

Életciklus-elemzés: segítség a környezetbarát, energiahatékony épület megalkotásához

Pontosabb indikátorértékeink lesznek a hazai építőanyagokra

A különböző hatásvizsgálati módszerek megegyeznek abban, hogy csak akkor lehet elvégezni őket, ha a termékek, folyamatok különböző környezeti hatásairól megfelelő adatok állnak rendelkezésre. Ehhez magyar adatbázis jelenleg csak részlegesen áll rendelkezésre, ám egy most folyó kutatás keretében lehetőség adódik hazai indikátorértékek kidolgozására. Elsősorban faipari vállalatoktól származó adatok járulhatnak hozzá ehhez.

Napjainkban egyre nagyobb szerepet kap a környezettudatosság és az energiahatékony épület minden területén. Nincs ez másképp az építőiparban sem. „Európában az éves bruttó energiafelhasználás 40 százaléka az épületekhez köthető és ezzel egyenesen arányos a károsanyag kibocsátás is” [2002/91/EC: 'Energy Performance of Buildings Directive' – Épületenergetikai Irányelv]. Az elmúlt években több olyan rendelet lépett életbe mind hazai, mind európai szinten, melyek épületeink energiagazdálkodását hivatottak javítani. Az épületek építéskor, üzemeltetéskor, felújításakor és bontásakor is fontos tényező az energiatakarékosság.

Az életciklus-elemzés (angolul: 'Life Cycle Assessment' – rövidítve: LCA) segítségével már a tervezés folyamán megvizsgálhatjuk a tervezett épület vagy karbantartott szerkezet környezeti hatásait, továbbá a megfelelő anyagok kiválasztásában is segíti döntéseinket. Az elemzés segítségével megvizsgálhatjuk egy termék, folyamat vagy tevékenység erőforrásigényét és környezeti hatásait a teljes életút tekintetében. Egy termék életútja a nyersanyag bányászattól, előkészítéstől a gyártáson és a használaton keresztül a keletkezett hulladék kezeléséig, újrahasznosításáig tart. Folyamat vagy tevékenység esetén az anyag- és energiafelhasználást, valamint a környezeti hatást vesszük figyelembe. Az életciklus-elemzés segítségével könnyebben dönthetünk az

azonos funkciójú, de környezeti hatásaikban különbséget mutató termékek vagy folyamatok közt.

Az ÉMI Nonprofit Kft. korábbi kutatásai az életciklus-elemzés területén

Az ÉMI Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Nonprofit Kft. több, az életciklus-elemzéssel, illetve annak hazai előkészítésével foglalkozó kutatásban is részt vett az elmúlt években. A 2000-es évek elején a CRISP ('Construction and City Related Sustainability Indicators' – Építés és Város Vonatkozó Fenntarthatósági Indikátorok) néven mű-

ködő európai tematikus hálózat magyar képviseletét látta el. A

program fő feladata azon kutatási munkák koordinálása volt, melyek definiálják a magyar vonatkozású indikátorokat az építőipari tevékenységek fenntarthatóságának mérésére.

Az EGCN ('European Green Cities Network' – Európai Zöld Városok Hálózata)

kutatásban 2001 és 2008 között két kutatási témát is az ÉMI

Nonprofit Kft. vezetett. 2001 és 2005 kö-

zött a 'European Green Cities Network on Sustainable Urban Housing' keretében a fenntartható városi építéssel, 2005 és 2008 között pedig a 'Green City Building' projektben a környezetbarát városi épülettel foglalkozott.

Az életciklus-elemzés hazai megismertetésével foglalkozó nemzetközi kutatás magyar partnereként 2007 és 2010 között vett részt. Az ENSLIC ('Energy



Saving through Promotion of Life Cycle Assessment in Buildings' – Energiamegtakarítás az Épületek Életciklus Elemzésének Segítségével) projekt keretein belül egy segédlet is készült az LCA számítások elvégzéséhez a tervezés korai fázisaiban. Emellett több hazai épület értékelésén keresztül mutatták be az életciklus-elemzés használatát és eredményeit.

