontásához*, Sióagárd 2003

**\*/ Dr.-univ., Dipl.-Ing. Juraj SZALAY György, PhD**, egyetemi adjunktus, Pozsonyi Szlovák Műszaki Egyetem - Építézmérnöki Kar, Építészeti épületszerkezetek Intézete  
 SLOVAK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY IN BRATISLAVA FAKULTY OF ARCHITECTURE  
 INSTITUT OF CONSTRUCTION IN ARCHITECTURE  
 Slovenská technická univerzita Fakulta architektúry, Ústav konštrukcií v architektúre  
 Námestie slobody 19, SK 812 45 Bratislava Slovenská republika Slovakia  
 E-mail: szalay@sygy.sk Post adress: P.O.Box 91, SK 810 05 Bratislava 15 Slovakia

**SZÁSZ, Gábor, Dipl.-Ing.arch.**, Szegmen's 2001 Építész Kft., Bonyhád Magyar Köztársaság

**SZLOVÁK, Gabriella, Dipl.-Ing.**, szőlész- borász szakmérnök, Bordorádó Pincészet Leányvár, Sióagárd Magyar Köztársaság

## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Szalay György - Szász Gábor -Szlovák Gabriella:  
 Gazdasági Épületek Revitalizációja  
 Történelmi Borvidéken

## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



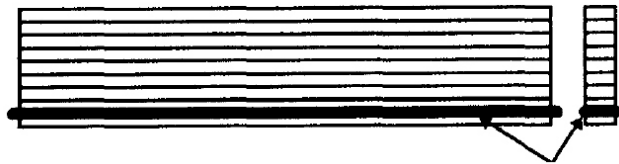
Szalay György - Szász Gábor -Szlovák Gabriella:  
 Gazdasági Épületek Revitalizációja  
 Történelmi Borvidéken

## Faszerkezetek megerősítése új módszerekkel

Meglévő szerkezetek megerősítése mindig nagy kihívás a szerkezet-tervezőnek. A tartószerkezet megközelíthetősége általában korlátozott, a terhelések egy része még ideiglenesen sem iktatható ki, a költségvetésnek pedig gyakran a lehetetlenül alacsony kategóriában kell maradni. Faszerkezetek esetén a megerősítési módszerek meglehetősen korlátozottak. Azonban a betonszerkezetek erősítéséhez egyre gyakrabban alkalmazott szálerősített műgyanták új utakat nyitnak meg a faszerkezetekhez alkalmas megoldásokat kereső szakemberek előtt.

Kulcsszavak: faszerkezetek, megerősítés, szálerősített műgyanták

A szálerősített műanyagok előnye a magas húzószilárdság, az alacsony önsúly, a jól formázható anyag. Egyes szénszálak



Üveg- illetve szénszállal kombinált réteg

1. ábra: az erősítő réteg elhelyezése

műanyagok szilárdsága az acélt is megközelíti, míg a sűrűségük csupán a töredéke annak. Ezek a betétezett műgyanták sikeresen kerültek alkalmazásra olyan betonszerkezetek megerősítésére, ahol különösen magas a szeizmikus terhelés, vagy ahol az eredeti vasalás kevésnek bizonyult. A könnyű kezelhetőség és az alakíthatóság nagyban hozzájárul ahhoz, hogy a műgyantás megerősítés egy hatékony módszernek minősüljön.

Hogy is kerül egy ilyen megerősítési módszer a betontechnológiából a faépítészetbe?

Erre a rétegelt ragasztott tartók kis jellemzésével lehet magyarázatot szolgáltatni.

A rétegelt-ragasztott tartó néhány cm-es vastagságú fa lamellákból,

teherbíró ragasztással növelt keresztmetszetű, előre meghatározott erőjáték elviselésére tervezett, üzemi technológiával gyártott fa tartószerkezet. Előnyei közé sorolható a kis önsúly, a kedvező teherbírás/önsúly arány, a tervezés és kivitelezés során optimalizálható erőjáték (íves kialakítás, nyomatékváltozást követő változó keresztmetszet), a rugalmas viselkedés („földrengés-állóság”), a környezetkímélő gyártástechnológia, az esztétikus megjelenés, stb. Mindemellett hátrányként jelentkeznek az alapanyag erőteljes inhomogenitása, és viszonylag kis merevsége, ami nagy szerkezeti keresztmetszeteket, és kedvezőtlenül nagy alakváltozásokat okoz. Ezt a hátrányát azonban a betétezéssel (korábban acéllal, manapság szálerősített műgyanta rétegekkel) csökkenteni lehet. Így, a

hátrányos tulajdonságai leküzdésével a fa még értékesebb és versenyképesebb szerkezeti anyaggá válik.

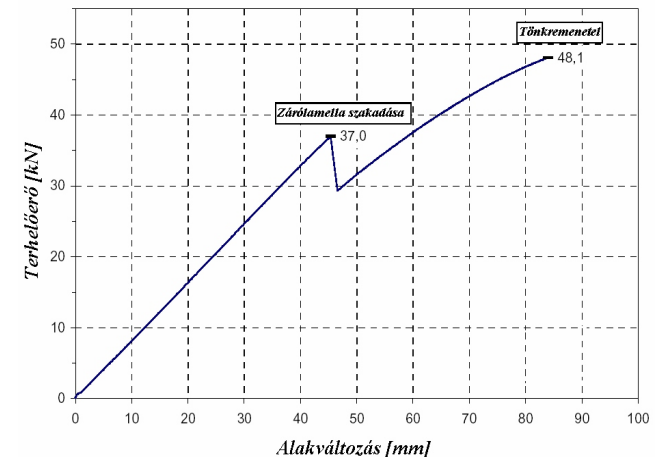
A műgyantás megerősítés több célt szolgálhat:

1. Homogenizál:
  - kompenzálja a fahibák (pl. göcsösség) szilárdságcsökkentő hatását
  - erősíti a lamellarétegek ékcsapos hosszoldásait
2. Gazdaságosabb anyagfelhasználást

eredményez:

- gyengébb minőségű faanyagok is felhasználhatók
3. Csökkenti az alakváltozásokat
    - az eredő rugalmassági modulusz megnövekszik
    - feszített szerkezetek létrehozására is alkalmas
  4. Utólagos megerősítésekre is alkalmas
    - tervezési, illetve kivitelezési hibák utólagos javítása
    - funkcióváltáshoz szükséges többletterebírás biztosítása

Az üvegszállal erősített műgyantaréteg elhelyezése a húzott oldalon, a szélső szál közelében a leghatékonyabb (1. ábra). Ezt érdemes kombinálni a nyomott öbven elhelyezett réteggel, azonban annak már kisebb a teherbírás-



2. ábra: törési vizsgálatok eredményei szálerősített műgyantareteggel kombinált RR tartók esetén



növelőhatása [1].

A rétegelt fagerendák üvegszálal megerősítésével -az USA-ban és Németországban publikált laboratóriumi és a gyakorlati kísérletek szerint- akár kétszeres teherbírás-növekedést, és nagyjából 20%-os merevség-növekedést lehet elérni [2]. A közismerten kedvezőtlen kúszási jellemzők javulását vizsgáló kísérletek folyó stádiumban vannak. A semleges szál erőteljesen kitolódik a húzott öv irányába, így a várható tönkremenetel a húzott övben található takarólamella (a húzott öv legszélső eleme) szakadása. A nyomott öv összeroppanása kisebb valószínűségű, annak ellenére, hogy a fa szilárdsági jellemzőiből erre következtethetnénk. Értékelhető jellegzetessége a tönkremeneteli folyamatnak, hogy a takarólamella szakadása nem jelenti a teljes tönkremenetelt, ugyanis a műgyanta-fa rendszer kisebb visszaesés után még további tehernövekedést

képes elviselni (2. ábra). Ez egyes esetekben további lamellák szakadásával megismétlődik [3].

A technológiát az USA-ban már napi szinten alkalmazzák nagyfeszítávú, illetve nagy teherbírású szerkezetek (sportlétesítmények, hidak tartószerkezetei) erősítésére, annak ellenére, hogy a rendszer statikai működése még nem tisztázott. Egyes modellek szerint a méretezését a feszített vasbeton méretezési eljárásához hasonlóan kell elvégezni, míg mások a réteges keresztmetszetből indulnak ki, és a műgyanta-fa határréteg nyírószilárdságát tekintik mértékadónak [4]. Fontos lehet a nyomott öv megerősítése is. Mindezeket túl szükség lenne egy olyan üzemi technológia kidolgozására is, ami a lehető legmagasabb előregyártottsági fokot biztosítja.

Felhasznált irodalom:

[1] M. Ehsani- M. Larsen - N. Palmer: *Strengthening of Old Wood with New Technology in: STRUCTURE magazine*, 2004.02.

[2] H.J. Dagher R. F. Lindyberg: *Development of AASHTO Specifications for FRP-Reinforced Glulam Beams*, University of Maine, 2002

[3] H.J. Blaß M. Romani: *Design Model for FRP Reinforced Glulam Beams*, University of Karlsruhe, 2001

[4] J.Fiorelli-A.A.Dias: *Analysis of the Strength and Stiffness of Timber Beams Reinforced with Carbon Fiber and Glass*

**Hantos Zoltán, okleveles faipari mérnök - doktorandusz hallgató**, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Faipari Mérnöki Kar (NyME-FMK), Építéstani Tanszék

## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



## Dr. Tóth Elek

### Az ötdimenziós tervezés

#### A dimenziók számossága

Az euklideszi térmodell szerint a lineáris irányoknak csupán három dimenziója van. Az ötödik (párhuzamosági) posztulátum azonban feltételezi, hogy a párhuzamos egyenesek iránya egy olyan közös pont, mely minőségileg különbözik a sík pontjaitól ez paradox módon egy minőségileg új dimenziót jelent. Az ellentmondás feloldását kétezer év után Bolyai János rendszere oldotta meg a hiperbolikus tér modelljével. Einstein relativitáselméletének görbült, nem lineáris jelenségként felfogott terében már nem csupán négy, hanem akár több irány (dimenzió) is létezhet.

Az építészeti, szerkezeti tervezés során a rajzasztal kétdimenziós világát a térmodellek és számítógépes 3D-s ábrázolások bővítik háromdimenzióssá. A számítógépes animáció segítségével lehetővé vált a tervezett tér bejárása, az aktuális idő, a jelenidejű térélmény negyedik dimenzióként való bevezetése. Napjaink új dimenzionális élménye az ötödik dimenzióként felfogható ciklikus idő, az időtartam, a múlt idő folyamatának integrálása az épülettervezés és épületüzemeltetés módszertanába.

A jövő konstruktőr tervezője az euklideszi három térirányt a kronoszi lineáris idővel és az aióni ciklikus idővel egyesítve, ezen öt irány által definiálható

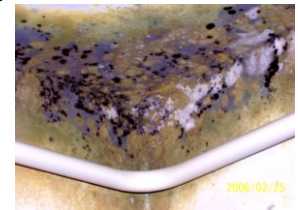
ötdimenziós térben bontakozhat majd ki teljes valóságában. Ehhez pedig az épületdiagnosztikai és épületrekonstrukciós ismeretek magas fokú elsajátításán és szintetizálásán keresztül vezet az út.

#### A szerkezetek többdimenziós (térbeli és időbeli) viselkedésének elemzése

Napjaink tervezői-szakértői gyakorlatában a többdimenziós gondolkodásmód csirái leghamarabb az épülethibák, káresetek elemzésénél, illetve a károk helyreállítására vonatkozó javaslatok meghatározásánál érhetőek tetten. A hibajelenség fenyegető jelenléte ugyanis sokszor kikényszeríti a többdimenziós valóság-modellben való gondolkodást!

Példánkban egy újonnan épült korszerű anyagokból, gondos tervezéssel megvalósított családi lakóépületen az első tél végére a nappalival egy teret képező konyha mennyezetének sarkában az 1. ábra szerinti kellemetlen penészesedés jelentkezett. A koszorú kialakítása a 2. ábrának megfelelően történt.

1. ábra A penészes mennyezetsarok (három vonalmenteli hőhid találkozásal)

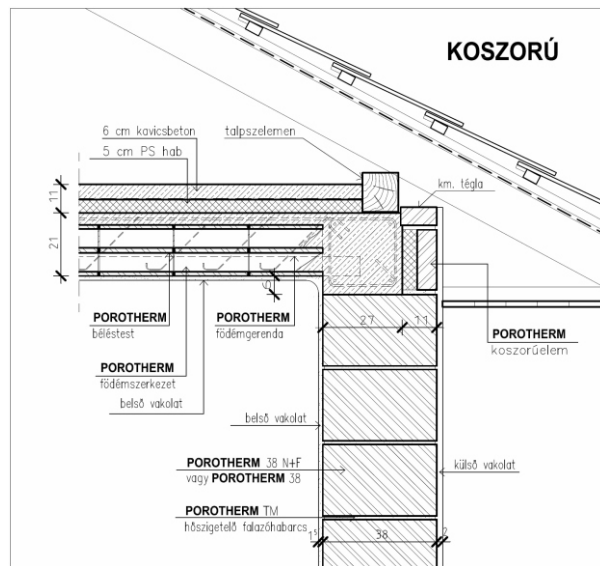


## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Első látásra a megépült szerkezet korrekt megoldásnak tűnik, nem „triviális” hibáról van tehát szó, így a hibajelenség bekövetkezési folyamatának megértéséhez további elemzés szükséges. Némi nehézséget az okozhat, hogy nem csupán egy tervezett megoldás elemzését, hanem egy valóságosan kialakult helyzet és folyamat megértését, illetve a valóságos hibajelenség, valamint a tervezett szerkezetek kölcsönhatásának feltérképezését is kell elvégezni.

A feladat gyakorlati végrehajtása során az első lépés a megvalósult szerkezet tényleges épületfizikai viselkedésének meghatározása. Minderre



2. ábra. A megvalósult koszorú csomópont

a tavaszi vizsgálati időpont miatt csak aránylag kicsi ( $\Delta t=10\text{ °C}$ ) külső-belső téri léghőmérséklet különbség mellett kerülhetett sor. Műszeres és infra hőkamerás vizsgálattal meghatározásra került a lakás belső aktuális légállapota, és a károsodott épületrészek felületi hőmérséklete. Ezt követően térbeli számítógépes modellen lehetett elemezni a tervezett épületszerkezeti csomópontok hőtechnikai viselkedését, és a számított adatok egyezését a helyszínen szerzett (mért) információkkal. A szükséges korrekciók elvégzése után a számítógépes modell alkalmassá vált a folyamatok időbeli elemzésére, a vizsgálatoknak az aktuális időtől való függetlenítésére.

A lakótérben végzett műszeres adatgyűjtés eredménye szerint a zártabb, nyugodtabb helyzetű lakórészekben 1,5 m magasan a padlósík felett a léghőmérséklet  $t_i=20-22\text{ °C}$  között, a hozzá tartozó relatív páratartalom pedig  $\phi=55-50\%$  között mozgott. A lakószobára megadott szabványos méretezési légállapot  $t_i=20\text{ °C}$  és  $\phi=65\%$ . A vizsgálat kora reggeli időpontjában észlelt valóságos légállapot jellemzők tehát kedvezőbb értéket mutattak a szabvány szerint megengedett légállapot jellemzőknél. Valószínűsíthető ezért, hogy a kialakult penészkár oka nem az extrém lakáshasználatban keresen-

dő. Sokkal inkább a tervezés általános hiányosságait, a tervezők épületfizikai eszköztárának szűkös voltát kell hibakiváltó oknak tekinteni.

Az épületfizikai tervezés során ugyanis ma még a hőhidak hatásának figyelembe vételére csak nagyon ritkán kerül sor és ha igen, akkor is legfeljebb a vonalmenti hőhidakkal számolnak. Olyan speciális gócpontok vizsgálata, mint amilyen a három egy pontba befutó élnek megfelelően a vonalmenti hőhidak találkozása a mennyezet vagy a padló sarkában, a jelenlegi szabványos számításokkal gyakorlatilag megoldhatatlan.

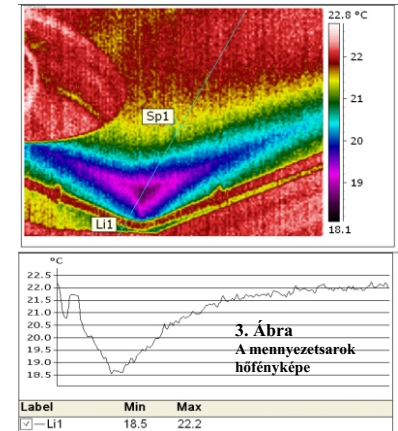
A vizsgálatok során ezért több esetben el kellett térni a megszokott szabványos vizsgálati módszerektől, annak érdekében, hogy az épületszerkezeti részletek valós viselkedése minél jobb közelítéssel legyen megbecsülhető.

A helyszíni vizsgálatok FLIR ThermoCAM B2 típusú hőkamerával történtek.

### A koszorú és a mennyezet sarok vizsgálata

A vizsgálat időpontjában a penészedést a felületről már eltávolították, és a felületkezelést felújították. Az 1. ábrán bemutatott penészes mennyezetsarok hőfényképe a 3. ábrán látható.

A hőfényképen grafikus módon, hőmérséklet diagramon is bemutatásra kerültek a képre illesztett vonal mentén mérhető felületi hőmérsékletek. A vizsgáló vonal elhelyezését az motiválta, hogy az a hőhíd legkényesebb, legalacsonyabb hőmérsékletű pontját messe. A vonal



mentén mért hőmérsékleti szélsőértékek a grafikon alatt  $^{\circ}\text{C}$  értékben is feltüntetésre kerültek.

A hőkamerás helyszíni vizsgálatok alapján megállapítható volt, hogy a mennyezet, illetve a falfelület hőhídtól távolabb eső, zavartalan részleteinek hőmérséklete megközelíti a  $+24\text{ °C}$  körüli értéket. Ez egyrészt ellentmondani látszik a lakótér közepe táján mért  $t_i=20-22\text{ °C}$  hőmérsékleti értéknek, másrészt azonban könnyen meg is magyarázható. A vizsgálat kora reggeli időpontjában ugyanis a mennyezet környéki zavartalan felületeken az éjszakai közel konstans léghőmérséklet hatására kialakult felületi hőmérsékleteket mértük. A mennyezet környékén a levegő tartósan kialakult hőmérsékletét az éjszaka folyamán  $t_i=+24\text{ °C}$ -ra becsülhetjük. A szobaközépen mért alacsonyabb léghőmérséklet a család reggeli mozgásának, a szellőztetésnek, a vendégek (szakértők) érkezésének és



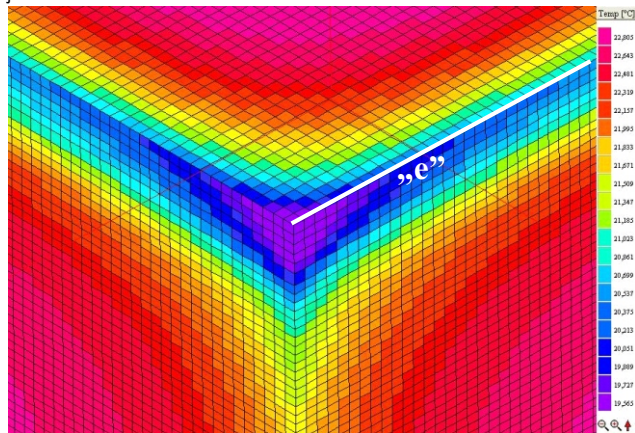
lakáson belüli jövés-menésének hatásaként értékelhető. Az ellenőrző számítási modell esetén ezért a belső tér hőmérséklete  $t_i=+24\text{ °C}$  értékben került meghatározásra.

