

Marketing & Menedzsment

The Hungarian Journal of Marketing and Management



Az épületberuházások fenntartható komponenseinek pénzügyi értékelése

A reálopció megközelítés alkalmazása az építészetben

Épületek fenntarthatósági értékelésének lehetséges módszerei

Épületek energiahatékonyságának pénzügyi értékelése

Épületek energetikai átvilágításának feladatai és nehézségei a magyar gyakorlatban

Fenntarthatóság és rendszer az építészetben



 PÉCSIKÖZGÁZ

XLVII. évfolyam különszám / 2013



marketingmenedzsment.hu



Nemzeti Fejlesztési Ügynökség
www.ujszchenyiterv.gov.hu
06 40 638 638



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Simonyi Summer Consulting Program 2013

The 8th International Summer University in Innovation Commercialization and Business Consulting is extended to under grad., post grad and PhD students coming from all academic fields.

We will be celebrating the inauguration of the eighth summer university in Pécs from June 14th - July 22nd 2013, building on a past seven years of successful co-operations with the regional firms and organizations with a good number of international students coming back for the experience again.

The Simonyi program is sponsored by Charles Simonyi, the Hungarian-American entrepreneur.

What should you have to participate?

- Good English skills
- Constructive Attitude, Commitment and Conscientiousness
- High motivation and willingness to work and have fun
- Interest in management, entrepreneurship, innovation and commercialization
- An open-mind for new experiences and for working with other cultures
- Eagerness to get real-world business experience
- Flexibility to work outside your field of interest

ALL STUDENTS WILL GET A CERTIFICATE OF MERIT UPON SUCCESSFUL COMPLETION OF THE PROGRAM!

Source: <http://portal.ktk.pte.hu/index.php?p=contents&cid=1372>



Business and Economic
Development Center

Interested? If yes please contact:

Dr. Kia Golesorkhi (kia@ktk.pte.hu)
KTK Room B 230 (ext.23186)

Deadline: 15th of May

XLVII. évfolyam – Különszám

Kiadja

Pécsi Tudományegyetem

University of Pécs



PÉCSIKÖZGÁZ

Szerkesztő

Ulbert József

ulbert@tkk.pte.hu

Szerkesztőség

PTE KTK

7622 Pécs, Rákóczi út 80.

Tel.: +36 72 500-599 / 23276

Fax: +36 72 500-599 / 23264

www.marketingmenedzsment.hu

Lapigazgató

Csapi Vivien

mm@tkk.pte.hu

Nyomdai előkészítés, grafikai és

technikai tervezés

IDResearch Kft./Publikon Kiadó

7624 Pécs, Esztergár Lajos utca 8/2.

Tel./Fax: +36 72 522-624

www.publikon.hu

publikon
KIADÓ

Nyomdai munkálatok

Molnár Nyomda Kft, Pécs

Index 25545 HU

ISSN 1219-03-49

Nyilvántartási szám: FI 58544

Tartalom

Somogyvári Márta

Fenntarthatóság és rendszer az építészetben | 4

Deutsch Nikolett

Épületek fenntarthatósági értékelésének lehetséges módszerei | 16

Pintér Éva

Épületek energiahatékonyságának pénzügyi értékelése -- Társadalmi költség-haszon elemzés | 28

Csapi Vivien

Az épületberuházások fenntartható komponenseinek pénzügyi értékelése | 36

Rideg András

Épületek energetikai átvilágításának feladatai és nehézségei a magyar gyakorlatban | 46

Csapi Vivien - Rattig Anita

A reálpciós megközelítés alkalmazása az építészetben | 56

Pintér Éva - Bagó Péter

Zöld épületek és okosházak – A fenntartható megtérülés mérése SROI-val | 69

A tanulmányok az alábbi pályázat keretében készültek:

TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0002

A Dél-dunántúli régió egyetemi versenyképességének fejlesztése

SROP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0002

Developing the South-Transdanubian Regional University Competitiveness

II. Blue Economy Summer School in Pécs – BESS 2013

Blue Economy Summer School gives you the chance to learn a new way of thinking in the mind of the current and the later generation of business professionals that offers permanent solution for the present economic, social and environmental crisis. "The Blue Economy" permits to respond to the basic needs of all with what we have. As such, it stands for a new way of designing business: using the resources available in cascading systems, where the waste of one product becomes the input to create a new cash flow.

Meet the creator of the concept, Gunter Pauli in Pécs! Pauli has analysed learned from the faults of the former and current models and set up revolutionary ideas, which he published in 2009 as a report of the Club of Rome. The 100 models of innovations promise 100 million jobs in 10 years. The Economy Summer School offers the chance to meet and learn from Gunter personally.

Program

Academic program

BESS has created a diverse academic program, covering different perspectives of Blue Economy. The main focus will be on Blue Economy methodology and regional development in the industrialized world. By participating on BESS 2013 you can learn:

- The phenomena of the Blue Economy concept
- Current examples and solutions of Blue Economy
- Blue Economy methodology and projects
- System thinking
- Regional development in the industrialized world.

This year's special

At the end of the program The Blue Innovations Showcase and Marketplace will be organized and will provide an excellent opportunity for the participants to get acquainted with technology owners and users. Through this venue owners/sellers/ buyers of sustainable design, product or service are able to compete and transact within sustainability's international community of practice.

For more information and the schedule please visit:
<http://bess.ktk.pte.hu>

The city of Pécs

Pécs, Hungary's fifth largest city lies in the southern part of the country. The vicinity of the Adriatic, the winding streets of the historic centre, the teeming life of the early summer evenings all evoke the feeling of a Mediterranean region. At the same time, Pécs is a regional cultural and university centre. Traditions derived from its cultural heritage and from artistic innovation shape its present character. Pécs was a European Capital of Culture in 2010, and the related projects realized more long-term developments in both the city and the region.

ECTS credit

At the final workshop of BESS2013 students will hold presentations about Blue Economy project and so gain 6 ECTS.

Extra curricular activities

A wide range of off-class social programs will be offered during the summer school most of which despite being diverse and amusing are linked to the concept of Blue Economy. These programs provide an excellent opportunity for participants to get better acquainted not only with each other, but also with city, the region, the culture and heritage of Pécs.





The University of Pécs

Founded in 1367, the University of Pécs now comprises of nine University and two College Faculties including the former independent Medical University. With its ten faculties the University of Pécs plays a significant role in Hungarian higher education. The University offers a broad range of training and degree programs ensuring high-level knowledge-transfer and research. With its more than 29,000 students and nearly 2,000 teaching and research staff the impact of the University of Pécs extends well beyond the borders of the city. The Faculty of Business and Economics (FBE) was established in 1970 – and has since then become a leading centre of education and training of economists and business persons.



Dates

Early bird registration and payment 15th of April

Registration and payment until 14th of June

Arrival, registration 7th of July

Start of the program 8th of July

Contact

The official website of the Blue Economy Summer School:
<http://bess.ktk.pte.hu>

Email us on: bess@ktk.pte.hu

Telephone:
+36-72-501-599 / 23160
(Ms Judit Trombitás - international coordinator)

Costs and fees

Early bird fee (until 15th April) 1450 €

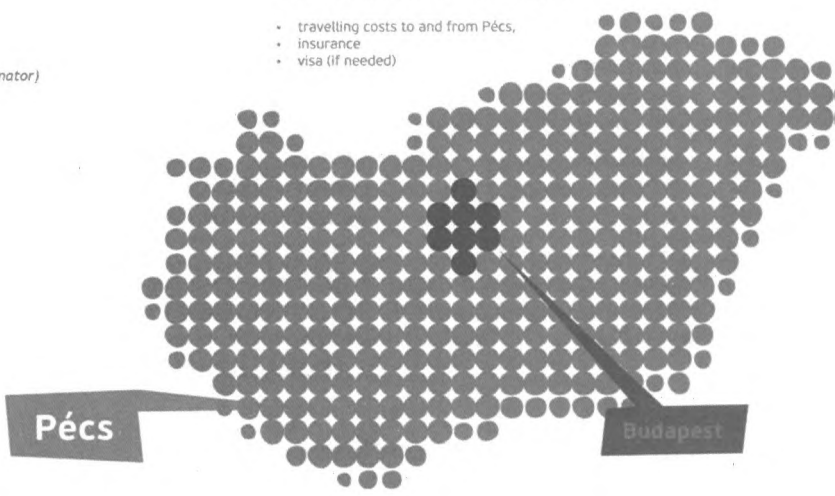
Fee (until 14th June) 1650 €

The tuition fee includes:

- Academic program with Günter Pauli and the international lecturer team,
- Off programs,
- Course materials,
- Welcome package,
- Full access to campus facilities (wifi, computer labs),
- Welcome and farewell party,
- Accommodation (in single rooms),
- Meals (3 times per day)

The fee does NOT include:

- travelling costs to and from Pécs,
- insurance
- visa (if needed)



Fenntarthatóság és rendszer az építészetben¹

Somogyvári Márta
Pécsi Tudományegyetem

Az építészet az az emberi tevékenység, ami a legnagyobb hatással van a bolygónkra. A gazdaság más területeihez képest az épített környezetünk nagyon messze van a fenntarthatóságtól, bár néhány építészeti irányzat már elindult ebbe az irányba. A tanulmány rendszerelméleti szempontból széles kontextusban vizsgálja, hogy milyen elvek segíthetnek hozzá, hogy fenntartható épületeket tervezünk, külön kiemeli a gazdasági fenntarthatóság problémakörét a jövő generációinak szemszögéből, és kitér azokra az általános elvekre, amelyek segíthetnek az épített környezet fenntarthatóbbá tételében.

Kulcsszavak:
rendszer gondolkodás,
fenntartható fejlődés,
fenntartható építészet,
gazdasági fenntarthatóság

BEVEZETÉS

A fenntarthatóság szerepét az építészetben, illetve a fenntartható építészet fogalmát nagyon nehéz tisztázni. Vajon mire vonatkozhat az épületek esetében ez a szó? Mi lehet fenntartható? Az épület elhelyezése? Az épület héjazata? Az alkalmazott technológia? A gépészeti megoldások? Kinek fenntartható? A tulajdonosnak? A felhasználónak? A társadalomnak? A múlt vagy jövő generációinak? Hány évig fenntartható? Azok az épületek, amelyek szinte egyedülként élnek túl az emberiséget, s amelyek közben többé kevésbé beteljesítik funkciójukat, az egyiptomi piramisok. Persze csak addig, amíg a sivatag megmarad sivatagnak és eltemeti őket a homok...

AZ ÉPÍTÉSZELET ÉS AZ ÉPÍTETT KÖRNYEZET HATÁSA A BOLYGÓRA

A mai korszak környezetterhelésében az épített környezetnek meghatározó szerep jut. A gazdaság más területeihez képest az építészet és az építőipar sok területen nagyon messze van a fenntarthatóságtól, a szektor számos szereplője nem foglalkozik ezzel a kérdéskörrel és a fenntarthatóságot építészeti irányzatként kitűző mozgalmak is évtizedek óta a kísérleti és kísérletező fázist jelentik a legtöbb építető, tervező, kivitelező és a közvélemény számára.

ENERGIA ÉS NYERSANYAGHASZNÁLAT

Az iparban világszerte megfigyelhetjük annak a termelési filozófiának a gyors terjedését, amely a technológiákat úgy alakítja, hogy minél kisebb legyen az adott iparág energia- és nyersanyaghasználata, ne keletkezzen hulladék, s csökkenjen a környezetterhelés. Az építőiparban ez a tendencia Európában elsősorban a skandináv és a német nyelvű országokban kezd elterjedni a napi gyakorlatban is. Az építés és az épületek fenntartása sokkal több energiát és nyersanyagot követel meg, mint bármely más gazdasági tevékenység. Mind a háztartások, mind a gazdasági ágensek és az állam számára is az építés jelenti a legnagyobb

pénzügyi beruházást, a társadalmak az építési folyamat során használják fel a legtöbb erőforrást. Az épületekben az emberiség által felhasznált nyersanyagok 60%-a van beépítve, az energiafelhasználásnak csaknem a fele is itt történik, sőt, a hulladékok nagyobb része is az építési tevékenység során keletkezik. Európában 2010-ben a teljes végső energiafelhasználás 40%-át adták az épületek, amit a közlekedés 32%-kal, az ipar 24%-kal és a mezőgazdaság 2%-kal követett (Odyssee 2012). Magyarországon ez az arány még magasabb, csaknem 45%. Az egy négyzetméterre eső fűtési célú energiafelhasználásban is az átlag fölött vagyunk, ami nem magyarázható a kontinentális klímával, mert csaknem 50kWh/m²-rel több a fogyasztásunk, mint pld. a norvég épületeké (Odyssee 2012). Az épületek összes energiafogyasztása mind a fűtési energiát, mind a villamos energiát tekintve folyamatosan emelkedő trendet mutat Európában annak ellenére, hogy az Unió széles körű programokat indított az energiahatékonyság növelésére a 20-20-20 célok kitűzésével (EU 2010).

TERÜLETFOGLALÁS ÉS A TALAJOK DEGRADÁCIÓJA ÉS MEGSEMMISÜLÉSE

Az építészeti emberiségnek az a tevékenysége, amelynek során a leglátványosabban veszi el és alakítja át a területet a természettől. Európa annak ellenére, hogy már szinte mindent arra alkalmas helyszínt "lebetonozott", naponta 250 hektárt zár le betonnal, aszfalttal vagy épületekkel (SWD 2012 p.8). Az utóbbi tíz évben az Európában kiadott építési engedélyek száma az ingatlanbuborék kipukkadásáig, 2006-ig meredeken emelkedett, a 2006-os évben az emelkedés 17%-os volt, majd a válság hatására az építőipar összeomlott. Az építési engedélyek száma, ami az építési projektek gyakorlati megvalósításának első jele, 2009-ben a 2006-os adat felére esett vissza (Odyssee 2012). A 2012-es év utolsó negyedében a 2010-es bázishoz képest Magyarországon a kiadott engedélyek száma a felére, 52%-ra

esett vissza, viszont a válságból gyorsan kikeveredő balti államok és Svédország csaknem 40-60%-os többletet mutatnak fel (Eurostat 2012a). Ázsiában és Afrikában közben eddig soha nem látott intenzitású és nagyságrendű építési tevékenységet figyelhetünk meg az urbanizálódásnak és az ipar fejlődésének köszönhetően (Zhang 2006).

Magyarországon a termőföldelvonás dinamikája nagyon kedvezőtlen képet mutat. 1990-ben 8,24 millió hektárnyi termőterület volt Magyarországon, 2007-re ez az érték 7,72 millió hektárra esett vissza (Farsang 2011). Ez azt jelenti, hogy az évente kivont és jórészt betonozott és leaszfaltozott terület csaknem 31 ezer hektár volt. Ez a szám napi 84 hektárt jelent, amivel ugyan az unió átlaga alatt vagyunk, de tekintettel arra, hogy közben a népesség folyamatosan csökken, és az építkezések, illetve az infrastruktúra fejlesztése rendszerint a síkvidéki, a mezőgazdasági szempontból legértékesebb, legjobb termőképességű talajokat érinti (Farsang 2011), ez az adat az ország környezeti állapotának és jövőbeni eltartó képességének tragikus degradációját jelenti.

Amíg mind a közvélemény, mind a tudományos közösség napirenden tartja az épületekben történő fosszilis energiafelhasználás negatív hatásait, a területfoglalás hatásáról kevesebb szó esik. Földhasználat nélkül nem képzelhető el építkezés, a földhasználat pedig negatívan hat mind a globális, mind a helyi klímára, megszünteti a talajok pufferkapacitását a bolygó szénkörforgásában, létrehozza a városok feletti hőszigeteket, megváltoztatja a természetes hidrogeológiai folyamatokat, növeli az árvizek és az aszály veszélyét, s csökkenti a biodiverzitást, hiszen a Föld élőlényinek csaknem egynegyede talajlakó, s tőlük függ a teljes szárazföldi ökoszisztéma működése. A talajképződés ideje több ezer év, s ez a folyamat nagy léptékben nem gyorsítható fel. A zöld mezős beruházások azzal, hogy degradálják, vagy megsemmisítik a talajokat, közép- és hosszútávon veszélyeztetik az élelmiszertermelést és a gazdasági fejlődést (SWD 2012).

A FENNTARTHATÓ ÉPÍTÉSZE IRÁNYZATAI AZ ÉPÍTÉSZEK ÉRTELMEZÉSÉBEN

A fenntarthatóság mint hívószó

Az építészek a „fenntarthatóság” kifejezést nagyon sok kontextusban használják, sokfajta épületre mondják azt, hogy az fenntarthatóság elveinek figyelembe vételével épült a tradicionális építési módokat és építőanyagokat felvonultató vidéki házaktól a sivatagokban felépített high-tech felhőkarcolóig. Jarzombek (2003) szerint a kifejezés azért terjedt el, mert ezzel a szektor szereplői el akarták kerülni azt a stigmát, hogy valamiféleképpen részeseivé válnak a környezeti politikának, összemoshatók a környezetvédők gyakran radikális mozgalmával. A fenntartható építéssel sokan az ökológiai építéssel, az energiahatékony építéssel vagy a bioklimatikus építéssel azonosítják anélkül, hogy pontosan definiálnák a fogalmakat.

A fenntartható építészet főbb irányzatai

Az építészetnek többes karaktere van, az egyik a művészet, a térbe álmódott formákkal, az épület tömegének és térszerkezetének vizuális megjelenésével a részletek aprólékos kidolgozásával törődik, a másik a funkciókkal, a használat által megfogalmazott követelményekkel foglalkozik, a harmadik a technológiát, a műszaki tartalmat helyezi előtérbe, s mindennek néha erőteljes gátat szabnak a helyi fizikai és társadalmi elvárások, illetve a pénzügyi korlátok. A fenntartható építészetnek az előbbi szempontokat úgy kell ötvöznie, hogy az épület környezeti hatásait úgy minimalizálja (vagy optimalizálja), hogy a megadott gazdasági lehetőségek között is kielégítse azokat a funkcionális, kényelmi és vizuális igényeket, amelyeket az adott kultúra elvár egy épülettől.

Természetközpontú megközelítés

A fenntartható építészet természetközpontú megközelítése abból a sokak által elfelejtett egyszerű tényből indul ki, hogy az emberi élet a természetben játszódik le, s ahhoz,

hogy az emberi faj hosszú távon fennmaradjon, elengedhetetlenek azoknak a folyamatoknak az ismerete, amelyek az ökoszisztémát irányítják. McHarg a „Design with Nature” c. könyvében ezt úgy fejezte ki, hogy nem a természet ellen, hanem a természettel kell terveznie az építésznek (McHarg 1967). Ez az irányzat ma is visszaköszön a biomimikri, a passzív szolár megoldások, a természetes árnyékolás, a fizikai törvényeket kihasználó, építészeti és nem épületgépészeti megoldásokkal átszellőztetett épületekben, a vidéki, autonóm, sziget-szerű energiatermeléssel fenntartott házakban. Az irányzat képviselői szerint a tájba illesztett, a természetet nem zavaró épületek egyben biztosítják az ott élők egészségét is, hiszen a természet önmagában „tisza és gyógyító erővel” bír (Guy és Farmer 2001).

Ökológiai megközelítés

Amíg a természetközpontú megközelítés során a legfontosabb az, hogy megvédjük a természetet az építés és az emberi tevékenység brutalitásától, az ökológiai megközelítés arra helyezi a hangsúlyt, hogy hogyan lehet különböző technológiai megoldásokkal minimalizálni az épületek által okozott környezeti károkat, amelyek közül a legveszélyesebbnek a klímaváltozást tartják. A technológiai irányzatok kettéoszlanak. Az egyik irányzat az alternatív, low-cost technológiákat részesíti előnyben, természetes, sokszor tradicionális anyagokat használ, mint fa, agyag, vályog, bambusz, szalmabála, illetve szélsőséges esetben különböző

„Az építészet az emberiségnek az a tevékenysége, amelynek során a leglátványosabban veszi el és alakítja át a területet a természettől. Európa annak ellenére, hogy már szinte mindent arra alkalmas helyszínt „lebetonozott”, naponta 250 hektárt zár le betonnal, aszfalttal vagy épületekkel.”

hulladékokat, mint PET palack, autógumi, ezzel is csökkentve a szemét mennyiségét.

A másik irányzat a high-tech megoldások, az innovatív anyagok, és a nagyipari módszerekkel gyártott szigetelő- falazó és burkolóanyagok mellett felhasználja a megújuló energiaipar legújabb fejlesztéseit, hogy növelje az épületek energiahatékonyságát és/vagy kihasználja a helyi megújuló energiákat saját energiatermelő rendszerek beépítésével. A fenntarthatóság ezekben az esetekben számszerűsíthető indikátorokkal mérhető. Ezek közé tartozik a gyártás során és az építés során az épületbe beépített és az épület teljes életciklusa alatt felhasznált energia mennyisége, a pontosan meghatározott és megmért környezeti hatások az eutrofizálódástól a savasodáson át a felhasznált vízmennyiségig, az épület működtetéséhez szükséges fosszilis energia kiváltása, az épület által megspórolt üvegházhatású gázok mennyisége (Pieragostini 2012). Ebben az olvasatban a fenntarthatóság azt jelenti, hogy az építéssel kapcsolatos szociális, gazdasági és környezeti problémák megoldását a technológia és a jövőbeli technológiai innovációk segíthetik elő. A fenntarthatóság kulcsa a racionalitás és a hatékony tervezés, építés és működtetés (Williamson et al 2003).

A fenntarthatóság mint kulturális koncepció

A fenntarthatóság kulturális koncepciója abból indul ki, hogy az épületnek illeszkednie kell ahhoz a helyhez, közösséghez, településhez, ahol elhelyezkedik. Akkor fenntartható egy épület, ha visszatükrözi azoknak az embereknek az értékrendjét, akik ott élnek, hiszen a helyi ember, a lokális kultúra jobban érzi, illetve tudja, hogy mire van szüksége (Williamson et al 2003), s mit kíván meg a „hely szelleme”.

Integratív megközelítés

Az integratív megközelítés szerint a fenntartható építészeti a fenti irányzatoknál sokkal tágabban kell értelmezni. Az épített környezet és a gazdasági, ökológiai és társadalmi tényezők kölcsönösen függnek egymástól. A Svájci Építész és Mérnök Egyesület (SIA 112/1) ezt úgy fogalmazta meg 2004-ben kiadott irányelveiben, hogy az építészeti fenntarthatóság modellje három oszlopon nyugszik: ezek a társadalom, a gazdaság és a környezet, s ezek a területek egyenként is több témát fognak át, amelyeknél külön-külön is meg kell állapítani a fenntarthatósági kritériumokat. Ezekből az irányelvekből nem derül ki, hogy mennyiben különbözik a fenntartható építészet a „nem fenntarthatótól”, mert az építés folyamatához adnak egy forgatókönyvet, amiből kitűnik, hogy milyen módon lehet elindulni a társadalmi és gazdasági tényezők integrálása felé az egyes építési projektek tervezési és előkészítő folyamatában (*1.táblázat*).

AZ ÉPÜLET MINT RENDSZER

A fenntarthatóság integratív megközelítéséből az következik, hogy a szűkebb (műszaki és esztétikai) és tágabb (településrendezési) építészeti szempontokat és az ökológiai, gazdasági, társadalmi szempontokat egyaránt figyelembe kell venni az épített környezet alakításakor, vagyis el kell indulni a rendszerelméleti gondolkodás felé.

Az épület önmagában is meghatározható egy olyan komplex rendszerként, ami az infrastruktúra segítségével és az épület használóinak az interakcióin keresztül más rendszerekkel (közlekedési hálózat, energiarendszer, külső környezet fizikai rétege, ökoszisztéma, különböző társadalmi alrendszerek) tart kapcsolatot, s ami más épületekkel együtt nagyobb rendszerekbe (települések, tájak, régiók) szerveződik.

Ha egy épület fenntarthatóságát meghatározó tényezőket meg szeretnénk vizsgálni, érdemes a rendszer tervezésének folyamatából kiindulni. Derrisen szerint „az „ex ante” fenntarthatóság a rendszer tervezőjének a reménye arra, hogy teljesítse a tartósság kritériumát, de azt csak egy bizonyos valószínűséggel lehet állítani, hogy a rendszer „ex post” is kiállja a normatív fenntarthatósági kritériumok próbáját (Derrisen et al. 2011).

1. táblázat: A Svájci Építész és Mérnök Egyesület irányelvei a fenntartható építészetről

Társadalom	
Közösség	Társadalmi integráció (kulturális és generációs sokszínűség)
	Szociális interakciók (olyan helyek és térszerkezet, ami elősegíti az emberek közötti kapcsolatokat)
	Szolidaritás és igazságosság (a hátrányos helyzetű csoportok és személyek támogatása)
	Társadalmi részvétel (társadalmi párbeszéd, hogy a lakosság elfogadja a projekteket)
Kialakítás	Térbeli identitás (a tájékozódás elősegítése az épített környezet kialakításával)
	Individualizálás (az egyénre szabott és az egyének által végrehajtható átalakítások lehetősége)
Használat	Alapellátás (rövid szállítási távolságok, az adott negyedben a különböző funkciójú épületek keveredése)
	Forgalomcsillapított zónák és tömegközlekedés (jó és biztos elérhetőség, jó közlekedési hálózat)
Jóllét és egészség	Biztonság (magas biztonságérzet, a veszélyek elhárítása)
	Megvilágítás (optimális nappali fény, jó megvilágítás)
	Belső klíma (kevés allergén anyag és káros anyag a levegőben)
	Sugárzás (alacsony ionizáló és nem ionizáló sugárzási szint)
	Nyári hőség elleni védelem (megfelelően hűvös belső hőmérséklet)
Zaj és rázkódások (alacsony zajszint és rázkódásmentes környezet)	
Gazdaság	
Építmény	Elhelyezkedés (az épület elhelyezkedésének megfelelő hosszú távú gazdasági hasznosítás)
	Épület anyaga (a teljes élettartamra vonatkoztatott állandó minőség és értékállóság)
	Épület szerkezete (magas flexibilitás a téralakításban és a használatnak megfelelően)
Beruházási költségek	Életciklus költségek (már a beruházási fázisban a teljes életciklusra vonatkoztatott költségek figyelembe vétele)
	Finanszírozás (a beruházási, fenntartási, felújítási és lebontási költségek biztosítása hosszú távon)
	Externális költségek (az externális költségek minimalizálása)
Működési és karbantartási költségek	Működési és karbantartási költségek (alacsony költségek a korai tervezés és a folyamatos intézkedések eredményeként)
	Javítási költségek (alacsony javítási költségek a magas minőség és könnyű javíthatóság, hozzáférhetőség biztosításával)
Környezet	
Építőanyagok	Az építőanyagok elérhetősége (könnyen elérhető primer anyagok és sok újrahasznosított anyag)
	Alacsony környezeti terhelés (a gyártás során alacsony környezeti terhelés)
	Lebontás (a könnyű lebontást és az újrafelhasználást illetve újrahasznosítást lehetővé tevő szerkezeti kapcsolatok és kötőanyagok)
Működési energia	Hűtés fűtés (kis energiaigényű épületek a különböző építési megoldások és a gépészet megválasztásával)
	Háztartási meleg víz (kis energiaigényű HMV ellátás a különböző építési megoldások és a gépészet megválasztásával)
	Villamos energiaigény (alacsony villamos energiaigény a működtetés és a berendezések megválasztása segítségével)
	Energiaigény kielégítése (nagy rész megújuló energiával)
Talaj /táj	Alaprajz (kis területet lefedő alaprajz)
	Zöld felületek (fajta változatossága)
Infrastruktúra	Mobilitás (a mobilitás környezetterhelésének minimalizálása)
	Hulladékkezelés a működés során (szelektív hulladékkezelés)
	Víz (alacsony ivóvízfogyasztás és kis mennyiségű szennyvíz)

Forrás: SIA 112/1

Ahhoz egy rendszer „ex post” is fenn tarthatónak bizonyuljon, figyelembe kell venni tervezésnél a lokális és globális hatásokat, a rendszer hosszú távú hatásának idejét, a rendszer szociokulturális, ökológiai, természeti és gazdasági környezetét, illetve a rendszer esetleges proliferációjának következményeit, valamint a rendszer rugalmasságát biztosító tényezőket (Somogyvári 2012).

A rendszer élettartama

A rendszer élettartamát úgy kell meghatározni, hogy az egybeessen azzal az időszakkal, amíg a rendszer hatást gyakorol a környezetre. Ez az épületek esetében megfelelően az életciklus vizsgálatoknak az épületet alkotó anyagok és berendezések alapanyagainak kitermelésével, gyártásával kezdődik és az épület lebontásáig, illetve a felhasznált anyagok lerakásáig, és/vagy újrafelhasználásáig, illetve a káros anyagok semlegesítéséig tart. Vannak olyan rég lebontott épületek és/vagy anyagok, amelyeknek a hatása a mai napig érezhető, egészen addig, amíg nem sikerül a különböző vegyi anyagokat és veszélyes hulladékokat ártalmatlanítani, így pld. az azbesztet a hulladéklerakókban agyagba vagy betonba beágyazni. Ez az időszak egy atomerőmű esetében akár évszázadokat is jelenthet, hiszen a radioaktív hulladéktárolókat folyamatosan monitorozni kell, hogy megvédjék a sugárzástól a bioszférát. Ebben az esetben addig kell figyelembe venni a rendszer működését és értékelni a globális és lokális környezetre gyakorolt hatását, amíg ezek a hatások teljesen el nem enyésznek.

Az épületek életciklusa Európában függ az adott ország építészeti kultúrájától, s 30-50 évtől akár 100-200 évig is tarthat, s műemlékek esetében pedig még ennél is hosszabb lehet. Az épület fennállásának időtartamán belül nagyon fontos az egyes alrendszerekre jellemző (belső terek, héjazat, gépészet) felújítási ciklusok hossza. Amíg az irodaépületeket akár 5-6 évenként is átépítik (Chevalier és Le Téno 1996), illetve a kereskedelmi jellegű épületek akár évente is tulajdonost váltanak, ami tel-

jes belső átalakítással jár, addig a lakóépületek esetében ez az időszak nagyon hosszú, akár több évtizedes is lehet. Van egy többé-kevésbé egységes határ, ami megadja az épületek gépészeti felújításának, illetve a héjazat renoválásának gyakoriságát, ez a mai gyakorlat szerint a gépészet esetében 17-23, a héjazat esetében a felhasznált anyagoktól függően 25-30 év (Marszal és Heiselberg 2011).

A rendszer határai

Ahhoz hogy meghatározhassuk a rendszer határait, figyelembe kell venni az épületek és az épített környezet globális és lokális hatásait. Az épületek esetében nem maradhatunk meg az adott épület közvetlen környezeténél, hanem meg kell nézni, hogy az milyen hatással lesz a közvetlen környezeten kívül az adott településre, vagy akár az adott régióra, hogyan rendezi át a közlekedési szokásokat, hogyan hat más épületekre, azok használatára és funkcióira. Az épületekben felhasznált anyagok sokszor nagyon távoli helyekről származnak, nagy a szállítási igényük, bonyolult, sokszereplős gyár-

„Vannak olyan rég lebontott épületek és/vagy anyagok, amelyeknek a hatása a mai napig érezhető, egészen addig, amíg nem sikerül a különböző vegyi anyagokat és veszélyes hulladékokat ártalmatlanítani, így pld. az azbesztet a hulladéklerakókban agyagba vagy betonba beágyazni. Ez az időszak egy atomerőmű esetében akár évszázadokat is jelenthet, hiszen a radioaktív hulladéktárolókat folyamatosan monitorozni kell, hogy megvédjék a sugárzástól a bioszférát. Ebben az esetben addig kell figyelembe venni a rendszer működését és értékelni a globális és lokális környezetre gyakorolt hatását, amíg ezek a hatások teljesen el nem enyésznek.”

tási folyamatok eredményeként jutnak el az építkezés helyére. A rendszer határait nem tudjuk úgy kitágítani ebben az esetben, hogy egytől egyig beemeljük azokat a helyeket, ahol az adott építőanyagot ténylegesen legyártják. Ehelyett az életciklus elemzés segítségével azokat a hatásokat számszerűsítjük, amellyel az adott termelési folyamat és az egyes anyagok szállítása általában szennyezi a környezetet (Ortiz et al 2009).

