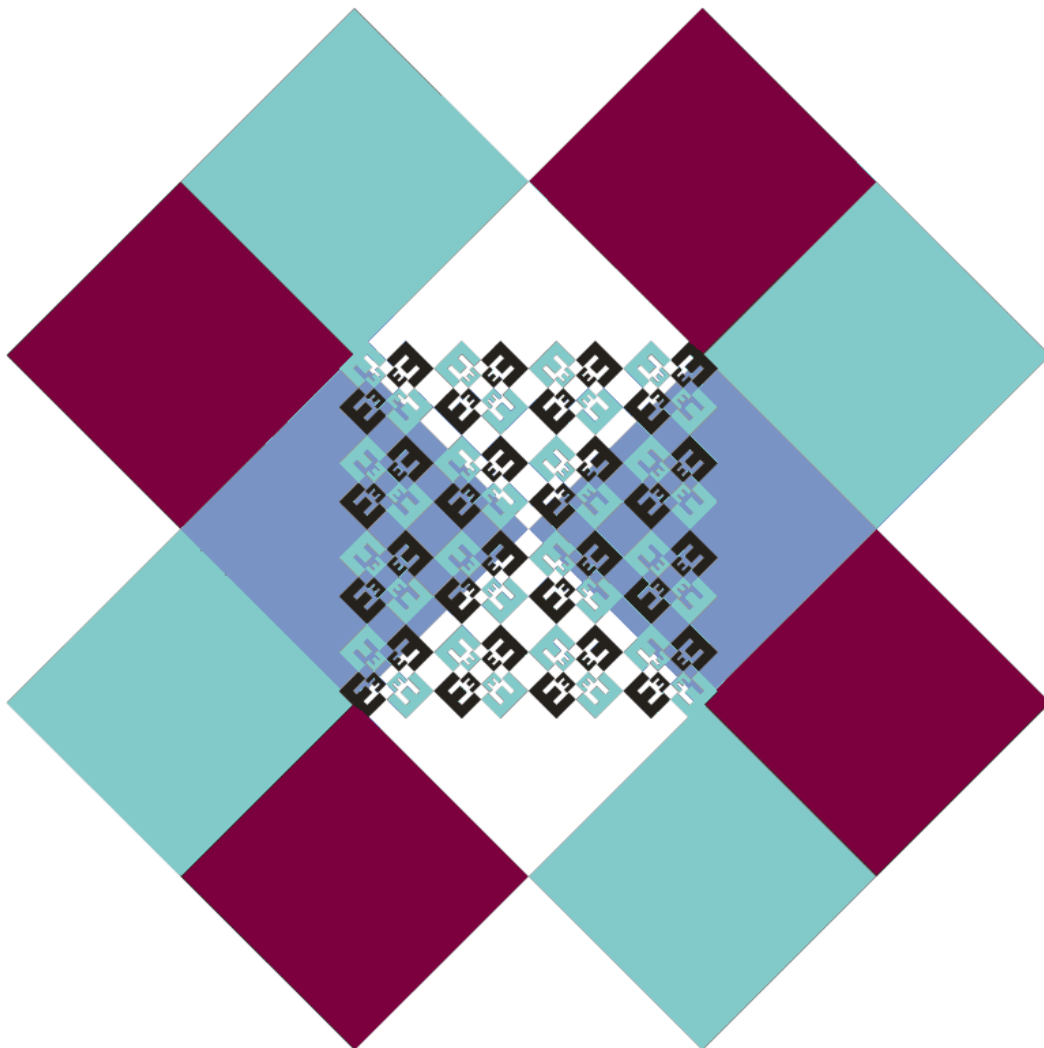




ÉPÜLETEK ENERGETIKAI
KÖVETELMÉNYEINEK
KÖLTSÉGOPTIMALIZÁLT SZINTJÉNEK
MEGÁLLAPÍTÁSÁT MEGALAPOZÓ
SZÁMÍTÁSOK



Projektvezető:

Severnyák Krisztina (2011. szeptember - 2012. május)

Fülöp Orsolya (2012. november – 2013. február)

Közreműködő szakértők:

Fülöp Orsolya (közgazdász) – gazdasági elemzések

Nagy Péter (energetikus) – energetikai számítások

Severnyák Krisztina (okl. építészmérnök, épületenergetikai műszaki szakértő, energetikai szakmérnök) – energetikai számítások

Köszönjük Somogyi Márknak az adatok feldolgozásában nyújtott segítséget.

Az kutatás a **Belügyminisztérium** és a **European Climate Foundation** finanszírozásával valósult meg.



A tanulmány és annak háttéranyagai az Energiaklub Szakpolitikai Intézet honlapján is megtalálhatók, onnan letölthetők: www.energiaklub.hu

Az elemzés nagyban támaszkodik a NegaJoule2020 kutatási projekt (Energiaklub, 2011) eredményeire. Az ehhez kapcsolódó adatok, tanulmányok a www.negajoule.hu honlapon találhatóak.

ENERGIACLUB

Minden jog fenntartva.

Az adatok közlésére a „*Nevezd meg! – Ne add el! – Ne változtasd!*” licenc érvényes.



VEZETŐI ÖSSZEFOGLALÓ

Az ENERGIACLUB Szakpolitikai Intézet a Belügyminisztérium megbízásából elkészítette a 2010/31/EU irányelvben és a Bizottság 244/2012/EU felhatalmazáson alapuló rendeletében (a továbbiakban: Rendelet) meghatározott költségoptimalizálási számításokat, vizsgálatokat és az Európai Bizottságnak benyújtandó jelentés tervezetét.

Az ENERGIACLUB NegaJoule2020 kutatásának eredményei, illetve az ennek során elvégzett reprezentatív felmérés adatai egyedülálló alapot szolgáltatottak a nemzeti referenciaépületek kialakításához és az energetikai számítások elvégzéséhez. Bár az elkészült munka jelentősen meghaladja a Rendelet által előírtakat, az Energiaklub kiemelkedőnek tekinti az energiahatékonysági szakpolitika fontosságát, és ezzel is hozzá kíván járulni a szakpolitikai döntések minél alaposabb előkészítéséhez.

A Rendeletben meghatározott költségoptimalizált számítások elkészítésének célja, hogy ez alapján a tagállamok olyan mértékben tudják szigorítani a különböző épületekre vonatkozó nemzeti energetikai előírásokat, amely a várható élettartam és a költségek, valamint a megtakarítások alapján – jelen ismereteink szerint – a legracionálisabb megoldást eredményezi.

A Rendeletben foglaltak alapján a vizsgálat az alábbi fázisokra oszlott:

1 A vizsgálat alapját képező tipizált épületek kialakítása, mind a meglévő épületek felújítására, mind új építésű épületekre vonatkozóan.

A Rendelet által előírt, kötelezően vizsgálandó épülettípusok az alábbiak voltak:

- a) családi házak
- b) társasházak
- c) irodaépületek
- d) a 2010/31/EU direktíva I. mellékletének 5/d – 5/i bekezdései szerinti egyéb épületek közül azok, amelyekre nemzeti követelményértékek vannak érvényben.

A Rendelet értelmében minden épületkategória esetében legalább egy referenciaépületet kellett meghatározni az új épületekre, legalább kettőt pedig a meglévő, jelentős felújításra váró épületekre vonatkozóan.

2 Energhatékonyági intézkedések meghatározása meglévő épületeknél és új építés esetén.

3. Primer energiára vetített épületenergetikai számítások elvégzése a tipizált épületeknél, az előzőleg meghatározott energiahatékonysági intézkedések szerint.

