

*Bencző László – Tóth Tamás – Baranyai Gergő*

# Zöldebb út a jövőbe

## Path for a Greener Future



### *Összefoglalás*

A tanulmány alapjául egy 5 hónapos előkészítés és felmérés szolgál, amelyet alapvetően 3 hazai kórházban végeztünk. Az intézményrendszeren belül a vezetők által kijelölt épületek energetikai felmérése készült el. Mindhárom kórház esetében a cél egy olyan döntést megalapozó anyag megalkotása, amely révén hitelesen, adatokkal alátámasztva kimutatható, hogy az üzemeltetési költségek, megközelítőleg mindhárom kórház esetében az egytizedére leszoríthatók a tanulmányban bemutatott innovatív energetikai módszerek által. Az épületek a tanulmányban ismertetett felújítás után rendelkeznek majd hűtéssel is, valamint a károsanyag kibocsátás csökkentésével a széndioxid kvóta jóvoltából bevételhez is juthatnak. Jelen tanulmányban a konkrét példán és számításokon keresztül kívánjuk bemutatni azt is, hogy hogyan valósítható meg a cikkben szereplő kórházépületek mellett a Milton Friedman Egyetem épületenergetikai korszerűsítése. Kimutatjuk a bekerülési és a várható megtakarításon alapuló megtérülést a vizsgált épületek esetében. A tanulmány eredményeként, a kórházakhoz hasonlóan, a Milton Friedman Egyetem működési költsége és károsanyag kibocsátása akár a tizedére is csökkenhet a zárthurkú talajszondás rendszerrel.

**Journal of Economic Literature (JEL) kódok:** O33, O12, R11

**Kulcsszavak:** üzemeltetési költségcsökkentés, energiamegtakarítás, energiahatékonyság, megújuló energia, épületenergetika

---

BENCZŐ LÁSZLÓ, PhD hallgató, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gazdaság- és Regionális Tudományi Doktori Iskola (lbenczo@deltech.hu), PROF. DR. TÓTH TAMÁS, egyetemi tanár, Kodolányi János Egyetem, Egyetemi tanár, Tanszékvezető, Gazdálkodási és Menedzsment Tanszék, Fenntartható Gazdaság Intézet (toth.tamas.argi@gmail.com), BARANYAI GERGŐ, PhD hallgató, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gazdaság- és Regionális Tudományi Doktori Iskola (gergobaranyai91@gmail.com).

*Summary*

The study is based on a five-month-long preparation and assessment, which was essentially performed in three hospitals in Hungary. The energy survey of their buildings assigned by the managers was completed within the institutions. For all three hospitals, the aim was to create a material which may serve as a basis for decision-making and which is suitable for demonstrating – supported by verifiable data – that the operating costs of all three hospitals can be reduced to approximately one-tenth of the original costs by using the innovative energy practices presented in the study. After the renovations described in the study, the buildings will be equipped with cooling as well, and can also get some income through carbon-dioxide quotas by reducing pollutant emissions. In this study, we intend to demonstrate through concrete examples and calculations how to implement the energy modernization of Milton Friedman's University, in addition to the hospital buildings presented in the article. We also demonstrate the costs and the expected rate of return for the studied buildings. The study shows that – like the hospitals – the operating costs and the pollutant emissions of Milton Friedman's University may be reduced to one-tenth of the original ones by using the closed-loop probe system.

**Journal of Economic Literature (JEL) codes:** O33, O12, R11

**Keywords:** reduction of operating costs, energy savings, energy efficiency, renewables, energy management of buildings

---

BEVEZETÉS

Az Európai Unió 20% energiamegtakarítás elérését tűzte ki célul 2020-ig. Az építőipari beruházások mérete a gazdasági növekedéssel párhuzamos. Az egyre nagyobb volumenek azonban az energiafogyasztás növekedésével is járhatnak, amennyiben hiányoznak azok az intézkedések, amelyek az energiahatékonyság növelését szolgálják. Az Európai Unió energiatartósságának és az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának mérséklését az épületek energiafogyasztásának csökkentésére és a megújulóforrásból származó energiafelhasználás arányának növelésére vonatkozó intézkedések biztosítják.

A NÉES 2030-ra 111 PJ/év primerenergia megtakarítás elérését tűzi ki célul. Az energiahatékonyság terén a közszférának élen kell járnia és példát kell mutatnia. Éppen ezért különösen nagy figyelmet kell fordítani a jogszabályban előírt kötelezettségek teljesítésére és az energiahatékonyság növelésére vonatkozó követelmények érvényesítésére a középületek esetében is. Mindez hozzájárul a nemzeti stratégiai dokumentumok által tartalmazott követelmények teljesüléséhez, amely egyet jelent az uniós célkitűzések megvalósulásával (ÁSZ, 2018).

Hazánk aktuális energiapolitikáját a Nemzeti Energhatékonyasági Cselekvési Tervek az ország helyzete és lehetőségei alapján mutatják be. A NEHCsT által meghatározott legfontosabb energetikai cél az ellátásbiztonság fenntartása, tekintve, hogy „hazánk földrajzi adottságaiból és a hagyományos energiahordozók versenyképesen kitermelhető készleteinek hiányából fakadóan” folytonos energiahordozó importra kényszerül, ezért ebben a tekintet-

ben veszélyeztetett, és a környező országoknak kitett helyzetben van (Horváth, 2019).

„A Kormány energiastratégiai célja Magyarország mindenkori biztonságos energiaellátásának garantálása a gazdaság versenyképességének, a környezeti fenntarthatóságnak és a fogyasztók teherbíró-képességének a figyelembevételével úgy, hogy közben elindulhassunk egy energetikai struktúraváltás irányába is. A jövő útja, hogy az energiahatékonysági intézkedések hatására csökkenő energiafogyasztást új, innovatív technológiák alkalmazásával biztosítsuk és célzott szemléletformálással karbon-tudatossá tegyünk a társadalmi szereplőket. Az energiatakarékosság elterjesztésében és az ökoszisztémák környezeti terhelésének csökkentésében is jelentős szerepet játszik a szemléletformálás, a társadalom legszélesebb körét – az iskolai oktatáson keresztül a felnőttképzésekig – kell környezettudatos fogyasztóvá tenni.” – írja a III. NEHCsT.