Amennyiben az életciklus elemzés logikája szerint vizsgáljuk az épületek környezeti hatásait, s szeretnénk azonosítani azokat a fázisokat és tényezőket, amelyek leginkább meghatározzák az épületek környezetterhelését, akkor néhány nagyon fontos következtetésre jutunk:

1. Ha elég hosszú (minimálisan 30-40, de átlagosan 50-100 éves) életciklusokkal számolunk, akkor a legfontosabb, vagyis a környezetet leginkább terhelő fázis az épületek használatához, a működéshez köthető, ez a konvencionális épületeknél elérheti az összes terhelés 90-95%-át. Minél hosszabb az épület életciklusa, annál kevesebb súllyal esik latba az építés és a lebontás fázisa (Blengini 2009).
2. A leginkább környezetterhelő tényező az épületek teljes életciklusát tekintve a működési energia, ezzel szemben az építőanyagokba beépített energia és a lebontáshoz szükséges energia szinte elhanyagolható. Csak az extrém alacsony energiafogyasztású passzív házak esetében lehet nagyobb szerepe a beépített energiának, de ebben az esetben ezt kompenzálja a nagyon alacsony működési energiafogyasztás (Verbeeck, G. et al./2010).
3. A működési energia által a környezetre kifejtett hatás abban az esetben, ha az épületnek nincs saját energiaellátó rendszere attól függ, hogy az adott országban milyen primer energiából termelik a villamos energiát. Ez a hatás olyan nagy, hogy Rossi et al kimutatta: amennyiben az ország energia-mixe jelentősen eltolódik a megújuló energiák felé,

akkor az anélkül is az üvegházhatású gázok kibocsátásnak jelentős csökkenéséhez és így az épület karbon lábnyomának zsugorodásához vezet, hogy különböző energiahatékonysági intézkedésekkel jelentősen csökkentenénk a működési fázisban az energiafogyasztást (Rossi et al. 2012).

Ha a figyelembe vesszük azt, hogy egy épület milyen magasabb szintű rendszerek alrendszerként funkcionál, akkor nagyon sok olyan szempont vetődik fel, ami megkérdőjelezheti az épületek egyéni, autonóm rendszerként történő értékelését. A teljes életciklus vizsgálat alapján pusztán környezeti szempontból egy passzív ház, aminek a fűtési hőigénye maximálisan 15 kWh/m² évente, vagy egy „aktív ház”, ami több energiát termel, mint amennyi a működtetéséhez szükséges, a fenntartható építészet csúcának tűnik. Az EU szabályok is ezt a meggyőződést erősítik, hiszen fokozatosan szigorítják az épület termikus tulajdonságaira vonatkozó szabályokat, melyek szerint 2020-tól már csak a passzív ház standardhoz közel álló új épületeket lehet építeni (EU 2009). A rendszerhatárok meghatározásánál azonban azt is figyelembe kell venni, hogy egyetlen épület sem ragadható ki a sem a fizikai-természeti környezetből, sem a településszerkezetből. Emellett nem szabad azokat az ellátási hálózatokat sem figyelmen kívül hagyni, amelyek biztosítják az épület működéséhez, illetve a felhasználók napi tevékenységéhez szükséges anyag- és energiaáramokat, illetve a keletkező hulladék kezelését és elszállítását. Amennyiben ezeket a tényezőket is figyelembe vesszük a rendszerhatárok meghúzásánál, akkor nem sorolhatjuk a fenntartható építészet körébe azt a passzív házat valahol az erdő vagy a puszta közepén (vagy akár egy kihalt, minden ellátási infrastruktúrától megfosztott baranyai faluban), amit csak hosszú autótúton át lehet elérni, s ahova mindent (még az ott lakó/pihenő embert is) 30 vagy akár 50-100 km-ről kell odaszállítani.

A rendszer kontextusa

Azért, hogy a rendszer hosszú távú működését biztosítsuk, azt be kell ágyazni az ökológiai, technológiai, kulturális és szociális környezetbe. A rendszerhatárok nem állhatnak meg az épületeknél és az épített környezetnél. Olyan nehezen kvantifikálható, de a rendszer fennmaradása szempontjából esszenciális dimenziókat is figyelembe kell venni, mint a társadalmi értékek, az életstílus, a különböző divatok és trendek, az adott környezet technológiai fejlettsége, illetve a fizikai és természeti környezetben az épület fennmaradását veszélyeztető hatások.

A rendszer proliferációja

A környezeti hatások becslése esetén alapvető jelentőségű annak vizsgálata, hogy mi történik, ha az adott rendszer elterjed. Ez azt a kérdést veti fel, hogy milyen környezeti hatásokkal jár, ha egy épülettípust, vagy az ott alkalmazott technológiai megoldásokat, építőanyagokat nagy léptékben kezdenek alkalmazni. Ha csak egyetlen épületet szigetelünk le polisztirol alapú szigetelőrendszerekkel, addig a más rendszerekre gyakorolt hatás nagyon kicsi lesz. Ha országos szigetelési programokat indítunk, akkor már figyelembe kell venni a polisztirol gyártásának nyersanyagigényét, s ezzel együtt a termelés teljes életciklusára kiterjedően a kőolaj kitermelésével, szállításával és feldolgozásával okozott környezeti és egyéb károkat. A rossz tervezés és a rossz technológia, illetve a rossz kivitelezés következményei, mint az épületek penészesedése, a tűzveszély, az ily módon szigetelt épületekben élők egészségi problémái ebben az esetben már nemzetgazdasági szinten is jelentkeznek. Ugyanígy figyelembe kell venni a nagy mennyiségű, nehezen lebomló anyag lerakásának és ártalmatlanításának környezeti hatását és költségeit akkor, amikor a szigetelést 20-25 év múlva, vagy akár előbb is le kell bontani.

A rendszer rugalmassága

Ahhoz, hogy épület valóban hosszú ideig fennmaradjon, ami nálunk 50-150-200 évet

is jelenthet, a tervezésnél gondolni kell arra, hogy a jövőbeli felhasználók hogyan fogják értékelni az épület esztétikai és funkcionális teljesítményét, illetve pénzügyi fenntarthatóságát. Az épületeknél fokozottan érvényesül az az elv, hogy egy rendszer csak akkor maradhat fenn hosszú távon, ha megfelelő rugalmassággal rendelkezik, vagyis a környezet változását vagy a rendszer működésében fellépő zavarokat kompenzálni tudja. Az épületek esetében ez jelentheti azt, hogy pld. a szerkezet ellenáll olyan külső hatásoknak, mint viharok, földrengések, az épületben extrém hideg vagy meleg esetében is biztosítani lehet a megfelelő belső klímát, a kívánt hőmérsékletet.

A rugalmasságnak nem csak a környezeti hatások esetében van szerepe, hanem a társadalom preferenciái esetében is. Az épületek élettartama attól függ, hogy meddig tudják kiszolgálni a felhasználói igényeket. A rendszer rugalmassága ebben a dimenzióban azt jelenti, hogy az épület úgy tud változni, ahogy a felhasználók preferenciái változnak. Az, hogy ez mekkora időtartamot jelent, erőteljesen függ az épület funkciójától valamint az adott helyen végbemenő gazdasági és kulturális változásoktól. A műemlékek esetében a társadalom nagyon nagy erőforrásokat mozgósít arra, hogy azok változatlan formájukban fennmaradjanak. A gazdasági, intézményi funkciókat kiszolgáló épületek esetében a társadalmi preferenciák, a divatok sokszor változnak, a gépészet eszmei avulása az új technológiák elterjedése következtében sokkal gyorsabb, mint a lehetséges élettartam, ezért gyakran lerövidülnek a felújítási ciklusok még akkor is, ha ez nem gazdaságos.

Az épületek rövid és hosszú távú finanszírozási problémái

Az építész minden gondolata, minden lerajzolt vonala költségeket okoz. Ezek a költségek minden esetben kapcsolódnak az időhöz. Ha éppen egy építkezés közepén tartunk, akkor az építőanyag, az alkalmazott technológia és a gépészet előállítására visz-

szanyúlik a közelmúltba – vagy bontott anyag esetében akár a régmúltba. Az ingatlan-beruházási projekt szempontjából a tervezés, engedélyeztetés, ingatlanvásárlás, közművesítés költségei a projekt megvalósításának „jelen idejében” állnak elő, de az építészeti, gépészeti megoldások meghatározzák az épület működtetésének jövőbeli költségeit és a felújítási ciklusok gyakoriságát az épület fennállásának idejére.

A legtöbb építető nem gondol arra, hogy a beruházási költségek eltörpülnek a jövőbeli működtetési költségek, illetve a jövőbeli javítások és felújítások költségei mellett. A rendelkezésre álló, felülről korlátozott beruházási költség rossz allokációja, ami legtöbbször az épület tartósságát és optimális viselkedését biztosító kritikus szerkezeteket és anyagokat érinti, oda vezethet, hogy az épület hosszú távon pénzügyileg fenntarthatatlanná válik.

Vajon van-e értelme azon tünődni, hogy mekkora lesz egy 100 évre tervezett épület teljes életciklus-költsége? Kinek a költségeit tartjuk legfontosabbnak? A saját költségeinket, vagy az utódaink költségét? A beruházás, a fenntartás vagy az elpusztítás (visszabontás) költségeit? Vajon megkerülhetjük-e azt a látszólag filozófiai, de a fenntarthatóság szempontjából életbevágó kérdést, hogy diszkontálhatjuk-e és ha igen, milyen mértékben diszkontálhatjuk a jövőt?

A fenntarthatóság sokat idézett Brundtland definíciója azt mondja ki, hogy a most élő emberek mellett a jövő generáció számára is meg kell adni azt a lehetőséget, hogy kielégítsék a saját szükségleteiket (Brundtland 1987). Akkor, amikor azt próbáljuk modellezni, hogy milyen működtetési és fenntartási költségeket jelent majd egy adott épület vagy az épített környezet jövőbeli működtetése, akkor nem azt kell kérdeznünk, hogy lesz-e elég pénze erre a jövő generációinak, hiszen nem ismerjük és nem is igazán tudjuk becsülni ezeket a 30-50-100 éves időszakokat átívelő jövőbeli pénzáramokat. Itt valójában azt kell megbecsülnünk, hogy a jövő generációknak milyen erőforrásokat kell mozgósíta-

„Ahhoz, hogy épület volóban hosszú ideig fennmaradjon, ami nálunk 50-150-200 évet is jelenthet, a tervezésnél gondolni kell arra, hogy a jövőbeli felhasználók hogyan fogják értékelni az épület esztétikai és funkcionális teljesítményét, illetve pénzügyi fenntarthatóságát. Az épületeknél fokozottan érvényesül az az elv, hogy egy rendszer csak akkor maradhat fenn hosszú távon, ha megfelelő rugalmassággal rendelkezik, vagyis a környezet változását vagy a rendszer működésében fellépő zavarokat kompenzálni tudja.”

nia ahhoz, hogy továbbra is fenntartsák és használják az épületeket, az épített környezetet, s vajon ezek az erőforrások majd rendelkezésükre állnak-e.

Ez a probléma akár már egy magánlakás vagy ház esetében is nagyon egyszerűen szemléltethető. Ha valaki negyven éves korában épít egy épületet azzal, hogy ott éli majd le az életét, akkor 30 év múlva, hetven évesen szakad rá az első felújítási ciklus. Kérdéses, hogy mekkora lesz a nyugdíja, (lesz-e egyáltalán nyugdíja) és mennyit érnek a megtakarításai, illetve képes-e egyáltalán ilyen célra megtakarítani. Éppen ezért nem mindegy, hogy már a tervezésnél és az építésnél figyelembe vették-e a tervezők és a kivitelezők, hogy a felújítások során az épületben mit kell kicserélni, hogyan lehet hozzáférni a felújítandó szerkezetekhez, s melyek azok az eredeti beruházást esetleg megrágitó megoldások, amelyek a majdani működési és/vagy felújítási költségeket jelentősen csökkenthetik.

Az építkezések során nem csak a lakosság követ el ilyen hibákat. Az a példa, ami megmutatja, hogy nem számíthatunk arra, hogy a jövő generáció tagjai sokkal több erőforrást tudnak felhasználni egy rossz koncepció alapján felépített épülettípus hibáinak kijavítására, azt is szemlélteti, hogy mi történik egy rendszer nagy léptékű elterje-

désekor. Az európai házgyári panellakások és az azokból felépített városrészek nem csak építészeti szempontból, hanem finanszírozási szempontból is ma már a rémálom kategóriájába tartoznak.

A területfoglalás szempontjából, energetikai szempontból és mind a beruházási, mind a fenntartási költségeket tekintve egy jól megtervezett és felépített, a településszerkezetbe is jól illeszkedő soklakásos épület kevésbé terheli a környezetet, mintha ezeket a lakásokat egyenként, keres családi házakban alakítanánk ki. A tömbösített építkezés ugyanis kevesebb területet foglal el, fajlagosan kevesebb fűtési energiát igényel, mint a családi házas. A panelépületek a 60-as, 70-es években tömegesen nőttek ki a földből, milliók számára jelentettek akkor korszerűnek számító lakhatási lehetőséget. Ezeket a lakónegyedeket 30-50 éves időtartamra tervezték. A 30 éves tervezett élettartam azt jelentette volna, hogy az első felújítási ciklust sem érik meg az épületek, hiszen lebontják őket. Ez azonban csak néhány épület esetében történt meg. Ma az Európai Unióban a városlakók 70%-a panelben lakik. Ezeknek az épületeknek a szanálása 350 milliárd euróba kerülne, s nem csak a pénz, hanem a megfelelő technológia sem áll rendelkezésre (Schubert 2005). Azok a politikusok, akik döntöttek ezeknek az épületeknek a felépítéséről, tipikus példái annak, amikor valaki nem törődik a jövő generáció teherbíró képességével. Ha egyáltalán gondoltak arra, hogy mi lesz 30 év múlva, akkor valószínűleg azt feltételezték, hogy a későbbi generációk gazdagabbak lesznek, több erőforrás, fejlettebb technológia áll majd rendelkezésükre. Ma már tudjuk, hogy ez a feltételezés csak néhány országban állja meg a helyét. Németországban a Kelet-német városok elnéptelenedése nyomán állami program indult a panelházak lebontására, amelynek során 2010-ig 300 ezer, 2016-ig pedig további 200 ezer panellakást bontanak le és a lakótelepeket a mai igények alapján építik át (Stadtumbau 2010).

A panelépületek fenntarthatatlanságának nem csak műszaki okai vannak, hiszen

a magyar panelházak élettartamát az építési módtól függően akár 100 évre is becsülik (Egedi 2003). A fenntarthatatlanságot az okozza, hogy mind a lakások, mind a lakótelepek rossz térszerkezetűek, nem felelnek meg a mai kor életstílusának és követelményeinek, s nincs meg az a flexibilitásuk sem, hogy könnyen át lehessen őket építeni, illetve a tulajdonosoknak nincs pénze az éppen esedékes felújítási ciklusokra. Kelet Európában az ilyen épületekben élő lakosság elszegényedett, illetve a lakótelepek társadalmi státuszának csökkenése és az elérhető szolgáltatások elégtelensége miatt kicserélődött, megindult a gettósodás folyamata. Az állam, illetve a tulajdonos önkormányzat azzal, hogy magántulajdonba adta ezeket a lakásokat, látszólag megszabadult a finanszírozási gondoktól, azt áthárította a lakosságra. Ez azonban csak növeli azt az energetikai, műszaki és társadalmi a problémát, amit a közel 800 ezer magyar panellakás felújítása jelent, hiszen itt él a lakosság egy ötöde, akiknek a nagy része még állami segítséggel sem tudja vállalni a lakásonkénti 1-1,5 milliós felújítási költséget. Bár 2010-ig csaknem 300 ezer lakást újítottak fel, de ezek a felújítások sokszor csak részlegesek voltak és a nyílászárócserére és a hőszigetelésre koncentráltak (KSH2010).

ÖSSZEGZÉS

A fenntarthatóság globális követelményei az épületek és az épített környezet esetében is túlmutatnak az építészetten.

A legfontosabb követelmény paradox, hiszen azt mondja ki, hogy lehetőleg ne építkezzünk, de ha építkezzünk is, ne vegyünk el több talajt a természettől és a mezőgazdaságtól, hanem a már meglévő épületeket építsük át, vagy azok helyére húzzunk fel új épületeket.

A második globális követelmény pedig azt mondja ki, hogy a klíma védelmében a fosszilis energia helyett állítsuk át megújuló energiára a teljes energiarendszerünket, miután az épületek a legnagyobb energiafogyasztók és a legtöbb energiára a működési fázisban van szükségük.

A harmadik globális követelmény szerint az épületet, illetve az épületek által alkotott települési és regionális rendszereket úgy kell megtervezni, felépíteni, használni és lebontani, hogy az a lehető legkevesebb környezeti terheléssel járjon. A „lehető legkevesebb” egy folyamatosan változó célt jelent, s a szabályozó hatóság, a tervező, kivitelező és az építető illetve a felhasználó részéről is magas szintű környezettudatosságot vár el. Mai tudásunk szerint a legfontosabb az épületek működési fázisában az energiafogyasztás csökkentése, mert az felel a környezetterhelés 90 százalékáért.

Ahhoz, hogy az épületek hosszú távon is fennmaradjanak, vagyis elég robusztus és tartós rendszerként funkcionáljanak, a tervezési és előkészítési fázisban anticipálni kell, hogy a jövőben hogyan változik a klíma és a természeti környezet. Az épületeket és a településeket fel kell készíteni az extrém eseményekre és külső hatásokra a viharoktól a hőségen át a földrengésekig.

Az épületek hosszú távú fennmaradása érdekében már a tervezés során gondolni kell arra, hogy az épület felhasználóinak milyenek lesznek a közép és hosszú távú preferenciái. Az épület rugalmasságának növelésével lehetővé kell tenni azt, hogy az épület viszonylag kis változtatással képes legyen a hosszú távú használat során vele szemben felmerülő jövőbeli funkcionális és társadalmi igények kielégítésére.

A fenntarthatósággal kapcsolatos megfontolások során kulcsszerepet kell adni a hosszú távú gazdasági és finanszírozási kérdéseknek. Az épületek tervezésénél alapvető szempontként merül fel, hogy az épületek működtetési költségei arányosak legyenek az épületet használó gazdasági ágensek (intézmények, vállalatok, háztartások) hosszú távú gazdasági teherbíró képességével, mert csak ez biztosíthatja az épületek fennmaradását és megfelelő kihasználását a teljes élettartamuk alatt. A jövő generációi számára építészeti eszközökkel is meg kell könnyíteni a felújítási ciklusok elvégzését. A tervezés és az anyag- illetve technológiaválasztás során is gondolni kell

arra, hogy mennyiben lehet olyan robusztus, passzív megoldásokat alkalmazni, amelyek csökkentik a beépített gépészetet és/vagy meghosszabbítják a héjazat és gépészet felújítási ciklusát, és így minimalizálják a jövőbeli felújítások költségeit.

„A panelépületek a 60-as, 70-es években tömegesen nőttek ki a földből, milliók számára jelentettek akkor korszerűnek számító lakhatási lehetőséget. Ezeket a lakónegyedeket 30-50 éves időtartamra tervezték. A 30 éves tervezett élettartam azt jelentette volna, hogy az első felújítási ciklust sem éri meg az épületek, hiszen lebontják őket. Ez azonban csak néhány épület esetében történt meg. Ma az Európai Unióban a városlakók 70%-a panelben lakik. Ezeknek az épületeknek a szanálása 350 milliárd euróba kerülne, s nem csak a pénz, hanem a megfelelő technológia sem áll rendelkezésre.”

JEGYZET

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.

FELHASZNÁLT IRODALOM

Blengini, G. A. (2009), Life cycle of buildings, demolition and recycling potential: A case study in Turin, Italy. *Building and Environment* 44 319–330
Brundtland Commission (1987), *Our common future*. Oxford University Press
Chevalier, J. L. és Le Têno, J. F. (1996), Requirements for an LCA-based Model for the Evaluation of the Environmental Quality of Building Products. *Building and Environment* 31/ 5 487-491, 1996
Derissen S. Quaes M.f., Baumgärtner S. (2011), The relationship between resilience and sustainability of ecological-economic systems. *Ecological Economics* 70 (2011) 1121–1128
Egedy T. (2003), A lakótelep-rehabilitáció helyzete hazánkban. Elméleti és gyakorlati kérdések. *Földrajzi Értesítő* 2003. LII. évf. 1-2. füzet, pp. 107–121.

- EU (2009) *Energy-saving buildings: agreement reached* <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?language=en&type=IM-PRESS&reference=20091118IPR64746>
- EU (2010), *Communication „Renewable Energy: Progressing towards the 2020 target“* [COM/2011/31]. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52011DC0031:EN:HTML:NOT>
- Eurostat (2012) <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/mapToolClosed.do?tab=map&init=1&plugin=1&language=en&pcode=teis540&toolbox=types>
- Farsang A. (2011), *Talajvédelem*. http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0021_Talajvedelem/ch07.html
- Jarzombek, M. (2003), *Sustainability - Architecture: between Fuzzy Systems and Wicked Problems*, *Blueprints* 21/1 (Winter 2003), pp. 6-9.
- KSH (2010), *Társadalmi helyzetkép 2010. Lakás-helyzet*. KSH. http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/thk/thk10_lakas.pdf
- Marszal, A. J. and Heiselberg, P.(2011), Life cycle cost analysis of a multi-storey residential Net Zero Energy Building in Denmark. *Energy* 36 p. 5600-5609
- Miller, J.H. és Page, S.E. (2007), *Complex Adaptive Systems. An Introduction to Computational Models of Social Life*. Princeton University Press.
- Odyssee (2012), *Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU* <http://www.odyssee-indicators.org/publications/PDF/Buildings-brochure-2012.pdf>
- Ortiz, O., Castells F., Sonnemann G. 2009: Sustainability in the construction industry: A review of recent developments based on LCA. In *Construction and Building Materials* 23 (2009) 28–39
- Pieragostini, C. et al. (2012), Review on process optimization considering LCA methodology. *Journal of Environmental Management* 96 (2012) 43-54
- Rossi, B. et al. (2012), Life-cycle assessment of residential buildings in three different European locations, basic tool. *Building and Environment* 51 pp.395-401
- Schubert, G. (2005), *Zeitbombe Plattenbau? Europa sucht nach Lösungen*. <http://www.radio.cz/de/rubrik/schauplatz/zeitbombe-plattenbau-europa-sucht-nach-loesungen>
- SIA 112/1, *Nachhaltiges Bauen – Hochbau*. <http://www.greenbuilding.ch/de/home/standards-labels/nachhaltigkeitskrit-sia-112-1/>
- Somogyvári, M. (2012), *Ex Ante and Ex Post Sustainability of Energy Choices*. <http://www.systemdynamics.org/conferences/2012/proceed/papers/P1227.pdf>
- Stadtumbau (2010), *Stadtumbau 4. Statusbericht*. BMVBS. Berlin. <http://www.stadtumbau-ost.info/aktuelles/Vierter-Statusbericht-Stadtumbau-Ost.pdf>
- SWD (2012), *Iránymutatás a talajlezárás korlátozásának, csökkentésének és kompenzálásának bevált módjairól*. Brüsszel, 2012.5.15.SWD(2012) 101 final/2. <http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/guidelines/HU%20-%20Sealing%20Guidelines.pdf>
- Williamson, T., Radford, A. and Bennetts, H. (2003), *Understanding Sustainable Architecture*. Spon Press,
- Verbeeck, G. and Hens, H. (2010): Life cycle inventory of buildings: A contribution analysis. *Building and Environment* 45pp. 964–967
- Zhang, Z. et al. (2006): BEPAS—a life cycle building environmental performance assessment model. *Building and Environment* 41 pp. 669–675

Somogyvári Márta, egyetemi docens

Pécsi Tudományegyetem,
Közgazdaságtudományi Kar,
Gazdálkodástudományi Intézet,
somogyv@tk.pte.hu

Sustainability and System in Architecture

Architecture is the human activity having the greatest impact on the planet. Compared to other areas of economy, the built environment is far away from being sustainable, although a few trends have moved in this direction. This paper examines the basic principles of sustainable buildings from system-theoretical point of view, emphasizes the problems of economic sustainability from the perspective of next generations and summarizes the general principles that can help to make the built environment more sustainable.

Márta Somogyvári

Épületek fenntarthatósági értékelésének lehetséges módszerei¹

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 CO₂-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 építézet (Bauer et al. 2010), energiahatékony épületek (Okeil 2010), passzív házak (Feist et al. 2005), aktív házak (Isaksson 2011), zero kibocsátású épületek (Crawford 2011), zero 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 zero energiaigényű és energiahatékony épületek koncepciója elsősorban az épületek teljes életciklusa alatti energiafogyasztás minimalizálását állítja középpontba, addig a zöld épületek, zero emissziójú épületek koncepciója elsősorban az épületek teljes életciklus alatti negatív környezeti hatásainak minimalizálási szándékát ragadja meg. Ám az épületek központi társadalmi szerepet is betöltöttek, hiszen élethelyet, munkahelyet, szóra-

közösi 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, vagonkezelők, 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 energiamedenzzment 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 érdekltség 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-

terbe 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 rendszeremlek 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 többszemponú 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 bevonása².

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. ökohatékonyosság, 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 indikátorrendszeri, 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 ($\text{gCO}_2/\text{eq/m}^2$), savasodáshoz való hozzájárulás mértéke ($\text{gSO}_2/$

m^2), a nitrátosodási potenciál ($\text{PO}_4 \text{eq/m}^2$), az ózonréteg vékonyodáshoz való hozzájárulás mértéke (gCFC-11eq/m^2), és a porkibocsátás mértéke ($\text{gC}_2\text{H}_4 \text{eq/m}^2$) – 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 primerenergiahasználatához 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

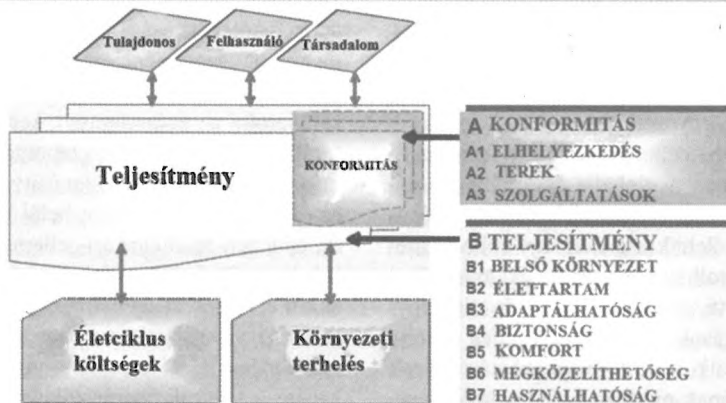
Bragança és szerzőtársai (2010) szerint az épületek fenntarthatósági értékelését segítő módszerek alapvetően három csoportba sorolhatók: 1. épületek teljesítményét értékelő módszerek (Performance Based Design), 2. Életciklus elemzési módszerek (LCA systems), 3. Fenntartható épületek pontozási és minősítési 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.

Ahogy az 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-elvára-

ásokra 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 (relative 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 folyamatszempelés 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, ATH-ENA, 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 Malmberg

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, 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 Malmberg (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 rendelkeznek fenntarthatósági pontszámot vagy értéket a vizsgált épülethez. A 3. táblázat az Európában legelterjedtebb nemzeti minősítési rendszerek jellemzőit összesíti. Ezek közé tarto-

zik a legrégebbi európai műltra 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 Environnementale) 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
Szármaszási ország	Nagy-Britannia	USA	Németország	Franciaország
Minősítési rendszer felépítése				
Elérhető pontszám	100% (+10%)	100 p (+10 pont)	100% (+extra)	100p
Fokok	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%	Épülettípusától 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 épületek vonatkozásnak, 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-kivitelezés Öko-management Könnyű 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 hasonlóak, 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 CO₂-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. - Möslé, P. – Schwarz, M. (2010), *Green Building – Guidebook for Sustainable Architecture*, Berlin: Springer-Verlag

Blegini, 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., Guzzi 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 Malmberg, 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/dn1/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

Tanácsadói szolgáltatás

Cégünk a közéleti, politikai, kulturális szereplők számára kínál hasznos szolgáltatásokat. Tevékenységünk nem csupán tájékoztató és elemző jellegű; segítjük megrendelőink stratégiai döntéshozatali munkáját, a döntések kockázatának csökkentését és felkészülést a várható közéleti-társadalmi változásokra. Ennek érdekében teljes körű tanácsadói és háttérelmzői munkákat, közvélemény-kutatásokat, piaci elemzéseket végzünk rövid határidővel, problémaorientált, gyakorlatias módszertannal. Munkatársaink többéves sikeres pályázati tapasztalata a garancia arra, hogy a pályázatfigyeléssel és pályázat-írással kapcsolatos feladatokkal is bizalommal fordulhat hozzánk. Kommunikációs tanácsadói szolgáltatásaink körébe arculattervezés, adatbázis-építés, sajtóelemzések készítése, promóciók megtervezése és lebonyolítása, valamint kampány-kommunikációs feladatok tartoznak. Kapcsolatépítési tanácsadói szolgáltatásunk segít a nemzetközi partnerek felkutatásában és a partnerkapcsolatok kiépítésében.

Nyomatott kiadványok megjelentetése

A tanácsadói szolgáltatások mellett cégünk széleskörű kiadói tevékenységet folytat. Foglalkozunk nyomtatott kiadványok: folyóiratok, könyvek, tanulmánykötetek szerkesztésével és megjelentetésével, multimédiás oktatási segédanyagok tervezésével és gyártásával.

Rendezvényszervezés

Az IDResearch Kutatási és Képzési Kft. elsősorban tudományos konferenciák és események teljes körű szervezési és lebonyolítási feladatait vállalja.

Kiadványszerkesztés, honlap-tervezés, internetes tartalomfejlesztés

Bármilyen jellegű rendezvény kapcsán kellő hangsúlyt kell fektetni a direktmarketing valamennyi formájára, vagyis a nyomtatott és az elektronikus hirdetési lehetőségek mind teljesebb felhasználására. A reklámcélú alkalmazáson túl a rendezvénnyel kapcsolatos különböző kiadványok, prospektusok, internetes felületek egyúttal hasznos eszközei is lehetnek a képzés kellően magas színvonalú megvalósításának. Cégünk a nyomtatott és elektronikus anyagok vizuális tervezésén, fejlesztésén túl, igényes és gyors formában vállalja rövidebb-hosszabb kiadványok nyomdai előkészítését, megjelentetését, honlapok szerkesztését, frissítését.

Szponzoráció-felkutatás, pályázatírás, pályázatfigyelés

Természetesen ritka az olyan szerencsés helyzet, mikor biztos anyagi háttérrel csakis az adott rendezvény szervezésével kapcsolatos fentebb vázolt aspektusokra kell fókuszálnunk. Rendszerint bármilyen tervezést és konkrét előkészítési lépést meg kell előznie a lehetséges szponzorok, valamint a rendezvénnyel kapcsolatban benyújtható pályázatok felkutatásának, mely az eddig irtakhoz képest egy újabb szempontú felkészültséget és előzetes tapasztalatszerzést kíván meg. Munkatársaink naprakész pályázatfigyelő-rendszer, bevált szponzorkutató eljárások, és az évek során szerzett pályázatkészítési rutin birtokában kellő alaposággal és koncentrátsággal segíthetik támogatók felkutatását.

Épületek energiahatékonyságának pénzügyi értékelése – Társadalmi költség-haszon elemzés¹

Pintér Éva

Pécsi Tudományegyetem

Az EU energiapolitikájának egyik fő célkitűzése az épületek energiahatékonyságának javítása, mert a végső energiafelhasználás közel 40%-át az épületek teszik ki, ráadásul az épületekben rejlik a második legnagyobb energia megtakarítási potenciál. A középületek energiahatékonysági vizsgálatokor nagyon nehéz meghatározni a teljes gazdasági hatást, mivel számos bizonytalansági tényező merül fel a kivitelezéstől a működtetésig. Az épületeket ezért úgy kell kezelniük, mint tőkeberuházásokat, ahol a legjobb befektetési szcenárió valószínűleg nem nyilvánvaló. A tanulmányban az energiahatékonysági elemzéshez szükséges bevételi és kiadási elemek mellett feltárjuk a potenciális kockázati tényezőket, melyek elvezetnek a szcenárió elemzésekhez.

