
Medgyasszay Péter PhD

egyetemi docens

BME Magasépítési Tanszék

A „fenntartható ház” koncepció 4.0 verziójának bemutatása

Megjelent: MAGYAR ÉPÍTŐIPAR 2013:(4) pp. 157-161. (2013)

A „fenntartható ház” koncepció 2009-es első publikálása óta az alapvetéseket, a felállított követelményeket pontosítani kellett. Jelen cikkben a legfrissebb változatot mutatom be, amelyben kihangsúlyozom az épületállomány szerepének stratégiai jelentőségét és frissítem a kritériumrendszert a megújuló erőforrás potenciál aktuális értékeinek függvényében.

1 Problémafelvetés

Tényként kezelhetjük, hogy a természeti erőforrások az emberiség létszáma és fogyasztási szokásai mellett korlátosak. Az emberi tevékenységek ökológiai korlátosságának problémáját tovább fokozza, hogy az előrejelzések szerint az emberiség népessége és fogyasztása tovább fog nőni az elkövetkező 40 évben. A probléma kezelésének egyik lehetséges és fontos eleme az épületekhez kapcsolódó környezetterhelés, különösképpen az energiafelhasználás csökkentése.

Az európai országokban az épületek üzemeltetésére használják fel a nemzeti energiafogyasztás 40 %-át. Ezt a tényt és fejlesztési potenciált felismerve az építőipar az elmúlt években nagyon jelentős fejlődésen ment át. Új építési rendszerek jelentek meg (passzív ház, zero CO₂ emissziós ház, stb.), amelyek teljesen új épülettervezési módszerek alkalmazását követelik meg, ugyanakkor pl. a fűtési energiaigény jelentős csökkentését teszik lehetővé.

Az épületekhez kötődő másik energiafogyasztási forma az épületek előállítására fordított energiaigény. Ezzel a problémakörrel jelenleg inkább csak a tudományos élet szereplői foglalkoznak, a gyakorlati tervezésben a primer energia csökkentésének szempontja nem jelenik meg. Bizonyítható azonban, hogy az épület teljes életciklus alatt vizsgált energiamérlegében – az üzemeltetési energia jelentős csökkenése révén – a jövőben egyre nagyobb szerepet fog játszani.

2 A „fenntartható ház” definíciója

A definíció megfogalmazásának alappillére, hogy az épületállományra, illetve az épületek üzemeltetésére stratégiai jelentőséggel tekintek. Teszem ezt abból a megértésből, hogy az emberi létezésben bizonyos szükségletek kielégítése prioritást élvez másokkal szemben. A Maslow-féle szükséglet elmélet szerint az alapvető fizikai szükségletek (éhség, szomjúság, szexualitás) után rögtön a biztonsági szükségletek (fizikai védettség, kiszámíthatóság) állnak. Ezen szükségletek kielégítésének lényeges eleme az épületállomány, amely a munkához, a pihenéshez, és a legtöbb mai emberi tevékenységhez biztosít keretet.

Az épületállomány stratégiai szerepe miatt azzal az alapvetéssel élek, hogy a jelenleg és a közeljövőben „tartósan rendelkezésre álló” energiaforrásokat teljes mértékben a mezőgazdaság és az épületállomány igényeinek kielégítésére fordítjuk.

Tartósan rendelkezésre álló energiának tekinthetők a nem kimeríthető megújuló energiaforrások (nap, szél) illetve a kimeríthető, de fenntartható használat esetén megújuló energiaforrások (biomassza, geotermikus energia).

