



BUDAPEST MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM

Energiatudatos épületfelújítás és üzemeltetés a 21. században

Tudományos Diákköri Konferencia
2015

Készített: Berentei Anna
Konzulens: Dr. Hajnal István

Tartalomjegyzék

Bevezető	3
1. Mit értünk energiatudatos üzemeltetés alatt?	4
2. Lehetőségek a fenntartható építészet területén.....	9
2.1 Irányzatok	9
2.2 Az építészeti projekt fázisai	12
3. Meglévő épületek	15
3.1 Vizsgálati szempontok, modulok	15
3.2 Lehetőségek az villamos energia területén.....	18
4. Esettanulmány – egy budapesti kórház energetikai felmérésének elemzése.....	23
4.1 Az épületek rövid jellemzése.....	24
4.2 Építészeti felújítás	25
4.3 Gépészeti felújítás	26
4.4 Vízgazdálkodás	26
4.5 Világítás	27
4.6 Számlaaudit	28
4.7 Fogyasztói szokások.....	28
4.8 Eredmények összesítése	30
5. Konklúzió – az építészet jövője?.....	31
6. További érdekes cikkek, könyvek a témában:.....	32
Források.....	34
Mellékletek.....	38

Bevezető

A fokozott környezetszennyezés, az energiaforrások kimerítése, a mértéktelen fogyasztás következtében egyre több és több hulladékot termelő modernkori társadalom valamint a klímaváltozás okozta anomáliák miatt az utóbbi évtizedben egyre nagyobb hangsúly került a környezetvédelemre, a környezettudatosságra. Olyannyira, hogy már szinte divattá vált erről beszélni, ezzel foglalkozni. Ki ne hallott volna az alábbi fogalmakról – passzív ház, energiatudatosság, megújuló energia - akár érintőlegesen is? Előtérbe kerültek az alacsony energiafelhasználású vagy megújuló energiával működő berendezések, a biológiailag lebomló, környezetre nem ártalmas anyagok, ökotermékek. Nem véletlenül: korunkat sokan a válságok koraként definiálják – környezeti válság; gazdasági válság; energiaválság, szociális- társadalmi- erkölcsi válság – s ez lassan globális problémákhoz vezet, amelyekre megoldást kell találnunk.

Az említettek közül foglalkozunk most részletesebben az energiaválsággal. A Föld ilyen civilizációs elvárások mellett képtelen eltartani 7 milliárd embert. Energiafelhasználásunk megoszlását megvizsgálva láthatjuk, hogy annak 40% -a az épületekhez kötődik. Érdekes tehát ezzel a területtel komolyabban foglalkozni, hiszen a megtakarítások mértéke ekkora fogyasztói szegmensben szintén tetemesek lehetnek. Mihez kezdünk meglévő épületállományunkkal? Hogyan fogjuk a jövőben fenntartani, üzemeltetni őket? Milyen változtatásokkal tehetnénk korszerűbbé, gazdaságosabbá, energiatakarékosabbá az épületeket? Milyen gazdasági megtérüléssel számolhatunk az egyes felújítások során?

E tanulmányban többek között ezekre a kérdésekre keresem a választ: azt szeretném bemutatni, hogy milyen módokon csökkenthető az épületek energiafelhasználása, károsanyag-kibocsátása és ezzel párhuzamosan az üzemeltetési költségek.

Vizsgálatom nagyobb részét teszi ki a meglévő épületek esettanulmánya, egy konkrét épület elemzése, de röviden kitérek a tervezési fázisban lévő beavatkozásokra is. A lehetőségeket 6 modul szerint vizsgálom – építészet, épületgépészet, vízgazdálkodás, villamos energia, szerződések és fogyasztói szokások.

Ezáltal szeretném azt bemutatni, hogy az építészet igen tág területén belül érdemes az üzemeltetéssel, különösen az energiatudatos üzemeltetéssel és felújítással/beruházással mélyrehatóbban – nem csak a „divat” szintjéig – foglalkozni. Energiafelhasználásunk csökkentése nem csupán egyéni gazdasági érdek, hanem közös cél egy fenntarthatóbb életmód felé.



1. ábra

1. Mit értünk energiatudatos üzemeltetés alatt?

Ha visszatekintünk az épületek kialakulásának kezdetéhez láthatjuk, hogy egy alapvető emberi igény, a lakhatási igény kielégítéseképp jöttek létre első épületeink, a lakóházak. A civilizáció során ezek egyre bonyolultabb szerkezettel, egyre jobb minőségű anyagokból, egyre precízebb, összetettebb kivittel, egyre nagyobb komfortigénnyel készültek. A funkciókat tekintve is számtalan példát említhetünk: közösségi terek, oktatási intézmények, állami hivatalok, kórházak, irodaházak, múzeumok, stb.

A népesség és a gazdaság nagymértékű növekedésének következtében jelentősen megnőtt a fogyasztás is: életmódunk, komfortigényeink fenntartásához egyre több és több energiára van szükségünk, melynek kb. 40%-át épületeink emésztik fel. A csökkenő készletek, a növekvő energiaárak következtében az épületek fenntartására fordított költségek is egyre magasabbak, ezért mind környezetvédelmi, mind gazdaságossági szempontból érdemes az épületüzemeltetéssel, ezen belül is az energiatudatosság témakörével foglalkozni.

Elsőként szeretném az alapvető fogalmakat - üzemeltetés, energiatudatosság, gazdaságosság – és azok összefüggéseit röviden tisztázni.

▪ Üzemeltetés

A mindennapok során rengeteg használati tárgy vesz körül minket, melyek a rendeltetésszerű működéshez rendszeres karbantartást igényelnek. Gondolhatunk itt a különféle elektronikai cikkekre, háztartási berendezésekre, személygépjárműre, stb. A kazánt évente kitisztíttatjuk, az autót szervizeljük, okos telefonjainkat is rendszeresen frissítjük. Emellett vásárlásukkor kapunk egy használati útmutatót is. Épületeink normál működéséhez, fenntartásához ugyanúgy szükségesek időszakos felújítások, karbantartó vizsgálatok – bár ez esetben többnyire nem kapunk segítséget az optimális használatukhoz.

Lakóépületek esetén az üzemeltetést – relatíve kis négyzetméterszámuk és egyszerű jogi és használati rendszerük miatt – a tulajdonosok, s egyben felhasználók végzik; a nagyobb középületek^[1] –pl. irodaházak, iskolák, sportlétesítmények – üzemeltetésével azonban érdemes erre szakosodott cégeket megbízni, akik rendelkeznek a szükséges szaktudással, javítási munkálatokra szerződhetők alvállalkozói kapcsolatokkal, jobb esetben épületfelügyeleti szoftverrel, és kellő információval az egyes épületfelújítás, épülethasznosítási kérdéseket illetően. Célszerű a mindennapos üzemeltetést és időszakos felújítást is az energiatudatosság jegyében végezni, hiszen ezzel nem csak környezetünk védelméhez járulunk hozzá, de jelentős költségeket takaríthatunk meg.

[1] Középületek esetében már bonyolultabbak a tulajdonosi-felhasználói viszonyok. A beruházások és később a használat is több szereplő együttműködésével valósulnak meg, más lehet az építető, a fenntartó és a finanszírozó személye, és szinte minden esetben más a felhasználó, akinek elvárása, hogy az épület rendeltetésszerűen, komfortosan és biztonságosan használható legyen. Irodaháznál erről a bérbeadónak kell gondoskodnia, közintézmények esetében az önkormányzatnak vagy annak megbízottjának. Mivel e személyeknek többnyire nem szakterülete az épületüzemeltetés ezért szinte elkerülhetetlen egy ingatlankezelő/üzemeltető cég közbeiktatása.

Ilyen feladatokra ma már több céget is találunk, olykor kiegészülve egyéb szakterületekkel, mint a tervezés, kivitelezés, de akár már a projekt kezdetei fázisától fogva, a beruházás előkészítés és Projektmanagement területekkel is. [pl.: Colliers Magyarország Kft; DOME Facility Management Services; Óbuda Group Zrt.; STRABAG Property and Facility Services Zrt; TriGranit Management Kft.]



2. ábra Cégek logói

Az ingatlankezelés, mint szakma nem újkeletű, bár mostanában kezd egyre hangsúlyosabbá válni, és nagyobb szerepet kapni az építészetben belül. Gyökerei régről indulnak, elég csak az várgondnokra, vagy házmesterekre gondolni. Mára külön szakterületté fejlődött, magas szintre fejlesztve az üzemeltetést, és az épülettel, mint vagyontárggyal való gazdálkodást, irányítást. Az üzemeltetés tehát az épülettel való napi szintű törődést, ügyintézését, karbantartást jelenti, ún. műszaki kezelés, mely az ingatlankezelés (Property Management) egyik területe. ^[2]

▪ Energiatudatosság

Ha korunk civilizációját néhány szóval kéne jellemezni, akkor olyan fogalmak juthatnak sokunk eszébe, mint mértéktelen fogyasztás, pazarló, energiaigényes életmód, környezeti válságok, a nem megújuló energiaforrások drasztikus csökkenése, eröltetett technikai fejlődés, rövid távú maximális haszonszerzés - hogy csak a legtöbbet emlegetett problémákat említsük. ^[3] Rohanó, felgyorsult életvitelünkre hivatkozva, másokra mutogatva könnyen kibújhatunk a felelősség alól, hogy nincs időnk se pénzünk tenni ez ellen valamit. Holott olykor egészen egyszerű eszközökkel, kis odafigyeléssel is látható és mérhető eredményeket érhetünk el az energiafogyasztás terén.

Energiafelhasználásunk 40%-a épületekhez kötődik. ^[4] Ezért az Európai Unió megalkotta az épületek energiahatékonyságáról és energia-fogyasztásáról szóló 2002/91/EC direktívát, melynek célja

- a környezetvédelmi követelmények beillesztése a közösségi politikába
- a természeti erőforrások ésszerű hasznosítása
- az energiahatékonyság növelése különösen az építőipari ágazatban.

Az előírás ennek elérése érdekében kötelezi a tagállamokat egyéni energia-hatékonysági program kidolgozására az ágazatban.

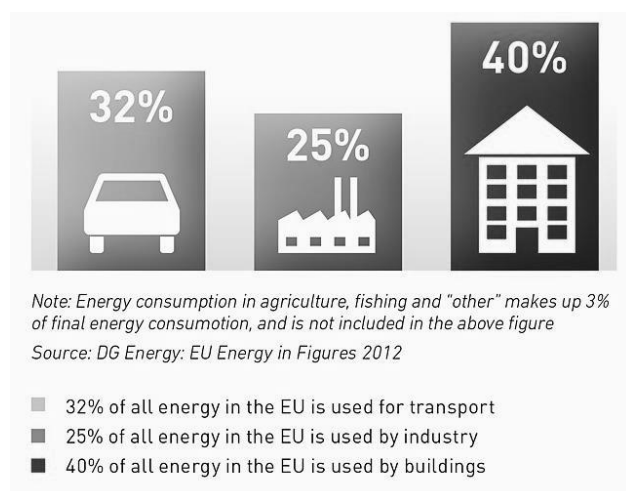
[2] Id.: Dr. Hajnal István: Az ingatlankezelés és létesítménygazdálkodás alapjai – források, könyvek - 1) pont

[3] Id.: Dr. Lányi Erzsébet előadása – források, internetes források 2) pont

[4] Id.: Dr. Hajnal István: Az ingatlankezelés és létesítménygazdálkodás alapjai (jegyzet) és egyéb internetes források alapján – 5) és 10) pont

Azt, hogy adott épület esetében melyek a szükséges intézkedések és ezek milyen mértékben befolyásolják a fogyasztást, az ún. energetikai audit tartalmazza, mely tanulmányt egy erre specializálódott vállalkozó cég készíti, aki az adatok gyűjtése, és a helyszíni mérések után jut el a lehetséges intézkedésekig és azok gazdaságosságának elemzéséig.

