

AZ ÖKOLÓGIAI LÁBNYOM FOGALMA, A TUDATOS ÉPÜLETHASZNÁLÓI MAGATARTÁS SZEREPE

BME

Építőmérnöki Kar – Magasépítési Tanszék

Budapest, 2011.

Tartalomjegyzék

1	<i>Környezethasználat értékelésének módszerei</i>	3
2	<i>A fogyasztó magatartás szerepe, nagyságrendje</i>	6
3	<i>A takarékos fogyasztói magatartás lehetőségei</i>	8
3.1	Fűtési energiaigény csökkentése	8
3.2	Hűtési energiaigény csökkentése	10
3.3	Használati melegvíz igény csökkentése	10
3.4	Elektromos energiaigény	11
3.5	Vízfogyasztás csökkentése	12
3.6	Háztartási hulladék mennyiségének csökkentése	13
4	<i>Hivatkozások</i>	14

1 Környezethasználat értékelésének módszerei

Az emberiség egyre nagyobb részében tudatosul, hogy az emberi környezethasználat jelenlegi mértéke nem fenntartható. Az 1992-ben Rio de Janeiróban megfogalmazott Rioi Deklaráció után egyre több módszert dolgoztak ki arra, miként lehetne a környezetterhelést minél pontosabban, vagy minél szemléletesebben érzékeltetni. Amikor ugyanis tervezők, vagy felhasználók döntési helyzetbe kerülnek, hogy egyes technológiák közül mit válasszanak, átgondolt módszertan hiányában könnyen hozhatnak rossz döntést.

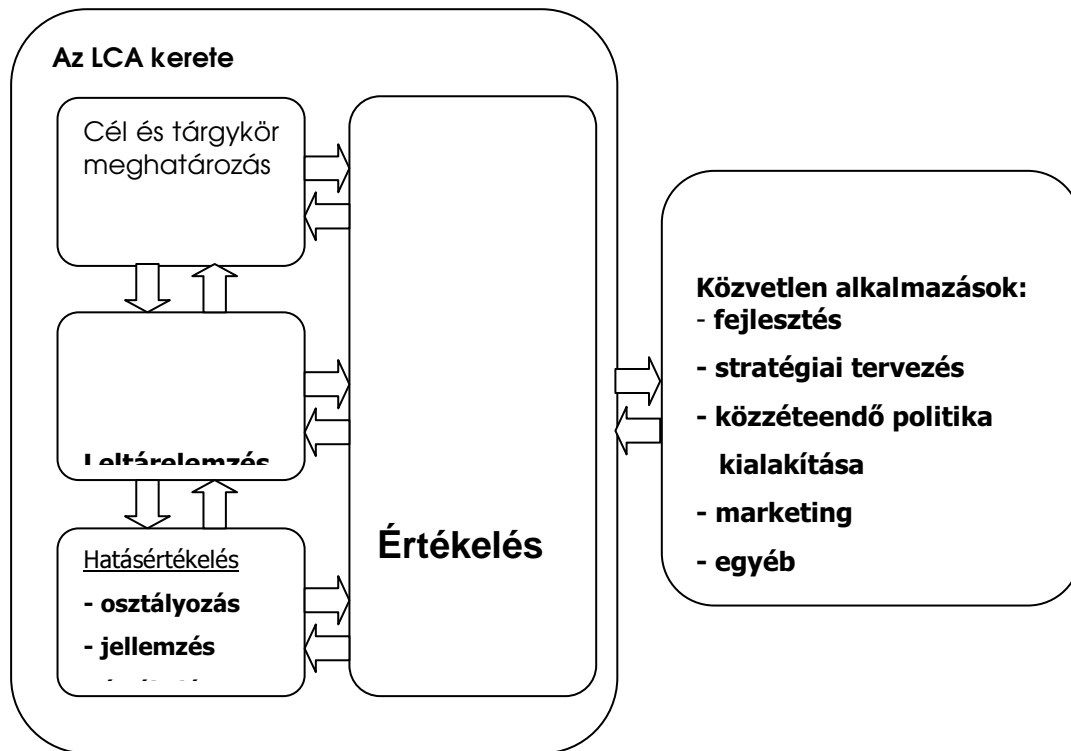
Környezetbarát épület-e a vályogház?

A vályogépítésről sokakban él az a kép, hogy a természetbe illeszkedő, azzal harmóniában lévő építési mód. Ez teljesen igaz az anyaghasználatra, hiszen kevés energiával előállítható, használat után a természetbe visszasimuló anyag. Igaz a nyári időszakra is, amikor a falak nagy hőtároló tömege miatt gépi klimatizálás nélkül tudja a belső tér hőmérsékletét alacsonyan tartani. A tradicionális technikák alkalmazása esetén viszont nem igaz a téli állapotra, hiszen az általános vélekedéssel szemben a vályog nem jó hőszigetelő, és az építés alatt megtakarítható energia sokszorosát kell szigeteteletlen vályogfalú épületek fűtésére fordítani.

