Épületek fenntarthatósági értékelésének lehetséges módszerei[1]

Deutsch Nikolett
Pécsi Tudományegyetem

Az elmúlt évtizedekben a fenntartható épületek valamint az épületek és építészeti tevékenységek fenntarthatóvá tételének kérdésköre egyre népszerűbb kutatási területté vált. Mindez együtt jár azzal, hogy egyre inkább növekszik az igény az épületek és az épített környezet, gazdasági és társadalmi hatásvizsgálatát támogató, az épületek fenntarthatósági értékelésére alkalmazható kvalitatív és kvantitatív módszertanok iránti. Jelen cikk célja, hogy bemutassa, milyen módszerek és eszközök állnak rendelkezésre az épületek fenntarthatósági vizsgálatához.

Kulcsszavak: zöld épület, fenntartható épület, LCA, épületteljesítmény mérése, zöld minősítési rendszerek

A FENNTARTHATÓ ÉPÜLETEK ÉS JELLEMZŐIK

Az Európai Unió ambiciózus energia- és klímavédelmi politikáinak célkitűzési tekintetében fontos szerep hárul az építőiparra, gondoljunk csak arra, hogy az EU teljes végső energiafogyasztásának mintegy 40%-áért, illetve a CO_2-kibocsátás kb. 36%-ért az építőipar a felelős. Nem meglepő tehát, hogy a fenntartható fejlődés koncepciójának megjelenése és terjedése az építőiparban is érezteti hatását, és mind az elméleti alapokkal, mind a gyakorlati kérdésekkel foglalkozó kutatásokban egyre nagyobb teret nyer magának a szektor, illetve az egyes épületek fenntarthatóságának vizsgálata. Nem is beszélve az ágazatban tapasztalható különböző energiahatékonyságot fokozó innovációk (megújuló energiahordozók hasznosítására épülő energiatermelési technológiák, szigetelés, természetvezérelt szellőzési rendszerek, környezetbarát építési alapanyagok, stb.) alkalmazásának növekvő tendenciájáról. Maga az Európai Unió is több kutatási projektet indított az épületek fenntarthatósági értékelését segítő rendszerek kidolgozása, összehasonlítása és harmonizációja érdekében.

Ugyanakkor az épületek és a fenntartható fejlődés kapcsolatát vizsgáló szakirodalmi forrásokban a zöld épületek és zöld építészet (Bauer et al. 2010), energiahatékony épületek (Okeil 2010), passzív házak (Feist et al. 2005), aktív házak (Isaksson 2011), zéró kibocsátású épületek (Crawford 2011), zéró energiaigényű épületek (Marszal et al. 2011), és a fenntartható épületek (Guy 2010, Seyfang 2010) kifejezésekkel is találkozhatunk. Ezen koncepciók pedig tartalmukat tekintve is jelentős eltéréseket mutatnak. Míg ugyanis a zéró energiaigényű és energiahatékony épületek koncepciója elsősorban az épületek teljes életciklusa alatti energiafogyasztás minimalizálását állítja középpontba, addig a zöld épületek, zéró emissziójú épületek koncepciója elsősorban az épületek teljes életciklus alatti negatív környezeti hatásainak minimalizálási szándékát ragadja meg. Ám az épületek központi társadalmi szerepet is betöltenek, hiszen élethelyet, munkahelyet, szóra-

kozási helyet, stb. biztosítanak számunkra, sőt, meglétük és állapotuk hatást gyakorol egészségi állapotunkra, komfortérzetünkre, biztonságunkra. Nem is beszélve arról, milyen szoros kapcsolat áll fenn az építőipar és a gazdasági, természeti környezet között. Következésképpen a fenntartható épületek, építészeti és építőipari megoldások egyszerre kell, hogy megfeleljenek az épületekkel szemben támasztott teljesítmény- és funkcionalitási, gazdasági és társadalmi igényeknek és elvárásoknak, miközben minimális környezeti hatásokkal rendelkeznek. Más szavakkal élve, egy építési projekt, épület csak abban az esetben tekinthető fenntarthatónak, ha annak tervezése, kiépítése, üzemeltetése és lebontása során a fenntartható fejlődés gazdasági, társadalmi és környezeti dimenzióit egyaránt mérlegelik.

Az UNEP (2009) megfogalmazása szerint a fenntartható épületek és építészeti ágazat jellemzői az alábbiak szerint összegezhetők:

- az épületek tervezése során figyelembe veszik az épületek teljes életciklusára vonatkozó rövid és hosszú távú gazdasági, környezeti és társadalmi hatásokat;
- az ágazatra és az épületekre vonatkozó szabályozás a fenntarthatóság valamennyi aspektusára kiterjed,
- a kormányzati politikák, támogatási rendszerek ösztönzik a fenntartható építészeti gyakorlatok terjedését,
- a különböző érintetti csoportok (befektetők, biztosítók, vagyonkezelők, tulajdonosok, stb.) tisztában vannak azokkal a fenntartható fejlődés elveivel és gyakorlataival, azokat tevékenységeik, döntéshozataluk során figyelembe is veszik.

