



# **Az ipari épületek második élete és újrahasznosításuk folyamata**

PhD értekezés tézisei

Lepel Adrienn

Témavezető: Dr. Klafszky Emil

Konzulens: Dr. Kiss Jenő

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Építészmérnöki Kar

Építéskivitelezési Tanszék

Budapest, 2009



## **1. Bevezetés**

A városok fejlődését különböző földrajzi, társadalmi és gazdasági tényezők határozták meg, egyik lényeges tényező az ipar fejlődése. A XX. század második felében, Nyugat- Európában és az Amerikai Egyesült Államokban bekövetkezett ipari, gazdasági változások következtében számos üzem zárt be. A kiürült ipari területeket művészek, művész-csoportok „vették birtokukba” (Keresztély, 2004). Ezek a kezdeményezések később elfogadottá, az 1970-es évek végétől divatossá váltak, beindultak a piaci alapú fejlesztések (Soóki-Tóth, 2002). Az újrahhasznosítások egyre népszerűbbek és változatosabbak lettek.

Kelet- és Közép Európában, így Magyarországon a rendszerváltással párhuzamosan a nagyvállalatok szétestek vagy megszűntek. Ennek következtében sok az elhagyatott vagy rosszul hasznosított ipari létesítmény, ezek egy része igen közel esik a belvároshoz. A korábbi ipari területeken megjelentek a fejlesztők, a területek hasznosítása leggyakrabban az épületek bontásával jár együtt (Barta–Kukely, 2004). Mára hazánkban is elfogadott megoldássá vált az egykori üzemépületek, raktárak funkcióváltása, napjaink egyik érdekes építészeti-urbanisztikai feladata e területek, épületek rehabilitációja.

Az ipari épületek újrahhasznosítása komoly műszaki feladat, ami lehet értékvédelmi vagy ingatlanfejlesztési kezdeményezés, de az épület ezekben az esetekben esélyt kap a túlélésre. Újrahhasznosított ipari épületek, ezekhez kapcsolódó projektek bemutatása, a folyamatok elemzése, valamint az ehhez kapcsolódó (műszaki, gazdasági) vizsgálati-értékelési módszerek kidolgozása segíthet abban, hogy az értékes ipari épületek elkerüljék a lebontást. Ezért szükséges az újrahhasznosítás, és az alapjául szolgáló területek, épületek, azok szerkezeteinek, anyagainak, valamint a felújítás, megerősítés, egyéb műszaki beavatkozások technológiáinak vizsgálata.

### **1.1. Az értekezés lehatárolása**

Vizsgálatom egyes szakaszaiban a következő lehatárolásokat alkalmaztam:

- A városszerkezet, a környező területek és az újrahhasznosítás közötti kölcsönhatások vizsgálatát csak Budapestre korlátoztam. A főváros egykori ipari területeinek változatos helyzete lehetővé teszi a különféle tényezők hatásainak elemzését.
- Az építészeti, szerkezettani vizsgálataim során a XIX. század második felének és a XX. század első felének ipari építészetére koncentráltam. Viszonylag sok ipari épület maradt fenn ebből az időből, és ezekben az alkalmazott anyagok, szerkezetek változatossága jól elemezhető.
- A példák elemzésénél és összehasonlításánál megvalósult, ritkábban csak tervezett vagy megvalósulás alatt álló hazai és nemzetközi projekteket gyűjtöttem össze és vizsgáltam.

- Műszaki és gazdaságossági kérdések tekintetében az európai, leginkább magyar irodalomra támaszkodtam. A gazdaságosságot csak a műszaki beavatkozások tekintetében vizsgáltam.

Az *újrahasznosítás* alatt (hacsak másként nem jelölöm) minden esetben az épület újrahasznosítását értem, ami magába foglalja a részleges bontást, az átépítést és a bővítést is.

Értekezésemben a *barnamező* szó olyan elhagyott, alulhasznosított ipari, kereskedelmi vagy közlekedési területeket jelöl, amelyek újraélesztését valószínűsíthető szennyezettség nehezíti.

## **1.2. Az irodalomkutatás összefoglalása**

A feldolgozott hazai és a nemzetközi irodalom együttesen kiindulási, összehasonlítási alapot adhat a kutatás során, valamint módszertani kérdésekben is segítséget nyújt.

A Budapest város fejlődését ismertető művek mellett az ipartörténeti források is kitérnek a fővárosi ipar jellemzőire, a budapesti iparterületek kialakulása, változásai jól leírhatók. Budapest barnamezős területeinek méretét, elhelyezkedését, használatát vizsgálták és bemutatták, de a barnamezős területek megújulását vizsgáló források minimálisan foglalkoznak az épületek sorsát befolyásoló tényezőkkel.

Az egyes korokban az ipari építészettel, valamint épületszerkezettannal foglalkozó könyvek ajánlásai alapján átfogó kép kapható az alkalmazott szerkezetekről, a tér- és tömegformálás szempontjairól. Az épületdiagnosztikával, felújítással foglalkozó irodalom leginkább a lakóépületek szerkezeteivel foglalkozik. Az ipari építészetben jellegzetesen használt szerkezetek, építőanyagok meghatározása után a szükséges vizsgálati módszerek és az alkalmazható felújítási technológiák összegyűjthetők. *A források összevetésével az újrahasznosítás tárgya – az épületek helye, jellemző szerkezetei – és a lehetséges módszerek meghatározhatók, de erről összefoglaló tanulmány az irodalomban nem lelhető fel.*

Az ipari épületek újrahasznosítását elméleti oldalról ritkán dolgozzák fel, leginkább építészeti szempontból bemutatva közlik a megvalósult eredményt (funkció, forma, esetleg szerkezet), de beruházási kérdésekre, városszerkezeti hatásokra alig térnek ki. Az ipari épületek újrahasznosításával foglalkozó elméleti írások a megvalósítás előkészítése során felmerülő problémák, kérdések körét vizsgálják. *A különböző források különböző szempontok hangsúlyozásával mutatják be az újrahasznosítási projekteket. Az egyes közleményeken belül sincs egységes szempont-rendszer, tudatos, egyértelmű vizsgálati módszer az újrahasznosítások vizsgálatára, előkészítésére.* Hiányzik az információk szintézise, az adatok nem hasonlíthatók össze, általános következtetések, eredmények alapjául nem szolgálnak.