#### A HAZAI KÖZÉPÜLETÁLLOMÁNY ENERGETIKAI ÁLLAPOTA

A KSH adatai szerint az ország lakásállománya legalább 4,4 millió számosságú. Az állomány közel 80%-a nem felel meg a korszerű funkcionális műszaki, illetve hőtechnikai követelményeknek (itt a 2006-tól érvényes energetikai követelményekre kell gondolni). Ez az arány a középületek esetén is hasonló. Hazánkban a lakossági energiafelhasználás 1 m<sup>2</sup> lakás alapterületre jutó értéke 247 kWh/m<sup>2</sup>, amellyel a 220 kWh/m<sup>2</sup>-es európai átlag felett vagyunk (Horváth, 2019).

A NÉeS épület vizsgálata megállapította, hogy különösen az 1946 és 1980 között épült épületek energiahatékonysága gyenge, és a legtöbb energiát a szabadon álló házak fogyasztják (Horváth, 2019).

Az utóbbi 20 évben az EU-ban egyre nagyobb figyelmet kapott az energiabiztonság elérésére való törekvés, amely eredményeként 2010-ben az Európai Unió elfogadta az Európa 2020 stratégiát. A stratégia célja a versenyképesebb Európa megteremtése volt 2020-ig, amely tudáson és innováción alapul, a növekedési irányok pedig a fenntarthatóságot tekintették elsődleges szempontnak. A következőkben Magyarország épületállományát tekintjük át energetikai szempontból.

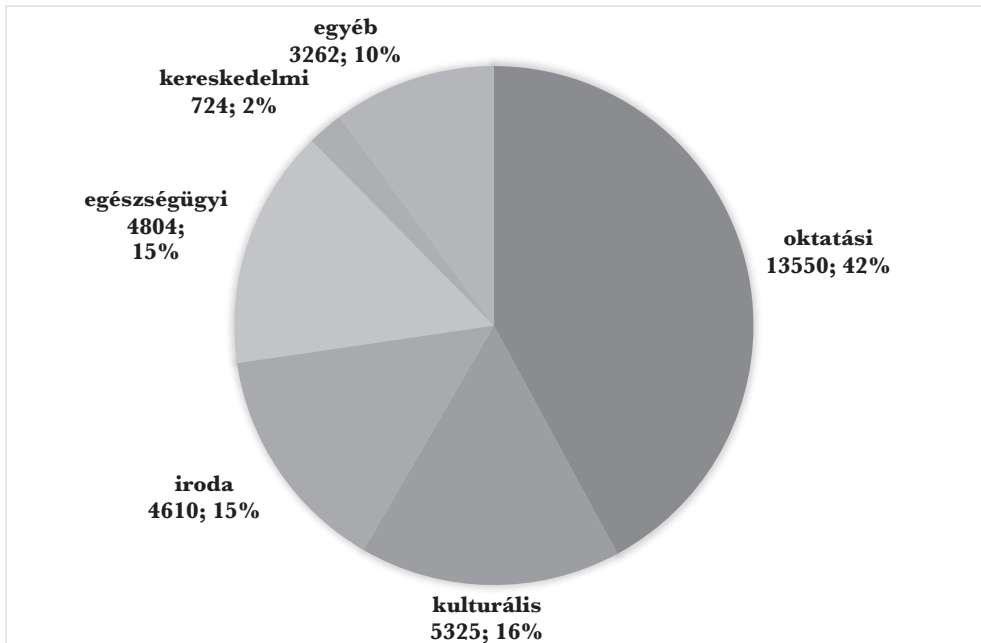
#### A HAZAI OKTATÁSI ÉPÜLETÁLLOMÁNY ÁLLAPOTA

Hazánk oktatási épületeinek jelentős részét jellemzően az előző évszázad második felében épített létesítményei adják. Az épületállomány energetikai fejlesztése jelentős kihívást jelent, tekintettel arra, hogy nem csak a társadalom által az épületek felé támasztott igények változtak, de az Európai Unió energetikai direktívák által meghatározott eredmények elérésében az oktatási épületek fejlesztése jelentős szerepet játszik, hiszen középületeink között az oktatási épületek vannak jelen a legnagyobb számban (a hazai középület-állomány megoszlását típusok szerint az 1. ábra mutatja be). Ha regionális perspektívából tekintjük az oktatási épületállomány általános állapotát, elmondhatjuk, hogy a hazai régiók gazdasági, demográfiai és egyéb sajátosságaitól függően változatos képet mutat. Ennek értelmében az általános statisztikai módszerek – ebben az esetben – nem alkalmasak arra, hogy átfogó és pontos következteté-

seket vonjunk le az épületállomány állapotával kapcsolatban, a fejlesztések pontos irányainak és mértékének meghatározása céljából (Kovács et. al., 2019).

A NÉeS stratégiai célként megfogalmazza: „A kormányzati és önkormányzati kiadások között a középületek fenntartása jelentős tétel. A középületek energiahatékony felújítása tartós költségsökkenést jelent az állami és önkormányzati szektorban, amely javítja a költségvetés pozícióját”. Mindez azzal összefüggésben fogalmazódott meg, hogy a 2020-ra elérendő 40 PJ épületek korszerűsítéséből származó energiamegtakarításból csupán 1,6 PJ (4%) kapcsolódik a középület állomány felújításához. Azonban az uniós épületállomány alapterületének 12%-át teszik ki a közhasználatú épületek, és a GDP 17%-át fordítja az Unió közkiadásokra (NÉeS, 2015).