2008 és 2011 között a LoRe LCA ('Low Resource consumption buildings and constructions by use of LCA in desing and decision making' – Életciklus-elemzés segítségével tervezett alacsony erőforrás-



felhasználású épületek és szerkezetek) kutatás keretein belül – több európai ország intézményeivel közösen – sikerült összegyűjteni és összehasonlítani a különböző országokban alkalmazott környezeti teljesítményértékelő módszereket, különös hangsúlyt fektetve az életciklus-elemző eljárásokra. A munka célja az volt, hogy megtalálják a legjobb LCA használati módszereket, melyek egyaránt használhatók tervezésnél és döntéshozatalnál is.

Mi is az életciklus-elemzés?

Az életciklus-elemzés használatát egy nemzetközi szabványsorozat segíti. Az EN ISO 14040-14044 'Környezetközpontú irányítás. Életciklus-értékelés' című szabványsorozat a vizsgálatok módszertanát határozza meg. Az alapelvek és keretek bemutatása után a cél és a tárgy meghatározásán, valamint a leltárelemzés elvégzésén túl az életciklus alatti hatások értékeléséhez nyújt segítséget. Az életciklus értelmezése, a követelmények és útmutatók bemutatása is megtalálható a sorozatban.

Ez a szabványsorozat a leideni egyetem által kifejlesztett hatásoorientált CML 2001 értékelési módszeren alapszik. A vizsgálat a termékeket, folyamatokat hatáskategóriákba, vagy környezeti problémákhoz sorolja. A módszer a következő indikátorokat definiálja:

▮ Éghajlatváltozás (GWP – 'Global Warming Potential'): az üvegházhatásért felelős gázok összessége, károsító mértékük a CO₂-hoz viszo-

nyítva. Fontosabbak a szén-dioxid (CO₂), a metán (CH₄) és a fluor-klór-szénhidrogének (FCKW).

▮ Savasodás (AP – 'Acidification Potential'): savasodást okozó anyagok. Elsősorban a kéndioxid (SO₂) és a nitrogén-oxidok (NOX).

▮ Sztratoszferikus ózonréteg károsodása (ODP – 'Ozone Depletion Potential'): Az ózon bomlását elsősorban a fluor-klór-szénhidrogének (FCKW) segítik elő. Az anyagok ózonkárosító potenciálját a triklór-fluor-metánéhoz hasonlítjuk.

▮ Eutrofizáció (EP – 'Eutrophication Potential'): a

makro-tápanyag feldúsulása nem kívánt változásokhoz vezethet a vízi és szárazföldi fajok összetételében. Ezért leginkább a nitrogén (N) és a foszfor (P) magas koncentrációja felelős.

▮ Fotokémiai oxidáció – nyári szmog (POCP – 'Photo-oxidant formation'): Illékony szerves vegyületek (VOC) és szénmonoxid (CO) fotokémiai oxidációja során fotooxidánsok képződnek nitrogén-oxidok (NOX) jelenlétében ultraibolya fény hatására. Ezek az ökoszisztémán és a növényvilágon túl az emberi egészségre is károsak.

▮ Humántoxicitás (HTP – 'Human-Toxicity Potential'): A környezetben jelen lévő káros hatású toxikus anyagok emberi egészségre gyakorolt hatását jellemzi.

▮ Ökotoxicitás (ETP – 'Ecotoxicity Potential'): A környezetben jelen lévő káros hatású toxikus anyagok édesvízi (FAETP), tengeri (MAETP), szárazföldi (TAETP), édesvízi üledék (FSETP) és tengeri üledék (MSETP) ökoszisztémákra gyakorolt hatását jellemzi.

További értékelési módszer a kumulatív energiaigény számításán alapuló módszer, mely a teljes gyártási, használati és bontási energiaigényt figyelembe véve vizsgálja a termékeket, folyamatokat. Ennél a módszernél az indikátor például a termék előállításához szükséges gyár építési energiaigényt, tehát a közvetett energiaigényt is tartalmazza. A kumulatív energiaigény megújuló és nem megújuló (fosszilis tüzelőanyagok, nukleáris energia)

forrásokból származó energiafelhasználásra osztható.