Egy korai módszer az **ökómérleg** módszertan, amelynek lényege, hogy végigveszi a vizsgálandó termék/technológia anyag és energiaáramát, azok környezetre gyakorolt hatását, és a hatások alapján teszi meg értékelését.

Hasonló elvet követ az **életciklus-elemzés (LCA) szabványosított módszere** (ISO 14040) amely bármely termék/technológia elemzését lehetővé teszi. (1) Az 1-1. ábrán látható az elemzés főbb területei, és azok egymáshoz való kapcsolata. A cél és tárgykör meghatározás során pontosan definiálni kell mit, milyen módszerrel, milyen adatok felhasználásával kívánunk vizsgálni. A leltárelemzés során számszerűsítetten kell definiálni a vizsgálat tárgyának minden bemeneti és kimeneti adatát. A hatásértékelés során a leltárelemzésben meghatározott kibocsátások és anyaghasználat potenciális környezetre gyakorolt hatását kell számszerűsíteni, jellemzően nemzetközileg elfogadott indikátorok értékeit vizsgálva. Ezen elemzések után lehet értékelni a vizsgált termék/technológia környezeti hatását.

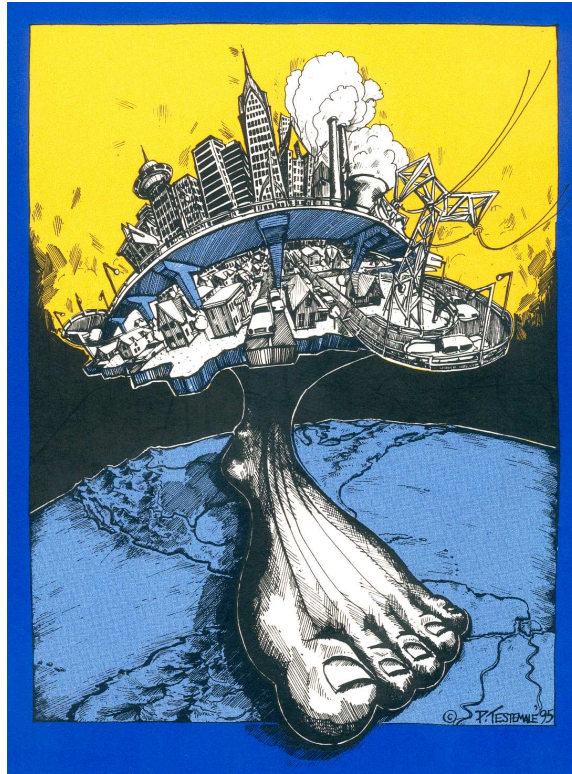
1-1. ábra: Az életciklus-elemzés (LCA) szabványosított módszere (1)



Több olyan módszert dolgoztak ki, amelyek a hatásokon túlmenően a rendelkezésre álló erőforrásokat is figyelembe vették. Ilyen módszer az **ökológiai szükségesség módszere**, a **Fenntartható Folyamat Index**, vagy a nagyon szemléletes **ökológiai lábnyom** módszer.

Az **ökológiai lábnyom módszer** lényege, hogy sorra veszi az emberi lét fenntartásához szükséges főbb tevékenységeket és megbecsüli azok előállításához szükséges terület igényét. Egy adott népesség ökológiai lábnyoma az összes lakos által fogyasztott összes termék előállításához szükséges területtel egyenlő. A vizsgálat utolsó eleme, hogy összeveti a vizsgált népesség ökológiai lábnyomát a ténylegesen rendelkezésre álló területtel, természeti erőforrásokkal. (1-2. ábra) A módszer erősen alábecsüli a valós környezetterhelést, mivel csak 5 fogyasztási osztályt vizsgál (élelmiszer, lakás, közlekedés-szállítás, fogyasztási javak, szolgáltatások) és azal a feltételezéssel él, hogy a vizsgált technológiák hosszú távon fenntarthatók.