*1. ábra: A hazai középületállomány megoszlása*



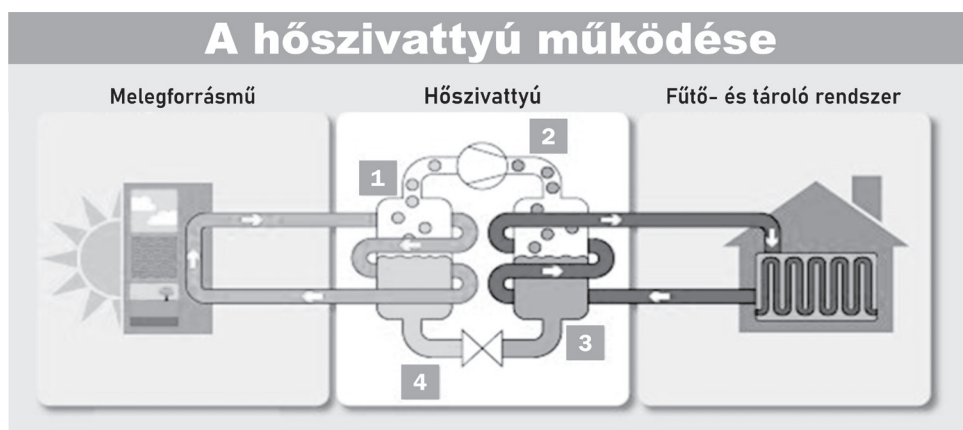
*Forrás: Horváth, 2019*

Az utóbbi évtizedekben felerősödtek az energiahatékonysághoz kapcsolódó kutatások, melyek folyamatosan hangsúlyozzák a kérdéskör vizsgálatának a fontosságát (Menyhárt, 1978; Macskásy – Bánhidi, 1985; Bánhidi – Kajtár, 2000; Zöld, 1999 és 2000; Balogh 2010; Boda, 2001). A kapcsolódó jogszabályi környezet fontos eleme a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI törvény, valamint a 57/2013. (II. 27.) Korm. rendelet a telepengedély, illetve a telep létesítésének bejelentése alapján gyakorolható egyes termelő és egyes szolgáltató tevékenységekről, valamint a telepengedélyezés rendjéről és a bejelentés szabályairól tartalmazza a vonatkozó feltételrendszert.

## ANYAG ÉS MÓDSZERTAN

A tanulmány készítése során a vizsgálatok elvégzése előtt áttekintettük az EU-s és az azzal összhangban lévő nemzeti energiahatékonysági stratégiákat, célkitűzéseket. Szakirodalmi forrásokon keresztül utána néztünk a hazai középület-állomány állapotának, különös tekintettel az oktatási épületekre, hiszen a tanulmány egyik legfőbb outputja a Milton Friedmann Egyetem épületegyüttesének energetikai korszerűsítésére tett javaslat. A megvalósíthatósági tanulmány elkészítéséhez alaposan áttanulmányoztuk a nélkülözhetetlen műszaki alapidokumentumokat, mint az épületenergetikai tanúsítványt a jelenlegi állapotra, az épületenergetikai tanúsítványt a tervezett állapotra, hő- és páratechnikai számításokat a jelenlegi és a tervezett állapotra, hőszükséglet számítását a jelenlegi és a tervezett állapotra, épületgépész kiviteli tervdokumentációt (tervekkel és műszaki leírással), a beépített berendezések katalógusait és adatlapjait, az előző 3 év villamosenergia- és gázfogyasztás adatait. Az operatív vizsgálat a termodinamika elvén működő hőszivattyúk jóságfok vizsgálatán alapult összevetve az éves energia számlákkal (Internet-1; Internet-2; Internet-3)

2. ábra: A hőszivattyú működési elve



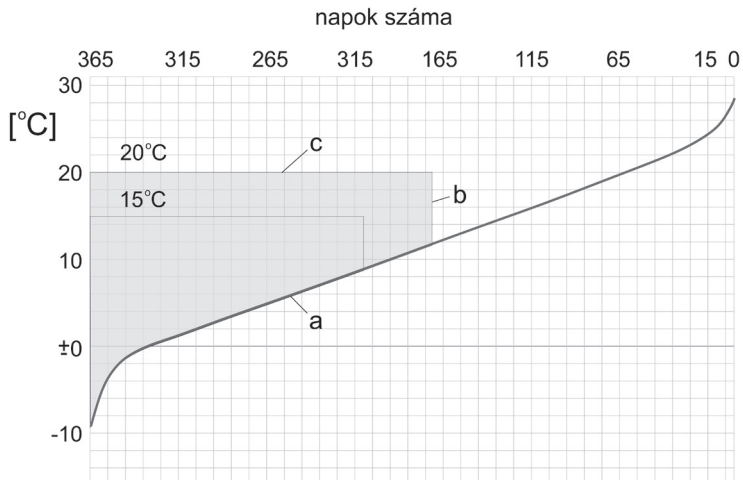
Forrás: Saját szerkesztés, 2020

A hőszivattyú alapelve a Carnot körfolyamat, amit a 2. számú ábrán kívánunk szemléltetni, ami egyben a termodinamika 2. főtétele, amely során hőenergiát nyerünk ki egy alacsonyabb hőmérsékletű közegből és azt egy magasabb hőmérsékleten hasznosítjuk. Ahhoz, hogy „megemeljük” a hőmérsékletet, energiát kell befektetnünk, aminek a mértéke a kinyert hőenergia mértéke alatt marad a teljes körfolyamat során. Az arány a hasznosított hőenergia és a befektetett energia között az úgynevezett jóságfok vagy energetikai hatásfok (COP Coefficient of Performance).

A JAVASOLT ENERGETIKAI KORSZERŰSÍTÉSEK VÁRHATÓ EREDMÉNYEI  
KÓRHÁZÉPÜLETEK ESETÉBEN

Az adatok rendszerezése során éves 4°C fok átlaghőmérséklettel, fűtési időnyben 210 nap fűtési igénnyel, 150 olyan nappal, amely során nincs fűtés igény, 60-70 nap hűtési igénnyel számoltunk. Az adatokat a 3. ábra szemlélteti.