A gazdaságossági kérdések tekintetében az irodalom hiányossága, hogy a hasznosítás többletköltségeire csak utalnak, de ennek okairól nem készült részletes vizsgálat. Arra lehet következtetni, hogy az újrahasznosítás sok esetben drágább, de bizonyos körülmények között

megtakarítás érhető el. Az újrahasznosítás során szükséges döntéseknél a gazdaságosságon kívül további szempontokat (ökológiai, környezetpszichológiai) is szerepeltetni kell.

## **2. Az értekezés célja**

A barnamezős területek újrahasznosítása esetében sokszor a bontás mellett döntenek, még akkor is, ha az épületek állapota ezt nem feltétlenül indokolja. A nemzetközi és a (lassan gyarapodó) hazai példák bizonyítják, hogy az egykori ipari épületek újrahasznosítása is lehet sikeres. Az újrahasznosítással nem csupán az épített örökség védelme, de a fenntartható fejlődés szemlélete is érvényesül. Egy komplex vizsgálati módszer segítségével az ipari épületek újrahasznosításai különféle szempontok szerint rendszerezhető, elemezhető, összehasonlítható.

A kutatás célja az ipari épületek újrahasznosításának vizsgálatával az újrahasznosítás feltételeinek, összefüggéseinek feltárása:

1. Az újrahasznosítás folyamatának leírása;
2. A barnamezős területek megújulásának vizsgálata:
  - a. Városszerkezeti, urbanisztikai feltételek meghatározása;
  - b. A szennyezettség, kármentesítés hatásainak vizsgálata;
3. Az újrahasznosításra vonatkozó döntés műszaki-építészeti-urbanisztikai szempontjainak feltárása;
4. Az ipari épületek funkcióváltásának vizsgálata:
  - a. Vizsgálati szempontrendszer összeállítása az ipari épületek funkcióváltásának elemzéséhez;
  - b. Az újrahasznosítás, az új funkció és az épület egyes jellemzői közötti összefüggések meghatározása;
5. Az újrahasznosítással járó műszaki beavatkozások vizsgálata:
  - a. Az újrahasznosítás előtt álló ipari épületek jellemző szerkezeteinek, megoldásainak összegyűjtése és bemutatása;
  - b. Az alkalmazható, felújítási, megerősítési technológiák bemutatása;
  - c. A műszaki beavatkozásoknál alkalmazható legfontosabb építőanyagok értékelése;
6. A szükséges műszaki beavatkozások mértékének elemzése:
  - a. A beavatkozások mértékét jellemző osztályozások kialakítása;
  - b. Összefüggések feltárása a beavatkozások mértéke és az épületek egyes jellemzői között.

### **3. A kutatás módszere**

Az ipari területek, ipari épületek megújulása összetett folyamat, melynek során a területeket, az épületeket meghatározott szempontok szerint kell megvizsgálni – ennek megfelelően határoztam meg a kutatás folyamatát. A kutatás módszere elsősorban a szakirodalom publikált adatainak elemzésére, és a megvalósult újrahasznosítások vizsgálatára épül.

#### *3.1. Az ipari területek megújulásának urbanisztikai kérdései, kármentesítés*

A barnamezős területek sorsát befolyásoló tényezők, például a Fővárosi Településszerkezeti Terv, Budapest Városfejlesztési Konceptiója, a kijelölt területekre szabályozási és rendezési tervek tanulmányozása mellett a konkrét vizsgálatok tárgya: nagytéyi egykori *Metallochemia* területe és az *angyalföldi Váci út* térsége. A kijelölésben szerepet játszott a területek városszerkezeti helyzetének, a megújulás körülményeinek, szennyezettségének, valamint a beruházási kérdések különbözősége. Vizsgálom többek között a területek városszerkezeti jellemzőit (pl. közlekedés, környező funkciók, stb.), és ennek a várható funkciókra gyakorolt hatását, a kormányzat, az önkormányzatok fejlesztési céljait, eszközeit.

A kármentesítés folyamatát, hatásait az egykori ipari technológiák hatásainak vizsgálatától a kármentesítés utóellenőrzéséig, a hazai és nemzetközi szakirodalom, publikált esettanulmányok és helyszínen vizsgált műveletek (*Metallochemia*) segítségével írom le.

#### *3.2. Az épületekre vonatkozó vizsgálatok*

Az épületek építészeti jellemzőit európai, leginkább budapesti publikált vagy személyesen felkeresett példákon, és a kor ipari építészettel foglalkozó magyar és német nyelvű irodalmán keresztül vizsgálom. A gyakorlati megoldások és a szakirodalom információi segítségével összegyűjtöm és rendszerezem az épület állapotának, szükséges beavatkozásoknak a megállapítására vonatkozó vizsgálatokat. Az egyes ipari épületek történeti és építészeti értékének vizsgálatát egyrészt védett ipari épületek, másrészt az ipari örökség és az épített örökség védelmével foglalkozó irodalom segítségével végeztem.

#### *3.3. Ipari épületek funkcióváltásának vizsgálata*

Az újrahasznosítás során a funkcióválasztás szempontjait, az épület egyes tulajdonságainak az új funkcióra gyakorolt hatását leginkább tényleges projekteken lehet megvizsgálni, ezért folyamatban levő vagy befejezett, személyesen felkeresett vagy a szakirodalomban ismertett hazai és nemzetközi esettanulmányokat elemzek. Az építészeti szempontok mellett és a beruházó személyére vonatkozó szempontokat is figyelembe veszek.

#### *3.4. Az ipari épületekre jellemző építőanyagok és szerkezetek, az újrahasznosítás műszaki beavatkozásainak vizsgálata*

Bemutatom a gyakran használt építőanyagokat és a jellemzően alkalmazott épületszerkezeti megoldásokat, melyhez forrásként megépült épületek, korabeli tervek, épületszerkezeti és ipari építészettel foglalkozó szakkönyvek, mintakönyvek szolgálnak. Az újrahasznosításhoz

kapcsolható műszaki beavatkozások összegyűjtését és rendszerezését a felújítási, megerősítési és karbantartási technológiákkal foglalkozó szakirodalom és a gyakorlati megoldások összevetésével készítem.