1-2. ábra: Az ökológiai lábnyom illusztrációja Mathis Wackernagel és William E. Rees könyvéből (2)



Az egyes ember által használt területek összegzésével, illetve egy ország által körülhatárolt terület összehasonlításával meghatározható az ország, valamint a Föld egészének ökológiai egyensúlyi mutatója. (1-1. táblázat)

1-1. táblázat: Egyes területi egységeken élő népesség környezethasználata az adott terület eltartó képességének arányában (2)

Területi egység	környezethasználat/környezeti kapacitás
Föld	130 %
Fejlett államok (OECD)	210 %
EU	215 %
USA	190 %
Közép-kelet Európa	155 %
Magyarország	165 %

A módszer tanulsága, ami sok egyéb fenntarthatósági számítás eredményével is egybe vág, hogy a földi népesség jelenleg a Föld újratermelő biológiai produktivitását meghaladva, a Föld tartalékait felélve éli hétköznapjait. További megdöbbentő állítások, hogy amennyiben a Föld jelenlegi népessége az USA-beli átlag életszínvonalon élne, további 2 Földre lenne szükség, illetve hogy a Brundtland Bizottság által jóslott gazdasági fejlődést és népességnövekedést feltételezve, a jelenlegi technológiákat használva az XXI. sz. közepe táján állandósuló népességű emberiségnek további 5-11 Földre lenne szüksége. (1-3. ábra)

1-3. ábra: Amennyiben a mai népesség úgy élne, mint az USA átlag állampolgára további két bolygóra lenne szükség. (2)



Végül érdemes szólni a **karbon lábnyom** fogalmáról. Ez az eljárás az emberi tevékenységek talán legnagyobb, a globális klímaváltozás szempontjából legfontosabb elemét, a tevékenységekhez kapcsolódó széndioxid kibocsátást vizsgálja. Általában egy ember, egy közösség fogyasztási szokását vizsgálják, meghatározva az összes résztevékenységhez kapcsolódó kibocsátást és azok összesítését.

2 A fogyasztó magatartás szerepe, nagyságrendje

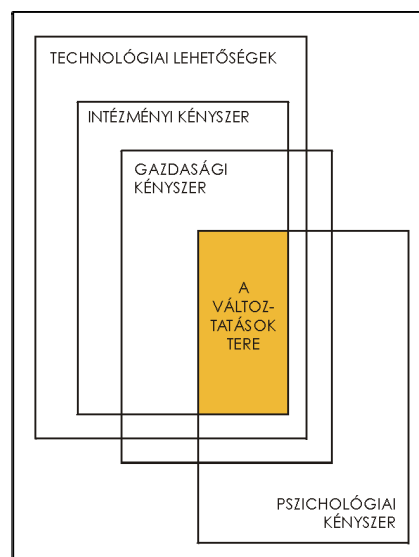
Az emberi tevékenységek környezetterhelése nagyban függ a fogyasztás mértékétől, vagy másként fogalmazva a fogyasztói szokásoktól. Jelen jegyzet ugyan elsősorban felújítások és új építésű épületek környezetterhelésére koncentrál, de hangsúlyozni kell, hogy a nyugati civilizációban élő emberek közül szinte bárki, beruházás nélkül is jelentősen tudja csökkenteni környezetterhelését életvitele komplex felülvizsgálatával, és fogyasztási szokásai megváltoztatásával.

Nagycsalád, kis lábnyom (4)

A Nagycsaládosok Egyesülete és a Greendependent Egyesület által indított projekt során családok versenyezhettek, miként tudják környezeti terhelésüket csökkenteni. Több család azt emelte ki, hogy a hulladékképződés felére csökkent azzal, hogy vásárlásnál kerülik a túlzottan csomagolt élelmiszereket, valamint a papír, műanyag hulladékokat szelektíven gyűjtik és a konyhai valamint kerti hulladékokat komposztálják.

A jegyzet azonban főként az új technológiák alkalmazási lehetőségeivel kíván foglalkozni. A rohamos népességnövekedés és komfort igény növekedés mellett ugyanis egy elméletileg lehetséges út a környezethasználat radikális csökkentésére a technológiai korszerűsítés, új, környezettudatos technológiák alkalmazása. Ezen technológiák alkalmazásának azonban számos akadálya van. A szakmai újszerűség, kísérleti jelleg mellett, az aktuális szabályozások, a jellemzően magasabb bekerülési költség illetve a potenciális felhasználók igény szintje és felhasználói tudatossága mind-mind befolyásolják az új technológiák elterjedését és hatékonyságát. A 2-1. ábra jól szemlélteti, milyen viszonyban vannak egymással az említett tényezők. A technológiai változások terének csak a közös metszetét tekinthetjük!

2-1. ábra: Technikai lehetőségeinket gazdasági körülményeink és egyéni-, társadalmi motíváltásunk függvényében vagyunk képesek kihasználni. (Noorman nyomán) (3)



Az új, vagy régebbi de újra felelevenített technológiák jellemzője, hogy tudatosabb fogyasztói, használói magatartást feltételeznek, mint a ma általánosan használt technológiák. Ezért feltétlenül javasolt, hogy az épületek használatáról is készüljenek „használati útmutatók”, hiszen nagy értékű komplex termékek, amelyek helytelen használata a normál működést ellehetetleníti.

