

Štúdia využiteľnosti zavádzania nástrojov a technológií OZE pri zabezpečení energetických potrieb verejných inštitúcií.



GREEN FUTURE

Priame energeticko-hospodárske dôsledky prebiehajúcich sa udalostí na svetovej politickej scéne v posledných rokoch čoraz viac nútia Európsku úniu – a tým aj našu krajinu – k prehodnoteniu svojej energetickej politiky. Štúdia prezentuje súhrn poznatkov a zbierku modelových príkladov využiteľných v praxi pre tých, ktorí z hospodárskeho hľadiska alebo kvôli ochrane životného prostredia si želajú znížiť svoje výdavky na energiu.



<http://www.greenfuture-husk.eu/>

Účelom publikácie je podpora nižšie uvedeného projektu:

Program cezhraničnej spolupráce Maďarská republika - Slovenská republika 2007-2013

Názov projektu: **Green Future**
Registračné číslo projektu: **HUSK0901/2.1.2/0232**

Cieľom projektu bolo posúdenie možností využívania obnoviteľných zdrojov energie vo verejných budovách, typizácia objektov a investičných cieľov a vypracovanie základných investičných modelov. Spotrebu budov je totiž možné efektívne znížiť prostredníctvom využívania obnoviteľných zdrojov energie ako je solárna energia, geotermálna energia, veterná energia, vodná energia a energia získaná z biomasy. Vypracované štúdie obsahujú analýzu výsledkov výskumu realizovaného v okruhu verejných budov a opisy použiteľné v praxi, ako aj súbor konkrétnych príkladov, ktoré budú dôležitou pomôckou pre všetky subjekty, ktoré chcú znížiť svoje energetické náklady pri zohľadnení ekonomických a ekologických aspektov a pripraviť resp. podložiť svoje rozhodnutia súvisiace s plánovanými investíciami tohto charakteru. Môžu ich využívať napríklad samosprávy či iné organizácie spravujúce verejné budovy, ktoré vo svojich inštitúciách plánujú využívať obnoviteľné zdroje energie a na tento účel žiadajú o finančný príspevok.

Realizujúce organizácie:



Regionálna rozvojová agentúra Južný Región
Svätého Štefana 79, 943 01 Štúrovo,
Slovenská republika
Tel./fax: +421 36 752 3051
web: <http://www.rra-juznyregion.sk>
mail: info@rra-juznyregion.sk



KISALFÖLDI VÁLLALKOZÁSFEJLESZTÉSI ALAPÍTVÁNY

Nadácia pre rozvoj podnikania regiónu Kisalföld
(Kisalföldi Vállalkozásfejlesztési Alapítvány)
9022 Győr, Czuczor G. u. 30. - HUNGARY
Tel: +421 36 96 512 530
fax: +421 36 96 512 534
web: <http://www.kva.hu>
mail: info@kva.hu



Nadácia pre rozvoj regionálneho podnikania v župe Komárom-Ostrihom
(Komárom-Esztergom Megyei Regionális Vállalkozásfejlesztési Alapítvány)
2800 Tatabánya, Fő tér 4. - HUNGARY
Tel./fax: +36 34 311 622
web: <http://www.kem-hvk.hu>
mail: info@kem-hvk.hu

Tento projekt sa realizuje s podporou Európskeho fondu regionálneho rozvoja v rámci Programu cezhraničnej spolupráce Maďarská republika - Slovenská republika. (Podrobnejšie informácie o programe nájdete na www.husk-cbc.eu).

Obsah tejto publikácie nemusí nevyhnutne reprezentovať oficiálne stanovisko Európskej únie!

Autori a Vydavateľ pristupovali k príprave tohto odborného materiálu s maximálnou pozornosťou. Napriek tomu však nie je možné vylúčiť výskyt chýb. Vydavateľ a Autori nepreberajú zodpovednosť za prípadné dôsledky takýchto chýb. Autori a Vydavateľ nepreberajú žiadnu zodpovednosť za škody vzniknuté v dôsledku používania údajov a informácií uvedených v tejto publikácii a nezodpovedajú ani za iné, priame či nepriame škody (vrátane, ale neobmedzujúc sa len na ušlý zisk, prerušenie podnikateľskej činnosti, stratu obchodných informácií či iných škôd vzniknutých v dôsledku finančnej straty) vzniknuté v dôsledku použitia resp. použiteľnosti uvedených informácií a údajov, a to ani v prípade, ak Autori a/alebo Vydavateľ boli informovaní o možnosti vzniku takýchto škôd. Autori a Vydavateľ nepreberajú žiadnu zodpovednosť za dôveryhodnosť informácií získaných a údajov vypočítaných pomocou tohto odborného materiálu - údaje v ňom uvedené slúžia na vzdelávacie a propagačné účely; ďalej nepreberajú žiadnu zodpovednosť za použiteľnosť týchto informácií a vypočítaných údajov. Názvy spoločností a produktov uvedené v publikácii, bez ohľadu na to, či sú to registrované ochranné známky alebo nie, sa uvádzajú výlučne z dôvodu jednoznačnej referencie alebo vysvetlivky. Cieľom Autorov a Vydavateľa nebolo ich privlastnenie ani neoprávnené použitie. Ich zámerom v týchto prípadoch bolo postupovať zohľadňujúc záujmy ich oprávneného majiteľa. Text uvedený na ktorejkoľvek strane tohto študijného materiálu sa môže používať výhradne len so súhlasom majiteľa autorských práv.



Program cezhraničnej spolupráce
Maďarská republika-Slovenská republika
2007-2013

Európska únia
Európsky fond regionálneho rozvoja



“Budujeme Partnerstvá”

| | |
|--|-----------|
| 1. Predchádzajúce udalosti a ciele | 7 |
| 2. Energetická obnova budov | 11 |
| 2.1. Predchádzajúce udalosti a ciele | 11 |
| 2.2. Požiadavka na súčiniteľa prestupu tepla | 12 |
| 2.2.1. Súčasná miera požiadaviek | 12 |
| 2.2.2. Očakávaná miera požiadaviek v roku 2019 | 13 |
| 2.2.3. Všeobecné hodnotenie | 13 |
| 2.2.4. Porovnanie hodnôt požiadaviek v jednotlivých krajinách | 15 |
| 2.2.5. Hospodárske dôsledky premeny požiadaviek | 15 |
| 2.3. Požiadavky na súčiniteľa mernej tepelnej straty | 17 |
| 2.4. Požiadavky na celkovú energetickú charakteristiku | 19 |
| 2.4.1. Obytné budovy | 19 |
| 2.4.2. Kancelárske budovy | 20 |
| 2.4.3. Budovy pre vzdelávanie | 21 |
| 2.4. Budovy iného charakteru | 22 |
| 2.5. Plánovacie údaje | 22 |
| 2.4.5. Zaradenie budov z hľadiska energetickej kvality (osvedčenie o kvalite) | 23 |
| 3. Súčasný stav, hodnotenie stavebno-technického riešenia (kúrenie, produkcia teplej úžitkovej vody, vetranie) existujúcich budov | 25 |
| 3.1. Hodnotenie vetrania budov | 25 |
| 3.2. Hodnotenie energetickej úrovne budov | 25 |
| 3.3. Vyhodnotenie faktúr | 25 |
| 3.4. Hodnotenie systémov prevádzkovaných na zemný plyn | 26 |
| 3.4.1. Hodnotenie existujúcich vykurovacích systémov, návrhy na modernizáciu | 27 |
| 3.4.2. Hodnotenie prípravy teplej úžitkovej vody (TÚV) | 27 |
| 3.5. Hodnotenie zariadení diaľkového vykurovania, návrhy na modernizáciu | 29 |
| 3.5.1. Zariadenie bez samostatnej tepelnej centrály | 29 |
| 3.5.2. Zariadenie so samostatnou tepelnou centrálou | 30 |
| 4. Aplikácia tepelných čerpadiel na uspokojenie tepelných požiadaviek budov na vykurovanie a chladenie a prípravu TÚV | 31 |
| 4.1. Všeobecné otázky výberu vykurovacieho systému s tepelným čerpadlom | 31 |
| 4.2. Tepelné čerpadlo typu OSCHNER Golf Maxi GML W60 vzduch/voda s elektrickým pohonom | 36 |
| 4.3. Absorpčné tepelné čerpadlo Robur GHAP-A HT vzduch/voda s pohonom na zemný plyn | 38 |
| 4.4. Tepelné čerpadlo Vaporline GB 96-HACW voda-voda na báze tepla zo zeme | 40 |
| 4.5. Skúsenosti s tepelným čerpadlom AERMEC WSA 1602 voda-voda | 45 |

| | |
|--|-----------|
| 4.6. Chladiaci a ventilačný systém s aktívnou rekuperáciou tepla pomocou zabudovania tepelného čerpadla vzduch-vzduch . | 45 |
| 5. Zujtkovanie slnečnej energie pri čiastočnom uspokojení energetických potrieb budov | 49 |
| 5.1. Výroba elektrického prúdu pomocou slnečných článkov | 49 |
| 5.2. Príprava teplej úžitkovej vody (TÚV) pomocou solárnych kolektorov | 51 |
| 5.3. Pomocné prikurovanie | 54 |
| 6. Využívanie biomasy pre uspokojovanie tepelných požiadaviek budov | 55 |
| 6.1. Všeobecné otázky využívania biomasy | 55 |
| 6.2. Kvalitatívne požiadavky na biomasové palivá, obsah vlhkosti | 57 |
| 6.3. Charakteristika modernizácie vykurovania kotlami na spaľovanie biomasy | 59 |
| 7. Možnosti využívania veternej energie v maďarskom regióne projektu | 61 |
| 8. Vzorové projekty zamerané za zvýšenie energetickej účinnosti a využitie obnoviteľných zdrojov energií v samosprávnych budovách | 70 |
| 8.1. projekt: Ubytovací objekt | 71 |
| 8.2. projekt: Domov dôchodcov | 74 |
| 8.3. projekt: Gymnázium | 76 |
| 8.4. projekt: Materská škola | 78 |
| 8.5. projekt: Kultúrny dom a knižnica | 80 |
| 8.6. projekt: Obecný úrad a základná škola | 82 |
| 8.7. projekt: Internát | 84 |
| 8.8. projekt: Útulok pre bezdomovcov | 86 |
| 8.9. projekt: Materská škola | 88 |
| 8.10. projekt: Základná škola | 90 |
| 8.11. projekt: Administratívna budova | 92 |
| 8.12. projekt: Obecný úrad | 95 |
| 8.13. projekt: Kultúrne centrum | 97 |

Predslov

Priame energeticko-hospodárske dôsledky prebiehajúcich sa udalostí na svetovej politickej scéne v posledných rokoch čoraz viac nútia Európsku úniu – a tým aj našu krajinu – k prehodnoteniu svojej energetickej politiky. Štúdia prezentuje súhrn poznatkov a zbierku modelových príkladov využiteľných v praxi pre tých, ktorí z hospodárskeho hľadiska alebo kvôli ochrane životného prostredia si želajú znížiť svoje výdavky na energiu.

Je pre nás samozrejmosťou, ak nespočetné množstvo elektrických zariadení nachádzajúcich sa v našom civilizovanom svete funguje bez problémov. Svetlo, chladiace stroje, klimatické zariadenia, priemyselné stroje, elektrické garážové brány, rôzne elektronické zariadenia, počítače – a ďalšie, často takmer nebadane fungujúce zariadenia a služby by nemohli plniť svoje poslanie bez plynulého zásobovania elektrickou energiou. Ak zásobovanie energiou spomínaných a nespomínaných zariadení a strojov je plynulé je to pre nás samozrejmosťou, lebo sú prirodzenou súčasťou nášho každodenného života. Ak sa však objaví akákoľvek porucha zásobovania energiou – a to nejde iba o samotné fyzické zlyhanie zásobovania, ale aj neustále sa zvyšujúca odberná cena – má to šokujúce následky na civilizované životné podmienky a normálne fungovanie hospodáriacich organizácií. Využitie energie zaistil vývoj ľudstva, ale priniesol aj určité nevýhody, ktoré viedli k značnému znečisteniu prírody. Existujúce energie obsahujú škodlivé látky a vážne zaťažujú a ohrozujú prírodu.

Elektrárne na uhlie, kvôli vypúšťaniu škodlivých materiálov, nukleárne elektrárne, ktoré produkujú energiu veľmi lacno a neznečisťujú prírodu počas fungovania, kvôli potenciálnemu nebezpečenstvu a problému umiestnenia vznikajúceho nebezpečného odpadu sa čoraz častejšie stávajú terčom útokov. Súčasne používané zdroje energie na báze ropy a zemného plynu, kvôli obmedzeným podmienkam ťaženia – počas nasledujúcich 20-30 rokov sa vo veľkej miere znížia, preto ich cena sa značne bude zvyšovať. Vďaka neustále sa vznikajúcim novým prostriedkom a službám sa zvýšila aj celková energetická spotreba hospodárstva. Túto všeobecnú tendenciu zvyšovania výdavkov na energiu nemohla kompenzovať ani neustála modernizácia zariadení využívajúcich energiu, ani zvyšovanie ich efektívnosti a zníženie ich mernej spotreby energie. Využívanie energie na energetickom trhu významne ovplyvnila aj klimatizácia budov. V posledných rokoch sa značne zvýšila spotreba energie na chladenie administratívnych budov a bytov. Štruktúra využívania energie sa výrazne zmenil aj v rozvojových krajinách (Čína, India). Merná spotreba energie na osobu so zvyšovaním ich civilizačnej úrovne sa enormne zvýšila a kvôli veľkému počtu obyvateľstva táto globálna pohľadávka sa objavila aj v rýchлом náraste potreby energie.

Túto rapídne stúpajúcu spotrebu energie už nebude možné dlho zaobstarávať z tradičných zdrojov. Riešením na túto problematiku je využitie obnoviteľných zdrojov energie. Vďaka výskumom a inováciám boli vyvinuté také zariadenia, ktoré sú schopné využívať zdroje energie odlišné od tradičných zdrojov. Využívanie obnoviteľných zdrojov energie so svojou neškodnosťou pre životné prostredie a možnosťou znižovania nákladov je schopné na dlhú dobu zabezpečiť to, aby energetický priemysel mohol držať krok s rastajúcou svetovou požiadavkou na energiu.

Podstatou obnoviteľných zdrojov energie je, že sa v nich zužitkuje na celú Zem žiariaca – pre ľudstvo nevyčerateľná slnečná energia a jej „pretvorenie“ nespôsobí škodlivé účinky na životné prostredie, ba dokonca zlepšuje životné prostredie. Význam obnoviteľných energií v našej krajine sa dostal do popredia po odhalení odkázanosti krajiny na „exportérov energie“, čím výrazne sa zvýšili výdavky používateľov importovanej energie. V súčasnosti sa stále viac dostávajú do popredia pojmy, ako efektívnosť využívania energie, vedomé myslenie

o životnom prostredí a ochrana životného prostredia. V budúcnosti sa stane veľmi dôležitým faktorom energetická efektívnosť budov a zariadení nachádzajúcich sa v nich. So správnym určením energetických potrieb verejných budov môžeme dosiahnuť významnú úsporu nákladov a efektívnejšiu podporu ochrany životného prostredia. Modernizácia kúrenia, „úspornejšie“ konštrukcie budov a voľba zdrojov energie poskytuje mnoho príležitostí na úspory. V súčasnosti v Maďarsku 40% z celkovej energetickej spotreby pochádza z energetickej náročnosti budov.

Plánovanie modernizácie musí byť výsledkom starostlivej analýzy. K tomu napomáha táto štúdia, ktorá obsahuje príklady, poskytuje praktické rady, skúsenosti, poznatky k ekonomickejšiemu využívaniu existujúcich energetických systémov prostredníctvom obnoviteľných zdrojov energie. Vlastná produkcia a využívanie energie značne znižuje súčasnú závislosť na importe a prispieva k istote zásobovania energiou, resp. hospodárnemu prevádzkovaniu používateľov energie. Využitie ekonomických zdrojov krajiny je v procese znovuhodnotenia. Naučme sa využívať naše možnosti.

November 2011.

András Pozsgai

Elektrotechnický inžinier

Odborník v oblasti ochrany životného prostredia

1 Predhádzajúce udalosti a ciele

Táto štúdia bola vyhotovená v rámci projektu „GREEN FUTURE” Štúdia využiteľnosti zavádzania nástrojov a technológií OZE pri zabezpečení energetických potrieb verejných inštitúcií.

Cieľom projektu je prieskum možností využívania obnoviteľnej energie vo verejných budovách, typizácia investičných cieľov a vypracovanie základných investičných modelov. Týmto spôsobom je možné poskytnúť pomoc cieľovým skupinám pri príprave plánovaných investičných rozhodnutí.

Plytvanie energiou budov patriacich do vlastníctva samospráv už nie je možné dlhodobo financovať, lebo čoraz väčšie výdavky na energiu musia odňať z iných dôležitejších zdrojov, ba dokonca budovy patriace do vlastníctva samospráv by mali v oblasti energetických úspor a znižovania zaťaženia prostredia ísť príkladom. Takýto postoj je nesmierne dôležitý v prípade samosprávnych budov, teda na mieste, kde spôsob myslenia obyvateľstva je bezprostredne ovplyvnený.

Pred vyhotovením tejto štúdie sa uskutočnil prieskum na obidvoch stranách hranice, kde boli detailne predstavené jednotlivé oblasti fungovania a kompetencie samospráv, základné dokumenty energetickej politiky oboch krajín, základné poznatky o obnoviteľných zdrojoch energie, resp. finančné mechanizmy, ktoré sú k dispozícii na zvyšovanie energetickej efektívnosti. Významnou súčasťou štúdií bol aj dotazníkový prieskum o verejných budovách a ich charakteristických črtách, resp. demonštrácia výsledkov súvisiacich s vyhodnotením prieskumov.