Megemlítendő az Eco-Indicator 99 nevű módszer is, mely károrientált szemlélettel vizsgálja az emberi egészség, az ökoszisztéma-minőség és az erőforrások károsodását.

A különböző hatásvizsgálati módszerek meg- egyeznek abban, hogy csak akkor lehet elvégezni őket, ha a termékek, folyamatok különböző környezeti hatásairól megfelelő adatok állnak rendelkezésre. A svájci BauBioDataBank-ot a világ több pontján is használják.

Komplexebb adatbázist kínál egy másik svájci illetőségű adatbázis, az ecoinvent Daten, amely több ezer termék és folyamat különböző módszerek szerint számított környezeti hatásait mutatja be. A CML2001, a kumulatív energiaigény és az eco-in-

dicator 99 mellett további életciklus-értékelő mód- szerekhez is kínál adatokat. További adatbázisok- ként megemlíthető a német GaBi életciklus elemző szoftver adatbázisa, az angol BRE ('British Research Establishment') és az amerikai BEES ('Building for Environmental and Economic Sustainability').

A különböző értékelési módszerek és az adatbá- zisok szerint több szoftver áll rendelkezésre. Alap- szintű számításokkal, Excel táblázatok segítségével könnyen elemezhetünk egy vagy több környezeti hatást. Számítógépes programok terén választha- tunk az Ecosoft, EcoEffect, Athena, Envest, Equer, Greencalc és további társaik közül. Átfogó hatás- elemzést a GaBi, a SimaPro vagy az Umberto prog- rammal végezhetünk.

Kifejezetten az építéssel kapcsolatos környezeti hatások elemzésére a már fent említett BauBio- DataBank mellett német GEMIS és a LEGEP áll rendelkezésre. Utóbbi CAD programokkal is együtt tud működni, és a környezeti hatások mellett az építési költséget, épületenergetikát és az életciklus- költségeket (angolul: 'Life Cycle Costing' – rövideb- ben: LCC) is képes vizsgálni.

Hazai vonatkozások

A 2000-es évek elején dr. Medgyasszay Péter épí- téstémérnök, több hazai és külföldi kutatóval közö- sen egy hazai minősítő rendszert dolgozott ki. A svájci BauBioDataBank adatai és egyéb nemzetközi adatok alapján dolgozták ki 2000-ben az építési anyagok, 2001-ben az épületszerkezetek, 2002-ben pedig az épületek építésökológiai és építésbiológiai minősítő rendszerét.

A 2000 és 2003 között lefolytatott CRISP ('Con- struction and City Related Sustainability Indica- tors') program keretében készült el a Fenntartható Építés Magyar Indikátor Rendszere. Ennek az Eu- rópai Unió kutatásnak a hazai képviselőjét az ÉMI Nonprofit Kft. látta el. Ebben az építési termékek építésökológiai értékeléséhez 12 indikátor fogalma- zódott meg. Ezek a: hazai, illetve globális elérhető- ség mellett az előállítás során kibocsátott CO₂eq és SO₂eq tartalom, az építési termék primér energia- tartalma és használati energiafelhasználása, a be- építés, a használat, valamint a hulladék állapotban vagy újrahasznosítás során kibocsátott károsanyag mennyisége, a megújuló és nem megújuló erőfor- rás-használati arány, valamint az építési anyagok újrafelhasználhatóságának mértéke.

További hazai példaként meg kell említeni a dr. Medgyasszay Péter által az OTKA T/F 046265 jelű 2006-os kutatásban kidolgozott Excel alapú számí-

Hogyan segítheti döntéseinket az életciklus-elemzés?

Példának nézzünk meg 3 különböző B30-as méretű falazóelemet. Az első képen egy vályog falazóelem látható, a másik kettőn kiégetett agyagtégla, eltérő lyukkiosztással. A középső ovális lyukkal és vas- tagabb fallal, a szélső pedig négyzetes lyukakkal, anyagtakarékosabb kialakítással készült. Feltételez- zük, hogy egy olyan épület falszerkezete esetében kell megválasztanunk a megfelelő falazóelemet, melynél minden körülmény megengedi mindhárom falazóelem beépíthetőségét.