Hogyan szellőztessünk nyáron?

A dunaújvárosi Solanova épület¹ esetén figyelték meg, hogy egyes lakók a felújítás után is nyáron napközben kinyitották ablakaikat, szellőztették a lakásokat. Ezzel a hőszigetelt épület belülről melegedett át és a nyári hőkomfort nem teljesült. Más lakásoknál ugyanakkor éltek a beépített hővisszanyerős szellőztetés azon lehetőségével, hogy csak a minimálisan szükséges légcserével üzemeltették nappal a szellőztető rendszert, míg este átszellőztették a lakásokat. Ezen épületrészekben a hőmérséklet lényegesen alacsonyabb tudott maradni.

Az épületek üzemeltetése során a jellemző fogyasztási területeken a fogyasztói magatartás függvényében a következő eltérések lehetségesek:

- fűtési energiaigény: 10-20%,
- hűtési energiaigény: 20-100%,
- használati melegvíz igény: 10-30%,
- elektromos energiaigény: 10-20%,
- vízfogyasztás: 10-50%,
- háztartási hulladék termelődés: 10-50%.

3 A takarékos fogyasztói magatartás lehetőségei

A háztartások takarékos fogyasztási szokásairól már 1997-ben nagyon alapos, közérthető kiadvány jelent meg Zöldköznapi kalauz címen. (5) A következőkben a jelentősebb megtakarítást eredményező lehetőségeket vesszük sorra.

3.1 Fűtési energiaigény csökkentése

Alapvető elvként törekedni kell az aktuális igények és fogyasztás minél nagyobb összhangjára. Szabályozatlan fűtési rendszerek esetén ez nehezebben kivitelezhető, de lehetőség van az éjszakai hőmérséklet csökkentésére, hogy alváskor, amikor kisebb a hőigényünk csökkentjük az épület/épületrész energiaigényét. Sokkal pontosabban tudjuk az igényeket és a fogyasztást harmonizálni, ha szabályozható fűtéssel rendelkezünk. A szobatermosztátok programozásával és a gázkazánok nyújtotta pontos szabályozhatósággal lehetőség van arra, hogy csak azokban az időszakokban legyen a kívánt komfortos szobahőmérséklet, amikor tényleg ott-hon is vannak a használók.

¹ Egy panelépület jelentős energiamegtakarítást eredményező mintaberuházása: <http://www.solanova.energia.bme.hu/hun/index.html>

Egy fokkal kevesebb, 6% energia megtakarítás!

Amennyiben a helyiség hőmérsékletét 1 °C-kal alacsonyabb hőmérsékleten tartjuk az aktuális fogyasztásunk kb. 6%-kal csökken! Ezért érdemes azokban a helyiségekben alacsonyabb hőmérsékletet tartani, ahol aktuálisan nem tartózkodunk, vagy estére alacsonyabb hőmérsékletre szabályozni a lakásfűtést.

A Regionális Környezetvédelmi Központ (REC) konferenciaépületében a nem használt helyiségekben télen 20 °C nyáron 40 °C hőmérsékletet tartanak, csökkentve a fűtési és hűtési energiaigényt.

A fűtésszabályozhatóság további formája, ha radiátoros fűtés esetén termostatikus radiátor szelepeket szerelünk fel. Ezek segítségével a szoláris vagy belső hőnyereségek nagyobb mértékben hasznosíthatók. A szelepek elzárják a radiátorokat amikor elég magas helyiség-hőmérsékletet érzékelnek, és a gázkazán érzékelve, hogy nincs hőigény nem éget el több gázt.

Amennyiben lehetőség van érdemes téli estéken az ablakokhoz tartozó külső, vagy belső árnyékolókat használni, mivel ezzel a szerkezetek hőátbocsátási képessége lényegesen kedvezőbb lesz. (3.1-1 táblázat)

3.1-1. táblázat: Árnyékolók hőveszteséget befolyásoló szerepe (6)