[Egyik, sok esetben ajánlott verzió meglévő berendezéseink korszerűbb típusokra való cseréje. Az, hogy ezek lebomlása, illetve az újak gyártása, szállítása milyen környezeti és egyéb hatásokkal járna, szintén érdekes kérdés, melyre az életciklus elemzések igyekeznek választ találni; de ezek ismertetésére jelen tanulmány keretei között bővebben nem térek ki. Viszont az egyértelműen érzékelhető, hogy az energiatudatosság, fenntarthatóság nagyon is összetett kérdéskör, és érdemes vele mélyrehatóbban foglalkozni.]



3. ábra Az EU éves energiafogyasztásának megoszlása szektoronként, 2012

Összefoglalva az energiatudatosság nem más, mint a rendelkezésünkre álló energiaforrások tudatos, átgondolt felhasználása, a fogyasztás csökkentése, ezáltal környezetünk megóvása. Mindamellett, hogy az energiatakarékosság mindannyiunk jól felfogott érdeke a jövőnkét illetően, és igen komoly költségmegtakarítással is párosul, egyéb potenciált is rejt magában: egy energetikailag minősített, alacsony energiafogyasztású épület el- vagy bérbeadásakor akár 10-20%-os árbevétel növekedésre is számíthatunk.^[5]

Az üzemeltetés, energiatudatosság, gazdaságosság fogalmi tehát így kapcsolhatóak össze: úgy üzemeltessük és tartsuk fent meglévő épületállományunkat, hogy a lehető legkevesebb energiát eméssze fel; hosszútávon, komfortigényeinket kielégítve, ugyanakkor környezetünk károsításának és kizsákmányolásának minimalizálása mellett fenntartható legyen, és a gazdasági szempontoknak is eleget tegyen.

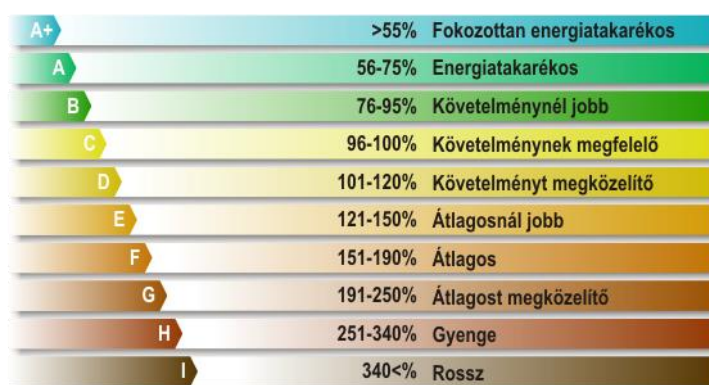
[5]Külföldi példák alátámasztják, hogy a jobb energetikai minősítés növeli az ingatlan értékét, így annak eladásakor akár 10-20%-os árbevétel növekedésre is számíthatunk. Forrás: www.alternativenergia.hu

A hosszú távú cél tehát, az egyének, és cégek, vállalatok meggyőzése és érdekeltté tétele az energiatudatos fogyasztásban, a környezetvédelem mindennapi működésük részévé tételében, amiben komoly szerepet játszik a marketing és a megfelelő állami és gazdasági támogatás is. Nyugat-Európában már számos vállalkozás előnyt kovácsol az energiatakarékos működésből, mely érezhető hatással van a gazdasági növekedésre, és jelentős versenyelőnyt biztosít a cégek számára. Sokszor a kormány adókedvezményekkel, és egyéb eszközökkel motiválja a cégeket a takarékosra és a környezetvédelemre.^[6]

▪ Kötelességek és támogatások

Európai Unió tagállamként mi is részesülünk támogatásokban, illetve kötelesek is vagyunk bizonyos jogszabályokat betartani. Egyik ilyen jogszabály a fentebb említett 2002/91/EC direktíva, illetve a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet és ennek módosítása, a (20/2014. III. 7.) BM rendelet, melyeknek célja az épületek energiafogyasztásának csökkentése, de ide sorolható az energetikai tanúsítás^[7] kötelezővé tétele új és meglévő épületek esetében is, mely egy felmérés alapján határozza meg az épület energiahatékonyságát [A⁺ - I besorolás].

Emellett a legújabb Unió döntés szerint 2018-tól minden állami tulajdonú, 2020-tól pedig minden új épület esetén a szén-dioxid-kibocsátás drasztikus csökkentését célzó technológiát kell alkalmazni. Ez nem csak az új építésű épületekre vonatkozik, hanem a meglévő épületek felújítására, átalakítására is. Ennek eléréséhez az Unió meghirdet különböző pályázatokat adott fejlesztési időszakban, melynek elnyerése esetén igen nagy arányban anyagi támogatást nyújt a megvalósításhoz.



4. ábra Az épületek energetikai besorolása

[6]Különböző adókedvezmények és szankciók a környezetvédelmi előírások betartása és be nem tartása esetén, pl.: közvetlen szabályozás, kvótarendszerek, termékdíjak, ökomarketing. Ezzel a témakörrel a környezetpolitika és környezetmenedzsment szakterületek foglalkoznak. ld.: források, könyvek 9) pont.

[7]Az energiatanúsítás megléte szükséges minden 2009 után épített lakóépület használatba vételi engedély igénylése előtt, 2012 után minden eladásra szánt, vagy egy évnél hosszabb bérbeadás esetén, 1000 m²-nél nagyobb alapterületű állami tulajdonban lévő épületnél, illetve meglévő épületek bővítése, energetikai célú felújítása esetén. A tanúsítást szakember végzi, aki helyszíni felmérés illetve tervdokumentációban szereplő adatok alapján megállapítja az épület energetikai minőségét valamint javaslatokat tesz a jobb hatékonyság elérésére. 2016 januárjától megváltozik a tanúsítás tartalma és kinézete, szigorodnak a besorolás feltételei is. Nagyobb szerepet kap a meglévő állapot dokumentálása, illetve a korszerűsítésre vonatkozó javaslat, amely tartalmazza az ajánlott műszaki megoldásokat, azok hatását a fogyasztásra és besorolásra. Bővebben a tanúsításról: internetes források – 10), 25) és 26) pont

Energiatudatos épületfelújítás és üzemeltetés a 21. században

Ilyen energiagazdálkodási pályázatok például a 2014-2020 időszakra vonatkozó Operatív Programok, mint a Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Program[KEHOP], amelyek összesen 308 milliárd forinttal járulnak hozzá a célok megvalósításához, vagy az energetikai kutatás-fejlesztési és innovációs pályázatok [Gazdaságfejlesztési és Innovációs Operatív Program GINOP – illetve K+F+I], illetve a Terület- és Településfejlesztési Operatív Programok [TOP], mely a kevésbé fejlett régiók felzárkóztatását, fejlesztését ösztönzi megújuló energiafelhasználási szempontból. A pályázatok, támogatások egyik kiemelt szerepe az épületenergetika, az egyes köz- és lakóépületek hőtechnikai, hőveszteségi kondícióinak javítása a szigetelési valamint a világítási rendszerek fejlesztésén keresztül.

Emellett az Európai Unió tagállamainak minden évben el kell készíteniük a konvergencia programokkal egyidejűleg a Nemzeti Reform Programjaikat, melyek összefoglalják az Európa 2020 stratégia célkitűzéseinek elérésére, és az előző évi országspecifikus ajánlások megvalósításának érdekében tett intézkedéseit.

A 2015 Nemzeti Reform Program az energia-hatékonyság témakörén belüli célkitűzései

- a megújuló energiaforrások használatának a 2013-ban mért 6,6%-ról 14,65%-ra való emelése az elkövetkezendő 5 éven belül,
- az üvegház hatású gázok kibocsátásának a 2005-ös szinthez képest maximum 10 %-os növelése és
- 18%-os energia megtakarítás elérése. [8]

„A Nemzeti Reform Programban meghatározott három kritérium teljesítése komoly kihívást jelent a magyar energiaszektor számára mind technológiai, mind szabályozói, mind pedig hálózatszervezési és folyamatmenedzselési szempontból. Mindezeknek akkor tud Magyarország megfelelni, ha már rövid távon komoly szemléletváltás megy végbe a hazai energetikában, illetve nagyban segítheti a folyamatot az intelligens energiagazdálkodás modelljének felépítése is” [9]

E célkitűzések következtében felértékelődik az integrált tervezés és energiatudatos üzemeltetés és felújítás szerepe, amely a különböző szakterületek összhangjára építve, környezeti és gazdasági szempontból is kiemelkedő teljesítményű épületek létrehozását célozza meg.

[A lakossági fejlesztések esetében is egyre több támogatási lehetőség kínálkozik, mint például az Otthon melege program vagy az OTP társasház támogatási- és fejlesztési program, de ezek ismertetésére most nem térek ki.]

Ennek ellenére hazánkban az előítéletek és tájékozatlanság miatt az energetikai beruházások a pénzügyi tervezés során sokszor háttérbe szorulnak. Tanulmányomban egy konkrét példán keresztül szemléltetem, hogy milyen alacsony költségű változtatásokkal is mekkora megtakarításokat érhetünk el, illetve adott esetben milyen beruházás térül meg leghamarabb, min és hogyan érdemes változtatni.

Előtte azonban röviden kitérek a két külön fázis – új épület, meglévő épület – esetében lévő eltérésekre, illetve a felújítási, korszerűsítési lehetőségekre a villamos energia fogyasztás témakörén belül.

[8] Id.: források 11) és 12) pont

[9] Idézet - Kocsis Zsuzsanna, a Multicontact Consulting szakértője; internetes forrás – 13) pont

2. Lehetőségek a fenntartható építészet területén

Alapvetően két esetet – új épület és meglévő épület - különböztettem meg a tanulmány során.

2.1 Irányzatok

”az EU Parlament által előírt EPBD 2010/31 rendelet 9. bekezdése alapján 2019-től minden új középületnek, 2021-től minden újonnan telepített épületnek közel null energia épületként kell üzemelnie.” [10]

Ebben a fejezetben az új épület esetét fogom röviden bemutatni. Azért fontos erről is beszélni, mert ebben az esetben még bármit alakíthatunk, bármit betervezhetünk, míg meglévő épület esetén az adottságokhoz kell igazodnunk. A tájolás és a forma gondos megválasztása, környezetbarát anyagok és technológiák alkalmazása, a speciális burkolatok, többrétegű homlokzatok és a növények változatos használata mind olyan lehetőségek, amelyekkel fenntarthatóbbá tehetünk egy épületet. A számtalan lehetőség közül most a főbb irányvonalakat/irányzatokat szeretném egy-egy példával bemutatni.

▪ Ökotech

Ebbe a kategóriába a korszerű technológia vívmányai tartoznak, mint például a speciális üveg- és árnyékoló szerkezetek, napelemek, gépészeti berendezések. Persze ez nem jelenti azt, hogy az épület tájolása, tömege, hőszigeteltsége, természetes szellőzőképessége és benapozottsága ne játszana ugyanekkor szerepet az energiafelhasználásban, tehát ezeket együttesen célszerű alkalmazni.