Az ipari épületek felújítása, átépítése során alkalmazható legfontosabb építőanyagok vizsgálatának alapja a Független Ökológiai Központban elkészített ökológiai vizsgálat (FÖK, 2005). Ezt az anyagok beépítési- és költségjellemzőivel egészítem ki. A három elemzés eredményének súlyozott átlaga az ún. minőségi értékelőszám, amelynek segítségével rangsorolhatók az építőanyagok. Az összehasonlítás során az anyagokat közel azonos műszaki jellemzőjű szerkezetekben, egységre (m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, db) vetítve veszem figyelembe.

A Független Ökológiai Központ Alapítvány által készített ökológiai értékelésben (FÖK 2005) az anyagokat teljes életciklusra vizsgálták (nyersanyagként, előállítás során, beépítés során, használat közben és hulladékállapotban), az ökológiai jellemzőt (ÖJ) 0 (legrosszabb)-3 (legjobb) közötti pontszámmal látták el.

A beépítési jellemző azokat a szempontokat tartalmazza, amelyek a kivitelezés tervezése során az egyes technológiák, a felhasznált anyagok kiválasztásában szerepet játszanak (ezek a gépigény (*G*), létszámigény (*L*), szakemberigény (*SZ*) és a kivitelezés időigénye (*I*)). A beépítési jellemzők vizsgálatát az ÉN, ÉKN alapján készítettem (Terc, 2005). A beépítési jellemző (*BJ*) értéke 0-3 pont közötti:  $BJ = \alpha_{BG} \times G + \alpha_{BL} \times L + \alpha_{BSZ} \times SZ + \alpha_{BI} \times I$ ,

A műszaki beavatkozás költségei elsősorban az építőanyagtól, annak felhasználási módjától, a beépítés technológiájától függenek. A költségjellemzőket (anyagköltség – alapanyag (*A*), anyagköltség – segédanyagok (*S*) és munkadíjak (*M*)) a Terc Kft. Viking költségvetés készítő programjával a jellemző felhasználási módok figyelembe vételével határozom meg (Terc, 2005). A költségjellemző (*KJ*) értéke (az előzőekben leírtak alapján) 0-3 pont közötti:  $KJ = \alpha_{K1} \times A + \alpha_{K2} \times S + \alpha_{K3} \times M$ ,

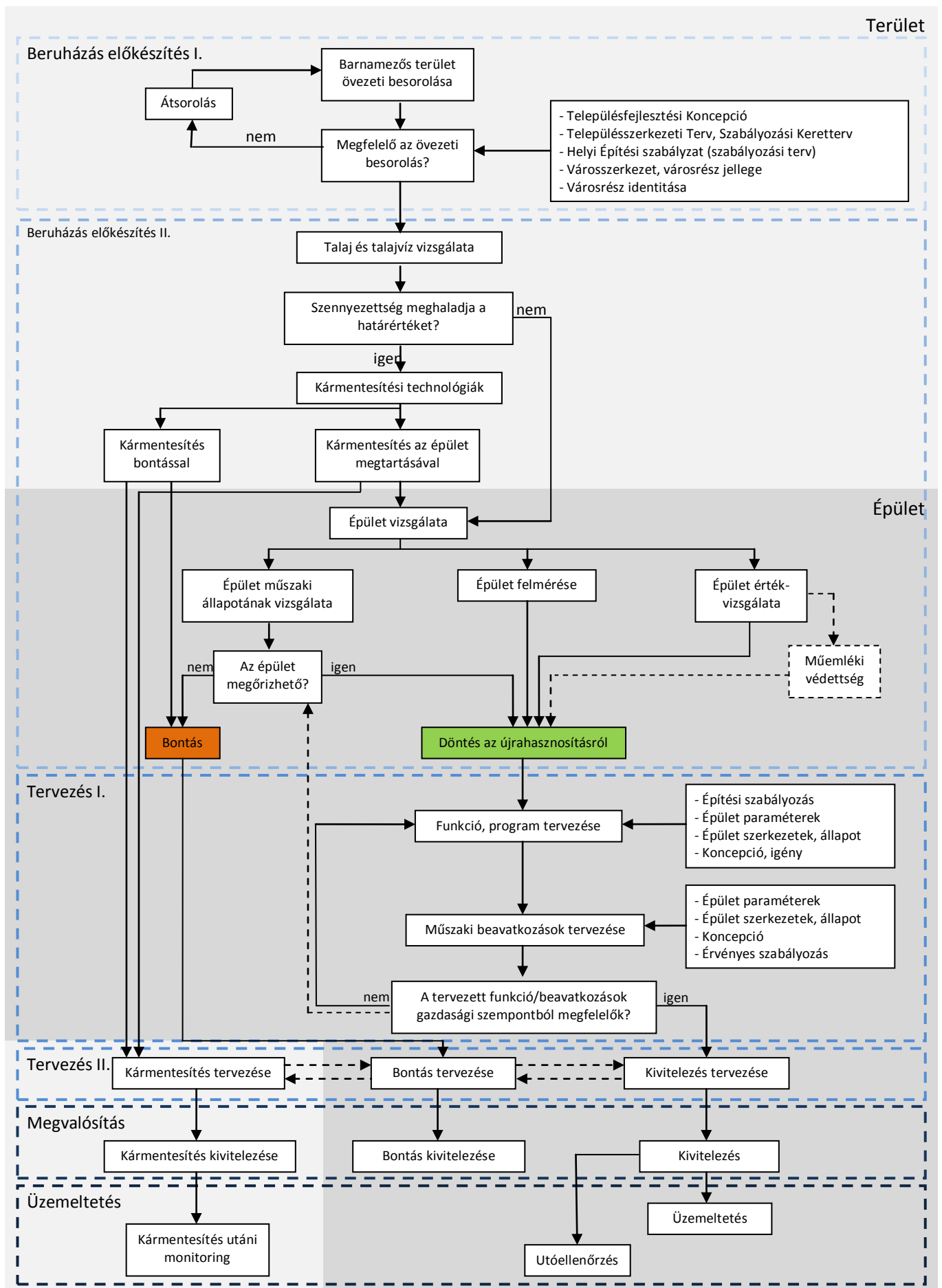
A három jellemzőt összesítő minőségi értékelőszám (*MÉ*), egy 0-3 közötti érték, ahol a 0 a legrosszabb, és a 3 a legjobb eredményt jelöli:

$$MÉ = \alpha_{\text{Ö}} \times \text{ÖJ} + \alpha_{\text{B}} \times \text{BJ} + \alpha_{\text{K}} \times \text{KJ}.$$

A számításokban a súlyszámokat ( $\alpha_{BG}$ ,  $\alpha_{BL}$ ,  $\alpha_{BSZ}$ ,  $\alpha_{BI}$ ,  $\alpha_{KA}$ ,  $\alpha_{KS}$ ,  $\alpha_{KM}$ ,  $\alpha_{\text{Ö}}$ ,  $\alpha_{\text{B}}$ ,  $\alpha_{\text{K}}$ ) különböző befektetői preferenciák szerint határozom meg.