Üvegezés fajtája	Árnyékoló szerkezet	Átlagos transzmissziós hőátbocsátási tényező k_m (W/m ² K)	Egyenértékű hőátbocsátási tényező k_s (W/m ² K) Fajlagos hőigény Q (MJ/m ² , fűtési időny) ha a nyílászáró tájolása				
			D	DK, DNy	K, Ny	ÉK, ÉNy	É
Normál kétrétegű hőszigetelő üveg 4+14+4	nincs	2,30	+0,51 135	+1,08 2,86	+1,33 352	+1,59 420	+1,79 473
	függöny	2,09	+0,30 80	+1,87 230	+1,12 296	+1,38 365	+1,58 418
	redőny	2,04	+0,25 64	+0,82 209	+1,07 272	+1,33 338	+1,53 389
	redőny+függöny	1,94	+0,15 39	+0,72 183	+0,97 247	+1,23 313	+1,43 364
Kétrétegű hőszigetelő üveg argongáz töltéssel, LOW-E bevonattal 6+14+4	nincs	1,30	-0,49 -125	+0,08 21	+0,33 84	+0,59 150	+0,79 200
	függöny	1,20	-0,59 -150	-0,02 -6	+0,23 150	+0,49 125	+0,69 224
	redőny	1,16	-0,63 -160	-0,06 -16	+0,19 140	+0,45 181	+0,65 214
	redőny+függöny	1,10	-0,69 -17639	-0,12 -31	+0,13 125	+0,39 166	+0,59 199
Kétrétegű hőszigetelő üveg argon-kripton gáz töltéssel, LOW-E bevonattal, 4+16+4	nincs	1,2	-0,59 -150	-0,02 -6	+0,23 150	+0,49 191	+0,69 224
	függöny	1,10	-0,69 -176	-0,12 -31	+0,13 125	+0,39 166	+0,59 199
	redőny	1,06	-0,73 -186	-0,16 -41	+0,09 115	+0,35 155	+0,55 188
	redőny+függöny	1,01	-0,78 -199	-0,21 -54	+0,04 102	+0,30 143	+0,50 176
Három rétegű hőszigetelő üveg argongáz töltéssel, LOW-E bevonattal 4+6+14+4	nincs	1,10	-0,69 -176	-0,12 -31	+0,13 125	+0,39 166	+0,59 199
	függöny	1,01	-0,78 -199	-0,21 -54	+0,04 102	+0,30 143	+0,50 176
	redőny	0,98	-0,81 -206	-0,24 -61	+0,01 94	+0,27 135	+0,47 168
	redőny+függöny	0,93	-0,86 -219	-0,29 -74	-0,04 -13	+0,22 122	+0,42 155

Megjegyzések

Ablak: 150/150 cm névleges méret, 64%-os üvegezési arány, alumínium vértet (Internorm).

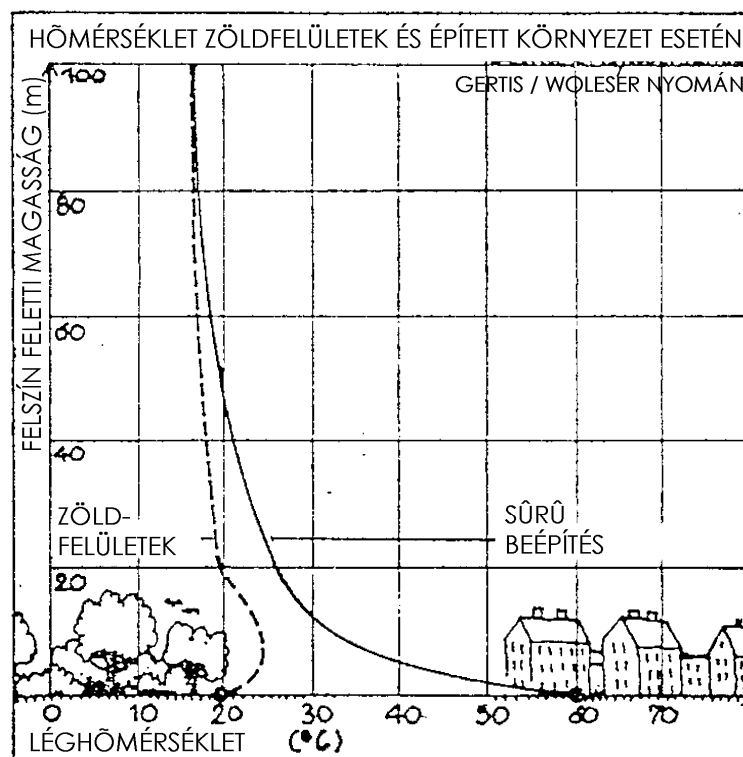
A szürke mezőkben lévő esetekben az ablak fűtési időnyben "hőnyereséges". 1 MJ hőenergia-fogyasztás költsége 2002. januárjában a lakosság számára cca. 1,15 Ft.

