



## **DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI**

**Fülöp Zsuzsanna**

### **ÉPÜLETSZERKEZETEK TELJESÍTMÉNY ELVŰ, HOLISZTIKUS SZEMLÉLETŰ TERVEZÉSE**

Témavezető: Dr. Becker Gábor

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Építészmérnöki Kar  
Épületszerkezettani Tanszék

2007. május

**Köszönetnyilvánítás:**

Ezúton szeretném megköszönni témavezetőmnek Dr. Becker Gábor tanszékvezető egyetemi tanárnak a szakmai irányítást, Dr. Petró Bálint és Dr. László Ottó professzor emeritusoknak hasznos tanácsaikat, és munkatársaimnak a hatékony segítséget.

## A témaválasztás indoklása

Napjainkra a szerkezeti megoldások sokfélesége mellett az építészethez és az építési tevékenységhez kapcsolódó alkalmazott tudományterületek olyan összetetté váltak, hogy az építész nem képes valamennyi szakmát teljes mértékben elsajátítani és egy személyben a tervezés során alkalmazni. Ugyanakkor az épület szerkezeteinek együttesen és egyidejűleg kell kielégíteniük valamennyi velük szemben támasztott követelményt. A gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy az épületszerkezetekkel szemben támasztott követelmények egymástól független vizsgálata, a részmegoldások értékelése a jelenlegi szabályozási rendszernek megfelelően, nem elegendő az épület elvárt minőségének biztosításához. Az egyeztetés és az átfogó szemlélet hiánya számos építési hiba forrása. Szükségessé vált egy általánosan alkalmazható, a teljes épületet figyelembe vevő, holisztikus döntési és értékelési rendszer kidolgozása.

A *holosz* görög szó egészet jelent. Holisztikus az a szemlélet, amely egy összetett dolog vizsgálatánál nem éri be az alkotórészek analitikus elkülönítésével, mert a dolog *egészét* többnek tekinti, mint részeinek és aspektusainak összességét.

## Előzmények

### Alapgondolat:

*Le Corbusier: „Az építészet a saját világát megteremtő ember első megnyilvánulási formája. Ezt a világot a természet után alkotja meg, a természet törvényei... szerint. Kénytelen figyelembe venni a nehézkedés, a statika, a dinamika ... és az elemi fizika törvényeit... („Új építészet felé” 1923.) [2]*

Az építészeti elképzelés épületszerkezetekben ölt testet, válik használható épületté. A szerkezetválasztás alapvető tényezői az építészeti megjelenés, a műszaki és a gazdasági lehetőség. Azonban hiába esztétikus és olcsó a szerkezet, ha idő előtt tönkremegy, használhatatlanná válik. A működőképesség kiemelt, semmilyen egyéb ok miatt sem elhanyagolható feltétele az épületszerkezetek kialakításának.

Dr. Gábor László: „Épületszerkezettan” című könyvében [1] jelent meg Magyarországon először a hatások elemzésén alapuló épületszerkezeti tervezés gondolata. Dr. Petró Bálint „Az épületszerkezettan és az épületszerkezetek tervezése” című könyvében [3] felhívja a figyelmet az épületszerkezeti tervezés algoritmizálásának szükségességére. Csak tudatos lépések alkalmazásával kerülhető el a szerkezetalakítás esetlegessége.

A komplex épületszerkezeti tervezés problémái már régóta foglalkoztatnak. Az épületszerkezeti ismeretek rendszerezése, komplex szemlélete több munkámban szerepel. A Tervezésfejlesztési és Technikai Építészeti Intézetben (TTI) szerkezeti mintaterveket (MOT), családi ház típusterveket, és épületszerkezeti segédleteket dolgoztam ki. Témafelelőse voltam a számítógépes, Autocad alapú „Paraméterezett csomóponti mintatervek kifejlesztése korszerűsített hagyományos szerkezetű épületekben” OMFB pályázati munkának. Az Épületszigetelők és Tetőfedők Szövetségében (ÉMSZ) szerkezeti irányelvek kidolgozásában vettem részt. Emellett szakértői, szaktervezői gyakorlatot is folytattam. Néhány megépült munkám: Matáv Zeneház, Fővárosi Gázművek Irodaépületei, MOM Park vízszigetelése.

