



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

PhD értekezés nyilvános védésre

Lepel Adrienn

|                              |
|------------------------------|
| Témavezető: Dr. Klafszy Emil |
|------------------------------|

|                          |
|--------------------------|
| Konzulens: Dr. Kiss Jenő |
|--------------------------|

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Építészmérnöki Kar

Építéskivitelezési Tanszék

Budapest, 2009

## Tartalomjegyzék

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.Bevezetés .....                                                                                                       | 1  |
| 1.1. Az értekezés lehatárolása .....                                                                                    | 2  |
| 1.2. Irodalomkutatás eredményei .....                                                                                   | 2  |
| 1.2.1. A budapesti ipari területek története.....                                                                       | 3  |
| 1.2.2. Barnamezős területek problémái .....                                                                             | 5  |
| 1.2.3. Ipari építészet, épületszerkezetek, építőanyagok a XIX. század második felétől.....                              | 10 |
| 1.2.4. Épületek felújítása, rekonstrukciója .....                                                                       | 13 |
| 1.2.5. Ipari épületek újrahasznosítása.....                                                                             | 22 |
| 1.2.6. Gazdaságossági kérdések.....                                                                                     | 25 |
| 1.2.7. Műemléki kérdések .....                                                                                          | 25 |
| 1.2.8. Környezetszichológia .....                                                                                       | 27 |
| 1.3. Az irodalomkutatás értékelése.....                                                                                 | 28 |
| 2. Az értekezés célja .....                                                                                             | 30 |
| 3. A kutatás módszere .....                                                                                             | 31 |
| 3.1. Az ipari területek megújulásának urbanisztikai kérdései .....                                                      | 31 |
| 3.2. Barnamezős területek kármentesítése.....                                                                           | 31 |
| 3.3. Az épületekre vonatkozó vizsgálatok .....                                                                          | 32 |
| 3.4. Ipari épületek funkcióváltásának vizsgálata .....                                                                  | 32 |
| 3.5. Az ipari épületek szerkezeteinek, építőanyagainak, és az újrahasznosítás műszaki beavatkozásainak vizsgálata ..... | 33 |
| 3.6. A tervezett funkció, beavatkozások gazdasági ellenőrzése .....                                                     | 36 |
| 4. Vizsgálatok és eredmények.....                                                                                       | 37 |
| 4.1. Budapest barnamezőinek vizsgálata .....                                                                            | 42 |
| 4.1.1. Nagytétény, Metallochemia .....                                                                                  | 43 |
| 4.1.2. A Váci út menti térség Angyalföldön.....                                                                         | 46 |
| 4.1.3. Összegzés .....                                                                                                  | 50 |
| 4.2. Talajszennyezés, kármentesítés .....                                                                               | 51 |
| 4.2.1.Tényfeltáró vizsgálatok .....                                                                                     | 52 |
| 4.2.2. Műszaki beavatkozás .....                                                                                        | 52 |
| 4.2.3. Utóellenőrzés.....                                                                                               | 53 |
| 4.2.4. A Metallochemia kármentesítése.....                                                                              | 53 |
| 4.3. Az épületek vizsgálata .....                                                                                       | 54 |
| 4.3.1. Az épület felmérése .....                                                                                        | 54 |
| 4.3.2. Épületdiagnosztika .....                                                                                         | 58 |
| 4.3.3. Az épület érték vizsgálata .....                                                                                 | 60 |

|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.4. Döntés a megőrzésről, döntés az újrahasznosításról.....              | 63  |
| 4.5. Funkcionális tervezés.....                                           | 64  |
| 4.5.1. Lakófunkció .....                                                  | 64  |
| 4.5.2. Ipar, raktározás .....                                             | 65  |
| 4.5.3. Iroda.....                                                         | 66  |
| 4.5.4. Kereskedelem, szolgáltatás .....                                   | 67  |
| 4.5.5. Kulturális funkciók .....                                          | 69  |
| 4.5.6. Szabadidő, sport.....                                              | 71  |
| 4.5.7. Vegyes funkciók.....                                               | 72  |
| 4.5.8. Egyéb .....                                                        | 73  |
| 4.5.9. A funkcióváltás környezetpszichológiai értékelése.....             | 73  |
| 4.5.10 Az ipari épületek funkcióváltásának vizsgálati mátrixa .....       | 75  |
| 4.6. Az újrahasznosítással járó műszaki beavatkozások.....                | 75  |
| 4.6.1. Beavatkozások az újrahasznosítás során .....                       | 75  |
| 4.6.2. Az építőanyagok értékelési rendszere .....                         | 76  |
| 4.6.3. Jellemző anyagok, szerkezetek, beavatkozások.....                  | 77  |
| 4.7. A tervezett funkció, beavatkozások gazdasági ellenőrzése .....       | 102 |
| 4.7.1. Az épületek beavatkozási osztálya .....                            | 102 |
| 4.7.2. Az egyes funkciók beavatkozási igénye és beavatkozási mátrixa..... | 103 |
| 5. Megállapítások .....                                                   | 108 |
| 5.1. A barnamezős területek megújulása .....                              | 108 |
| 5.2. Az épület vizsgálata .....                                           | 109 |
| 5.3. Az ipari épületek funkcióváltása .....                               | 109 |
| 5.4. Műszaki beavatkozások az újrahasznosítás során .....                 | 111 |
| 5.5. A tervezett funkció, beavatkozások gazdasági ellenőrzése .....       | 112 |
| 6. Az értekezés új tudományos eredményei .....                            | 114 |
| 7. Az értekezés eredményeinek gyakorlati hasznosíthatósága.....           | 118 |
| 8. Kitekintés és jövőbeni kutatási feladatok.....                         | 119 |
| 9. Köszönetnyilvánítás .....                                              | 119 |
| Ábrák, képek jegyzéke.....                                                | 120 |
| Táblázatok jegyzéke .....                                                 | 121 |
| Felhasznált irodalom .....                                                | 122 |
| Publikációim az értekezés témájában .....                                 | 127 |

## 1. Bevezetés

A városok fejlődését különböző földrajzi, társadalmi és gazdasági tényezők határozták meg, egyik lényeges tényező az ipar fejlődése. Az elmúlt századokban épített ipartelepek ma már a városok belső részein helyezkednek el, ezért akadályozzák a területek minőségi javulását, átalakulását. Az egyre gyorsuló technikai fejlődés is problémát okoz, mert az ipari technológia változásával az épületekkel szemben támasztott igények is megváltoznak, amit a régi épületek nem tudnak biztosítani. A megoldást a fejlesztők általában az épületek lebontásában, a felszabaduló területek új beépítésében látják.

A XX. század második felében, Nyugat-Európában és az Amerikai Egyesült Államokban bekövetkezett ipari, gazdasági változások következtében számos üzem zárt be, költözött el, az ipari területek kiürültek, vagy alulhasznosítottá váltak. Itt az 1960-as, 1970-es években művészek, művész-csoportok „vették birtokukba” az üres ipari épületeket, olykor illegálisan. (Keresztély, 2004) Ezek a kezdeményezések később elfogadottá, az 1970-es évek végétől divatossá váltak, beindultak a piaci alapú fejlesztések. (Soóki-Tóth, 2002) Az újrahasznosítások egyre népszerűbbek és változatosabbak lettek.

Kelet- és Közép-Európában, így Magyarországon a rendszerváltással párhuzamosan a nagyvállalatok szétesetek vagy megszűntek, épületeik kiürültek. Ennek következtében sok az elhagyatott vagy rosszul hasznosított ipari létesítmény, ezek egy része az urbanizációs folyamatok eredményeképpen igen közel esik a belvároshoz (lásd Váci út és környéke). A privatizáció során az épületek magánkézbe kerültek, a kialakult tulajdoni helyzet sok esetben hátráltatja a megújulást. A korábbi ipari területeken megjelentek a fejlesztők, a területek hasznosítása leggyakrabban az épületek bontásával jár együtt. (Barta–Kukely, 2004) A fenntartható fejlődés szellemében az épületekre erőforrásként kell tekintenünk az épületek a nemzeti vagyon részét képezik, célszerű jól gazdálkodni velük, érdemes és szükséges vizsgálni a hasznosításuk lehetőségét. Mára hazánkban is elfogadott megoldássá vált az egykori üzemépületek, raktárak funkcióváltása, napjaink egyik érdekes építészeti-urbanisztikai feladata e területek, épületek rehabilitációja.

A bontás és újrahasznosítás közötti döntést nem csupán gazdaságossági, műszaki, hanem értékvédelmi, örökségvédelmi kérdések is befolyásolják, cél az építészeti értékű épületek megőrzése. Az ipari épületek újrahasznosítása komoly műszaki feladat, ami lehet értékvédelmi vagy ingatlanfejlesztési kezdeményezés, de az épület ebben esetben esélyt kap a túlélésre. Újrahasznosított 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 újrahasznosítás, 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 újrahasznosítás közötti kölcsönhatások vizsgálatát csak Budapestre korlátoztam. A főváros egykori ipari területeinek változatos helyzete lehetővé teszi a különféle tényezők hatásainak elemzését.
- A hazai ipar nagy léptékű fejlődése a XIX. század második felében, a Kiegyezés után kezdődött. A szocialista iparosítás hozzáállásában és céljaiban különbözött az azt megelőző időktől, az alkalmazott építészeti elvek, eszközök is eltérőek voltak. Az anyag- és szerkezet-tani vizsgálataim során ezért 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 vagy nemzetközi projekteket gyűjtöttem össze és vizsgáltam.
- Műszaki és gazdaságossági kérdések tekintetében az európai, leginkább magyar irodalomra támaszkodtam. Értekezésemben csak a műszaki beavatkozások gazdaságosságát 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, nem terjed ki az azt alkotó építőanyagok újrahasznosítására.

Értekezésemben a *barnamező* szó használata során magyar terminológiát követem. A barnamező olyan elhagyott, alulhasznosított ipari, kereskedelmi vagy közlekedési terület, amelyek újraélesztését valószínűsíthető szennyezettség nehezíti. Egyes források (helytelenül) vegyesen használják a barnamezős területek, rozsdaoövet, rozsdazóna kifejezéseket. A rozsdaoövet a nemzetközi irodalomban nagyobb összefüggő területeket jelöl, a rozsdazónát a barnamezős területeket magába foglaló városrészekre értik, ezeket én csak idézetekben használom.

### 1.2. Irodalomkutatás eredményei

Az ipari épületek újrahasznosítása összetett feladat. Meg kell ismerni az épület múltját, az épületben végzett ipari folyamatokat, az épület ipartörténeti, építészeti jelentőségét, meg kell vizsgálni az épület városszerkezeti helyzetét, az épületek szerkezeteit, anyagait, és csak ezek figyelembe vételével lehet megfogalmazni az épület újrahasznosításának módját, végrehajtását. Ennek megfelelően a kutatásom is több rétegű, az építés- és építészettudomány több szegmensére ki kell terjednie, részben más tudományterületeket is fel kell öleljen – ezért az irodalom vizsgálatát széles területen végeztem el.

Az értekezés lehatárolása meghatározta a feldolgozandó irodalom kereteit. Az irodalomkutatásom magába foglal többek között budapesti város- és ipartörténeti forrásokat, valamint a barnamezőkkel, környezeti problémákkal, megvalósult újrahasznosításokkal, az épületek felújításával, rekonstrukciójával ennek gazdasági kérdéseivel foglalkozó hazai és nemzetközi irodalmat.

#### *1.2.1. A budapesti ipari területek története*

Az ipartörténet és a várostörténet összességében bemutatja az iparterületek kialakulását, fejlődését, ezzel segítve az újrahasznosítás előtt álló ipari épületek jellemző helyének, városszerkezeti helyzetének meghatározását, és előrevetíti a barnamezős területek fejlesztési gondjait.

Az 1770-es évek közepén az ipari termelés leginkább céhes keretek között folyt, az első manufaktúrák elsősorban textil- valamint bőripari területen voltak. Az 1800-as évek elejétől az ipari forradalom első hatásai hazánkban is megmutatkoztak, sorra alakultak újabb manufaktúrák például a szesz-, élelmiszer- és bútorigarban. Az 1830-as évek gazdasági fellendülésével további iparágak is megjelentek, mint a vegyipar, a gyufagyártás, az építőanyag-ipar. Az ipari forradalom hatására fokozódott a gépesítés, a XIX. század harmadától a könnyűipar mellett megerősödött a nehézipar is, sorra alakultak a vasöntödék és a gépgyárak. (Nagy–Bónis, 1975)

A XIX. század első felében ipari tevékenység jellemzően Pest, Buda és Óbuda külső területein, mára belvárossá vált területeken folyt. Pesten a Gyár utca (mai Jókai utca) környékére, és Lipótvárosnak a mai Szabadság tértől északra levő részére települt az ipar. Budán többek között a Fő utcán, a Lánchíd utcában, és a Bem József utcában voltak üzemek. Óbudán a Hajógyári szigeten valamint a város északi területein volt jelentősebb ipar. Ezeknek az épületeknek nagy része a város terjeszkedése miatt eltűnt, sokat közülük már az I. világháború előtt lebontottak. (Nagy–Bónis, 1975)

Az 1850-es súlyos ipari válság hatására sorra zártak be az üzemek, de 1867 után az ipari forradalom még inkább kibontakozott, a fővárosi ipar tovább növekedett. A vasútépítések és a mezőgazdaság gépesítésének hatására a nehézipar, a gépgyártás tovább erősödött. A fellendülés különösen jelentős volt a malomiparban. A konjunktúra együtt járt az építkezések számának növekedésével, ami új téglagyári üzemek beindulását is eredményezte. (Berend, 1985a) (lásd 1. Függelék)

Ezt a városszerkezetnek is követnie kellett, mert a fejlődő iparnak egyre több területre volt szüksége. 1866-tól az üzem típusától függően jogerős telepengedély kellett az építési engedély kiadásához. Külön területeket jelöltek ki az „egészségtelen, bűzös gyárak számára”, ezek a pesti oldalon a mai VIII., IX. és X. kerületekben voltak, Budán a Duna-part és a Fehérvári út közötti területet jelölték ki. A belső kerületekben a lakóterületekkel keveredve sok kisebb üzem volt, a nagyobb gyárak a külső kerületekben helyezkedtek el.

Az 1880-as évektől növekedett az állami ipartámogatás, ezzel párhuzamosan újabb, még intenzívebb fellendülés következett. Budapest a századfordulóra nagy jelentőségű ipari központtá vált. A növekedés technikai fejlődést is a magával hozott. Az 1907-es új ipartörvény hatására a könnyűipar fejlődése felgyorsult. A magyar és azon belül a fővárosi ipar leggyorsabb fejlődési időszaka a századforduló és az első világháború között volt. Az élelmiszeriparban a sör- és a szeszipar, a cukoripar tovább erősödött, de a malomipar abszolút vezető szerepe megmaradt. A villamossági iparban, vegyiparban ugrásszerű növekedés tapasztalható. A világháborút megelőző fegyverkezés lehetőség volt a válság csökkentésére (Berend, 1972; Berend, 1985a; Preisich, 1960), az I. világháború idején a haditermelés élénkítő hatása kis mértékben ellensúlyozni tudta az alapanyaghiány és energiahány hatásait. Ebben az időben peremközségek ipara eleinte lassabban, majd gyorsuló ütemben fejlődött. A századforduló utáni fellendülés nyomán csaknem teljesen kialakultak a főváros hagyományos ipari körzetei. (Preisich; 1960) (lásd 1. Függelék)

A háború utáni általános visszaesés megakadályozta az ipari termelés újbóli beindulását. Az ország gyáripari központja a békeszerződések előtt is Budapest volt, az elcsatolás több nagyobb ipari központot is érintett, ezért a főváros jóformán ellenpólusok nélkül maradt. Az ipar centralizáltsága tovább fokozódott. (Berend, 1972; Berend, 1985a)

A húszas évek elejétől gyenge fejlődés következett, ez leginkább az épületek felújításával járt. A beruházásokat elősegítette, hogy az üresen maradt gyárakhoz, telephelyekhez olcsón hozzájuthattak a befektetők. A legjobban a textilipar fejlődött, erősödött a vegyipar ezen belül is a gyógyszeripar és a villamosenergia-termelés is fellendült. A malomipar termelése jelentősen visszaesett, több malom megszűnt, a gépgyártás szintén hanyatlott. Az elektrotechnikai ipar egyes ágazatai lépést tudtak tartani az ipari nagyhatalmakkal. (Berend, 1972; Berend, 1985a) A húszas években tapasztalható gyenge fellendülés hatására az évtized végére kialakultak a főváros legfontosabb ipari területei (lásd 1. Függelék).

Az 1929-ben kitört gazdasági válság megakasztotta az ipar talpra állásának folyamatát. 1931-ben összeomlott a nemzetközi pénzügyi és hitelrendszer, az ipari termelés 1932-ben érte el mélypontját.. A malomipar helyzete tovább súlyosbodott, a recesszió a gép- és elektrotechnikai gyártásban is érezhető volt. A textilipar és a papíripar még ekkor is növekedni tudott. (Berend, 1972; Berend, 1985a)

A termelés és a fogyasztás a II. világháború előtti évekre érte el a válság előtti szintet. A háborús készülődés és az egyre növekvő exportlehetőségek az ipari termelés fokozását eredményezték. Az általános fellendülést jelzi, hogy még 1925-ben 939 ipartelep volt Budapesten, 1930-ban 1137, 1939-re ez a szám már 1555-re növekedett. A háborús felkészülés időszakában a nehézipar fejlődése felgyorsult, de a textilipar növekedése megállt. A háború idején a malom- és cukoripar hanyatlása tovább folytatódott, 1939-re már csak négy nagymalom működött Budapesten. A söripar ebben az időszakban több mint

négyszeresére növelte termelését. (Berend, 1972; Berend, 1985a) A háborús konjunktúra nyomán megnőtt ugyan a budapesti ipartelepek száma, de új összefüggő ipari terület nem keletkezett, az ipar városszerkezetben elfoglalt helye nem változott. A város és a peremtelepülések növekedésének hatására az ipari övezet összenőtt a lakóterületekkel. (Preisich, 1960)

A II. világháború alatt a magyar ipari vállalatoknak a 90 %-át érte kisebb-nagyobb károsodás, az épületeknek nagyjából a felét elpusztították. A legsúlyosabb veszteségek a gépgyártás és a vegyipar területén voltak. 1947-ben beindult a hároméves terv, melynek elsődleges célja az újjáépítés volt. Budapest részesedése az ipari termelésből tovább növekedett. Az első ötéves terv fejlesztései nem voltak korszerűek, a meglevő épületek felújítása, karbantartása nem történt meg. (Berend, 1972; Berend, 1985b)

Az első hároméves terv keretén belül elvégzett újjáépítés konzerválta a városszerkezet hibáit, mivel az elpusztult üzemeket nem telepítették ki külső kerületekbe vagy vidékre, csaknem minden üzem eredeti helyén épült újjá. Az ötvenes évek elején az iparosítást sürgető politikai döntések nem vették figyelembe a városfejlesztési szempontokat. Budapest ipari területeire túlszűfoeltság volt jellemző. (Preisich, 1998)

#### *1.2.2. Barnamezős területek problémái*

A barnamezők meghatározására többféle definíció található az irodalomban, leggyakrabban az olyan elhagyott, alulhasznosított ipari vagy kereskedelmi területeket jelenti, amelyek újrakejllesztését valós vagy valószínűsíthető szennyezetség nehezíti. (Alker et al., 2000) Az amerikai gyakorlat szerint nem a korábbi funkció a meghatározó, hanem a területekre jellemző szennyezetség, az egykori lakóterület is értelmezhető barnamezőként. Magyarországon inkább az első meghatározást használják kis módosítással. (Barta, 2002) A magyar és a disszertációmban a barnamező definíciója, olyan elhagyott, alulhasznosított ipari, kereskedelmi vagy közlekedési terület, amelyek újrakejllesztését valószínűsíthető szennyezetség nehezíti.

Az irodalomból leszűrhető, hogy a megújulás módja, ideje számos tényezőtől függ. Ezek között hangsúlyosan jelenik meg a terület elhelyezkedése, városszerkezeti helyzete, megközelíthetősége, infrastrukturális és tulajdoni viszonyai. Lényeges és speciális kérdés a területek szennyezetsége, a kármentesítés igénye.

##### *1.2.2.1. Barnamezős területek környezetvédelmi problémái*

Az egykori ipari, közlekedési területek talaja a gyakran szennyezett, ezért a kármentesítési kérdések jelentősen befolyásolhatják a terület sorsát. (Barta, 2002) A tulajdonos felelősségét törvény szabályozza. A „szennyező fizet”, azaz az okozott kár helyreállításának költségeit a kár okozójának kell elviselnie. A Környezetvédelmi Törvény (1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól) hatályba lépése óta egyértelmű, hogy az ingatlan tulajdonosa egyetemleges felelősséggel tartozik. A hátrahagyott



területszennyezések esetén a terület jelenlegi tulajdonosa a felelős a kármentesítésért. A felelősségi, kármentesítési kötelezettségek nagyban megterhelik a fejlesztőt, ami megakadályozhatja a területek megújulását.

A szennyezett területek feltáratlansága, a már ismert szennyezések jelenléte akadályozza az ingatlanpiac működését, az ingatlanok forgalomképtelenné válhatnak, az ismeretek hiánya bizalmatlanságot, bizonytalanságot okoz, mert a kármentesítés költségei csak részletes vizsgálatok és tervezés után állapíthatók meg. A barnamezős területek szennyezettséggel járó értékcsökkenését az Amerikai Egyesült Államokban is megfigyelték. (Hornsby–Sawchuck, 1999) Az USA-ban jogi és gazdasági eszközöket dolgoztak ki ennek a problémának a kezelésére. Ezek közé tartozik például a kármentesítés mértékének a tervezett funkció szerinti megállapítása, vagy a szennyezettségi vizsgálatok és a kármentesítés finanszírozásához igényelhető (valamint egyéb) támogatások (kedvező hitelek, adókedvezmények vagy pénzbeli támogatások). (Bryan, 1999; Leon, 2003)

Az Országos Környezeti Kártérítési Program (OKKP, amely a Kormány 2205/1996.(VII. 24.) határozatával indult) célja a talajban és a felszín alatti vizekben hátramaradt, akkumulálódott szennyeződések felderítése, a szennyeződések mértékének feltárása, majd felszámolása, újabb szennyeződések kialakulásának megakadályozása. A számba vett, ellenőrzött potenciális szennyező forrásokat, szennyezett területeket a KÁRINFÓ térinformatikai rendszer nyilvántartásába veszik. (Almássy, 2002) A szennyezett területek nyilvántartása segítséget jelenthet a barnamezős területek megújítása során, a területválasztás, a koncepcióalkotás, és a tervezés szakaszában. A különféle kármentesítési technológiák ismerete lehetővé teszi az optimális (költség, hatékonyság, eredmény szempontjából is megfelelő) megoldás kiválasztását.

A 219/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet a felszín alatti vizek védelméről szól, részletesen szabályozza a kármentesítést, kitér a tevékenységekre, azok dokumentálására is. A felderítő vizsgálat során meghatározzák a szennyezőanyagokat, a szennyezés koncentrációját összehasonlítják a határértékkel. A részletes vizsgálatok pontosítják a szennyezőanyagok milyenségét, lehatárolják a szennyezett földtani közeget, a szennyezés kiterjedését, ezek alapján lehet meghatározni az alkalmazandó műszaki beavatkozási technikát. A kiválasztásnál figyelembe kell venni még a kármentesítés célját, és a műszaki beavatkozás költségeit.

A kármentesítés tervezésénél lehetséges, és szükséges közgazdasági módszerek alkalmazása is. A költség-haszon és a költség-hatékonyság elemzések különböző döntési változatok közötti választást segítik elő. (Dócsné, 2002) A technológiák osztályozhatók tisztítási elv szerint (fizikai, kémiai, termikus, biológiai illetve egyéb eljárások), és a tisztítás helyszíne alapján: in situ megoldások (eredeti helyzetben), ex situ megoldások (nem eredeti helyzetben) – ezen belül ex situ-on site megoldások (a szennyezett talaj kiemelésével, de a

helyszínen), valamint az ex situ-off site megoldások (a szennyezett talajt tisztítótelepre szállítják). (Németh, 2003)

A kármentesítést mindig utóellenőrzés követi, melyet a kármentesítésre kötelezett végzi el. Az ellenőrzés rendszeres mintavételezéssel történik, a mintákat laboratóriumban vizsgálják, az eredményeket értékelik. (Bartus et al., 2003) Az esettanulmányok (Hornsby–Sawchuck, 1999; Robinson et al., 2002; Kay–Barton, 1999) megvalósult amerikai barnamezős beruházásokat mutatnak be, ismertetik a kármentesítés mértékét, technológiáját, valamint a szennyezőanyag eltávolítása, semlegesítése utáni további ellenőrzéseket.

#### *1.2.2.2. A barnamezős területek megújulása, urbanisztikai problémák*

A gazdaság szerkezeti átalakulása során az ipari termelést fokozatosan felváltják a szolgáltatások. Ennek következtében az ipari területek kiürülnek, átalakulnak. Az ipar szerkezetének változása, az ipar területi áthelyezése rendszerint a városi telephelyek megszűnését eredményezi. Problémát jelent az, hogy a kiürülő városi ipartelepeket nem hasznosítják újra, és a kialakult barnamezők a környező területek hanyatlását idézik elő. (Barta, 2002)

Budapesten az iparszerkezet változásának kezdete, valamint az ipar leépülésének megindulása a rendszerváltás idejére, az 1990-es évekre tehető. A nagyvállalatok szétestek, egy részük kisebb léptékben, vagy új profillal működött tovább, másik részük teljesen eltűnt. A privatizáció után az új vállalatok nagy része kisvállalkozásként működik. Az egykori nagyvállalati területeken tovább működik az ipar, más szervezeti formában, hasonló, vagy azonos tevékenységi körrel, de a beköltöző kisvállalkozások gyakran nem tartoznak az iparhoz. (Barta–Kukely, 2004)

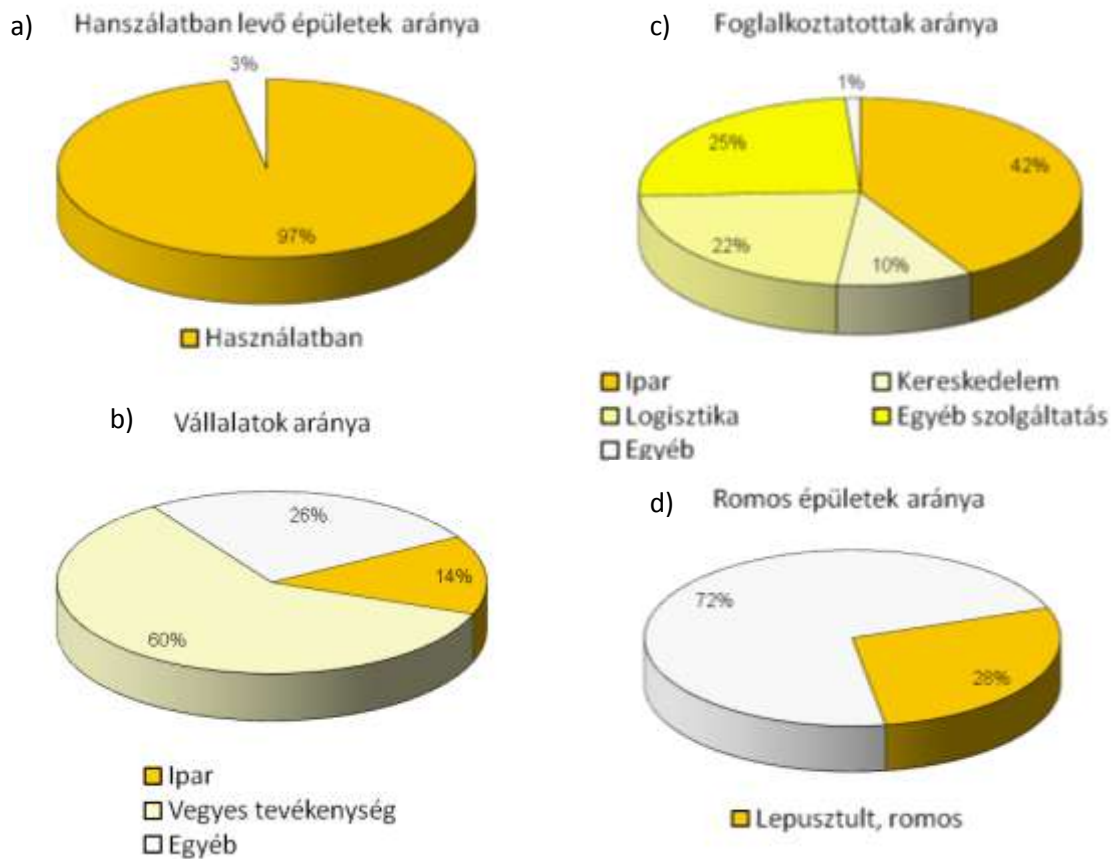
A budapesti barnamezős területek vizsgálata általában nem korlátozódik kizárólag egykori ipari területekre (Barta, 2002; Ongerth, 2003), mivel a fogalom összemosódik a „rozsdaoövet” (értsd „rozsdazóna”, a barnamezős területeket magába foglaló városrész) fogalmával. Ez az átmeneti zónában létesült lerobbant ipari, közlekedési és honvédségi területeket jelenti, ahol közös jellemző az alulhasznosítottság. A területek mozaikos elhelyezkedése miatt a „rozsdaoövet (vagy rozsdazóna)” pl. lakó- és mezőgazdasági területeket is magába foglal. A vizsgált területek kiterjedése jelentős, a főváros közigazgatási területének 13%-a, 68 km<sup>2</sup> (másutt 5700 ha (Ongerth, 2003)), elhelyezkedése Pesten gyűrűs, Budán foltokban jelenik meg. A fővárosi barnamezők az északi, a keleti és a déli szektorba sorolhatók. (Barta, 2002)

A barnamező típusai a következők: (Ongerth, 2003; Soóki-Tóth – Sütő, 2002)

- Stagnáló telephelyek, kis-és középvállalkozói tulajdonosi kör, felaprózódott tulajdonviszonyok jellemzik;
- Megújuló nagyvállalati telephelyek, utódszervezetek vagy túlélő cégek birtokában;

- Funkciót váltó területek – a korábbi ipari helyett lakó-, kereskedelmi vagy közösségi funkcióval.

A barnamezők osztályozása történhet a terület használata szerint, itt a funkcióváltás, ideiglenes hasznosítás mellett az eredeti funkcióval használt, alulhasznosított és elhagyott területek csoportja írható le. (Barta, 2002) Jellemző, hogy a különböző kategóriájú területek akár egy ipartelepen belül is megjelenhetnek egymás mellett. (Ongerth, 2003; Soóki-Tóth–Sütő, 2002)



1. ábra – A barnamezős területek használata (Barta, 2002 alapján)

A barnamezős területek vizsgálata során kiderült, hogy itt az épületek 97%-a használatban van (1. a) ábra), és bár a területeken még mindig jelentős az ipar (14%), a vállalatok legnagyobb részére (60%) mégis a vegyes tevékenység jellemző (1. b) ábra). A foglalkoztatás alapján a legnagyobb súllyal az ipar jelenik meg (a foglalkoztatottak 41,7%-a) a különböző szolgáltatások (kereskedelem 10,0%, szállítás, logisztika 22,6%, egyéb szolgáltatás 24,6%) előtt (1. c) ábra). A trendek vizsgálatával valószínűsíthető, hogy az ipar tovább koncentrálódik, és a szolgáltatások egyre nagyobb teret nyernek. Az épületállomány egy része felújított, de a lepusztult, romos épületek aránya magas (28%, 1. d) ábra), és probléma az alulhasznosítás. (Barta, 2002)

Hazánkban az egykori ipari területek megújulását jelentősen akadályozza a privatizáció során elaprózódott tulajdonosi szerkezet, és a vállalati telkek néha ésszerűtlen feldarabolása. (Barta, 2002) Az egykori nagyvállalatok telephelyei számos kis- és

középvállalkozó kezébe kerültek, itt a tulajdonosok tőkehiánya hátráltatja a megújulást. Közös tulajdonnál a tulajdonosok eltérő fejlesztési elképzelése, a tulajdonostársak kivásárlása okozhat problémát. (Ongerth, 2003; Soóki-Tóth-Sütő, 2002)

A megújulás Budapesten jellemzően a kisebb, jó közlekedési kapcsolattal rendelkező, kevésbé vagy egyáltalán nem szennyezett egykori ipartelepeken ment végbe legkorábban, pl. a Váci úton. A folyamatokban jelentős az infrastruktúra szerepe, és jellemző a funkcionális keveredés. (Ongerth, 2003) A lakóterületekhez kapcsolódó, vagy a lakóterületek között zárványszerűen megjelenő szennyezetlen ipari területeken van leginkább esély sikeres lakásépítési vagy lakáscélú újrahasznosítási projektre. (Soóki-Tóth-Sütő, 2002) A kereskedelmi fejlesztések számára a közlekedési jellemzők a legfontosabbak. Irodaházak szintén a jó közlekedési kapcsolatokkal rendelkező területeken épülnek. Az ipari beruházások kevésbé jellemzőek, a logisztikai funkció a város peremén talál helyet. (Ongerth, 2003) Az Északi szektorban a megújulás gyorsabb, kevesebb beavatkozást igényel, mint a déli területeken. (Barta, 2002; Ongerth, 2003; Soóki-Tóth-Sütő, 2002) Az utóbbi években a megújulás a városközponttól való távolság függvénye. (Ongerth, 2003)

A barnamezők újrahasznosítása több szempontból vizsgálható. Az Amerikai Egyesült Államokban az ilyen projekteket leginkább gazdasági tényezők befolyásolják. A Nyugat-európai gyakorlatban az újrahasznosítást komplex problémaként kezelik, azaz figyelembe veszik például a társadalmi, környezeti, urbanisztikai hatásokat is.

A települések zöldmezős beruházásként történő fejlesztése túlzott térbeli kiterjedéshez, és a belső területek leértékelődéséhez vezetett. A fenntartható fejlődés többek között a városok intenzív fejlesztését, az alulhasznosított területek megújítását is jelenti, ezért a városi barnamezők újrahasznosítása nem csupán helyi, hanem tágabb közösségi érdek is. (Salgat; Ongerth, 2003) Az önkormányzatoknak különböző eszközeik vannak arra, hogy a befektetők érdeklődését a zöldmezőkről a barnamezőkre irányítsák. Ilyen például az adók csökkentése, támogatási rendszerek kialakítása. (Adams et al., 2000; Ongerth, 2003) A barnamezős projekteket segítheti egy koordinációs vagy menedzsment iroda létrehozása, amely az önkormányzati projektek irányításán túl technikai segítséget nyújthatna magánberuházásoknál. (Ongerth, 2003)

A fejlesztések sikerét általában a beruházás gazdaságosságával jellemzik, de a hosszú távú, és a közösségi szempontok is befolyásolják a fejlesztés értékelését. A sikeresnek tekintett beruházások például nem csupán nyereségesek, hanem munkahelyek létrehozásával a település és a lakók bevételeit is megnövelik, így a megújulási folyamat tovagyűrűzik. (Lange-McNeil, 2004a; Lange-McNeil, 2004b) Az ilyen, hosszú távú értékeket hordozó, társadalmi, gazdasági és kulturális hatású projektek leginkább közigazgatási szerepvállalással valósíthatók meg. A magánbefektetők elsődleges célja a rövidtávú nyereség, ezért feltétlenül szükséges – és Nyugat-Európában szokásos gyakorlat – az önkormányzatok részvétele a barnamezők megújításában. (Ongerth, 2003; Soóki-Tóth–

Sütő, 2002) Európában a barnamezős területek nagy része városi környezetben található, ezért azok megújítása nagyobb hatást gyakorol a környező lakosságra. Az újonnan kialakított lakások, munkahelyek hatással vannak a lakosság összetételére (kor, családi állapot, jövedelem). (Moore, 2002) A barnamezős területek újrahasznosítása részben az életmód megváltozását is jelenti. (Soóki-Tóth–Sütő, 2002)

A barnamezők kérdésköre nem választható el a területeken található üres vagy alulhasznosított épületekétől. Ezen épületállomány összetétele, nagysága, az építmények mérete, jellemzői általában nincsenek nyilvántartva, holott az ilyen típusú kataszter elengedhetetlen lenne az optimális hasznosítás szempontjából. Ez a nyilvántartás rendkívül fontos lenne az épületek újrahasznosításával összekapcsolódó összehangolt barnamezős megújuláshoz az önkormányzatok mellett a beruházók, tervezők számára is. (Soóki-Tóth–Sütő, 2002) Myers és Wyatt (2004) megvalósított adatbázisa adóztatási céllal összegyűjtött adatokból épül fel, és tartalmazza többek között az épületek helyét, alapterületét, a szintszámot és az összes területet.

### *1.2.3. Ipari építészet, épületszerkezetek, építőanyagok a XIX. század második felétől*

Az ipari forradalom kibontakozásával párhuzamosan alakult ki a tényleges ipari építészet. A legkorábbi csarnok jellegű ipari épületek téglá, mészhomok téglá vagy kő tartófalakkal, fa oszlopokkal és fedélszerkezettel készültek. (Schmölcke, 1883; Haberstroh et al., 1907) Alapozásuk síkalap (kő, téglá), szükség esetén mélyalap (cölöp-, kút- vagy szekrényalap), homlokzatuk vakolt volt, esetleg látszó favázzal. (Utz, 1907; Haberstroh et al., 1907; Schmölcke, 1883) Többszintes épületek, például malmok, magtárak, raktárak, textilipari üzemek esetén fa oszlopos-fafödémés szerkezetet készítettek, téglá határoló falakkal, a pince fölött téglá boltozattal. (Schmölcke, 1883) A belső tér növelésére nagyobb fesztávot, összetett, rácsos fedélszékeket, fa, vagy az 1870-es évektől öntöttvas oszlopokat alkalmaztak. (Schmölcke, 1883; Császá, 1978)

A csarnokoknál és a többszintes épületeknél fontos tervezési szempont volt a tűzállósági igény. A faszerkezetekkel párhuzamosan ezért belső öntöttvas alátámasztások is készültek, a födém ilyenkor általában téglá vagy beton poroszsüveg boltozat volt, hengerelt acél gerendákkal. (Utz, 1907) Az oszlopok gyakran több sorban követték egymást – a teljes épületszélességet a világítási követelmények, beépítési lehetőségek határozták meg. A fényigény elsősorban az épületben folyó termelés módjától, a technológiától függött. Alapvetően kétféle megoldást alkalmaztak, a természetes fény a tetőn, felülvilágítón át, vagy a határoló falakon, ablakokon jutott be az épületbe. Az ablakok jellegzetesen sűrű osztásos, filigrán szerkezetek voltak, rendszerint öntöttvas vagy hengerelt osztóbordákkal. (Haberstroh et al., 1907; Buff, 1923) A felülvilágítók kialakítása változatos volt, lehetett tetősíkból megoldott, a tetősíkból kiemelt (laterna vagy felülvilágító sáv), gyakoriak voltak a különféle shed-variációk is (erre példa a Ganz törzsgyár épülete, a 2. ábrán). (Utz, 1907;

Haberstroh et al., 1907) Szellőztetési céllal részben vagy egészen nyitható vagy szellőző-rácsos szerkezeteket is készítettek. (Haberstroh et al., 1907)

A tetőszerkezetek fából, öntöttvas vagy kovácsolt vas elemekkel, nagyobb fesztávra tisztán acél szerkezetként készültek (Haberstroh et al., 1907). Lapostetőket földemekkel azonos módon is kialakíthattak.

Magastetőn kiselemes fedést (cserép, pala, műpala), nagyelemes lemezfedést (műpala, fémlemez) alkalmaztak. Lapostetők szigetelésére a legelterjedtebb kátrány, bitumen, aszfalt és a facementnek nevezett szigetelőanyag volt. (Utz, 1907; Haberstroh et al., 1907)

Az 1870-es évek elején már gyártottak öntöttvas és hengerelt acél épületszerkezeti elemeket a fővárosban. A gyárak rendszerint az elemek előállításán túl a szerkezetek tervezését és a helyszíni szerelést is elvégezték. A tervező szakemberek, különösen az első



3. ábra – Hoefer Manufacturing Co., Freeport (Uhland, 1906 Tafel 8).

Ipari épületek homlokzatának kialakítási példája



2. ábra – A Ganz törzsgyár épülete (Bp. 2004). A Sched tető használatának jellegzetes példája

időkben Ausztriából, Németországból érkeztek. Ebben az időszakban már rendelkezésre álltak az alapvető számítások, amelyeket a tervezők biztonsággal használhattak, emellett a magas színvonalú (általában külföldi) szakirodalom, méretezési táblázatok rendkívül jó segédletet jelentettek a tervezőknek. (Császár, 1992)

Az ipari építészetben a szerkezetek általában egyszerű formájúak. Az oszlopok keresztmetszete négyszög, kör vagy sokszög, öntöttvasból gyűrű,

hengerelt acélból összetett keresztmetszetek is készültek, fejezetük egyszerű, ritkán díszesebb kialakítású. (Utz, 1907, Haberstroh et al., 1907) Az elemek formálása lényegében a funkcióból adódott, de jelen volt az esztétikai követelmény is. (Utz, 1907) A kor építészeti



stílusa, a historizmus egyes elemei leegyszerűsítve megjelentek a gyárak homlokzatain is. A téglapépítészet jellegzetes formálása, a szegmensíves ablakok, a lizénák, az egyszerű tagozatok összességében igen harmonikus megjelenést adtak, ami például a Hoefer Manufacturing Co. épületén is megfigyelhető (3. ábra). (Uhland) Az épületek tömege a technológiától függött, aszerint, hogy a gyártás egésze vagy egyes részei egy- vagy többszintes elrendezést igényeltek. A tetőforma változatos volt, lehetett magas- vagy lapostető, szükség szerint felülvilágítókkal. A tervezés során szerepet kaptak esztétikai szempontok is, (Utz, 1907; Haberstroh et al., 1907) a modern építészet elterjedésével a szépséget az egyszerűségben és a célszerűségben látták (Buff, 1923). A tervezési szempontok között hamar megjelent a bővíthetőség, valamint az új technológia befogadását is biztosító szerkezeti kialakítás. (Buff, 1923)

Az első hazai cementgyár 1870-ben indult Beocsinban, betont legelőször alapozásnál használtak (Császár 1978). A vasbeton építészet leginkább többszintes épületekben kezdett elterjedni, szélesebb körű alkalmazása az I. világháború idejétől jellemző. A vasbetont rendkívül tartós, tűzálló anyagként mutatta be a kor szakirodalma. (Utz, 1907) Hazánkban a leginkább elterjedt számítási módszer a Hennebique-rendszer, a szabadalom magyarországi képviselője Zielinski Szilárd volt. (Császár, 1978) Vasbeton födémek kialakítására egyéb megoldások, szabadalmak is léteztek (és voltak forgalomban, pl. acélgerendák közötti síklemezek, Mátrai-födém, téglá béléstestek födémek) (Schmölcke, 1883; Utz, 1907; Haberstroh et al., 1907; Dulácska, 2008). A korai vasbeton szerkezetes épületek megjelenése általában nem különbözött a kor vas- vagy fa szerkezetes épületeitől. (Uhland)



4. ábra – A Hamzsabégyi úti buszgarázs (Bp. 2004), ami 1941-ben a legnagyobb fesztávú héjszerkezetű csarnok volt.

Az első héjszerkezetű lefedés a fővárosban a Nagyvásártelep csarnoka (terv: München Aladár) 1931-1933-ban készült el úgynevezett Zeiss-Dywidag rendszerben, Európában is az elsők között. A vasbeton szerkezetek fejlődésében nagy eredmény volt, a héjboltozatok Csonka Pál által 1936-ban kidolgozott elmélete, valamint a Hamzsabégyi úti buszgarázs (terv: Menyhárt István), ami építésekor, 1941-ben, a világ legnagyobb fesztávú héjszerkezetű csarnoka volt (4. ábra). (Császár, 1978; Pamer, 2001)

Az I. világháború után is általában nagyobb fesztávú, és földszintes csarnokok esetén az acéltartók, és monolit vasbeton szerkezetek használata volt a jellemző (Buff, 1923; Császár, 1978). Az épületek kialakítása az idő múlásával egyre puritánabb lett, a megjelenést kizárólag a funkció, az erőjáték határozta meg, jellemzően rácsostartót

használtak. A két világháború között az ipari építészetben a XIX. század végén kialakult formák használata mellett a modernizmus megjelenése is megfigyelhető. A stílusváltozás eredményeképp az épületek tömegének, homlokzatának kialakítása egyszerűbb lett (a telefongyár épülete, 5. ábra). A korszerű anyaghasználat a téglá egyeduralkodásának végét jelentette. (Pamer, 2001; Rados, 1975; Szendrői, 1972)

Az ipari épületek belső kialakítását elsősorban a gyártási technológia határozta meg. A falakat általában világosra festették, nedves technológiák esetén kerámia burkolatot készítettek. A korai ipari épületekben jellemző a döngölt föld, homok vagy kőborítású padló. Száraz üzemekben fa padlóburkolatot javasoltak, nedvesség esetén kő-, téglá-, klinker-, kerámia- vagy aszfaltburkolat és a simított



5. ábra – A telefongyár épülete (Bp. 2004)

beton jöhetett számításba. Olajos vagy vegyszeres technológiák esetén aszfaltburkolat az elterjedt. Linóleum- és gumipadlókat, valamint xilolit burkolatot a XX. század első harmadában kezdtek alkalmazni. (Utz, 1907)

#### 1.2.4. Épületek felújítása, rekonstrukciója

Az ipari épületek újrahasznosítása gyakran szükségessé teszi a műszaki beavatkozást. Ehhez fel kell mérni az épületet, szerkezeteinek állapotát, minőségét – ezért szükséges az elvégezhető vizsgálatok ismerete. Tisztában kell lenni továbbá a szerkezetekre, építőanyagokra jellemző meghibásodásokkal, valamint a lehetséges felújítási, átépítési, megerősítési technológiákkal.

##### 1.2.4.1. Épületdiagnosztika

Az épületdiagnosztika „feladata a különféle látható/mérhető (műszerrel regisztrálható) elváltozások meghatározása, károk minősítése használhatóság illetve személyi biztonság szempontjából” (Koppány, 2000). „Az épületdiagnosztika az épület és részei állapotának, állapotváltozásainak tünetek alapján, különböző módszerekkel és vizsgálatokkal történő megállapítása úgy, hogy a szükséges épületfenntartásai teendők meghatározhatók legyenek.” (Ágostháziné et al., 2000) „Épületdiagnosztikai vizsgálat: meglevő épületek általános és részletes állapot-meghatározó módszere.” (Arató–Dulácska, 1994) A különböző definíciók a meglevő épületek szerkezeteinek vizsgálatában megegyeznek.

Az építési patológia az épületek, épületszerkezetek, berendezések károsodási folyamatait, azok okait és lefolyását elemzi, feltárja az ok-okozati összefüggéseket. Rendszerezi és bemutatja a hibák okait, sajátosságait, emellett foglalkozik a helyreállítás módszereivel, eszközeivel (Koppány, 2000; Tóth, 2001). Az épületek hibáinak felismerése,



vizsgálata és diagnosztikája további meghibásodások megelőzését teszi lehetővé (Watt, 1999). Az épületdiagnosztika elengedhetetlen része az épület-fenntartásnak, a karbantartás, hibaelhárítás és felújítási munkák tervezése, kivitelezése annál hatékonyabb, minél alaposabb vizsgálatok előzték meg. (Ágostháziné et al., 2000)

| A hibák lehetnek:                                                    |                                                                      | Hibát kiváltó okok lehetnek                                                                                                |                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tervezési<br>Kivitelezési<br>Használati (üzemeltetési)<br>Anyaghibák | Egyszeri<br>Ismétlődő<br>Fokozódó hibák<br>(Ágostháziné et al. 2000) | Kémiai-<br>Biológiai-<br>Mechanikai-<br>Mozgás<br>Nedvesség<br>Fagykárok<br>Egyéb, különleges ok<br>(Szerényi et al. 2004) | Épületfizikai-<br>Mechanikai-<br>Egyéb okok<br>Korrózió<br>Építési hibák<br>Használati és<br>üzemeltetési hibák<br>(Bajza 2003) |

1. táblázat - Az épületelemek hibáinak osztályozása

| Beavatk. mértéke sz.                                        | Diagnosztikai szint szerint                                                  | A vizsgálat tárgya szerint                                                                        | A vizsgálat célja szerint                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Szemrevételezés<br>Roncsolásmentes v. roncsolásos vizsgálat | I. saját hatáskörű<br>II. szakvizsgálati szintű<br>(Ágostháziné et al. 2000) | Szerkezeti vizsgálatok<br>(feltárással vagy anélkül)<br>Anyagvizsgálatok<br>(Arató-Dulácska 1994) | Általános állapot-<br>meghatározó<br>Részletes állapot-ellenőrző<br>Cél jellegű szakvizsgálatok<br>(Bajza 2003) |

2. táblázat - Az épületek és szerkezeteik állapotának megállapítására irányuló módszerek rendszerezése

A szerkezetek vizsgálatához elengedhetetlen a szerkezet-tani, anyagtani tudás, másrészt a hibafajták, a kiváltó okok ismerete. A hiba okainak felismerése gyakran már az épület vizsgálata során is lehetséges, a hibák csoportosításának módjait mutatja az 1. táblázat. Az épületek és szerkezeteik állapotának megállapítására irányuló módszerek többféleképpen rendszerezhetők (2. táblázat).