### 3.5. A tervezett funkció, beavatkozások gazdasági ellenőrzése

Az újrahaznosítás során jellemzően alkalmazott műszaki beavatkozások elemzése a korábban a funkcióváltás vizsgálata során feldolgozott példák osztályozásával lehetséges. Ehhez Neddermann (2005) épületszerkezetekre vonatkozó hibaosztályainak kiterjesztésével meghatározhatók az épületre vonatkozó beavatkozási osztályok. A korábban kidolgozott funkciócsoportok, elhelyezkedési és műemléki kategóriák adják a vizsgálat további szempontjait.



1. ábra – Ipari épületek újrahaznosításának építészeti-műszaki kérdései



#### **4. Új tudományos eredmények**

*1. Tézis: Vizsgálataimmal igazoltam, hogy a barnamezős területek megújulásának folyamatát Budapesten elsősorban az alábbi két tényező határozza meg:*

- A területek városszerkezeti helyzete: a barnamezős területek megújulása elsődlegesen a belvárosból való megközelíthetőségtől függ.*
- A kármentesítés költsége: a kármentesítés különböző beavatkozási technológiai biztosítani tudják az újrahasznosítás műszaki feltételeit, azonban egyes esetekben magas költségigényük akadályozza a megújulást. (Lepel, 2006a)*

A barnamezős területek sorsát a telek, a tömb jellemzői jelentősen befolyásolják. A területek megújulásában lényeges tényező a városszerkezeti helyzet, mivel az újrahasznosításnak összhangban kell lennie a meglévő városszerkezettel, és a városszerkezet tervezett fejlődésével. Ongertth (2003) tanulmányában a megújulás gyorsaságát a belvárostól való fizikai távolsággal hozza összefüggésbe. A kiválasztott területek vizsgálata során (Értekezés 4.1., 5.1. fejezet, Lepel, 2006a) megfigyeltem, hogy elsődlegesen nem a térbeli távolság a döntő, hanem a területek megközelíthetősége. Ezt támasztja alá, hogy egy tömbön belül is jelentős eltérés lehet a tömb főút felőli és a mellékút felőli részének megújulásában. A Váci út 169-177. tömb Váci út felőli oldalának megújulása befejezettnek tekinthető, míg a Madarász utcai oldal rehabilitációja még el sem kezdődött. Megfigyelhető, hogy a leggyorsabban megújult területeken a telkek hasznosítása nem járt együtt az épületek hasznosításával.

A kármentesítés műszaki beavatkozásainak összefoglalása rámutat arra, hogy a beavatkozások jelentős része (például az összes in situ megoldás) a területen álló épületek megőrzése mellett is kivitelezhető. (Értekezés 4.2. fejezet és 3. függelék.) A területek vélt vagy valós szennyezettsége akadályozza a megújulást, értékcsökkenést okoz (Barta, 2002; Hornsby–Sawchuck, 1999). Ha ennek oka nem technológiai eredetű, akkor a kármentesítés költségigénye az, ami ezt a negatív hatást eredményezi. A Metallochemia szarkofágos kármentesítése valószínűleg kivitelezhető lett volna egyes épületek megtartásával, de a terület szennyezettségén túl a szerkezetek szennyezettsége, valamint az új funkció is indokolta a bontást.

*2. Tézis: A kutatásom alapján megállapítottam, hogy az ipari területek funkcióvesztése utáni az épületek sorsát a*

- a területre vonatkozó különböző szintű rendezési tervek,*
- az épületek építészeti illetve történeti értéke, műemléki védettsége,*
- a terület szennyezettsége, ennek megfelelő kármentesítési módok és ezek költsége,*
- az épület szerkezeteinek állapota*

*határozza meg.*

Az újrahasznosításról a döntést műszaki, jogi és gazdasági szempontok figyelembevételével kell meghozni. A műszaki szempontok közé sorolhatók a területek urbanisztikai jellemzői, az

épület és szerkezeti elemeinek, a talaj és a felszín alatti vizek szennyezettsége, az épületek jellemzői mint az épület történeti és építészeti értékei, a rendelkezésre álló terek mérete és formája, valamint az építőanyagok, szerkezetek és azok állapota. A területre vonatkozó vizsgálatokat az Értékezés 4.1. és 4.2. fejezete, az épületekre vonatkozó vizsgálatokat a 4.3. fejezete foglalja össze. Azt, hogy lehetséges-e, érdemes-e a megőrzés, a következő műszaki-építészeti-urbanisztikai szempontok határozzák meg (Értékezés 4.4. fejezet):

- A területre vonatkozó településrendezési tervek: ha a telken olyan funkciót, beépítést írnak elő, amely az épület megőrzésével nem teljesíthető, vagy ha javasolják vagy előírják egyes épületek megtartását, amellyel az ipari örökség védelmét biztosítják.
- Az épület építészeti illetve történeti értéke, ami védettséget is eredményezhet.
- Az épületek bontását az épületszerkezetek szennyezettsége indokolhatja.
- Az építőanyagok, épületszerkezetek közül elsősorban a tartószerkezetek, valamint a határoló szerkezetek állapota befolyásolja a megőrzésre, újrahasznosításra vonatkozó döntést. A tartószerkezetek megfelelő, tűrhető vagy veszélyes minősítési kategóriákba sorolhatók. Veszélyes, életveszélyes állapot esetén a veszélyt el kell hárítani – a veszélyelhárítás egyik módja az épület lebontása (Dulácska, 2008).
- Az épületek további jellemzői, úgy mint az elhelyezkedésük, méretük, alaprajzi rendszerük.

Minden esetben mérlegelni kell, hogy a felmerülő problémák *kizárólag* bontással oldhatók-e meg, különösen kiemelkedő történeti illetve építészeti értékkel bíró épület esetén.