Kulcsszavak:
energiahatékonyság,
beruházás-gazdaságosság,
társadalmi költség-haszon
elemzés (social cost-benefit
analysis), szcenárió analízis

BEVEZETÉS

Az Európai Unió „Europe 2020” fenntartható növekedési stratégiájának középpontjában az energiahatékonyság áll (EC, 2010). A 2020-ra előre jelzett energiafogyasztáshoz képest 20%-os megtakarítást irányzott elő az Unió, amely potenciálisan az épületek, a közlekedés valamint a termelés és feldolgozás területén valósítható meg. A tagállamok abban is egyetértenek, hogy az ICT (Infokommunikációs technológiák) szükségesek az intelligens energia- és közlekedési rendszer megvalósításához. Az intelligens villamosenergia hálózat (smart electricity grid), az energiahatékonyság magasabb szintje, a megújuló energiaforrások terjedése alapvetően szükséges elemei egy modern, versenyképes gazdaságnak és az EU fejlődésének.

Az EU energiapolitikájának egyik fő célkitűzése azért az épületek energiahatékonyságának javítása, mert a végső energiafelhasználás közel 40%-át az épületek – házak, irodák, üzletek, és egyéb építmények – teszik ki, ráadásul az épületekben rejlik a második legnagyobb energia megtakarítási potenciál az energiaszektor után (Eurostat, 2011). Az EU számára készített tanulmányok (Eichhammer et al., 2009; Wesslink et al., 2010) alapján az épületek költséghatékony energia megtakarítási potenciálja 65 Mtoe mennyiségre becsülhető, a kumulált beruházási igényeknek megfelelően 587 mrd eurót tesz ki 2011-2020 közötti időtartamra. Ez a megtakarítási potenciál évente 60 mrd euró beruházási szükségletet fedezne. Azt is ki kell emelni, hogy a ma épített épületek még 50-100 évig fennállnak, tehát a 2005-ben épített épületek 92%-a még működik 2020-ban és 75%-a 2050-ben is (EC, 2012).

Az energiahatékonysági vizsgálatok során a pénzáramlások értékelésének egyik eszköze a költség-haszon elemzés (Cost-Benefit Analysis, CBA), közzsféra szemléletben pedig társadalmi költség-haszon elemzésnek hívnak (Social Cost-Benefit Analysis, SCBA).

AZ ENERGIAHATÉKONYSÁGI ELEMZÉS ALAPVETŐ, SZÜKSÉGESSÉGEI

A középületek energiahatékonysági vizsgálatakor nagyon nehéz meghatározni a teljes gazdasági hatást, mivel számos bizonytalansági tényező merül fel a kivitelezéstől a működtetésig. Az épületeket ezért úgy kell kezelni, mint tőkeberuházásokat, ahol a legjobb befektetési szcenárió valószínűleg nem nyilvánvaló. A beruházást befolyásoló tényezők közötti trade-off kapcsolatok modellezésére van szükség. Ahogy bármely más beruházás esetén, a középületek energiahatékonysági vizsgálatához alkalmazható általános modell a költség-haszon vizsgálat (CBA, Cost Benefit Analysis). A középületek energiahatékonysági vizsgálatakor a legjellemzőbb sajátosság a magas kezdeti beruházás és az általában alacsonyabb működési költségek sora a működési életciklus folyamán.

Energiahatékonysági elemzés alapelemei:

- A tulajdonos befektetési kritériumainak felmérése, körvonalazása (elérhető források, diszkont ráta, elvárt megtérülési idő, tulajdonlási időtartam),
- energia költségek, eszkalációs ráta,
- az épület energiafelhasználása,
- kivitelezési, beruházási költségek,
- fenntartási és karbantartási költségek
- tervezett pótlási költségek.

Természetesen stratégiai döntések meghozatalához ennél szélesebb körű – adózási, tőke-költségvetési és egyéb – tényezők figyelembe vételére is szükség van, amely az externális hatások felméréseivel is ki kell egészülnön.

Ezek a társadalmi költség-haszon elemzések az energiatermelés és felhasználás zöldülési folyamatát illetően nagy segítséget jelenthetnek a közintézmények (1. táblázat) működtetése során.

1. táblázat: Társadalmi költség-haszon elemzés fókuszában álló potenciális intézmények

Épület típusok	Példák
Közigazgatási, városi középületek	Irodák Városháza Könyvtár Bíróság Rendőrkapitányság Mentőállomás Templomok
Hitelintézetek	Kereskedelmi bankok, Takarékszövetkezetek
Oktatási intézmények	Általános iskola Középiskola Főiskola Egyetem
Egészségügyi intézmények	Kórház Többfunkciós egészségügyi központok
Hotelek	
Ipari épületek	Raktárak Gyárak
Irodák	
Lakóépületek	Magánházak Lakások
Kereskedelmi épületek	Bevásárlóközpont Üzlet Üzletközpont
Szociális szolgáltató intézmények	Szociális otthonok Parkolóházak Sport- és rekreációs központok

Teljes-körű gazdasági hatás	=	+	Haszon változás (fogyasztói többlet)	+	Működési költségek és bevételek változása (termelői többlet és kormányzati hatások)	+	Externália költségek változása (pl. környezeti és eü. hatások)	-	Beruházási költségek
-----------------------------	---	---	--------------------------------------	---	---	---	--	---	----------------------

TÁRSADALMI KÖLTSÉG-HASZON ELEMZÉS

A társadalmi költség-haszon elemzés a fenti hosszú távú egyenlőségre épül.

Az iménti egyenlőség minden egyes tételének meghatározása körültekintő és széleskörű elemzést, felmérést igényel. A jövedelmi hatások (2. táblázat) lehetnek pénzbeliek, nem-pénzbeliek és minőségi elemek.

A lehetséges költség kategóriákat (3. táblázat) is az iménti alapossággal kell felmérni.

Az energetikai beruházásokat fizikai és gazdasági élettartamuk alapján értékelhetjük. Elsőként meg kell határozni azt a futamidőt, amely a nagyobb javítási és újra-beruházási igényekig tart – ez a projekt futamidejénél jóval rövidebb. Az energiahatékonyság javulására irányuló projektek tervezési időhorizontja jellemzően 20 és 40 év közé tehető.

A 4. táblázat az eredményeket reprezentálja a költségek és haszon-komponensek jelenérték (PV) és nettó jelenérték (NPV) számításait tekintve a projekt különböző

2. táblázat: Lehetséges haszon elemek a beruházás értékelése során

Haszon-tényezők	Típus	Tartalma	Példa
Pénzbeli	Bevételek	A projektből közvetlenül vagy közvetetten származó bevételek (inkrementális bevételek).	A projektből származó jövedelmek, villamosenergia és fűtés, azaz hő termelésből.
	Elkerülhető (alternatíva) költségek	A beruházás nélkül el nem kerülhető, a beruházás megvalósításával azonban elkerülhető költségek.	
	Költség megtakarítás	A ráfordítások adott szintjén mérhető csökkenés, amennyiben a projekt megvalósítás folyamatos.	
	Eszközök maradvány értéke		
Nem pénzbeli	Mennyiségi (kvantitatív)	Egészségi és környezeti hatásokhoz köthető előnyök, amelyek számos esetben pénzügyileg is számszerűsíthetők (elkerülhető externális költségek).	A lacsonyabb számú asztmás megbetegedés, és halálzási arány.
Nem pénzbeli	Minőségi (kvalitatív)	Minden olyan előny és haszon, amely nem számszerűsíthető mennyiségi szempontból.	Alkalmazottak képességeinek, készségének, tapasztalatának növekedése.

Forrás: NEEDS (2009)

hatékonyság növelő beruházási alternatívái esetében. A táblázat lépésről-lépésre bemutatja, hogy hogyan kell a költség-haszon elemzést elvégezni, egy energiatermelő projektet és annak külső költségeit (környezeti és egészségügyi hatások) is figyelembe véve. Az NPV számítások lehetővé teszik az alternatív projektek rangsorolását.

A táblázat 6. és 8. sorai közti különbség figyelemre méltó, hiszen valójában a fenntarthatósági elvek figyelembe vétele illetve figyelembe nem vétele közti különbséget jelzi. A fenntarthatóságra való törekvés ugyanis rövidtávon költséges lehet –

a beruházás kezdeti megvalósítási fázisában, amely jelentős terheket róhat a beruházóra –, hosszú távon azonban a pozitív szinergiahatásoknak köszönhetően pozitív hatású.

Megjegyezném még, hogy a modellezés során figyelembe vettem azt is, nemcsak energia felhasználó lehet egy intézmény, hanem energiatermelő is. Csak ebben az esetben tudunk igazán dinamikus értékeléseket, költség-haszon számításokat végezni. Amennyiben csak energiafogyasztást modellezünk, a termelésre vonatkozó sorokat lenulázzuk, ez esetben pedig csak költségoptimalizálásról, költséghatékonyságról beszélünk.

3. táblázat: Lehetséges költség elemek

Költségek	Típus	Tartalma	Példa
Pénzbeli	Beruházási költségek	A beüzemelésig felmerülő ráfordítások, mint a berendezések szállítása, építése, civil munkák, vezetékek kiépítés, műszaki munkák, szaktanácsadás, tereprendezés.	Beruházás hulladék-gáz kéntelenítési eljárásba.
	Fix költségek	Különböző volumenű villamos-energia vagy hőenergia termelés esetén is állandó marad.	Karbantartási és adminisztratív többletráfordítás.
	Változó költségek	A villamos-energia illetve hőenergia termelési volumen változásának megfelelően változó mértékű.	Fűtőanyag költség.
Nem pénzbeli	Mennyiségi (kvantitatív)	Főként externális költségek, melyek az egészségi állapot és a környezet kedvezőtlen alakulásához köthetők.	Az intézmény jövedelem vesztesége.
Nem pénzbeli	Minőségi (kvalitatív)	Minden egyéb ráfordítás, amely nem számszerűsíthető vagy nem fejezhető ki fizikai megjelenésében.	Szélpark tájéztétikai hatásai.

Forrás: NEEDS (2009)

4. táblázat: Eredménytáblázat a beruházások rangsorolásához

		Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. "n"
1.	PV Beruházási költségek				
2.	PV Működési költségek				
3.	PV Externális költségek				
4.	PV Hozamok				
5.	Net Present Value (NPV) = PV (Hozamok) - PV (Összes költség)				
6.	Rangsorolás NPV alapján, az externális költségeket is figyelembe véve				
7.	Net Present Value (NPV) = PV (Hozamok) - PV (Intézményi költségek)				
8.	Rangsorolás NPV alapján, kivéve externális költségek				

STATIKUS ÉS DINAMIKUS BERUHÁZÁS ÉRTÉKELÉSI MODELLEK

Az előzőekben egy teljes értékelés lefolytatásának legelterjedtebb folyamata került bemutatásra, a pénzáramok NPV alapján történő értékelésével. Ez már egy dinamikus értékelést jelent, amikor a számítások során figyelembe vételre került a pénz időértéke.

A *statikus beruházás-gazdaságossági számítások* esetén azonban ez még nem történik meg. Épületek energiahatékonysági vizsgálatok a megtérülési időt (SPB) érdemes kiszámítani. Ez akkor elfogadható, ha az infláció és a diszkont kamatláb alacsonyok és a megtérülési idő nagyon rövid. Néhány szervezet inkább az egyszerű megtérülési és egyszerű költség-számítási módokat alkalmazza az alternatív energia-megtakarítási programoknál, a jövőbeli infláció és a kamatok kiszámíthatatlansága miatt.

A megtérülési idő kiszámítása a következő specifikációval írható le:

Megtérülési idő (SPB) = egyszeri ráfordítás/átlagos évi hozam

SPB = (energia-megtakarítási javaslat költsége)/(éves megtakarítás – megtakarítás éves költsége)

Az alkalmazható *dinamikus számítások* nemcsak a költség-hozson arány számításra terjednek ki, jó összehasonlítási, értékelési alapot képeznek a következő mutatók is: nettó jelenérték, RNPSS ráta, belső megtérülés.

A projekt akkor ajánlott, ha az NPV pozitív. A nettó jelenérték megegyezik a haszon (pozitív pénzáramok) és a költségek (negatív pénzáramok) jelenértékének különbségével.

$$NPV = PV(B) - PV(C)$$

$$PV(B) = \sum_{t=0}^N \frac{B_t}{(1+r)^t}$$

$$PV(C) = \sum_{t=0}^N \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

A költség-hozson elemzés egy arányszám, amely akkor elfogadott, ha értéke

$$BCR = \frac{PV(B)}{PV(C)}$$

nagyobb, mint 1, azaz a hozamok jelenértéke nagyobb a költségek jelenértékénél.

Lényeges tényező a diszkontráta meghatározása. Energetikai beruházásoknál az EU által előírányzott értékek az irányadóak, mely az EU tagországokat tekintve 3,5%-os, a kohéziós országok esetében pedig 5,5%-os mértékű.

Az RNPSS (Ratio of NPV and public sector support) arány a költség-hozson elemzés egy korrekciós változata, melyet már számos fejlett gazdaságban alkalmaznak (UK, Skócia, EU, Svájc). Kiindulópontként feltételezzük, hogy már csak a pozitív nettó jelenértékű projektek állnak rendelkezésre, ám nincs elégséges finanszírozási forrás. Ez egy BCR-hez hasonló arány, de a nevezőben és a számlálóban is megjelenik a közszféra támogatás. Ha magánfinanszírozású egy beruházás, akkor a támogatás csak a nevezőben jelenik meg. Így a részben magánfinanszírozású illetve teljesen magánfinanszírozású (amennyiben ilyen egyáltalán létezik) projektek válnak preferáltakká ezáltal.

Az IRR (Internal Rate of Return) az a diszkontráta, amely egyenlővé teszi egy projekt diszkontált nyereségeit és a diszkontált költségeket. Az IRR úgy is meghatározható, mint egy belső megtérülés, amely mellett egy projekt NPV-je nulla. A projekt megvalósítása akkor ajánlott, ha a belső megtérülési ráta nagyobb, mint az – EU előírányzat alapján meghatározott – diszkontráta.

A dinamikus beruházás-gazdaságossági számítások után, a nagyfokú bizonytalansági tényezők miatt, érdemes érzékenységszámítást készíteni. Az érzékenységszámítást középpontjában olyan alternatív feltételek állnak, amelyek jelentős hatást gyakorolnak a tanulmány eredményeire (például NPV, vagy költség-hozson arány).

A cél annak kimutatása, milyen kockázatos a projekt, ha néhány feltevés, vagy tényező megváltozik.

Az érzékenységvizsgálathoz azonosítani kell a projekt legkritikusabb változóit, melyek értékének kis változása miatt is jelentős változások érezhetők az NPV-ben, és esetleg az átlépi a "nullszaldós" határt. Az érzékenységvizsgálat azt mutatja meg, hogy mennyire stabil a nettó jelenérték, mennyire hatnak rá a költség-haszon tényezők, a diszkontráta és az időhorizont.

A 5. táblázat felsorolja azon változókat, tényezőket, amelyek fontosak lehetnek az érzékenységi vizsgálatokban és a beruházások értékelésének kimenetekor.

Az analízis tehát alkalmazható minden esetben, ahol az előre becsült költségek és hasznok számszerűsíthetők. A cél kimutatni milyen kockázatos a projekt, a feltételek kedvező és kedvezőtlen alakulása esetén.

Még szemléletesebbé válhat az elemzés, ha grafikonon ábrázoljuk a projekt leglényegesebb tényezőkre való érzékenységét. Az alábbi grafikonon az energiatermeléssel

is foglalkozó intézmény projektjének beruházási költségekre, diszkontrátára, villamos-energia árra és CO2 kibocsátásra való érzékenységét ábrázoljuk.

Az érzékenységvizsgálat eredményeinek ábrázolása után képesek leszünk azonosítani a legfontosabb tényezőket és azok hatását az NPV-re. Az 1. ábra azt mutatja, hogy az NPV nagyon érzékenyen reagál a villamosenergia-árak változására – amennyiben termelői szinten vizsgáljuk a beruházást. A villamosenergia-ár 20%-os csökkentése a nettó jelenérték mintegy 20%-os csökkenéséhez vezet. Másrészt az NPV viszonylag érzéketlen a beruházási költségek változására – hiszen tudjuk, hogy a beruházási időtartam nagyon hosszú (20-40 év közti) lehet. A diszkontráta reprezentálja az egység rugalmasságot, ami azt jelenti, hogy a diszkontráta 1%-os változása milyen %-os változást generál az NPV-ben.

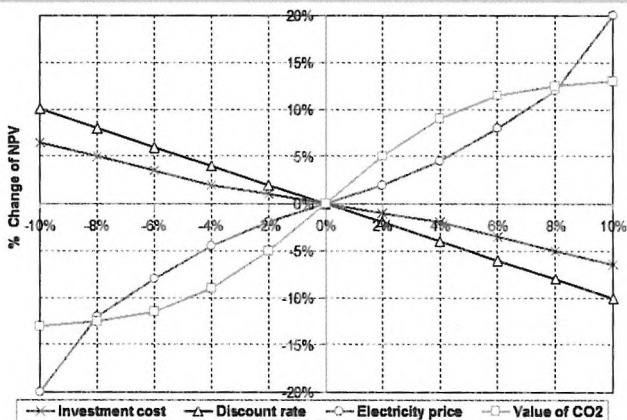
Amellett, hogy érzékenységvizsgálatot végzünk szcenárió elemzést (forgatókönyv elemzést) is készíthetünk. Ez ahelyett, hogy az egyes paramétereket külön-külön vizs-

5. táblázat: Kritikus tényezők az érzékenység analízisben

Kategóriák	Példák
Működési költségek	Javak és szolgáltatások igénybevételének ára: bér, áram, fűtés, gáz, egyéb üzemanyag, üzemanyag/fűtőanyag szállítási költségek.
Kvantitatív (mennyiségi) paraméterek a működési költségeket tekintve	Energia valamint egyéb javak és szolgáltatások fogyasztásának mértéke; alkalmazottak száma.
Beruházási költségek	Kivitelezés időtartama, bérek, ingatlan vételár, szállítási költségek, beton és acél költségek, turbinák és kazánok, az eszközök-berendezések hasznos élettartama.
Output árak	Áram és fűtés kereskedelmi ára, melléktermékek ára.
Kvantitatív (mennyiségi) paraméterek a hozamokat tekintve	Kazánok és turbinák hatékonysága, áram és hőtermelés mértéke, felhasználók száma.
Árugalmasság	Inflációs ráta, reálbérek növekedési üteme, energiaárak növekedési üteme, árindexek.
Árak elszámolhatósága (költségek és hozamok)	Piaci árak átszámítási egyenértékese, termékek és szolgáltatások árnyékai.
Externális költségek	Jövedelem kiesés értéke, építőanyag, betegség költsége, megbetegedési (morbiditási) ráta csökkentésére irányuló akarat pénzbeli megnyilvánulása, GHG hatások kezelésére ill. elkerülésére irányuló költségek, értékmegőrzés
Kvantitatív (mennyiségi) paraméterek az externális költségeket tekintve	Emisszió volumenének és magasságának kezelése, időjárás feltételek, levegő minőség, népsűrűség, sugárzás/káros anyag belélegzés kitettségi paraméterek

Forrás: NEEDS (2009)

1. ábra: Érzékenységi analízis eredménygrafikonja



gálna, a kritikus változók értékének NPV-re vetített együttes hatását elemzi. Készítenünk kell egy pesszimista és egy optimista forgatókönyvet, ahol az egyes változók paramétereit tudjuk értékelni aggregáltan, azaz a változók értékeit közösen elemezhetjük.

Ez a folyamat lehetővé teszi, hogy több forgatókönyvet meghatározzunk minden egyes projekt lehetőséghez:

- Pesszimista forgatókönyv. Ez képviseli a „magas” költségek és az „alacsony” hasznok kombinációját.
- A legvalószínűbb vagy a bázis forgatókönyv. Ez egy kombinációja a legnagyobb eséllyel megjelenő hasznoknak és költségeknek. Ne feledjük, hogy a legvalószínűbb forgatókönyv eltérhet az alap forgatókönyvtől, amely nem a legvalószínűbb, hanem az elvárt értékeket tartalmazza.
- Optimista forgatókönyv. Ellentétben a pesszimista forgatókönyvvel, ez az „alacsony” költségek és a „magas” hozamok kombinációja.

A 2. ábra mutatja, hogy ez nyolc forgatókönyvet eredményez az elsődleges, reális forgatókönyvön kívül a két szélsőséges eset, a pesszimista forgatókönyv (magas költségek és alacsony haszon) és az optimista forgatókönyv (alacsony költségek és magas haszon) alapján.

ÖSSZEGZÉS

A fenti épület energiahatékonysági elemzés elméleti kereteinek meghatározásakor láthattuk, hogy az ismert számításokat alaposan és körültekintően kell alakítani a speciális ismérveknek megfelelően. A költség és haszon tényezők egyedileg kell meghatározásra kerüljenek a teljes működési és beruházási ciklus időtartamára. Az EU-s előírásoknak megfelelő diszkonttényezők mellett pedig beruházás-specifikus tényezőkkel válhat csak teljessé az elemzés – adózási hatások, inflációs értékkevetés, vagy épp maradványérték beintegrálása segítségével.

JEGYZET

- 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.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- EC (2010): Communication from the Commission, Europe 2020, A strategy for smart, sustainable and inclusive growth. Brussels
- EC (2012): Financial Support for Energy Efficiency in Buildings. Consultation Paper, European Commission, Brussels
- Eurostat (2011): Energy, transport and environment indicators. European Commission, Belgium
- Eichhammer, W. et al. (2009): Study on the Energy Savings Potentials in EU Member States, Candidate Countries and EEA Countries.
- Mills, E. – Friedman, H. – Powell, T. – Bourassa, N. – Claridge, D. – Haasl, T. – Piette, M. A. (2004):

2. ábra: Szcenárió modellezés

			Költség scenáriók					
			Alacsony		Reális		Magas	
			IC	FC	IC	FC	IC	FC
			-10%	-5%	-10%	-5%	-10%	-5%
Haszon scenáriók	Alacsony	ElecP -10%	NPV		NPV		Realista: NPV	
		CO ₂ -5%	95% BS		80% BS		60% BS	
	Reális	ElecP Base	NPV		Realista: NPV		NPV	
		CO ₂ Base	110% BS		100% BS		85% BS	
	Magas	ElecP +10%	Optimista: NPV		NPV		NPV	
		CO ₂ +5%	135% BS		125% BS		105% BS	

Forrás: NEEDS (2009)

Megjegyzés:

ElecP – Villamosenergia ár

CO₂ – CO₂ káros hatások elkerülése

IC – Beruházási költségek (Investment costs)

FC – Üzemanyag költségek (Fuel costs)

BS – Realista scenárió (Base scenario)

The Cost-effectiveness of commercial buildings commissioning. Energy Systems Laboratory, Texas A&M University

Moss, K.J. (2006): Energy Management in Buildings. Second Edition, Taylor&Francis

NEEDS (2009): Cost-benefit analysis – Review of the Methodology and Practical Step-By-Step Guidelines for Applications in the Energy Sector. Project co-funded by the European Commission within the Sixth Framework Programme, 2004-2008

RETScreen International (2005): CleanEnergy Project Analysis. Minister of Natural Resources Canada 2001-2005.

Smith, J. – Jaggar, D. (2007): Building Cost Planning for the Design Team. Second Edition, Jordan Hill

Turner, W.C. – Doty, S. (2007): Energy Management Handbook. Sixth Edition, The Fairmont Press

Wesselink, B. et al (2010): Energy Savings 2020 – How to triple the impact of energy saving policies in Europe. Report to the European Climate Foundation

Pintér Éva, egyetemi adjunktus

Pécsi Tudományegyetem,
Közgazdaságtudományi Kar,
Gazdálkodástudományi Intézet,
pintereva@ktk.pte.hu

The Financial Analysis of the Energy Efficiency of Buildings - Social cost-benefit analysis

Energy efficiency is the focus point of European Union's Europe 2020 Strategy for smart, sustainable and inclusive growth. Buildings are the central of EU's policy, because nearly 40% of energy consumption is in buildings. The full economic impact of an energy efficiency design decision is difficult to anticipate due to so many unknowns in how a proposed building will actually be constructed and operated.

We have to treat buildings as a form of capital investment, where the best investment scenario is probably not intuitively obvious. There will be complex trade-offs between many factors. As with any investment, cost-benefit analysis (CBA) is appropriate. Cost-benefit analysis normally clarifies the trade-offs between first/initial costs and operating costs. In terms of community buildings it is called Social Cost-benefit analysis (SCBA).

Éva Pintér

Az épületberuházások fenntartható komponenseinek pénzügyi értékelése¹

Csapi Vivien

Pécsi Tudományegyetem

Az épületenergetikai beruházások fenntartható komponensei közé sorolhatjuk a villamosenergia-termelési technológiákat. A következőkben a gyakorlatban ezek pénzügyi értékelésére leggyakrabban alkalmazott eljárásnak, a teljes életciklus költség módszernek empirikus tesztjét mutatom be azzal a céllal, hogy rávilágítsak a hagyományos és fenntartható megoldások közötti párhuzamokra, és ellentétekre. A 18 villamosenergia-termelési technológia esetében végrehajtott elemzésem alapján a módszer viszonylag egyszerű paraméter becslése, intuitív logikája következtében alkalmas a fenntartható megoldások azonosítására.

Kulcsszavak: életciklus költség, érzékenységvizsgálat, érdemességi sorrend

A TELJES ÉLETCIKLUS KÖLTSÉG MÓDSZER - ELMÉLETI KITEKINTŐ

A teljes költség módszer becslésének eredete a villamosenergia piac monopóliumának időszakában keresendő. Ebben az időszakban a villamos-energia szolgáltatók, termelők és a hálózat-üzemeltető vállalkozások az erőmű relatív költségeinek elsősorú mutatójaként mint a villamosenergia-termelési *technológia pénzügyi életképességét tesztelő módszert* használják. A teljes termelési költség, vagy sok esetben teljes életciklus költségnek nevezett módszer (*levelized cost of electricity = LCOE-módszer*) egyetlen szereplő, a villamos-energia termelő vállalat, az erőmű tulajdonos szempontjából vizsgálja a költség paramétereit, és nem veszi figyelembe a szélesebb villamos-energia hálózatra kifejtett hatásokat; valamint a környezet, a társadalom szempontjából fontos externáliákat is csupán egyetlen paraméteren, jellemzően a CO₂-kibocsátás költségén, a karbon árán keresztül ragadja meg.

A teljes költség adatokból a villamosenergia-szektor vállalatai *átlagos rendszer költséget* számolva a hatóságok felé kommunikálták a biztonságos villamos-energia szolgáltatás nyújtásához szükséges finanszírozási forrás nagyságát, illetve az utóbbiak ezen információk függvényében képesek voltak az output árak központi meghatározására. A monopol környezetben végrehajtott költség becsléseket gyakran használták a legalacsonyabb költséggel járó technológia azonosítására annak érdekében, hogy mind technológiai, mind gazdasági szempontból hozzájáruljanak a villamos-energia hálózat stabilitásához, illetve fejlődéséhez.

A teljes költség módszer megkísérli megragadni a villamos-energia termelő létesítmény *teljes élettartama alatti költségeket* – innen a teljes életciklus költség elnevezés – leírva a „bölcstől sírig” szemléletét a módszernek, majd szétosztja ezen költségeket a villamos-energia output mennyiségének jelenértékére. *A módszer két megközelítése terjedt el.* Mindkettőhöz szükséges első lépésben az erőmű létesítése és működése során felmerülő költségek

és azok realizálódási időpontjának meghatározása, vagyis a költségáramok becslése. Emellett szükséges a villamos-energia output mennyiségének, valamint a kapcsolódó életciklus mérőföldköveknek a becslése.

Matematikai szempontból a módszer a diszkontált pénzáram módszerek közé sorolható. Az első számítási módszer, melyet a Nemzetközi Energia Szövetség (IEA) is használ, diszkontálja a jövőbeli költségeket, majd elosztja a kapott eredményt a jövőbeli output jelenértékével. A második módszer, melyet annuitás-módszernek is neveznek, a jövőbeli költségáramok jelenérték-összegéből indul ki, majd egy költség-egyenértékest származtat, és ezt osztja az átlagos éves villamos-energia outputtal. A módszer alkalmazásakor meg kell nézni tehát, hogy melyik az az annuitás típusú pénzáram, mely az erőmű hasznos élettartama alatt egyenletes költségtételként realizálódva pontosan azt a jelenértékű költségtömeget mutatja, mint a becsült, nem azonos nagyságú pénzáramok a kivitelezési periódus, valamint a hasznos élettartam éveiben. Amennyiben mindkét módszernél a diszkontálás során ugyanazt a tőkeköltsé-

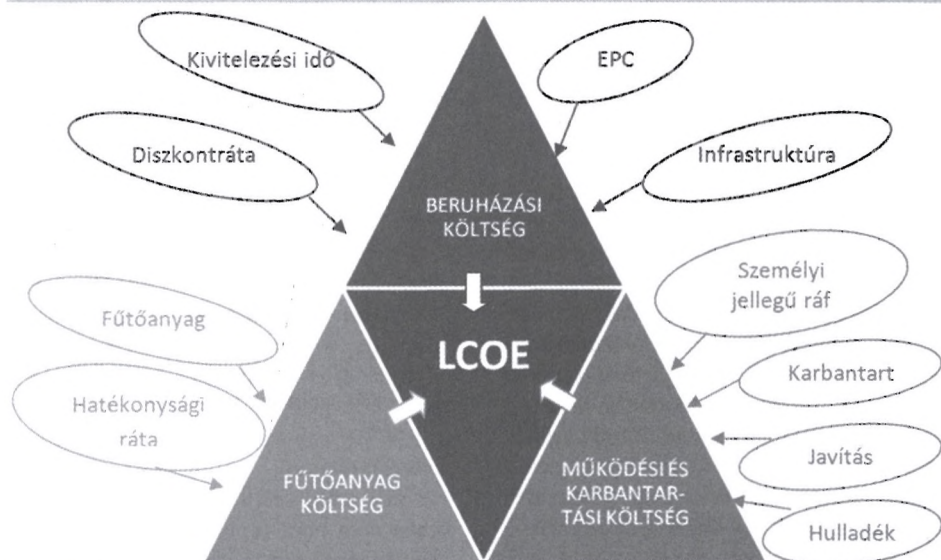
get, valamint az annuitás formulában azonos szintezési (*levelization*) rátát² használunk, a kapott eredmények megegyeznek (Gross et. al., 2007).

Az 1. számú ábra ízelítő a módszer összetettségét, a kulcsparaméterek számosságát tekintve.

A TELJES ÉLETCIKLUS KÖLTSÉG ELJÁRÁS GYAKORLATI ALKALMAZÁSA

A bizonytalansági tényezők figyelmen kívül hagyása ellenére az LCOE máig elfogadott, transzparens mérőszáma a termelési költségeknek, és széles körben alkalmazott módszere a különböző villamosenergia-termelési technológiák összehasonlításának. Az LCOE lényegében egyenlő a diszkontált költségelemek összegének, valamint a diszkontált villamosenergia-termelés mennyiségének hányadosával. Amennyiben a villamos-energia ára megegyezik a technológia teljes életciklus költségeinek egységnyi outputra jutó értékével, egy beruházó befektetése pontosan visszatérül, sem értékteremtés, sem értékrombolás nem történik a beruházás kapcsán.

1. ábra: A teljes termelési költséget befolyásoló tényezők



Forrás: Saját szerkesztés

A teljes termelési költség módszer fenti kvalitatív leírását követően a kvantitatív modell a következőképpen írható fel:

$$LCOE = \frac{BK \cdot \frac{(e^{-r \cdot 0} - e^{-r \cdot t})}{r} + \left[(OMFC + \frac{OMVC}{1000} \cdot 8760 \cdot TT) + \left(\frac{FA}{1000} \cdot 8760 \cdot \frac{TT}{EFF} \right) \right] \cdot \frac{(e^{-r \cdot t} - e^{-r \cdot (t+n)})}{r}}{\sum OUTPUT}$$

$$= \frac{NPV_{BK} + NPV_{OM} + NPV_{FA}}{\sum OUTPUT}$$

Forrás: Saját szerkesztés (IEA, 2010) alapján

ahol

1. táblázat: A teljes életciklus költség paramétereinek magyarázata

Jelölés	Megnevezés	Mértékegység
BK	Beruházási költségek	\$/KW
OMFC	Működési és karbantartási állandó költségek	\$/KW
OMVC	Működési és karbantartási változó költségek	\$/MWh
FA	Fűtőanyag költségek	\$/MWh
t	Kivitelezési idő	év
n	Hasznos élettartam	év
r	Diszkontráta	%
TT	Terhelési tényező	%
EFF	Hatékonyági tényező	%

Forrás: Saját szerkesztés

A villamos-energia előállítás teljes költségének kalkulálása során felhasznált paramétereket két csoportba sorolhatjuk, a műszaki, technológiai eredetű tényezőkre, valamint a pénzügyi-gazdasági becslésekre alapozott változókra.