Az épület-diagnosztikai vizsgálatok előkészítésére, az építéstörténet feltárására a következő források állhatnak rendelkezésre:

- Tervek – az épület eredeti tervei, átépítés, felújítás során készített tervdokumentáció;
- Szerződések, számlák, építési dokumentumok (pl. építési napló);
- Az épület tulajdonosainak, használóinak beszámolója az épületet ért hatásokról, hibákról, az elvégzett felújítási és karbantartási munkákról;
- Régi leírások, fotók, festmények. (Koppány, 2000; Ágostháziné et al., 2000; Kastner, 2000)

A szemrevételezés minden további vizsgálat alapja, az épület szerkezeteiről és általános állapotáról ad információt. Nagy szakértelem, tapasztalat, szükséges hozzá. A szemrevételezés alapvető feladatai közé tartozik a szerkezet-felismerés, kialakítás és az alkalmazott építőanyagok lehetőség szerinti meghatározása (Bajza, 2003; Dulácska, 2008; Tóth, 2001), valamint a látható hibajelenségek (repedések, elmozdulások, mechanikai károsodások, nedvességek, stb.) mellett hallgatózással, kopogtatással (anyagminőség,

üregek), tapintással (felületi nedvesség, hőmérsékletkülönbségek), akár szaglással is feltárhatók a hibajelenségek.. A szemrevételezés segítségével meghatározhatók a további szükséges vizsgálatok. (Bajza, 2003; Kastner, 2000; Ágostháziné et al., 2000)

A roncsolásmentes vizsgálatok jól alkalmazhatók használatban levő épületekben is. A helyszíni vizsgálatok jellemzően ebbe a kategóriába sorolhatók. Az ide tartozó vizsgálat-típusok között a legelterjedtebbek keménységmérés (Schmidt kalapáccsal, Poldi kalapáccsal), a fémek helymeghatározása (pl. mágneses indukció elvén működő eszközzel, 6. ábra) ultrahang és röntgen berendezésekkel végzett anyagvizsgálatok, és a próbaterhelések. (Kastner, 2000; Bajza, 2003; Ágostháziné et al., 2000; Diem, 1985; Dulácska, 2008)



6. ábra – Vaskereső berendezés (www.hilti.hu, 2009.01.27.)

A geometriai vizsgálatok egyik változata az alakváltozások, elmozdulások mérése, amelyek segítségével megállapítható, hogy az épület továbbra is mozog-e. Ide tartozik az épület felmérése, fotódokumentáció készítése is. A rendelkezésre álló terveket össze kell hasonlítani a tényleges szerkezetekkel. A különböző léptékű alaprajzok, metszetek elkészítése mellett egyes épületelemek részletes felmérésére is szükség lehet. Fotódokumentációval rögzíthetők a vizsgálati vagy mintavételi helyek is. Infravörös thermográfiával a szerkezetek hőtechnikai tulajdonságaira következtethetünk. (Kastner, 2000; Ágostháziné et al., 2000; Bajza, 2003; Tóth, 2001)

Részletesebb vizsgálatok készíthetők a szerkezetek részleges megbontásával, egyes esetekben az alkalmazott szerkezet, építőanyag is csak feltárással határozható meg. A feltárás lehet tájékoztató jellegű, ez elsősorban a szerkezet azonosítására szolgál. A tartószerkezetek szabaddá tétele nagyobb mértékű feltárást is jelenthet, például az alapozás vizsgálata során. (Dulácska 2008) Az alapszerkezetek minősége a különböző bevonatok (vakolat, festékek, tapéták, padlóburkolatok, falburkolatok) eltávolításával megállapítható. Eldönthető, hogy csak a bevonat, vagy az alapszerkezet is károsodott-e, vagy az ép burkolat alatt vannak-e hibák. Korábbi átépítések, átalakítások nyomai is fellelhetők. (Kastner, 2000) Feltárás után a korábban ismertetett roncsolásmentes vizsgálatok mellett mintavétel is történhet. Minden esetben ügyelni kell, hogy a beavatkozás ne gyengítse a tartószerkezeteket, ne veszélyeztesse az épület állékonyságát, a használók és a vizsgálatot végzők biztonságát. (Bajza, 2003; Ágostháziné et al., 2000; Kastner, 2000; Dulácska, 2008) Feltárással a szerkezetek belsejének tulajdonságai vizsgálhatók, például fafödémek

gerendáinak állapota. Az endoszkópos vizsgálatokat üregek vagy belső, nehezen hozzáférhető szerkezetek vizsgálatánál, valamint gépészeti vezetékek ellenőrzésére alkalmazzák. (Kastner, 2000)

Számos vizsgálathoz szükséges, hogy a szerkezetből, építőanyagból mintát vegyenek. Ide tartoznak olyan, helyszínen is elvégezhető vizsgálatok, mint például a nedvességtartalom megállapítása kalcium-karbidos vizsgálattal, a beton karbonátosodásának vizsgálata indikátorral, a beton szennyezőanyagainak kimutatása. Más mérések, vizsgálatok elvégzéséhez a mintákat akkreditált laboratóriumba szállítják, ilyenek a különböző anyagtani (vízfelvétel-vizsgálat, metallográfiai vizsgálat, stb.), vegyészeti, korróziós, valamint a szilárdsági és egyéb mechanikai vizsgálatok (pl. húzó-, hajlító- és törővizsgálatok, keménység, fáradás, stb.). A mintavétel szabályait (mintavétel helye, minták száma, stb.) minden esetben be kell tartani, hogy az eredmények értékelhetők legyenek. (Dulácska, 2008; Bajza, 2003; Balázs–Tóth, 1997) A kapott eredmények további erőtani, épületfizikai, épületgépészeti számításokban használhatók, amelyekkel eldönthető a meglévő szerkezetek megfelelősége a követelményeknek.

Az épületdiagnosztikai vizsgálatok eredményeit dokumentációban rögzítik, megadva a hibahelyeket és a meghibásodás mértékét. Ez utóbbi történhet százalékos formában, vagy kategóriákba sorolva. (Ágostháziné et al., 2000) Az eredmények összesítésével a szerkezetek minősíthetők, meghatározhatók a szükséges felújítási munkák. Az épületek értékelemzésének alapja szintén a diagnosztikai vizsgálatokon alapuló állapot-meghatározás. (Kastner, 2000)

A megépült teherhordó szerkezetek erőtani vizsgálatára vonatkozó műszaki irányelv (MI 15011-1988) összefoglalja a tartószerkezetek értékeléséhez szükséges szempontokat. (Dulácska, 2008) A vizsgálatok elve, hogy a lehető legkisebb beavatkozással, az épület használatának minimális zavarásával járjanak. Ennek megfelelően a szemrevételezéses és roncsolásmentes vizsgálatokat részesítik előnyben. Feltárásnál, mintavételnél diagnosztizáláshoz elegendő mértékű, a lehető legkevesebb beavatkozásra kell törekedni. (Ágostháziné et al., 2000; Neddermann, 2005) Nehezíti a kérdést, hogy a felújítás közben gyakran további adatok válnak szükségessé. Fontos, hogy a vizsgálatok arányban legyenek az épület szerkezeti, funkcionális és elvi értékével, valamint legyenek gazdaságosak az elvárt eredményhez képest. (Kastner, 2000)

#### *1.2.4.2. Épületek felújítása, fenntartása*

Az épületek életciklusa során, az építéstől a lebontásig-megsemmisülésig számos folyamat játszódik le, amelyek függenek az alkalmazott építőanyagoktól, építési technológiáktól, a szerkezeti rendszertől és az épület használatától is. (Koppány, 2000) Az épületek élettartama értelmezhető:

- a használhatóság szempontjából: funkcionális;

- a követelmények kielégítése szempontjából: műszaki;
  - a ráfordítás - megtérülés szempontjából: gazdasági élettartam. (Szajkovics, 2003)
- Az épületelemek állapotának jelölésére alkalmazhatók a következő hibaosztályok:
- I. hibaosztály: kevés felújítási, helyreállítási igény;
  - II. hibaosztály: nagyobb felújítási, megerősítési, átlagos helyreállítási igény, kevés új építés;
  - III. hibaosztály: nagyobb mennyiségű új szerkezet, az új építés mennyisége hozzávetőleg megegyezik a javításokkal;
  - IV. hibaosztály: az új építés, csere aránya nagyobb, mint a helyreállításé, szerkezeti, tartószerkezeti beavatkozások;
  - V. hibaosztály: nagyon magas arányú új építés, nagymértékű beavatkozások a tartószerkezeten – a meglevő épületről keveset tartanak meg.

Ezekhez hozzárendelhető a felújítási munkák mértéke, a költségek nagyságrendje. (Neddermann, 2005) A tartószerkezetek minősítésénél az erőtani követelmények kielégítésének szempontjából a szerkezet Megfelelő, Tűrhető és Veszélyes kategóriákba sorolható. (Dulácska, 2008) A felújítási, fenntartási munkák ütemezése kapcsolható az életciklushoz, vagy a szerkezetek hierarchiájához. (Szajkovics, 2003; Ágostháziné et al., 2000)

A fenntartáshoz, felújításhoz az alábbi műszaki tevékenységek tartoznak:

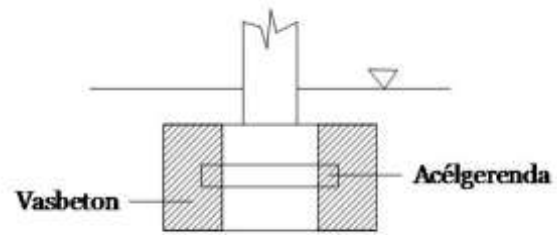
- karbantartás: tervszerű állagmegóvási munkák;
- felújítás: hibás, elavult szerkezetek javítása;
- bővítés: az alapterület növelése funkcióváltás nélkül;
- hozzáépítés: új építés, nem elsősorban felújítás;
- korszerűsítés: a használati érték növekszik, de a rendeltetés nem változik. (Szajkovics, 2003; Neddermann, 2005)
- Régi épületeket érintő speciálisabb építési munkák, mint
  - konzerválás;
  - restaurálás;
  - renoválás, újraelőállítás, javítás;
  - helyreállítás;
  - bontás.

A fenntartási tevékenységhez tartozó beavatkozások függenek a szerkezetek típusától és állapotától. (Szajkovics, 2003; Dános–Hír, 1980)

#### *1.2.4.3. Szerkezetek hibái, javítási, megerősítési technológiák*

A síkalapozások leggyakoribb hibáit a víz okozza (pl. csatornák meghibásodása vagy csőtörés miatt kimosódó talaj). További hibaforrás a tervezési és kivitelezési hibák, az alaptest korróziója, az egyenlőtlen süllyedés. A mélyalapoknál tervezési- és kivitelezési

hibák okozhatnak problémákat. Az alapozás hibája, az épület mozgása számos más szerkezetet, köztük a tartószerkezeteket, a burkolatokat, a nyílászárókat is károsíthatja. (Dulácska, 2008; Bajza, 2003; Szerényi et al., 2004; Tóth, 2001) Az alapozás teherbírása növelhető többek között talajszilárdítással, az alaptestek megerősíthetők alapmélyítéssel és



7. ábra – Alapszélesítés  
(Dulácska, 2008 p.117 alapján)

alapköpenyezéssel (szélesítéssel), amely a 7. ábrán látható, valamint fúrt, vert vagy sajtolt cölöpözéssel, mikrocölöpökkel, jet-grouting eljárással. (Dulácska, 2008; Dános–Hír, 1980; Szajkovich, 2003; Kolbitsch, 1991; Szabó, 2008)

Az alépítményi szigetelések, mint eltakart szerkezetek közvetlenül nem vizsgálhatók, meghibásodásukra a kapcsolódó szerkezetek károsodásából (nedvességhárkók) következtethetünk. Kis területű feltárással megállapítható a szigetelés anyaga, rétegszáma és állapota. (Bajza, 2003) A felújítás leggyakrabban utólagos szigetelési eljárásokkal történik, ezek lehetnek mechanikus, vegyi és elektroozmotikus eljárások. A megvalósult példák vizsgálata alapján a leghatékonyabbak a mechanikus módszerek, míg a legkevésbé hatékonyak az elektroozmotikus eljárások bizonyultak. (Simlinger, 2000; Simlinger, 2002) A falazatok nedvesedése megakadályozható felületszivárgók, drén csöves vízelvezetés építésével is. (Szerényi et al., 2004; Szajkovich, 2003; Tóth, 2001) A javítás után a csatlakozó szerkezeteket ki kell szárítani (Dános–Hír, 1980), ez történhet lélegző, falszáritó vakolatok alkalmazásával. (Szajkovich, 2003)

A vázszerkezetek meghibásodása leggyakrabban mechanikai, hőtechnikai, korróziós vagy kivitelezési eredetű. Befogott kapcsolatok esetén a repedések a kapcsolatok környezetében alakulnak ki, vagy a kapcsolóelemek mennek tönkre. (Bajza, 2003; Tóth, 2001) A betonszerkezetek repedései közvetlenül befolyásolják a szerkezetek élettartamát, a felgyorsuló korrózió miatt. A javítás előtt fel kell tární a repedések okait. A repedések injektálással javíthatók, az injektáló anyag kiválasztását befolyásolja a repedés tágassága, és az erőjáték. (Gunkler, 2000; Dulácska, 2008) Vasbeton szerkezetek felületi hibáit általában javító habarccsal javíthatók. (Szerényi et al., 2004) Az acélbetétek védelme történhet az acélra felhordott alkáli vagy epoxigyanta alapú védőszerrel, a beton kezelésével a szerkezet víztartalmának korlátozásával és katódos korrózióvédelemmel. A beton felületi védelmére alkalmazhatnak többek között hidrofobizáló, vegyi védelmet nyújtó, a beton felületét lezáró, repedésáthidaló anyagokat. (Dulácska, 2008; Reul, 2001) A szerkezetek megerősítése történhet injektálással, körül-köpenyezéssel, torkrét eljárással, a felületre ragasztott szálal erősítéssel (pl. szénszálal szalagokkal), vagy ragasztott és dübelezt acél elemekkel, esetleg az erőjáték megváltoztatásával (alátámasztás, aláfeszítés, stb.). (Dulácska, 2008; Szerényi

et al., 2004; Szabó, 2008)  
 Vasbeton és feszített  
 vasbeton szerkezetek  
 megerősítése különféle  
 szálerősítésű műanyagokkal  
 történhet (üveg-, aramid-, és  
 szénszálas kompozitokkal).  
 A különböző igénybevételek  
 esetén alkalmazható meg-  
 oldások a felragasztott vagy  
 beragasztott szalagok és a  
 körülköpenyezés.

(Grunewald–Onken, 2004)

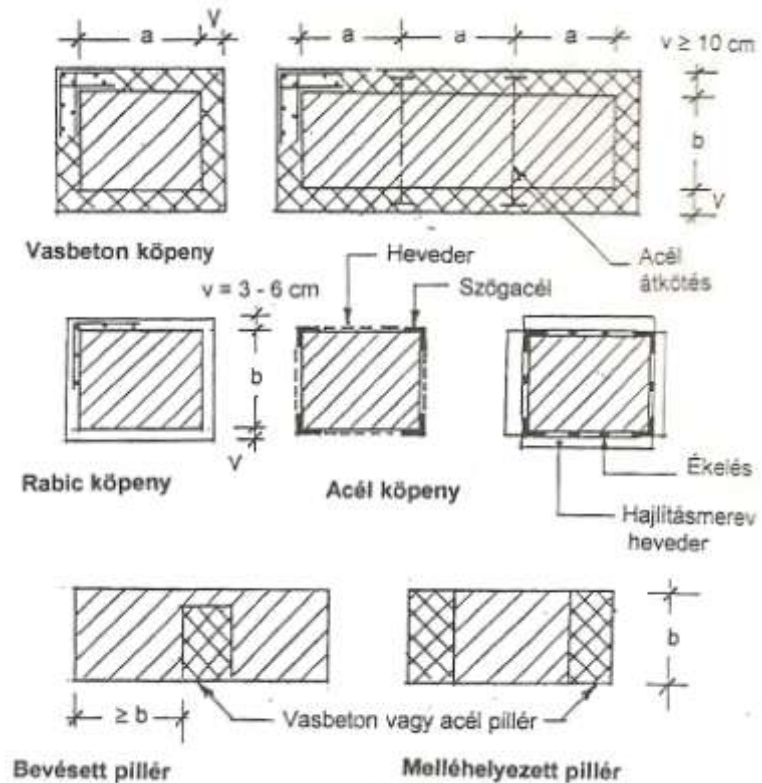
Acél szerkezeti  
 elemeknél lényeges a  
 korróziós károk kijávítása, a  
 korrózióvédelem pótlása,  
 vagy új bevonat készítése.

(Dulácska, 2008) Az acél-

szerkezetek tűzvédelmének speciális megoldása a szerkezetek (a keresztmetszet vagy az anyagminőség) túlméretezésével a tűzállósági követelmények kielégítése. (Blum–Girkes, 2004).

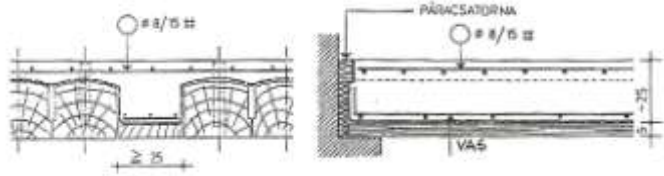
A falazat károsodását általában mechanikai sérülések, túlterhelés vagy mozgásból származó repedések, deformációk, ázás, nedvesedés okozza. (Tóth, 2001; Bajza, 2003) A falazatok hibáinak javítása előtt ki kell küszöbölni a meghibásodást okozó tényezőt. Téglafalak repedései javíthatók falvarrási technológiával (Szerényi et al., 2004), cementhabarcs vagy műgyanta injektálással, átfalazással, vasbeton kapcsológerendákkal. A teherbírás növelhető melléépített vagy bevészt pillérrel, köpenyezéssel, kő- vagy téglapilléreknel idomacél köpenyezéssel, ahogy a 8. ábrán is látható. (Szajkovics, 2003; Kolbitsch, 1991; Dulácska, 2008; Szabó, 2008) Falazott szerkezetek esetén is alkalmazható a lőtt beton eljárás (Dulácska, 2008). Nagy oldalirányú erők esetén a falazatok megerősíthetők felragasztott acél vagy szálerősítésű kompozit elemekkel. (Kolbitsch, 1991)

A födémek hibáinak leggyakoribb oka a mechanikai sérülések, különböző okok miatt létrejövő repedések, alakváltozások, nedvességhátrahagyások, hőtechnikai hibák és korróziós folyamatok. (Bajza, 2003; Tóth, 2001) A födémek megerősítésének egyik módja a statikai váz megváltoztatása például födém- vagy gerendavégek lekötésével. (Szabó, 2008) Fafödémeknél lehetőség van egyes elemek cseréjére, műgyantás megerősítésére, fa-, vasbeton- vagy acélgerendák beépítésére, valamint együttműködő monolit vasbeton lemez



8. ábra – Falak, pillérek megerősítése  
 (Dulácska, 2008 p.133)

készítésére. (Szerényi et al., 2004; Dános–Hír, 1980; Kolbitsch, 1991; Dulácska, 2008; Szabó, 2008; Tóth, 2001) Poroszsüveg boltozatoknál a habarcs javítható, a boltmező cserélhető, vagy lőtt betonnal,

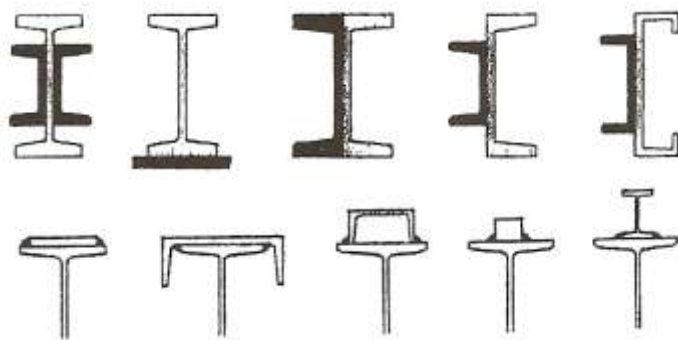


9. ábra – Fafödém megerősítése vasbeton bordával  
(Dulácska, 2008 p.200)

vasbeton lemezzel való megerősíthető. Az acélgerendák esetén acél vagy szálerősítésű lemezek használhatók. (Dulácska, 2008; Szerényi et al., 2004; Dános–Hír, 1980; Kolbitsch, 1991) Vasbeton födémeknél a sérült részek vésése és pótlása (Dános–Hír, 1980) mellett a megerősítés készíthető injektálással, feszített vagy feszítés nélküli acélbetétek bevésésével, szálerősítésű anyagok felragasztásával, és torkrét eljárással is.

A tetőszerkezeteket mechanikai sérülések, egyes elemek deformációja, korróziója (biológiai károsítók, kötéshibák, tűzkár, stb. károsíthatja. (Tóth, 2001; Bajza, 2003) Faanyagú tetőszerkezeteknél szükség lehet utólagos faanyag- és tűzvédelemre, a károsodott elemek részben vagy egészben cserélhetők. (Reul, 2001; Dános–Hír, 1980) A tetőszerkezet megerősítése történhet fa elemekkel (keresztmetszet növelésével), új fém kapcsolóelemekkel, műgyantás fapótlással is. (Szerényi et al., 2004; Szajkovics, 2003) A fedélszékeknél alkalmazható a statikai modell megváltoztatása, ami a fesztáv vagy az egyes elemek kihajlási hosszának csökkentése (pl. mellékrácsolással). Acél tetőszerkezetek esetén a legegyszerűbb megoldás az erősítő acélszelvények alkalmazása. (Dulácska, 2008; Szabó, 2008)

A tetőfedések meghibásodását leggyakrabban beázás jelzi, aminek oka lehet a tartószerkezet (aljzat), a vízszigetelő rétegek (a héjalás), a hőszigetelő réteg, valamint a



10. ábra – Acélszelvények megerősítése  
(Dulácska, 2008 p.191)

szerkezeti kapcsolatok meghibásodása. (Bajza, 2003; Tóth, 2001) A bádogos szerkezeteknél gyakori az üzemeltetési, tervezési és kivitelezési hiba, a mechanikai károsodások, és a korrózióból, hőmozgásból származó hibák. (Bajza, 2003) Magastetők fedésénél a javítás történhet

egyes elemek cseréjével, a teljes felület átrakásával, új fedés készítésével, ilyenkor ellenőrizni kell a tetőszerkezet állapotát is. (Szerényi et al., 2004; Tóth, 2001; Szajkovics, 2003). Vápa- és attikacsatornák felújításánál ügyelni kell az eredeti és az új anyag összeépíthetőségére (kontakt korrózió), ha ez nem megoldható, a teljes csere javasolt. (Tóth, 2001)

Lapostetőkön a régi szigetelés javítása csak az eredetivel összeépíthető anyaggal történhet. Foltszerű javítás a felület 40-50%-ig célszerű, ha a hiba nagyobb felületre terjed ki, vagy más rétegeket (is) érint, új fedés készítenendő. (Dános–Hír, 1980; Szerényi et al., 2004) Új szigetelés készítésekor a régi szerkezet (ha megmarad) a párányomás kiegyenlítődé miatt perforálandó. (Szajkovich, 2003)

Homlokzatképzések meghibásodását mechanikai sérülések vagy épületfizikai hibák okozzák, de igen jelentős hiba még a korrózió és a falszerkezet repedése. (Bajza, 2003; Tóth, 2001) Vakolatok esetén lehetőség van részleges vagy teljes cserére, utóbbi esetben a homlokzat hőtechnikai tulajdonságai is javíthatók. Lehetséges a vakolatok foltszerű vagy felületi javítása (az eredeti rétegek eltávolítása nélkül). (Tóth, 2001; Szerényi et al., 2004) Téglaburkolatnál megoldás lehet egyes elemek, vagy a teljes burkolat cseréje. (Dános–Hír, 1980) A felújítás során használhatók speciális (hőszigetelő, falszárító, repedés-áthidaló) vakolatok. (Künzel, 2002) Megőrzésre érdemes (pl. téglaburkolatos) homlokzatoknál lehetőség van belső oldalon elhelyezett hőszigetelés páratechnikai szempontból is megfelelő kialakítására, megfelelő hőszigetelő anyaggal (pl. kalcium-szilikát) akár párafékező réteg beépítése nélkül. (Stopp et al., 2000)

A nyílászárók meghibásodása általában épületfizikai vagy mechanikai eredetű, gyakori a korróziós, valamint a használatból eredő hiba, faanyagoknál a vetemedés is. (Bajza, 2003; Tóth, 2001) A nyílászárók javítása a felületkezelés javításától az újraüvegezésen, a szárny javításán, lég- és vízzárás fokozásán át a szárny, vagy a teljes szerkezet cseréjéig terjedhet. A csere során lehetőség van a szerkezetek hőtechnikai tulajdonságainak javítására (hőszigetelő üvegezésű korszerű nyílászárók beépítésére). (Szerényi et al., 2004; Szajkovich, 2003)

A válaszfalak jellemző meghibásodásai a tartófalakhoz hasonlóak, leggyakoribbak a használatból adódó mechanikai sérülések. (Bajza, 2003) Javításuk a tartófalakhoz hasonló, de gyakori megoldás a bontás és új építés is. Ekkor alkalmazhatók kerámia vagy pórusbeton válaszfal elemek, vagy szerelt szerkezetek is. (Böhning, 2002)

A belső terek felületképzésein igen gyakran esztétikai hibák, kopás, mechanikai sérülések, burkolatleválások figyelhetők meg, ez utóbbi sokszor az aljzat nem megfelelő kialakításának eredménye. (Bajza, 2003; Tóth, 2001) A javítás lehet egyszerű tisztítás, egyes elemek, szakaszok cseréje, új burkolat készítése a régi megtartásával vagy eltávolításával. Szükség lehet az aljzat megerősítésére, vagy kiegészítő rétegek beépítésére is. (Szerényi et al., 2004; Szajkovich, 2003) A felújítás során lehetőség van a szerkezetek helyreállításán túl egyes jellemzők (pl. hő- és hangszigetelési érték) javítására is. (Böhning, 2002)

A minőség, minőségbiztosítási kérdések egy felújításnál összetettebbek, mint egy új építésnél. Minőségbiztosítási koncepció kialakításánál a szükséges vizsgálatok csoportja tágabb, mint új építés esetén. (Wigger–Budelmann, 2002) A felújítás hibáinak



legjellemzőbb oka a nem megfelelő diagnosztika, de okozhatják még tervezési, kiírási és kivitelezési hibák is. (Kolbitsch, 2000)

#### *1.2.5. Ipari épületek újrahasznosítása*

A XX. század második felében az egykori gyárak, raktárak sorra kaptak az ipari tevékenységtől eltérő funkciót, azelőtt leggyakrabban ipari újrahasznosításokra volt példa (lásd 1.2.1. pont). Az ipari épületek megőrzésének jellege és mértéke számos dologtól függ, kezdve az épület tulajdonságaitól a városban elfoglalt helyén át az új funkcióig. Az irodalomban bemutatott példák segítségével összevethetők a különböző megoldások. Az elméleti és gyűjteményes munkák az újrahasznosítások elemzését készítik elő.

##### *1.2.5.1. Elméleti munkák*

Az ipari épületek, az ipari örökség megóvása viszonylag újszerű gondolat. A műemlékvédelem körének XX. századi bővülése során terjedt ki a megőrzés igénye az ipari épületekre is. (Wehdorn–Georgeacopol-Winischhofer, 1984) Az épített örökség megóvásának lehetőségére kettősség jellemző: a muzeális szemléletű megőrzés költséges, de nem igazán felel meg a korszerű követelményeknek. (Erő, 2004, Wehdorn–Georgeacopol-Winischhofer, 1984) Az európai szakmai közvélemény egyetért abban, hogy a megőrzés csak úgy lehetséges, ha az épületek a mindennapi életben szerepet kapnak, megtalálják a fenntartást legalább részben fedezni képes funkcióikat.

Az ipari építészet jelentős alkotásainak védelme múzeumok létrehozásával, műemlékké nyilvánítással biztosítható. A múzeumi megőrzés csak olyan épületeknél reális, ahol az eredeti berendezés is működőképes. Az ipari kultúra bemutatására épülő turizmus Nyugat-Európában már elterjedt, az ipari örökség feltárására, dokumentálására és bemutatására kutatási és konzerválási módszertant is kidolgoztak. Nehézséget jelent, hogy gyakran kiterjedt épületegyütteseket kellene megőrizni, hogy az összefüggések is bemutatathatók legyenek. A teljes rendszer megtartására anyagi forrás biztosítása nélkül nincs lehetőség.

Ha sem az eredeti funkció fenntartása, sem a múzeummá történő átalakítás nem megoldható, akkor a megoldást a funkcióváltás jelentheti, ami a megőrzés legjárhatóbb útja. A hatalmas, különleges adottságú terekbe nehéz új funkciót találni. Az épületszerkezet hiányosságai, az épületek ipari használatból és elhagyatottságból eredő rossz állapota, további problémát jelentenek. A felújítást nehezíti, hogy egyes elemek pótlása komoly költségekkel jár. (Ongerth, 2003; Soóki-Tóth–Sütő, 2002) Az ipari, raktározási funkciók megtartása megfelelő, ha az épület városi pozíciója nem változik.

A szabadidős, kulturális és lakó funkciók kialakítására kerülhet sor a terület helyzetének változásakor, vagy ennek elősegítését megcélózva. Az ipari épületek kulturális célú hasznosítását építészeti-technikai racionalitás és többszintű szimbolikus értékek indokolhatják, bár előfordulhatnak építészeti nehézségek. A csarnokszerű épületek

bármilyen formájú utólagos felosztást lehetővé tesznek. Színház, múzeum kialakításánál előny a nagy belmagasság, stabil tartószerkezet, de a felújítás során jelentkező többletköltséget egy kulturális intézmény nehezen tudja finanszírozni. Ennek ellenére a kulturális hasznosítások elterjedtek, köszönhetően az ehhez kapcsolt többletjelentésnek. A „hőskor” (1960-as, 1970-es évek) alternatív művészeti felfogásával való azonosulás leginkább civil, művészeti projekteken jellemző.

A loft (jelentése: padlás, rendszerint ezt a kifejezést használják az ipari épületekben kialakított munkahelyekre, lakásokra) a történelmi iparvárosok megújulásának jelképévé vált. Az ipari épületek hasznosításának örökségvédelmi kérdéseken túl műszaki, piaci feltételei is vannak. Loftlakások kialakításával olyan embereket célozzák meg, akik lakásuk esetén rugalmasan szeretnék alakítani a mozgásterüket, a hagyományostól eltérő alaprajzi struktúrára vágnak. (Soóki-Tóth-Sütő, 2002)

A közösségteremtés, fenntartható fejlődés, környezetvédelem, városrehabilitáció elvei civil- és önkormányzati kezdeményezések esetén kapnak szerepet. Gazdasági, turisztikai, politikai érdekek, a város versenyképességének növelése önkormányzati fejlesztéseknél kerül előtérbe. Magánkezdeményezések esetén leginkább az ingatlanpiaci folyamatok érvényesülnek. (Keresztély, 2004) Komoly funkcióváltást, felújítást kellő erejű fejlesztési szándékok nélkül nem lehet kezdeményezni. Az újrahasznosítás gyakran a területekre irányul, az épületek megtartása nélkül, ezért



11. ábra – MEÓ Galéria (Bp. 2003)

fontos az elpusztuló ipari örökség dokumentálása. Kíváncsú a szemléletváltás, hogy a zöldmezős beruházások alternatívájaként megjelenjen a barnamezős területeken levő történelmi értékű épületek használata. (Erő, 2004)

Az előzőekben említett több szinten jelentkező szimbolikus értékek miatt az ipari épületek átalakítása divattá vált, és ez a fejlesztések során nagy súllyal esik latba. Ilyen beruházások Budapesten a nyugati gyakorlathoz képest későn, a kilencvenes évektől jelentek meg. A közösségi célok mellett hamar felismerték az ipari épületek átalakításával kapcsolatos üzleti, politikai, presztízsjellegű szempontokat. E fejlesztésekben jelen vannak magán- és közösségi projektek is (Fonó, Trafó, MEO Galéria – l. 11. ábra, a Millenáris Park, stb.). (Keresztély, 2004)

Az ipari épületek funkcióváltásának jellemző megoldásainál összefügg az épületek szerkezeti rendszere és az új funkció. A többszintes, nagy nyílásokkal rendelkező épületek (pl. könnyűipari üzemek) igénylik a legkisebb beavatkozást, a kisebb természetes megvilágítást biztosító épületek ugyan több beavatkozást igényelnek, de alkalmasak lakások, irodák kialakítására. Egyszintes, nagy alapterületű épületek (csarnokok, raktárak, remízek és garázsok) elsősorban kereskedelmi létesítmények befogadására alkalmasak. Látványos szerkezetek, összetett térstruktúra esetén multifunkcionális és esemény jellegű hasznosítások is szóba kerülhetnek. A vertikális technológiákat befogadó ipari épületeknél leginkább a kulturális hasznosítás a jellemző. Speciális térigényű technológiák épületei esetén a megőrzés lehetőségét a performance vagy képzőművészeti jellegű hasznosítás biztosíthatja. (Soóki-Tóth–Sütő, 2002)

#### *1.2.5.2. Megvalósult projektek bemutatása (építészeti cikkek, gyűjtések, értékelések)*

Ipari épületek újrahasznosításának számos megvalósult példája van. A hazai és nemzetközi irodalom leginkább egyes, önálló példák bemutatására szorítkozik. Az építészeti folyóiratok megvalósult funkcióváltásokat, és az alkalmazott építészeti beavatkozásokat eredmény oldalról mutatja be. A korszerűsítés lehetőséget ad arra is, új környezetbarát technológiák kerüljenek az épületbe. Műemléki védelem alatt álló ipari épületek hasznosításánál is a felújítási, átépítési, bővítési megoldások, épület-típusok és új funkciók széles palettája van jelen. (Neuer Nutzen, 2003)

A „Neuer Nutzen in alten Industriebauten” (Új használat régi ipari épületekben) című kiadvány Németország területéről mutat be példákat ipari épületek hasznosítására. A példák különlegessége, hogy minden épület műemléki védettséget élvez. Az épületek, projektek tartományonként kerülnek bemutatásra, de leírásuk nem egységes szempontrendszer szerint történik. (Neuer Nutzen, 2003) Az Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Nordrhein-Westfalen (továbbiakban ILS) tanulmánya az ipari épületek újrahasznosításának korai példáiból ad átfogó gyűjteményt. (Umnutzung, 1984) Az interneten települések leírásában, vagy egyes intézmények ismertetőjében mutatnak be újrahasznosított, használatban levő egykori ipari épületeket.

Az ipari épületek újrahasznosítási példái csoportosíthatók az új funkció szerint, figyelembe vehetők az egyes funkció-csoportok eltérő társadalmi hatásai, valamint a funkcióval kapcsolatos városszerkezeti, elhelyezkedési kérdései. A tanulmányozáshoz a következő funkció-csoportok használták: (Umnutzung, 1984)

- Ipar, ipar-udvarok (Gewerbehof);
- Szolgáltatások, kereskedelem és gasztronómia;
- Lakás;
- Szociális infrastruktúra;
- Vegyes hasznosítás;

- Átmeneti- /előhasznosítás.

A megvalósult példák vizsgálati szempontjai között szerepelnek még gazdasági, műemléki, szerkezeti és építészeti kérdések.

#### *1.2.6. Gazdaságossági kérdések*

Az ipari épületek újrahasznosításával kapcsolatban felmerül az építési munkáknál jelentkező többletköltség, ami egy jelentős bizonytalansági tényező. (Keresztély, 2004) Van olyan szemlélet is, ami azt állítja, hogy egy meglevő tartószerkezetet adaptálásával megtakarítások érhetők el, amelynek a mértéke függ az új funkciótól is (Umnutzung, 1984). Az esetleg felmerülő többletköltségeket a történeti érték, illetve a műemlék épület jelentette presztízs-növekedés tudja ellensúlyozni. (Haß et al. 1996)

A nem megfelelően részletes épületdiagnosztikai vizsgálatok következtében a felújítás során további meghibásodásokra is fény derülhet. A felújítási munkák pénzügyi tervezése nem csak a rejtett épülethibák miatt nehéz, hanem azért is, mert nem áll rendelkezésre elég adat a már megvalósult felújítások költségeiről. A roncsolásmentes vizsgálatok esetén elkerülhetők a feltárások, mintavételi helyek helyreállítási igényéből adódó plusz költségek. A költségbecslés pontossága közvetlenül összekapcsolható az épület állapotával is. (Neddermann, 2005)

Az egyes épületelemek helyreállítási költségei jól becsülhetők a hibaosztályok alkalmazásával. A hibaosztályokhoz (I-V) tartozó kiadások a beavatkozás legalacsonyabb és legmagasabb költségei között interpolálással számíthatók. A legalacsonyabb ár az egyszerű felületi javításokhoz tartozik, míg a legmagasabb az épületelem elbontását és új építését tartalmazza. A legalacsonyabb és legmagasabb értékek gyűjteményes táblázatból kikereshetők. (Neddermann, 2005)

Az újrahasznosítás során költségnövelő tényezőként jelenik meg a szennyezett területek kármentesítésének feladata is. A költségek csak a szennyezettség mértékének, fajtájának megállapítása után tervezhetők megfelelő biztonsággal.

A felújítást, hasznosítást védett épületek esetén a műemléki hivatalok pénzzel és szakmai segítséggel is támogathatják, az előbbi a Nyugat-európai országokban gyakoribb, mint hazánkban. (Neuer Nutzen, 2003) A városrekonstrukció keretén belül elkészült épület-felújításokra lehet támogatást szerezni a fővárosi önkormányzattól, a városrekonstrukció célterületeinek a barnamezőkre (átmeneti zónára) való kiterjesztésével a támogatások ezen a területen is elérhetők lesznek. (Városkutatás, 2003)

#### *1.2.7. Műemléki kérdések*

Az ipari örökség védelme a XX. század második felében kapott igazi hangsúlyt. Nemzetközi összefogással 1978-ban jött létre a TICCIIH (The International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage, az ipari örökség megóvásának nemzetközi szervezete), az ipari régészet (Industrial archeology, Industriearchäologie) számos Nyugat-

európai egyetemen vált kutatási iránnyá. Az ipari régészet feladata az épületállomány, az ipari, technikai emlékek (tárgyi emlékek, berendezések, festmények, rajzok, fotók, leírások és elbeszélések) kutatása és megőrzése. (Wehdorn–Georgeacopol-Winischhofer, 1984)

Az ipari örökség iránti egyre erőteljesebb érdeklődés arra készítette a szakembereket, hogy számba vegyék az értékes (műemléki) ipari épületeket. Ehhez a régi épületek katasztere mellett komoly ipartörténeti, építészettörténeti kutatás is szükséges, mert a régi ipari épületek többféle értéket is fel tudnak mutatni, mint történeti, kulturális, művészi-építészeti, érzelmi (elvi) és gyakorlati értékek. Az érték kapcsolódhat az üzem ipartörténeti jelentőségéhez, az épület építészeti-szerkezeti kvalitásához, vagy akár a tervező személyéhez. (Wehdorn–Georgeacopol-Winischhofer, 1984)

Az épületek védelmének törvényi eszköze a műemléki védettség, ez országonként különböző tartalmú. Ausztriában például minden állami, egyházi, közösségi-alapítványi tulajdonban levő megőrzésre érdemes épület automatikusan védettséget élvez. Hazánkban a műemléki védettség megállapítása során a „Műemléki érték: minden olyan épített örökségi elem, valamint azok rendeltetésszerűen összetartozó területe, együttese, rendszere, amely hazánk múltja és a közösségi hovatartozás-tudat szempontjából kiemelkedő jelentőségű történeti, művészeti, tudományos és műszaki emlék; alkotórészeivel, tartozékaival és berendezési tárgyaival együtt.” (2001. évi LXIV. Törvény a Kulturális Örökség Védelméről) A törvényben szereplő kiemelkedő jelentőség megmutatkozhat:

- a védendő emlék korában,
- a védendő emlék létrehozásában megnyilvánuló közösségi akaratban,
- a védendő emlék egyediségében (ez lehet különleges, mással nem pótolható művészeti érték, az alkotó, a típusnak vagy a használatnak a keletkezés korát tekintve is fennálló ritkasága),
- a védendő emlék tipikusságában (jellemző típus jellegzetes megjelenési formája, egy típus legkorábbi/legkésőbbi emléke vagy legérettebb jelentkezési formája),
- a védendő emlék létrehozásának építéstechnika-történeti vonatkozásában,
- a védendő emlékhöz kapcsolódó különleges eszmei-szellemi, „nem anyagiasult” vonatkozásokban,
- a védendő emlékeknek a környezetével (településképpel, településszerkezettel, történeti tájjal) való összefüggésében, stb. (KÖH, 2007)

A fenti szempontrendszernek való megfelelés nem eredményezi az objektum automatikus védetté nyilvánítását. A védettséget a Kulturális Örökségvédelmi Hivatalnál (továbbiakban KÖH) kell kezdeményezni. A műemléki védettség mellett további kategóriaként megjelenik a helyi védettség, előbbiért a KÖH, utóbbiért a települések önkormányzata felel.

A műemlékek esetén meglévő kötöttségek riasztó hatással lehetnek a befektetőkre (Soóki-Tóth-Sütő, 2002), és a KÖH követelményei jelentős többletköltségeket eredményezhetnek (Keresztély, 2004), de megfigyelhető a védett épületek állami támogatással történő újrahasznosítása is. (Neuer Nutzen, 2003)

#### 1.2.8. Környezetpszichológia

A környezetpszichológia, mint önálló tudományág az 1970-es években alakult ki. Kutatási területei: többek között az emberi viselkedés és a környezeti jellemzők kapcsolata, környezeti észlelés, környezeti attitűdök, valamint a környezet érzelmi vonatkozásai. A vizsgálatok nem csupán szűkebb környezetre (egy helyiség, illetve egy épület), hanem tágabb környezetre (városrész, város) is kiterjednek.

A környezet megítélése különböző dimenziók mentén történik (Düll-Urbán, 1997) A környezeti értékelés hatása hosszú távú. Milgram és munkatársai eredménye szerint egy terület felismerhetőségének bejósolása az alábbi képlettel adható meg:

$$R=f(C \times D), \text{ ahol:}$$

R: egy terület felismerhetősége;

C: az épület mennyire van az emberek általi használat középpontjában;

D: az épület társasan vagy építészeti mennyire különíthető el. (Holahan, 1982a)

Egy városi terület felismerhetőségét egy markáns építészeti megjelenésű egykori ipari épület megerősíti, különösen, ha olyan funkció van benne, amit az emberek gyakran, szívesen használnak.

Az elkülöníthetőséget az átlagostól való eltérés is erősítheti. Kísérletekkel bizonyították, hogy amennyiben valamilyen szempontból rendellenes, a megszokottól eltérő épületet látunk egyértelmű észlelési feltételek között, inkább a rendellenességet hangsúlyozzuk. Az embereknek középületekkel kapcsolatban merevebb mentális sémáik vannak, azaz jobban elvárják tőlük a szabályosságot, és a normalitást. Ha ezek után mégis a sémának ellentmondó jellemzőket tapasztalunk, az inkongruenciák még inkább fokozódnak. (Bonaiuto, 1993)

A belső kialakításnál a térhasználat, az ebből fakadó ingerek mennyisége, összetettsége befolyásolja a használó felfedezési kedvét. A tér egyszerű olvashatósága nem fokozza az explorációt, de növeli a téri hatékonyság érzését. (Holahan, 1982b) A burkolatok minősége közvetlenül befolyásolja az épület megítélését, például karbantartottság dimenziója mentén. (Düll-Urbán, 1997)

A belső térben levő fény minőségének és mennyiségének közvetlenül és közvetetten is szerepe van az épületet használók hatékonyságában. Közvetlenül olyan módon, hogy a különböző tevékenységeknek más-más az ideális megvilágítási szintje, aminek biztosítása növeli a hatékonyságot. A fénynek közvetett hatása az ambiens környezeti elemnek a

hatása, azaz a fény mennyisége és minősége is befolyásolja az eredményességet. A több vagy természetes fény pozitív hatással van az emberekre. (Dúll, 1997)

### 1.3. Az irodalomkutatás értékelése

A hazai és a nemzetközi irodalom együttesen a vizsgálati szempontok széles skáláját vonultatja fel. A feldolgozott cikkek eredményei kiindulási, összehasonlítási alapot adhatnak a kutatás során, valamint módszertani kérdésekben is segítséget nyújtanak.

A Budapest város fejlődését ismertető művek figyelemmel kísérik az ipar alakulását, emellett 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, ezért a funkciójukat elvesztett ipari területek, épületek helye meghatározható. A barnamezős területek megújulását vizsgáló források minimálisan foglalkoznak az épületek sorsát befolyásoló tényezőkkel. Az épületek szennyezettségéről, azok kármentesítési lehetőségeiről (a bontáson kívül) nem találtam irodalmat.

Az egyes korokban az ipari építészettel, valamint épületszerkezettannal foglalkozó könyvek ajánlásai alapján átfogó kép kapható az alkalmazott szerkezetekről, a tér- és tömegformálás szempontjairól. Az épületek vizsgálatával, felújításával foglalkozó irodalom leginkább a lakóépületek szerkezeteivel, azok diagnosztikájával foglalkozik, az ipari épületek szerkezeteiről legfeljebb kitekintés szintjén tesznek említést. 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 – valamint a lehetséges módszerek meghatározhatók, de erről összefoglaló tanulmány az irodalomban nem lelhető fel.*

Az ipari épületek újrahasznosítását elméleti oldalról ritkán dolgozzák fel, leginkább a megvalósult eredményt közlik. Ezek a publikációk az épületeket építészeti szempontból vizsgálják (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 szempontrendszer, tudatos, egyértelmű vizsgálati módszer az újrahasznosítások vizsgálatára, előkészítésére.* Külön-külön értékes szempontokat vetnek fel, de hiányzik ezeknek az információknak a 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 nem készült részletes vizsgálat ennek okairól, az új

építés és a felújítás költségei közötti eltérés mértékéről. 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 is szerepeltetni kell. A műemléki kérdések vizsgálata az újrahasznosítás értékvédelmi vonatkozásainak meghatározásában nyújt segítséget. A környezetpszichológiai szempontok tanulmányozása lehetővé teszi a projektek árnyaltabb vizsgálatát.



## **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 rendszerezhetők, elemezhetők, összehasonlíthatók.

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 újrahasznosítása összetett folyamat, az előkészítés, megvalósítás során számos tényező befolyásolja a végeredményt, mivel a körülmények eltérőek, minden egyes projekt különböző. A sikeres újrahasznosítás érdekében az ipari területeket, ipari 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.

Az ipari épületek sorsa a funkcióvesztés után többféleképpen alakulhat. A hazai és nemzetközi projektek alapján bemutatom a funkcióvesztéstől a bontásig-pusztulásig vagy újrahasznosításig tartó folyamatot, a hazai és nemzetközi irodalomban ismertetett példák és a beruházás-szervezésre vonatkozó szakirodalom tanulmányozásával.

#### 3.1. Az ipari területek megújulásának urbanisztikai kérdései

Az egykori ipari területek városszerkezeti helye, a területre vonatkozó szabályozás, a szűkebb és tágabb környezet használata és minősége, közlekedési kapcsolatok, a terület megközelíthetősége a barnamezős területek megújulását jelentősen befolyásolják. A hatályos Országos Településrendezési és Építési Követelményeknek (továbbiakban OTÉK) megfelelően barnamezős területek sorsát befolyásoló tényezők feltárása szükséges:

- Budapest teljes területére vonatkozóan: Fővárosi Településszerkezeti Terv, Fővárosi Szabályozási Keretterv, Budapest Városfejlesztési Konceptiója;
- kijelölt területekre Kerületi Szabályozási Tervek, rendezési tervek.

Kiemelt területeken folyamatban levő és befejezett projektek elemzésével vizsgálom:

- az érintett területek építési övezeti besorolását és ennek következményeit;
- a kormányzat, az önkormányzatok (fővárosi, kerületi) fejlesztési céljait, eszközeit;
- a területek városszerkezeti jellemzőit (közlekedés, parkolás, közműellátottság, környező funkciók), és ennek a várható funkciókra gyakorolt hatását.

A konkrét vizsgálatok tárgya: nagytérenyi egykori *Metallochemia* területe és az *angyalföldi Váci út* térsége. A kijelölésben szerepet játszott a területek városszerkezeti helyzetének, azaz a területek belvárostól való távolságának, és megközelíthetőségének, a megújulás körülményeinek, szennyezettségének, valamint a beruházási kérdések különbözősége.

#### 3.2. Barnamezős területek kármentesítése

Az egykori ipari termelés, ipari technológiák okozta szennyezettség a terület megújulását, gazdasági értékét befolyásolja. Az újrahasznosítás során, ha a talaj szennyezettsége meghaladja a határértéket, a terület kármentesítésére van szükség. A kármentesítés folyamatát, és hatásait az egykori ipari technológiák hatásainak vizsgálatától a

kármentesítés utóellenőrzéséig, a hazai és nemzetközi szakirodalom, publikált esettanulmányok és helyszínen vizsgált műveletek (Nagytétény, Metallochemia) segítségével írom le.

### *3.3. Az épületekre vonatkozó vizsgálatok*

Az épület tulajdonságainak (alaprajzi rendszer és kiterjedés, szerkezetek, építőanyagok és azok állapota, az épület építészeti és történeti értéke) jelentős szerepe van a tervezési szakaszban.

Az épületek építészeti jellemzőit – mint az épületek jellege és a térképzés – európai, leginkább budapesti publikált vagy személyesen felkeresett példákon, és a kor ipari építészettel foglalkozó irodalmán keresztül vizsgálom. A Monarchia idején kialakult, és még az I. világháború után is megfigyelhető osztrák, német hatás a német nyelvű szakirodalom tanulmányozását is indokoltá teszi.

Az újrahasznosítás tervezésénél elengedhetetlen az épület és a különböző épületszerkezeti elemek felmérése, épületdiagnosztikai vizsgálata. Az épület állapotát, az ipari technológiák és egyéb hatások okozta károsodásokat meg kell határozni. A kutatás során gyakorlati megoldások és a szakirodalom információi segítségével összegyűjtöm és rendszerezem az épület állapotának, valamint szükséges beavatkozásoknak a megállapítására vonatkozó vizsgálatokat.