A külső tér és az üres padlástér léghőmérséklete az ellenőrző számíthatoz ugyancsak helyszíni mérések és azok logikai korrekciója alapján került meghatározásra a következők szerint:

- A külső léghőmérséklet a vizsgálatkor (illetve az éjszakai/hajnali időpontban):  $t_e=+10\text{ °C}$

- A padlástér léghőmérséklete a vizsgálatkor (illetve az éjszakai/hajnali időpontban):  $t_e=+15\text{ °C}$

A szakértői vizsgálat alapfeltevése az volt, hogy amennyiben a helyszínen mért légállapot paraméterek felhasználásával a tervezett, illetve megvalósult sarok-csomópont térbeli számítógépes modelljén sikerül a hőhid felületi hőmérsékletét



4. Ábra. A mennyezet-sarok térbeli modelljén meghatározott felületi hőmérsékletek

úgy meghatározni, hogy az a valóságban hőkamerával mért értékkel jó egyezést mutasson, akkor megengedhető, hogy a végeelem modellen a valós aktuális időtől eltérő, szabványos időjárási körülményeknek megfelelő peremfeltételekkel kerüljön a várható hőhid-hőmérséklet meghatározásra. Az így nyert számított érték jó közelítéssel modellezi a valóságot.

A háromdimenziós számítógépes vizsgálat számítási eredményeinek képi megjelenítését a kritikus mennyezet saroknál a 4. ábra ismerteti.

A hőhid sarokpontjából a holker él vonalában húzott „e” jelű egyenes mentén a felületi hőmérséklet változását a számítási modell szerint az 5. ábra mutatja. A kapott számértékek elemzése a következő eredményre vezet:

1. A vonalmenti hőhidak találkozási (sarok) pontjának hőmérséklete a helyszíni hőkamerás méréskor  $t_{\theta}=+18,5\text{ °C}$  volt, a végeelemes modellen számított hőmérséklet:  $t_{\theta}=+18,84\text{ °C}$ . A két érték a számtalan bizonytalansági tényező ellenére rendkívül jó egyezést mutat. Az eltérés mértéke a helyszínen mért értéktől 2% alatti.

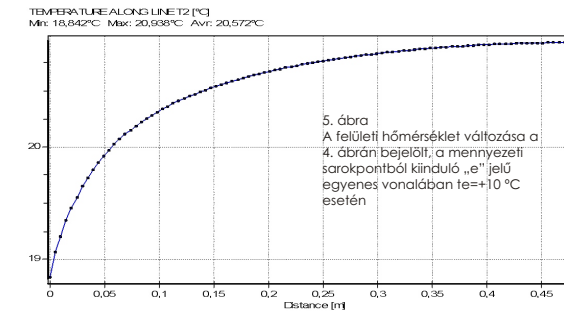
2. A mennyezet-fal csatlakozás (holker) vonalában a sarokponttól kifelé haladva kb. 50 cm után a holker vonalmenti hőhidjának

hőmérséklete gyakorlatilag már nem változik. A holkerben számított hőmérséklet kerekítve  $t_{\theta}=+20,94\text{ °C}$ . A három vonalmenti hőhid közös pontban való csatlakozásának zavaró hatása tehát csak a saroktól mért 50 cm-en belül érvényesül.

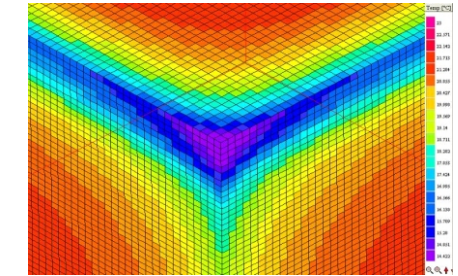
3. A sarokpontban és a holker általános szakaszán mérhető hőmérsékletek különbsége  $2,1\text{ °C}$ . A holker vonalmenti hőhidjának hőmérséklete sajátléptékben:  $\theta_{\text{holker}}=0,7814$ . A sarokponti hőhid hőmérséklete sajátléptékben:  $\theta_{\text{mennyezet sarok}}=0,6314$

A külső légtér hőmérsékletét a szabványos számíthatoz szükséges  $t_e=-5\text{ °C}$  értékre választva a térbeli végeelem-modell számított eredményeinek képi megjelenítését, és a sarokponton át felvett függőleges falmetszetben a hőmérséklet változásának alakulását a 6. ábra mutatja.

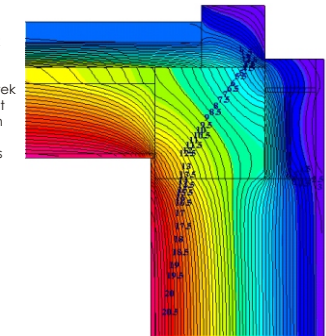
A sarokpontból a holker vonalában húzott egyenes mentén a felületi hőmérséklet változását a 7. ábra diagramján lehet megfigyelni.



Ez esetben a sarokpont hőmérséklete már csak  $t_{\theta}=+12,98\text{ °C}$  lesz, ami a mennyezet-közeli levegő kezdeti  $t_i=+24\text{ °C}$ -os hőmérsékletéhez viszonyítva rendkívül alacsony érték. A holker vonalmenti hőhidjának hőmérséklete a sarokponttól 50 cm távolságra, tehát zavartalan körülmények között:



6. ábra. A mennyezet-sarok térbeli modelljén meghatározott felületi hőmérsékletek és a sarokponton át felvett falmetszetben belüli hőmérsékleteloszlás



$t_{\theta}=+17,35\text{ °C}$ . További vizsgálat szükséges annak eldöntésére, hogy a számított hőhid-hőmérsékletek indokolják-e a penészedés jelenségének kialakulását.

A szerkezet működésének

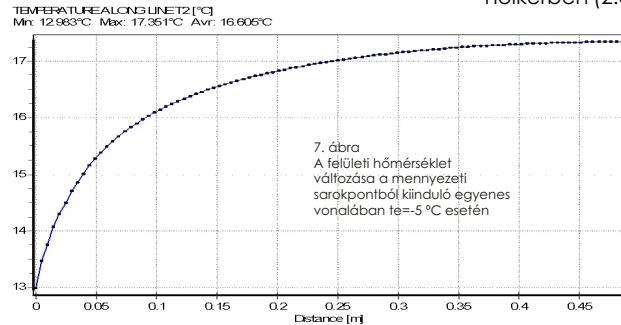


elemzéséhez, és a környezeti változások hatásának közelítő becsléséhez az áttekinthető, grafikus ábrázolás adhat segítséget. A 8. ábra ilyen grafikus felületet mutat. A vízszintes tengelyen a külső léghőmérséklet változása követhető +10 °C és -15 °C között. E hőmérséklet-

közeli +24 °C belső léghőmérséklet esetén. A diagram jobboldali függőleges skáláján a +24 °C belső hőmérséklethez tartozó harmatponti hőmérsékletek, illetve relatív páratartalmak szerepelnek.

Megállapítható, hogy -5 °C -os szabványos külső léghőmérséklet esetén a holkerben (2.0. jelű egyenessel ábrázolva)

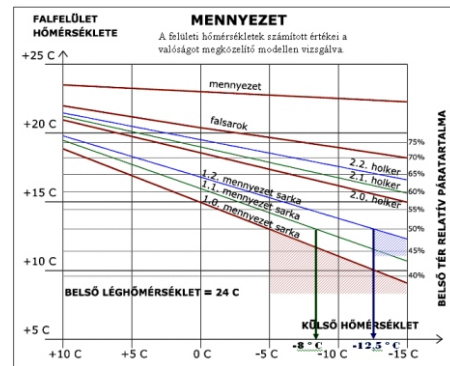
kb. 66,5% relatív belső téri páratartalom esetén várható harmatponti kondenzáció, míg a mennyezet sarokban (1.0. jelű vonallal ábrázolva) mindez már 50% belső téri relatív páratartalom mellett bekövetkezik (ld. a szaffozott tartományt). Ez a páramennyiség pedig a helyszíni vizsgálatok eredményei



tartomány tartalmazza a helyszíni vizsgálat során mért értéket, a szabványos vizsgálathoz előírt értéket, de a szerkezet viselkedési tendenciáinak becslése érdekében a szabványos vizsgálati értéknél alacsonyabb hőmérsékletek is helyet kaptak a skálán.

A diagram baloldali függőleges tengelyén a mennyezet felület, illetve a hőhidak felületi hőmérsékletét megadó hőfok-skála kapott helyet.

A diagram ferde egyenes vonalai a mennyezet, illetve a falsarok és holker (2.0. egyenes) vonalmenti hőhidjainak, továbbá a mennyezet sarokponti hőhidjának (1.0. egyenes) felületi hőmérséklet-változását ábrázolják a külső léghőmérséklet változásának függvényében, konstans mennyezet-



8. ábra.  
A mennyezetsarok és környezete felületi hőmérsékleteinek összehasonlító elemzése

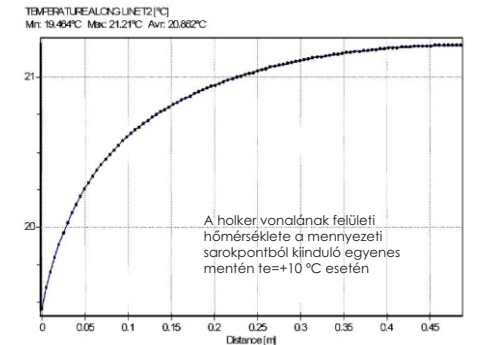
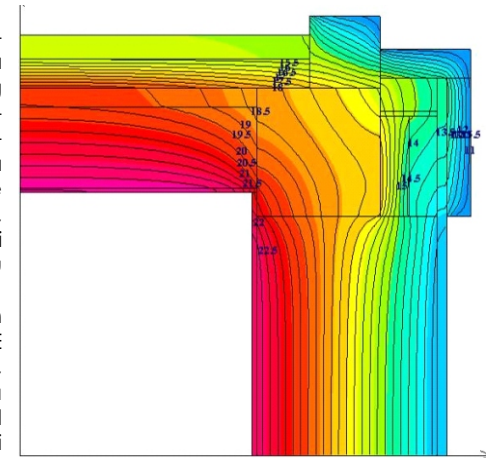
alapján a szemle időpontjában is jelen volt.

Figyelembe véve, hogy a penészedés kialakulásához nem szükséges a harmatponti telítési páramennyiség jelenléte, hanem elegendő a határfelületen kb. 75%-os nedvesség-felhalmozódás ahhoz, hogy meginduljon a penészedési folyamat - egyértelművé válik, hogy a koszorú épületszerkezeti, csomóponti kialakítása épületfizikai szempontból feltétlenül javítási célú beavatkozást igényel.

A beavatkozás módszere elsősorban az utólagos hőszigetelés lehet. E hőszigetelés módjának és mértékének, valamint hatékonyságának tervezése a jelenség térbeli modellezése nélkül gyakorlatilag lehetetlen! A helyszíni mérések alapján kialakított valóságghú viselkedésű végeelem-modell ez esetben is jól használható.

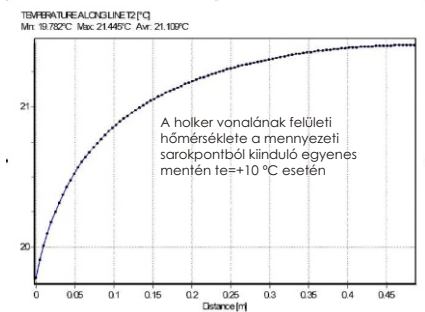
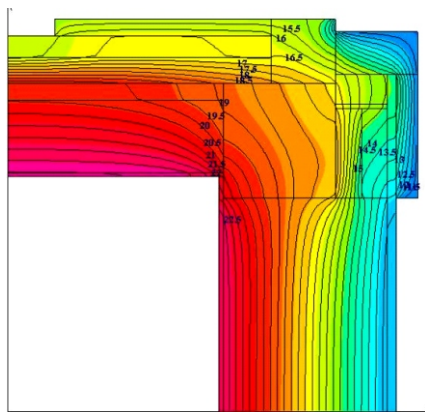
Két alternatív javítási megoldás, és annak eredményét kifejező holker-menti felületi hőmérsékletváltozási diagram látható a 9. és 10. Ábrán:

1. az 1. javítási alternatíva esetén 5 cm vastag polisztirol hab hőszigetelés kerül rögzítésre a koszorúelem homlokfelületén, illetve az azt lezáró kisméretű téglasor felső síkján „L” alakban elhelyezve. A sarokpont hőmérséklete a helyszíni vizsgálat időpontjában mért +10 °C külső hőmérséklettel számolva az eredeti +18,5 °C helyett kerekén +19,5 °C lesz, tehát határozott 1 °C-os javulást mutat (9. Ábra).



9. ábra  
Az 1. javítási alternatíva kalkulált hőmérsékleti értékei





10. ábra  
Az 2. javítási alternatíva kalkulált hőmérsékleti értékei

2. a 2. javítási alternatíva esetén 5 cm vastag kiegészítő polisztirol hab hőszigetelés készül a koszorúelem előtt, illetve 5 cm vastag polisztirol hab tábla kerül 50 cm szélességben a talpszelemen kerülete mentén a földem aljzatbetonjának szélére. A koszorúelemet felülről lezáró kisméretű téglasor felső síkján pedig 10 cm vastagágú PS hab hőszigetelés készül (10. ábra). A sarokpont hőmér-

séklete +10°C külső hőmérséklet esetén ekkor már kereken +19,8 °C lesz, tehát újabb 0,3°C os javulás érhető el.

A két alternatíva alkalmazási biztonságát ismét a már bemutatott, környezeti változásokat tendencia jelleggel figyelembe vevő összehasonlító diagramon lehet nyomon követni (8. ábra).

Az ábrából kiolvasható, hogy  $t_i = -5^\circ\text{C}$  os szabványos külső légállapot esetén az 1. javítási alternatívánál a mennyezet sarokban kb. 54% relatív páratartalom esetén, míg a 2. alternatívánál kb. 58% belső relatív páratartalom esetén alakul ki a harmatponti párakicsapódás veszélye.

A holker általános helyén a harmatponti nedvességkicsapódás veszélye:

- az 1. alternatíva esetén kb. 68% relatív páratartalomnál,
- a 2. alternatíva esetén kb. 72% beltéri relatív páratartalom esetén alakul ki.

Nem a szabványos vizsgálati módszeren alapuló következtetés, de tendencia jelleggel az is kiolvasható az ábrából, hogy a helyszínen mért 50% körüli relatív páratartalmat figyelembe véve, tartós hidegek esetén (nem szabványos külső hőmérsékletnél):

- az 1. javítási alternatívában a felületi kondenzáció veszélye  $t_i = -8^\circ\text{C}$  átlagos külső léghőmérsékletnél, míg
- a 2. alternatíva szerinti javításmódnál a harmatponti párakicsapódás csak  $t_i = -12,5^\circ\text{C}$  átlagos külső léghőmérséklet alatt alakulhat ki.

A 2. alternatíva szerinti javítás tehát szabványos légállapotok esetén megfe-

lelő, és még extrém időjárási viszonyok esetén is biztonságosnak tekinthető.

Figyelemre méltó az a (8. ábra diagramjaiból kiolvasható) megállapítás, hogy a fürdőszobára megadott szabványos tervezési légállapot ( $t_i = 24^\circ\text{C}$  és  $\phi_i = 75\%$ ) és szabványos kültéri méretezési hőmérséklet esetén ( $t_e = -5^\circ\text{C}$ ) a mennyezet és a falsarok vonalmenti hőhídja nem veszélyes a harmatponti felületi párakicsapódás szempontjából. Ugyanakkor a holker, és különösen a mennyezet sarok sem alapállapotban, sem bármelyik javítási alternatíva esetén nem viseli el a 75%-os relatív páratartalmat! Itt tehát feltétlenül intenzív természetes szellőztetéssel, illetőleg gépészeti beavatkozással kell a helyiség páratartalmát maximum 50-60%-ra csökkenteni.

Az elkövetkező években várható energiatakarékosági intézkedések során a helyiségek természetes légcseréjének minimalizálására továbbá az általános fal-

és tetőfelületek hőszigetelő képességének jelentős növekedésére kell számítani. Ezek az intézkedések a belsőtéri pára felhalmozódás növekedéséhez, és a hőhidak hatásának felértékelődéséhez vezetnek.

A bemutatott elemzés is bizonyítja, hogy a határoló szerkezetek tervezését a jövőben csak azok térbeli és időbeli viselkedésének megértése és elemzése útján, az eddig elhanyagolt épületfizikai folyamatok többdimenziós modellezésével lehet szakszerűen elvégezni. Ez elengedhetlenné teszi az építészeti új módszereinek és új szemléletének az ötdimenziós tervezési eszközeinek kialakulását.



**Dr. Somfai Attila**

## Internetes tudástárak és tananyagok az építészképzés szolgálatában

*Időszerű, hogy a honi építészképzést szolgáló elektronikus tudástárak jelentőségéről, felépítéséről és sokirányú használati lehetőségeiről szóljunk. Bemutatjuk a győri Széchenyi István Egyetem újszakmai webportálját és néhány tananyagát is. Napjainkra kitérült a világ, az internet segít a hazai és külföldi oktatóanyagok, szakportálok, újdonságok megismerésében, ezenfelül hatékony együttműködést tesz lehetővé az egyetem tanárai, diákjai ill. a felsőoktatási intézmények között is. A győri kezdeményezés időszerűségét mutatja, hogy az indulás óta a látogatottság dinamikusan emelkedett és mára elérte a 2300 fő/hónap értéket. A portál internetcímét, vagy belőle konkrét művek linkjeit időközben számos szakmai és oktatási honlap vette fel kínálatába, az igazi elismerést azonban a felhasználó diákok és a külső szakemberek visszajelzései jelentik.*

Az Építészeti Adatbázis (www.arc.sze.hu) 2001-ben indult el azzal a céllal, hogy a győri építészképzést korszerű, könnyen kezelhető, bárhol és bármikor elérhető és szerkeszthető ismeretanyagokkal láthassa el. A szakma változásait rugalmasan követni képes elektronikus tananyagokkal hatékonyabb és színvonalasabb oktatás valósítható

meg. A törzsanyagokhoz dinamikusan kapcsolhatók a társterületek ismeretei, a tudomány és technika legújabb törekvései ill. a gyakorlati életben megvalósult példák. A komplexitásra törekvő, több szakterületet felölelő adatbázis-koncepció fokozatos megvalósítása során is kirajzolódott a szakma sokarcúsága és gazdagsága, miközben fontos volt az információk megfelelő szelektálása a műszaki tartalom helyessége, igényessége, aktualitása szerint.