A mellékelt táblázatban látható, hogy ha a vályog életciklusai során vizsgált idikátorokat 1-nek te- kintjük, az égetett agyag értékei mekkora értéket vesznek fel. Ez az eltérés a téglá égetéséhez szüksé- ges energiafelhasználás és károsanyag-kibocsátás miatt alakul ki.

Építőanyagok	Indikátorok (CML 2001, Kumulatív energiaigény)							
	Kumulatív energiaigény [MJ _{Eq}]	Éghajlatváltozás (GWP) [CO ₂ Eq]	Savasodás (AP) [SO ₂ Eq]	Sztratoszferikus ózontérleg károsodása (ODP) [CFC _{1,1} Eq]	Fotokémiai oxidáció (POCP) [etilén _{Eq}]	Eutrofizáció (EP) [PO ₄ Eq]	Humantoxicitás (HTP) [1,4 DCB Eq]	Ökotoxicitás (ETP) [1,4 DCB Eq]
Vályog	1	1	1	0	1	1	1	1
Égetett agyag	25,31	35,94	13,64	3,00	44,45	8,66	16,42	213,85

Amennyiben a két égetett falazóelem közül választunk, célszerű a kisebb beépítendő tömeget választani. Az ovális lyukú téglá súlya 7,47 kg, a négyzetes lyukkiosztásúé pedig 7,37 kg. Egy átlagos méretű családi háznál felhasználandó mennyiség esetén is jelentős a különbség. Ilyen egyszerű vizsgálatokkal is segíthetjük döntéseinket; természetesen minél komplexebben vizsgáljuk az épületet, annál pontosabb képet kaphatunk az életciklus-elemzésről.

tást. Ez a BauBioDataBank módszere szerint a CML 2001 indikátorait és az ecoinvent adatbázis adatait használja. A projekt fontos része volt, hogy magyar indikátorértékeket dolgozzanak ki a későbbi vizsgálatok pontosítása érdekében. Például ha a villamos energia előállításának összetételét összehasonlítjuk a svájci és a magyar viszonylatban, teljesen eltérő képet kapunk. Ezért szükséges minden építőanyag esetében bizonyos változtatásokat végrehajtani az indikátorértékeken. A kutatás során megkerestek több magyarországi építőanyag-gyártó céget, a gyártási energiaviszonyok adatainak érdekében, ám a csekély visszajelzés miatt csak kevés építőanyag esetében lehetett a pontosítást elvégezni.

Az életciklus-elemzés menete

Mint azt az EN ISO 14040-es szabvány előírja, az életciklus-elemzésnek a következő részekből kell állnia:

Cél és alkalmazási terület definiálása (működési egység és rendszerkörnyezet definiálása)

Leltárvizsgálat (gyártás anyag-, víz- és energiafelhasználása, keletkező emissziók, hulladékok, zajszennyezés)

Hatáselemzés (életciklus alatti hatások környezetre gyakorolt hatásának értékelése)

Eredmények értékelése (a leltárelemzés és a hatáselemzés eredményeinek értékelése)

Legalább két életciklusszakaszt figyelembe kell venni a vizsgálat során, de a legteljesebb értékelést akkor kapjuk, ha a gyártási, építési, üzemeltetési és karbantartási szakaszokon túl a bontási és újrahasznosítási ciklussal is számolunk.