5. ábra BedZED London, Anglia



6. ábra Öko-Hauptschule Mäder, Ausztria

[10] Idézet az építészfórum 2011 augusztusi cikkéből –RATI-Form follows energy - források 8) pont

- **Low tech**

Ennél a szemléletnél elsődleges szerepet játszanak a természetes, helyi építőanyagok, az alacsony technikai igényű megoldások, az egyszerűség, a természetesség, valamint a helyi lakosság bevonása a tervezési és építési fázisba. A gépészeti berendezések helyett itt inkább az épületszerkezeteken, tömegformáláson, tájoláson, természetes napenergia hasznosításon - például télikertek- van a hangsúly.



7. ábra METI School, Rudrapur, India

- **Green arch**

A természet bevonása az architektúrába szintén kedvelt építészeti eszköz a kortárs építészetben. A vertikális kertek, belső átriumok és zöldtetők alkalmazása számos előnnyel jár: javítja az egyes épület klimatikus körülményeit, megtisztítja a levegőt és olykor helyettesíti a bonyolult technológiai megoldásokat.



8. ábra Sövényház, Rostock, Németország



9. ábra Természetvédelmi Kutatóintézet, Wageningen, Hollandia

- **Land arch**

A land arch a fenntartható építészetnek egy olyan különös válfaja, ahol az építmények föld alá helyezésével, tájba olvasztásával próbálják a környezet károsítását mérsékelni, a felszíni szabad területeket zöldterületként, parkként hasznosítani. A tömegek és homlokzatok nem jelennek meg, csupán a táj gyűrődései, bemetszései utalnak az építmény föld alatti tereire.



10. ábra Fitnessközpont, Barcelona

- **Recycle arch**

Ez az irányzat a meglévő épületek felhasználását, újrahasznosítását tűzi ki célul. Ez jelentheti hulladéknak minősülő anyagok építőanyagként való használatát, az épületi homlokzati átalakítását, ideiglenes épület, installáció, belsőépítészeti elemek lebontható, újrahasznosítható anyagokból való építését, stb.



11. ábra Greenwich Millenium Village, London UK

2.2 Az építészeti projekt fázisai

„Az építészet nem tudomány, hanem olyan helyi vonatkozású kompozíciós feladatok megoldásai, melyek kemény és puha körülményeket, befolyásoló tényezőket integrálnak. A komponálás ugyanis az egymásra ható dolgok rendszerező összerakását egy célra, összhatásra irányuló integrációját jelenti.“ /Thomas Herzog/

A tervezési fázison belül Magyarországon koncepció-, engedélyezési, és kiviteli tervi szinteket különböztetünk meg.

Legideálisabb esetben az üzemeltetői szempontok már a tervezés kezdetekkor, a koncepció kialakításánál jelen vannak. Érdekes akár a későbbi üzemeltető céget is bevonni, amennyiben már ismert. Bár Magyarországon ez a fajta előrelátó szemléletmód még nem kifejezetten jellemző, külföldön külön szakma alakult, az ún. *energy designer* vagy *climadesigner*, aki a beruházó érdekeit képviselve az épület energia- és költséghatékony kialakítását és üzemeltetését tartja szem előtt. A koncepcióalakításkor meghatározásra kerülnek a főbb irányvonalak, legfontosabb célok az illeszkedés, a tér és tömegalakítás mellett, mint például a megújuló energiák hasznosítása, környezetbarát anyagok használata, az üzemeltetési költségek csökkentési lehetőségei építészeti és gépészeti megoldásokkal, stb.

Engedélyezési terv szintjén már kiválasztásra kerülhetnek egyes építőanyagok és gépészeti berendezések, kialakul az épület tömege, homlokzata, meghatározott a tájolása. Ebben az esetben már nehezebb változtatni a kialakításon.

Kiviteli terven már a végleges, megvalósuláshoz szükséges információk szerepelnek. Itt legfeljebb a technológia megválasztásával, a kivitelezés minőségével járulhatunk hozzá a környezetszennyezés mérsékléséhez.

▪ Minősítések

Érdekes tehát már a kezdetektől fogva, szemléletszerűen megközelíteni a tervezést, akár úgy, hogy konkrét célként tűzzük ki egy bizonyos szint elérését. Ennek számszerűsítésében, mérhetővé és összehasonlíthatóvá tételében jöttek létre az úgy nevezett zöld minősítési rendszerek, melyek meghatározott kritériumok alapján mérik egy épület fenntarthatóságát, energia-hatékonyágát, azaz hogy mennyire „zöld” egy épület. A két nemzetközileg is elismert minősítő rendszer az angol BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) és az amerikai LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) minősítés, mely az elért kreditpontok alapján 5 illetve 4 kategóriába sorolja az épületet. Egy sikeres minősítés pozitív hozadéka az üzemeltetési költségek és környezetünk károsításának csökkenésén túl, az épület vonzóvá válása a fogyasztók, bérlők és üzemeltetők számára. [Ezen kívül a régióban fontos szerephez juthat a németek által kifejlesztett DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) rendszer is.



12. ábra A BREEAM és LEED minősítés logója

Energiatudatos épületfelújítás és üzemeltetés a 21. században

Az alábbiakban röviden pontokba szedve összefoglaltam a két rendszer főbb ismérveit.

▪ BREEAM

- a rendszert BRE fejlesztette ki 1990-ben
- 2008-ban jelentek meg az International Europe rendszerek, melyek lehetővé tették a minősítés Egyesült Királyságon kívüli projektekre való alkalmazhatóságát, ezáltal elősegítve a minősítés elterjedését (irodai, ipari és kereskedelmi épületek)
- a minősítés során 10 témakörbe (Management, Egészség és közérzet, Energia, Közlekedés, Vízhatal, Anyagok, Hulladék, Földhasználat és ökológia, Szennyezés és Innováció) szedett kritériumok teljesítése esetén kreditpontokat lehet kapni, melyek súlyozott százalékos összesítésével kapjuk meg a minősítés eredményét
- a feltételek teljesülését az ún. kézikönyvben meghatározott dokumentumok feltöltésével lehet igazolni
- az összesített eredmények alapján *Pass*, *Good*, *Very good*, *Excellent* és *Outstanding* minősítést lehet elérni
- a rendszert 2-3 évente aktualizálják, a követelmények szigorodnak, de az adaptálhatóság könnyebbé válik; (jelenleg a BREEAM International New Construction 2013 verzió alapján készülnek minősítések)
- lehetőség van csupán a szerkezet minősítésére is, amennyiben a végfelhasználók pontos igényei még nem ismertek, de szeretnék minősíteni az épületet ^[11]
- új épületek minősítése általában két lépcsőben történik – tervezési állapot és átadás utáni állapot -, ezután készül el a végső minősítése az épületnek
- meglévő épületek minősítésére a BREEAM In-Use egylépcsős, évente megújítandó rendszer alkalmazható
- minősítést kizárólag a brit képzésen részt vett és sikeres vizsgát tett regisztrált BREEAM International Assessor (tanúsító) végezhet

▪ LEED

- az amerikai GBCI szervezet által működtetett minősítő rendszer
- első verziója 1998-ban jelent meg (1.1), melyet folyamatosan fejlesztenek és szigorítanak
- többféle épülettípusra, meglévő és új épületekre is alkalmazható
- az Egyesült Államokon kívül főleg a Dél-kelet- ázsiai régióban terjedt el, de Európában is egyre népszerűbb
- 5 környezeti kategória szerint értékeli az épületeket (Környezeti szempontból előnyös elhelyezkedés, Vízfelhasználás hatékonysága, Energia és légkör, Anyagok és anyagi eszközök és Belső környezet minősége)
- a dokumentumok benyújtása online, megadott sablonok alapján történik
- az elért pontokat összesítik, és ez alapján ér el a projekt Certified, Silver, Gold vagy Platinum minősítést

[11] Ilyenkor a bérlővel alá kell íratni egy megállapodást, hogy a belsőépítészeti a megadott kritériumok teljesítésével alakítja (pl. burkolatok, világítás).

Mindkét minősítési rendszer esetében vannak minimum követelmények az egyes kategóriákban, amit a projektnek mindenképpen teljesítenie kell, ahhoz, hogy az épület minősítést kaphasson.

A hazai zöld minősítés kimagasló példája a Közép-Kelet Európában elsőként kettős minősítéssel bíró (LEED arany és BREEAM nagyon jó fokozat), Budapest belvárosában található Eiffel Palace irodaház, mely a fenntartható építés egyik legrangosabb elismerését, a WorldGBC Europe Leadership in Green Building Awards 2015 első helyét is magáénak tudhatja.

A projekt mind a várostervezés, mind a környezettudatos felújítás és színvonalas kivitelezés szempontjából is példaértékűnek tekinthető. Az irodaház azért is különleges, mivel egyben műemléki felújításról van szó – az épület egykor a Pesti Hírlap székháza volt. Az átalakítás során az épület homlokzata a korabeli tervek alapján került visszaállításra, míg a belső olyan, legkorszerűbb technológiai és fenntarthatósági megoldásokkal valósult meg, mint a napkollektorok és napelemek alkalmazása, az esővíz hasznosítás, víztakarékos csapok, a jelenlét-érzékelős világítás, energiatakarékos LED izzók, vagy a zöld tetőteraszok. Az átriumban zöldfal került kialakításra, a mélygarázsban kerékpártárolók és elektromos autótöltők is helyet kaptak.



13. ábra Eiffel Palace Irodaház, Budapest

3. Meglévő épületek

„Magyarországon a 4,2 milliós épületállomány legalább 70 %-a felújításra szorul, amelyek közel 10 %-ának jelenlegi állapota új építést tenne indokolttá. Az energiafelhasználás 40 %-a ehhez az épületállományhoz kötődik, amelynek 2/3-a a fűtés és hűtés számlájára írható. Az épületeink a legnagyobb szén-dioxid kibocsátók, jócskán megelőzve az ipart, a közlekedést és a földhasználatot.

...

Az első és legfontosabb lépés az épületállomány energetikai felmérése, a rendelkezésre álló adatok, illetve konkrét energetikai felmérések alapján.”^[12]

Meglévő épület esetén kénytelenek vagyunk a megépült alapanyagokból dolgozni, ezáltal a lehetőségek leszűkülnek. Mérlegelni kell, hogy milyen átalakításba érdemes belevágni, mivel érhető el a lehető legnagyobb megtakarítás és ehhez milyen költségek tartoznak, vagyis egy optimum megállapítása a cél. Ehhez nyújt segítséget az energetikai koncepció/energetikai audit. Egy épület energiafelhasználását és veszteségeit, illetve ezek alapján a felújítás lehetőségét 6 modul szerint vizsgálhatjuk: építészeti, épületgépészeti, villamos energia, vízgazdálkodás, szerződések illetve fogyasztói szokások. Ezeket érdemes külön-külön és kombinálva is elemezni, főleg az építészeti és épületgépészeti, amelyek szorosabban összefüggnek. Minden fejlesztési beruházáshoz költség, megtakarítás és megtérülés párosul, így a beruházás egyes elemi is összehasonlíthatóvá válnak, kiválasztható az optimális megoldás.

3.1 Vizsgálati szempontok, modulok



Építészeti

Az építészeti modul a fűtésre és a hűtésre fordított költségek csökkentését célozza meg. A lehűlő szerkezetek szigetelésével, a nyílászárók cseréjével optimalizálható az épületek külső felületeinek energiavesztesége, ezáltal radikálisan csökkenthető a fűtésre, illetve nyáron a hűtésre fordított energiafogyasztást. Adott épület vizsgálatának első lépése a lehűlő felületek méreteinek és rétegrendjeinek alapján a határoló szerkezetek hőátbocsátásnak meghatározása. Ezután következik az épület pontos nettó hőenergia-igényének számítása. A kinyert adatok alapján megállapítható, hogy az egyes lehűlő felületeken milyen szigetelést célszerű elvégezni, illetve, hogy szükséges-e a nyílászárók cseréje vagy korszerűsítése. Emellett megemlíthetők az egyéb lehetőségek, mint az árnyékolás vagy belső udvar lefedése stb.