Výsledkom dotazníkového prieskumu bolo zaradenie budov zúčastnených sa na prieskume do určitých kategórií, a to podľa ich potenciálnych možností využitia obnoviteľných zdrojov energie. V súvislosti s dotazníkovým prieskumom považujeme za dôležité pripomenúť dve nedostatky:

- Oslovené samosprávy pri dobrovoľnom prieskume nepreukázali očakávanú aktivitu. Na slovenskej strane situácia bola trochu lepšia, z 117 opýtaných samospráv reagovala 68 (68%), kým na maďarskej strane zo 76 opýtaných iba 16 (21%). Naposledy spomínané poskytli údaje na 37 budov.
- Zaradenie budov do kategórií podľa veľkosti (základná plocha, objem) nebolo práve najšťastnejšie. Hranica 490 m², resp. 3000 m³ sa ukázala byť príliš nízka, totiž väčšina budov zúčastnených sa na prieskume (50-75%) podľa určenia pôsobnosti patrila do najväčšej skupiny. Tak pre určenie merných energetických ukazovateľov sa prakticky nenaskytla príležitosť. Z údajov týkajúcich sa absolútnej spotreby, resp. nákladov je možné vyvodiť iba málo záverov, pričom pri zaradení do kategórie táto časť sa objavila s významným počtom bodov.

Na základe prieskumových štúdií môžeme konštatovať, že v oblasti príslušných právnych predpisov, energetického a finančného podporovania sú väčšie či menšie rozdiely v oboch krajinách. Napr.:

- Rozdielne stupne účinnosti sú sledované tak pri plynových vykurovacích zariadeniach, ako aj pri vykurovacích zariadeniach na biomasu.
- Preberacia cena elektrickej energie z obnoviteľných zdrojov je na Slovensku diferencovaná a väčšinou vyššia ako jednotná preberacia cena v Maďarsku.
- Čas obratu kvôli rozdielnym investičným nákladom, ale predovšetkým kvôli rozdielnej intenzite podpory môže byť veľmi odlišný v obidvoch krajinách.

- Názory týkajúce sa aplikačnej oblasti zemných kolektorov sú odlišné. V Maďarsku rátajú s nimi aj v budovách s vyšším tepelným výkonom ako 100 kW a nie iba v menších, ako je to uvedené v tamjšej prieskumovej štúdii.
- Podľa oboch štúdií sú výrazné rozdiely aj pri zaradení budov do energetickej triedy.

Tabuľka 1.1.: Hlavná charakteristika budov pri troch hlavných skupinách budov podľa slovenského prieskumu

| Charakteristiky budov | | Obecný, mestský úrad | Vzdelávacie centrá | Školy |
|---|--------------------|-------------------------|-----------------------|-------|
| Nie je izolovaná, % | strecha | 79 | 88 | 73 |
| | steny | 86 | 86,3 | 56 |
| Okná a dvere, % | Originálne | 64,5 | 58 | 44,7 |
| | Izolačné zasklenie | 60,3 | 63 | 53,8 |
| Produkcia TÚV spolu s vykurovaním, % | | 22,7 | 22,7 | 42,9 |
| Kúrenie, % | ústredné | 87,3 | 65 | 97,4 |
| | Zemný plyn | 92,2 | 88 | 100 |

Vyvoditeľné dôsledky zo slovenskej prieskumovej štúdie sú nasledovné: tabuľka 2.1.):

- Veľké percento striech a stien v prípade troch hlavných skupín budov nie je izolované. (56-88%).
- Okná a dvere sú vybavené izolačným zasklením v prípade 54-63% budov.
- Produkcia TÚV sa realizuje väčšinou pomocou lokálneho a nie ústredného kotla (77%). Výnimkou sú školy, kde produkcia sa realizuje pomocou ústredného kúrenia (43%).
- Väčšina budov je vybavených ústredným kúrením na zemný plyn, v prípade škôl takmer 100% a v prípade vzdelávacích centier 65-88%.

Výsledky prieskumu na Maďarskej strane boli čiastočne podobné:

- 22% z 37 budov je vybavených fasádnou izoláciou.
- Izolované dvere a okná s dvojitém zasklením boli nájdené u 56,7%.
- Produkcia TÚV sa realizuje 50-50% pomocou lokálneho, resp. ústredného kotla.
- 75,6% budov je vybavených ústredným kúrením na zemný plyn, v 24,4% je diaľkové kúrenie, tj. diaľková dodávka tepla).

Na základe vyššie uvedených skutočností môžeme konštatovať, že v skúmaných oblastiach oboch krajín ešte nás čaká veľa práce týkajúcej sa modernizácie energetickej hospodárnosti budov a efektívnejšieho využívania obnoviteľných zdrojov energie. Na maďarskej strane počas posledných dvoch rokov, vďaka výhodným konkurzným podmienkam už bolo možné sledovať určité napredovanie. Na základe týchto výhodných podmienok verejné inštitúcie môžu realizovať svoje koncepcie v tejto oblasti až s 85% podporou. V súčasnosti prebieha odovzdávanie tých uskutočnených projektov, ktoré dostali priaznivé posúdenie v minulom roku a tiež mnohé projekty predkladané v roku 2011 čakajú na posúdenie aj teraz. Napriek uvedeným skutočnostiam v skúmaných dvoch maďarských župách, väčšinu verejných inštitúcií v tomto smere iba čakajú rozsiahlejšie úlohy.

Cieľom tejto štúdie je zrozumiteľným spôsobom informovať jednotlivé samosprávy o tom, ako by mohli uvažovať o energetickej investícii bez vyhotovenia akejkoľvek predbežnej štúdie. Samozrejme túto nenahradzuje podrobná štúdia uskutočniteľnosti zakladanej na audite, ktorá pri takýchto veľkých investíciách môže znamenať veľké výdavky. O reálnej úspešnosti

takýchto výdavkov treba jednotlivé samosprávy presvedčiť. Táto štúdia môže prispieť práve tejto agitácii. Pomocou tejto štúdie a pridruženého softveru aj menej skúsené osoby tejto tematiky môžu vyhotoviť predbežné štúdie. Pri danej existujúcej budove energetické analýzy je účelné vykonať z údajov o spotrebe a rozmerov budovy, podrobná energetická analýza v tejto fáze ešte nie je potrebná.

Treba však zdôrazniť, že bez dokonalého poznania miestnych pomerov by sme nemohli garantovať úplnú presnosť. Dosiahnuteľná presnosť však v štádiu prípravy rozhodnutia je postačujúca. Interaktívny softver sme zostavili tak, aby sledoval jednotlivé hore uvedené odlišnosti oboch krajín, resp. aby bol schopný kontrolovať aj tie najrozličnejšie okolnosti, nároky a v budúcnosti aj napr. nastávajúce zmeny cien.

Pri analyzovaní metód využitia obnoviteľných zdrojov energie nedotýkame sa otázok týkajúcich sa teoretických základov. Tie sú čiastočne uvedené v pridružených predštúdiách. Poskytujeme predovšetkým poznatkový materiál a odborné rady potrebné k výberu danej projektovej verzie, aby sa pre racionálne rozhodnutie zrodili reálne výsledky založené na konkrétnych údajoch.

Zaoberáme sa s obnoviteľnými zdrojmi energie všeobecne aplikovateľnými u cieľovej skupiny, t.j. solárnou energiou, veternou energiou a tuhou biomasou, resp. využívaním tepla zo zeme a vzduchu. Nezoberáme sa s bioplynom, resp. bezprostredným využitím geotermickej energie, pretože príprava takéhoto projektu je veľmi ťažká a bez pomoci odborníkov je nepredstaviteľná. (Ale informácie týkajúce sa schvaľovania budeme aj tu uverejňovať, priložíme ich k maďarskej verzii). Čo sa týka znižovania energetickej spotreby budov – ak to bude potrebné – smerujeme k realizácii požiadaviek očakávaných v budúcnosti, koncom desaťročia, t.j. izolácia budov, výmena dverí a okien, resp. renovácia vykurovacieho systému.

Dôležitou súčasťou štúdie je stručné predstavenie už konkrétne uskutočnených projektov alebo projektov pred uskutočnením, ktoré majú hotové plány ako modelové príklady. Tieto príklady boli vybrané tak, aby zainteresovaní podľa možnosti mohli nájsť modelový príklad na budovy rozličných rozmerov a taktiež na budovy slúžiace na rôzne účely.

Pri zostavovaní softveru sme z technických príčin konkrétne počítali s tromi hlavnými skupinami budov. Tu sú:

- **Budovy slúžiace na bývanie a ubytovacie zariadenia**, k čomu sme priradili študentské domovy, nemocnice, domy dôchodcov, atď.

- **Kancelárske budovy**

- **Vzdelávacie inštitúcie** – sem patria budovy okrem študentských domovov materských škôl, základných a stredných škôl, resp. vysokoškolských zariadení.

Vypočítanie celkových žiadaných hodnôt energetickej charakteristiky pri budovách s odlišným poslaním sa uskutočňuje na základe konštrukčnej sústavy objektu. Túto kalkuláciu podľa príslušného nariadenia je oprávnený vykonať odborník. Softver sa môže používať aj pri týchto budovách, okrem zaradenia do triedy energetickej kvality. (Slovenská verzia softveru sa podľa potreby môže používať aj na tieto účely).

Predstavené modelové projekty obsahujú väčšinou až 2-6 aktivít, týkajúcich sa využívania obnoviteľných zdrojov energie a energetickej rekonštrukcie budov. V praxi sa zriedkavo stáva, že energetickú rekonštrukciu sa podarí zrealizovať jediným zásahom (napr. pri izolácii objektu sa zvyčajne uskutoční aj výmena okien a dverí, resp. rekonštrukcia vykurovacieho systému na sekundárnej strane, v prípade nasleduje aj čiastočné alebo úplné uspokojenie dodávky energie z obnoviteľných zdrojov).



2 Energetická obnova budov

2.1. Predchádzajúce udalosti, ciele

Budovy v krajine sú zodpovedné za viac ako 40% spotreby energie, z toho dve tretiny používame na vykurovanie. Naším spoločným záujmom je, aby efektívne inštalované zariadenia (elektrické zariadenia technického vybavenia) dokonale izolovaných budov spotrebovali oveľa menej energie, čím by sa prevádzkové náklady budov podstatne znížili a požiadavky na produkciu energie by boli oveľa menšie. Dôsledkom toho naše prostredie by bolo zdravšie, do ovzdušia by sa dostalo menej škodlivých látok.

Podľa Smernice 2002/91/EK Európskeho parlamentu a Rady o energetickej hospodárnosti budov - energetické požiadavky budov musia byť prehodnotené a aktualizované každých päť rokov. Európsky parlament a Rada preskúmala a prepracovala túto smernicu (2002/91/EK) a schválila novú smernicu o energetickej hospodárnosti budov. Smernica 2010/31/EU Európskeho parlamentu a Rady o energetickej hospodárnosti budov z 19. mája 2010 pre členské štáty nariaďuje, aby pri určení úrovne energetických požiadaviek budov vzali do úvahy očakávanú životnosť budov, náklady na údržbu a energetické náklady spojené s prevádzkovaním. Cieľom nariadenia je dosiahnutie čím väčšej úspory. Článok 9., bod (1) 2010/31/EU smernic nariaďuje, že po 31. decembri 2018 všetky nové úradné budovy musia mať svoju spotrebu energie blízko k nule. Popritom, po 31. decembri 2020 toto nariadenie sa bude vzťahovať na všetky budovy. Toto nariadenie, kvôli nedostatku prijatej kalkulácie ešte nestanovuje presné energetické požiadavky budovy so spotrebou energie blízko k nule, ale nariadenie platné od roku 2019 týkajúce sa požiadavky na koeficient prepustenia tepla na jednotlivé konštrukcie budov má za cieľ určiť túto úroveň. Nový Széchenyiho plán konštatuje, že zníženie spotreby energie budov má strategický význam pre národné hospodárstvo, totiž znižuje závislosť krajiny od dovozu energetických zdrojov, zmierňuje bilančný schodok zahraničného obchodu, zlepšuje konkurencieschopnosť, znižuje účty rodín a verejných inštitúcií za elektrinu, čím odbremeňuje rozpočet, vytvára nové pracovné miesta, napomáha oživeniu malého a stredného podnikania v stavebníckom sektore, prispieva k splneniu medzinárodných záväzkov v oblasti ochrany klímy.

Nový Széchenyiho plán na obdobie 2011–2020 vytýčil nasledovné ciele:

- Miera priemernej úspory energie investícií musí byť najmenej 60%,
- **V prípade nových stavieb** cieľom podpory je podnecovať výstavbu energeticky efektívnejších budov, plánovaná hodnota **25 kWh/m²/rok**.

Národná energetická stratégia 2030 označuje ako prioritu obnovenie už existujúcich budov, hlavne verejných. Jej cieľom do 2030 je zníženie energetických požiadaviek budov o 30 % a to s pomocou energetických programov, ktoré sú v súlade so smernicami Európskej Únie.

V súčasnosti v Maďarsku je ešte stále platné nariadenie 7/2006. (V. 24.) o energetickej hospodárnosti budov. Toto nariadenie musí byť prehodnotené v tomto roku. Päťročná kontrola konštatovala, že v porovnaní so susednými krajinami, domáce predpisy nie sú dostatočne prísne a treba ich upraviť.

K tomu, aby cieľe sformulované v Novom Széchenyiho pláne mohli byť dosiahnuteľné, čo najskôr treba vykonať potrebné kroky. Na načasovanie dosiahnutia vytýčených cieľových hodnôt energetickej úspory je potrebné politické rozhodnutie. Na realizáciu boli zostavené dva návrhy (verzie A a B). Odborný návrh skoncipovaný vo **verzii A** navrhuje sprísnenie požiadaviek v troch etapách (do roku 2019). Od 1. januára 2012 podniknúť len také riešenia,

ktoré sú zrealizovateľné aplikáciou v súčasnosti dostupných materiálov a mechanizmov. Ďalšie etapy by boli od 1. januára 2015 a od 1. januára 2019.

Podľa **B verzie** sprísnenie požiadaviek by prebiehalo v dvoch etapách. Prvá etapa po dostatočnom prípravnom štádiu by bola zavedená od 1. januára 2015, a druhá od 1. januára 2019. V tomto prípade navrhovatelia považujú za reálnejšie rozšírenie inovatívnych technológií v oblasti stavebných materiálov.

2.2. Požiadavka na súčiniteľ prestupu tepla

2.2.1. Súčasná miera požiadaviek

Najväčšiu hodnotu požiadaviek v roku 2006 (pozri tabuľku 2.1.) stanovili podľa vtedajších technických a finančných možností. Výnimku tvorí požiadavka na fasádne steny ($U = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$), ktorá v podstate odzrkadľovala záujmy dorábateľov keramických murovacích prvkov. Podľa toho totiž existovala možnosť aplikácie 30 cm keramického muriva s normálnou omietkou (vápno-cement) na dvoch stranách, ktorá kvôli nedostatočnej tepelnej izolácii oceľobetónových konštrukcií (pilier, vence, premostenia) zabudovaných do stenovej konštrukcie viedla k opätovnému poškodeniu budovy (najmä k plesniveniu stien).

Tabuľka 2.1.: Požiadavky na súčiniteľ prestupu tepla (nariadenie 7/2006. (V. 24.)

| Obklopujúce stavebné konštrukcie | Hodnota súčiniteľa tepla $U[\text{W/m}^2\text{K}]$ |
|--|---|
| | 2006- |
| Fasádna stena | 0,45 |
| Plochá strecha | 0,25 |
| Konštrukcie obklopujúce vykurované podkrovie | 0,25 |
| Stropný systém pod podkrovím | 0,30 |
| Stropný systém nad arkádou | 0,25 |
| Spodný strešný panel nad nevykurovanými priestormi | 0,50 |
| Zasklenie | |
| Špeciálne zasklenie | |
| Zasklené fasádne okno a dvere s drevenou alebo PVC rámovou | 1,60 |
| Zasklené fasádne okno a dvere s oceľovou rámovou | 2,00 |
| Fasádna sklená stena, výplňová stena | 1,50 |
| Sklená strecha | |
| Osvetlenie strechy odvádzajúcej dym | 2,50 |
| Strešné okno | 1,70 |
| Priemyselné a protipožiarne dvere a brány (na oddelenie | |
| Dvere medzi vykurovanými a nevykurovanými priestormi | 1,80 |
| Brána medzi vykurovanými a nevykurovanými priestormi | 3,00 |
| Stena medzi vykurovanými a nevykurovanými priestormi | 0,50 |
| Stena medzi susednými vykurovanými budovami a časťami | 1,50 |
| Závesová stena, stena dotýkajúca sa zeme do hĺbky 1 m od | 0,45 |
| Podlaha umiestnená na zemi (pri nových budovách) | 0,50 |

2.2.2. Očakávaná miera požiadaviek v roku 2019

Do roku 2017, resp. 2019, podľa vyššie uvedených smerníc nastane významná zmena týkajúca sa požiadavky na súčiniteľa prestupu tepla. Preskúmanie smernice, resp. proces vytvorenia novej smernice sa ešte neskončilo. V súčasnosti ešte nie je rozhodnuté, či sa proces bude prebiehať v dvoch, troch, prípadne v jednej etape, ale je isté, že na signalizovaný termín sú smerodajné hodnoty na rok 2019. V tabuľke 2.2. sú uvedené odporúčané hodnoty trojetapového variantu. **Pri obnove budov je odporúčané vziať do úvahy už budúce prísnejšie požiadavky.**

Tabuľka 2.2.: Budúce požiadavky na súčiniteľa prestupu tepla

| Obklopujúce stavebné konštrukcie | | Hodnota súčiniteľa tepla ¹⁾ U [W/m ² K] | | | |
|----------------------------------|--|--|------|------|--------------------|
| | | 2006 | 2012 | 2015 | 2019 ²⁾ |
| 1 | Fasádne stena | 0,45 | 0,30 | 0,24 | 0,20 |
| 2 | Plochá strecha | 0,25 | 0,20 | 0,17 | 0,14 |
| 4 | Stavebné konštrukcie obklopujúce vykurované | 0,25 | 0,20 | 0,17 | 0,14 |
| 3 | Stropný systém pod podkrovím | 0,30 | 0,20 | 0,17 | 0,14 |
| 5 | Stropný systém nad arkádou | 0,25 | 0,20 | 0,17 | 0,14 |
| 6 | Spodný strešný panel nad nevykurovanými priestormi | 0,50 | 0,30 | 0,26 | 0,22 |
| 7 | Zasklenie | - | 1,10 | 1,00 | 0,80 |
| 8 | Špeciálne zasklenie ⁵⁾ | - | 1,30 | 1,20 | 1,00 |
| 9 | Zasklené fasádne okno a dvere s drevenou alebo PVC | 1,60 | 1,30 | 1,15 | 1,00 |
| 10 | Zasklené fasádne okno a dvere s oceľovou rámovou | 2,00 | 1,50 | 1,40 | 1,30 |
| 11 | Fasádna sklená stena, výplňová stena | 1,50 | 1,50 | 1,40 | 1,30 |
| 12 | Sklená strecha | - | 1,60 | 1,45 | 1,30 |
| 13 | Osvetlenie strechy odvádzajúcej dym | 2,50 | 2,00 | 1,70 | 1,40 |
| 14 | Strešné okno | 1,70 | 1,40 | 1,25 | 1,10 |
| 15 | Priemyselné a protipožiarne dvere a brány (na | - | 3,00 | 2,00 | 2,00 |
| 16 | Dvere medzi vykurovanými a nevykurovanými | 1,80 | 1,60 | 1,45 | 1,30 |
| 17 | Brána medzi vykurovanými a nevykurovanými | 3,00 | 2,00 | 1,80 | 1,60 |
| 18 | Stena medzi vykurovanými a nevykurovanými | 0,50 | 0,30 | 0,26 | 0,22 |
| 19 | Stena medzi susednými vykurovanými budovami | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 |
| 20 | Závesová stena, stena dotýkajúca sa zeme do hĺbky 1 | 0,45 | 0,40 | 0,30 | 0,25 |
| 21 | Podlaha umiestnená na zemi (pri nových budovách) ⁶⁾⁷⁾ | 0,50 | 0,40 | 0,30 | 0,25 |

riadky 9-17: V prípade sklenených konštrukcií treba vziať do úvahy aj vplyv nosnej a rámovej konštrukcie, zasklievanie, okraj zasklievania, atď.