3.2 Hűtési energiaigény csökkentése

A hűtés szükségessége függ többek között a külső légállapotoktól, a funkciótól, az épület szerkezetétől, a bent tartózkodók egészségi állapotától. Magyarország mai éghajlati viszonyai és általános komfort igény szintje mellett még nem tekinthető követelménynek az épületek gépi hűtésének szükségessége. A nyári energiafelhasználás csúcserőértéke azonban már megközelíti a téli leghidegebb időpontok fogyasztását. A nyári és a téli maximális villamos energiafogyasztás 2001 és 2010 között a kezdeti 5006-5965 MW értékről 6232-6560 MW értékre alakult, azaz a hűtés igénye rohamosan nő. (7)

Fontos alapelv, hogy a helyiségbe jutott hő nehezen távolítható el, ezért az üvegezett felületek külső oldali árnyékolása elengedhetetlen. Ez megoldható mozgatható, vagy fix épített árnyékolókkal, illetve megfelelő épületmagasság esetén lehetőség szerint lombhullató növényzet telepítésével. A növényzet azért is előnyt kell élvezzen, mert a külső mikroklímát is kedvezően befolyásolja és nem utolsó sorban éleletteret ad más fajoknak is. (3.2-1. ábra)

3.2-1. ábra: Növényzet hőmérséklet módosító szerepe (8)



A helyiségekbe bejutott hőterhelés szellőztetéssel távolítható el, amennyiben nincs mód, vagy igény gépi hűtés kiépítésére. Fontos a már említett éjszakai és nappali szellőztetés megfelelő aránya, ami azonban csak addig működőképes, amíg elég hűvösek az éjszakák.

3.3 Használati melegvíz igény csökkentése

A melegvíz előállításának energiaigénye sok lakóépületnél már magasabb, mint a fűtési energiaigény. A legjelentősebb mennyiséget a tisztálkodásra használjuk el. Ebben a tekintet-

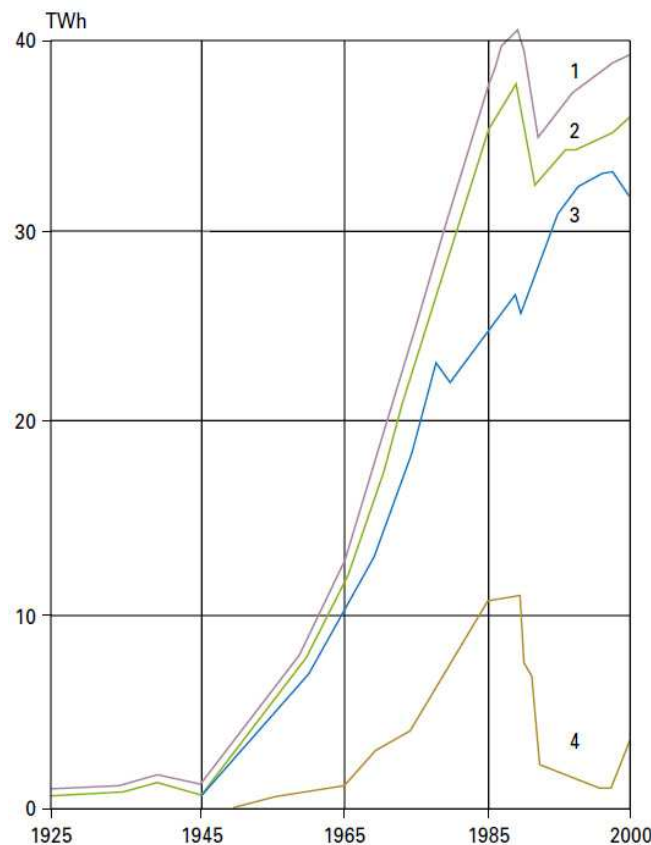
ben Magyarország fogyasztása a középmezőnyben van. Érdekes adat, hogy a hőtechnikai méretezések során a németországi tervezési értékek lényegesen alacsonyabbak, mint a hazaiak. Ennek oka, hogy Magyarországon gyakoribb hogy tele eresztett kád vízben tisztálkodunk, amely 80-100 l vizet is igényel, szemben egy átlagos zuhanyzás 30-50 l vízigényével.

Felújítások során erősen javasolt napkollektoros melegvíz termelés kiépítése. A napkollektoros rendszerek megfelelő tájolású tető, és elegendő épületen belüli tároló térfogat rendelkezésre állása esetén éves szinten 60-70 %-kal tudják csökkenteni az energia szükségletet.

3.4 Elektromos energiaigény

Elektromos energia Magyarországon belső termelésből korlátozottan rendelkezésre álló², európai viszonylatban reálértéken átlagos, fizetőerő kapacitást tekintve magas árú energiahordozó. Az elektromos energia fogyasztás az 1950-es évektől rohamosan nőtt, majd az 1989-es visszaesés után ismét, lassabb ütemben emelkedik. (3.4-1. ábra)

3.4-1. ábra: Az áramtermelés és fogyasztás történelmi alakulása Magyarországon (1: Összes felhasználás, 2: Bruttó fogyasztás, 3: Nettó termelés, 4: Import szaldó) (9)