Nem tekintők azonban tartósan rendelkezésre állónak a fosszilis energiahordozók. A növényi és állati maradványokból évmilliók során keletkezett szén, kőolaj és földgáz készletek megújulására emberi léptékben nincs esély. A rendelkezésre álló készletek előre láthatólag korlátos időn belül kimerülnek (szén 2-300 év, olaj 30-60 év). [1: energiapedia.hu] Nem tekinthető továbbá tartósan rendelkezésre állónak az atomenergia sem. Az energiaforrást jelentő urán szintén kimerülő erőforrás. Jelenleg ugyan még nem vagyunk túl a kitermelés maximum pontján, de a jelenleg ismert, illetve a feltételezett készletek a jelenlegi fogyasztás mellett várhatóan 2080-2100 táján kifognak merülni. [2: FFEK] Nem számítom továbbá tartósan rendelkezésre állónak a fúziós erőművek, hidrogénhajtás, vagy tüzelőanyag cellás technológiák biztosította energiákat. Ezen technológiák ugyanis még kísérleti jellegűek, gazdaságilag racionális korláton belül nem elérhetők. Fontos feladat azonban, hogy a tartósan rendelkezésre álló energiaforrások körét rendszeresen felül kell vizsgálni!

Ez az alapvetés ugyan konfliktusban van azzal, hogy nem tekinti az emberi tevékenységek számos fontos energiafogyasztó tevékenységét (pl. ipar, közlekedés), azonban az ipar és a közlekedés jelenlegi formája mindig is a nem megújuló energiaforrásokra épült. A fogyasztás léptéke olyan mértékű, hogy radikális energiahatékonyság növelése mellett is csak új energiaforrással, vagy nagyon hatékony napenergia használatával válthatók ki a jelenlegi fosszilis energiahordozók.

Értelmes felvetés tehát a stratégiai jelentőségű épületállomány fenntarthatósági problémáinak mihamarabbi, egyéb fogyasztástól elkülönített kezelése.

A „fenntartható ház” definiálása előtt tisztázni kell a fogalom fenntartható építéshez való kapcsolatát. A fenntartható építés leggyakrabban használt hazai definíciója a következő:

“Egészséges épített környezet létesítése és felelős fenntartása az erőforrások hatékony kihasználásával, ökológiai elvek alapján” [3: Kibert, 1994]

A fogalom egészséges épített környezetre, építésre és üzemeltetésre vonatkozó részei viszonylag egyértelműek, azonban az „ökológiai elvek” részletezése szükséges. A gyakorlati tervezés során „ökológiai elvek” szempontjából az épület és a négy főelem (tűz, víz, levegő, föld) kapcsolatát kell végiggondoljuk. Meg kell vizsgálni, hogy a természeti erőforrások és a felhasználói igények milyen viszonyban vannak egymással a következő területeken:

- épület és környezetének földhasználata,
- épület energiagazdálkodása,
- épület vízgazdálkodása,
- építési anyagok minősége,
- épület üzemeltetéséhez és bontásához kapcsolódó hulladékok kezelése.

A definícióból adódóan a környezeti terhelést az épület teljes életciklusa alatt kell elemezni, az építőanyag gyártás, építés, használat valamint bontás (hulladék hasznosítás) életfázisát is vizsgálva. **(2-1. ábra)**

2-1. ábra Épített és természeti környezet ökológiai kapcsolatrendszere

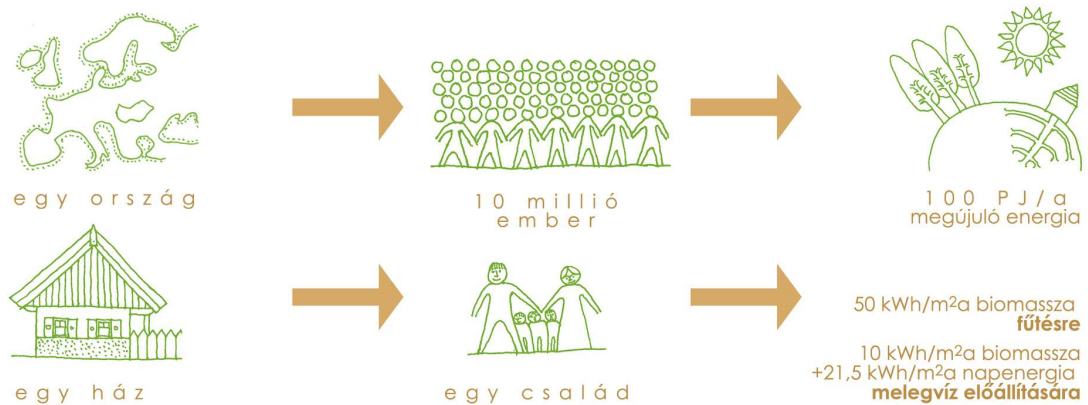
Környezeti fenntarthatóság területei az épített környezetben