3. ábra: A fűtési, és hűtési igény a hőmérséklet ismeretében



Forrás: Saját szerkesztés, 2020

Az 1. számú táblázat a jelen állapot adatait, illetve a tervezett felújítás által előidézett állapot adatait mutatja be. Az „A” állapot felújítás előtti állapotot, a jelenlegi energia igényt és károsanyag-kibocsátást, valamint az éves üzemeltetési költséget jelöli. A „B” állapot a kondenzációs kazánnal történő felújítás esetén keletkező megtakarításra utal. A „C” és „D” állapot a zárthurkú talajszondás megoldást mutatja be, ahol a tervezettnek megfelelően az üzemeltetési költség az „A” állapothoz képest megközelítőleg az egytizede. Kórházak esetében bizonyos kezelőterekben elengedhetetlen a steril tér és a folyamatos légcserre biztosítása, ami ugyancsak energiaforrás lehet egy hőszivattyúnak.

A középületek alap kitétségi tényezője a szabályozatlan, és az esetek többségében túlzott energiavételezés. Ez egész egyszerűen a rendkívül korszerűtlen infrastruktúrának köszönhető. Energetikai szempontból a regionális tényező nem sorolható a kitétség kategóriába, mivel a Kárpát-medencében a geotermikus grádiens szinte egyformán kedvező.

1. táblázat: Az üzemeltetési költség mértéke a tervezett beruházás függvényében

Állapot	Meglévő (A)	Tervezett ka- zán (B)	Tervezett hősziv- vattyú Szellőzés nélkül (C)	Tervezett hősziv- vattyú szellőzéssel (D)
Kórház 1				
Eprim	4.973,8 MWh/ év	916,72 MWh/év	399,79 MWh/év	454,77 MWh/év
CO <sub>2</sub>	897,34 tonna/év	184,49 tonna/év	64,93 tonna/év	71,89 tonna/év
Üzemeltetési költség	51.083.200 Ft+Áfa/év	11.946.100 Ft+Áfa/év	5.798.340 Ft+Áfa/év	6.583.400 Ft+Áfa/év
Várható megtérülés		6,4 év	7,5 év	10,4 év
Kórház 2				
Eprim	5.796 MWh/év	1.069,37 MWh/év	466,69 MWh/év	530,93 MWh/év
CO <sub>2</sub>	1.001,00 tonna/év	205,96 tonna/év	72,52 tonna/év	80,57 tonna/év
Üzemeltetési költség	57.632.100 Ft+Áfa/év	13.497.000 Ft+Áfa/év	6.551.900 Ft+Áfa/év	7.445.300 Ft+Áfa/év
Várható megtérülés		7,2 év	7,8 év	11 év
Kórház 3				
Eprim	9.828 MWh/év	1.813,28 MWh/év	791,82 MWh/év	899,79 MWh/év
CO <sub>2</sub>	1.786,76 tonna/év	367,64 tonna/év	129,45 tonna/év	143,83 tonna/év
Üzemeltetési költség	98.566.300 Ft+Áfa/év	23.137.630 Ft+Áfa/év	11.231.860 Ft+Áfa/év	12.763.480 Ft+Áfa/év
Várható megtérülés		9 év	10 év	12,6 év

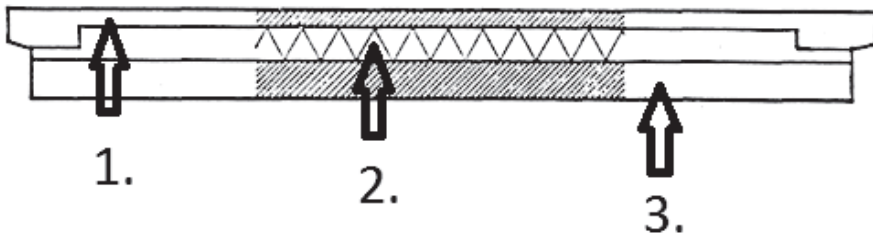
Forrás: Saját kutatás alapján saját szerkesztés, 2020

## A MILTON FRIEDMAN EGYETEM ÉPÜLETEINEK ÁLTALÁNOS ISMERTETÉSE

A létesítmény épületegyüttese 1970-ben készült el, amely alapvetően három épületről áll. Összekapcsolt jellege miatt hőellátása rendkívül bonyolult és gazdaságtalan. A két kazántelephez kapcsolt épületek összes egyidejű névleges hőigénye 794,2 kW, a 85%-on számított összes névleges hőterhelés 774 kW.

A II. világháború után a Szovjetunióból származó panelépítési technológia, – ami időről időre a kor kihívásainak megfelelően változott, – meghatározó szerepet töltött be a kelet-európai városok, így Magyarország városképi és építészeti kialakításában. Az Egyetem energetikailag legfontosabb és részletesebben vizsgálendő eleme a homlokzati panel, ami nem szigetelt. Az energetikai szabályozás szigorítása, valamint az idővel romló szerkezeti állapotok miatt nincs lehetőség a panelépületek karbantartására. A felújítás során a 4. ábra szerinti szigetelés korszerűsítésre van szükség, hogy energetikailag megfeleljenek a kor, hazánk és az EU jogszabályi követelményeinek.