Az épületek fenntarthatóságának fokozása elméletben számos pozitív gazdasági, társadalmi és környezeti következményekkel járhat. A különböző környezeti hasznok – talaj, víz, levegő minőségének javítása, hulladékcsökkenés, klímavédelem, biodiverzitás védelme, energia és természeti erőforrások védelme, üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése – mellett, olyan további pozitív társadalmi és gazdasági hatások is megemlíthetők, mint például az energia- és környezettudatosság fokozása, az energiamenedzsment kompetenciák kiépítése, az épületek komfortjának fejlesztése, az energiafelhasználás és energiafüggőség csökkenése, munkahelyteremtéshez, az üzemeltetési költségek csökkentése, az épületek értékének növelése, munkahelyek teremtése, vagy az új technológiák diffúziójának és költségcsökkenésének támogatása. Ám a gyakorlatban a fenntartható épületek és építészeti megoldások útjában többféle akadály is tornyosul. Ezek közül kiemelt figyelmet érdemel a megrendelői érdekeltség hiánya, a szabályozási környezet gyakori változása, az alkalmazható technológiák elérhetőségének nehézségei, a fenntartható épületek általában magasabb beruházási költségei, az elérhető megtakarítások jelentkezésének elhúzódása, a nem standard megoldások, anyagok alkalmazásával kapcsolatos biztosítási nehézségek, valamint a fenntartható technológiákkal, fenntartható épületekkel kapcsolatos tudás és információáramlás hiányosságai (VTT 2010). Fontos azt is tisztán látni, hogy a fenntartható épületek terjedése nemcsak a fenti korlátozó tényezők felszámolását, vagy a fenntartható építészeti technológiákat és tervezési, kivitelezési és üzemeltetési gyakorlatok meglétét és fejlődését igényli. Annak érdekében, hogy az épületek életciklusának különböző fázisaiban hozott döntéseket a fenntarthatóság elvének és dimenzióinak figyelembe vételével lehessen meghozni, egységesen elfogadott fenntarthatósági értékelési szempontokra, módszerekre és eljárásokra van szükség. A továbbiakban ezen szempontok és módszerek, valamint azok alkalmazási feltételeinek és sajátosságainak rövid bemutatására vállalkozom.

AZ ÉPÜLETEK FENNTARTHATÓSÁGI ÉRTÉKELÉSÉT SEGÍTŐ INDIKÁTOROK

A Brundtland jelentés megjelenése és a fenntartható fejlődés kérdéskörének elő-

térbe kerülése nyilvánvalóvá tette, hogy a gazdasági mutatók önmagukban nem elegendők a társadalmi jólét mérésére, az Agenda 21, valamint a 2002-es Fenntarthatósági Világtalálkozó is felhívta a figyelmet az egységesen alkalmazható, a fenntarthatóság mérését támogató holisztikus indikátorok, indikátor-rendszer(ek) kialakításának szükségességére. Az indikátor-rendszerek alkalmazása mellett szól, hogy azok képesek összetett fizikai és társadalmi jelenségeket mérni, és olyan módon mutatni be azokat, hogy azzal döntéshozatali folyamatokat támogassanak (Hodge et al, 1999, 1. o.). Ellenérvként említhető meg azonban, hogy az egyes indikátorok kiválasztása, az általuk mért adatok értékelése szubjektív lehet, komoly problémát okozhat az információk elérhetősége, rendelkezésre állása, illetve a túlaggregálás jelensége.

Az indikátorrendszerek kialakításával foglalkozó szakemberek (pl. Hodge et al 1999; Bossel 1999, NEEDS 2008) véleménye szerint az alkalmazott rendszereket az alábbi elvek figyelembe vételével kell kialakítani:

- Az alkalmazott indikátoroknak a fenntartható fejlődés elvét kell tükrözniük,
- Az indikátoroknak stratégiai szemléletet kell követniük,
- A vizsgált rendszer egészére kell vonatkozniuk, és tükrözniük kell az alrendszerek kapcsolódásait, a rendszerelemek közötti, illetve a rendszer és környezete közötti interakciókat,
- Mérhető, minőségi, vagy mennyiségi formában elérhető indikátorokat kell alkalmazni,
- Az adatok, szempontok a teljes időszakra kell, hogy vonatkozzanak,
- A kritériumoknak megbízható információkon kell alapulniuk,
- Lehetőséget kell, hogy adjanak a rendszer többszempontú optimalizációjára,
- Támogatnia kell a döntéshozatali folyamatokat,
- Biztosítaniuk kell a felelősségre vonhatóságot,
- Ösztönöznie kell a kezdeményezéseket,
- Azonosítania kell a tudásbeli szakadékokat, és megoldásokat kell, hogy javasoljon ezek felszámolására
- Kialakításuknál nélkülözhetetlen a különböző érintetti csoportok bevonása[2].