4. Globális költségek meghatározása a Rendeletben meghatározott költségkategóriák és számítási módszertan szerint.

5. Érzékenységi vizsgálat készítése bizonyos bemenő paraméterek (energiaárak és diszkontráta) tekintetében.

6. A különböző energiahatékonysági intézkedésekre vonatkozó számítások globális költségeinek vizsgálata és a költségoptimumok meghatározása.

7. Az eredmények összehasonlítása a jelenleg érvényben lévő nemzeti követelményértékekkel, és az esetleges eltérések magyarázata a Bizottság felé.

Az ENERGIACLUB a fenti vizsgálatokat elvégezte. Az épületszerkezetre irányuló vizsgálatokat három részre bontottuk: önálló intézkedésként vizsgáltuk a nyílászárók cseréjét, az épülethatároló szerkezetek utólagos külső hőszigetelését, illetve ezek együttes hatását. Mindhárom intézkedéstípus esetében három követelményérték-szintet vizsgáltunk: első szintként a hatályos, 7/2006 (V.24.) TNM rendelet szerinti követelményértékeket, második és harmadik szintként pedig a TNM rendelet betervezett módosításának 1. és 5. mellékletében javasolt követelményértékekhez hasonlókat.

Az épületek gépészeti hatékonysági vizsgálatát alapvetően az együttes szerkezeti intézkedések kiegészítéseként elemeztük: bizonyos rendszereknél (kondenzációs kazán) mindhárom követelmény-szinten, bizonyos típusokat (pl. hőszivattyús rendszer, pelletfűtés) pedig csak a szigorúbb szerkezeti felújításokhoz rendeltük hozzá. Néhány épülettípusnál azonban önállóan is vizsgáltuk az épületgépészeti rendszer hatékonyabbá tételét.

A gépészeti hatékonysági csomagoknál figyelembe vettük a meglévő állapot energiahordozóját. Alapesetként azonos energiahordozó hatékonyabb felhasználását tűztük ki célul. Az optimális

megoldás elérése érdekében esetenként több más energiahordozó felhasználását is vizsgáltuk.

A tervezett gépészeti rendszereknél alapvető cél volt, hogy a jelenleg elérhető leghatékonyabb rendszerek kerüljenek beépítésre, mind a berendezések, mind pedig a szabályozás tekintetében.

Az eredmények tekintetében jelezzük, hogy mivel a szerkezeti felújításokra vonatkozó intézkedések esetében minden intézkedéstípusnál három szintet vizsgáltunk, azaz az épületelem-szintű görbék közül 3 pontunk van meg, nem lehetséges teljes biztonsággal kijelenteni, hogy hol van az optimum.

A vizsgált esetekben optimálisnak kapott követelmények épülettípustól függően váltakoznak a középső szintű és a legszigorúbb szerkezeti követelmények között, ami egyrészt azt jelenti, hogy a jelenleg hatályos elemszintű követelményértékeknél (U-érték) mind a meglévő, mind az új épületek esetében szigorúbb követelményekre van szükség, mert ezek a jelenlegi értékeknél minden esetben jelentősen kedvezőbb eredményt adnak. Másrészt jelzik azt is, hogy az optimum jelenleg valahol a középső szintű és a legszigorúbb követelmények között lehet.

A Rendelet szerinti költségoptimum-számítások tehát egyértelműen alátámasztják a 7/2006 TNM rendeletben foglalt követelményértékek szigorításának szükségességét. Az elmúlt időszak szakmai egyeztetései megmutatták, hogy a hazai épületenergetikai szakértők is a követelményértékek szigorítását tartják kívánatosnak, az Európai Unió pedig deklarálta a közel nulla energiafogyasztású épületek követelményrendszerét tűzte ki célul a közeljövőben. Mindezek alapján tehát javasoljuk minden épület esetében legalább a középső szintű szerkezeti követelményértékek (homlokzat: $U=0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$, padlásfödém: $U=0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$, pincefödém: $U=0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, nyílászárók= $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$) bevezetését felújítás és építés esetén is, még 2013 folyamán..

TARTALOM

1.	A VIZSGÁLAT KERETEI	4
2.	REFERENCIAÉPÜLETEK	4
2.1.	A referenciaépületek meghatározása során alkalmazott kiválasztási kritériumok	4
2.2.	Referenciaépületek bemutatása	5
2.3.	A referenciaépületek jellege	6
3.	ENERGIAHATÉKONYSÁGI INTÉZKEDÉSEK/ CSOMAGOK	6
3.1.	Épületszerkezetekre irányuló intézkedések	6
3.2.	Épületgépészetre irányuló intézkedések.....	7
4.	AZ ÉPÜLETEK PRIMERENERGIA-SZÜKSÉGLETÉNEK KISZÁMÍTÁSA	8
4.1.	Energiahatékonysági értékelés.....	8
4.2.	Az energiaszükséglet kiszámítása.....	8
5.	GLOBÁLIS KÖLTSÉG KISZÁMÍTÁSA	8
5.1.	Élettartam.....	8
5.2.	Költségkategóriák	8
5.3.	Számítási eljárás	10
6.	ÉRZÉKENYSÉGI ELEMZÉS KÉSZÍTÉSE A BEMENETI ADATOKRA	10
7.	A KÖLTSÉGOPTIMALIZÁLT ENERGIAHATÉKONYSÁGI SZINT LEVEZETÉSE A REFERENCIAÉPÜLETEKRE	11
7.1.	Lakóépületek	11
7.2.	Intézményi épületek.....	13
7.3.	Összehasonlítás hatályos tagállami követelményértékekkel.....	14
7.4.	Következtetések	15
	MELLÉKLETEK	16

1. A VIZSGÁLAT KERETEI

Az Energiaklub Szakpolitikai Intézetet a 2010/31/EU irányelv bevezetése során elkészítendő költségoptimalizált számítások, és az Európai Bizottságnak benyújtandó jelentés tervezetének elkészítésére kérte fel a Belügyminisztérium, az építésügyi céllelőirányzatról szóló 10/2009 (IV.14) NFGM rendelet előírásai, valamint az Építésügyi Céllelőirányzat 2011. évi BM/3446 iktatószámú feladatterve alapján. A 2012. májusában elkészült vizsgálati anyag kiegészítésére vonatkozó második megbízásra a 2012. augusztus 7-én a BM/10202/2012. iktatószámon jóváhagyott Építésügyi feladatok 2012. feladatterv 1.4 feladat: „Építésüggyel összefüggő kutatás, szakértés, oktatási, kommunikációs és adminisztrációs feladatok” feladatterv alapján került sor.

A vizsgálat során alkalmazott módszertani keretet az Európai Bizottság 244/2012/EU felhatalmazáson alapuló rendelete (a továbbiakban: Rendelet), illetve az ezt kiegészítő módszertani iránymutatás (2012/C 115/01)¹ biztosította.

A vizsgálatok célja, hogy a tagállamok olyan mértékben tudják szigorítani a különböző épületekre vonatkozó nemzeti energetikai előírásokat, amely a várható élettartam, a költségek, valamint a megtakarítások alapján – jelen ismereteik szerint – a legracionálisabb megoldást eredményezi.

A munka során két szélesebb körű, és több szűk körű szakmai egyeztetésre került sor, amelyen a meghívott szakértők megismerték az elvégzendő vizsgálat tartalmát, módszertanát és a munka aktuális állását. Az egyeztetéseken elhangzott lényeges és releváns észrevételeket igyekeztünk beépíteni a vizsgálatba, ahol a Rendelet, illetve a támogatói szerződés által meghatározott tartalmi és módszertani keretek ezt lehetővé tették.