A számítások technikai paraméterei Időtényezők

A számításaim során két *időtényezőt* használtam, egyrészt a technológia kiépítésének, a tervezési, előkészületi fázistól kezdve, az engedélyeztetési szakaszon keresztül a konkrét üzembe helyezésig tartó *kivitelezési periódusát*; valamint az adott villamosenergia-termelési technológia *hasznos élettartamát* (Stretton, 2010). A korai, 2000-es évek elején, közepén közölt adatok jellemzően hosszabb kivitelezési időszakot jeleztek a megújuló energiaforrás alapú technológiák esetében, valamint az akkor még gyerecki-

pőben járó CCS-technológiával kiegészített alternatíváknál. Az azóta bekövetkező piaci változások azonban az életciklus egy következő szakaszába lendítették a megújuló technológiákat, így azok egy egysége mára jóval rövidebb kivitelezési idővel jellemezhető (IEA, 2011).

A paraméterrel kapcsolatosan egyetlen dolgot kell megjegyeznem. A hasznos élettartam nem egyezik meg az erőmű üzemeltetési idejével. Üzemeltetési idő alatt egy újabb paraméter, egy erőmű-technológiai paraméter, a terhelési faktor segítségével kalkulált éves üzemeltetési időszakot értjük.

Terhelési tényező

A *terhelési tényező* a villamosenergia-szektorban nem más, mint az adott erőmű teljesítményének annak maximális teljesítményéhez viszonyított hányadosa. Két általá-

nos számítási módszere terjedt el: az átlagos terhelés kapacitáshoz viszonyított hányadosa; valamint az átlagos terhelés csúcsterheléshez viszonyított hányadosa.

Egyértelműnek látszik, hogy a cél a minél nagyobb terhelési tényező realizálása, hiszen minél nagyobb a terhelési tényező, a villamosenergia-termelés állandó költségei annál nagyobb kWh-ban vagy MWh-ban értelmezhető outputra oszlanak szét. A nagyobb terhelési tényező egyúttal ugyanis nagyobb kibocsátást, vagyis villamosenergia-termelést eredményez. Vagyis általánosságban kijelenthető, hogy a magasabb terhelési tényező nagyobb termelést, és ezáltal alacsonyabb egységköltséget eredményez, ami pedig a villamos-energia termelő oldaláról a befektetés megtérülésére visszamaradó árhányad (értékesítési ár-egységköltség) magasabb értékét produkálja.

A hagyományos technológiák jellemzően nagyobb terhelési tényezővel rendelkeznek. A megújuló technológiák közül egyedül a geotermikus erőművek mutatnak 80% feletti kapacitás tényezőt (POWER SWITCH, 2003; AEO, 2008; NREL-SEAC, 2008; MiniCAM, 2008; EERE, 2008; EIA, 2010).

A gyakorlatban elterjedt az erőművek terhelési tényező szerinti kategorizálása. A 75% feletti terhelési tényezővel rendelkező erőműveket *alaperőműveknek* nevezük, ezek tipikusan 400 MW-nál nagyobb

egységmértetű, jellemzően fosszilis, illetve nukleáris technológia alapú erőművek. A megújuló energia alapú technológiák közül az alaperőmű csoportba csupán a geotermikus és biomassza erőműveket sorolják, ahogyan az a fenti táblázatból is implications.

Fontos megjegyezni, hogy a Föld egyes régióiban a vízenergia alapú erőművek képesek 75% feletti kapacitás kihasználtságot produkálni, azonban ez semmiképpen sem jellemző érték, több tényező egybeesésére van szükség ahhoz, hogy mindez teljesülhessen; többek között a kiszámíthatatlan időjárási viszonyok, földrajzi adottságok mellett a megfelelő műszaki kialakításnak.

A *menetrendtartó erőmű* kategóriába a 40 és 60% közötti kapacitás tényezőt produkáló erőműveket soroljuk, ezek viszonylag kis egységmértetű (100 és 300MW közötti) szénerőművek illetve a földgáz és kőolaj kettős tüzelésű CCT technológiák. A nap- illetve szélenergia alapú megújuló technológiák egyes esetekben, megfelelő földrajzi, időjárási sajátosságok esetében ebben a kategóriába eshetnek, ahogyan azt az adatbázisokból elérhető maximális kapacitás tényező adatok jelzik.

A harmadik erőműcsoportba a *csúcs-erőmű* csoportba a nagyon alacsony éves terhelési tényezővel rendelkező (5-15%) erőműveket soroljuk. Mindez azt jelenti, hogy ezek a technológiák mindössze az év 8760 órájából 440-1350 órányi időszakot üzemelnek maximális kapacitásuknak megfelelően. Ide sorolhatjuk a földgáz-turbinákat, a legtöbb szárazföldi, átlagos területi és időjárási adottságokkal jellemezhető területen kiépített szélenergia-erőművet, a napkollektorokat, valamint a koncentrált szolár-termál egységeket.

Pénzügyi-gazdasági paraméterek

Tervezési-beszerezési-építési (EPC) költségek
Egy villamos-energia előállítási technológia beruházási költsége alatt azokat a pénzügyi áramlásokat értjük, melyek eszköz-
lése szükséges az erőmű üzembe helyezése

„Fontos megjegyezni, hogy a Föld egyes régióiban a vízenergia alapú erőművek képesek 75% feletti kapacitás kihasználtságot produkálni, azonban ez semmiképpen sem jellemző érték, több tényező egybeesésére van szükség ahhoz, hogy mindez teljesülhessen; többek között a kiszámíthatatlan időjárási viszonyok, földrajzi adottságok mellett a megfelelő műszaki kialakításnak.”

érdekében. Ide tartoznak az erőmű építésének, a berendezések beszerzésének költségei, melyeket a szakzsargon összefoglalóan *tervezési-heszerzési-építési (EPC)* költségeknek nevez. Az EPC-költségek mellett a beruházási költségekhez soroljuk az infrastruktúra, illetve hálózatra csatlakozási költségeket, utóbbi esetében legyen szó akár fűtőanyag-, akár hűtési-hálózatról.

Az utóbbi költségtényezők nagysága attól függ, hogy azokat előzetesen az EPC-költségekben figyelembe vették-e vagy sem. A fejlesztési, beleértve engedélyeztetési-, hatósági díjakat, illetve az ingatlan beszerzések hagyományos szemléletben szintén egy beruházás kezdeti költségeiben vennénk számításba, ezek közül azonban az ingatlan beszerzési költségeket figyelmen kívül hagyom a teljes termelési költség (LCOE) kalkulálása során.

A megújuló energia lapú technológiák létesítése KW energiára vetítve jelentősen

magasabb, mint a hagyományos, jellemzően fosszilis tüzelőanyag, illetve nukleáris alapú technológiák beruházási költsége. Kivételt képeznek a jelentős méretű, korlátozott kialakítási lehetőségekkel rendelkező vízerőművek, valamint a kvázi fosszilis technológiának minősülő, fűtőanyagot felhasználó biomassza erőművek. A beruházási szempontból „legolcsóbb” technológiák a szénhidrogén alapú, kőolaj és földgáz tüzelőanyagú erőművek (Stretton, 2010; IEA, 2010; AEO, 2009, EERE, 2008).

Működési és karbantartási költség (állandó és változó)

A működési és karbantartási költségeken belül elkülönítjük az állandó, valamint a változó költségeket. Az *állandó költségek* között jellemzően a személyi jellegű ráfordításokat, a tervezett, valamint az előre nem tervezett karbantartási költségeket, a biztosítási díjakat, az ingatlanadókat (kama-

2. táblázat: Teljes életciklus költség három feltételezett forgatókönyvre*

		LCOE (\$/MWh)					
		5%			10%		
	Technológia	Pesszimista	Átlagos	Optimista	Pesszimista	Átlagos	Optimista
Hagyományos technológia	IGCC	124,30	80,33	56,92	164,00	102,62	69,15
	Szén (PC)	123,34	76,70	53,49	165,07	94,03	63,44
	Kőolaj	179,01	177,89	177,21	190,28	188,22	186,94
	CCGT	159,29	89,84	64,08	167,69	95,88	71,11
	Földgáz CHP	188,33	167,10	151,75	200,72	176,24	159,50
	Gáz üzemanyagcella	207,25	171,49	127,72	252,07	205,11	145,07
	Nukleáris LRW	122,87	76,55	48,79	206,43	117,17	65,69
	Nukleáris fejlett	43,60	56,36	37,34	89,50	97,37	74,55
Megújuló technológia	Hydro	47,92	42,49	47,20	93,04	80,34	90,56
	Biomassza	182,21	132,45	162,82	214,82	155,79	222,54
	Biomassza/szén CHP	122,41	106,91	91,41	144,34	128,84	113,34
	Onshore szél	61,04	46,93	25,14	89,34	68,55	36,14
	Offshore szél	625,49	173,35	39,55	988,57	258,51	58,00
	Nap PV	71,97	146,22	281,71	116,44	231,01	434,74
	Nap termál CSP	124,06	138,19	91,25	203,81	221,44	147,46
	Ár-apály	117,66	101,13	104,66	242,17	201,21	202,64
	Hullámmászás (wave)	191,93	255,90	511,81	264,26	352,35	704,69
	Geotermikus	113,92	50,04	26,73	181,64	72,47	36,86

*Karbon költség nélkül; 5 és 10%-os tőkeköltség mellett (\$/MWh)

Forrás: Saját számítás

tok), valamint a rendszerhasználati díjakat mutatjuk ki.

A *változó költségek* között az outputtal kapcsolatos javítási és karbantartási költségeket, a károsanyag-kibocsátás költségét, melyet jellemzően összefoglalóan karbon költségként definiálnak, valamint egyes adatbázisok esetében az üzemanyag költségeket mutatjuk ki. A teljes termelési költség számítás során azonban a fűtőanyag költségek elkülönítetten, önálló paraméterként szerepelnek, ezért az adatgyűjtés során az ezen költségelemet nem tartalmazó változó működési és karbantartási költségekre koncentráltam. A változó költségek közé soroljuk továbbá a hulladék kezelési, szállítási és raktározási költségeket (AEO, 2009; NREL-SEAC, 2008; MiniCAM, 2008; Stretton, 2010; AEO, 2011).

Fűtőanyag költség

A fűtőanyag költséget a számítások során egységnyi villamos-energia outputra (MWh) vetítve vettem figyelembe, ezzel némileg egyszerűsítve a számításokat. Bár a különböző adatbázisok (OECD, IEA) közlik régióként a földgáz fűtőanyag esetében a millió brit hőegységre (MMBtu), a szén fűtőanyag esetében a tonnára jutó, a kőolaj fűtőanyag esetében a hordónkénti egység-költségeket, a számításaim során az elérhető MWh-ra vetített költségadatokból indultam ki (AEO, 2009; NRELSEAC, 2008; MiniCAM, 2008; Stretton, 2010).

A teljes életciklus költség számítása

A számításokat három forgatókönyvre, egy az adatbázisokból elérhető minimum adatokra alapozott pesszimista, az átlagértékekre alapozott átlagos, valamint a maximum értékekre alapozott optimista forgatókönyvre építettem. Mindhárom scenáriót egy 5, valamint egy 10%-os diszkontrátát feltételezve számítottam a nyolc hagyományos, valamint a tíz megújuló energia forrás alapú technológia esetében.

A 2. táblázat tanúsága szerint a hagyományos technológiák alacsonyabb egység-költséggel képesek villamosenergiát előállí-

tani, mint a megújuló technológiák. A legolcsóbb villamosenergia-termelési technológia a nukleáris technológia, valamint a megújuló technológiák közül a vízenergia és a szárazföldi szélenergia erőművek.

Amennyiben megvizsgáljuk az egyes technológiák esetében 5 és 10%-os töke-költség mellett a teljes életciklus költség belső összetételét, azt látjuk, hogy a pesszimista forgatókönyv költségnövekedését a beruházási költségek térnyerése eredményezi, míg egy optimista forgatókönyv esetében a hagyományos technológiák kedvező beruházási költség alakulásának eredménye a fűtőanyag-költség dominancia lesz, amely tendencia a megújuló energia alapú technológiák egységköltségének szignifikáns csökkenését, például a szárazföldi szélerőmű esetében az LCOE értékek nukleáris teljes életciklus költség alá csökkenését, vagyis a legolcsóbb technológia esetében trónfosztást jelentene.

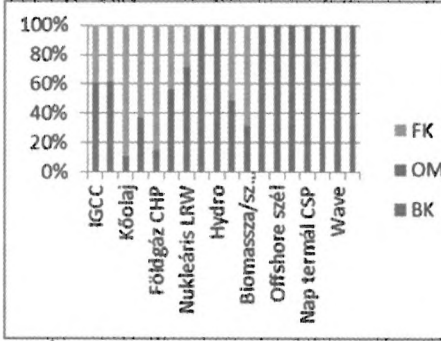
A 2. számú ábra a három forgatókönyv LCOE értékeinek egymás melletti ábrázolásával tökéletesen tükrözi az egyes technológiák költségalakulásának bizonytalanságát. *A megújuló technológiák esetében a három forgatókönyvre értelmezett teljes életciklus költségek jelentős szóródást mutatnak, ami elsősorban a beruházási költségelem magas volatilitásának következménye.*

A teljes életciklus költség paramétereinek érzékenység-vizsgálata

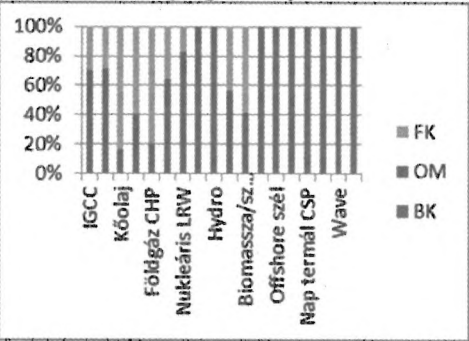
Hat tényezőre végeztem érzékenység-vizsgálatot az átlagos forgatókönyvből kiindulva. Minden paraméter esetében 10%-os növekedést, illetve csökkenést feltételezve végeztem el a teljes életciklus költségsszámítást minden egyéb tényezőt változatlanul feltételezve.

A beruházási költségelem változására a megújuló technológiák mutatják a legnagyobb érzékenységet. Pontosan ezek voltak azok a technológiák melyek beruházási költség adatai a legnagyobb szórást mutatták a különböző adatbázisok alapján. A működési és karbantartási állandó költségekre előzetesen a komplex, jelentős műszaki támogatást

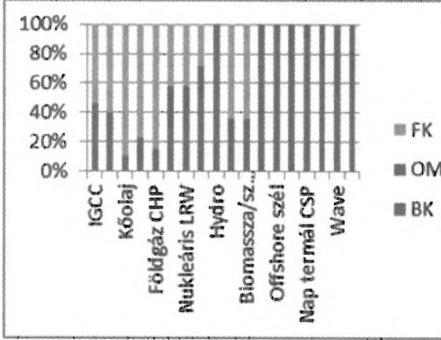
(a) Pesszimista forgatókönyv $r=5\%$



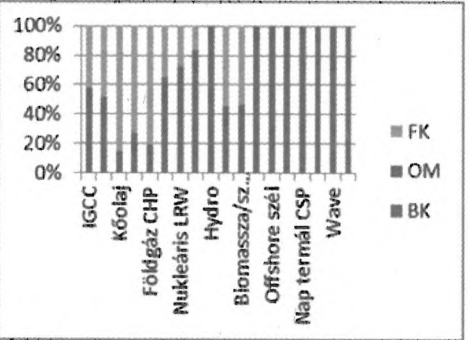
(b) Pesszimista forgatókönyv $r=10\%$



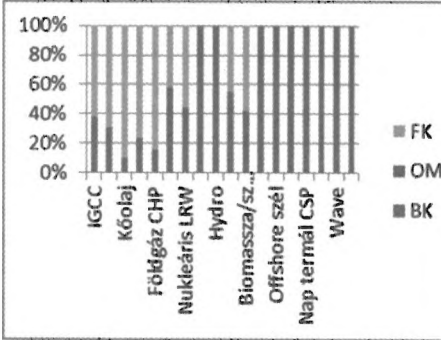
(c) Átlagos forgatókönyv $r=5\%$



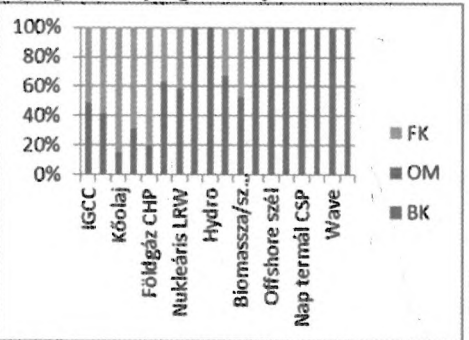
(d) Átlagos forgatókönyv $r=10\%$



(e) Optimista forgatókönyv $r=5\%$



(f) Optimista forgatókönyv $r=10\%$



*Karbon költség nélkül; 5 és 10%-os tőkeköltség mellett (\$/MWh)

Forrás: Saját szerkesztés

igénylő technológiák érzékenységére számítottam. Ez a várakozás némileg beigazolódtott, hiszen egy viszonylag kevésbé elterjedt megújuló energiaforrás alapú, a tengerek, óceánok hullámszáma által keltett energiára épülő technológia, ezt követően a geotermikus, majd az ár-árpály alapú technológiák mutatják a legnagyobb érzékenységet.

A működési és karbantartási változó költségek +/- 10%-os változtatására a MWh-ra jutó legnagyobb működési és karbantartási változó költséggel rendelkező gáz üzemanyag-cellák teljes életciklus költsége reagált a legérzékenyebben, mely technológia 0,1 MW-os rendkívül alacsony egységmértéke folytán irreleváns a későbbi ener-

gia összetétel vizsgálatok során. Az érzékenységi sorban következő technológiák a kőolaj, valamint vízenergia alapú technológiák, melyek viszonylag alacsony egységnyi változó költséggel, a teljes életciklus költségen belül szintén alacsony arányt képviselő költségelem változtatására mutatnak jelentős érzékenységet.

Ahogy az várható volt, a fűtőanyag költségek változtatására a fosszilis technológiák LCOE értékei reagálnak a legérzékenyebben. Ezen belül is a legjelentősebb költségváltozást a kőolaj alapú, majd sorban a földgáz, végül a szén alapú technológiák mutatják. A megújuló technológiák esetében egy vízszintes görbe jelzi az abszolút érzéketlenséget.

A diszkontráta változtatására az átlagos forgatókönyv szerint a költség-összetételükben a beruházási költségeket legnagyobb arányban tartalmazó technológiák mutatják a legnagyobb érzékenységet, így a vízenergia, az ár-apály, valamint jellemzően a megújuló energiaforrás-alapú technológiák. A terhelési tényező az egyetlen paraméter, melynek érzékenységi függvényei negatív meredekségűek lesznek, hiszen az adott erőmű teljesítményének annak maximális teljesítményéhez viszonyított hányadosát növelve az egységnyi MWH-ra jutó költségek csökkenését kell tapasztalunk. Az egységnyi változtatásra legérzékenyebben az alacsony terhelési tényezővel rendelkező megújuló energiaforrás alapú technológiák (szárazföldi és off-shore szélenergia), valamint a magas terhelési tényezővel, és az összes költségelem közül a terhelési tényező alakulásától leginkább függő, működési és karbantartási költségek kiemelten magas értékével jellemezhető (geotermikus, hullámzás energiájára épülő) erőművek reagálnak.

ÖSSZEFOGLALÁS, KÖVETKEZTETÉSEK

Az *LCOE-módszer előnyei* vitathatatlanok, hiszen meghatározásával lehetővé válik egy új erőmű termelési költségeinek, illetve adott technológia termelési költsé-

geinek becslése; vagyis a beruházó számára az adott piacon elérhető termelési technológiák elemzése. A módszer előnyei közé sorolhatjuk többek között annak rugalmasságát, hiszen mivel a villamosenergia-piacok jelentősen különbözhetnek, fontos, hogy a befektetők képesek legyenek a kulcs-paraméterek, illetve feltételezések módosítására, azok helyi, illetve regionális sajátosságokhoz igazítására. Az eljárás lehetővé teszi az elérhető technológiák közül a legalacsonyabb egységköltséggel rendelkező technológia azonosítását; a befolyásoló paraméterek érzékenység-vizsgálatán keresztül a bizonytalansági tényezők költségelemekre kifejtett hatásának vizsgálatát, valamint az egyes technológiák költség szerkezetének elemzését. A teljes életciklus költség módszer képes visszatükrözni a hosszú távú finanszírozás realitását azzal, hogy biztosítja a kiszámítható rangsort, a stabil fogyasztás-növekményt; valamint egyenletes technológiai fejlődést feltételezve az új erőművek pozícióját e rangsorban (Fraser, 2003).

Az 1960-as 70-es években megfogalmazódtak az első kritikák a módszerrel szemben. Turvey és Anderson (1977) cikke az első, mely összefoglalóan citálja a *módszer korlátait*. A hátrányok között elsőként a módszer korlátozó feltevéseit kell említenünk. A kapott költségnagyság megfelel egy befektető teljes költségének a *termelési költségek biztonságának, valamint a villamos-energia árak stabilitásának* feltételezésével. A teljes termelési költség tehát közelebb áll a szabályozott monopol piacok esetében eszközölt erőmű-beruházások költségeihez mint a változó árakkal jellemezhető liberalizált piacokon végrehajtott technológiai beruházások költségeihez. Más szóval a teljes költség számítása során feltételezett tőkeköltség a módszer feltételezése szerint visszatükrözi a befektető várható hozamát a speciális piaci vagy technológiai kockázatok figyelmen kívül hagyása mellett. Mivel azonban a piaci és technológiai kockázat jellemzően jelen van, az LCOE, valamint a valós, számtalan korábban ismerte-

tett bizonytalansági tényezővel szembe-
sülni kénytelen befektetői tényleges költsé-
gek közötti különbség igazolhatóvá válik.

Az 1970-es évekre egyre szofisztikál-
tabbá váló új kapacitás tervezési modellek
lehetővé tették a villamosenergia-szektor
sajátjának tekinthető, a korábbiakban mel-
lőzött tényezők figyelembe vételét. A napi,
heti és szezonális kereslet ingadozásokat;
a kínálati szezonális ingadozásokat; a meglévő erőmű
kapacitást; az addicionális technológiák
hatását a meglévő *érdemességi sorrendre*;
valamint a jövőbeli kereslet ingadozásá-
ból, a szabályozási környezetből, valamint
a technológiai fejlődésből adódó bizonyta-
lanságokat.

A teljes költség módszer legnagyobb
hátránya, a technológiák mindössze önálló,
szeparált értékelésre képessége. A külön-
féle villamos-energia előállítási technoló-
giák eltérő kockázat-hozam tulajdonságok-
kal rendelkeznek, és potenciálisan jelen-
tős előnyök származhatnak egy diverzifi-
kált erőmű portfólió működtetéséből bár-
mely szolgáltató számára. Mivel a szolgál-
tató által működtetett különböző erőmű-
vek kockázat-hozam profiljának komple-
mentaritását a teljes költség módszer nem
képes figyelembe venni, a módszer így nem
képes adekvát információt szolgáltatni egy
szolgáltató vagy ország számára új erőmű
beruházás esetén az optimális technológia
választásáról.

*A bizonytalansági tényezők figyelmen
kivül hagyása ellenére az LCOE máig elfo-
gadott, transzparens mérőszáma a terme-
lési költségeknek és széles körben alkalm-
zott módszere a különböző villamos-energia
előállítási költségek összehasonlításának.*

A tanulmány célja az épületenergetikai
beruházások fenntartható komponenseinek,
azaz jelen esetben a villamosenergia-ter-
melési technológiáknak pénzügyi értéke-
lésére irányuló leggyakrabban alkalmazott
eljárás, az ún. LCOE elemzés ismertetése,
annak gyakorlati alkalmazásának illusztrá-
lása volt. A tanulmány a fenntartható meg-
újuló komponensek fosszilis megoldások-
kal való összehasonlíthatósága érdekében

végig e kettősség mentén mutatta be az ára-
zási paramétereket, és lépéseket.

Az elérhető, műszaki karakterisztikájuk
alapján is jelentősen differenciálódó, terme-
lési technológiák számának növekedtével
az LCOE-alapú döntéshozatalnak pontosan
ezen komplexitása keltette életre az igényt
az újabb, a döntéshozatalt hatékonyabban
szolgáló eljárások kifejlesztése iránt.

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 Szintezési vagy a magyar szakirodalomban is
használt levelization ráta azt a hozamot repre-
zentálja, amely mellett a befektető közömbös a
költségek egy összegben vagy azonos, annuitás
típusú „szintezett” költség-tényező típusú reali-
zálódása tekintetében. Általában ez a szintezési
ráta megegyezik a súlyozott átlagos tőkeköltsé-
ggel. A módszer, vagyis a villamosenergia
termelés egy összegű költségének annuitás
típusú költség formájában történő meghatáro-
zása pénzügy matematikai szempontból nem
hordoz kihívást magában, azonban a kapott
eredmények értelmezése, használata sok eset-
ben félreértéseket eredményez, félreértések-
hez vezet.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- AEO, (2008): Annual Energy Outlook 2009, DOE/
EIA-0383, March 2009, <http://www.eia.doe.gov/oiaf/archive/aeo09/>, Letöltve: 2012.01.10.
- AEO, (2011): Annual Energy Outlook 2011 with
Projections to 2035, EIA, <http://electricdrive.org/index.php?ht=a/GetDocumentAction/id/27843>,
Letöltve: 2012.01.10.
- EERE, (2008): EERE Renewable Energy Data
Book. (2008, http://www1.eere.energy.gov/maps_data/pdfs/eere_databook.pdf, Letöltve: 2012.01.10.
- Energia Hivatal adatsorai: <http://www.eh.gov.hu/hatosagi-arak-2/villamos-energia/kozuzem-2007-xii-31-ig.html>, Letöltve: 2012.10.15
- EIA. (2010): Updated Capital Cost Estimates for
Electricity Generation Plants. Washington, DC:
EIA. <http://www.eia.gov/forecasts/aeo/assumptions/pdf/electricity.pdf> Letöltve: 2012.01.10.
- EUROSTAT: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/product_results/search_results?mo=containsall&ms=electricity+price&sa=a=&p_action=SUBMIT&l=us&co=equal&ci=,&p

o=equal&pi=, &gisco=exclude Letöltve: 2012.09.25.

Fraser, P. (2003): *Power Generation Investment In Electricity Markets*. Paris: OECD/IEA

Gross, R. - Heptonstall, P. - Blyth, W. (2007): *Investment In Electricity Generation: The Role Of Costs, Incentives And Risks*. Url: www.ukerc.ac.uk/downloads/pdf/06/0706_investing_in_power.pdf Letöltve: 2012.02.22.

International Energy Agency (2010): *Projected Cost Of Generating Electricity*, International Energy Agency Nuclear Energy Agency Organisation For Economic Co-Operation And Development, Paris, France

International Energy Agency (2011): *Key World Energy Statistics*, [www.iea.org](http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2011/key_world_energy_stats.pdf), http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2011/key_world_energy_stats.pdf, Letöltve: 2012.05.22.

Ibbotson Associates (2011): *Stocks, Bonds Bills And Inflation 2010 Yearbook*, Chicago, 2011

IEA, (2010): *Projected Cost of Generating Electricity*, IEA, NEA, OECD, http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2010/projected_costs.pdf, Letöltve: 2012.02.10.

Minicam, (2008): *Co2 Emissions Mitigation And Technological Advance: An Updated Analysis Of Advanced Technology Scenarios*, Pacific Northwest National Laboratory <http://www.pnl.gov/science/pdf/pnnl18075.pdf>, Letöltve: 2012.02.10.

NREL-SEAC, (2008): *ReEDS Model Documentation* http://www.nrel.gov/analysis/reeds/pdfs/reeds_documentation.pdf, Letöltve: 2012.02.10.

Oxera, 2011: *Discount rates for low-carbon and renewable generation technologies*, Oxera, Ltd., 2011

POWER SWITCH, (2003): *POWER SWITCH! Scenarios and Strategies for Clean Power Development in the Philippines*, University of

the Philippines Solar Laboratory for the abang Kalikasan, http://my1thing.com.ph/download_file/view/85/75/, Letöltve: 2012.02.10.

PB, (2011): *Electricity Generation Cost Model - 2011 Update Revision 1* Department for Energy and Climate Change, http://www.pbworld.com/pdfs/regional/uk_europe/decc_2153-electricity-generation-cost-model-2011.pdf, Letöltve: 2012.02.10.

Raeng, (2004): *The Cost of Generating Electricity* A study carried out by PB Power for The Royal Academy of Engineering http://www.raeng.org.uk/news/publications/list/reports/cost_of_generating_electricity.pdf, Letöltve: 2012.02.10.

Risto T. - Aija, K. (2008): *Comparison Of Electricity Generation Costs*, Lappeenranta University Of Technology <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/39685/isbn9789522145888.pdf>, Letöltve: 2012.02.10.

Stretton S., (2010): *A Short Guide To a Secure Future*, Cambridge, UK, 2010, <http://www.stephenstretton.org.uk/c/CompleteBook.pdf>, Letöltve: 2012.02.10.

Turvey, R. - Anderson, D. (1977): *Electricity Economics*, The World Bank, Washington Dc.

Csapi Vivien

Pécsi Tudományegyetem,
Közgazdaságtudományi Kar,
Gazdálkodástudományi Intézet
csapiv@ktk.pte.hu

The Financial Analysis of Sustainable Building Components

The power generation technologies are among others the sustainable components of building investments. This paper investigates the most commonly used financial valuation method, the life cycle cost analysis, with the aim of highlighting the parallels and differences between traditional and renewable technologies. With the analysis of 18 power generation technologies my aim is to prove that the method is capable of identifying the sustainable solutions.

Vivien Csapi

Épületek energetikai átvilágításának feladatai és nehézségei a magyar gyakorlatban¹

Rideg András

Pécsi Tudományegyetem, Eötvös József Főiskola

Az Európai Unió határozott intézkedéseket vár el tagállamaitól az energiafogyasztás racionalizálásának kérdésében. Az energia-megtakarításhoz és a végfogyasztás hatékonyságának növeléséhez jelentős mértékben hozzájárulhatnak az épületenergetikai korszerűsítések, melyek jelentős, még kiaknázatlan potenciált rejtenek magukban. A beavatkozások megvalósítására, az energetikai profil felmérésére és minősítésére végzik el az energetikai átvilágítást. Jelen cikk célja bemutatni azt, hogy a felmérések praktikumban milyen feladatokkal és milyen nehézségekkel kell megküzdeniük a hazai szakembereknek.

Kulcsszavak:
épületenergetika,
energetikai átvilágítás
gyakorlata, tanúsítás, audit

BEVEZETÉS

A primer energiafogyasztásban 2020-ig előirányozott 20% csökkentés megvalósításához szükséges energetikai hatékonyságot fokozó intézkedések tagállami megvalósításában olyan diszfunkciók jelentkeztek, melyek okán az Európai Unió a 2012/27/EU irányelv kinyilatkoztatásával a kijelölt célok megerősítésére kényszerült és további erőfeszítések megtételére ösztönöz.