*3. Tézis: Kutatásom során létrehoztam egy olyan vizsgálati módszert, amely lehetővé teszi az ipari épületek funkcióváltásának építészeti-urbanisztikai-fejlesztési szempontú elemzését, értékelését. Az épület-funkció megfelelési mátrix lehetőséget ad az összegyűjtött példák összevetésére, statisztikai jellegű vizsgálatára. Ennek alapján megállapítottam, hogy összefüggés mutatható ki:*

- az új funkció és a városszerkezeti hely,
- az új funkció és az alaprajzi rendszer,
- az új funkció és a védettség között. (Lepel, 2006b és 2006c)

Az épület-funkció megfelelési mátrix (Értékezés 4.5.10. fejezet: 4. táblázat, 5.3. fejezet: 26. és 27. táblázat, valamint Lepel 2006b, és 2006c) tartalmazza a funkciócsoportokat:

- |                               |                                             |
|-------------------------------|---------------------------------------------|
| – Lakófunkció;                | – Kulturális – kiállítás, előadás, oktatás; |
| – Iroda;                      | – Szabadidő, sport;                         |
| – Kereskedelem, szolgáltatás; | – Vegyes;                                   |
| – Ipar, raktározás;           | – Egyéb                                     |

valamint az épület egyes jellemzőit:

- az épület elhelyezkedését – három városszerkezeti zónát (Értékezés 4.1. fejezet);
- az épület történeti és építészeti értékét (Értékezés 4.3.3. fejezet);

- az épület alaprajzi rendszerét (Értekezés 4.3.1. fejezet);
- a beruházó személyét.

Épület-funkció megfelelés: Az épület-jellemzők és a funkció összefüggése a példák elemzése alapján.	Lakófunkció	Ipar, raktározás	Iroda	Kereskedelem, szolgáltatás	Kulturális - kiállítás	Kulturális - előadás	Kulturális - oktatás	Szabadidő, sport	Vegyes	Egyéb	Összesen
Épület elhelyezkedése, környezete											
Belső zóna	7	0	5	2	3	3	3	4	1	0	28
Átmeneti zóna	6	5	2	8	7	4	4	5	11	1	53
Külső zóna	4	6	2	2	2	1	1	4	5	0	27
Az épület történeti, építészeti értéke											
Műemlék (védelem) – történeti, építészeti érték	5	5	2	5	5	3	3	2	11	0	41
Nem műemlék – történeti, építészeti értékkel	6	2	5	5	6	3	0	6	2	0	35
Nincs kiemelkedő történeti, építészeti érték	6	4	2	2	1	2	5	5	4	1	32
Az épület alaprajzi rendszere											
Földszintes egytengelyű (x)	0	2	1	1	2	4	0	4	0	0	14
Földszintes kéttengelyű (x; y)	1	0	0	4	1	0	0	0	0	0	6
Többszintes egytengelyű (x; z)	10	5	4	4	3	1	2	3	6	0	38
Többszintes kéttengelyű (x; y; z)	4	1	2	1	3	2	3	1	2	0	19
Speciális	1	0	2	0	1	0	0	3	1	0	8
Összetett	1	3	0	2	2	1	3	2	8	1	23
Tulajdonos, projektgazda											
Magán	4	3	7	10	2	0	0	2	4	0	32
Állami, önkormányzati	2	0	1	0	4	2	6	3	1	0	19
PPP, állami támogatású projektek	11	8	1	2	6	6	2	8	12	1	57
Összesen	17	11	9	12	12	8	8	13	17	1	

1. táblázat – Az ismert hazai és nemzetközi példák épület-funkció szerinti besorolása (A táblázatban szereplő számok az adott kategóriába sorolható példák darabszámát jelölik.)

A hazai és nemzetközi újrahasznosítási példák mátrixba rendezésével (1. táblázat) a következő eredményeket kaptam (Értekezés 5.3. fejezet):

- Az újrahasznosított ipari épületek nagy hányada (a feldolgozott példák 49%-a) az átmeneti zónában található. Ezt indokolja az épületek eredeti elhelyezkedése, de az átmeneti zónában tapasztalható nagyobb hasznosítási hajlandóságra is következtethetünk belőle.
- Az újrahasznosításban a többszintes épületek aránya (az összes megvizsgált példa 52,3%-a) nagyon magas. A többszintes egytengelyű épületek újrahasznosítása a legjellemzőbb (34,6%). A többszintes épületek újrahasznosítását a fajlagosan nagyobb hasznos terület, a városi területhasználat, beépítéshez jobban illeszkedő kialakítás indokolja. Kiemelkedően magas a vizsgált esetek között a lakófunkció a többszintes egytengelyű épületekben (a lakóépületek 58,8%-a).

- A kiemelkedő (védettséget eredményező) építészeti, történeti érték nem jelent előnyt az újrahasznosítás során: a megvizsgált eseteknek csak 38%-a védett. A kiemelkedő történeti, építészeti értékkel nem rendelkező épületek a teljes vizsgált állomány 29%-át teszik ki. A Nyugat-európai országokban nagyobb hagyományai vannak az ipari örökség védelmének, és a műemlékek presztízs-értéke is magasabb. A magyar példák aránya közel azonos a védett épületek körében, mint a vizsgált épületek teljes halmazában.

4. Tézis: Kutatásom során kialakítottam egy olyan vizsgálati módszert, melyben az újrahasznosítás műszaki beavatkozásaihoz szükséges legfontosabb építőanyagok meglévő ökológiai értékelését olyan minőségi értékelőszámmal egészítettem ki, amely figyelembe veszi a beépítési- és a költségjellemzőket is. Ez lehetőséget ad az egyes szerkezeti elemeknél a legkedvezőbb építőanyagok kiválasztására. (Lepel, 2004)

Az újrahasznosítás tervezése során az építőanyagok közötti választás több tényező mérlegelésével történik. A Minőségi Értékelőszám (MÉ) definiálásával

$$MÉ = \alpha_{\text{Ö}} \times \text{ÖJ} + \alpha_{\text{B}} \times \text{BJ} + \alpha_{\text{K}} \times \text{KJ}$$

nem csupán a beépíthetőség és a költség kap szerepet, hanem a fenntartható fejlődés szellemében az anyagok ökológiai jellemzője is, a döntéshozó preferenciáinak megfelelően. Az adott szerkezeti elemben felhasználható építőanyagok értékeléséhez a 2. táblázatban látható szempontok és súlyozási rendszerek alkalmazhatók (3.6. és 4.6. fejezet, és Lepel, 2004). A különböző szerkezeti elemek javításánál használható építőanyagok jellemzőit az értekezés 9., 11., 15., 17., 19., 21., 23. táblázataikban és az 5. függelékben foglaltam össze.

