

A sűrű belvárosi beépítésben lévő historikus lakóépület korszerűsítés környezeti hatásának általános kérdései

General issues on the environmental impact of residential retrofitting

SZECSKÓ Heléna

okleveles építészmérnök, műemlék épületdiagnosztikai szakértő, épületszerkezeti szakértő,
Széchenyi István Egyetem Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskola,
9026 Győr, Egyetem tér1,
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem külsős óraadó,
Budapest, Műegyetem rkp. 3.

Abstract

Most of Budapest's downtown buildings were built at the turn of the century, their static condition is generally adequate, but from an energy point of view, the buildings are outdated. The energy renovation of hisstrorizing buildings can be realized with comprehensive thinking with a complex approach, where the return on modernization can also be examined from the point of view of the energy invested in the renovation. The aim of this study is to explore the general issues of environmental impact assessment of renovations.

Kivonat

A budapesti belvárosi épületek többsége a századfordulón épült, statikai állapotuk általában megfelelő, de energetikai szempontból az épületek elavultak. A historizáló épületek energetikai felújítása, komplex szemléletű átfogó gondolkodással valósítható meg, ahol a korszerűsítés megtérülése a felújításba beletett energia szempontjából is vizsgálható. Jelen tanulmány célja felújítások környezeti hatásvizsgálatának általános kérdéseinek feltárása.

1. BEVEZETÉS

A globális felmelegedés a föld légkörének átlagos hőmérsékletének az emelkedését jelenti, a folyamat a túlzott mértékű üvegház hatású gázok légkörbe kerülése miatt alakul ki. Az iparosodott világban a legnagyobb koncentrációval a CO₂ kerül kibocsájtásra, ezt a mennyiséget a bolygó biokapacitása már nem képes megkötni.

A globális környezeti problémák közé soroljuk az eutrofizációt, az ózonréteg elvékonyodását, energiaválságokat, hulladék felhalmozódás növekedését, a biodiverzitás csökkenésének jelenségét, az óceánok elsavasodását és a globális felmelegedést.

A környezettudatos szemlélet minden területen sürgető. Tanulmányok kimutatták, hogy a kibocsájtás jelentős része az épített környezethez köthető, a meglévő elavult épületállomány teljeskörű, épületburkot és épületgépészeti rendszereket is érintő felújítása a következő évtizedekben az építőipari szereplők, beruházók, mérnökök, projekt koordinátorok és kivitelezők elsődleges feladata lesz. A pazarlóan működő, leromlott, alacsony komforton működő épületek felújítása a belvárosi városszövet, lakóközösségek megújítását is eredményezi, az elnéptelenedett városrészek újra élővé válhatnak.

A célok eléréséhez a jogszabályi keretrendszer létrehozása, egységesítése és egyértelmű célok megfogalmazása szükséges, a hosszútávú felújítási stratégiák részeként 2050-re karbonsemleges épületállomány létrehozása az EU-s tagországok feladata. Jogharmonizáció keretében megújult a magyar szabályozás, az épületek energetikai épületek jellemzőinek meghatározásáról szóló 9/2023. (V. 25.) ÉKM rendelet alkalmazása kötelező érvényű [1]. Az 2024 márciusában az Európai Parlament által megszavazott EPBD (az épületek energiateljesítményéről szóló irányelv) frissítése miatt az LCA számítás az elkövetkező években uniós szabályozási követelménnyé válik, 2027-ben az 1000 m²-nél nagyobb épületek, 2030-ban pedig az összes épület esetében kötelezővé teszi a számítását [7].

A sűrű belvárosi épületállomány felújítása az egyik legnagyobb kihívást jelenti, komplex gondolkodást igényel. A historizáló épületállomány esetében a fő szerkezetinek élettartama, anyagminőség függvényében

70-150 évre tehető, az épületek elsődleges tartószerkezeti rendszerei jellemzően megfelelőek, az épületburok és gépészeti rendszerek korszerűtlenek el az évek folyamán. A legtöbb ma korszerűtlen, rossz lakóminőséget nyújtó, és emiatt gyakran használaton kívüli épület jó alapokkal fejleszthető.