Noha a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium által, a 2010/31/EU irányelvekkel összefüggésben, 2011. októberben publikált II. Nemzeti Energiahatékonysági Cselekvési Terv (II. NEHCsT) szerint nincs megbízható információ vagy épületenergetikai statisztikai adatbázis a magyar lakóépületek és középületek energiafogyasztásáról, mégis megállapítható, hogy egyes kutatások jutottak figyelemorientáló következtetésekre. Ezek közül megemlítendő a NegaJoule2020 projekt kutatási jelentése, melyben Fülöp és munkatársai (2011) szerint az ország teljes primer energiafelhasználásának 34%-át a lakóépületekben fogyasztják el, ráadásul becslésük szerint ennek 42,22%-a épületenergetikai racionalizálással megtakarítható lenne. Hasonlóan nagy potenciál rejlik a középületek energetikai korszerűsítésében is. A II. NEHCsT szerint a teljes magyar épületállomány 70%-a nem felel meg a korszerű épületenergetikai követelményeknek, ezért agilis intézkedési célok kerültek megfogalmazásra. Az épületenergetikai célok megvalósításának támogatására – 2013. június 30-ra – Nemzeti Épületenergetikai Stratégia kidolgozása és megjelentetése várható, az Építésügyi Minőségellenőrző és Innovációs Nonprofit Kft. közreműködésével (forrás: www.emi.hu; 2013.03.37.). Dr. Magyar Zoltán a 2010. évi Construmán konferencia-előadásában kifejti, hogy az európai országokban (akkori adatok szerint) az összes primer energiafelhasználás 41%-a épületekben hasznosul, tehát az arány a hazai értéknél is magasabb. Összességében tehát kijelenthető, hogy az Európai Unió energiafelhasználás csökkentése érdekében megfogalmazott céljainak teljesülésé-

hez az épületenergetikai modernizálások nagymértékben hozzájárulhatnak. A valós és nagyjelentőségű eredmények eléréséhez szükséges legfontosabb eszközök (összefoglalva a szerző korábbi forrásmunkájának záró gondolatait (Rideg 2012) az alábbiak: jogszabályi nyomás; pályázati forrás, támogatott hitelkonstrukciók, biztosítékok és mintaprojektek; használói és üzemeltetői szemléletformálás, kommunikáció.

Jelen cikk célja bemutatni azt, hogy az épületenergetikai átvilágítás keretében elkészítendő energetikai helyzetfeltárás és javaslat-kidolgozás praktikumában milyen nehézségekkel kell megküzdeniük a hazai szakembereknek.

TANÚSÍTVÁNY ÉS AUDIT

Segítségül hívva a vonatkozó jogszabályokat és egyes mértékadó hazai szakemberek álláspontját (Baumann és tsai 2009), fontos különbséget tenni az épületek energetikai minősítésének praktikumában tanúsítás és audit között. A tanúsítvány az épület vagy épületrész energiafogyasztásának komponenseit vizsgáló (a definiált kivételektől eltekintve), követelményekkel és más tanúsítványokkal jól összehasonlítható, a leendő használatoknak az alkalmazott épületgépészeti megoldások energiafogyasztási jellemzőiről előzetesen tájékoztatást nyújtó dokumentum, melynek eredményét jellemzően – a közérthetőség és összemérhetőség érdekében – minőségi kategóriákba történő besorolással szokás interpretálni. Készíttetése (a definiált esetekben) kötelezettség. Az audit pedig a vizsgált időszakban az energiafogyasztási profil olyan épületre vagy épületrészre, alkalmazott épületgépészeti megoldásokra és jelenlegi használókra együttesen vonatkozó felmérése, mely eljárás a használók felújításokkal, átalakításokkal kapcsolatos beruházásainak döntés-előkészítésére is alkalmas, készíttetése beruházói igény kérdése. A kialakított szolgáltatások jellemzőiben alapvető különbségeket okoznak a tanúsítás és az audit alábbi tulajdonságai:

- *A készíttetés motivációja.* Noha a tanúsítvány a leendő használó számára fon-

tos, mégis általában –kötelezettség okán – a jelenlegi tulajdonos rendeli meg. A minőségi kategória minél kedvezőbb, minél „nagyvonalúbb” meghatározása ezért a megbízónak és (emiatt) a szolgáltatónak egyaránt érdeke lehet. A helyzet fordítottja is igaz lehet, miszerint a leendő használó bíz meg (kontrolltanúsításra) szolgáltatót, akinek a minőségi kategória minél kedvezőtlenebb meghatározása válik érdekévé. Ezzel szemben audit elkészítésére a jelenlegi használó bízza meg a szolgáltatót és a dokumentum következtetései is számára lesznek lényegesek, ezért a valós helyzet minél pontosabb feltárása magas prioritású.

- *A szolgáltatás outputja.* Akárcsak a tanúsítvány, az audit is minősíti az energiafogyasztási profilt, de a felmérés végcélja nem ez, hanem a jellemzőkben kedvező irányú változást okozó beavatkozási lehetőségek kidolgozása és vizsgálata (bár a javaslatétel a tanúsítás során is elvárható). A tanúsítás outputja tehát az épület (10 évig érvényes) „zöld kártyája”, míg az audit outputja egy jelenlegi helyzetelemzésre építkező, felújítási alternatívákat felvázoló és értékelő, döntés-előkészítő dokumentum. A szolgáltatások hasonlóságai az alkalmazható eszközök és módszerek tárházának egyezőségét okozzák, természetesen figyelemmel a megbízás és a szituáció sajátosságaira, a felmérési időszemlélet különbözőségeire, a költség- és időkorlátokra.
- *Az energiafogyasztási profil felmérése során figyelembe vett tényezők köre.* Roppant lényeges különbség az, hogy a tanúsítás során az energiafogyasztást befolyásoló jellemzők közül csak a jogszabályban definiáltakat kell figyelembe venni, miközben az audit – a lehető legjobb megalapozás érdekében – minden jellemzőt vizsgál. Például a tanúsítás során standard használóval kalkulálnak, ezáltal támogatják az objektív összehasonlíthatóságot, de lényeges komfortéleti és végfogyasztói magatartásbeli

sajátosságokat egyszerűsítenek le, míg az audit során az épületfizikai és gépészeti jellemzők mellett a jelenlegi használok energiafogyasztási szokásainak vizsgálatára is nagy hangsúlyt helyeznek. Ha felidézünk a REMODECE projekt figyelemorientáló végkövetkeztetéseit (Boza-Kiss et al, 2009), akkor megállapíthatjuk, hogy mindez ráadásul nagymértékben befolyásolja a profilt. A meteorológiai viszonyok figyelembevétele szintén standardizált. A figyelembe vett tényezők körében mutatkozó eltérés a tanúsítvány és az audit egyes hasonló célból készített részeinek összehasonlíthatóságát is veszélyezteti.

Bár a módszertani eszköztár praktikusan közös, mégis megállapítható, hogy az audit gyakorlata a jogszabályi környezettől függetlenül – már jóval korábban – kialakult, illetve fejlődik, míg a tanúsítás praktikuma a jogszabályozással együtt alakult.

A 2010/31/EU irányelv, a kiegészítésére kiadott 244/2012/EU rendelet és az előzményének tekinthető 2002/91/EK irányelv alapján létrejött a gyakorlatot meghatározó hazai jogszabályozási környezet. A kidolgozott rendszer legfontosabb komponensei az alábbiak:

- 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról (módosítja a 40/2012. (VIII.13.) BM rendelet);
- 176/2008. (VI. 30.) Korm. rendelet az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról (módosítja a 105/2012. (V.30.) Korm. rendelet);
- 192/2009. (IX. 15.) Korm. rendelet az egyes építésügyi szakmagyakorlási tevékenységekről.

Kifejezetten az auditálásról és az ahhoz kapcsolódó egyes alapfogalmak gyakorlatba történő beágyazásáról a 273/2007. (X. 19.) Korm. rendelet nyújt iránymutatást. Az energetikai minősítésekre – típustól függetlenül – a jogszabályozás komponensein túl kiterjedt szabványrendszer vonatkozhat

(pl. MSZ EN 15217, MSZ EN 15603, MSZ EN 15459, DIN 4702, MSZ CR 1752, MSZ EN 15251, MSZ EN 13779, MSZ EN 12237) egyes rész kérdésekben.

A jogszabályozási környezetben tapasztalható néhány lényeges diszfunkciókról:

- A jogszabály kezdetben alacsony szinten meghatározta a tanúsítás lehetséges árazását, ez kihatott a szolgáltatók és a szolgáltatás minőségére.
- Sokan még akkor sem készítették a tanúsítást, amikor az már kötelező volt, mert a jogszabály nem rendelkezett szankciókról.
- Ellentmondások tapasztalhatóak a jogszabályok érvényességi körében.
- A 40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet – a távfűtés primerenergia átalakítási tényező új értékeivel – a 7/2006 TNM rendeletben következetlenséget okozó változást hozott.
- Nem definiált kérdésekben iránymutatást adhat a www.e-epites.hu Épületenergetika segédlete, mely azonban nem jogszabály.
- A tanúsítás készítésével kapcsolatban jogosultsági vita alakulhatott ki a gyakorlatban.

A tanúsítás és az audit bemutatott különbözőségein és az ezekből fakadó általános nehézségeken túl a cikk további részeiben a gyakorlati munka egyes fázisaihoz közvetlenül vagy közvetetten kapcsolódó különleges kihívások taglalására kerül sor.

AZ ENERGETIKAI ÁTVILÁGÍTÁS EGYES LÉPÉSEI ÉS A MUNKA FÁZISAIHOZ KAPCSOLÓDÓ GYAKORLATI NEHÉZSÉGEK

Az épületek energiatudatos működésével összefüggésben megfogalmazott célok közül kiemelendő az energiafogyasztás mennyiségének csökkentése és a felhasználás hatékonyságának növelése oly módon, hogy időközben a komfortszint, illetve az épület funkcionalitása ne sérüljön lényegesen, vagy adott esetben fejlődjön. Ennek elérése érdekében a tudatos fogyasztás, a

gondos gazda módjára történő üzemeltetés és a folyamatos monitoring szükséges, de gyakran nem elégséges: indokolt az épület és a gépészeti megoldások modern kor követelményeihez illeszkedő átalakítása is. A helyzetleírásra és/vagy a beavatkozás megalapozására szolgál az energetikai felmérés, melynek gyakorlatához a vonatkozó jogszabályok és szabványok, valamint Tóth és szerzőtársai (2001), Zöld és szerzőtársai (2006), Baumann és szerzőtársai (2009) és Osztrólczy (2009) forrásmunkái eleendő támpontot nyújtanak.

Egy komplex épületenergetikai átvilágítás során vizsgált legfontosabb részterületek és komponensek az alábbiak:

- *Az építészet és az épületszerkezetek épületfizikai tulajdonságainak mennyiségi és minőségi vizsgálata:* épület helyzete, tájolása (időjárás viszonyok), geometriai adatok, épület- és helységfunkciók, burkolófelület felmérése, különösen a pince és a talajon fekvő padló, a falak (és teherhordó szerkezetek), a nyílászárók, a padlásfödém és a tetőszerkezet vizsgálata, a hőhidak azonosítása.
- *Az épületgépészeti berendezések mennyiségi és minőségi vizsgálata:* kazánok (hőtermelő), szabályozási módok, alapvezetékezés, hőfoklépcső, vízellátás, szellőzés és klimatizálás, hőtani folyamatokkal összefüggő megoldások felmérése, ezzel összefüggésben az épületvillamossági rendszer vizsgálata.
- *Végfogyasztói magatartás vizsgálata (csak az audit során):* igény és lehetőség szerint a használók egyedi komfortélméleti sajátosságokból fakadó, fogyasztást befolyásoló tényezőinek felmérése, a célok szerinti fogyasztás (fűtés-hűtés, vízmelegítés, főzés, világítás) jellemzőinek vizsgálata és ezzel összefüggésben a háztartási gépek/eszközök (kiemelten: hűtők, mélyhűtők, mosógépek, szárítók, mosogatógépek, bojler, mikrohullámú sütők, számítógépek, televíziók és világítástechnika) műszaki állapotának és jellemzőinek áttekintése történik.

Egy komplex felmérés egyes lépéseiről és a munka fázisaihoz kapcsolódó gyakorlati nehézségekről az alábbiak interpretálhatóak:

- A) Döntés a szolgáltatás igénybevételéről, a felmérés tárgyának, kívánt tartalmának és időszemléletének meghatározása, a minősítést készítő szakember vagy szervezet kiválasztása és megbízása. A követelményeket, az árat és a határidőt szerződésben rögzítik.

A megbízó részéről elvárható a sikeres munkavégzés érdekében az együttműködésre való nyitottság, a szükséges adatok, a kért információk megosztása. Esetenként a megbízó munkatársai közül támogatót jelöl ki, akinek elengedhetetlen a tájékoztatása és felhatalmazása. A megbízó (általában) nem járatos a szóban forgó szakmai kérdésekben, ezért a szolgáltató felelőssége az, hogy a „szakma szabályainak” figyelembevételével, az elvárható erkölcsi-etikai normák mellett járjon el. Ehhez összetett felmérések (pl. teljes diagnosztika kiterjedt és/vagy bonyolult épületek, gépészeti rendszerek) esetén szükség lehet előzetes vizsgálatokra, helyszíni szemlére, illetve munka- és dokumentumterv előkészítésére is. Ilyen módon a felmérés készítettésének motivációjával összefüggésben megfogalmazott probléma felmerülése elkerülhető.

- B) Általános adat- és információgyűjtés, helyszíni bejárások (szükség esetén mérések), műszaki állapotértékelések, adatelemzés, energetikai profilt jellemző kulcsmutatószámok meghatározása és a profil minősítése. Ezen belül szolgáltatástól és igénytől függően a végfogyasztói magatartás vizsgálata.

Első megközelítésben az energia- és vízfogyasztásról a közüzemi számlák alapján lehet tájékozódni. A gondolat célszerű, mégis a gyakorlatban problémás lehet, az alábbi okok miatt:

- Érdemi információ kinyeréséhez szükség van legalább 3-5 év köz-

üzemi számláira (az idevágó CEN szabvány szerint 10 év), amit a megrendelő gyakran nem vagy csak hiányosan tud biztosítani.

- Ha a vizsgált épület vagy épületrész (tartósan vagy időszakosan) nincs használatban, akkor a számlák alapján tévesen akár úgy is tűnhet, hogy energetikai besorolása (magyar séma szerint) „A+” kategóriás.
- A különböző számlák felépítése eltérő, az adatokat transzformálni kell.
- A számlák alapján a célok szerinti fogyasztás gyakran nem különíthető el.
- Átalánydíj fizetése esetén az időjárási viszonyokkal együtt változó végfogyasztói magatartás jellemzőire közvetlenül nem nyerhető információ.

Az átvilágítás során vizsgált legfontosabb részterületek mennyiségi és minőségi adatainak felmérése a rendelkezésre álló műszaki dokumentumok, tervek alapján is történhet. Az eljárást általában más módszerekkel együtt alkalmazzák, mert kizárólagos alkalmazása a praktikumban az alábbi problémáktól terhelt lehet:

- Ha az épületen vagy a gépészeti rendszeren a használat éveitől kezdve során hajtottak végre átalakításokat/felújításokat, akkor szükség van valamennyi beavatkozás műszaki dokumentumára, mellyel összefüggésben:
 - gyakran a dokumentumok (legalább) részleges hiánya merül fel;
 - a dokumentumok sokasodó mennyisége körülményessé és időigényessé teszi az adatkinyerést;
 - a megjelölt kihívások előfordulásának valószínűsége a gyakorlatban általában az épület korával és az átalakítások számával együtt nő.
- Többszöri átalakítás/felújítás esetén gyakori, hogy több különböző megoldás is beépítésre/telepítésre került, ami jelentősen megnehezíti az energiafogyasztás építészeti és gépészeti sajátos-

ságokból fakadó komponenseinek dokumentumok alapján történő megállapítását.

- A dokumentumokból csak a tervezési hibák állapíthatók meg, a kivitelezési és az üzemeltetési, valamint a környezeti hatásokból származó hibák felismeréséhez (ha még nem tisztázták, akkor) helyszíni szemle szükséges.

A helyszín bejárása során a szakemberek (szemrevételezéssel és más mérési és megfigyelési módszerek segítségével) megvizsgálják azt, hogy:

- Ha volt tervezési hiba, akkor azokat a kivitelezés során elhárították-e és ha igen, akkor milyen ad hoc megoldással?
- Ha nem volt tervezési hiba, akkor az épület és a gépészeti rendszerek kivitelezése hiba nélkül, a terveknek megfelelően történt-e?
- Milyen az épület és a gépészeti rendszer műszaki állapota? Megfelelően üzemeltetik-e? Tapasztalható-e rendkívüli (pl. környezeti hatásokból származó) igénybevétel?
- Milyen hibajelenségek figyelhetők meg és azok milyen ok(ok)ra vezethetők vissza?

Az épületfizikai jellemzők korrózióból, erózióból, kifáradásból, mechanikai kopásból fakadó avulása még hibamentes tervezés, beépítés és üzemeltetés esetén is előfordulhatnak a használat során. A hibák jelentős részéről a hibajelenségek csak közvetetten árulkodnak, ilyenkor – hacsak a diagnózis analógia alapján nem állapítható fel –, illetve a szerkezetek pontos felmérésének igénye esetén indokoltá válhatnak a (roncsolásos vagy roncsolás nélküli) feltárások, illetve mérések, akár laboratóriumi vizsgálatok. Például a penész- vagy beázás/átázás foltok, a krétásodás, a repedések, a felpúposodás, egyes anyagkárosodások közvetlenül jól megfigyelhetők, de például a sérülésmentes falazat rejtett vagy elfedett hibáira vagy egy redőnyszerű hibás beépítésénél keletkezett hőhid jelenlétére csak köz-

vetett hibajelenségekből vagy mérésekből, feltárások útján szerezhetünk tudomást. Ezen módszerek – szükség szerinti – kombinált alkalmazásával egyrészt a helyzetfelmérés pontossága jelentősen javítható, másrészt azonban egyes részfeladatok megoldása eszköz- és időigényes lehet, ez növeli a költségeket, ráadásul egyes eljárások igénybevételére (pl. roncsolásos feltárás, épület-termográfia) nincs mindig mód.

Az épületgépészeti rendszer jellemzőinek vizsgálata során végrehajtják a rendszer és az ahhoz kapcsolódó fogyasztók (pl. hőtermelők, vezetékezés, szabályozás, hőleadók, ventilátorok, szivattyúk, kapcsolások és szigetelések) típusának beazonosítását (pl. gyártmány, elméleti terhelés-hatásfok jelleggörbe), műszaki adatainak (pl. hőteljesítmény, hatások, készenléti veszteség) és állapotának felmérését, figyelemmel arra, hogy: a) a tényleges helyzet vizsgálatával az előzetesen készített (pl. engedélyezési tervben látható) adatok jelentős pontosítása végezhető el; b) a gépészet komponenseinek elhasználódása gyorsabb ütemű, mint az épületé. A vizsgálat során alkalmazott mérések, illetve a megfigyelések támogatására célszerű a rendszert beüzemelni, így – ha a megbízó is jelen van – a végfogyasztói magatartásról (pl. komfortigény, elvárt hőmérséklet, hőérzet) is lehet információt szerezni. Felméri továbbá az egyes berendezések (pl. háztartási gépek, erőátviteli gépek, világítástechnika) műszaki állapotát (pl. teljesítmény, vezérlés, automatika, szerelési módok, egyéb villamos épülettechnika) és megállapítják az éves energiafogyasztást. Az épületgépészet és az épületvillamosítás összefüggése indokolja továbbá a villamos hálózatra csatlakozás módjának (ritkább esetben a villamosenergia-termelés jellemzőinek), az elosztóhálózat kialakításának, a hiba- és érintésvédelmi, villámvédelmi és túlfeszültség-védelmi, valamint egyéb zavarvédelmi rendszerek megoldásainak vizsgálatát is.

A begyűjtött közüzemi számlák, a dokumentumvizsgálat és a helyszíni szemle tapasztalatai, mérései alapján lehetőség van

az energetikai profil kialakítására, az alábbi – direktívához illeszkedő – lényeges kulcsindikátorokkal:

- *hőátbocsátási tényezők* meghatározása a határoló- és nyílászáró szerkezetekre;
- előzőn túl a direkt sugárzási nyereség, a passzív szoláris nyereség és a hőhidak miatti hőveszteség figyelembevételével kialakítható az épület *fajlagos hőveszteség-tényezője*;
- előzőeken túl a primer energiában kifejezett, fajlagos térfogatra vetített éves összes energiafogyasztást jelentő *összesített energetikai jellemző*, melynek kialakítása során az épület és az elvárt komfortszintet rendeltetésszerű használat mellett biztosító épületgépészeti és épületvillamosági sajátosságokat is figyelembe veszik.

A direktíva alapján végrehajtott számítás egyes sajátosságokat nem tartalmaz, ezért a nagyprecizitású helyzetfelmérés érdekében pontosítható. Az összesített energetikai jellemző például adott esetben a technológiai célú hőenergia-termelés vagy az uszodagépészet sajátosságaival kiegészíthető. A standard számítási módszerek gyakorlati nehézségeiről az alábbiak mutathatóak be:

- Régi épületek szerkezeteinek energetikai jellemzőit (pl. miként zajlott a beépítés folyamata, hol alakulnak ki hőhidak, mekkora a hőátbocsátási tényező, a fajlagos hőtároló tömeg, a páraáram sűrűség) a fent bemutatott okokból és a számítások során is körülményes nagy megbízhatóság mellett meghatározni.
- Ha a tényleges és a standard fogyasztói szokások markánsan eltérnek a konkrét esetben, akkor a tényleges és számított fogyasztás különbsége szignifikáns.
- Adott esetben az épület, épületrész mértékadó funkció szerinti besorolásának befolyásolásával némiképpen a végeredmény is alakítható.
- Az A/V viszony figyelembevétele a gyakorlatban – tévesen – többféleképp

pen történik, ez sérti a dokumentumok összehasonlíthatóságát.

- Nem önálló épületnél szükséges az energetikai vizsgálatban érintett épületrész geometriáját a főépület geometriájához viszonyítani. Ennek következtében a fajlagos hővesztés tényezőt befolyásoló A/V viszony csak sok utánajárással, többletmunkával határozható meg. Kétséges az is, hogy mi számít főépületnek és épületrésznek, illetve mi alapján (pl. épületgépészeti rendszer, tulajdoni vagy üzemeltetői viszonyok, helyrajzi szám, telekkönyvi bejegyzés) különíthetők el az összetettebb, nagyobb épületegységek?

[Megjegyzés: A egységesítés és transzparencia érdekében a 2012.12.01. után készült tanúsítványokat ma már a VÁTI által üzemeltetett EQ hitelesítési rendszerben rögzíteni kell (forrás: www.e-epites.hu; 2013.03.27.). Az A/V viszony feltüntetése kezdetben hibás volt a rendszerben, mely jelenség jól rávilágít a terület problematikuságára.]

A profilt meghatározó kulcsindikátorok abszolút értelemben is és (saját kategóriájához viszonyítva) relatív értelemben is hordoznak olyan üzeneteket, melyek az elterjedt grafikus megjelenítések valamelyikével közérthetően interpretálhatóak. Az interpretáció ilyen típusú megoldása jól támogatja az összehasonlíthatóságot, de ügyelni kell arra, hogy a megjelenítések több változata is használatos világszerte és az egyes tagországi gyakorlatok az Európai Unión belül is eltérhetnek. A minősítések alapját képező műszaki tartalmak – megfelelő felkészültséggel – ettől függetlenül is összevethetőek.

C) Beavatkozási, fejlesztési javaslatok kidolgozása és értékelése.

A megfelelően megalapozott helyzetelemzés birtokában lehetőség van az energiafelhasználás hatékonyságát és/vagy mennyiségének csökkentését célzó javaslatok kidolgozására. A leggyakrabban előforduló intézkedések a gyakorlatban az alábbiak:

- tetőcsere vagy –felújítás
- kazán/fűtési/HMV rendszer korszerűsítése (Átadó/véghasználó berendezések korszerűsítése)
- alapvezetékek és szeleprendszer korszerűsítése
- géppark modernizálása
- megújuló energetikai beruházás
- energiatermelő berendezések hatékonyságnak javítása érdekében felújítás vagy berendezés csere
- nyílászáró-csere; homlokzati szigetelés
- tulajdonosok/használok szemléletének változtatása az energiatudatosság érdekében
- új, energiatakarékos munkaszervezési megoldás
- termelési technológia modernizálása
- világítástechnikai korszerűsítés
- mesterséges szellőztetés vagy elszívás technológiájának korszerűsítése

A korszerűsítési aspirációkkal kapcsolatban egyelőre kérdéses, hogy a beruházásokat – különösen a lakosságiakat – milyen mértékben veti majd vissza a Kormány 10%-os rezsicsökkentési akciója (forrás a rezsicsökkentésről: www.kormany.hu ; 2013.03.37.).

A beavatkozási programok értékelése és a prioritás felállítása hagyományosan a beruházás-értékelés módszertanával, kiterjedt szakirodalmi háttér mellett (Bélyácz 1997; Brealey – Myers 1998), pénzügyi mutatók segítségével történik (pl. beruházási költség, költségcsökkenés vagy bevétel-növekedés, nettó jelenérték (NPV), jövedelmezőségi index (PI), belső megtérülési ráta (IRR), dinamikus megtérülési idő (DPP)). Ez alapján:

I. prioritás: akár saját forrásból (hitelből), rögtön megvalósításra javasolhatóak az NPV ≥ 0 Ft és DPP ≤ 3 év beavatkozási alternatívák;

II. prioritás: pályázati támogatással megvalósításra javasolhatóak az NPV ≥ 0 Ft és 3 év $< DPP \leq 12$ év beavatkozási alternatívák;

III. prioritás: kivárási javasolandó az NPV < 0 Ft vagy DPP > 12 év beavatkozási alternatívák esetén.

Amikor a szolgáltató fejlesztési javaslatait elővezeti, az alábbiakra kell tekintettel lennie:

- A fejlesztés gazdája mennyi pénzt szándékozik mozgósítani összesen a programok megvalósítására (tehát a beruházási költségek korlátja).
- Aktuálisan az elővezetett komplex fejlesztési csomag mely komponenseire van pályázati forrás.
- Bekövetkezik-e komfortcsökkenés?
- A fejlesztések által a jellemzők milyen mértékben közelednek a követelményértékekhez?
- Az ajánlat egyes – szükséges és lényeges – elemei a konkrét esetben nem vagy csak rendkívül magas költségek árán lehetségesek (pl. tetőtér utólagos hőszigetelést nem bírja el a szerkezet, nincs hely az új gépeknek, új hőtermelők esetén korlátozhatja a telepíthető alternatív megoldások számát a megoldatlan füstgázvezetés)
- Kevésbé kedvező program megvalósítása is javasolható akkor, ha:
 - a beavatkozás más, magas prioritású javaslat előfeltétele;
 - a felújítás egyes elemek műszaki állapota miatt amúgy is elengedhetetlen;
 - ugyan a korszerűsítés következtében energetika-megtakarítás kevésbé jelentkezik, de az épület értékének növekedése kellőképpen kompenzál.

Például jelentős energia-megtakarítás önmagában a külső falazat hőszigetelésével gyakran nem érhető el, szükséges a korszerűtlen nyílászárók cseréje is. Mindez a (hagyományos) kazán terhelésének csökkenését okozza, ami (a részterheléseknél) a hatásfok romlásához vezet. Ha a komplex fűtésrendszer-korszerűsítés keretében emiatt a beruházó a kazán cseréjét is elhátározza, akkor adott esetben az alapvezetékek és a kapcsolódó szerelvények cseréje is szükségessé válhat, amivel összefüggésben a belső falazatba mart/vésett alapcsatornák vagy a hőleadás módjának átalakí-

tása, de akár a kémény felújítása, átépítése is indokolt lehet. Végso soron egy korszerű, jó hatásfokkal üzemelő rendszer nyerhető, de a kiinduló beavatkozási ötlethez képest a beruházás költségei már többszörösére emelkedtek, ami ronthatja a megtérülési időt, növeli a kockázatokat, ráadásul kérdéses, hogy a felújítás mely komponensére lehet pályázati forrást igényelni.

Meg kell továbbá jegyezni, hogy manapság már az energetikai megfelelésre, a környezeti illeszkedésre épülő vagy teljes életciklusra vonatkoztatott (LCA) értékelések is használatosak (Hendrickson et al, 2006; Curran et al, 2012). Pohekar és szerzőtársai (2004) alapján elképzelhető továbbá a beavatkozási alternatívák többszempontú értékelése is: energetikai beruházások esetén lehetőség van a bemutatott pénzügyi jellemzőkön túl, az energetikai (pl. hatásfok, tüzelőanyag-függőség), a környezeti (pl. NO_x, SO₂, PM₁₀, NMVOC, GWP kibocsátás vagy CO₂ egyenérték használata) és a társadalmi hatások (pl. externális hatások, komfort, helyben maradt jövedelem, teremtett munkahely) egyidejű figyelembevételére.

Az egyes alternatívák megalapozott értékelésére igénybe vehető szoftveres támogatás. A lehetőségek közül a magyarországi működési környezetben elterjedt és jó megbízhatóság mellett alkalmazható WinWatt emelendő ki. A programcsomag tartalmaz Optimum modult, mellyel a megrendelő érdekeit leginkább figyelembevevő energetikai felújítási alternatívák válogathatók ki (Baumann 2009).

D) Átvilágítás eredményeinek közzétevése, audit zárójelentés/tanúsítvány átadása, tanácsadás és további együttműködési lehetőségek feltárása.

A valós és nagyjelentőségű eredmények elérése érdekében a használók energiahatékonyági képzése, energiamonitoring rendszer telepítése és üzemeltetése, valamint végso soron a tudatos energiamenedzsment meghonosítása érdekében erőfeszítéseket kell tenni. A szemlélet elsajátításával bizto-

sítható, hogy a jövőre elhalasztott beavatkozások is az épületenergetikai célokat támogatják majd.

Az energia-megtakarítási képzések és tréningek alkalmazásával a használók megérthetik az energiahasználat komplexitását, az elérhető költségmegtakarításokat, a legújabb technológiák működési elveit, képessé válnak a foganatosítandó intézkedések prioritási rangsorának felállítására, megismerik az energiahasználati szokásokkal összefüggésbe hozható energiapazarlás mibenlétét, annak természeti környezetre gyakorolt hatásait, illetve az energiatudatos magatartás elveit.

Az energiamonitoring tevékenység alapja a közüzemi számlák és az energiafogyasztással összefüggő mennyiségi és minőségi adatok folyamatos gyűjtése és feldolgozása annak érdekében, hogy a kulcsfontosságú teljesítményindikátorok értékének alakulása folyamatosan ellenőrizhető legyen, ezzel összefüggésben az elérhető és folyamatosan fejlesztendő célokat megalapozottan lehessen kijelölni.

Az energetikai átvilágítások praktikumban tevékenykedő szolgáltatók az auditon és a tanúsításon túl képesek lehetnek további, komplex szolgáltatásokat nyújtani (pl. felújítások részletes műszaki tartalmának kialakítása, pályázatírás (benne megvalósíthatósági tanulmány), projektmenedzsment, használói szemléletformáláshoz szükséges képzés/tréning). Emiatt az átvilágítás záró találkozásán a felmérések eredményeinek közlésén felül a szolgáltatóknak érdeke a további együttműködési lehetőségek keresése és felkínálása is.

ZÁRÓ GONDOLATOK

Az Európai Unió környezetvédelmi és energetikai céljainak megvalósulásához az épületek energetikai felújításai és átalakításai jelentős mértékben hozzájárulhatnak. Az energetikai profil értékeléséhez és a jellemzők kor követelményeikhez történő illesztéséhez szükséges beavatkozások megfelelő megalapozásához végeznek energetikai átvilágításokat, mely szolgáltatás az épí-

tészet, az épületgépészet és az épületvillamosság komplex szakági együttműködésével realizálható a praktikumban. Egyszerre kell megfelelni a jogszabályi kötelezettségeknek és a megrendelői igényeknek, ebből fakadóan az átvilágítások gyakorlati megvalósításában számos – a tanulmányban is kifejtett – diszfunkció felmerülésével és kezelésével kell számolni. A cél az energiahasználat abszolút értékben történő csökkentése, és az energiaköltségek kontroll alatt tartása, a természeti erőforrások védelme, a környezetszennyezés mértékének csökkentése és a nemzetgazdasági importfüggőség csökkentése, melyek által a tulajdonosok és használók számára nemcsak azonnali hasznok érhetőek el, hanem hosszú távú gazdasági, környezetvédelmi és társadalmi előnyökkel is számolni lehet.