4. ábra: Panel elemek közötti szigetelés ábrázolása



Forrás: Saját szerkesztés, 2020

Az idők folyamán a panel maghőszigetelése is előregednek, így veszítenek hőszigetelő képességükből. A homlokzati falak újszerű állapotukban sem voltak túl jó hőszigetelő képességűek, mára pedig az idő csak rontott a helyzeten. A vasbeton elemek gyártása során a betonöntésből adódóan nedvesség hatásának volt kitéve a közbenső hőszigetelő anyag. A növekvő igények, a tömegtermelés és a szoros határidők betartása miatt előfordult, hogy a betonszerkezet teljes kiszáradása előtt beépítették a hőszigetelő elemeket, így azokat kitétték a nedvesség hatásának. A korai hőszigetelések, melyeket használtak (főként a kőzetgyapot), érzékenyek a nedvességre, így hőszigetelő képességük jelentősen csökkent. Ezen felül a hőkezelések, és a vasbeton kéreg nyomása is igénybe vette a hőszigetelést, mely idővel összetöredezett, szigetelőképesége tovább romlott. A 60-as években jellemző kőzetgyapot szigetelés, mint utólag kiderült hajlamos a roskadásra, ezért sok esetben a hőszigetelés a paneltáblákban összetömörödött, egyes esetekben olyannyira, hogy azt mondhatjuk, a hőszigetelés „eltűnt”. Ezt a jelenséget tovább fokozhatta a beszivárgó víz, amely erősen lerontotta a kőzetgyapot hőszigetelő képességét. Ha ismerjük, hogy az épület melyik időszakban, milyen technológiával épült, milyenek a csatlakozások, jó közelítéssel megbecsülhetjük a falszerkezet reális



hőátbocsátási tényezőjét. Ez történt a kutatási folyamat során is az egyetem esetében. Összességében elmondható, hogy 3-4-szer magasabb a valós hőátbocsátási tényező az elméleti rétegrendi értékekhez képest.

## RÉSZLETES FELMÉRÉS A MILTON FRIEDMAN EGYETEMEN

Hasonlóan a kórházakéhoz, az előtanulmányok, kutatások a Milton Friedman Egyetem épületeinek részletes felmérésére is kiterjedt. A házigyári technológiával készült épületek adatainak feldolgozása során elemzésre kerültek a fűtési fogyasztási adatok, és ahol történt korszerűsítés, azokban az esetekben a felújítás előtti és utáni állapotok összehasonlítása. Egy közel 5400 m<sup>2</sup>-es épületegyüttes, mint a Milton Friedman Egyetem rekonstrukciója rendkívül költséges vállalkozás. Valószínűsíthető, hogy fenntartó, támogatás vagy pályázati forrás nélkül, – mint ahogy az számos felújított közintézmény esetében sem volt másként, – nem tudná a beruházást megvalósítani. A felújítások elodázása viszont évről-évre nagyobb költséget jelent. Gondoljunk itt a folyamatos karbantartási munkákra, a kihulló paneltömítések javítására, ezzel a fenntartási költségek növekedésére, a növekvő hűtési igényre, és nem utolsósorban az import energiahordozók miatti kitérítésre, ami növelheti a fűtés- és hűtési költségeket. Ezen felül környezetvédelmi szempontból sem kedvező az intézmény egészére nézve az energiapazarló épületek fenntartása. A felmérés időpontjában a Milton Friedman Egyetem nyílászáróinak a 2013. április 4-én készült energetikai tanúsítvány szerint a hőátbocsátási tényezői 1.60W/m<sup>2</sup>K, amik a megengedett értékek. A közintézmények energetikai felmérése jogszabályi kötelezettség, bármilyen korszerűsítés, beruházás, pályázat megkezdése előtt, mivel így igazolható a pályázató felé a befektetés és a megtérülés korrelációja. A Milton Friedman Egyetem vezérblokkjaiban nincs háztartási melegvíz, csak hidegvíz. A javasolt rendszer egyazon időben tud fűteni vagy hűteni, és közben háztartási melegvizet előállítani.

### *Panelépületek felújítása*

Elsődleges fontosságú a homlokzat utólagos hőszigetelése, amely nagymértékben képes csökkenteni az épület hőveszteségét, eltakarva a hőhidakat. Az utólagos hőszigeteléshez általában polisztirolhab, poliuretán, ásványgyapot táblákat, lapokat használnak, 15-18 cm vastagságban. Javasolt a homlokzati szigetelésen felül a függőlegesen elhelyezhető napelemek alkalmazása a déli és a nyugati homlokzatokon. A felújítás által csökken a falakon a hőveszteség, a hőhídhidatások, valamint a páralecsapódás, penészesedés kockázata. A panelhézagok, és az általuk keletkezett kellemetlenségek, valamint a folyamatos karbantartási munkák megszűnnek. A sziürke homlokzatot egy jóval esztétikusabb látvány váltja fel. A hőszigetelés és a nemesvakolat megvédi a panelszerkezetet a további állagromlástól.

### *Fűtőkorszerűsítés*

A korszerűsítés során a belső felújítási munkálatokat figyelembe véve az első megoldandó probléma a helységek, termek, előadók számára a külön hőmérséklet-szabályzás. A másik

sarkalatos pont, hogy a komfort biztosítva legyen minden dolgozó, tanuló számára egyenlő mértékben. Ez a munkafolyamat párhuzamosan folyhat az egyetem területéhez tartozó külső helyszíneken. Az új fűtési és hűtési rendszer működését gazdaságossá kell tenni, ki kell szűrni a veszteségeket, a beszabályozást precízen el kell végezni.

Az egyéni szabályozás biztosításához termosztatikus szelepek beépítése javasolt. Ez az egyszerű manuális szelepektől annyiban tér el, hogy a beállított értéktől függően a környezeti hőmérséklet alapján szabályozza a hőleadó felületekben (ebben az esetben már a fűtő-hűtő panelek is a helyükön vannak) keringtetett vízmennyiséget. Egy bizonyos értéket beállítva közel állandó hőmérséklet tartható a változó külső viszonyoktól függetlenül.