A kidolgozott felújítási stratégiák közül a mély felújításokat támogathatóak leginkább, ahol a teljes határoló szerkezetben, falakban, zárófödémekben, talajon fekvő padlóban, nyílászárókban, tető térelhatároló szerkezeteiben és gépészeti rendszerekben érünk el kedvező változást. A mélyfelújítás olyan felújítás, amely a primerenergiaigény legalább 60 %-os csökkenését eredményezi azon legalacsonyabb energiahatékonyságú épületek esetében, amelyeknél műszakilag és gazdaságilag nem megvalósítható a kibocsátásmentes épületszabvány elérése. A mélyfelújítás történhet szakaszosan, ebben az esetben szakaszos mélyfelújításról beszélünk [2].

2. BEÉPÍTETT SZÉN

Európában az összes hulladék egyharmadát az építőipar termeli, és a kibocsátott szén-dioxid 36%-a szintén az építési szektorból származik. Az épületek fűtése-hűtése mellett már az építőanyagok gyártása során is óriási mennyiségű széndioxid keletkezik. Az építőanyagok széndioxid-igényes gyártásából kifolyólag az épületek CO₂-kibocsátásának fele már a használatbavétel előtt realizálódik. A historizáló épületek felújítása szükségszerű, a használati energia csökkentése mellett a felújítások során a beépített anyagokhoz köthető széndioxid csökkentése is fontos szempont. Tanulmányok szerint a beépített anyagokhoz köthető szén-dioxid várhatóan 2050-ig az új építkezések teljes szénlábnomának közel 50%-át teszi ki.

Az angol „embodied carbon” definíció az építési tevékenység során és az épített környezethez felhasznált anyagok által kibocsátott üvegházhatású gázok teljes hatását jelenti, ezt karbonlábnomnak is hívjuk. Ez tartalmazza az építőanyagok életciklusa során felszabaduló összes szén-dioxid-kibocsátást, beleértve a kitermelést, a feldolgozást, a gyártást, az épület üzembe helyezés előtti időszakában keletkező anyaggal összefüggő CO₂-t. A gyártásukhoz kapcsolódó energiaigényes folyamatok miatt egyes építőipari alapanyagok pl. cement, acél ismertek magas szén-dioxid-kibocsátásukról [3].

A termékek környezetvédelmi terméknnyilatkozata (EPD) értékes információkat ad az építési termékek környezeti hatásairól. A Környezetvédelmi Terméknnyilatkozatot a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (ISO) 14025 definíciója szerint egy III. típusú nyilatkozat, amely „számszerűsíti a termék életciklusára vonatkozó környezeti információkat, hogy lehetővé tegye az azonos funkciót betöltő termékek összehasonlítását” [10]. A beépített anyagokból származó szén-dioxidot globális felmelegedési potenciálként (GWP) számítják ki, és szén-dioxid egyenérték egységben (CO₂e) fejezik ki. A globális felmelegedési potenciál (GWP) meghatározása szerint "egy adott anyag egységnyi tömegű kibocsátását követő, egy választott időhorizonton felhalmozott sugárzási erősséget mérő index, a referenciaanyag, a szén-dioxid (CO₂) kibocsátásához viszonyítva". A GWP így az anyagok légkörben való eltérő tartózkodási idejének és a sugárzási kényszer okozásában való hatékonyságának együttes hatását mutatja [4].