JEGYZETEK

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

FELHASZNÁLT IRODALOM

Épületenergetikai jogszabálygyűjtemény a 2013. március 27. napján hatályos állapot szerint:

- a) Az Európai Unióban:
(2002/91/EK irányelv az épületek energiateljesítményéről)
2010/31/EU irányelv az épületek energiahatékonyságáról
2012/27/EU irányelv az energiahatékonyságról
244/2012/EU rendelet a 2010/31/EU irányelv módszertani kiegészítéséről
- b) Magyarországon:
7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról
273/2007. (X. 19.) Korm. rendelet a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról
176/2008. (VI. 30.) Korm. rendelet az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról
277/2008. (XI. 24.) Korm. rendelet az építésügy, a településfejlesztés és -rendezés körébe tartozó dokumentációk központi nyilvántartásáról
2078/2008. (VI. 30.) Korm. határozat az épületek energetikai jellemzőinek javítását célzó kormányzati intézkedésekről
192/2009. (IX. 15.) Korm. rendelet az egyes építészeti szakmagyakorlási tevékenységekről

40/2012. (VIII.13.) BM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet módosításáról 105/2012. (V.30.) Korm. rendelet egyes építésügyi és területrendezési tárgyú kormányrendeletek módosításáról

II. Nemzeti Energiahatékonysági Cselekvési Terv (www.nih.gov.hu; letöltve: 2013.03.27.)

Baumann M. (2009), Épületek energetikai felújításának optimalizálása. Magyar Installateur, 2009/10. p.30-32.

Baumann M., Csoknyai T., Kalmár F., Magyar Z., Majoros A., Osztrólczy M., Szalay Zs., Zöld A. (2009), Épületenergetika. Segédlet. Pécs: PTE Pollack Mihály Műszaki Kar

Bélyácz I. (1997), Tőkeberuházási és finanszírozási döntések. 2. kiad. Pécs: Janus Pannonius Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Kar.

Boza-Kiss, B., Novikova, A, Sharmina, M., Ürge-Vorsatz, D. (2009), A végfelhasználói szokások hatása a háztartási energiafogyasztásra Magyarországon (A REMODECE projekt eredményei) IV. BMF Energetikai Konferencia, Bp., 2009. november 17.

Brealey, R., Myers, S. (1998), Principles of Corporate Finance. New York: Panem – McGraw-Hill.

Curran, M. A. (szerk) (2012), Life Cycle Assessment Handbook: A Guide for Environmentally Sustainable Products. Wiley-Scrivener, USA

Fülöp O. (2011), NEGAJoule 2020: A magyar lakóépületekben rejlő energiahatékonysági potenciál. ENERGIACLUB Szakpolitikai Intézet és Módszertani Központ. Kutatási jelentés. 2011. május www.negajoule.hu

Hendrickson, C. T., Lave, L. B., Matthews, H. S. (2006), Environmental Life Cycle Assessment of Goods and Services: An Input-Output Approach. RFF Press, USA

Magyar Z. (2010), Hogy áll a hazai tanúsítás? Konferenciaelőadás. III. MEPS Konferencia, Construma 2010.04.19.

Osztrólczy M. (2009), Hőszigetelés, Bp.: Cser Kiadó

Pohekar, S. D., Ramachandran, M. (2004), „Application of Multicriteria Decision Making to Sustainable Energy Planning- A Review”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol 8, No4, p. 365-381.

Rideg A. (2012): Középületek energiahatékonysági felméréseinek gyakorlati nehézségei. Konferenciakötet cikk. Pécs, ViaFuturi 2011. p.174-179.

Tóth E. (szerk) (2001), Épületfelújítási kézikönyv: Aktuális gyakorlati tanácsadó meghibásodásokról és helyreállítási módszerekről; Meghibásodások fajtái; Épületdiagnosztika; Felújítási terv; Kivitelezési tippek; Részletrajzok. Bp.: Verlag Dashöfer Szakkönyvtár Kft.

Zöld A. (szerk) (2006), Az új épületenergetikai szabályozás: Segédlet. 2., jav. kiad. Pécsvárad: BAUSOFT Pécsvárad Kft.

*Rideg András okl. közgazdász,
okl. környezetmérnök*

Eötvös József Főiskola,
Műszaki és Közgazdaságtudományi Kar,
Gazdaságtudományi Intézet
rideg.andras@ejf.hu

The tasks and difficulties of the energy screening of buildings in the Hungarian practice

The European Union expects definite actions from its member states in the question of the rationalisation of the energy consumption. The modernisation of building energetics may contribute to the energy saving and the increase of the efficiency of the end consumption in a considerable measure – they bear significant unexploited potential. Energetics screening is completed in order to survey and classify energetics profile and to underpin interventions. The aim of the present article is to present the tasks and difficulties that domestic specialists have to face in the practice of energy screening of buildings.

This article was made in the framework of SROP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0002.

András Rideg¹

A reálopció-s megközelítés alkalmazása az építészetben¹

Csapi Vivien – Ratting Anita

Pécsi Tudományegyetem

A komplex építészeti projekteket körülvevő jelentős mértékű bizonytalanságnak, valamint a magas elsüllyedt költségek és a beruházás időzítésének rugalmassága közötti interakció kombinálásában rejlő potenciálnak együttese különösen érdekes területté teszi a reálopció-elmélet számára. Tanulmányunk célja, hogy rávilágítsunk az építészeti projektek tervezésében, működésében rejlő bizonytalansági és rugalmassági karakterisztikákra, illetve a reálopció-s megközelítés alkalmazási lehetőségeire. Az ingatlanberuházók által viselt kockázat azonosítása kulcskérdés az innovatív, fenntartható épületekbe való beruházás vonzerejének emelése szempontjából.

Kulcsszavak:
bizonytalanság;
rugalmasság; fenntartható-,
zöld épület; reálopció

BEVEZETÉS

A standard értékelési eljárások legújabb és egyben azok legtöbb hiányosságának kiküszöbölésére alkalmas bővítése a reálopció-elmélet. A reálopció kifejezést Stewart Myers használta elsőként 1977-ben az opció-árazás alkalmazásának lehetőségeit vizsgálva a nem pénzügyi, elsődlegesen ingatlan befektetések értékelése területén, ahol a rugalmasság, és ezzel többletértéken a halasztással tanulás jelenségét értette. Reálopciónak tekintjük a beruházások, és termelési döntések – a bizonytalanság eloszlásának céljával életre keltett – halasztásának és alakításának lehetőségét (Triantis, 2000). A pénzügyi opciók elemzésére létrehozott opció-elméletről a közgazdászok hamar felismerték, hogy a reál-beruházásokról hozott döntések számára figyelemreméltó hozzáadott értéket képes nyújtani (Black-Scholes, 1973; Merton, 1973). A pénzügyi opciókhoz hasonlóan a reálopciók birtoklásával jogok és nem kötelezettségek, tehát olyan működési/termelési fedezeti mechanizmusok tulajdonosává válunk, melyek a rugalmasságot, a környezetre való aktív reagálás képességét viszik be a menedzseri eszköztárba azzal, hogy a pénzügyi termékeknel jelen lévő lehetőségeket fizikai eszközökre értelmezik.

A reálopció-elmélet alapjai

A téma először az 1980-as és '90-es években keltette fel a tudósok mérsékelt figyelmét, azonban a széleskörű elterjedés váratott magára. A '90-es évek közepén² a reálopciók teremtették meg az átmenetet az opció-elmélet iránti visszafogott, specializált érdeklődéstől a tudomány és a szakma szempontjából is általánosan elfogadott főáramig (Borison, 2005).

A könnyen alkalmazható, instruktív diszkontált pénzáram alapú megközelítések a menedzsment passzív hozzáállását feltételezik (Kogut-Kulatilaka, 1994); implicit módon azzal a feltételezéssel élnek, hogy a projekt azonnal megkezdődik, és a várható hasznos élettartam végéig

folyamatosan működik, még akkor is, ha a jövő bizonytalan. Ennek következtében, a diszkontált pénzáram eljárások figyelmen kívül hagyják a menedzsment rugalmas alkalmazkodása és innovációi által a projektbe építhető hozzáadott értéket, vagyis szisztematikusan alábecsülik a beruházások értékét (Dixit – Pindyck, 1994, 1995; Trigeorgis, 1993; Kemna, 1993; Kumar, 1995; Van Putten – MacMillan, 2004). A befektetési alternatívák alulértékelése alul-beruházáshoz, valamint a versenyképes pozíció elvesztéséhez vezethet (Dean, 1951; Hayes – Abernathy, 1980). A hatékony projektértékelési eljárás *figyelembe veszi mind a bizonytalanságot, mind a stratégia sikeréhez elengedhetetlen aktív döntéshozatalt* (Luehrman, 1998).

A reálopció-elmélet központi premiszszája szerint a menedzsment döntések fókuszában a flexibilitást növelő, a bizonytalanságot csökkentő opciók létrehozatala, majd ezek lehívása (érvényesítése) vagy le nem hívása (nem érvényesítése) áll. A reálopció-elmélet alapvető logikája emellett azon a felismerésen alapszik, hogy *a jövőbeli befektetési lehetőségek a korábbi beruházási elköteleződésnek közvetlen függvényei.*

A reálopciók típusai

A reálopciók jellemzően két dimenzió mentén jöttek létre: az időzítésre koncentrálva, valamint a kiterjedés mentén. Ezen belül a reálopciók típusainak egy viszonylag szűkebb, és egy gazdagabb tipologizálását különböztethetjük meg attól függően, hogy a projekt-működtetők milyen mértékű szabadságot kapnak az eszköz, vagy a projekt kezelése során. Ezek a kategóriák, a teljesség igénye nélkül, a következők lehetnek: *az időbeli dimenzió* belül várakozási/halasztási reálopció, elvetési reálopció, leállítási/újraindítási reálopció; *a kiterjedési dimenzió* belül bővítési reálopció, összehúzó reálopció, váltási reálopció, növekedési reálopció, összetett reálopció, feltárási reálopció, kiszervezési reálopció, szivárvány-opciók (Trigeorgis, 1996; Amram – Kulatilaka, 1998; Benaroch,

2002; Copeland – Antikarov, 2003). Amilyen hasznosnak tűnik az „opciós nyelvezet” a vállalatban jelenlévő cselekvési játékterek kvalitatív leírására, a reálopciók stratégiai jelentőségét és egyben a hosszú távú vállalati cél mögött felsorakoztatásának lehetőségét Copeland és Keenan (1998) kategorizálása hangsúlyozza a leginkább, akik növekedési, tanulási és biztosítási reálopciókat különböztetnek meg.

*Növekedési reálopció*² A növekedési vagy unlocking reálopció szerint egy adott beruházás előfutára vagy kiindulási alapja lehet egymással összefüggő projektek láncolatának, megnyitva ezzel jövőbeli növekedési lehetőségeket (pl.: új projektek, új folyamatok megvalósítása; új piac-penetráció; az alapkompenciák erősítése) (Kester, 1984). Ezeket a források *stratégiai növekedési lehetősége*nek vagy *innovációs opció*knak is nevezik. A növekedési reálopciók célja sok esetben nem, illetve nem csupán az azonnali értékkeremtés, sokkal inkább jövőbeli üzleti lehetőségek előteremtése. A menedzsment számára a növekedési opciók jelentik a kiindulási alapot ahhoz, hogy pótlólagos projektek illetőleg a meglévő erőforrások kiterjesztése révén a gazdasági környezet pozitív fejlődéséből profitra tegyenek szert. *Az érték legnagyobb részét a feltárt lehetőségek határozzák meg, vagyis az újrabefektetés általi jövőbeni nyereséspotenciál kiaknázhatósága.* Opciós szempontból úgy is felfoghatók a növeke-

„A reálopció-elmélet központi premiszszája szerint a menedzsment döntések fókuszában a flexibilitást növelő, a bizonytalanságot csökkentő opciók létrehozatala, majd ezek lehívása (érvényesítése) vagy le nem hívása (nem érvényesítése) áll. A reálopció-elmélet alapvető logikája emellett azon a felismerésen alapszik, hogy a jövőbeli befektetési lehetőségek a korábbi beruházási elköteleződésnek közvetlen függvényei.”

dési opciók, mint esetleges pótlólagos projektek tökéértékére kiírt vételi opciók (Courtney, 2001; Hungenberg, 2001). A vállalati gyakorlatban ezek az opciók a vállalat speciális humántőkéjén, technológiai tudásán vagy domináns piaci pozíción alapulhatnak (Witt, 2003). A növekedési reálopciók elemzési nehézsége az azonosításban, illetve a Drews (2003) által „meglepetési potenciálnak” nevezett növekedési lehetőségek értékelésében rejlik.

A biztosítási opciók a kedvezőtlen keresleti- vagy áralakulásra való reagálás lehetőségét tárják fel a menedzsment számára leál-lás, illetve és/vagy operatív alkalmazkodás formájában. A növekedési opciókkal ellentétben a biztosítási reálopciók védik a vállalatot az esetleges veszteség kockázatokkal szemben olyan módon, hogy azok elkerüljék pénzáramaik csökkenését (Copeland – Hove, 2002). A biztosítási logikától füg-gően ezek lehetnek vételi vagy eladási opciók. Annak a lehetősége, hogy a vállalat átálljon egy alternatív termelési folyamatra vételi opciót jelent, miközben egy esetleges gyárbezárás eladási opcióként modellezhető (Trigeorgis – Mason, 2001). Tipikus biztosítási reálopciók a *bővítési/összehúzási (azaz méretezési) opciók*, ahol a bővítési reál-opció azt a lehetőséget tükrözi, hogy egy beruházási projekt hatóköre jó piaci helyzet és kedvező jövedelmezőség esetében egy további beruházás értékét képes növelni; míg az összehúzási reálopció esetében egy (veszteséges) projekt méretének, hatóköré-nek korlátozására vonatkozó lehetőségeit mérlegeli a vállalkozás. A biztosítási reál-opciók közé soroljuk a *váltási reálopciókat*, melyek lehetővé teszik a projekt működtető számára, hogy az eszközön a piaci követelményeket követve átváltsion egy másik működési modellre - egy bizonyos költség megfizetése mellett (Margrabe, 1978; Kensinger, 1987). Ha változik a gyártott termék ára, vagy az iránta való kereslet, akkor a gyárt tulajdonos megváltoztathatja a gyár termelési kosarát, vagy ugyanazt a kimenetet nyújtja, megváltoztatott alapanyagokból (Hommel, 2000). Végül szintén a bizto-

sítási opciók között találkozhatunk a *leállítási és újraindítási reálopciókkal*. Ha rossz-szak a piaci feltételek, akkor a vállalat leál-líthatja a termelést. A piaci helyzet javulás-sakor végrehajthatja a termelés újraindításába irányuló befektetést. A leállítási és újraindítási reálopció lényegében nem más, mint két egymással összekapcsolt lehetősé-g. Lehetőséget kedvezőtlen piaci felté-telek esetén a beruházás befagyasztására, amennyiben a projektből származó pénz-áramok nem képesek a változó költségek fedezetére, majd a kedvezőre forduló piaci körülmények esetében következhet a máso-dik lehetőség lehívása, a beruházás újrain-dítása (McDonald – Siegel, 1985; Brennan – Schwartz, 1978).

Egy tanulási reálopció, Copeland és Keenen (1998) kategorizálása szerint a harmadik reálopciócsoport, lehetővé teszi a befektetési döntéshozatal kitolását, csök-kenti annak a kockázatot, hogy a menedzs-ment hiányos információk alapján visszafordíthatatlan döntéseket hozzon, és így kedvezőtlen következményeket szenvedjen el. A tanulási opció értéke, ebből követke-zően, a visszafordíthatatlan befektetés adott bizonytalansági tényezők melletti halasztá-sának lehetőségéből eredeztethető, tehát a (ki)várás értékéből. Vagyis egy vételi opci-óval egyenértékű, aminek tárgya maga a döntés (Brach, 2003; Pritsch, 2000). Ide tar-tozik a *halasztási reálopció*. Az a vállalat, amely a beruházások időzítésének képes-ségét, az időzítési rugalmasságát már bir-tokolja azért, hogy feladja ezt a rugalmas-ságot jogosan vár el pénzügyi kompenzá-ciót az azonnali megvalósítás esetében, az új információkra való várakozás helyett (Blyth et. al. 2007). Egy beruházás elha-lasztása a kezdő pénzáram eszközölését megelőzően értéket képvisel a befektető számára (Dixit – Pindyck, 1994; Ingesoll – Ross, 1992; McDonald – Siegel, 1986). Minél nagyobb bizonytalanság vesz körül egy döntést, a vállalatvezetők annál inkább preferálják a projekt kivitelezés *halasztását*, fenntartva annak a lehetőségét, hogy a pro-jektet egy jövőbeli időpontban valósítsák

meg (Myers, 1977). Mivel a termelés vagy a későbbi termelés elérhetőségét determináló tevékenységek nem halaszthatóak a végtelenségig, a halasztási stratégia gyakran együtt jár a menedzseri flexibilitás gyakorlásának egy következő szintjével, a döntés egymást követő szakaszokra darabolásával (*szakaszos reálopció*) (Trigeorgis, 1996). A szintén tanulási típusú *elvetési reálopció* esetében amennyiben a piaci körülmények tartósan és jelentősen romlanak, a menedzsment dönthet az adott projekt termelésének, a projekt működtetésének tartós leállításával mellett, a benne foglalt eszközök, tőkejavak likvidálása, majd a likvidálásból származó összegek máshol történő felhasználása mellett (Myers – Majd, 1990; Hubbard, 1994). Az elvetés lehetősége csak abban az esetben áll fenn, ha a beruházási projekt teljes irreverzibilitása nem érvényesül. Vagyis az elvetési opció létezésének egy következménye a beruházások részleges visszafordíthatósága lesz. Az elvetési opciók értékelése kapcsán a legnagyobb kihívást az elvetés optimális időpontjának megválasztása jelenti.

A reálopciók értékelése

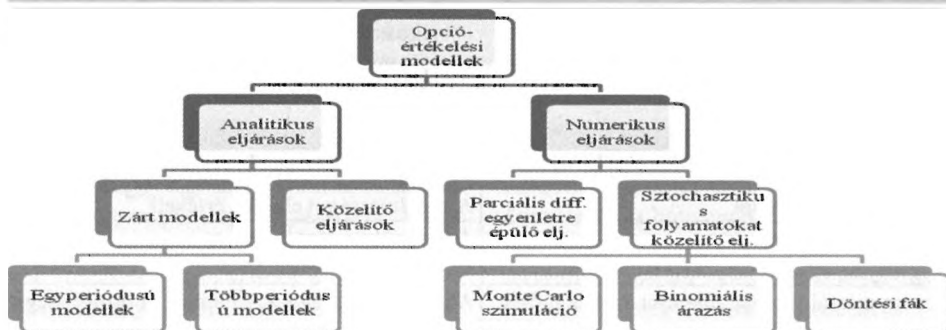
Amennyiben az opció-elméletet, és ezen belül is a reálopciókat választottuk a beruházási döntéshozatal támogató módszerként, felmerül a kérdés, hogy milyen konkrét opció-értékelési eljárást alkalmazunk. A tradicionális pénzügyi iroda-

lom hangsúlyozza, hogy egy eszköz értékét jövőbeli pénzáramai határozzák meg. Amíg ezek a pénzáramok biztosak, illetve a pénzáramok biztosságát feltételezzük az értékelő legkritikusabb feladata megtalálni a megfelelő diszkontrátát. A bizonytalanság feltételezése, illetve megjelenése bonyolítja elsőként ezt a feladatot, hiszen immáron nem csupán a pénz időértékét, de a kockázati attitűdöt is figyelembe kívánjuk venni. Erre tett kísérletet a kockázati prémiummal, bizonyossági egyenértékessel, illetve a szakirodalom (Sharpe, 1964; Robichek – Myers, 1966).

Az értékelési probléma komplexitását fokozza ha a pénzáramok a kockázat változó nemlineáris függvényeként alakulnak. Erre megoldást jelenthet a pénzáramok múltbeli adatok alapján történő származtatása, vagyis az ún. forward indukciós módszer bevetése. Az eljárás korlátja, hogy csupán abban az esetben alkalmazható, amennyiben a jelenlegi pénzáramok nem függenek jövőbeli eseményektől. Nyilvánvaló, hogy ez a feltevés a jelen beruházásai esetében nem állja meg a helyét. Abban az esetben, ha a vizsgált pénzáramok nem csupán múltbeli, de jövőbeli tényezők függvényei, az ún. backward indukciót célszerű alkalmazni (Cortazar, 2000).

Az 1. számú ábra a reálopciók értékelési módszerek rendszerezését mutatja be. Ezek az értékelési eljárások az adott döntési szituációban egyedi előnyökkel és hátrányok-

1. ábra: Az opcióértékelési eljárások osztályozása



Forrás: Saját szerkesztés (Bockemühl, 2001 141. o.; Hommel – Lehmann, 2001 124. o.; Rózsa, 2007) alapján

kal rendelkezhetnek. Emiatt fontos minden egyes esetben mérlegelni, hogy melyik módszer alkalmas leginkább az adott projekt döntéstámogatására. Az értékelési eljárásokkal szembeni legfontosabb követelmények az átláthatóság, az értékelés pontossága, az értékelési folyamat sokoldalúsága, a lehető legkisebb komplexitás, illetve az alkalmazó részéről a lehető legkisebb előzetes hozzáértési követelmények.

A szakma és a gyakorlat kettévált annak a kérdésnek a megválaszolásában, hogy a Cox, Ross és Rubinstein (1979) féle binomiális árazás, illetve Fisher Black és Myron Scholes 1973-ban publikált modellje közül melyik bizonyul használhatóbbnak. A gyakorlati szakemberek sok esetben a B/S-modell mellett teszik le voksukat (Courtney et. al., 2001), míg a legtöbb tudományos közlemény a binomiális-eljárást alkalmazza, és javasolja. Kétségtelen, hogy az egyszerű alkalmazhatóság követelménye terén a B/S-modell felülmúlja a binomiális eljárást (Amram – Kulatilaka, 1999), ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy a reálopciók komplex modellezése támaszkodik programozási nyelvekre, következésképpen relatíve magas módszertani ismereteket feltételez (Dörner, 2003).

Pontosan ez a komplexitás teszi a B/S-képlet merev struktúrájának és feltevéseinek adaptálását kvázi lehetetlenné a reáliák esetében (Copeland – Antikarov, 2003), vagyis modell transzparencia terén a binomiális eljárás bizonyul dominánsnak. Bár a binomiális eljárás precizításban sok esetben alulmarad a B/S-moddellel szemben, eredményei az értékorientált vállalatirányítás számára elegendően pontosnak, könnyen illusztrálhatónak minősülnek, mely grafikus ábrázolási

lehetőség javítja a modell-transzparenciát és hozzáférhetőséget.

A reálopció-elmélet kiterjesztése

Az utóbbi évtizedben a reálopció-elmélet kiterjesztéseként a *reál-projektekre* értelmezett opciók mellett megjelent a *reál-projektekben* értelmezett opcionális fogalma. A projektekre értelmezett reálopciókra tekinthetünk úgy, mint egy-egy technológiára, reáliára kiírt pénzügyi opciókra, ahol maga a technológia fekete dobozként értelmezett. Ezzel szemben a projektekben vizsgált reálopciókat azért keltették életre, hogy az aktuális technológiai rendszert megváltoztassák.

A projektekre értelmezett reálopciók jellemzően a beruházási lehetőségek értékelésével foglalkoznak, míg a projektekben foglalt reálopciók a rugalmasság kialakításával. A projektekre értelmezett reálopciók fókuszában a pontos érték meghatározáson keresztüli döntéstámogatás áll, míg a projektekben foglalt reálopciók célja a „belevágni, vagy sem” kérdések megválaszolása. Ebből is következik, hogy az utóbbi esetben maga az érték meghatározás, illetve kvantifikálás nem kap kiemelt szerepet, itt elsősorban a rugalmasságnak kvalitatív megragadásán van a hangsúly (lásd *I. számú táblázat*).

A projektekben értelmezett reálopciók kiemelt jelentőséget kapnak a műszaki rendszerek elemzésére irányuló tanulmányokban. Mindez a nagy méretű műszaki projektek három alaptulajdonságára vezethető vissza (Roos et. al., 2004):

- hosszú futamidő, hasznos élettartam (a távoli jövő keresletét szem előtt tartva kell terveznünk);

I. táblázat: Projektekre értelmezett versus projektekben foglalt reálopciók

Projektekre értelmezett reálopciók	Projektekben foglalt reálopciók
Lehetőségeket értékel	A rugalmasságot elemzi, értékeli
A hangsúly az értékelésen	A hangsúly a döntésen
Viszonylag egyszerűen definiálható	Nehezen megragadható
Az egymástól függés, valamint az útfüggőség kevésbé fontos kérdés	Az egymástól függés, valamint az útfüggőség kulcs-kérdés

Forrás: Saját szerkesztés de Neufville, 2002; de Weck et. al., 2004; Wang – de Neufville, 2004) alapján

- méretgazdaságossági megfontolások gyakran ösztönöznek különösen nagy volumenű építkezéseket;
- a távoli jövőre vonatkozó, jellemzően hibás előrejelzések folytán jelentős bizonytalanság övezi őket.

A legnagyobb problémát emellett a rugalmasság nehéz felismerhetőségének problémája okozza. Míg a projektekre értelmezett reálopciók esetében a technológiai, műszaki szempontok, a kölcsönhatások, az út-függőség nem kapnak kiemelt figyelmet, addig a projektekben foglalt reálopciók esetében a komplex technológiai korlátok gyakran eredményeznek kölcsönhatásokat, út-függőséget. Többek között ezen nehézségek, a szükséges információk szűkössége, valamint az opció értékelők számára korlátozott rendelkezése állása folytán, viszonylag szűknek tekinthető a terület szakirodalma.

ÉPÍTÉSZETI PROJEKTEK ÉRTÉKELÉSE

A döntéstámogatásra irányuló eljárásokat ritkán alkalmazzák az építészetben, elsősorban annak heterogenitása folytán (Timmermans, 1993). Raftery (1991) a tervezési költség modellek három generációját különbözteti meg: az 1950-60-as évekre az *adatbázis alapú eljárások*, az 1970-es évektől egészen napjainkig a *regressziós modellek*, illetve az 1980-as évektől napjainkig a *bizonytalansági, és valószínűségi modellek* jellemzőek. A legújabb megközelítések leginkább az *életciklus-költség szemlélet*, az épület design értékelés terén végzett *bizonytalansági analízis* és az ingatlanok területén alkalmazott *reálopciók szemléletre* koncentrálnak.

A fenntarthatóság célja az, hogy elkerüljünk vagy legalábbis minimalizáljunk minden olyan, jelenlegi fogyasztási és beruházási tevékenységet, melynek káros jövőbeli következményei vannak. A tervezési és kivitelezési projektek tekintetében, melyek hosszú ideig tartanak, ez azt igényli, hogy a döntéshozó a döntéshozatal pillanatá-

ban figyelembe vegye a hosszú távú teljesítményt - pontosan ez az, aminek megragadására a teljes életciklus költség eljárások (LCC és LCA) törekednek. Az LCC és LCA technikák hátránya, hogy feltételezik a jövőbeli életciklus részletes előre jelezhetőségét, ami lehetetlen.

A fenntartható épületek pénzügyi értékelésére koncentrálnak az irodalmak közül a legátfogóbb munka Kats (2003) nevéhez fűzhető, aki annak a hipotézisnek vizsgálatára vállalkozott, mely szerint a zöld épületek szignifikánsan magasabb költségeket produkálnak, mint a hagyományos épület-beruházás, illetve épület-üzemeltetés. A bizonytalanság, illetve kockázat figyelembe vételével nyert eredményei szerint a zöld épületek beruházási költségei átlagosan kevesebb, mint 2%-kal haladják meg a hagyományos épületek beruházási költségeit, mely inkrementális költségeknek akár 10-szeresét is elérhetik az életciklus során realizált működési költség megtakarítások.

Kats (2003) szerint e nem elhanyagolható mértékű költség megtakarítás realizálása több tényező függvénye. A költségkomponensek, a megtakarítási lehetőségek lehetnek viszonylag könnyen előre jelezhetőek (*az energia-, a vízfogyasztásból, a hulladék-termelésből eredő várható költségmegtakarítások*), de lehetnek relatíve bizonytalanok egyaránt, például a működési és egészségügyi konzekvenciák. Kérdés, hogy az energia-, a vízfogyasztásból, a hulladék-termelésből eredő várható költségmegtakarítások viszonylag jól előre jelezhetőek-e. Mindez több tényezőnek függvénye. A rendszer valóban a tervnek megfelelően működik? Az időjárási és éghajlati viszonyok az előzetes elemzések során figyelembe vett, tipikus lefutásnak megfelelően alakulnak? Mivel a befolyásoló paraméterek alakulását jelentős bizonytalanság övezi, ezért a hagyományos döntéstámogatási eljárások alapján tevékenykedő óvatos tervezők általában módszeresen alulértékelik a költségmegtakarítási potenciált.

A valószínűségi megközelítés a tervezési projektek különböző lehetséges elága-

zásainak feltérképezésével szolgálják a döntéshozatalt, illetve az elágazások közüli választást. Az 1950-es években szén-tüzelésű bojler volt csupán elérhető, amit az 1970-es években olaj-tüzelésű váltott le, majd az 1990-es évektől kezdve a gázbojler. Ennek előrejelzése az 1950-es években lehetetlen volt, ugyanakkor az elágazásokra számítani lehetett, ahogy azt sem tudjuk, hogy mit hoz a jövő mindössze valószínűsítjük, hogy környezeti, társadalmi, technológiai, esetleg költséghatékonysági szempontból jobbat.

A zöld építészeti megoldásokkal kapcsolatosan rendelkezésre álló reprezentatív adatok hiánya számos tényezőre vezethető vissza. A legtöbb fejlesztő saját tulajdonának tekinti a költségekre vonatkozó információkat, nem szívesen osztja meg azt másokkal. A zöld megoldások nem minden esetben kerülnek külön árazásra, szemben a hagyományos alternatívákkal. Számos megvalósult zöld épület bemutató-példánynak tekinthető, melyeken a továbbiakban olyan végső átalakításokra kerül sor, amik nem különíthetők el egyértelműen a zöld építészeti megoldásoktól. Egy vállalat első zöld épületének tervezése és kivitelezési folyamata gyakran jellemezhető jelentős tanulási költséggel és tervezés-ütemezési problémával. A zöld technológiák és rendszerek relatív újdonsága emellett taszító lehet az őket potenciálisan alkalmazó, konzervatív ügyfelek, tervezők és építészek szemében. Tülméretezhetik a zöld építészeti rendszereket, azok nem kerülnek teljes egészében integ-

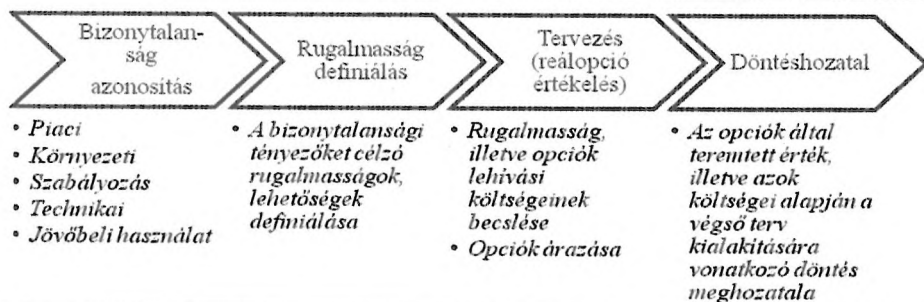
rálásra az épületbe, ezzel a költségmegtakarítási és egyéb hasznok csökkennek. Ez a megfigyelés azt jelzi, hogy az innovatív, zöld építészeti technológiák használatához döntéshozatali támogatásra van szükség a pénzügyi implikációk, kockázatok és rugalmassági tényezők terén egyaránt.

Reálopciók megközelítés alkalmazása az építészetben

A reálopciók közelítés alkalmazásának nyomaira bukkanhatunk az építészetben, illetve a műszaki tudományokban. Geltner (1989) pénzügyi opció-árazási modellt alkalmazott annak érdekében, hogy elmagyarázza az üres, nem beépített városi területek jelenlegét. Geltner és társai (1996) opció-értékelési modellt alkalmaztak annak érdekében, hogy betekintést nyerjenek a földhasználati döntés hatásaiba. Patel és Paxson (2001) egy amerikai call opciók modellt alkalmaztak váltási opcióként két esetre: megmunkálás alatt álló tulajdon, illetve fejlesztésre váró tulajdon esetén. Kalligeros (2003) azonosította az épületcsoportok tervezési élettartamát, felismerve a régióban található jövőbeni kereslet bizonytalanságát. Valamennyi szerző alátámasztotta azt az érvelést, hogy az alapul szolgáló eszköz, vagyis a földtulajdon értéke geometriai Brown-mozgást követ.