2.2.3. Všeobecné hodnotenie

Hodnoty tabuľky vzťahujúce sa na rok 2012 odzrkadľujú kvalitu súčasných rozdeľovacích systémov s „dobrou“ tepelnotechnickou kvalitou, t.j. do nadobudnutia platnosti regulácie nie je potrebné, aby výrobcovia materiálu a konštrukcií „prešli“ na výrobu nových mechanizmov/produktov. Na druhej strane, aplikácia niektorých nespôsobilých konštrukcií

(napr. fasádne steny, rozdeľovacie systémy vykurovaných podkrovi), vďaka sprísneniu požiadaviek zanikne.

Hodnoty tabuľky 2.2. vzťahujúce sa na rok 2019 zodpovedajú kvalite súčasných rozdeľovacích systémov so „špeciálnou“ tepelnotechnickou kvalitou. Na ich všeobecné používanie (výroba, distribúcia) nasledujúce roky (8 rokov) – ako prípravné obdobie – sú postačujúce.

Požiadavky na dominantné konštrukcie (fasádne steny, strešné konštrukcie, okenné a dverové konštrukcie) sú o 25-33% vyššie, ako v prípade podobných konštrukcií tzv. pasívnych domov.

Splniteľnosť požiadaviek na rok 2019 podľa rozdeľovacích systémov, na základe niekoľkých príkladov bude vyvíjať nasledovným spôsobom :

- **V prípade fasádnych stien:** Požiadavka $U=0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ v prípade stien so slabou izolačnou schopnosťou (napr. staré, pred 1981 vyrobené B30 stenové panely) znamená 20 cm hrubú tepelnú izoláciu. V prípade stien železobetónovou konštrukciou znamená 22 cm. V prípade budov so železobetónovou kôstrou 21 cm a budovy s ľahkou konštrukciou (napr. hotové domy s drevenou kôstrou) je potrebné 24 cm hrubá tepelná izolácia.
- **V prípade plochých striech:** $U=0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ požiadavka v prípade strešnej krytiny s lichobežníkovým profilom, vrátane vplyvu spôsobeného príchytkami znamená 32 cm hrubú tepelnú izoláciu. Tento typ je najnevýhodnejší, u iných strešných krytín 28 cm hrubá tepelná izolácia je zvyčajne postačujúca.
- **V prípade stavebných konštrukcií obklopujúcich vykurované podkrovia:** V prípade ľahkých konštrukcií (krokvová konštrukcia) s 32 cm (napr. 20+14 cm) hrubou tepelnou izoláciou, vrátane vplyvu tepelného mosta cez drevenú krokvu je možné dosiahnuť požiadavku $U=0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$. V prípade tradičnej strešnej krytiny, v závislosti od izolačného materiálu (PUR/PIR, XPS) je potrebná 22-26 cm hrubá tepelná izolácia.
- **V prípade obnovenia existujúcich budov,** dodatočná tepelná izolácia šikmých stien obklopujúcich zabudované podkrovia nie je hospodárna alebo je neuskutočniteľná. V týchto prípadoch priemerný koeficient prestupu tepla všetkých obklopujúcich stavebných konštrukcií zabudovaného podkrovia (obvodová stena, šikmá stena, stropný systém) nemôže byť vyššia, ako požadovaná hodnota.
- **V prípade stropných systémov pod podkrovím:** Keď počítame s 10-15% vplyvom tepelného mostu, požiadavka $U=0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ je dosiahnuteľná s 38-40 cm hrubou tepelnou izoláciou.
- **V prípade stropných systémov nad arkádou:** Požiadavka $U=0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ je dosiahnuteľná s 29-31 cm hrubou tepelnou izoláciou.
- **Spodné strešné panely nad nevykurovanými priestormi:** Požiadavka $U=0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ je dosiahnuteľná s 18 cm hrubou tepelnou izoláciou, ku ktorej možno pripočítať aj hrúbku zvukovej izolácie.

Pri obnove existujúcich budov uvedené hodnoty môžu byť zmiernené alebo ignorované v prípade, ak dodatočne zrealizovaná tepelná izolácia spodnej strany v dôsledku existujúcich vlastností budovy by negatívne ovplyvňoval, resp. znemožnil použiteľnosť (napr. neprípustné zníženie vnútornej výšky, už existujúce hromadné vedenia elektrotechnických zariadení technického vybavenia pod stropom). Požiadavku na koeficient merných tepelných strát však treba dodržať aj v takýchto prípadoch.

- **Pri zasklení:** Požiadavka $U=0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ je dosiahnuteľná iba s trojvrstvom zasklením.
- **Pri špeciálnom zasklení:** Sem patria bezpečnostné a protizvukové sklenené konštrukcie. Pri jednotlivých typoch takýchto sklenených konštrukcií nie je možné dosiahnutie predpísanej požiadavky.
- **Pri zasklení fasádnych okien a dverí s drevenou alebo PVC rámovou konštrukciou:** V týchto prípadoch požiadavka $U_w = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ je dosiahnuteľná s rámovými

konštrukciami, ktoré majú dobré tepelnotechnické vlastnosti a trojvrstvovým $U_g=0,8$ W/m²K zasklením.

- **Pri zasklení fasádnych okien a dverí s oceľovou rámovou konštrukciou:** V týchto prípadoch požiadavka je dosiahnuteľná s rámovými konštrukciami, ktoré majú dobré tepelnotechnické vlastnosti a trojvrstvovým zasklením.

Pre odlišné prípady na internete sú voľne dostupné kalkulačky na výpočet potrebnej hrúbky tepelnoizolačných materiálov. (napr. www.pannonmuhely.hu/energetika/hoszigetelés-kalkulátor.php).

2.2.4. Porovnanie požadovaných hodnôt v jednotlivých krajinách

V tabuľke 2.3. sú uvedené predpísané požiadavky v jednotlivých krajinách nachádzajúcich sa v tom istom alebo podobnom klimatickom pásme. Požadované hodnoty boli prebraté z dokumentov Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) (Country reports 2008 és Featuring country reports 2010). To znamená, že sa tieto hodnoty medzičasom mohli zmeniť. (Hodnoty vzťahujúce sa na Maďarsko sú plánované na rok 2012 a na ich zavedenie ešte nebolo schválené žiadne nariadenie).

Tabuľka 2.3.: Porovnanie požadovaných hodnôt v jednotlivých krajinách

| Obklopujúce stavebné konštrukcie | | Požiadavky na súčiniteľ prestupu tepla W/m ² K | | | | | |
|----------------------------------|---|--|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| | | Maďarsko 2012 | Nemecko | Rakúsko | Slovensko | Slovensko | Česko |
| 1 | Fasádna stena | 0,30 | 0,24 | 0,35 | 0,32 | 0,28 | 0,30/0,3 |
| 2 | Plochá strecha | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,32 | 0,20 | 0,24/0,3 |
| 4 | Konštrukcie obklopujúce vykurované podkrovia | 0,20 | 0,24 | 0,20 | | 0,20 | 0,24/0,30 |
| 7 | Zasklenie | 1,10 | 1,10 | | | 1,10 | |
| 9 | Zasklené fasádne okno a dvere s drevenou alebo PVC rámovou | 1,30 | 1,30 | 1,40 | 1,70 | 1,30 | 1,30 |
| 10 | Zasklené fasádne okno a dvere s oceľovou rámovou konštrukciou | 1,50 | 1,30 | 1,70 | 1,70 | 1,30 | 1,30 |
| 11 | Fasádna sklená stena, výplňová | 1,50 | 1,50 | | | | |
| 12 | Sklená strecha | 1,60 | 1,40 | | | | |
| 16 | Fasádne dvere | 1,60 | | 1,70 | | 1,80 | 1,60 |
| 20 | Stena dotýkajúca sa zeme | 0,40 | 0,50 | | | | |
| 21 | Podlaha umiestnená na zemi | 0,40 | 0,30 | | 0,25 | 0,35 | 0,60 |

2.2.5. Hospodárske dôsledky premeny požiadaviek

V prípade obnovy existujúcich budov požiadavka je predpísaná iba na jednotlivé prvky budov, preto obnova môže byť vykonaná aj čiastočne, vo viacerých etapách. Podľa tohtoročného prieskumu a štúdie, iba samotná vonkajšia tepelná izolácia **všetkých typov** rodinných domov (prípadne aj s výmenou okien a dverí) bola z ekonomického hľadiska lepšou investíciou, ako bankový vklad.

V prípade existujúcej budovy, ako príklad uvidíme jeden 8x10 m modelový dom, s neizolovaným podkladom, tehlovým múrom (tradičný vykurovací systém s plynovým kotlom, zastavaná plocha 80 m², úžitková plocha 66,89 m²). Náklady na tepelnú izoláciu sú uvedené v tabuľke 2.4. (zo zmien, ktoré vstúpia do platnosti počítame iba izoláciu vonkajších stien a podkrovia). K navrhovanej izolácii podlahy by bolo treba vykonať kompletnú výmenu obkladov a dlažieb, izolačné práce proti vode a vyhotovenie podlahovej konštrukcie, čo už by presahovalo kompetencie plánovaného právneho predpisu.

Tabuľka 2.4.: Náklady na vonkajšiu tepelnú izoláciu tradičnej budovy podľa zmeny požiadaviek nariadenia 7/2006:

| Konštrukcia | 2011 | 2012 | 2015 | 2019 |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Vonkajšia obvodová stena | 0,45 | 0,30 | 0,24 | 0,20 |
| Vyhotovenie doplnujúcej izolácie tehlového muriva menšieho rozmeru ušľachtilou omietkou na 128 m ² ploche. | Hrúbka 6cm 316,800 Ft | Hrúbka 10 cm 414,080 Ft | Hrúbka 12 cm 462,720 Ft | Hrúbka 14 cm 511,360 Ft |
| Stropný systém nezabudovaného podkrovia | 0,30 | 0,20 | 0,17 | 0,14 |
| Doplnková izolácia na 80 m ² ploche, dobrá bodová zaťažiteľnosť | Hrúbka 12 cm 271,280 Ft | Hrúbka 18 cm 406,960 Ft | Hrúbka 20 cm 452,160 Ft | Hrúbka 24 cm 542,560 Ft |
| Náklady na tepelnú izoláciu (stena a stropný systém spolu) | 588.080 Ft | 821.040 Ft | 914.880 Ft | 1,053.920 Ft |

Prísnejšie požiadavky podľa projektanta v prípade stavania nových budov neznameniajú významnejší nárast investičných nákladov. Splnenie navrhovaných podmienok na rok 2012 môže zvýšiť stavebné investičné náklady zhruba o 0-5%. Podľa analýzy nákladov a zisku takmer všetky investície do energetiky stavieb (vrátane aj očakávanú životnosť budovy a náklady na prevádzkovanie) sa považujú za ekonomicky výhodné.

V prípade novej stavby, ako príklad uvidíme jeden 8x10 m modelový dom s kvalitne izolovaným podkladom (Poroherm 38 N+F), vykurovací systém s kondenzačným plynovým kotlom (zastavaná plocha 80 m², úžitková plocha 66,89 m²), kvalitne izolované okná a vchodové dvere, koeficient prestupu tepla 1.1. Náklady na tepelnú izoláciu sú uvedené v tabuľke 2.5.

Tabuľka 2.5.: Náklady na rekonštrukciu novej stavby podľa zmien požiadaviek nariadenia 7/2006:

| Konštrukcia | 2011 | 2012 | 2015 | 2019 |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Vonkajšia obvodová stena | 0,45 | 0,30 | 0,24 | 0,20 |
| Porotherm N+F na murivo 38 vyhotovenie doplnkovej izolácie a dekoračná omietka na 128 m ² ploche | Hrúbka 4cm 268,160 Ft | Hrúbka 7 cm 341,120 Ft | Hrúbka 10 cm 414,080 Ft | Hrúbka 12 cm 462,720 Ft |
| Stropný systém nezabudovaného podkrovia | 0,30 | 0,20 | 0,17 | 0,14 |
| Doplnková izolácia na 80 m ² ploche, dobrá bodová zaťažiteľnosť | Hrúbka 12 cm 271,280 Ft | Hrúbka 18 cm 406,960 Ft | Hrúbka 20 cm 452,160 Ft | Hrúbka 24 cm 542,560 Ft |
| Podlaha dotýkajúca sa zeme | 0,50 | 0,40 | 0,30 | 0,25 |
| Vyhotovenie polystyrénovej izolácie s bunkovitou štruktúrou a dobrou bodovou zaťažiteľnosťou | Hrúbka 6 cm 135,680 Ft | Hrúbka 8 cm 180,880 Ft | Hrúbka 12 cm 271,280 Ft | Hrúbka 14 cm 316,560 Ft |
| Náklady na tepelnú izoláciu novej budovy | 675.120 Ft | 928.960 Ft | 1,137.520 Ft | 1,321.840 Ft |

V prípade budov väčšieho rozmeru, zvlášť pri poschodových verejných budovách, kvôli výdavkom na vyhotovenie lešenia a dodržaniu predpisov treba rátať s väčšími výdavkami, ako sú uvedené v tabuľkách.

2.3. Požiadavky na súčiniteľ a mernej tepelnej straty

K plánovanému energetickému rozvoju je veľmi dôležité aby sme poznali hodnotu koeficienta tepelnej straty, totiž pri posledných KOEP konkurzoch sa uvažovalo iba o budovách ktoré splnili požiadavku. Výnimkou bolo iba niekoľko budov (napr. umelecké pamiatky). Na určenie koeficientu tepelnej straty treba vykonať výpočet podľa platného príslušného nariadenia.

Najväčšia povolená hodnota koeficientu mernej tepelnej straty (podľa pomeru plocha/objem) sa vypočíta so súvislosťami uvedenými v tabuľke 2.6. podľa platného návrhu na rok 2006 a 2012.

Tabuľka 2.6.: Koeficient merných tepelných strát (2006 a 2012)

| Plocha/Objem | Koeficient merných tepelných strát [W/m ³ K] | |
|-------------------------------|---|----------------------------|
| | 2006 | 2012 |
| $A/V\Sigma \leq 0,3$ | $q_m = 0,20$ | $q_m = 0,15$ |
| $0,3 \leq A/V\Sigma \leq 1,3$ | $q_m = 0,38 (A/V) + 0,086$ | $q_m = 0,051 + 0,33 (A/V)$ |
| $A/V\Sigma \geq 1,3$ | $q_m = 0,58$ | $q_m = 0,48$ |

Kde: ΣA = celková plocha konštrukcií obklopujúcich vykurovaný objem budovy
 V = vykurovaný objem budovy

Do celkovej plochy obklopujúcej vykurovaný objem budovy sa započítavajú všetky obklopujúce konštrukcie dotýkajúce sa vzduchu, zeme, susediacich nevykurovaných priestorov a vykurovaných budov. Najväčšie povolené hodnoty koeficienta merných tepelných strát (podľa pomeru plocha/objem) sú uvedené na schéme 1.

Ak neberieme do úvahy vplyv ziskov zo žiarenia (v zjednodušenom konaní je zanedbávanie v prospech bezpečnosti prípustné), tak z požadovaných hodnôt koeficientu merných tepelných strát aj *horná hranica priemerného koeficientu prestupu tepla* obklopujúcich konštrukcií je odvoditeľná so súvislosťami uvedenými v tabuľke 2.7.

Tabuľka 2.7.: Priemerný koeficient prestupu tepla (2006 a 2012)

| Plocha/Objem | Koeficient merných tepelných strát [W/m ² K] | |
|-------------------------------|---|-----------------------------------|
| | 2006 | 2012 |
| $A/V\Sigma \leq 0,3$ | $U_m = 0,67$ | $U_m = 0,50$ |
| $0,3 \leq A/V\Sigma \leq 1,3$ | $U_m = 0,86 (A/V) + 0,38$ | $U_m = 0,051 (V/\Sigma A) + 0,33$ |
| $A/V\Sigma \geq 1,3$ | $U_m = 0,45$ | $U_m = 0,369$ |

Hodnoty U_m sú uvedené aj na schéme 2.1.