A 2004-ben megjelent „Épületszigetelési kézikönyv” szakkönyv és CD (Alapmű: Verlag Dashöfer Kiadó, Budapest, 2004. december ISBN 963 9313 491) szerkesztőjeként és részben szerzőjeként szerkezeti csoportok kidolgozásával vizsgáltam meg doktori értekezésemben részletesen kifejtett elméletem alkalmazhatóságát. Módszeremet az általam szerkesztett könyv teljes felépítése követi az egyes hatások (hő, hang, pára, stb.) épületszerkezeti elemzése során. Valamennyi hatás vizsgálata komplex módon, a teljes épület és a többi hatás figyelembe vételével történt.

Az „Épületszigetelési kézikönyv” általam írt fejezeteit teljes terjedelemben doktori értekezésem melléklete tartalmazza.

## A feldolgozás módszere

Az épületszerkezetek működőképességének műszaki szempontjait elemezve állítottam össze az épületszerkezetek komplex, teljesítmény elvű, holisztikus szemléletű tervezési algoritmusának lépéseit. Nem foglalkoztam a szerkezetválasztás gazdasági, művészeti kérdéseivel, csupán a működőképesség, műszaki alkalmasság követelményével, amely nem hagyható figyelmen kívül pénzügyi, esztétikai okok miatt sem. A kidolgozott szerkezettervezési algoritmus bemutatása során az általános szerkezetalakítási szabályokat vizsgáltam adott hatás, például csapadékvíz, szempontjából, adott szerkezetek, például nem hasznosított lapos tetők és terasztetők esetében, valamennyi, a szerkezetet érő hatás és a teljes épület figyelembe vételével. Az adott hatás (csapadékvíz) és adott szerkezet (lapos tető) ismertetésénél valamennyi hatást figyelembe vettem, azonban a többi hatás részletes értékelése nem szerepel. Ezeket külön kell kimunkálni.

Doktori értekezésem egy, az épületszerkezetek tervezésénél általánosan alkalmazható módszert határoz meg néhány részterület elemzése alapján.

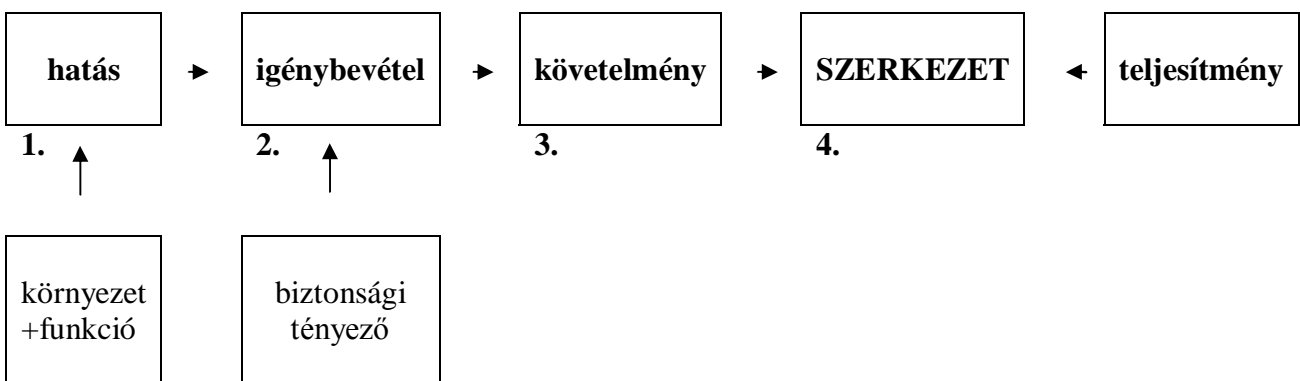
## Az értekezés főbb eredményeinek összefoglalása

### 1. tézis

**Az épületszerkezetek átfogó, komplex értékeléséhez szükséges általános viszonyítási alapot a szerkezetalakítási tényezők (hatások, igénybevételek, követelmények, teljesítmények) szabatos értelmezésével alakítottam ki. Ez lehetővé teszi a szerkezeti rész megoldások egységes vizsgálatát, mely a jelenlegi tervezési folyamatból hiányzik.**

Az épületszerkezetek műszaki alkalmasságát meghatározó tényezők és összefüggéseik

Az egyes lépések sorrendje nem cserélhető fel, hiszen az adott szerkezet teljesítménye csak a követelmények azonos szintű ismeretében minősíthető, a követelmények és az igénybevételek csak a hatások alapján értelmezhetők.