3. BEÉPÍTETT SZÉN CSÖKKENTÉSÉNEK STRATÉGIÁI

A szén-dioxid-kibocsátás csökkentésére számos stratégia alkalmazható, beleértve az alacsony szén-dioxid-kibocsátású, szén-dioxid-semleges vagy akár szén-dioxid-tároló anyagok használatát. A legtöbb szén-dioxid-tároló anyag olyan növényi eredetű alapanyag (fa, kender, szalma, bambusz), amely a növekedése során megkötötte a szenet, mielőtt építőanyaggá alakítottuk volna. Az újrahasznált vagy újrahasznosított anyagok alkalmazása szintén csökkentheti a kibocsátás szintjét. A termékválasztás során a beépített anyag időtállósága is fontos szempont, a társasházak felújítása csak hosszútávon is igazolhatóan tartós megoldásokkal végezhető. Az építőanyagok környezeti hatásának minimalizálása érdekében különböző stratégiák valósíthatók meg, az anyagválasztás mellett, a hatékony gyártás, a szállítás optimalizálása, az épületek tervezése az anyaghatékonyság, a hulladékcsökkentés és a könnyű szétszerelhetőség figyelembevételével hozzájárulhat a szén-dioxid-kibocsátás további csökkentéséhez. [5].

Megfontolt tervezés, anyagválasztás és építésszervezés mellett a passzív tervezési stratégiák alkalmazása, például a jobb szigetelés és az épületek természetes fűnyt és szellőzést kihasználó tájolása, a megfelelő árnyékolás, az átmeneti terek kialakítása csökkentheti az energiaigényes, nagy szén-dioxid-kibocsátással járó gépészeti rendszerek szükségességét.

Az életciklus-hatások optimalizálásához legalább 60 éves időtartamban kell gondolkodni, ha az épület iránti igény nem fenntartható, célszerű a beruházást átgondolni, vagy olyan épületet kell tervezünk, amely nagymértékben adaptálható, vagy egy modulárisan szállítható.

- Új épület esetén az alapozás anyagigényének és módjának tudatos tervezése során, figyelembe kell venni a területi adottságokat, a beton CO₂ lábnyoma magas, az alapozási mód sokban függ az altaljai viszonyoktól, olyan alapozási módot kell választani, aminek az alapanyagtartalma a lehető legkisebb.
- Amennyiben a kínálat versenyképes törekedni kell a jobb környezeti teljesítményű termékek választására, a tudatos anyagválasztással az építéskor bevitt CO₂ mennyiségének csökkentésének hatékony módja.
- Határoló szerkezetek könnyűszerkezetes kialakításával, fa vagy favázis tartószerkezeti rendszer építésével elkerülhető a beton, vasbeton magas környezeti terhelésének hatása. Az innovatív építési módszerek, például a moduláris vagy előregyártott építési módok alkalmazása is csökkentheti az anyagfelhasználást. A felújítás során az anyag és építési technológia választása kulcsfontosságú.
- A tervezés során cél az épület formájának optimalizálása, tömegcsökkentésre való törekvés kompakt formák létrehozásával valósulhat meg. Általános szabály, hogy az egyszerű forma anyag és energiahatékonyabb. A négyzet alakú épületek építésére nincs minden esetben lehetőség, a benapozottság, a területkihasználás, a beépítési előírások, és funkcionális vagy a térelosztási követelmények korlátozzák a lehetőségeket.
- Az összetettebb épületforma több határoló felületet, több közlekedőt igényel, így magasabb az anyagigénye, ezáltal az építéssel bekerülő CO₂ mennyisége is. Az üzemeltetéshez szükséges energia mennyisége is mérsékelhető kompakt formatervezéssel, hiszen csökkenthető a lehülő felületek aránya és ennek következtében az épületburkolaton keresztüli energiavesztés is.
- Tervezés során törekedni kell a födémek, a burkolatok anyagfelhasználásának csökkentésére. A födémek nagy anyagigényük miatt jelentősen hozzájárulnak az épületekbe beépített CO₂ mennyiséghez. A födémek többek között szerkezeti, akusztikai és tűzállósági biztosítanak, az optimális méretezés tervezése elengedhetetlen, de a szerkezetek nettó vastagságának 10 cm-rel való csökkentése csökkenti az épület burkolatának magasságát, ezáltal a bevitt anyagmennyiséget. A lehülő felületek csökkentése révén üzemeltetéshez szükséges energia is megtakarítható.
- Flexibilis funkció esetén célszerű a mobil, vagy átépíthető válaszfalak használata, ezáltal növelhető a rendeltetéshez igazodó kihasználtság. Amennyiben az épület könnyen átépíthető, könnyebben igazodik a funkcionális változásokhoz, ezáltal időtállóbbá válik.
- Amennyiben a belsőépítészeti burkolatok vagy homlokzat anyaga elsősorban esztétikai funkciót lát el, megfontolandó a réteg elhagyása, vagy mérséklése. Ha a felületre elhelyezett szerkezetnek nincs akusztikai, energetikai vagy tűzvédelmi teljesítmény többlete, akkor az egész réteg eltávolítható. Az anyagmennyiségének csökkentése mellett a karbantartás egyszerűbbé válik.
- Az épületburok tervezése során hosszú élettartamú megoldásokat kell előnybe részesíteni, a tartós, megfelelő műszaki tulajdonságú anyagokba használata kevesebb cserét jelent, ami kevesebb szén-dioxid-kibocsátást, kevesebb keletkező hulladékot, alacsonyabb életciklus-költségeket eredményez.