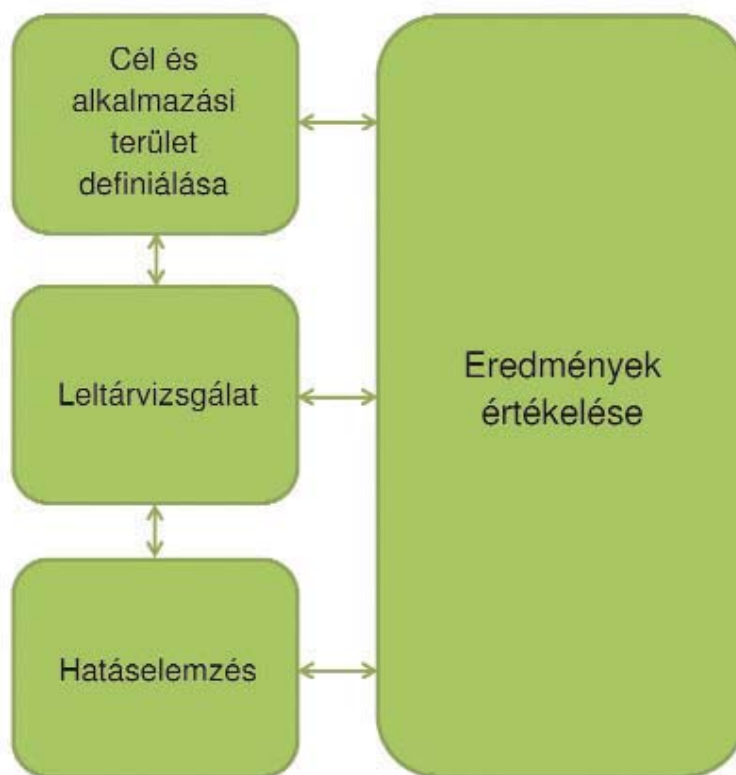
Az alapadatokat definiálása egy épület esetében a szerkezetek anyagaival, azok élettartamának és beépített tömegük kiszámításával történik. Ezután következhet a gyártási és beépítési ciklusokra vonatkozó környezetterhelés vizsgálata. A használati életciklust főként a fűtés, melegvíz-előállítás és a világítás energiaigénye határozza meg. A kisebb javításokkal és bizonyos elemek cseréjével is számolnunk kell azok hasznos élettartamának végén. Az épület bontásával, a hulladék kezelésével, illetve bizonyos anyagok újrahasznosításával járó hatások elemzése is a vizsgálat fontos részét képezi.

Minél több indikátort és életciklust veszünk figyelembe, annál pontosabban tudunk dönteni a beépítésre alkalmas anyagok közül. Tehát az életciklus-értékelésnek a tervezés elengedhetetlen elemének kell lennie, ha igazán környezettudatos épületet szeretnénk létrehozni.

Környezettudatos, energiahatékony épület

Az ÉMI Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Nonprofit Kft., az ERTI Erdészeti Tudományos Intézet és az NYME Nyugat-magyarországi Egyetem közösen nyerték el a támogatást egy olyan projekthez, mely több területen keres megoldást az épületek energiahatékonyágának javítására. A 2012 szeptemberében kezdődött kutatás 'Környezettudatos, energiahatékony épület' néven fut. A kutatás 2014 végéig olyan területeken keresi a megoldást az épületek CO₂-kibocsátásának csökkentésére, ahol jelentős eredményeket lehet elérni.

Az építkezés során a beépített természetes alapú fa- és fakéreg anyagok tömegükhöz képest nagy mennyiségű – légtérből megkötött – CO₂ tárolását biztosítják. Így ezen anyagok tulajdonságainak javításai lehetőségeinek kutatása, illetve új alkalmazási területek feltárása az egyik feladat. A nyílászárók esetén a szellőztetés területén keres innovatív megoldást a kutatás.



A fűtési energiaforrások terén több területtel is foglalkozik a projekt. A dendromassa – faalapú biomassa – mellett az alternatív, azaz a geotermikus és a szoláris energiaforrások felhasználásának hatékonyabbá tétele is fontos szempont. Különleges terület a szezonális hőtárolás kérdése, ahol a nyáron összegyűjtött energia tárolását igyekszünk megoldani a téli fűtési szezonra.

Az életciklus-elemzés menetének elvi sémája

Fontos területek még a környezettudatos anyagok kutató, illetve a CO₂ hatékony épület kidolgozásával foglalkozó alprojektek.

