



BME OMIKK  
ENERGIAELLÁTÁS, ENERGIATAKARÉKOSSÁG  
VILÁGSZERTE

44. k. 7. sz. 2005. p. 59–65.

Racionális energiafelhasználás, energiatakarékosság



## LEED-minősítésű épületek – olcsón

*Az épületek létrehozásának és működtetésének energiatakarékos és környezetkímélő mivoltát minősítő LEED rendszer különböző fokozatainak eléréséhez adott mennyiségű pontot kell gyűjteni az USGBC által folyamatosan karbantartott szempontrendszer és pontos specifikációk alapján. A megcélzott szint elérésének költségeit kezdetektől fogva kalkulálni kell, nem feledve, hogy kb. tízszeres megtakarítás érhető el az épület teljes életciklusa során. A helyi rendelkezések, a tervező és kivitelező csapat jártassága, a helyi építési piac sajátosságai is fontos szerepet játszanak. A tapasztalatok megmutatták, melyek a leggyakrabban elért, tehát legolcsóbban megszerezhető pontok, ám ezek célbavételénél mindig figyelembe kell venni a sajátosságokat.*

---

Tárgyszavak: LEED; energiatakarékos épület; energiapolitika.

---

A részletek taglalása előtt mindenekelőtt azt kell tisztázni, mi is az a LEED? A betűszó angol rövidítés, feloldása: leadership in energy and environmental design, ami magyarul annyit tesz, hogy vezető az energetikai és környezeti tervezésben. Az U.S. Green Building Council (USGBC), az Amerikai „Zöld” Épületek Tanácsa által irányított minősítési rendszerhez a csatlakozás önkéntes, a minősí-

tés rendszere viszont de facto szabvány, a szempontokat az USGBC összehangolásával az építész szakma vezető szaktekintélyei dolgozzák ki és tartják folyamatosan karban. A szempontrendszer vezéreszméje a fenntartható fejlődés, az energiatakarékosság és a környezetvédelem tényezői érzékeny egyensúlyban vannak, illetve sok esetben egymást erősítik.

## Hogyan működik a LEED?

A minősítés technikájának alapja egy pontrendszer, a pontokat jól meghatározott kritériumok teljesülése esetén lehet megkapni. Természetesen a környezettudatosság szintje, illetve az óhatatlanul fellépő beruházási többletköltségek vállalásának hajlandósága különböző az egyes építetőknel, ennek megfelelően a LEED-minősítések is különböző szinteket érhetnek el:

- minősített: 26 és 32 pont között,
- ezüst fokozat: 33 és 38 pont között,
- arany fokozat: 39 és 51 pont között,
- platina fokozat: 52 és 69 pont között.

Az amerikai mondás szerint „sósincs igazi ingyen ebéd”, ezért természetesen az egyes pontokért nemcsak a tervezőknek kell megoldozniuk, hanem az építetőknek is többletráfordításokat kell vállalniuk. Ez utóbbiak viszont közvetlen módon is megtérülnek az élettartam során az energiamegtakarítások révén, illetve közvetett módon a környezetszennyezés csökkentése révén, a közösség szintjén felmerülő ún. externális költségek csökkentése által.

A LEED szempontjait a tervezés kezdetétől a kivitelezés végéig folyamatosan figyelembe kell venni, a leghelyesebb (sőt minősítési pontot érő) megoldás egy csak ezzel foglalkozó specialista felvétele a projekt csapatába. Az

egy pontok, illetve az egyes szintek elérése különböző nagyságú költségekkel járnak. Nyilvánvaló cél a lehető legolcsóbb megoldások alkalmazása, miközben az egyes pontok ráfordításai jelentős mértékben különbözhetnek. Ezen összeállítás fő célja annak bemutatása, hogyan lehet a legkisebb extra költségekkel megszerezni az egyes minősítéseket, általánosabban megfogalmazva: hogyan lehet a legolcsóbban energiatakarékos és a környezetkímélő módon épületeket létrehozni és üzemeltetni.

Az eredményekhez több módon is el lehet jutni: a LEED előírásainak alapos tanulmányozása, elemzése révén, vagy éppen a próbálgatás (trial and error) módszerével. A statisztika is segítségül hívható, mint a kollektív bölcsesség forrása: a leggyakrabban teljesített szempontok nyilván egyben a legegyszerűbben, legolcsóbban megvalósíthatóak is. A következő megfontolások a legfontosabbak a költségtakarékos, „low cost” LEED-minősítés megszerzéséhez:

- világos, reális célok kitűzése már a tervezés kezdetén,
- a megcélzott LEED-szint meghatározása a lehető legkorábban, és ennek figyelembe vétele a projekt teljes lefutása alatt,
- a tervezőcsapat képességeinek reális becslése,
- a helyi törvények és előírások tanulmányozása,

- a LEED szempontjai szerinti felülvizsgálat a tervezés mindegyik szakaszában, valamint „LEED-barát” specifikációk létrehozása.