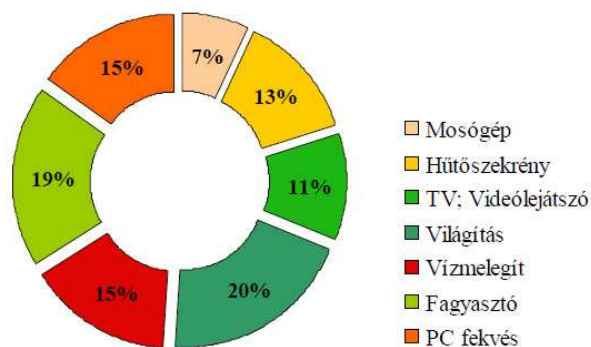


A háztartások energiafogyasztását száz budapesti és környékbeli háztartásban 14 napos tartamban mérték. Az eredmények jól mutatják, hogy a hűtőszekrények üzemeltetésére és a

² A hazai erőművek az igények 80%-át képesek ugyan fedezni, azonban ezen termelésre felhasznált primer energiahordozó jellemzően importból fedezett.

világításra továbbá a vízmelegítésre fordítják a magyar háztartások a legtöbb energiát. Nem elhanyagolható továbbá a szórakoztató elektronikai termékek és a berendezések kikapcsolt állapotú, készenléti fogyasztása. (3.4-2.ábra)

3.4-2. ábra: Elektromos áramfogyasztás aránya 100 magyarországi háztartás adatai alapján (10)



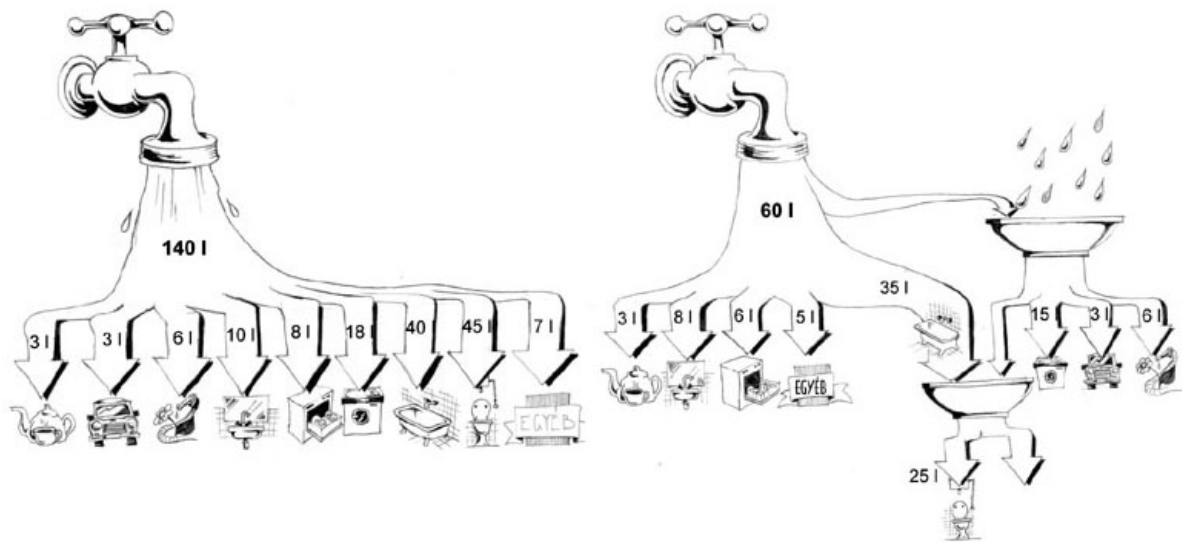
Fontos tehát, hogy a háztartások felújítása során minél takarékosabb hűtőgépek és lámpatestek kerüljenek beépítésre. Minden esetben törekedni kell a nem használt készülékek áramtalanítására, mivel a készenléti állapot egy készüléknél 20-50 W-os, folyamatos áramfelvétele lényeges, kb. 5-10 %-os energiafogyasztást eredményez.

3.5 Vízfogyasztás csökkentése

A világ átlagos 50 l/fő/nap fogyasztásához képes a magyarországi 110 l/fő/nap magas, ugyanakkor nem kirívó, tekintve az USA 575 l/fő/nap vízfogyasztását. A hazai fogyasztás az egyre emelkedő díjak és egyre rendezettebb mérésnek köszönhetően folyamatosan csökken, de vannak még tartalékok.

Az 1995-ös átlagos 140 l/fő/nap fogyasztáshoz képest takarékosabb vízhasználattal valamint az esővizek és a használt vizek újra használatával lényegesen csökkenthető az egy főre eső vízhasználat. (3.5-1. ábra)

3.5-1. ábra: Háztartások jellemző és lehetséges vízfogyasztása (11)



3.6 Háztartási hulladék mennyiségének csökkentése

A hulladékgazdálkodás első számú elvi prioritása a **hulladékok mennyiségének csökkentése**, majd az **újra használat** és az **újrahasznosítás** lehetőségének megteremtése.