A vázolt célok eddigi megvalósítása például az épületszerkezettan tantárgyat kiragadva azt jelenti, hogy egyazon helyen érhetjük el az előadásjegyzetet, a gyakorlati segédanyagokat, az elektronikus rajztárakat és a cégtárat (ez utóbbiban külön gyűjtöttük a régiókban működő ill. a régió kívüli építőanyaggyártó, tervező és kivitelező cégek elérhetőségeit ill. alkalmazástechnikáit). Mindezeket további szakmai-tudományos weboldalak, hazai és külföldi folyóiratok, valamint egyedi szócikkek egészítik ki.

Az Építészeti Adatbázis sikeres működését a logikus szerkezeti felépítésen, a válogatott tartalom és a kedvező megjelenésen túl számos speciális szolgáltatás biztosítja (keresési eljárások, integrált szótárak, fórum, hallgatói adminisztráció, hírközlő).

Napjainkban tapasztalhatjuk, hogy egyre átjárhatóbbá válnak az országhatárok a régiók Európájában nagyban megkönnyítve a sokrétű összefogást és az együttműködést. Ennek a folyamatnak fontos előfutára és katalizátora a világháló, amelyen közléhető a nemzetközi kutatási és gyakorlati eredmények is. Az internet azonban sokkal több, mint egyszerű média, mert az interaktivitásnak köszönhetően napi szintű együttműködés jöhet létre a felsőoktatási intézmények között is. Lehetőség van a tevékenységek ésszerűbb megosztására, ill. az eredmények közös tudásbázisban való publikálására. Szintén az interaktivitásnak köszönhetően az elektronikus tudástárak rendkívül hatékony oktatási segédeszközként is szolgálnak.

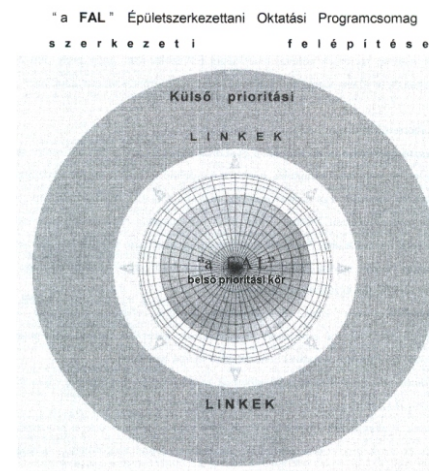
Mindeközben nem feledkezünk el arról, hogy az építészképzés sajátossága, hogy a kiadott feladatok és megoldásaik gyakran egyediek, emiatt a jövőben is elsődleges fontosságú lesz a személyes mester-tanítvány kapcsolat. A tudásbázis ezeknél a feladatoknál is hasznos háttérként szolgál, például a jó megoldások sokféleségének érzékletes bemutatásával.

### 1. ELŐKÉPÜL SZOLGÁLÓ ELEKTRONIKUS OKTATÁSI TUDÁSTÁRAK

Egyetemünkön az ismertetett sokrétű igényeknek megfelelő, életképes koncepció kialakításához a már meglévő hazai szakmai adatbázisok és elképzelések nyújtottak kedvező impulzusokat. Ezeket egészítette ki az indulást követően

a folyamatos „evolúciós” fejlődés, amely már a felhasználói „visszacsatolások” figyelembevételével történt.

Az egyik figyelemre méltó kezdeményezést még az 1999-es XXIV. Épületszerkezettani Konferencián ismerhettük meg, ahol Bártol Nándor a budapesti műegyetemről bemutatta a „Fal” c. számítógépes épületszerkezettani oktatási programcsomag koncepcióját (1. ábra). A szerző a tanszéki elektronikus segédanyagokat és a szakmai életet reprezentáló külső linkeket kívánta egy csomagban megjeleníteni. Jó érzékkel fogalmazta meg az elképzeléseket adatbázis felépítéséről, szakmai követelményeiről, aktualizálásáról.



1. ábra: A budapesti műegyetemi „Fal” c. Épületszerkezettani Oktatási Programcsomag

## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Dr. Somfai Attila: Internetes tudástárak és tananyagok az építészképzés szolgálatában

## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



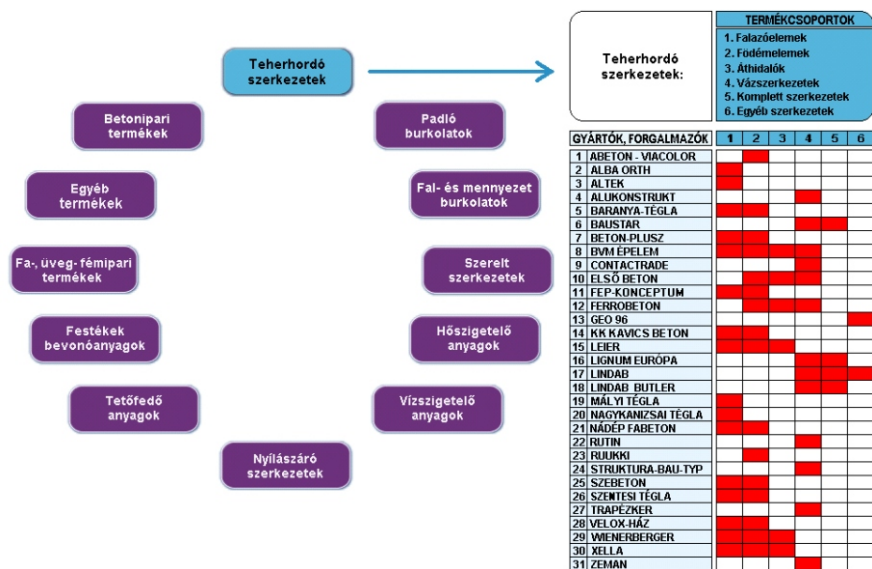
Dr. Somfai Attila: Internetes tudástárak és tananyagok az építészképzés szolgálatában

A szakmai tudásátadás másik ötletes és sok éve eredményesen működő példája a pécsi Dr. Orbán József kezdeményezése, az Orisoft Építőanyagipari Katalógus (2. ábra). Világosan tagolt hierarchikus rendszerben érhető el a jól eltalált mértékkel kínált szakismeretek. Enciklopédikus felépítésének köszönhetően a gyakorlati életben és az oktatásban is kiválóan használható.

A főtéma kiválasztása után az Orisoft az alcsoportokat mátrixba rendezve kínálja, ezáltal megválaszthatókká válnak az információszerzés másodlagos és harmadlagos szempontjai. Így eldönthetjük,

hogyan egy termékcsoporton belül választunk-e a többféle céginformáció közül, vagy egy konkrét cégen belül választunk termékcsoportot.

A mátrix-elv másik előnye a tömörség. Nagyszámú cég aktivitása válik könnyen áttekinthetővé és összehasonlíthatóvá. Ugyanakkor a kis rácsmezőkbe csupán egyetlen link fér be, ezért az egeret felettük mozgatva a hozzárendelt információt a mátrix melletti változó tartalmú ablakban láthatjuk. Ha ennél is bővebb információra van szükségünk, akkor azt a rácsmező-linkre kattintva új oldalon érhetjük el.



2. ábra: A pécsi Orisoft Építőanyagipari Katalógus sémája: főtémák és egy alcsoport-mátrix

## 2. A GYŐRI TUDÁSTÁR FELÉPÍTÉSE ÉS HASZNÁLATA

A győri Építészeti Adatbázis (3-4. ábrák) kialakításakor a meglévő tapasztalatok hasznosításán túl igyekeztünk számos új megoldást bevezetni.

A bejelentkező weboldalon a városkép legszebb részleteit felvillantó mozaik kép várja a látogatót, majd képáttűnések kísérnek át magára a szakmai felületre. Vizuálisan fogékony hallgatóink érdeklődését az egyedi kiviteli fejlődésével is fokozni kívántuk, amelyen a fő témákat reprezentáló animáció fut.

Az adatbázis egyetemi jegyzeteket, segédanyagokat és válogatott külső (információs, kutató, céges stb.) honlapokat, dokumentumokat, videofilmeket kínál. Határozott tematikus felépítésű, sőt a hazai portálok közül egyedülálló abban, hogy fő tagozódása az építészkutatás tantárgyaihoz igazodik. Ezzel a felépítéssel is a komplex szemléletre kívánunk nevelni, mert a szakma fő szegmensei egymás mellett, egyenrangú elemekként képeznek igazi egészet. A szakmai felület elején az alábbi főtémákból választhatunk:

- ÁLTALÁNOS
- ÉPÜLETERVEZÉS ÉS CAD
- TELEPÜLÉSFEJLESZTÉS ÉS TÖRTÉNET
- ÉPÍTÉSZETTÖRTÉNET ÉS ÖRÖKSÉGVÉDELEM
- ÉPÜLETSZERKEZETTAN, ÉPÍTÉSKIVITELEZÉS
- ÖKOÉPÍTÉS, ÉPÜLETGÉPÉSZET, ÉPÜLET-FIZIKA
- RAJZ ÉS ÁBRÁZOLÓ GEOMETRIA
- TARTÓSZERKEZETEK

Ha idővel másik főtémát szeretnénk böngészni, akkor nem kell visszalépni a honlap elejére, mert a főtémák gyorskapcsolói az oldalmenüben is jelen vannak.

Szintén a szakmai felület elején, de főtémáktól grafikailag jól elkülönülten adtunk hangsúlyt néhány fontosabb honlap elérhetőségének (Építészmérnöki Szak, a PhD képzés, a külföldi szakmai gyakorlat, a szakkollégium, ill. a győri Építéstudományi Egyesület weblapja).

Az adatbázis szerkezete sitemapszerű (linktérképszerű), aminek köszönhetően a kínálat szinte egyidejűleg szemlélhető a fő témablokkoktól kezdve egészen a legkisebb építőelemeket jelentő linkekig. Újszerű megoldás, hogy a főtémákon belül a linkek nem tagolatlanul szerepelnek, hanem öt alcsoportba rendezve, látványosan elkülönülő színekkel.

Valamennyi főtémán belül megtaláljuk a következő alcsoportokat:

- Oktatási anyagok,
- Hasznos szakmai linkek,
- Hazai és külföldi folyóiratok,
- Egyetemi oktatók szakkikerei,
- Fontosabb „külsős” szakkikkek.

Ennek a többszintű csoportosításnak köszönhetően jóval könnyebb a keresés és teljesül az oktatóközösség azon célja, hogy hallgatóink ne veszítsék el mérnöki racionalizáló képességüket és pontosan átlássák a nagy halmazoktól a részletekig vezető utat.

A sitemaps-elv a mátrix-elvhez hasonlóan többféle információszerzési

## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Dr. Somfai Attila: Internetes tudástárak és tananyagok az építészképzés szolgálatában

## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Dr. Somfai Attila: Internetes tudástárak és tananyagok az építészképzés szolgálatában

stratégiát tesz lehetővé. Itt is eldönthetjük, hogy egy-egy fő témán belül választunk-e az ötféle alcsoport közül, vagy inkább az azonos színnel jelölt alcsoportok (pl. folyóiratok) képezik az elsődleges szempontot, és a fő téma (szakterület) választása lesz másodlagos.

Mivel az elsődleges, majd a másodlagos kiválasztási szempont érvényesítésével nyert halmazban több link is szerepel (pl. többféle épületszerkezettani folyóirat), ezért létrejön a differenciálás harmadik szintje is.

A linknevek módosításával részlegesen még egy negyedleges differenciálás is megvalósulhatott:

- előadásjegyzetek elkülönítése a segédletektől ráutaló kiegészítőszavakkal,
- fontosabb dokumentumgazdák megkülönböztetése kiegészítőszókkal (szerzők, egyetemek, országok stb.)
- a külföldi folyóiratok neveinek kiemelése csupa nagybetűvel,
- a teljes online-szövegjelölésű folyóiratok elkülönítése a csak tartalomjegyzéket kínálóktól (ez utóbbiakat az „info” kiegészítőszóval jelöltük meg).

Mivel a látványosan tagolt színes sitemap egyszerű egérgördítéssel áttekinthető, akár az utóbb említett részszerkezeteket is választgatjuk elsődleges kiválasztási szempontnak (böngészhetjük pl. csak a külföldi folyóiratok halmazát vagy csak az egyetemi jegyzetek halmazát stb).

A bemutatott többszörösen differenciált sitemap rugalmasan fejleszhető, de fontos célunk, hogy hallgatóinkat csupán áttekinthető mennyiségű, jól szelektált információval segítsük. A bővítéssel egyidőben el is távolítunk egyes elemeket, vagy például az erős rokonságot mutató linkeket (pl. épületszerkezettan gyakorlati segédletek) egy linkkel megnyíló önálló oldalra rendezzük.

### 3. A TUDÁSTÁR SPECIÁLIS SZOLGÁLTATÁSAI

A speciális szolgáltatások jelentősen növelik a felhasználás hatékonyságát és az információátadás naprakészségét.

Az információszerzés szempontsorának többféle megválaszthatóságáról az előzőkben szoltunk. Ehhez társul, hogy az adatbázis tételeinek szisztematikus (vagy éppen „véletlenszerű”) böngészését és a visszakeresést is nagyban megkönnyíti, hogy az általunk már meglátogatott linkek enyhe háttérszínnel különülnek el a többitől.

A szemrevételezéses keresés mellett többféle számítógéppel segített keresést is választhatunk. A linkevek között az egyszerű gyorskeresővel (CTRL+F), az egyetemi webdokumentumok teljes tartalmában pedig az e célra egyedileg módosított Google szolgáltatással kereshetünk, az oldalmenü Keresés alpontjában (ha a találatoknál az ún. „tárolt változat”-ot választjuk, akkor a dokumentumokban feltűnő színezéssel látjuk a keresőszavaink pontos előfordulási helyeit is). Az említett menüpontban kereshetünk a teljes interneten is, sőt az oktatási-

tudományos célú Google Scholar keresővel is.

Az oldalmenüből betérhetünk a nemrég létesített fórumba. Ez olyan interaktív eszmecsere-felület, amelyben a diákok, a tanárok és a szakma külső képviselői kommunikálhatnak egymással. A „virtuális kerekasztal” témáit a felhasználók határozzák meg és a témákhoz bárki hozzászólhat. Induláskor az oktatók is megjelöltek néhány témakört, amelyekkel segíteni kívánták párbeszédet és a szakmai irányultságok kialakulását (designer fórum, urbanista és örökségvédő fórum, épületszerkezeti-konstruktőr fórum). Szintén ez a fórum teremthet közösséget a Leonardo program keretében különböző országokban tartózkodó diákjaink között is.

Az idegen nyelvű oldalak böngészése közben azonnali segítséget kaphatunk az oldalmenü alsó részébe programozott ötnyelvű és kétirányú SZTAI online-

szótáraktól.

Az oldalmenüből elérhető a Neptun hallgatói adminisztrációs szolgáltatás, ahol tanulmányozhatjuk a tantárgyi kiírásokat és az órendeket. A hallgatók itt jelentkezhetnek a tantárgyakra ill. később a vizsgákra és megtekinthetik a jegyeiket is. Tanszéki jelszóval módosíthatók az említett dokumentumok és osztályzatok.

Az oldalmenü legalsó részén időszakszerűen fel-felbukkanó futóhírsávban aktuális híreket olvashatunk (pl. előadás, kiállítás, konferencia, nyitott kapuk napja, felvételi tájékoztató).

Az adatbázis aljára gördülve egy kattintással beállítható az Építészeti Adatbázis az internetböngésző kezdőlapjára, ugyanitt fontos közismert fájtfájtsok (pdf, doc, ppt, xls) működéséhez szükséges értékes ingyenes segédprogramok is letölthetők.



3. ábra: A Győri Építészeti Adatbázis Hallgatóknak ( www.arc.sze.hu )

## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Dr. Somfai Attila: Internetes tudástárak és tananyagok az építészképzés szolgálatában

## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Dr. Somfai Attila: Internetes tudástárak és tananyagok az építészképzés szolgálatában

#### 4. ÍZELÍTŐ A TUDÁSTÁR TANANYAGAIBÓL

Néhány tantárgynál például az épületszerkezettannál, az építéskivitelezésnél illetve az építészettörténetnél már közel tíz éve megszülettek a CD-n kiadott tananyagok. Ezek a HTML formátumnak köszönhetően szervesen beilleszthetők voltak az internetes tudástárba is, de a menürendszerüket korszerűsítettük. Az új oldalmenüs-olvasóablakos felépítést a mai nagyobb monitorfelbontások tették lehetővé. A jegyzetek áttekinthetőbbé váltak és használatuk kényelmesebb lett. Más tananyagokat nem HTML-ben, hanem a szintén közkedveltnék számítógépes PDF formátumban lehet elérni (pl. építés-szervezés, épülettervezés).

Legújabb internetes (és CD-n is



4. ábra: Épületszerkezettan és Építéskivitelezés online-jegyzetek, Épületszerkezettan gyakorlati segédlettár

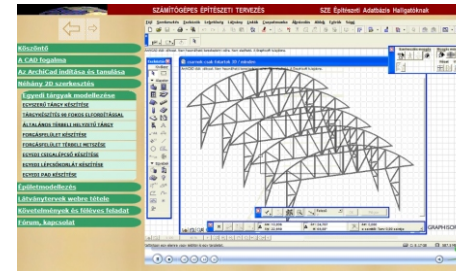
elérhető) tananyagunk a Számítógépes építészeti modellezés, amely az ArchiCad oktatását segíti. A szöveges és képi információk mellett fontos szerep jutott az oktatóvideóknak és az interaktív gyakorló-példáknak. A tananyag a HEFOP-program keretében készült 2006-ban és a megvalósítást a Hyperionics cég is támogatta a Hypersnap képernyőpillanat-fellevő illetve a Hypercam képernyőtevékenység-filmező szoftverekkel.

A videóknak pontosan dokumentálhatók a példamegoldások, hallható a tanár szóbeli magyarázata, sőt az egérgattintások helyét is színek jelzik. Az oktatófilmeket a hallgatók a cad-szoftverrel párhuzamosan futtathatják, megállíthatják, újranezhetik. A filmek „fáradhatatlanul” segítik a példák lépésenkénti megoldását. A hallgatók a

speciális ismereteket a korábrinál hatékonyabban tudják elsajátítani. Az ArchiCad-ben a műszaki tervek készítése ugyan hasonló a klasszikus „pauszos-tustolás” technológiára, de a számítógépes térbeli modellezés már sajátosan ArchiCad-es gondolatmenetet igényel, ezért erre fektettünk nagyobb hangsúlyt.

Napjainkban számos építésziroda maga készíti el honlapját, sőt az építészeti tervezés mellett webdesign-megrendeléseket is vállal, e képp is

kamatoztatva vizuális művészeti képességeit. A kor kihívásainak megfelelően a CAD-jegyzetben tömör eligazítót adunk a látványtervek internetes honlapon való közzétételéről is, interaktív webdesign-példákkal (a gyakorló-példákban a HTML-nyelvű sorokba különbözőképp beavatkozva eltérő eredmények jeleníthetők meg).