[12] idézetek: Interjú dr. Sárközi Károllyal az ÉMI Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Nonprofit Kft. vezérigazgatójával, Horváth Attila Imrével, a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium Zöldgazdaság Fejlesztési Főosztályvezetővel és Körtvély Zoltánnal, a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium Energiahatékonysági Programok Osztályvezetőjével. Internetes források - 5) pont



Épületgépészet

Az épületgépészeti felújítások a fűtés, melegvíz előállítás, a szellőzés és a nyári időszakban a hűtés területén eredményezhetnek megtakarításokat.

Míg az épületgépészeti berendezések folyamatosan amortizálódnak, veszítenek hatásfokukból addig a technika egyre újabb és hatékonyabb üzemeltetést lehetővé tevő újdonságokkal rukkol elő. A korszerű berendezések alkalmazkodnak a környezeti változásokhoz, növelik a komfortérzetet, a fejlettebb technológiáknak köszönhetően pedig energiatakarékosabban üzemelnek és a károsanyag-kibocsátásuk is csökken. A készülékek cseréjénél azt is érdemes megvizsgálni, hogy kiváltható-e gazdaságosan megújuló energiával üzemelő eszközre, például egy elavult gázkazán biomassza alapú kazánra, hőszivattyúra vagy esetleg napenergiát hasznosító berendezésre. Az energetikai felmérésnek fontos eleme a hőelosztás és a hőleadás módjának vizsgálata is. A szigetetlen vezetékeken, valamint az elégtelen szabályozás miatt elveszített energia mind feleslegesen kidobott összeget jelent az üzemeltetés során.



Vízgazdálkodás

A gáz és villamosenergia felhasználás mellett nem szabad megfeledkezni a vízfogyasztásról sem, amely főleg a nyári hónapokban igen jelentős lehet. Megtakarításokat ezen a téren az ivóvíz használatának kiváltásával érhetünk el. Például locsoláshoz felesleges az ivóvizet használni drágán, amikor az esővíz lényegében ingyen a rendelkezésre áll. Emellett a kézmosásnál és mosásnál keletkező ún. szürkevíz kezelésére és felhasználására is lehetőség van.



Villamos energia

A fűtésre és melegvíz előállításra használt gázfogyasztás után a villamosenergia költsége a második legnagyobb tétel a közüzemi kiadások között. Ennek első és legkézenfekvőbb lépése a fogyasztás csökkentése. A leghétköznapibb, mindenhol előforduló villamosenergia fogyasztó a világítás. Bár egységteljesítményben a világítástechnikai eszközök nagyságrendekkel elmaradnak az olyan óriásfogyasztókhoz képest, mint például az üzemi berendezések, nagy számuk és hosszú üzemidejük miatt fontos elemei az energiahatékonyság növelésének. Ezen felül fontos megvizsgálni a klímaberendezéseket is, ezek fogyasztása a nyári időszakban igen jelentős lehet. Érdemes lehet a helyiségenként elhelyezett split klímát inkább központi, jól szabályozható berendezésre cserélni. Villamosenergia fogyasztás kapcsán a helyszíni adottságoknak és költségkeretnek függvényében megfontolandó lehet napelemes rendszer kiépítése.



Számlaaudit

Az energiaszámlák optimalizálásával akár 0 forint beruházási költség mellett jelentős költségmegtakarításokat érhetünk el. Pontos fogyasztási adatok ismeretében optimalizálható a szolgáltatóknál lekötött teljesítmény, ezáltal a havi alapidj értéke.



Fogyasztói szokások

Tulajdonképpen a legegyszerűbb módja a költségek csökkentésének, ha tudatosan odafigyelünk a fogyasztásra, ugyanakkor a legkorszerűbb energetikai felújítással sem érhető el a kívánt megtérülés, amennyiben a berendezéseket nem megfelelő módon használjuk. Ezért minden korszerűsítés esetében nagyon fontos a felhasználók megfelelő tájékoztatása, együttműködésük megnyerése.

[Itt jegyezném meg, hogy a fogyasztó, mint végső felhasználó hozzáállása nem csupán az üzemeltetés esetében fontos, hanem egészen az építési folyamattól kezdődően. Hiszen egy beruházó csak akkor fog energia-hatékony zöld épületbe beruházni, és ezért plusz költségeket kiadni, ha tudja, hogy a pénze megtérül, vagyis a bérlet hajlandó lesz magasabb bérleti díjat fizetni, annak érdekében, hogy egy környezetet kímélő, magas komfortfokozatú és energiatakarékos épületben élhessen, dolgozhasson.]

E hat modul együttes vizsgálata és elemzése után kialakul az energetikai koncepció. A számszerű adatokból egyértelműen látszik, hogy melyik területen keletkeznek a legnagyobb veszteségek, mire érdemes fókuszálni, mit érdemes felújítani. Látható az is, hogy az egyes beruházásokhoz milyen költségek és megtérülések tartoznak, így kialakítható egyfajta rangsor, hogy milyen beavatkozásokkal érdemes kezdeni meglévő épületeink üzemeltetési költségeinek racionalizálását. A tanulmányban bemutatásra kerülő konkrét épületpéldát is ennek a hat modulnak vizsgálatával elemeztem és ezeken keresztül szeretném bemutatni. Előtte azonban röviden összefoglalnám, hogy milyen lehetőségek rejlenek a villamos energia-megtakarítás területén.

3.2 Lehetőségek az villamos energia területén

▪ Világítás az épületeken belül

Az áram a legdrágább és CO₂ kibocsátás szempontjából a legártalmasabb energiahordozónk, ezért érdemes minél takarékosabban bánni felhasználásával. A cél, hogy kényelmünk feláldozása nélkül csökkentsük áramfogyasztásunkat, hiszen így a hosszú távú költségmegtakarítások mellett a klímavédelemhez is hozzájárulunk.

A fogyasztás csökkentésének legegyszerűbb módja a világításhoz használt izzók cseréje kompakt fénycsövekre vagy LED világításra, mivel ezek fogyasztása azonos fényerősség biztosítása mellett jóval a hagyományos izzók fogyasztása alatt van, miközben élettartamuk sokkal hosszabb. Emellett egy épület felújítás kapcsán érdemes elgondolkodni a fényforrások újra elosztásán illetve a kapcsolók mozgásérzékelőssé tételén, különösen az időszakosan, rövid ideig használt helyiségek esetében. Bár a világítástechnikai eszközök egységteljesítményben igencsak elmaradnak az óriásfogyasztóktól, nagy számuk és hosszú üzemidejük miatt optimalizálásuk fontos eleme az energiahatékonyságnak, irodaépületek esetében akár az elektromos áramfogyasztás 50%-át is kitehetik. Általánosságban megállapítható, hogy a különféle energiahatékonysági beruházások közül ez a leghamarabb megtérülő korszerűsítés.



14. ábra

A korszerűsítés kapcsán megfontolandó szempontok:

- a megvilágított helyiségek használatának jellege és fényigénye (munkahely, sportcsarnok, kiállító tér) – pontszerű vagy szórt megvilágítás
- a használat időtartama (időszakos, állandó)
- a helyiségek mérete
- a lámpatestek bevonata és fényeloszlása
- a falak, berendezések színe és anyaga

Lehetőségek az energiafelhasználás optimalizálására

- természetes fényforrás maximális kihasználása (építészeti eszközök: átriumok, fénypolcok, felülvilágítók, napterek, ablakok mérete, tájolása és külső-belső árnyékolók szerepe, fénycsatornák^[13] alkalmazása) *
- elavult világítótestek cseréje energiahatékonyabb típusokra (kompakt fénycsővek és LED-ek) – a csere a helyiségek hűtésére is kihatással lehet
- fényforrások elosztása illetve szakaszos kapcsolási lehetőség kialakítása
- fényvisszaverő fóliák, prizmák használata
- mozgásérzékelő rendszerek kiépítése
- folyamatos szabályozás, épületfelügyelettel összekapcsolva
- intelligens világítási rendszerek alkalmazása^[14]
- (lámpatestek tisztán tartása)

A **14. ábrán** jól látható, hogy legnagyobb megtakarítást a LED világítással illetve kompakt fénycsővek használatával érhetünk el. Ezen belül is többféle gyártó termékei közül válogathatunk. Említésre méltó ezeken belül a Philips LED-es villanykörtéje, melynek fénye a hagyományos 60W-os izzókéhoz hasonlít, ugyanakkor hatod annyi energiát fogyaszt, emellett a cég 25 év üzemidőt garantál.

*Ezek a lehetőségek inkább új épület tervezése esetén jönnek szóba, ugyanakkor fontosnak tartottam megemlíteni őket.

[13] A fénycsatornák olyan speciális bevilágító rendszerek, ún. optikai tölcsepek, melyek segítségével a természetes fény továbbítható a helyiségekbe. A piac e téren is többféle lehetőséget nyújt típus, méretek, ár és márka tekintetében. (gyártói oldalak, pl.: www.velux.hu; www.napcsa.hu; www.fenycsatorna.hu) Bővebben, ld.: internetes források 17) és 22) pont

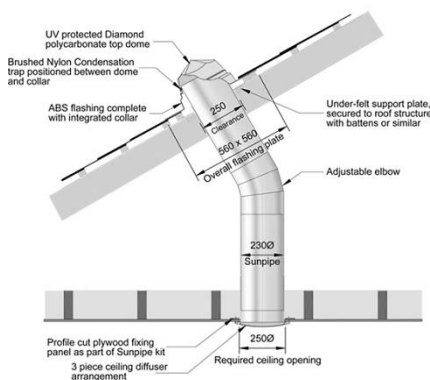
[14] A világítás szabályozásának négyféle módszere létezik: idő alapú, természetes megvilágítással összefüggő, helyiséghasználat alapú és területi felosztás szerinti szabályozást. Az első két esetben fontos a rendszer összehangolása a természetes megvilágítással, időjárással, hogy például néhány elvonuló felhőcsoport miatt ne történjen állandó ki-be kapcsolása a világításnak, ami a munkát zavarja, és az energiahatékonyságot rontja. Ezekben az esetekben mindenképp jobb a halványuló szabályozhatóság, a ki-be kapcsolással szemben. Helyhasználat alapú rendszerrel fontos az érzékelő szenzorok gondos kiválasztása. Az osztott kapcsolás lehetősége főleg nagy terekben, összetettebb használat esetén célszerű megoldás. Pl.: Fogyasztó tér, bárpult, előtér egy hotel étkezőjében. Az egyes rendszertípusok egymással kombinálhatóak is. Irodákban akár 30-50%-os megtérülést is elérhetünk a világítás szabályozásával. Bővebben ld.: források, könyvek – 7) és 8) pont

Energiatudatos épületfelújítás és üzemeltetés a 21. században

A fénycsatorna és a LED világítás kombinációjából készíthetőek intelligens világítási megoldások (ilyen például a Solarspot cég SILS nevű rendszere), mely egy, a megvilágított területen elhelyezett fényérzékelő panel segítségével biztosítja az egyenletes megvilágítást minden napszakban. A rendszer önszabályozó: a környezeti fényviszonyokra reagálva szabályozza a változó fényerejű LED lámpák működését az előre beállított megvilágítási szint eléréshez. Ha a külső fény ereje nő, a LED lámpák elhalványulnak, ha viszont csökken, bekapcsolnak. Ezáltal akár 85%-os megtakarítás is elérhető azokban az épületekben ahol többnyire napközben tartózkodnak, és elektromos világítást kizárólag akkor alkalmaznak, amikor ez előírt megvilágítási szint fenntartásához nem elegendő a természetes fény. A rendszer nagy előnye, hogy nem igényel emberi beavatkozást, így egyrészt a beállításokat senki nem fogja módosítani, másrészt a szabályozás megnöveli a hasznos élettartamot is, ezáltal csökkentve a karbantartási költségeket.