Amennyiben a tervezés célját jelentős, a jövőbeli működéshez vagy működési környezethez köthető bizonytalanság veszi körül, a reálopció-elmélet szolgáltatja a megfelelő módszert a rugalmas ter-

2. ábra: A rugalmas tervezés reálopciók megközelítése



Forrás: Saját szerkesztés

vezéshez, mely lehetővé teszi az építészek és/vagy mérnökök számára egy tökéletesített terv megalkotását. A reálopciók megközelítés elősegíti a fenntartható épületek létrejöttét a helykihasználás rugalmasságán keresztül elért hasznos élettartam növekedéssel, illetve a nem standard, innovatív technológiák alkalmazásával megvalósuló rugalmas tervezéssel, melyek végső soron a kockázatok csökkenését eredményezik.

A megközelítés azon tervező csapatok munkáját kívánja segíteni, akik alapvetően már fontolóra vették a rugalmasság beépítését a tervezési folyamatba, illetve a kialakítandó tervezési célobjektumok kivitelezésébe és működésébe. Az ábra első két lépése, vagyis a bizonytalanság azonosítás, illetve a rugalmasság definiálása (*a lehetséges reálopciók típusok feltárása*) az információ-gyűjtési fázisban, míg a tervezés és értékelés, illetve a döntéshozatali szakaszok a tervezés-optimalizáció fázisban valósulnak meg. A reálopciók értékelési szakasz során a rugalmasság pénzügyi értékelését hajtjuk végre, ahol a rugalmasság épület (tervezési célobjektum) hasznos élettartamára definiált rugalmassági tényezők, opciók árazása történik. A teljes életciklus főkuksza révén a reálopció elemzés tehát szoros kapcsolatot mutat a teljes életciklus költség alapú döntéstámogatási eljárásokkal azzal a különbséggel, hogy a reálopció-elmélet esetében a költségek helyett az értékteremtés kap hangsúlyt. Azonban fontos megjegyeznünk, hogy ez a rugalmassági érték csupán abban az esetben felismerhető, illetve fenntartható, amennyiben a rugalmassághoz kapcsolódó tudás fennmarad. A reálopciók megközelítés alkalmazása emellett lehetővé teszi a tervezők, illetve a tervezés célját

annak hasznos élettartama alatt üzemeltetők közötti hosszú távú kapcsolat javítását.

Bizonytalanság azonosítás

Zmeureanu és Pasqualetto (2000) irodaépület tervezés során vették figyelembe a bizonytalanságot. Pace és Gilda (1998) bizonytalanságként a külső falak költsépparamétereiben rejlő potenciális variabilitással számoltak. De Wit és Augenbroe (2002) a hőkomfort várható értékének számítása során vették figyelembe a bizonytalanságot. Tanulmányukban bevezetik a tervezés döntéshozatali folyamatába a bizonytalanságot és a hasznossági analízist, de addig nem jutnak el, hogy megnevezzék a rugalmasságot. Nem kerül sor az életciklus költségek azonosítására, és annak vizsgálatára, hogy mi befolyásolja a természetes és a mesterséges szellőzés közötti választást. Összességében e tanulmányok precedenst jelentenek a bizonytalanság figyelembe vételére az épülettervezési döntések során, azonban nem veszik figyelembe azt a flexibilitást, ami a folyamatban lévő döntések esetén merül fel a jövőben, a bizonytalanság csökkenésével párhuzamosan.

A bizonytalanság feltárásával a tervező képes lehet saját kockázatkitetttségének csökkentésére, ugyanakkor az értékteremtésre is. Értékteremtés valósulhat meg akkor, ha a tervező megtalálja az alsó ági (negatív) kockázat (*downside risk*) csökkentésének módját, a bizonytalanság kedvező (*upside*) hatásainak fenntartása mellett (Billington – Kuper, 2000). Amennyiben képesek vagyunk – ezen kettős törekvésünk szem előtt tartásával – reálopciókat létrehozni, nem egyszerűen a kockázatokkal szembeni ellenálló-képességünk javu-

2. táblázat: Bizonytalanság a tervezés során

Bizonytalanság a pénzügyben	Bizonytalanság a tervezés során
Piaci kockázat	Piaci bizonytalanság
	Éghajlat bizonytalanság
	Szabályozási bizonytalanság
Egyedi vagy technikai kockázat	Technológiai bizonytalanság
	Jövőbeli használatból eredő bizonytalanság

Forrás: Saját szerkesztés

lása valósulhat meg, de hosszú távon a részvényesi érték növekedése is, az alacsonyabb költségszerkezet vagy a magasabb árbevétel-szint eredményeként (Csapi, 2011).

A 2. számú táblázat az épület projektek pénzügyi teljesítményét közvetlenül befolyásoló tipikus bizonytalansági tényezőket mutatja.

Rugalmasság definiálás

A flexibilitás jelensége számos diszciplínában megjelenik. A bank és pénzügyekben a befektetők rugalmasság iránti preferenciája a likviditás jelenségében ölt testet, illetve az eszközök transzformálhatóságának könnyedségében. A termelés menedzsmentben a rugalmas termelőrendszerek helyettesítik a funkció- és termék-specifikus gépeket. A munkaerőpiacon a munkáltatók lehetővé teszik alkalmazottaik számára a rugalmas munkaidőt, hogy ezzel csábítsák őket a vállalathoz. A munkavállaló ezzel szemben a több lábbon állással, több szakképzettség megszerzésével állásajánlatok sora közül válogathat („multi skilled” munkások). A rugalmas információs rendszerek több funkcionalitást tesznek lehetővé a felhasználók számára. A villamosenergia-szektorban a rugalmassága a működési karakterisztikák, hálózati átviteli korlátok, a fűtőanyag-árak és a fűtőanyag elérhetőségének változására vonatkozó reagálás legfőbb tulajdonsága.

Számos szerző kínál eszközöket a rugalmas épülettervezési stratégiák definiálásához, és értékeléséhez, bizonytalanság megléte esetén. Prins (1993) például javasol egy tervezési és döntési folyamat az épület-flexibilitás optimalizálására és az életciklus-költségek minimalizálására vonatkozóan. A folyamat egy rugalmassági scenárió kidolgozását tartalmazza, ami része a kezdeti tervnek, és egyértelmű kijelentéseket tartalmaz valamennyi releváns társadalmi, politikai és kulturális eseményre vonatkozóan, melyek befolyásolhatják az épület használatát. Az épületváltás és a flexibilitás részei az építési költségek modelljének, ám a modell maga nem tartalmaz szimulációs lehetőségeket. Friedman

„A flexibilitás jelensége számos diszciplínában megjelenik. A bank és pénzügyekben a befektetők rugalmasság iránti preferenciája a likviditás jelenségében ölt testet, illetve az eszközök transzformálhatóságának könnyedségében. A termelés menedzsmentben a rugalmas termelőrendszerek helyettesítik a funkció- és termék-specifikus gépeket.”

(1999) a döntéelmélet használatát illusztrálta, méghozzá úgy, hogy a várható monetáris értékeket és a súlyozott hasznosságot vette figyelembe a többalakos épületek flexibilis belső felosztása közötti választás során. A szerző öt tervezési alternatívát értékelt egy döntési fa segítségével. Valamennyi alternatíva értéke úgy került megálapításra, hogy figyelembe vette a szerződő felek és a szerző becslései alapuló, dollárban kifejezett várható, potenciális életciklus-megtakarításokat. A megtakarítási lehetőségekhez rendelt valószínűségeket egyrészt meglévő projektekkel kapcsolatos kérdőívekre, másrészt pedig az építész szubjektív ítéletére alapozták. Ezek a példák is alátámasztják, hogy mint a legtöbb, jövőbeli kimenetek modellezésével kapcsolatos döntési modell esetén, a szubjektív vélemények gyakran szükségesek, főleg amikor nem léteznek összehasonlítható historikus adatok, vagy a historikus adatok valószínűleg nem megfelelően képezik le a jövőbeni eseményeket. Ezek tehát azok a területek ahol a rugalmasság egy vágyott tulajdonság, illetve célkitűzés lehet.

A rugalmasság esetében rendelkezésre álló, elsősorban tisztán kvalitatív értékelési módszertan egyrészt magában rejt a tervezett beruházás pozitív, másrészt negatív irányú manipulációjának veszélyét. A pontatlanul sok esetben egyáltalán figyelembe nem vett flexibilitás értékteremtő projektek elvetését eredményezheti, ugyanakkor ún. „árnyékpociók” indokolatlan túlértékelésekhez, közvetve szub-optimális menedzsment döntésekhez vezethetnek a fenntartható

értékteremtésben (Adner – Levinthal, 2004). Következésképpen a megfelelő döntéstámogatás érdekében a rugalmasság vizsgálatakor a beruházó kvantitatív tényeken alapuló objektív ítéletet kell, hogy hozzon. Kiindulási pont lehet az opciós pénzáramokra épülő megközelítés (Mayer, 2001), mely a rugalmassági mércéket a reálopció megszerzésének költségéből, a reálopció kötési árából (a beruházás kezdő pénzárama), valamint a reálopció alaptermékének jelenértékéből vezeti le (Damisch, 2002).

A rugalmasság, a reálopciók lehetséges típusai közül az építészetben a bővítési, a szűkítési/elvetési, valamint a váltási reálopciókkal találkozhatunk. A bővítési opció a kapacitás-bővítés lehetőségét illusztrálja, a szűkítési/elvetési rugalmasság a projektek rövid és hosszú távú időzítésére vonatkoznak, míg a váltási opció a helyiség hasznosításának, az adott helyiségekben, területen végzett tevékenységnek megváltoztatásának rugalmasságát írja le.

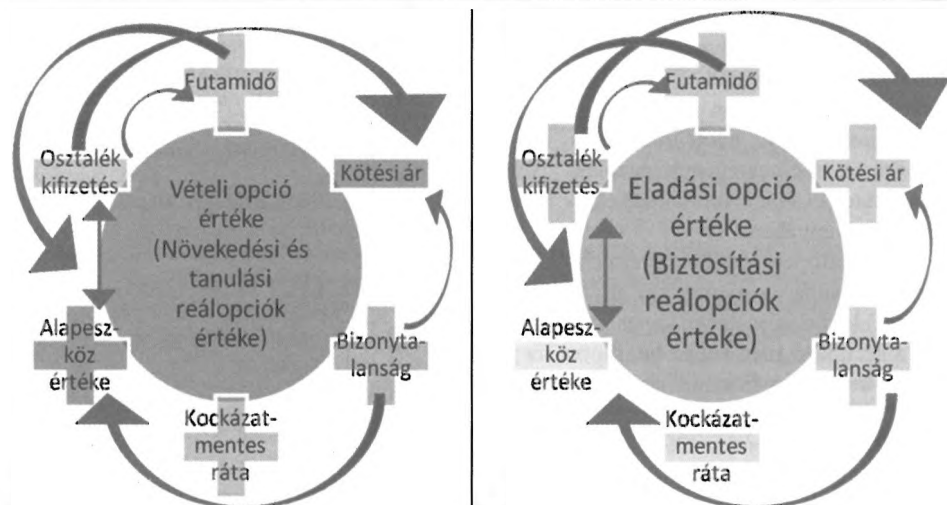
Reálopciók értékelése és döntéstámogatása
Az 1.3 fejezet részben részletesen foglalkoztunk az értékelési eljárás választás problémájával. Ezen a ponton azt tartjuk fontosnak kiemelni, hogy az eljárások komplexi-

tása, bonyolult műszaki rendszerek esetében való alkalmazásának nehézségei következtében elsősorban a kvalitatív metodika terjedt el. A következőkben a kvalitatív vagy kvantitatív úton módon azonosított értéket meghatározó tényezőket vesszük számba.

A hatékony menedzsment első lépése tehát az *értékmozgatók azonosítása*. Ezek közül is kiemelendő a bizonytalanság hatása, hiszen a paraméterek vizsgálatakor azt a meglepő kijelentést tettük, hogy minél nagyobb bizonytalanság övezi az adott projektet, annál nagyobb az adott reálopció értéke. Ezek szerint újabb és újabb kockázat-vállalással a reálopció értéke folyamatosan növelhető (Copeland et. al., 2000; Amram - Howe, 2002; Broyles, 2003). Adner és Levinthal (2004) azonban rávilágítottak, hogy az opció-elmélet ezen fundamentuma erősen félrevezető, az erre épülő menedzsment gyakorlat pedig hibás. A reálopció értékére pozitívan csak az „előnyös“ bizonytalanságok vállalása hathat, miközben az „előnytelen“ bizonytalanságok szignifikáns értékromboló hatást képviselnek.

Az értékvezérelt reálopció menedzsment következő lépése az azonosított értékteremtők közötti kölcsönhatások vizsgálata.

3. ábra: A reálopciók értéketerminánsainak kölcsönhatása



Forrás: Saját szerkesztés (Damisch, 2002) alapján

Az értékmozgatók közötti hierarchikus sorrend kialakításakor érdemes kiemelten kezelni azokat a generátorokat, melyek egységnyi változtatása a legnagyobb változást eredményezi a reálopció értékében (*ceteris paribus*), vagyis, amely paraméterek változtatására a reálopció a legérzékenyebb, illetve melyek alakulását a menedzsment legkevésbé képes befolyásolni (Leslie - Michaelis, 1997). Az előbbi tulajdonságot a tényezők közötti kölcsönhatások integrálása érdekében célszerű forгатókönyv-elemzéssel, az utóbbit pedig kvalitatív érvekkel, elsősorban „*scoring modellek*” segítségével alátámasztani.

A hierarchia élére sorolt értékteremtőkből kiindulva a következő lépésben *konkrét intézkedéseket* kell megfogalmazni az adott reálopció érték növekedésének előteremtése érdekében, ahol figyelembe kell venni a reálopció, valamint a beruházó egyedi karakterisztikáját. Pontosan az utóbbi félmondat, vagyis minden egyes értékteremtési szituáció egyedisége következtében általánosan elfogadott, kész receptek nem állnak a döntéshozó rendelkezésére.

Amennyiben sikerült az adott reálopció értékének növekedését célzó intézkedések katalógusát megalkotni, a következő lépésben azok rangsorát állítjuk fel. Górcső alá kerülnek a belső (szervezeti és technikai korlátozások), valamint a külső korlátozó tényezők (szabályozói és természetes korlátozások) (Wieland, 2002). Emellett a tervező költség-hason elemzéseket készít, melyeknek célja az adott intézkedés megvalósításra érdemességének igazolása a vele kapcsolatosan felmerülő költségek és bevételek függvényében.

Egy reálopció értéket teremteni hangsúlyosan csupán a gyakorlása által, vagyis az opció lehívása esetében képes. Amennyiben a beruházó nem ruház be, illetve megvárja a reálopció futamidejének lejártát, a kivitelező a projekten a reálopció eddigiekben ismertetett menedzselésének, az értékteremtő reálopciók feltárási költségeinek következtében teljes bizonyossággal veszteséget realizál (Anderson, 2000).

KÖVETKEZTETÉSEK

Kétségtelen, hogy a komplex építészeti projekteket körülvevő jelentős mértékű bizonytalanságnak, valamint a magas elszüllyedt költségek és a beruházás időzítésének rugalmassága közötti interakció kombinálásában rejlő potenciálnak együttese különösen érdekes területté teszi a reálopció-elmélet számára. Tanulmányunk célja volt, hogy rávilágítsunk az építészeti projektek tervezésében, működésében rejlő bizonytalansági és rugalmassági karakterisztikákra, illetve a reálopció megközelítés alkalmazási lehetőségeire. Fenti megállapításaink alapján egyértelműen szükséges az ingatlanberuházók által viselt kockázat azonosítása, ezzel az innovatív, fenntartható épületekbe való beruházás vonzerejének emelése. Habár a flexibilis épülettervezés meglévő példái tényszerűen igazolják a megnövekedett értéket, a döntéshozók számára értékelési keretrendszerek szükségese a rugalmasság tervekbe ágyazására. Véleményünk szerint a reálopció-elmélet képes szolgáltatni azt a keretrendszert, mely elvezet a stratégiai tervezés és a flexibilis rendszerek értékelésének irányába. A flexibilis, reálopciókon alapuló tervezés képes csökkenteni a fenntartható épülettervezés kockázatát, illetve elősegíti az értékteremtés realizálását.

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 A növekedési lehetőségek általában amerikai vételi opciók.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Adner, R., - Levintal, D. (2002): *The Emergence Of Emerging Technologies*. California Management Review, 45(1): 50–66.
- Amram, M., Howe, K. (2002): *Capturing The Value Of Flexibility*. In: Strategic Finance, Vol. 84, No. 6 (2002): 10-13.
- Amram, N. – Kulatilaka, N. (1999): *Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World*, Boston: Harvard Business School Press.

- Anderson, T. (2000): *Real Options Analysis In Strategic Decision Making: An Applied Approach In A Dual Options Framework*, In: Journal Of Applied Management Studies, Vol. 9, No. 2 (2000): 235-255.
- Benaroch, M. (2002): *Managing Information Technology Investment Risk: A Real Options Perspective*, Journal Of Management Information Systems, 19 (2): 43 – 84
- Billington, C. – Kuper, A. (2000): *Supply Chain Strategy: Real Options For Doing Business At Internet Speed*, Ascett, Vol 2, April, 2000
- Blyth, W. - Bradley, R. - Bunn, D. - Clarke, C. - Wilson, T. - Yang, M. (2007): *Investment Risks Under Uncertainty*. Energy Policy, 35, 5766 – 5773 .
- Bockemühl, M. (2001): *Realloptionstheorie Und Die Bewertung Von Produktinnovationen: Der Einfluss Von Wettbewerbseffekten*. Wiesbaden.
- Brach, M. (2003): *Real Options In Practice*, Hoboken 2003.
- Brennan, M., - Schwartz, E. (1977): *The Valuation Of American Put Options*. In: Journal Of Finance, Vol. 32, 449-462
- Broyles, J. (2003): *Financial Management And Real Options*, Chichester U. A. 2003
- Copeland, T. E. - Antikarov, V. (2003): *Real Options: A Practitioner's Guide*, 2. Aufl., New York 2003
- Copeland, T. E. - Howe, K. (2002): *Real Options And Strategic Decisions*, In: Strategic Finance, Vol. 83, No. 10 (2002): 8-11.
- Copeland, T. E. - Keenan, P. T. (1998): *How Much Is Flexibility Worth?*, In: Mckinsey Quarterly, Nr. 2, 38-49.
- Cortazar G. (2000): *Simulation - Numerical Methods In Real Options Valuation*, Working Paper, Puc De Chile, 2000.
- Courtney, H. - Kirkland, J. - Viguerie, P. (2001): *Strategy Under Uncertainty*. In: Mckinsey-Quarterly December 2001, 5 – 14.
- Cox, J. - Ross, S. - Rubinstein, M. (1979): *Option Pricing: A Simplified Approach*, In: Journal Of Financial Economics, Vol. 7, No. 3, 229-263
- Damisch, P. (2002): *Wertorientiertes Flexibilitätsmanagement Durch Den Realloptionsansatz*, Wiesbaden 2002.
- De Neufville, R. (2002): *Class Notes For Engineering Systems Analysis For Design*, MIT Engineering School-Wide Elective, Cambridge
- De Weck, O. (2004): *Staged Deployment Of Communications Satellite Constellations In Low Earth Orbit*, Journal Of Aerospace Computing, Information, And Communication, March, 119-136.
- De Wit, S. - Augenbroe, G. (2002): Analysis of uncertainty in building design evaluations and its implications. Energy and Buildings. Vol. 34. pp. 951-958.
- Dixit, A. K. – Pindyck, R. S. (1994): *Investment Under Uncertainty*, Princeton: Princeton University Press, 1994: 93-132,135-136
- Dörner, W. (2003): *It-Investitionen: Investitionstheoretische Behandlung Von Unsicherheit*, Hamburg 2003
- Drews, J. (2003): *Strategic Trends In The Drug Industry*. Drug Discovery Today. 8/9., 411-420.
- Friedman, A. (1993): A Decision-Making Process for Choice of a Flexible Internal partition Option in Multi-Unit Housing Using Decision-Theory Techniques. In Design and Decision Support Systems in Architecture, Timmermans, H. ed. pp. 179-188. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
- Geltner, D. (1989): On the Use of the Financial Option Price Model to Value and Explain Vacant Urban Land. AREUEA Journal. Vol. 17. No. 2. pp. 142-158.
- Hommel, U. - Lehmann, H. (2001): *Die Bewertung Von Investitionsobjekten Mit Dem Realloptionsansatz – Ein Methodenüberblick*. In: Hommel, U./Vollrath, R./Scholich, M. (Hrsg): *Realloptionen In Der Unternehmenspraxis*. Berlin, 113-129.
- Hommel, U. - Pritsch G. (1999): *Marktorientierte Investitionsbewertung Mit Dem Realloptionsansatz*. Finanzmarkt und Portfoliomanagement, 13/2., 121-144
- Hungenberg, H. (2001): *Strategisches Management In Unternehmen: Ziele - Prozesse - Verfahren*, 2. Aufl., Wiesbaden 2001.
- Ingersoll, J. - Ross, S. (1992): *Waiting To Invest: Investment And Uncertainty*, In: Journal Of Business, Vol. 65, No. 1 (January): 1-29.
- Kalligeros, K. (2003): Framework for the Optimal Design of Corporate Facilities for Contracting Operations. The Sixth SMESME International Conference. 1-4 June 2003. Athens, Greece.
- Kats, G. - Alevantis, L. - Berman, A. - Mills, E. - Perlman, J. (2003): The Costs and Financial Benefits of Green Buildings: A Report to California's Sustainable Building Task Force. October 2003. Letölve: <http://www.usgbc.org/Docs/News/News477.pdf> Letöltés ideje: 2013. április 20.
- Kensinger, J. (1987): *Adding The Value Of Active Management Into The Capital Budgeting Equation*, In: Midland Corporate Finance Journal, Vol. 5, No. 1 (Spring): 31-42
- Kester, W. (1984): *Today's Options For Tomorrow's Growth*, In: Hbr, Vol. 62, No. 2 (1984): 153-160.
- Leslie, K. J. - Michaels, M. P. (1997): *The Real Power Of Real Options*, In: The Mckinsey Quarterly, No. 3, 4-22.
- Margrabe W. (1978): *The Value Of An Option To Exchange One Asset For Another*, In: Journal Of Finance, Vol. 33, No. 1, 177-186
- Mayer, A. (2001): *Strategische Flexibilität: Ein Integrativer Ansatz Unter Besonderer Berücksichtigung Von Realloptionen*, Gießen
- McDonald, R.L. – Siegel, D. (1986): *The Value Of Waiting To Invest*. Quarterly Journal Of Economics 101 (4): 707-727
- Myers, S. C. (1977): *Determinants Of Corporate Borrowing*, Journal Of Financial Economics, 5(2): 147-176.

- Myers, S. C. - Majd, S. (1990): *Abandonment Value And Project Life*, In: Advances In Futures And Options Research, Vol. 4, 1-21.
- Pace, C. - Gilda, G. (1998): Cost and Risk Analyses in Building Systems. Congress on Commuting in Civil Engineering. pp. 235-246.
- Patel, K. - Paxson, D. (2001): Real urban development options at Canary Wharf. Ch. 9 in Real Options: Evaluating corporate investment opportunities in a dynamic world. Financial Times/Prentice Hall. London, UK. pp. 163-176.
- Prins és társai (1993): A Design Decision Support System for Building Flexibility and Costs. In Design and Decision Support Systems in Architecture, Timmermans, H. ed. pp. 147-163. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
- Pritsch, G. (2000): *Realoptionen Als Controlling-Instrument*. Wiesbaden
- Raftery, J. (1991): Principles of building economics: An introduction. Blackwell Science Inc. Oxford, UK.
- Robichek, A. A. - Myers, S. C. (1966): *Conceptual Problems In The Use Of Risk-Adjusted Discount Rates*, Journal Of Finance, Vol. 21, No. 4 (December 1966): 727-730.
- Roos, D. (2004): *The Design And Development Of Next Generation Infrastructure Systems*, SMC, IEEE.
- Rózsa A. (2007): *A reálopciók lehetőségei és korlátai a stratégiai beruházások értékelésében*. Bgf Külk. Kar http://elib.kkf.hu/okt_publ/szf_19_06.pdf Letöltve: 2011. 05.14.
- Sharpe, W. (1964): *Capital Asset Prices: A Theory Of Market Equilibrium Under Conditions Of Risk*. In: Journal Of Finance Vol. 19, No. 3, 425-442.
- Timmermans, H. ed. (1993): Design and Decision Support Systems in Architecture. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
- Triantis, A. - Borison, A. (2001): *Real Options: State Of The Practice*, Journal Of Applied Corporate Finance 14 (No. 2): 8-24.
- Trigeorgis, L. (1997): *Real Option, Managerial Flexibility And Strategy In Resource Allocation*[M]. Massachusetts: The Mit Press.
- Trigeorgis, L. - Mason, S. (2001): *Valuing Managerial Flexibility*, In: *Real Options And Investment Under Uncertainty: Classical Readings And Recent Contributions*, E. Schwartz, L. Trigeorgis, Cambridge 2001, 47-60.
- Wang, T. - De Neufville, R. (2004): *Building Real Options Into Physical Systems With Stochastic Mixed-Integer Programming*, 8th Annual Real Options International Conference, Montreal, Canada
- Wieland, A. (2002): *Claimholder Value: Implikationen Der Optionspreistheorie Für Die Wachstumsfinanzierung*, Wiesbaden 2002
- Witt, J. - Kaltschmitt, M. (2003): *Weltweite Nutzung Regenerativer Energien*. In: Bwk 55, 64-71.
- Zmeureanu, R. - Pasqualetto, L. (2000): Selection of Energy Conservation Measures in a Large Office Building Using Decision Models under Uncertainty. Architectural Science Review. Vol. 43. pp. 63-69.

Csapi Vivien

Pécsi Tudományegyetem,
Közgazdaságtudományi Kar,
Gazdálkodástudományi Intézet
csapiv@ktk.pte.hu

Ratting Anita

Pécsi Tudományegyetem,
Közgazdaságtudományi Kar,
Gazdálkodástudományi Intézet
rattinga@ktk.pte.hu

The Implementation of Real Options Approach in Building Design

The uncertainties surrounding architecture projects, the irreversibility of investment costs and the timing flexibility of the investments together make these projects a highly interesting field for real options theory. The aim of our paper is to highlight the uncertainty and flexibility characteristics of building design, building operations and the possible implications of real options theory. The identification of risk is the key in making sustainable building projects more attractive for investors. Although there are examples for flexible building design, which verify the value creation potential of flexibility, we need a new framework for embedding flexibility in building design. We believe, and prove with our paper that real options theory can provide this framework. A flexible, real options based design can decrease risk surrounding sustainable building design, and enforce value creation.

Vivien Csapi - Anita Ratting

Zöld épületek és okosházak – A fenntartható megtérülés mérése SROI-val¹

Pintér Éva – Bagó Péter

Pécsi Tudományegyetem

Az élet szervezetennek tűnő folyamatok halmaza, amelyet a vállalatirányítási, „otthonirányítási” rendszerek segítségével rendszerezetté, nyomon követhetővé lehet tenni, ezáltal költség-optimalizálást lehet elérni.

Vállalatirányítási információs rendszerek lehetővé teszik az üzleti folyamatok komplex kezelését, mindezen filozófiát kellene a lakásokban és középületekben meghonosítani, amivel hatékonyabban tudnánk beosztani a rendelkezésre álló erőforrásainkat.

Kulcsszavak: zöld épület, okosház, triple bottom line, energiahatékonyság, fenntartható beruházás megtérülési ráta (SROI), mikroenergetikai hálózat

AZ ALAPOK

Mielőtt bemutatjuk az okosház koncepciót, át kell tekinteni az alapokat. Az eddig megjelent publikációkban nem tárgyalták komplexen az okosházakat, csak részeiben került elemzésre, hol a lakásautomatizálás, hol az energetikai szempontok kerületek előterbe. A mi koncepciónk komplexen tekinti az okosházat, mint egy vállalatot, aminek van inputja, outputja és vannak szereplők, továbbá folyamatok is. Az okosház esetén az input lehet az erőforrások sora, továbbá a lehetséges igények, amit életnek nevezünk. Van, akinek melege van szüksége a fürdőszobában, van akinek ez nem fontos, az emberek különbözőek, de a mai technológia mindenki igényét ki kell tudja elégíteni. Ezeket az igényeket profiloknak (szcenárióknak) nevezzük, ahol előre be vannak állítva az igények és az okosház ezeket próbálja megvalósítani. A profilok megvalósítása lehetséges manuális módon, amikor mi állítjuk be mire van szükségünk. Az automatikus mód az, amikor az okosház figyeli a manuális beállításokat és egy tanuló algoritmussal megpróbálja kitalálni, mire is lehet szükségünk. Egy példával élve: minden reggel kinyitjuk az ablakot ébredés után fél órával, ezért az okosház megtanulja ezt, és magától meg fogja tenni.

Az okosház legfontosabb tényezője az adat, legyen szó energetikáról, vagy automata profilokról. Az adatokat be kell szerezni, ezeket vagy szenzorokkal tesszük meg (ez a költségesebb változat) vagy pedig kell keresni egy olyan eszközt, ami már készen áll a feladatra. Ilyen eszköz lehet az okostelefon, mert manapság az emberek mindenhol magukkal viszik, ha már van egy okostelefon a kezünkben, akkor annak szenzoraival be lehet szerezni a szükséges adatokat. Természetesen a házon belüli adatokon túl vannak külső adatok is, például a kinti hőmérséklet, vagy a bankszámlánk állapota. Ezeket az információkat külső szenzorokkal vagy az internetről tudja begyűjteni a rendszer. Az adatokat rendszerezni lehet, mint külső és belső, de fontos ezeket a jövőben lebontani, mint például

dául a helyzet alapú adatok fontossága, ki hol van a házban, és milyen igény merül fel. Erre a megoldásra kézenfekvő lenne a GPS (ami már minden mobil eszközben jelen van), de a GPS legnagyobb problémája az, hogy nem tud beltérben pozicionálni. Nem azért, mert nem képes rá, egyszerűen a mobil eszközök antennája nem akkora, hogy lássa a műhold jeleit. Ezért a beltéri pozicionálás esetén máshoz kell folyamodjunk, a GPS jele csakis 2D pozicionálást tesz lehetővé, az okosházunk pedig egy 3D rendszer, vagyis meg kell tudjuk mondani, hogy melyik szereplő melyik szinten van, és ott milyen igények merülnek fel. A 3D pozicionálásra jelenleg a wifi-antennák helyzetéből adódó klasszikus háromszögeléssel vagyunk képesek adatokat beszerezni, ezek az eszközök már elég pontosak ahhoz, hogy meg tudjuk mondani melyik szobában vannak a szereplők és akkor az adatbázisból ki tudja keresni a számítógép, ott milyen ablak van, milyen világítás és „miből lehet kiindulni” a probléma megoldás esetén. Nem egyszerű a 3D pozicionálás, a Google 2011-ben kiadott egy működő megoldást, ami során egy mobil eszközzel tudunk beltérben pozicionálni, de ez is csak 2D adatszerezést tesz lehetővé. (Google, 2011b) A valódi 3D pozicionálás kutatása érdekében a Nokia 2012-ben létrehozott egy szövetséget, ami-ben számtalan globális vezető vállalat vesz részt és kutatja, hogyan lehetne megvalósítani. (Nokia, 2012)

Az adatszérés nem olcsó, egy új szabvány felállítása költséges dolog, ezért érdemes a jelenlegi technológiákkal dolgozni, mint a már említett wifi-antennákat, amiből nem kell sok egy okosházba vagy irodába, maximum 2-3 le tudja fedni azt a párszáz négyzetmétert, ezért a pozicionálás sem lesz egészen pontos, bár 3 darab eszközzel már tudunk háromszögelni. A másik kézenfekvő megoldás az RFID (Radio Frequency Identification) alkalmazása, ami kisteljesítményű rádiófrekvenciás eszközöket jelent, gondoljunk csak a boltokban található „csipogókra”, ezek olcsó eszközök és a mögöttes infrastruktúra sem költséges. Az RFID-t

passzív megoldásokhoz alkalmazzák, ami egy okosház esetében tökéletes megoldás, mert olcsó és nem kell állandóan újraprogramozni. Ugyanennek a technológiának létezik az aktív megoldása, amit NFC-nek hívnak (Near field communication) és aktív lehet programozni, ezeknek jelenleg kétfajta alkalmazását ismerjük, az első az érintéssel történő adatkommunikáció és a bankkártyákat kiváltó pénzügyi alkalmazása, amit a nagy kártyakibocsátók még Magyarországon is elérhetővé tettek, MasterCard PayPass ill. VISA PayWave néven kereshetjük, amivel a micropayment (kis értékű fizetés) szolgáltatásokat tudunk igénybe venni. Mindezen azonosító eszközöknek egyetlen hibája van, az RFID és az NFC csak kis távolságra használható, maximum pár méter, wifi-antennából minél több van, annál jobb lenne, ezért ezek komplex alkalmazása tenné lehetővé a valódi beltéri pozicionálást, ne felejtjük el, ezek mindegyike létezik a mobil eszközeinkben, GPS, RFID, NFC és wifi-antenna, kézenfekvő ezeket használatba venni. Ezért is vannak az irodaházak előnyben, mert ott számtalan wifi-antenna és szenzor található, ott sokkal könnyebb megvalósítani ezeket az elképzeléseket.