Az elmúlt évtizedekben a fenntartható fejlődés felé történő elmozdulás, valamint a különböző aggregáltsági szintű rendszerek fenntarthatósági vizsgálatára a nemzeti és nemzetközi szervezetek számos, eltérő típusú indikátort, indexet, és azokból felépülő indikátorrendszert fejlesztettek ki, ám ezek közül egy sem vált egységesen nemzetközileg elfogadottá. Megjelentek a fenntartható fejlődés ún. tárgykör alapú indexei, mint például a környezeti dimenzióhoz sorolható Környezeti Fenntarthatósági Index (ESI), a gazdasági pillérhez köthető Fenntartható Gazdasági Jólét Indexe (ISEW), a Valódi Fejlődés Mutatója (GPI), és a Valódi Megtakarítás indexe (GS), valamint a társadalmi dimenzióhoz kapcsolható Emberi Fejlődési Index (HDI), és a fejlődő, valamint az OECD országokra vonatkozó Emberi Szegénységi Index (HPI1, HPI2) (Bossel 1999; UNECE-OECD-Eurostat 2008; Kerekes – Fogarassy 2006). Kidolgozásra kerültek ún. holisztikus oksági indikátorrendszerek is, mint például az OECD hatás-állapot-reagálás (PSR, azaz Pressure-State-Response), valamint az UNCSD hajtóerő-állapot-reagálás (DSR, azaz Driving Force- State-Response) modelljei (ld. bővebben pl. Bulla – Gulzi, 2006; Kerekes – Fogarassy, 2006. 43-55. o.). Emellett találkozhatunk ún. célkitűzés, illetve eredmény szerinti indikátorokkal is, melyek adott fenntarthatósági célok (pl. iskolázottság, bűnözés) vagy általános alapelvek mentén történő előrehaladást (pl. ökohatékonyság, ökológiai lábnyom) hivatottak mérni. Napvilágot láttak továbbá a különböző szektorok – pl. kutatás, gazdaság, közlekedés, energia, nemzetközi együttműködés, háztartások – fenntarthatóságának mérésére szolgáló indikátorok is, melyek egy-egy ágazat fenntarthatóságának vizsgálatával foglalkoznak. Ennek megfelelően a

1. ábra: Az épületek fenntarthatósági vizsgálatának és értékelésének leggyakoribb környezeti, gazdasági és társadalmi indikátorcsoportjai

Forrás: Saját szerkesztés

építőipar terén is megjelentek az épített környezet, az épületek és az egyes épületelemek fenntarthatósági indikátorrendszerci, melyet az CRISP (Construction and City Related Sustainability Indicators) hálózat gyűjt és rendszerez. Az épületek fenntarthatósági értékeléséhez ma már szinte korlátlan számú társadalmi, gazdasági és környezeti indikátor áll rendelkezésre (*1. ábra*).

Az épületek fenntarthatósági értékelésére leggyakrabban alkalmazott gazdasági indikátorok közé sorolhatók a teljes életciklusra vonatkoztatott költségek (beleértve a beruházási, üzemeltetési és karbantartási, illetve lebontási költségeket); az épületek funkcionalitásával és értékstabilitásával kapcsolatos aspektusok (épület modularitása, térbeli struktúrája, stb.); továbbá a helyi gazdaságra gyakorolt infrastrukturális, munkahely-teremtési és vállalkozásvonzási hatásokat. A környezeti fenntarthatóság egyik legfontosabb célkitűzése hogy minimalizálni lehessen a globális és lokális természeti környezetre gyakorolt hatásokat az épületek teljes életciklusa alatt. Így ebbe a kategóriába sorolhatók az épületek teljes életciklusa alatti a levegő-, talaj- és vízszennyezési hatások - az épületek teljes életciklusára vonatkoztatott üvegházhatású-gázok kibocsátásának mértéke (gCO_2eq/m^2), savasodáshoz való hozzájárulás mértéke (gSO_2/m^2), a nitrátosodási potenciál (PO_4-eq/m^2), az ózonréteg vékonyodáshoz való hozzájárulás mértéke (gCFC-11eq/m^2), és a porkibocsátás mértéke (gC_2H_4-eq/m^2) – a biodiverzitásra és mikroklímára gyakorolt hatások, valamint a hulladékképződés és -kezelés kérdésköre. A környezeti hatások számbavételének hasonló fontosságú kategóriáját alkotják az erőforrás- és nyersanyaghasználat indikátorai, mint például az épület teljes életciklusa alatti fajlagos energiahasználat alakulása, a megújuló energiahordozók primerenergiahasználathoz viszonyított aránya, a felhasznált alap-, illetve nyersanyagok mennyiségének, valamint az épületek teljes életciklusa alatti vízhasználat és szennyvízképződés alakulása. Bonyolultabb a helyzet, ha az épületek fenntarthatóságának társadalmi mutatószámait szeretnénk meghatározni. Míg bizonyos források (pl. VTT 2010) szerint ide kell sorolni az egészségügyi, kényelmi, kulturális és biztonsági szempontokat, addig más források (pl. DGNB tanúsítvány) szerint ez az a kategória, melyen belül kezelni kell az épületek modularitási jellemzőit, illetve helyi gazdaságfejlesztési hatásait. Ugyanakkor érdemes megjegyezni, hogy fenntarthatósági vizsgálatok esetében az indikátorok kiválasztását nemcsak a vizsgálat célja, hanem a vizsgálat során alkalmazni kívánt módszerek típusa is befolyásolja.