Az egyes ipari épületek történeti és építészeti értékének vizsgálatát egyrészt a védett (budapesti, bécsi és német) ipari épületek, másrészt az ipari örökség és az épített örökség védelmével foglalkozó irodalom segítségével végeztem. Vizsgálatomban egyszerűsítésképpen nem különböztetem meg az egyes országok, és az egyes szintek műemléki védelmét.

### *3.4. Ipari épületek funkcióváltásának vizsgálata*

Az újrahasznosítás általában a funkció kisebb mértékű, vagy akár teljes megváltozásával jár. 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 (az épület jellege, építészeti, történeti értéke, az épület alaprajzi rendszere) mellett városszerkezeti (az épület elhelyezkedése) és a beruházó személyére vonatkozó szempontokat is figyelembe veszek.

Az ILS által alkalmazott funkcionális csoportosítás (l. 1.2.5.2. pont) kutatásom szempontjából nem megfelelő, mert olyan funkciókat is összefog, amelyeknek térigényük, épületigényük alapvetően különböző, nem veszi figyelembe a műszaki szempontokat. Elemzéseimhez új funkcionális felosztást készítettem:

- Lakófunkció;
- Iroda;

- Kereskedelem, szolgáltatás;
- Ipar, raktározás;
- Kulturális – kiállítás, előadás, oktatás;
- Szabadidő, sport;
- Vegyes;
- Egyéb (pl. kórház, templom, stb.).

### *3.5. Az ipari épületek szerkezeteinek, építőanyagainak, és az újrahasznosítás műszaki beavatkozásainak vizsgálata*

Az épület eredeti szerkezeti rendszere, a felhasznált anyagok és építési technológiák, az épület állapota jelentősen befolyásolja az újrahasznosítás során alkalmazható, alkalmazandó építészeti, műszaki megoldások körét.

#### *3.5.1. Az eredeti szerkezetek és építőanyagok, az alkalmazható műszaki beavatkozások*

A szerkezetek ismerete elengedhetetlen az újrahasznosítás során, ezért összegyűjtöm és bemutatom a gyakran használt építőanyagokat és a jellemzően alkalmazott épületszerkezeti megoldásokat, melyhez forrásként megépült épületek mellett, 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.

#### *3.5.2. Az átépítés, felújítás során alkalmazható anyagok vizsgálatának szempontjai*

Az ipari épületek felújítása, átépítése – valamint az újrahasznosítással járó hozzáépítés, bővítés – során alkalmazható építőanyagok vizsgálata, értékelési modellje az ökológiai tulajdonságok mellett a beépítési jellemzőket, valamint a felhasználásuk során keletkező költségeket is figyelembe veszi, melynek alapja a Független Ökológiai Központban elkészített *ökológiai vizsgálat* (FÖK, 2005). Ebben a vizsgálatban a technikai adatok bemutatásán túl csak az ökológiailag fontos alapadatok, az életciklusra értelmezett környezeti hatásvizsgálatok szerepelnek, valamint a vizsgálatok eredményeképpen kapott *ökológiai értékelés*. A vizsgálatot az anyagok *beépítési és költség-* jellemzőivel egészítem ki, mivel ezeket a szempontokat a tervezés során nem lehet figyelmen kívül hagyni. A három elemzés eredményének súlyozott átlaga az ún. *minőségi értékelőszám*, amelynek segítségével rangsorolhatók az építőanyagok (4.6.2. és 4.6.3. pont, 5. függelék). Az összehasonlítás során az objektivitásra törekedve az anyagokat közel azonos műszaki jellemzőjű szerkezetekben, egységre (m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, db) vetítve veszem figyelembe.

##### *3.5.2.1. Az anyagjellemzők vizsgálata*

A Független Ökológiai Központ Alapítvány adattárából (FÖK, 2005) a szerkezetekkel kapcsolatos követelményektől függően a leglényegesebb anyagjellemzőket tüntetem fel.

### 3.5.2.2. Az építőanyagok ökológiai vizsgálata

A Független Ökológiai Központ Alapítvány által készített ökológiai értékelésben (FÖK 2005) az építőanyagok, szerkezetek ökológiai alapadatai jellemzően a BauBioDataBank-ból származnak, egyéb nemzetközi adatok figyelembevételével. Az anyagokat teljes életciklusra vizsgálták (nyersanyagként, előállítás során, beépítés során, használat közben és hulladékállapotban), ezért figyelembe vették:

- az adott építőanyag élettartamát (a szerkezet ezt befolyásolhatja), energiatartalmát (PET, kW·h/kg; CO<sub>2eq</sub>, SO<sub>2eq</sub>, g/kg);
- hazai hozzáférhetőségét (beszerezhető-e, az alapanyag rendelkezésre áll-e);
- az előállítás energiatartalmát, káros anyag kibocsátását (PET, kW·h/kg; CO<sub>2eq</sub>, SO<sub>2eq</sub> g/kg; egyéb károsanyag-kibocsátás);
- a beépítés energiatartalmát [kW·h/kg]; károsanyag-kibocsátását;
- a használat (karbantartás, használati energia) energiatartalmát, károsanyag-kibocsátását;
- hulladék állapot újrahasznosíthatóságát.

Ezeket az adatokat számszerűen vizsgálták, és 0-3 közötti minőségi értékelő számmal jellemezték

- 3 pont: kiemelten ajánlott;
- 2 pont: kisebb hátrányai ellenére ajánlott;
- 1 pont: jelentékeny hátrányai miatt nem ajánlott;
- 0 pont: kerülendő.

Ezen értékek mértani átlagból kapható meg az ökológiai minőségi értékelés, azaz az építőanyag ökológiai numerikus jellemzése. Az építőanyagok összesítő ökológiai jellemzői (ÖJ) az alapítvány honlapjáról (FÖK 2005) származnak. Ez a vizsgálat a maga témakörében megfelelően részletes, adatai jó alapot adtak az építőanyagok összehasonlítására.

### 3.5.2.3. A beépítési jellemzők vizsgálata

A beépítési jellemző azokat a szempontokat tartalmazza, amelyek a kivitelezés tervezése során az egyes technológiák mérlegelésében, kiválasztásában, a felhasznált anyagok kijelölésében szerepet játszanak. Az építőanyagok beépítési jellemzőinek vizsgálatánál a következő kivitelezési szempontokat veszem figyelembe (az ÉN, ÉKN alapján (Terc, 2005)):

- gépigény (G);
- létszámgigény (L);
- szakemberigény (SZ);
- kivitelezés időigénye (I).

Az anyagok egyes szempontok szerint, normaadatok alapján 0-3 közötti pontot kapnak (0-legrosszabb, 3-legjobb). Ha egy építőanyagot több technológiával is be lehet építeni, a pontszámok átlagát veszem. Az érték statisztikai módszerekkel, a tényleges,

konkrét munkák elemzésével tovább pontosítható. A gépigény, létszámgény, szakemberigény, időigény súlyozott átlaga adja meg a beépítési jellemzőt ( $BJ$ ) (értéke 0-3 pont közötti):

$$BJ = \alpha_{BG} \times G + \alpha_{BL} \times L + \alpha_{BSZ} \times SZ + \alpha_{BI} \times I,$$

ahol  $\alpha_{BG}$ ,  $\alpha_{BL}$ ,  $\alpha_{BSZ}$ ,  $\alpha_{BI}$  az egyes jellemzőkhöz rendelhető súlyszámok. A súlyszámokat a technológia kiválasztásánál alkalmazott kritériumok alapján határozom meg.

#### 3.5.2.4. A költségek vizsgálata

A műszaki beavatkozás költségei elsősorban az építőanyagtól, annak felhasználási módjától, a beépítés technológiájától függenek. Az építőanyag felhasználásával járó költségek az alábbi kategóriákba sorolhatók:

- anyagköltség – alapanyag ( $A$ ): kizárólag az értékelt alapanyag költsége;
- anyagköltség – segédanyagok ( $S$ ): az alapanyag költségén kívül minden más anyag költsége;
- munkadíjak ( $M$ );
- egyéb járulékos költségek.

Az alapanyag- és munkadíjak pontozása (1-3) úgy történt, hogy az egyes vizsgálati csoportokban legalacsonyabb ár kapta a 3 pontot, a legmagasabb az 1 pontot, a köztes értékeknél az árral egyenesen arányos a pontszám. Az anyag  $S$  értékét a segédanyagok és az alapanyag költségének az összehasonlításával adom meg:

- 3: nincs segédanyag-anyagköltség;
- 2: a segédanyagok költsége alacsonyabb, mint az alapanyag költsége;
- 1: a két költség hozzávetőlegesen egyforma;
- 0: a segédanyagok költsége meghaladja az alapanyagokét.

A költségeket a Terc Kft. Viking költségvetés készítő programjával (Terc, 2005) határozom meg. A járulékos költségek beruházásonként eltérőek, közvetlenül a felhasznált anyagoktól nem függenek, ezért ezeket nem veszem figyelembe. A költségjellemző ( $KJ$ ):

$$KJ = \alpha_{KA} \times A + \alpha_{KS} \times S + \alpha_{KM} \times M,$$

ahol  $\alpha_{KA}$ ,  $\alpha_{KS}$ ,  $\alpha_{KM}$  az egyes jellemzőkhöz rendelhető súlyszámok.

#### 3.5.2.5. Összetett minőségi értékelés

A minőségi értékelés tartalmazza az ökológiai, beépítési és költség jellemzőket is. Az összehasonlítást megnehezíti, hogy a három vizsgálat független eredményt ad, ezek alapján háromféle sorrend állítható fel. Ezért szükséges egy, a három jellemzőt összesítő minőségi értékelőszám ( $MÉ$ ), ami az alábbi képlettel számítható:

$$MÉ = \alpha_{\bar{O}} \times \bar{O}J + \alpha_B \times BJ + \alpha_K \times KJ.$$

A számításban a súlyszámokat ( $\alpha_{\bar{O}}$ ,  $\alpha_B$ ,  $\alpha_K$ ) különböző befektetői preferenciák szerint határozom meg.

### *3.6. A tervezett funkció, beavatkozások gazdasági ellenőrzése*

Az újrahasznosítás 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.

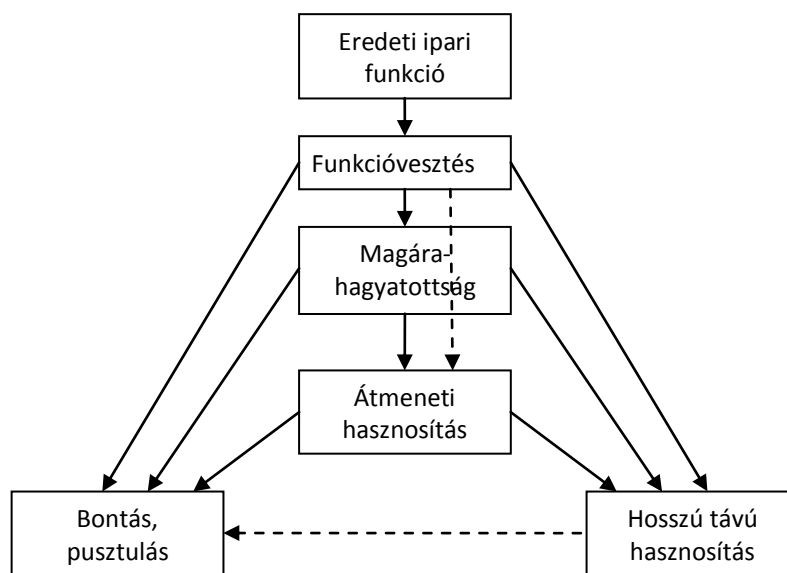
#### 4. Vizsgálatok és eredmények

Az újrahhasznosítási projektek jó néhány ponton eltérnek az új építésre irányuló ingatlanfejlesztési-építési projektektől, mivel alapja meglevő ingatlan. A kötıtségeket figyelembe kell venni a kezdeményezés-előkészítés fázisától egész a megvalósításig, üzemeltetésig.

*Az újrahhasznosítás tárgya: barnamezős területek és az ipari épületek*

A barnamezős területek többféleképpen osztályozhatók. Az újrahhasznosítás vizsgálatánál a használat szerinti csoportokat célszerű alkalmazni:

- Teljes, befejezett funkcióváltáson átesett területek;
- Eredeti tevékenységgel felhagyott, ideiglenes hasznosítású területek;
- Továbbra is az eredeti tevékenységet folytató, „stabil” funkciójú területek;
- Alulhasznosított területek;
- Elhagyott területek. (Barta, 2002)



12. ábra – Az ipari épületek sorsa a funkcióvesztés után

Az épületeknél ezek a kategóriák az épület életének egy-egy állomásaként is megfogalmazhatók (12. ábra). A folyamat egyes állomásai felfoghatók, mint a hasznosítás közvetett vagy közvetlen előzményei és alternatívája.

##### *Funkcióvesztés*

Az ipari épületek funkcióvesztése több okból következhet be:

- Az épület **elhelyezkedése** nem felel meg ipari célokra, vagy nem felel meg a szükséges technológiának. Ennek oka lehet környezetvédelmi, városfejlesztési ok, nehéz elérhetőség, parkolás vagy infrastrukturális hiányosságok;



- Az **épület** nagysága, teherbírása, szerkezetei nem teszik lehetővé a termelés fejlődését, bővítését, az épület nem tudja kielégíteni egy új technológia vagy a kapacitás bővítés műszaki követelményeit, térigényét;
- A **gyártás** leállítása, megszüntetése vagy áthelyezése – gazdasági vagy technológiai okok miatt;
- Az épületben működő **cég megszűnése** különböző (pl. gazdasági) okok miatt.

### *Magárahagyatottság*

Az ipari tevékenység megszűnése után előfordulhat, hogy az épületet hosszabb-rövidebb ideig hivatalosan nem használják, ahogy a Meder utcai volt hajógyári épületet (13. ábra).

Elképzelhető ebben az

időszakban nem hivatalos

– a tulajdonos tudtán

kívüli – használat. Az

épület állapota a

magárahagyatottság idő-

szakában exponenciálisan

romlik nem csak a

karban-tartás hiánya,

hanem a nem megfelelő

használat miatt is. A

magárahagyottságnak

csak az épület további

sorsa felőli döntés vet

véget, amit gyakran

tulajdonosváltás előz meg.



13. ábra – Volt hajógyári épület, a magárahagyottság állapotában (Bp. 2005)

### *Átmeneti hasznosítás*

A funkcióvesztés után az épületet átmeneti jelleggel, vagy hosszabb távon újrahasznosíthatják. Átmeneti hasznosítás esetén az épületet műszaki beavatkozás nélkül, eredeti állapotban használják, de a funkció, és a használók változhatnak. Az épületen lényeges átalakítást nem végeznek, de nem is bontják le (pl. elhelyezkedés, használati érték, jogi, vagy egyéb akadályok miatt). Az átmeneti hasznosítás oka lehet gazdasági, stratégiai vagy technológiai. Előbbinél a használó nem rendelkezik megfelelő forrásokkal, ezért nem tud elköltözni, sem fejleszteni, utóbbinál a tulajdonos reményei szerint később esetleg nagyobb nyereséggel tudja az ingatlant hasznosítani, értékesíteni. Átmeneti hasznosítást kezdeményezhet egy jövőbeli fejlesztő (például az önkormányzat) is.

Az átmeneti hasznosítás során az épület állapota (és ehhez kapcsolódóan értéke) a használók hozzáállásától és anyagi lehetőségeitől függően romlik vagy javul. Jellemző, hogy

karbantartáson túl legfeljebb kisebb részfelújításokat végeznek. Az átmeneti hasznosítás során az épület gyakrabban gazdát cserélhet.

### *Bontás, pusztulás*

Bontás, pusztulás bekövetkezhet funkcióvesztés, átmeneti hasznosítás, de akár hosszú távú hasznosítás után is, ahogy a Wallis Rt. épületével (14. ábra) történt. Ennek oka lehet:

- Az épület szerkezeteinek **műszaki állapota**;
- Az épület **szennyezettsége**, ekkor a bontás a kármentesítés része;
- Az épület és a tervezett **funkció összeegyeztethetlensége**, ekkor a tervezett funkció kialakítására vonatkozó igény „erősebb”, mint az épület fenntartására vonatkozó;
- **Urbanisztikai szempont**: ekkor az épület bontását városfejlesztési igények indokolják, és kisajátítás előzi meg;
- **Gazdasági szempontok**, ekkor a funkcióváltás nagyobb költségeket emésztene fel, mint a bontás és az új építés;
- **Beruházói döntés** – ez optimális esetben megfelelően alátámasztott, tudatos stratégiai döntés.



14. ábra – Mára lebontott épület a Váci úton  
(Bp. 2005)

Egyéb esetekben a hasznosítás alternatívaként jelenhet meg a fejlesztési

tervekben. Az elmúlt években számos épület, köztük több értékes ipari emlék (köztük a képen látható épület) lett fejlesztési célú bontás áldozata.

### *Hosszú távú hasznosítás*

A jelentős részben elhanyagolt, rossz állapotú ipari épület állomány egy része építészeti, történeti értéket hordoz megőrzésre érdemes. Az arra érdemes ipari épületek gyakran a funkcióvesztéssel párhuzamosan, az utolsó pillanatban kaptak, kapnak műemléki védeltséget. A klasszikus értelemben vett (azaz a magas építészet jeles alkotásainál alkalmazott) műemléki védelem, tudományos feltárás és restaurálás anyagi, ésszerűségi okok miatt csak kevés épületnél végezhető el. A megőrzés reális, szélesebb körre kiterjeszthető módszere lehet az épületek újrahasznosítása.

Hosszú távú („végleges”) hasznosítás esetén az eredeti funkció megszűnését követően az épületet műszaki beavatkozás után (felújítás, átépítés, bővítés és/vagy részleges bontás) hasznosítják. A funkció, a használók köre stabil, bár a tulajdonos változhat a használat

során. A funkcióváltásra és az ezzel járó felújításra, átépítésre külföldi és hazai példák is vannak, ezek bizonyítják az újrahasznosítás életképességét.

#### *Az újrahasznosítás folyamatábrája*

Az újrahasznosítás folyamata szakaszokra bontható, a tevékenységek csoportosítva felrajzolhatók egy folyamatábrában.

A beruházás előkészítés I. szakaszában a település (kerület) dönt a barnamezős terület további sorsa felől, településrendezési eszközök segítségével (4.1. fejezet).

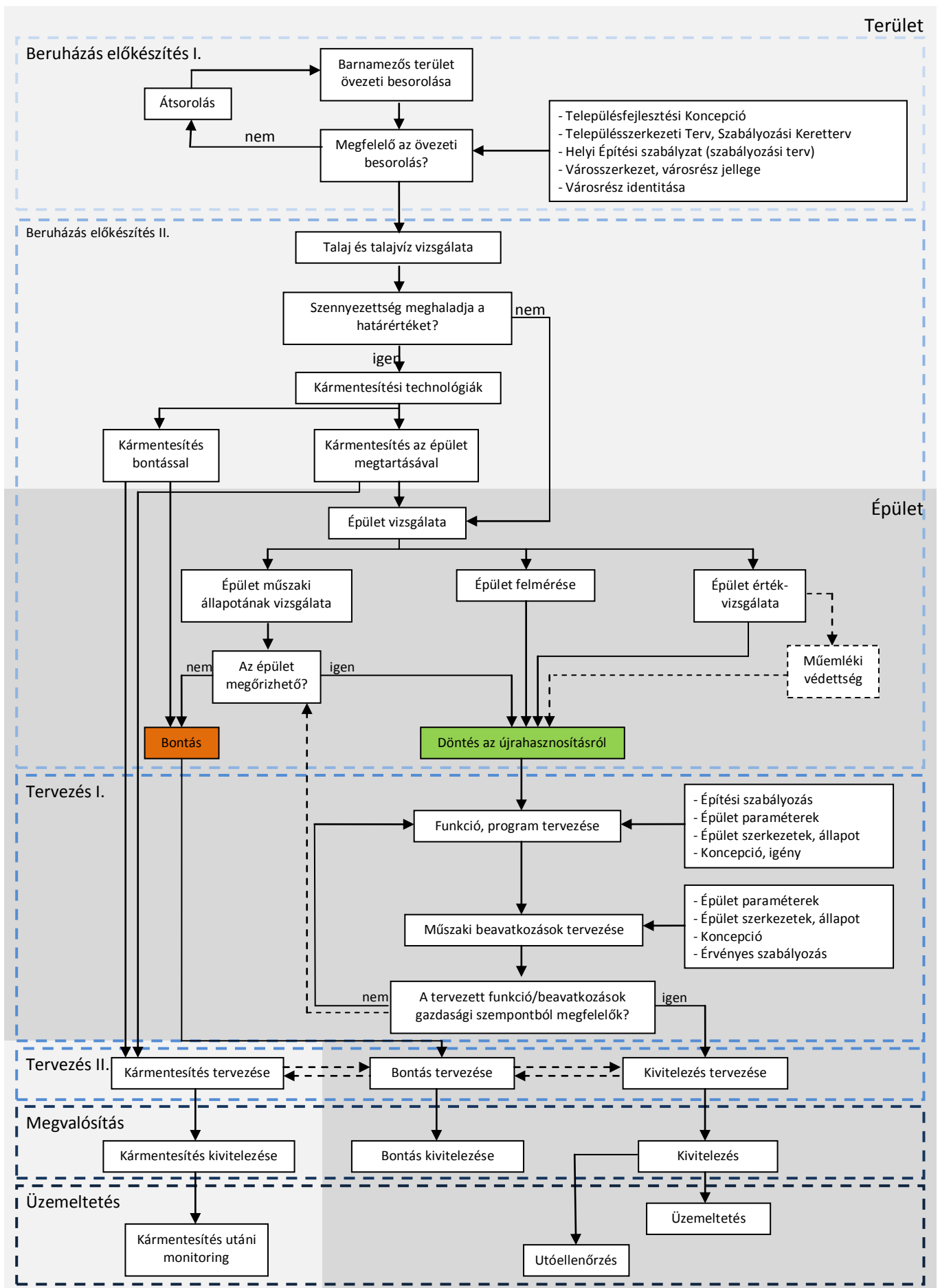
A beruházás előkészítés II. szakasza egy vizsgálati, döntés-előkészítési szakasz, melynek végén megszületik a döntés az épület újrahasznosításáról, vagy bontásáról. A vizsgálatok első fele a területre vonatkozik, a talaj-és talajvíz szennyezettségének megállapítására irányul (4.2 fejezet). Az épület vizsgálata többszintű, vonatkozik egyrészt építészeti felmérésre (épület stílusa, alaprajzi rendszere, méretei), a műszaki állapot vizsgálatára (tartószerkezetek, határoló szerkezetek stb. meghatározása és állapotfelmérése), valamint az épület értékvizsgálatára (építészeti, történeti és gazdasági érték) (4.3.fejezet), a vizsgálatok eredményei alapján kell a döntést (4.4. fejezet) meghozni.

A tervezés I. szakaszában döntenek a funkcióról (4.5. fejezet), és a szükséges műszaki beavatkozásokról (4.6. fejezet). A kiválasztott funkció és műszaki beavatkozások ellenőrzése megvalósíthatóság, gazdaságosság szempontjából történik (4.7. fejezet).

A tervezés II. szakaszában a szükséges munkák kivitelezését tervezik meg, legyen az kármentesítés, bontás vagy építés-felújítás. Minden esetben dönteni kell a technológiákról, idő- és térbeli tervezési kérdésekről. A megvalósítás során az egyik problémát szükséges munkák bizonytalansága adja, de a kockázat csökkenthető megfelelő részletezettségű épületdiagnosztikai vizsgálatok és átgondolt, kidolgozott műszaki tervek segítségével.

A kivitelezés során a meglévő, megtartandó épületek védelmét védőtávolságokkal, szükség esetén segédszerkezetekkel kell biztosítani. Az építési területen található épületek (akár megtartandó, akár bontandó), ha a tervek és a szerkezetek állapota lehetővé teszi, megfelelő körülményekkel a kivitelezés során pl. raktárként, irodaként (stb.) használhatók.

Az újrahasznosítási projekt tanulságai későbbi munkáknál hasznosnak bizonyulhatnak, a megvalósulási tervek az épület üzemeltetését is segítik. Fokozott hangsúlyt kell fektetni a (tervszerű) karbantartásra, a tervezettnek megfelelő használattal és folyamatos ellenőrzéssel a szerkezetek súlyosabb hibái, károsodása megelőzhető, ezzel az épületek élettartama évtizedekkel meghosszabbítható.



15. ábra – Ipari épületek újrahasznosításának építészeti-műszaki kérdései

#### 4.1. Budapest barnamezőinek vizsgálata

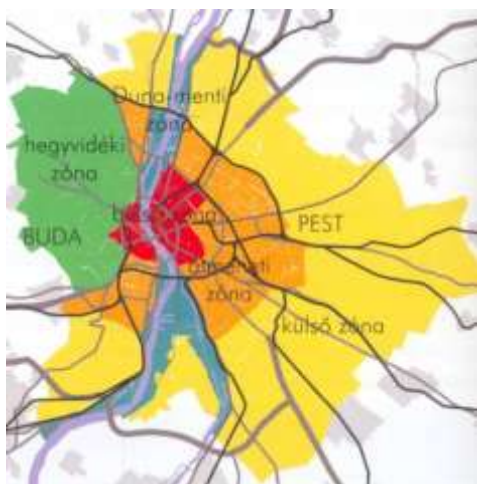
A barnamezős területek sorsát a telek, a tömb jellemzői, a szabályozás, a településszerkezet és annak változásai jelentősen befolyásolják. Vizsgáltam az egykori ipari területek jelenlegi helyzetét, valamint az ezzel kapcsolatos terveket, koncepciókat és folyamatokat.

Egy terület városon belüli (belterületi) elhelyezkedését három kategóriába sorolható:

- Belső zóna, ami a jellemzően lakó- és intézményi területeket tartalmazó belvárosi zóna;
- Átmeneti zóna, ami a városok korábbi fejlődése során kialakult, a külső és belső zóna közé ékelődő ipari és lakóterület – ez nem csupán Budapestre, hanem számos más nagyvárosra is jellemző. Az átmeneti zóna elnevezés jelzi a külső és belső területek közötti elhelyezkedést, de utalhat a területek használatára is;
- Külső zóna, a városok terjeszkedésével kialakult külső lakó illetve munkahelyi terület.

Budapest városszerkezete sugaras-gyűrűs, ami a domborzati viszonyok miatt torzult. A legnagyobb összefüggő hagyományos ipari területek az 1873-ban egyesített Budapest határán, és a peremtelepülések szélein alakultak ki, ami Budai hegység miatt nyitott gyűrű. Nagy-Budapest létrejötte után ezek a területek nem külső, hanem belső-átmeneti helyzetbe, lényegében az átmeneti zónába kerültek. (1. Függelék, 1. ábra)

A barnamezős területek problémája sokrétű. A külső és a belső területek közötti összekötést egyes sugárirányú főutak adják, de ezek nem biztosítanak megfelelő kapcsolatot és a barnamezők feltárását sem oldják meg. A privatizáció és az ezt követő gyors tulajdonosváltások eredményeképp az ipari területek egy részénél a tulajdoni helyzet másfél-két évtized után is bonyolult, tisztázatlan. Az egykori ipartelepek közműhálózata elavult, gyakran feltérképezetlen. A talaj egyes esetekben bizonyítottan, más helyeken csak feltételezetten szennyezett, kármentesítésre általában nem került sor.



16. ábra – Budapest felosztása öt zónára (Városkutatás, 2003 p.6)

A nehézségek és korlátozó tényezők ellenére a barnamezős területek fejlesztése megkezdődött. Az egykori ipari területek arculata, használata, a társadalmi igények és a gazdaság változása miatt átalakult. A barnamezős területeken az ipar mellett hangsúlyossá vált a szolgáltatások jelenléte is. Egyes városrészek használatának intenzitása lecsökkent (például az egykori Csepel Művek területén), máshova spontán funkcióváltások nyomán kereskedelmi, raktározási funkciók költöztek (mint a Ganz egykori csarnokai a Kőbányai út mentén). Az

1990-es évek végétől a belvároshoz közeli, jó közlekedési kapcsolatú területeken látványos fejlesztések történtek – jellemzően irodaházak jöttek létre (pl. a Váci út mentén).

A Budapesti Településszerkezeti Terv figyelembe veszi ezeket a folyamatokat, és a területhasználat megállapításánál a kijelölt ipari területek jelentősen lecsökkentek, helyüket más gazdasági (kereskedelem, szolgáltatás) és vegyes területeknek adták át. Megfogalmazott cél a rossz állapotú, vagy valamely szempontból kedvezőtlen helyzetű iparterületek funkcióváltása. Az egyes barnamezős területekre vonatkozó szabályozási terveken is megfigyelhető ez a folyamat: a funkcióváltással összekötött megújulást új övezeti besorolások és beépítésre vonatkozó kedvező értékek segítik.

A főváros városfejlesztési koncepciójában a Duna menti zóna egykori ipartelepei (16. ábra) elsősorban a városközpont tengely irányú fejlesztésével, valamint a város és a folyam kapcsolatának erősítésével, pl. vízi sport területek kialakításával, idegenforgalom fejlesztésével kapnának új arculatot, intézményi és sport, rekreációs és szabadidős területek, zöldterületek kapnának itt helyet. Az átmeneti zóna (16. ábra) barnamezős területeinek megújulása a várostervezők megítélése szerint nagyban függ elérhetőségüktől, közlekedési kapcsolataiktól. A városfejlesztési koncepcióban szereplő Körvasúti körút feltárná a belső területeket, ezzel fejlesztési szempontból kedvező helyzetbe hozná azokat. (Városkutatás, 2003)

A fővárosnak is célja, hogy a fejlesztők figyelme a zöldmezőkről a barnamezőkre forduljon. Ezek a területek lehetőséget teremtenek olyan vegyes használatú térségek kialakítására is, amelyek alközponti szerepet kaphatnának. A vegyes területhasználat a megújuló gazdasági funkciók mellett (környezetbarát ipar mellett kereskedelem, szolgáltatások) új lakásépítési, irodai, valamint rekreációs és zöldterületek kijelölését jelenti. A rendelkezésre álló területek segíthetnek a város szerkezeti hibáinak kijavításában, a vegyes használatú területek a belső zóna tehermentesítését, a zöldterületek a belváros levegőminőségének javulását eredményezhetik, az új közutak nem csak lokális, hanem fővárosi szinten is javíthatják a közlekedést.

A problémák és lehetőségek a főváros különböző részein különböző hangsúlyt kapnak, így a területek megújulása is különböző módon megy végbe.

A következőkben a két kiválasztott helyszínt (nagygyógyi egykori *Metallochemia* területét és az *angyalfüldi Váci út* térségét) vizsgálom részletesen.

#### 4.1.1. Nagygyógyi, *Metallochemia*

##### 4.1.1.1. Területhasználat a múltban

A Magyar Ónművek 1910-ben költözött Nagygyógyba, a település belterületétől 1,5-2 km-re létesített, a vasútvonalak, a Duna és a lakóterületek relatív kis távolsága miatt előnyös elhelyezkedésű területre. Színesfém-hulladék feldolgozásával foglalkozott, később a kohászat mellett vegyipari tevékenységet is végeztek. A cég gazdasági szerepe az I.



világháború nagy színesfém igénye miatt jelentősen megnőtt. A II. világháború során az épületek és berendezések nem sérültek meg jelentősen. Az '50-es évektől jelentősen bővítették az üzemet, a telephely területe az egykori 1 hektárról fokozatosan 20 hektárra nőtt. A technológiai fejlesztésekkel párhuzamosan új épületeket is létrehoztak, jelentős részüket az 1970-es években építették. A régi csarnokokat a '60-as, '70-es években lebontották. Az üzem működését 1990. május 25-én a KÖJÁL felfüggesztette, a gyárat rövidesen bezárták, ezután közel másfél évtizedig üresen állt (17. ábra). (Repét, 2004)



17. ábra – Légifotó a Metallochemiáról 2001-ben  
(forrás: Repét Kft.)

Az üzem működése jelentős talajszennyezést okozott nem csak a telephelyen, hanem a környező lakótelkeken is.

#### 4.1.1.2. A terület újrahaznosítása

A terület újrahaznosítása során az épületek bontása után sor került a terület kármentesítésére. (A kármentesítésről részletesen a következő fejezetben írok.) Az egykori Metallochemia 20 hektáros területének használatát a következőképp tervezték (18. ábra):

- 6,6 ha területet foglal el az M6-os autópálya;
- 7,2 ha területet, ahol a szennyezett anyagokat elhelyezték, parkosítanak;
- 4,8 ha mentesített területet ipari, munkahelyi hasznosításra értékesítenek;
- az autópályától nyugatra eső kb. 1 ha mentesített terület sorsa bizonytalan.

A telek a tervezett területhasználat alapján három részre osztható, a területhasználat intenzitása, hatása a környező területekre karakteresen különbözik a három rész esetén.

Az, hogy az autópályát a telken vezették keresztül, előnyös, mert az állami tulajdonú telek használatával kevésbé volt szükséges magántelkek kisajátítása, és barnamezős terület felhasználásával nem csökkent a zöldmezős területek nagysága sem. Az autópálya közelsége a környező területek használatára is hatással lehet: a könnyű elérhetőség leginkább a

kereskedelmi, logisztikai, ipari tevékenységeknek kedvez, de a megnövekedett forgalom a lakóterületek értékvesztését, funkcióváltását is eredményezheti.

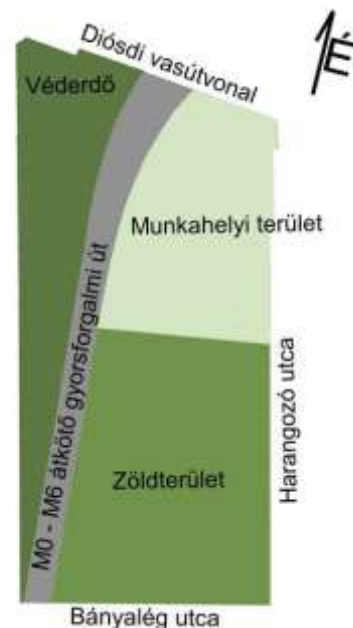
A budapesti városfejlesztési koncepcióban célként szerepel a zöldterületek gyarapítása. A telek harmadának parkosításával a fővárosi zöldterületek gazdagodnak egy korábbi szennyezett barnamezős terület helyén, és a zöldsáv az út és a lakóterületek között csökkenti a közlekedés okozta zajt és szennyezést.

A kialakítandó munkahelyi terület városszerkezeti helyzete több szempontból is előnyös. Az épülő autópálya, az M0 körgyűrű, valamint a meglevő utcák és a vasút miatt a helyszín kiváló közlekedési kapcsolatokkal rendelkezik városi és országos szinten is. A lakóterületek közelsége a munkaerő közelségét jelenti, emellett a városrész jellege, valamint az új parkosított rész kialakítása az értékét növeli. Ezt a részt teljesen kármentesítették, ezért az eladásnál a szennyezettség nem szerepel értékcsökkentő tényezőként. A munkahelyi terület eladása részben fedezheti a kármentesítés költségeit. Az ipari, kereskedelmi tevékenység további bevételt jelent a területnek és munkahelyeket teremt.

Mindhárom területhasználati mód gazdagítja a környezetet, negatívumnak csupán a megnövekedő forgalom környezetterhelése tekinthető. A nagytétényi terület kármentesítéssel összekötött hasznosítása a telekre, a közvetlen illetve tágabb a környezetre vetítve is előnyös. A főváros, kerület céljai megvalósultak.

#### 4.1.1.3. Ipari épületek sorsa

A telephelyen számos épület állt. Ezek javarészt technológiai épületek, műhelyek voltak, valamint szociális építmények és kultúrház. Az épületek kora, építési technológiája, építészeti értéke eltérő volt. Bár korai tervekben még egyes épületek hasznosításáról is szó volt, de az épületek felületeinek (vakolat, padló, stb.) szennyezettsége ezt gazdaságosan nem tette lehetővé. Az egykori Metallochemia épületeit



18. ábra – A tervezett területhasználat helyszínrajza (forrás: Vegyész Rt.)



19. ábra – Ideiglenesen hasznosított épület (Bp. 2005)



2004. augusztusában kezdték bontani, pár épület maradt meg, amiket a kármentesítés során ideiglenesen üzemi épületként hasznosítottak (19. ábra). A bontással lehetőség nyílt a telek szabadabb használatára. Az ipari épületek újrahasznosítása a talaj kármentesítését is jelentősen megnehezítette volna. Az üres telek hasznosítása kevesebb kööttséggel jár, ami előnyt jelenthet a fejlesztésnél. A telket üres területként hasznosítják, a megújulás nem kapcsolható az egykori ipari örökséghez.

#### 4.1.2. A Váci út menti térség Angyalföldön

##### 4.1.2.1. Területhasználat a múltban

A Váci út mentén húzódott Budapest egyik legnagyobb ipari területe. A Váci út angyalföldi szakasza több szempontból kedvezett az ipar letelepedésének: az 1846-ban megnyitott vasútvonal, a főút és a Duna kiváló közlekedést biztosítottak, a terület domborzati viszonyai az ipartelepítésre megfelelőek voltak. 1866-tól lóvasút járt a Széna tér (ma Kálvin tér) és Újpest között, ennek hatására felgyorsult az ipar megtelepedése a Váci úton és környékén, 1870-ben már számos gőzmalom mellett a faipar, gépgyártás és egyéb ágazatok is megtalálhatók itt. A Margit híd, a Ferdinánd híd, az Újpesti vasúti híd, valamint a Budapest-esztergomi vasútvonal és a körvasút kiépülése Angyalföld iparának további jelentős bővülését eredményezte. Az élelmiszer-ipar mellett egyre nagyobb szerepet kapott a nehézipar: gépgyártás, fémmegmunkálás, hajógyártás. Az I. világháború után sok fémipari üzem megszűnt, helyükre könnyűipar települt. A II. világháborút követően a vállalatokat államosították, a tervgazdálkodás prioritásainak megfelelően egyes üzemeket lebontottak



20. ábra – Archív fotó a Láng Gépgyárról  
(forrás: Angyalföldi Helytörténeti Múzeum gyűjteménye)

(pl. malmokat), másokat bővítettek (pl. a Láng Gépgyárat, 20. ábra).

Közel egy évszázadon át változatos ipari tevékenységek, méretükben, gazdasági jelentőségükben is különböző cégek működtek ezeken a

területeken (Függelék 1.5. pont). A privatizáció nyomán az ipar fokozatosan kiszorult a területekről, a vizsgálat idején ipari tevékenység végzésére csak a Zsinórgyárnak és a Grafika Rt.-nek volt engedélye. A város növekedésével, a belváros terjeszkedésével megkezdődött a területek funkcióváltása. Az első irodaházak az 1990-es évek közepén épültek, az egykori ipari épületeket egymás után bontották le. A folyamat eredményeképpen a Váci út keleti oldalának arculata mára megváltozott: új, korszerű irodaházak váltották fel a gyárakat.

Az irodai funkció mellett megjelent a kereskedelem. A rendszerváltás után az egykori Hőerőmű illetve a Csavargyár tömbjén az ipari tevékenység megszűnt, a Csavargyárt kereskedelmi funkcióval újrahasznosították, épületeiben jelenleg a Reno Udvar kereskedelmi létesítményei működnek, a vállalkozások bérlik a helyiségeket. A Csavargyár területén a kapacitás a jelenlegi formában nem bővíthető, bár a környéken folyó fejlesztések alapján a kereslet növekedni fog.

#### 4.1.2.2. Az egykori ipari területek újrahasznosítása

Az egykori ipari épületek, telephelyek újrahasznosítása a magántőke vezetésével, piaci kereslet alapján ment végbe. A megújulást, funkcióváltást elősegítette a városon belüli kedvező elhelyezkedés: a Váci út a belvároshoz viszonylag közel van, gépjárművel, metróval jól megközelíthető. A funkciók szerint vizsgálva kétféle folyamat figyelhető meg:

- A területek funkciójának megtartása (azaz az ipari termelés folytatása, pl. Zsinórgyár);
- A területek funkcióváltása, jellemzően irodai, kereskedelmi vagy lakófunkció kialakításával, ez történhet:
  - az épületek bontásával, a terület hasznosításával (pl. Váci út 127-141.);
  - az épületek megtartásával, a funkcióváltással járó minimális beavatkozásokkal (pl. Váci út 160-168.);
  - A terület megújítása a történeti, értékesnek ítélt épületek színvonalas felújításával.

A Váci úti telkek a jó városszerkezeti helyzetük miatt értékesek, hasznosításuk jellemzően funkcióváltással jár. Az ipar lassan teljesen kiszorul a területről, amely a Település Szerkezeti Terv funkcionális szerkezetet bemutató tervlapján „városszerkezeti jelentőségű átalakuló területeket tartalmazó területi egység”-ként szerepel (Budapest TSZT 2005). A városfejlesztési koncepció célja a belvárosi funkciók kiterjesztése északi irányban, a Váci

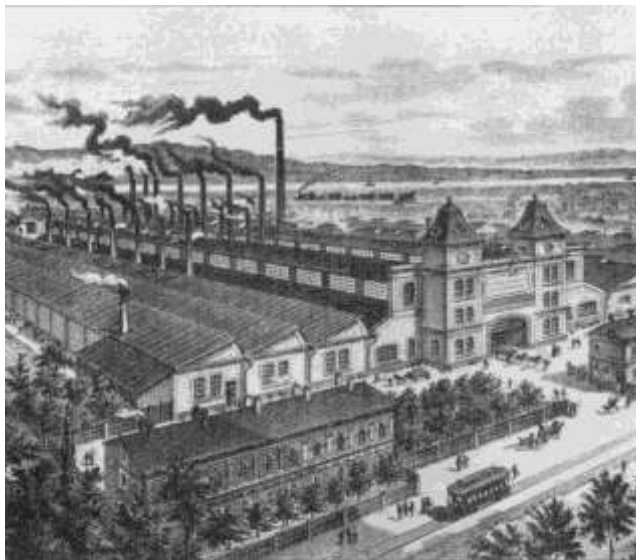


21. ábra – A Váci út 160-168. és 127-141. tömbök légifotón  
(forrás: XIII. ker. Főépítészeti hivatal)

út és a Duna szerepének erősítésével. A meglévő infrastruktúra ezt lehetővé teszi, és a megindult folyamatok is ebbe az irányba mutatnak, amit az önkormányzat a területre készült tervekkel támogat.

A Váci út 127-141. (21. ábra) és 169-177. közötti területekre jelenleg érvényben levő tervek lehetővé teszik az irodaépítési-projektek. A megadott keretövezetek (intézményi illetve intézménydomináns munkahelyi terület) elsősorban közösségi, igazgatási, ellátási és irodai funkciók elhelyezésére szolgálnak. A lakófunkció megengedett, de önkormányzati rendelet tiltja lakóhelyiségek Váci út felé nyitását. A beépítési arány, megengedett legnagyobb homlokzatmagasság valamint a szintterületi mutatók intenzív területhasználatot tesznek lehetővé. A belvároshoz közelebbi tömbben (Váci út 127-141.) az általánosnál magasabb a megengedett szintterületi mutató ( $3 \text{ m}^2/\text{m}^2$  helyett  $4 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ), a telkek beépíthetősége nagyobb. Az élhetőbb környezet kialakítását célozza a minimálisan 20% kialakítandó zöldfelület. A zárt sorú beépítés és a minimálisan meghatározott építménymagasságok – homlokzatmagasságok lehetővé tették a terület a már kialakult arculathoz is illeszkedő nagyvárosias megújulását. Várható, hogy a még meglévő ipari és lakóépületek lebontása után irodaházak épülnek, míg a tömbök másik felén lakófunkció kap helyet. Ezzel a területhasználat intenzitása nő, a Váci úti telkek gazdasági aktivitása erősödik. A területre költöző funkciók igényei a térségben kielégíthetők, hiszen az irodai (munkahelyi) és intézményi, szolgáltatói funkciók elsősorban jó megközelíthetőséget igényelnek. A lakófunkciók esetén a közlekedési feltételek mellett épp a szolgáltatások (intézmények, kereskedelem, szórakozás) közelsége az egyik leglényegesebb szempont.

A 2000-ben elfogadott szabályozási terv a Váci út 160-168. (21. ábra) közötti tömbre többfunkciós városi használatot jelöl ki (intézményi terület), ennek megfelelően létesíthető a területen iroda- és kereskedelmi funkció, építhető közintézmény, kulturális, egészségügyi, oktatási épület, sportlétesítmény, vendéglátás és szálloda, egyéb szolgáltatások. A terület két telek, ami az ipari épületek elbontása után megszatható. A szabályozásban engedélyezett 60%-os beépítettség és  $3 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -es szintterületi



22. ábra – Az egykori Csavargár  
(forrás: Angyalföldi Helytörténeti Múzeum  
gyűjteménye)

mutató az előírt zárt sorú-szabadonálló beépítéssel intenzív városi beépítés kialakítását teszi lehetővé. A terület teljes közművesítését a fejlesztés előtt biztosítani kell. A közlekedés javításának érdekében a szabályozási terv tartalmazza a Csele utca megújítását. Védett

épület nincs a területen, de a terv a Csavargyár kapuépületét (22. ábra) városképi jellegzetessége miatt megtartani javasolja. A szabályozási terv alátámasztó munkarésze javasolja új beépítés kialakítása mellett a jellegzetes ipari csarnokok hasznosítását, az értékes ipari homlokzati elemek méltó megmutatását. A területre a 2005-ben fejlesztési terv készült. Ez a terv a két telektömböt együtt kezeli, és két-két telekre osztja. Az elképzelések megvalósításához új szabályozási tervre lenne szükség, melyet a fejlesztők a fejlesztési tervvel együtt elkészítettek. Ezek alapján a beépítés 65-80%, a felszín alatti beépítés 65-100% lehet, a megengedett építménymagasság 45 m. A Csele utca rehabilitációja itt is szerepel. A telkeken a meglévő kereskedelem és szolgáltatások bővítése mellett irodákat, kulturális- és sportlétesítményeket valamint lakófunkciót terveznek. A vegyes funkciók, a magas szintterületi mutató valamint a tervezett közparkok intenzív használatot eredményezhetnek a területen.

#### *4.1.2.3. A Váci út menti területek megújulásának meghatározói*

A Váci út mentén levő ingatlanok magas értéke a jó városszerkezeti elhelyezkedésnek, a Belváros és a Duna közelségének, a jó közlekedési lehetőségeknek (Váci út, metró), valamint a már jelenlévő szolgáltatásoknak köszönhető. A közlekedés jelentőségét a megújulási folyamatokban az is mutatja, hogy a párhuzamos utcákban, a tömbök hátsó felén az átalakulás lassabb, kisebb mértékű, például a 169-177-es tömb Madarász utcai részén az egykori gyár épületei üresen, elhagyatottan állnak. Az Akkumulátorgyár (a Váci út 127-141 tömbben) a tömb teljes mélységét elfoglalta, bontásával a tömb Madarász utcai fele is megújult. A területek egyenletesebb megújulása a Váci útra merőleges, és az azzal párhuzamos mellékutcák közlekedési kapcsolatainak javításával elősegíthető. A környező lakóterületek korábban a munkaerőt szolgáltatták az ipar számára, manapság már a szolgáltatások iránti keresletet biztosítják.

Váci út menti barnamezős területek magas értéküknél fogva ingatlanfejlesztési folyamatok során közpénzek bevonása nélkül is megújulnak. Ez a fővárosi és a kerületi önkormányzat koncepciójának is megfelel, ezért az újrahasznosítást mára részben irányított, és a területekre megalkotott szabályozási tervekkel támogatott. Az egyes ingatlanfejlesztési projekteket kiegészítő közberuházások (pl. útépítés) a fejlesztők hozzájárulásaiból finanszírozhatók.

#### *4.1.2.4. Az ipari épületek sorsa a Váci út mentén*

A Váci út menti ipari területek ipartörténeti jelentősége számottevő. Egyes épületek kiemelkedő építészeti értékeket is hordoznak, ilyen például az egykori Láng (Eisele) Gépgyár műemlékké nyilvánított, Alpár Ignác által tervezett épületei (23. ábra) – ezek a műemlék épületek a tömb szabályozási tervén kiemelt szerepet kapnak. A vizsgált területeken az egykori ipari épületek, jellemzően *átmeneti hasznosítással* állnak. Megőrzésük megfontolandó, de *hosszú távú* megtartásuk, *újrahasznosításuk* csak a

kevésbé frekventált területeken valószínű. A belvárostól távolabb eső tömbben (Váci út 169-177.) régi ipari épületek hasznosítása figyelhető meg, részben funkcióváltással. A Csavargár helyén (Váci út 164-168.) az épületeket részben felújították, leginkább belső átalakításokat végeztek, de a jellegzetes ipari épületek állapota rossz. A



23. ábra – Az egykori Eisele gépgyár műemléki védelem alatt álló csarnoka (Bp. 2005)

Hőerőmű épületei üresek, kiadásra várnak. A hasznosítást erősen korlátozza az egykori technológia, a technológiai követelmények miatt kialakított speciális terek.

Ezek az épületek nem védettek, bár összekapcsolódnak a terület gazdag ipartörténetével, történelmével. A Csavargár kapuzatának megőrzése tekinthető biztosítottnak városképi jelentősége miatt. A területek magas értéke, valamint a célzott kapacitás-növekedés azt eredményezi, hogy az elhagyott ipari épületeket végül lebontják, helyüket korszerű, a funkciónak jobban megfelelő új épületek veszik át, ahogy a belvároshoz közelebbi tömbben (Váci út 127-141.) a nem használt ipari épületeket már le is bontották.