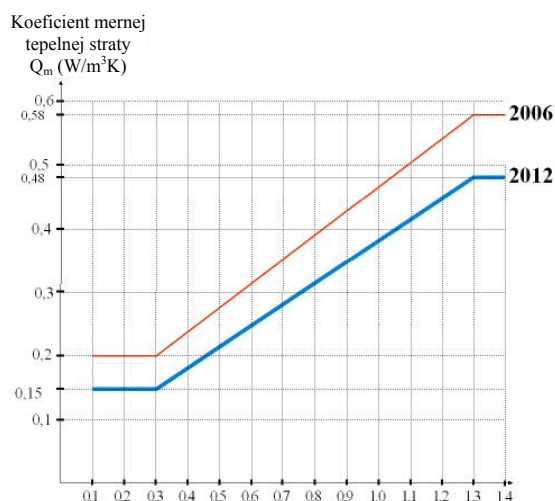


Schéma 2.1.: Požadovaná hodnota koeficientu mernej tepelnej straty

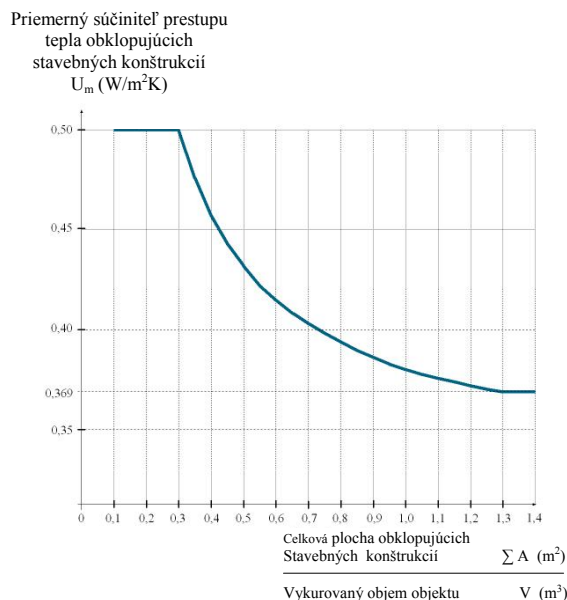


Schéma 2.2.: Požadovaná hodnota priemerného súčiniteľa prestupu tepla (2012)

Priemerný koeficient prestupu tepla obsahuje aj vplyv tepelných mostov vznikajúcich v rámci konštrukcií a pri konštrukčných spojení. S ohľadom na mieru zužitkovaného zisku zo žiarenia, s dodržaním požiadavky vzťahujúcej sa na koeficient mernej tepelnej straty je povolená vyššia hodnota, ako smerová hodnota uvedená na schéme 2.2 a v tabuľke 2.7. Zmiernenie priemerného koeficientu prestupu tepla podľa vyššie uvedených neznamená oslobodenie od predpísaných požiadaviek vzťahujúcich sa na koeficienty prestupu tepla jednotlivých konštrukcií.

2.4. Požiadavky na celkovú energetickú charakteristiku

Celková energetická charakteristika alebo celkový energetický ukazovateľ je mernou hodnotou (kWh/m² a) vzťahujúcou sa na ročnú spotrebu energie vykurovania danej budovy, výroby TUV a osvetľovanie. Výnimkou sú iba obytné budovy a ubytovacie zariadenia, u nich sa nezapočíta energia použitá pri osvetľovaní. Zaradenie budovy do energetickej triedy sa uskutočňuje podľa celkovej energetickej charakteristiky budovy. Základom porovnávania je ukazovateľ celkovej energetickej charakteristiky adekvátnej modelovej budovy zodpovedajúcej minimálnym požiadavkám, ktoré je totožné s geometrickým rozmerom a účelom danej budovy. V nasledujúcej časti v zmysle nariadenia z roku 2006 a plánovaného nariadenia na rok 2012 uvedieme minimálne požiadavky vzťahujúce sa na celkovú energetickú charakteristiku. Tieto nariadenia udávajú požiadavky so zaradením do štyroch kategórií.

2.4.1. Obytné domy ubytovacie zariadenia

Výpočet najväčšej povolenej hodnoty celkovej energetickej charakteristiky obytných domov a ubytovacích zariadení sa vykonáva pomocou tabuľky 2.8.

Tabuľka 2.8.: Celková energetická charakteristika v prípade obytných domov a ubytovacích zariadení (2006 a 2012)

| Plocha/Objem | Koeficient mernej tepelnej straty [kWh/m ² a] | |
|-------------------------|--|------------------------|
| | 2006 | 2012 |
| $A/V \leq 0,3$ | $E_p = 110$ | $E_p = 95$ |
| $0,3 \leq A/V \leq 1,3$ | $E_p = 120 (A/V) + 74$ | $E_p = 100 (A/V) + 65$ |
| $A/V \geq 1,3$ | $E_p = 230$ | $E_p = 195$ |

Hodnoty uvedené v tabuľke 2.8. na rok 2012 sú uvedené aj na schéme 2.3.

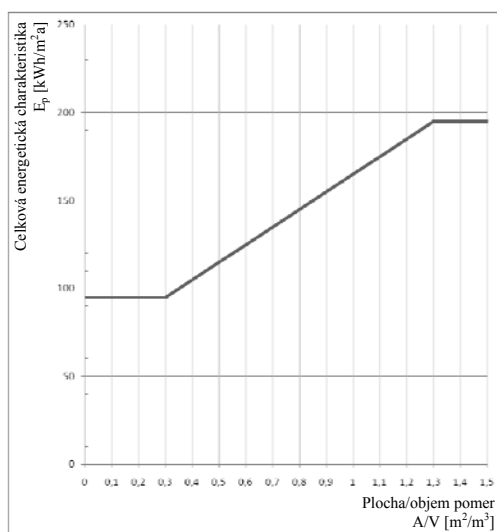


Schéma 2.3.: Požadovaná hodnota celkovej energetickej charakteristiky pri obytných domoch a ubytovacích zariadeniach (neobsahuje požiadavku na elektrickú energiu spotrebovanú pri osvetľovaní)

Celková energetická charakteristika

2.4.2. Kancelárske budovy

Výpočet najväčšej povolenej hodnoty celkovej energetickej charakteristiky kancelárskych budov (jednoduchšie verejné budovy) sa vykonávajú pomocou tabuľky 2.9.

Tabuľka 2.9.: Celková energetická charakteristika v prípade kancelárskych budov (2006 a 2012)

| Plocha/Objem | Koeficient mernej tepelnej straty [kWh/m ² a] | |
|-------------------------|--|------------------------|
| | 2006- | 2012 |
| $A/V \leq 0,3$ | $E_p = 132$ | $E_p = 120$ |
| $0,3 \leq A/V \leq 1,3$ | $E_p = 128 (A/V) + 93,6$ | $E_p = 100 (A/V) + 90$ |
| $A/V \geq 1,3$ | $E_p = 260$ | $E_p = 220$ |

Hodnoty uvedené v tabuľke 2.9. na rok 2012 sú uvedené aj na schéme 2.4.

2.4.3. Budovy pre vzdelávanie

Výpočet najväčšej povolenej hodnoty celkovej energetickej charakteristiky budov pre vzdelávanie sa vykonáva pomocou tabuľky 2.10.

Tabuľka 2.10.: Celková energetická charakteristika v prípade budov pre vzdelávanie (2006 a 2012)

| Plocha/Objem | Koeficient mernej tepelnej straty [kWh/m ² a] | |
|-------------------------|--|--------------------------|
| | 2006- | 2012 |
| $A/V \leq 0,3$ | $E_p = 90$ | $E_p = 80$ |
| $0,3 \leq A/V \leq 1,3$ | $E_p = 164 (A/V) + 40,8$ | $E_p = 115 (A/V) + 45,5$ |
| $A/V \geq 1,3$ | $E_p = 254$ | $E_p = 195$ |

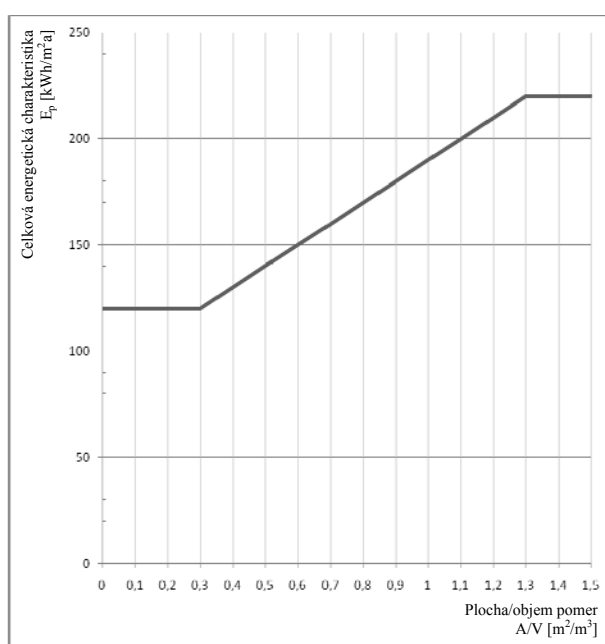


Schéma 2.4.: Požadovaná hodnota celkovej energetickej charakteristiky pri kancelárskych budovách (obsahuje aj požiadavku na elektrickú energiu spotrebovanú pri osvetľovaní)

Celková energetická charakteristika

Hodnoty uvedené v tabuľke 2.10. na rok 2012 sú uvedené aj na schéme 2.5.

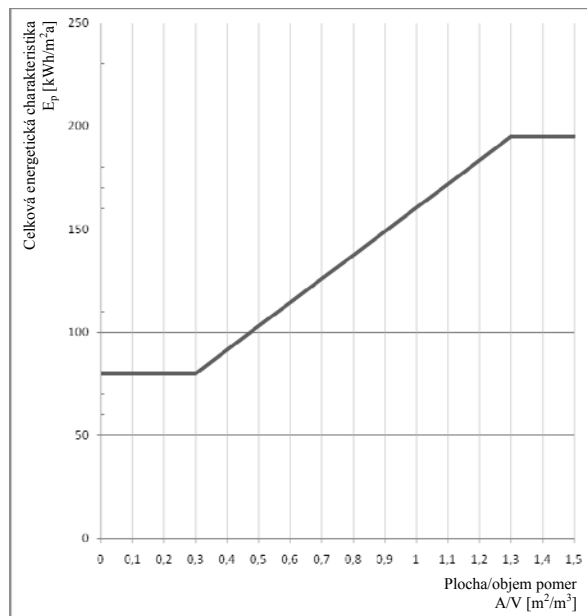


Schéma 2.5.: Požadovaná hodnota celkovej energetickej charakteristiky pri budovách pre vzdelávanie (obsahuje aj požiadavku na elektrickú energiu spotrebovanú pri osvetľovaní)

Celková energetická charakteristika

2.4. Budovy iného charakteru

V prípade budov odlišného charakteru požadovanú hodnotu celkovej energetickej charakteristiky treba určiť podľa stavebno-technického riešenia, ktoré sú uvedené v príslušnom platnom nariadení. Pomocný program ku konkurzným materiálom stavebno-technického riešenia je možné stiahnuť aj z web stránky Národnej rozvojovej agentúry. Požadované hodnoty merného koeficientu tepelnej straty uvedené v bode 2.3 musia byť dodržané pri každej budove.

2.5. Plánovacie údaje

V tabuľke 2.11. poukážeme informatívne plánovacie údaje pri troch skupinách budov s vybraným účelom využitia. Keďže pri sledovaní spotreby energie nie je vyriešené oddelené meranie napr. výroby TUV alebo spotrebovanej elektrickej energie na osvetľovanie hodnoty uvedené v tabuľke sú viac-menej dobre použiteľné (Skutočné hodnoty môžu byť odlišné aj z dôvodu rozličných zvykov spotrebiteľov).

Tabuľka 2.11.: Plánovacie údaje

| Účel využitia budovy | Výmena vzduchu vo vykurovacom období | | | Čistá požiadavka na tepelnú energiu TUV q_{HMV} [kWh/m ² a] | Požiadavka na energiu pre osvetľovanie q_{vil} [kWh/m ² a] | Požiadavka na energia pre osvetľovanie korekčný násobiteľ $\psi^4)$ | Cyklická prevádzka korekčný násobiteľ $\sigma^5)$ | Priemerná hodnota vnútorného zisku tepla q_b [W/m ²] |
|--------------------------------------|--------------------------------------|-----|-----|--|---|--|--|--|
| | 1) n [1/h] | 2) | 3) | | | | | |
| Obytné domy ⁶⁾ | 0,5 | | | 30 | (8) ⁹⁾ | - | 0,9 | 5 |
| Kancelárske budovy ⁷⁾ | 2 | 0,3 | 0,8 | 9 | 22 | 0,7 | 0,8 | 7 |
| Budovy pre vzdelávanie ⁸⁾ | 2,5 | 0,3 | 0,9 | 7 | 12 | 0,6 | 0,8 | 9 |

2.4.5. Zaradenie budov z hľadiska energetickej kvality (osvedčenie o kvalite)

Pri výpočte energetickej hospodárnosti budov sú určené aj činitele prestupu tepla, merný koeficient tepelnej straty a hodnota celkovej energetickej charakteristiky danej budovy. V prvých dvoch prípadoch je možné bezprostredne zistiť aj vyhovie vyššie uvedeným požiadavkám.

Podľa celkovej energetickej charakteristiky budov sa však uskutočňuje zadelenie do energetickej triedy, v súlade s 3. dodatkom vládneho uznesenia č. 176/2008.(VI.6.30.). Základom porovnávania je vyššie predstavené minimálne požadované hodnoty modelovej budovy, ktorej geometrický rozmer a účel využívania je totožná s danou budovou. Podľa celkovej energetickej charakteristiky skúmanej budovy a vyjadrenej percentuálnej hodnoty pomeru porovnávacieho základu sa uskutoční zaradenie do energetickej kategórie, a to v súvislosti s tabuľkou 2.12. Tabuľka obsahuje písmový znak a textovú charakteristiku energetických skupín. Podľa tabuľky je vidieť, že budova označená s písmovým znakom „C“ (96-100%) je tá, ktorá vyhovuje požiadavkám.

Tabuľka 2.12.: Energetické triedy

| | | |
|----|---------|---|
| A+ | <55 | Z energetického hľadiska mimoriadne úsporná |
| A | 56-75 | Energeticky úsporná |
| B | 76-95 | Lepšia od požiadavky |
| C | 96-100 | Vyhovuje požiadavkám |
| D | 101-120 | Blízko k požiadavke |
| E | 121-150 | Lepšia od priemeru |
| F | 151-190 | Priemerná |
| G | 191-250 | Blízko k priemernej |
| H | 251-340 | Slabá |
| I | 341< | Zlá |

Zaradenie budov do energetickej triedy podľa kvality vo veľkej miere ovplyvňuje použitý nosič energie. Ak pri energetickej modernizácii sa uskutoční aj výmena nosiča, napr. namiesto elektrickej energie alebo zemného plynu na uspokojenie tepelnej požiadavky budeme používať obnoviteľnú energiu (solárnu, veternú, geotermickú energiu, resp. energie

zeme) a biomasu, kvôli prepočítacím faktorom energie zaradenie budov do energetickej triedy sa bude sám o sebe zlepšovať. Prepočítacie faktory primárnej energie sú uvedené v tabuľke 2.13.

Tabuľka 2.13. Prepočítacie faktory primárnej energie

| Energia | <i>e</i> |
|---|----------|
| Elektrický prúd | 2,50 |
| Elektrický prúd mimo špičkového obdobia | 1,80 |
| Zemný plyn | 1,00 |
| Vykurovací olej | 1,00 |
| uhlie | 0,95 |
| zásobovanie tepelnou energiou | 1,26 |
| Výroba energie pomocou diaľkového kúrenia | 0,82 |
| Drevo na kúrenie, biomasu | 0,60 |
| Obnoviteľná energia | 0,00 |

3 Súčasný stav, hodnotenie stavebno-technického riešenia (kúrenie, produkcia teplej úžitkovej vody, vetranie) existujúcich budov

Zastaralé systémy vykurovania a zásobovania energiou existujúcich tradičných budov, nedostatočná tepelná izolácia vonkajších stien, okien a dverí znamená značnú stratu energie a spôsobí nadmernú emisiu CO₂. Prvým krokom pri energetickej obnove budov je vytvorenie podmienok na jej realizáciu. Ak potrebné podmienky boli zabezpečené (fasádna izolácia, izolácia strechy, výmena vonkajších okien a dverí, prípadne vetranie so spätným získaním tepla) a zabezpečená je aj regulovateľnosť vykurovacieho systému, v tom prípade sa už oplatí zaoberať sa s aplikáciou obnoviteľných zdrojov energie a čiastočnou alebo kompletnou výmenou existujúceho systému zásobovania energiou na zemný plyn alebo diaľkového kúrenia.

3.1. Hodnotenie vetrania budov

Vyriešenie vetrania je veľmi dôležité a hlavne po výmene okien a dverí treba minimálne každé druhé okno vybaviť s automatickým vetrákom.

V prípade škôl, materských škôl a vyučovacích miestností treba zabezpečiť pravidelné prúdenie čerstvého vzduchu, pokiaľ možno pri zatvorenom okne. Na jedného žiaka treba počítať 20-25 m³ čerstvého vzduchu za hodinu, v prípade dospelého osoby, ak dotyčná osoba má sedavé zamestnanie norma predpisuje 30 m³/h. V jednej 50 m², 150 m³ učebni, v prípade 25 žiakov treba zabezpečiť 500 m³/h čerstvého vzduchu. Takúto výmenu vzduchu je možné zabezpečiť iba otvorenými oknami alebo mechanicky, umelým vetraním. V tomto prípade však je otázne, či sa pri takýchto samosprávnych budovách vôbec oplatí vymeniť okná a dvere. Preto v budovách pre vzdelávanie má veľký význam vetranie so spätným získaním tepla. Takáto investícia prináša veľmi rýchlu návratnosť. Špeciálnu pozornosť si zaslúžia aktívne systémy spätného získania tepla, u ktorých odchádzajúci vzduch je možné použiť aj na vykurovanie aj na chladenie s pomocou zabudovaného tepelného čerpadla vzduch-vzduch. Účinnosť spätného získania tepla v takýchto prípadoch je 90-100%.