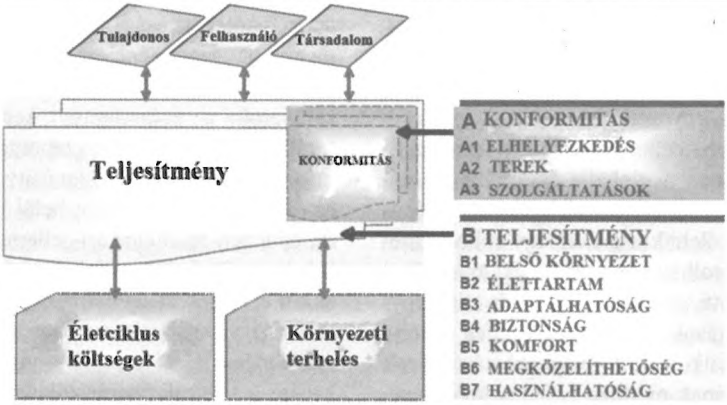
AZ ÉPÜLETEK FENNTARTHATÓSÁGI ÉRTÉKELÉSÉT SEGÍTŐ MÓDSZER ÉS AZOK SAJÁTOSSÁGAI

Bragança és szerzőtársai (2010) szerint az épületek fenntarthatósági értékelését segítő módszerek alapvetően három csoportba sorolhatók: 1. épületek teljesítményét értékelő módszerek (Performance Based Design), 2. Életciklus elemzési módszerek (LCA systems), 3. Fenntartható épületek pontozási és minősítési rendszerei. Ezen elemzési módszerek különböző aggregáltsági szintek esetében - azaz az építési alapanyagok, termékek, épületelemek fenntarthatósági vizsgálatától a teljes épületek értékeléséig – is alkalmazhatók. Az egyes módszerek fő jellemzőit az 1. táblázat szemlélteti.

Ahogyan azt a fenti táblázatból is láthatjuk az egyik legfontosabb fenntarthatósági értékelési családnak az épületek ún. *teljesítmény alapú tervezési modelljei* (*2. ábra*) jelentik. A teljesítmény alapú tervezési modellek fő elve, hogy az épületek tervezési fázisában kell lehetőséget, közös platformot biztosítani a különböző érintetti csoportok számára, hogy definiálják az általuk fontosnak tartott, épületektől elvárt teljesítménykritériumokat, és megtalálják a kritériumoknak leginkább eleget tevő megoldást. Vagyis a módszer a funkcionális elképzeléseket teljesítmény-elvárásokra alakítja át, mellyel az elvárásoknak eleget tevő megvalósítási elképzelések találkozhatnak az értékelési, eltérés-elemzési és visszaigazolási folyamatok eredményeként (Szigeti – Davis, 2005). Ezen módszerek alkalmazása révén az épületek ökológiai és gazdasági hatékonyságát egyszerre lehet figyelembe venni.

Az *LCA-alapú értékelési módszerek* alkalmazására elsősorban az épületek, épületelemek, építőipari termékek teljes életciklus alatti környezeti hatásaival foglalkozó tanulmányokban érhető tetten, azt sugallva, hogy az épületek, építőipari termékek, építészeti megoldások fenntarthatóságának elemzése a környezetszennyezés és az energiahasználat vizsgálatával ragadható meg. Az életciklus elemzések folyamatának fő lépéseit a vizsgálat céljának és területének körülhatárolása, az életciklus adatok meghatározása, a kiválasztott indikátorok alapján történő hatásvizsgálat elkészítése és a kapott eredmények értékelése képezi. A vonatkozó szakirodalom alapján azonban kijelenthető, hogy az LCA módszertan építőipari alkalmazása még mindig nem tekinthető egységesnek. Az életciklus vizsgálatok alapvetően kétirányú – építőipari termékek és épületelemek környezeti és energetikai összehasonlítására szolgáló, illetve az adott épülettípus teljes életciklusára szolgáló – alkalmazásán túl, az

2. ábra: A teljesítmény alapú tervezés sematikus ábrája



Forrás: Häkkinen et al (é.n., 3.o.)