Az egyszerűnek látszó feladatsor végrehajtása a gyakorlatban számtalan nehézségbe ütközik. Kidolgoztam és alkalmaztam az épületszerkezetek műszaki alkalmasságát meghatározó tényezők vizsgálatának, elemzésének alábbi szempontjait:

- számba vétel;
- értelmezés;
- értékelés;
- kölcsönhatás;
- rangsorolás.

## 2. tézis

**A szerkezetalakítás tényezőinek értelmezéséhez meghatároztam a használati igények (követelmények) és a szerkezeti követelmények tartalma közötti különbséget a jelenlegi értelmezéstől eltérően.**

### Használati igények

Az épület tereinek és szerkezeteinek rendeltetésszerű használatához szükséges körülmények minőségét határozzák meg és a hatások összetételét, az igénybevételek módját, mértékét befolyásolják.

### Szerkezeti követelmények

A szerkezet műszaki paramétereivel szemben támasztott követelmények, amelyek a szerkezeteket érő igénybevételek alapján határozhatók meg.

## 3. tézis

**Az épületszerkezetek teljesítmény elvű, holisztikus szemléletű tervezési módszerének alkalmazásához meghatároztam a szerkezetek teljesítményének és teljesítőképességének értelmezése és használata közötti különbséget. Ezt a szempontot a jelenlegi szabályozás nem tartalmazza.**

### Teljesítőképesség

A teljesítőképesség az anyagnak illetve szerkezetnek az a tulajdonsága, amely alkalmassá teszi az adott hatásból származó igénybevétel elviselésére. Számszerű jellemzők hiányában is figyelembe kell venni, és értékelni kell valamennyi, a fennálló hatások szempontjából értelmezhető teljesítőképességet.

### Teljesítmény

A szerkezet számadatokkal kifejezett teljesítménye csak összevethető (azonos szabványos mérési mód, mértékegység) jellemzők alapján hasonlítható össze a hozzátartozó igénybevétel alapján meghatározott követelménnyel.

## 4. tézis

**A szerkezetalakítási tényezők értékelési szintjeinek kialakításával és összefüggéseinek vizsgálatával rámutattam arra, hogy az egyes műszaki adatok csak azonos szinten vehetők össze. Összetartozó adatok hiányában is figyelembe kell venni a szerkezetalakítási tényezőket a jelenlegi szabályozási és tervezői gyakorlattól eltérően.**

Az épületszerkezetek műszaki alkalmasságát meghatározó tényezők értékelésének szintjei:

1. a fennálló szerkezetalakítási tényezők megnevezése;
2. a tényezők csoportokba sorolása;
3. a tényezők műszaki jellemzőinek numerikus meghatározása.