¹ Iránymutatás az épületek energiahatékonyságáról szóló 2010/31/EU európai parlamenti és tanácsi irányelvnek az épületelemek energiahatékonyságára vonatkozó minimumkövetelmények költségoptimalizált szintjeinek kiszámítására szolgáló összehasonlító módszertani keret meghatározásával történő kiegészítéséről szóló, 2012. január 16-i 244/2012/EU bizottsági felhatalmazáson alapuló rendelethez.

2. REFERENCIAÉPÜLETEK

A Rendelet által előírt, kötelezően vizsgálandó épülettípusok az alábbiak:

- a) családi házak,
- b) társasházak,
- c) irodaépületek, illetve
- d) a 2010/31/EU direktíva I. mellékletének 5/d – 5/i bekezdései szerinti egyéb épületek, amelyekre nemzeti követelményértékek vannak érvényben.

Mivel hazánkban nemzeti követelményérték az a)-c) kategóriákon kívül oktatási intézményekre létezik, így a d) kategóriában iskolaépületeket vizsgáltunk.

A Rendelet előírásai szerint minden egyes kategóriában legalább egy referencia épületet kell meghatározni új építésű épületek esetén, valamint kettőt meglévő, felújítandó épületek esetén. A kialakított referenciaépületeknek figyelembe kell venniük az ország épületállományának általános jellemzőit (méret, kor, építőanyag, éghajlati jellemzők stb.).

2.1. A referenciaépületek meghatározása során alkalmazott kiválasztási kritériumok

2.1.1. Lakóépületek

Magyarországon nem létezik épületkataszter, illetve hivatalos, aktuális és megfelelően részletes központi statisztikai adatbázis a nemzeti lakóépület-állományról. Ezért a referenciaépületek meghatározásánál az Energiaklub 2011-ben készített, NegaJoule2020 kutatásának² eredményeit vettük alapul.

A kutatás keretében a magyarországi lakóépület-állomány nagymintás, 2000 háztartás körében elvégzett adatfelvétel révén került részletesen felmérésre. A mintavétel kétlépcsős, rétegzett, kvótás mintavétel volt: az első lépésben a településminták kerültek kialakításra, majd a második lépésben a településtípusok. A településminta településtípusra és a KSH régióira reprezentatív, az ott élő háztartások számának figyelembe vételével.

A kétlépcsős kvótarendszer a következők szerint alakult:

² Energiaklub 2011, www.negajoule.hu

- o Az adott településtípusra jellemző lakóövezetek lakott lakásainak arányának megfelelően.

A lakóövezetek a következők voltak:

- városias beépítéskörnyék (sorházak),
- akótelepek,
- családi házas övezetek
- villanegyedek,
- falusias jellegű környékek³.

- o A háztartáslétszám-csoportok aránya szerint. A KSH adatai szerint kialakított háztartás-kvóta a következő volt:

- 1 fő (20%),
- 2 fő (30%),
- 3 fő (20%),
- 4 vagy több fő (30 %).

Az adatok elemzése az SPSS statisztikai programmal készült. A kérdőív, a módszertan, a feldolgozott adatok és az eredmények egyaránt elérhetőek a www.negajoule.hu weboldalon.

A NegaJoule2020 kutatási projekt eredményeit és a meghatározott mintaépületek jellemző adatait 2011-2012 során több hasonló kutatást végző szakemberrel egyeztetjük, illetve az általunk ismert, vonatkozó szakmai anyagokkal⁴ és a Központi Statisztikai Hivatal elérhető adataival összevetettük, és mindezek alapján választottuk ki a jelen számítások során vizsgálandó épülettípusokat, mivel az összes Magyarországon előforduló épülettípus vizsgálatára értelemszerűen nem volt lehetőség illetve szükség.

2.1.2. Intézményi épületek

Az intézményi épülettípusok kiválasztásánál a 7/2006 (V.24.) TNM rendeletben megtalálható nemzeti követelményértékeket vettük alapul: a rendeletben iroda, továbbá oktatási intézményekre létezik követelményérték, így ezeket vizsgáltuk.

Az intézményi épületek kialakításánál sem álltak rendelkezésre megfelelő részletezettségű, országos statisztikai adatok. Ezért a referenciaépületeket a Magyar Nemzeti Vagyongazdálkodástól kapott, a központi intézmények adatait tartalmazó adatbázis, továbbá a Váti-tól kapott, a 2004-2006. évi UNDP program keretében elvégzett önkormányzati energiaauditok adatainak figyelembe vételével alakítottuk ki, ugyanakkor

³ Ez abban különbözik a családi házas övezettől, hogy az itt található házakban folyhat rendszeres mezőgazdasági jellegű tevékenység, állattartás, gazdálkodás.

⁴ Hazai épülettipológia és alkalmazási lehetőségei, Csoknyai-Talamon-Csík-Retek, Magyar Épületgépészet, 2010

hangsúlyozni kell, hogy az adatgyűjtést statisztikai értelemben nem lehet reprezentatívnak tekinteni.

Az intézményi épületek kiválasztási kritériuma az épületek építőanyagán alapult. Ezen belül meghatározó volt, hogy egy teljes mértékben felújítható épületet, és egy homlokzatiilag nem felújítható épületet vizsgáljunk.

2.2. Referenciaépületek bemutatása

2.2.1. Lakóépületek

A meghatározott épülettípusokat a jelen kutatás során tartott szakmai egyeztetések alkalmával bemutattuk. A kialakított kilenc referenciaépület a következő:

- CSH-1: Meglévő családi ház, vályog
- CSH-2: Meglévő családi ház, kisméretű tégla
- CSH-3: Meglévő családi ház, B30 tégla
- CSH-4: Meglévő családi ház, ikersejt tégla
- CSH-5: Meglévő családi ház, Porotherm tégla
- CSH-6: Új építésű családi ház, Porotherm tégla
- TH-1: Meglévő társasház, 10 emeletes panel
- TH-2: Meglévő társasház, tégla gangos bérház
- TH-3: Új építésű társasház, Porotherm tégla

A referenciaépületek paraméterei részletesen az 1., 2. és 4. számú mellékletben vannak bemutatva.

2.2.2. Intézményi épületek

Az épületek típusának kiválasztásakor az épületek szerkezeti jellemzőit vettük alapul. az így kialakult referencia épületek a következők:

- I-1: Meglévő iskola, panel
- I-2: Meglévő iskola, tégla
- I-3: Új iskola, tégla
- IR-1: Meglévő iroda, tégla, vakolt homlokzatú
- IR-2: Meglévő iroda, tégla, kőburkolatos⁵
- IR-3: Új iroda, tégla

Az intézményi épületek paraméterei szintén az 1., 2. és 4. számú mellékletben találhatóak.

⁵ Díszes, műemlék-jellegű homlokzati kialakítása miatt külsőleg nem hőszigetelhető.

2.3. A referenciaépületek jellege

A kialakított referenciaépületek egy része virtuális (CSH-1, CSH-2, CSH-3, CSH-4, CSH-5, CSH-6), más része valós épület (TH-1, TH-2, TH-3, I-1, I-2, I-3, IR-1, IR-2, IR-3). A számítások során a 7/2006 (V.24.) TNM rendelet szerinti egyszerűsített számítást vettük alapul. A külső és belső paramétereknél szintén a TNM rendeletben épülettípusonként előírt komfortállapottal számoltunk. A számításokat WinWatt energetikai modellező szoftverrel, energetikai szakértő által készítettük.

A referenciaépületek energetikai alapértékei a 3. számú mellékletben találhatók.