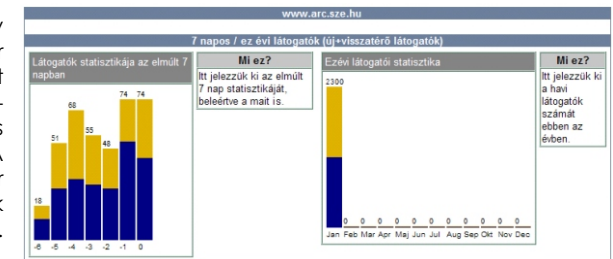


5. ábra: Számítógépes építészeti modellezés c. Online-jegyzet

#### 5. A TUDÁSTÁR KARBANTARTÁSA ÉS A TOVÁBBI FEJLESZTÉSEK

Az internetes tudástár szerkesztése általában html-ismeretekre épül, de ehhez számos Java Script alkalmazás is

társul (animációk, interaktív VR-panoráma, online-szótár lekérdező stb). A szerkesztést és az automatizált linkhiba-keresést egyaránt ingyenes szoftverekkel oldottuk meg. A folyamatos megújításkor odafigyelünk a felhasználók véleményeire, javaslataira. Diákjaink arról számolnak be,



6. ábra: Az Építészeti Adatbázis látogatottsági statisztikája 2006. év elején

## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Dr. Somfai Attila: Internetes tudástárak és tananyagok az építészképzés szolgálatában

## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Dr. Somfai Attila: Internetes tudástárak és tananyagok az építészképzés szolgálatában

Ha írásunk felkeltette érdeklődését, kérjük látogasson el a [www.arc.sze.hu](http://www.arc.sze.hu) oldalra. Tanácsait, észrevételeit örömmel vesszük.

#### FORRÁSOK:

- [1] Bártol Nándor (1999): Új segédanyag az épületszerkezettan hatékonyabb oktatásáért. In: XXIV. Épületszerkezettani konferencia, pp 54-62
- [2] Dr. Orbán József: Orisoft Építőanyagipari Katalógus ( [www.orisoft.pmmf.hu](http://www.orisoft.pmmf.hu) )
- [3] Dr. Koppány Attila: Épületszerkezettan online-jegyzet ( [www.arc.sze.hu/epszerkea](http://www.arc.sze.hu/epszerkea) )
- [4] Dr. Fátrai György: Építéskivitelezés online-jegyzet ( [www.arc.sze.hu/kivitelea](http://www.arc.sze.hu/kivitelea) )
- [5] Molnárka Gergely: A Leonardo hallgatói mobilitási program (<http://www.sze.hu/leonardo/filozofia.htm>)
- [6] Dr. Somfai Attila: Számítógépes Építészeti Modellezés online-jegyzet ( [www.arc.sze.hu/cad](http://www.arc.sze.hu/cad) )

**Dr. Somfai Attila, okl. Építészmérnök, egyetemi docens,**  
Széchenyi István Egyetem, Győr

## Milan Držka<sup>1</sup>

### Analysis and Evaluation of Moisture Factors and Renovation Methods of Wet Brickwork

#### Introduction

Moisture, through its adaptable effect on buildings, is a phenomenon which participates in a decisive way in a building's degradation ageing process. Moisture differs from the temperature by its mass phase. It spreads through porous building materials both in the form of vapour and liquid. This phenomenon is defined as the transfer of moisture associated with capillary events and phase changes in dependence on thermodynamic proportions in porous systems. We usually apply diffusion mechanisms for the vapour transfer and capillary conductivity.

When choosing a renovation method, it is necessary to evaluate the whole complex of effects and factors affecting the moisture regime of a structure in order to prevent the ineffectiveness of the renovation method by ignoring some of the origins of increased moisture.

#### 1.1 The Origin of Increased Moisture in Buildings

The origin of increased moisture in

structures can be wetting, seepage, capillary ascension, surface condensation, interstitial condensation, sorption, the construction method, chemical reaction and microorganisms. It is possible to determine the origin of an excessive brickwork moisture on the basis of the moisture's behaviour after the longitudinal section of the structure, in some cases on the basis of the surface behaviour of the excessive moisture.

When evaluating the origin of excessive moisture and suggesting a renovation, it is necessary to analyze the proportion of the prevailing function of the forms of transfer into the structures as follows:

Water vapour diffusion with the exception of building materials exposed to long-lasting excessive moisture action (walls of containers and cooling towers, underground parts of structures, structures exposed to fluctuations in temperature etc.) are decisive for the study of moisture transfer when we focus on the mechanisms of water-vapour diffusion. Capillary

Condensation, which is dependent on the amount of the pores and their size-radius is of decisive importance over the course of diffusion. The condensation appears earlier over a fluid surface than over a flat surface (the so-called Thomson



phenomenon).

According to the Thomson phenomenon, water-vapour pressure is lower over a curved surface than over a flat one. Water-vapour pressure is lower the higher a curved surface is. This is the reason why water-vapour condensation proceeds earlier over the curved surface in capillaries. The result of this is that under equal moisture and temperature conditions and at equal pore space, the two equal substances will differ according to their fixed moisture if one of them has the radius  $r = 10^{-7}$  m and two the radius  $r = 10^{-8}$  m.

The boundary between the radius of the pores is great, from pores comparable with the molecule size to pores of a microscopic size.

The most common classification of pores is that performed by Dubinin. He divides pores into three basic groups. The criterion for the classification is the mechanism of filling up pores with water by adsorption and capillary forces.

The first group of pores micropores includes all the pores, the effective radii of which are greater than  $2 \cdot 10^{-7}$  m. We can obtain basic knowledge on the pore classification by the mercury pore-volume analysis method.

The second group is formed by the so-called transition pores, which can be filled up by the capillary condensation of water vapour. The effective radii are from  $1.5 \cdot 10^{-9}$  to  $2 \cdot 10^{-7}$  m. One can obtain parameters about the pore structure by the study of capillary condensation and also by the method of high-pressure pore-volume analyzer.

The third group includes pores called micropores. Their radius is smaller than

$1.5 \cdot 10^{-9}$  m. The dimensions of such pores are comparable to those having the size of molecules. We can determine a part of such pores by the sorption method.

The geometry of pores, which affects the capillarity, adsorption, sorption and diffusion processes, is of great importance.

Determination of the total pore volume in building materials, including the pores of a medium radii, is also a part of the research. Determination of the total pore volume in building materials in addition to the pores of a medium radius belongs among the main characteristics which are considered to be one of the starting points for renovation.

There are several methods for the determination of pore distribution. They are either direct or indirect. Thus, it has been safe to use the indirect mercury pore-volume analysis method and, in addition, the indirect method of sorption, which is suitable for the pore measurement of smaller radii. There are actually two ways of processing the results of pore distribution measurements:

a, integral ones (Fig.1), which means that the curve indicates the percentage of pore volume which is given to the radii which are greater than the given radius.

b, differential (Fig.2) where the volume of the pores is given as a function of a radius. The cylindrical shape of the pores is assumed in all the calculations. In Figs.1 and.2, the diagram of the pore distribution of the two materials concrete and extruded bricks are given. We can learn a lot about the internal structure of individual materials from the graphs.

Pores are not usually cylindrical in shape. They are of different shapes trian-

gular, elliptical, or irregular in shape. If the pores have a mean value of the curvature radius the same as the cylindrical pores it is not possible to differentiate them by the mercury injection. method Their dimensions are characterized by an effective radius, which corresponds to the pressure. At this pressure the cylindrical pores of a diameter  $r$  are filled up

$$r = 2 \cos / p - \text{ Washburn's equation (1)}$$

The main advantage of high pressure mercury pore-volume analysis is the easy processing of the experimental results. From a technical point of view, the knowledge of the porous structure of a material is an important factor when selecting an effective renovation method for the sanation of wet brickwork.

Structures, materials or parts of structures which are in close, long-lasting contact, e.g., with the soil of a higher content of moisture become wet mainly

as the result of moisture ascension. The ascension is characterized by the water capillarity in a porous substance as a consequence of the so-called mechanism of capillary elevation, which is dependent on the shape and radius of the pores and the system of their interconnection.

The pore's wall surface also significantly affects the capillarity. The capillary height is directly proportional to the capillary tension in the water-air medium and indirectly proportional to the radius of the capillary and water density of a liquid ( $h = 2 \cos. (r \cdot Q_m \cdot g) / \rho \cdot g$ ). ( $h_{max} = 0,0149 \cdot r$  m, r mm;  $r$  is an effective capillary radius)

The content of salts in water, their conversion and their sedimentation in pores significantly affects the capillarity value. This decreases the pores, and conditions for the increase in the maximum capillarity  $h_{max}$ . are created. This is why older buildings have a height of capillarity greater than new buildings built from the same materials. The different distribution of the pores and the occurrence of macro

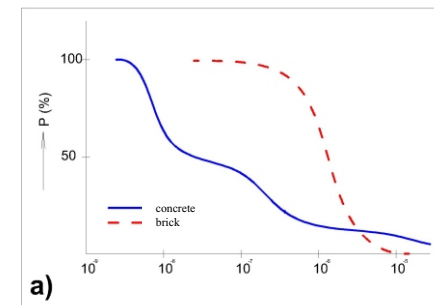


Fig. 1

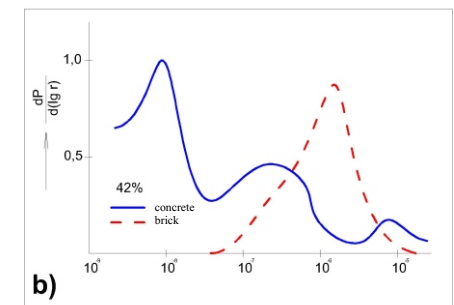


Fig. 2



and micropores in common building materials results, in addition to other effects, in the fact that the boundary between wet and dry materials is not sharp. Capillarity is a dynamic phenomenon, where the capillarity is not the only decisive factor. Moreover, both the velocity of the water flows into the evaporation zone and the time needed to achieve the capillary height  $h_{max}$  are of great importance. In addition to the above forms of moisture transfer inside the structures, there are other forms of moisture transfer participating in it (capillary condensation, sorption, adsorption, chemisorption, seepage and transmission).

## 1.2 Risk Factors of Renovation Methods

Currently, various renovation methods and technical means are being used

in the renovation of brickwork. But there are some cases where requirements conditioning the reliability of sanitation are not met at the pre-manufacturing stage or when the work itself is realized. For the above reasons some of the risk factors concerning individual sanitation methods are illustrated.

**Classical Methods** cannot be included in sanitation methods without any risk factors. E.g., the method of the additional insertion of damp-proofing materials into the undercut wet brickwork, where an inaccurate/imperfect connection with the damp-proofing appears under all of the flooring and the undercut joint in brickwork is not sufficiently wedged-out, are among the factors when brickwork settlement occurs. It is also important to

show the unfavourable tendency in the development of moisture and its connection with biological and chemical processes in the brickwork after the additional damp-proofing and to point out the necessity of a preliminary assessment of the mechanical resistance and bacteria-resistance of building materials when using the method of additional insertion of damp-proofing material. Other methods are those where the brickwork moisture is vented either by the natural or artificial flow of air. These methods are applied in winter when the relative low moisture is effective. They are significantly less effective in summer, or they can have an opposite effect (condensation of water vapour Knapen venting channels).

**Chemical methods** inconsistent research which does not detect all the causes of brickwork wetting is the source of risk factors. In other cases individual principles and directives on the technological codes of selected renovation methods are not adhered to. The next risk factors are those where the distance of the injection holes on the basis of a certain type of masonry building material, the direction of the injection holes, the depth of the injection holes and their spacing in masonry edges and joints are not clearly specified. Another risk factor is a housing development, where only some of the buildings are to be renovated. Housing on slopes is more complicated. In some cases infusion holes are not filled up with mortar after having been injected. Open holes are likely to give way to the diffusion of water vapour and thus represent a real danger at the ground level. Precipitated

and splashed water might penetrate the infusion holes. The amount of infusion substance which is to get in each m of the plan area/ground of the renovated brickwork and the work of fitters who do not strictly follow the design and technical directives of a given renovation method also present a danger.

**Electrophysical methods** Electro-physical methods exploiting electro-osmosis principles present a number of risk factors which are greater when compared with chemical methods. The risk factors with the above method can be defined by the fact that capillary ascension can be evoked or arise. An important role is played by the so-called electrokinetic zeta-potential in the electro-osmosis method. This is the potential between the solid and fluid phases in the brickwork capillary. A serious risk factor which limits or absolutely excludes the functioning of electro-osmosis is a steel frame in the brickwork. Building materials having a different value of pH produce noise voltage. According to Nerst, 1 pH makes the difference of the potential of about 60 mV a difference of 4-5 pH between a new

concrete floor and the old 1 brickwork results in electrical voltage of 240-300 mV. This voltage is sufficient enough to evoke or make the capillary flow of the water increase. The material an electrode is made of and its incorporation in the masonry and connection to the anode of an electric feeder also belong among the risk factors. The electrochemical resistance of a material directly affects the service life of the complete installation. In addition, the noise voltage should not be forgotten (terrestrial currents of traffic lights, network transformers, etc.).

## Conclusion

The reliability of all the stages of renovation methods and work affects a whole series of risk factors, which require detailed analysis and on that basis, to select the main principles which are to be adhered to in order to create all the conditions for the achievement of long-lasting serviceability of the designed and performed renovation work.

## Bibliography

[1] Kunzel, H.: *Zusammenhang Zwischen der Fanchtigkeit von Anssenbauteilen in der Praxis und der Sorptionseigenschaften der Baustaffe*, *Bauphysik* 3/1082.

[2] Mrlik, F.: *Vlhkostní problémy stavebných materiálův a konstrukcii*, *SNTL/ALFA*, Bratislava, 1985.

[3] Witzany, J. et. al.: *Konstrukce pozemních staveb 60*, *Poruchy a rekonstrukce staveb 1. Díl, 2. Díl, Učební texty ČVUT Praha*, 1994, 1995.

*This paper was written due to VEGA grant 1/3324/06.*

1 Milan Držka, Ing., PhD., STU Stavebná fakulta, Radlinského 11, 813 61 Bratislava, tel.: +421 2 5927 4447



## Thermal and technological properties of wooden windows

### ABSTRACT

Windows belong among the most dominant architectural elements. They create an impression of the size and volume of rooms and affect the different perceptions of spaces. Therefore, the selection of windows is essential in harmonizing the surrounding environment with the concepts of separate houses.

Currently, the techniques of wood processing enable the creation of lamellar profiles. The separate lamellas are elongated by means of microchips and stuck to each other (the so-called Europrisms).

The basic assumption of the quality of a wood's substance for the manufacture of windows is moisture, which should not exceed  $125 \pm 2\%$ .

Currently manufactured windows achieve higher physical and technical parameters, adequate air infiltration from the point of view of hygienic requirements, the energy efficiency of buildings, water resistance and better acoustic properties. Peripheral metal fittings are applied to windows. Currently, modern windows with double or

triple-glazed insulated systems are manufactured.

### INTRODUCTION

When evaluating the thermal technology of buildings, openings like windows, doors and glazed walls are of special importance. The heat of higher heat flow density values is usually transmitted through them as well as through opaque walls, roofs and floors. A well-functioning window must fulfill various criteria. It should serve as protection against heat, cold, the sun, wind, rain, burglary and fire.

Considering the physics of construction, openings in buildings primarily provide:

- daylight
- interior insulation through direct solar radiation
- natural interior ventilation.

From the point of view of thermal and technological criteria, windows represent built-up structures. Their thermal and technological properties depend on the properties of transparent surfaces (glazed

systems), opaque surfaces (window wing rails and window frames) and junctions (the types of seals). The geometrically difficult prefabrication of windows is based on the use of various materials.

### THERMO-INSULATING PROPERTIES OF WINDOWS

The thermo-insulating properties of windows depend on two quantities: the air-to-air heat transmission coefficient  $U_w$  in  $W/(m^2 \cdot K)$  and the internal surface temperature  $\theta_{s,i}$  in  $^{\circ}C$ .

- These quantities can be obtained by
- measuring
  - calculating.

Determination of Thermo-Insulating Quantities through Measuring

The value of the air-to-air heat transmission coefficient is determined through measuring the window system (window and wing frames and glazing). In this measuring procedure, the (3) standard is valid. Through a method of protecting the warm chamber (Fig. 1), a stable thermal condition is created, under which the product (a window) of a certain size is specified on the basis of the following theorem:

$$U_w = \frac{\Phi}{A_w(\theta_i - \theta_e)} \quad W/(m^2 \cdot K) \quad (1)$$

in which:

$\Phi$  - is the heat flow penetrating through the opening in  $W$ ;

$A_w$  - the total surface of the opening in  $m^2$ ;  
 $\theta_i, \theta_e$  - the interior and exterior air temperature in  $^{\circ}C$ .

This means that this approach qualifies the window opening as a whole. The disadvantage of such an approach is that the measured value refers only to an opening usually of  $1.2 \times 1.2$  m or  $1.23 \times 1.48$  m in size measured in a laboratory. The results obtained by measuring a certain sample refer only to the size, opening system and type of glazing measured. This method can also be applied in determining the external temperature of the window surface.

Fig. 2 shows the results of the measurements of a wooden window in a laboratory for the heat technology of buildings at the Department of Building Structures of the Faculty of Civil Engineering of the Slovak University of Technology.

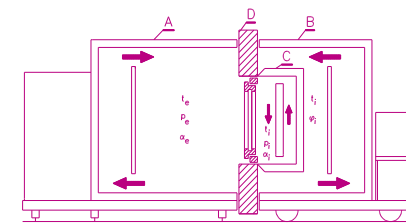


Fig. 1 The laboratory equipment scheme in the Large Climatic Chamber



### Calculation of Thermo-Insulating Quantities

The current approach to the quantification of the thermal and technological properties of opening systems used in European standards involved in the system of the Slovak technical standards (e.g., (4)) allows designers to determine the air-to-air heat transmission coefficient value for each opening system through a specified standard procedure on the basis of the standard value of the frame system and the standard value of the glazing. This procedure involves the effect of the geometry of the shape, the thermal and technological quantification of both the transparent and opaque window panes through  $U_{ok}$ , the glazing value, and the interaction in the junction between the glazing and the frame system. The two-dimensional heat flow in the junction of a frame profile and glazing is taken into account.

The air-to-air heat transmission coefficient of an ordinary window or door is determined through the theorem

$$U_w = \frac{U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + \Psi \cdot I_g}{A_f + A_g} \quad \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \quad (2)$$

In which:

$U_f$  - is the air-to-air heat transmission coefficient of a window frame and a wing in  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ;

$U_g$  - is the air-to-air heat

transmission coefficient of the glazing in  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ;

$A_f$  - is both the window and wing surface in  $\text{m}^2$ ;

$A_g$  - the glazing surface in  $\text{m}^2$ ;

$\Psi$  - the linear loss coefficient;

$I_g$  - the glazing perimeter of a wing in m.

The accuracy of the calculation of the air-to-air heat transmission coefficient of a window  $U_w$  depends on the accuracy of the air-to-air heat transmission coefficient of the window frame and the wing  $U_f$  and the air-to-air heat transmission coefficient of the glazing  $U_g$ .