A „carbon payback period” annak becslése, hogy mennyi időbe telik, amíg egy felújítási projekt kompenzálja az építése során kibocsátott üvegházhatású gázokat („szén-dioxid-költség”). Összehasonlító elemzéssel kimutatható, hogy mi történt ténylegesen, és mi történt volna a beavatkozás nélkül. Ezzel a megközelítéssel megbecsülhető, hogy mennyi idő alatt, térül meg az építésből származó szén-dioxid-kibocsátását [8].

Az épület felújításának értékeléséhez az alábbi számszerűsített adatokra van szükség:

- A felújítás során felhasznált anyagok mennyisége
- Energiafogyasztás a felújítás előtt és után, beleértve az energiaforrás-megosztást is.
- Az energetikai átalakításból származó beépített szén-dioxid mennyisége (kg CO₂e/m²)
- Az épület üzemeltetéséhez szükséges szén-dioxid-intenzitás (kg CO₂e/m²/évben) az átalakítás előtt és után
- Üzemeltetés megtakarítása, csökkentett szén-dioxid-intenzitás (kg CO₂e/m²/évben)
- A felújítással elérhető szén-dioxid-megtérülési idő (években)

4. LCA MÓDSZERTANA

Az adott beruházás környezeti hatáselemzése az építőiparban is elfogadott LCA - Life Cycle Assessment, Élet ciklus elemzőmódszertanával történhet. Szabványosított, tudományos alapú eszköz a hatások számszerűsítésére, a számíttással szemléltethetjük, hogyan befolyásolja az építési folyamat a környezetet. Az ISO 14040 szabvány szerinti megfogalmazása szerint „Az életciklus-elemzés az egy termékrendszerrel kapcsolatos be- és kimenetek, illetve a potenciális környezeti hatások összegyűjtése és értékelése a teljes életciklust figyelembe véve.” Az építőiparban alkalmazott LCA-nak keretet ad az, Az építési munkák fenntarthatósága, az épületek környezeti teljesítményének értékelése EN15978 szabvány, melyet minden elemzés elvégzésekor figyelembe kell venni (Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings) [9].