1. táblázat: Épületek fenntarthatósági értékelésének alapvető módszerei

Módszer elnevezése	Teljesítmény alapú tervezési modellek	Életciklus elemzési módszerek	Pontozási és minősítő rendszerek
Alapelv, cél	Tervezési céloknak megfelelő építészeti megoldások megtalálása	Épületek teljes életciklusára vonatkozó hatások felmérése	Az épületek fenntarthatóbb tervezése, kivitelezése, üzemeltetése, karbantartása, lebontása
Fókusz	A hierarchikus modell platformot szolgáltat az épülettől elvárt jellemzők számára és alapot nyújt a tervezési és technológiai megoldások összehasonlítására	Az LCA alapú módszerek lehetőséget biztosítanak az egymással versengő módszerek közül a legígéretesebb (relatíve fenntarthatóbbat) építészeti, technológiai megoldás kiválasztására	A tervezési fázisban alkalmazható módszertan, mely a fenntarthatóság célját specifikus teljesítmény-célokra fordítja le a teljes teljesítmény értékelése érdekében
Indikátorok	Tervezési folyamat során definiált indikátorok – ökohatékonyság és költséghatékonyság a fókuszban	Általában környezeti indikátorok alkalmazása, de a fejlettebb megoldások a teljes életciklus alatti költségeket is figyelembe veszi	Hagyományos döntési kritériumok mellett környezeti, társadalmi, funkcionális és gazdasági szempontok is beépíthetők
Módszertan	Fő lépése: 1. A teljesítmény követelmények pontos meghatározása, 2. az elvárt teljesítményt biztosító módszerek definiálása, 3. a teljesítmény várható elérésének igazolása	Teljes és egyszerűsített LCA elemzések is készíthetők Fő lépések: Vizsgálati cél és kiterjedés meghatározása, LCI - definiálása Hatásvizsgálat, Eredmények értékelése	Fő lépések: Fenntarthatósági cél definiálása Indikátorok definiálása Indikátorok súlyának definiálása Teljesítménymérés Eredmények meghatározása
Előnyök	Segítheti az építési folyamat érintettjeit az épület várható hasznosításához leginkább illeszkedő építészeti megoldások megtalálásában, Támogatja az épület teljesítményének fejlesztését, és az érintettek közötti kommunikációt	Tudományosan megalapozott módszertan Fejlettebb LCA megoldások lehetővé teszik a változók körének helyi feltételekhez illeszkedő módosítását, bővítését és a technológiai fejlődés figyelembe vételét	A különböző módszerek közös elemekkel bírnak Lehetőséget biztosít a helyi szabályozási feltételeknek, igényeknek megfelelő súlyok definiálására
Nehézségek	Bonyolult folyamatszemlélet miatt nehézkes a kritériumok körének bővítése	Teljes LCA vizsgálat nehézségei a megfelelő adatok rendelkezésre állásának hiánya miatt Környezeti fókusz nem fedi le a fenntarthatóság valamennyi dimenzióját	Általában akadémiai szinten alkalmazhatók, a referencia esetek, minősítési szempontok, súlymeghatározások nehézségei miatt
Példák, szoftverek	EcoProp®	BEES, EcoEffect, ATHENA, Eco-Quantum, BEAT2000	LEED, BREEAM, SBTOOL,

Forrás: Saját szerkesztés

egyes szerzők különféle LCA módszereket, adatbázisokat alkalmaznak, sőt meglehetősen sok szerző dolgozik a meglévő módszertanok módosításán, egyszerűsítésén és specifikálásán (Blengini – Di Carlo 2010; Wallhagen et. al. 2011). Következésképpen, a teljes épületek életciklus alapú vizsgálatát bemutató szakirodalmi források is két, a részletes LCA elemzést végző, és az egyszerűsített LCA elemzést készítő tanulmányok csoportjára bonthatók. Az egyszerűsített LCA-t alkalmazó szerzők általában kizárják bizonyos életciklus-fázisok elemzését (nem foglalkoznak például a lebontás fázisával), de az is előfordul, hogy a vizsgálat hatókörét szűkítik le (például figyelmen kívül hagyják a szállítással, infrastruktúrával, stb. kapcsolatos hatások számbavételét – ld. Arena - de Rosa 2003); vagy a rendelkezésre álló adatok hiányában mellőzik bizonyos épületelemek, alapanyagok vizsgálatát (Scheuer et al 2003); illetve korlátozzák a vizsgálatba vont indikátorok számát (Zabalza Bribián - Usón- Scarpellini 2009).

A 2. táblázat az épületek és épületelemek fenntarthatósági értékelésére alkalmazható legelterjedtebb LCA eszközök jellemzőit összesíti Forsberg és von Malmborg

2. táblázat: Az épületek teljes életciklus elemzésének főbb eszközei

Jellemzők	BEE	EcoQuantum	EcoEffect	BEAT 2000
		Vizsgálat fókusza		
Épületek típusa	Új	Új	Meglévő	Új
Kiépítés	alkalmazott anyagok, építési folyamatok	alkalmazott anyagok, épületelemek, építési folyamatok	alkalmazott anyagok, épületelemek	alkalmazott anyagok, épületelemek, építési folyamatok
Működtetés és karbantartás	igen	igen	igen	igen
Lebontás	nem	igen	igen	igen
Terület	nem	nem	nem	nem
Elemzési dimenziók	Környezeti	Környezeti	Környezeti és gazdasági	Környezeti
Vizsgált indikátorok	Anyag és energiaáramok, Globális felmelegedési potenciál, Savasodási potenciál, Nitrátosodási potenciál	Erőforrás-használat, Anyag és energiaáramok, Globális felmelegedési potenciál, Savasodási potenciál, Nitrátosodási potenciál, Ózonréteg károsítási potenciál, Humán toxicitás, Ökotoxicitás, Területigény	Erőforrás-használat, Anyag és energiaáramok, Globális felmelegedési potenciál, Savasodási potenciál, Nitrátosodási potenciál, Ózonréteg károsítási potenciál, Humán toxicitás, Ökotoxicitás, Hulladék-terhelés (veszélyes, nukleáris is), Porszennyezés, Egészségügyi hatások	Erőforrás-használat, Anyag és energiaáramok, Globális felmelegedési potenciál, Savasodási potenciál, Nitrátosodási potenciál, Ózonréteg károsítási potenciál, Humán toxicitás, Ökotoxicitás, Hulladék-terhelés (veszélyes, nukleáris is), Porszennyezés
Térbeli korlátok	Termék és szolgáltatási életciklus	Termék és szolgáltatási életciklus	Termék és szolgáltatási életciklus	Termék és szolgáltatási életciklus
Időbeli korlátok	50 év	50 év, de bővíthető	50 év, de bővíthető	50 év
Adatösszesítés legfelső szintje	Vizsgált paraméterek	5 paraméterig	5 paraméterig	-

Forrás: Saját szerkesztés Forsberg - von Malmborg (2004) alapján

(2004) alapján. A vizsgált eszközök jellemzői közül ki kell emelnünk, hogy csak az EcoEffect modellben jelenik meg a teljes életciklus alatti gazdasági teljesítmény vizsgálatának lehetősége.