#### 4.1.3. Összegzés

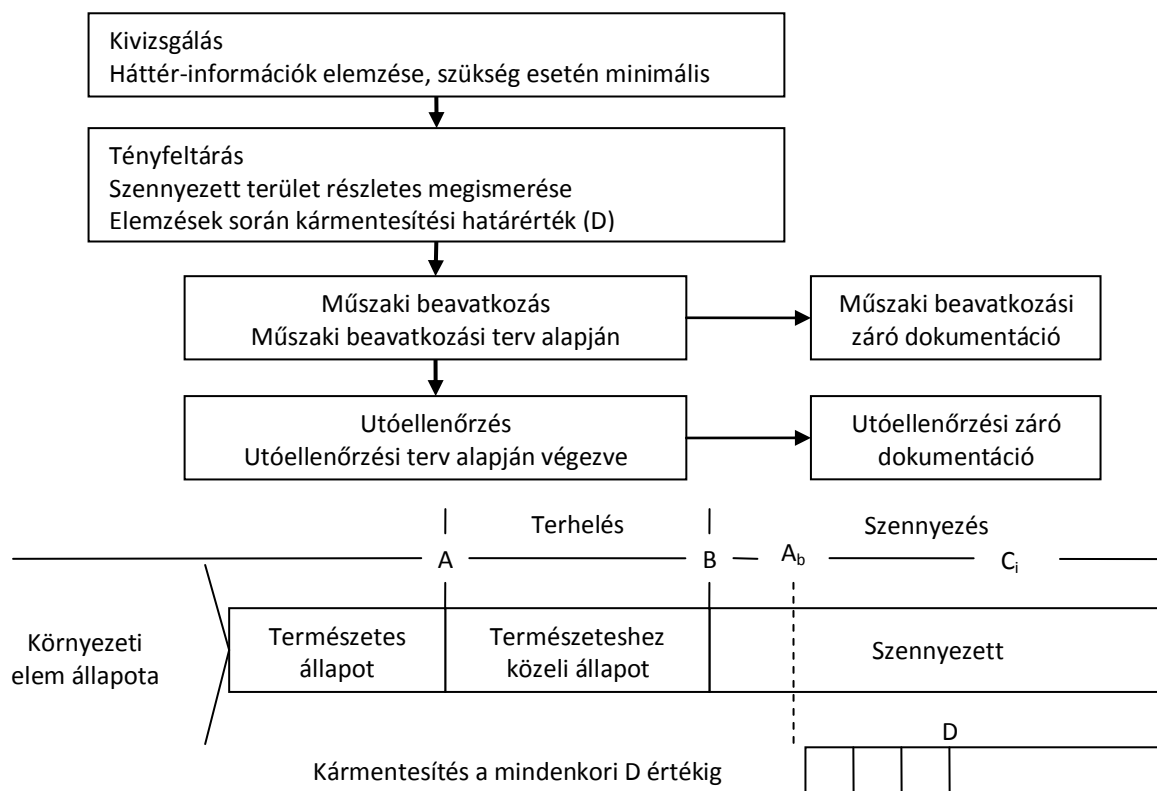
A területek újrahasznosításának sikeressége évek távlatában vizsgálható, de a beruházásokkal azonnali eredmények is járnak: ilyen az építet környezet megújulása, a forgalom összetételének megváltozása, új zöldterületek kialakulása, a szennyező ipari tevékenységek hagyatékának felszámolása. A Váci úton a befektetők tervei közel azonosak az önkormányzat szándékaival, és az építési szabályzatokon túl nincs szükség az önkormányzat további beavatkozására. A Metallochemia esetén a beruházó maga az állam, ebben az esetben az állami beavatkozás tekinthető 100%-osnak.

A városszerkezet változásainak és a kiválasztott területek részletesebb vizsgálatának eredményeképp megállapítható, hogy a területek újrahasznosítását gyakran éppen azok a tulajdonságok segítik elő, amik az ipar letelepedéséhez vezettek: jó közlekedési kapcsolatok, közelben levő lakó funkció. A megújulási folyamat összefügg a területek városszerkezeti helyével is. Megfigyelhető, hogy a belvárosból könnyebben elérhető területek hamarabb esnek át funkcióváltáson. A belvárostól, vagy a főbb útvonalaktól távolodva a hasznosítás intenzitása, a megújulás mértéke csökken. Az épületek megtartása viszont ezzel ellentétes: a leggyorsabban fejlődő területeken csaknem minden esetben az ipari örökség bontása figyelhető meg. Az, hogy az egykori ipartelepekre fejlesztési területként, vagy a városszerkezet hibáinak javítását szolgáló területekként tekintenek

(mind a beruházók, mind az önkormányzatok), nem kedvező az épületek újrahasznosításának szempontjából.

#### 4.2. Talajszennyezés, kármentesítés

A barnamezős területeken a korábbi vagy jelenlegi ipari tevékenység környeztkárosodást eredményezhetett. A kármentesítés folyamatába (24. ábra) beletartoznak az előzetes adatgyűjtések, és a tényfeltáró vizsgálatok. Ha a terület szennyezettsége túllépi a szennyezettségi határértéket (B), akkor műszaki beavatkozásra van szükség. Ennek során a kockázatos anyagokat eltávolítják a talajból és a felszín alatti vizekből. A kármentesítési határérték (D) az a koncentrációt, amit a beavatkozással el kell érni. Ez függ a környezeti kockázatoktól, a terület későbbi használatától, a szennyezés jellegétől, a beavatkozások költségétől, stb.. A kármentesítési határérték nem lehet kisebb, mint a szennyezettségi határérték. A 10/2000. (VI. 2.) KÖM-EüM-FVM-KHVM együttes rendelet ezeken kívül háttér-koncentrációt (A: reprezentatív érték az egyes anyagok természetes vagy ahhoz közeli állapotot jellemző koncentrációjáról), bizonyított háttér-koncentrációt ( $A_b$ : adott térségre jellemző mért érték), valamint intézkedési szennyezettségi határértékeket ( $C_i$ : meghatározott anyag koncentráció, ami fölött a környezetvédelmi felügyelőségnek intézkednie kell) is megállapít. A kármentesítési folyamat utolsó szakasza a több éves utóellenőrzés, amikor a tényfeltárás időszakában kiépített monitoring-rendszert tovább üzemeltetik. A kármentesített területről és a környezetről származó adatokat rendszeresen értékelik, ezzel a kármentesítés sikeressége is megállapítható.



24. ábra – A kármentesítés folyamata

#### *4.2.1. Tényfeltáró vizsgálatok*

A barnamezős területeken végzett ipari tevékenységek sok esetben a terület szennyezettségét okozták. A talaj, talajvíz károsodás, a szennyező anyagok minősége és mennyisége, elsősorban a területen művelt ipari technológiáktól, azok időtartamától függ. Az előkészítő vizsgálatként részletesen fel kell tárni a terület ipartörténetét. Potenciális szennyezők esetén szükségesek a tényfeltáró vizsgálatok, mert terület szennyezettségének mértéke és nagysága csak így állapítható meg.

A tényfeltárás lehet előzetes, és szükség esetén részletes. A részletes tényfeltárás során a tényfeltárási terv elkészítése és engedélyezése (engedélyező szerv az illetékes Környezetvédelmi felügyelőség) után végzik el a tényfeltárási munkálatokat. Ezt követi a záró dokumentáció elkészítése és benyújtása az illetékes Környezetvédelmi Felügyelőséghez.

A szennyezett területek feltárása közvetlen és közvetett módszerekkel történhet. A közvetlen talajfeltárási módszerek az árkolás és a fúrás. A fúrási technológia kiválasztásánál ügyelni kell, hogy az eljárás során ne szennyezzenek újabb rétegeket. A fúrás során fejlődő hő a szennyezett minták fizikai, kémiai tulajdonságait megváltoztathatja. A szennyezett terület feltárásakor nem alkalmazható olyan technika, amivel a vizsgált kőzet szennyezőanyag koncentrációja esetlegesen megváltozhat.

A feltárások szükséges mennyisége a helyi adottságoktól, a feladat jellegétől, az elérni kívánt céltól, a megkívánt pontosságtól függ. A mintavételi helyek kijelölésénél figyelembe kell venni a kutatás részletességét. A tényfeltáró vizsgálatok során meghatározzák a szennyezés milyenségét és mértékét, a szennyezett talaj fizikai paramétereit, és a szennyezett felszín alatti víz áramlási irányát. Részletes vizsgálatok alapján határozható meg az alkalmazandó műszaki beavatkozási technika.

#### *4.2.2. Műszaki beavatkozás*

A műszaki beavatkozás, csakúgy, mint a tényfeltárás, három lépésből áll.

- A műszaki beavatkozás megtervezése;
- A tényleges munka elvégzése;
- A záró dokumentációk elkészítése.

Az alkalmazható műszaki technológia függ a szennyezés típusától (szennyezőanyag milyensége, koncentrációja, stb.) a kockázatos anyagok illékonyaságától, oldhatóságától vízben vagy szerves oldószerekben, hőhatásra való bonthatóságától vagy stabilitásától, biológiai lebonthatóságától. Meghatározók még a szennyezett földtani közeg és a felszín alatti víz sajátos adottságai. A technológiák több szempont alapján osztályozhatók. Tisztítási elv szerint megkülönböztethetünk fizikai, kémiai, termikus, biológiai és egyéb eljárásokat. A helyszín alapján a következő osztályok vannak:

*In situ (eredeti helyzetben) megoldások:* Idetartozik valamennyi olyan technológia, amikor a szennyeződött földtani közeget vagy/és felszín alatti vizet olyan eljárásokkal tisztítják meg, hogy a tisztítás során nem termelik ki a szennyezett földtani közeget, és a munkaterületen belül a tisztított felszín alatti vizet visszanyeletik, szikkasztják.

*Ex situ (nem eredeti helyzetben) megoldások:* a tisztítást nem a földtani közeg kifejlődésének természetes helyzetében végzik, hanem kitermelik. Az ebbe a csoportba tartozó eljárásokat két további alcsoportra lehet osztani:

*Ex situ on site:* A kitermelt szennyezett talajt illetve a felszín alatti vizet nem szállítják el a munkaterületről, hanem azon belül bioágynak, termikusan, vagy talajmosással tisztítják, majd a kívánt mértékben megtisztított földtani közeget és/vagy felszín alatti vizet a tervnek megfelelően visszahelyezik a munkagödörbe.

*Ex situ off site:* Az ide tartozó technológiák megegyeznek az on site megoldásokkal. Az alapvető különbség az, hogy a szennyezett talajt, illetve felszín alatti vizet nem a munkaterületen belül kezelik, hanem egy távolabbi tisztítótelepre szállítják, majd a kezelt talajt visszaszállítják az eredeti munkagödörbe. A megtisztított felszín alatti vizet élővízbe vagy közcsatornába vezetik.

A technológiákat részletesen a 2. Függelékben ismertetem.

#### 4.2.3. Utóellenőrzés

Az utóellenőrzés célja a befejezett kármentesítési műszaki beavatkozások eredményességének kontrollja, és a tényfeltárás után, illetve műszaki beavatkozás közben a környezeti állapotváltozás folyamatos ellenőrzése. Az utóellenőrzést tényfeltárás, illetve műszaki beavatkozás során kiépült monitoring rendszerrel a kármentesítésre kötelezett végzi. rendszeres mintavételezéssel.. A mintákat laboratóriumban vizsgálják, az eredményeket értékelik.

Az in situ eljárásoknál egyes technológiák után a földtani közeget kell ellenőrizni. Az izolálási eljárásoknál a monitoring a földtani közegen túl a szigetelő gátak hatékonyságára is kiterjed. Az on site és off site technológiáknál utóvizsgálatra nincs szükség.

Az utóellenőrzéskor úgy indokolt elvégezni a talaj-mintavételezést, hogy az igazodjon a kiindulási feltárás pontjaihoz, de elkerüljük azokat a konkrét pontokat, amelyeket a feltárás megzavart. Általánosságban rögzíthető, hogy a mintamennyiség tömege pont- és átlagminta esetén is 1-2 kg körüli, egy-egy átlagmintát legalább 20 pontminta anyagából kell képezni a reprezentativitás biztosíthatósága miatt.

#### 4.2.4. A Metallochemia kármentesítése

Az üzem 80 éves működése során 980.000 tonna kohósalak halmozódott fel a területen. A környezetszennyező tevékenységek nyomán a talajba és a talajvízbe nehézfémek és ezek sói, legnagyobb mennyiségben ólom, kadmium, réz, cink került. A szálló por miatt a környező telkek talaja is szennyeződött. A kármentesítés állami finanszírozására 2004. március 31-én



született kormányhatározat, költségeket a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium, a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium állta.

A telephelyen 1-5 m vastagságban elterítve 410.000 m<sup>3</sup> kohósalak volt, ehhez még nagy mennyiségű szennyezett talaj és bontási hulladék járult. Az érintett 1400 lakótelekről 20-200 cm mélyen kellett eltávolítani a károsított talajt. Ez összességében kb. 1.200.000 m<sup>3</sup> szennyezett anyagot jelent. A kármentesítés technológiája a terület egyes részein eltért:

- A telek egyik a felén az agyag elérhető mélységben van, itt az agyagrétegbe bekötött résfal készült. A résfallal elzárt részre helyezték el a szennyezett anyagokat, 60 mm szemnagyság alá őrölve. A telken az ideiglenesen megmaradt konverter épületben törőüzemet létesítettek, a szennyezett anyagot nem kellett kivinni a területről. Az anyagok tetejére szigetelésvédelemmel 2,5 mm vastag HDPE műanyag lemez került. Ennek tetejére földet terítettek, amelyre növényzetet telepítettek.
- A telek másik felén nincs elérhető mélységben agyag, így a résfalas védelem nem volt gazdaságosan megoldható. Erről a területről eltávolították a szennyezett anyagokat.
- A környező lakótelekeken a talajszennyezést talajcserével szüntették meg.

A kármentesítés során arra is ügyelni kellett, hogy a lakosság és a környező területek védelme érdekében szennyezőanyag szálló por alakban sem hagyhatta el a területet. A kármentesítés 2006-ban befejeződött.

### **4.3. Az épületek vizsgálata**

Az épületre, annak részeire irányuló vizsgálatok részletezettségét a vizsgálatok célja határozza meg. Az újrahasznosításra vonatkozó döntés előkészítésénél egyrészt fel kell mérni az épületet, másrészt meg kell határozni a felhasznált anyagokat, szerkezeteket és azok állapotát, harmadrészt el kell végezni az épület értékelemzését.

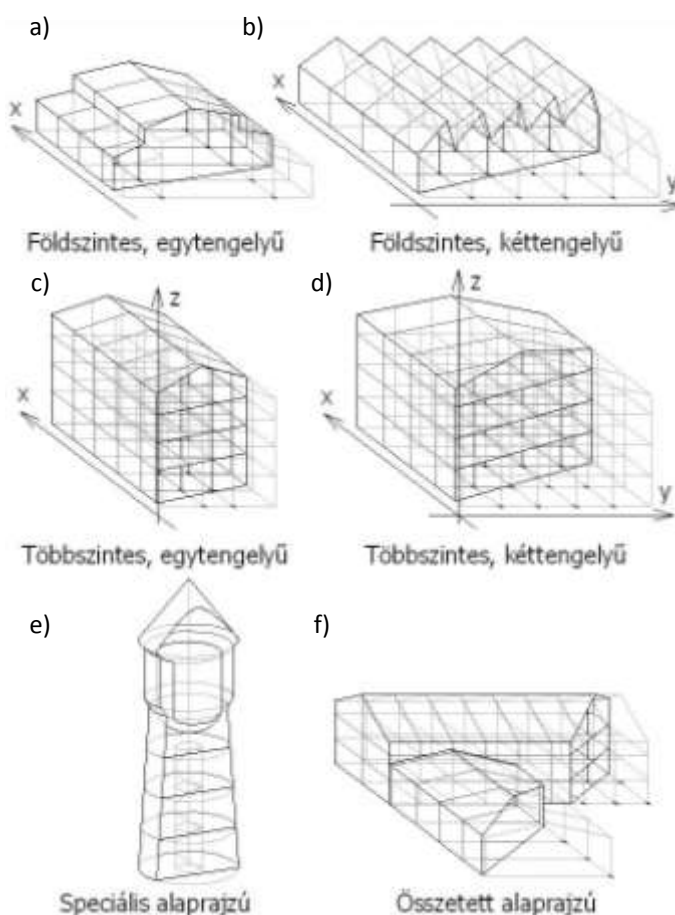
#### *4.3.1. Az épület felmérése*

A felmérés célja a rendelkezésre álló terek méretének és formájának, ehhez kapcsolódóan az épület alaprajzi rendszerének a meghatározása. Ezekre az adatokra a funkcionális és műszaki tervezésben is szükség van. Az épület felmérése során készített alaprajzok, metszetek részletessége attól függ, milyen célra készülnek (konceptiótervtől a kiviteli részlettervekig). A szerkezetvizsgálathoz, a műszaki beavatkozások előkészítéséhez az egyes épületelemek részletes felmérésére is szükség lehet.

##### *4.3.1.1. Az ipari épületek jellegzetes alaprajzi rendszerei*

Az ipari építészetre jellemző szerkezetek kifejlesztésével, használatával párhuzamosan kialakultak az ipari épületekre jellemző térformák, alaprajzi elrendezések. Az épületek kialakítását az egyre összetettebb gyártási folyamatok, valamint maga a gyártmány

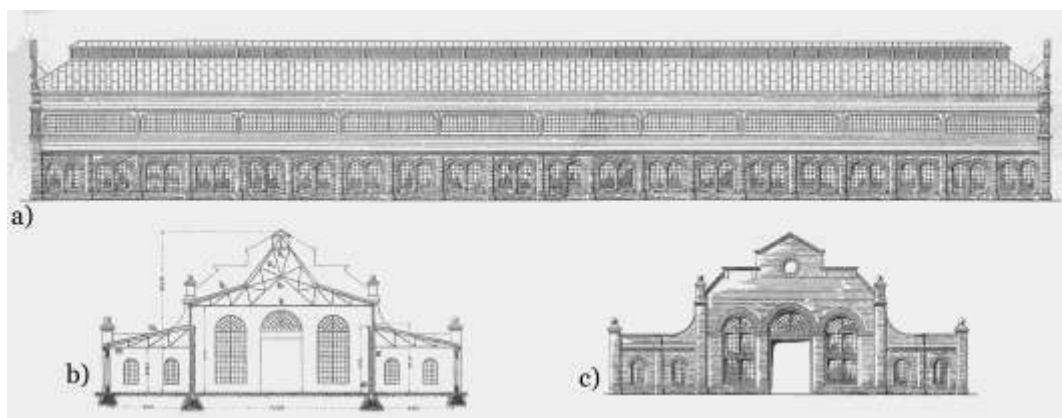
jellemzői befolyásolták. A tervezéskor figyelembe kellett venni a gyártáshoz tartozó gépek, berendezések követelményeit és hatásait (pl. a meghajtás továbbítása a gőzgépeknél, a gép helyigénye, dinamikus hatások), az ipari technológiák igényeit és hatásait az épületre (pl. fény- és térigény, jelentős gőzképződés, vagy vegyi anyagok jelenléte), valamint az alkalmazottak számát, és a munkavégzés módját. A XIX. század végén, XX. század elején számos olyan kiadvány jelent meg, amelyekben megvalósult ipari épületek alaprajzait, metszeteit, homlokzati- és részletrajzait mutatják be. A rajzok, valamint a megvalósult, megtekinthető



25. ábra – Ipari épületek jellemző alaprajzi rendszerei

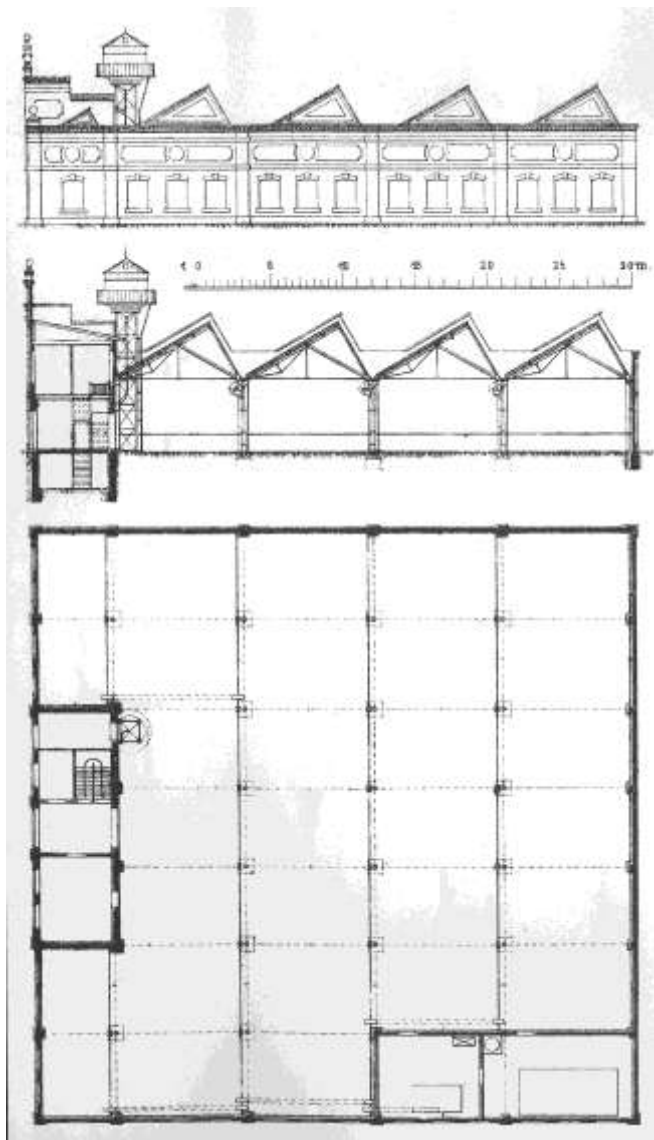
épületek rendszerezése alapján az épületeket alaprajzi rendszerük szerint hat csoportba soroltam (25. ábra).

A **földszintes, egytengelyű** épületek egy egység egy irányban történő sorolásával jönnek létre. Ilyenek jellemzően a kisebb, egyhajós műhelyépületek, valamint az egy-három (öt) hajós csarnoképületek (25. a) és 26. ábra). A csarnokokat abban az esetben is ide sorolom, ha a mellékhajók részben vagy egészben galériázottak. Az ilyen épületekre az oldalsó, valamint a bazilikális megvilágítás jellemző, ami kiegészülhet felülvilágítókkal. A földszintes, egytengelyű épületek akkor előnyösek, ha egy nagyobb, osztatlan térre van



26. ábra – Földszintes, egytengelyű épület, hosszhomlokzat (a), keresztmetszet (b), bütühomlokzat(c) (Uhland, 1902 Tafel 6.)

szükség. A földszintes kialakítás a terhelhetőség, a változatos, tág határok között mozgó belmagasság, valamint a jellemzően egy szinten történő közlekedés szempontjából előnyös, viszont városias környezetben az egyet alig meghaladó szintterületi mutatóval a telek kihasználtsága általában kisebb, mint amit a szabályozási terv megenged.

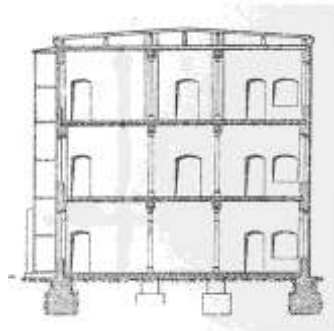


27. ábra – Földszintes, kéttengelyű épület shed lefedéssel (Uhland, 1899 p.12)

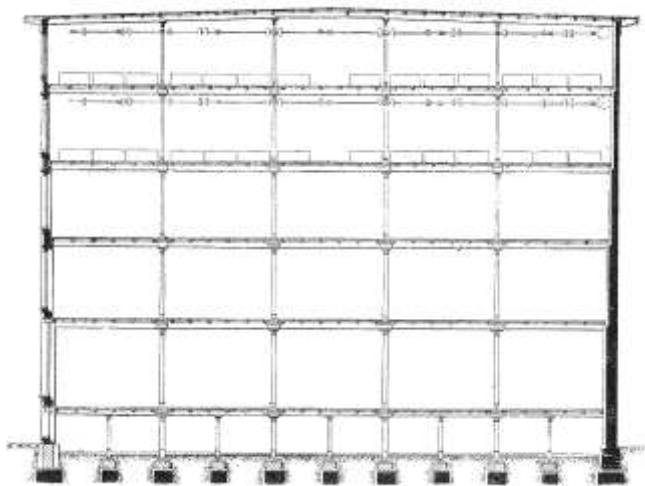
szélességet. Ide sorolhatók a többszintes, egytengelyű egységek sorolásával és elfordításával, pl. udvar köré rendezésével kialakított épületek is. A többszintes épületek előnye, hogy a telek kihasználtsága (a szintterületi mutató) jobb, mint a földszintes épületek esetén. Az újrahasznosítás során hátrányt jelenthet a födémelek meglevő teherbírása, valamint a függőleges közlekedés megoldásának szükségessége. A többszintes épületek érzékenyebbek a talaj minőségére, és a mozgásokra is.

A **földszintes, kéttengelyű** terek az egységek vízszintes síkban történő, kétirányú sorolásával alakultak ki. Ide tartoznak a különféle shed lefedéssel készült épületek, jellegzetes példák a fűrészfogas shed szerkezetek (25. b) és 27. ábra). Elsősorban felülvilágítókat alkalmaznak, az oldalsó bevilágítás jelentősége elhanyagolható. Gyakori, hogy a határoló falakon nincs is ablak. Az ilyen épületek alkalmazása előnyös, ha nagy alapterületre, és egyenletes megvilágításra van szükség. A földszintes kialakítás egyszerűbbé teszi az épületen belüli közlekedést, és a tárgyak mozgatását.

A **többszintes, egytengelyű** épületek közé azok a jobbra hosszú, keskeny épületek sorolhatók, amelyeknél a födémelek fesztávától függően legfeljebb négy közbülső pillérsorral támasztják alá (25. c) és 28. ábra). Az ilyen épületeknél a természetes bevilágítási igény korlátozza a



28. ábra – Többszintes, egytengelyű épület (Uhland, 1906 Tafel 2.)



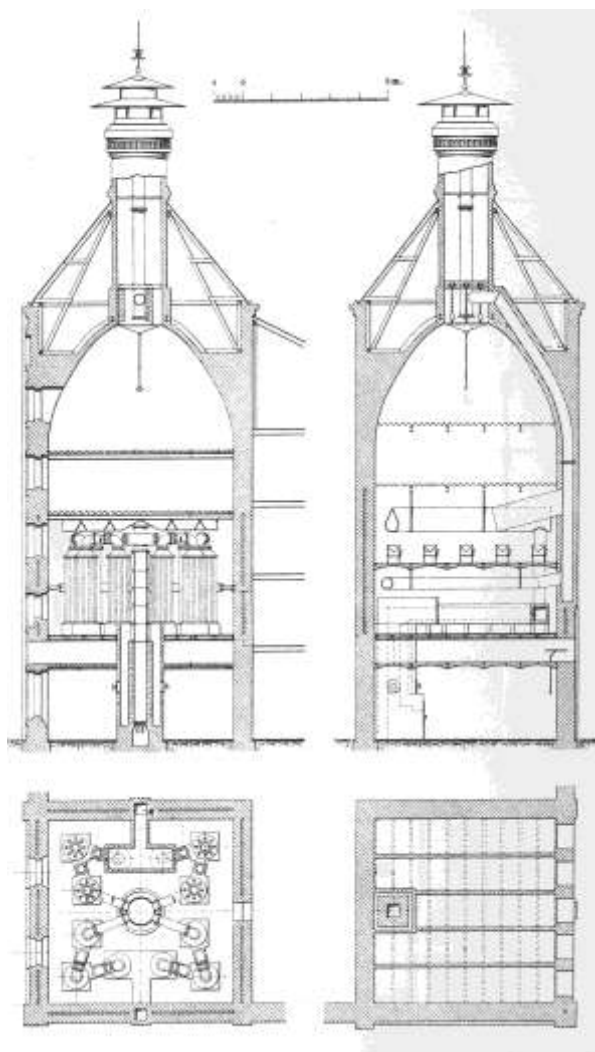
29. ábra – Többszintes, többtengelyű épület  
(Utz, 1907 p.67)

A **többszintes, többtengelyű** épületekben több belső támaszt alkalmaznak, mint az előző csoportnál (25. d) és 29. ábra). Az épület szélessége jelentősebb, a belső tér természetes megvilágítása vagy nem követelmény, vagy világítódudvarok kialakításával biztosítják. Az újrahasznosítás során nehézséget jelenthet az új funkció (természetes) fény igényének kielégítése, ehhez akár komolyabb műszaki beavatkozásra is szükség lehet. A többszintes, pillérvázaz elrendezésnél a

belső tér könnyen alakítható a funkcionális követelményeknek, valamint a tervező elképzeléseinek megfelelően.

**Speciális alaprajzú** épületeket, különleges formájú tereket az ipari technológia speciális követelményei miatt alakították ki. Ide sorolhatók többek között a víztornyok, gáztartályok, malátaszárítók, stb. (25. e) és 30. ábra). Ezekben az esetekben a belső tér formája, arányai lényegesen eltérnek a hagyományos terektől, ezért az újrahasznosítás során hagyományostól eltérő megoldások is alkalmazhatók.

**Összetett alaprajzi rendszerű** egy épület, ha az előző öt alapesetből legalább kettőt összeépítenek (25. f) ábra). Legjellemzőbb, hogy az egyszintes egytengelyű vagy többtengelyű épületrészt (csarnokot) kombinálják többszintes egytengelyű épületrésszel (iroda, raktár). Az összetett alaprajzi rendszerű épületek jól hasznosíthatók olyan esetekben, ha az új funkció többféle térformát igényel, vagy az épületbe több különböző funkció kerül.



30. ábra – Speciális alaprajzú épület, malátaszárító (Uhland, 1903 Tafel 4.)

#### 4.3.2. Épületdiagnosztika

Az épület szerkezeti rendszere, épületszerkezeti elemei, az építéskor alkalmazott anyagok determinálják az újrahasznosítás során alkalmazható építészeti megoldásokat, technológiákat. Az épület szerkezeteinek, anyagainak állapota pedig az újrahasznosításhoz minimálisan szükséges beavatkozásokat adja meg. Meghatározza, hogy az épület egyáltalán megőrizhető-e, célszerű-e megőrizni. Minden esetben meg kell vizsgálni a tartószerkezetek állapotát, a teherbírásukat ellenőrizni kell. A határoló szerkezetek erőteni vizsgálata is elengedhetetlen, ha hiba észlelhető, gyanítható. Ezekre abban az esetben is szükség van, ha a szerkezeteket nem akarják megőrizni, hiszen az átépítés során is lényeges a biztonság.

Az épület, a benne működő üzem történetének megismerése az épület szerkezeteinek, anyagainak, az azokat érő hatásoknak megismerése mellett az épület értékének meghatározásához is segítséget nyújt. Ehhez a legfontosabb dokumentumok az építési, átalakítási tervek, dokumentációk, ha rendelkezésre állnak. Figyelembe kell venni, hogy a terv és a megvalósítás gyakran eltért egymástól. Fontos szerepe lehet az építési naplónak, számláknak, korábbi szakvéleményeknek, amelyek kapcsolódnak az építési, karbantartási munkákhoz. Az épület egyes állapotait, és gyakran a bennük működő technológiát a képi ábrázolások, (fotók, festmények) és a történeti leírások rögzítik. Az épületeket ért hatásokról (ipari technológiák károsító hatása, balesetek, tűz- vagy viharok, stb.), beavatkozásokról az egykori tulajdonosok, használók visszaemlékezéseiből is nyerhető információ.

A szerkezeti vizsgálatok közül kiemelkedő fontosságú a szemrevételezés, mert az épületben alkalmazott szerkezetek meghatározása mellett egyes (látható, tapintható, kopogtatással, szaglással felfedezhető) hibajelenségek is felismerhetők. Szemrevételezés segítségével határozhatók meg a további szükséges vizsgálatok is, ami a teljes folyamat idő- és költségigényét is befolyásolja. Az ipari épületekben az építés idején használt épületszerkezetek, építőanyagok, valamint a jellegzetes meghibásodások, hibaforrások ismerete elengedhetetlen a szemrevételezés során.

A szemrevételezés mellett a roncsolásmentes vizsgálatoknak van igen nagy szerepük. A roncsolásmentes vizsgálatok nem vagy nem jelentősen károsítják a szerkezeteket, ezért használatban levő épületben is alkalmazhatók, helyreállítási igényük kicsi. Egyes vizsgálatok hátránya, hogy speciális eszközöket igényelnek. Problémát okozhat, hogy a vizsgálat eredménye helyenként eltérő, kiugró értékeket adhat. Az átlagtól eltérő adatok felismerésével és további vizsgálatok elvégzésével pontosítani lehet az eredményeket. A roncsolásmentes vizsgálat-típusokat részletesen a 3. táblázat tartalmazza.

A falazott szerkezetek helyszíni vizsgálata során a falazó habarcs szilárdsága csak becsülhető (szemrevételezéssel, befúrással). A falazó téglák szilárdsága közelítő becsléssel

vagy szilárdságvizsgáló eszközökkel (Cristofoli ejtőorsó, Schmidt kalapács) állapítható meg. A beton helyszíni vizsgálata történhet Smidt kalapáccsal vagy ultrahangos betonoszkóppal. Az acélbetétek vizsgálatára mágneses vaskereső műszerek és véséses feltárás alkalmazható. A faszerkezetek mintavétellel, befúrással, acélanyagok Poldi-kalapáccsal vizsgálhatók.

A geometriai vizsgálatok (felmérés, méret- és elmozdulás ellenőrzés) a roncsolásmentes vizsgálatok közé sorolhatók. A fotódokumentáció kiegészítheti a felmérést, a vizsgálati dokumentációban a vizsgálati vagy mintavételi helyek, egyes elváltozások, például repedések képi rögzítésére szolgálhat.

| Vizsgálat típusok és a vizsgálat tárgya                                                            | Acél, öntöttvas | Fa | Beton, vasbeton<br>(kő, tégl, habarcs) | Épület-szerkezetek |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----|----------------------------------------|--------------------|
| Szemrevételezés (szerkezet felismerés, hibák megállapítása és a további vizsgálatok meghatározása) | X               | X  | X                                      | X                  |
| Elmozdulás, alakváltozás vizsgálat                                                                 |                 |    |                                        |                    |
| Geodéziai vagy hagyományos módszerekkel                                                            | X               | X  | X                                      | X                  |
| Repedésmérő mikroszkóppal                                                                          | X               | X  | X                                      | X                  |
| Fotogrammetriás felméréssel                                                                        |                 |    |                                        | X                  |
| Felületi, felület közeli minőség, szilárdság                                                       |                 |    |                                        |                    |
| Kopogtatással                                                                                      | X               | X  | X                                      | X                  |
| Brinell-, Rockwell- Vickers- keménységméréssel                                                     | X               |    |                                        |                    |
| Poldi-kalapáccsal                                                                                  | X               |    |                                        |                    |
| Repedés-vizsgálat mágnesen erőter-torzulással                                                      | X               |    |                                        |                    |
| Schmidt-kalapáccsal, lengőkalapáccsal, Cristofoli lengőorsóval                                     |                 |    | X                                      | X                  |
| Felületi tapadó-húzó szilárdság vizsgálattal                                                       |                 |    | X                                      |                    |
| Szilárdsági vizsgálatok, homogenitás                                                               |                 |    |                                        |                    |
| UH vizsgálat                                                                                       | X               |    |                                        |                    |
| Röntgen-vizsgálattal                                                                               | X               |    |                                        |                    |
| Ultrahangos betonoszkóppal                                                                         |                 |    | X                                      |                    |
| Korróziós vizsgálat defektoszkóppal                                                                | X               |    |                                        |                    |
| Nedvesség vizsgálatok                                                                              |                 |    |                                        |                    |
| Elektromos vezetőképesség mérésével                                                                |                 | X  | X                                      | X                  |
| Vízfelvétel méréssel                                                                               |                 |    | X                                      | X                  |
| Hőmérsékletmérés                                                                                   |                 |    |                                        |                    |
| Pl. Infrahőmérővel                                                                                 | X               | X  | X                                      | X                  |
| Infravörös termográfia                                                                             |                 |    |                                        | X                  |
| Fémek hely-meghatározása                                                                           |                 |    |                                        |                    |
| Fémkereső szondával                                                                                |                 |    | X                                      | X                  |
| Mágneses indukciós eszközzel                                                                       |                 |    | X                                      | X                  |
| Defektoszkóppal                                                                                    |                 |    | X                                      | X                  |
| Tartószerkezeti vizsgálatok próbaterheléssel                                                       |                 |    |                                        | X                  |

3. táblázat - Roncsolásmentes épületdiagnosztikai módszerek

Még a roncsolásmentes vizsgálat típusokhoz is szükség lehet a szerkezetek részleges megbontására. A tartószerkezetek anyaga, minősége gyakran csak a különböző fedő rétegek (vakolati-, festék-, tapéta-, padlóburkolati, vagy falburkolati rétegek) megbontásával, részleges eltávolításával állapítható meg. Vizsgálandó, hogy csak a bevonat, vagy az

alapszerkezet is károsodott-e. Feltárhatók az ép burkolat alatti hibák, felfedezhetők korábbi átalakítások nyomai. A falkutatás során a feltárás az építéstörténet megállapítását segíti.

A feltárások jól kiegészíthetők az endoszkópos vizsgálatokkal, amelyeket üregek, gépészeti vezetékek és egyes szerkezetek belső, nehezen hozzáférhető részeinek (pl. két oldalról burkolt fa födémgerendák) vizsgálatára alkalmasak.

A roncsolásmentes vizsgálatok és a tartószerkezetek feltárása mellett roncsolásos vizsgálatokra is szükség lehet. Egyes helyszínen elvégezhető vizsgálatok, valamint laboratóriumi vizsgálatok a szerkezetből, az építőanyagból vett mintán végezhetők el. Ide tartozik a kalcium-karbidos nedvességtartalom vizsgálat, a beton karbonátosodásának és szennyezőanyagainak helyszíni vizsgálata, és a különböző laboratóriumi anyagtani, szilárdsági, valamint biológiai, vegyi vizsgálatok is.

Minden, a szerkezetet érintő vizsgálatot olyan helyen és oly módon kell elvégezni, hogy a beavatkozás ne veszélyeztesse az épület állékonyságát, és ne csökkentse a biztonságos mértéken túl a tartószerkezetek teherbírását. Az épületet használók és a vizsgálatot végzők testi épségét minden esetben óvni kell. A helyszíni vizsgálat és a mintavétel szabályait be kell tartani, hogy az eredmények értékelhetők legyenek.

Az épület, szerkezetek minősítésének fontos lépése a meglévő tartószerkezet erőtani ellenőrzése (teherbírás, alakváltozás határállapotban, merevség, stb.), valamint az épületfizikai (hőtechnikai) és az épületgépészeti számítások elvégzése. Ezen ellenőrzésekhez elengedhetetlenek egyes roncsolásmentes és roncsolásos vizsgálatok eredményei.

Alapelvként megfogalmazható, hogy a vizsgálatok mindig legyenek összhangban a szerkezet jelentőségével, és az elvárt eredménnyel. A vizsgálat eredményeit egyrészt az érvényes szabályozás, másrészt az újrahasznosítás során szóba jöhető valamennyi funkció követelményével össze kell hasonlítani. Az újrahasznosítások előkészítése során előnyös, hogy az épület általában használaton kívül van, így a vizsgálatok szabadabban végezhetők.

#### *4.3.3. Az épület érték vizsgálata*

Az újrahasznosításra irányuló döntéseknél a megőrzés egyik indoka az értékvédelem. A régi ipari épületek különböző szintű értékeket hordoznak kisebb vagy nagyobb mértékben.

- Jelentősebb **építészeti érték**ről beszélhetünk, amikor az építészeti vagy a szerkezeti kialakítás különleges, egyedi. Ugyanígy, ha neves építész alkotása, vagy egy stílus, típus jellemző képviselője az épület vagy a szerkezete.
- Számottevő **történeti érték**et képviselnek azok az épületek, melyekben ipartörténeti jelentőségű, vagy technológia-történet szempontjából fontos üzem működött. A történeti értéket növeli, ha megvan az eredeti berendezés. A régiségérték (1867 előtt épült) is ide sorolható.
- Minden épület a nemzeti örökség része, így az ipari épületek is. A műszaki és elvi amortizáció jelentős értékcsökkenést okoz, de könnyen kimutatható a **gazdasági**

**érték** akkor, ha az épület tartószerkezetei nem igényelnek jelentős beavatkozást (felújítást, megerősítést), és ha az eredeti hasznos terület csaknem megegyezik a tervezettel. Ilyenkor az újrahasznosítás során, a kiindulási épület szerkezetkésznek tekinthető.

Az építészeti vagy történeti értéke közvetve és közvetlenül is hatással lehet a későbbi használatra. A jelentős a történeti-technikatörténeti érték (a hozzá tartozó meglevő ipari berendezéssel) lehetővé teszi műszaki vagy technikatörténeti kiállítás kialakítását.

Magáncégek az épület használatával, bemutatásával (szűkebb, vagy tágabb közönségnek) a vállalat folytonosságát, hagyománytiszteletét hangsúlyozzák. Gyakori, hogy a vállalkozás múltjához köthető, történeti értékkel bíró épületben látogatóközpontot, a cég történetét, vagy az egykori gyártást bemutató kiállítást



31. ábra – Dreher Sörgyár (Bp., 2004)

alakítanak ki (mint a Dreher Sörgyárak Zrt. kőbányai sörgyárában, 31. ábra).

Az építészeti érték a történetihez hasonlóan presztízs értéket jelenthet. A homlokzati, szerkezeti megoldások esztétikája megfelelő építészeti, belsőépítészeti eszközökkel hangsúlyozva látványossággként szolgál. Ez minden olyan funkciónál előnyös, ahol az épület megjelenése is az ügyfelekkel, felhasználókkal való kommunikáció része.

A műemlékek definíciójában is szerepel az építészeti, történeti érték. A műemlék „hazánk múltjának kiemelkedő jelentőségű építészeti, történelmi, ... vagy műszaki (technikatörténeti) emléke, annak rendeltetésszerűen szerves történeti alkotórészeivel, tartozékaival, berendezéseivel ... együtt, amely ezen értékei miatt védelemre és megtartásra érdemes, és amelyet ilyenként védetté nyilvánítottak”. Külön kategória a műemléki jelentőségű terület, amely szintén lehetőséget teremt ipari létesítmények védelmére: „... olyan ipari vagy közlekedési terület, amely az adott település jellegzetes történelmileg kialakult szerkezete, összképe, ... tér- és utca képei szempontjából védelemre és megtartásra érdemes”. (KÖH 2007) A definíciókban, és gyakran a védettség indoklásánál sem határolódik el élesen az építészeti és a történeti érték. A budapesti védett ipari épületek esetén az építészeti érték, valamint az épületek régiség-értéke hangsúlyosabb (például az Alpár Ignác tervezte Eisele Gépgyárhoz tartozó Váci úti épület, 23. ábra), a technikatörténeti jelentőség jellemzően a műtárgyak (pl. víztornyok, a Duna alatti kábel-alagút) esetén kap szerepet. Emellett vannak olyan védett épületek is, ahol az ipartörténeti



érték mellett az építészeti érték is jelentős (pl. az egykori Ganz törzsgyár, ma Öntödei Múzeum esetén, 32. ábra).

Az újrahasznosítás során a védettség korlátozó szerepe az értékek megőrzését szolgálja. Sajnos, az irodalom és a hazai gyakorlat alapján megállapítható, hogy ezt a célt nem mindig sikerül betöltenie. A kulturális örökség védelméről szóló törvény kimondja, hogy a műemlék fenntartásáról a műemlék tulajdonosa köteles gondoskodni. A műemlékeket épségben, jellegük megváltoztatása nélkül, a hozzá tartozó (értékalkotó) felszerelési tárgyaival együtt kell megőrizni. A műemléket a védett értékek veszélyeztetése nélkül szabad használni, hasznosítani. A törvényben szerepel a fenntartható használat fogalma, amely tartalmazza a szükséges kárcsökkentő és kármegelőző tevékenységeket, nem vezet az állapot romlásához, és így biztosítja a műemlék fennmaradását. A műemlék épület egészében nem bontható le, részleges bontása is csak meghatározott esetekben engedélyezett. Lehetőség van egy műemlék funkciójának, használati módjának megváltoztatására, de



32. ábra – Az egykori Ganz törzsgyár, ma Öntödei Múzeum (Bp., 2004)

ekkor is, az építési munkákhoz hasonlóan, a Kulturális Örökségvédelmi Hivatal engedélyére van szükség. (2001. évi LXIV. Törvény a Kulturális Örökség Védelméről)

Hazánkban is lehetőség van kormányzati, önkormányzati támogatást kérni a (védett) épületek felújítási munkáinak elvégzéséhez. Nyugat-Európában számos jól sikerült újrahasznosítás állami, önkormányzati támogatással valósult meg. Az anyagi támogatás egyrészt a felújításra, rekonstrukcióra költhető, másrészt a fenntartás többletköltségeit enyhítheti. Anyagi, szakmai segítséget lehet kapni a rekonstrukciót megelőző vizsgálatok, kutatások elvégzéséhez is. Az örökségvédelmet ösztönző kormányzati finanszírozási eszközök lehetnek kapcsolt vagy kiegészítő támogatások, valamint adókedvezmények. Hazánkban kapcsolt támogatásokat alkalmaznak, örökségvédelmi célú adókedvezményeket nem.

#### 4.4. Döntés a megőrzésről, döntés az újrahasznosításról

Az elvégzett vizsgálatok eredményei összefoglalhatók egy adatlapon (3. Függelék), melynek segítségével eldönthető, hogy műszaki-építészeti-urbanisztikai szempontból lehetséges-e, érdemes-e az épületet megőrizni, újrahasznosítani.

A megőrzésre vonatkozó döntés során a következő kérdéseket kell megválaszolni:

- Urbanisztikai szempontból lehetséges-e az újrahasznosítás? (Adott területre vonatkozó településrendezési tervek tartalmazzak-e olyan elemet, ami az épület megőrzését kizárja, pl. telken kijelölt út vagy zöldterület?)
- Van-e mód a kármentesítés kivitelezésére (ha szükséges) az épület megtartásával? (A terület, épület szennyezettsége akadályozza-e az épület megőrzését?)
- Az épület műszaki állapota lehetővé teszi-e az újrahasznosítást?

Ha mindhárom kérdésre pozitív a válasz (a kiegészítő kérdésekre értelemszerűen negatív), akkor az épület megőrzése gyakorlatilag *lehetséges*. Az adatlap arra is lehetőséget ad, hogy az egyes jellemzőket pontozással értékeljük. Ha az összesített eredmény meghaladja az előre meghatározott küszöbértéket, az épületet nem csak lehetséges, hanem *érdemes* is újrahasznosítani. Kiemelkedő építészeti illetve történeti érték esetén a fenti kérdésekre kapott negatív válasz esetén is meg kell vizsgálni a megőrzés lehetőségét (módját, költségét). A beruházás előkészítés során a megvalósíthatóság feltételeit gazdasági és jogi szempontból is meg kell vizsgálni. A döntésnél figyelembe kell venni a fennálló, az újrahasznosítást segítő és akadályozó körülményeket egyaránt:

Az újrahasznosítást **segíti**:

- az újrahasznosítást előíró/támogató településrendezési tervek;
- épület kedvező elhelyezkedése városszerkezeti, közlekedési szempontból (könnyű elérhetőség gyalogosan, kerékpárral, tömegközlekedéssel vagy gépkocsival);
- épület szerkezeteinek, elsősorban a tartószerkezetek, határoló szerkezetek jó állapota;
- épület számottevő építészeti illetve történeti értéke;
- rekonstrukciós, kármentesítési tevékenységekben a kormányzat, az önkormányzat, a műemlékvédelmi hatóság vagy egyéb szervezet erkölcsi, szakmai, és célzott pénzügyi támogatása. (pl. Nemzeti Fejlesztési Ügynökség pályázata Ipari területek, ipari parkok, inkubátorházak, barnamezős területek revitalizációjának támogatása címmel (2009. febr.))

Hasznosítást **akadályozza**:

- fejlesztést hátráltató övezeti besorolás, beépíthetőség, egyéb mutatók – pl. az épület lehetőségeit messze meghaladó beépíthetőség;
- bonyolult vagy tisztázatlan tulajdoni helyzet;

- veszélyes, életveszélyes szerkezetek;
- talajszennyezés, épület szennyezettsége;
- elavult illetve nem független infrastrukturális rendszer.

#### 4.5. Funkcionális tervezés

A városi ipari épületek újrahasznosítása esetén a használat megváltoztatása gyakori (a vizsgált esetek közelítően 90%-a). A funkció kiválasztása során több tényező kap szerepet. Ilyen a terület városszerkezeti helyzete, az épület környezete (elsősorban a környező funkciók és a közlekedési kapcsolatok), és az épület tulajdonságai (építészeti-történeti érték, alaprajzi rendszer és kiterjedés). További lényeges befolyásoló tényező a beruházó, projektgazda személye. Ezeket a paramétereket, hatásokat funkcionális csoportonként vizsgáltam.

##### 4.5.1. Lakófunkció

*Az épületek környezete:* Lakóépületek a város bármely zónájába elhelyezhetők. Előnyös, ha a lakástól nem kell sokat utazni szociális intézmények, szolgáltatások és munkahelyek eléréséhez. Speciális helyzetben vannak a nagyobb üzemek szolgálati lakásai, ezek ugyanis szándékosan közvetlenül az ipari terület határán, vagy azon belül kapnak helyet. Lakóterületekkel határos vagy lakóépületek között álló ipari épületek esetén a lakófunkció terjeszkedése az ipari területen, épületekben folytatódhat.

*Az épület jellege, történeti, építészeti értéke:* A történeti érték nem döntő tényező, az építészeti érték, hangulati érték viszont számottevő szerepet tölthet be ilyen funkcióváltás során. A műemlékek védelmének szempontjai nehézséget támaszthatnak, mert a lakások kialakítása sok belső alakítással, esetenként nagyobb tartószerkezeti beavatkozással, homlokzati változtatással járhat.