15. ábra Philips LED-es villanykörte



16. ábra Fénycsatorna elemei



17. ábra SILS rendszer

Az energiatakarékos fényforrások használatának előnyei:

- a szabályozhatóság,
- a fényerősség,
- a hosszú élettartam
- az energiatakarékosság és költségmegtakarítás a fényerő szabályozó technológiának köszönhetően
- és a szén-dioxid kibocsátás csökkenése (éves szinten kb. 210 kilogrammal kevesebb kibocsátás hagyományos izzókhoz képest)

[Szintén jelentős költségeket takaríthatunk meg, ha berendezéseinket energiatakarékos típusokra cseréljük. Irodaházak esetében ilyen berendezések a számítógépek és monitorok, a nyomtatók, egészségügyi épületnél a mosógépek, hűtők és fagyasztók.]

▪ Villamos energia előállítása

A villamosenergia fogyasztás csökkentésében illetve környezettudatosabb felhasználásban a világításkorszerűsítésen kívüli lehetőség az EKOenergia vásárlása vagy a megújuló energiaforrások közvetlen használata.

Az EKOenergia megújuló erőforrásokkal előállított villamos energiát jelent, az EKOenergia logóval ellátott „termék” pedig azt, hogy a villamos energia olyan erőműből és infrastruktúrán keresztül érkezik, ami bizonyos, az európai környezetvédelmi szervezetek által előírt fenntarthatósági kritériumokat teljesít. Ezen felül az energiaszolgáltató garantálja, hogy minden eladott MWh-ért legalább 10 centet befizet az EKOenergia Éghajlatlapba, és ezáltal támogatja a további megújuló energiára épülő projekteket. EKOenergiát vállalatok és magán fogyasztók egyaránt vásárolhatnak, hozzájárulva ezzel a fenntartható fejlődéshez. Egyes szabványok, mint például a LEED minősítési rendszerek kifejezetten biztatják a fogyasztókat, hogy ilyen címkével ellátott áramot vásároljanak, a pályázó épületek például 1-6 kreditpontot is szerezhettek ezáltal.



18. ábra EKOenergy címke



19. ábra

Elektromos áramot többféle megújuló energiával előállíthatunk: a nap, a szél- vagy víz energiát hasznosító berendezésekkel. Épületek építése, felújítása során azonban leginkább a napenergiát hasznosító fotovoltaiikus berendezések jönnek szóba, melynek működése a fotovoltaiikus elven alapszik: fény hatására a félvezető anyagban elektronok szabadulnak fel, ezáltal elektromos áram keletkezik. A rendszer cellákból épül fel, melynek három típusa létezik (monokristályos, polikristályos és vékonyréteg technológiával készülő cellák), melyekből különböző méretű és alakú modulok építhetők. Hatásfokukat és árukat tekintve is igen eltérőek, a legjobb hatásfokú a monokristályos szerkezetű cellás rendszer.

Mivel a napelemek telepítése igen költsége beruházás ezért azt megelőzően mindenképp tanácsos megvizsgálni, hogy van-e a napenergia gyűjtésére alkalmas, megfelelő nagyságú és tájolású, árnyékmentes felület. Az optimális a kb. 45° -os dőlésszög és déli tájolás.

A napelemek igen változatos módon integrálhatóak az épületbe, elhelyezhetőek magas és lapostetőn, de léteznek a függőleges hőszigetelő üvegbe, függönyfalba beépíthető, félig áteresztő tulajdonságú vagy hajlékony modulok is. A rendszer sikerességének záloga az épületszerkezeti, építészeti esztétikai és a villamossági kérdések egyenrangú kezelése.

[A napenergia hasznosítható még napkollektorok segítségével – HMV előállítás – illetve passzív módon, napterek kialakításával.]

▪ Világítás az épületeken kívül

Bár nem tartozik közvetlenül a felújítás témaköréhez, mégis fontos szót ejtenünk a közvilágításról is, mivel ez a világ teljes villamos energia felhasználásának 15%-át teszi ki.^[15] Csak Európában mintegy 60 millió utcai világító pont van, amelyek összesen 15 millió tonna szén-dioxid kibocsátással növelik az EU ökológiai lábnyomát.

Ugyanakkor, ha az egyes épületeken túlmutató, városléptékű összefüggéseket és fejlesztéseket nézzük, megállapítható, hogy a közvilágítás az egyik olyan kiemelt terület, ahol az önkormányzatok úgy érhetnek el költségmegtakarítást, hogy közben hozzájárulnak a környezetvédelemhez.

[Konkrét projektek esetében is fontos a kültéri világítás milyensége, a minősítések során ezek környezettudatos kialakítására is kaphatók kreditek]

Egy, a Kutatási és Technológiai Innovációs Alap által is támogatott, 2014 decemberében lezárt projekt keretében a GE Hungary Kft., az MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézet, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, valamint az MTA Természettudományi Kutatóközpont együttesen hozta létre közvilágítási koncepcióját, mely a legkorszerűbb LED fényforrások és a napenergia hasznosításának egy rendszerbe való integrálását vizsgálta. Az ún. "E+grid" rendszer elemei az intelligens vezérlőrendszer, időjárás- és forgalomérzékelők, napaelemek, energiatároló akkumulátorok, valamint a LED-es lámpatestek. Az elképzelés szerint a napaelemek által éves szinten megtermelt villamos energia mennyisége meghaladná a világítási rendszer energiaszükségletét, így a felesleg visszatáplálható lenne a villamos energia hálózatba, egy esetleges hálózati zavar esetén pedig a rendszer önmagában, a villamos energia hálózatról leválva is működőképes lenne.



20. ábra Európa fényei

[15] forrás: MTI

4. Esettanulmány – egy budapesti kórház energetikai felmérésének elemzése

Példaépületem egy budapesti kórház három tömbből álló épületegyüttese, melynek energetikai koncepciójának készítésében a Pannon Építőműhely Kft. munkatársaként részt vettem. A továbbiakban az anonimitás végett a három épületet I. Főépület, II. Diagnosztika épület és III. Ambulancia néven fogom jellemezni és a vizsgált adatokat ismertetni.

A kórház megbízásából teljeskörű energetikai felmérés készült, mely tartalmazza az energetikailag optimális építészeti és gépészeti beruházásokra tett javaslatokat, azok költségeit, az általuk elérhető megtakarítást illetve a megtérülési időket. A koncepció fő célja az energetikai szempontból megfelelő döntés-előkészítés és a fejlesztési lehetőségek főbb irányvonalainak meghatározása, az ehhez kapcsolódó beruházási és megtérülési vizsgálatokkal kiegészítve. Emellett a tanulmány segíti a tulajdonost egy beruházási rangsor felállításában illetve kellő információval szolgál az Európai Unió és nemzeti pályázati források nyújtotta költségmegtakarítási lehetőségek kihasználásához.

A felmérés a 7/2006 TNM rendeletben foglalt számítási módszer szerint készült. ^[16]

Az épületek geometriai és épületfizikai tulajdonságai a helyszíni felmérésekből, az építészeti tervekből és műszaki leírásokból kerültek megállapításra. Ezen felül rendelkezésre álltak az intézménytől kapott éves hőfogyasztási adatok, melyek a gépészeti anyagrész elkészítésében jelentettek nagy segítséget.

A felmérés és az adatok feldolgozása összesen nagyjából négy hónapot vett igénybe. Ennek első és legfontosabb lépése volt a megállapodási feltételek és a feladatok/ütemterv tisztázása és a vizsgálandó épületek szemrevételezése volt.

Az épületekről a felméréseket követően készült el a részletes számításokat tartalmazó összesített energetikai koncepció. A felújítási lehetőségeket a fentebb említett hat modul szerint vizsgáltuk.

Jelen tanulmányban a világítás korszerűsítésének témakörét szeretném a három épület vonatkozásában és összesítve bővebben kifejteni, de az átfogóbb kép miatt röviden ismertetem az egyéb lehetőségeket is.

Az elemzés során három energiaszintet határozhatunk meg:

- jelenlegi energiaszint
- felújítással elérhető energiaszint
- TNM rendelet szerinti követelményszint.

A követelményértékek az épület felület/térfogat arányától függő fajlagos hőveszteségre illetve az összevont energetikai jellemző meghatározására vonatkoznak. Utóbbi a fűtés, melegvíz előállítás és –oktatási és irodaépületek esetén – a világítás éves, négyzetmétere jutó értéke.

Megtérülés szerint három csoportba oszthatjuk a javasolt felújításokat:

- **10 évnél rövidebb,**
- 10 és 20 év közötti
- **20 évnél hosszabb**

Az energetikai minőség szerinti besorolást a 7. oldalon található 4 ábra ismerteti.

[16] A rendelet 22 pontban határozza meg a számítás menetét. A lépések konkrét megnevezését ld: internetes források – 10) pont, a tanúsítás menete menüpont alatt

4.1 Az épületek rövid jellemzése

▪ I. Főépület

Az U alakú főépület a vizsgált épületek közül a legrégebbi, 1897-ben épült. Itt zajlik a krónikus betegellátás. A szerkezetek építéskorabeliek, a falak nagyméretű tömör téglából készültek a padlásfödém fa gerendafödém, a tető szintén faszervezetű, az ablakok kapcsolt gerébtokos fa nyílászárók.

▪ II. Diagnosztika

Az épület 1981-ben épült, funkcióját tekintve itt található a kórház diagnosztikai részlege illetve intenzív és aneszteziológia, és szülészeti osztálya Jelenlegi építési szerkezeteiről általánosságban elmondható, hogy nem felel meg a kor követelményeinek. A függőleges határoló szerkezeteket előregyártott vasbeton falpanelek alkotják, szerelt kő homlokzatburkolattal; a vízszintes teherhordó szerkezetek – lapostető, födéme – szintén vasbeton anyagúak. A nyílászárók részben építéskorabeli fém, részben korszerűsített, de a mai kor követelményértékétől elmaradó műanyag típusúak (fix és bukó-nyíló vegyesen). A belső burkolatok minősége osztályonként igen változó.

▪ III. Ambulancia

Ez a legújabb, 1986-ban épült részleg kelet-nyugati kiterjedésű, jelenleg itt található a kórház bejárata, ezen felül pedig a különböző ambulancia- és járó beteg ellátási osztályok. A falak itt is előregyártott vasbeton falpanelből állnak, a födéme mindegyike vasbeton födém, minimális hőszigeteléssel, vagy anélkül. A nyílászárók fémkeretes, levegőtöltéses üvegezésű nyílászárók. A belső téri minőség itt is igen változó, de általánosságban relatíve jó állapotú.

Összességében elmondható, hogy bár akadnak részben fejlesztés alá vont területek [például részleges nyílászáró csere], az épületek nem tesznek eleget a mai elvárásoknak és igen jelentős felújításra szorulnak, mind az építészet mind az épületgépészet és világítás korszerűsítés terén. Az épületek jelenlegi és felújított ^[17] állapotú energetikai besorolását az alábbi táblázat tartalmazza.