3.2. Hodnotenie úrovne energetickej efektívnosti budov

Údaje nevyhnutné pre hodnotenie:

1. Dôležitejšie rozmerové charakteristiky budov, minimálne základná plocha vykúrenej budovy (A_N m²), vykurovaný objem (V m³), celá plocha na vychladenie (fasáda, strešná krytina, ΣA m²)
2. Aspoň 1-3 ročné vyúčtovanie za elektrinu budovy v mesačnom rozpočte.

Z vyššie uvedených údajov podľa skutočnej spotreby energie je možné určiť koeficient tepelnej straty budovy (P_F/V , W/m³), resp. jej celkovú energetickú charakteristiku (E_P , kWh/m²). Ak hodnota koeficientu tepelnej straty je vyššia ako 25 W/m³, odporúčame obnovenie budovy, hlavne v prípade investícií do tepelných čerpadiel. Podľa celkovej energetickej charakteristiky je možné aj zaradenie budovy do príslušnej energetickej triedy.

3.3. Vyhodnotenie účtov

Vyhodnotenie spotreby zemného plynu:

V ideálnom prípade spotreba zemného plynu v kuchyni, na vykurovanie a produkciu TÚV je meraná osobitným plynomerom. V tomto prípade spotrebu plynu na kúrenie

a produkciu TÚV v zimnom období je možné vyhodnotiť a v letnom období produkcia TÚV je oddeliteľná. Možnosť na vyhodnotenie je aj v tom prípade, ak je zabudovaný merač spotreby TÚV. Bez vyššie uvedených skutočností pri výpočte mernej spotreby energie na výrobu TÚV sa môžeme spoliehať iba na odhad. V tomto prípade riešením môže byť, že pri výpočte spotreby energie počítame s predpísanou normou (Vid'. Tabuľku 2.11.). Pri pridruženom interaktívnom softvéri tiež používame túto možnosť.

Z priemernej ročnej spotreby plynu môžeme hodnotiť predimenzovaný výkon zabudovaného kotla. Hrubo povedané, na 250 m³ spotreby plynu požiadavka na výkon je 1 kW, teda zo spotreby plynu je dostatočne presne zistiteľná požiadavka budovy na tepelný výkon (P_F kW), resp. predimenzovanosť vykurovacieho systému. Táto predimenzovanosť u väčšiny budov, kvôli bezpečnostným opatreniam je charakteristická. Výkon kvôli predimenzovanosti je väčší, teda aj základný poplatok účtu na plyn je neodôvodnene vysoký, čo významne zvyšuje cenu zemného plynu. Po energeticky efektívnej rekonštrukcii budovy bude potrebný menší výkon, teda základný poplatok za plynomer bude tiež výhodnejší. V zimnej sezóne pri vonkajšej teplote -12-15 °C je možné aj z plynomeru odčítateľnej krátkodobej spotreby plynu zistiť skutočný vrcholový výkon kúrenia s primeranou presnosťou.

Vyhodnotenie účtov za diaľkové vykurovanie: sme v šťastnej situácii, lebo dodávateľ zabezpečuje poskytnutie podrobné údaje.

Vyhodnotenie účtov za elektrickú energiu: Podľa obdržaných účtov sa oplatí vypočítať skutočnú mernú sadzbu. V súčasnosti, v prípade zásobovacích podnikov (poskytovateľov služieb) akceptovateľná cena je brutto cena 48-50 Ft/kWh, ale od tejto ceny sú aj vyššie 60-70 Ft/kWh (v rámci prieskumu uskutočneného vo verejných inštitúciách v jednom väčšom meste sme zaregistrovali cenu od 45 do 70 Ft/kWh a v ojedinelých prípadoch sa vyskytli aj vyššie), čo vyplýva z toho, že fixný výkon je v porovnaní so skutočným potrebným vrcholovým výkonom veľmi vysoký. V takomto prípade je potrebná modifikácia zmluvy, čo v prípade jednej veľkej inštitúcie môže znamenať aj niekoľko miliónov (forint) úsporu spotreby elektrickej energie. Náklady na elektrickú energiu je možné znížiť realizáciou slnečných kolektorov, prípadne veterných elektrární s nízkou výkonnosťou.

3.4. Hodnotenie systémov prevádzkovaných na zemný plyn

Prestavenie samosprávnych budov na vykurovanie so zemným plynom sa uskutočnilo zhruba pred 15-30 rokmi, a to väčšinou v súlade s vtedajšími technickými požiadavkami. Do niekoľkých inštitúcií zabudovali nové plynové kotle a v ďalších už existujúce olejové vykurovacie zariadenia boli prestavené na zemný plyn. Cena vykurovania zemným plynom v porovnaní s olejom bola nižšia a väčšia efektívnosť kúrenia zabezpečovala veľmi rýchlu návratnosť (2-3 roky). Z prieskumových štúdií vyplýva, že vo väčšine samosprávnych budov zúčastňujúcich sa v prieskume v oboch krajinách sa vykurovanie realizuje zemným plynom. S ohľadom na súčasný technický rozvoj sa však tieto zariadenia stali neefektívne.

Značné straty môžu byť dôsledkom nižšie uvedených skutočností:

- vykurovací systém (kotle)

Vykurovací systém neumožňuje efektívne prevádzkovanie. Dôvodom toho predovšetkým je spôsob ohrevu, dvojstupňový atmosférický horák a zastaralý stav kotlov.

- hydraulické nastavenie systému vykurovania (kotlov)

Do systému nie sú zabudované slučkové regulačné ventily. Hydraulické nastavenie systému vykurovania nie je primerané. Na miestach prevádzkovaných väčším množstvom vody ako je potrebné spôsobuje prekúrenie. Všetky zóny budovy sú vykurované vodou s rovnakou

teplotou, a tak okrem miesta s najväčšou požiadavkou na teplo je prekúrenie. Radiátory neboli vybavené termostatickými ventilmi.

Môžeme konštatovať, že všetky 10-15 ročné kotle sú na dnes zastaralé. Teplotný výkon kotlov je predimenzovaný, viacnásobne presahuje potreby, hlavne u tých budovách v ktorých medzičasom okná už boli vymenené a budova bola tepelne izolovaná. Na ich nahradenie sú k dispozícii nižšie uvedené možnosti:

- zabudovanie ekonomickejších a modernejších kotlov. Na trhu sa objavili tzv. kondenzačné kotle, ktoré v porovnaní s existujúcimi kotlami majú spotrebu plynu o 20-40% menej, čo pri dnešných cenách plynu nie je zanedbateľným faktorom.

- Využitie obnoviteľných zdrojov energie na uspokojenie tepelnej potreby: na trhu sa objavili moderné kotle na biomasu, rôzne tepelné čerpadlá, z ktorých si treba vybrať to najvhodnejšie a najekonomickejšie pre danú inštitúciu.

3.4.1. Hodnotenie existujúcich vykurovacích systémov, návrhy na modernizáciu

Vo všeobecnosti sa dá konštatovať, že celá budova je vykurovaná viacnásobne predimenzovanými kotlami, v ktorých taktiež predimenzované tepelné čerpadlá zabezpečujú cirkuláciu vody. Nie je možné napr. udržať telocvičňu, jedáleň, kuchyňu a učebne na rozličnom stupni teploty a znížiť intenzitu ich vykurovania v prázdninovom období (existuje príklad na to, že v jednom gymnáziu treba vykurovať celú školu aj v sobotu a nedeľu kvôli internátu). Zamestnaní nie sú schopní regulovať vykurovanie, lebo nemajú na to možnosť. V mnohých prípadoch nefungujú ani od počasiu závislé zastaralé regulátory.

Zastaralý systém vykurovania treba premeniť tak, aby nové kotle, podľa samostatného programu mohli zabezpečiť individuálne vykurovanie miestnosti s rozličnou funkciou, napr. telocvičňa, chodby, zborovňa, učebne, jedáleň, kuchyňa, a aby ich teplota mohla byť udržaná na rozličnom stupni. Ďalšou požiadavkou je, aby systém vykurovania bol jednoducho ovládateľný (zastavený a spustený) aj bez pomoci odborníka.

Kotle sú prevádzkované na vysokom stupni teploty (70-80 °C). Teplota je znížená na žiadaný stupeň pomocou miešacích ventilov (ak vôbec fungujú).

Teplota spalín kotla prevádzkovaného na vysokú teplotu exponenciálne rastie, energia uniká komínom. Produkcia vody si teda vyžaduje oveľa viac energie.

Čerpadlá pre vykurovanie sú počas vykurovacieho obdobia plynule v prevádzke, aj v tom prípade ak sa v danej budove nekúri. To znamená, že inštitúcia týmto spôsobom môže premárniť jednu štvrtinu ročnej spotreby elektrickej energie.

Stretli sme sa aj s takým krajným prípadom, keď čerpadlá pre vykurovanie jednej veľkej inštitúcie boli v plynulej prevádzke už 4 roky, aj v lete, aj cez zimné obdobie.

Jeden milión forintový ročný účet za elektrinu jedného 42 bytového obytného domu po výmene zastaralého 35 ročného a trojnásobne predimenzovaného kotla (630 kW) na moderné kondenzačné kotle (210 kW), výstavby systému TÚV a zabudovaní čerpadla na vykurovanie s regulovanými otáčkami sa znížil pod 250.000 Ft. Na budove sa nevykonala výmena okien a tepelná izolácia.

3.4.2. Hodnotenie prípravy teplej úžitkovej vody (TÚV)

Vo všeobecnosti, v prípade centrálného zásobovania TÚV starými, zastaralými kotlami jeden z nich aj v lete, aj cez zimu stojí pripravený a zahrievaný na 70 °C aby pripravoval teplú vodu. To znamená, že kotol sa nezastaví ani vtedy, ak voda už dosiahla požadovanú teplotu.

Okrem toho, cirkulácia teplej vody v celej budove prebieha plynule počas celého roka, a to aj v tom prípade, ak sa nikto nezdržiava v budove.

Voda sa ochladí počas cirkulácie aj vtedy, ak nikto neotvorí kohútiky. Jedno 3 m³/h cirkulačné čerpadlo v jednej budove 3x za hodinu precirkuluje vodu jedného 1000 TÚV zásobníka. So zabudovaním časomeru a znížením hodinového časového intervalu cirkulácie na hranicu tolerancie, resp. zastavením cirkulácie a prerušením produkcie teplej vody počas sviatkov a nocí môžeme počítať s významnou úsporou energie.

Teplotu vody pokiaľ možno treba držať pod 45 °C (okrem kuchyne a pracovne). V jednom študentskom domove gymnázia moderný systém, v ktorom cirkulácia je naprogramovaná s 10 m³ plynom je schopný produkcie 1 m³ teplej vody. V tomto prípade (cena plynu 140 Ft/m³) cena tepla vychádza na **1.400 Ft/m³**. (V jednom 40 ročnom obytnom dome s 2x32 bytom funguje moderný systém, v ktorom cirkulácia je naprogramovaná, je aj s 5,5-6 m³ plynom možná produkcia 1 m³ 45 °C teplej vody, cena za teplo **840 Ft/m³**)

Podľa jedného prieskumu, v niektorých budovách materskej školy a škôl jedného mesta bola zistená spotreba viac ako 20-50 m³ množstva plynu na produkciu TÚV. To znamená, že cena teplej vody môže byť desaťkrát vyššia (**7.000 Ft/m³**), ako cena za produkciu v necirkulačnom systéme rodinného domu. Vyššie uvedené údaje sme si vypočítali z údajov o spotrebe plynu a teplej vody mimo vykurovacieho obdobia. Ak vykurovací systém je v prevádzke, nie je možné rozdelenie nákladov na vykurovanie a prípravu teplej vody, preto nepoznáme presnú hodnotu (v takomto prípade tieto merné náklady sú pravdepodobne priaznivejšie). Nadmerná spotreba je preto, že výrobu TÚV zabezpečia tie isté vysokovýkonné kotle, ktoré slúžia aj na vykurovanie. Mimo vykurovacieho obdobia je jeden kotol (alebo dva) v prevádzke iba za účelom prípravy minimálneho množstva TÚV. Čím je spotreby teplej vody menej, tým drastickjšie je zvýšenie mernej spotreby plynu, a to kvôli tepelnej strate plynulej cirkulácie.

Pravdepodobne pre väčšinu ľudí to znie prekvapujúco, ale ročná spotreba vody jednej 7.000 m² strednej odbornej školy je 99 m³, teda iba dvojnásobok spotreby jednej štvorčlennej rodiny. Najväčšia denná spotreba vody je 900 litrov, kým v lete je spotreba prakticky 0. Skutočná spotreba v tejto konkrétnej strednej odbornej škole sa vyvinula počas 12 mesiacov nasledovne: január 16 m³, február 16 m³, marec 9 m³, apríl 9 m³, máj 4 m³, jún 1 m³, júl 0 m³, august 11 m³, september 9 m³, október 9 m³, november 9 m³, december 6 m³. Vo väčšine vedľajších miestností inštitúcií je napojená iba studená voda, sprchy a vedľajšie miestnosti v telocvičniach sú zabezpečené teplou vodou, ale študenti kvôli nedostatku času medzi jednotlivými vyučovacími hodinami nemajú čas na osprchovanie. V podstate iba tí, ktorí cez víkend prenajímajú telocvičňu používajú túto veľmi drahú pripravenú vodu. Toto minimálne množstvo vody pripravuje jeden 140 KW zastaralý kotol pomocou jedného 1.600 litrového zásobníka. Voda už 30 rokov nepretržite cirkuluje v tejto budove aj v mesiaci júl, kedy ešte nikto neotvoril kohútiky.

Urobme jednu jednoduchú kalkuláciu v súvislosti vyššie spomenutého systému, berme najpriaznivejšiu cenu tepla (**1.400 Ft/m³**). Primárne a sekundárne čerpadlo platňového výmenníka tepla každé po 250 W, cirkulačné čerpadlo 140 W, čerpadlo okolo kotla po hydraulickú jednotku 240 kW, teda výkon všetkých plynule fungujúcich čerpadiel je 880 kW. Ročná spotreba elektriny je 7.700 kWh, t.j. 385.000 Ft/rok, to delené s 99 m³ ročnou spotrebou TÚV znamená 3.890 Ft/m³ za elektrickú energiu vody, čo je viac ako dvojnásobok ceny za teplo.

Problém je však v tom, že so 7.700 kWh elektrickou energiou by sme vedeli ohriať 170 m³ vody na 45 °C v elektrickom bojleri.

Z vyššie uvedených vyplýva, že v prípade nízkej spotreby TÚV (spravidla sem patria aj školy a kancelárske budovy) nie je odporúčaná príprava teplej vody zo systému centrálného zásobovania teplom. Najúspornejším riešením v takomto prípade by mohlo byť oddelenie

prípravy TÚV od systému vykurovania a jej ohrievanie pomocou elektrického bojlera alebo kondenzačného kotla na prípravu TÚV doplneného so zásobníkom. Pri týchto budovách, kvôli relatívne nízkej spotrebe v letných mesiacoch sa neodporúča ani používanie slnečných kolektorov. Ak sa však niekto rozhodne pre túto formu riešenia, pri dimenzovaní treba brať do úvahy skutočnú spotrebu cez letných mesiacov. **V prípade vybudovania nového vykurovacieho systému, prípravu TÚV treba naplánovať tak, aby vyhovovala požiadavkám a bola oddelená od vysokovýkonných kotlov na biomasu. Príprava TÚV by mala prebiehať bezprostredne na mieste použitia, aby voda nemusela cirkulovať v celej budove, prípadne aj medzi budovami. Centrálna príprava TÚV je odporúčaná predovšetkým pri ubytovacích zariadeniach, kde spotreba TÚV je rovnomerne vysoká počas celého roka. Pri nových vykurovacích systémoch s tepelným čerpadlom, v prípade, že sa plánuje centrálna príprava TÚV, účelným riešením pre realizáciu je zvláštne zariadenie.**

Podľa prieskumových štúdií situácia na slovenskej strane je priaznivejšia, lebo tam je menšie percento výskytu centrálnej prípravy TÚV.

3.5. Hodnotenie zariadení s diaľkovým vykurovaním

Problémy uvedené pri systémoch vykurovania plynom sa objavujú aj pri diaľkovom vykurovaní, tj. strata energie z dôvodu nečasovosti a zastaralosti. Takmer ani v jednom meste sa neuskutočnilo komplexné obnovenie systémov diaľkového kúrenia. Modernizáciu znamenalo zabudovanie plynových motorov na výrobu tepla a elektrickej energie, čím sa táto služba stala ziskovou. 5% DPH ceny tepla sa stala akceptovateľnou aj pre spotrebiteľov. Produkcia tepla a elektrickej energie pomocou plynového motora vo väčšine prípadov bola zastavená kvôli zadržaniu podpory. S týmto krokom zásobovateľa tepla sa dostali do ťažkej situácie a v súčasnosti ešte nepoznáme jej dôsledky na cenu energie.

3.5.1. Zariadenie bez samostatnej tepelnej centrály

Materské školy, jasle a iné menšie inštitúcie na sídliskách obvykle dostávajú teplo z tepelných centrál umiestnených v okolitých panelových domoch. V týchto budovách sa vykurovanie uskutočňuje obvykle podľa programu pre panelových bytoch, tj. už dlhé desaťročia sú vykurované aj počas sviatkov a víkendov. V prípade TÚV je tiež typická už vyššie spomínaná nepretržitá cirkulácia (potvrdené aj prieskumom uskutočnenom v inštitúciách mesta).

V prípade výmeny okien, realizácie tepelnej izolácie a zabudovania termostatických ventilov treba v každom prípade riešiť reguláciu vykurovania.

Pri modernizácii vykurovacieho systému budov možno odporúčať realizáciu programovaného, od počasia závisiaceho regulovania s miešacím ventilom.

V prípade materských škôl a jaslí, ak to vykurovací systém povoľuje, teplo jednotlivých miestností je účelné regulovať osobitne pomocou ventilu vykurovania (zónový ventil) a týždenne programovateľného termostatu.

Vetranie týchto miestností treba zabezpečiť bez otvorenia okien.