Jelölés	Jellemző	Értékelés módja	S1	S2	S3	S4	S5
ÖJ	Ökológiai jellemző (FÖK, 2005)	Pontozással 0 és 3 között, ahol 0 a legrosszabb, és 3 a legjobb eredmény *: pontozással 1 és 3 között	50	25	20	20	30
BJ	Beépítési jellemző (Terc, 2005)		25	50	50	30	35
G	Gépigény		25	10	40	25	25
L	Létszámgigény		20	10	10	20	20
SZ	Szakemberigény		25	10	40	25	25
I	Időigény		30	70	10	30	30
KJ	Költségjellemző (Terc, 2005)		25	25	30	50	35
A	Anyagköltség*		35	35	35	35	35
S	Segédanyagok költsége		30	30	30	30	30
M	Munkadíjak*		35	35	35	35	35

2. táblázat – Az építőanyagok értékelésének szempontjai és súlyszámai

Példaként az alapozás, a födémek anyagainak, a tetőszerkezetek és fedések (3., 4. és 5. táblázat) értékelése az s4: Közel kiegyensúlyozott, átlagos befektetői szemlélet alapján:

Alapok anyagai	Anyagjellemző*, élettartam, év	ÖJ Ökológiai jellemző*, pont	BJ Beépítési jellemző**, pont	KJ Költség- jellemző**, pont	MÉ Minőségi értékelés**, pont
Helyi kő	100	1,58	2,15	2,00	1,96
Bontott téglá	50	2,00	2,46	1,30	1,79
Vasbeton	80	1,93	2,23	1,97	2,04
Beton	80	1,92	2,30	2,54	2,34

\*(FÖK 2005); \*\*számított adatok.

3. táblázat - Az alapozás anyagainak értékelése

Födémanyagok	Anyagjellemző*, testsűrűség, kg/m <sup>3</sup>	ÖJ Ökológiai jellemző*, pont	BJ Beépítési jellemző**, pont	KJ Költség- jellemző**, pont	MÉ Minőségi értékelés**, pont
Fafödém	600	2,53	2,23	2,70	2,53
Előregyártott födém	1300	2,03	2,50	2,38	2,35
Vb. födém	2400	1,93	2,23	1,97	2,04
Poroszsüveg boltozat (téglá)	1800	1,90	1,60	1,68	1,70
Acél megerősítés	n.j.	2,50***	2,33	1,84	2,12

\*(FÖK 2005); \*\*számított adatok; \*\*\*becsült adat; n.j.: nem jellemző érték.

4. táblázat – Födémek anyagainak értékelése

Anyagok	Anyagjellemző*, testsűrűség, kg/m <sup>3</sup>	ÖJ Ökológiai jellemző*, pont	BJ Beépítési jellemző**, pont	KJ Költség- jellemző**, pont	MÉ Minőségi értékelés**, pont
Tetőszerkezetek					
Fa	600	2,40	2,35	2,94	2,66
Acél	7900	1,25	2,50	1,57	1,79
Acél-fa	7800	2,00	2,38	2,24	2,23
Vasbeton	2400	1,93	2,23	1,97	2,04
Fedések					
Égetett cserép	2500	2,40	2,35	2,91	2,64
Betoncserép	2400	2,23	2,35	2,84	2,57
Alumíniumlemez	2700	1,06	2,83	2,51	2,32
Acéllemez	7500	1,25	2,83	2,51	2,35
Mesterséges pala	1800	1,70	2,35	2,68	2,39
Bitumenes zindely	1000	1,63	2,18	2,34	2,15
Titán-cink	7200	1,10***	2,35	1,00	1,43
Bitumenes lemez	n.a.	1,58	2,20	2,00	1,98
EPDM lemez	n.a.	2,00	2,50	2,60	2,45
Műanyag lemez	600	1,25	2,55	1,93	1,98

\*(FÖK 2005); \*\*számított adatok; \*\*\*becsült adat; n.a.: nincs adat.

5. táblázat – Tetőszerkezetek és fedések értékelése

5. Tézis: A kutatásom során szükségesnek tartottam egy olyan vizsgálati módszer kidolgozását, amely az újrahasznosítással járó műszaki beavatkozások osztályozásával statisztikai jellegű numerikus adatot ad a beavatkozás jellemző mértékére. Az így kialakított módszer segítségével megállapítottam, hogy összefüggés mutatható ki:

- a beavatkozások mértéke és az új funkció,
- a beavatkozások mértéke és az épület alaprajzi rendszere között.

Az újrahasznosítás során alkalmazható beavatkozások mértékét leíró *beavatkozási osztályok* és a kiválasztott műszaki-építészeti-urbanisztikai jellemzők az épület-funkció mátrixhoz hasonlóan vizsgálhatók (Értekezés 4.7. és 5.5. fejezet). A táblázat tartalmazza a beavatkozási osztályokat:

- I. beavatkozási osztály: tisztítás, hibajavítás – leginkább a felületek, burkolatok, tető, nyílászárók javítása szükséges. Tartószerkezeti beavatkozás nincs.
- II. beavatkozási osztály: hibajavítás, helyreállítás, kevés csere, új szerkezet – ez utóbbi leginkább a burkolatok, nyílászárók, gépészeti berendezések és hálózatok körében. Kis tartószerkezeti beavatkozás (javítás) szükséges lehet.
- III. beavatkozási osztály: jelentős javítási igény, a szerkezetek pótlása, cseréje, új szerkezetek kialakítása nagyobb mértékű (pl. szigetelések cseréje, új válaszfalak). Kisebb tartószerkezeti megerősítések.
- IV. beavatkozási osztály: az új szerkezetek aránya (pótlás, csere) nagyobb, mint a régi szerkezeteké (felújítás javítás). Jelentősebb tartószerkezeti beavatkozásra (pl. új földemszakaszok elkészítése) is szükség lehet.
- V. beavatkozási osztály: az új szerkezetek aránya lényegesen meghaladja a javított régi szerkezetekét – ide tartozik például a tartószerkezet cseréje.
- /A jel: a régi épület(rész) mellett teljesen új épületrészek is létrejönnek. Az új építés költségei a felújítástól függetlenül számíthatók.
- /B jel: a régi épület egy részét elbontják. A javítási, helyreállítási, átalakítási költség helyett részben csak bontási költség jelentkezik.

valamint az újrahasznosítás következő jellemzőit:

- az épület elhelyezkedése (Értekezés 4.1. fejezet);
- az épület történeti és építészeti értéke (Értekezés 4.3.3. fejezet);
- az épület alaprajzi rendszere (Értekezés 4.3.1. fejezet);
- az épület új funkciója (Értekezés 2.5 fejezet).