#### A JELENLEGI RENDSZER BEMUTATÁSA

Az épületek meglévő kazánokkal és radiátorokkal, a szekunder oldali további csatlakozási lehetőségekkel vannak ellátva. A teljes szekunder oldal a jelenlegi állapotában nem megfelelő hűtési feladatok ellátására, ezért módosításra, felújításra szorul a tervezett állapothoz igazítva. Javaslatunk a zárthurkú talajszondás víz-víz hőszivattyús megújuló energiaforrást használó rendszer kiépítése. Az épületekben a fűtési rendszer gázüzemű hagyományos kazánokat és lapradiátorokat tartalmaz, amelyek állapota megfelelő. Használati melegvíz ellátás az épületekben nincs vagy csak részben megoldott. Az egész épületegyüttesre kiterjedő hűtési rendszerre nincs kiépítve. Légtechnikai rendszer csak részben van kiépítve az épületekben.

Tanulmányunkkal az egyetem vezetőségének és a fenntartónak azt a döntését kívánjuk elősegíteni, hogy érdemes pályázni, mind az épületszerkezetét, és mind a fűtési rendszert illetően, megújuló energiaforrással kombinálva. A legnagyobb megtakarítás azon épületrészen realizálható, melyek szerkezetein, külső hőleadó felületein nagy a veszteség. Az épületek melléklet szerinti energetikai minőségtanúsítványa rendelkezésre áll, amiből megállapítható, hogy valamennyi épületrész esetén a fajlagos hőveszteségtényező, az összesített energetikai mutató, a szerkezetek hőátbocsátási tényezői, valamint a hőtermelő berendezések hatékonyságai jelentős mértékben meghaladják a szabvány és a rendelet szerinti követelmény értékeket.

A meglévő kazánok mellé új hőtermelő rendszer kialakítására *6 darab 66Kw-os*, korszerű víz-víz hőszivattyúk beépítését javasoljuk. Az új berendezéseket az épületegyüttes jelenlegi gépészeti helyiségében el lehet elhelyezni a meglévő gázkazánok mellé. Az épületek fűtési hőszükségeit, valamint az éves fűtési primerenergia felhasználásokat az MSZ-04-140-2:1991, a 7/2006. (V.24.) TNM rendelet, illetve a 40/2010. (VIII.13.) BM rendelet alapján számítottuk ki.

#### *A beruházás céljának, indokoltságának bemutatása*


Hasonlóan a kórházi tanulmányokhoz a 2. táblázatban összegezzük a tanulmány céljait az intézmény vezetése és a fenntartók felé a beruházást ösztönző döntés előkészítéséhez. Kihangsúlyozva, hogyan lehet hosszútávon csökkenteni, optimalizálni az intézmény egészének fűtési és hűtési energiafelhasználását, oly módon, hogy esetleges későbbi egyéb korszerűsítések (pl. szakaszos használat) ne rontsa a tervezett rendszer hatékonyságát. A 2. számú táblázat szem-

lélteti a háromfázisú beruházás költségeit, illetve összeveti a jelenlegi üzemeltetési költségeket a fejlesztés után várható üzemeltetési költségekkel. Fenntartható módon kell biztosítani az épületek megbízható, gazdaságos fűtését és hűtését a karbantartási költségek csökkentésével. Fontos és elérendő cél a CO<sub>2</sub> kibocsátás jelentős csökkentése, megcélzandó és elérhető a zéró emisszió is, valamint a napjainkban egyre kockázatosabb gázenergia függőség kivédése.

2. táblázat: Beruházási költség, és üzemeltetési költségösszesítő és megtérülés

Beruházási költség és üzemeltetési költség összesítő áttekintő táblázat							
				JELENLEGI ÁLLAPOT		TERVEZETT ÁLLAPOT (megújuló nélkül)	
Beruházás jellege	Várható élettartam	Beruházási költség Nettó Ft	Beruházási költség Bruttó Ft	Tényleges üzemeltetési költség bázisév 2017 [Ft]	Számított üzemeltetési költség [Ft]	Számított üzemeltetési költség [Ft]	Számított üzemeltetési költség [Ft]
0.		248 410	315 841	17 111 504	28 501 476	-	-
I.	30	556	406	-	-		
II.	25	82 500 000	104 775	-	-		
III.	30	134 362	170 640	-	-		
		330	159	-	-		
		465 272	590 896	-	-		
		886	565			19 750 564	
							12 448 064

Megtérülési idő összesítő áttekintő táblázat			
Megtérülési idő (TISZTA)		Megtérülési idő (MARADVÁNYÉRTÉKKEL)	
I.+II.+III.	34,2 év		
		20 év	23,49
		16 év	18,79
		10 év	11,74
			Maradványérték
			185 061 012 Ft
			266 228 153 Ft
			387 978 795 Ft



JAVASOLT

Forrás: Saját kutatás alapján saját szerkesztés, 2020

## BERLINI KITEKINTÉS

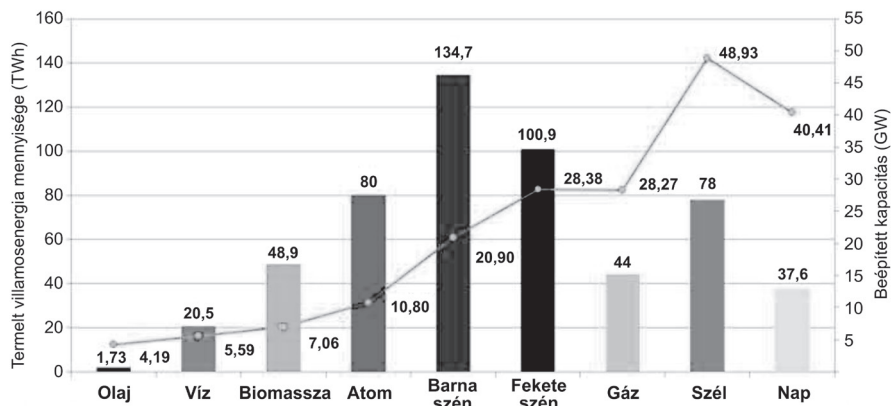
A szigeteléssel, főleg poliuretán habbal ellátott gépekbe, javarészt hűtőszekrényekbe, már a tervezés során beépült a „természetes” obszolitás. A mérnökök a tervezőasztalon eleve betervezik egy használati tárgy élettartamát, hogy az a garanciaidő elteltével használhatatlanná váljon. Ez a „dobd el és vegyél másikat” effektus, ami egyfajta mozgatója a fogyasztói társadalomnak. Ennek értelmében a folyamatos „alapanyag utánpótlás” megoldott a fűtő-hűtő panelhez szerte az EU-ban.