Épület	Energetikai besorolás	
	jelenlegi állapot	felújított állapot
I. Főépület	E - átlagosnál jobb	D - követelményt megközelítő
II. Diagnosztika	E - átlagosnál jobb	B - követelménynél jobb
III. Ambulancia	E - átlagosnál jobb	B - követelménynél jobb

1. táblázat

[17] Teljes körűen, a legoptimálisabb módon történő felújítást jelenti.

4.2 Építészeti felújítás

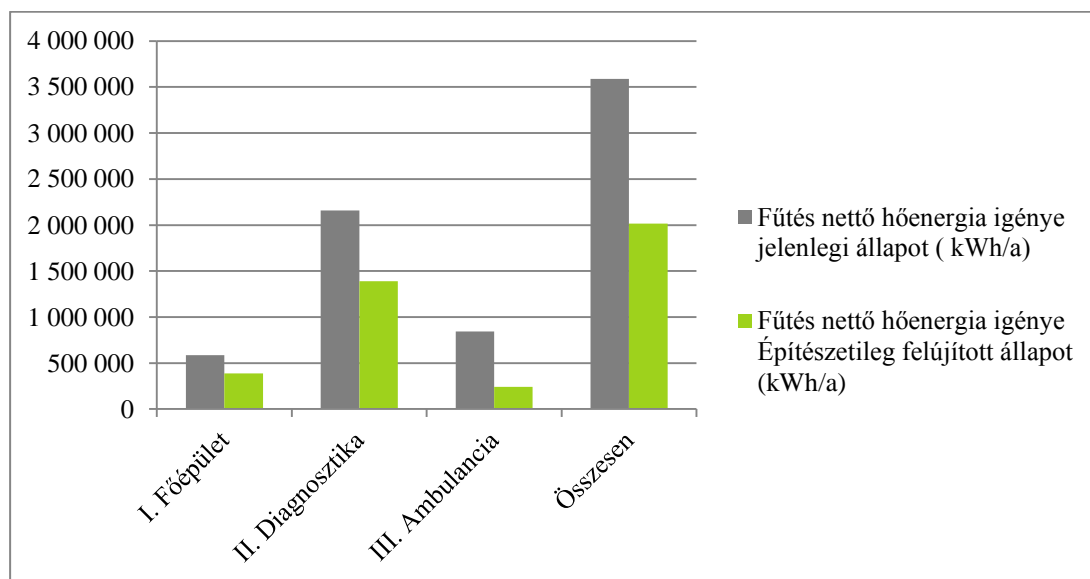
Az építészeti felújítás tulajdonképpen az épületek hőszigetelését, és a nyílászárók cseréjét jelenti. Megvizsgáltunk többféle variációt^[18] is mindhárom épület esetében, majd kiválasztottuk az általunk ár-érték vonatkozásban leginkább megfelelő opciót. Ez a II. Diagnosztika és III. Ambulancia épületek esetében a falakon 15cm hőszigetelést és kőburkolat készítést, a lapostető és padlásfödém 15-20cm hőszigetelését illetve az összes nyílászáró 3 rétegű üvegezéssel ellátott cseréjét jelentette. Az I. Főépület esete a látszó téglá homlokzatra való tekintettel más, – bár nem esik műemléki védelem alá – a kórház kérése az volt, hogy ne kapjon utólagos hőszigetelést. Itt az optimális esetet a födémek 15-20cm hőszigetelése és a nyílászárók 3 rétegű fa nyílászárókra való cserélése jelenti. Érdekes azonban megfontolni a hőszigetelés lehetőségét is, mert ezzel igen kedvező, akár a követelményeknél jobb eredményre juthatunk.

A felújításokat követően az épületek az 1. táblázat szerinti energetikai besorolást kapják.

Az építészeti felújítások igen radikális megtakarításokat eredményeznének a fűtési fordítások terén. Optimális korszerűsítéssel elérhető fűtési költség és nettó hőenergia igény csökkenését mutatja a **2. és 3. táblázat**.

Épület	Fűtési költség		éves megtakarítás (%)
	jelenlegi állapot (Ft)	felújított állapot (Ft)	
I. Főépület	11 954 000	8 259 000	31%
II. Diagnosztika	44 660 000	30 280 000	32%
III. Ambulancia	18 172 000	6 932 000	62%
Összesen	74 786 000	45 471 000	39%

2. táblázat



3. táblázat

[18] Vizsgálatok 6-7 különböző lehetőség szerint: hol van szigetelés [falak, födémek, lábazat]; van-e kőburkolat; régi/összes ablak cseréje.

Energiatudatos épületfelújítás és üzemeltetés a 21. században

4.3 Gépészeti felújítás

A kórház hőigényét távhőszolgáltatás biztosítja nagyjából 10 éve, amikor kiváltásra kerültek az épület saját kazánjai. A 2006-ban átépített II. Diagnosztikai épület alagsorában található hőfogadó és alhőközpont helyiségek kivételével elmondható, hogy a melegvízes fűtési és HMV rendszer hőelosztást és hőleadást biztosító elemei mintegy 30 évesek, csupán a legszükségesebb javítások, kisebb bővítések történtek meg időközben.

Az átvizsgált távhőszolgáltatóval érvényben lévő szerződések alapján elmondható, hogy azok a kórház szempontjából kedvezőek: az igénybe vett hőenergia és alapdíj együttes összege csak kis mértékben lépi túl a saját kazánnal végzett hőelőállítás alternatíváját. Ugyanakkor a hőelőállítás üzemeltetésének, karbantartásának közvetlen díja a kórházat nem terheli.

A hőtechnikai számítások szerint az épületek fűtési hőigényét a jelenlegi és a felújítási állapotokban a **4. táblázat** tartalmazza.

Épület	építési év	alapterület (m ²)	térfogat (m ³)	jelenlegi hőveszteség (kW)	felújítás utáni hőveszteség (kW)	csökkenés (%)
I. Főépület	1897	3 175	11 668	390	281	27,9
II. Diagnosztika	1981	13 450	40 331	1 480	1 058	28,5
III. Ambulancia	1986	7 464	19 219	676	320	52,66
Összesen		24 089	125 580	2 546	1 659	34,84

4. táblázat

Legjelentősebb veszteséget a gépészeti rendszerek vezérlésének szinte teljes hiánya okozza, a fűtési és HMV szolgáltatásokhoz kapcsolódó szelepek állítása teljes egészében kézzel történik. A gépészet felügyeleti rendszerének cseréje és kibővítése [időprogramozhatóság, légtechnikai zsulumozgatás] kb. 1 év alatt megtérülő beruházással megvalósítható lenne.

▪ Megújuló energiaforrások használata

A kórházi funkcióból adódó, egész évben magas HMV igény fedezésére megfontolandó annak megújuló energiaforrásból történő részleges fedezése. A vizsgálatok szerint a napkollektoros rendszer kiépítése éves szinten kb. 2,8 millió forint megtakarítást eredményezne, és 14 év alatt térülne meg.

Másik lehetséges alternatíva egy napelemes rendszer kiépítése, mely az elektromos energiaigény kiszolgálását segítené. Ennek telepítése – amennyiben a teljes tetőfelület lefedésre kerülne – éves szinten kb. 26 millió forint megtakarítást jelentene. Megtérülése 9 év alatt várható.

4.4 Vízgazdálkodás

A felmérés során erre a modulra nem térünk ki részletesen, ugyanakkor hozzátenném, hogy komoly megtakarítási lehetőség rejlik a nagy tetőfelületen összegyűlő csapadékvíz hasznosításában, vagy a csapok energiatakarékos típusokra való cseréjében is.

4.5 Világítás

Az intézmény világítási hálózata korszerűtlen, nagyrészt a nyolcvanas évek elavult technológiáját tükrözi. Néhány, a II: Diagnosztikai épületben lévő felújított helyiségcsoport kivételével a világítási rendszert rossz hatásfokú, elektromagnetikus működtető egységekkel és elöregedett prizma illetve opálbúrákkal ellátott lámpatestek alkotják. Megtakarítás ezen a területen kétféle módon érhető el:

- az elavult világítótestek cseréjével
- a jelenlegi – az előírt értékeknél általában magasabb – megvilágítási szint csökkentésével.

Az egyes helyiségekben az alábbi előírásoknak^[19] kell teljesülniük a korszerűsítések után:

recepció, ügyeleti helyiség – 200 lux
tartózkodó, pihenő helyiség – 100 lux
társalgó – 200 lux
oktató, tárgyaló – 300 lux
öltöző, WC, mosdó – 100/200 lux
étkező – 200 lux
irodahelyiség természetes világítással – 200 lux
irodahelyiség természetes világítás nélkül – 500 lux
konyha – 500 lux
raktár – 50 lux
műhely – 500 lux
kórterem általános/olvasó – 100/300 lux
kezelő általános/vizsgálat helyén – 500/1000 lux
műtő általános/előkészítői/műtési terület – 500/1000/10 000-100 000 lux
intenzív általános/kezelés helyén – 100/1000 lux
boncterem általános/boncasztal – 500/5000 lux

A lámpatestek cseréjének pozitív kihatása van az üzemeltetési költségek egyéb vonatkozásában is, hiszen a fényforrások egységesítése, és a korszerűbb típusok alkalmazása miatt egyszerűbbé válnak a karbantartási tevékenységek, így annak költségei is csökkennek.

További megtakarítást eredményezhet, ha a felújítás megvalósítása során átgondoljuk és optimalizáljuk a jelenlegi kiosztást.

Az alábbiakban a három épületre külön ismertetem a korszerűsítési javaslatokat, azok beruházási költségeit és megtérülési idejét. Az adatokat a jobb áttekinthetőség érdekében táblázatokban foglaltam össze. [Ld.: mellékletek]

[19] ld.: EN 12464-1 ill. MSZ EN 12464-1 Fény és megvilágítás, munkahelyi megvilágítási szabvány

Az összesített eredményt az **5. táblázat** tartalmazza.

Világításkorszerűsítés			
Épület	beruházási költség (Ft)	összes elérhető megtakarítás (Ft/év)	megtérülési idő (év)
I. Főépület	16 539 667	2 849 084	5,81
II. Diagnosztika	85 704 121	7 848 723	10,92
III. Ambulancia	45 813 116	5 592 092	8,19
Összesen	148 056 905	16 289 899	9,09

5. táblázat

Energiatakarékos izzók használatán és a lámpatestek cseréjén túl a fogyasztás csökkentését segíti az egyes elektromos fogyasztók kapcsolóinak megnevezése is, ezáltal elkerülhető például a lámpák felesleges felkapcsolása.

Megfontolandó a nagyobb helyiségek, szobák asztali lámpákkal, feladat világítással, illetve az időszakos használt helyiségek – például mosdók, öltözők – mozgásérzékelővel való ellátása.

4.6 Számlaaudit

Jelen tanulmány keretei között erre a pontra nem térek ki, mivel az eredmények és egyéb következtetések szempontjából nincsen meghatározó szerepe.

4.7 Fogyasztói szokások

A felmérés során kérdőíveket küldtünk a kórház dolgozói részére, hogy megtudjuk, hogyan látják a kórház helyzetét energiatudatos felhasználás, és takarékoság szempontjából, mennyire tartják fontosnak az energiatudatosságot a munkájuk során. Négyféle kérdőív készült, külön az üzemeltetésért felelős vezetőség, a karbantartók és üzemeltetők, az egészségügyi és irodai dolgozók és a konyhai, illetve mosdai dolgozók részére, melyek kitöltésére két hét áll rendelkezésre. Az összesen kb. 643 főből csupán 70 töltötte ki a kérdőíveket, ami igen alacsony, 11%-os részvételi arányt jelent. Ebből arra következtettünk, hogy a dolgozók többségének nem olyan fontos az energiatudatosság a kórház működésében.