A hazai és nemzetközi példák elhelyezhetők a mátrixban (6. táblázat), és ennek alapján a következő összefüggések írhatók le:

- Az ipari épületek újrahasznosításánál az építési munkák jellemzően a II. és III. beavatkozási osztályba sorolhatók (35 és 34%). Minimális beavatkozással való hasznosításra (I. beavatkozási osztály) az esetek 10%-ban volt lehetőség, leginkább

ipari funkció esetén. Maximális, V. beavatkozási osztályba sorolható átépítést csak a lakó, irodai kereskedelmi és vegyes funkciók esetén végeztek.

- Az I. beavatkozási osztályba sorolható újrahaznosítások jellemzően egytengelyű (földszintes és többszintes) épületekben valósultak meg. Ez további magyarázattal szolgál a többszintes egytengelyű épületek újrahaznosításának magas arányára.

Elvégzett statisztikai elemzések és számításaim alapján a beavatkozási osztályok mellé költséghatárok is rendelhetők.

Újrahaznosított ipari épületeken végzett beavatkozások vizsgálati mátrixa	I.	II.	III.	IV	V.	A	B	Σ
<b>Épület elhelyezkedése, környezete</b>								
Belső zóna	1	7	11	4	2	3	2	25
Átmeneti zóna	3	18	17	4	3	5	3	45
Külső zóna	6	9	4	3	1	2	2	23
<b>Az épület történeti, építészeti értéke</b>								
Műemlék (védett)	3	10	6	2	1	1	1	22
Nem műemlék – tört. vagy építészeti értékkel	5	11	15	6	4	5	3	41
Nincs kiemelkedő történeti, építészeti érték	2	13	12	7	3	3	3	37
<b>Az épület alaprajzi rendszere</b>								
Földszintes egytengelyű (x)	4	6	4	6	2	3	1	22
Földszintes kéttengelyű (x; y)	0	2	1	0	0	2	1	3
Többszintes egytengelyű (x; z)	4	14	13	1	2	4	3	34
Többszintes kéttengelyű (x; y; z)	0	2	7	3	1	0	3	13
Speciális	2	0	3	4	1	1	0	10
Összetett	0	11	6	0	1	1	1	18
<b>Funkciócsoport</b>								
Lakófunkció	0	3	7	2	1	2	5	13
Ipar, raktározás	4	6	0	0	0	0	0	10
Iroda	0	2	4	1	2	1	1	9
Kereskedelem, szolgáltatás	2	4	1	2	1	0	0	10
Kulturális - kiállítás	1	6	2	0	0	2	0	9
Kulturális - előadás	1	6	3	3	0	1	0	13
Kulturális - oktatás	0	2	5	1	0	2	0	8
Szabadidő, sport	1	1	2	2	0	1	1	6
Vegyes	1	5	10	2	3	2	2	21
Egyéb	0	0	0	1	0	0	0	1
<b>Összesen</b>	<b>10</b>	<b>35</b>	<b>34</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	

6. táblázat – Az ismert hazai és nemzetközi példák beavatkozási osztályba sorolása (A táblázatban szereplő számok az adott kategóriába sorolható példák darabszámát jelölik.)

## **5. Az értekezés eredményeinek gyakorlati hasznosíthatósága**

Kutatásom során mindvégig törekedtem arra, hogy az általam alkalmazott vizsgálati módszerek és eredmények elméleti és gyakorlati szempontból is hasznosíthatók legyenek. Dolgozatom hiánypótló, mert eddig nem volt az ipari épületek optimális újrahaznosítását elősegítő magyar nyelvű összefoglaló tanulmány.

Az értekezésben bemutatott módszereket és eredményeket az újrahaznosítási folyamat számos résztvevője (önkormányzatok, fejlesztők, pályázatot értékelő szakemberek, tervezők) alkalmazhatja. A barnamezős területek megújulási folyamatában leginkább a barnamezős területek vizsgálata, valamint a kármentesítés bemutatása a alkalmazható legszélesebb körben, de a rehabilitáció előkészítésében a megőrzendő épületek kijelölésében az épületek értékvizsgálata és a bemutatott esettanulmányok is használhatók. Az általam kidolgozott vizsgálati szempontok és kategóriák, a hozzájuk tartozó adatlap felhasználásával egy értékvédelmi kataszter alakítható ki, amely elősegíti az ipari épületek optimális megőrzését, újrahaznosítását, a folyamatok kontrollálását.

Ipartelepek és egyes épületek újrahaznosításának különböző szakaszaiban a vonatkozó fejezetek információt adnak a résztvevők (befektetők, tervezők, tanácsadók, kivitelezők, hatóságok, stb.) számára. A beruházás előkészítés szakaszaiban mind a területre, mind az épületre bemutatott vizsgálatok az újrahaznosításra vonatkozó döntés előkészítésében kapnak szerepet.

A tervezés során az épület-funkció megfelelési vizsgálatok és ezek eredményei a koncepcióalkotásban, a funkció kiválasztásában nyújtanak segítséget. Ezeket az eredményeket azonban az újrahaznosításkor, és a fenntartható fejlődés szellemében új ipari épületek tervezésénél is célszerű figyelembe venni, gondolva a majdani újrahaznosíthatóságra.

A jellemző szerkezetek gyűjteménye, a felújítási-átépítési igények és technológiák ismertetése közvetlenül használhatók az ipari épületek rekonstrukciója (épületdiagnosztikai vizsgálatok, műszaki beavatkozások tervezése és kivitelezése) valamint karbantartása során. Az építőanyagok összetett értékelésének módszere és eredményei a döntés előkészítés során, a műszaki beavatkozás tervezésekor, és a kivitelezés közben is használhatók.