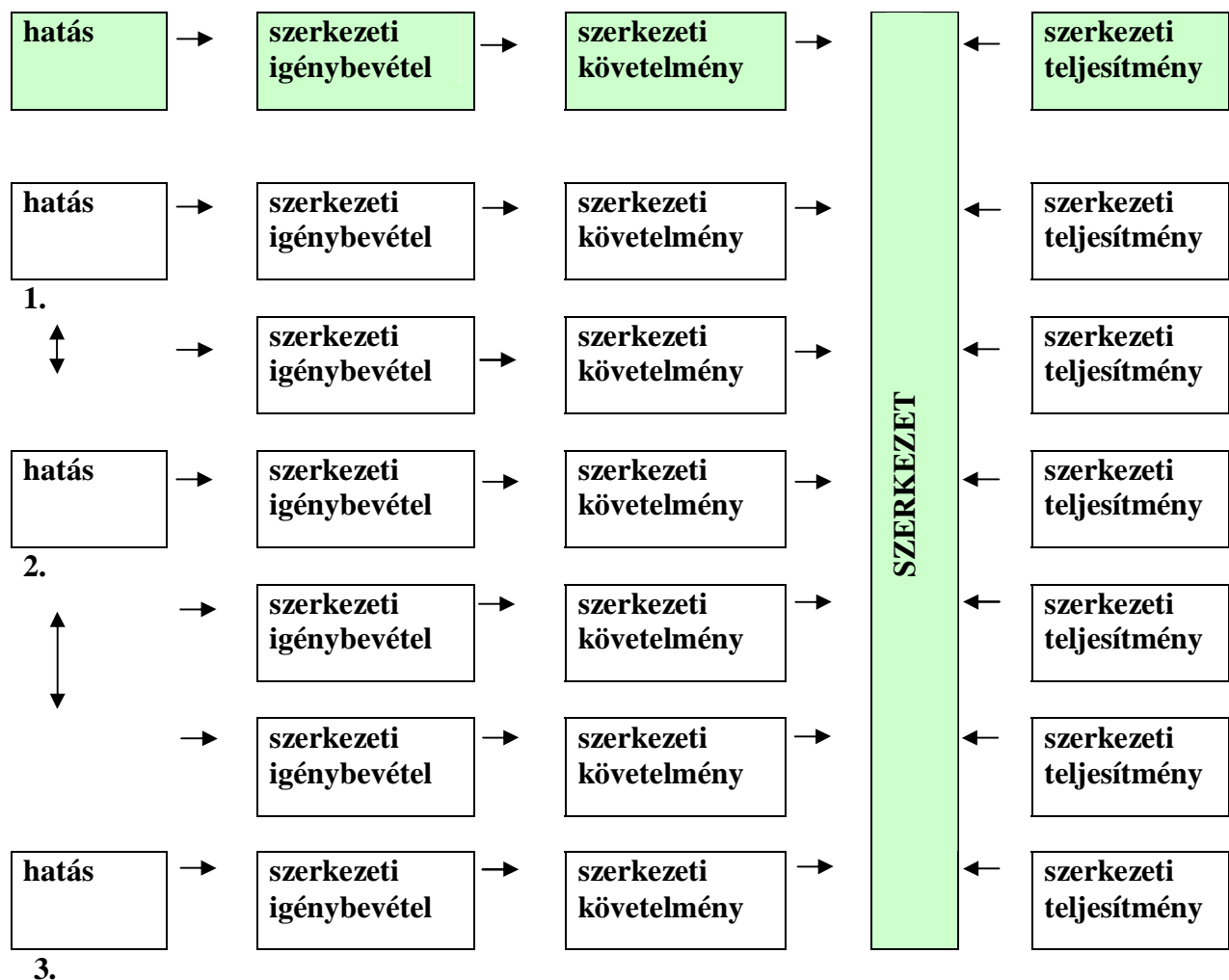
A szerkezetalakítási tényezők egyes csoportjainak (hatás...követelmény... teljesítmény) értékeléséhez valamennyi tényező ismerete szükséges azonos szinten és vizsgálati módszerrel meghatározva. *Például hiába dolgozták ki adott szerkezet műszaki követelményeit, ha az alkalmazható szerkezeteket eltérő módon minősítették.*

Minden egyidejűleg fellépő szerkezetalakítási tényezőt és az ahhoz kapcsolódó teljesítőképességet akkor is figyelembe kell venni az általános szerkezetalakítási szabályoknak megfelelően, ha nem áll rendelkezésre összehangolt szabványos értékelési módszer, számadat.

A jelenlegi szerkezeti adatbázis vizsgálata a fenti szempontok szerint javíthatná az alkalmazás minőségét.

## 5. tézis

**Az egyidejűleg fennálló tényezők kölcsönhatása (interakciója) miatt nem elegendő a műszaki alkalmasságot meghatározó tényezők önálló értékelése a jelenlegi szabályozásnak megfelelően. Kidolgoztam a teljesítmény elvű módszer összefoglaló táblázatát, amely lehetővé teszi valamennyi egyidejűleg fennálló szerkezetalakítási tényező együttes számításba vételét (a jelenlegi szabályozástól eltérően).**



Az épületszerkezetek teljesítményének együttesen kell kielégíteniük valamennyi egyidejűleg fellépő hatásból származó követelményt az elvárt minőségben és az elvárt ideig. Minden tényezőt a saját viszonyrendszerén belül és a többi hatással összevetve is értékelni kell.

## 6. tézis

### A szerkezetalakítási tényezők kölcsönhatása (interakciója) miatt kialakuló ellentmondások feloldásához meghatároztam rangsorolásuk szempontjait.

Az egyes tényezők kölcsönhatása, egyidejűsége miatt esetenként kialakuló ellentmondás feloldása érdekében szükség van az egyes tényezők rangsorolására. *Például az anyagok pórustérfogatának növelésével javul hőszigetelő tulajdonságuk, de romlik a teherhordó képességük.*

Az egyes tényezők rangsorolásának szempontjai:

- a tényező figyelmen kívül hagyásából származó esetleges életveszély illetve kár mértéke;
- a tényező figyelmen kívül hagyásából származó esetleges kár javíthatósága;
- a tényező nagysága, mértéke;
- a tényező gyakorisága.