*Az épület alaprajzi rendszere, mérete:* Lakófunkcióra jellemző a természetes világítás igénye. Emiatt keskeny, általában 1-3 hajós, többszintes épület esetén a legalacsonyabb az újrahasznosítás költsége – ezért is volt szerencsés például az Argentorwerke épületének átalakítása (33. ábra). Többszintes, akár földszintes, kéttengelyű épület lakásokká való alakítására is van példa. Itt a megfelelő mennyiségű természetes fény pl.



33. ábra – Argentorwerke, most lakóház (Bécs, 2005)

felülvilágítókkal, földem-szakaszok, mezők bontásával vagy világítóudvarok létrehozásával biztosítható. Ilyen megoldás készül többek között a budapesti Gizella malom hasznosítása során. Nagyobb alapterületű épületben kizárólag lakófunkció elhelyezése nem ésszerű, ilyenkor jellemző a vegyes funkció, kereskedelemmel, szolgáltatásokkal, esetleg irodákkal.

*Tulajdonos, projektgazda:* Lakóépületek készülhetnek állami vagy magánberuházásban is (utóbbi akár állami támogatással). A legkorábbi példákban művészek találtak olcsó lakásra elhagyott gyár- és raktárépületekben, ezek hasznosítása teljesen magánkezdemenyezés volt. Később az elhagyott ipari épületekből kialakított lakóházak divatossá váltak, ma már hazánkban is van erre példa (pl. a volt Gizella malom). Ezek az egyedinek számító lakások szintén magánberuházásban készülnek. Léteznek állami, önkormányzati tulajdonú bérlakások, amelyek költségvetési pénzekből, vagy állami kezdeménnyezéssel, magántőke bevonásával jönnek létre. Diákotthonok ipari épületben való elhelyezése (pl.: Osnabrück, Gázmérőgyár; Bécs, Gasometer) lehet állami és magánberuházás is.

#### 4.5.2. Ipar, raktározás

*Az épületek környezete:* Elhelyezkedésük, infrastrukturális adottságaik miatt igen sok egykori ipari épület alkalmas további – esetleg a környezetet kevésbé terhelő – ipari vagy raktározási használatra. Az ipari, raktározási funkciók a jó közlekedési kapcsolatokat követelik meg. Általában az átmeneti és a külső zóna épületei újulnak meg ipari- vagy raktárépületként.



34. ábra – Gewerbehof (Bécs, 2005)

*Az épület jellege, történeti, építészeti értéke:* Ipari, raktározási funkcionál rendszerint nem jelent előnyt a történeti, az építészeti érték. Cégen belüli újrahasznosítás, vagy – ritkábban – új beköltöző esetén lehet presztízs-értéke a történeti értéknek, az öreg épülethez stabilitás, megbízhatóság, folytonosság, tradíció kapcsolható.

*Az épület alaprajzi rendszere, mérete:* Ipari, raktározási hasznosítás esetén a szükséges alaprajzi rendszert és alapterületet az elhelyezni kívánt technológia és volumen határozza meg. Nyugat-Európában jellemző hasznosítás a változó nagyságú, bérelhető ipari területeket kínáló épület (németül Gewerbehof, példának a 34. ábrán egy bécsi épület). Ehhez hasonlóak a hazai ún. Inkubátor-házak, amelyek elsődlegesen induló kis- és középvállalkozásoknak biztosítanak helyet. A bérelhető telületekre osztott épületek



kialakítására általában többszintes ipari épületeket választanak, mert itt a leválasztás, a belső közlekedés megoldása is egyszerűbb. A földszintes egy- és kéttengelyű alaprajzi rendszerű épületek leginkább egy gyártási folyamat befogadására, valamint raktározásra felelnek meg. Összetett ipari technológiák (a termék több lépésben történő előállítás, megmunkálása, köztes raktározása esetén) sok esetben összetett alaprajzi rendszert igényelnek.

*Tulajdonos, projektgazda:* Az ipari hasznosítás jellemzően magánkezdemenyezés, de Nyugat-Európában gyakori az állami támogatással megvalósuló beruházás is. Állami, városi kezdeményezéseknél a fejlesztés társadalmi hatása is számításba kerül. Az ipari épületek funkcióvesztésével megszűnt munkahelyek az újrahasznosítással részben vagy egészben pótolhatók: A foglalkoztatottság növelése – ha az új munkahelyek más képesítést kívánnak – a felnőttképzéssel összekötve pozitív társadalmi hatásokat eredményezhet.

#### 4.5.3. Iroda

*Az épületek környezete:* Irodák kialakítására a lakóterületekhez és a városközpontokhoz közel fekvő, jó autós- és tömegközlekedési kapcsolattal rendelkező épületek a legelőnyösebbek. A megközelíthetőségen túl értéknövelő tényező a hely presztízse, ez Budapesten a budai vagy Duna-parti területeken figyelhető meg. Irodai funkció inkább a belső és az átmeneti zónában jellemző. Kisebb irodák, képviseletek, ipari vagy logisztikai funkcióhoz kapcsolódó irodák számára a külső zóna is alkalmas lehet. Városszerkezeti szempontból előnyös a hagyományos vegyes funkciók megtartása egy-egy városrészben belül, ez irodák létesítésével is lehetséges, és megfelel a mai városfejlesztési trendeknek.

*Az épület jellege, történeti, építészeti értéke:* presztízs-értékként jelentkezik, hasonlóan az ipari funkcióhoz, de jelentősebb szereppel. A design-t, mint kommunikációs elemet alkalmazó cégek esetén az épület megjelenése kiemelkedően fontos lehet.

*Az épület alaprajzi rendszere, mérete:* Leginkább többszintes – jellemzően többszintes egytengelyű, mint a Dorottya udvar esetén is (35. ábra) – ipari épületeket alakítanak át irodává. Létezik többszintes kéttengelyű, akár földszintes (általában egytengelyű) vagy speciális alaprajzi rendszerű ipari épületek irodai célú hasznosítása is (pl. Richardo Bofill vasbeton



35. ábra – Dorottya udvar, irodaház  
(Bp. 2003)

silókból kialakított barcelonai építész-irodája, vagy az egykori elektromos központból kialakított irodaház Berlinben, 36. ábra). Minden esetben ügyelni kell a természetes bevilágítás biztosítására. Irodai funkciót akár több tízezer négyzetméter nagyságrendű épületekben is kialakítanak. Nagyobb (általában többszintes) épületek esetén jellemző a vegyes hasznosítás egyéb szolgáltatások, esetleg lakófunkció megjelenésével.



36. ábra – MetaHaus, egykori transzformátorház, Berlin (Neuer Nutzen, 2003, p.9)

*Tulajdonos, projektgazda:* Irodák több tulajdonosi konstrukcióban is kialakíthatók. Magánberuházás keretében gyakran készülnek saját részre vagy kiadásra szánt irodaházak (pl. saját tulajdonú, funkcióvesztett ipari épület cégen belüli hasznosításával). Közpénzből rendszerint önkormányzati vagy állami intézmény részére készülnek irodák. Egy irodaház, hasonlóan az ipari üzemekhez, munkahelyteremtő, de az alkalmazottakkal szemben támasztott (pl. képzettségi) igények különbözősége miatt az új irodai funkció csak részben tudja pótolni a megszűnt (ipari) munkahelyeket.

#### 4.5.4. Kereskedelem, szolgáltatás

A kereskedelmi épületek széles formai spektruma és belsőépítészeti igényszintbeli különbözősége miatt csak általános megállapítások tehetők. A vizsgálat épülettípusonként, vagy kereskedelmi formánként célszerű – én ez utóbbit választottam.

*Az épületek környezete:* Kereskedelmi létesítmények esetén nagyon fontos a megközelíthetőség és a vonzáskörzet szempontjából az elhelyezkedés. Minél nagyobb vagy specializáltabb egy áruház, annál nagyobb a vonzáskörzete. A kisebb üzleteknek a lakóterületekhez közelebb kell lenniük, inkább a belső és a külső zónában helyezkednek el. A szakáruházak esetén a nagyobb vonzáskörzet miatt a megközelíthetőség a legfontosabb követelmény, azaz a profiltól függően jó közúti (gépkocsival), esetleg tömegközlekedési kapcsolatok szükségesek. Lakóterületek közelsége a szélesebb csoportokat célzó üzleteknél (pl. bútor, hobby) fontos, de előnyt jelent más, nem konkurens üzletek jelenléte is (jól érvényesül ez a 37. ábrán látható, Váci úton működő bútoráruház esetében. Ezek az áruházak a belső és a külső zónában, valamint az átmeneti zóna jól megközelíthető területein is letelepedhetnek.

A kisebb, több termékcsoportot kínáló áruházak elhelyezkedésüket tekintve az előző bekezdésben leírtakat követik. Nagy hipermarketek részére általában főbb közlekedési

utakhoz közeli, gépkocsival jól megközelíthető, és megfelelő számú parkolóhely kialakítását lehetővé tevő területek jöhetnek számításba. Ezek jellemzően az átmeneti és a külső zónában vannak.

A több kisebb üzletet magukba foglaló bevásárlóközpontok esetén a lakóterületekhez közeli, tömegközlekedéssel jól elérhető épületek az előnyösek. Ez a funkció elhelyezhető a belső zónába, de alközpont közelében bármely zónában helyet kaphat. A környező lakóterületek értékét növeli, ha a vásárlási lehetőségek adóttak. A kereskedelmi funkciónak a forgalom növelésén túl általában nincs negatív hatása a környezetre.



37. ábra – Bútoráruház (Bp., 2005)

*Az épület jellege, történeti, építészeti értéke:* Az épület kiválasztásánál a magasabb igény szintű áruházaknál, bevásárlóközpontoknál inkább az építészeti érték kap szerepet. Önálló kereskedelmi funkciót védett épületben ritkán alakítanak ki (ellenpélda a Récsei Center városi védettség alatt álló épülete), vegyes funkció esetén a kereskedelem is megjelenhet.

*Az épület alaprajzi rendszere, mérete:* A különböző kereskedelmi formák különböző alaprajzot, alapterületet igényelnek. Kereskedelmi célra, szolgáltatások elhelyezésére bármelyik alaprajzi séma megfelelhet, akár a speciális épületek is. A természetes megvilágítás biztosítása általában nem követelmény, ez nem korlátozza a hasznosítható épületek körét.

Önálló kis üzletek kicsi, jellemzően földszintes, egytengelyű épületben helyezkednek el, de ez a rendelkezésre álló épületek léptéke miatt ritka. Jellemző azonban a gyártással, műhellyel összekötött értékesítés, például egyedi kézműves termékek esetén. A szakáruházak (pl. bútoráruházak, világítástechnikai, épületgépészeti üzletek, állatfelszerelés üzletek, autóalkatrész áruházak, stb.) alapterülete 500-1000 m<sup>2</sup> nagyságrendű, szigorú elvárásaik az alaprajzi sémával kapcsolatban nincsenek. A raktáráruház jellegű, vagy „bevásároló kocsis” áruházak földszintes elrendezést igényelnek.

Szupermarketek, hipermarketek az áruházaknál nagyobb alapterületű, jellemzően egyszintes, kéttengelyű alaprajzi sémájú épületekben kapnak helyet (pl. Match áruház az egykori kocsiszínben, Budapest, Váci út), hiszen az új építésű hipermarketek is ezt az elrendezést követik.

Bevásárlóközpontok kialakítására bármely alaprajzi séma alkalmas lehet, 5-10 üzlettől akár 100 üzlet nagyságrendig. Megoldandó a felület különböző méretű egységekre osztása, az üzletek megközelíthetőségének biztosítása (belső utcák, galériák kialakításával). Földszintes, egytengelyű (nagy fesztávú, nagy alapterületű) épületben (Récsei Center) ugyanúgy kialakítható bevásárlóközpont, mint a többszintes, vagy akár speciális alaprajzi rendszerű épületben (pl. Gasometer, Bécs, 42. ábra).

*Tulajdonos, projektgazda:* Minden megvizsgált kereskedelmi létesítmény magántulajdonú, magánberuházásként készült el. Védett épületek hasznosításakor állami támogatás odaítélése lehetséges.

#### 4.5.5. Kulturális funkciók

Kulturális funkciók sokfélék, és igen eltérőek lehetnek. Az elemzés során a következő kategóriákat különböztettem meg: kiállítási épületek (galériák, múzeumok), előadásoknak helyet adó épületek (koncerttermek, színházak, mozik, tánc-színházak, stb.) valamint oktatási létesítmények (óvodák, általános- és középiskolák, egyetemek, felnőtt- és szakmunkás-képzés épületei, stb.).

*Az épületek környezete:* Művészeti kiállítások elhelyezése célszerűen város- vagy városrészközpontban,

annak közelében ideális.

Célszerű, ha az épület közvetlen környezetében

lakófunkció, intézmények,

esetleg irodák vannak.

Műszaki múzeumok akár városon kívül is

létesíthetők, nagy hely-

igényű, legalább részben

szabadtéri kiállítások

számára ritkán áll rendelkezésre elegendő terület a belső zónában.



38. ábra – Színház villamosremízből Frankfurt a. M.  
(Neuer Nutzen, 2003, p.16)

Hasonlóan a kiállítási funkcióhoz, a különböző előadásoknak helyet adó kulturális létesítményeknek is lakóterületekhez közel célszerű lennie, jó közúti és tömegközlekedési kapcsolatokkal. Közvetlen környezetben a lakó- és az intézményi funkció a legmegfelelőbb, bármelyik zónában helyet kaphat.

Az oktatási intézményeknek vonzáskörzetétől függően jól megközelíthető helyen, általában a lakóterületekhez közel kell lenniük. Legjobbak ebből a szempontból a lakóépületek között levő ipari épületek (pl. Labor iskola, San Francisco). Ezek leggyakrabban a lakóterületeken, a belső és a külső zónában találhatók.



Kulturális intézmények részt vehetnek városrész-központok kialakításában, ezért akár fejlesztési területekre is tervezhetők. Társadalmi és városszerkezeti hatásukként említhető a környező lakóterületek értékének növekedése, ami részben magának a kulturális funkciónak, részben a környezet minőségi javulásának köszönhető.

*Az épület jellege, történeti, építészeti értéke:* Műszaki vagy technikátörténeti múzeumok esetén, döntő fontosságú lehet a történeti, kisebb jelentőségű az építészeti érték. Egyéb kiállítási funkciónál az építészeti érték, az épület megjelenése a fontosabb. A különleges homlokzati, tartószerkezeti kialakítások magukban is látványossággként szolgálhatnak. Műemlék épületek szükség esetén akár átalakítás nélkül is alkalmassá tehetők tárgyi emlékek, művészeti alkotások bemutatására.

Különböző előadásoknak helyet adó épületek esetén az építészeti érték arcuatteremtő hatású lehet. Műemléki védettség alatt álló épület is befogadhat ilyen funkciót (pl. a Städtische Bühnen (Frankfurt/M) védett épülete, 38. ábra), mert a szükséges terek az eredeti épülettől független új szerkezetek készítésével is kialakíthatók, az eredeti forma szükség szerint visszaállítható.

Oktatási létesítmény esetén a kiválasztásnál az építészeti értéknek nincs kiemelkedő jelentősége, de a történeti érték szerepet kaphat például, ha az oktatás hozzákapcsolható az egykori ipari funkcióhoz (szakmunkás, mérnök vagy felnőttképzés). Nyugat-Európában működik oktatási funkció műemlék épületben is (pl. az egykori Elektromos művek épületében, Bambergben).

*Az épület alaprajzi rendszere, mérete:* Kisebb szobrok, plasztikák, festmények, dokumentumok kiállítása többszintes, egy- vagy kéttengelyű épületben, esetleg kisebb egyszintes, egytengelyű épületben helyezhető el (pl. MEÓ Galéria, 39. ábra). Nagy kiterjedésű, nehéz művészeti alkotások, vagy gépek, csontvázak nagy alapterületű és belmagasságú, földszintes



39. ábra – MEO Galéria (Bp., 2003)

többszintes (ritkábban egytengelyű) épületekben mutathatók be ideálisan.

Jellemzően nagy fesztávú, közbülső támaszok nélkül kialakított egytengelyű, földszintes épületek alkalmasak színház jellegű terek kialakítására. Az épületet a tervezett előadások léptékének, a közönség nagyságának megfelelően kell kiválasztani. A csarnokok osztatlan belső terében a színpad és a nézőtér viszonylag egyszerűen elhelyezhető. Emellett van példa többszintes épületek rendezvény célú hasznosítására is.



40. ábra – Felnőttképzési központ (Bécs, 2005)

Oktatási funkció befogadására legcélszerűbb az összetett alaprajzi rendszer, mert ez is helyet tud adni a kiscsoportos foglalkozásoknak csakúgy, mint a nagyobb létszámú előadásoknak, rendezvényeknek. A természetes világítás biztosítása szempontjából a többszintes egytengelyű, két-háromhajós épületek az optimálisak (40. ábrán). Többtengelyű sémák esetén felső bevilágításra, a födécek átvágására

lehet szükség (közlekedők, körfolyosók, világító-udvarok kialakításával).

*Tulajdonos, projektgazda:* Múzeumok, galériák lehetnek állami vagy magántulajdonban álló intézmények (pl. kereskedelmi galériák). Civil kezdeményezésre, lakossági összefogással, állami, önkormányzati részvétellel helytörténeti, helyi jelentőségű ipartörténeti kiállítások születhetnek.

Az előadás jellegű funkciók ugyancsak lehetnek állami és magánberuházások is, a mozik például jellemzően magánkezdeménnyel, a színházak, koncerttermek állami támogatással vagy állami kezdeménnyel jönnek létre.

Az oktatási létesítmények Magyarországon általában állami vagy önkormányzati intézmények. Az egyházi- és magániskolák kialakításában a magántőke felhasználása jelentős, de részt vehet állami támogatás is.

Állami, kulturális intézmények manapság magántőke bevonásával, PPP projektek keretében is létrejöhetnek. Ez az együttműködési forma a projekt pozitív társadalmi hatásain túl elvileg mind az állam, mind a magánfejlesztők részére előnyös. Magánberuházások a funkció vagy műemléki hasznosítás miatt kaphatnak állami támogatást.

#### 4.5.6. Szabadidő, sport

*Az épületek környezete:* A szabadidős és sport funkciók lakóterületekhez közeli, jól megközelíthető épületeket, területeket igényelnek. Erre a célra alkalmasak lehetnek barnamezős területek lakófunkcióval való hasznosítása során megtartott egykori ipari épületek. Szabadidős- és sportközpontok a kulturális funkciókhoz hasonlóan ugyancsak részt vehetnek alközpontok kialakításában. Jellemzően az átmeneti és a külső zónában találhatók, de szabadidős funkció a belső zónában is helyet kaphat, vagy ritkábban városon kívül, mint az egykori Thyssen kohómű esetén (41. ábra).

*Az épület jellege, történeti, építészeti értéke:* Történeti és építészeti érték nem jelenik meg nagy súllyal a funkcióváltáskor. A történeti, építészeti érték viszont alapja lehet egy



41. ábra – Thyssen kohómű, Duisburg-Meiderich (Neuer Nutzen, 2003 p. 22.)

hasznosításra irányuló civil kezdeményezésnek, ekkor gyakori a közösségi, szabadidős felhasználás.

*Az épület alaprajzi rendszere, mérete:* Szabadidős- és sportlétesítmények a bennük üzhető tevékenységeknek megfelelően sokfélék lehetnek. A sporttevékenységek inkább csarnokszerű épületet igényelnek, a szakköri jellegű foglalkozásokhoz, klubtevékenységhez kisebb termekre van szükség.

*Tulajdonos, projektgazda:* Mind magán, mind állami beruházásban készülhetnek sportlétesítmények. Iskolai vagy kerületi tornaterem például állami (városi) kezdeményezésre épül, és léteznek magántőkéből finanszírozott sportközpontok is. Egyéb szabadidős létesítmény ugyanúgy bármely beruházási formában létrejöhet, Nyugat-Európában gyakori a civil kezdeményezésen alapuló, állami, önkormányzati támogatással megvalósult projekt.

#### 4.5.7. Vegyes funkciók

Vegyes funkció általában akkor jön létre, ha az épület túl nagy egy önálló funkciónak, vagy több épületet hasznosítanak egyszerre. Célszerű megvizsgálni, hogy adott helyen milyen funkció-összetétel lehetséges, az épületek milyen tevékenységek fogadására a legalkalmasabbak. A lakófunkció mellé közösségi funkciók kapcsolódhatnak. Művészeti központokban kiállítás, műtermek, műhelyek, lakások, kereskedelem és akár oktatás is lehet. Vegyes hasznosításra példa a bécsi Gasometer (42. ábra), ahol a régi gáztartályokban lakások, diákszálló, bevásárlóközpont, koncertterem és a városi levéltár egy fiókja is helyet kapott. A kapcsolódó új épületekben további lakások, éttermek, mozik és irodák találhatók.

*Az épület(ek) környezete:* A vegyes hasznosítások akár egy épületben is összefoghatják a hagyományos városközponti funkciókat (lakás, munkahely, kereskedelem, valamint kulturális- és szabadidős létesítmények). Az ilyen összetett funkciójú épületek, épület-csoportok nagyobb terület igényük miatt jellemzően az átmeneti és a külső zónában jelennek meg.

*Az épület(ek) jellege, történeti, építészeti értéke:* A történeti, építészeti értékek szerepe a kiválasztott funkcióktól függ. Vegyes – például kulturális funkciókat is tartalmazó – hasznosítás műemlék épületben is megvalósítható.

*Az épület(ek) alaprajzi rendszere, mérete:* Vegyes hasznosítás rendszerint nagy alapterületű épületekben, gyakrabban épület-csoportokban valósul meg. Ennek

megfelelően az alaprajzi séma legtöbbször összetett, lehetőség van az egyes funkciók ideális elhelyezésére.

*Tulajdonos, projektgazda:*  
Vegyes hasznosítás során könnyen elképzelhető, hogy egy beruházásban állami és magántőke is részt vegyen, a végső kialakításban állami és magántulajdonú területek keveredjenek. Az állami támogatás az egyes önálló funkciókhoz hasonlóan megjelenhet.



42. ábra – Gasometer (Bécs, 2005)

#### 4.5.8. Egyéb

A részletesen taglalt funkció-csoportokon kívül egyéb funkciók is felmerülhetnek ipari épület újrahhasznosítása során, például televízió-stúdiók, parkolóházak, kórházak, szakrális terek. Ezek kialakításánál még inkább igaz, hogy az egyedi igények megfogalmazása után lehet kiválasztani a megfelelő ipari épületet, meghatározni a szükséges beavatkozásokat. A kidolgozott szempontrendszer ezen egyedi esetek vizsgálatához, előkészítéséhez is alkalmazható.

#### 4.5.9. A funkcióváltás környezetpszichológiai értékelése

Az egyes funkciók részletesebb környezetpszichológiai vizsgálatát a függelék tartalmazza.

*Térhasználat:* Az ipari épületek jellemzően egyszerű belső tereit (legfeljebb pillérekkel tagolt összefüggő terület) általában a használat, a termeléshez tartozó berendezések tették összetetté. Az újrahhasznosítás során a térszerkezet egyszerűen formálható, a funkciónak leginkább megfelelő térhasználat könnyen kialakítható.

A loft-lakásokban jellemző az erősen strukturált, kevés fallal, inkább szintkülönbségekkel, egyéb építészeti, belsőépítészeti elemekkel tagolt osszenyitott tér. Nem csupán az ipari használatnál jellemző, hogy a tér tagolását, ezzel a térhasználatot a berendezés határozza meg, hanem kereskedelmi és kiállítási funkcióknál is szokásos ez a megoldás. Mindhárom funkciónál lényeges a tér belső olvashatósága (könnyű értelmezhetősége), mert így a használó (dolgozó, vásárló, látogató) hatékonyabbnak érzi magát a térben. Ez akár a termelékenységét, akár a vásárlókedvét is növelheti. Irodai, oktatási funkciónál a tér beosztása a munkavégzés jellegének kell megfelelnie. Egy ipari épület mind a hagyományos cellás, mind a nyitott terű elrendezés kialakítására alkalmas.

*Az épületek megítélése:* A loft-lakások megítélése erőteljesen függ a szemlélő lakásról kialakított belső képétől, és ennek rigiditásától: megfelel-e a lakás a szemlélőben élő lakás képének? Ha nem, hogyan reagál az eltérésre? (Elutasítás vagy elfogadás) A belső térről

kialakított véleményt az alkalmazott anyagok, színek (felületképzés, bútorok) is lényegesen befolyásolják. Az átlag emberek a megszokott megoldásokat kedvelik.

Munkahelyek esetén a tér olvashatósága mellett az épület megítélése befolyásolható az egyes munkahelyek elrendezésével, azaz a dolgozók közötti kommunikáció szabályozásával is. A megfelelő megvilágítás, a természetes fény és a külső környezetre nyíló ablakok pozitív hatásúak. Kereskedelmi létesítményeknél és szolgáltató funkció esetén az épület megjelenése a cég kommunikációjának része, ennek megfelelően kaphat hangsúlyt az ipari jelleg. A megjelenés és a funkció vagy az épület és a berendezés (termék) kettőssége fokozza az inkongruenciát (így pl. a vásárló felfedezési kedvét). Kiállítási funkciónál arra kell ügyelni, hogy a tér olvashatósága és komplexitása és a benne elhelyezett kiállítási tárgyak együtt optimális ingerlést eredményezzenek.

| Újrahasznosított ipari épületek vizsgálati mátrixa | Lakófunkció | Ipar, raktározás | Iroda | Kereskedelem, szolgáltatás | Kulturális - kiállítás | Kulturális - előadás | Kulturális - oktatás | Szabadidő, sport | Vegyes | Egyéb |
|----------------------------------------------------|-------------|------------------|-------|----------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|------------------|--------|-------|
| Épület elhelyezkedése, környezete                  |             |                  |       |                            |                        |                      |                      |                  |        |       |
| Belső zóna                                         | a           |                  |       | h                          |                        |                      |                      |                  | n      |       |
| Átmeneti zóna                                      |             |                  | e,f   | g                          | i                      | j                    | k                    | l                | o      |       |
| Külső zóna                                         | b           | c,d              |       |                            |                        |                      |                      | m                |        |       |
| Az épület történeti, építészeti értéke             |             |                  |       |                            |                        |                      |                      |                  |        |       |
| Műemlék (védett) – történeti, építészeti érték     |             | c,d              | f     | g                          |                        | j                    | k                    |                  | n,o    |       |
| Nem műemlék – történeti, építészeti értékkel       | a,b         |                  | e     |                            |                        |                      |                      | m                |        |       |
| Nincs kiemelkedő történeti, építészeti érték       |             |                  |       | h                          | i                      |                      |                      | l                |        |       |
| Az épület alaprajzi rendszere                      |             |                  |       |                            |                        |                      |                      |                  |        |       |
| Földszintes egytengelyű (x)                        |             | c,d              |       | g                          |                        | j                    |                      | l                |        |       |
| Földszintes kéttengelyű (x; y)                     |             |                  |       |                            |                        |                      |                      |                  |        |       |
| Többszintes egytengelyű (x; z)                     |             |                  | e     |                            |                        |                      |                      |                  | n      |       |
| Többszintes kéttengelyű (x; y; z)                  | a           |                  |       | h                          | i                      |                      | k                    |                  |        |       |
| Speciális                                          | b           |                  | f     |                            |                        |                      |                      |                  | o      |       |
| Összetett                                          |             |                  |       |                            |                        |                      |                      | m                |        |       |
| Tulajdonos, projektgazda                           |             |                  |       |                            |                        |                      |                      |                  |        |       |
| Magán                                              | a,b         | c                | e     | g,h                        | i                      |                      |                      | l                | n      |       |
| Állami, önkormányzati                              |             |                  |       |                            |                        |                      | k                    |                  |        |       |
| PPP, állami támogatású projektek                   |             | d                | f     |                            |                        | j                    |                      | m                | o      |       |

4. táblázat - Példák a vizsgálati mátrix elemeire

(Az egyes mezőkben a példák betűjele látható)

**Lakófunkció:** **a)** Mill-Loft, Bp. 58. ábra; **b)** Hohenbudberg víztorony, Krefeld (D);  
**Ipar, raktározás:** **c)** Go Metall fémmegmunkáló, Bp.59. ábra; **d)** Öntőcsarnok, Sayn (D);  
**Iroda:** **e)** Dorottya-udvar, Bp.35. ábra; **f)** MetaHaus, Berlin Leibnitzstr. (D), 36. ábra;  
**Kereskedelem, szolgáltatás:** **g)** Récsei Center, Bp. 60. ábra; **h)** The Cannery, San Francisco (USA);  
**Kulturális funkciók:** **i)** MEO Galéria, Bp. 11. ábra; **j)** Villamos remiz, Frankfurt /M., Bockenheimer (D) 38. ábra; **k)** Industrierwerke, Karlsruhe (D);  
**Szabadidő, sport:** **l)** Wellness központ, Bp., Hajógyári sziget; **m)** Thyssen kohómű, Duisburg-Meiderich (D) 41. ábra;  
**Vegyes funkciók:** **n)** Riverloft (lakás, kereskedelem, iroda), Bp.; **o)** Gasometer.Bécs (A) 42. ábra  
A példákrol bővebb információ a 6. Függelékben található



#### *4.5.10 Az ipari épületek funkcióváltásának vizsgálati mátrixa*

A kidolgozott vizsgálati módszer mátrix formájában is ábrázolható. Az egyes példák elhelyezhetők ebben a táblázatban (4. táblázat).

### **4.6. Az újrahasznosítással járó műszaki beavatkozások**

A hosszú távú újrahasznosításhoz mindig, az átmeneti hasznosításhoz esetenként műszaki beavatkozás kapcsolódik. A munkák jellegét, mértékét az épület, a választott funkció és a beruházó igényei, anyagi lehetőségei szabják meg. Az építési technológia, a korábbi használat, a karbantartás és az épület élete során végzett átépítések meghatározzák az újrahasznosítás előtti állapotot. A több évtizedes, nem ritkán közel egy évszázados használat, a funkcióvesztés és az azt követő magárahagyatottság, átmeneti időszakok alatt az épületek állapota jelentősen leromolhat. Ennek oka az elégtelen karbantartás, és a nem megfelelő (kizsákmányoló) használat mellett az építéskor, vagy felújítások során elkövetett hibák, melyek adódhatnak a kor építési gyakorlatából is.

#### *4.6.1. Beavatkozások az újrahasznosítás során*

Újrahasznosítás során a szerkezeteket az új funkciónak és az aktuális előírásoknak kell megfeleltetni. A követelményeknek (pl. tűzvédelmi, hőtechnikai, akusztikai, használati igények) a régi szerkezetek leggyakrabban csak műszaki beavatkozás után tudnak megfelelni. A műszaki beavatkozásokat műszaki követelmények és építészeti megfontolások is indokolhatják.

Építészeti szempontból a beavatkozások a következők:

- Felújítás, belső átalakítás;
- Bővítés:
  - az eredeti szerkezetek között;
  - a térszín alatt;
  - emeletráépítéssel;
  - hozzáépítéssel;
  - új épület (szárny) építésével;
- Átépítés:
  - a határoló falak megtartásával;
  - az ipari jelleg megváltoztatásával;
- Részleges bontás.

Ezek a felújítási-átépítési módok jellemzően keverednek egy épületen belül.

Szerkezeti, műszaki beavatkozások a következők:

- Tartószerkezetek megerősítése statikai okok alapján;
- Szerkezetek átalakítása statikai, gépészeti vagy építészeti okok miatt;
- Szerkezetek felújítása, restaurálása, tisztítása;

- Szerkezetek bontása építészeti vagy műszaki okok miatt;
- Új szerkezetek beépítése, szerkezetek cseréje műszaki, építészeti okokból (pl. új felvonó beépítése mozgáskorlátozottak részére).

#### 4.6.2. Az építőanyagok értékelési rendszere

Az épületek felújításánál, átalakításánál alkalmazásra kerülő anyagok kiválasztása során a legfőbb jellemzők: a költség, a beépítési-kivitelezési jellemzők, esetenként a környezet védelme, és más tényezők, pl. szubjektív szempontok.

Az építőanyagok értékelése során vizsgált jellemzők (ökológiai jellemző, beépítési jellemző, költségjellemző a döntéshozó preferenciái alapján különbözőképpen súlyozhatók. Az eredményül kapott minőségi értékelés nem csupán az előkészítő fázisban és a tervezés során használható, hanem a kivitelezés közben, ellenőrzésként is.

A beépítési jellemző számítása a  $BJ = \alpha_{BG} \times G + \alpha_{BL} \times L + \alpha_{BSZ} \times SZ + \alpha_{BI} \times I$  képlettel történik. Vizsgálatomban ehhez a következő preferenciákat és súlysúlyszámokat határoztam meg (5. táblázat):

|    | Preferencia                                                             | $\alpha_{BG}$ | $\alpha_{BL}$ | $\alpha_{BSZ}$ | $\alpha_{BI}$ |
|----|-------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
| B1 | Időhangsúlyos szemlélet (a leggyorsabb megoldás a legjobb)              | 0,10          | 0,10          | 0,10           | 0,70          |
| B2 | Technológia-igény szerinti választás (legkisebb gép- és szakemberigény) | 0,40          | 0,10          | 0,40           | 0,10          |
| B3 | Közel kiegyensúlyozott, átlagos befektetői szemlélet                    | 0,25          | 0,20          | 0,25           | 0,30          |

5. táblázat – A beépítési jellemző számításának súlysúlyszámai

A költségjellemző számítása a  $KJ = \alpha_{K1} \times A + \alpha_{K2} \times S + \alpha_{K3} \times M$  képlettel végezhető. Itt a súlysúlyszámokat három szemléletnek megfelelően adtam meg (6. táblázat):

|    | Preferencia                                                                    | $\alpha_{KA}$ | $\alpha_{KS}$ | $\alpha_{KM}$ |
|----|--------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| K1 | Anyagköltség-hangsúlyos szemlélet (alacsony munkadíjak esetén)                 | 0,60          | 0,20          | 0,20          |
| K2 | Munkadíj-hangsúlyos szemlélet (magas munkadíjak esetén)                        | 0,20          | 0,20          | 0,60          |
| K3 | Kiegyensúlyozott szemlélet (kissé alacsonyabb súllyal a segédanyagok költsége) | 0,35          | 0,30          | 0,35          |

6. táblázat – A költségjellemző számításának súlysúlyszámai

Az összetett minőségi értékelőszám képlete:  $MÉ = \alpha_{\bar{O}} \times \bar{O}J + \alpha_B \times BJ + \alpha_K \times KJ$ .

A minőségi értékelőszám számításánál az eredmény függ a döntési preferenciáktól, és az azokat jellemző súlysúlyszámoktól. Vizsgálatomban a 7. táblázatban látható értékeket alkalmaztam.

|    | Preferencia                                                                               | $\alpha_{\bar{O}}$ | $\alpha_B$ | $\alpha_K$ |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------|------------|
| S1 | Ökológia-hangsúlyos szemlélet                                                             | 0,50               | 0,25       | 0,25       |
| S2 | Időhangsúlyos szemlélet (BJ időhangsúlyal számítva)                                       | 0,25               | 0,50       | 0,25       |
| S3 | Technológia-hangsúlyos szemlélet (BJ technológia-hangsúlyal számítva)                     | 0,20               | 0,50       | 0,30       |
| S4 | Közel kiegyensúlyozott, átlagos befektetői szemlélet (kisebb hangsúly az $\bar{O}J$ -nek) | 0,20               | 0,30       | 0,50       |
| S5 | Kiegyensúlyozott befektetői szemlélet (hosszú távú preferenciákkal)                       | 0,30               | 0,35       | 0,35       |

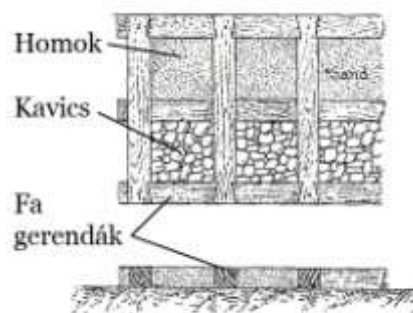
7. táblázat – A minőségi értékelőszám számításának súlysúlyszámai

Az építőanyagok értékelését mindegyik szemlélet alapján, azonban területi korlátok miatt a következőkben csak a közel kiegyensúlyozott, átlagos befektetői szemlélet szerinti értékelés eredményét ismertetem. A többi értékelés táblázatait az 5. Függelék tartalmazza.

#### 4.6.3. Jellemző anyagok, szerkezetek, beavatkozások

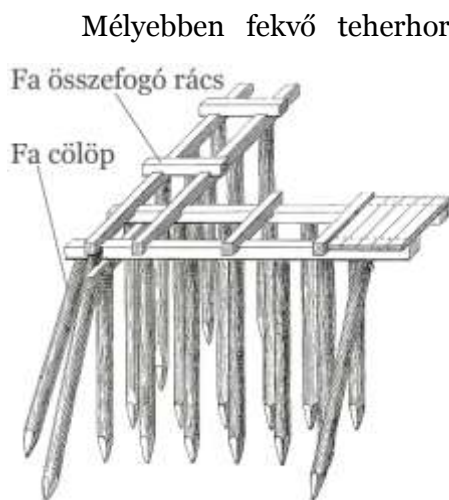
##### 4.6.3.1. Alapozások

Az épületek alapozásának tervezésekor figyelembe vették a talaj minőségét, a talajvizet, valamint az épület, berendezés, stb. terheit. Fontos volt az alapok merevsége, de a gépalapok esetén a rugalmasság volt az elvárás. Az alapozás mélysége a teherhordó talaj mélységétől függött, lehetőség szerint síkalapot készítettek, és javasolták az alapokat legalább a fagyhatárig (a talajszint alatt 80-120 cm) levinni. A gépalapokat a tartószerkezetek alapjainál mélyebbre készítették.



43. ábra – Fa-rostély (Der Bauconstructeur, 1890 Nr. 184.)

Sávalapnak a korai időkben rendszerint követ vagy téglát, kötőanyagként hidraulikus habarcsokat javasoltak. A XIX. századtól elterjedt a beton sávalap. A gépalapokat fa elemek vagy aszfalt-beton használatával tették rugalmassá. Kötőanyag nélküli kő alapot csak szilárd talaj és könnyű épület esetén javasoltak. Kevésbé teherbíró talaj esetén a falak alatt sávalapszerűen rétegenként tömörített homokot, a talajba döngölt köveket vagy fa-rostélyt (43. ábra) alkalmaztak. Minden faanyagú alapozást a legalacsonyabb talajvízszint alatt legalább 30 cm-rel kellett kialakítani. Az épület teljes felülete alatt alapozásként kezdetben tömörített homok, később beton, vasalt beton fordított boltozat, valamint sík alaplemez szolgált.



44. ábra – Fa mélyalapozás (Schmölcke, 1883 p.11)

Mélyebben fekvő teherhordó talajt pilléralapozással, vagy fordított boltívekkel kikönnyített sávalapokkal érték el. A téglapilléreket boltívek kötötték össze, közöttük-körülöttük az építéssel párhuzamosan tömörített feltöltés készült. Szükség esetén mélyalapozást (cölöp-, kút- vagy szekrényalapozást) alkalmaztak. A cölöpök fából (44. ábra), acélból, a XX. században vasbetonból készültek, a sima felülettel, homokos talajhoz tárcsákkal, spirálmenettel ellátva. A fa- és vasbeton cölöpöket gyakran acélsaruval erősítették. A cölöpöket fa rostéllyal, később (vasalt) beton gerendával kötötték össze. A kútalapok téglából, a süllyesztett szekrény alapok fából, a XX. századtól vasbetonból is készültek. A talajvíz szintjéig rendszerint beton, fölötté falazott-, kő- vagy kavicsfeltöltéssel. Az alaptesteket boltozatok, majd vasbeton gerendák kapcsolták össze. Talajvíznyomás esetén fordított téglá-, vagy (vasalt) beton boltozatot, később vasbeton lemezt készítettek.

Az ipari épületek újrahasznosítása jelentős szerkezeti változtatás vagy jelentős többletterhelés esetén érinti az alapozást. Ha az alapozás hibája miatt műszaki beavatkozás



szükséges, a felmenő szerkezetek károsodásából, repedéseiből lehet erre következtetni. Az alapok közvetlen vizsgálata feltárást igényel, ennek során az épület védelméről gondoskodni kell. A korábbi bővítések és az eredeti épület alapozásának csatlakozását célszerű ellenőrizni. Új épületrészek építésekor az alapozási síkok egyeztetése elengedhetetlen, de még így is károsodhat a régi épület.

| Szerkezet | Vizsgálat                                                                                                                                            | Beavatkozás                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Megjegyzés                                                                                                                            |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Síkalap   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Kapcsolódó szerkezetek szemrevételezése</li> <li>– Alapfeltárás</li> <li>– Korróziós vizsgálatok</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Alapköpenyezés<sup>1</sup></li> <li>– Aláfalazás, alábetonozás<sup>1</sup></li> <li>– Lőtt beton megerősítés<sup>1</sup></li> <li>– Alapmélyítés fúrt, préselt- vagy mikrocölöppel, Jet Grouting<sup>2</sup></li> <li>– Átváltás új alapra, lemezalap beépítés<sup>1</sup></li> <li>– Injektációs talajszilárdítási eljárások</li> </ul> | <sup>1</sup> : Tömörített föld, homok vagy kötőanyag nélkül készült alapnál nem alkalmazható<br><sup>2</sup> : Pincéből is készíthető |
| Mélyalap  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Kapcsolódó szerkezetek szemrevételezése</li> <li>– Alapfeltárás</li> </ul>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Jet Grouting<sup>2</sup></li> <li>– Kiegészítő cölöpözés</li> <li>– Átváltás új alapra</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                        | <sup>2</sup> : Pincéből is készíthető                                                                                                 |
| Gépalap   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Alapfeltárás</li> <li>– Korróziós vizsgálatok</li> </ul>                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Megerősítés (alapköpenyezés)</li> <li>– Alapmélyítés (alábetonozás, Jet Grouting)</li> <li>– Javítóhabarcsos javítás<sup>3</sup></li> </ul>                                                                                                                                                                                              | <sup>3</sup> : Csak kisebb hibáknál                                                                                                   |

8. táblázat - Az alapozások vizsgálata, felújítása

Az alapozások esetén alkalmazható vizsgálati eljárásokat és beavatkozásokat részletesen az 8. táblázat tartalmazza. Síkalapozás esetén az alap-megerősítés, alap-szélesítés leggyakoribb módja az alap-köpenyezés, vagy új vasbeton lemezalap beépítése. Az alapozási sík mélyítése megoldható szakaszos aláfalazással, alábetonozással, sajtolt- vagy mikrocölöpök alkalmazásával, jet-grouting eljárással. Síkalapoknál alkalmazhatók továbbá a különböző injektációs talajszilárdítási, aláalapozási eljárások is. Mélyalapokat leginkább cölöpözéssel (sajtolt-, mikro-, vagy jet-cölöpök készítésével), és a régi- és új alapot összefogó vasbeton gerendával lehet javítani, megerősíteni. Beavatkozásoknál figyelembe kell venni a helyi talaj- és talajvíz viszonyokat, számolni kell a talaj megbolygatásával járó meghibásodási lehetőségekkel (alakváltozások, repedések), és lehetőség szerint ezt minimalizálni kell. Az alap-megerősítési eljárások költségesek, és az épület többi szerkezetére is hatással vannak, lényeges szempont az alkalmazott anyagok várható élettartama.

A felhasználható anyagokat (beton, vasbeton, téгла, kő) az élettartam, az ökológia, beépítési, költség jellemzők és minőségi értékelés alapján célszerű osztályozni (9. táblázat). Az értékelésben a legjobb eredményt a beton érte el (9. táblázat). A betonszerkezetek előnye, hogy viszonylag gyorsan, egyszerűen kivitelezhetők, a költségjellemző itt a legkedvezőbb. A kő- téglalapok alkalmazása a kivitelezés nehézségeiből, költségességéből adódóan ritka, holott a bontott és újrahasznosított téгла alkalmazása ökológiailag kedvező

(9. táblázat). Vasbeton alapok, alap-megerősítési rendszerek változatos formában, többféle technológiával készülnek, az értékelése itt a jellemzők átlaga (9. táblázat). A vasbeton összesített eredménye kevésbé jó, mint a beton (9. táblázat), de egyes esetekben kizárólag vasbetonból készült szerkezetek, megerősítések alkalmazhatók.

| Alapok anyagai | Anyagjellemző*,<br>élettartam, év | ÖJ<br>Ökológiai<br>jellemző*,<br>pont | BJ<br>Beépítési<br>jellemző**,<br>pont | KJ<br>Költség-<br>jellemző**,<br>pont | MÉ<br>Minőségi<br>értékelés**,<br>pont |
|----------------|-----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|
| Helyi kő       | 100                               | 1,58                                  | 2,15                                   | 2,00                                  | 1,96                                   |
| Bontott tégl   | 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.

9. táblázat - Az alapozás anyagainak értékelése

#### 4.6.3.2. Talajnedvesség és talajvíz elleni szigetelések

Az épületek talajnedvesség, talajvíz elleni védelmét – ha készült – a legmagasabb talajvízszint függvényében alakították ki. Ha ez az alapozási sík alatt volt, és a talaj a csapadékot könnyen elvezette, akkor nem szigeteltek. A legolcsóbb megoldás az agyag-szigetelés volt, de ezt már a XIX. század végén sem ajánlották. A falak szigetelését a talajszint felett kb. 30 cm-rel, vagy a sávalap felett alakították ki. Szigetelésként papír hordozórétegű bitumenes vagy kátránylemezeket, valamint bitumenes filcet használtak. A kátrányt, bitument, aszfaltot kent, öntött formában ott alkalmazták, ahol nem számítottak az épület mozgására. Falak szigetelése fémlemez vagy szigetelőképes habarcs (pl. kőszénkátrány és mész vagy cement keveréke) is lehetett. Agresszív talajvíz esetén az alaptestet szigetelőképes habarcs felhordásával védték. A betont még a XX. század első évtizedében is vízzáró anyagnak fogadták el, ezért gyakran további szigetelés nélkül alkalmazták.

A szigetelések hibájára az épületszerkezetek nedvesedéséből lehet következtetni. A nem új keletű felázás, a burkolati rétegek károsítása, és a körítő falak épületfizikai tulajdonságainak rontásán túl a teherhordó képességet is csökkentheti a kifagyások, a mállás miatt. A további



45. ábra – Utólagos falszigetelés fémllemezrel  
([www.izometal.hu/muszaki.htm](http://www.izometal.hu/muszaki.htm) 2009.01.27.)

károsodásokat megelőzendő lehetőleg minél hamarabb a szigetelést javítani kell, a szigetelés helyreállítása után a szerkezetek kiszáradását biztosítani kell.

A régi, korhadóbetétes szigetelőlemezek mára megöregedtek, vízszigetelő képességük lényegében megszűnt. A felújítás során megsérült szigetelést javítani, pótolni, vagy cserélni szükséges. A beavatkozásokat indokolhatja még az építés óta megemelkedett talajvízszint is. Javítás, pótlás csak akkor képzelhető el, ha az eredeti szigetelés általános felületen teljesíti a követelményeket, és ha beszerezhető olyan szigetelőanyag, amely a régivel összeépíthető. A víz távoltartása az épülettől (pl. drén rendszer kiépítésével) a szerkezetek felázását megakadályozhatja, csökkentheti. A legjobb megoldást a falak utólagos vízszigetelése jelenti, ez történhet injektálással (vegyi eljárás), mechanikai (45. ábra) és elektrofizikai eljárással. Az utólagos vízszigetelési technológiák alkalmazásának korlátai vannak, például az injektálást, falátvágást megnehezíti a nagy falvastagság, egyes falszerkezet esetén a falátvágás nem alkalmazható. A talajban levő szigetelések vizsgálatát, felújítási módszereit részletesebben a 10. táblázat tartalmazza.

| Szerkezet                      | Vizsgálat                                                                                                                                    | Beavatkozás                                                                                                                                                                                                                                                             | Megjegyzés                                                                                                                                         |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fal-szigetelés                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Kapcsolódó szerkezetek szemrevételezés</li> <li>– Kapcsolódó szerk. nedvesség-vizsgálata</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Szigetelés javítása<sup>1</sup></li> <li>– Utólagos falszigetelési eljárások: mechanikai<sup>2</sup>, vegyi, elektrofizikai eljárás</li> <li>– Vendégfalas szárítás</li> <li>– Talajvíz elvezetése drén rendszerrel</li> </ul> | <sup>1</sup> : Csak konkrétan körülhatárolható, kis kiterjedésű hiba esetén lehetséges<br><sup>2</sup> : Csak vízszintes fugákkal készített falnál |
| Pincefal és aljzat szigetelése | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Feltárás</li> </ul>                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Szigetelés javítása<sup>1</sup></li> <li>– Új szigetelés készítése (kent-, vagy lemezszigetelés)</li> </ul>                                                                                                                    | <sup>1</sup> : Csak konkrétan körülhatárolható, kis kiterjedésű hiba esetén lehetséges                                                             |

10. táblázat - Talajnedvesség és talajvíz elleni szigetelések vizsgálatai, felújítása

Az épület teljes újraszigetelése esetén az anyag, technológia kiválasztását a meglevő szerkezetek és a szigetelési követelmények befolyásolják. A talajnedvesség elleni szigetelések felújításánál lényeges kérdés a szigetelőanyag várható élettartama (az új anyagok, eljárások esetén még kevés a tapasztalati adat). Simlinger (2000) vizsgálatai azt mutatták, hogy a gyakorlatban a mechanikai eljárás bizonyult a leghatékonyabbnak.

| Szigetelőanyagok             | Anyagjellemző*,<br>élettartam, év | ÖJ<br>Ökológiai<br>jellemző*,<br>pont | BJ<br>Beépítési<br>jellemző**,<br>pont | KJ<br>Költség-<br>jellemző**,<br>pont | MÉ<br>Minőségi<br>értékelés**,<br>pont |
|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|
| Kent szigetelés              | n.a.                              | 1,42                                  | 2,85                                   | 2,49                                  | 2,38                                   |
| Bitumenes lemez              | 25                                | 1,58                                  | 2,20                                   | 1,79                                  | 1,87                                   |
| Műanyag lemez                | n.a.                              | 1,58                                  | 2,20                                   | 1,58                                  | 1,77                                   |
| Fémlemezek                   | n.a.                              | 1,33                                  | 1,90                                   | 1,83                                  | 1,75                                   |
| Utólagos vegyi falszigetelés | n.a.                              | 1,50***                               | 2,00                                   | 2,00                                  | 1,90                                   |

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

11. táblázat - Talajnedvesség és talajvíz elleni szigetelések értékelése

Az anyagok összehasonlítása alapján (11. táblázat) célszerű a kent szigetelést alkalmazni. A technológia előnye az egyszerűség: a gépigény minimális, az időigény alacsony. A bitumenes lemezek hordozóanyag, valamint bitumen tekintetében is

különböznek, az egyes feladatokra (elhelyezkedés, víz mennyisége stb.) a legmegfelelőbbet lehet kiválasztani. A műanyaglemezek aránylag magas árak miatt a legkedvezőtlenebbek (8. táblázat). Az utólagos vegyi falszigetelési eljárások eredménye jó, megelőzi mind a fémlamezt, mind a bitumenes lemezt alkalmazó mechanikai eljárásokat (11. táblázat).