A megvalósult projektek bemutatása mind a magán, mind az állami szereplők szemléletét tágtítja, és így az egykori ipari épületek továbbélésének esélyeit növeli.



## **6. Kitekintés és jövőbeni kutatási feladatok**

A kutatás során számos példát megvizsgáltam, értékeltem. Az újrahasznosítások számának növekedésével a vizsgálható projektek köre folyamatosan bővül. Az eddigi eredmények szélesebb körben való értelmezéséhez, finomításához, pontosításához, a kutatás folytatásaként *további esettanulmányok feldolgoása* szükséges.

Az újrahasznosítással járó műszaki beavatkozások vizsgálatának célszerű kiegészítése lenne *a beavatkozások költségeinek számszerű vizsgálata*, adatbázis kialakítása. Ehhez nagymennyiségű újrahasznosítási projekt költség-adataira lenne szükség, amelyek a magánberuházások jellegéből fakadóan kevésbé hozzáférhetők.

A felújítási, rekonstrukciós *technológiák* összehasonlítása, értékelése is elvégezhető lenne az anyagok értékeléséhez hasonlóan. Ebben a kivitelezési és költség-jellemzők mellett a felhasznált anyagok, segédanyagok ökológiai jellemzésére valamint a technológiák ökológiai értékelésére is szükség lenne. Az építőanyagok ökológiai vizsgálata tartalmazza a beépítés energiatartalmát és káros anyag kibocsátását, de ez beépítési módonként, technológiánként, kivitelezésenként eltérő. Az egyes technológiák ökológiai jellemzőire a vizsgálat elvégzése idején nem találtam adatot.

Gyakorlati haszonnal járna az újrahasznosítást megelőző épületvizsgálatok – a műemléki és épületdiagnosztikai vizsgálatok – rendszerének részletesebb kidolgoása. További vizsgálati lehetőséget jelent a kivitelezés speciális kérdéseinek feltárása.

## **7. Köszönetnyilvánítás**

Köszönettel tartozom Klafszy Emilnek és Kiss Jenőnek a folyamatos segítségért és az építő bírálatokért. Köszönöm Gyulay Juditnak a szakmai és emberi támogatást, Mályusz Leventének, valamint az Építéskivitelezési Tanszék minden munkatársának a szakmai irányítást és bátorítást. Köszönöm Józsa Zsuzsannának, Krähling Jánosnak, Mezős Tamásnak és Kiss Ritának a hasznos tanácsokat.

Köszönöm családomnak, hogy munkámban támogattak, bátorítottak.

## 8. Hivatkozások a tézisfűzetben

- Barta, 2002** – Barta Gy. (témavezető): Gazdasági átalakulás Budapest rozsdáövezetében. MTA Regionális Kutatások Központja Közép- és Észak-Magyarországi Tudományos Intézet, Budapesti Osztály, Budapest, 2002.
- Barta–Kukely, 2004** – Barta Gy.; Kukely Gy. A budapesti ipar az államszocializmusban és bukása idején in: A budapesti barnaövezet megújulási esélyei (Szerk. Barta Gy.) MTA Társadalomkutató központ, Budapest 2004. pp. 35-54
- Dulácska, 2008** – Dulácska E. (szerk): Épületek tartószerkezeteinek diagnosztikája és rekonstrukciója (Jegyzet építészmérnök hallgatók részére). Budapest, BME Építészmérnöki Kar Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék, 2008.
- FÖK, 2005** – [www.foek.hu/korkep/epanyag/5-0-.html](http://www.foek.hu/korkep/epanyag/5-0-.html), 2005.
- Hornsby–Sawchuck, 1999** – Hornsby, M. L., Sawchuck, P. W.: Brownfield redevelopment of Koppers Seaboard site in Kearny, New Jersey. Practice Periodical of Hazardous Toxic and Radioactive Waste Management 3 (1999) 2 pp. 88-93.
- Keresztély, 2004** – Keresztély K.: Ipari épületek kulturális célú hasznosítása Budapesten, in: A budapesti barnaövezet megújulási esélyei, MTA Társadalomkutató Központ, Budapest, 2004. pp.221-236
- Neddermann, 2005** – Neddermann, R.: Kostenermittlung im Altbau Aktuelle Baupreise, Rechtliche Grundlagen, Technische Beurteilung 3. Auflage Werner Verlag, 2005.
- Ongerth, 2003** – Témavezető: Ongerth R.: Javaslat Budapest rozsdáövezetének rehabilitációs koncepciójára. Budapest, Studio Metropolitana Kht., Ecorys Magyarország Kft. 2003.
- Soóki-Tóth–Sütő, 2002** – Soóki-Tóth G., Sütő A. B.: Loft program, Ecorys Magyarország, Naos Consulting, Budapest, 2002.
- Terc, 2005** – Terc Kft: Viking Költségvetés Készítő Program. 2005.

## 9. Az értekezés témakörében készült publikációk jegyzéke

- Ipari épületek, ipari területek változása Budapesten, Magyar Építőipar 53 (2003) 11-12 pp. 302-311
- Utilization of industrial halls – theoretical approach in aspects of People-environment studies (angol nyelven) Építészeti Bulletin, BME 2004. pp. 79-89
- Lepel, 2004** – Az ipari épületek funkcióváltásából adódó építési munkák anyagainak értékelése Magyar Építőipar 54 (2004) IV. pp. 200-210
- Ipari épületek hasznosításának környezetpszichológiai vonatkozásai, Utóirat – Post Scriptum (A Régi-új Magyar Építőművészet melléklete) IV. (2004) 2 pp. 12-16
- Régi ipari épületek hasznosításának megoldásai, Építőmester 2005 március-április pp.18-22
- Lepel, 2006a** – A budapesti barnamezős területek újrahhasznosítása, Építés-Építészettudomány 34 (2006) 1-2 pp. 121-148
- Lepel, 2006b** – Ipari épületek funkcióváltásának vizsgálata, Magyar Építőipar 56 (2006) II. pp. 89-98
- Characteristic structures of the industrial buildings from the XIX-XX centuries and technical interventions for the re-utilization, Facta Universitatis Series: Architecture and Civil Engineering Vol. 4, (2006) No 1 pp. 1 – 17
- Lepel, 2006c** – Changing the function of industrial buildings – survey, Facta Universitatis Series: Architecture and Civil Engineering Vol. 4, (2006) No 2 pp. 71 – 84