A definíció megfogalmazása során világos, hogy tekintettel kell lenni a természeti erőforrásokra, és az erőforrás-használat mértékére. (2-2. ábra) Egy példával élve nem mindegy, hogy egy tágas esőerdőben élő család, vagy egy sziklás szigeten élő népes közösség fenntarthatósági kritériumait kell meghatározni. Amikor tehát a fenntartható ház definícióját keressük nem vizsgálhatjuk az épületet önmagában, csak egy szűkebb, vagy tágabb, természeti erőforrásokat is magába foglaló környezet részeként. Jó előkép a természeti erőforrásokat is figyelembe vevő értékelésekhez az ökológiai lábnyom számítás, amely egy adott népesség eltartásához szükséges terület számítási módszerét fektette le. [4: Wackernagel, 2001] A fenti előképek alapján a fenntartható ház definíciója a következőképpen fogalmazható meg:

A „fenntartható ház” olyan épület, amelynek teljes életciklusára vetített erőforrás-használata nem nagyobb, mint a vizsgált terület, adott épületre jutó erőforrása. [5: Medgyasszay, 2009]

2-2. ábra Fenntartható ház energiaellátására azt használja ami van, és annyit amennyi egy házra jut. [7: Medgyasszay, 2011]



3 A „fenntartható ház” energetikai követelményeinek magyarországi kritériumrendszere

A továbbiakban a „fenntartható ház” fogalmát és kritériumrendszerét csak az energetikai aspektusból elemzem. A téma szűkítésének indoka, hogy az épületekkel kapcsolatban jelenleg az épületenergetika a legfontosabb, és legnagyobb súllyal kezelt fenntarthatósági tématerület, a legtöbb adat és a legnagyobb szakmai érdeklődés erre a területre irányul.

Az energetikai követelmények megfogalmazásakor a fenntartható építés tágabb aspektusait is figyelembe véve legalább két fontos kiegészítést kell tenni:

- 1) A területi (regionális) erőforrás használat mellett helyi (lokális) környezetterhelést is vizsgálni kell.
- 2) Az épületek létesítése során nem a környezetterhelés (jelen esetben energiahasználat) minimalizálására, hanem a területi adottságtól függő, költséghatékony optimalizálására kell törekedni.

Az 1) kiegészítés azért fontos, hogy ne veszítsük szem elől azt a célt, miszerint egészséges épített környezetet szeretnénk létrehozni. Számos olyan technológiai megoldás lehetséges (pl.

korszerűtlen fatüzelés), amely megújuló természeti erőforrások használatára épül, de használata a beltérben, vagy a mikrokörnyezetben nagy mennyiségű káros anyag kibocsátással jár.

A 2) kiegészítés pedig a fenntarthatóság gazdasági illetve társadalmi „pillérei” szempontjából fontos. Nehezen cáfolható, hogy a jobb (energetikai) minőségű épület nagyobb beruházási költségeket igényel. Emellett európai szinten általánosságban megfogalmazható, hogy a nagyobb gazdasági potenciálú fejlettebb régiók sűrűn lakottak, így kevés természeti erőforrással rendelkeznek. Társadalmilag igazságtalan, gazdaságilag pedig nehezen megvalósítható lenne, ha minden régióra ugyanazon követelményeket szabnánk meg. A fenntartható ház követelményrendszerét regionális szinten kell meghatározni, és az alkalmazható technológiákat költséghatékonyságuk szerint időről időre értékelni kell.