A kitöltött kérdőívek alapján összegyűjtött információkat az alábbi pontokba szedve foglaltam össze:

- a dolgozók 75%-a nincs tisztában a kórház energiafogyasztásával, üzemeltetési költségeivel illetve hogy mennyit fogyaszt az a helyiség vagy épület ahol ő dolgozik
- az energiatudatosság nem téma a heti agy havi értekezletek alkalmával
- a dolgozók 74%-nak vannak ötletei az energiatakarékosság terén, de nem tudják, hogy ezeket kivel oszthatnák meg
- a helyiségek komfortérzetét (hőmérséklet, megvilágítás) eltérően ítélték meg, ugyanakkor a helyi szabályozás lehetőségének hiányát sokan kifogásolták ^[20]
- a szellőztetés a legtöbb helyen ablaknyitással történik, mesterséges szellőztetést kevés helyen alkalmaznak
- a világítás korszerűtlen, a legtöbb helyen hagyományos, nem energiatakarékos izzókkal világítanak; nincs előírás a világítás használatára, és a kapcsolók sincsenek megjelölve, melyik milyen lámpát kapcsol> felesleges lámpák felkapcsolása
- a helyi feladatvilágítás sok helyen hiányzik, amivel csökkenthető agy elkerülhető lenne a nagyobb fogyasztású, egész szobát megvilágító lámpák használata
- nincsenek szabályok a hőmérséklet szabályozását illetően
- jelenleg a WC tartályok nagy részénél (91%) nincs lehetőség arra, hogy csak szükség esetén használják a teljes tartályt az öblítéskor
- a helyiségekben hagyományos csapok, zuhanyfejek vannak felszerelve, a csöpögő csapokat a karbantartók javítják, mihelyt azt valaki jelenti nekik
- a dolgozók nem kapnak megfelelő tájékoztatást a végzett vagy tervezett korszerűsítésekről

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a korszerűtlen berendezések mellett igen jelentős hangsúly van a dolgozók tájékozatlanságán és érdektelenségén, ami a későbbi, felújítások utáni használat során is gondot okozhat. (Hiába van egy nagyon korszerű, energiatakarékos épületem, ha nem tudom, hogyan kell rendeltetésszerűen használni.) Ezért mindenképpen javasolt a dolgozók rendszeres és szemléletes informálása^[21], motiválása és ötleteik meghallgatása, például poszterek, matricák (www.ecominders.hu), ötlet ládák elhelyezésével, a legjobb ötletek jutalmazásával (pl. ajándékutalványok), illetve a megbeszéléseken a téma felvetésével, hogy az energiatudatosság minél inkább beépüljön a köztudatba. Emellett nagyon hasznos lenne egy olyan szoftver, ami méri a kórház egészének és részlegeinek energiafogyasztását és felhasználói szokásait, ezzel lehetőséget adva a rendszeres elemzésre és jobbításra.

[20] A helyi szabályozás lehetőségek az eltérő tájolású helyiségek tekintetében kiemelten fontos, például a III. Ambulancia épület helyiségei esetében, ahol az épület K-NY irányú kiterjedése miatt a helyiségek tájolása északi vagy déli, és ebből kifolyólag eltérő fűtési igények jelentkeznek.

[21] A szemléletes, közérthető megjelenítés és jutalmazás sokat segíthet az emberek érdeklődésének megnyerésében és közreműködésük megszerzésében. Egy pozitív és érdekes marketing példa a Skanska Green House irodaháza, melynek előterében interaktív kivetítőn jelennek meg az épület fogyasztási adatai, bérlői szektorokra bontva. Nem melléleg ez a magyar irodapiac legzöldebb ingatlanfejlesztési projektje, és egyben az első budapesti irodaház, amely a LEED tanúsítási rendszer szerint platina fokozatot kapott, kiemelkedően magas pontszámmal. [ld.: www.skanska.hu]

4.8 Eredmények összesítése

A felmérés összesített eredményét tartalmazza az alábbi táblázat. Amennyiben a javasolt beruházások mindegyike megvalósításra kerül, úgy ezekkel a beruházási költségekkel, megtakarításokkal és megtérülési idővel számolhatunk a teljes intézményre vonatkozóan.

A költségek pályázati és egyéb támogatás nélkül kerültek megállapításra, tehát sikeres támogatási forrás megszerzése esetén az önrész értéke a támogatás intenzitásának arányában tovább csökkenne.

Modul	Beruházás tárgya	Beruházás költsége (M Ft)	Elérhető megtakarítás (M Ft/év)	Megtérülési idő (év)
gépészet	Szabályozás, épületfelügyelet	9 000 000	8 850 675	1,02
gépészet	Napelem	226 263 200	26 006 400	8,7
világítás	Világítás korszerűsítés	148 056 905	16 289 899	9,09
építészet	Padlásfödém hőszigetelés	23 112 000	2 355 645	9,81
építészet	Árkádfödém hőszigetelés	2 974 000	251 000	11,85
gépészet	Napkollektor	41 021 768	2 806 753	14,62
építészet	Nyílászáró csere	418 683 000	17 154 265	24,41
építészet	Külső fal hőszigetelése	199 783 000	7 190 000	27,79
építészet	Lapostető hőszigetelés	73 988 000	2 365 091	31,28

6. táblázat

5. Konklúzió – az építészet jövője?

Tanulmányomban az energiatudatosság építészetet érintő, tervezési, felújítási és üzemeltetési kérdéseivel, az energiafelhasználás, megtakarítás és megtérülés összefüggéseivel foglalkoztam. Célom az energiatudatos építkezés és üzemeltetés fontosságának hangsúlyozása volt, konkrét megtakarítási lehetőségek ismertetésével és egy valós esettanulmány bemutatásával.

Az Európai Unió és ezzel összhangban lévő hazai célkitűzések és szigorodó előírások következtében fontos, hogy tisztában legyünk mind a technikai és gazdasági lehetőségekkel, mind az épületekkel szemben támasztott követelményekkel.

Jelen dolgozat természetesen nem nyújt minden felmerülő kérdésre választ, hiszen egy nagyon sokrétű, összetett és folyamatosan fejlődő, újabb és újabb információval bővülő témáról van szó.

Munkám során a legfontosabb információkat próbáltam összegyűjteni és elemezni, ezáltal iránymutatást nyújtani az építészet jövőjét illetően, hiszen annak bármelyik területén is helyezkedünk el – tervezés, kivitelezés, üzemeltetés – az energiatudatosságnak minden bizonnyal kiemelt szerepe lesz.



21. ábra

"Az Európai Unió a világ legnagyobb energiainportőre, teljes energiafelhasználásának több mint fele importból származik. Nem véletlen, hogy az energiahatékonyság egyre nagyobb szerephez jut az EU politikájában." [22]

[22] Idézet - Szalai Gabriella, a MEHI programigazgatója; forrás: www.pannonepitomuhely.hu, www.magyarepitestechnika.hu

6. További érdekes cikkek, könyvek a témában:

▪ a minősítésekről:

Zöld minősítés - http://ligetbudapest.org/media/doc/32_zold-minosites.pdf

British business centre opens in Budapest - <http://dailynewshungary.com/british-business-centre-opens-in-budapest/>

▪ a világításról:

Gregg D. Ander: *Daylighting performance and design*, Second edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2003

Fenntartható köztéri világítás - http://designpumpa.blog.hu/2010/06/07/igendesign_fenntarthato_kozteri_vilagitas

Köztéri világítás - <http://www.alternativenergia.hu/kozteri-vilagitas-a-viragszirmok-segitsegevel/17455>

Ipaddal vezérelhető utcai világítás készül Londonban -

http://www.technet.hu/hir/20121105/ipaddel_vezereheto_utcai_vilagitas_keszul_londonban/

Az egész országot fűti Budapest - <http://www.origo.hu/idojaras/20130128-az-egesz-orszagot-futi-budapest-varosi-hulladekho-1500-kilometerre-is-melegedest-okoz.html>

25 évig természetes fény fillérékéért: ez a jövő? -

<http://www.pannonmuhely.hu/energiatakarikos/?energiatakarikos=138>

Light bulb of the future available for Earth Day; Energy-saving bulb costs \$50, lasts 25 years -

<http://www.nydailynews.com/new-york/light-bulb-future-earth-day-article-1.1063090>

Szabályozható energiatakarékos izzó - <http://www.pannonmuhely.hu/energiatakarikos/?energiatakarikos=34>

▪ a fenntartható építészetéről

George Baird: *Sustainable Buildings in practice – what the users think*; Routledge, 2010

Stasztika- why green offices are better - <http://www.gbscommercialcleaning.com/2015/09/the-stats-why-green-offices-are-better/>

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom mindenk előtt Dr. Hajnal Istvánnak, aki hasznos tanácsaival és útmutatásával segítette munkámat.

Külön köszönet a Pannon Építőműhely Kft.-nek az adatok felhasználásának engedélyéért és Ácsné Benyó Magdolnának a közös munkáért és támogatásért.

Források

▪ Könyvek:

- 1) Dr. Hajnal István: Az ingatlankezelés és létesítménygazdálkodás alapjai, egyetemi jegyzet, BME MTI, 2007
- 2) Antonia Terranova, Gianpaola Spirito, Sbrina Leone és Leone Spita: Ökoépítészet - A környezettudatos építészet lehetőségei, 2010 fordítás
Eredeti cím: Eco Structures. Forms of Sustainable Architecture, 2009
- 3) Thomas Königstein: Az energiatakarékos építkezés kézikönyve; Z-Press Kiadó Kft., 2006
- 4) Épületenergetikai Segédlet, PTE Pollack Mihály Műszaki Kar, 2009
- 5) Dr. Tóth Péter: Az épületek energiafelhasználása, energiatanúsítás és auditálás helyzete Magyarországon, Széchenyi István Egyetem, Környezetmérnöki Tanszék, 2007 (előadás)
- 6) Viczai János: Megújuló energiák hasznosítási lehetőségei az építészetben, Terc Kiadó, 2012
- 7) Peter F. Smith: Architecture in a Climate of Change, A guide to sustainable design; Architectural Press, 2005
- 8) European Commission, Thermie - Energy Efficient Lighting in Buildings – Thermie Programme action N°1400, Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 1998
- 9) Szlávik János: Környezetgazdaságtan, Typotex kiadó, 2008