Az *épületek fenntarthatósági értékelésére alkalmazható pontozási és minősítő rendszerek* általában az épületek kvalitatív és kvantitatív elemzésében nyújtanak segítséget, vagyis az adott épületek meghatározott paraméterek alapján történő auditálására építve rendelnek fenntarthatósági pontszámot vagy értéket a vizsgált épülethez. A 3. táblázat az Európában legelterjedtebb nemzeti minősítési rendszerek jellemzőit összesíti. Ezek közé tartozik a legrégebbi európai múltra visszatekintő brit BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), a világszerte alkalmazott amerikai LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), és a viszonylag fiatalnak tekinthető német DGNB (Deutsches Gütesiegel Nachhaltiges Bauen) és a francia HQE (Hauté Qualité Environmentale) minősítési rendszerek. Valamennyi értékelési rendszerről elmondható, hogy nemcsak az egyes épületek fenntarthatósági értékelésére alkalmazhatók, hanem segítséget nyújthatnak a fenntarthatóság elveinek megfelelő épületek tervezése, és a meglévő épületek újratervezése számára. Mind

3. táblázat: Az épületek fenntarthatósági értékelését segítő legelterjedtebb pontozási rendszerek

Szempontok	BREEAM	LEED	DGNB	HQE
Származási ország	Nagy-Britannia	USA	Németország	Franciaország
Minősítési rendszer felépítése				
Elérhető pontszám	100% (+10%)	100 p (+10 pont)	100% (+extra)	100p
Fokozatok	Egyedülálló Kiváló Nagyon jó Jó Elfogadható	Platina: 80p Arany: 60-79p Ezüst:50-59p Bronz: 40-49p	Arany: 80% Ezüst: 65-79,9% Bronz: 50-64,5%	Épülettípustól függő pontszámok
Alkalmazás területe				
Nemzetközi	igen	igen	nem	igen
Városi	igen	igen	nem	nem
Lakóépületek	igen	igen	nem	igen
Kereskedelmi, oktatási, egyéb	igen	igen	igen	igen
Kategóriák (a súlyok a lakossági épületekre vonatkoznak, kivéve DGNB)	Menedzsment (12%) Jólét & Egészség (15%) Energia (19%) Szállítás (8%) Víz (6%) Alapanyagok (12,5%) Hulladék (7,5%) Területigény és környezet (10%) Szennyezés (10%) Innováció (10%)	Fenntartható terület (26p) Vízhasználat hatékonysága (10p) Energia és atmoszféra (35p) Alapanyagok és erőforrások (14p) Belső környezeti minőség (15p) Innováció és design (6p) Regionális prioritás (4p)	Ökológiai minőség (22,5%) Gazdasági minőség (22,5%) Társadalmi minőség (22,5%) Technikai minőség (22,5%) Folyamat minőség (10%)	Öko-kivitelezlés Öko-management Komfort Egészség
Elterjedtség Európában (2011)*	4057	66	183	586

Forrás: Saját szerkesztés RICS (2011) és Nolte (2010) alapján

**A minősítéssel bíró kereskedelmi épületek száma alapján*

a négy rendszerre igaz továbbá, hogy a pontozási és értékelési folyamat a nemzeti szabályozásokat, helyi feltételrendszereket, társadalmi, gazdasági és környezeti kontextusokat veszi alapul. A modellek értékelési folyamatai is hasonlók, hiszen valamennyi módszer meghatároz egy, az adott épület által elérhető maximális pontszámot vagy értéket (ezek 100 pont, illetve 100%), sőt bizonyos eszközök esetében a kiemelten fontos szempontok esetében többletpontok szerzésére is nyílik lehetőség. Az alkalmazási területeket nézve megállapítható, hogy a különböző minősítési rendszerek eltérő mérési és értékelési kritériumokat alkalmaznak a különböző típusú (lakossági, nem lakossági, városi) és korú (meglévő illetve új) épületek vizsgálata számára (Nolte 2010).

Általában véve kijelenthető, hogy a különböző minősítési rendszerek közös vonása, hogy az épületek teljesítménye és teljes életciklus alatti hatásainak vizsgálatát a terület-kiválasztás, energiahasználat, vízhasználat, alapanyag-használat, belső környezet és menedzsment mentén követik el. Az épületek tervezési fázisában figyelembe veendő területválasztási és közlekedési szempontok valamennyi minősítési rendszer esetében megjelennek. Ennek keretein belül értékelik az épületek megközelíthetőségét (közösségi és magán közlekedés lehetősége), a különböző helyi szolgáltatások elérhetőségét, a terület ökológiai értékét, valamint a városképre gyakorolt hatást.