3. ENERGIAHATÉKONYSÁGI INTÉZKEDÉSEK/ CSOMAGOK

A Rendelet jórészt a tagállamokra bízta a vizsgálendő intézkedések körének kiválasztását, az alábbi néhány megkötéssel:

1. Az új épületek (mind a lakóépületek, mind a nem lakáscélú épületek) esetében a teljesítendő alapkövetelmények a jelenleg érvényes energiahatékonysági minimumkövetelmények.
2. A tagállamoknak megújuló energiaforrásokon alapuló intézkedéseket is meg kell határozniuk.
3. A költségoptimalizált követelmények kiszámítása érdekében meghatározott energiahatékonysági intézkedéseknek tartalmazniuk kell a jelenleg alkalmazandó energiahatékonysági minimumkövetelmények teljesítéséhez szükséges intézkedéseket.

Az intézkedési csomagokat és azok részletes energetikai értékeit a 4. számú melléklet tartalmazza.

3.1. Épületszerkezetekre irányuló intézkedések

A vizsgálatokat három részre bontottuk: önálló intézkedésként vizsgáltuk a nyílászárók cseréjét, az épülethatároló szerkezetek utólagos külső hőszigetelését, illetve ezek együttes hatását. Mindhárom intézkedéstípus esetében három követelményérték-szintet vizsgáltunk: első szintként a hatályos, 7/2006 (V.24.) TNM rendelet szerinti követelményértékeket, második és harmadik szintként pedig a TNM rendelet beterveztett módosításának 1. és 5. mellékletében javasolt követelményértékeket.

Az új építésű épületeknél a falazat hatékonyságának javításakor nem külső hőszigeteléssel számoltunk, hanem a téglát típusát változtattuk, a jelenleg a magyar piacon elérhető típusok szerint. A meglévő épületekkel ellentétben az új építésűnél a középső szerkezeti (homlokzati) követelményszintünk nem $0,35$, hanem $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ volt, miután a Porotherm 38K téglák U-értéke $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ alatt van⁶.

⁶ Porotherm 38K: $U=0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$, Porotherm 44K Profi: $U=0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ (forrás: Wienerberger)

Az intézkedések részletesen a 8. számú mellékletekben vannak bemutatva.

3.2. Épületgépészetre irányuló intézkedések

Az épületek gépészeti hatékonysági vizsgálatát alapvetően az együttes szerkezeti intézkedések kiegészítéseként elemeztük: bizonyos rendszereknél (kondenzációs kazán) mindhárom követelmény-szinten, bizonyos típusokat (pl. hőszivattyús rendszer, pelletfűtés) pedig csak a szigorúbb szerkezeti felújításokhoz rendeltük hozzá. Néhány épülettípusnál azonban önállóan is vizsgáltuk az épületgépészeti rendszer hatékonnyabbá tételét.

A gépészeti hatékonysági csomagoknál figyelembe vettük a meglévő állapot energiahordozóját. Alapesetként azonos energiahordozó hatékonyabb felhasználását tűztük ki célul. Az optimális megoldás elérése érdekében azonban esetenként több más energiahordozó felhasználását is vizsgáltuk.

A tervezett gépészeti rendszereknél alapvető cél volt, hogy a jelenleg elérhető leghatékonyabb rendszerek kerüljenek beépítésre, mind a berendezések, mind pedig a szabályozás tekintetében.

Meglévő épületekben a hőszivattyús fűtési rendszer esetében kiegészítő fűtési rendszerként meghagytuk az eredeti berendezést, illetve az új épületeknél kazánt is beépítettünk, ugyanis a gyakorlat azt mutatja, hogy az átlagosnál hidegebb téli hetekben a hőszivattyú önmagában csak jelentős többlet villamosenergia-felhasználással képes fedezni az épület teljes hőigényét.

A variációkat a 4. számú melléklet, a műszaki tartalmat a 8. és 9. számú mellékletek mutatják be.

3.2.1. Lakóépületek

Az épületekbe hűtési rendszert nem terveztünk, a légcserét alapesetben természetes szellőzéssel oldják meg. A szakmai egyeztetések hatására azonban néhány épületben számoltunk a hővisszanyerős szellőzés kiépítésével is (TH-1, TH-2).

Az új építésű családi és társasháznál (CSH-6 és TH-3) szintén vizsgáltuk a hővisszanyerős szellőzés kiépítésének lehetőségét.

3.2.2. Intézményi épületek

Az intézményi épületek esetében a meglévő energiahordozók használatával javasoltunk korszerűbb gépészeti felújítási csomagokat.

Az oktatási épületeknél mindenhol korszerű hőtermelő berendezéseket, hővisszanyerős szellőztetést, világításkorszerűsítést vizsgáltunk. Ez alól kivétel az I-2 esetében vizsgált önálló gépészeti csomag: itt hővisszanyerő nem került beépítésre. A szakmai egyeztetések hatására az iskolákban számoltunk légttechnikai rendszert nem tartalmazó gépészeti csomagokat is.

Az iskolák esetében nem vizsgáltuk a hűtési rendszer beépítését, mivel ezek az intézmények jellemzően nem üzemelnek a nyári hónapokban. A magas villamosenergia-szükségletet figyelembe véve azonban megvizsgáltuk a fotovoltaiikus rendszer kiépítését, amelyek ad-vesz mérő kiépítésével jellemzően a nyári időszakban feltáplálni, télen visszavételezni tudnak.

Az irodák esetében az épület adottságaiból fakadó szükséges hűtés kiépítésével számoltunk.

Minden épülettípusnál a szabályozás kiépítését javasoljuk, mely az épületrészeket tagolva, és a helyiségeket egyenként tudja kiszolgálni.

4. AZ ÉPÜLETEK PRIMERENERGIA-SZÜKSÉGLETÉNEK KISZÁMÍTÁSA

4.1. Energiahatékonysági értékelés

4.1.1. A referenciaépületekre vonatkozó jogszabályok és az energiahatékonysági értékelés számítási eljárása

Az energetikai számításokra a 7/2006(V.24.) TNM rendelet vonatkozik.

Az energiahatékonysági számítások a 2012 májusában érvényben lévő 7/2006 (V.24.) TNM rendelet szerint készültek, WinWatt számítógépes programmal.

4.1.2. Számítási időszak

A lakóépületeknél a Rendelet értelmében 30 év a számítási időszak, míg az intézményi épületeknél 20 év.

4.2. Az energiaszükséglet kiszámítása

4.2.1. Primerenergia-átváltási tényezők

A 2012-ben érvényben lévő jogszabályban rögzített primerenergia-átváltási tényezők az alábbiak:

Energiaforrás	e
- elektromos áram	2,50
- csúcson kívüli elektromos áram	1,80
- földgáz	1,00
- tüzelőolaj	1,00
- szén	0,95
- fűtőművi távfűtés	1,20
- távfűtés, kapcsolt energiatermelés	1,12
- tűzifa, biomassa	0,60
- megújuló energia	0,00

A számítások során a fenti értékek lettek figyelembe véve.

4.2.2. Energiahordozónként leadott energia

Az épületek üzemelése során felhasznált energia mennyisége energiahordozónként a rendelet 5. számú mellékletben található.

5. GLOBÁLIS KÖLTSÉG KISZÁMÍTÁSA

A Rendelet értelmében a tagállamoknak minden egyes referenciaépületre vonatkozóan ki kell számítani az egyes intézkedések nettó jelenértéken kifejezett globális költségét. A számítás módszertanát a Rendelet határozza meg, az alábbiak szerint.

5.1. Élettartam

A Rendelet javasolja a tagállamok számára az épületelemek gazdasági adatairól szóló EN 15459 szabvány „A” mellékletének használatát az épületelemek becsült gazdasági élettartamának meghatározása során. A számítások során a szabvány által megállapított átlagos élettartamokat alkalmaztuk.