A hűtőszekrényből származó használt poliuretán újrahasznosítás nélkül környezeti kárt és problémát okoz. Ha csak az Európai Uniót vesszük alapul, Dél-Dobruzsától a Hebridákig ez a megoldatlan feladat mindenhol jelen van. Az említett területen szinte mindenki ugyanott vásárolja meg a használati eszközeit, valamint ugyanúgy 6-8 év után cseréli. A háztartási gépek szinte minden alkatrészét újra tudják hasznosítani, kivéve a szigetelőanyagként használt

poliuretán habot. Ebből a senkinek nem kellő, minden szinten környezeti kárt okozó anyagból kívánjuk a véleményünk szerint kialakítható kaszkád rendszert alátámasztani és az egyetem korszerűsítését követően kiterjeszteni ezt az érdeklődők felé. Kereskedelmi forgalomban neves hazai és külföldi gyártók hasonló termékei megtalálhatók, viszont, ahogy a leírtakból kiténik a használt poliuretán hab 10.000 tonnákban keletkezik minden évben az EU területén, amit jelenleg senki nem hasznosít anyagában újra. Jó esetben égetőbe, rosszabb esetben a föld alá kerül, lerakókba.

Éghajlati adottságoztól, építészeti, energetikai megoldásoktól függetlenül az említett panel szinte mindenhol alkalmazható lenne viszonylag alacsony beruházási költség mellett, hiszen nem igényel nagy átalakítást semmilyen épület mennyezetén. A hőleadó felület bármilyen energiaforrással összekapcsolható, mivel egy korszerű hőszivattyú 10CoΔt-n tökéletesen működik. A távhővel ellátott panellakásokba, a közintézményekbe soha nem kellene 30 Celsius-foknál magasabb hőmérsékletű előremenő melegvizet eljuttatni (sok esetben ez az előremenő folyadék 100 Celsius-fok felett van, és amire eléri a célállomást újra kell melegíteni, mert akkora a hővesztés). A globális felmelegedés következtében a nyári hónapokban már Svédország déli részén is hűteni kell, amit 2016 és 2017 nyarán személyesen is tapasztaltunk. Valószínűsíthető, hogy sokunknak vannak élményei, milyen egy verőfényes júliusi délután egy nyugati fekvésű 8. emeleten lévő szigetetlen panellakásban. Az általunk javasolt megoldással ez a probléma megszüntethető lenne. Hazánkban közel 800.000 panellakás van, ennek fele Budapesten. Kutatásaink során Berlinben ezt meghaladó panellakás számmal talákoztunk, de említhetnénk a volt NDK területéről számos más nagyvárost, hasonló számadatokkal. Ez a kutatási eredmény is alátámasztja az elgondolásunk létjogosultságát.

5. ábra: A németországi erőművi kapacitások és a villamosenergia-termelés, 2018



Forrás: Fraunhofer ISE, Internet-4.

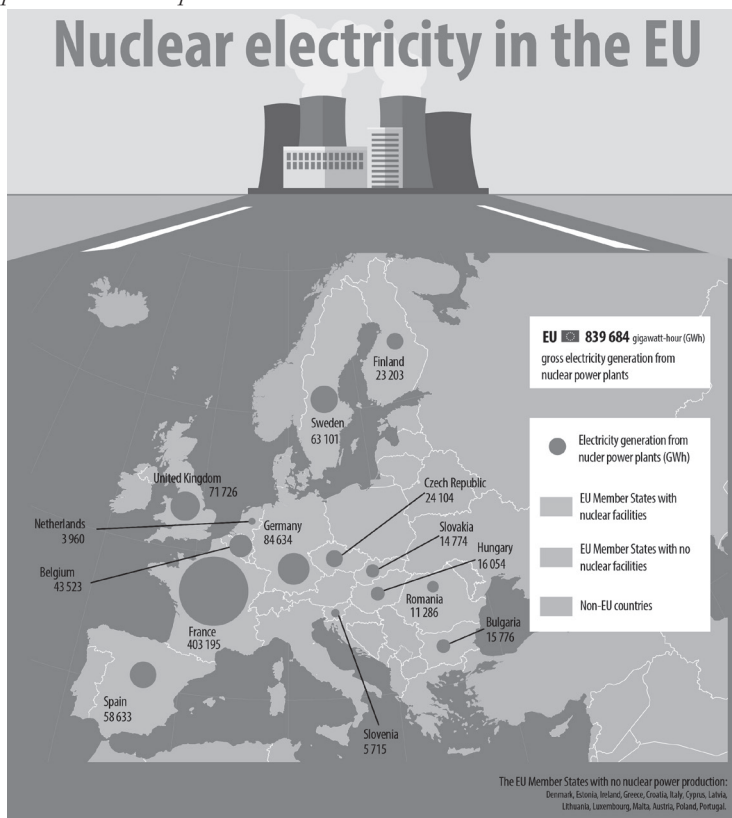
Kutatási eredményeink, valamint a vázolt kaszkád rendszer véleményünk szerint adaptálható Németországban is, viszont a valóság és az érdekek teljesen ellentétes folyamatokat

mutatnak. Nevezetesen a Németországi Erkelenzhez tartozó Immerath éppen azon a területen fekszik, ahol az RWE Power külszíni fejtésű barnaszénbányát alakított ki. Az apró falu kiürítését 2006-ban kezdték meg és már be is fejeződött. A német köztvévé regionális központja (WDR) folyamatosan közvetítette Immerath történetét a kiürített faluról, ahol az utóbbi időben már csak két, gazdálkodással foglalkozó család tagjai éltek. Az utcák elnéptelenedtek, a házak ablakait befalazták, a postaládákat leragasztották.