Az egyes rendszerekben az energiahasználat vizsgálata is kiemelt szerephez jut. Itt kerül értékelésre a megújuló energiahordozókra épülő technológiák valamint az energiahatékony berendezések és eszközök alkalmazása, az épületek világítási, fűtési-hűtési rendszerei, az alkalmazott szigetelés típusa, az épület fekvésének energiahasználattal összefüggő szempontjai, továbbá az energiahasználattal kapcsolatba hozható CO_2-kibocsátás is. A belső környezet elemzése során általában az épületekben tapasztalható vizuális-, akusztikai-és hőkomfortot, a szellőzést és a belső levegő minőségét vizsgálják. Az alapanyag-használatot tekintve valamennyi minősítési rendszerben megtalálható az építés során felhasznált alapanyagok fenntarthatósági értékelése, sőt a BREEAM és DGNB esetében kiemelt szerep jut a hulladékkezelés és újrahasznosítás szempontjainak is. Ugyanakkor, míg DGNB rendszer csupán a vízhasználat minimalizálásának kérdése kap helyet, addig például a HQE, LEED és BREEAM rendszerek az esővíz használatra is odafigyelnek. A menedzsment szempontok vonatkozásában pedig megemlítendő, hogy a DGNB minősítési rendszerben a hagyományosan figyelembe vett fenntartható tervezési eljárások alkalmazása mellett itt jelennek meg az épületek teljes életciklus költségei is, míg a LEED, a BREEAM és a HQE modellek elsősorban az épületek társadalmi és környezeti hatásainak vizsgálatára helyezik a hangsúlyt. Fontos különbségek tapasztalhatók azonban a minősítési rendszerekben megfogalmazott indikátorokhoz rendelt súlyok között. Míg a LEED esetében a fókusz az energia-, víz-, és alapanyag-használaton, valamint az adott terület kiválasztásán van, addig például a DGNB esetében a folyamatok menedzselése, a komfortérzet biztosítása, az energia- és vízhasználat, valamint a gazdasági hatások tekinthetők a legfontosabb értékelési szempontoknak.

„Általában véve kijelenthető, hogy a különböző minősítési rendszerek közös vonása, hogy az épületek teljesítménye és teljes életciklus alatti hatásainak vizsgálatát a terület-kiválasztás, energiahasználat, vízhasználat, alapanyag-használat, belső környezet és menedzsment mentén követik el. Az épületek tervezési fázisában figyelembe veendő területválasztási és közlekedési szempontok valamennyi minősítési rendszer esetében megjelennek."

ÖSSZEGZÉS

Az Európai Unió és tagállamainak fenntartható fejlődés melletti elkötelezettsége az építőipart sem hagyja érintetlenül. Az elmúlt évtizedekben különböző eljárások és módszerek jelentek meg, melyek az egyes épületek fenntarthatósági értékelésére alkalmazhatók. Ahogyan azonban azt a fentiekből láthattuk, a teljesítmény alapú értékelés, az életciklus analízis és a nemzeti minősítő rendszerek használata számos nehézséggel is jár. Míg az LCA-módszerek esetében a legnagyobb nehézséget a szükséges adatok elérhetősége képezi, addig a nemzeti minősítési rendszerek esetében bonyolult szerkezettel, a súlyok meghatározásának és a helyi feltételekhez illesztett szerkezetének köszönhető általánosítási nehézségekkel számolhatunk. Nyilvánvaló tehát, hogy mind az életciklus elemzések, mind pedig a minősítési rendszerek terén további fejlesztések szükségesek.

JEGYZETEK

1 Jelen tanulmány a TAMOP 4.2.1.B- 10/2/ KONV-2010-0002 támogatásával készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

2 Ezen kritériumok egyfajta összegzéseként dolgozta ki az IISD 1996-ban a fenntartható fejlődés felé történő elmozdulás vizsgálatára alkalmas indikátorrendszerekkel szemben támasztott ún. Bellagio elvek listáját, melyek célja, hogy világos, átlátható útmutatást adjanak az indikátorrendszerek kialakítása és értékelése számára (ld. bővebben Szlávik – Csete, 2004).

FELHASZNÁLT IRODALOM

Arena, A. P., de Rosa, C. (2003), "Life cycle assessment of energy and environmental implications of the implementation of conservation technologies in school buildings in Mendoza—Argentina", *Building and Environment*, 38, 359 – 368.

Bauer, M. - Mösle, P. – Schwarz, M. (2010), *Green Building – Guidebook for Sustainable Architecture*, Berlin: Springer-Verlag

Blengini, G. A. - Di Carlo, T. (2010), „The changing role of life cycle phases, subsystems and materials in the LCA of low energy buildings", *Energy and Buildings*, 42, 869–880.

Bossel, H. (1999), "Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications", A Report to the Balaton Group, http://iisd.ca; Letöltés ideje: 2009.02.02.

Bragança, L., Ricardo Mateus, R. – Koukkari, H. (2010), "Building Sustainability Assessment", *Sustainability*, 2, 2010-2023.

Bulla M., Guzli P. (2006), „A Fenntartható Fejlődés indikátorai", In: Bulla, M. – Tamás, P. (eds): *Stratégiai kutatások – Magyarország 2015, Fenntartható fejlődés Magyarországon*, Budapest: Új Mandátum Könyvkiadó, 235-255.