5.2. Költségkategóriák

A Rendelet értelmében a számítások során az alábbi költségeket kell figyelembe venni:

1. Kezdeti beruházási költségek,
2. Éves költségek (energiaköltség, fenntartási költség, csereköltés),
3. Ártalmatlanítási költségek (amennyiben szükséges).

A makrogazdasági szempontú számításhoz szükséges mindezeket túl figyelembe venni:

4. Az üvegházhatásúgáz-kibocsátások költségeit.

Egy intézkedés / csomag / variáns globális költségének meghatározása során a Rendelet szerint az alábbiakat nem kötelező figyelembe venni:

- a) az összes intézkedés esetében azonos költségek;
- b) az olyan épületelemekkel kapcsolatos költségek, amelyek nincsenek hatással az épület energiahatékonyságára.

5.2.1. Beruházási költségek

A költségadatok forrása alapvetően a Budapesti Kereskedelmi és Iparkamara, az Építési Vállalkozók Országos Szakszövetsége, a Magyar Építész Kamara, a Magyar Mérnöki Kamara és a Magyar Tanácsadó Mérnökök és Építészek Szövetsége közreműködésével évente kiadott Építőipari Költségbecslési Segédlet, valamint az Építési Normagyűjtemény volt.

Azokban az esetekben, ahol ez a két adatbázis nem tartalmazott megfelelő információt az adott intézkedésre vonatkozóan, ott saját gyűjtésben szereztük be az adatokat. Az új építésű téglalapületek számításaihoz felhasználtuk továbbá a Wienerberger által az elmúlt évben végzett mintaszámítások költségadatait is, amelyet a cég a rendelkezésünkre bocsátott.

Az intézmények esetében figyelembe vettük az ÉMI Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Nonprofit Kft. által az NFM megbízásából 2012 áprilisában készített, a „Központi kormányzati épületek felújítása – Előkészítő tanulmány” költségadatait is. Rendelkezésünkre álltak továbbá kivitelezői árajánlatok is, melyekre szintén támaszkodtunk az átlagos beruházási költségek meghatározásánál.

A kéménybélelés költségeivel csak azokban az épületekben számoltunk, amelyekben az eredeti gépészeti rendszer (konvektor / villany- vagy gázbojler) nem használta a kéményt (CSH-3, TH-2), itt ugyanis egyértelműen a gépészeti felújításhoz kapcsolódik ez a költség; alapesetben és a szerkezeti felújításoknál nem jelentkezik. A többi épületnél viszont, ahol a kémény már eleve használatban van, felújítástól függetlenül is jelentkezik (het)nek a(z újra)béleléssel kapcsolatos költségek az állagromlás miatt (amire a kötelező éves kéményvizsgálat derít fényt), vagyis minden felújítási csomag esetén. Ezért ezekben az épületekben ezzel a költséggel egyszerűsítettünk, ahogy erre a Rendelet lehetőséget ad.

Megjegyezzük, hogy a jelenleg még kevésbé elterjedt technológiák esetén (pl. napelem, hővisszanyerős szellőztetés, hőszivattyú, stb.) a jellemző beruházási költségek beszerzése meglehetősen nehéz, az értékek ugyanis nagyon széles skálán mozognak. Itt tehát további vizsgálatokra lehet szükség.

A számítások során alkalmazott beruházási költségeket a 10. melléklet tartalmazza.

Az egyes épületelemek élettartamától, illetve az adott épülettípus esetén előírt számítási időszaktól függően a legtöbb esetben maradványértékkel is számolni kell. Ezt a Rendelet szerint az adott épületelem kezdeti beruházási vagy csere költségének a számítási időszak végéig történő, a számítási időszak kezdetére diszkontált lineáris értékcsökkenésével kell meghatározni.

5.2.2. Éves költségek

Az éves energia költségek számításánál a 2012. évi energiaárakból indultunk ki: a földgáz és az elektromos áram esetében a Magyar Energia Hivatal által közzétett egyetemes szolgáltatói árakat használtuk, mind a lakóépületek, mind az intézmények esetében, nem érhető el ugyanis nyilvános adatbázis a szabadpiaci energiaárak alakulásáról. A távfűtés esetében a Matászszy által publikált, 18 magyarországi település tarifáit tartalmazó gyűjtés adataiból⁷ képeztünk egy országos átlagárát. A tűzifa és a pellet átlagos árát saját gyűjtés alapján határoztuk meg, de támaszkodtunk a KPMG-essrg által készített „Biomassza-árprognózis 2009-2020” tanulmány adataira is.

Mivel Magyarországon nem érhető el hivatalos, kormányzati stratégiákban alkalmazott energiaár-előrejelzés, illetve a különböző nemzetközi szervezetek (beleértve az Európai Uniót is) elemzése között sem találtunk kifejezetten Magyarországra vonatkozó illetve vonatkoztatható előrejelzést, ezért különböző forrásokból⁸ állítottunk össze kétféle (az érzékenységvizsgálat miatt) prognózist, amelyek diagramon szemléltetve megtalálhatóak a 11. mellékletben.

Az egyes épületelemek élettartamától függően kalkuláltunk csere költségével, elsősorban a gépészeti rendszerek esetében, mivel itt jellemző, hogy a berendezés élettartama rövidebb, mint az előírt számítási időszak. Ahogyan erre a Rendelet lehetőséget ad, a berendezések csere költségét az eredeti beruházási költséggel megegyezőnek vettük, de természetesen a gépészeti rendszer (pl. központi fűtés) kiépítésének költségét csak a kezdeti beruházáskor vettük figyelembe.

Az éves üzemeltetés, karbantartás költségeit azokban az esetekben vettük külön figyelembe, ahol ez a hagyományos gépészeti rendszereknél jóval jelentősebb: ilyen a hővisszanyerős szellőztetésnél rendszeresen felmerülő szűrőbetét-csere, a napkollektoroknál a fagyálló-csere, illetve a napelemes rendszereknél az inverter-csere. Ezek a költségek megtalálhatóak a 10. mellékletben.

⁷ www.mataszszy.hu/doc/2011.11.18_Kozzetett_dokumentumok/Tavhodijak.2011.marcius.31/tavhodijak_osszehasonlitasa_6000-nel.tobb.lakas.pdf

⁸ Makrogazdasági adatok és előrejelzés, különös tekintettel a pénzügyi mutatókra és az energia árakra (2008-2030), GKI 2010; Biomassza-árprognózis 2009-2020, KPMG_essrg, 2010; http://ec.europa.eu/energy/observatory/trends_2030/index_en.htm

5.2.3. Az üvegházhatásúgáz-kibocsátások költsége

A szén-dioxid-kibocsátás költségeit a Rendelet mellékletében szereplő uniós kibocsátás-kereskedelmi rendszerben alkalmazott árak jelenlegi bizottsági előrejelzései szerint vettük figyelembe, a referencia-forgatókönyv szerint.

5.2.4. Diszkontráta

A számítások során alkalmazandó diszkontráta megválasztását a Rendelet a tagállamok hatáskörébe utalja, mindazonáltal kiköti, hogy a makrogazdasági számítás esetén alkalmazott diszkontráták egyikének (az érzékenységi elemzésnek legalább két rátára kell kiterjednie) reálértéken kifejezve 3%-osnak kell lennie.

Magyarországon a 161/2005 (VIII. 16.) Korm. rendelet rendelkezik a nettó jelenérték számításának módszertanáról, valamint az alkalmazandó diszkonttényezőről. Ennek értelmében az ilyen számításokhoz az Államadósság Kezelő Központ által a Pénzügyminisztérium honlapján közzétett, 35 éves időszakra kiterjedő hozamgörbét kell alkalmazni. A vizsgálatok megkezdésekor az éves hozam-előrejelzés 6,5-7,5% között mozgott. A Kormányrendelet értelmében az inflációval történő indexálást a szintén a Pénzügyminisztérium honlapján közzétett inflációs előrejelzés alapján kell elvégezni. Ez átlagosan 2,5% körül alakul.