A továbbiakban egy viszonylag nagyobb térség, az egész ország területére vonatkoztatva mutatom be miként is definiálható a „fenntartható ház” energetikai kritériumrendszere.

A magyarországi viszonyokra értelmezett „fenntartható ház” csak az ország természeti tőkéjének hozamát (megújuló energiaforrások fenntartható mértékű fogyasztása) használhatja. Az ország természeti adottságai és a jelenlegi technikai lehetőségek függvényében az épületek energiaszükséglete a következő forrásokból biztosíthatók:

- fűtés: biomassza hasznosítás, hévíz hasznosítás, napenergia;
- használati melegvíz termelés: napenergia, biomassza hasznosítás;
- hűtés: szükség esetén megújuló forrásból nyert elektromos áram;
- főzés: biomassza, megújuló forrásból nyert elektromos áram;
- világítás: megújuló forrásból nyert elektromos áram.

3.1 Mit jelent a megújuló energiaforrások fenntartható mértékű fogyasztása?

3.1.1 Fűtés - használati melegvíz termelés - főzés (termikus energiaigény)

Az ország területére érkező napenergia a szükségleteket messze meghaladónak tekinthető, hiszen 1800 PJ napenergia érkezik Magyarország területére, míg az ország teljes primer energiafogyasztása 1153 PJ. A napenergia használata korlátlanul történhet egyéni és közösségi léptékben, azonban problémát jelent az energia tárolása, és a hasznosításhoz szükséges berendezések költségigénye.

Az ország energetikai célra hasznosítható elméleti biomassza potenciálja 203-328 PJ, amiből az MTA számításai szerint 200, míg korábbi minisztériumok által készített anyag szerint 67 PJ energia hasznosítható. [7: Giber, 2005; 8: Bohoczky, 2008] Újabb adatokat ad a Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terv 2010-2020, amely dokumentum szerint 2010-ben 49 PJ, 2020-ban 98 PJ, míg „középtávon” 188 PJ energia nyerhető biomasszából. A dokumentum szerint a tüzelőanyag 80 %-ból tervezett hőenergiát, míg 20 %-ból elektromos energiát előállítani. [9: NFM, 2011] Továbbiakban azzal a feltételezéssel élek, hogy 90 PJ energiatartalmú biomasszát középtávon lehetséges újratermelődő használat mellett fűtési célra felhasználni. Fontos tudatosítani, hogy ezen érték eléréséhez a jelenlegi alapvetően tűzifából származó 23 PJ energia mellett jelentős lépéseket kell tenni a mezőgazdasági és kommunális területeken termelhető és képződő biomassza hasznosítására.

További lehetőség – elsősorban nagyobb léptékben – a hévíz energia hasznosítása. Az MTA Megújuló Energetikai Technológiák Albizottsága szerint az elméleti 63 PJ potenciálból 10 PJ energia reálisan hasznosítható. [8: Bohoczky, 2008]

3.1.2 Elektromos energia

Magyarországon megújuló energiaforrásból elektromos energiát nap-, szél- és biomassza energiaforrásból lehet előállítani. Az elméleti potenciál igen jelentős - MTA számításai szerint a napenergia elméleti fotovillamos hasznosítási potenciálja 1800, míg a szélenergiáé 530 PJ/év -, azonban a reálisan hasznosítható potenciál csekély kb. 15-25 PJ évente. [8: Bohoczky, 2008] Amennyiben biomasszából a fűtési energiahasználaton túlmenően 21 PJ energia fordítható elektromos energia termelésre, akkor legalább további 7 PJ számolható megújuló forrásból nyert energiaként.