#### 4.6.3.3. Függőleges teherhordó szerkezetek, vázszerkezetek

Függőleges tartószerkezetek esetén a szokásos hatások és terhek mellett számolni kellett a gépek jelentette állandó és dinamikus terheléssel, valamint a technológiából adódó gázok, gőzök, nedvesség hatásaival is. A fal méretezésénél az anyagot, a rá jutó terheket, a magasságot és megtámasztás nélküli hosszt vették figyelembe. A fővárosban a téglafal legkisebb vastagsága 48 cm (vegyes falazat 64 cm) volt, 1914-től engedélyezték statikai számítás alapján a falméretek csökkentését. A pillérek keresztmetszetének meghatározásánál az anyagán, terhein kívül a pillér (oszlop) karcsúságát és a végek megfogási viszonyait is figyelembe vették. Az oszlopok, pillérek elrendezése egyrészt a födémszerkezettől, másrészt a tervezett berendezés (gépek) elhelyezésétől, nagyságától függött. A tervezést táblázatok segítették. 1921-től minden lényeges szerkezet tervezésénél statikai számítást is előírtak.

A falak lehettek tömörök, légréteggel kialakított üreges szerkezetűek (46. ábra), valamint szerelt jellegűek. Tömör falak anyagául a XX. század elejéig elsősorban az égetett téglát szolgált (1919-ig nagy méretű, utána kisméretű téglát). Ablakok közötti keskeny falpillérek készítéséhez követ, vagy jól kiégetett téglát és cementhabarcsot ajánlottak. Talajszint alatti falakhoz csak a hidraulikus habarcsokat tartották megfelelőnek, egyébként a mészhabarcsot javasolták. A tömör égetett téglát mellett használatban voltak különböző pórusos- és üreges téglák, mészhomok téglák, valamint pórusbeton („múttufa”) építőelemek, és készültek vegyes falazatok is. A falak hosszirányú összekötésére falkötő vas, vagy a födémgerendára erősített kötővas, később vasbeton koszorú szolgált. Az üreges falakban az egymással összekötött külső- és belső téglafal közötti légréteg a fal szellőzését és a hőszigetelési képességeit javította. Szerelt jellegű falakat leginkább válaszfalként alkalmazták, a vázszerkezet általában fából készült.



Fig. 27.



Fig. 28.



Fig. 29.

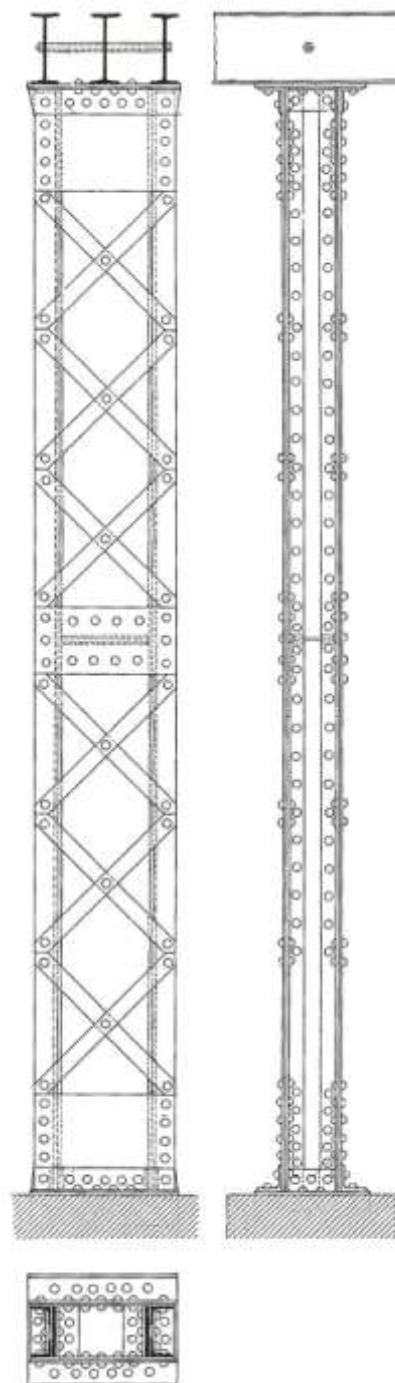
46. ábra – Légréteggel kialakított üreges falazatok (Schmölcke, 1883 p.43)

A XIX. század végén megjelentek a vasbeton szerkezetek, használatuk elterjedt az ipari épületek falainak, pilléreinek kialakításában is. A korai vasbeton szerkezeteknél a beton összetétele bizonytalan volt, különböző receptúrákat alkalmaztak. A betonba lágyvas betétek kerültek. Az 1930-as évektől jobb minőségű betont készítettek, és nagyobb szilárdságú betonacélt (A50) használtak. A kezdetekben alkalmazott román cementet a portlandcement váltotta föl, a II. világháború előtt fejlesztették ki nagy kezdőszilárdságú cementeket.

A téгла- és kőfalakban a nyílások kiváltására a legkorábban boltívet, egyenes boltívet vagy fa gerendát használtak. Az 1870-es évektől hengerelt acél kiváltókat is alkalmaztak, esetenként látható módon, de gyakrabban rabicszerkezettel eltakarva. A XX. században egyre inkább vasbeton áthidalókat használtak, ezek lehettek helyszíni monolitikus, vagy előregyártott gerendák is.

A homlokzat kialakítását a különböző meteorológiai és egyéb hatásoknak való ellenállás és a gazdaságosság mellett ugyanolyan súllyal határozták meg az esztétikai követelmények. A legkorábbi ipari épületeket még vakolták, a jellegzetes téгла homlokzatokat a XIX. század közepétől építették. A határoló falaknál jól kiégetett téglát, de igényesebb esetben klinkert javasoltak. Gazdagabb homlokzati kialakítást vakolt mezők, téгла tagozatok, idomtéglák, kerámia vagy terméskő elemek biztosítottak. A XX. század elejétől, az építészeti formanyelv változásával a vakolat újra előtérbe került. Ugyancsak a XX. században találkozhatunk nyers vasbeton, valamint fém hullámlemez homlokzatokkal is.

A belső tér növelésére a határoló falak közé először kő-, vagy téglapilléreket, fa oszlopokat (jellemzően fa földém esetén) építettek. Előbbieket nagy keresztmetszetük miatt leginkább pincékben használták. 1867. után hazánkban több vasgár is megkezdte működését, a belső oszlopok egyre inkább öntöttvasból, majd hengerelt acél (kovácsvas) elemekből készültek. A karcsú öntöttvas szerkezetek keresztmetszete leggyakrabban kör vagy sokszög, hengerelt elemekből összetett, gerinclemezes vagy dobozszerkezetek



47. ábra – Acélszerkezet (Der Bauconstructeur, 1890 Nr. 92.)

készültek. A vas, acél egyetlen hátránya a tűzzel szembeni alacsony ellenállása (szilárdsága lényegesen csökken), ennek áthidalására az elemek körbeépítését, körbeburkolását, vagy körülbetonozását javasolták. A XX. század elejétől a négyszög keresztmetszetű vasbeton pillérek alkalmazása egyre gyakoribbá vált.

Az oszlop-gerendás szerkezetek alkalmazása leginkább földszintes kéttengelyű csarnokoknál és többszintes épületeknél volt jellemző. Nagyfeszítávú tartókat vagy keretszerkezeteket földszintes egytengelyű épületeknél alkalmaztak. A vázszerkezetek oszlopai fa, öntöttvas vagy hengerelt acél anyagúak, a gerendák négyszög keresztmetszetű fa vagy hengerelt acél profilok, doboztartók, rácsostartók voltak (47. ábra). A XX. században terjedt el a vasbeton pillérvázaz szerkezeti rendszer: nálunk leggyakrabban a Hennebique-félét alkalmazták. A földem ebben az esetben alulbordás monolit szerkezet volt, de már a II. világháború előtt is készültek gombaföldemek.

A kitöltő falak teherhordó szerep híján vékonyabbak lehettek, készülhettek égetett kerámia, mészhomok téglából, pórusbeton („mútufa”) vagy parafa építőelemekből, esetleg gipsz- vagy nádpallók alkalmazásával. A vázkitöltő fal lehetett vékony vasbeton szerkezet vagy acél vázoszlopokra szerelt fém hullámlemez.

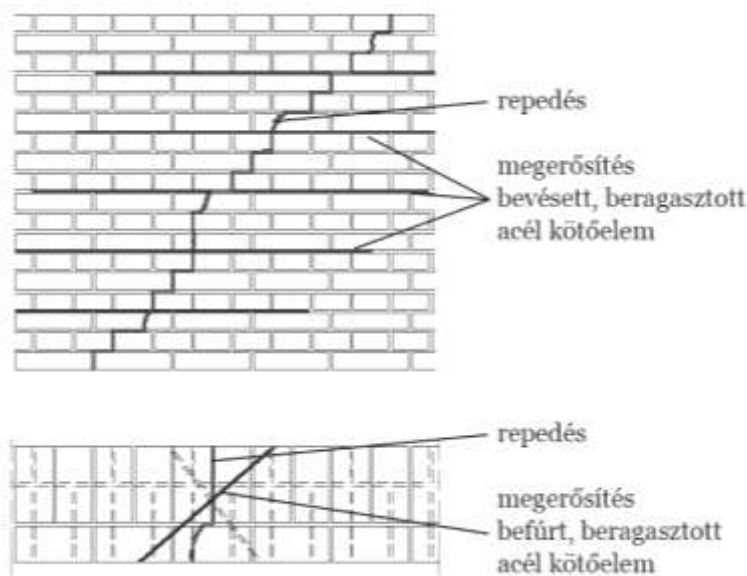
| Szerkezet          | Vizsgálat                                                                                                                                                                                                                                                         | Beavatkozás                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Megjegyzés                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Teherhordó falak   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Sérülésvizsgálatok, repedésvizsgálatok</li> <li>– Alakváltozás-vizsgálatok</li> <li>– Nedvességkár vizsgálat</li> <li>– Szilárdságvizsgálat</li> <li>– Korrozíós vizsgálatok</li> <li>– Hőtechnikai vizsgálat</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Repedések javítása: cementhabarcs injektálással<sup>1</sup>, rugalmas tömítőkittel<sup>1</sup>, átfalazással<sup>2</sup>, falvarrással<sup>2</sup>, vasbeton kapocskerendákkal<sup>2</sup></li> <li>– Megerősítés lőtt betonnal, kompozit szalaggal<sup>3</sup>, vagy -szövettel<sup>3</sup></li> <li>– Megerősítés bevészt<sup>2</sup> vagy melléépített vasbeton pillérekkel<sup>2, 3</sup></li> <li>– Vonóvas, vasbeton koszorú beépítése<sup>2</sup></li> </ul> | <sup>1</sup> : Téglá és vegyes falazatok fugáinak, és vasbeton falak repedéseinél<br><sup>2</sup> : Falazott falak esetén<br><sup>3</sup> : Vasbeton falak esetén                                                   |
| Pillérek, oszlopok |                                                                                                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Elemek cseréje</li> <li>– Repedések javítása: injektálással<sup>4</sup>, hegesztéssel<sup>5</sup>, javítókkal<sup>4,5</sup></li> <li>– Elemek megerősítése: vasbeton köpenyezéssel<sup>4</sup>, acél megerősítéssel, (hegesztett<sup>6</sup>, csavarozott<sup>6</sup>, dübelezt<sup>4</sup>), kompozit szalaggal<sup>4, 5</sup>, vasbeton kitöltéssel<sup>7</sup></li> </ul>                                                                                        | <sup>4</sup> : Falazott vagy vasbeton pillérek esetén<br><sup>5</sup> : Hengerelt acél és öntöttvas oszlopoknál<br><sup>6</sup> : Hengerelt acél oszlopok esetén<br><sup>7</sup> : Üreges öntöttvas oszlopok esetén |

12. táblázat – Függőleges teherhordó szerkezetek vizsgálata, felújítása

A függőleges teherhordó szerkezetek meghibásodása többféle okra vezethető vissza. Leggyakoribb ok a nedvesség, ami a talajból, csapadékból vagy a használat során (csőtörés, használati víz) kerül a szerkezetbe. A tartószerkezet károsodása lehet továbbá mechanikai eredetű, származhat az építőanyagok korróziójából, öregedéséből, vagy kivitelezési hibákból.

Lokális, kis területre kiterjedő hiba esetén a szerkezet javítása a célszerű. Ha az épület átépítése jelentősebb bontással, bővítéssel vagy a belső térszerkezet módosításával jár, a tartószerkezetet részben vagy egészben cserélhetik. Az újrahasznosítást megelőző vizsgálatok eredményei (a tartószerkezetek kora, állapota) és a tervezett funkcióból adódó tehernövekedés, az építéskori és mai teherbírási követelmények különbsége a szerkezet megerősítését teheti szükségessé. Védett épületek esetén a szerkezeteknek nem csupán a teherbírását, a megjelenését is helyre kell állítani, a cserélendő elemeket az eredeti mintájára készült darabokkal pótolják. A szükséges beavatkozások módszerét (12. táblázat), mértékét az építésszel együttműködő statikus tervező határozza meg.

A falazott szerkezetek megerősítése történhet ún. falvarrási technológiával (48. ábra), vagy vasbeton, cementrubic köpenyezéssel. Alkalmazhatók bevészt, melléépített vasbeton vagy acélpillérek. Falazatok megerősíthetők továbbá kompozitokkal, együttdolgozó acélszerkezet használatával, habarcsinjektálással, löttbeton technológiával is. Vasbeton



48. ábra – Falvarrás

falak megerősítésének szokásos módja a lött betonos megerősítés, növelhető a betontakarás, és kiegészítő vasalás is beépíthető. Kisebb felületi hibák és lokális meghibásodások javítóhabarccsal (cement vagy műgyanta alapú javítópasztával), a repedések injektálásos kitöltésével (cementes, poliuretán gyantás vagy epoxigyantás injektáló anyaggal) javíthatók.

Fa vázszerkezet károsodott részeit teljesen el kell távolítani, ki kell cserélni. A megmaradó és új részek védelméről (biotikus károsítók, tűz ellen) egyaránt gondoskodni kell. Faserkezet megerősítése történhet fa vagy acél elemekkel, műgyantás fapótlással. Rögzítések, a csomópontok fém kapcsolóelemekkel, ragasztással alakíthatók ki.

Öntöttvasból készült oszlopok kisebb hibáinak, repedéseinek, felületi sérüléseinek javítása lehetséges hegesztéssel, valamint műgyantás javítókitt alkalmazásával. Üreges öntöttvas oszlopok a megjelenés változtatása nélkül belülről erősíthetők meg, például acél betételemmel vagy beton kitöltéssel. Költségesebb megoldás a jobb anyagminőséggel utángyártott elemek beépítése. Szegecselt, vagy hegesztett acél oszlopok, tartók megerősítése acél profilok (T, I, U) vagy laposacél elemek ráhegesztésével történhet, ha az



anyag javítható hegesztéssel. Hegesztéssel nem javítható anyagoknál a régi és új elemek csavarozással kapcsolhatók össze. A szegecses pótlására, ha a megjelenés kevésbé lényeges, csavarok is alkalmasak. A körülköpenyezés (vasbetonból, akár lőttbeton technológiával) alkalmazható mind a téglá, az acél és a vasbeton pilléreknél. Vasbeton tartók (feszített vasbeton is) megerősítésére együttdolgozó vasbeton szerkezetek, ragasztott vagy dübelezt acél elemek, és szálerősítésű műanyagok is használhatók.

Befogott vagy sarokmerev kapcsolatoknál jellemző, hogy a károsodás a sarkokon, az elemek csatlakozásánál történik. Ilyen esetben acélszerkezet csomópontjai hegesztéssel vagy csavarozással, faszerkezetek ragasztással és acél kapcsolóelemek használatával, vasbeton szerkezetek javítóhabarccsal, szálerősítésű anyagokkal (kompozitokkal), illetve kiegészítő acélszerkezettel javíthatók. A vázszerkezeteknél alkalmazott vizsgálatokat, javítási, megerősítési módszereket a 13. táblázat tartalmazza.

| Szerkezet                  | Vizsgálat                                                                                                                                                                                                 | Beavatkozás                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Megjegyzés                                                                                                             |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Oszlop-gerenda szerkezetek | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Sérülésvizsgálat</li> <li>– Repedéskép vizsgálat</li> <li>– Állékonyság-vizsg. (tartószerk. kapcs.)</li> <li>– Szilárdságvizsgálat (lehajlás, lengés)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Csomópontok megerősítése: csavarozással<sup>1</sup>, hegesztéssel<sup>2</sup>, javítóhabarccsal<sup>3</sup>, kompozit szövetrel<sup>2,3</sup></li> <li>– Kapcsolóelemek cseréje<sup>1</sup></li> </ul>                                                                | <sup>1</sup> : Fa és acélszerkezetek esetén<br><sup>2</sup> : Csak acélszerk.<br><sup>3</sup> : Vasbeton szerk. esetén |
| Keret-szerkezetek          | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nedvességkár vizsg.</li> <li>– Hőtechnikai vizsg.</li> <li>– Korrozíós vizsgálatok</li> </ul>                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Megerősítés: csavarozással<sup>1</sup>, hegesztéssel<sup>2</sup>, kompozit szalaggal<sup>2,3</sup>, -szövetrel<sup>3</sup>, acélszalaggal<sup>3</sup>, kiegészítő vasalás beépítésével<sup>3</sup></li> <li>– Repedések javítása injektálással<sup>3</sup></li> </ul> | <sup>1</sup> : Fa és acélszerkezetek esetén<br><sup>2</sup> : Csak acélszerk.<br><sup>3</sup> : Vasbeton szerk. esetén |

13. táblázat – Vázszerkezetek vizsgálata, felújítása

Fa- és acélszerkezetek tűzvédelméről általában tűzvédő bevonatokkal gondoskodnak. Ha eredetileg körülburkolással védték a szerkezetet, vagy a tartók eltakarhatók, akkor ezt a megoldást célszerű alkalmazni, gipszkarton, gipszrost lemez borítás, acél elemek esetén körülbetonozás is készíthető.

| Szerkezet         | Vizsgálat                                                                                                                                                                                                       | Beavatkozás                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Megjegyzés                                                                                                                                                     |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kitöltő falazatok | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Üregképződés-vizsgálat</li> <li>– Hőtechnikai vizsg.</li> <li>– Nedvességkár vizsgálat</li> </ul>                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Repedések javítása: cementhabarcs injektálással<sup>1</sup>, rugalmas tömítővel<sup>1</sup>, átfalazással</li> <li>– Részleges vagy teljes csere</li> </ul>                                                                                                               | <sup>1</sup> : Falazott és monolitikus szerkezeteknél is                                                                                                       |
| Homlokzat-képzés  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Repedéskép vizsg.</li> <li>– Korrozíóvizsgálat</li> <li>– Szilárdságvizsgálat</li> <li>– Alakváltozás-vizsgálat</li> <li>– Felületi szennyezések vizsgálata</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Utólagos hőszigetelés<sup>2</sup></li> <li>– Elemek pótlása, cseréje</li> <li>– Felületek tisztítása: vizes, vegyszeres vagy szemcseszórásos módszerrel<sup>3</sup></li> <li>– Anyagok konzerválása vegyszerekkel<sup>3</sup></li> <li>– Új burkolat készítése</li> </ul> | <sup>2</sup> : Lehetőség szerint a külső oldalon, ha a homlokzat megjelenése lehetővé teszi<br><sup>3</sup> : a homlokzati anyagoknak megfelelő technológiával |

14. táblázat – Homlokzatok vizsgálata, felújítása

A tartószerkezeti anyagok fontos jellemzője az élettartam mellett az önsúly, falazott szerkezeteknél a falazóanyag hőátbocsátása. A függőleges teherhordó szerkezetek között a könnyűbeton építőelemes, valamint a korszerű, égetett kerámia falazóblokkos megoldás két



legjobb, csaknem egyforma pontszámmal (15. táblázat). A könnyűbeton elemek minőségi értékelése átlagosan kedvező tulajdonságai, a korszerű, égetett kerámia falazóblokkok pedig a könnyű beépíthetőség, valamint a magas ökológiai pontszám miatt ilyen jó (15. táblázat). Eredményüket megközelítik a hagyományos falazóblokkok, a pórusbeton építőelemek és a fabeton szerkezetek. Ezek mind egyszerűen és viszonylag gyorsan kivitelezhető szerkezetek. A hagyományos falazóblokkok előnyei közül kiemelendő, hogy méretrendszerük egyeztethető a kisméretű téglával. A betonszerkezetek ökológiailag kedvezőtlenek, kivitelezésük zsaluzatot igényel, de ezt ellensúlyozza a szabad formálás és a jó minőségű felület. A kőből és a kisméretű téglából készült falazatok kivitelezése nehézkes és időigényes, ami a költségeket is emeli, alkalmazásuk így kedvezőtlennek mondható (15. táblázat).

A kitöltő falak meghibásodását elsősorban nedvesedés, a kapcsolódó szerkezetek mozgása, vagy más mechanikai hatások eredményezik. Kis kiterjedésű károsodás esetén célszerű a falazat javítása, pótlása a teherhordó falaknál ismertetett módon. Ha a hiba a fal nagy részére kiterjedt, vagy a homlokzat lényegesen változik, célszerű lebontani a kitöltő falat, és új szerkezetet építeni a helyére. A homlokzatok, kitöltő falak javítási technológiáit a 14. táblázat mutatja be.

A homlokzatképzés meghibásodását leggyakrabban nedvesség (felázás vagy beázás), és az emiatt bekövetkező sókivirágzás, kifagyás, stb. okozza. A homlokzati anyagok öregedése, korróziója, a tartószerkezet mozgásai, repedései szintén károsítják a homlokzatot. Mindig fel kell tární és meg kell szüntetni a repedések okát is – nem elegendő csak a burkolat javítása. A homlokzat felújításakor meghatározó tényező az épület tervezett megjelenése, valamint a hő- és páratechnikai tulajdonságai. Lényeges feladat a homlokzatok hőszigetelése, ami problémásabb egy megmaradó téglahomlokzat esetén, mert ilyenkor nem valósítható meg a hőszigetelés ideális, a fal külső síkján való elhelyezése.

Ha a homlokzatburkolat kevésbé sérült, a felület tisztítással felújítható. Erre különböző eljárások ismertek, ilyenek a vizes, vegyszeres, valamint szemcseszórásos (száraz és nedves) technológiák.



49. ábra – Károsodott homlokzat Csepelen (Bp., 2003)

| Anyagok                  | Anyagjellemzők*,                  |                     |                  | ÖJ<br>Ökológiai<br>jellemző*,<br>pont | BJ<br>Beépítési<br>jellemző**,<br>pont | KJ<br>Költség-<br>jellemző**,<br>pont | MÉ<br>Minőségi<br>értékelés**,<br>pont |
|--------------------------|-----------------------------------|---------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|
|                          | testsűrűség,<br>kg/m <sup>3</sup> | λ – érték,<br>W/m·K | élettartam<br>év |                                       |                                        |                                       |                                        |
| Falak, pillérek          |                                   |                     |                  |                                       |                                        |                                       |                                        |
| Km tégl                  | 1800                              | 0,8                 | 80               | 2,00                                  | 2,40                                   | 1,62                                  | 1,93                                   |
| Hagyományos fb.          | 1150                              | 0,57                | 80               | 1,90                                  | 2,85                                   | 2,39                                  | 2,43                                   |
| Korszerű fb.             | 800                               | 0,2                 | 80               | 2,10                                  | 3,00                                   | 2,38                                  | 2,51                                   |
| Pórusbeton               | 600                               | 0,16                | 80               | 1,90                                  | 2,88                                   | 2,33                                  | 2,41                                   |
| Könnyűbeton              | 1200                              | n.j.                | 80               | 1,93                                  | 2,73                                   | 2,63                                  | 2,52                                   |
| Fabeton                  | 360                               | 0,13                | 80               | 1,97                                  | 2,28                                   | 2,70                                  | 2,43                                   |
| Beton                    | 2400                              | n.j.                | 80               | 1,57                                  | 2,12                                   | 2,56                                  | 2,23                                   |
| Kő (mészkö)              | 1800                              | 0,99                | 80               | 2,03                                  | 2,09                                   | 1,67                                  | 1,87                                   |
| Homlokzat-<br>burkolatok |                                   |                     |                  |                                       |                                        |                                       |                                        |
| Természetes kő           | 1800                              | 0,99                | 80               | 2,03                                  | 2,10                                   | 1,15                                  | 1,61                                   |
| Vakolat                  | 1800                              | 0,87.               | 35               | 2,08                                  | 2,73                                   | 2,87                                  | 2,67                                   |
| Fa anyagú                | 600                               | 0,16                | n.a.             | 2,42                                  | 2,60                                   | 2,09                                  | 2,31                                   |
| Burkoló tégl             | 1800                              | 0,8                 | n.a.             | 2,08                                  | 2,33                                   | 2,46                                  | 2,35                                   |
| Mészhomok tégl           | 1800                              | 0,99                | n.a.             | 2,00                                  | 2,33                                   | 2,56                                  | 2,38                                   |
| Műkő                     | n.a.                              | n.a.                | n.a.             | 2,00                                  | 1,60                                   | 1,89                                  | 1,83                                   |
| Alumínium                | 2700                              | n.j.                | n.a.             | 1,06                                  | 2,43                                   | 2,09                                  | 1,99                                   |
| Acél                     | 7500                              | n.j.                | n.a.             | 1,25                                  | 2,43                                   | 2,19                                  | 2,07                                   |
| Műanyag                  | 1500                              | n.j.                | n.a.             | 1,19                                  | 2,43                                   | 1,63                                  | 1,78                                   |
| Titáncink                | 7200                              | n.j.                | n.a.             | 1,10***                               | 1,99                                   | 1,88                                  | 1,76                                   |
| Hőszigetelések           |                                   |                     |                  |                                       |                                        |                                       |                                        |
| Nádpalló                 | 190                               | 0,055               | 40               | 2,63                                  | 2,58                                   | 1,76                                  | 2,18                                   |
| Cellulóz                 | 50                                | 0,04                | 40               | 2,58                                  | 2,88                                   | 2,35                                  | 2,56                                   |
| Kőzetgyapot              | 40                                | 0,035               | 40               | 1,90                                  | 2,85                                   | 2,60                                  | 2,54                                   |
| Üveggyapot               | 60                                | 0,045               | 40               | 1,50                                  | 2,85                                   | 2,70                                  | 2,51                                   |
| Expandált polisztirol    | 20                                | 0,035               | 40               | 1,15                                  | 3,00                                   | 2,78                                  | 2,52                                   |
| Extrudált polisztirol    | 40                                | 0,045               | 40               | 0,95                                  | 3,00                                   | 2,15                                  | 2,17                                   |
| Fagyapot                 | 520                               | 0,1                 | 40               | 1,67                                  | 2,85                                   | 1,87                                  | 2,12                                   |
| PUR hab                  | n.a.                              | n.a.                | n.a.             | 1,10                                  | 2,45                                   | 1,83                                  | 1,78                                   |

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

15. táblázat – Függőleges teherhordó és a csatlakozószervezetek anyagainak értékelése

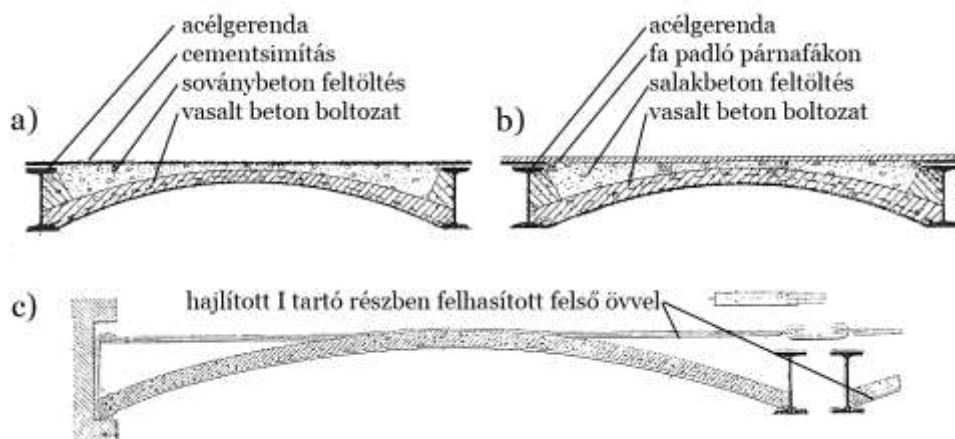
Különbféle vegyszerek alkalmazásával a homlokzati anyagok felülete kezelhető (pl. hidrofobizáló bevonatok, impregnálószerek). A tisztítás mellett a hiányzó, sérült elemek javításáról, pótlásáról is gondoskodni kell. A téglahomlokzatok kifagyásainak pótlását érdemes színben, méretben egyező elemekkel, például bontott téglával, kőanyagnál lehetőleg az eredetivel azonos kőzettel végezni. Vakolt felületek javítása, ha az állapotuk megengedi, lehet foltszerű, e gyakoribb új vakolat készítése a hőszigetelő érték növelésével egybekötve. Nedvességkár javításához különleges (felújító- vagy szárító-) vakolatok alkalmazása javasolt. Műemléki igényű felújításoknál az épületdíszítő elemek (majolika, kő, műkő, terrakotta, stb.) javításához, helyreállításához restaurátor, épületszobrász segítségére, akár az elemek újragyártására is szükség lehet. Homlokzati tagozatok felújításánál a víz elvezetéséről (pl. bádогоzással) gondoskodni kell.

A homlokzatképzés anyagai (burkolatok, hőszigetelések) esetén lényeges az élettartam és a testsűrűség valamint a hőtechnikai érték. A homlokzatburkolat kiválasztásánál elsődleges szempontok közé tartozik az esztétika, védett épületek esetén az eredeti megjelenés. A kialakított pontrendszer alapján a legkedvezőbb homlokzatképző anyag a vakolat (15. táblázat), számos esetben alkalmazható a változatos felületi kialakítás és a speciális vakolatoknak köszönhetően. A jellegzetes nyerstégla homlokzatok felújításakor az eredeti téglák szilárdsága, színe, mérete az elemplátások kiválasztásának az alapja. Ha a burkolat nagyobb része elpusztult, a téglánál kicsit jobb eredményt elért mészhomok téglá is használható (15. táblázat). Korszerű, fa, fém vagy műanyag szerelt burkolat nem védett épületeken, hozzáépítéseken alkalmazható. A kő homlokzatok kőpótló anyagokkal, nagyobb felületeken az eredetihez hasonló, de az eredetinel kicsit kisebb szilárdságú kőanyaggal javítandók.

A 15. táblázatban felsorolt hőszigetelő anyagok közül az expandált polisztirol közel a legelőnyösebb, annak ellenére, hogy ökológiai szempontból a nem ajánlott kategóriába tartozik. A cellulóz jobb eredményt ért el, de ez egy szórt termék (csak két határoló felület közé beszórva alkalmazható), felhasználása korlátozottabb, mint a táblás anyagoké (12. táblázat). Az üveggyapot és a kőzetgyapot kissé eltérő tulajdonságaik ellenére csaknem azonos, jó pontszámot kapott. Az extrudált polisztirol rosszabb ökológiai jellemzői, valamint magasabb ára miatt kevésbé előnyös, mint az expandált polisztirol, de nedvességnek kitett helyeken a zárt belső szerkezete miatt az expandált polisztirol alkalmazása célszerű. A természetes (növényi, állati eredetű) hőszigetelő anyagok használata hazánkban még kevésbé elterjedt, de kaphatók lenrost hőszigetelő lemezek, parafa-, valamint kókuszrostalapú termékek is. A fagyapot és a nádpalló ismert, hozzáférhető anyagok, mindkettő jó, 2,1 feletti pontszámot ért el (15. táblázat).

#### 4.6.3.4. Födémek és lépcsők

Az ipari épületek közbülső födémjeivel szemben a következő igényeket támasztották: legyen teherbíró, a gyártás során keletkező gőzöket, gázokat, nedvességet ne engedje át, álljon ellen a tűznek és a gépek okozta rázkódásoknak, stb.. A fa födémek ritkán gerenda-, gyakrabban gerendás födémek voltak. Olcsóságuk miatt szívesen alkalmazták őket, ha nem volt követelmény az éghetetlenség. Ismert volt az acélgerendás fafödém is. A fa gerendákat a falra való felfekvésnél esetenként kátránypapírral védték. Téglaboltozatot téglapillérekkel kombinálva csak nagy terhek esetén, általában pincékben alkalmaztak. Gyakori volt a hengerelt acél I gerendák közé épített poroszsiüveg boltozat, melyet a XIX. század közepétől egészen 1930-ig építettek. A boltozatok méretezésénél figyelembe vették a terhelést, a fesztávot és az ívmagasságot. Nagy tehernél  $\frac{1}{2}$  téglával vastagították a boltozatot, és cementhabarcs használatát javasolták. Az I acélok távolságát általában úgy választották



50. ábra – Vasalt beton födémkialakítások (Utz, 1907 p.39)

meg, hogy a  $\frac{1}{2}$  tégl vastag boltozat elegendő legyen (max. 3 m). A födémek acélgerendáinak jellemzőit táblázatokban foglalták össze.

A beton elterjedésével a poroszüveg födémekben a téglaboltozatok helyett egyre inkább csömöszölt vagy vasalt beton boltozatokat készítettek (47. ábra). A vasbetétek formájára, elrendezésére a XX. század elejétől különböző szabadalmak voltak (pl. Koenen-féle, Hoffmann-féle, stb.). Acélgerendák közötti síkfödémeket téglabetétekkel, idomtégglákkal, vagy vasalt beton mezőkkel (pl. a Mátrai-födém) alakítottak ki. Mind a sík, mind a donga mezők bennmaradó zsaluzatául alkalmaztak dombornyomott lemezeket vagy fém hullámlemezt, sík kialakításban legfeljebb 3,2 m fesztávval. A vasbeton födém szerkezetek kialakítása, számítása szabadalmak, szabványok szerint történt. A tömör, alulbordás vagy sík vasbeton födémek mellett a XX. század közepére elterjedt a téglabetétes vasbeton födémek (pl. bohn-, újlaki födémek) alkalmazása is.

Minden esetben elvárták, hogy a lépcső legyen teherbíró (személy- vagy teherforgalom), és könnyen járható (fellépés 16,5-18 cm, belépés 27-30 cm). Ha a tűzállóság is követelmény volt, a lépcsőházat tűzálló falakkal építették. A lépcső ilyenkor kő, műkő, (vas-) beton vagy téglafokokkal készült, két oldalt vagy teljes felületen alátámasztva (falakkal, boltozatokkal), kőből lebegő lépcsőként is. Nem tűzálló lépcsők öntöttvasból, hengerelt acélból vagy fából készültek. Ilyeneket alkalmaztak épületen belül, két szint (gyakran fölszint és galéria) összekötésére – pl. kis helyigényű csigalépcsőként is. Az épületeken kívül kialakított menekülőlépcsők általában öntöttvasból vagy acélból készültek.

A fokokat kő- és (vas-) betonlépcsők esetén linóleummal, xilolittal vagy aszfalttal burkolhatták, a lépcsők élet sárgaréz vagy acél sínrel védték. A betonból, vasbetonból készült lépcsőknél a cementsimítás gyakori volt. A faburkolatot betonozáskor elhelyezett facsomagokhoz rögzítették. A vaslépcsők fokait gyakran fa pallókból vagy vasrácsba helyezett keményfa kockákkal alakították ki.

Teherszállításra rámpákat készítettek, ezek meredeksége attól függött, hogy emberek (1:5-1:7), lovak (1:12-1:15) vagy járművek (1:15 vagy alacsonyabb) végezték a terhek

mozgatását. A rámpák tartószerkezete épületen belül megegyezett a födémek, lépcsők kialakításával, még épületen kívül gyakran feltöltésre készültek. Burkolatuk a padlóburkolattal, a lépcsőburkolattal, vagy a járda, úttest burkolatával volt azonos.

| Szerkezet           | Vizsgálat                                                                                                                                                                                             | Beavatkozás                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Megjegyzés                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gerenda-födém       | – Sérülésvizsgálat<br>– Repedéskép vizsgálat                                                                                                                                                          | – Részleges vagy teljes csere<br>– Kiváltás fa, acél, vasbeton gerendával <sup>1</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <sup>1</sup> : Fa gerenda- vagy gerendás födémeknél                                                                                                                                                                                                                                             |
| Gerendás födém      | – Állékonyság-vizsgálat (tartószerk. kapcs.)<br>– Szilárdságvizsgálat (lehajlás, lengés)<br>– Nedvességkár vizsgálat<br>– Hőtechnikai vizsg.<br>– Korróziós vizsgálatok<br>– Faanyagvédelmi vizsgálat | – Habarcs pótlás <sup>2</sup><br>– Boltmező megerősítés lőtt betonnal <sup>3</sup> vagy felbetonnal <sup>3</sup><br>– Megerősítés kompozit szalaggal, -szövettel, acélszalaggal <sup>1,4</sup> , acél profillal vagy vasbeton gerendával <sup>5</sup><br>– Új vasbeton mezők kialakítása <sup>6</sup><br>– Erőjáték megváltoztatása alátámasztással, aláfeszítéssel, felkötéssel <sup>1,5</sup> | <sup>2</sup> : Téglá boltozatoknál alkalmazható<br><sup>3</sup> : Téglá és (vasalt) beton boltmezők esetén is alkalmazható<br><sup>4</sup> : Acélgerendáknál és mezőkben is alkalmazható<br><sup>5</sup> : Acélgerendás födémek gerendáinál<br><sup>6</sup> : Sík vagy boltozatos kialakítással |
| Monolitikus födémek |                                                                                                                                                                                                       | – Megerősítés lőtt betonnal, javítóhabarccsal, műgyantával, kompozit szalaggal, vagy szövettel                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Lépcsők             | – Sérülésvizsgálat<br>– Repedéskép vizsgálat<br>– Állékonyság-vizsgálat<br>– Szilárdságvizsgálat (lehajlás, lengés)<br>– Korróziós vizsgálatok                                                        | – Felületjavítás műgyanta-kötőanyagú betonnal, műkővel <sup>6</sup><br>– Repedések javítása injektálással <sup>7</sup><br>– Gyámoltó fém vagy vasbeton gerenda beépítése<br>– Kő megerősítése acél vagy kompozit szalaggal<br>– Lebegő fokok kiékelése<br>– Acélszerkezet megerősítése ráhegesztett elemekkel <sup>8</sup><br>– Javítás hegesztéssel vagy műgyantás javítókkal <sup>9</sup>     | <sup>6</sup> : Kő vagy beton lépcsőfokok esetén<br><sup>7</sup> : Vasbeton szerkezet felületi repedéseinél<br><sup>8</sup> : Hengerelt idomacélból készült lépcsőszerkezetek esetén<br><sup>9</sup> : Hengerelt acél vagy öntöttvas elemek felületi sérüléseinek javítása                       |

16. táblázat – Vízszintes teherhordó szerkezetek és lépcsők vizsgálatai, felújítása

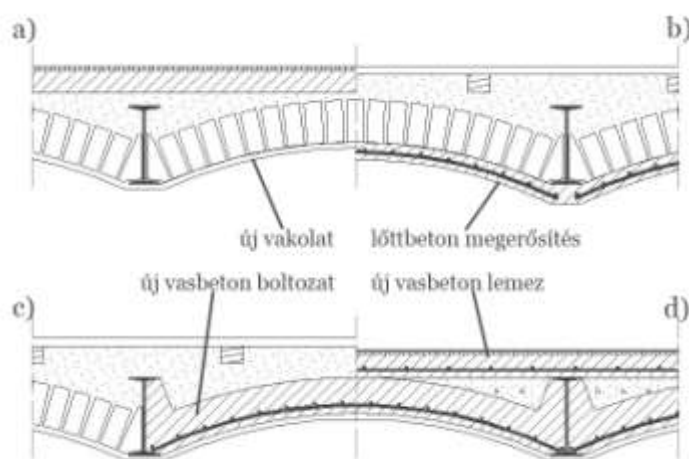
A vízszintes tartószerkezetek meghibásodását leggyakrabban az építőanyagok korróziója, károsodása, túlterhelés vagy a csatlakozó szerkezetek hibái okozzák. Ipari épületeknél nem elhanyagolható a vegyi anyagok betonkárosító szerepe (a karbonátosodás mellett pl. a növényi olaj okozta betonkorrózió), valamint az ipari technológiák mechanikai hatásai (rezgések, lökések, stb.). A felmerülő többlet terhek, az új födémáttörések (belsőépítészeti, gépészeti, stb.), a megváltozott követelményrendszer, például tűzvédelmi szempontok is indokolják a szerkezetek megerősítését, átalakítását. Gyakori, hogy új födémeket készítenek, osztatlan csarnoképületbe, vagy nagy belmagasságú terekbe új (galéria) szintet alakítanak ki. A függőleges tartószerkezetekhez hasonlóan sor kerülhet a födémek cseréjére, az új födémek készülhetnek előregyártott elemekből szerelt, vagy monolitikus technológiával, de akár a kettő ötvöztetésével is. A födémek megerősítése anyagát, technológiáját tekintve hasonló a függőleges tartószerkezetekhez, a beavatkozások

megtervezését ebben az esetben is statikus szakemberre kell bízni. A lehetséges megoldásokat a 16. táblázat mutatja be.

Fa födémek megerősítésének több, rendszerében is különböző módja terjedt el. A károsodott gerendák pótolhatók, a teherbírás növelhető acél, fa vagy vasbeton gerendák beépítésével, kompozit anyagok használatával, a fa gerendák egyes szakaszainak műgyantás megerősítésével, pótlásával. Lehetséges a födém megtartása bennmaradó zsaluzatként, és arra monolit vasbeton lemez ráépítése, vagy a fa födém együttműködő összeépítése monolit vasbeton lemezzel. A faanyagok rovar- gomba- és tűzvédelméről minden esetben gondoskodni kell.

Poroszsüveg boltozatoknál a megrepedezett kipergett habarcsú részek a fugák kikaparása, portalanítása után a habarcs pótlásával javíthatók (51. a) ábra). A boltmezők megerősítése történhet vasalt felbetonnal, vagy alulról, lőttbeton technológiával (51. d) és b) ábra). Súlyosabb hiba esetén a boltmezőket újrarakhatják, vagy vasbeton mezőkre cserélhetik (51. c) ábra). Az íves zsaluzat az egymás mellett többször felhasználható. A hengerelt gerendák megerősítése a felső övhöz kapcsolt acél profilokkal vagy együttműködővé tett vasbeton gerendával történhet, a húzott oldalon műgyanta ágyazású szénzálás szalagok is alkalmazhatók.

Vasbeton födémek esetén elterjedt a lőtt betonos megerősítés, kiegészítő vasalás is beépíthető. Vasbeton szerkezetek javíthatók még különböző javítóhabarcsok, műgyanta alapú termékek



51. ábra – Poroszsüveg boltozatok felújítása

alkalmazásával. Alulbordás vasbeton födémek gerendái a mellé- vagy aláépített gerenda vagy vasbeton köpenyezés mellett a korábban említett szénzálás szalagok, és egyéb szálerősítésű műanyag termékek alkalmazásával szintén megerősíthetők. Födémszakaszok, gerendák kiváltása készülhet például acél- vagy monolitikus vasbeton gerendákkal. (Előregyártott vasbeton gerendák alkalmazása egy bizonyos méret fölött nehézségekbe ütközik.)

Új födémek, födémrészek építésénél meg kell oldani a teherátadást, az együttműködést az új és az eredeti szerkezetek (födémek, falak, oszlopok) között. Gerendás födémek és a monolit szerkezetek bekötése a falba pontonként történhet, az eredeti gerendák helyére, vagy újonnan kialakított fészkekbe. Előregyártott vasbeton födémpanelek

felfekvésének kialakítása és az elemek beemelése problémát jelenthet köztes szintek kialakításakor, így ezek alkalmazása legfeljebb zárófödémnél valószínű.

| Födémanyagok                 | Anyagjellemző*,<br>testsűrűség,<br>kg/m <sup>3</sup> | ÖJ<br>Ökológiai<br>jellemző*,<br>pont | BJ<br>Beépítési<br>jellemző**,<br>pont | KJ<br>Költség-<br>jellemző**,<br>pont | MÉ<br>Minőségi<br>értékelés**,<br>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 (tégla) | 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.

17. táblázat – Födémek anyagainak értékelése

Az átépítésnél alkalmazott anyagoknál lényeges a testsűrűség, az új szerkezet önsúlya, a függőleges tartószerkezet terheinek változása miatt. Födémek anyagai közül a kiemelkedően jó eredményt ért el a fa (17. táblázat), de alkalmazása korlátozott: teherbírása, illetve a fesztáv általában kisebb, mint a vasbeton szerkezeteké, nagy fesztávok esetén az ára ugrásszerűen nő. A fafödémek tűzállósági fokozata is szűkíti az alkalmazási körüket. Az előregyártott (gerendás vagy paneles) födémek kivitelezése általában egyszerű és gyors, de esetünkben a korábban ismertetett okok, valamint a régi szerkezetekre jellemző változó fesztávok miatt használatuk korlátozott (17. táblázat). A monolit vasbeton födém alkalmazását nem korlátozza sem forma, sem tűzvédelem, ezért annak ellenére, hogy a szerkezet minőségi értékelése alapján a legkevésbé javasolhatók közé került (17. táblázat), ez talán a legszélesebb körben elterjedt technológia. A téglá boltozatok készítése időigényes, ezenkívül jól képzett, nagy gyakorlatú szakembert kíván. Az acélszerkezetekkel történő megerősítés nem illeszkedik ebbe a sorba, kialakítása változatos, leggyakrabban egyedi megoldásokra van szükség.

A lépcsők meghiúsodását okozhatja az építőanyagok korróziója vagy öregedése, a kapcsolódó szerkezetek, például tartófalak hibája, valamint a használatból adódó károk: túlterhelés, kopás, tűzkár, stb. A lépcsőszerkezet megerősítését a teherbírás növelésének szükséges-sege, a teljes átépítést például a tűzvédelmi előírások kielégítése indokolhatja.



52. ábra – Új galéria- és lépcsőszerkezetek a MEÓ galériában (Bp. 2003)

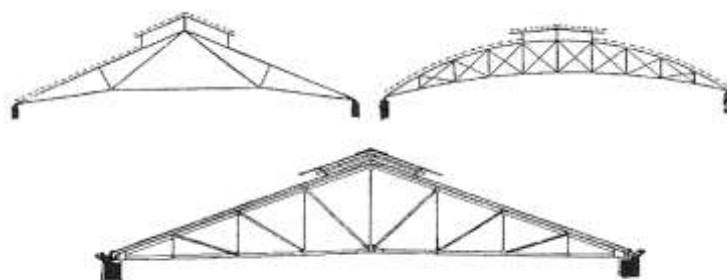
A lépcsők javítási technológiái a födémekkel megegyező vasbeton, acél vagy téglaboltozatos szerkezet esetén (16. táblázat). A fa lépcsőket, mivel ezek általában egyszerű

szerkezetek, ha károsodtak, elemenként vagy egészben ki lehet cserélni. Öntöttvas lépcsők meghibásodott elemeinek javítása történhet hegesztéssel vagy műgyantás javító kitt használatával. Nagyobb sérülések esetén az elem(ek) utángyártása javasolt. Kő- és műköszerveken a felületi sérülések az anyag pótlásával, betétezéssel javíthatók. A törött fokokat a károsodás mértékétől függően acél hevederekkel, szénszálas szalaggal, ragasztással vagy cserével javítják. Lebegő lépcsőnél a fokok kilazulása esetén a fal és a fokok befogott kapcsolatát helyre kell állítani, például javítóhabarcsos injektálással. Építészeti vagy műszaki igény esetén új lépcső is készülhet (52. ábra).

#### 4.6.3.5. Tetőszerkezetek és fedések

A tető szerepe az épület védelme a meteorológiai, hőmérsékleti hatásoktól, napsugárzástól, emellett szükség esetén a bevilágítást, szellőzést is biztosította. A tető formája az alaprajztól, a terek használatától, a tető alátámasztásától is függött, magas-, és lapostetőt egyaránt alkalmaztak. A vízelvezetés a legtöbb esetben még a lapostetőknél is külső, belső vízelvezetést leginkább a shed tetőknél készítettek. A vápacsatornát járhatóra készítették, a vizet gyakran az üreges (öntöttvas) oszlopokban vezették le.