Ezt figyelembe véve a második diszkontrátát reálértéken kifejezve 5%-ban határoztuk meg, mind a pénzügyi (beruházói), mind pedig a makrogazdasági szemléletű számítás során. Bár a vizsgálatok véglegesítésekor érvényes hozam-előrejelzés a fenténél alacsonyabb hozamokat tartalmazott, a kezdeti értékeket vettük figyelembe a végleges anyagban is (ahogy a TNM rendelet esetén is végig a 2012. májusában érvényes állapottal számoltunk).

5.3. Számítási eljárás

A globális költséget az alábbiak szerint kell kiszámítani a pénzügyi (beruházói) szemléletű számítás esetén:

$$C_g(\tau) = C_I + \sum_j \left[\sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i)) - V_{f,\tau}(j) \right]$$

ahol:

τ : a számítási időszak

$C_g(\tau)$: a számítási időszak alatti globális költség (a τ o kezdőévre vonatkozóan)

C_I : a j intézkedés vagy intézkedéssorozat kezdeti beruházási költségei

$C_{a,i}(j)$: a j intézkedés vagy intézkedéssorozat éves költsége az i évben

$V_{f,\tau}(j)$: a j intézkedés vagy intézkedéssorozat maradványértéke a számítási időszak végén (a τ o kezdőévre diszkontálva)

$R_d(i)$: az i évre vonatkozó diszkontfaktor, amely az r diszkontrátán alapul és a következőképpen kell kiszámítani:

$$R_d(p) = \left(\frac{1}{1 + r / 100} \right)^p$$

A makrogazdasági számítás a pénzügyitől annyiban tér el, hogy a fenti költségkategóriákon kívül be kell vonni a számításba az üvegházhatásúgáz-kibocsátások költségeit is, illetve adót nem tartalmazó árakkal kell számolni, az alábbi képlet szerint:

$$C_g(\tau) = C_I + \sum_j \left[\sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) R_d(i) + C_{c,i}(j)) - V_{f,\tau}(j) \right]$$

ahol:

$C_{c,i}(j)$: a j intézkedés vagy intézkedéssorozat i évre vonatkozó széndioxid-kibocsátási költségei.

6. ÉRZÉKENYSÉGI ELEMZÉS KÉSZÍTÉSE A BEMENETI ADATOKRA

A Rendelet értelmében a tagállamoknak érzékenységi vizsgálatot kell készíteniük. A vizsgálatnak legalább két, reálértéken kifejezett diszkontráta alkalmazására kell kiterjednie, mind a makrogazdasági számítás, mind a pénzügyi számítás esetében, ezen túlmenően mindkét számítási mód esetében kétféle energiaár-forgatókönyvet kell alkalmazniuk.

A Rendelet értelmében a tagállamoknak döntést kell hozniuk arról, hogy a makrogazdasági vagy a pénzügyi számítás eredményét tekintik-e nemzeti referenciaértéknek. Magyarországon a 2010/31/EU irányelv jogharmonizációs feladataiért a Belügyminisztérium a felelős. A Minisztérium illetékes főosztályán történt egyeztetéskor egyetértés mutatkozott abban a tekintetben, hogy – tekintve a szén-dioxid árak változékonyságát és nehezen előrejelezhetőségét – egy plusz bizonytalanságot hozott volna a számításokba a makrogazdasági szemléletű módszer, ezért a pénzügyi szemléletű számítás lett a választott módszer. Ugyanazén egyeztetésen született döntés az árprognózis és a diszkontráta ügyében is: az energiaár-előrejelzés tekintetében az alacsonyabb növekedési ütemű prognózist tartottuk hosszútávon elfogadható becslésnek, amelyhez a konzervatív becslés érdekében, és a magyar gazdasági mutatók figyelembe vételével az 5%-os reál diszkontráta alkalmazását tartottuk megfelelőnek.

Mindezek alapján a Rendelet szerinti jelentéstétel 7. táblázatát a pénzügyi/beruházói szemléletű számítási módszer szerint töltöttük ki, az 5% reál diszkontráta, és az Energiaár-prognózis bemenő paraméterek mellett.

A 4. melléklet táblázataiban valamennyi számítás eredménye megtalálható mindkét szemléletű gazdasági számítás esetében. A táblázatokból, illetve a diagramokból látszik, hogy az energiár-előrejelzés illetve a diszkontráta változtatása a legtöbb esetben nem okoz számottevő változást a költségoptimumok terén.

A 7. táblázat a 7. mellékletben található.

7. A KÖLTSÉGOPTIMALIZÁLT ENERGIAHATÉKONYSÁGI SZINT LEVEZETÉSE A REFERENCIAÉPÜLETEKRE

A Rendelet szerint a tagállamoknak minden referenciaépület esetében össze kell hasonlítaniuk a különböző energiahatékonysági intézkedésekre vonatkozó számítások globálisköltség-eredményeit a jelenleg érvényben lévő nemzeti követelményértékekkel (miután döntést hoztak arról, hogy a makrogazdasági vagy a pénzügyi számítás eredményét tekintik-e a nemzeti referenciaértéknek).

A Rendelet és a módszertani iránymutatás értelmében azokban az esetekben, amikor a költségoptimum-számítások eredménye azonos (vagy közel azonos) globális költség-szintet mutat a különböző energiahatékonysági intézkedések esetében, a tagállamok számára javasolt, hogy az alacsonyabb primerenergia-felhasználást eredményező követelményeket alkalmazzák a meglévő energiahatékonysági minimumkövetelményekkel történő összehasonlítás alapjaként.

Mivel a számítások értelemszerűen nem terjedtek ki a költségoptimum-„görbék” minden pontjára, ezért valójában nem is beszélhetünk valódi görbékről, inkább pontfelhőkről. Tehát mivel az egyes referenciaépületek „görbéinek” csak bizonyos pontjait ismerjük, ez alapján azt nem lehetséges kijelenteni, hogy hol van az optimum. A számítások eredményeként előállt pontfelhő azt mutatja meg, hogy a vizsgált intézkedési csomagok közül melyik bizonyult optimálisnak (lásd a 4. melléklet táblázatait).

Jól látszik, hogy mind a meglévő, mind az új épületek esetében a jelenleg hatályos követelmény-értékeknél szigorúbbakra lenne szükség, mert ezek a jelenlegi követelményeknél gyakorlatilag minden esetben kedvezőbb eredményt adnak. Szintén szembeűnő továbbá, hogy a meglévő épületek jelentős részében annak az esetnek a globális költsége a legmagasabb, amikor az épületet nem újítják fel, azaz marad a jelenlegi állapotában (o jelzésű intézkedés a 4. melléklet táblázataiban).

7.1. Lakóépületek

Az épületgépészeti rendszerek esetében a hőszivattyús illetve a pellet alapú rendszerek egyelőre nem tekinthetők költségoptimális beruházásnak. A napkollektoros rendszer beségítése a melegvíz-előállításba az esetek nagy részében viszont meglehetősen kedvező eredményt biztosít.

A különböző változatok részletes leírása és értékei megtalálhatók a 4., 8. és 9. mellékletekben

7.1.1. Meglévő vályog családi házak (CSH-1)

A meglévő vályog családi házak esetében a vizsgált intézkedések közül az optimális megoldást a 11. felújítási csomag jelenti. Ez a homlokzati fal U-értékének $0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ -re, a padlásfödém U-értékének $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ -re történő feljavítását, a nyílászárók $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ értékűre történő cseréjét, valamint a kályha és a villanybojler cseréjét jelenti faelgázosító kazánon alapuló fűtési- és HMV-rendszerre.