A különböző területek komplex vizsgálata virtuális modellházak megalkotásával lehetséges. Ezekről bővebb információt az Építési Megoldások ezen lapszámának oldalán található cikkben olvashatnak. A környezettudatos, energiahatékony házak tervezésekor fontos segítség lehet az életciklus-elemzés. Ennek segítségével könnyebbé válik a különböző anyagok, szerkezetek közül az ideális kiválasztása.

Mint a fentiekben részletezték szerint olvashatunk, az építőanyagok területén magyar adatbázis csak részlegesen áll rendelkezésre. A konzorciumi tagok közös munkájával lehetőség adódik magyar indikátorértékek kidolgozására. Elsősorban a hazánkban működő, vagy Magyarországon is értékesítő külföldi faipari vállalatoktól származó adatok segítségével hamarosan pontosabb indikátorértékek fognak rendelkezésre állni. Ezzel is elősegítve a hazai életciklus-elemzések pontosabb értékelhetőségét.

Életciklus-elemzés lehetőségei hazai viszonylatban

A hazai lakásállomány csaknem kétharmadát képező családi házak és 1-3 lakóegységet magukban foglaló épületek jelentős része vidéken található. Ezek legnagyobb része energetikai felújításra szorul, ezért a vidékfejlesztésben is hangsúlyt kell fektetni a kisebb létékű épületek energetikai célú vizsgálatára és fejlesztésére. Az ÉMI /ERTI /NYME közös kutatási programja is várhatóan demonstrálja, hogy ennek hatékony eszköze lehet az életciklus-elemzés.

Az indikátorok további pontosításával a jövőben még pontosabb képet kaphatunk bármely magyar településre tervezett épület ideális környezettudatos kialakításához. Remélhetőleg az életciklus-elemzés már a közeljövőben hangsúlyosabb szerepet kap az épületek tervezésénél, illetve korszerűsítésekben.

Lekics Gábor

építészmérnök, vizsgálómérnök, ÉMI Nonprofit Kft.

Irodalomjegyzék:

Dr. SZALAY Zsuzsa (2007): Lakóépületek teljes életciklusra vetített környezetterhelése. Doktori disszertáció, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem.

Dr. TIDERENCZL Gábor, Dr. MEDGYASSZAY Péter, Dr. SZALAY Zsuzsa, ZORKÓCZY Zoltán (2006): Épületszerkezetek építésökölógiai és -biológiai értékelő rendszerének összeállítása az építési anyagok hazai gyártási/előállítási adatai alapján. OTKA T/F 046265 kutatási jelentés, Budapest.

Dr. MEDGYASSZAY Péter (2007): A földépítés optimalizált alkalmazási lehetőségei Magyarországon – különös tekintettel az építésökológia és az energiatudatos épülettervezés szempontjaira. Doktori disszertáció, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem.

Dr. SZÉLL Mária (szerk.) (2012): Fenntartható energetika az épületszerkezetek tervezésében és oktatásában. Terc kiadó. Budapest.

Dr. MEDGYASSZAY Péter (2000): Építési anyagok építésökölógiai és -biológiai értékelése. Társ kutatók: Dr. Lányi Erzsébet, Novák Ágnes, Tiderenczl Gábor.

FOEK Független Ökológiai Központ. Budapest.

Dr. MEDGYASSZAY Péter (2001): Épületszerkezetek építésökölógiai és -biológiai értékelése. Társ kutatók: Cservény Ferenc, Dr. Józsa Zsuzsanna, Dr. Lányi Erzsébet, Novák Ágnes, Tiderenczl Gábor.

FOEK Független Ökológiai Központ. Budapest.

Dr. MEDGYASSZAY Péter (2002): Családi házak építésökölógiai értékelése és gazdaságossága. Társ kutatók: Jároli József, Szécsi Ilona.

FOEK Független Ökológiai Központ. Budapest.

ENSLIC (2010): Guidelines for LCA calculations in early design phases. <http://circe.cps.unizar.es/enslic/texto/home.html>

LoRe-LCA (2010): State of the art report – Use of Life cycle assessment Methods and tools.

<http://www.sintef.no/Projectweb/LoRe-LCA/Training/>

Ez a tanulmány a Környezettudatos energia hatékony épület című TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0068 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.