The linear loss coefficient  $\Psi$  indicates the effect of the junction of the glazing and the wing frame on the heat flow. This flow represents the heat flow in W per 1 m of the junction at different temperatures of the internal and outside air. This junction results in an increase in the heat flow through the window, depending on the possible thermal and technological properties of the materials in the junction:

- a wooden, plastic or metal wing with thermal bridge braking or without it;
- clear or low emission glazing;
- an aluminium, steel or reinforced plastic frame.

Assuming the different types of glazing in buildings, the relevant values  $\Psi$  are used, depending on the insulation glazing system, window geometry and frame and wing materials.

### INTERNAL SURFACE TEMPERATURE AND THE CONDENSATION OF WATER VAPOR ON WINDOWS

The surface condensation of water vapor occurs when the surface temperature of window frames and glazing is lower than the temperature of the condensation point. Pursuant to (5) standard, the surface temperature  $\theta_{si, w}$  in °C on any area of frames and the opaque and transparent panes of openings in the environment of the relative humidity  $\phi_i \leq 50\%$  must exceed the temperature of the condensation point  $\theta_{db}$ .

$$\theta_{si, w} > \theta_{db}, N = \theta_{db} \quad (^\circ\text{C}) \quad (3)$$

in which:

$\theta_{si, w, N}$  - is the required standard value of the internal surface temperature of openings in °C;

$\theta_{db}$  - is the temperature of the condensation point in °C which corresponds to the calculated value of the internal air  $\theta_{ai}$  and the relative humidity of the internal air  $\phi_i$ ;

$\theta_{si, w}$  - is the internal air surface temperature of the opening panes, which corresponds to the calculated temperature of the internal air on the opening panes  $\theta_{ai, w}$ , which is determined according to Fig. 2 (5)

The internal surface temperature is determined from the theorem:

$$\theta_{si} = \theta_{ai} \cdot U_g \cdot (\theta_{ai} \cdot \theta_{oe}) \cdot R_{si} \quad (^\circ\text{C}) \quad (4)$$

The prerequisite for condensation on the internal surface is:

$$\theta_{si} \leq \theta_{db} \cdot f(\theta_{ai}, \phi_i) \quad (^\circ\text{C}) \quad (5)$$

in which:

$\phi_i$  - is the relative air humidity in %;

$\theta_{db}$  - is the temperature of the condensation point in °C at a temperature of the internal air  $\theta_{ai}$  and the relative air humidity  $\phi_i$ .

Frame rails made from wood and plastic are quite good thermal insulating materials; thus, their internal surface temperature is usually higher than the temperature of the condensation point and surface condensation on their internal surface does not occur.

In metal frame rails this requirement can be met only through breaking thermal bridges by inserting plastic insulating materials, such as, for example, hard polyurethane, polyamides, etc.

Glazing does not have hardly any thermal accumulation. Any change in the outside air temperature immediately affects the internal glazing surface (the phase shift of the thermal oscillation equals zero).

In the winter, when the temperature of the outside air drops, water vapor often condenses on the internal glazing's surface. The value of the air-to-air heat transmission coefficient of ordinary double



glazing (4 16 4 mm, filled with air) equals  $U_g = 2.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . When the temperature of the outside air drops, such a high value results in surface condensation, depending on the internal environment. In this case surface condensation occurs (at a internal air temperature of  $\theta_{ai} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  and a relative humidity of  $\phi_i = 50 \%$ ), while at the outside temperature  $\theta_{ae} \leq -9.6 \text{ }^\circ\text{C}$ ; at  $\phi_i = 60 \%$ , the condensation occurs at a temperature of  $\theta_{ae} \leq -2.1 \text{ }^\circ\text{C}$  (see Tab. 1).

This problem can be solved by using glass systems with good thermo-insulating parameters. On modern insulating double glass systems with a selective layer  $U_g = 1.1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , the surface condensation  $\phi_i = 50 \%$  occurs at a temperature of  $\theta_{ae} \leq -58.1 \text{ }^\circ\text{C}$ .

These theoretical calculations are valid for a central glazing surface and are not affected by the junctions of the glazing and frame. The condensation which occurs primarily on the bottom edge of the glazing may be caused by a distorted thermal field near the profile.

#### Temperatures of the outside air which result in the condensation of water vapor on the internal surface of various types of glazing at $\theta_{ai} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

$\phi_i$ %	$\theta_{ab}$ in $^\circ\text{C}$	$\theta_{ae}$ in $^\circ\text{C}$ which results in condensation at $U_g$ in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$				
		5.2	2.9	1.8	1.4	1.1
45	7.71	1.1	- 13.9	- 29.2	- 50.2	- 69.4
50	9.26	3.5	- 9.6	- 23.0	- 41.4	- 58.1
55	10.69	5.7	- 5.7	- 17.2	- 33.2	- 47.7
60	12.00	7.7	- 2.1	- 12.0	- 25.7	- 38.2
65	13.22	9.6	1.3	- 7.1	- 18.7	- 29.3
70	14.36	11.3	4.4	- 2.6	- 12.2	- 21.0
75	15.43	13.00	7.4	1.7	- 6.1	- 13.2
80	16.44	14.5	10.2	5.8	- 0.3	- 5.9

#### THERMO-INSULATING PROPERTIES OF WOODEN WINDOWS

Wood is one of the most common classical materials used in the fabrication of windows. The primary outstanding features of wooden windows are their good thermo-insulating properties (an air-to-air heat transmission coefficient of  $\lambda = 0.15 \text{ } 0.18 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ , low expansion, fire-resistance, vapor permeability and mechanical properties of window wing and frame rails.

Double wooden windows, which were previously used in all prefabricated blocks of flats, have serious shortcomings, particularly due to their excessive air infiltration, which results in large energy losses, impaired sound insulation properties of window systems and undesirable water leakage through the window system into the interior. The physical and technological parameters of currently produced double-glazed wooden windows with all-peripheral fittings have better physical and technological parameters, adequate air infiltration and better thermal and technological and acoustical properties.

Currently, the manufacture of

modern wooden windows based on insulated glazed systems (insulated double glazed, triple-glazed systems), which are comparable to the products of leading European and world-famous producers, has been introduced. In these windows, defects caused by undesirable water leakage through wing and frame junctions occur as well. The air-to-air heat transmission coefficient of a wooden window frame depends on the thickness of the frame and the air-to-air heat transmission coefficient of the wood. The frame's thickness is determined according to the following theorem:

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (\text{m}) \quad (6)$$

In which:

- $d_1$ - is the frame thickness (in m);
- $d_2$ - is the wing thickness (in m).

Results of the Measured Values of the Thermal and Technological Parameters of Wooden Windows

The results of the measurements of the air-to-air heat transmission coefficient and the surface temperatures of a wooden window 1,183 x 1,182 mm in size of  $U_g = (k$  according to the previous standard) glazing =  $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  are shown in Fig. 2.

Name of the laboratory: Laboratory of the Heat Technology of Buildings  
Address: Faculty of Civil Engineering of STU, Radlinského 11, 813 68 Bratislava

Sample measured: a single-wing wooden window of 4-10-HM-10-4, Udekl. =

$0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  glazing, 1,183 x 1,182 mm in size

Method of measurement: stable thermal flow method

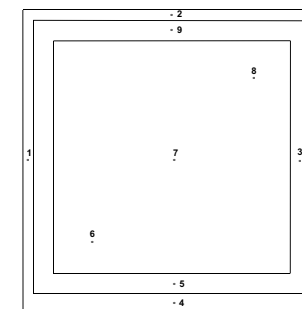
Values measured:

- $\theta_{ai} = +20.5 \quad (^\circ\text{C})$
- $\theta_{ae} = -17.7 \quad (^\circ\text{C})$
- $\theta_{si} = +15.86 \quad (^\circ\text{C})$
- $\theta_{se} = -15.82 \quad (^\circ\text{C})$
- $\Phi_i = 60.0 \quad (\%)$

Surface temperatures:

	Internal ( $^\circ\text{C}$ )	External ( $^\circ\text{C}$ )	
$\theta_{si1}$	+ 12.4	$\theta_{si10}$	- 16.0
$\theta_{si2}$	+ 14.7	$\theta_{si11}$	-14.2
$\theta_{si3}$	+ 16.5	$\theta_{si12}$	- 15.7
$\theta_{si4}$	+ 11.0	$\theta_{si13}$	- 14.7
$\theta_{si5}$	+ 13.5	$\theta_{si14}$	- 15.1
$\theta_{si6}$	+ 16.5	$\theta_{si15}$	- 15.9
$\theta_{si7}$	+ 17.2	$\theta_{si16}$	- 15.9
$\theta_{si8}$	+ 16.5	$\theta_{si17}$	- 16.6
$\theta_{si9}$	+ 17.3	$\theta_{si18}$	- 14.8
		$\theta_{si19}$	- 15.4

Location of detectors:



Thermal Resistance of a measured sample:

$$R_w = A_w \cdot (\theta_{si} - \theta_{se}) / \Phi = 1.3983 \cdot (15.86 - 15.82) / 66.96$$

$$R_w = 0.662 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

The air-to-air heat transmission coefficient

$$U_w = 1 / (R_{si} + R_w + R_{se}) = 1 / (0.13 + 0.662 + 0.04)$$

$$U_w = 1.202 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$$

Fig. 2 Measuring the thermo-insulating properties of wooden windows

## CONCLUSION

The thermal and technological properties of wooden windows as heterogeneous systems depend primarily on the thermal and technological properties of:

- frame systems (window and wing rails), which cover from 20 - 30% of a window surface;
- glazing (glazed systems double

glazed, triple-glazed systems, thermal mirrors), which cover from 70 - 80% of a window surface.

Until recently, the glazed systems of  $U_g \geq 2.9 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$  demonstrated unfavorable parameters. Now they have achieved a rapid qualitative development and currently  $U_g = 0.7$  up to  $1.0 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$  is achieved in insulating double glazed and triple-glazed systems with selective layers; the coefficient in thermal mirrors is even lower. Currently, the frame window systems of  $U_f \geq 1.4$  up to  $1.6 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$  are demonstrating unfavorable parameters, depending on the type of wood used and thickness of the profile.

In comparing the measured and calculated values of internal surface temperatures and the air-to-air heat transmission coefficient of a certain window, small differences have been established, therefore, the calculation in the Therm program can be seen as decisive.

## ACKNOWLEDGEMENT

The Research Project No. 1/0317/03 is supported by Slovak Grants Agency VEGA. Obalové konštrukcie budov v podmienkach náročnej vnútornej klímy.

## REFERENCES

1. Chmúrny, I.: *Tepelná ochrana budov (Thermal Protection of Buildings)*. Bratislava, JAGA 2003.
2. Puškár, A., Szomolányiová, K., Fučila, J., Mirlik, J.: *Okná, dvěře, prosklené stěny (Windows, Doors and Glazed Walls)*. Bratislava, JAGA 2003.
3. STN EN ISO 12567, (ČSN EN ISO 12567) *Thermal performance of windows and doors Determination of thermal transmittance by hot box method Part 1: Complete windows and doors (ISO 1267-1) (73 0569)*, 2000.
4. STN EN ISO 10077 1 *Tepelnotechnické vlastnosti okien, dverí a okeníc Výpočet súčiniteľa prechodu Časť 1: Výpočtová metóda (73 0591)*, 2002.
5. STN 73 0540-2 *Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov. Časť 2: Funkčné požiadavky*.

Prof. ing. Anton Puškár, Phd., Slovak University of Technology Bratislava, Slovakia, E-mail: anton.puskar@stuba.sk

Juraj Žilinský

## Problems related to assurance of Air change in residential buildings

### Annotation

It happens frequently that people spend up to 90% of their working as well as private life during a day in enclosed spaces, which the mankind has created. Therefore, we should be interested enormously in such indoor environment and take care of it.

### 1. Introduction

At the beginning, it would be useful to define who is to take care of creation of such appropriate indoor environment or climate? In all probability, the designers not only the architects, but also design engineers and specialists (e.g. building services), as well as a big group of specialising companies dealing with the design of indoor climate and partly also design companies play the most important role in this process.

It can be stated that assurance of sustainable required quality of indoor environment is a demanding process and very sensitive to unqualified approach in its various stages.

### 2. Requirements for indoor climate

It is known that the indoor environment of residential and civil buildings is affected by various undesirable factors. The decisive ones are: sulphur, nitrogen and carbon dioxides, ozone, formaldehyde and other organic substances releasing from the materials of interior furnishing, sill, furniture beetles, bacteria, but also excessive humidity and temperature.

From the above given it follows that it is necessary to assure minimum requirements for the air change rate.

Nowadays, there are several problems regarding energy savings due to closer imbedding of windows. The problem occurs mostly at reconstructions of family houses and dwellings by replacing the old non-sheeted windows with the new ones.

Due to the imbedding of tight windows, where the air change rate falls down to  $n = 0,1 \text{ 1/h}$ , the value of the air change rate is utterly insufficient from the hygienic point of view. The higher

31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Anton Puškár: Thermal and technological properties of wooden windows

31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Juraj Žilinský  
Problems related to assurance of Air change in residential buildings

concentration of harmful substances appears as well as the quantity of air humidity and mould occurrence increase. The mould, of which, nowadays, there are known up to 64 000 kinds, can grow and spread already from temperature of 16 °C and relative humidity higher than 60%.

The cheapest and the simplest solution to the above mentioned problem is to assure sufficient air change rate by windows.

STN 73 0540 determines the criterion of air change rate, which is defined as follows: In all indoor spaces of residential and non-residential buildings  $n_n = 0,5$  1/h average value is the criterion of minimum air change rate unless hygienic regulations and operation conditions require different values. If the condition for the air change rate in a room by natural infiltration is not fulfilled, the air change must be assured by another way.

At the same time, the principle that 25 m<sup>3</sup>/h fresh air is needed for one person present is to be kept.

As indicated above, the, so called, "hygienic criterion" resulting from STN 73 0540, Part 2, is related to the assurance of indoor climate, or surface hygiene mainly in areas of windows and corners of external walls. By meeting the above given criterion it will be assured that the indoor temperature of any internal surface will not decrease below the temperature, at which the moulds can occur.

The replacement of discarded air by the fresh one is a common base of the

above presented fundamental criteria of the required indoor climate assurance. The problem can be solved by either natural ventilation (depending only on natural laws of air flow) or by artificial ventilation, where the mechanical element, such as fan, enters the process of assurance of air movement.

### 3. Problems of moisture in buildings interiors

The sources of water vapours (humidity) production in residential spaces can be informatively defined by the following values:

- Residence of people  
approx. 40 g/person/1h
- Plants  
10 g/ks/1h
- Cooking  
approx. 500 g/h
- Bathroom  
approx. 1 200 g/h
- Laundry Drying  
200 g/h

It is necessary to realize that the air having temperature 20 °C can absorb only water 17,3 g/m<sup>3</sup> reaching relative humidity 100 %. However, the hygienic criterion states that only 80 % of relative humidity can be considered and then the air is able to absorb less amount of water. In order to have appropriate indoor climate, it is inevitable to reach a steady relative humidity by ventilation in the range 40 50 % at temperature 20 22 °C. Further, it is necessary to realize the ability of water absorption by air decreases

when its temperature increases. This characteristic is to be considered also, for example, in winter period when we want to reduce the heating significantly at night hours and thereby the air temperature as well as the surface temperature of envelope constructions is decreased too. In such case, also the condensation of water vapour at critical spots can occur.

### 4. Possibilities of natural ventilation

In dwelling rooms, there is a possibility to bring fresh air from exterior into interior practically only through windows. It is necessary to remark that presently produced windows are characterised, besides the other properties, by low air infiltration, which is approximately 0,1 1/h.

From the above stated it follows that there is a need to take other measures, which enable to increase the air change rate to required values.

The natural ventilation through window can be performed using the following solutions:

- Impact ventilation by window
- Ventilation by releasing of window forging so called 4th position
- Ventilation by perforated sealing profile
- Ventilation using ventilation ducts
- Ventilation using air grating
- Ventilation using fans
- Ventilation using self-regulating flaps

Regulation of ventilation at high-pressure differences of air between interior and exteriors is one of the main problems at assuring the sufficient ventilation by windows.

At present, several window producers use the self-regulating flaps to regulate the quantity of infiltrating air. One of the possibilities how to solve the problem is to place cover with a membrane on ventilation hole, which regulates the quantity of infiltrating air. Another possibility is the application of self-regulating flaps into a lower or upper horizontal splice of window wing and frame. The flap is closed at pressure difference app.  $p = 50\text{Pa}$  and, thus, uncontrolled ventilation at wind impacts is prevented.

### 5. Illustration example of assurance of required air change rate

Considered parameters of the apartment:

- Total apartment area: 100 m<sup>2</sup>
- Ventilated apartment volume: 275 m<sup>3</sup>

Natural air infiltration by windows:

- Length of window joints in apartment  $L = 40$  m
- $I_{L,V} = 0,120 \cdot 10^{-4} (\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67})$
- $B = 1,6$
- $M = 0,7$

Air change by window infiltration:  
 $V_{INF} = I_{L,V} \cdot L \cdot B \cdot M \cdot 3600 = 19,35 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

From the above given it follows, that only the air change rate  $n = 0,07$  (1.h<sup>-1</sup>) is



ensured in the apartment by natural air infiltration.

In the analysing apartment we will consider the following structure of users: Two adults and children. The length of their stay in the apartment is as follows:

- Mother 9 hours
- Children 2x 18 = 36 hours
- Father 12 hours

Total 67 hours

The air amount, which is to be changed in relation to CO<sub>2</sub>:

- Indoor air quality: 1 100 ppm (1, 1 l.m<sup>-3</sup>)
- Exterior air quality: 300 ppm (0,3 l.m<sup>-3</sup>)
- Production CO<sub>2</sub>: 17 l /hour . person
- Average need of fresh air: V<sub>min</sub> = 21 m<sup>3</sup> .hour .person

The total quantity of fresh air needed for the whole family per day is:

$$V_{\text{hyg}} = 67 \text{ hours} \cdot 21 = 1\,407 \text{ m}^3/\text{day}$$

The following air change rate can be ensured in the apartment using aeration by infiltration by windows:

$$V_{\text{inf}} = 19,35 \cdot 24 \text{ hours} = 464,4 \text{ m}^3/\text{day}$$

From the above presented it can be stated that it is inevitable to bring the following air volume into the apartment by different way than by natural air infiltration:

$$V = V_{\text{hyg}} - V_{\text{inf}} = 1\,407 - 464,4 = 942,6 \text{ m}^3/\text{day}$$

In the apartment, the following mechanical cooling plant will be used:

- WC 18x5 min = 90 min
- Bathroom 18x3 min = 54 min

- Bathroom 4x12min=48 min
- Kitchen 90 min
- Total 282min=4,7 hours

The automatic ventilation at night will function as follows:

$$8 \times 12 \text{ min} = 96 \text{ min} = 1,6 \text{ hours}$$

It follows that the overall period of functioning of forced ventilation is 6,3 hours.