A továbbiak szempontok részletesebb kibontása révén világítják meg a folyamatot, majd a gazdaságosság szempontjainak elemzése zárja az összeállítást.

### **Jó célokot kell kitűzni, méghozzá a kellő időben**

Az energiatakarékosság és a környezetvédelem szempontjait nem lehet, illetve nem gazdaságos utólag figyelembe venni, ezeknek már a tervezés kezdetétől fogva jelen kell lenniük az épület formálódásában. Az egyes szempontokat érdemes csoportokba rendezni, például a következők szerint:

- biztosan érdemes megvalósítani,
- valószínűleg érdemes megvalósítani,
- megfontolandó, folyamatosan figyelendő szempontok (határesetek),
- „nem éri meg” típusú szempontok.

Az egyes konstrukciós megoldások általában sokrétű hatásokat vonnak maguk után, összefüggéseik nem is mindig kézenfekvőek. A természetes fény minél nagyobb mértékű felhasználása például megnövelt ablakfelületekkel oldható meg, de ezen felül a lakók, fel-

használók életfunkcióit, munkafolyamatait is az ablakok közelébe kell telepíteni, és a nagy üvegfelületek hatással vannak a szellőzés-légkondicionálás méretezésére és automatizálására is. Az ilyen megfontolásokat már a tervezés kezdetén figyelembe kell vennie mind a tervezőnek, mind az építtetőnek, noha a tényleges méretezés csak jóval később kerül terítékre.

### **A tervezőcsapat képességei és a helyi előírások**

Az épületeket is emberek hozzák létre, ezért általános tervezői képességeik, illetve az energiatakarékosság és a környezetvédelem témáiban való jártasságuk nagyon különböző lehet. A legkifizetődőbb megoldás egy ilyen irányba szakosodott szaktervező felvétele a csapatba, illetve javaslatainak megfogadása. Fontos tényező az is, hogy a team ismerje fel a saját, illetve a tervezett épület korlátait, és ne erőltessen irreális megoldásokat egy-egy LEED-pont megszerzése érdekében. Egy húszemeletes, kis alapterületű „torony”-irodaház esetén például nincs értelme napelemes rendszer telepítésének a tetőre az energiaszükséglet 30%-ának helyi előállítására céljából, ami néhány LEED-pontot eredményez – mivel egyszerűen nincs elég hely a tetőn a napelemtáblák számára.

A helyi törvények és előírások tanulmányozása is elengedhetetlen. Mielőtt a tervező beleszeret egy-egy megoldásba, meg kell tennie ezt. Lehet, hogy számos szempont megvalósítása első ránézésre nehéz vagy drága, de könnyen lehet, hogy a szabályozás kötelezően előírja, tehát meg kell oldani. Ilyen lehet például a csatornázás csövezésénél használt ragasztók és tömítőanyagok illékony szervesvegyület-tartalma. A helyi előírások (ezek az USA-ban államonként változnak) gyakran igen alacsony szinteket szabnak meg, ezért ezek kényszerű betartása automatikusan „hozza” a megfelelő LEED-pontot is.

Az előírások a másik irányban is meghatározóak, amikor tiltanak olyan megoldásokat, amelyek pontokat hozhatnának a LEED konyhájára. A vízfelhasználás csökkentésének például kiváló eszköze lehet a vízmentes, vagy kevés vizet felhasználó piszoárok alkalmazása középületeknél. Ez a megoldás viszont könnyen lehet, hogy ellenkezik az előírásokkal, amelyek például legalább 4-5 liter/öblítést szabnak meg. Ilyen esetekben egyszerűbb elvetni a megoldást, mint megküzdeni az építési hatóságokkal. Az utóbbi esetben a többletmunka és idegeskedés mellett arra is van esély, hogy a vizesblokk kivitelezője a helyi viszonyok között extrának számító műszaki megoldások megvalósításáért többletdíjazást is igényel.

## **Az elérni kívánt LEED-szint és annak követése a projekt során**

Az biztos, hogy minél magasabb szintet céloz meg az építető, annál többet kell a tervezőnek és kivitelezőnek dolgoznia. A költségek terén egyáltalán nem biztos, hogy fennáll a lineáris összefüggés, vagyis ha például a minősített szintről az ezüst fokozatra való felfejlesztés 20 000 USD többletköltséggel jár, az ezüstről az arany fokozatra kevesebbet, de akár többet is el lehet jutni. Ez számos tényező függvénye: a kitűzött céloktól, a csapat ügyességétől és a helyi előírásoktól is nagymértékben függhet. A megcélzott szint meghatározásában a ráfordítások nagyságának fontos szerepe van, viszonylag pontosan kalkulálni kell a járulékos költségeket, hogy azokat össze lehessen vetni az építető lehetőségeivel és hajlandóságaival. E kalkulációk megspórolása könnyen oda vezethet, hogy a tulajdonos nem azt kapja, amit kívánt és megfizetett, és ilyen esetekben a pereskedés sem kizárt. Fontos előre jól látni, mire képes a csapat, és ilyenkor kifizetődő a szerénység: jobb megcélozni az ezüst fokozatot, majd a kivitelezés során mégis elérni az aranyat, mint fordítva.