Az Immerath-hoz hasonlóan másik öt falu is áldozatul esett a német atomerőmű (nem kívánunk állást foglalni sem pro sem kontra az atomerőműveket érintően, mert nem vizsgáltuk a kérdéskört alaposan) bezárásoknak és a barnaszénrel működő erőművek újraindításának.

Azt viszont szeretnénk megjegyezni, hogy a közhiedelemmel ellentétben a Németországban működő megújuló energiát termelő nap- és szélenergiák nem termelnek elegendő energiát, így Németország mára villamosenergia importra szorul, amit az 5. számú ábrán szemléltetünk. Még szembetűnőbb adat, hogy Németország az import villamos energiát javarészt Franciaországtól szerzi be, ahol a megtermelt villamosenergia 70%-ban atomerőművekből származik, ami az Eurostat adataiból is kiolvasható, és a 6. számú ábrán szemléltetünk.

6. ábra: Európai atomerőművi kapacitások



Forrás: Eurostat, 2020

## EREDMÉNYEK

Hasonlóan a kórházakhoz, a számítások alapján igazolható, hogy a közel 600.000.000 Forint egyszeri bruttó befektetéssel fenntartható, az EU-s és hazai direktívának minden szempontból megfelelő épületegyüttes válhat a Milton Friedman Egyetemből. A beruházási és üzemeltetési költségek táblázatból kiolvasható, hogy a Milton Friedman Egyetem egy eddig korszerűtlen épületgépészeti rendszerrel üzemelt. A zárthurkú talajszondás rendszernek köszönhetően korunk energetikai normáinak megfelelő, közel zéró emissziós rendszert üzemeltethet. Ennek eredményeként a károsanyag kibocsátás minimálisra csökkenthető összhangban az EU 2050-ig tervezett iránymutatással. A bemutatott példákon keresztül a javasolt módszer nemzetgazdasági fontosságát szükséges kihangsúlyozni, hiszen a Kárpát-medencében ez a fajta „energiaforrás” könnyedén hozzáférhető szinte mindenki számára. A vázolt és adatokkal alátámasztott elképzelés ugyan önmagában is igen jelentős, de megítélésünk szerint az igazi jelentősége abban rejlik, hogy egyfajta példaként szolgálhat az egyetemi és a közintézményi épített infrastruktúrák megújulása tekintetében.

## KÖVETKEZTETÉSEK

Ahogy az eredmények részben erre már utaltunk, a kontinentális éghajlat és a Kárpát-medence földkérgé lehetővé teszi, hogy a zárthurkú talajszondás rendszer szinte az egész régióban könnyedén alkalmazható legyen, ezzel csökkentve az import energiahordozóktól való függőséget, valamint a régióban élők kitétségét a fosszilis energiahordozót importáló nagyhatalmaktól. Feltett szándékunk, hogy a kapott vizsgálati eredmények alapján egy országosan, vagy a lehetőségekhez mérten kisebb területi szintre kiterjedő tanulmányban vázoljuk ezen fejlesztések esetleges megvalósulásának gazdasági, társadalmi és területi hatásait. A berlini és németországi példát alapul véve látható, hogy kutatási eredményeink és elgondolásaink akár tágabb horizontra is vetüthetők.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- 57/2013. (II. 27.) Korm. rendelet a telepengedély, illetve a telep létesítésének bejelentése alapján gyakorolható egyes termelő és egyes szolgáltató tevékenységekről, valamint a telepengedélyezés rendjéről és a bejelentés szabályairól 2007. évi LXXXVI törvény A villamos energiáról
- Balogh Ernő (2010): *A Lévai Örökség és magyar energetika*, Püski Kiadó Kft, Budapest
- Bánhidai László – Kajtár László (2000): *Komfortelmélet*, Műegyetemi Kiadó, Budapest
- Borda Jenő (2001): *Műanyagok gyártása és feldolgozása*, Debreceni Egyetem, Debrecen, 117.p.
- Haffner Tamás – Schaub Anita (2015): *Az energiahatékonyság fokozásának és Megújuló energiaforrások használatának támogatási lehetőségei*, Köztes-Európa 7 (1-2), 130-45 p.
- Horváth Tamás (2019): *Az oktatási épületek korszerűsítésének szemléletformáló szerepe*. Kutatási jelentés 1. Győr, Universitas-Győr Nonprofit Kft., 95-103
- Kovács Tamás – Molnár Péter – Kósa Balázs (2019): *Oktatási épületek különleges építészeti igényei*. Műszaki Tudományos Közlemények Vol. 11., 129-132.
- Macskásy Árpád – Bánhidai László (1985): *Sugárzó Fűtések*, Akadémiai Kiadó, Budapest
- Magyarország Nemzeti Energhatékonsági Cselekvési Terve 2020-ig, Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, 2015. 176 p.
- Menyhárt József (1978): *Az Épületgépészet kézikönyve*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- Nemzeti Épületenergetikai Stratégia, ÉMI Nonprofit Kft., Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, 2015. 101
- Zöld András (1999): *Energhatudatos Építészet*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- Zöld András (2000): *Épületgépészet, Alapismertek*, Épületgépészet Kiadó Kft, Budapest
- Internet-1: <https://www.britannica.com/biography/Sadi-Carnot-French-scientist> (Letöltve: 2020.06.11.)
- Internet-2: <https://www.nibe.com/> (Letöltve: 2020.06.11.)
- Internet-3: [http://heating.danfoss.com/PCMPDF/living-connect\\_VDFNS447.pdf](http://heating.danfoss.com/PCMPDF/living-connect_VDFNS447.pdf)(Letöltve: 2020.07.17.)
- Internet-4: <https://www.energy-charts.de/index.htm> (Letöltve: 2020.06.11.)
- Internet-5: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Gross\\_electricity\\_generation](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Gross_electricity_generation) (Letöltve: 2021.02.12.)