Crawford, R. H. (2011): "Towards a comprehensive approach to zero-emissions housing", *Architectural Science Review*, 54, 4, 277-284.

Feist, W., Schnieders, J., Dorer, V., Haas, A. (2005), "Re-inventing air heating: Convenient and comfortable within the frame of the Passive House concept", *Energy and Buildings*, 37, 11., 1186-1203.

Forsberg, A., von Malmborg, F. (2004), „Tools for environmental assessment of the built environment", *Bulding and Environment*, 39, 223–228.

Guy, S. (2010), "Pragmatic ecologies: situating sustainable building", *Architectural Science Review*, 53, 1, 21-28.

Häkkinen, T., Huovila, P., Tattari, K. (é.n.), „Eco-efficient Building Process", http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/environ/sb02-eco-efficient%20b_process2.pdf, Letöltés ideje: 2013.03.27.

Hodge, T., Hardi, P., Bell, D. V. J. (1999), "Seeing Change Through the Lens of Sustainability, Beyond Delusion: Science and Policy Dialogue on Designing Effective Indicators of Sustainable Development", The International Institute For Sustainable Development, 6-9 May 1999, Costa Rica, http://www.iisd.org/pdf/background.pdf, Letöltés ideje: 2008.11.23.

Isaksson, C. (2011), "From a passive to an active house", World Renewable Energy Congress, 2011, http://www.ep.liu.se/ecp/057/vol8/007/ecp57vol8_007.pdf, Letöltés ideje: 2013.03.26.

Kerekes S., Fogarassy Cs. (2006), *Környezetgazdálkodás, Fenntartható fejlődés*, Gödöllő: Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar,

Marszal, A. J., Heiselberg, P., Bourrelle, J. S., Musall, E., Voss, K., Sartori, I., Napolitano, A (2011), "Zero Energy Building–A review of definitions and calculation methodologies", *Energy and Buildings*, 43, 4, 971-979.

NEEDS (2008), "Final set of sustainability criteria and indicators for assessment of electricity supply options", NEEDS, Sixth Framework Program, Deliverable n° D3.2 – RS 2b, http://gabe.web.psi.ch/pdfs/Needs/NEEDS_RS2b_D3-2.pdf, Letöltés ideje: 2010.06.08.

Nolte, I. (2010), "Comparison of worldwide certification systems for sustainable buildings",

Longlife Project, http://www.longlife-world.eu/res/dnl/en/20100201-LL-%20comparison%20certification%20systems.142.pdf, Letöltés ideje: 2012.11.03.
Okeil, A. (2010), "A holistic approach to energy efficient building forms", *Energy and buildings*, 42, 9, 1437-1444.
RICS (2011), „Going for "Green" Sustainable Building Certification Statistics Europe", http://www.rics.org/sustainability, Letöltés ideje: 2013.03.26.
Scheuer, Ch., Keoleian, G.A., Reppe, P. (2003), „Life cycle energy and environmental performance of a new university building: modeling challenges and design implications", *Energy and Buildings*, 35, 1049–1064.
Seyfang, G. (2010), "Community action for sustainable housing: Building a low-carbon future", *Energy Policy*, 38, 7624–7633.
Szigeti, F., Davis, G. (2005), "Performance Based Building: Conceptual Framework", http://www.pebbu.nl, Letöltés ideje: 2013.02.11.
Szlávik J., Csete M. (2004), "A fenntarthatóság érvényre jutása és mérhetősége települési kisregionális szinten", *Gazdálkodás*, 48, 4., 10–28.
UNECE/OECD/Eurostat (2008), „Measuring Sustainable Development", http://www.eurostat.org; Letöltés ideje: 2009.02.12.
UNEP (2009), "SBCI Sustainable Building and Climate Initiative. Vision for sustainability on building and construction", http://www.unep.org/sbci/AboutSBCI/Background.asp, Letöltés ideje: 2013.03.26.
VTT (2010), "Sustainability and performance assessment and benchmarking of buildings", Final Report, Superbuilding Project, Letöltés ideje: 2013.02.11.
Wallhagen, M., Glaumann, M., Malmqvist, T. (2011), "Basic building life cycle calculations to decrease contribution to climate change - Case study on an office building in Sweden", *Building and Environment*, 46, 1863-1871.
Zabalza Bribián, I., Usón, A. A., Scarpellini, S. (2009), "Life cycle assessment in buildings: State-of-the-art and simplified LCA methodology as a complement for building certification", *Building and Environment*, 44, 2510–2520.

Deutsch Nikolett, adjunktus

Pécsi Tudományegyetem,
Közgazdaságtudományi Kar,
Gazdálkodástudományi Intézet,
Stratégiai Tanulmányok Tanszék
deutschn@ktk.pte.hu

Note on the Sustainable Assessment Methods for Buildings

In the last decades there has been a growing movement towards sustainable buildings and the greening of building practices. Therefore, it is not surprising that the role and availability of quantitative and qualitative methods regarding the assessment of buildings' sustainability, and approaches suitable for the examination of economic, social and environmental effects of buildings and the built environment has been appreciated. The goal of this article is to highlight the principles and main characters of existing methods and tools of sustainable building assessment.

Nikolett Deutsch