Számos műszaki szempont a pontrendszer szinteket határoz meg, amelyek általában lineáris skála mentén különböznek egymástól. A víztakarékosság esetén például 10, 20 és 30%

nagyságúak a különböző pontértékű szintek. Van egy-két olyan tényező is, ahol ez a lépésköz nem állandó, ilyen például a helyi megújuló forrású energiatermelés: itt a teljes energiafogyasztásra vetített 5, 10 és 20% az elérendő szint. Fontos, bár sok team által elhanyagolt lehetőség az úgynevezett innovációs pluszpontok rendszere: további pontot lehet szerezni, ha valamely tényezőnél a maximumot egy lépcsőfokkal meghaladó szintet ér el az épület, tehát például az említett víztakarékosság terén eléri a 40%-os megtakarítást. Számos műszaki jellemző esetén a túlteljesítés elmaradásának az oka, hogy egyszerűen túl drága lenne.

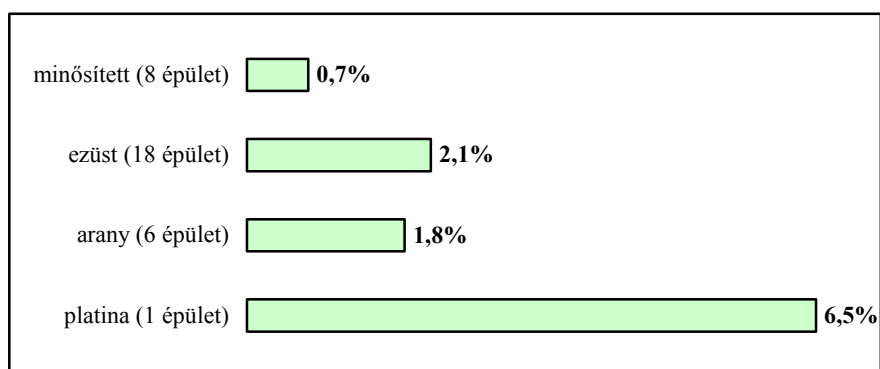
A LEED szempontjai szerinti felülvizsgálatot a tervezés mindegyik stádiumában el kell végezni, de kellő rugalmassággal kell eljárni, illetve tudni kell, mely szempontnak a tervek kidolgozásának melyik fázisában jusson szerep. A szén-dioxid kibocsátásának mérése csak a legvégső konstrukciós részlettervezési fázisban aktuális, viszont ha megcélozták az energiahatékonyság javítását, azt már a legelső tervvázlatoktól kezdve figyelembe kell venni, sőt hasznos bevonni a tervezésbe a témakör egyik specialistáját. Vannak olyan területek is, ahol a LEED előírásai jelentősen meghaladják az iparág szokásos szintjét, és erre is figyelemmel kell lenni a tervezés kezdetétől. Ilyen

például a szellőztetők és légkondicionálók levegőszűrőinek átbecsátása: a kiszűrendő részecskeméreték sokkal kisebbek az USA-ban általában előírtaknál.

### **Költségek**

A minősítés többletköltségei nagyon erősen függenek az épület jellemzőitől. Még ugyanolyan jellemzőjű épületeknél is nagy lehet a szórás, két teljesen egyforma épület esetén is az arany fokozat elérése 1 és 10% közötti többletráfordítást követelhet. A különbségek oka lehet akár a tervező és a kivitelező tapasztalata vagy éppen tapasztalatlansága, akár az épület helye és az építés időpontja.

Az *1. ábra* néhány kaliforniai irodaépület és iskola adatai alapján a szemlélteti a LEED-minősítések pénzügyi kihatásait. Érdekes, de valószínűleg a statisztikai minta kicsisége okozza, hogy az arany fokozat elérése kisebb többletráfordítással járt, mint az ezüsté. Nagyon fontos tényező viszont az, hogy az építési ráfordítások kb. 2%-os többlete hozzávetőleg 20% költségmegtakarítást eredményez az épület teljes életciklusára. Ez a tízszeres megtérülés vonzóvá teszi a kezdeti erőfeszítéseket az okos befektetők számára.