During the operation of plants providing artificial ventilation the following amount of air is changed:

- Fan performance - 150 m<sup>3</sup>/hour
- V<sub>ods</sub> = 6,3 hours.150 = 945 m<sup>3</sup>/day

Using the aeration by infiltration as well as forced ventilation, the overall air change reached in the apartment was:

$$V_{\text{priv}} = V_{\text{inf}} + V_{\text{ods}} = 464,4 + 945 = 1\,409,4 \text{ m}^3/\text{day}$$

Thus, the following can be stated:

$$V_{\text{priv}} = 1\,409,4 \text{ m}^3/\text{day} > 1\,407 \text{ m}^3/\text{day}$$

From the above it follows that the minimum air change needed for users of the apartment during the whole day has been reached.

The air change rate represents the given overall air change characterised by the aeration by infiltration as well as by forced ventilation:

$$N = 0,21 \text{ (1/h)}$$

## 6. Conclusion

Based on the experimental measurements at Faculty of Civil Engineering of SUT in Bratislava as well as the knowledge of several distinguished companies dealing with the above presented problems (such as REHAU, KBE,

DECEUNINCK, GEALAN, SIEGENIA and others) it can be stated that the total required volume of air change by aeration by infiltration using various air grating, flaps and bars is impossible to reach. Therefore, the reached air change can be considered only as an elementary and inevitable air source so called additional ventilation.

The remaining air quantity is to be brought by a different way e.g. combination of natural ventilation and regulated ventilation with recuperative units. However, this way is to be designed with the emphasis on their possible energy demand in winter period.

### Acknowledgement

This work was supported by Science and Technology Assistance Agency under the contract No. APVT-20-044202.

### References

Companies sources: REHAU, KBE, DECEUNINCK, GEALAN, SIEGENIA

Doc. Ing. Juraj Žilinský, PhD.



## Calculation Method of thermal properties of ceramic blocks

### Abstract

Bricks have passed through different development in their history, in recent years mainly due to the decisive requirement for heating energy savings of dwellings. The development went two relating directions improvement of splinter properties, or putting air cavities as a thermal insulation into blocks. This trend has finished up to this date.

### Introduction

Classic burnt brick was being used for years as fundamental and the most widespread building material in historically famous and developed countries. The thermal conductivity of classic burnt brick was approximately  $\lambda=0,65 \text{ W/(m.K)}$ . The thickness of brick walls in our geographic climatic conditions used to be 450 mm. The thermal resistance of masonry wall was  $R=0,52 \text{ } 0,56 \text{ m}^2\text{.K/W}$ . Current high quality brick blocks have thermal resistance of  $R=3,5 \text{ m}^2\text{.K/W}$  having thickness up to 440 mm. The equivalent value of thermal conductivity of masonry is  $\lambda=0,15 \text{ to } 0,18 \text{ W/(m.K)}$ .

According to analyses, the blocks suitable for external wall are in accordance with requirements and

criteria in STN 73 0540. However, the further block development, generally, cannot be stopped. These are basic directions of the development:

- Removal of thermals bridges in horizontal joints,
- Improvement of disposition of division of air cavities inside blocks,
- Reduction of thermal conductivity of splinter,
- Development of new brick generation.

Our aim was to optimise the shape and geometry in order to achieve the maximum value of thermal resistance of brick blocks. The analysis of internal block geometry has been carried out using sophisticated computer simulation programs.

The first program, which was used at the analysis, is used for calculation of two-dimensional heat conduction in constructions. The main advantage of the program is simple editing of input data and relatively short time needed for calculation. It enables to compare various alternatives and their evaluation very quickly.

The second applied program, which is based on CFD principle, can be used for simulation of heat transfer not only by conduction, but also by radiation and convection in air cavities. Such model is very complex and calculation is very time-consuming and demanding for hardware.

Methodology of calculation of thermal resistance of masonry using THERM program

Masonries from general building materials are considered, from the thermal point of view, as inhomogeneous constructions. Given value of thermal conductivity is characterised by equivalent masonry properties that is also by influence of horizontal as well as vertical joints.

Segment identification	Segment description	Segment area (m <sup>2</sup> )	Thermal transmittance U (W/(m <sup>2</sup> .K))
A	Block centre	0,64	0,266
B	Vertical joint	0,16	0,328
C	Horizontal joint	0,12	0,512
D	Splice of vertical and horizontal joints	0,04	0,499
E		0,04	0,533

The block, which wall fragment had been measured in Slovak and Austrian laboratories, was used for program calibration. The thickness of block is 440 mm and it is divided into 35 cavities. The blocks are joined as suspension and groove. The horizontal joint was filled with lime-cement mortar of 12 mm.

The measured value of thermal conductivity of splinter was  $\lambda=0,381 \text{ W/(m.K)}$ . This block was used further in simulation programs. The block shape and geometry was measured and drawn according to real dimensions using CAD

computer program and then exported into other used simulation programs.

The boundary conditions were determined according to STN 73 0540. Internal temperature was  $\theta_i=22^\circ\text{C}$ , heat transfer coefficient was  $h_i=8 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ .

Using the computer program, the block was divided into segments according to heat flow density Figure 1, Figure 2. The principal part of block was the middle one without the effect of edges (suspension and groove). The edge part of block was considered as other part, where thermal bridge from vertical joint was taken into consideration. The horizontal part was the other element having significant thermal bridge. For wall

Table 1 Physical parameters of masonry segments

fragment 1,0 x 1,0 m at masonry thickness 440 mm, the masonry parts with different thermal conductivity were defined. In Table 1, there are areas of the key segments in the masonry fragment and calculated thermal transmittance of the segments.

The dimensions of the segments were defined according to heat flow density as follows:

- Vertical joint 50 mm
- Horizontal joint 50 mm



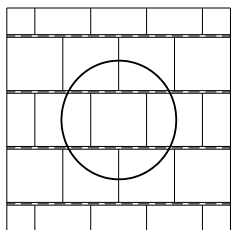


Figure 1 Masonry fragment 1,0 x 1,0 m

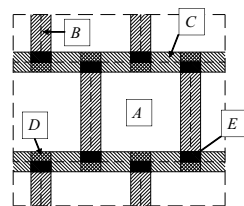


Figure 2 Identification of segments

- Splice of vertical and horizontal joints 25 mm

The total thermal transmittance of masonry was calculated using the formula:

$$U_{\text{masonry}} = (U_A \cdot A_A + U_B \cdot A_B + U_C \cdot A_C + U_D \cdot A_D + U_E \cdot A_E) / A \quad (\text{W/m}^2 \cdot \text{K})$$

Where:

- $U_A - U_E$  thermal transmittance for segments in  $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ ,
- $A_A - A_E$  area of segments in  $\text{m}^2$ ,
- $A$  total area of fragment in  $\text{m}^2$ .

According to calculated data, the

total thermal transmittance of masonry is  $U=0,32544 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Heat transfer resistance of the masonry is  $R_0 = 3,072763 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ . Thermal resistance of masonry without heat transfer resistance is  $R=2,9077 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ .

### Calculation of thermal resistance of masonry using CFD

The above analysed block with thickness of 440 mm was evaluated. The boundary conditions were determined according to possibilities of the program. The indoor temperature was  $\theta_i = 20^\circ\text{C}$ , heat transfer coefficient  $h_i = 5 \text{ W} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$ . The calculating value of external air was:  $\theta_e = -12^\circ\text{C}$ , heat transfer coefficient  $h_e = 20 \text{ W} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$ .

As the calculation procedure was quite complex, the model comprises symmetrical block quarters joined by continuous vertical splice (suspension and groove) and horizontal splice. Heat flow rate is the output of the program. The heat flow rate  $\Phi = 0,7166 \text{ W}$  was calculated at the area  $0,25 \times 0,2562 \text{ m}$  and temperature difference 32 K. The total thermal transmittance of masonry was  $U=0,34965 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ , heat transfer resistance of the masonry was  $R_0 = 2,86 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  a thermal resistance of masonry without surface resistance was  $R=2,61 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ .

### Comparison of the results

Ceramic block having thickness 440 mm was calculated using the simulation programs following by comparison of the results with the measured data. The simulation programs were set up for calculation of two-dimensional heat

conduction and detailed analysis in three-dimensional model. There are results of measured values and calculated data described in Table 2. The differences of calculated data and measured values are up to 7%, what is a satisfactory result at such analysis.

Simulation program THERM, which was used in further analyses, was assessed according to the requirements of STN EN 1745. Taking into consideration the result  $0,31\% < 2\%$  of the difference it can be stated that the simulation program is suitable for the proved type of calculation.

	Calculated and measured values of thermal resistance of masonry ( $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$ )	Difference (%)
Measurement at the Faculty of Civil Engineering	2,78	-
Simulation program THERM	2,90	4,14
Simulation program based on CFD	2,61	6,11

Table 2 Comparison of measured and calculated values of thermal resistance of masonry

### Conclusion

As a conclusion, it can be stated that the application of simulation program THERM for the need of calculation of

#### Acknowledgement

This work was supported by Science and Technology Assistance Agency under contract NO. APVT 20-044202

#### References

- STN 73 0540 Thermal performance of buildings and components. Thermal protection of buildings.
- STN EN 1745 Masonry and products for walling Method for determination of calculating values of thermal insulating characteristics

thermal performance is suitable. Using the above given calculation methodology it is possible to determine characteristics of a segment of block centre having shape of rhomboid, rectangle, orientated across the direction of heat flow and parallel. The air cavities can be, alternatively, displaced towards each other in  $1/2$ , or in "continuous columns". Considering the preliminary results, the rectangular cavities in continuous columns seem to be suitable from the thermal performance and technological viewpoints. Using the above mentioned program, the wall thickness of blocks in relation to their

thermal conductivity can also be optimised.

From the above given it can be stated that further development of brick blocks is potential only by using the detailed

scientific analysis and applying simulation programs. However, the simulation results are to be proved by experimental measurements.



## Széli Attila

### „KÁN” Egy kihálásra ítélt falu újjáélesztése

#### Előjáróban:

„Amikor szakkörünk elhatározta Kán, az egyik elpusztuló baranyai kisközség felmérését, magunk sem tudtuk mire vállalkozunk.

A feladat nagyságát ez év január havának egyik szürke szombatján értettük meg a Hétméhek-völgyének peremén, amikor betekintettünk a völgybe.

Skodánk a perem határán állott, itt használhatatlanná vált.

Hogyan tovább?

Hol van Kán?

Hogy jutunk el Kánba?”

Írta Debitzky István Keresztapám, iskolaigazgató 1975-ben mikor elkészítette diákjaival Kán falu felmérését.

Ezt az örökséget kapva indultunk el több mint húsz év múlva, az immár teljesen feledésbe merült és kihalt falut újjáélesztetni.

A feladat nem csupán a meglévő épületek megmentése, felújítása volt, hanem a



falu egészségének komplex vizsgálata, életre keltése. Az integrált nemzeti örökségvédelem mellett szerettünk volna útmutatást adni a hasznosításra is.

Az állapotörögztetés és a múlt nyomainak felkutatása mellett, a tapasztalatok figyelembevételével tettünk néhány javaslatot a falu tovább élésének érdekében.

Mivel a beruházó célja sem egy falumúzeum, „skanzen” létrehozása volt, teljes egyetértésben kerestük a falu felélesztésének lehetőségeit.

A feladat súlyát megérezve tevékenyen részt vett a munkálatokban Gradwohl János építész, Széli Judit építész, Bokor csilla, Herczeg László, Kis-Simon Gábor, Weinberger Norbert építész munkatárs.

Nélkülözhetetlen segítséget kaptunk: Búzás Miklós építészről, Ráday Mihály városvédőtől és Dr. Andrásfalvy Bertalantól.

A település megmentése és hasznosítása érdekében egy olyan több lábon álló programot javasoltunk mely megteremti a falu fennmaradásának feltételeit.

Elsődleges feladatként kézenfekvőnek látszott egy falusi turisztikai központ létrehozása.

Itt nem csak a szálláshelyek megteremtése volt a cél, nem kulcsos-házak egyéjszakás vendégfogadás, hanem a többcélú hasznosítás.

Ne tranzit állomás, turista pihenő legyen, hanem egy turisztikai-kulturális központ, ahol az autentikusan felújított és újraépített házak építészeti értékei mellett, a valamikor ott élő emberek kultúrájából, hétköznapjaiból is kaphatnak ízelítőt, valamint kultúrált pihenés és szórakozás is biztosított.

Ezt a célt szolgálja a kultúrpalota, a volt iskola épülete, az istálló valamint az étterem, ahol a hagyományos sváb disznóvágás mellett teret kapott a nagybányai művésztelep kiállítás, festő és kézműves tábor, számos erdei iskola és az immár elhíresült KÁNI FILM FESZTIVÁLOK sorozata is.



Feladatunknak tekintettük továbbá az eredeti lakosság hagyományörzésének bemutatását valamint a környező városok lakosainak aktív pihenését és napjainkban elterjedő konferencia turizmus céljait szolgáló épületek kialakítását. (szauna ház, ispotályos ház)



A falu megmentésére irányuló törekvésünk második eleme a következő és ez a nehezebb feladat:

Egy bizonyos létszámú állandó lakosság megteremtése, megtelepítése. Ehhez és az előző pontokban említett program megvalósulásához elengedhetetlen a legalább egy nyomon járható szilárd burkolatú bekötőtűt.

Az állandó lakosságot a hazatelepülő

## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Széli Attila:

„KÁN” - Egy kihálásra ítélt falu újjáélesztése

## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Széli Attila:

„KÁN” - Egy kihálásra ítélt falu újjáélesztése

vagy az itteni körülményeket elfogadó nyugdíjasokkal illetve az őket kiszolgálókkal lehet megoldani.

Mind ezeket és Kán érintetlenségét figyelembe véve, a beépülő új épületeknek alkalmazkodniuk kell a helyi hagyományokhoz. Tömegükben sem léphetik túl a meglévő épületek tömegeit. Az épületek szerkezeteiben lehetőleg vályogépítészeti elemeit kell alkalmazni. Fontos lenne a csatornázás környezettudatos megoldása. A kiegészítő tevékenységként szintén a hagyományokból merítve célszerű lenne a biogazdálkodás és feldolgozás./ aszalás, veteményeskert/. A tervezés és kivitelezés



során szem előtt tartottuk, hogy az építkezések nem vezethetnek a falu jelenlegi szerkezetének megváltoztatásához, nem lehet cél új utcák kialakítása. Szintén óvatosan kell bánni a telkek beépítésével is és jó lenne megtartani az 1975-ös felmérés során a helyszínrajzon ábrázolt szellős beépítést. Mind ezeket az általunk készített Építészeti Örökség Helyi Védelem Rendelete biztosítja. Mind ezeket figyelembe véve kiderül, hogy a beruházóval karöltve próbáltuk a falut újjáéleszteni.



Az is világossá vált, hogy több évet hidal át és komplexitásból fakadóan számos feladatot vet fel. Mivel a projektben az örökségvédelem építészeti tervezése, városrendezése és helyi értékvédelme mellett a kivitelezés ellenőrzése és bonyolítás is feladatunkká vált, erre és a



„történelmi” szerkezetekre is kitérek. A feladatot építészeti két részre osztottuk, figyelembe véve a társadalmi, szociológiai kutatásokat és a hasznosítás lehetőségeit.

1. Nemzeti örökségvédelem tervezése:

- Településvizsgálat
- Településtörténet
- Lakóházak típusai és koruk

- Gazdasági épületek
  - Középületek
  - Homlokzati motívumok
2. A nemzeti örökségvédelem épületszerkezeti tervezése:
- Építési anyagok és technikák
  - Alapozás
  - Falszerkezetek
  - Födém szerkezetek
  - Tetőszerkezetek
  - Kiegészítő szerkezetek/ tüzelő, főző berendezések/

A harmadik pontban térhetünk ki a falu hasznosítására a kivitelezés, megvalósulás és a finanszírozás kérdéseire. Az ott tartózkodásunk alatt született barátságokra, az egész projektet kísérő élményekre és anekdotákra. Ami túlmutat az egész feladaton, de lehet, hogy számomra ez a legfontosabb, mert az ízlés a szépség a haszon elvont fogalmái mellett egy csapat közösen teremtett valamit:

## ÉRTÉKET!



### IRODALOM:

- [1] Buzás Miklós : Felmérés egy még megmenthető településen 1998 nyarán. BME. BP.1998
- [2] Debitzky István: Kán falu felmérése. Pollack Mihály Ép.Jp.Technikum. Pécs.1975
- [3] Debitzky István: Mi lesz veled Kán. Dunántúli Napló 1975.02.24. Pécs
- [4] Déry Attila: Történelmi szerkezettan. Terc Kiadó Budapest 2002.
- [5] Szűcs Miklós: Föld- és vályogfalak építése. ÉTK Budapest 1997.
- [6] Dr. Tarai Lajos: Jártam Kán rögös útjait. Dunántúli Napló 1975.04.24. Pécs

**Széli Attila egyetemi adjunktus, DLA hallgató**

Pollack Mihály Műszaki Kar  
Épületszerkezettan tanszék

## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Széli Attila:

„KÁN” - Egy kihálásra ítélt falu újjáélesztése

## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Széli Attila:

„KÁN” - Egy kihálásra ítélt falu újjáélesztése

# Új középület funkció tervezése a Pécsi Expo Centernél

A ponyvaszerkezetek jól bevált alkalmazási területei a raktárak, a kiállítási és sportcsarnokok, uszodák, előtetők és árnyékolószerkezetek, nagy méretű folyadéktárolók és silók.

Mivel a ponyvaanyagok nem képesek nyomást felvenni, ezért gondoskodni kell arról, hogy minden pontjukban és minden irányban csak húzóerők ébredjenek, hogy ezáltal elkerüljük a ráncolódást. A ponyvaszerkezetek feszítésének többféle módja van:

- a ponyvát valamilyen tartószerkezetre feszítjük (feszített szerkezetek)
- a húzóerőt úgy hozzuk létre, hogy a ponyva által bezárt térbe túlnyomást biztosítunk (légnymásós szerkezetek)

### A feszített szerkezetek:

Fa vagy acél ívekkel vonal mentén megtámasztott szerkezetek  
Kábellel kifeszített szerkezetek  
Pontonként alátámasztott árbocos szerkezetek  
külső oszlopokhoz pontonként függesztett szerkezetek

### A légnymásós sátor szerkezetek:

Légsátrak (légtartós, légnymással stabilizált sátor szerkezetek)  
Légpárna (párnaszerkezetes sátrak, légnymással vagy vákuummal)  
Légtömlős (Cellás szerkezetek, tömlősoros szerkezetek, tömlős alátámasztású szerkezetek)

### Kinetikus szerkezetek:

Acél sodronyköteleken mozgatható sátor szerkezetek, elsősorban időjárási viszonyoktól védő szerkezetek. (szabadtéri színpadok, uszodák, kiállító csarnokok fedésére alkalmazzák)

A fűtött sátorépítmények esetében fokozott fontossága van az épületfizikai vizsgálatoknak. A szintetikus ponyvaanyagok a rossz hővezetők közé sorolhatók, hővezetési tényezőjük alacsony. Mivel azonban vastagságuk a 0,5-1,5mm között van, ezért az egyrétegű ponyvahéj nem rendelkezik számottevő hőszigetelő képességgel. A hőátbocsátási tényező viszonylag nagy, a hagyományos határolószerkezetekének 5...8-szorosa is lehet. Ezenkívül a szerkezet hőcsillapítása és hőkésleltetése rendkívül kicsi, és emiatt

a helyiség hőmérsékletére azonnali hatással van az időjárás változása vagy a fűtés kikapcsolása

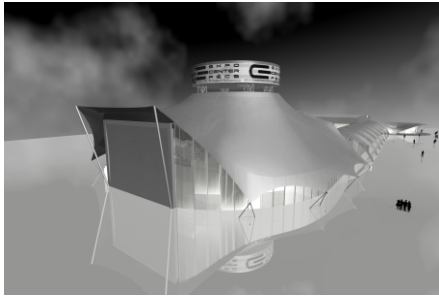
A ponyvaszerkezetes épületeknél, főleg az egyhéjú, szigetetlen fedések alkalmazása esetén megnő a páralecsapódás lehetősége. A lecsapódás akkor következik be, ha a ponyva belső felületi hőmérséklete kisebb, mint a belső levegő harmatponti hőmérséklete. A páralecsapódás a ponyvaszerkezetes építményekben nem okoz kárt, de gondoskodni kell ezek elvezetéséről. Szélsőségesen hideg időben a ponyva felület hőmérséklete a fagypont alá süllyedhet, és ekkor megindulhat a dérképződés. A dérréteg hőszigetelő anyagként viselkedik, és ezáltal korlátozza saját vastagodását.