Plynulá cirkulácia TÚV v podstate neznamená zvýšenie výdavkov, keďže zásobovateľ tepla účtuje tú istú cenu za kubický meter, avšak nočná a víkendová cirkulácia je zbytočné plytvanie energiou. So zabudovaním merača a zónového filtra môžeme výrazne šetriť energiou.

3.5.2. Zariadenie so samostatnou tepelnou centrálou

Regulovanie vykurovania sa uskutočňuje s miešacím ventilom motorovým ovládaním podľa požiadavky inštitúcie.

Doporučujeme regulovanie teploty podľa jednotlivých častí budov a ich účelu využívania. Treba vyriešiť, aby správca inštitúcie mohol regulovať, prípadne aj zastaviť a znovu spustiť vykurovanie objektu.

Náklady na prípravu TÚV, kvôli vyššie spomínaných cirkulačných problémov presahujú aj horšie hodnoty namerané pri zastaralých systémoch vykurovania so zemným plynom. Pretože teplá úžitková voda sa počas cirkulácie vychladí, tepelná centrála ju vždy musí zohriať. To samozrejme sa odzrkadľuje na merači množstva tepla a spotrebiteľ to musí uhradiť zásobovateľovi.

V prípade sociálnej inštitúcie, nemocnice, kde spotreba teplej vody v každom období je plynulá, naprogramovanie cirkulácie je vhodným riešením. V týchto zariadeniach investícia do zabudovania slnečných kolektorov, kvôli neúmerne vysokej ceny produkcie teplej vody aj bez podpory sa rýchlo navráti.

V školách, materských školách a iných verejných budovách, kde spotreba teplej vody nie je významná, prípravu teplej vody je účelné riešiť priamo na mieste používania (napr. pomocou elektrického bojlera alebo kondenzačným systémom). Zásobovateľ tepla sa s tým určite nebude súhlasiť (jeho záujmom je čím väčšia spotreba energie).

4 Aplikácia tepelných čerpadiel na uspokojenie tepelných požiadaviek budov na vykurovanie a chladenie, resp. prípravu TÚV

4.1. Všeobecné otázky výberu vykurovacieho systému s tepelným čerpadlom.

Energetická kríza vo vyspelých krajinách už dávnejšie prinútil kompetentných k aplikácii energeticky úsporného tepelného čerpadla a „ľudskejších“, nízkotepelných ústredných kúrení na teplú vodu. Konkrétne tzv. plošné vykurovanie: veľkoplošné vykurovanie radiátorom (teplotné stupne: namiesto predchádzajúcich 90/70 °C a 75/60 °C 55/45 °C, potom 40/30 °C) a vykurovanie podlahy, steny a stropu, resp. teplota stavebnej konštrukcie. Technická možnosť riešenia zníženia energie na vykurovanie je tzv. žiarivé vykurovanie (resp. chladenie). Pomocou plošných vykurovaní, resp. chladení a žiarivých vykurovaní/chladení, so znížením (zvýšením) vnútornej teploty vzduchu môžeme dosiahnuť 10-15% úsporu energie, pričom pocit tepla ostane taký istý.

Zmena teplotnej stupne a zníženia teploty vody používanej na vykurovanie sa konala z viacerých dôvodov. Na jednej strane straty systému pri vyššej teplote sú väčšie a na druhej, že energetická bilancia nových technológií (napr. kondenzačná technika) môže dosiahnuť želaný výsledok iba v systémoch s nízkou teplotou. Takto sa dostala do popredia vedomá aplikácia žiarového vykurovania/chladenia.

Všeobecné poznatky týkajúce sa tepelných čerpadiel sú uvedené v pripojených štúdiách. V tejto štúdii, na úrovni návrhov by sme chceli poskytnúť pomoc pri výbere základného typu a režimu tepelných čerpadiel, resp. pri kalkulácii požiadavky na výkon. Aj tu je však pravdou, že bez poznania miestnych pomerov nemôžeme zaručiť úplnú presnosť. Cieľom tejto štúdie je zrozumiteľným spôsobom informovať jednotlivé samosprávy o tom, ako by mohli začať uvažovať o energetickej investícii bez vyhotovenia akejkoľvek predbežnej štúdie. Samozrejme táto štúdia nenahradzuje podrobná štúdia uskutočniteľnosti zakladanej na audite, ktorá pri takýchto veľkých investíciách už môže znamenať veľké výdavky. O reálnej úspešnosti takýchto výdavkov však treba jednotlivé samosprávy presvedčiť. Pomocou tejto štúdie a pridruženého softvéru prakticky aj v tejto téme menej skúsené osoby môžu vyhotoviť predbežnú štúdiu. Pri danej existujúcej budove energetická analýza je účelné vykonať z údajov o spotrebe a rozmerov budovy, podrobná energetická analýza v tejto fáze ešte nie je potrebná.

Pomenovanie tepelných čerpadiel sa uskutočňuje podľa média prestupu tepla na strane zdroja tepla a odovzdávania tepla (viď. tabuľku 1.). V rámci štúdie sa zaoberáme s poslednými tromi typmi - verziami, keďže medzi samosprávnymi budovami môžeme nájsť iba pomerne málo takých budov, v ktorých vzduch je výhodne použiteľný na strane odovzdávania tepla (výnimku tvoria systémy vetrania s aktívnym spätným získaním tepla). V poslednom spomenutom prípade sa môžu používať vodné tepelné čerpadlá, napr. doplnené s fancoil zariadeniami na sekundárnej strane odovzdávania tepla oproti klasickému vykurovaniu radiátormi. Tepelné čerpadlá voda-voda a soľanka-voda sú prakticky totožné. Pri predstavení technológií tepelného čerpadla pracujeme s konkrétnymi typmi, u ktorých sú známe aj továrenské údaje. Z týchto údajov sa my pokúsime o vyvodenie všeobecných súvislostí. Pri skúmaní sme si vzali do úvahy aj požiadavky predpísané pri konkurzných možnostiach v roku 2011.

Tabuľka 4.1.: Najvšeobecnejšie typy tepelných čerpadiel

| Médium prestupu tepla | | Pomenovanie tepelných čerpadiel (so skratkou) |
|-----------------------|---------------------|--|
| Strane zdroja tepla | Strane odovzdávania | |
| vzduch (A) | vzduch (A) | tepelné čerpadlo vzduch/vzduch (A/A) alebo klimatizačné zariadenie |
| voda (W) | vzduch (A) | tepelné čerpadlo voda/vzduch (W/A) alebo klimatizačné zariadenie |
| soľanka (B) | vzduch (A) | tepelné čerpadlo soľanka/vzduch (B/A) |
| vzduch (A) | voda (W) | tepelné čerpadlo vzduch/voda (A/W) |
| voda (W) | voda (W) | tepelné čerpadlo voda/voda (W/W) |
| soľanka (B) | voda (W) | tepelné čerpadlo soľanka/voda (B/W) |

Koeficient výkonu tepelných čerpadiel:

COP (*Coefficient of Performance*) – Koeficient výkonu vykurovania (stupeň účinnosti vykurovania): Podiel odovzdaného výkonu vykurovania a prijatého elektrického výkonu pri východiskovej a konečnej teplote.

EER (*Energy Efficiency Ratio*) – Koeficient výkonu chladenia (stupeň účinnosti chladenia): Podiel odvedeného výkonu chladenia a použitého elektrického výkonu pri východiskovej a konečnej teplote.

Keďže vyššie uvedené koeficienty sa vzťahujú na daný režim, závisia aj od typu tepelného čerpadla a preto porovnávanie je možné vykonať iba v súvislosti s poskytnutými parametrami.

V praxi viac nám prezradí koeficient sezónneho výkonu **SPF** (Seasonal Performance Factor), ktorý na celé vykurovacie obdobie udáva podiel vyprodukovanej tepelnej energie a energie použitej na prevádzkovanie. V Maďarsku, ako členskej krajine EÚ norma MSZ EN 14511:2004 napomáha objektívnemu porovnaniu tepelných čerpadiel. Výrobcovia totiž musia merať odovzdaný výkon vykurovania/chladenia a prijatý elektrický výkon podľa tepelného prostredia určeného v norme a k danému meraciemu bodu sú povinní udať kvocient. Pri konkurzoch v roku 2011 (KEOP, KMOP), pre splnenie indikátorov a potvrdenie platieb smerom EÚ na prevádzkovanie tepelných čerpadiel fungujúcich na elektrickú energiu bola potrebná minimálna hodnota SPF 3,5 a v prípade čerpadiel fungujúcich na zemný plyn min. SPF 1,3. Na to, aby sme pre výpočty SPF hodnôt mohli zhrnúť rozdielne nosiče energie v prípade čerpadiel prevádzkovaných nie len elektrickou energiou (bivalentné systémy, systémy na plynový pohon, atď.), odmerané spotrebované údaje musíme prepočítavať na hodnoty primárnej energie. Koeficienty používané na prepočítanie sú uvedené v tabuľke 2. V našom prípade pri elektrickom prúde je uvedená hodnota 2,6, EÚ priemer koeficientu primárnej energie je 2,5.

Tabuľka 4.2.: koeficienty primárnej energie

| Energia | Primárna energia, <u>ténvező</u> |
|---|----------------------------------|
| Elektrický prúd | 2,6 |
| Zemný plyn | 1,00 |
| Vykurovací olej | 1,00 |
| Drevo na kúrenie, biomasu | 0,60 |
| Elektrická energia z obnoviteľných | 0,00 |
| Odpadové teplo pochádzajúce z technologického procesu | 0,00 |

Po prepočítaní minimálnej hodnoty koeficientu sezónneho výkonu vypočítaného zo spotreby primárnej energie, v prípade všetkých systémov a typov tepelného čerpadla musí byť $SPF_{prim} \geq 1,3$. Okrem toho, iba také zariadenia tepelných čerpadiel môžu byť podporené, ktoré sú schopné regulovania teploty na strane kondenzátora podľa vonkajšej teploty.

Zdrojom tepla tepelných čerpadiel je v podstate vzduch prostredia a teplo zeme. Konkurzná požiadavka na teplotu vody na vykurovanie v prípade **tepelných čerpadiel vzduch-voda** na sekundárnej strane je do 45°C. V prípade čerpadiel prevádzkovaných na teplo zeme (tepelné čerpadlo so zemným kolektorom, zdrojom v zemi a čerpajúce vodu z vrtanej studne) podpora vybudovania systému pracujúceho s vyššou teplotou je možné iba výlučne pri takých budovách, u ktorých nie je možná realizácia vykurovacieho systému s nižšou teplotou (nie viac ako 45°C), resp. ak by to znamenalo z ekonomického hľadiska ireálne riešenie. Takúto skutočnosť treba potvrdiť dôkladnou analýzou.

Treba zdôrazniť, že energetická efektivita **tepelných čerpadiel vzduch-voda s elektrickým pohonom** je nižšia ako efektivita **tepelných čerpadiel voda-voda**. So znížením vonkajšej teploty významne zhoršuje aj odovzdaný výkon a takisto aj COP hodnota. Niektoré staršie výrobky pri vonkajšej teplote 0...-5°C (suché počasie) neboli schopné prevádzky a potrebovali zabudovanie elektrickej vykurovacej vložky, čo výrazne môže zvýšiť účet za elektrinu. V súčasnosti už existuje aj taký výrobok, ktorý do -25°C vonkajšej teploty výlučne pomocou kompresora, bez elektrického vykurovania je schopný zohriať vodu až na 45 -55°C, avšak v takomto prípade energetická efektivita je veľmi nízka. Výnimku tvorí **absorpčné tepelné čerpadlo vzduch-voda prevádzkované na zemný plyn**, u ktorého pri znížení vonkajšej teploty výkon sa zhoršuje iba v menšej miere. Toto čerpadlo je schopné zohriať topnú vodu na 65 °C, avšak nad 50°C minimálna hodnota koeficienta výkonu ($SPF_{prim} = 1,3$) ani pri tomto čerpadla v monovalentnom spôsobe prevádzky nie je splniteľná.

COP hodnota **tepelného čerpadla voda-voda čerpajúceho vodu z vrtanej studne**, v prípade kvalitnej vody a dostatočného množstva môže byť priaznivejšia ako pri systéme tepelných čerpadiel so zdrojom v zemi. Avšak na vyťahanie a vrátenie vody v danom prípade môže prislúchať aj oveľa väčšia čerpacia práca, čo môže znížiť hodnotu SPF ($COP_{ročná}$). Bariérou jeho aplikácie na jednej strane môže byť, že je aplikovateľné iba na takých miestach, kde je k dispozícii dostatočné množstvo vody v okruhu 100 m a voda, čo sa týka chemického zloženia nie je agresívna. Na druhej strane, COP hodnotu systému silne ovplyvňuje aj hĺbka náleziska statickej vody v studni, nakoľko to významne vplýva na potrebný výkon čerpania. COP hodnotu systémov čerpajúcich vodu z vrtanej studne a so zdrojom v zemi, podľa teploty vychádzajúcej vody a spodnej teploty vývrtu nie je možné porovnať. Určenie okamžitej COP hodnoty jedného studňového systému na danej kondenzačnej teplote – keď neberieme do úvahy straty prúdenia – kvôli takmer rovnakej teplotnej hodnoty vychádzajúcej vody je ľahké. Okamžitú COP hodnotu systému so zdrojom v zemi ovplyvňuje, okrem spodnej teploty vývrtu veľa faktorov (napr. tepelná vodivosť zeme) a tým teplota zeme v blízkosti zemnej sondy sa môže každú chvíľu zmeniť, preto na porovnanie sú vhodné iba ročné priemerné COP (SPF) hodnoty.

Možnosti aplikácie systémov čerpajúcich vodu z vrtanej studne treba v každom prípade analyzovať. Napr. ak plánujeme umiestniť tepelné čerpadlo na miestach kde sa v blízkosti nachádza prírodný vodný tok, jazero, môžeme rátať s možnosťou vytvorenia 15-30 m hlbokých studní. Ak aj príslušný úrad to povolí, získanú vodu je možné pustiť naspäť do vodného toku (teplota vody musí byť pod 30°C a nesmie byť škodlivá na prírodu). Aj s touto metódou môžeme vytvoriť efektívny, vysokohodnotný (SPF) systém. Zároveň investičné náklady tejto varianty sú zvyčajne menšie ako náklady na zariadenia so zdrojom v zemi (zemná sonda) a tak ekonomická analýza môže rozhodnúť o tom, že v danej situácii ktorá varianta je výhodnejšia. Ako výhodu si môžeme spomenúť, že pri tepelných čerpadlách voda-voda zdrojom môžu byť nielen vrtané studne, ale aj povrchové vody, odpadové kanály a odtekajúce termálne vody

s nižšou teplotou. V tomto prípade investičné náklady môžu byť oveľa nižšie. Z dôvodu kvality vody sa môžu vyskytnúť aj náklady na údržbu, životnosť systému môže byť obmedzená, môže sa meniť výdatnosť studne. Ďalšie riziko je zmena kvality vody a jej vplyv na výmenníka tepla tepelného čerpadla.

Výhody tepelného čerpadla s uzatvoreným zdrojom v zemi: jeho životnosť je minimálne 50 rokov, nie sú potrebné náklady na údržbu, prakticky je kdekoľvek aplikovateľné, kde príslušný banský úrad vydá povolenie na vŕtanie do hĺbky 50-100 m. V nových budovách prakticky nezaberá žiadne miesto, nakoľko v tomto prípade vŕtania môžu byť vykonané aj pod zemou a takisto aj umiestnenie vertikálnych zemných sond je zrealizovateľné týmto spôsobom.

Kvôli geologickým zvláštnostiam Karpatskej kotliny z energetického hľadiska – pri precíznom plánovaní – s dnešnými tepelnými čerpadlami využívajúcimi teplo zeme, vo vykurovacom režime môžeme dosiahnuť $SPF = 4,0-4,5$ (v priaznivom prípade 5), v chladiacom režime $COP_{ročná} = 5,5-7,5$, do čoho je už zahrnutá potrebný výkon cirkulačného čerpadla na primárnej strane. Výkon cirkulačného čerpadla treba nastaviť na čím menšiu hodnotu, a preto si treba dávať pozor na priemer potrubí, resp. na minimálny odpor pri ich spojeniach. Podľa vyššie uvedeného, v našich podmienkach vo väčšine prípadoch – pri malých a stredných systémoch – najvýhodnejším riešením sa nám javí systém so zdrojom v zemi (zemná sonda) s uzatvoreným okruhom, ktorý je aj z energetického hľadiska, aj z hľadiska ochrany životného prostredia najefektívnejší. V prípade nových realizácií preto považujú za najvýhodnejšie riešenie vybudovanie systému so zdrojom v zemi (zemná sonda) s uzatvoreným okruhom, avšak v priaznivom prípade systém čerpajúci vodu z vŕtanej studne môže byť výhodnejším, ak berieme do úvahy aj ekonomické hľadiská.

V tejto štúdii z riešení, ktoré využívajú teplo zeme sa nezaobráame so zemným kolektorom, pretože tam je potrebné vyhotovenie kolektorového pola 2-3x väčšieho, ako je vykurovaná plocha, a to v hĺbke min. 1,5 m. V prípade existujúcich budov táto iniciatíva by bola prakticky nezrealizovateľná, totiž takýto veľký priestor je iba málokedy k dispozícii, a na už existujúcom pozemku, dvore by vybudovanie kolektorového pola bolo veľmi namáhavé. Takýto systém môže byť oprávnený v prípade nových budov menšieho rozmeru.

Aplikovateľnosť tepelných čerpadiel výrazne ovplyvňujú miestne okolnosti primárnej (prístupný zdroj tepla) a sekundárnej strany (požiadavka na teplo a k tomu patriaci systém odovzdávania tepla). V súvislosti dnešnej a budúcej techniky treba upozorniť aj na to, že nie len zdroj tepla, ale aj energia prevádzkujúca tepelné čerpadlo môže pochádzať z obnoviteľných zdrojov.

Tu si musíme pripomenúť, že žiadny zdroj nie je nevyčerpatelný. Ak rýchlosť využitia presiahne rýchlosť procesu reprodukcie, tak na lokálnej úrovni vznikne nedostatok. Táto skutočnosť sa predovšetkým vzťahuje na zdroj tepla získaného pomocou zemných kolektorov zemnej sondy. Chybné dimenzovania pri čerpaní tepla môžu byť tiež odvodené z tejto skutočnosti. Napr. ak pri dimenzovaní sa neberie do úvahy regeneračný čas použitého priestoru.