Amint az adatokból felépítettük a profi lokat, az ezekből származó igények kielégítését lehet folyamatoknak nevezni. Az adatokat megfelelő biztonsággal kell tárolni és fel kell tudni dolgozni. Az adatokkal kapcsolatos jogosultságokat is fontos betartani. Nyugodtan lehet mondani, az okosház egy klasszikus folyamatmenedzsment, ahol rendelkezésre állnak a bemenetek és a kimenetek, vagyis az igények, amiket profilokba rendezünk. A folyamatmenedzsment klasszikus definíciója szerint a vevői igények kielégítése a környezeti elvárások függvényében. Ha ezt alkalmazni akarjuk az okosházra, akkor a szereplők igényeinek kielégítése a környezeti elvárások függvényében.

Az okosházhoz kapcsolható folyamatok különálló rendszerekként léteznek a világban, de egy okosház komplex rendszer, ahol

olyan folyamatokról beszélhetünk, mint például beszerzés, karbantartás, mérés-elszámolás, pénzügyi, környezettudatos és energetikai folyamatok. Nézzünk egy példát a szereplők (nevezzük őket végre családnak) elromlik a mosógépe, ezért a rendszer jelez a jogosultság szerint beállított szereplőnek. A rendszer bekéri az ajánlatokat a karbantartóktól és a jelzés után nem sokkal már megoldást nyújthat azzal, hogy megjelenik a családfő tabletjén a lehetséges megoldás, neki csak döntenie kell. Értsük meg egy ilyen folyamat háttérében nem csak karbantartás és szervizelés, hanem pénzügyi folyamat is állhat, a rendszer megvizsgálja, vajon van-e megfelelő anyagi erőforrás a mosógép megjavíttatására, ezen túl egyeztetni a karbantartóval az időpontokat és megnézi a család többi tagjának is a naptárát, mikor ki tartozódik otthon a szervizelés konkrét megvalósítására.

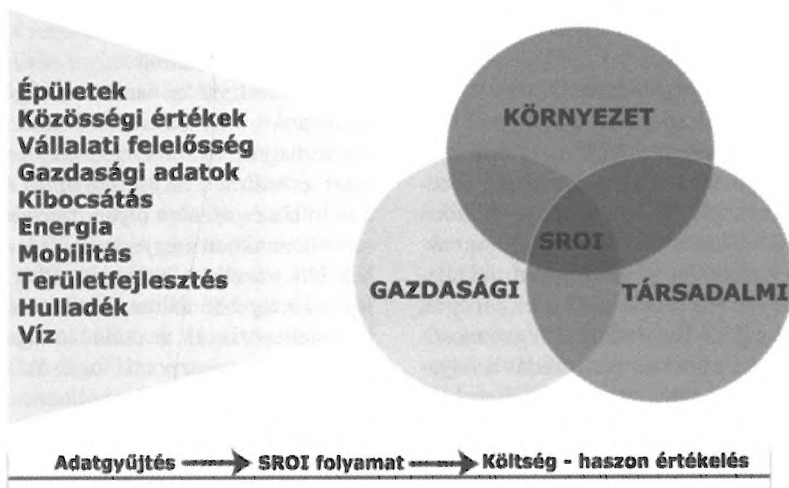
Ha megvannak az adatok, a szereplők, a profilok és a folyamatok, akkor már csak az irányításra van szükségünk, kézenfekvő megoldás, hogy ha a mobileszközökkel pozicionálunk beltérben, akkor ezeket használjuk az irányításra is. Akár okostelefonról, akár tabletről beszélünk, mindegyik eszköz alkalmas a feladatra, jelenleg is találunk

számtalan alkalmazást az okosház témakörben, ahol kiválaszthatjuk éppen mely szenzort, kamerát akarjuk elérni.

TRIPLE BOTTOM LINE

Ahogy a fenti kifejezés mondja, „people, planet, profit”, vagyis emberek, bolygó és a profit nem különálló dimenzióként kell megjelenjenek, az igazi fenntarthatóság arról kell szóljon, hogy mindhárom dimenzió fej-fej mellett egymással ugyanolyan súlylyal kell megjelenjen a vállalatok, de akár a hétköznapi ember életében. A triple bottom line (1. ábra) filozófiát úgy is szokták emlegetni „social, environmental, financial”, ami gyakorlatilag ugyanazt jelenti, csak a mai kultúrának megfelelő kifejezésekkel. A TBL az 1990-es években indult Amerikában, ahol rájöttek a három dimenzió különálló ugyan és a beszámolóban is különállóan kell megjelenjen, de a fenntarthatóság érdekében ezeket együtt kell kezelni. (Bagó et al, 2010) Számos kritika érte ezt a hármas pillért, fontos azonosítani erős ill. gyenge fenntarthatóságot, a három dimenzió nem létezhet egymás nélkül, ugyanakkor eltérő súlylyal rendelkezhetnek. (Benedek, 2012)

1. ábra: Triple bottom line az SROI folyamat tükrében



Forrás: William-Parker (2010)

FOLYAMATSZERVEZÉS A ZÖLD ÉPÜLETEKBEN

Beszerezés

Ha weben vásárolunk rendszeresen, akkor ezt a számítógép is intézheti, hiszen ma már a legegyszerűbb licites weboldal is képes az ár, szállítási költség, feedbackek alapján információkat gyűjteni és azok alapján dönteni. Egy központi törzsadatbázisból választja ki a rendszer a szükséges és megfelelő információt, esetleg árajánlatot kér, amely megjelenik a mobil eszközünkön jóváhagyásra, ezzel a rendszert automatizáltuk. Ha elfogyott a tej a hűtőből, automatikusan rendel, ha több tej kell, akkor jelezzük a rendszer számára. Ha tudjuk, hogy hétvégén vendégek érkeznek, ütemezett szállítással ismételtlen jelezzük a feladatot.

A számlát is elektronikusan kapjuk, mindez környezetkímélő megoldás, amit pénzügyi szoftverek akár elemezhetnek is, rámutatva a megtakarítások lehetőségére, a számlát az e-bankunk kiegyenlíti automatikusan, amennyiben erre engedélyt adunk.

De nemcsak termékekben gondolkodhatunk, szolgáltatások esetén elektronikusan egyeztetethetjük az időpontokat, amire a rendszer figyelmeztet, nehogy elfelejtjük. Mindkét félnek hatékonyabb megoldással szolgál, mindenki tudja ütemezni az életét, ha pedig csúszás vagy egyéb probléma merül fel, újratervezheti a rendszer az optimális megoldást, értesíti a feleket.

Karbantartási folyamatok

Mobileszközeink nem csak a beszerzés esetén jeleznek, hanem a hibás működés esetén is tudunk a problémáról, azonnal jelezzenek és ajánlják fel a megoldást. Részben már működőképessé rendszereink vannak, Windows jelenti ha gond van, Android telefonunk is jelzi ha problémát észlel, innentől egy lépés egy öndiagnosztikát végző mosógép. Ha tudjuk hol van fennakadás a folyamatokban, engedélyt adhatunk a megoldás megrendelésére is, amihez időpontot egyeztethetünk. A szállodákban már központilag vezérelt légkondicionáló berendezések vannak, amiket a külső időjáráshoz igazítanak,

és ha kinyitjuk az ablakot, akkor lekapcsol, hogy ne az utcát hűtsük.

Biztonsági folyamatok

Manapság az okosház és irodaépületek esetén is figyelni kell a biztonsági szempontokra, védeni kell az értékeket és az információkat. Egy okosház esetén alapkövetelmény, hogy a riasztó értesítsen ha gond van, be tudjuk kapcsolni messziről a kamerákat és nyomon tudjuk követni az eseményeket. Az irodaházak esetében némileg bonyolultabb a dolog, mert nem csak az épületeket, az egyes irodákat is védeni kell, a megfelelő jogosultságok igénybevételével. Biztonság esetében könnyebb dolgunk van, mert a kamerák mellett számos már létező biztonsági megoldás létezik, amihez távmenedzsment is tartozik.

Mérési és elszámolási folyamatok

Fogyasztásunkat különféle intelligens mérőkkel tudjuk nyomon követni, amilyen értékeket bejelentenek a szolgáltatónak, a számlát elfogadják, elküldik mobileszközünkre, automatikusan kiegyenlítik azok ellenértékét. Nekünk csak előre be kell állítani a limiteket, ill. az engedélyeket, mely számlát, milyen limittel egyenlítsen ki a rendszer. Ezekből a mérési adatokból átlagolhat a rendszer, értesíthet, ha az átlagtól eltérő eredményeket számláznak számunkra.

Pénzügyi folyamatok

A már említett e-bankos szolgáltatások automatikus menedzselését, azok bővülését várhatjuk. Számláink tételes karbantartását, értesítését, ha esetleg nincs egyenleg a számlán és minden olyan tranzakció, ami az otthonunkban megjelenik. Ha komplexen kezeljük a család pénzügyeit, akkor a spórolás is könnyebbé válhat, ez nem azt jelenti, hogy ellenőrizzük a család összes tagját, egyszerűen a központi források okosabb elköltését próbáljuk előmozdítani.

Környezettudatos folyamatok

Ismerje fel a rendszer, ha elmegyünk otthonról, kapcsolja le az eszközeinket, vegye

lejjebb a fűtést, indítsa el időben az eszközöket mielőtt hazaérünk, teremtsen meg újra a feltételeket mire megérkezünk. Egyszerűen menedzselje az otthonunkat ebből a szempontból is, léteznek már intelligens házak, ez ma már nem újdonság, de egy olyan rendszer, amely automatikusan kezeli a fenti folyamatokat, még nem létezik.

ENERGIAMENEDZSMENT

Összefoglaló néven az energiamenedzsment rendszereket, EaaS-ként (energy as a service) azaz szolgáltatásként tekintik a legújabb kutatások. Az adatokat részletezetten látjuk, hiszen ma már mindent meg tudunk mérni, így ezeket az adatokat hálózatba lehet kötni és elemezni. Két olyan koncepció létezik, amely az EaaS-t próbálja létrehozni. Számos globális vállalat áll a koncepciók mögött, például az IBM, Dell, Hewlett-Packard, Sun Microsystem, Cisco, ami azért fontos, mert a globális internet mögötti „backbone” rendszerek 70%-a Cisco eszköz, ezt látva a hardware gyártók felismerték, hogy az energiamenedzsment az egyik legfontosabb kérdés lesz a jövőben. Már az 1950-es években megfogalmazódott az az igény, hogy a rendszereket hálózatba kössék, ez volt a SCADA, azóta egyre inkább keresik az „okos hálózat” megvalósításának lehetőségét (Aldrich et al, 2010).

Nagykereskedelmi szinteken már megvannak a rendszerek, szolgáltatói szinten is egyre inkább megoldják a kérdést, de le kell menni egészen az eszközökig, mert azt meg tudják mondani mennyit fogyaszt egy lakás vagy egy épület, de azon belül is intelligensen kell kezelni a kérdést. Érdemes megnézni a statisztikákat, számítógépek kihasználtsága 20% alatt van, a tárolóink kihasználtsága 40%, az adatközpontokat túlhűtik, olyan eszközöket használunk amik nem igazán energiatakarékosak. Azért is fontos az épületekkel foglalkozni, mert a világ energiafelhasználásának a felét ők támasztják, a maradékon fele-fele arányban osztozik a gyártás és a közlekedés. Az emberek nem szeretik beengedni a lakásokba ezeket a rendszereket, nem akarják, hogy más

Ha weben vásárolunk rendszeresen, akkor ezt a számítógép is intézheti, hiszen ma már a legegyszerűbb licites weboldal is képes az ár, szállítási költség, feedbackek alapján információkat gyűjteni és azok alapján dönteni. Egy központi törzsadatbázisból választja ki a rendszer a szükséges és megfelelő információt, esetleg árajánlatot kér, amely megjelenik a mobil eszközünkön jóváhagyásra, ezzel a rendszert automatizáltuk. Ha elfogyott a tej a hűtőből, automatikusan rendel, ha több tej kell, akkor jelezzük a rendszer számára. Ha tudjuk, hogy hétvégén vendégek érkeznek, ütemezett szállítással ismételtlen jelezzük a feladatot.”

is tudja, mi zajlik a négy fal között. Ennek ellenére már készek az olyan rendszerek, mint az IBM-féle Olympic Peninsula Project, ahol webes felületen állíthatunk be profile-okat, amely az épp aktuális szükséglet szerint irányítja otthonunkat, azaz megadhatjuk, hol legyen a fűtés ill. a légkondicionálás hőmérsékletének határértéke. (Considine et al, 2009) (Snowdon J., 2009)

HOME ENERGY MANAGEMENT SOLUTION

Számos olyan rendszer létezik, amely komplexen megoldja egy ház energiamenedzsmentbeli kérdéseit. Többek között a Cisco is előállt egy ilyen megoldással, ahol egy intelligens eszközzel (touch pad) lehet vezérelni az otthon melegét. A rendszer odafigyel a vízfelhasználástól kezdve, egészen az okosmérők adatainak elemzéséig. Egy új fogalmat is bevezettek, ami az összes intelligens otthoni eszközt köti egy hálózatba: home area network (HAN) (Cisco, 2010A). Ezek a rendszerek egy otthon üzemeltetése szempontjából megfelelőek, de nem kezelik átfogóan az egész otthon minden (üzleti) folyamatát, mint például a fentiekben említett beszerzési vagy

pénzügyi folyamatokat. Az IDC felmérése szerint a fogyasztók teljes energiafelhasználásukat 4-15%-kal csökkentik, ha valós idejű visszajelzést kapnak a fogyasztásról (Cisco, 2010B). Amíg a Cisco esetében a központi irányító egy touchpad, addig a Sharp megoldásánál a szokásos TV-n keresztül lehet irányítani az ökoházat, nap-elemekkel, LED világítással és akkumulátorokkal (Egri, 2011). A Panasonic ugyan-

ezt tudja, intelligens rendszerekkel kezeli a világítást, de ennél tovább nem lépnek, csak a megszokott napelem, hőcserélők, akkumulátorok, szigetelés és energiatakarékos berendezések (Ceatec, 2010). Gyakorlatilag mindenki előállt valamilyen HEMS szolgáltatással, Google PowerMeter már régóta segít az energiatakarékoságban, de sajnos az emberek nem igazán ismerték fel a jelentőségét, ezért a Google nyugdíjba küldi

2. ábra: A Triple bottom line a zöld épületek szempontjából



Forrás: WGBC (2013)

(GOOGLE, 2011). Microsoft Hohm megoldása egyelőre csak teszt és az Egyesült Államokban található címeken működik (Microsoft, 2011).

ÉPÜLETEK ENERGIAHATÉKONYSÁGÁNAK MÉRÉSE

Az energiatermelés és -fogyasztás jelenlegi rendszere számos kedvezőtlen környezeti, gazdasági és társadalmi hatással jár, amely a fosszilis energiahordozók kihasználására épül². Az Európai Unió ezért a megújuló energiaforrások minél nagyobb arányú kihasználására motiválja a gazdasági szereplőket.

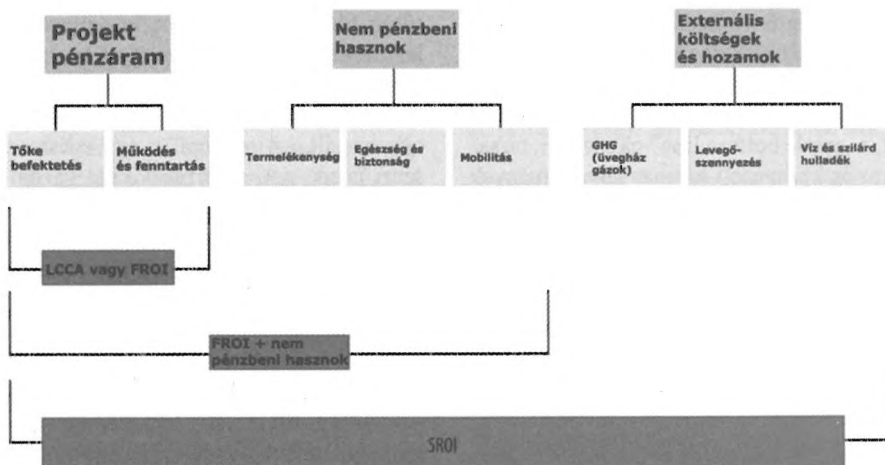
Az épületek energiahatékonyságának mérése lényeges terület a „triple bottom line” társadalmi, gazdasági és környezeti hármását tekintve, mert ezek azok a beruházások, amelyek hosszú távú hatásmechanizmusa számos előnnyel, de hátránnyal is járhat az energiatermelést és -felhasználást tekintve (2. ábra). Az Európai Unió számára is lényeges kutatási terület az épületek „zöldítése”, fenntartható működtetése, melynek monetáris értékelése különös figyelmet érdemel.

A hagyományos közvetlen pénzáram alapú értékelések³ helyett a társa-

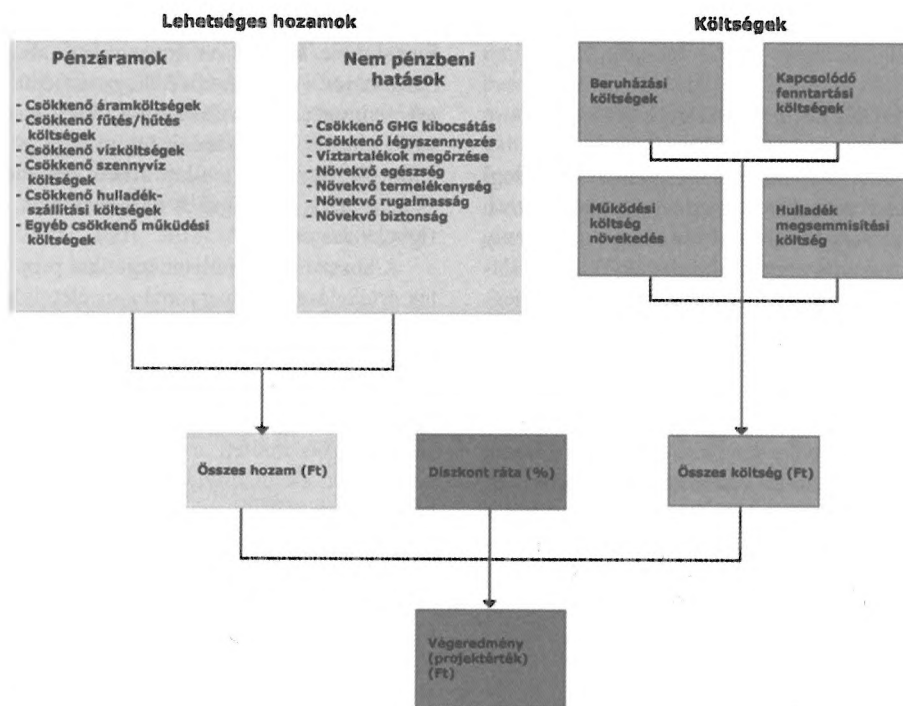
dalmi költség-haszon analízis (SCBA, Social Cost-Benefit Analysis) és fenntartható beruházási megtérülési ráta (SROI, Sustainable Return on Investment) alkalmazása teszi azt lehetővé, hogy az épületek fenntartásának társadalmi, környezeti és gazdasági sajátosságait tekintve, a közvetlen pénzáramok mellett a nem pénzbeli és externális költségeket és hozamokat is figyelembe vegyünk.

A hosszú távú épületenergetikai projektek értékelésekor a hagyományos életciklus alapú költségelemzés (LCCA, Life-Cycle Cost Analysis) helyett a szélesebb értékelési bázisú SROI számítását azért érdemes alkalmazni, mert a nem pénzbeli haszon és költség-tényezők mellett a beruházást érintő kockázatot és bizonytalanságot is figyelembe veszi (Williams-Parker, 2010). Az SROI értékelési folyamat a hagyományos FROI (Financial Return on Investment) számításhoz képest nemcsak a zöld épületek működési és fenntartási költségeinek csökkenését, tehát a megtakarításokat modellezhetjük a hagyományos épületek fenntartási költségeihez képest, hanem az input adatok alapján a számszerűsített környezeti megtakarításokat, mint a széndioxid terhelés csökkenését, vagy a zöld épületekben élők/

3. ábra: SROI értékelési folyamat



Forrás: William-Parker (2010)



Forrás: William-Parker (2010)

dolgozók megnövekedett produktivitásának értékét. A 3. ábra bemutatja a hagyományos pénzügyi modell és az SROI különbségét. Az SROI folyamat az átláthatóságot és felelősségre vonhatóságot támogatva, a pénzáramlásokon és nem pénzbeli hatásokon keresztül mutatja meg a zöld épületek által biztosított hozzáadott érték maximumát, a „triple bottom line” gazdasági, társadalmi és környezeti hármas követelmények biztosításával (4. ábra).

VÁLLALATIRÁNYÍTÁSI INFORMÁCIÓS RENDSZER

Számítógépek, telefonok, mobilinternet, légkondicionáló, okos háztartási gépek egyre inkább napjaink részét képezik, ezek mellett a környezettudatosság egy olyan fontos szempont, amit a lakások, házak esetében is figyelemmel kell kísérni. Intelligencia mindenhol ott van az eszközeink-

ben, terjedésük megállíthatatlan, manapság elég csak egy gombot megnyomni. Az összes folyamatot össze kell kötni, az adatgyűjtés is ugyanazon az infrastruktúrán történik, intelligens ház illetve épület modelljében minden egyetlen hálózati kábelon fut, ami egy IP-alapú hálózat. Ha az egészet komplexen tekintjük, akkor az okosház ill. az irodaépület egy egész rendszert jelent, ami információkkal gazdálkodik, ezt nagyvállalati szinten integrált vállalatirányítási rendszereknek hívják, miért ne lehetne egy okosházat vagy egy irodaházat egy vállalatként (azaz önálló egységként) tekinteni, amit menedzselni lehet és kell. Az ERP rendszerek információkat gyűjtenek és dolgoznak fel, részben automatizmusokon alapulva, ezért a fent leírt koncepciót mindenképpen érdemes kidolgozni mikro méretben is. A vállalatirányítási rendszerekben a folyamatokat többnyire modulok-

nak hívják, ahol az adott téma összes kapcsolódó tevékenységét valósítják meg, ezért beszélhetünk karbantartási folyamatokról például. Számtalan statisztikában megjelenik, melyik rendszer alkalmas KKV ill. mikro-vállalkozásoknak, például a Microsoft Navision vagy SAP Business One, de ha nem a rendszer gyártója szerint akarjuk vizsgálni a kérdést, érdemes megnézni mely folyamatokat támogatnak ezen rendszerek, ugyanakkor minél nagyobb névvel rendelkeznek a szállítók, annál biztosabb, hogy a folyamataink nagy részét támogatni fogják. (Erdős, 2006)

ÖSSZEFOGLALÁS

A cikkben említett rendszer egyes részei már léteznek és sikeresen működnek, de teljesen komplex, kulcsrakész megoldás még nem létezik, ami az összes erőforrást tudja kezelni. Egy okosház vagy irodaház esetén kell tudnunk, mik az inputok és mik az outputok, milyen erőforrással tudunk gazdálkodni és aktuálisan, valós időben mi áll rendelkezésre. Mindezen adat ill. információfeldolgozás mindenképpen egy számítógépes rendszert követel, ami már létezik nagyvállalati szinten, érdemes lenne ezért a jövőben áttekinteni, mikro szinten milyen lehetőségeink vannak, hiszen egy okosház vagy irodaház nem különbözik sokban a nagyvállalatoktól, csak kevesebb tranzakciót futtatnak.

Az eddigi legjobb okosház megoldást az IBM hozta létre, Smarter Home néven, amelybe a szórakozás és kényelem, energiamegazdálkodás, biztonság és az egészségügy tartozik, azonnal észrevehető a hiányzó terület: a karbantartás és a pénzügyek, amelyet a fejlesztők is éreznek, és a jövőt ezeknek a kapcsolódásában, integrálásában látják. A komplex rendszert felhőirányítással próbálják megvalósítani, amely arra lesz alkalmas, hogy még az okosház-menedzsment eszközöket sem nekünk, egyéni szinten kell majd menedzselni. Ez az okosabb ház, ami már több mint az okosház, egy magasabb életszínvonalat biztosíthat, ahol az intelligens eszközök segítségével több

időt tölthetünk a kreatív vagy rekreációs tevékenységeinkkel. (IBM, 2010)

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 Deutsch (2011) foglalkozik átfogóan a villamosenergia-rendszer és a fenntartható fejlődés koncepciójával
- 3 Moss (2006), Takács (2009), Turner-Doty (2007), Csapi (2010)

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Aldrich, R.- Parello, J. (2010): IP-Enabled Energy Management A Proven Strategy for Administering Energy as a Service, Wiley
- Bagó P., Horváth G. (2010) Vállalatirányítási információs rendszerek jövője, Acta Agraria Kaposváriensis (2010) Vol 14 No 3, 123-136
- Benedek A. (2012) A hárompilléres fenntarthatósági modell környezeti és társadalmi aspektusának vizsgálata a vállalati gyakorlatban, E-conom, Online Tudományos Folyóirat, 2012/2 90-106
- Ceatec (2010): Panasonic: zöld, önfenntartó ház, Geeks, http://www.geeks.hu/blog/ceatec_2010/101009_panasonic_zold_onfenntarto_haz
- Cisco (2010a): Cisco Home Energy Management, Cisco http://www.cisco.com/web/consumer/pdf/data_sheet_c78_603194_v2.pdf
- Cisco (2010b): A Cisco új energiagazdálkodási eszközöket mutatott be lakossági és vállalati felhasználásra <http://www.cisco.com/web/HU/sajtoszoba/2010/20100713.html>
- Considine, T.- Cox T., W. (2009): Smart Loads and Smart Grids – Creating the Smart Grid Business Case, GridWise
- Csapi V. (2010): Vállalkozások; in: Banyár József et al. (2010) Pénzügyi ismeretek; Budapest: MKVK, 2010.
- Deutsch N. (2011): A technológiai rendszerek innovációja - Az elosztott villamosenergia-termelési technológiák fenntarthatósági értékelése és rendszerinnovációs potenciáljának vizsgálata az Európai Unióban. Doktori értekezés, Pécsi Tudományegyetem, Pécs
- Egri I. (2011): Sharp okoház 180 hüvelykes tévével, PCWorld, <http://pcworld.hu/sharp-okohaz-180-huvelykes-tevevel-20110629.html>
- Erdős F. (2006) The comparative analysis of the ERP Systems for the Hungarian SME's - Hoyer, C.,- Chroust G. (Hrsg.) Schriftenreihe Informatik 19. - IDIMT 2006 - 14th Interdisciplinary Information

Management Talks Proceedings. Trauner Verlag, Linz. 275-284. o.

Google (2011a): Google Powermeter, <http://www.google.com/powermeter/about/>

Google (2011b) Google Maps Indoor <http://maps.google.com/help/maps/indoormaps/>

IBM (2010) The IBM vision of a smarter home enabled by cloud technology http://www.ibm.com/smarterplanet/global/files/uk_uk_en_cloud_a_smarter_home_enabled_by_cloud_computing.pdf

Microsoft (2011): Microsoft Hohm, <http://www.microsoft-hohm.com/>

Moss, K.J. (2006): Energy Management in Buildings. Second Edition, Taylor&Francis

Nokia (2012) Accurate Mobile Indoor Positioning Industry Alliance, called In-Location, to promote deployment of location-based indoor services and solutions. <http://press.nokia.com/2012/08/23/accurate-mobile-indoor-positioning-industry-alliance-called-in-location-to-promote-deployment-of-location-based-indoor-services-and-solutions/>

Snowdon, J. (2009): The Olympic Peninsula Project, IBM Global Energy & Utilities Industry, IBM

Takács A. (2009): Vállalatértékelés magyar számveteli környezetben. Perfekt Kiadó

Turner, W.C. ,Doty, S. (2007): Energy Management Handbook. Sixth Edition, The Fairmont Press

Williams, J.F.-Parker, J.C. (2010): Measuring the sustainable return on investment (SROI) of

waste to energy. Proceedings of the 18th annual North American Waste-to-Energy Conference, NAWTEC18, USA, Orlando, 2010. május 11-13.

WGBC (2013): The Business Case for Green Building. Review of the Costs and Benefits for Developers, Investors and Occupants. World Business Green Council.

Pintér Éva, egyetemi adjunktus

Pécsi Tudományegyetem,
Közgazdaságtudományi Kar,
Gazdálkodástudományi Intézet,
pintereva@ktk.pte.hu

Bagó Péter

Pécsi Tudományegyetem,
Közgazdaságtudományi Kar,
Gazdaság-módszertani Intézet
bagop@ktk.pte.hu

Green Buildings and Smart Houses – The Measurement of Sustainable Return with SROI

The enormous economic growth requirements and the pressure on people to increase consumption lead to high energy expenditure and energy waste. There is a transformational period and in this paper we seek a connection between traditional analysis, new dynamic measurements of energy use and waste and the triple bottom line including the social, environmental and economic attributes of a building. Traditional life cycle analysis techniques focus on direct cash benefits, but Sustainable Return on Investment or SROI is a process through which direct cash, noncash and external costs and benefits can be calculated and presented in monetary terms.

Éva Pintér - Péter Bagó

Nyárkezdő akció a Publikon Kiadónál!

www.publikon.hu

Május 21. és június 30. között

Közvetlenül a kiadótól történő rendelés esetén
30-70%-os
árengedményt biztosítunk az akcióban résztvevő
könyvek árából!



AFRIKA FEJLŐDŐVILÁG
KÖRNYEZETVÉDELME
POLITIKATUDOMÁNY
FÖLDRAJZTÖRTÉNELEM

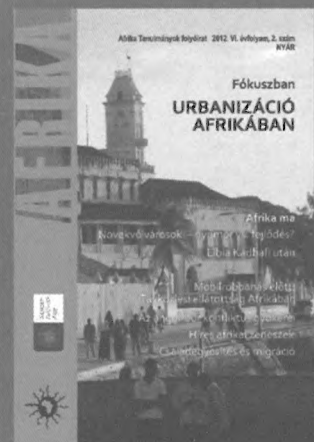
A Publikon Kiadó által megjelentetett folyóiratok

 Modern Geográfia

Marketing & Menedzsment



Afrika Tanulmányok





KVIARIUM

JOKAI TER
1-12

Fotó: Ivana Volič



Business and Economic
Development Center



PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM
UNIVERSITY OF PÉCS

Join us now!

www.bedc.ktk.pte.hu

Knowledge transfer
Co-Creation
Diffusion
Empowerment
Ideation
Intellectual network
Business Gravity
Incubation
Acceleration
Diffusion
Business Gravity
synergy
Acceleration
Acceleration
Business Gravity
synergy
Ideat
Business Gravity



SZÉCHENYI TERV

A DÉL-DUNÁNTÚLI RÉGIÓ EGYETEMI VERSENYPÉSSÉGÉNEK FEJLESZTÉSE

Az Európai Unió és a Magyar Állam által nyújtott támogatás összege:

2 009 368 739 FT

Megvalósítás ideje: 2011.05.01 - 2013.07.31
Kedvezményezett Pécsi Tudományegyetem

Nemzeti Fejlesztési Ügynökség
www.ujszechenyiterv.gov.hu
06 40 638 638



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