A csarnok jellegű ponyvaszerkezetes építmények belmagassága viszonylag nagy, emiatt a léghőmérséklet felfelé haladva növekszik. A függőleges irányú hőmérsékleteloszlás befolyásolható a fűtőberendezés megválasztásával. Nyilvánvaló hogy a sugárzófűtés, amely a hőt közvetlenül juttatja a tartózkodási zónába sokkal előnyösebb ebben az esetben. Vizsgálni kell a várható hőérzeti viszonyokat, a hőérzetre jelentősen hat a határolófelületek hőmérséklete. Ellenőrizni kell, hogy vannak-e olyan peremzónák, ahol a hidegebb felületek miatt nem biztosítható a komfortérzet. Ha vannak ilyenek, akkor azokat ki kell egyenlíteni.

Egy fűtött épület összes energiafelhasználása alapvetően függ a fűtési üzemi idő helyes megválasztásától. A fűtési

igénylő ponyvaszerkezetes építmények használata többnyire szakaszos, és a megszakításos fűtési üzemi időt indokolja. A fűtési üzemi megszüntével a helyiség gyorsan lehűl. Az üzemi megszüneti időben, a kisebb belső hőmérséklet miatt, a hővesztés erősen csökken. Felfűtéskor viszont a helyiség gyorsan melegíthető fel minimális többleteljesítménnyel.





A térelhatárolásra használt ponyvaszerkezetek öt alapvető változata alakult ki:

#### Egyhéjú fedés

**Többhéjú fedés**, zárt rétegekkel ahol általában 2- 3 ponyvaréteget szerelnek fel, hőszigetelő hatást a rétegek közötti levegő segíti.

**Hőszigeteléssel ellátott ponyvafelületeknél** a ponyvaanyagot kb. 5-10 cm vastag lágy PUR habbal kasírozzák össze. Így jó hőszigetelő képességű rendszer érhető el, de a megoldás drága, és a kettősen görbült felületek kivitelezése bonyolult.

**Kéthéjú, átszellőztetett légrétegű ponyvaszerkezeteknél** az átszellőztetett légréteggel hatásosan csökkenthetők a zárt tér és a környezet közötti hőáramok. Mivel a ponyvafedésű építményekben legtöbbször légtechnikai berendezés üzemel, mód nyílik arra hogy télen és nyáron is alkalmazzuk az eljárást. Télen a távozó belső levegőt a légrétegen átve-

zetve, annak hőtartalom-csökkentésével fedezhető a transzmissziós hőáram jelentős hányada, nyáron pedig a külső levegővel való átszellőztetéssel szállítható el hőmennyiség nagy része.

#### Többhéjú, átszellőztetett szerkezet

A ponyvafedésű uszodák részére kidolgozott Lin-System lényege, hogy a határoló szerkezet komplex egységet alkot az energiaellátó rendszerrel, annak mintegy része. A ponyvaszerkezet öt héjből és négy légrétegből áll, amelyek közül a belső és külső átszellőztethető. Fűtési időben a külső légrétegek zártak, és a belső légrétegben áramlik az összes elszívott levegő. Ha a hőveszteség csökkenésével, illetve a napsugárzási hőnyereség növekedtével a visszacsívott levegő hőmérséklete a belső tér hőmérséklete fölé emelkedik, akkor automatikusan átkapcsolódik a légáramlás a külső légrétegre, ahol a napsugárzás felmelegíti az áramló levegőt. Az elszívott levegő egy hőszivattyú oldalára kerül, ahol lehűl és szárad, így minimális friss levegő hozzákeverésével visszavezethető az uszodatérbe. Ha a levegőből nyerhető energiakínálat nagy, felhasználják vízmelegítésre is, ha pedig nem elegendő, akkor az elfolyó zuhanyzóvíz szolgál a hőszivattyú hőforrásául.

#### A sátor szerkezetek anyaga

A ponyvaanyagok két fő alkotóelemből tevődnek össze:

- textilbetét, amely a szilárdsági

tulajdonságokat biztosítja, ez általában poliészter, poliamid vagy üvegszál.

- műanyag film amely a textilbetétet egyik vagy mindkét oldalán burkolva megvédi a külső hatásoktól. Poliészternél és poliamidnál PVC bevonat, üvegszövetnél pedig teflon.

A ponyvafelület tervezésénél a felületet egy alaprajzi háló fölé rendelt magassági adatokkal kell megadni. A sátorépítmények rendszerint kétszer görbült felületszerkezetek, amelyeket azonban sík ponyvaanyagból kell előállítani. A ponyvaanyagok gyártása 150-200 cm széles tekercsekben történik. Az adott ponyvaanyag sávok kiszabásával és összeerősítésével lehet előállítani a szükséges kétszer görbült felületeket.

#### Ponyvaanyagok összeillesztése

A **varrás** a ponyvaanyagok illesztésének legrégebbi módszere a varrás.



Hátránya:

- varráskor az anyag perforálódik, és elveszíti vízzáró képességét
- Varrócérnaként nagy szilárdságú poliészter fonalat kell használni. Gondoskodni kell a varrat védelméről, pl. a vízzárást is megoldó fóliacsíknak a varrat fölé ragasztásával vagy hegesztésével.

A **hegesztett kötést** úgy alakítják ki, hogy a hegesztendő anyag molekuláncainak mozgékonyágát nagyobb hőmérséklettel olyan mértékben növelik, hogy nyomás hatására egymásba diffundálnak.

Hegesztési módszerek:

- Nagyfrekvenciás hegesztés
- Hegesztés forró gázzal (füstgáz, felmelegített levegő)
- Hegesztés fűtött ékkel
- Ultrahangos hegesztés (fémserelvénnyel is beágyazhatók a ponyva-szerkezetbe)

A ponyvaanyagok **ragasztással** is illeszthetők. A ragasztás viszonylag munkaigényes, és drága, speciális ragasztóanyagok alkalmazását igényli. Az üvegszálás, Teflon bevonatú ponyvaanyagokat is ragasztással konfekcionálják, mivel a Teflon nem hegeszthető.

#### Mechanikus illesztési módszerek

A mechanikus illesztésekkel oldható kötések lehet készíteni, ezek a szerelés helyszínén is könnyen kivitelezhetők. Nagy méretű ponyvaszerkezetek készítésénél a ponyva csak több részletből állítható össze, ezért a helyszínen mechanikus



módon illesztik össze.

Mechanikus illesztési módszerek:

- o Összetűzés zsinórral
- o Szorítóelemes kapcsolatok
- o Átlapolás a tartóelem fölött és hozzárögzítés csavarozással
- o Behegesztett kötéllel erősített szegély behúzása a tartóelemen kiképzett horonyba

### Alapozás

Az alapozás a sátorszerkezetek egyik lényeges pontja. A sátorszerkezetéről, az alátámasztó szerkezeteken keresztül, kétféle jellegzetes teher hárul az alapokra.

- az alátámasztó ívekről és árbo-cokról nagyjából függőleges, lefelé ható erők

- a tartó és feszítőkötelekről, kihorgonyzásokról ferdén felfelé ható erők

A függőlegesen lefelé ható erők felvételével nincs gond, ezek alátámasztására tömbalapokat alkalmazunk.

A felfelé ható erők felvétele rendszerint különleges alapozási módszereket igényel. Ezek felvételére háromféle alapozási módszer kínálkozik:

- súlyalapok
- mélyalapozások (kútalapozások, cölöpalapok és résalapozások)
- ferde cölöpök

A sátorszerkezetek gazdaságossága erősen függ az alapozási költségektől. Az alapozás költségei az összköltségnek 1/3-át is kitehetik.

Nagyon fontos pont a feszítőszervezetek kialakítása

A héjazat csak megfeszített álla-

potban képes változó irányú terheket lebegés nélkül hordani. A légsátraknál a belső légnyomás az, ami állandóan feszesen tartja a héjazatot. A feszített sátraknál külön feszítőszervezetet kell erre a célra alkalmazni. A sátorhéjazat gyártása során, a leg gondosabb munka estén is, adódnak néhány cm-es méreteltérések. Ezért a feszítőszervezetek feladata a gyártási és építési méreteltérések kiegyenlítése. További problémát jelent, hogy a sátorhéjazatok, a ponyvaanyagok kis rugalmassági modulusa következtében, nagymértékű rugalmas nyúlást és lassú alakváltozást is szenvednek. A feszítőszervezeteknek ezeket az alakváltozásokat is lehetővé kell tenniük, és biztosítaniuk kell a héjazat későbbi utánállíthatóságát is.

A feszítőelemek legáltalánosabban alkalmazott alkatrésze a csavar, ami folyamatos állíthatóságot tesz lehetővé, egyszerű megfeszíteni és rögzíteni.

### Csomóponti részletek

A csomópontoknál a ponyvahéjazat folytonossága és az erőátadása megszakad, feszültségcsúcs keletkezik. Emiatt a csomópontok környékén a ponyvát meg kell erősíteni. A csomópontoknál gondoskodni kell a kivágás áthidalásáról. Kis méretű kivágásnál és csekély erőknél a ponyva megkettőzésével és a csomóponti kivágás íves kialakításával érhetjük el. Nagyobb kivágásoknál 4-6cm széles, nagy szilárdságú poliészter heveder felvarrásával erősítjük a kivágás peremét.

A peremkötél a csomópont környékén már meglehetősen nagy szöggel tér el a

ponyvaerőkre merőleges iránytól, ezért a ponyva a csomópont környékén fel akar csúszni a kötélén. Ha a felcsúszást nem akadályozzuk meg, akkor a két kötél ékszerűen széthasítja a ponyvát

A ponyva felcsúszását egy fém csomólemezzel beiktatásával akadályozzuk meg. A csomólemezzel szorítócsavarokkal teljes felületén hozzászorítjuk a ponyvát, és a peremköteleket is rögzítjük szorítóbilincsekkel. Nagyobb kötélkiváltások esetén a kötélbújtatók mellé egy-egy erősítőhevedert kell felvarrni, amely biztosítja a csúsztatóerők felvételét és továbbítását a csomólemezzel. A peremköteleknél nagyon fontos a kötélek és kötélbújtatók hosszának helyes összehangolása. Ha a kötél a tasakhoz képest túl hosszú, akkor a ponyva perem fog helyette dolgozni, és esetleg elszakadhat. Ha a kötél rövid a ponyva felület fog ráncosodni.

A csomópontoknál a figyelembe kell venni a fémszerkezetek koptatóhatását. A ponyva szél és egyéb terhek hatására kisebb mozgásokat végez, ezért a fémmel érintkező részeket célszerű a ponyvát megkettőzni vagy koptatóréteggel megerősíteni.

### Alátámasztó szerkezetek

A sátor anyagának korlátozott szilárdsága és vastagsága, valamint a nagy rugalmas alakváltozások miatt nem növelhetjük tetszés szerint a teherhordó ponyva méreteit. A sátrat a ponyvánál nagyobb teherbírású és nagyobb merevségű tartószervezetekkel meg kell

osztani, illetve biztosítani kell velük a sátorhéjazatról átadódó, folyamatosan megoszló erők koncentrációját és felvételét.

### Ív- és keretszerkezetek

Az ívtartó alkalmazása sátorszerkezeteknél különösen előnyös, mert a sátor maga is íves felületekből áll, tehát az ívtartó jól illeszthető hozzá, mind formailag, mind szerkezetileg. Az ívtartók szerkezeti előnye hogy a terheket rövid úton vezeti le az alapokhoz, és egyszerű térelhatárolást eredményez. Kiseb méretű sátraknál előfordul törtvonalú vagy egyenes nyeregteretős kiképzés is. Ez a megoldás a ponyva feszíthetősége miatt nem kedvező.



### Kötélkiváltások

A kötélkiváltások a sátorhéjazatok természetes eleme, amelyet a kedvező teherbírása miatt alátámasztó elemként (kötélfőtartó) vagy peremmegtámasztásként (peremkötél) alkalmazhatunk. Az egyetlen kötélből álló ív nem rendelkezik hajlítási merevséggel. Ezért ellenkező görbületű tartó és lefeszítőkötelek kombinációját kell alkalmazni. A kötelek közötti erőátadást vagy maga a ponyva-héjazat, vagy pedig a kötélrácsozat biztosítja.

### Árbocok

A sátor szerkezet tervezésénél figyelembe kell venni azt a tényt, hogy a sátor felületszerkezet, amely rendkívül kis anyagfelhasználás következtében csak akkor működik megfelelően, ha teljes felületével részt vesz a teherviselésben.

Felhasznált irodalom:

Kollár Lajos: Ponyvaszerkezetek

Drew, Philip: Forma és szerkezet Frei Ottó alkotásaiban

Az árbocok a sátor szerkezetek legjellegzetesebb elemei. Az árbocok legfontosabb szerkezeti feladata a koncentrált alátámasztó erők szétoszlátása a sátorhéjazaton. Az árboc talpa általában gömbcsuklós, hogy biztosítsa az árboc minden irányú elfordulását, ahogy azt a sátor pillanatnyi alakváltozásai kívánják. Ebből a szempontból problémát okozhat, hogy az oszlopokat, a szerelés idejére vagy egy esetleges katasztrófára számítva, eldőlés ellen kötelekkel ki kell horgonyozni. Ezeket a köteleket olyan lazán kell bekötni, hogy elehetővé tegyék a sátorhéjazat rugalmas mozgását. Az árbocok megemlése a sátor megfeszítésének egyik hatékony módszere, amihez azonban megfelelő szerkezetet és szereléstechológiát kell alkalmazni.

### Halada Miklós egyetemi tanársegéd, DLA hallgató

Pollack Mihály Műszaki Kar

Épületszerkezettan tanszék

## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Halada Miklós: Új középület funkció tervezése a Pécsi Expo Centernél

## Zoltán Erzsébet

### Szatmári György Pécsi püspök nyári palotája romjainak állagmegóvásának és hasznosításának lehetőségei

A tettyei romok állagmegóvása egyre súlyosbodó és sürgető probléma a felgyorsult talajerózió miatt, ami az együttes bizonyos pontokon ijesztő mértékű elmozgását eredményezte. Az elhelyezett ellenőrző pecsétek a déli toronynál évi 5mm-es elmozdulást jeleznek. A folyamat kezdete az ötvenes években a Tettye fennsík platójából körültekintés, a megfelelő rézsű ill. támfal kialakítása nélkül kihalótt Böckh János utca kiépítésére vezethető vissza.

Szatmári püspök reneszánsz villáját a XVI.sz. elején a 3 oldaláról védett, a város felől nyitott völgyben építtette. A törökök Pécs elfoglalása után derviskolostornak használták, visszafoglalásakor már erősen sérült, már csak romként említik. 1830-ban a város engedélyt adott a lebontásra, azonban a jó habarcs miatt nem tudták elhordani. 1897-ben a veszélyes falrészeket lebontották, a romokat konzerválták - azóta is folyamatos feladat az állagának megőrzése.

A kétszintes palotaépület a feltételezések szerint U alaprajzú volt – két oldalszárnnya egy déli irányba nyitott udvart fogott közre. Az engedélyezéshez szükséges régészeti feltárás viszont egy másik alaprajzi

elrendezésre enged következtetni. Sajnos a mai állapot a K-i szárny szinte teljes hiánya miatt ezt már nem tükrözi.

Ezek a bizonytalanságok is a műemlékvédelem elméletének máig eldöntetlen kérdésének mérlegelését teszik szükségessé, azaz hogy részben vagy teljesen elpusztult, építészeti emlékek újra felépítése megengedhető, esetleg elfogadható, vagy szigorúan tiltandó eszköze-e a helyreállítások gyakorlatának. Lehet-e, szabad-e a rekonstrukciót, mint a műemlékvédelemben használatos módszer alkalmazni a XXI. században? A módszer alkalmazásának tagadása épp olyan dogmatikus, akadémikus vélemény, mint ha széleskörű elfogadása, támogatása mellett állnánk ki. A pécsieket kérdezve sokan kíváncsiak és hasznosnak tartanák a város kevés számú fennmaradt reneszánsz emlékei közül ennek a vélhetően valamikor magas színvonalon, kitűnő mesterek által épített toszkán hangulatú villának az eredetihez hasonló állapotban történő bemutatását ill. megismerését.

1964-ben Velencében egyértelmű volt a szakmai állásfoglalás: "A restaurálás olyan művelet, amelynek kivételes jellegét meg

## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Zoltán Erzsébet:

Szatmári György Pécsi püspök nyári palotája romjainak állagmegóvásának és hasznosításának lehetőségei

kell őrizni. Célja, hogy konzerválja és feltárja a műemlék esztétikai és történeti értékét. A régi állapot, ill. a hiteles dokumentumok tiszteletben tartására támaszkodik és megáll ott, ahol a hipotézis kezdődik. Ezen túlmenően, minden elkerülhetetlennek minősített kiegészítési munka az építészeti alkotás körébe tartozik, és korunk jegyeit kell magán viselnie." A Krakó 2000 konferencia határozatában már engedékenyebb hangot üt meg: "A műemlék egészének vagy jelentős részének, „az épület eredeti stílusában” történő rekonstrukcióját el kell kerülni.

A fontos építészeti jelentőséggel bíró egészen kis részek rekonstrukciója kivételesen elfogadható, de csak akkor, ha a rekonstrukció vitathatatlanul pontos dokumentációk alapján készül. Ha az épület megfelelő használhatósága megkívánja, nagyobb térbeli és funkcionális egységek helyreállítása a kortárs építészeti eszközeivel elfogadható. Fegyveres vagy természeti katasztrófának áldozatul esett teljes épület rekonstrukciója akkor fogadható el, ha annak az egész közösség önazonosságára nézve van kivételes társadalmi vagy kulturális motivációja."