Amennyiben csak az épület komplex szerkezeti felújítását (az eredeti gépészeti rendszer változtatása nélkül) tekintjük, azaz a 7-9. számú intézkedési csomagokat, akkor is a középső, a jelenleginél szigorúbb követelmények adják az optimális megoldást (8. számú intézkedés).

7.1.2. Meglévő kisméretű 50 téglából épült családi házak (CSH-2)

A kisméretű 50 téglából épült családi házak esetében a legalacsonyabb globális költségű felújítást a 14. számú csomag adja. Ez az épülethatároló szerkezetek (homlokzat, padlásfödém) külső hőszigetelését jelenti, a jelenlegi követelményértékeknél szigorúbb szintre: (a homlokzat esetében $0,35$, a padlásfödém esetében pedig $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ értékűre), továbbá a nyílászárók cseréjét $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ értékűre, és faelgázosító kazán beépítését.

Érdemes itt megjegyezni, hogy ennél a referenciaépületnél a gépészeti csomagok tartalmazzák az eredeti fatüzelésű kazán kondenzációs kazánra történő cseréjét is, vagyis energiahordozó-váltás történt tüzfáról földgázra. Ezek a csomagok a tüzfán alapuló gépészeti felújításhoz képest magasabb globális költségeket eredményeztek.

7.1.3. Meglévő B30 téglából épült családi házak (CSH-3)

A B30 téglából épült, Magyarországon igen jellemző „kocka”-házak esetében a 20. számú felújítási csomag jelenti az optimálisat a vizsgált változatok közül, vagyis a legszigorúbb szerkezeti követelmények ($0,8$ helyett $1,0$ U-értékű nyílászárókkal), és faelgázosító kazán beépítése.

A 4. mellékletben található diagramon jól látható, hogy a komplex szerkezeti és gépészeti felújítást tartalmazó csomagok közül a 14., vagyis a pelletre való átállás eredményezi a legmagasabb globális költséget.

7.1.4. Meglévő ikersejt téglából épült családi házak (CSH-4)

Az ikersejt téglából épült házak esetében legalacsonyabb globális költsége a 11. intézkedésnek van, vagyis a külső hőszigetelés, nyílászáró-csere és a gépészeti felújítás együttes elvégzése a középső vizsgált szintre.

7.1.5. Meglévő Porotherm téglából épült családi házak (CSH-5)

A vizsgált, nagy alapterületű, Porotherm38 téglából épült családi házak esetében a legalacsonyabb globális költséget a 21. felújítási csomag adja, ami csak a gépészeti rendszer változtatását jelenti. Ennek az az oka, hogy ez a ház eredeti állapotában is viszonylag korszerű: a falak és a nyílászárók jellemzői alig maradnak el a jelenlegi követelményektől, és a központi fűtési rendszer is ki van már építve.

Az állandó hőmérsékletű gázkazánról faelgázosító kazánra történő váltást csak önálló gépészeti csomaggént vizsgáltuk, a fatüzelés és az épület szerkezetének együttes javítása nem került vizsgálatra, így ebben az esetben nem tudjuk, nem lenne-e kedvezőbb a komplex csomag.

7.1.6. Új építésű, téglából épült családi házak (CSH-6)

Az új építésű családi házaknál a 6. számú változat jelenti az optimálisat a vizsgált variációk közül. Ez a határoló szerkezetek követelményének szigorítását (homlokzat: $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$, padlásfödém: $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$, pincefödém: $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$), jelenti a beépítendő nyílászárók jelenlegi követelménye ($U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$) mellett. Ez a variáció kondenzációs kazánon alapuló fűtési és HMV-rendszert tartalmaz.

Az épületgépészeti rendszerek tekintetében a számításokból kiderül, hogy mind a három szerkezeti követelményszint esetén kedvezőbb a kondenzációs kazánon alapuló fűtési és melegvíztermelő-rendszer, mint az alacsony hőmérsékletű kazán beépítése. A hőszivattyú illetve a pellet alapú rendszerek egyelőre messze vannak a költségoptimumtól.

7.1.7. Meglévő panel társasházak (TH-1)

A panel társasházak esetén a 6. felújítási csomag adja a legkedvezőbb eredményt a vizsgált variációk közül, vagyis a határoló falak hőszigetelése a legszigorúbb értékre. Meg kell azonban említeni, hogy a 12. gépészeti javítást tartalmazó csomag közel azonos globális költséget eredményez, mint a 6. számú felújítás, viszont jelentős csökkenést okoz a primerenergia-felhasználásban, javasolt tehát inkább ezt a csomagot optimálisnak elfogadni (ahogy erre a Rendelet is biztatja a tagországokat). Ezt alátámaszthatja az is, hogy az érzékenységvizsgálat során elvégzett többi számítás is a 12. csomagot jelzi optimálisnak. Mindazonáltal a 7. táblázatban a 6. csomagot tüntettük fel optimálisnak.

Ismét meg kell jegyezni, hogy a számításokat a 7/2006 TNM rendelet 2012. májusi állapota szerint végeztük el; a Rendelet júliusi módosítása ettől eltérő eredményeket adhat.

7.1.8. Meglévő téglá, gangos társasházak (TH-2)

A régi bérházak vizsgálatakor a 9. számú bizonyult optimálisnak, vagyis az épületszerkezet legszigorúbb szintű felújítása.

A gépészeti csomagok itt nagy valószínűséggel azért nem adtak optimális eredményt, mert itt az eredeti állapothoz illetve az épületszerkezet javítására irányuló csomagokhoz képest jelentős pluszköltségként jelentkezett a kéménybélelés költsége (ld. 5.2.1. fejezetben leírtakat, illetve a 10. mellékletet).

7.1.9. Új építésű társasházak (TH-3)

Az új építésű társasházaknál az új építésű családi házakhoz hasonlóan a jelenleginél szigorúbb követelményeket tartalmazó 6. variáció az optimális a vizsgált csomagok közül.

7.2. Intézményi épületek

Az intézményi épületeknél, hasonlóan a lakóépületekhez, a jelenleginél szigorúbb követelményértékek adnak optimális eredményt.

7.2.1. Meglévő panel iskola (I-1)

A panel iskola esetében a 11. felújítási csomag, azaz a középső szintű szerkezeti követelmények együtt az épületgépészeti rendszer felújításával adta a legkedvezőbb megoldást.

A részletes paraméterek a 4., 8. és 9. mellékletben találhatóak.

7.2.2. Meglévő téglá iskola (I-2)

A téglából épült iskola esetében az 5., középső szintű hőszigetelést tartalmazó csomag az optimális. Ugyanakkor alig ad magasabb globális költséget a 11., nyílászáró-cserét és gépészeti felújítást is tartalmazó csomag, viszont nagyon jelentős primerenergia-megtakarítást jelent, javasoljuk a 11. csomagot optimumnak tekinteni. Mindazonáltal mi a 7. táblázat vonatkozó sorában az 5. csomag értékeit tüntettük fel.

7.2.3. Új építésű téglá iskola (I-3)

Az új építésű iskola esetében a 11. számú variációt kaptuk optimális építési módnak. Ez a jelenleginél szigorúbb követelményeket jelent az épület szerkezetére nézve (homlokzat: $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, padlásfödém: $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$, pincefödém: $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, nyílászárók: $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$), valamint épületautomatizálási rendszer és hatékony világítási rendszer kiépítését, és hatékony hővisszanyerő berendezés beépítését.