Pri modernizácii existujúcich budov je dôležitým faktorom teplotný stupeň existujúceho súčasného systému. Napr. ak by modernizovali liatinové 90/70 °C radiátory ústredného kúrenia, tak by z dôvodu nízkej prevádzkovej teploty je veľmi odporúčaná výmena radiátorov na dvojrúrové fan-coil zariadenia, okrem zakúpenia tepelného čerpadla. Pri novovybudovanom vykurovacom/chladiacom systéme môžeme slobodne rozhodnúť medzi fan-coilovým systémom alebo plošným vykurovaním/chladením. Pokiaľ možno, vyhýbajme sa radiátorom, lebo pri vykurovaní pomocou radiátorov odovzdávanie tepla je oveľa nižšie ako menovitá hodnota a pri chladení, kvôli vytváraniu vodných kvapiek môžeme rátať aj so silnou koróziou.

Takisto preskúmame zdroje tepla, ktoré sú k dispozícii – hneď nám bude jasné, že aké môže zariadenie vôbec prísť do úvahy. V objekte nachádzajúceho sa mimo mesta, na brehu jazera alebo s veľkým, prázdny pozemkom takmer všetky podmienky sú k dispozícii na umiestnenie veľmi kvalitného tepelného čerpadla voda-voda so zdrojom v zemi (zemná

sonda) alebo čerpajúceho vodu z vrtanej studne. Avšak na umiestnenie takýchto čerpadiel vo veľkom meste nie je možnosť. V takýchto prípadoch najvýhodnejším riešením môže byť umiestnenie tepelného čerpadla vzduch-voda, ktoré ako zdroj využíva vzduch.

Treba sa rozhodnúť či si vyberieme monovalentný alebo bivalentný vykurovací systém. Podľa uskutočnených analýz a skúseností môžeme konštatovať, že na území Maďarska sú dané monovalentné systémy tepelných čerpadiel výhodnejšie a ekonomickejšie. Vo všeobecnosti to isté už neplatí v súvislosti tepelných čerpadiel vzduch-voda na elektrický pohon. Ich zabudovanie by bolo možné iba so značným predimenzovaním a to by v každom prípade znamenalo neekonomické riešenie. Aplikácia monovalentných systémov je limitovaná, ich zabudovanie sa odporúča iba k vykurovacím systémom s nižšou teplotou.

Osobitosťou inštitucionálnych budov v porovnaní s obytnými budovami je, že miestnosti cez dennú zmenu sú úplne využité, stále treba udržať predpísané teploty, teda systém je citlivejší na zabudovaný vrcholový výkon. Limity monovalencie ukazujú, že systémy (tepelné čerpadlá) dimenzované na vonkajšiu teplotu -15°C , teplotu pod touto hranicou sú schopné zabezpečiť iba so znížením pocitu komfortu.

Preto v prípade monovalentných systémov, kvôli prípadným výkyvom počasia, výpadu prúdu, atď. do systému je účelné zabudovať najmenej 10% rezervu, aby sa nemohlo vyskytnúť neočakávané značné zníženie pocitu komfortu. Takáto výpomoc môže byť na báze elektrickej energie a/alebo na báze fosílnych palív. Plánovanie 10% vyššieho výkonu tepelného čerpadla, podľa skúseností (kvôli zvýšeným výdavkom) je racionálnym riešením iba v tom prípade, ak výpomoc z nejakých dôvodov nie je zrealizovateľná.

Osobitosťou existujúcich inštitucionálnych budov je všeobecne rozšírený vykurovací systém pomocou teplej vody s kotlom (kotlami) na zemný plyn. Maximálny výkon tepelnej centrál s tepelným čerpadlom v tomto prípade, kvôli zníženiu investičných nákladov, podľa praktických skúseností treba naplánovať na 0-20% nižší výkon a prípadne potrebný 10-30% nedostatok vrcholového výkonu je najlepšie doplniť bivalentným spôsobom s jedným kondenzačným plynovým kotlom. Tu môžeme podotknúť, že pri konkurzoch často už existujúce plynové kotle znamenajú rezervu, ak ich technický stav to povolí. V prípade jednotlivých systémoch pri konkurzoch predpísaný maximálny bivalentný bod -5°C obmedzuje výkon tepelného čerpadla a takisto aj možný maximálny doplňujúci výkon. Pri komplexných vykurovacích systémoch je možné vyzdvihnúť, že aj k diaľkovému dodávaniu tepla sú systémy tepelných čerpadiel dobre prispôsobiteľné. Môže byť výhodné aj použitie kotla na biomasu.

Skutočnú percentovú hodnotu doplňujúceho kúrenia musí v každom prípade určiť, resp. narhnuť projektant daného systému. Je potrebná analýza investičných nákladov, očakávaných úspor energie a miestne finančné možnosti, ale je účelné vziať do úvahy aj predvídateľné zmeny cien energií a požiadavky konkurzného konania.

Z porovnania hospodárnosti vyššie uvedených metód získania tepla, ich vplyvu na životné prostredie, resp. z ich technických parametrov vyplýva, že pre našu krajinu je najvýhodnejšia tá metóda získania tepla, ktorá je schopná zabezpečiť všetky požiadavky. Vo väčšine prípadoch prichádza do úvahy systém s dvomi tepelnými čerpadlami, tzv. systém čerpajúci z vrtanej studne (otvorený systém) a systém s uzatvoreným zdrojom v zemi (zemná sonda).

Upozorňujeme na to, že nesmieme zabudnúť na možnosti využitia tepelného odpadu, lebo je to najefektívnejší spôsob získania tepla, avšak môže sa používať iba v osobitných prípadoch (napr. kuchynský tepelný odpad kúpaliska, inštitúcie, vetrací vzduch).

Na určenie metódy získania tepla, ako sme to už vyššie uviedli, aj v prípade existujúcich samosprávnych/inštitucionálnych budov je potrebná analýza, podľa miestnych okolností. Sú predstaviteľné aj také okolnosti, že systém čerpajúci z vrtanej studne z objektívnych dôvodov (napr. nedostatok vody) nie je zrealizovateľný a z dôvodu malého miesta pre umiestnenie vertikálnych uzatvorených zemných sond nie je možné dosiahnuť potrebných 80-100%

vykurovacieho výkonu. V takom prípade treba určiť možnosť získania tepla ekonomicky najvýhodnejším spôsobom a taktiež aj to, či sa oplatí s tým vytvoriť bivalentný systém (tepelné čerpadlo využívajúce teplo zeme + vykurovanie zemným plynom) so zreteľom na úspory energie a vplyvy životného prostredia. V prípade ak sa jedná o existujúcu budovu s relatívne menším upraveným trávnatým dvorom, riešenie tepelného čerpadla s uzavretým zdrojom v zemi (zemná sonda) by znamenalo príliš veľké búranie. V takomto prípade rozhodne treba preskúmať aplikovateľnosť umiestnenia otvoreného systému čerpajúceho vodu z vŕtanej studne. Ďalším riešením môže byť plynové tepelné čerpadlo vzduch-voda, lebo jeho výkon menej závisí od teploty okolitého vzduchu.

U elektrických tepelných čerpadlách môže byť výhodou, že do danej výšky výkonnostného limitu je možné využívať zvýhodnenú jednotarifnú, zvlášť meranú, riadenú sadzbu. Zvýhodnenú tarifu môžu využívať aj verejné inštitúcie, ktoré disponujú s 3x63 A (39 kW) menovitou hodnotou prúdu pre zásobovanie systémov tepelných čerpadiel elektrickou energiou. Cena tejto tarify pre konečného spotrebiteľa (nie pre obyvateľstvo) bola v roku 2011 31,96 Ft/kWh. Riadené zásobovanie prúdom zabezpečuje denne najmenej 20 hodín vykurovacieho času tak, že prerušenie nemôže byť dlhšie ako 2 hodiny a medzi prerušeniami sú k dispozícii minimálne dve hodiny vykurovacieho času.

Pri predstavení technológií tepelných čerpadiel a projektov, resp. pri vytvorení softvéru, v záujme možnosti porovnávania sme pracovali so všeobecnými údajmi:

- Interval vonkajšej teploty vykurovacieho obdobia je medzi +17 a -14°C.
- Pri SPF hodnotách sme vychádzali z továrenských údajov pre konkrétne predstavené tepelné čerpadlá.
- Pri nákladoch na energiu sme brali jednotnú tarifu na zemný plyn 140 Ft/nm³, elektrickú energiu 50 Ft/ kWh a geo tarifu 32 Ft/ kWh.
- Bivalentný bod sme určili podľa konkurzných požiadaviek na -5°C.

Ako sme to už vyššie uviedli, pri konkrétnom predstavení technológií tepelných čerpadiel budeme sa zaoberať iba v praxi uznanými modernými typmi, u ktorých sú známe továrenské údaje. Tieto sú:

- Z tepelných čerpadiel vzduch-voda na elektrický pohon: typ OSCHNER Golf Maxi GML W60.
- Z absorpčných plynových tepelných čerpadiel: typ GHAP-A HT.
- Z tepelných čerpadiel voda-voda využívajúcich teplo zeme disponuje najlepšimi parametrami Vaporline GBI96-HACW vyrobené spoločnosťou Geowatt.
- Vetrací systém s aktívnym spätným získaním tepla pomocou zabudovaného tepelného čerpadla vzduch-vzduch (séria NILAN VPM).

4.2. Tepelné čerpadlo typu OSCHNER Golf Maxi GML W60 vzduch/voda na elektrický pohon

V tabuľke 4.1. sú zobrazené COP hodnoty vzťahujúce sa na 35°C teplotu vykurovacej vody podľa teploty okolitého vzduchu. Ďalej sme z továrenských údajov určili percentuálne hodnoty zníženia výkonu, 100% sa rovná výkonu patriaceho k 17°C. Môžeme vidieť, že pri -14°C okamžitý výkon sotva dosiahne 30% menovitej hodnoty, teda nemôžeme navrhnúť monovalentnú prevádzku, lebo tepelné čerpadlo by bolo potrebné predimenzovať o 200%. Pri bivalentnom bode - 5°C uvedeného v konkurzných požiadavkách tepelné čerpadlo je schopné výkonu okolo 49 kW, čo je 55% menovitej hodnoty. Zakreslením (čiary) grafu vykurovania na tento bod je vidno, že s jedným tepelným čerpadlom s 90 kW menovitou hodnotou v bivalentnom režime môžeme dosiahnuť 70 kW výkon na vykurovanie. Požadovaný výkon dopĺňajúceho vykurovacieho zariadenia je okolo 37 kW, čo je účelné zrealizovať pomocou napr. jedného kondenzačného plynového kotla. Ešte aj v bivalentnom prevádzkovom režime

musí mať tepelné čerpadlo vyšší ako 30% menovitý výkon ako je požadovaný výkon vykurovania (namiesto 70 kW 90 kW) .

Podľa grafu 4.1. môžeme konštatovať nasledovné všeobecne platné súvislosti:

1. požadovaná teplota vykurovania pri -5 °C bivalentnom bode:

$$t_{f.biv.} = 0,71 \times t_{el.}$$

Kde $t_{el.}$ je teplota plánovaného alebo existujúceho vykurovacieho systému. V našom prípade pri 35°C prevádzkovom režime tepelného čerpadla a so zapojením dvoch vykurovacích systémoch za sebou max. teplota môže byť 50°C.

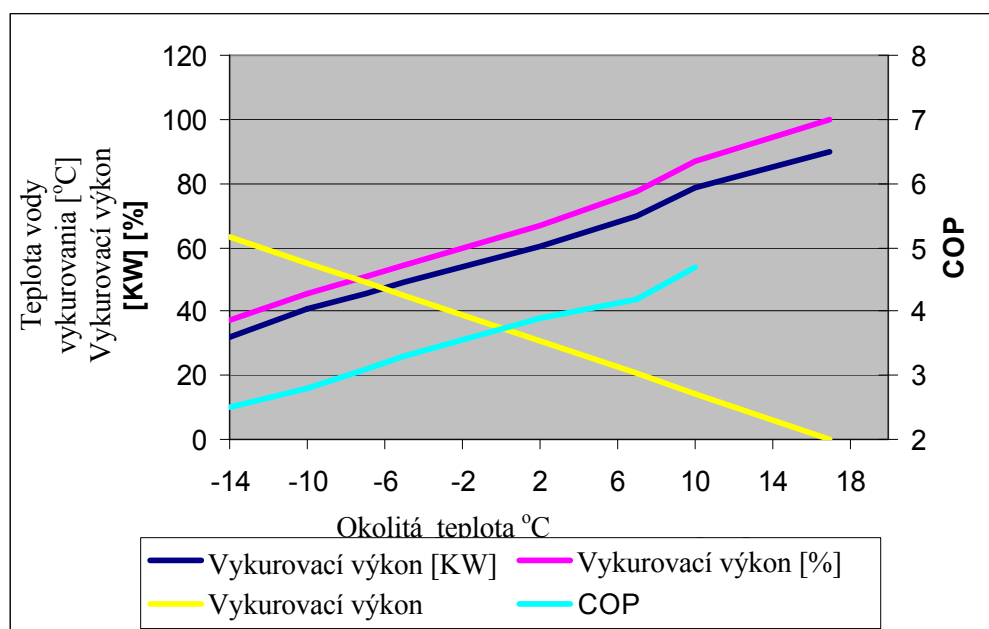
2. potrebný menovitý výkon tepelného čerpadla pri 17°C okolitej teplote:

$$P_{tep.č.n} = 1,291 \times P_f$$

Kde: P_f je požadovaný vykurovací výkon budovy.

3. Požadovaný výkon vykurovania pri -5°C bivalentnom bode:

$$P_{tep.č.biv.} = 0,71 \times P_f$$



Graf 4.1.: Vývoj charakteristík tepelného čerpadla vzduch-voda na elektrický pohon podľa vývoja okolitej teploty, typ OSCHNER Golf Maxi GML W60.

Z tabuľky jasne vidieť aj to, že minimálne požadovaná COP hodnota (3,5) vo vyhlásení na konkurz je blízko k -1°C, splnenie minimálnej hodnoty ročného koeficientu priemernej energie aj napriek 35°C prevádzkového režimu môže byť otáznou, lebo treba vziať do úvahy aj spotrebu energie doplnujúceho zariadenia. Výrobca udáva parametre aj pri 50°C teplote vody vykurovania. Napr. pri okolitej teplote +2 °C výkon sa sotva mení, avšak v porovnaní s 35°C teplotou vody vykurovania COP hodnota klesne z 3,9 na 2,6.

V súvislosti s tepelnými čerpadlami vzduch-voda na elektrický pohon môžeme konštatovať nasledovné zistenia:

- Pri vykurovacích systémoch s nižšou teplotou (žiarivé vykurovanie, resp. fan-coil zariadenie) sú odporúčateľné. Teplota vykurovacej vody musí byť 35-40°C, ak je to možné (pri predošlých konkurzoch plánovaná teplota vykurovacej vody mohla byť max. 45°C).

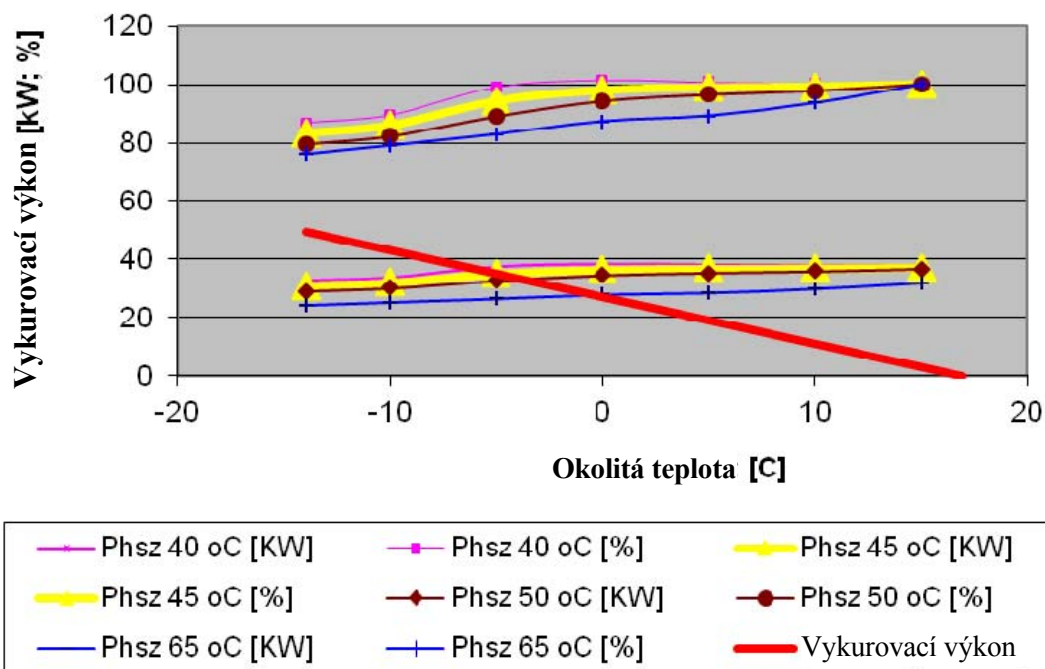
- Bivalentný vykurovací režim aj pri nízkoteplotnom vykurovaní. Na to, aby sme mohli splniť konkurznú požiadavku (bivalentný bod -5°C), maximálna menovitá hodnota hlavného tepelného čerpadla musí byť približne 30% vyššia, ako vykurovací výkon budovy (v prípade monovalentného prevádzkového režimu by bolo potrebné tepelné čerpadlo predimenzovať o viac ako 200%).
- Tieto tepelné čerpadlá prísne podmienky EÚ, resp. konkurzné podmienky sú schopné splniť iba vo výnimočných prípadoch.
- Ich veľkou výhodou je, že zdroj tepla (okolitý vzduch) je bezprostredne k dispozícii a ich zabudovanie oproti iným tepelným čerpadlám je jednoduchšie a ekonomickejšie. Treba zvlášť podotknúť, že nezaberajú veľa miesta, a tak sú ľahko pripojiteľné k existujúcemu vykurovaciemu systému. Zapojením do série aj v bivalentnom aj paralelnom prevádzkovom režime sú aplikovateľné už existujúcim vykurovacím systémom.
- Odporúčame voľbu bivalentného bodu s vyššou teplotou (trebárs aj $2-3^{\circ}\text{C}$), ak sú na to podmienky. V súčasnosti ich aplikácia sa rozširuje hlavne v malých budovách, rodinných domoch, hlavne v uzavretých sídliskových pomeroch.