A korai ipari épületeknél és később kisebb fesztávra fa tetőszerkezetek készültek, ezekben a kapcsolatok hagyományos ácskötések, vagy öntöttvas és kovácsolt kapcsolóelemek voltak. Az öntöttvas csak



53. ábra – Acél tetőszerkezetek (Utz, 1907 p.20)

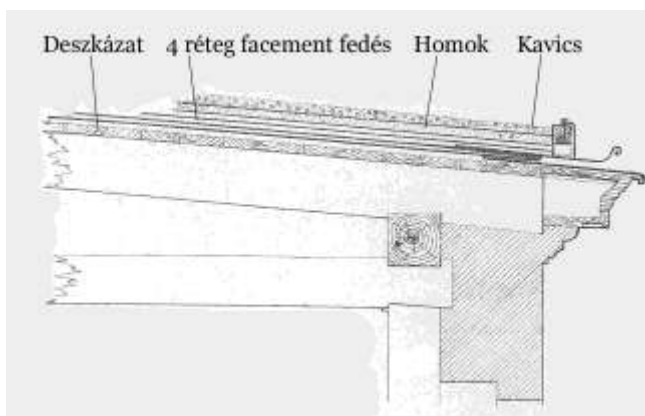
központos nyomás igénybevételre (alátéteknek, saruknak, nyomott rudaknak), még a kovácsvas minden esetben alkalmazható volt. Közepes fesztávnál a faserkezetet acél, öntöttvas tartóelemekkel (vonóvasak, feszítőművek) kombinálták, gyakori volt a Polonceau-féle fedélszék használata. Hengerelt acélból is készítettek tetőszerkezetet, először szegecselve, majd csavarozott, hegesztett kapcsolattal is (53. ábra). A nagy fesztávú tetőszerkezetek gyakran látványos kialakítású rácsostartók. A XX. század elejétől vasbetont, mint a magastetők szerkezeteként is használtak. Lapostetők tartószerkezeteit acélgerendás vagy vasbeton födémként, vagy a magastetőkhez hasonlóan fából, hengerelt acélból alakították ki. Már a II. világháború előtt is épültek vasbeton héjszerkezetek (pl. a Hamzsabégi úti buszgarázs épülete 4. ábra).

A tetőfedés anyagai közül a legnagyobb lejtést az égetett cserép (35-50°) és a természetes pala (35-90°) igényeli. A fém anyagú héjalásokat már 15°-os lejtésnél is alkalmazták, ennek anyaga lehetett horgany (cink), horganyzott acél (táblákban, hullámlemezként is), ólom, vagy réz. A XX. század elején már használtak betoncserepet,



azbesztfedést (robbanásveszélyes épületekhez javasolták), az I. világháború után került forgalomba a műpala, melynek kis- és nagyelemes formája 25-90° közötti lejtésre elterjedt.

Lapostetők szigetelését kátránnyal, bitumennel, aszfalttal oldották meg, elterjedt volt a facementnek nevezett, kátrány, szurok és kén összetételű szigetelőanyag is (54. ábra). A facementet általában a helyszínen kenték fel papír rétegek közé, a kátránnyal, bitumennel telített csupaszlemezeket, a telített és kétoldalt bevont fedél-lemezeket és a hintéssel ellátott szigetelőlemezeket deszkázatra vagy a vasbeton zárófödém cementsimításra fektették. A facement fedést 3-4 rétegű szigetelésként egészen alacsony 2-3°-os hajlásnál is használtak. A fedésre a szigetelés védelmére 3 cm homok és 3-5 cm kavics került. A tető szélén speciális záróprofilok akadályozták meg a homok és a kavics lemosódását. A kátrány és bitumen anyagú fedések felületvédelme általában gyöngykavics, vagy homok és kavicssterítés volt. A karbantartáshoz a kent-homokolt felső réteget 3-4 évenként javasolták megújítani.



54. ábra – Facement fedés  
(Skizzenbuch, 1890 Tafel 365.)

| Szerkezet           | Vizsgálat                                                                                                                                                                                                                                               | Beavatkozás                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Megjegyzés                                                                                                          |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Magastetők          | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Szemrevételezéses vizsgálat</li> <li>– Sérülésvizsgálat</li> <li>– Alakváltozás vizsgálat</li> <li>– Repedéskép vizsgálat</li> <li>– Szerkezet-kapcsolat vizsgálat</li> <li>– Korróziós vizsgálatok</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Részleges vagy teljes csere</li> <li>– Szerkezet megerősítés keresztmetszet növeléssel<sup>1,2</sup></li> <li>– Műgyantás fapótlás<sup>1</sup></li> <li>– Kompozit szalaggal megerősítés<sup>2</sup></li> <li>– Utólagos favédelem<sup>1</sup>, tűzvédelem megoldása<sup>1,2</sup></li> <li>– Erőjáték megváltoztatása</li> </ul> | <sup>1</sup> : Fa szerkezeti elemek esetén<br><sup>2</sup> : (Hengerelt) acél szerkezeti elemek esetén              |
| Lapostetők          | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Faanyagvédelmi vizsgálat</li> </ul>                                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Födém-megerősítési, felújítási módszerekkel<sup>3</sup></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                | <sup>3</sup> : Vasbeton, vasalt beton vagy téglaboltozatos zárófödém esetén                                         |
| Magastető fedések   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Szerkezet-kapcsolat vizsgálat</li> <li>– Héjalás-vizsgálat</li> <li>– Korróziós vizsgálatok</li> </ul>                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Hő- és párávédelem megoldása<sup>4</sup></li> <li>– Egyes elemek cseréje<sup>5</sup></li> <li>– A teljes fedés cseréje</li> </ul>                                                                                                                                                                                                 | <sup>4</sup> : A héjalás alá, utólag, vagy a héjalás bontásával<br><sup>5</sup> : Ha kevés elem sérült és pótolható |
| Lapostető héjalások | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Beázás-vizsgálat</li> <li>– Lejtésviszony ellenőrzése</li> <li>– Üregképződés vizsgálat</li> <li>– Repedéskép vizsgálat</li> <li>– Korróziós vizsgálat</li> <li>– Szerkezet-kapcsolat vizsgálat</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Szigetelés pótlása vagy foltszerű javítása<sup>6</sup></li> <li>– Szigetelés cseréje</li> <li>– Gőznyomás kiegyenlítése a régi rétegek perforálásával, új szigetelés beépítése</li> <li>– Utólagos hőszigetelés</li> <li>– Új lejtést adó réteg beépítése</li> </ul>                                                              | <sup>6</sup> : Kis kiterjedésű, jól körülhatárolható hiba esetén                                                    |

18. táblázat – Tetőszerkezetek és fedések vizsgálata, felújítása

A tetőszerkezet meghibásodását leggyakrabban a szerkezeti anyagok károsodása okozza, ami sok esetben beázás következménye. Faanyagnál a biológiai károsítók igen gyakoriak, meghatározásukra célszerű mindig faanyagvédelmi szakvéleményt kérni. További hibák lehet a viharkár, a lapostetők túlterhelése, és a nagymértékű (esetenként gátolt) hőmozgás. A tetőszerkezet hibáit javítani kell, állapota indokolhatja a megerősítést, vagy a cserét is. Jellegzetes, esztétikai értéket is hordozó, vagy műszaki szempontból érdekes, látszó szerkezetek esetén az elemek javítása, vagy ha az nem lehetséges, eredeti utáni legyártatása javasolható. A fedések vizsgálati és felújítási módjait a 18. táblázatban foglaltam össze.

A tetőszerkezetek teherbírásának növelésére megoldást jelenthet az erőjáték megváltoztatása: alátámasztással, aláfeszítéssel, rácsostartóknál mellékrácsozás beépítésével a fesztáv vagy az egyes elemek kihajlási hossza csökkenthető. A fa tetőszerkezetek megerősíthetők fa vagy acél elemek beépítésével. Ha a faanyagnak csak egy része károsodott, a sérült rész eltávolítása után meg kell vizsgálni, hogy a megmaradt keresztmetszet teherbírás szempontjából elegendő-e, ha nem, az elemet meg kell erősíteni. Az acél szerkezetek megerősítése az előzőekben említett módokon lehetséges, a javítás általában a hibás részek cseréjét jelenti. A tetőszerkezetek faanyag- és tűzvédelméről gondoskodni kell.

| Anyagok                | Anyagjellemző*,<br>testsűrűség, kg/m <sup>3</sup> | ÖJ<br>Ökológiai<br>jellemző*,<br>pont | BJ<br>Beépítési<br>jellemző**,<br>pont | KJ<br>Költség-<br>jellemző**,<br>pont | MÉ<br>Minőségi<br>értékelés**,<br>pont |
|------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>Tetőszerkezetek</b> |                                                   |                                       |                                        |                                       |                                        |
| 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                                   |
| <b>Fedések</b>         |                                                   |                                       |                                        |                                       |                                        |
| 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 zsindely     | 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.

19. táblázat – Tetőszerkezetek és fedések értékelése

A tetőszerkezet cseréje esetén fontos jellemző az anyagok testsűrűsége, mert ez befolyásolja a függőleges szerkezetekre háruló terheket. A tetőszerkezetek között a födémekhez hasonlóan a faanyagúak a legelőnyösebbek, különösen a fűrészelt fából megoldható szerkezetek esetén (19. táblázat). Nagyobb fesztávnál összetettebb szerkesztés

(függesztett, feszített szerkezetek), vagy rétegelt-ragasztott tartók alkalmazhatók, ezek azonban többletköltséget jelentenek. Az acél tetőszerkezetek ökológiai és költség szempontból is kedvezőtlenebbek, így ez kapta a legkevesebb pontot, de a legnagyobb fesztávok is lefedhetők velük (19. táblázat). Köztes megoldást jelent minden szempontból a kombinált fa-acél szerkezet. Lapostetőknél a vasbeton zárófödém alkalmazása is elterjedt, ami összességében jobb eredményt ért el, mint az acélszerkezet, de egy monolit födém tömege általában lényegesen nagyobb, mint egy szerelt szerkezeté (19. táblázat).

A magastetők héjalásának hibáját általában a tetőfedő elemek elmozdulása, törése, előregedése, korróziója, és a csatlakozások (pl. habarcsolás, bádogozás stb.) meghibásodása okozza. A fedés felújítását gyakran nem csupán a fedés állapota indokolja, hanem a megváltozott hő- és páratechnikai követelmények is. Ennek megfelelően a korábbi rétegrendet egy korszerű, átszellőztetett légréses hőszigetelt szerkezetre célszerű cserélni. Látszó fedélszéknél szükséges lehet, hogy a hőszigetelés a szarufák fölött helyezkedjen el – ez megfelelően kialakított táblás hőszigeteléssel oldható meg. Ha a héjalás nagy része sértetlen, és megfelelő minőségű, továbbá pótlására alkalmas (az eredetihez illeszthető) anyag létezik és beépíthető, akkor az eredeti fedést célszerű javítani. Az azbesztcement elemeket annak rákkeltő tulajdonságai miatt le kell cserélni.

A héjalás teljes cseréjénél, új rétegek beépítésénél figyelembe kell venni az eredeti fedés, valamint az új rétegek önsúlya közti különbséget. A magastetők fedési anyagai között a legmagasabb pontszámot az égetett cserép érte el (19. táblázat). Formai, méret- és színbeli változatossága miatt többféle környezetben, többféle igény szint esetén használható. Az égetett cserép és a betoncserép eredménye csaknem megegyezik, különbség a költségekben, valamint az ökológiai jellemzőiből adódik (16. táblázat). Az alumínium és acél trapézlemez-fedések előnye, hogy a nagy elemek miatt egyszerűbb, gyorsabb a kivitelezés. Az acél mind költségét, mind ökológiai jellemzőit tekintve jobb, mint az alumínium (19. táblázat). Mesterséges pala és a kevésbé jó eredményű bitumenes zsindely jól használható, ha viszonylag könnyű pikkelyes fedésre van szükség. Legdrágább, és összességében legelőnytelenebb megoldás a fedésre a titán-cink fedés, függetlenül a kialakításától (kiselemes, korcolt vagy lécbetétes fedésként is). A korcolt fedéssel azonban változatos tetőformák fedhetők le, és a tető hajlásszöge is igen tág határok között mozoghat.

A második világháború előtt készült lapostetők csapadék elleni szigetelése rendszerint felújításra érett. Ennek oka a nem megfelelő karbantartás: a védő homok-kavics vagy gyöngykavics rétegeket nem javították, és ezért a szigetelőanyag is károsodott. Ebben az esetben a szigetelés nagy felületen előregedett, lokális javításra nincsen mód. A korai lapostetők további jellemző hibái a nem megfelelő lejtés, az elégtelen hőszigetelés, és a párávándorlás megoldatlansága miatt a szigetelés felpúposodása, károsodása. A javítás legbiztosabb módja új fedés kialakítása, ez szükség esetén kiegészíthető új lejtést adó

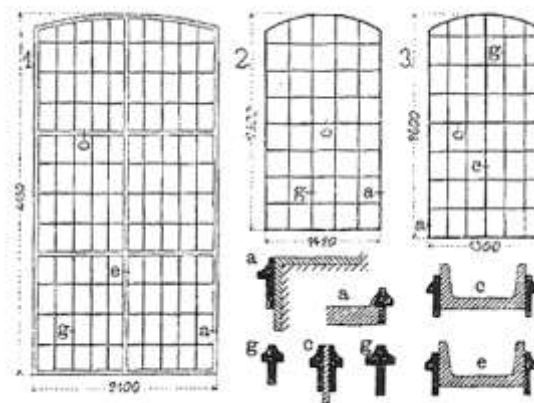
réteggel is – a tervezéskor ügyelni kell a szerkezet teherbírására. A régi szerkezeteket nem kell elbontani, ha azok egyenletes síkot adnak, képezhetik az új szigetelés aljzatát. Az eredeti szigetelés perforálásával a gőznyomás kiegyenlítődése lehetővé válik.

A kivitelezés során koncentrált terhet róhat a zárófödémre a tekercsben érkező szigetelőanyag, ezért fontos ezen anyagok önsúlya is a tervezésnél. A lapostetők csapadék elleni szigetelése alapvetően három anyagcsoportba sorolható: bitumenes, műanyag- és műgumi lemezek (19. táblázat). A műgumi (EPDM) lemezek ökológiai szempontból is a legjobbak, elsősorban mégis a kivitelezési előnyök miatt a legkedvezőbbek: a gyárban leplestett, méretre szabott szigetelést a helyszínen csak a helyére kell tenni és rögzíteni, így a kivitelezés gyors. A bitumenes lemezek és a műanyag szigetelések egyező pontszámot kaptak, eltérő tulajdonságaik ellenére. A bitumenes lemezek kedvezőbbek ökológiai szempontból, kivitelezésük azonban körülményesebb, mint a műanyag lemezeké.

A tető felújításánál minden esetben meg kell vizsgálni a vízelvezetés szerkezeteinek állapotát is. Az ereszcatorna, összefolyó hibája a héjalás hibáihoz hasonlóan a kapcsolódó szerkezetek beázását, károsodását eredményezi. Nem csupán a lyukak, repedések, hanem az eltömődések is problémát okoznak. A függőeresz- és vápacsatornák, összefolyók, vízelvezető csövek tisztítása mellett általában egyes elemek cseréjére, pótlására is szükség van.

#### 4.6.3.6. Nyílászárók

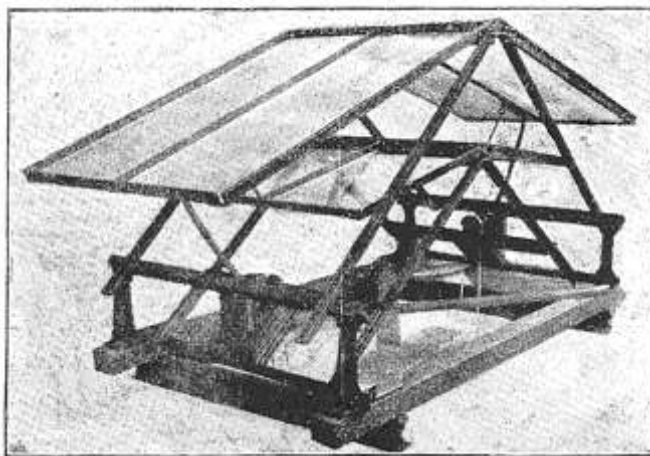
A kapuk, ajtók legfontosabb paramétere a könnyű működtetés és a megfelelő szélesség volt. Kialakításuk szerint lehettek egy- vagy kétszárnyú, nyíló, lengő, vagy tolóajtók. Az egyszárnyú ajtók általában minimum 1 méter, a kétszárnyúak legalább 1,7 m szélesek voltak, a kapuk szélessége rendszerint 2-4 m. A toló szerkezetek általában felül sínen és görgőkön függve mozogtak, a nagy nyíló szárnyak a



55. ábra – Ablak kialakítások  
(Utz, 1907 p.59)

könnyebb használat miatt padlóba süllyesztett sínen futó kereket kaptak. Az ajtóknak, kapuknak a zárási követelményeken túl (légzárás, biztonságtechnika) olykor tűzzárást is biztosítaniuk kellett. A szárnyak ennek megfelelően készülhettek fából, acéllemez burkolattal, vagy (U, L, és T profilokból, valamint laposvasból kialakított) hengerelt acél vázra szerelt xilolit vagy cementrubic táblákkal, valamint két lemez között hőszigetelő anyaggal kialakított lapokkal. Ha az ajtónak nem kellett ellenállnia a tűznek, a szárny fából, vagy acélvázra szerelt lemezből, hullámlemezből készülhetett.

Az ablakok szerepe a természetes fény biztosításán túl a szellőztetés, és egyes esetekben a menekülési útvonal biztosítása volt. Ettől függött a nyíló és a fix felületek mérete, alapesetben az ablakoknak kis része volt nyitható. A nyíló részek lehettek függőleges vagy vízszintes tengely körül elforduló, valamint függőlegesen vagy vízszintesen eltolható kialakításúak is. Az ablakkeretek ritkán fából, jellemzően inkább öntöttvasból vagy hengerelt acélból készültek. A bordákat a lehető legvékonyabbra készítették, hogy minél több fény juthasson az épületbe (55. ábra). A XIX. században és a XX. század elején alkalmazott sűrűosztásos ablakoknak biztonságtechnikai szerepük is volt: az acél osztóbordák rácsként működtek, megnehezítve a betörést. Az üvegek öntött, fújt vagy hengerelt üvegek voltak, a kerethez csapokkal és gittel rögzítve. A hővezetés, páralecsapódás és jégképződés enyhítésére kettős üvegezést javasoltak. Az ablakokat általában kávas falnyílásba, vagy laterna típusú felülvilágító esetén fa- vagy acéloszlopok, gerendák közé építették be.



56. ábra – Felülvilágító (Utz, 1907 p.23)

A felülvilágítók az ablakokhoz hasonlóan fa és acél szerkezetek lehettek. Az üvegfelületet célszerűen meredekre alakították ki, hogy a csapadék elvezetése biztosított legyen, a hó ne maradjon meg rajta. A felülvilágító készülhetett a tető síkjában (mint a fűrészfogas shed tetők esetén), vagy a tető síkjából kiemelve. A szellőztetés biztosítására a felülvilágítóknak is voltak nyitható szárnyaik (56. ábra). Bevilágításra alkalmaztak még öntött- vagy drótüveg táblákat a tetőfedés részeként, vagy öntött-üveg lapokat, üvegtéglákat, -lencsákat, és -prizmákat egyszerűen a falba, födémbe építve.

| Szerkezet               | Vizsgálat                  | Beavatkozás                                                  | Megjegyzés                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kapuk                   | – Sérülésvizsgálat         | – Felületek tisztítása                                       | <sup>1</sup> : Indokolhatják hőtechnikai, biztonságtechnikai vagy használati követelmények                                                                                                                              |
| Ajtók                   | – Alakváltozás vizsgálat   | – Mázolás felújítása, korrózióvédelem                        |                                                                                                                                                                                                                         |
|                         | – Tokrögzítés-vizsgálat    | – Vasalatok javítása vagy cseréje                            | <sup>1</sup> : Indokolhatják hőtechnikai, biztonságtechnikai vagy használati követelmények<br><sup>2</sup> : Hőszigetelő üveg csak akkor beépíthető, ha a keret fogadni tudja a vastagságát, és elviseli a plusz terhet |
|                         | – Hőtechnikai vizsgálat    | – Tömítések javítása vagy cseréje                            |                                                                                                                                                                                                                         |
|                         | – Funkcióvizsgálat         | – Tok és szárny javítása                                     |                                                                                                                                                                                                                         |
|                         | – Felületvédelem-vizsgálat | – Nyílászárók cseréje <sup>1</sup>                           |                                                                                                                                                                                                                         |
| Ablakok, felülvilágítók | – Korrozióvizsgálat        | – Felületek tisztítása                                       |                                                                                                                                                                                                                         |
|                         | – Funkcióvizsgálat         | – Mázolás felújítása, korrózióvédelem                        |                                                                                                                                                                                                                         |
|                         |                            | – Üvegezés cseréje (esetleg hőszigetelő üvegre) <sup>2</sup> |                                                                                                                                                                                                                         |
|                         |                            | – Vasalatok javítása vagy cseréje                            |                                                                                                                                                                                                                         |
|                         |                            | – Tömítések javítása vagy cseréje                            |                                                                                                                                                                                                                         |
|                         |                            | – Tok és szárny javítása                                     |                                                                                                                                                                                                                         |
|                         |                            | – Nyílászárók cseréje, új nyílászárók beépítése <sup>1</sup> |                                                                                                                                                                                                                         |

20. táblázat – Nyílászárók vizsgálata, felújítása

A nyílászárók mozgó szerkezetként mechanikai eredetű sérüléseket, az időjárás hatásainak kitéve korróziós károsodást szenvedhetnek. A nyílászárók cseréjét gyakran hőtechnikai követelmények indokolják. Az új nyílászárók készülhetnek fából, acélból, alumíniumból vagy műanyagból, üvegezésük minimum kétrétegű, hőszigetelő üvegezés. Nehézséget jelenthet az eredeti sűrűosztásos karakter megtartása, valamint az, hogy a típusprofilok vastagsága az eredeti szerkezetekkel szemben igen jelentős, de ez egyedi szerkezetekkel áthidalható. Az eredeti nyílászárók megtartása esetén ellenőrizni kell a vasalatokat, meghibásodásuk a szerkezet utángyártását teheti szükségessé. A tok- és szárnyszerkezet felújítása történhet a faanyag lokális pótlásával, ragasztással, az acél vagy öntöttvas repedéseinél javítókitt alkalmazásával, a mázolás felújításával, az üvegrögzítő gitt pótlásával, szükség esetén az üvegezés cseréjével. Ha egyrétegű helyére hőszigetelő üveg kerül, a tehernövekedés miatt ellenőrizni kell a szárny és a vasalat teherbírását. A nyílászáró szerkezetek vizsgálati és felújítási metódusait a 20. táblázat foglalja össze.

| Nyílászárók anyaga    | ÖJ<br>Ökológiai<br>jellemző*,<br>pont | BJ<br>Beépítési<br>jellemző**,<br>pont | KJ<br>Költség-<br>jellemző**,<br>pont | MÉ<br>Minőségi<br>értékelés**,<br>pont |
|-----------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|
| Faanyagú (korszerű)   | 2,50                                  | 2,60                                   | 2,21                                  | 2,39                                   |
| Acélanyagú (korszerű) | 1,50                                  | 2,60                                   | 2,21                                  | 2,19                                   |
| Alumínium             | 1,31                                  | 2,75                                   | 2,30                                  | 2,24                                   |
| Műanyag               | 1,33                                  | 2,75                                   | 2,30                                  | 2,24                                   |

\*(FÖK 2005); \*\*számított adatok.

21. táblázat – Nyílászárók értékelése

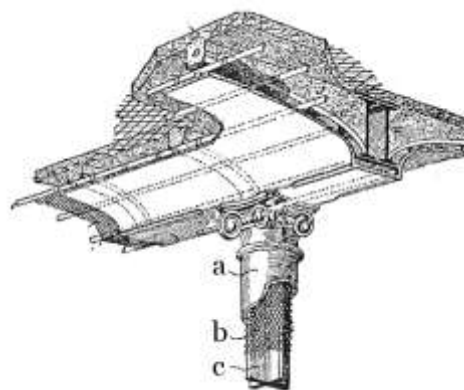
Nyílászárók tok- és szárnyszerkezetek anyagául a fát érdemes választani, annak ellenére, hogy drágább, mint a műanyag, és karbantartása költségesebb, mivel kiemelkedően jók az ökológiai jellemzői (21. táblázat). A műanyag nyílászárók ára kedvezőbb, beépítésük egyszerűbb. A fémszerkezetek (elsősorban az acél) a profilok nagyobb teherbírása miatt nagyobb méretek kialakítására alkalmasak, itt az alumínium ára és könnyebb beépíthetősége miatt jobb eredményt ért el (21. táblázat).

#### 4.6.3.7. Belső felületképzések és válaszfalak

Padlóburkolatként a fa mindenhol használható volt, ahol nem volt túlzott terheknek és nedvességnek kitéve. Padlóra fenyőféléket, valamint bükköt, tölgyet is alkalmaztak, hajópadlóként, aszfaltba ragasztott parkettként, és fakocka formájában. Nedves üzemekben természetes- és mesterséges köveket – kerámia és klinker burkolatokat, cementlapokat stb. használtak. A gyakran készített olcsó cementsimítás mellett jellemző volt az aszfaltburkolat és egyedi szabadalmak szerint gyártott padlóburkolatok (pl. xilolit, Antielaolith) alkalmazása is. A gépek alatt beton- vagy aszfaltburkolat esetén 12-14 cm magas fa betéteket javasoltak, az aljzatba süllyesztve.

A válaszfalak anyaga gyakran téglá, vasalt beton, vasbeton. Belső, nem teherhordó falak rabc-szerkezetként (gipsz- vagy cementrabc), valamint gipszpallókból, parafa-

téglákból, vagy pórusos anyagú építőelemekből is készülhettek. Elterjedt volt a szerelt jellegű falak alkalmazása is, a váz leggyakrabban fa, amelyet például pallókkal, gipszpallókkal, vagy nádazásra készült vakolattal burkolhattak. Az ipari technológia követelményeinek, igénybevételeinek megfelelően alakították ki a belső felületeket. A falakat rendszerint vakolták, erre mész-, cement-, gipsz- és aszfaltvakolatot is használtak. A világosra festett felületek a belső tér egyenletesebb megvilágítását segítették. Vegyszereket alkalmazó technológiák, valamint gőz vagy nedvesség esetén csempeburkolatot vagy olajfestést készítettek.



57. ábra – Tűzvédő burkolat  
a) cementhabarcs b) rabicháló  
c) acélszerkezet (Haberstroh, 1907 p.91)

A fából, öntöttvasból és acélból készült szerkezeti elemek tűzvédelmét rendszerint körülburkolással valósították meg (anyaga samott-tégla, porózus kő, pórusbeton, gipszpalló, xilit lemez, gipsz-, vagy cementrubic (57. ábra) szerkezet, vagy azbeszttartalmú és egyéb vakolat). Az acélgerendás födémeknél az alsó övet idomtégglával, vakolattal vagy körülbetonozással védték. A fa födémeket az égés késleltetésére nádazással és vakolattal látták el. A szerkezetek tűzvédelme mellett tűzjelző- és tűzoltó berendezéseket is használtak, az épületekben tűzivíz- vagy sprinkler hálózatot építettek ki.

| Szerkezet                   | Vizsgálat                                                                                                                                                                             | Beavatkozás                                                                                                                                                                                                         | Megjegyzés                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Válaszfalak                 | Üregképződés-vizsgálat<br>Nedvességkár vizsgálat<br>Repedéskép vizsgálat<br>Korrózióvizsgálat<br>Szilárdságvizsgálat<br>Alakváltozás-vizsgálat                                        | Repedések javítása<br>cementhabarcs injektálással <sup>1</sup> ,<br>rugalmas tömítőkittel <sup>1</sup> ,<br>átfalazással <sup>2</sup><br>Rubic-szerkezetek javítása,<br>kiegészítése<br>Részleges vagy teljes csere | <sup>1</sup> : Falazott vagy monolit szerkezetnél<br><sup>2</sup> : Csak falazott szerkezetnél, ha az elemek állapota megfelelő                                                                                                |
| Padló-burkolatok            | Üregképződés-vizsgálat<br>Kopásvizsgálat<br>Sérülésvizsgálat<br>Repedéskép-vizsgálat<br>Alakváltozás vizsgálat<br>Nedvességkár-vizsgálat<br>Korrózió-vizsgálat<br>Szilárdságvizsgálat | Felület tisztítása<br>Egy-egy elem cseréje <sup>3</sup><br>Felület egy részének cseréje<br>Teljes felület cseréje, új burkolat készítése <sup>4</sup><br>Aljzat megerősítése<br>Hő- vagy hangszigetelés elhelyezése | <sup>3</sup> : Fa padlóknál vagy lapburkolat esetén, ha kevés elem sérült és pótolható<br><sup>4</sup> : Készülhet a régi burkolatra, ha az megfelelő szilárdságú                                                              |
| Fal- és mennyezet-borítások |                                                                                                                                                                                       | Vakolat pótlása vagy cseréje<br>Felület kiegyenlítése, megerősítése <sup>5</sup><br>Bevonat javítása vagy cseréje<br>Falszerkezet szárítása <sup>6</sup><br>Só kivirágzás eltávolítása <sup>7</sup>                 | <sup>5</sup> : Gletteléssel, erősítő szalagok vagy üvegszövet tapéta alkalmazásával<br><sup>6</sup> : Pl. szárító vakolattal<br><sup>7</sup> : Mechanikus úton – a falazatban maradt só felvételére felújító vakolat készítenő |

22. táblázat – Belső felületképzések és válaszfalak vizsgálatai, felújítása

Az újrahasznosítása során általában a belső tereket átalakítják, új válaszfalak készülnek. Ha megtartják a szerkezeteket, azokat gyakorta javítani kell, a meghibásodást leggyakrabban mechanikai hatások (külső behatások vagy a kapcsolódó szerkezetek mozgásai) nedvesedés, vagy egyéb, használatból eredő hatások okozzák. A javítási technológiák lényegében megegyeznek a teherhordó falaknál bemutatottakkal, viszont a válaszfalak esetén nincs szükség a tartófunkció helyreállítására. Új válaszfalak készülhetnek hagyományos épített, vagy szárazépítési (szerelt) technológiával is, ez utóbbi kisebb terhet ró a födémre, ezáltal szabadabban kialakítható.

Az építőlemezek között a legkedvezőbb a gipszkarton, mivel nem csak a költség- és a beépítési jellemzője, hanem az ökológiai jellemzője is ennek a legjobb. A cementkötésű, faanyagú építőlemez csaknem azonos pontszámot kaptak, mégis, hazánkban a cementkötésű faforgács szárazépítészeti alkalmazása terjedt el jobban. A rétegelt falemez magasabb ára és kevésbé jó ökológiai pontszáma miatt került az utolsó helyre.

A burkolatok meghibásodása elsősorban a használatra (kopás, eloregedés, törés, stb.), vagy a kapcsolódó szerkezetek meghibásodására vezethető vissza. A fal- és padlóburkolatokat általában maradéktalanul kicserélik, kivéve, ha ezt a szerkezet állapota és az új funkció nem teszi szükségessé, vagy műemléki, történeti érték ezt kizárja. Ha a burkolat jó állapotban van (szilárdsága, rögzítése megfelelő), célszerű tisztítással, pótlással javítani. Ha a burkolóanyag vastagsága megengedi, a felület egyenletessége csiszolással javítható. A csere többnyire együtt jár új, hő- vagy hangszigetelt aljzat kialakításával, ami készülhet száraz- vagy nedves technológiával. Az új aljzatra bármely jelenleg alkalmazott padló- illetve falburkolat készíthető. A válaszfalak, padló- és falburkolatok esetén leggyakrabban alkalmazott vizsgálati és felújítási módszereket a 22. táblázat foglalja össze.

Az épületek belsőépítészeti kialakítása alapvetően a funkciótól és az igényszinttől függ. A burkolatoknál különösen igaz az, hogy egy-egy anyagtípuson belül az egyes termékek ára akár nagyságrendekben is különbözhet, ezért figyelembe kell venni, hogy a számított átlagárak valamelyest torzíthatják az eredményt.

Legjobb pontszámot a szőnyegpadló- burkolat kapta, annak ellenére, hogy az ökológiai értékelése alapján a nem ajánlott kategóriába esik (23. táblázat). Köszönhető ez a viszonylag egyszerű kivitelezhetőségnek és alacsony átlagárnak. Az öntött padlóburkolatok és a bevonatos, laminált parketták valamivel kedvezőtlenebbek, az átlagot itt is az ökológiai jellemzés rontja (23. táblázat). A műanyag-, a linóleum-, valamint a mázaskerámia-burkolatok közel azonos eredménye részleteiben eltérő (23. táblázat). A linóleum erőssége a jó ökológiai valamint beépítési jellemző. A műanyag-burkolat esetén a linóleumnál kedvezőbb ár, valamint az ugyancsak egyszerű beépíthetőség ellensúlyozza a gyenge ökológiai jellemzőt, míg a mázas kerámiánál épp a kedvező ökológiai jellemző javítja az átlagot (23. táblázat). Kicsit alacsonyabb pontszámot kapott a természetes fa és a téglaburkolat, előbbi magasabb ára, utóbbi beépítési jellemzői miatt (23. táblázat). A



legrosszabb eredményt a természeteső-burkolatok kapták, ezt elsősorban a magas ár okozza (23. táblázat).

| Anyagok                | Anyagjellemzők*,<br>Testsűrűség, kg/m <sup>3</sup> | ÖJ<br>Ökológiai<br>jellemző*,<br>pont | BJ<br>Beépítési<br>jellemző**,<br>pont | KJ<br>Költség-<br>jellemző**,<br>pont | MÉ<br>Minőségi<br>értékelés**,<br>pont |
|------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|
| Padlóburkolatok        |                                                    |                                       |                                        |                                       |                                        |
| Fa                     | 600                                                | 2,50                                  | 2,53                                   | 1,99                                  | 2,25                                   |
| Természetes kő         | 2400                                               | 2,43                                  | 2,23                                   | 1,30                                  | 1,81                                   |
| Tégla                  | 1800                                               | 2,23                                  | 2,08                                   | 2,18                                  | 2,16                                   |
| Linóleum               | 1000                                               | 2,00                                  | 2,69                                   | 2,18                                  | 2,30                                   |
| Mázás kerámia          | 1400                                               | 2,30                                  | 2,21                                   | 2,42                                  | 2,33                                   |
| Műanyag                | 1500                                               | 1,20                                  | 2,69                                   | 2,46                                  | 2,28                                   |
| Szőnyegpadló           | n.a.                                               | 1,00                                  | 2,84                                   | 2,94                                  | 2,52                                   |
| Bevonatos parketták    | 800                                                | 1,38                                  | 2,53                                   | 2,62                                  | 2,35                                   |
| Öntött padlóburkolatok | n.a.                                               | 1,83                                  | 2,30                                   | 2,65                                  | 2,38                                   |
| Építőlemez             |                                                    |                                       |                                        |                                       |                                        |
| Rétegelt falemez       | 800                                                | 1,69                                  | 2,63                                   | 1,65                                  | 1,95                                   |
| Cementkötésű faforgács | 520                                                | 1,88                                  | 2,63                                   | 2,21                                  | 2,27                                   |
| Cementkötésű fűrészpor | 1250                                               | 1,96                                  | 2,63                                   | 2,21                                  | 2,29                                   |
| Gipszkarton            | 925                                                | 2,00                                  | 2,88                                   | 2,70                                  | 2,61                                   |

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

23. táblázat – Belsőépítészeti anyagok értékelése

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

Az ipari épületek újrahasznosításának tervezése során lényeges a döntések gazdasági vonatkozása. Újrahasznosítás esetén a várható kiadások becslése lényegesen nehezebb, nagyobb bizonytalanságot tartalmaz, mint egy zöldmezős beruházás költségbecslése. Ez visszavezethető a meglévő épülettel kapcsolatos bizonytalanságokra. További ok lehet, hogy nem áll rendelkezésre elegendő, a megvalósult példákban származó gyakorlati adat, amelyre egy kalkuláció során támaszkodni lehetne. A mérleg másik oldalán a rendelkezésre álló pénzeszközök és a várható bevételek állnak. A döntésben olyan, pénzben nehezen kifejezhető szempontok is szerepet kaphatnak, mint a presztízsérték, a fenntartható fejlődés, környezetvédelem, és egyéb társadalmi hasznok.

A tervezés teljes folyamatában szem előtt kell tartani a gazdaságossági szempontokat is, ez az anyagválasztásnál például az előző fejezetben ismertetett jellemzőkkel, mint ökológiai-, beépítési-, költség jellemzőkkel, vagy ezeket összegző minőségi értékeléssel történhet. A tervek gazdaságossági ellenőrzésekor a döntések hatásait vizsgálják. A funkció a meghatározott igényszinttel a költségeket, valamint a bevételeket is befolyásolja. A műszaki beavatkozásoknak a költségvonatuk mellett értéknövelő hatásuk is van.

##### 4.7.1. Az épületek beavatkozási osztálya

Az épületelemek, épületszerkezetek állapotának jelölésére szolgáló hibaosztályokhoz hasonlóan létre lehet hozni a teljes épületre vonatkozó, a beavatkozás módjától, mértékétől függő osztályozási rendszert, mely a műszaki beavatkozások gazdasági következményeinek

becslésében segíthet. Az egyes beavatkozási osztályokhoz a következő felújítási, építési munkák tartoznak:

- 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 födémszakaszok 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 számítható.
- /B jel: a régi épület egy részét elbontják. A javítási, helyreállítási, átalakítási költség helyett részben csak bontási költség jelentkezik.

A két kiegészítő jelölés természetesen együtt is alkalmazható. A beavatkozási osztályokhoz költséghatárok rendelhetők: megfelelő adatbázis alapján a szerkezet ismeretében ténylegesen forintban vagy euróban, ennek hiányában egy alapként tekinthető (adott esetben becsülhető) költség szint százalékos arányában.

#### 4.7.2. Az egyes funkciók beavatkozási igénye és beavatkozási mátrixa

A beavatkozási osztályok már megvalósult példák elemzésénél, értékelésénél is alkalmazhatók. A 21. táblázatban összefoglalt esettanulmányok segítségével megvizsgáltam, hogy az egyes hasznosítási módokhoz milyen léptékű felújítás, átépítés kapcsolódott, azaz, milyen beavatkozási osztályba sorolhatók.

**Lakófunkció:** A jellemzően nagy teherbírású födémek, valamint a pillérváz



58. ábra – Gizella malom a tartószerkezet bontása közben (Bp., 2007)

szerkezetek általában nem tesznek szükségessé nagy tartószerkezeti beavatkozásokat lakások kialakítása során (III. beavatkozási osztály), például az egykori Nordwolle terület a németországi Delmenhorts-ban. Más esetekben a teljes tartószerkezetet lecserélik átépítésekor tűzvédelmi okok miatt (V. beavatkozási osztály) pl. a Gizella-malom (Mill-Loft, 58. ábra) átépítésekor. Ipari épületekben létrehozott lakások jellemzője a különleges térbeli kialakítás, a variálhatóság. A flexibilitásból adódik, hogy változatos lakásformák alakíthatók ki egy épületen belül: nagy alapterületű (több száz négyzetméteres) egyterű vagy többszintes luxuslakások mellett garzonok, műterem-lakások is helyet kaphatnak. A földem átllyukasztásával vagy nagy belmagasságok esetén köztes földem beépítésével kétszintes lakások is kialakíthatók, ez utóbbi megoldás hatással lehet a homlokzati megjelenésre is. A megvalósult projektek legnagyobb része is kis tartószerkezeti beavatkozással közepes mennyiségű új szerkezet (gépészet, válaszfalak, burkolatok) beépítésével készült (III. beavatkozási osztály).

*Ipar, raktározás:* Az ipari épületekben a tartószerkezet teherbírása általában megerősítés nélkül lehetővé teszi új ipari funkció elhelyezését (I-II. beavatkozási osztály),



59. ábra – Go Metall, belső kialakítás (Bp., 2003)

ha az egykori vagy a beköltöző ipari technológiának nincs speciális térigénye, nem szükséges jelentős szerkezeti átalakítás, például a Vaskohó felújítása a németországi Sayn városában. Raktározásnál a lényegesebb kérdés a teherbírás, ezért nem károsodott tartószerkezet esetén is szükség lehet a megerősítésre (III. beavatkozási osztály). Hosszú távú funkcióváltás esetén jellemzően szükség van a gépészeti szerkezetek, belső burkolatok, öltözők, mosdók, zuhanyzók felújítására, újak kialakítására. Ha a minimális beavatkozás elégséges, az újrahaznosítás alacsony költségekkel jár. A tiszta építési költségekben akár 60%-os megtakarítás is lehetséges. (Umnutzung, 1984) Erre példa a Go Metall fémmegmunkáló újrahaznosítása (I. beavatkozási osztály, 59. ábra). Átmeneti haznosítás esetén műszaki beavatkozások hiányában semmi költség nem jelentkezik.

*Iroda:* Tartószerkezeti szempontból az épületek általában nem igényelnek lényeges átalakítást, a szerkezetek lehetővé teszik a terek szabad alakítását: egyterű és cellás irodarendszer is kialakítható – a feldolgozott példák (budapesti Dorottya udvar, berlini transzformátor ház) a III. beavatkozási osztályba sorolhatók. A mai igények, követelmények szükségessé teszik a gépészeti rendszer felújítását, bővítését. Légkondicionálás és

adatátviteli hálózatok kiépítése egy korszerű irodaház esetén kötelező. Kisebb irodák esetén az igény szintet a használók állapítják meg, ilyenkor kisebb beavatkozás is elképzelhető. Rendszerint szükség van mosdók, teakonyhák kialakítására, illetve számuk növelésére.

Jó állapotban levő tartószerkezetek esetén szerkezetkész állapottal lehet számolni, mindkét példa esetén, az ismert átalakítások nagy részéhez hasonlóan nem történt tartószerkezeti beavatkozás. A bontási munkákon kívül csak a befejező munkák költsége marad, ami új épület építése esetén szintén jelentkezik. Az épület-hasznosítással elért megtakarítás elérheti a 30%-ot új építéshez képest. (Umnutzung, 1984)

*Kereskedelem:* Az átalakítás igénye leginkább a belsőépítészeti kialakítástól függ, és általában kevésbé érinti a tartószerkezetet (II, III, IV. beavatkozási osztály). A homlokzatot, gépészeti hálózatokat jellemzően felújítják, a belső térszerkezetet többé-kevésbé megváltoztatják, a burkolatokat rendszerint kicserélik.

Kis, önálló üzletek kis épületben helyezhetők el, ilyenkor nincs szükség jelentős átalakításra (halle-i autókereskedés és szerviz, II. beavatkozási osztály). Nagyobb áruházaknál a belsőépítészeti kialakítástól függ az építési költség, mert a tartószerkezet rendszerint nem, vagy csak kevésbé változik. Födémáttörésekkel vagy nagy belmagasság esetén utólag beépített köztes födémekkel galériaszintek alakíthatók ki, utóbbi megoldással növelhető a hasznos terület (budapesti Récsei Center, III. beavatkozási osztály, 60. ábra).

Jellemző, hogy minél nagyobb egy áruház, annál egyszerűbb a belső kialakítása, hangsúlyos építészeti megoldások leginkább a bejáratok környékén találhatók.

A több kisebb üzletet magukba foglaló bevásárlóközpontok esetében sem feltétlenül szükséges jelentős tartószerkezeti átalakítás, a pillérvázaz épületekben jól elhelyezhetők a különböző



60. ábra – Récsei Center, belső kép (Bp., 2004)

méretű üzletek, erre az egyik legjobb példa a budapesti Récsei Center. Csarnokokban vagy speciális alaprajzi rendszer esetén nagyobb a beavatkozás mértéke. A belsőépítészeti kialakítás meghatározása a közös területeken (közlekedők, mosdók) a beruházó dolga, az egyes üzleteken belüli arculatot a bérlők terveztetik meg és finanszírozzák. Jellemző a homlokzat felújítása, esetleg átépítése, emellett válaszfalak beépítése, burkolás, egyéb szakipari munkák, valamint a gépészeti hálózatok korszerűsítése és bővítése.

*Kulturális funkciók:* Az igény szerinti tagolhatóság miatt a pillérvázis épületek a legalkalmasabbak tartószerkezeti szempontból az egykori termeléstől független kiállítási funkció befogadására. A természetes megvilágítás elengedhetetlen, legelőnyösebbek az egyenletes megvilágítást biztosító, közvetlen napsütés bejutását akadályozó észak felé tájolt felülvilágítók (ez elterjedt megoldás a földszintes, kéttengelyű épületeknél). Megfelelőek még a magas megvilágítási követelményű technológiák nagy ablakos (akár többszintes) épületei is.

A tartószerkezeti módosítások léptékét (költségeit) a koncepció határozza meg, megerősítésre általában nincs szükség. A belsőépítészeti kialakítás szintén tervezési kérdés, jellemző trendként az ipari jelleg megtartása figyelhető meg nem csak műszaki, hanem művészeti kiállítások esetén is. Ennek megfelelően a vizsgált példákat (MEO galéria (39. ábra), frankfurti Villamos remíz) felújítással, kevés új szerkezettel valósították meg (II. beavatkozási osztály), ez hangulati hatásokon túl megtakarítást is eredményez. Az egykori berendezés részleges vagy teljes megőrzése akár gyakorlati haszonnal is járhat, például egy híddaru megkönnyíti a nagy tömegű kiállítási darabok elhelyezését. Jelentős költségeket eredményezhet a gépészeti, biztonságtechnikai követelmények teljesítése, ezt a funkcióváltás előtt mindenképpen figyelembe kell venni.

Színház, koncertterem, és hasonló funkciók (pl. frankfurti Villamos remíz 38. ábra) esetén színpadot, nézőteret kell kialakítani, és helyet kell adni a kiszolgáló funkcióknak (a közönség, az előadóművészek, valamint a technika számára) is. Rendszerint szükség van hang- és világítástechnikai berendezések kiépítésére. A belsőépítészeti megoldások határozzák meg az újrahasznosítás költségeinek jelentős részét. A színpad-, fény- és hangtechnika kialakítására új épület esetén is szükség van, ez relatív nem drágítja az épület hasznosítását.

Oktatási létesítmény kialakításakor (pl. a bécsi Felnőttképzési központ 40. ábra) megfelelő pillértávolságok esetén nincs szükség tartószerkezeti átalakításra. Belső kialakításban az igényszint az irányadó, jellemző új válaszfalak beépítése, a felületképzések és a gépészeti rendszerek cseréje, törekedni kell a felhasznált anyagok tartósságára és biztonságosságára (III. beavatkozási osztály). Az újrahasznosítás költségei egyszerű, átlátható terek létrehozásával csökkenthetők. Ha az épület eredendően nem tudná teljesíteni a bevilágításra vonatkozó követelményeket, lehetőség van az ablakok felületének növelésére, vagy új nyílások kialakítására is, ez költségnövelő tényezőként jelentkezik.

*Szabadidő, sport funkciók:* A szabadidős tevékenységek változatosságából következik, hogy a funkció változatos térformákat igényel. Ezt legolcsóbban, szerkezeti változtatás nélkül leginkább összetett alaprajzi rendszerben lehet megvalósítani. Az irodalomból ismert példák és a feldolgozott duisburgi Thyssen kohómű 41. ábra) elemzése alapján elmondható, hogy egykori ipari épületeket általában egyszerűen, viszonylag alacsony összegek ráfordításával alakíthatók át szabadidős vagy sport célokra.

*Vegyes hasznosítás* esetén lehetőség van szerkezeti és gazdasági szempontból is optimális használat megvalósítására. A régi ipari épületek csoportját új épülettel egészíthetik ki, mint például a bécsi Gasometer esetén. Az új épület alkalmas arra, hogy speciális térigényű, vagy egyéb követelmények miatt jelentős beavatkozást igénylő funkciót helyezzenek el benne. Vegyes funkciójú a budapesti Riverloft, ahol lakásokat, irodákat és kereskedelmi egységeket helyeztek el. A hamburgi Markthalle-ban elsősorban kulturális, előadás jellegű funkciók találhatók, emellett kiállítótereket, hangstúdiót is találhatunk itt.

| Beavatkozások vizsgálati mátrixa             | I. | II.     | III.    | IV | V.  | A       | B     |
|----------------------------------------------|----|---------|---------|----|-----|---------|-------|
| Épület elhelyezkedése, környezete            |    |         |         |    |     |         |       |
| Belső zóna                                   |    |         | e,n,p   | i  | a   | n       | a,e   |
| Átmeneti zóna                                |    | h,c,j,k | b,f,g,l |    |     | b,j,l   | b     |
| Külső zóna                                   | d  | m*      |         |    | o   | o       | b     |
| Az épület történeti, építészeti értéke       |    |         |         |    |     |         |       |
| Műemlék (védett)                             | d  | k,m     | f,g,n   |    |     | n       |       |
| Nem műemlék – tört. vagy építészeti értékkel |    | c,j     | b,e,l   | i  | a,o | b,j,l,o | b,a,e |
| Nincs kiemelkedő történeti, építészeti érték |    | h       | p       |    |     |         |       |
| Az épület alaprajzi rendszere                |    |         |         |    |     |         |       |
| Földszintes egytengelyű (x)                  | d  | c,j     | g       | i  |     |         |       |
| Földszintes kéttengelyű (x; y)               |    |         | b       |    |     | b       | b     |
| Többszintes egytengelyű (x; z)               |    | k,j     | e,l,n   |    | a   | j,l,n   | a,b,e |
| Többszintes kéttengelyű (x; y; z)            |    |         | p       |    |     |         |       |
| Speciális                                    |    |         | f       |    | o   | o       |       |
| Összetett                                    |    | h,m     |         |    |     |         |       |
| Funkciócsoport                               |    |         |         |    |     |         |       |
| Lakófunkció                                  |    |         | b       |    | a   | b       | a,b   |
| Ipar, raktározás                             | d  | c       |         |    |     |         |       |
| Iroda                                        |    |         | e,f     |    |     |         | e     |
| Kereskedelem, szolgáltatás                   |    | h       | g       | i  |     |         |       |
| Kulturális – kiállítás                       |    | j       |         |    |     | j       |       |
| Kulturális – előadás                         |    | k       |         |    |     |         |       |
| Kulturális – oktatás                         |    |         | l       |    |     | l       |       |
| Szabadidő, sport                             |    | m       |         |    |     |         |       |
| Vegyes                                       |    |         | n,p     |    | o   | n,o     |       |

24. táblázat – Egyes hazai és nemzetközi példák beavatkozási osztályba sorolása

(Az egyes mezőkben a példák betűjele látható)

**Lakófunkció:** **a)** Mill-Loft, Bp. 58. ábra; **b)** egykori Nordwolke területe, Delmenhorst (D);  
**Ipar, raktározás:** **c)** Go Metall fémmegmunkáló, Bp. 59. ábra; **d)** Öntőcsarnok, Sayn (D);  
**Iroda:** **e)** Dorottya-udvar, Bp. 35. ábra; **f)** MetaHaus, Berlin Leibnitzstr. (D), 34. ábra;  
**Kereskedelem, szolgáltatás:** **g)** Récsei Center, Bp. 60. ábra; **h)** Autókereskedés, szervíz (volt elektromos művek), Halle (D); **i)** Áruház, egykori posztómanufaktúra, Hatvan;  
**Kulturális funkciók:** **j)** MEO Galéria, Bp., 11. ábra; **k)** Villamos remiz, Frankfurt /M., Bockenheimer (D), 36. ábra; **l)** Felnőttképzési központ, Bécs (A), 40. ábra;  
**Szabadidő, sport:** **m)** Thyssen kohómű, Duisburg-Meiderich – \*külterület (D) 41. ábra;  
**Vegyes funkciók:** **n)** Riverloft (lakás, kereskedelem, iroda), Bp.; **o)** Gasometer, Bécs (A) 42. ábra; **p)** Die Markthalle, Hamburg (D).