A magyar szabályozási környezetben irányelv áll rendelkezésre: Az életciklus-elemzés lehetséges módszerei és értékelési szempontjai (10_2022. ÉPMI) [10]

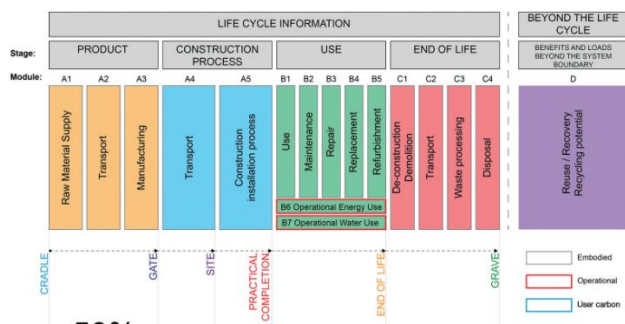
A szabvány szerint az építési termékek és épületek életciklusa négy (4) fő szakaszra osztható:

A1-A3 Termék szakasz: Magában foglalja a nyersanyagkitermelést, szállítást és a gyártási folyamatokat az energiaáramokkal és emissziókkal együtt. A4-A5 Építési folyamat Az építési termékek helyszínre szállítása és kivitelezési folyamat, energiát is igényel és hulladékképződéssel is jár.

B1-B7 Használat: Lefedi az épület/építési termék használatát, a karbantartást, javítást, cserét, felújítást. Az épület élettartama (50 év) alatt ezek a műveletek bizonyos időnként ismétlődnek (5, 10, 15 év). A használati fázisban jelentős környezetterhelést jelent az üzemeltetéshez szükséges energiafelhasználás és vízfogyasztás. A nettó zero energia igényű épületek létesítése nagy kihívás az ágazat számára.

C1-C4 Életút végi szakasz: Magában foglalja a bontást, szállítást, hulladékfeldolgozást és lerakást. Ez a szakasz porszennyezéssel és zajjal jár. A környezetterhelések csökkentése érdekében a bontott anyagok szelektív elkülönítése, helyszíni aprítási műveletek hozzájárulnak a visszaforgatáshoz és a lerakás minimalizálásához.

D Az épület életciklusán túli szakasz: Kívül esik a termék életciklusán, a rendszerhatáron kívül eső előnyök és terhelések szakasza, amely az újrahasznosítás, használat vagy energetikai célú hasznosítás. Ez a szakasz, a körforgásos megoldások számára nyújt új innovációs lehetőségeket. Potenciális haszon, ha már a tervezési fázisban a hulladék elkerülését megelőzzük.



Az LCA vizsgálat készítése 4 szakaszból áll [10]:

- Célkitűzés, tárgy meghatározása: a vizsgálat eredményessége a pontosan meghatározott célkitűzésen alapul, fontos leszögezni, hogy mit szeretnénk elérni a vizsgálatnál és milyen minőségű adatokra van szükséges ehhez
- Leltárelemzés: ebben a szakaszban készül el a vizsgált rendszer inputjainak és outputjainak a teljes életciklusra vagy egy szakaszára vonatkozó anyag, energia-felhasználási és kibocsátási (emisszió, hulladék) mérlege
- Hatásbecslés: leltárelemzés során meghatározott környezeti terhelések hatását ebben a szakaszban számszerűsítjük. Többek közt számszerűsítjük az erőforrások használatát, az emberi egészségre gyakorolt hatást és az ökoszisztémára gyakorolt hatást. A leltárelemzések hatáskategóriákhoz rendelhetőek melyek nem mások, mint a környezeti problémaköröket képviselő osztályok pl.: éghajlatváltozás, erőforrás kimerülés, savasodás. Egy leltáradat, akár több hatáskategóriához is kapcsolható.
- Értékelés

Az egyes fő környezeti problémák értékeléséhez környezeti hatás indikátorokra, környezeti hatást leíró mutatókra van szükség, ilyen például a globális felmelegedési potenciál mutató, a savasodási mutató, eutrofizációs mutató. EN15978 szabvány számos ilyen hatás indikátort tartalmaz, melyeket az épületek életciklus elemzésénél a környezeti hatások számszerűsítéséhez használunk. Az üvegház hatású gázok hatásának számszerűsített értékét CO₂ egyenértékre vonatkoztatva adják meg.