Hogyan lehet ezt az ellentmondást a feloldani? Miért baj az, ha a romok nem csak a művészettörténészeknek beszélnek? Hogyan lehet az érdeklődők számára érthetővé tenni egy mai formájában épületként kevésbé megélhető romemléket?

A rekonstrukció nem általánosan elfogadott eszköz a hazai műemlék-

védelemben. Inkább utalások, jelzések segítségével vált érzékelhetővé a hajdan volt, elpusztult részlet. A romok értelmezett bemutatása mindig a műemlékvédelem legnehezebb feladatai közé tartozott. A szükséges beavatkozás optimális mértékének a meghatározása valóban sikeresen, csak kevésszer és keveseknek sikerülhetett. Legnagyobb biztonsággal az anastylosis végezhető el, de annak a valószínűsége, hogy értelmezhetően összeállítható maradványok kerülnek elő az ásatások során, vagy gyűjthetők össze a romterületről, igen csekély.

Egy épületet jól meghatározott céllal építenek. A ház története során egy bizonyos funkciót lát el.

Az eredeti felhasználói szándék megváltozása után új funkció ellátására teszik alkalmassá, átépítik. Egyetlen mondattal a rommá válás okai úgy jellemezhetők, hogy az épület erkölcsi értelemben elvesztette egyik fontos tulajdonságát, a használhatóságát, és emiatt az épületet létrehozó közösségnek nem fűződött érdeke fenntartásához.

Az ilyen romoknak a fennmaradása gondoskodó figyelem nélkül reménytelen. Rendszeres használatukra az őket létrehozó közösség feloszlása miatt vagy azért, mert nem akarta a közösség a pusztulás után újraépíteni, nincs remény. Egy-egy ünnep alkalmából lehet ünnepségeket tartani romló falaik között, mint ahogy ezt a Bach-korszaktól a tetteyn is tették, a hetvenes évektől pedig a nyári szabadtéri színházi játékoknak ad festői hátteret, de rendszeresen már nem

használják.

A történelem ítéletének megváltoztatásához nincs jogunk. Nem bírálhatjuk felül azt a több évszázados döntést, amelyet a Krakói Charta az egész közösség önazonosságára nézve kivételes társadalmi vagy kulturális motivációként definiál. Több szempontból tévesnek az a felfogás, amelyik az évszázadok óta pusztuló, erkölcsi értelemben értéküket veszített emlékeknek az újra felépítésével akarja biztosítani a rom fennmaradását: olyan beavatkozást ösztönöz, amely a rom környezetének, a történetileg kialakult táj arculatának is a megváltoztatását eredményezné.

Ennek ellenére érthető az a gyakran megfogalmazódó igény, hogy azok is szeretnék érzékelni a valamikori hangulatot, az épület léptékét, akiből hiányzik a képzelőerő vagy a kor építészeti stílus eszközeinek ismerete. A mai virtuális technika erre nagyszerű lehetőséget kínál, ezért a romok konzerválása és statikai biztosítása után lehetséges lenne egy installáció készítése, ami 3 dimenzióban, hologramként jelenítené meg a művésztörténészek – a rendkívül kevés leletanyag miatt - analógiák alapján létrehozott vízióit.

A valamikori épület együttes veszélyesen süllyedő DK-i tornyának megóvása mellett feladat a valamikori funkció és forma felidézését, és a hasznosítás kiszélesítését. A romok hagyományosan immár több évtizede a nyári időszakban hangulatos színházi előadásoknak adnak helyet. A szabadtéri színházi funkció alapvetően idejelleget. A romkert hangulata, a környező park védett fáival az angolkertek hangulatát idézi, ami egyedi lehetősé-

geket rejt magában.

A koncepció alapja a statikai problémára keresett megoldást: ha az eredeti terepszintbe történt beavatkozás ekkora kárt okoz, akkor állítsuk vissza, legalább közelítőleg: helyezzük az együttest egy lemezre, amely az utca felett átlebeg. Ez a lemez a valamikori plató visszaidézésén kívül sok lehetőséget rejt magában: vízzel „elárasztva” a nyári napokban temperál, az 5 cm mélységű vízfelület veszélytelen, de annál kellemesebb és izgalmasabb játéklehetőséget rejt magában a legkisebbek számára is. A lemezen áramoltatott víz a játszótér felé túlcsozog, vízfűgönyt képez. Vízben elhelyezett talpakon álló járólapokon sétálhatunk is. A színpad és a nézőtér helyzete igény szerint változtatható: ha kell, akár a város sziluetttje is betöltheti a díszlet szerepét, ha színpadot áthelyezzük a lemezre.

A vízzáró betonból készített lemez szolgálja a támfalat alkotó oszlopok visszahorgonyzását is részben, a középső, leginkább erodált részen, ahol a legnagyobb mennyiségű föld visszatöltésére van szükség. A támfal mezőiben acél sodronnyokkal megoldott a visszakötés. A támfal jellegében eltér a hagyományos falaktól: inkább a kosárfonat szerkezetét idézi, aminek ennél az alkalmazásnál több előnye is lehet. A vasbeton manggal megerősített corten acél oszlopok lehajtása után acél szalagok „befűzésével”, alakulna ki a fonatszerű támfal jelleg, lényegesen barátságosabb hatással, mint egy tömör beton fal, melyet a graffitisek csak kihívásnak fognak fel, mit sem törődve a műemléki környezettel. A romok esetében gyakran az elburjánzott növény-

## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Zoltán Erzsébet:  
Szatmári György Pécsi püspök nyári palotája romjainak állagmegóvásának és hasznosításának lehetőségei

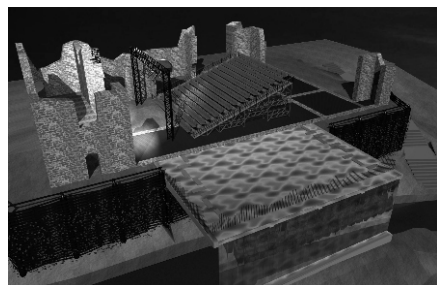
## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Zoltán Erzsébet:  
Szatmári György Pécsi püspök nyári palotája romjainak állagmegóvásának és hasznosításának lehetőségei

zet is a szétesésüket eredményezte, de a ritkítás gyakran a zöldek ellenállásába ütközött – ezért az üzemeltető kérésére alakult a levegősebb, áttört támfal-szerkezet, ami jó lehetőséget biztosít arra, hogy a természet idővel magába fogadja, visszahódítsa, mivel a kúszónövényzet jól megtelepedhet a fonatok között is. A lejtős terep miatt, ill. a tettye hidrogeológiáját is figyelembe véve egy közel 6 m magas támfal esetében nagy körültekintést kíván a felszín alatti vizek elvezetése. A fonat mögé egy gabion fal készül, ami egyrészt a drain szerepét is betölti, másrészt a talaj állékonyságáért is felel - a talaj túl gyors és erőteljes betüremkedését a résekbe meggátolj, azt viszont biztosítja, hogy a felszíni és felszín alatti vizek a szerkezetre kifejtett nyomás nélkül távozzanak, vagy a növények gyökerein keresztül hasznosodjanak.

Ennek a szerkezetválasztásnak és tervezési folyamatnak az eredménye az, hogy a szerkezet fenntartási költsége minimális, illetve egy hagyományos, szigeteléssel készített szerkezettel szemben a meghibásodási lehetőségek is a töredékére csökkennek.

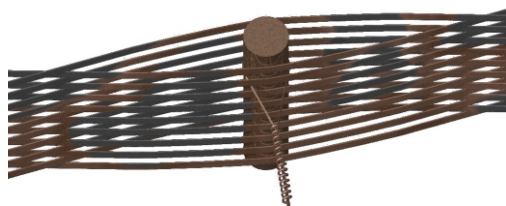


Irodalomjegyzék:  
*Architectura Hungaricae* 2001. október III.évf. 3. szám  
 Mezős Tamás: *Rekonstrukció és/vagy hitelesség*  
 Farbaky Péter: *Szatmári György, a mecénás*  
 Parádi Nándor: *Beszámoló a pécsi tettyén 1957. évben végzett ásatásról*  
 A „Pécs-Baranyamegyei Múzeum Egyesület” Értesítője 1911. december  
 Reéh György: *Részletek a Tettye monográfiájából*  
 Dr. Gere László: *Jelentés a 2004-ben végzett tettyei ásatási munkálatokról*

**Zoltán Erzsébet egyetemi adjunktus,**

**DLA hallgató**

Pollack Mihály Műszaki Kar  
 Épületszerkezettan tanszék



## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Zoltán Erzsébet:

Szatmári György Pécsi püspök nyári palotája romjainak állagmegóvásának és hasznosításának lehetőségei

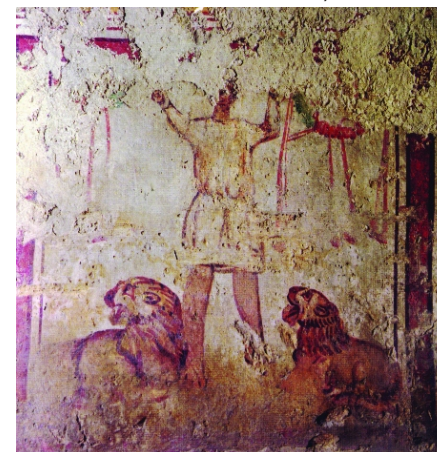
80

## Emresz Adrienn

### A rekonstrukció rekonstrukciója A pécsi Ókeresztény Mauzóleum megóvása kapcsán

„Mert ő az élő Isten, aki örökké megmarad. Királyságának nem lesz vége, és uralma örökké tart. Megment és megszabadít, jeleket és csodákat visz végbe az égen és a földön. Kiszabadította Dánielt az oroszánok karmai közül.”

Dániel könyve 6. 27-28.



A pécsi ókeresztény temetőben fennmaradt falfestmények pótolhatatlan mivolta a legfontosabb oka az Ókeresztény Mauzóleum újbóli rekonstrukciójának. A jelenlegi állapotában az egyre sűrűbben

végzendő restaurálások okán a festmények már nem lennének megőrizhetőek.

1975-ben egy (majdnem) véletlen folytán bukkantak a régészek a legnagyobb szabású ókeresztény épületre a Szent István tér közepén. Feltárására a következő évben került sor. A mauzóleum és a sírkamrák 3-6 m mélyen voltak a jelenlegi járószint alatt, földdel, törmelékkel betemetve. A feltárás előtt, a külső légtértől elzárt állapotukban a természet egyensúlyi helyzetre való törekvése következtében az emlékeket nem érte különösebb károsodás. Feltárásukkal azonban ez a nyugalmi állapot megbomlott. Mindenekelőtt megindult a falfestmények felülete felé tartó kapilláris nedvességvándorlás, amely korlátlan mértékben hozta felszínre a festékréteget károsító sókat. A kapilláris nedvességen túl páralecsapódással is számolni kellett.

A védőépület szükségességéhez nem fért kétség. Mivel a belső klímaviszonyokat nem lehetséges a külső légtér állandóan változó légállapotának függvényévé tenni, így a megoldás egy a külső változásoktól mentes egyensúlyi rendszer létrehozása lett. A falképek szempontjából meghatározó volt, hogy hosszabb

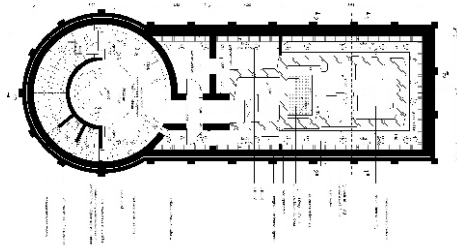
## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Emresz Adrienn:

A rekonstrukció rekonstrukciója - a pécsi Ókeresztény Mauzóleum megóvása kapcsán

81

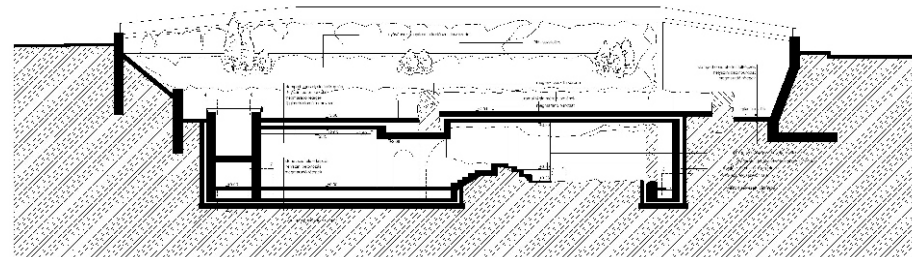
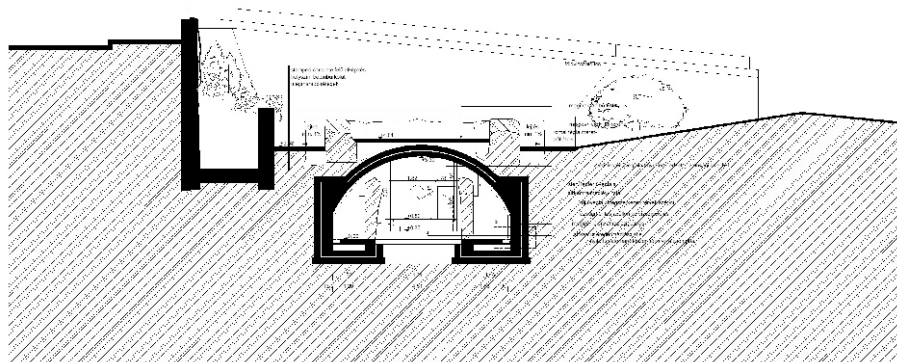


alapfalazat koránján elválasztó réteg, ráfalazás, majd romszerűen kiképzett homokkő fedőréteg található. Míg mindkét pótló réteg nyitott pórusokkal rendelkezik viszonylag gyorsan szárad, addig a római falazatban felgyülemlik a víz és ez fagy általi roncsoláshoz, málláshoz vezet. Ezekre a problémákra kerestem megoldást a mostani rekonstrukciós munkák tervezése során.

időszakon át a falban és a levegőben lévő nedvesség mennyisége egyensúlyban legyen. A védőépület különleges szerkezete ólomlemez szigetelést kapott, mely tönkremenetelével újra veszélybe kerültek a 4. századi falfestmények.

Az Ókeresztény Mauzózeum azonban nem csak ez okból van veszélyben, hiszen a felszíni kápolna (cella memoriae) megmaradt és helyreállított romjai is jelentős károsodást szenvedtek. Az

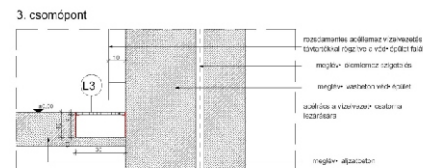
Az esőzések alkalmával a beltérben megjelenő víz, valamint a védőépület falainak nedvességtartalma miatti páratartalom-növekedést kell megakadályozni, hiszen ezek jelentik a legnagyobb veszélyt a festményekre nézve. A tönkrement ólomlemez szigetelés cseréje kizárható volt, hiszen a ráfordítható anyagi javak ezt nem tudták fedezni. A belső vízesedés kiküszöbölésére így csak a belső téren belül van lehetőség. Ezt egy rozsdamentes acéllemezből készítenéd



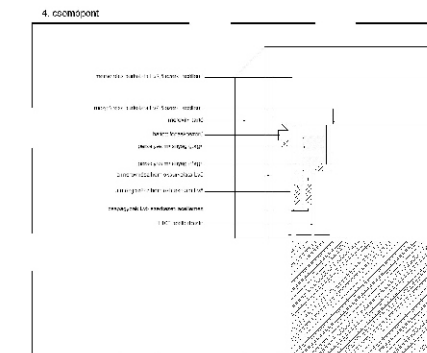
pajzs hivatott megoldani, mely az összegyűjtött vizet a csatornarendszerbe vezetné egy nyílt vízvezető rendszeren keresztül. Az acél pajzs a már kialakult beázási zónához készülne, pontszerűen rögzítve a védőmű falához. Mivel nem teljes felületű a lemez, így a betekintőtérből sem zavarna a látványban. Ahhoz, hogy a sírkamra terében megmaradhasson az eddig is működő légállapot, ki kell cserélni a meglévő üvegfalakat, hogy azok

sírkamra terepe. Mivel a járófelület szinten üvegből készülne és a függőleges üvegszerkezetek is keret nélküli kialakításúak, a szabad átlátás is biztosítva van. A páratartalom egyensúlyának biztosítására beépített gépészeti berendezések a megnövekedett terhelést már nem bírják, így cseréjük szükségessé vált. Az új berendezések egy olyan intelligens vezérlőrendszerre lennének rákapcsolva, ami lehetővé teszi a Mauzózeum steril terének szinte önálló működését.

A felszínen található romok restaurálására több megoldás is kínálkozik, azonban a



megfelelő zárást biztosítsanak a steril térnek. Sajnos így a látogatók által használt tér csökkenni fog, mert a restaurátor igényei szerint, hozzáférhetővé kellett tenni a festményeket. A járószint megemelésével biztosítottam, hogy ne kophasson tovább az eredeti járószint, valamint, hogy ne kerülhessen még több szennyeződés a



## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Emresz Adrienn:  
A rekonstrukció rekonstrukciója -  
a pécsi Ókeresztény Mauzózeum megóvása kapcsán

## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Emresz Adrienn:  
A rekonstrukció rekonstrukciója -  
a pécsi Ókeresztény Mauzózeum megóvása kapcsán

megvalósításukhoz alapvetően szükséges lenne a falazatok teljes kiszárítása, melynek lehetősége egyelőre még nem tisztázott.

A Mauzóleum védelmének érdekében szükséges volt egy olyan bejárat kialakítása, mely védelmet biztosít a vandál rongálókkal szemben. Erre megoldást nyújthat az általam tervezett tolotető, ami egyszerű kialakításának köszönhetően nem zavarja a romok

látványát kirívó megjelenésével.

Összességében a rekonstrukciós tervek egy hosszú és mérlegeléssel teli tervezési folyamat eredményei, melyek reményeim szerint megoldást nyújthatnak az épület problémáira, így még sok-sok évtizeden keresztül járhatnak a turisták az ókeresztény emlékek között úgy, mintha visszamentek volna a múltba.



**Emresz Adrienn egyetemi tanársegéd, DLA hallgató**  
Pollack Mihály Műszaki Kar  
Épületszerkezettan tanszék

## Támogatóink:



ACO Magyarország Kft.



Bock Pince Villány



Saint-Gobain Weber  
Terranova  
Építőanyagipari Kft.



Metko Fóliatechnika Kft.



Lindab Kft.



Wienerberger  
Téglaipari Rt.



Xella Magyarország Kft.  
STO Építőanyag Kft.



Az Építés  
Fejlődéséért  
Alapítvány



Duna-Dráva  
Cement Kft.



Vilas Hungária Kft.



Roto Elzett  
Vasalatkereskedelmi  
Kft.



Bachl Kft.



Internorm Ablak Kft.

Napkontroll Kft.  
Tatabánya

Tiszi Bt.  
Sopron

Köszönjük a támogatást!

## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA



Emresz Adrienn:  
A rekonstrukció rekonstrukciója -  
a pécsi Ókeresztény Mauzóleum megóvása kapcsán

## 31. ÉPÜLETSZERKEZETTANI KONFERENCIA