Az egyes tényezőket az alábbi rangsor szerint vettem figyelembe:

1. az épület állékonyságát befolyásoló tartószerkezeti hatások;
2. tűz;
3. szigeteléshez kapcsolódó tényezők (hő-, hang-, vízszigetelés);
4. mechanikai hatásokhoz kapcsolódó tényezők (ütés, stb.);
5. vegyi hatásokhoz kapcsolódó tényezők.

A tényezők rangsorolása épületenként eltérő lehet a tényezők nagyságától, gyakoriságától függően.

## 7. tézis

A szerkezetalakítási tényezők csak a teljes épület ismeretében értelmezhetők. Ezt az összefüggést igazoltam az épületszerkezetek teljesítmény elvű, holisztikus szemléletű tervezési mátrixának felállításával

	Tényező	1. Hatás	2. Igénybevétel	3. Követelmény	SZERKEZET	4. Teljesítmény	
	Értelmezési szint						
1.	Épület	Környezeti, használati hatások	→	→			←
2.	Általános felületek, szerkezetek	Környezeti, használati, szerkezeti hatások	→	→			←
3.	Szerkezeti csomópontok, elemek, anyagok	Környezeti, használati, szerkezeti hatások	→	→		←	

Az egyes tényezők csak a megadott sorrendben értékelhetők. Az egyes tényezők és értelmezési szintek adatainak meghatározása csak a sorrendben előtte álló tényezők, és értelmezési szintek figyelembe vételével történhet. Valamennyi döntésnek az előző szintekre gyakorolt hatását is vizsgálni kell. Ezt az iterációs folyamatot addig kell folytatni, amíg minden szempontból megfelelő szerkezetet kapunk.

## 8. tézis

**Az épületszerkezetek kialakításának esetlegessége csak tudatos döntésekkel szüntethető meg. A szerkezetalakítási tényezők elemzése alapján kidolgoztam az épületszerkezetek teljesítmény elvű, holisztikus szemléletű tervezési algoritmusát, amely meghatározza a szerkezettervezés lépéseinek sorrendjét és tartalmát, ezáltal ellenőrizhetővé teszi a tervezési folyamatot és az egyes döntéseket.**

### Az épületszerkezetek teljesítmény elvű, holisztikus szemléletű tervezési algoritmusa

Sorszám	Meghatározás
1.	Adott hatáshoz kapcsolódó alapfogalmak.
2.	Adott hatás szempontjából eltérő igénybevételű felületek, szerkezetek lehatárolása.
3.	A vizsgált hatáshoz és szerkezethez kapcsolódó használati igények meghatározása.
4.	Valamennyi hatás felsorolása és a vizsgált hatás elemzése a teljes épület figyelembe vételével.
5.	A vizsgált szerkezetet érő igénybevételek meghatározása.
6.	Szerkezeti (műszaki) követelmények kidolgozása.
7.	Általános felületek kialakítása.
8.	Szerkezetek általános rétegrendjének kialakítása a szerkezeti rétegek teljesítménye alapján.
9.	Szerkezeti részletek, csomópontok kidolgozása a szerkezeti elemek és kapcsolataik teljesítményének figyelembe vételével.
10.	Termékek kiválasztása teljesítményük alapján.



A teljesítmény elvű, holisztikus szemléletű tervezési algoritmus az általános szerkezetalakítási szabályokat rendszerezi **adott hatás** szempontjából, adott szerkezetek esetében, **valamennyi, a szerkezetet érő hatás és a teljes épület** figyelembe vételével. Valamennyi hatás és szerkezet elemzése beilleszthető a tervezési algoritmus döntési rendszerébe.

## 9. tézis

**A teljesítmény elvű, holisztikus szemléletű, a rész megoldásokat mindig az egész összefüggéseiben vizsgáló tervezési módszer igazolja az épülettervezés és az épületszerkezeti tervezés összefüggéseit, elválaszthatatlanságát, valamint azt, hogy a szerkezetalakítás tényezőit már a tervezés első lépésétől, a koncepció kialakításától, figyelembe kell venni.**

Ehhez kidolgoztam a szerkezettervezési döntések és az épület tervezési lépései közötti kapcsolatokat ábrázoló táblázatot a szerkezetalakítási tényezők értelmezési szintjeinek alkalmazásával.