5. ÉPÜLETFELÚJÍTÁS VIZSGÁLATAÁNAK LÉPÉSEI

Az EN15978 szabvány iránymutatást alapján az alábbi lépésekkel végezhetjük el egy historikus belvárosi épület életciklus elemzését:

- Elemzés célja a sűrű belvárosi épület eltérő minőségű felújításának környezeti hatásvizsgálata, a vázolt lehetőségek közül a környezeti hatások közül a legjobb variációt kell kiválasztani.
- Elemzés tárgya Budapesti egyik belvárosi historizáló épülete, Nagy Diófa utcai lakóház, amit az eredeti levéltári tervek 1894-ben Grünhut József bérházaként jegyeznek. Az épület alapincézett, földszint és két szint magas, magastetős, díszes homlokzatú polgári lakóházként épült. Az építési korra jellemző fő szerkezetek, téglaboltozatos poroszüveg pincefödém, csapos gerendás zárófödém, téglafalazatok és redőnnyel épült kapcsolt gerébtokos nyílászárók jellemzik.
- Lehetséges felújítási forgatókönyvek összeállítása eltérő beavatkozási szintek definiálása szükséges.
- Mennyiségek megadása, az épület anyag kimutatásának elkészítése, adat típusok megadásával, modellből kinyert adatbázis segítségével.
- Az épületek életciklus elemzésének pontosságát nagyban befolyásolják a beszerzett környezeti adatok megbízhatóságai, az EN 15804 és az ISO 14025 szabványnak megfelelő EPD k használata szükséges. One Click LCA szoftverben definált EPD-eket használhatunk, az adatbázis, megfelel a szabványban rögzített követelményeknek.
- Matematikai műveletekkel, szorzás és összeadás segítségével összegezzük a környezeti hatásokat, és számszerűsítjük One Click LCA szoftver segítségével.

Az Nagy Diófa utcai lakóépület korszerűsítésére eltérő senáriókat dolgoztunk ki, definiáltuk a jelentős, mély és tetőtérbeépítéssel összekötött mély felújítási szintet, majd szintek szerint meghatároztuk a beavatkozás pontos módját. Az Auricon Erenregtic Programmal [11] történt energetikai ellenőrzés elkészült, az üzemeltetéshez szükséges összesített energetikai jellemzőkről és CO₂ kibocsájtásról rendelkezésre állnak adatok. Jelen tanulmányban a felújítás során épületbe beépített energia mennyiség vizsgálatának előkészítése és módszertanának megismerése történt. Az számítások elvégzése One Click LCA [12] programmal történik, az adatelemzések után, az épület felújításának hatásairól komplex képet kapunk.

HIVATKOZÁSOK

- [1] 9/2023. (V. 25.) ÉKM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról
- [2] Magyar Környezettudatos Építés Egyesülete (HuGBC) Épületfelújítási kézikönyv pp.16-23, 2023
- [3] 2021: Annex VII: Glossary [Matthews, J.B.R., V. Möller, R. van Diemen, J.S. Fuglestvedt, V. Masson-Delmotte, C. Méndez, S. Semenov, A. Reisinger (eds.)]. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021, pp.2231
- [4] The Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) - EPB Standards - EPB Center | EPB Standards, 2023
- [5] Product carbon footprint | One Click LCA
- [6] S. Boehm, et al. State of Climate Action 2023, Systems Change Lab 2023, pp.4-5,
- [7] DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the energy performance of buildings 2021
- [8] THE EMBODIED CARBON REVIEW EMBODIED CARBON REDUCTION IN 100+ REGULATIONS & RATING SYSTEMS GLOBALLY utolsó letöltés:2023.11.20.
- [9] EN15978 szabvány Az építési munkák fenntarthatósága, az épületek környezeti teljesítményének értékelése (Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings
- [10] Az életciklus-elemzés lehetséges módszerei és értékelési szempontjai (10_2022. ÉPMI)
- [11] Auricon Erenregtic Szoftver
- [12] One Click LCA szoftver