A példákról bővebb információ a 6. Függelékben található

A megvizsgált adatok az épület-funkció elemzéshez hasonlóan mátrixba rendezhetők (24. táblázat). A táblázatos forma segít a beavatkozási osztályok és az épület tulajdonságai (elhelyezkedés, történeti, építészeti érték, alaprajzi rendszer), valamint a választott funkció közötti az összefüggések kimutatásában.



## 5. Megállapítások

### 5.1. A barnamezős területek megújulása

A barnamezős területek megújulásának befolyásoló tényezőit (épített és természetes környezet, közlekedés, szociológiai és gazdasági folyamatok), nem egy-egy telekre, hanem nagyobb barnamezős területekre, akár az egész városra összefogottan szükséges vizsgálni. Ezek a munkák megalapozhatják a további fejlődést befolyásoló szabályozási terveket. A barnamezők teljes területre kiterjedő megújulásához az önkormányzatok részéről szükség van tudatos irányításra, esetleg kiegészítő beruházásokra (pl. feltáró utak építése, korszerűsítése). Így elősegíthető, hogy ne maradjanak meg zárványként elhagyatott, hasznosítatlan területek. Egy átfogó vizsgálat alapján *értékesnek ítélt ipari épületek megőrzése szintén csak az önkormányzatok (és az Örökségvédelmi Hivatal) tudatos beavatkozásával biztosítható*. A főváros céljai között szerepel az átmeneti zónában a „történeti értéket képviselő ipartörténeti emlékek megtartása”, ehhez azonban szükséges lenne egy megelőző-előkészítő vizsgálat, az építmények nyilvántartása, értékelemzése.

A két kijelölt terület (Váci út 127-141., 169-177. és Váci út 160-168) vizsgálata igazolta, hogy belvároshoz közelebb eső területek hamarabb, nagyobb arányban újultak meg (Ongerth, 2003). Megfigyelhető azonban, hogy nem a belvárostól való fizikai távolság, hanem a megközelíthetőség (gépkocsival, tömegközlekedéssel) számít. A leghamarabb megújult területeken (Váci út 127-141) az épületeket lebontották, a Csavargyár esetén az ipari épületek újrahasznosítása átmenetinek tekinthető, a távolabbi tömbökben egyes ipari épületek hosszabb távú megőrzése, használata feltételezhető.

A Váci út mentén az önkormányzat részéről sem érzékelhető a szándék a történeti ipari épületek megtartására, nem készült részletes elemzés, értékfeltárás. *Az ipari örökség és a történeti érték itt nem jelentkezik értéknövelő tényezőként, megőrzése nem kap hangsúlyt*. Az épületek szennyezettségük, elavult állapotuk vagy a tervezett funkció befogadására kevésbé alkalmas szerkezeteik miatt lebontásra kerültek, vagy lebontásukat tervezik. *Az ipartörténeti, történeti vagy építészeti érték csak egyes esetekben jelentkezik, mint a fejlesztés lényeges eleme. Nem mutatható ki az értéknövelő szerepe (ami az épületek megtartását eredményezné) egyetlen összefüggő területen sem*, annak ellenére, hogy léteznek a Településszerkezeti Tervben ipartörténetileg védendő együttesek.

A kármentesítési technológiák irodalmának tanulmányozásával megállapítható, hogy a terület szennyezettségének nem kell szükségszerűen bontást eredményeznie. A területek kármentesítése in situ technikákkal vagy megfelelő ex situ technikákkal az épületek megtartásával is megvalósítható.

### 5.2. Az épület vizsgálata

A XIX. század második felének és a XX. század első felének ipari építészetét, az ipari építészettel foglalkozó irodalmát tanulmányozva meghatároztam a jellemző alaprajzi rendszer sémákat (25. táblázat). A csoportok kialakításánál lényeges szempont volt, hogy minden épület (rész) egyértelműen besorolható legyen. Császár (1978, pp.34-35) csoportosítása nem felelt meg ennek a követelménynek.

| Ipari épületek fő típusai (Császár, 1978)                    | Alaprajzi sémák a vizsgálatomban    |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Hossztengelyes, hosszényszög alakú egy- három hajós terek | 1. Földszintes, egytengelyű (x)     |
| 2. Egyszintes soktámaszos terek                              | 2. Földszintes, kéttengelyű (x, y)  |
|                                                              | 3. Többszintes egytengelyű (x, z)   |
| 3. Többszintes soktámaszos terek                             | 4. Többszintes, kéttengelyű (x,y,z) |
|                                                              | 5. Speciális terek                  |
| 4. Összetett típusú terek                                    | 6. Összetett                        |

25. táblázat – Ipari épületek csoportosításának összehasonlítása

A műszaki beavatkozások előkészítésénél alkalmazható épületdiagnosztikai eljárások összefoglalásából látható (3. táblázat), hogy az újrahasznosítás előtt álló ipari épületek szerkezeteinek vizsgálata (8, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 22. táblázatok) lényegében nem különbözik a lakó- és középületek diagnosztikájától. A szerkezetek jellegéből adódik, hogy nagyobb szerepet kap a fémek vizsgálata.

Az épületek építészeti vagy történeti értéke közvetlenül is befolyásolhatja az épület sorsát, mind a funkcióválasztásnál, mind a műszaki beavatkozások tervezésénél. Az építészeti-történeti érték szerepel a műemlék definíciójában. A műemléki védetség megfelelő támogatási rendszer nélkül negatívan befolyásolhatja a beruházók, tervezők döntéseit. A másik oldalon a védett épületek felújítására adható támogatások, valamint egy műemlék birtoklásának, használatának presztízs-értéke tudja ellensúlyozni a hátrányokat.

Az újrahasznosításra vonatkozó döntéshez szükséges műszaki-építészeti-urbanisztikai adatokat a területre és az épületre irányuló vizsgálatok szolgáltatják. Ezek az információk négy csoportba sorolhatók: a terület urbanisztikai jellemzői, a terület szennyezettsége, az épület építészeti, történeti értéke valamint műszaki jellemzői. A Függelékben bemutatott adatlap alkalmas mindezen információk összegyűjtésére és rendszerezésére.

### 5.3. Az ipari épületek funkcióváltása

Kutatásom során a nemzetközi és hazai újrahasznosítási esettanulmányok funkcióelemzésének vizsgálatából kiderült (4. táblázat), hogy *általában egyetlen funkció sem zárható ki egy ipari épület megújítása esetén*, hiszen az általánosan elterjedt ipari-raktározási-kereskedelmi hasznosítás mellett nem ritka a lakó-irodai-kulturális (ezen belül jellemzően kiállítási, de van előadási, oktatási létesítmény is) funkció, és van példa sport, egészségügyi, szakrális funkció elhelyezésére is. Az épület alaprajzi rendszere nem kizáró ok egyetlen funkció esetén sem.



A kidolgozott vizsgálati módszer és az alkalmazásával nyert tapasztalatok alapján elkészíthető volt egy sematikus épület-funkció megfelelési mátrix (26. táblázat). Az egyes példákat mind elhelyeztem a 26. táblázatban, ennek összesítése látható a 27. táblázatban. A megfigyelések és a példák elemzése alapján a következő következtetéseket lehetett levonni a funkcióváltással újrahasznosított egykori ipari épületek elhelyezkedésére, az épületek kiválasztásának szempontjaira vonatkozóan:

| Funkció-épület megfelelés:                                                                |             |                  |       |                            |                        |                      |                      |                  |        |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------|-------|----------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|------------------|--------|-------|
| Adott épület-jellemzők és a leendő funkció összefüggése.                                  |             |                  |       |                            |                        |                      |                      |                  |        |       |
| Jelmagyarázat:<br>■: jól alkalmazható<br>□: alkalmazható<br>x: feltételekkel alkalmazható |             |                  |       |                            |                        |                      |                      |                  |        |       |
|                                                                                           | Lakófunkció | Ipar, raktározás | Iroda | Kereskedelem, szolgáltatás | Kulturális - kiállítás | Kulturális - előadás | Kulturális – oktatás | Szabadidő, sport | Vegyes | Egyéb |
| Épület környezete                                                                         |             |                  |       |                            |                        |                      |                      |                  |        |       |
| Belső zóna                                                                                | ■           |                  | □     |                            | ■                      | ■                    | ■                    |                  | □      | □     |
| Átmeneti zóna                                                                             | ■           | ■                | ■     | □                          | x                      | x                    | x                    | ■                | ■      | □     |
| Külső zóna                                                                                | □           | □                | □     | ■                          |                        |                      |                      | ■                | □      | □     |
| Az épület jellege, történeti, építészeti értéke                                           |             |                  |       |                            |                        |                      |                      |                  |        |       |
| Műemlék (védett) – történeti, építészeti érték                                            | □           |                  | □     | x                          | ■                      | ■                    | □                    |                  | □      | □     |
| Nem műemlék – történeti, építészeti értékkel                                              | ■           | ■                | □     | □                          | ■                      | ■                    | ■                    |                  | □      | □     |
| Nincs kiemelkedő történeti, építészeti érték                                              |             |                  | □     | ■                          |                        |                      |                      | ■                | ■      | □     |
| Az épület alaprajzi rendszere, mérete                                                     |             |                  |       |                            |                        |                      |                      |                  |        |       |
| Földszintes, egytengelyű (x)                                                              | □           | □                | x     | ■                          | □                      | ■                    |                      | ■                |        | □     |
| Földszintes kéttengelyű (x; y)                                                            | x           | □                | x     | ■                          | ■                      |                      | x                    | □                | x      | □     |
| Többszintes egytengelyű (x; z)                                                            | ■           | ■                | ■     | □                          | □                      |                      | ■                    | □                | □      | □     |
| Többszintes kéttengelyű (x; y; z)                                                         | x           | x                | ■     | ■                          | x                      |                      | x                    | x                | □      | □     |
| Speciális                                                                                 | x           | x                | x     | x                          | x                      | x                    | x                    | x                | x      | x     |
| Összetett                                                                                 |             |                  |       | □                          | □                      | x                    | ■                    |                  | ■      | □     |
| Tulajdonos, projektgazda                                                                  |             |                  |       |                            |                        |                      |                      |                  |        |       |
| Magán                                                                                     | ■           | ■                | ■     | ■                          |                        |                      | □                    | ■                | ■      | □     |
| Állami, önkormányzati                                                                     | □           | □                |       | □                          | ■                      | ■                    | ■                    | □                | □      | □     |
| PPP, állami támogatású projekt                                                            |             |                  |       |                            | ■                      | ■                    | ■                    | ■                |        |       |

26. táblázat – Az épület-funkció megfelelési mátrix

- Általában az átmeneti zónában található ipari épületeket újrahasznosításával találkoztam, a példák 49%-a ide tartozik.
- Gyakori a kiemelkedő építészeti, történeti érték nélküli épületek funkcióváltása (29%).
- A vártnál nagyobb arányú műemlék hasznosítás a Nyugat-európai példák miatt adódott, Magyarországon viszonylag kevés a műemléki védetség alatt álló ipari épület.
- A feldolgozott példák között kiemelkedően magas a többszintes (52,3%, ebből 34,6% a többszintes egytengelyű) épület. A vártnál kevesebb a kéttengelyű épület hasznosítását bemutató példa, ez a kiállítási és a kereskedelmi funkció esetén hangsúlyos.

- Legalacsonyabb a tisztán állami beruházás, míg legmagasabb a magán- és állami tőke összefogásával (civil-, támogatott vagy PPP projektek) finanszírozott újrahasznosítás. Ennek oka, hogy a feldolgozott Nyugat-európai példák döntően támogatott műemlék-hasznosítások voltak. Ez azt a feltételezést támasztja alá, hogy az egykori ipari épületek megőrzésében lényeges elem az állami szerepvállalás – egy megfelelően előkészített támogatási rendszer elősegíthetné az épületek újrahasznosítással történő megtartását, eszközt teremthetne a megújulási folyamatok irányítására.

| Épület-funkció megfelelés:<br><br>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 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 jellege, történeti, építészeti értéke                                                            |             |                  |       |                            |                        |                      |                      |                  |        |       |          |
| Műemlék (védtett) – 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, mérete                                                                      |             |                  |       |                            |                        |                      |                      |                  |        |       |          |
| 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     | 0        |

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

#### 5.4. Műszaki beavatkozások az újrahasznosítás során

Az ipari épületeket, valamint az ipari építészet és az épületszerkezettan irodalmát tanulmányozva megállapítható, hogy az alkalmazott építőanyagok és épületszerkezetek egy részét (esetenként bizonyos késleltetéssel) a lakóépületeknél is használták – ilyen például a poroszsüveg boltozat, vagy a vasbeton pillérváz. A szabadabb térhasználatot biztosító nagyfeszítávú csarnokszerkezetek, vagy az oszlopokkal-pillérekkel alátámasztott tetők,

födémek az ipari építészet jellegzetes megoldásai – de találhatunk példát kereskedelmi és közlekedési épületekben, később más középületekben való alkalmazásukra is.

Az ipari épületek újrahasznosításával járó átépítésnél, felújításnál alkalmazható anyagok értékeléséből is látszik (9, 11, 15, 17, 19, 21, 23 táblázatok, 5. Függelék): az ökológiai és a költségjellemzők között nincs feltétlenül összefüggés. A hosszú távú globális haszon ma még jellemzően nem része a gazdaságossági számításoknak. Ennél fogva a beruházók, kivitelezők még kevéssé látják egyéni érdeküket a környezetbarát anyagok, környezetkímélő technológiák alkalmazásában.

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

| Újrahasznosított ipari épületeken végzett beavatkozások vizsgálati mátrixa | I. | II. | III. | IV. | V. | A  | B | $\Sigma$ |
|----------------------------------------------------------------------------|----|-----|------|-----|----|----|---|----------|
| Épület környezete                                                          |    |     |      |     |    |    |   |          |
| 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       |
| Az épület jellege, történeti, építészeti értéke                            |    |     |      |     |    |    |   |          |
| Műemlék (védelem)                                                          | 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       |
| Az épület alaprajzi rendszere, mérete                                      |    |     |      |     |    |    |   |          |
| 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       |
| Funkciócsoport                                                             |    |     |      |     |    |    |   |          |
| 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        |
| Összesen                                                                   | 10 | 35  | 34   | 14  | 7  | 11 | 9 |          |

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

A megvalósult projektek elemzése alapján lehetővé vált a szerkezetek hibaosztályához (Neddermann, 2005) hasonlóan a teljes épületre, épület csoportra vonatkoztatott beavatkozási osztályok definiálása (4.7.1. pont). A példák vizsgálata alapján az egyes városszerkezeti helyekhez, az épület történeti, építészeti jellegéhez, alaprajzi rendszeréhez és a funkció-csoportokhoz jellemzően társuló felújítási, átépítési igény szintén táblázatban összefoglalható (28. táblázat).

Az esettanulmányok összesítése alapján (25. táblázat) következtetéseket lehet levonni a szükséges beavatkozások és az épület egyes jellemzői közötti összefüggésről:

- Megfigyelhető, hogy az épületek elhelyezkedése a belső és átmeneti zóna esetén az alkalmazott építési munkák léptékét nem befolyásolta, a II. és III. beavatkozási osztály a legjellemzőbb. A külső zónában általában kisebb beavatkozás történt (I. és II. beavatkozási osztály). Mindhárom városszerkezeti zónában volt példa a tartószerkezetet jelentősen érintő (V. beavatkozási osztály) újrahasznosításra.
- Az épületek védettsége, építészeti, történeti értéke, hasonlóan a városszerkezeti helyzethez, számottevően nem befolyásolta az elvégzett beavatkozások mértékét.
- Hozzáépítésre a lakó, irodai, kulturális, szabadidős és vegyes funkciók esetén is volt példa, még részleges bontást leginkább a lakófunkciónál végeztek. Részleges bontás az összes városszerkezeti zónában történt, de hozzáépítés leginkább az átmeneti zónára jellemző.
- 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, leginkább ipari funkció esetén volt lehetőség. Az I. beavatkozási osztályba sorolható újrahasznosítások jellemzően egytengelyű (földszintes és többszintes) épületekben valósult meg.
- Maximális, V. beavatkozási osztályba sorolható átépítést a lakó, irodai kereskedelmi és vegyes funkciók esetén végeztek. Kiállítási és ipari, raktározási épületek között a IV. beavatkozási osztály sem volt jellemző (a feldolgozott példák között egy sem volt ilyen).

## **6. Az értekezés új tudományos eredményei**

*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 meglevő városszerkezettel, és a városszerkezet tervezett fejlődésével. Ongerth (2003) tanulmányában a megújulás gyorsaságát a belvárostól való fizikai távolsággal hozza összefüggésbe. A kiválasztott területek vizsgálata során (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 belvárosból könnyebben, gyorsabban elérhető ipari területek megújulása gyorsabb. 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. (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 a 4.1. és 4.2. fejezet, az épületekre vonatkozó vizsgálatokat a 4.3. fejezet foglalja össze.

Azt, hogy lehetséges-e, érdemes-e a megőrzés, a következő műszaki-építészeti-urbanisztikai szempontok határozzák meg (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 (4.2. és 5.1. fejezet).
- 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 (4.5.10. fejezet: 4. táblázat, 5.3. fejezet: 23. és 24. táblázat, valamint Lepel 2006b, és 2006c) tartalmazza egyrészt azokat a

funkciócsoportokat, amelyek leírják az újrahasznosítás során lehetséges új funkciókat (2.5. fejezet), másrészt az épület egyes jellemzőit:

- az épület elhelyezkedését – három városszerkezeti zónát (4.1. fejezet);
- az épület történeti és építészeti értékét (4.3.3. fejezet);
- az épület alaprajzi rendszerét (4.3.1. fejezet);
- a beruházó személyét (tulajdonos, projektgazda).

A hazai és nemzetközi újrahasznosítási példák mátrixba rendezésével (24. táblázat) a következő eredményeket kaptam (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 területhasználatához, 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

$$MÉ = \alpha_O \times \ddot{O}J + \alpha_B \times BJ + \alpha_K \times KJ.$$

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 elemekben felhasználható építőanyagok értékeléséhez a 29. táblázatban látható szempontok és súlyozási rendszerek alkalmazhatók (3.6. és 4.6. fejezet, és Lepel,

2004). A különböző szerkezeti elemek javításánál használható építőanyagok jellemzőit a 9, 11, 15, 17, 19, 21, 23. táblázatokban 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<br>*: 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       | Létszámigény                    |                                                                                                          | 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 |

29. táblázat – Az építőanyagok értékelésének szempontjai és súlyszámai

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 (4.7. és 5.5. fejezet). A 21. táblázat tartalmazza egyrészt a beavatkozási osztályokat (4.7.1. fejezet) – ahol I. beavatkozási osztály jelöli a legkisebb, az V. beavatkozási osztály a legnagyobb mértékű beavatkozást – másrészt az újrahasznosítás következő jellemzőit:

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

A hazai és nemzetközi példák elhelyezhetők a mátrixban (21. és 25. 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 újrahasznosítások jellemzően egytengelyű (földszintes és többszintes) épületekben valósultak meg. Ez további magyarázattal szolgál a többszintes egytengelyű épületek újrahasznosításának magas arányára.



## **7. 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 újrahasznosítását elősegítő magyar nyelvű összefoglaló tanulmány.

Az értekezésben bemutatott módszereket és eredményeket az újrahasznosítási folyamat számos résztvevője (önkormányzatok, fejlesztők, pályázatot értékelő szakemberek, tervezők) alkalmazhatja. A barnamezős területek megújulási folyamatában leginkább a barnamezős területek vizsgálata, valamint a kármentesítés bemutatása az 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, újrahasznosítását, a folyamatok kontrollálását.

Ipartelepek és egyes épületek újrahasznosításának 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 újrahasznosításra 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 az újrahasznosításkor, és a fenntartható fejlődés szellemében új ipari épületek tervezésénél is célszerű figyelembe venni, gondolva a majdani újrahasznosíthatóságra.

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 tárgítja, és így az egykori ipari épületek továbbélésének esélyeit növeli.

## **8. 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 feldolgozása szükséges.

Az újrahasznosítást megelőző döntés támogatásához célszerű lenne létrehozni a kidolgozott adatlaphoz kapcsolható pontozási rendszert, amellyel egyértelműen meghatározható, hogy egy területet, épületet célszerű-e újrahasznosítani.

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. Elvégzett statisztikai elemzések és számítások alapján a beavatkozási osztályok mellé költséghatárok is rendelkezhetők.

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.

## **9. 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 iránymutatást és bátorítást. Köszönöm Józsa Zsuzsannának, Krähling Jánosnak, Mezős Tamásnak és Kiss Ritának a hasznos tanácsokat.

Köszönöm családomnak, hogy munkámban támogattak, bátorítottak.

## Ábrák, képek jegyzéke

1. ábra – A barnamezős területek használata (Barta, 2002 alapján) – 8. o.
2. ábra – A Ganz törzsgyár épülete (Bp. 2004) A Sched tető használatának jellegzetes példája – 11. o.
3. ábra – Hoefer Manufacturing Co., Freeport (Uhland, 1906 Tafel 8) Ipari épületek homlokzatának kialakítási példája – 11. o.
4. ábra – A Hamzsabégyi úti buszgarázs (Bp. 2004), ami 1941-ben a legnagyobb fesztávú héjszerkezetű csarnok volt. – 12. o.
5. ábra – A telefongyár épülete (Bp. 2004) – 13. o.
6. ábra – Vaskereső berendezés (www.hilti.hu, 2009.01.27.) – 15. o.
7. ábra – Alapszélesítés (Dulácska, 2008 p.117 alapján) – 18. o.
8. ábra – Falak, pillérek megerősítése (Dulácska, 2008 p.133) – 19. o.
9. ábra – Fafödém megerősítése vasbeton bordával (Dulácska, 2008 p.200) – 20. o.
10. ábra – Acélszelvények megerősítése (Dulácska, 2008 p.191) – 20. o.
11. ábra – MEÓ Galéria (Bp. 2003) – 23. o.
12. ábra – Az ipari épületek sorsa a funkcióvesztés után – 37. o.
13. ábra – Volt hajógyári épület, a magárahagyottság állapotában (Bp. 2005) – 38. o.
14. ábra – Mára lebontott épület a Váci úton (Bp. 2005) – 39. o.
15. ábra – Ipari épületek újrahasznosításának építészeti-műszaki kérdései – 41. o.
16. ábra – Budapest felosztása öt zónára (Városkutatás, 2003 p.6) – 42. o.
17. ábra – Légifotó a Metallochemiáról 2001-ben (forrás: Repét Kft.) – 44. o.
18. ábra – A tervezett területhasználat helyszínrajza (forrás: Vegyész Rt.) – 45. o.
19. ábra – Ideiglenesen hasznosított épület (Bp. 2005) – 45. o.
20. ábra – Archív fotó a Láng Gépgyárról (forrás: Angyalföldi Helytörténeti Múzeum gyűjteménye) – 46. o.
21. ábra – A Váci út 160-168. és 127-141. tömbök légifotón (forrás: XIII. ker. Főépítészeti hivatal) – 47. o.
22. ábra – Az egykori Csavargyár (forrás: Angyalföldi Helytörténeti Múzeum gyűjteménye) – 48. o.
23. ábra – Az egykori Eisele gépgyár műemléki védelem alatt álló csarnoka (Bp. 2005) – 50. o.
24. ábra – A kármentesítés folyamata – 51. o.
25. ábra – Ipari épületek jellemző alaprajzi rendszerei – 55. o.
26. ábra – Földszintes, egytengelyű épület (Uhland, 1902 Tafel 6.) – 55. o.
27. ábra – Földszintes, kéttengelyű épület, hosszhomlokzat (a), keresztmetszet (b), bütühomlokzat(c) (Uhland, 1899 p.12) – 56. o.
28. ábra – Többszintes, egytengelyű épület (Uhland, 1906 Tafel 2.) – 56. o.
29. ábra – Többszintes, többtengelyű épület shed lefedéssel (Utz, 1907 p.67) – 57. o.
30. ábra – Speciális alaprajzú épület, malátaszárító (Uhland, 1903 Tafel 4.) – 57. o.
31. ábra – Dreher Sörgyár (Bp., 2004) – 61. o.
32. ábra – Az egykori Ganz törzsgyár, ma Öntödei Múzeum (Bp., 2004) – 62. o.
33. ábra – Argentorwerke, most lakóház (Bécs, 2005) – 64. o.
34. ábra – Gewerbehof (Bécs, 2005) – 65. o.

- 35. ábra – Dorottya udvar, irodaház (Bp. 2003) – 66. o.
- 36. ábra – MetaHaus, egykori transzformátorház Berlin (Neuer Nutzen, 2005, p.9) – 67. o.
- 37. ábra – Bútoráruház (Bp., 2005) – 68. o.
- 38. ábra – Színház villamosremizből (Neuer Nutzen, 2005, p.16) – 69. o.
- 39. ábra – MEO Galéria (Bp., 2003) – 70. o.
- 40. ábra – Felnőttképzési központ (Bécs, 2005) – 71. o.
- 41. ábra – Thyssen kohómű, Duisburg-Meiderich (Neuer Nutzen, 2003 p. 22.) – 72. o.
- 42. ábra – Gasometer (Bécs, 2005) – 73. o.
- 43. ábra – Fa rostély (Der Bauconstructeur, 1890 Nr. 184.) – 77. o.
- 44. ábra – Fa mélyalapozás (Schmölcke, 1883 p.11) – 77. o.
- 45. ábra – Utólagos falszigetelés fémlemezzel ([www.izometal.hu/muszaki.htm](http://www.izometal.hu/muszaki.htm) 2009.01.27.) - 79. o.
- 46. ábra – Légréteggel kialakított üreges falazatok (Schmölcke, 1883 p.43) – 81. o.
- 47. ábra – Acélszerkezet (Der Bauconstructeur, 1890 Nr. 92.) – 82. o.
- 48. ábra – Falvarrás– 84. o.
- 49. ábra – Károsodott homlokzat Csepelen (Bp., 2003) – 86. o.
- 50. ábra – Vasalt beton födémkialakítások (Utz, 1907 p.39) – 89. o.
- 51. ábra – Poroszsüveg boltozatok felújítása– 91. o.
- 52. ábra – Új galéria- és lépcsőszerkezetek a MEO galériában (Bp. 2003) – 92. o.
- 53. ábra – Acél tetőszerkezetek (Utz, 1907 p.20) – 93. o.
- 54. ábra – Facement fedés (Skizzenbuch, 1890 Tafel 365.) – 94. o.
- 55. ábra – Ablak kialakítások (Utz, 1907 p.59) – 97. o.
- 56. ábra – Felülvilágító (Utz, 1907 p.23) – 98. o.
- 57. ábra – Tűzvédő burkolat acélszerkezeten (Haberstroh, 1907 p.91) – 100. o.
- 58. ábra – Gizella malom a tartószerkezet bontása közben (Bp., 2007) – 103. o.
- 59. ábra – Go Metall, belső kialakítás (Bp., 2003) – 104. o.
- 60. ábra – Récsei Center, belső kép (Bp., 2004) – 105. o.

### **Táblázatok jegyzéke**

- 1. táblázat – Az épületelemek hibáinak osztályozása – 14. o.
- 2. táblázat – Az épületek és szerkezeteik állapotának megállapítására irányuló módszerek rendszerezése – 14. o.
- 3. táblázat – Roncsolásmentes épületdiagnosztikai módszerek – 59. o.
- 4. táblázat – Példák a vizsgálati mátrix elemeire – 74. o.
- 5. táblázat – A beépítési jellemző számításának súlyszerkezetek – 76. o.
- 6. táblázat – A költségjellemző számításának súlyszerkezetek – 76. o.
- 7. táblázat – A minőségi értékelőszám számításának súlyszerkezetek – 76. o.
- 8. táblázat – Az alapozások vizsgálata, felújítása – 78. o.
- 9. táblázat – Az alapozás anyagainak értékelése – 79. o.
- 10. táblázat – Talajnedvesség és talajvíz elleni szigetelések vizsgálata, felújítása – 80. o.
- 11. táblázat – Talajnedvesség és talajvíz elleni szigetelések értékelése – 80. o.
- 12. táblázat – Függőleges teherhordó szerkezetek vizsgálata, felújítása – 83. o.

13. táblázat – Vázszerkezetek vizsgálatai, felújítása – 85. o.
14. táblázat – Homlokzatok vizsgálatai, felújítása – 85. o.
15. táblázat – Függőleges teherhordó és a csatlakozószervezetek anyagainak értékelése – 87. o.
16. táblázat – Vízszintes teherhordó szerkezetek és lépcsők vizsgálatai, felújítása – 90. o.
17. táblázat – Födémek anyagainak értékelése – 92. o.
18. táblázat – Tetőszerkezetek és fedések vizsgálatai, felújítása – 94. o.
19. táblázat – Tetőszerkezetek és fedések értékelése – 95. o.
20. táblázat – Nyílászárók vizsgálatai, felújítása – 98. o.
21. táblázat – Nyílászárók értékelése – 99. o.
22. táblázat – Belső felületképzések és válaszfalak vizsgálatai, felújítása – 100. o.
23. táblázat – Belsőépítészeti anyagok értékelése – 102. o.
24. táblázat – Egyes hazai és nemzetközi példák beavatkozási osztályba sorolása – 107. o.
25. táblázat – Ipari épületek csoportosításának összehasonlítása – 109. o.
26. táblázat – Az épület-funkció megfelelési mátrix – 110. o.
27. táblázat – Az ismert hazai és nemzetközi példák épület-funkció szerinti besorolása – 111. o.
28. táblázat – A ismert hazai és nemzetközi példák beavatkozási osztályba sorolása – 112. o.
29. táblázat – Az építőanyagok értékelésének szempontjai – 117. o.

## Felhasznált irodalom

- Adams et al., 2000** – Adams, D., Disberry, A., Hutchinson, N., Munjoma, T.: Mind the gap? Taxes, subsidies and the behaviour of brownfield owners. Land Use Policy 17 (2000) pp.135-145
- Ágostháziné et al., 2000** – Ágostháziné Eördögh É., Gilyén N., Haszmann I., Tóth E.: Épületdiagnosztika. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 2000.
- Alker et al., 2000** – Alker, S., Barrett, P., Clayton, D., Jones, G., Joy, V., Roberts, P.: Delivering Regeneration: A Brownfield Renaissance, Urban Mines Ltd., Halifax, 2000.
- Almássy, 2001** – Almássy E.: Rejtett érték, amire vigyázni kell Egy jogszabály, és a mi mögötte van, Budapest, Környezetvédelmi Minisztérium, 2001.
- Almássy, 2002** – Almássy E.: Országos Környezeti Kármentesítési Program Tájékoztató, Budapest, Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, 2002.
- Arató–Dulácska, 1994** – Arató A., Dulácska E.: Épületek teherhordó szerkezeteinek diagnosztikája (egyetemi segédlet). Budapest, BME, Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék, 1994.
- Bajza, 2003** – Bajza J.: Szemrevételezéses épületdiagnosztika, Terc Kft., Budapest, 2003.
- Balázs–Tóth, 1997** – Balázs Gy., Tóth E.: Beton és vasbeton szerkezetek diagnosztikája Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1997-1998.
- 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
- Bartus et al., 2003** – Bartus T., Gálos M., Gerencsér T., Gilyén E., Simon M. P., Szabó I., Tóth I.: Kármentesítési útmutató 5., Kármentesítési beruházások műszaki ellenőrzése, Budapest, Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, 2003.
- Berend, 1972** – Berend T. I.: A magyar gazdaság száz éve Budapest, Kossuth Kiadó, 1972.

- Berend, 1985a** – Berend T. I.: A tőkés gazdaság története Magyarországon 1848-1944 Budapest, Tankönyvkiadó, 1985.
- Berend, 1985b** – Berend T. I.: A szocialista gazdaság fejlődése Magyarországon 1945-1975 Budapest, Tankönyvkiadó, 1985.
- Blum–Girkes, 2004** – Blum, M., Girkes, A.: Feuerresistenz durch Überdimensionierung in Jahrbuch 2004 Bautechnik pp. 218-234. VDI-Verlag GmbH. Düsseldorf 2004.
- Bonaiuto, 1993** – Bonaiuto, P., Giannini, A.M., Bonaiuto, M.: Épületek képeit felépítő mentális sémák, Pszichológia, 13 (1993) 4 pp. 459-506
- Böhning, 2002** – Böhning, J.: Altbau modernisierung im Detail – Konstruktionsempfehlungen. Rudolf Müller, Köln, 2002.
- Bryan, 1999** – Bryan, M.: Financing brownfields redevelopment. American City and County (1999) May p.8
- Budapest TSZT, 2003** – Budapest Főváros Városépítési Tervező Kft.: Budapest Településszerkezeti Terve (Egyeztetési dokumentáció). Budapest, 2003.
- Buff, 1923** – Buff, C. T.: Werstattbau Anordnung, Gestaltung und Einrichtung von Werkanlagen nach Massgabe der Betriebserfordernisse. Zweite Auflage, Berlin, Verlag von Julius Springer, 1923.
- Crozier, 2001** – Crozier, R.: Pszichológia és design, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest 2001.
- Császár, 1978** – Császár L.: Korai vas és vasbeton építészeti Budapest, Műszaki Kvk., 1978.
- Császár, 1992** – Császár L. (szerk): A magyar építőmesterség történetének kisenciklopédiája. Budapest, ÉTK, 1992.
- Dános–Hir, 1980** – Szerk.: Dános Gy. – Hir A.: Tatarozási zsebkönyv. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1980.
- Der Bauconstructeur, 1890** – Verein an der k. k. technischen Hochschule in Wien A. Hochbau I. (Prof. August Prokop): Der Bauconstructeur, Wien, 1890.
- De Sousa, 2003** – De Sousa, C. A.: Turning brownfields into green space in the City of Toronto. Landscape and Urban Planning, 62 (2003) 4 pp. 181-198
- Déry, 2000** – Déry A.: Történeti anyagtan. Budapest, TERC Kft., 2000.
- Déry, 2002** – Déry A.: Történeti szerkezettan. Budapest, TERC Kft., 2002.
- Diem, 1985** – Diem, P.: Roncsolásmentes vizsgálati módszerek az építőiparban, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985.
- Dócsné, 2002** – Dócsné Balogh Zs.: Kármentesítési útmutató 4., A költség-haszon, a költség-hatékonyság és értékelemzés alkalmazása a kármentés során, Budapest, Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, 2002.
- Dulácska, 2008** – Dulácska E. (szerk): Épületek tartószerkezeteinek diagnosztikája és rekonstrukciója (Jegyzet építészmérnök hallgatók részére). Budapest, BME Építészmérnöki Kar Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék, 2008.
- Dúll, 1995** – Dúll A.: Az otthon környezetpszichológiai aspektusai, Magyar Pszichológiai Szemle, 35 (1995) 5-6 pp. 345-377
- Dúll, 1997** – Dúll A.: A fény - pszichológiai megvilágításban, Építés Felújítás, (1997) pp. 20-22.
- Dúll–Urbán, 1997** – Dúll A., Urbán R.: Az épített környezet konnotatív jelentésének vizsgálata: módszertani megfontolások, Pszichológia, 17 (1997) 2 pp. 151-179.
- Ebert, 1996** – Ebert, W.: Kathedralen der Arbeit historische Industriearchitektur in Deutschland, Wasmuth, Tübingen 1996.
- Erő, 2004** – Erő Z.: Ipari Örökség megőrzésének lehetőségei Budapesten, in: A budapesti barnaövezet megújulási esélyei, MTA Társadalomkutató Központ, Budapest, 2004. pp. 201-220
- FÖK, 2005** – [www.foek.hu/korkep/epanyag/5-0-.html](http://www.foek.hu/korkep/epanyag/5-0-.html), 2005.

- Grunewald–Onken, 2004** – Grunewald, D.; Onken, P. Verstärkung von Massivbauteilen mit Faserverbundwerkstoffen In: Jahrbuch 2004 Bautechnik pp. 193-203. VDI-Verlag GmbH. Düsseldorf 2004. pp. 193-203
- Gunkler, 2000** – Gunkler, E.: Risse in Betonbauteilen in FAS – Schriftenreihe – Heft 11 Schäden an Bauwerken von der Diagnostik bis zur Instandsetzung in Theorie und Praxis pp. 315-332. Verlag Bauwesen Berlin, 2000.
- Haberstroh et al., 1907** – Haberstroh H., Görts E., Weidlich E., Dr. Stegemann R.: Anlagen von Fabriken (Teubners Handbücher für Handel und Gewerbe), Druck und Verlag B. G. Teubner, Leipzig, 1907.
- Haß et al., 1996** – Haß, N. M.A., Dr. Konerding, V., Fernandéz, L. M., Hinrichs, H., Lau, S., Lorenz, G., Mantlik, M., Scheunemann, H.: Studie zu gewerblich genutzten und gesetzlich geschützten Denkmälern in Hamburg. Freie und Hansestadt Hamburg Kulturbehörde / Denkmalschutzamt, Jones Lang Wootton GmbH, Hamburg, 1996.
- Holahan, 1982a** – Holahan, C. J. (1982): A környezeti megismerése: környezeti kogníció, In: Dr Dúll Andrea (szerk.): Szöveggyűjtemény a környezetpszichológia tanulmányozásához, ELTE, 1998.
- Holahan, 1982b** – Holahan, C. J. (1982): Környezeti attitűdök, In: Dr Dúll Andrea (szerk.): Szöveggyűjtemény a környezetpszichológia tanulmányozásához, ELTE, 1998.
- 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.
- Kalmár, 1987** – Kalmár M., H. Sipos E.: Tizenkilenc csepeli ipari épület építészettörténeti szempontból történő minősítése, BME Építészettörténeti és Elméleti Intézet, Budapest, 1987.
- Kasner, 2000** – Kasner R.: Altbauten – Beurteilen, Bewerten, Frauenhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2000.
- Kay–Barton, 1999** – Kay, W. F. Jr., P. E., Barton, E. C.: Brass factory to regional mall: a model brownfield. Practice Periodical of Hazardous Toxic and Radioactive Waste Management 3 (1999) 2 pp. 83-87.
- Keresztély, 2004** – Keresztély K.: Ipari épületek kulturális célú hasznosítása Budapesten, in: A budapesti barnaövezet megújulási esélyei, MTA Társadalomkutató Központ, Budapest, 2004. pp.221-236
- Kolbitsch, 1991** – Kolbitsch, A.: Altbauusanierung Aktuelle Fragen der Bautechnik Institut f. Hohbau u. Industriebau, TU Wien 1991.
- Kolbitsch, 2000** – Kolbitsch, A.: Probleme der Decken- und Gewölbesanierung in FAS – Schriftenreihe – Heft 11 Schäden an Bauwerken von der Diagnostik bis zur Instandsetzung in Theorie und Praxis pp. 5-18. Verlag Bauwesen Berlin, 2000.
- Koppány, 1997** – Koppány A. (szerk.): Épületszerkezetek morfológiai rendszere Széchenyi István Főiskola, Győr, 1997.
- Koppány, 2000** – Koppány A.: Épületdiagnosztika - építési hibák - épületpatológia, Magyar Építőipar, 2000 11-12
- Kotsis, 1945** – Kotsis E.: Épületszerkezettan Egyetemi Nyoda, Budapest 1945.
- KÖH, 2007** – [http://www.koh.hu/index.php?url=all.php&\\_mp=muemlekvedelem&\\_amp=mnyily](http://www.koh.hu/index.php?url=all.php&_mp=muemlekvedelem&_amp=mnyily), 2007. augusztus
- Künzel, 2002** – Künzel, H.: Außenputzsysteme mit speziellen Qualifikationen: Wärmeschutz – Feuchteschutz – Rissenvermeidung in Schriftenreihe – Heft 13 Qualität und – Bewertung in der Bauwerkssanierung pp.227-236. Verlag Bauwesen, Berlin, 2002.
- Lange–McNeil, 2004a** – Lange, D., McNeil, S.: Clean it and they will come? Defining successful brownfield development. Journal of Urban Planning and Development ASCE 130 (2004) 2 pp. 101-108

- Lange–McNeil, 2004b** – Lange, D. A., McNeil, S.: Brownfield development: Tools for stewardship. *Journal of Urban Planning and Development ASCE* 130 (2004) 2 pp. 109-116
- Lázár, 2004** – Lázár A. (szerk.): Munkahelyek építészte. Budapest, B+V Lap- és Kvk., 2004.
- Leon, 2003** – Leon, H.: Squeezing green out of brownfield development. *National Real Estate Investor* 45 (2003) p. 6
- Moore, 2002** – Moore, N. M.: From indigenous industry to foreign finance: the changing face of Dublin Docklands. *Land Use Policy* 19 (2002) 4
- MTT, 2006** – [http://www.mtt.bme.hu/oktatas/segedanyagok/anyagszerkezetan\\_es\\_anyagvizsgalat/gyakorlati\\_segedletek/kemenysegmeres.pdf](http://www.mtt.bme.hu/oktatas/segedanyagok/anyagszerkezetan_es_anyagvizsgalat/gyakorlati_segedletek/kemenysegmeres.pdf), 2006. október
- Myers–Wyatt, 2004** – Myers, D., Wyatt, P.: Rethinking urban capacity: identifying and appraising vacant buildings. *Building Research and Information* 32 (2004) 4
- Nagy–Bónis, 1975** – Nagy L., Bónis Gy.: Budapest története a török kiűzésétől a márciusi forradalomig Budapest, Akadémiai Kiadó, 1975.
- Neddermann, 2005** – Neddermann, R.: Kostenermittlung im Altbau Aktuelle Baupreise, Rechtliche Grundlagen, Technische Beurteilung 3. Auflage Werner Verlag, 2005.
- Németh, 2003** – Dr. Németh T. (főszerk.): Kármentesítési kézikönyv 4., Kármentesítési technológiák, Budapest, Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, 2003.
- Neuer Nutzen, 2003** – Neuer Nutzen in alten Industriebauten, Vereinigung der Landesdenkmalpfleger in der Bundesrepublik Deutschland, Arbeitsgruppe Industriedenkmalpflege, 2003.
- Ongerth, 2003** – Témavezető: Ongerth R.: Javaslat Budapest rozsdáövezetének rehabilitációs koncepciójára. Budapest, Studio Metropolitana Kht., Ecorys Magyarország Kft. 2003.
- OTÉK** – Országos Településrendezési és Építési Követelmények (OTÉK). 253/1997. (XII.20.) Kormányrendelet, 108.§.
- Pamer, 2001** – Pamer N.: Magyar építészet a két világháború között (második kiadás) Budapest, Terc kiadó, 2001.
- Preisich, 1960** – Preisich G.: Budapest városépítésének története I-III. Budapest, Műszaki Kvk., 1960-1969.
- Preisich, 1998** – Preisich G. (szerk.): Budapest városépítésének története 1945-1990 Tanulmányok Budapest, Műszaki Kvk. 1998.
- Rados, 1967** – Rados K.: Ipari épületek tervezése3. lényegesen átd. kiad. - Budapest, Tankvk., 1967.
- Rados, 1975** – Rados J.: Magyar Építészettörténet (harmadik kiadás) Budapest, Műszaki Kvk., 1975.
- Repét, 2004** – Repét Kft.: Budapest, XXII. kerület Metallochemia telephely és környéke környezetvédelmi műszaki beavatkozás, Tenderterv, Budapest, 2004.
- Reul, 2001** – Reul H.: Handbuch Bautenschutz und Bausanierung: Schadensursachen, Diagnoseverfahren, Sanierungsmöglichkeiten, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG, Köln, 2001.
- Robinson et al., 2002** – Robinson, R. R., Lucas, S. R., Rasberry, G. G.: Watersbend: Appraising a Brownfield Redevelopment Project. *The Appraisal Journal* July (2002) pp. 309-317
- Salgat, 2000** – Salgat, K.: Brownfields present an alternative to urban sprawl. *The Business Journal* (Serving Greater Tampa Bay), Sept 8, 20 (2000) 37 p.10
- Schmölcke, 1883** – Schmölcke, J.: Handbuch für Hochbautechniker, Zweite Auflage. Holzminden, C. C. Müllersche Buchhandlung, 1883.
- Simlinger, 2000** – Simlinger, C.: Wirksamkeit und Dauerhaftigkeit von nachträglich eingebauten Horizontalabdichtungen in FAS – Schriftenreihe – Heft 11 Schäden an Bauwerken von der Diagnostik bis zur Instandsetzung in Theorie und Praxis pp. 229-244. Verlag Bauwesen Berlin, 2000.



- Simlinger, 2002** – Simlinger, C.: Erfolgskontrolle nachträglicher Massnahmen gegen aufsteigende Feuchtigkeit im Sanierungszeitraum 1980-1997 in Schriftenreihe – Heft 13 Qualität und –Bewertung in der Bauwerkssanierung pp. 141-152. Verlag Bauwesen, Berlin, 2002.
- Skizzenbuch, 1890** – Branchen-Ausgabe des Skizzenbuchs für den praktischen Maschinen-Constructeur: ein Hilfsbuch für Techniker, sowie für Schüler technischer Lehranstalten. Band 14. Dachconstructionen in Holz und Eisen und Eisenconstructionen. hrsg. von W. H. Uhland. Verlag Kühnemann, Dresden, 1890.
- Soóki-Tóth–Sütő, 2002** – Soóki-Tóth G., Sütő A. B.: Loft program, Ecorys Magyarország, Naos Consulting, Budapest, 2002.
- Stopp et al., 2000** – Stopp, H.; Strangfeld, P.; Toepel, T.: Erhaltenswerte Fassaden wärme/feuchteschutztechnisch schadensfrei Instandgesetzt in FAS – Schriftenreihe – Heft 11 Schäden an Bauwerken von der Diagnostik bis zur Instandsetzung in Theorie und Praxis pp. 95-112. Verlag Bauwesen Berlin, 2000.
- Szabó, 2008** – Szabó Z: Tartószerkezetek megerősítése Esettanulmányok. Muszasi Kft., Pécs, 2008.
- Szajkovics, 2003** – Szajkovics K.: Fenntartás-építési és felújítási technológiák, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2003.
- Szendrői, 1972** – Szendrői J.: Ipari építészetünk Budapest, BME, 1972.
- Szerényi et al., 2004** – Szerényi A., Szerényi I., Bársony I.: Épületek fenntartási, karbantartási és felújítási munkái, műemlékvédelem. Szega Books, Pécs, 2004.
- Terc, 2005** – Terc Kft: Viking Költségvetés Készítő Program. 2005.
- Tiesdell–Adams, 2004** – Tiesdell, S., Adams, D.: Design matters: major house builders and the design challenge of brownfield development context. Journal of Urban Design 9 (2004) 1 pp. 23-45.
- Tóth, 2001** – szerk: Tóth E: Épületfelújítási kézikönyv: Aktuális gyakorlati tanácsadó meghibásodásokról és helyreállítási módszerekről Verl. Dashöfer, Budapest, 2001.
- Törvény, 2001** – 2001. évi LXIV. Törvény a Kulturális Örökség Védelméről
- Uhland** – Uhland's Technische Rundschau (Handbuch für den practischen Maschinen-Constructeur). Leipzig, 1887-1912.
- Umnutzung, 1984** – AFB - Architektur und Forschung Braunschweig, LEG - Landesentwicklungsgesellschaft Nordrhein-Westfalen: Umnutzung von Fabriken: Übersicht u. Beispiele, Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes Nordrhein-Westfalen, Dortmund, 1984.
- Utz, 1907** – Utz L.: Moderne Fabrikanlagen, Uhlands technischer Verlag, Otto Politzky, Leipzig, 1907.
- Városkutatás, 2003** – Városkutatás Kft. (vezetésével működő stratégiai csoport): Budapest Városfejlesztési Koncepció (összefoglaló). Budapest, 2003.
- Watt, 1999** – Watt, D. S.: Building pathology Principles and practice (Épületpatológia, alapelvek és gyakorlat) Blackwell Science, Oxford, 1999.
- Wehdorn–Georgeacopol–Winischhofer, 1984** – Wehdorn, M., Georgeacopol-Winischhofer, U.: Baudenkmäler der Technik und Industrie in Österreich: Bd.1.: Wien-Niederösterreich-Burgenland, Verlag Böhlau, Wien, 1984.
- Wigger–Budermann, 2002** – Wigger, H.; Budermann, H. Qualität bei der Sanierung von Baudenkmalen in Schriftenreihe – Heft 13 Qualität und –Bewertung in der Bauwerkssanierung pp. 67-73. Verlag Bauwesen, Berlin, 2002.

### **Publikációim az értekezés témájában**

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 újrahasznosítása, 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