A legfontosabb terület a **használat során keletkező hulladékok mennyiségének csökkentése**. Az építés, településfejlesztés ezen a téren jellegénél fogva kevés szereppel bír, a keletkező hulladékok mennyiségének csökkentése az egész fogyasztói társadalom szemléletének gazdasági prioritásainak megváltoztatását kívánja.

A keletkezett **hulladékok újra használata**, és főként az **újrahasznosítás lehetőségének megteremtése** terén azonban jelentős környezetterhelés csökkentési potenciálok vannak az építés, településrendezés szakembereinek kezében. A legfontosabb teendő a háztartási hulladékok szelektív gyűjtési lehetőségének megteremtése. Az egyre növekvő hulladékhalmozatok ugyanis jelentős mennyiségű újrahasznosítható nyersanyagot rejtnek magukban, melyek vegyes kommunális hulladékként csak a hulladéklerakókba kerülhetnek. A településeken belüli hulladékgyűjtő udvarok és hulladékszigetek száma dicséretesen nő. Településtervezési elvnek kell lenni, hogy minden lakásból gyalogos távolságon belül szelektív hulladékgyűjtő tartályok legyenek elérhetők, melyekből a külön gyűjtött hulladék már nyersanyagként újrahasznosítható üzemekbe szállítható. Az új épületek építésénél szintén feladat a szelektív hulladékgyűjtés lehetőségének biztosítása, hiszen a szelektív gyűjtés a lakáson és a házon belül is nagyobb tereket igényel, mint a vegyesen gyűjtött hulladék.

Kertes házaknál mindenképpen javasolt komposztálás lehetőségének megteremtése, amelyben a konyhai nyers szerves hulladékok és a kerti hulladékok jól vegyíthetők. Ezzel értékes tápanyag marad a kertekben, illetve jelentősen csökken a háztartási hulladékok tömege. A szerves anyagok gyűjtésének érdekes példája, hogy utcára kihelyezett barna szelektív kukákban, vagy belső udvarokba kihelyezett légmentesen záródó konténerekben gyűjtik a lakók a

szerves hulladékot, amit aztán a városüzemeltető cégek központilag komposztálnak. (3.6-1. ábra)

3.5-1. ábra: Szelektív hulladékgyűjtő sziget Koppenhágában (foto: Medgyasszay)



4 Hivatkozások

- 1 Dr. Tiderenczl Gábor, Medgyasszay Péter, Szalay Zsuzsa, Zorkóczy Zoltán: "Épületszerkezetek építésökológiai és -biológiai értékelő rendszerének összeállítás az építési anyagok hazai gyártási/előállítási adatai alapján", Független Ökológiai Központ. OTKA T/F 046265 kutatási jelentés. 2006.
- 2 M. Wackernagel, W. E. Rees: Ökológiai lábnyomunk, Föld Napja Alapítvány, 2001
- 3 Noorman, Klaas Jan; Uiterkamp, Ton Schoot (ed): Green Households? - Domestic Consumers, Environment and Sustainability, EARTHSCAN. London, 1998.
- 4 Nagycsaládosok Egyesülete, Greendependent Egyesület: Nagycsalád, kis lábnyom projekt: <http://www.kislabnyom.hu/>
- 5 Könczey, Réka; S. Nagy, Andrea: Zöldköznapi Kalauz, Föld Napja Alapítvány. Budapest, 1997.
- 6 Osztrólczyk Miklós: Nyílászáró fizikai tulajdonságai a Környezetkímélőbb Építés Adatbázisában <http://www.foek.hu/korkep/eprek/10-3-7-2-0-.html>
- 7 MAVIR: Bruttó csúcs idej adatok 2001-2011. <http://www.mavir.hu/web/mavir/csucsidei-adatok>
- 8 P. és M. Krusche, D. Althaus, I. Gabriel: Ökologisches Bauen. Bauverlag, 1982
- 9 MVM: Magyarország villamosenergia-termelése és –felhasználása. Magyar Villamos Művek közleményei 2001/2
- 10 Benigna Boza-Kiss, Aleksandra Novikova, Maria Sharmina, Diana Üрге-Vorsatz: A végfelhasználói szokások hatása a háztartási energiafogyasztásra Magyarországon (A REMODECE projekt

eredményei) IV. BMF Energetikai Konferencia 2009

11 Klimó Erzsébet: Vízellátás igény oldalról

http://fenntarthato.hu/epites/leirasok/epulet/vizgazdalkodas/vizellatas/vizellatas_igeny_oldalrol