Érdemes megemlíteni, hogy ennél az intézménytípusnál vizsgáltuk a hőszivattyús rendszer kiépítésének gazdaságosságát is (a legszigorúbb épületszerkezeti követelmények teljesítése esetén), de az eredmények szerint ez a megoldás meglehetősen messze van a költségoptimumtól.

7.2.4. Meglévő téglá iroda, vakolt homlokzat (IR-1)

E referenciaépület esetén a 6. intézkedés adja a legalacsonyabb globális költséget, vagyis a homlokzat és a födémelek legszigorúbb szintű hatékonyságjavítása.

7.2.5. Meglévő téglai iroda, kőburkolatos homlokzatú (IR-2)

Ennél a referenciaépületnél a homlokzatot a kőburkolatos kialakítás miatt nem lehet külsőleg hőszigetelni, így itt a szerkezeti felújítási csomagok a padlásfödém és a nyílászárók hatékonyságának javítására vonatkoznak. Hasonlóképpen a vakolt homlokzatú irodához, itt is a 6. csomag az optimális.

7.2.6. Új építésű téglai iroda (IR-3)

Az új építésű irodák esetében a 11. variáció eredményezi az optimális megoldást a vizsgált változatok közül, vagyis a középső szintű szerkezeti követelmények szerinti építési mód, kondenzációs kazánon alapuló fűtési rendszer beépítésével, szabályozással, hővisszanyerős szellőzéssel és korszerű világítással.

7.3. Összehasonlítás a hatályos tagállami követelmény-értékekkel

A számított költséghatékony szinteket össze kell hasonlítani a hatályos tagállami követelményszinttel. Az energiahatékonsági minimumkövetelmények számított költségoptimális szintjeinek és hatályos szintjeinek különbségét az összes hatályos energiahatékonsági minimumkövetelmény átlaga és az összes egymással együtt kezelhető vizsgált referenciaépületre és épülettípusra meghatározott költségoptimális szintek átlaga közötti különbségként kell meghatározni.

Ennek módja:

Különbség (% a referenciaépület szintjén) =
(költségoptimális szint [kWh/m² év] – hatályos energiahatékonsági minimumkövetelmények [kWh/m² év]) / költségoptimális szint [kWh/m² év] × 100 %.

Az épületelemekre ugyanezt a különbséget a következőképpen kell meghatározni:

Különbség (% az épületelemek szintjén) =
(költségoptimális szint [W/m²K] – hatályos energiahatékonsági minimumkövetelmények [W/m²K]) / költségoptimális szint [W/m²K] × 100 %.

Mivel Magyarországon a hatályos jogszabály hármas követelményrendszert tartalmaz az új építésű épületekre vonatkozóan (U-érték, Ep és q), mindkét fenti módszert el kellett végeznünk. Az eredményeket a 7. melléklet tartalmazza. (A q vizsgálatára nem terjedt ki a munka, mindazonáltal az optimumokhoz tartozó q értékeket feltüntettük a 7. mellékletben.)

A végeredmények jelentős eltérést mutatnak a költséghatékony szint és a jelenlegi követelményértékek között. Az elemszintű követelmények (U) esetében minden épülettípusnál az arra az épületelemre vonatkozó jelenlegi követelménynél szigorúbb követelmények adják az optimumot. Az összesített energetikai mutató ugyanakkor néhány meglévő épület esetében nem éri el az új építéskor megkövetelt értéket, a szigorúbb elemszintű követelmények betartása esetén sem. Ennek oka, hogy ezekben az esetekben nem a komplex beavatkozás, hanem csak bizonyos épületelemek felújítása bizonyult költségoptimálisnak.

A vizsgálat eredményei szerint a jelenleginél szigorúbb, költségoptimumot adó elemszintű követelmények teljesítésével a meglévő lakóépületek összesített energetikai mutatója 104-138 kWh/m²a – re javul, a meglévő társasházak esetén pedig 115-175 kWh/m²a – re. Új építésű lakóépületeknél az optimális elemszintű követelményhez tartozó Ep érték 133-134 kWh/m²a.

Meglévő iskolák összesített energetikai mutatója a költségoptimális felújítások hatására 69-219 kWh/m²a értékre javul – itt megjegyezzük, hogy amennyiben az 1-2 esetben a 7.2 fejezetben jelzett módon a 11. csomagot fogadnánk el optimálisnak, akkor a 219 kWh/m²a helyett 111 kWh/m²a lenne az optimumhoz tartozó Ep érték. Az új építésű iskolaépület esetén az elemszintű optimumhoz 63 kWh/m²a összesített energetikai mutató tartozik.

Meglévő irodaépületek a költségoptimális felújítás hatására a 156-227 kWh/m²a Ep értékig jutottak el a számításokban, az új irodaépület esetén azonban ez az érték jelentősen alacsonyabb, 84 kWh/m²a.

7.4. Következtetések

Összegzésül elmondható, hogy mivel a szerkezeti felújításokra vonatkozó intézkedések esetében minden intézkedéstípusnál három szintet vizsgáltunk, azaz az épületelem-szintű görbékből 3 pontunk van meg, nem lehetséges teljes biztonsággal kijelenteni, hogy hol van az optimum.

A vizsgált esetekben optimálisnak kapott követelmények épülettípustól függően váltakoznak a középső szintű és a legszigorúbb szerkezeti követelmények között, ami egyrészt azt jelenti, hogy a jelenleg hatályos elemszintű követelményértékeknél (U-érték) mind a meglévő, mind az új épületek esetében szigorúbb követelményekre van szükség, mert ezek a jelenlegi értékeknél minden esetben jelentősen kedvezőbb eredményt adnak. Másrészt jelzik azt is, hogy az optimum jelenleg valahol a középső szintű és a legszigorúbb követelmények között lehet.

A Rendelet szerinti költségoptimum-számítások tehát egyértelműen alátámasztják a 7/2006 TNM rendeletben foglalt követelményértékek szigorításának szükségességét. Az elmúlt időszak szakmai egyeztetései megmutatták, hogy a hazai épületenergetikai szakértők is a követelményértékek szigorítását tartják kívánatosnak, az Európai Unió pedig deklarálta a közel nulla energiafogyasztású épületek követelményrendszerét tűzte ki célul a

közeli jövőben. Mindezek alapján tehát javasoljuk minden épület esetében legalább a középső szintű szerkezeti követelményértékek (homlokzat: U=0,35 W/m²K, padlásfödém: U=0,2 W/m²K, pincefödém: U=0,3 W/m²K, nyílászárók=1,3 W/m²K) bevezetését felújítás és építés esetén is, még 2013 folyamán.

MELLÉKLETEK

1. melléklet

1. táblázat: Meglévő épületekre vonatkozó referenciaépületek (jelentős felújítás)

2. melléklet

2. táblázat: Új épületekre vonatkozó referenciaépületek

3. melléklet

3. táblázat: Jelentéstételi alaptáblázat mintája az energiahatékonysággal kapcsolatos adatokhoz

4. melléklet

4. táblázat: Összefoglaló táblázatok a kiválasztott intézkedések bemutatására épülettípusonként

5. melléklet

5. táblázat: Kimeneti táblázat az energiaszükséglet kiszámításához

6. melléklet

6. táblázat: Kimeneti adatok és a globális költség kiszámítása

7. melléklet

7. táblázat: Összehasonlító táblázat az új és meglévő épületekhez

8. melléklet

Épületszerkezeti felújítási csomagok

9. melléklet

Épületgépészeti felújítási csomagok

10. melléklet

Beruházási költségek

11. melléklet

Energiaárak - prognózis