1. ábra A LEED-minősítésű kaliforniai iskolák és irodaházak szintjeinek többletköltségei (szintről szintre való növekmény, %-ban)

1. táblázat

A leggyakoribb LEED-pontok az első 128 minősített épületnél az USA-ban

Sorrend	Pont, tényező	Az elért projektek	
		száma	százaléka
1.	Okleveles LEED-szakember bevonása	127	99
2.	Helyi/regionális anyagok alkalmazása: min. 20% helyi gyártású	121	95
3.	Kis kibocsátású anyagok: padlószőnyegek	119	93
4.	Újrahasznosított anyagok (lakossági + 1/2 ipari): min. 5%	116	91
5.	Energiamegtakarítás: 15% (új építés), 5% (felújítás)	112	88
6.	Víztakarékos kertkialakítás: 50% csökkentés	111	87
7.	Kis kibocsátású anyagok: ragasztók és tömítések	107	84
8.	Kis kibocsátású anyagok: festékek és burkolatok	107	84
9.	Telekválasztás	107	84
10.	Alternatív közlekedés: biciklitároló és öltöző	105	82
11.	Energiamegtakarítás: 20% (új építés), 10% (felújítás)	105	82
12.	Építési törmelék kezelése: 50% elszállítása földfeltöltésre	105	82
13.	Energiamegtakarítás: 25% (új építés), 15% (felújítás)	91	71
14.	Újrahasznosított anyagok (lakossági + 1/2 ipari): min. 10%	90	70
15.	Természetes fény és kilátás: kilátás az alapterület 90%-áról	89	70
16.	Vízfelhasználás csökkentése: min. 20%	88	69
17.	Alternatív közlekedés: parkolási, ill. tárolási lehetőség	86	67
18.	Beltéri vegyszer- és szennyezőanyag-ellenőrzés	85	66
19.	Víztakarékos kertkialakítás: ivóvíz nélküli vagy semmilyen öntözés	83	65
20.	Alternatív közlekedés: tömegközlekedési lehetőség	82	64
21.	Építkezési levegőminőség-kezelési terv: építés alatt	79	62
22.	Építkezési levegőminőség-kezelési terv: beköltözésig	79	62
23.	Hőmérsékleti komfort: megfelelés az ASHRAE 55-1992 szabványnak	78	61
24.	Csökkentett zavarok az építkezési helyszínen: csökkentett helyfoglalás	78	61
25.	„Hősziget-hatás”: nem a tetőnél	78	61
26.	Helyi/regionális anyagok alkalmazása: min. 50% helyi nyersanyagból	77	60

Az 1. táblázat a 26 leggyakrabban megcélzott és elért LEED-pontot, illetve tényezőt sorolja

fel, a gyakoriság csökkenő sorrendjében. Mivel minden építetű a legkisebb ráfordításokra

törekszik, nyilvánvalóan ezek egyben a legolcsóbban megvalósítható pontok is. Természetesen a statisztika elfedi a helyi különbségeket, ezért számos esetben a táblázatban szereplő szempontot nem lehet, vagy nem érdemes megcélózni. Nedves klíma esetén például érdemes esővízgyűjtő rendszert és ciszternákat megvalósítani a kert növényeinek öntözésére a száraz nyári hónapokban, a víztakarékosság jegyében. Ahol azonban a többi időszak is száraz, ott ez nyilvánvalóan fölösleges beruházás, LEED-pontot nem lehet vele szerezni. A táblázat összes tényezőjét tehát kellő óvatossággal, a helyi viszonyokkal való összevetés után érdemes felvenni a kívánságlistára. A táblázat a LEED-NC 2.0 és 2.1 változatai keretében elsőként minősített 128 épület adatait összesíti (LEED-NC = LEED for new construction and major renovations, azaz LEED az új épületekre és jelentős felújításokra).

### Összefoglalás

Az épületek létrehozásának és működtetésének energiatakarékos és a környezetkímélő mivolt

tát minősítő LEED rendszer különböző fokozatainak eléréséhez adott mennyiségű pontot kell gyűjteni az USGBC által folyamatosan karbantartott szempontrendszer és pontos specifikációk alapján. A megcélzott szint elérésének költségeit kezdetektől fogva kalkulálni kell, nem feledve, hogy kb. tízszeres megtakarítás érhető el az épület teljes életciklusa során. A helyi rendelkezések, a tervező és kivitelező csapat jártassága, a helyi építési piac sajátosságai is fontos szerepet játszanak. A tapasztalatok megmutatták, melyek a leggyakrabban elért, tehát legolcsóbban megszerezhető pontok, ám ezek célbavételénél mindig figyelembe kell venni a sajátosságokat.

**Összeállította: Kis Miklós**

### Irodalom

- [1] Miranda, H.: Achieving 'low cost' LEED projects. = HPAC Engineering, 77. k. 4. sz. 2005. p. 32–40.
- [2] Az U.S. Green Building Council internetes honlapja. = [www.usgbc.org](http://www.usgbc.org)