3.2 Milyen energetikai követelményeket kell egy „fenntartható háznak” kielégítenie?

A regionálisan rendelkezésre álló energiát az energiaigények mentén fel lehet és kell osztani különböző szegmensekre, és minden szegmensre energetikai követelményérték határozható meg.

Az építőanyagok gyártásának fenntartható erőforrás használatára jelen koncepcióban két ok miatt nem fogalmazok meg követelményértékeket.

-
- Egyrészt az építőanyagok előállítására fordított energia Magyarországon, 2005-ben 10,6 PJ volt szemben a lakosság és a kommunális szektor által használt 643 PJ energiával, tehát szerepe a jelenlegi energiafelhasználás szempontjából másodlagos. [10: KSH, 2005]
 - Másrészt nincs statisztikai adat arról, hogy a beépített anyagokat milyen arányban gyártják Magyarországon, illetve a gyártás primer energiaigényére nincs átfogó adatunk. A későbbiekben az építőanyagok gyártási energiájára vonatkozó kritériummal pontosítani kell az alább ismertetett kritériumrendszert. Az eddigi kutatási eredmények alapján biztosan állítható azonban, hogy a természetes anyagok bírnak azzal a tulajdonsággal, hogy minimalizálják az építőanyagok gyártás környezeti terhelését. [11: Medgyasszay, 2007; 12: Medgyasszay, 2007]

A továbbiakban csak az épületek üzemeltetésére vonatkozólag fogalmom meg a „fenntartható ház” követelményeit. A rendelkezésre álló primer energia a következőkben ismertetettekhez képest más módon is felosztható, politikai döntés és a technológiai racionalitás függvénye, hogy mely energiát milyen célra kívánunk vagy érdemes hasznosítani!

3.2.1 Termikus energia: használati melegvíz igény

Az épületek energiafogyasztásának legnagyobb tétele jelenleg a fűtési energiaigény, azonban a „fenntartható ház” követelményeinek definiálásakor első helyen a használati melegvíz termelésre fogalmazok meg kritériumértéket. A melegvíz mennyisége, higiéniás szempontok miatt ugyanis nehezen csökkenthető, csak a gépészeti rendszerek hatásfokának növelésével racionalizálható a szükséges energia használatának mértéke.

Magyarországon az átlagos melegvíz fogyasztás 40-50 l/nap/fő lakossági, és kb. 0-10 l/nap/fő kommunális használat esetén. Ezen energiaigény családi házas beépítésnél 65-70 %-ban, míg többszintes épületeknél 50 %-ban fedezhető a tetőre telepített napkollektorok által termelt energiával. Az ország családi ház – társasház arányát tekintve (2,5:1,5) a használati melegvíz megújuló energiaforrásokból átlagosan 60 %-ban napenergiával, 40 %-ban biomasszával, vagy hévízzel biztosítható. Az ország teljes lakosságát tekintve, 10.000.000 „egységfogyasztót” figyelembe véve nettó 12,5 PJ, 85%-os gépészeti hatékonyságot feltételezve bruttó 14,5 PJ energiaigényt jelent a szükséges használati melegvíz előállítása.

Megfogalmazható tehát, hogy a „fenntartható ház”-ban a használati melegvíz energiaigénye a napenergia szokásos alkalmazása mellett Magyarországon megoldható úgy, hogy a biomassza, vagy hévíz energia használata nem több, mint fejenként 1,45 GJ, vagy 400 kWh évente. A háztartási és a kommunális épületek jellemző használati melegvíz igényét (4:1), és a háztartási és a kommunális épületek területarányát (2:1) tekintve, és 85%-os gépészeti hatásfokot feltételezve lakóházakra bruttó 10, kommunális épületekre bruttó 5 kWh/m²a biomassza vagy hévíz energia szükséges.

3.2.2 Termikus energia: fűtési energiaigény

Miután a higiénés célokra szükséges megújuló energiát definiálta, foglalkozhatunk a legnagyobb energiaigényű terület, az épületek fűtésére vonatkozó energetikai kritérium megfogalmazásával.