Tervezés fázis	Értelmezési szint	Szerkezetalakítási tényezők (Hatás ..... Teljesítmény)	Tervezési döntések
----------------	-------------------	--	--------------------

Vázlatterv	Teljes épület	Környezeti, használati hatások	Épület méretei (funkció), Építészeti forma, Anyaghasználat, Tartószerkezeti rendszer
Engedélyezési terv	Általános felületek szerkezetei	Környezeti, használati, szerkezeti hatások	Általános felületek szerkezeti kialakítása, anyagminősége, méretei
Kiviteli terv	Csomópontok szerkezetei	Környezeti, használati, szerkezeti hatások	Csomópontok kialakítása, anyagminősége, méretei, kapcsolatai

## **Összefoglalás**

Az épületszerkezetek teljesítmény elvű, holisztikus szemléletű tervezési módszerét és algoritmusát a szerkezetalakítás műszaki tényezők (hatások, igénybevételek, követelmények, teljesítmények) elemzése alapján dolgoztam ki. Meghatároztam és alkalmaztam a szerkezetalakítási tényezők vizsgálatának szempontjait. Feltártam a szerkezetalakítási tényezők értelmezésének és értékelésének iterációs, interakciós, holisztikus összefüggéseit. Ennek eredményeként meghatároztam a teljesítmény elvű, holisztikus szemléletű tervezési algoritmus lépéseit. Az algoritmus felhasználásával a szerkezettervezési döntéseket a teljes épület és valamennyi tényező figyelembe vételével, utólag ellenőrizhető módon lehet meghozni abban az esetben is, ha nem áll rendelkezésre egységes szabvány vagy mérési adat.

A módszer alkalmazhatóságát példák kidolgozásával bizonyítottam.

A szerkezetalakítási tényezők vizsgálatának eredményei alapján alakítottam ki az épületszerkezetek teljesítmény elvű, holisztikus szemléletű mátrixát. Ezzel bemutattam az épülettervezés és az épületszerkezetek tervezésének összefüggéseit és igazoltam, hogy a szerkezetalakítási tényezőket a tervezés első lépésétől figyelembe kell venni.

### **Az értekezés eredményeinek hasznosítási lehetőségei**

A szerkezetalakítási tényezők rendszerezésén alapuló teljesítmény elvű, holisztikus szemléletű algoritmus általános alkalmazása áttekinthető, követhető, ellenőrizhető ismeretanyagot és döntési módszert biztosít a tervezők számára a koncepciótól a kivitelezésig. A teljesítmény elvű, holisztikus szemléletű tervezési módszer felhasználásával valamennyi hatás és szerkezet elemzése elkészíthető és beilleszthető a tervezési algoritmus döntési rendszerébe. További szerkezeti csoportok, és tényezők részletes kidolgozása pontosítja a szerkezetek teljesítmény elvű, holisztikus szemléletű kialakításának lehetőségeit, javítja minőségüket.

Hasznosítási lehetőség az előzőkön túl az épületszerkezetek választékának hatáscsoportokhoz kapcsolható rendszerezése, amely nagy segítséget nyújthatna a gyakorló építészek számára.

## Hivatkozások a tézisfüzetben

- [1] Dr Gábor László : Épületszerkezetan I-IV. kötet Tankönyvkiadó, Budapest, 1959-1973.
- [2] Le Corbusier: Új építészet felé (ford.: Rozgonyi Ádám, utószó: Major Máté), Corvina Kiadó, Budapest, 1981
- [3] Dr. Petró Bálint Az épületszerkezetan és az épületszerkezetek tervezése ÉTK Budapest, 1991.