▪ **Internetes anyagok:**

- 1) *Dr. Lányi Erzsébet: Fenntartható és energiatudatos építés* - http://szte.org.hu/rendezvenyek/archiv/letolt/2008.11.6-7.teglas_napok/Fenntarthato_es_energiatudatos_epites.pdf
- 2) *Energiatudatos közbeszerzés: Követendő példák az európai gyakorlatból* – http://www.ktk-ces.hu/energiatud_kiadv.pdf
- 3) cikkek a www.alternativenergia.hu oldalról:
2014-ben újra lehet pályázni energiatakarékossági felújításra - <http://www.alternativenergia.hu/2014-ben-ujra-lehet-palyazni-energiatakarékossagi-felujitasra/63795>
A fenntarthatóság egyre inkább üzleti érdek - <http://www.alternativenergia.hu/a-fenntarthatosag-egyre-inkabb-uzleti-erdek/73175>
Duplájára kell növelni a zöldenergia-felhasználást 2020-ra - <http://www.alternativenergia.hu/duplajara-kell-novelni-a-zoldenergia-felhasznalast-2020-ra/73150>
Kaposvár célja, hogy 2050-ig százszázalékban megújuló energiára alapuló város legyen - <http://www.alternativenergia.hu/kaposvar-celja-hogy-2050-ig-szaz-szazalekban-megujulo-energiara-alapulo-varos-legyen/72412>
A nulla energiaigényű épületek a jövő - <http://www.alternativenergia.hu/a-nulla-energiaigenyu-epuleteke-a-jovo/69048>
- 4) cikkek a www.chikansplanet.blog.hu oldalról:
Globális összefogás a fenntartható városokért - http://chikansplanet.blog.hu/2015/10/02/globalis_osszefogas_a_fenntarthato_varosokert#more7880878
Fenntartható fejlődés, mint tudományág? - http://chikansplanet.blog.hu/2015/09/25/fenntarthato_fejlodes_mint_tudomanyag#more7820108
- 5) *Nemzeti Épületenergetikai Stratégia - A magyar épületállomány energiahatékonysági felújítási programja* - <http://zbr.kormany.hu/nemzeti-epuletenergetikai-strategia-a-magyar-epuletallomany-energiahatekonysagi-felujitasi-programja>
- 6) *176/2008. (VI. 30.) Korm. rendelet az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról* - http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0800176.KOR
- 7) *Megjelentek az első KEHOP pályázatok* - <http://kornyezettechnologia.kormany.hu/megjelentek-az-első-kehop-palyazatok>
- 8) *RATI - Form follows energy...* - <http://epiteszforum.hu/rati-form-follows-energy>
- 9) *Milyen kihívások állnak az üzemeltető és ingatlankezelő cégek előtt?* - http://www.portfolio.hu/premium/milyen_kihivasok_allnak_az_uzemelteto_es_ingatlankezelo_cegek_elott.148359.html
- 10) *Az EU célkitűzései az energiafogyasztás csökkentésére* - <http://tanusitvany.energia.ma/az-eu-celkituzesei-az-energiafogyasztas-csokkentesesere/>
- 11) *Magyarország benyújtotta 2015. évi Nemzeti Reform Programját* - <http://hirlevel.egov.hu/2015/05/01/magyarorszag-benyujtotta-2015-evi-nemzeti-reform-programjat/>
- 12) *MAGYARORSZÁG 2015. ÉVI NEMZETI REFORM PROGRAMJA* - http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/csr2015/nrp2015_hungary_hu.pdf

Energiatudatos épületfelújítás és üzemeltetés a 21. században

- 13) *Duplázunk kell a zöldenergiát* - <http://www.piacesprofit.hu/klimablog/duplazzunk-kell-a-zoldenergiat/>
- 14) *A széndioxid-kibocsátás felét az épületek energiafelhasználása okozza* - http://www.innoteka.hu/hir/a_szendioxid_kibocsatas_felet_az_epuletek_energiafelhasznalasa_okoza.493.html
- 15) <http://www.ecominders.com/>
- 16) <http://www.skanska.hu/>
- 17) cikkek a www.pannonepitomuhely.hu oldalról:
 - Önfenntartó közvilágítást fejlesztenek* - <http://www.pannonmuhely.hu/energiatakarekos/?energiatakarekos=191>
 - Mire jó a fénycsatorna?* - <http://www.pannonmuhely.hu/energiatakarekos/?energiatakarekos=71>
 - Megújuló energiaforrásokból származó energia felhasználása Európában* - <http://www.pannonmuhely.hu/energiatakarekos/?energiatakarekos=246>
- 18) <http://www.ekoenergy.org/hu/ecolabel/other-standards/>
- 19) *Közeledik a kötelező energetikai audit határideje* - <http://magyarepites technika.hu/index.php/hirek/2894-kozeledik-a-koetelezo-energetikai-audit-hatarideje#&panel1-1&panel2-1>
- 20) *Óriási elismerés a hazai zöldépítésnek: rangos európai díjat nyert az Eiffel Palace* - <http://magyarepites technika.hu/index.php/hirek/2888-oriasi-elismeres-a-hazai-zoeldepitesnek-rangos-europai-dijat-nyert-az-eiffel-palace#&panel1-1&panel2-1>
- 21) *A fény mestere – master of light* - <http://afenymestere.hu/>
- 22) *Solarspot – hivatalosan is fényesebb* - <http://fenycsatorna.hu/>
- 23) *Minősítések* - <http://www.hugbc.hu/page.php?id=30>
- 24) *BREEAM* - http://www.breeam.hu/tanusitas_index.html
- 25) *Változik az épületek energetikai tanúsítása* - <http://magyaridok.hu/gazdasag/valtozik-az-epuletek-energetikai-tanusitasa-60208/>
- 26) *Aktuális hírek - épületenergetika 2016* - <http://tervezzukegyutt.hu/index.php/18-epuletenergetika-2016>
- 27) *Tilesch Péter előadása: Az EU és Magyarország villamos energiastratégiájának kapcsolódási pontjai a 2020-2050 energia útitervhez* - http://www.e-met.hu/files/cikk3101_MET_Eromu_Forum_2012_Tilesh.pdf
- 28) www.energiaoldal.hu

▪ **Képek, ábrák forrása:**

1. ábra – www.shutterstock.com
2. ábra – cégek logói:
www.domefsg.hu
www.obudagroup.com
www.colliers.com
3. ábra – Az EU éves energiafogyasztásának megoszlása, 2012
www.rockwool.com
4. ábra – Épületek energetikai besorolása – www.architektimmo.hu
5. ábra – BedZED, London, Anglia – www.uncubemagazine.com
6. ábra – Öko-Hauptschule, Mäder, Ausztria – www.maeder.at
7. ábra – METI School, Rudrapur, India – www.buildingindustry.org
8. ábra – Sövényház, Rostock – www.e-architect.co.uk
9. ábra – Természetvédelmi Kutatóintézet, Wageningen, Hollandia–
www.commons.wikimedia.org
10. ábra – Fitness Stúdió, Barcelona – www.pinterest.com
11. ábra – www.panoramio.com
12. ábra - BREEAM és LEED minősítés logója – www.klear.com és www.extron.com
13. ábra – Eiffel Palace irodaház, Budapest – www.frontoplan.hu és www.hg.hu
14. ábra – Világítási eszközök energiafogyasztása – www.mti.hu
15. ábra – Philips, LED – www.pannonmuhely.hu
16. ábra – fénycső – www.sunpipe.com
17. ábra – SILS rendszer – www.fenyysatorna.hu
18. ábra- EKOenergy logó – www.ekoenergy.org
19. ábra – www.telegraphs.co.uk
20. ábra – Európa fényei – www.cleantechies.com
21. ábra – www.paubuilders.org

Mellékletek

Világítás felmérés táblázatai

I. Főépület																
jelenlegi állapot					felújított állapot					beruházás és megtakarítás						
jelenlegi lámpatest	névleges teljesítmény (W)	felvett teljesítmény (W)	hálózati veszteség (%)	mennyiség (db)	javasolt lámpatest	névleges teljesítmény (W)	felvett teljesítmény (W)	hálózati veszteség (%)	mennyiség (db)	lámpatest/fényforrás bekerülési költség (nettó Ft/db)	munkadíj (nettó Ft/db)	korszerűsítés költsége + 20% tartalék (bruttó Ft)	órás energia megtakarítás (Wh/lámpatest)	üzemóra (óra)	éves megtakarítás br. 50 Ft/kWh áron (bruttó Ft/év)	megtérülés (év)
hagyományos fénycső	58	70	10	769	dupla parabola tükrös	49	52	10	769	9 900 Ft	2 000 Ft	13 946 276	19,8	8	2 223 025	6,27
hagyományos fénycső	36	46	10	117	dupla parabola tükrös	28	30	10	117	9 900 Ft	2 000 Ft	2 121 865	17,05	8	291 248	7,29
hagyományos fénycső	18	23	10	17	dupla parabola tükrös	14	16	10	17	9 900 Ft	2 000 Ft	308 305	8,525	8	21 159	14,57
hagyományos izzó	40	40	10	63	kompakt fénycső	9	9	10	63	1 500 Ft	200 Ft	163 220	34,1	8	313 652	0,52
kompakt fénycső	13	13	10	9	megfelelő				9							
összesen				975					975			16 539 667			2 849 084	5,81

II. Diagnosztika																
jelenlegi állapot					felújított állapot					beruházás és megtakarítás						
jelenlegi lámpatest	névleges teljesítmény (W)	felvett teljesítmény (W)	hálózati veszteség (%)	mennyiség (db)	javasolt lámpatest	névleges teljesítmény (W)	felvett teljesítmény (W)	hálózati veszteség (%)	mennyiség (db)	lámpatest/fényforrás bekerülési költség (nettó Ft/db)	munkadíj (nettó Ft/db)	korszerűsítés költsége + 20% tartalék (bruttó Ft)	órás energia megtakarítás (Wh/lámpatest)	üzemóra (óra)	éves megtakarítás br. 50 Ft/kWh áron (bruttó Ft/év)	megtérülés (év)
hagyományos fénycső	40	50	10	4	dupla parabola tükrös	28	30	10	4	9 900 Ft	2 000 Ft	72 542	21,45	8	12 527	5,79
hagyományos fénycső	36	46	10	498	dupla parabola tükrös	28	30	10	498	9 900 Ft	2 000 Ft	9 031 529	17,05	8	1 239 671	7,29
hagyományos fénycső	18	23	10	4 179	dupla parabola tükrös	14	16	10	4 179	9 900 Ft	2 000 Ft	75 788 672	8,525	8	5 201 392	14,57
hagyományos izzó	40	40	10	252	kompakt fénycső	9	9	10	252	1 500 Ft	200 Ft	652 882	34,1	8	1 254 607	0,52
halogén spot	40	40	10	25	led spot GU10	5	5	10	25	3 960 Ft	200 Ft	158 496	38,5	8	140 525	1,13
háromsávós fénycső	58	58	10	76	megfelelő											
háromsávós fénycső	18	18	10	929	megfelelő											
kompakt fénycső	13	13	10	152	megfelelő											
Összesen				6 115					6 115			85 704 121			7 848 723	10,92

III. Ambulancia																
jelenlegi állapot					felújított állapot					beruházás és megtakarítás						
jelenlegi lámpatest	névleges teljesítmény (W)	felvett teljesítmény (W)	hálózati veszteség (%)	mennyiség (db)	javasolt lámpatest	névleges teljesítmény (W)	felvett teljesítmény (W)	hálózati veszteség (%)	mennyiség (db)	lámpatest/fényforrás bekerülési költség (nettó Ft/db)	munkadíj (nettó Ft/db)	korszerűsítés költsége + 20% tartalék (bruttó Ft)	órás energia megtakarítás (Wh/lámpatest)	üzemóra (óra)	éves megtakarítás br. 50 Ft/kWh áron (bruttó Ft/év)	megtérülés (év)
hagyományos fénycső	58	70	10	6	dupla parabola tükrös	49	52	10	6	9 900 Ft	2 000 Ft	108 814	19,8	8	17 345	6,27
hagyományos fénycső	36	46	10	1 435	dupla parabola tükrös	28	30	10	1 435	9 900 Ft	2 000 Ft	26 024 586	17,05	8	3 572 146	7,29
hagyományos fénycső	18	23	10	1 066	dupla parabola tükrös	14	16	10	1 066	9 900 Ft	2 000 Ft	19 332 550	8,525	8	1 326 797	14,57
hagyományos izzó	60	60	10	3	kompakt fénycső	11	11	10	3	1 500 Ft	200 Ft	7 772	53,9	8	23 608	0,33
hagyományos izzó	40	40	10	131	kompakt fénycső	9	9	10	131	1 500 Ft	200 Ft	339 395	34,1	8	652 197	0,52
kompakt fénycső	13	13	10	56	megfelelő											
Összesen				2 697					2 697			45 813 116			5 592 092	8,19