A korábbiakban ismertetettek szerint Magyarországon 90 PJ biomassza, 10 PJ geotermikus energia és korlátlan mennyiségű szél és napenergia áll potenciálisan rendelkezésre. Mivel 14,5 PJ energiát a használati melegvíz előállításra kell fordítsunk, a fűtési célra hasznosítható megújuló energia 86,5 PJ biomassza és geotermikus energia. A napenergia és a szélenergia közvetlen termikus, fűtési célra való hasznosítási technológiái a tudomány és a szakma képviselőinek jelenlegi álláspontja szerint nem gazdaságos.

A fűtési energiaigényt két feltételezéssel számíthatjuk:

a) Az egy főre jutó energiamennyiség alapján a következőképpen: A rendelkezésre álló energiát 10.000.000 részre osztva, az egy lakosra jutó energiamennyiség 8,6 GJ, vagy 2.400 kWh/év/fő, ami kb. 5,5 q tűzifa egyenértékű biomasszát jelent évente, személyenként. Mivel ezen mennyiség a lakó és munkahely fűtési igényt is fedeznie kell, a lakóház fűtésére kb. 3,5 q/év/fő tűzifa egyenértékű biomassza mennyiség számítható.

b) Az egy négyzetméterre jutó energiaigény alapján a következőképpen: A hazai épületállomány kb. 480.000.000 m² (4.000.000 lakás átlag 80 m²-rel, és még kb. félszer ennyi iroda és középület.). Ezen terület fűtési energiaigénye alapján Magyarországon a „fenntartható ház” bruttó primer energiaigénye kb. 43 kWh/m²a biomassza, vagy hévíz energia. A követelményérték meghatározható az épület energetikai minőségére vonatkoztatva, 85%-os gépészeti rendszereket feltételezve, kb. 36 kWh/m²a nettó fűtési energiaigényként.

A fűtési energiaigény meghatározásakor a következő kiegészítéseket kell tenni:

1) A követelményérték meghatározása a b) módszer alapján javasolt. Az épületek tervezésekor nem definiálható, hány ember lakja az adott épületet, ami a) módszer alapján különböző követelményértéket állítana a tervező elé.

2) A követelményérték egy átlagos értéknek tekinthető. A későbbiekben pontosítandó, hogy új épületekre, meglévő, de energetikailag korszerűsíthető, illetve meglévő, de energetikailag nem korszerűsíthető épületekre (műemlékek, egyéb megtartandó homlokzatú épületek) milyen követelményérték határozható meg.

3.2.3 Elektromos energiaigény: hűtés, háztartási gépek

Az épületek üzemeltetéséhez szükség elektromos energiaigény kielégítésére a „Mit jelent a megújuló energiaforrások fenntartható mértékű fogyasztása?” fejezetben leírt feltételezés szerint 22-32 PJ energia nyerhető megújuló energiaforrásból. Ezzel az energiával kell megoldani a hűtés, világítás és háztartási gépek energiaigényét. Mivel jelenleg a lakóépületek és a kommunális épületek elektromos energiafogyasztása 83 PJ, az energiafogyasztás jelentősen csökkentendő!

A hűtési energiaigény családi házas beépítés esetén megfelelő építészeti és épületszerkezeti tervezéssel a jelenlegi klimatikus viszonyok mellett teljességgel kiküszöbölhető. Irodáknál és többszintes lakóépületeknél a jelenleg szokásos klimatizálás helyett hővisszanyerős szellőztetéssel, szerkezhűtéssel, vagy geotermikus hőszivattyúk alkalmazásával nagyságrendileg kisebb energiával hűthetők az épületek.