## Publikációk

- Fülöp Zs., „Bitumenes tetők utólagos hőszigetelésének problémái” Szakipari Technika 1984. 3. 59. old. Budapest, 1984. ISSN 0133-1744;
- Fülöp Zs., „Családi házak szerkezeti csomópontjainak kialakítása számítógépes programok segítségével” Családi Ház IX. évfolyam 97/3. 39. old. Budapest, 1997. ISSN 0865-0047;
- Fülöp Zs., „Zöldtetők tervezése” Építési Piac XXXI. Évfolyam, 4.szám. 4.old. Budapest, 1997. február, ISSN 1218-0084;
- Fülöp Zs., „Épületszerkezetek kialakítása számítógépes programok segítségével Informatikai CD-k (3)” Családi Ház X. évfolyam 98/2. 43.old. Budapest, 1998 ISSN 0865-0047;
- Fülöp Zs. „Lapos tetők részleteképzései” Építési Piac 1998. július 13-14. szám Budapest, 1998, ISSN 1218-0084;
- Fülöp Zs.: „Korszerű magas tetők” ÉMSZ Évkönyv, 118. oldal Budapest, Épületszigetelők és Tetőfedők Magyarországi Szövetsége, 1999.;
- Fülöp Zs., „Tetőhéjalás” Családi Ház XIII. évfolyam 2001/3. 44.old. Budapest, 2001 ISSN 0865-0047;
- Fülöp Zs.: „Magastetők tervezési és kivitelezési színvonalának javítása Magyarországon” ÉMSZ Évkönyv, 81. oldal Budapest, Épületszigetelők és Tetőfedők Magyarországi Szövetsége, 2002.;
- Fülöp Zs., „Magas tetők fémlemez szegélyei” Építési Piac 2002.1 Budapest, 2002.. ISSN 1218-0084;
- Fülöp Zs., „Magas tetők tervezése és kivitelezése” Magyar Építéstechnika XL Évfolyam 7.szám Budapest 2002. ISSN 1216 6022;
- Fülöp Zs., „Korszerű magas tetőfedések követelményei” Tetőfedő anyagok, héjazatok I. é. Budapest, Info -Prod Kiadó, 2002. ISSN 1587-6853;
- Fülöp Zs., „Magas tető fedések vízelvezetése” Tetőfedő anyagok, héjazatok II. évf. Budapest, Info -Prod Kiadó, 2003. ISSN 1587-6853;
- Zs. Fülöp, *Reconstruction of a period stone covered r.c. dome „Tomba”* WTA –International Journal for Technology and Applications in Building Maintenance and Monument Preservation Vol. 2. No 3, 2004. 323-336.oldal München, 2004. ISSN 1612-0159
- Zs. Fülöp, *A new waterproof system of an underground reconstructed historic theatre in Budapest* WTA –International Journal for Technology and Applications in Building Maintenance and Monument Preservation No 2, 2006. 261-272. oldal München, 2006. ISBN 3-937066-00-4

## Előadások

- Zs.Fülöp, „CIB TG25 Façade systems and technologies” conference: „New challenges of traditional wall cladding”, 1999. 04.12.
- Fülöp Zs. BME Környezetvédelmi konferencia: Épületek, épületszerkezetek környezetvédelmi szempontjainak kapcsolattrendszere. Budapest, 2004. március
- Zs.Fülöp, „Experiences of a reconstruction on a stone covered brick and r.c. dome from 1913.” WTA – Conference, Budapest 2004. ISBN 963 216 322 2
- Zs.Fülöp, “External surfaces of the high-tech buildings: membrane or barrier”-uia International Union Of Architects., „Science & High-Tech Facilities” 2006. Annual International Seminar & Members Meeting Budapest, 2006. 10. 6.
- Fülöp Zs. „Csapadékvíz elleni szigetelések” Gropius Zrt Belső Szakmai Továbbképzés, Budapest, 2006. 10. 07.
- Zs.Fülöp, “Holistic system of the structural education- the practice of interdisciplinarity” EAAE-ENHSA „Accommodating new Aspects of Interdisciplinary In Contemporary Construction teaching 5th Construction Teacher’s Sub-network Workshop School of Architecture, University IUAV Venice, Italy 23-25 November 2006.

## Pályázatok

- Fülöp Zs. (témafelelős, szakmai vezető) „Paraméterezett csomóponti mintatervek kifejlesztése korszerűsített hagyományos épületekhez CAD rendszerrel” Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság pályázat Engedély szám: 3512/911011 1993.
- Fülöp Zs. (a Tectum Kft képviselőjében) „Learning material on Environmentally Friendly Construction and Building (ENCOBUILD) A new international course” Leonardo da Vinci project 1999.
- Fülöp Zs. (az Alukol Kft képviselőjében) „Risks and safety on the active roofs” Decision Support Tool (DST) is the design stage of the active roofer to improve safety installation, maintenance and repair, and an evaluation of the works EUR-ACTIVE ROOFer EU-ÉMI Pályázat 2006.