A háztartási és a kommunális épületek jellemző elektromos energia használatát (1:1), valamint a háztartási és a kommunális épületek területarányát (2:1) tekintve lakóházakra bruttó 14, kommunális épületekre bruttó 28 kWh/m²a víz, szél, nap vagy biomasszából származó energiából kell megoldani az épületek hűtési, világítási és egyéb elektromos energiaigényét.

4 Összegzés

A „fenntartható ház” fogalma és alapvető szándéka - miszerint az épület-üzemeltetési rendszereket helyi erőforrásokra alapuló rendszerekkel kell tervezni és megvalósítani -, fontos alapelv ahhoz, hogy az ország energetikai függetlenségét visszaállíthassuk és jelentős lépést tegyünk a külkereskedelmi egyenleg javítása felé.

A megújuló erőforrások fenntartható mértékű fogyasztása esetén helyreállhat a jelenleg felborult környezeti egyensúly, ami csökkentheti az emberiség túlfogyasztásából származó kockázati tényezőket (lásd globális klímaváltozás).

További elemzések szükségesek azonban, hogy

- pontosan mekkora az ország gazdaságosan hasznosítható megújuló erőforrás potenciálja,
- a fenti módszerrel kisebb területi egységekre milyen értékekben lehet határozni a természeti forrásokra épülő erőforrás-használat kritériumrendszerét,
- miként lehet a fűtés nettó energiaigényét és az elektromos energiaigényt párhuzamosan, és költséghatékonyan csökkenteni, hogy se a termikus, se az elektromos energiaigény ne haladja meg a helyi erőforrások mértékét,
- adott időpontban milyen technológiák érhetők el az építetők részére, hiszen új technológiák általánossá válása érdemben módosíthatja a koncepció követelményértékeit,
- az általánosan használt építőanyagok és gépészeti berendezések közül, azok teljes életciklust tekintő környezeti hatását vizsgálva melyek okoznak kisebb környezetterhelést.

5 Irodalomjegyzék

- [1] Energiapedia.hu, <http://energiapedia.hu/fosszilis-energiahordozok>, 2012.09.21.
- [2] Fenntartható Fejlődés és Erőforrások Kutatócsoport és EnerGO Kft., Az atomenergia jövője, astro.elte.hu/~hetesizs/FFEK/uran2.doc, 2012.09.21.
- [3] Kibert, C. J. "Principles of Sustainable Construction," in proceedings of the First International Conference on Sustainable Construction, 6-9 November 1994, Tampa, Florida, USA, pp. 1-9.
- [4] WACKERNAGEL, M., REES, W. E. Ökológiai lábnyomunk. Föld Napja Alapítvány, 2001.
- [5] MEDGYASSZAY, P. Fenntartható ház. Belső Udvar Építész és Szakértő Iroda, 2009. (www.belsoudvar.hu/fenntarthatohaz.html)
- [6] MEDGYASSZAY, P.; BÜKI, P.; DÉRI-PAPP, É. In dialog with the landscape: Great-Saline Visitor Centre. Holcim Awards 2011.
- [7] GIBER, J. (et. al.) A megújuló energiaforrások szerepe az energiaellátásban, GKM. Budapest, 2005.

-
- [8] BOHOCZKY, F. Megújuló energiaforrások jövője Magyarországon. Konferencia előadás, 2008. (www.mee.hu/files/images/3/Bohoczky.pdf)
- [9] Nemzeti Fejlesztési Minisztérium: Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terve 2010-2020. NFM, 2011.
- [10] KSH Magyar statisztikai évkönyv 2005.
- [11] MEDGYASSZAY, P "A földépítészet optimalizált alkalmazási lehetőségei Magyarországon - különös tekintettel az építésökológia és az energiatudatos épülettervezés szempontjaira" (PhD disszertáció), BME, 2007.
- [12] MEDGYASSZAY, P. (et. al.) A Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia háttéranyagaként az éghajlatváltozás csökkentése és az alkalmazkodás lehetőségei az épített környezet alakításával, Független Ökológiai Központ. Budapest, 2007.