4.3. Absorpčné tepelné čerpadlo vzduch/voda typu Robur GHAP-A HT s pohonom na zemný plyn

Jeho veľkou výhodou oproti tepelným čerpadlám vzduch-voda na elektrický pohon je, že jeho výkon je menej závislý od okolitej teploty. Predpísanú minimálnu hodnotu koeficienta sezónneho výkonu, t.j. do 50°C pravdepodobne je schopné splniť. Je schopné prevádzky aj pri 65°C teplote vykurovacej vody.

Môže byť vhodné pri budovách so zníženou požiadavkou na energiu po obnove (izolácia, výmena okien, obnova na sekundárnej strane) aj pri existujúcom vysokoteplotnom vykurovacom systéme, aj na monovalentný režim. Výkon potrebného tepelného čerpadla pri 50°C teplote musí byť o 10-12%, a pri 65°C teplote o 17-18% vyšší ako požadovaný výkon vykurovania. Pri vyššej ako 50°C teplote vykurovacej vody však nie je možné splniť predpísanú minimálnu hodnotu koeficientu sezónneho výkonu.

Graf 4.2 vyhotovený z údajov od výrobcu ukazuje výkon tepelného čerpadla podľa okolitej teploty pri rozdielnych teplotách vody na vykurovanie, zhora nadol, na 40, 45, 50 a 65°C .



Graf 4.2. : Vývoj charakteristik absorpčného plynového tepelného čerpadla vzduch-voda podľa vývoja okolitej teploty, typ Robur GHAP-A HT.

Z údajov o výkonnosti pri danej teplote prevádzkového režimu môžeme určiť výkon vykurovania patriaceho k menovitému výkonu, a naopak. Výsledok je uvedený v tabuľke 4.3. Je viditeľné, že výkon tepelného čerpadla v monovalentnom režime musí byť o 15-31% ako výkon vykurovania. K tomu výkonu treba ešte pridať rezervu 10% pre extrémne prípady, ak neexistuje iná možnosť.

Tabuľka 4.3.: Vývoj výkonov v monovalentnom režime

| Teplota vykurovacej vody [°C] | Menovitý výkon tepelného čerpadla na 17°C $P_{hsz,n}$ [kW] | Výkon vykurovania P_F [kW] |
|----------------------------------|--|---------------------------------|
| 40 | $1,152 \times P_F$ | $0,868 \times P_{hsz,n}$ |
| 45 | $1,199 \times P_F$ | $0,834 \times P_{hsz,n}$ |
| 50 | $1,257 \times P_F$ | $0,796 \times P_{hsz,n}$ |
| 65 | $1,314 \times P_F$ | $0,761 \times P_{hsz,n}$ |

Kvôli vyššie uvedeným, aj v prípade plynových absorpčných tepelných čerpadlách odporúčame bivalentný prevádzkový režim, napr. pri konkurzoch požadovaným -5°C bivalentným bodom. Podľa grafu 4.2 aj v súvislosti s bivalentným režimom sme vyhotovili kalkulácie s ohľadom na teplotu vykurovacej vody a výkony. Výsledky sú uvedené v tabuľke 4.4.

Tabuľka 4.4.: Vývoj výkonov a teploty vykurovacej vody v bivalentnom režime

| Teplota vykurovacej vody pri tepelnom čerpadle [°C] | Maximálna teplota vykurovacej vody [°C] | Menovitý výkon tepelného čerpadla na 17°C $P_{hsz,n}$ [kW] | Výkon tepelného čerpadla pri bivalentnom bode $P_{hsz,biv}$ [kW] | Výkon doplňujúceho vykurovacieho zariadenia bez rezervy $P_{kieg.}$ [kW] |
|---|---|--|--|--|
| 40 | 56,4 | $0,724 \times P_F$ | $0,718 \times P_F$ | $0,371 \times P_F$ |
| 45 | 63,4 | $0,754 \times P_F$ | $0,711 \times P_F$ | $0,372 \times P_F$ |
| 50 | 70,5 | $0,789 \times P_F$ | $0,703 \times P_F$ | $0,372 \times P_F$ |

Potrebuje tepelné čerpadlá s výkonom o 21-28% menej ako požadovaný výkon budovy. Výkon doplňujúceho vykurovacieho zariadenia zapojeného do série musí byť približne 37% minimálneho vykurovacieho výkonu, odporúčanú rezervu 10% v tomto prípade je účelné zabudovať. Pri bivalentnom režime sme nepočítali s 65°C prevádzkovou teplotou, lebo hodnota $SPF_{prim} = 1,3$ by nebola dodržiateľná. Splnenie požiadavky dokonca aj pri 50°C, lebo treba rátať aj spotrebou doplňujúceho vykurovacieho zariadenia.

Kvôli vyššie uvedeným skutočnostiam, pri pripojenom softvéri sme počítali s parametrami schválenými v konkurzných materiáloch, teplota vykurovacej vody pri tepelnom čerpadle počas celého vykurovacieho obdobia je max. 45°C, bivalentný bod -5°C. Tento typ tepelného čerpadla patrí do kategórie tepelných čerpadiel s malým výkonom. Napriek tomu sa s ním počíta aj pri budovách s vyššou požiadavkou na vykurovací výkon. V tomto prípade zabudujú aj 10 alebo viac jednotiek spojených do kaskádového systému. Takto požiadavka niekoľko 100 kW je splniteľná bezpečnejšie a zo zabudovaných jednotiek funguje iba potrebný počet, optimálna produkcia tepla je vždy zrealizovateľná.

Voľba plynového absorpčného tepelného čerpadla vzduch-voda je aktuálna predovšetkým v tom prípade, ak na strane zdroja tepla nie sú potrebné podmienky na vybudovanie tepelných čerpadiel voda-voda využívajúcich teplo zeme. Tieto zariadenia sú umiestniteľné aj na strešnej konštrukcii existujúcej budovy. Bivalentný režim je výhodný pri takých verejných budovách, v ktorých existujúci vykurovací systém je zakladaný na variante vysokoteplotného radiátora. V tomto prípade, pri udržaní bivalencie -5°C tepelné čerpadlo môže prevádzkovať na 45°C, kým doplňujúce vykurovacie zariadenie na max. 63,4°C. Pri tejto teplote radiátory naplánované na 90/70°C odovzdávajú približne 50% svojho výkonu, preto je potrebné v takejto miere znížiť požiadavku na teplo budovy. Takéto zníženie požiadavky na teplo je možné pomocou energetickej modernizácie budovy (izolácia, výmena okien a modernizácia vykurovania na sekundárnej strane).

4.4. Tepelné čerpadlo Vaporline GB 96-HACW voda-voda na báze tepla zo zeme

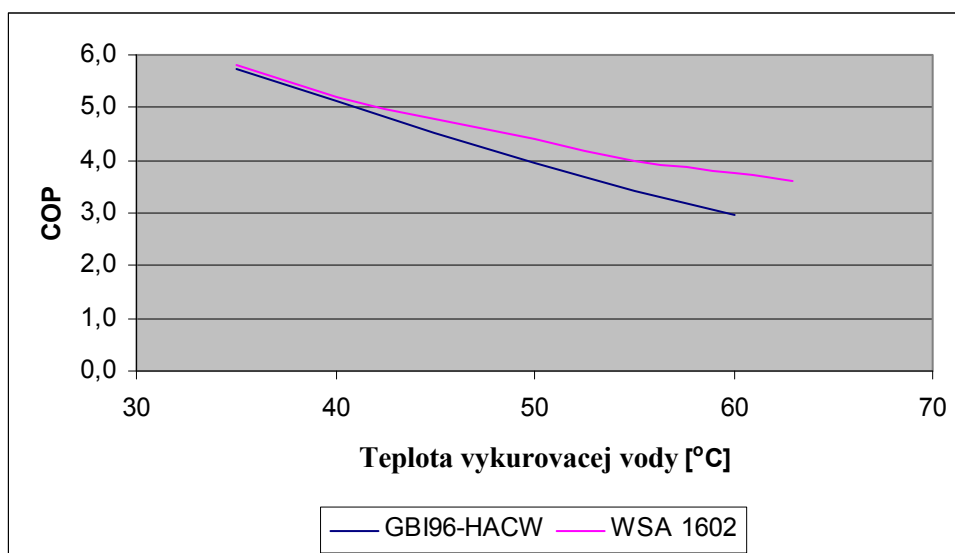
Tepelné čerpadlá voda-voda na báze tepla zo zeme môžeme považovať za najkonkurencieschopnejšie varianty. Ako príklad na predstavenie sme si vybrali typ GB 96-HACW vyrobený maďarskou spoločnosťou Geowatt Kft. Tento model je jeden z najväčších vo svojej kategórii. Ako to už vyššie bolo spomenuté, zo štyroch možných zdrojov tepla vôbec nepočítame so zemným kolektorom, totiž na vybudovanie kolektorového pola u existujúcich budov zvyčajne nie sú podmienky. Aj možnosť zužitkovania tepelného odpadu je limitovaná, iba na niektorých miestach sú na to vytvorené podmienky, ak je na to možnosť, treba ju využiť na základe osobitného posúdenia.

Ďalej len počítame s dvomi ostávajúcimi možnosťami získania tepla, a to z vrtanej studne a zo zeme pomocou zemnej sondy). V oboch prípadoch teplo získavame z hlbších vrstiev

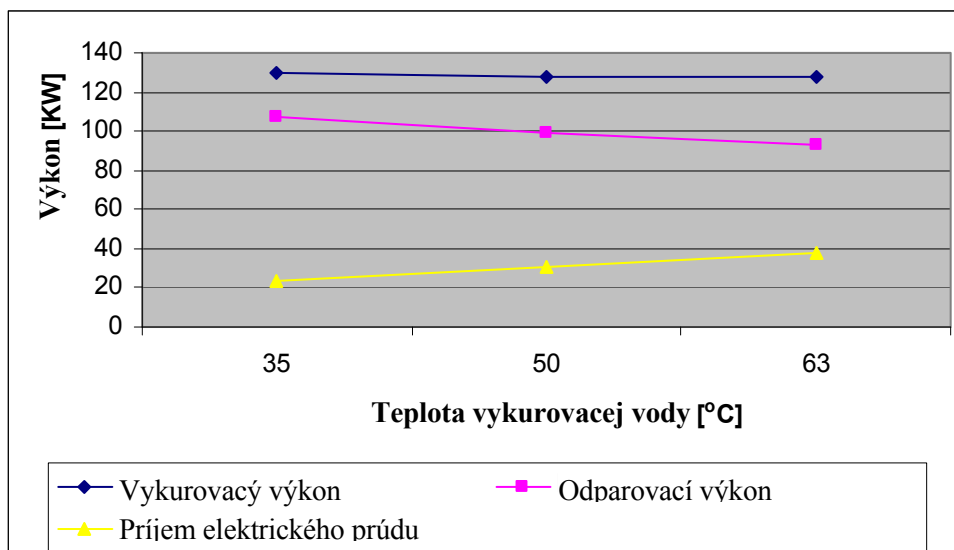
zeme, čo znamená, že počas celého roka môžeme počítať takmer rovnakou teplotou vody. Takto výkon tepelného čerpadla prakticky nezávisí od zmien okolitej teploty. Pri danej teplote vykurovacej vody sú dané aj takmer stále COP hodnoty. SPF hodnota pri zemnej sonde je prakticky totožná s COP hodnotou, pri výtanej studne – podľa hĺbky studne – SPF hodnota je o niečo nižšia. Samozrejme COP hodnota značne závisí od požadovanej hodnoty vykurovacej vody a ta aj v tomto prípade dostaneme priaznivejšie hodnoty pri nižšej teplote vykurovacej vody. (viď graf 4.3.).

Na grafe 4.3. ukážeme premeny COP hodnoty jedného aj v Maďarsku uznaného typu (AERMEC WSA 1602) a nového maďarského výrobku (Vaporline GB 96-HACW) podľa teploty vykurovacej vody. Je jasne viditeľné, že nový maďarský stroj, hlavne pri vyšších teplotách disponuje veľmi dobrými COP hodnotami (napr. pri 45°C teplote vykurovacej vody rozdiel je 0,5, 4,5 resp. 5 COP). 5°C zvyšovanie teploty vykurovacej vody v prípade GB 96-HACW zariadenia znižuje COP hodnotu o 0,44 a pri WSA 1602 o 0,56.

Podľa továrenských údajov pri maďarskom zariadení sme skúmali aj vplyv teploty pri zdroji tepla na vývoj COP koeficientu. 5°C zníženie tepla spôsobuje zníženie COP hodnoty o 0,455. Toto by znamenalo nevýhodu hlavne v prípade bezprostredného získania tepla z jazera alebo rieky, ale v menšej miere sa môže objaviť aj pri systémoch využívajúcich zemný kolektor a zemnej sondy, hlavne v prípade chybného dimenzovania.



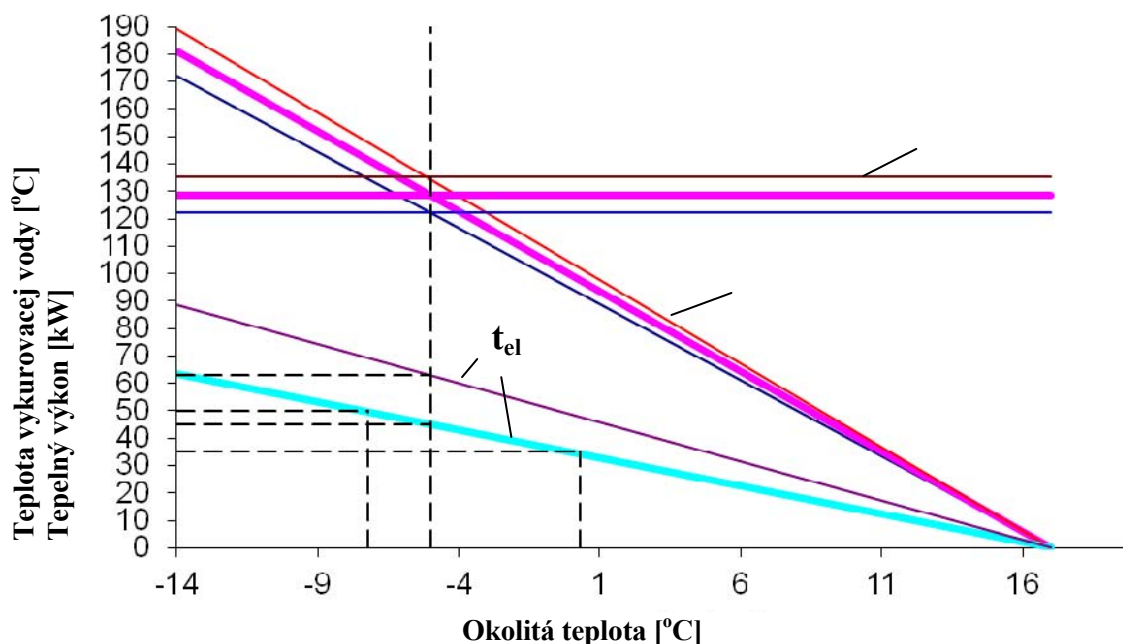
Graf 4.3.: Premena COP hodnoty podľa teploty vykurovacej vody pri 14,1-15 °C teplote vody zo studne.



Graf 4.4.: vývoj výkonov tepelného čerpadla GB 96-HACW podľa teploty vykurovacej vody pri 11,9-12,5 °C teplote vody zo studne.

Graf 4.4. názorne ukazuje, že tepelné čerpadlo pri rozdielnych teplotách vykurovacej vody prakticky podáva stály vykurovací výkon. Avšak so zvýšením teploty zníženie výkonu odparovania je vyrovnané so zvýšením príjmu elektrického výkonu, čo vedie k zníženiu COP hodnôt. Táto skutočnosť potvrdzuje, že aj tepelné čerpadlá voda-voda fungujú ekonomickejšie v prípade nižšej teploty chladiacej vody.

Graf 4.5. ukazuje vývoj prevádzkových charakteristík tepelného čerpadla typu Vaporline GB 99-HACW. Z vyššie uvedených vyplýva, že výkon tepelného čerpadla prakticky nezávisí od okolitej teploty a ani od teploty vykurovacej vody a preto, pri rozdielnych teplotách studničnej vody hodnoty výkonu ukazujú odlišné vodorovné krivky.



Graf 4.5.: Vývoj prevádzkových charakteristík tepelného čerpadla typu Vaporline GB 99-HACW podľa okolitej teploty vzduchu.

Dolná časť grafu znázorňuje premenu teploty vody vykurovania a hranice okolitej teploty patriacej k charakteristickým teplotám vykurovacej vody. Tu sme brali do úvahy bivalentný bod -5°C a povolenú maximálnu teplotu vykurovacej vody (63°C). Vývoj okolitých hraničných teplôt a COP hodnôt patriacich k teplotám vykurovacej vody pri $11,9 - 12,5^{\circ}\text{C}$ teplote studničnej vody ukážeme v tabuľke 4.5.

Tabuľka 4.5.: Vývoj okolitých hraničných teplôt a COP hodnôt pri rozdielnych teplotách vykurovacej vody.

| Teplota vykurovacej vody | Okolitá teplota | COP hodnota |
|--------------------------|------------------------|-------------|
| Pri 63°C | -14°C | 3,4 |
| Pri 50°C | $-7,2^{\circ}\text{C}$ | 4,2 |
| Pri 45°C | -5°C | 4,6 |
| Pri 35°C | $+0,3^{\circ}\text{C}$ | 5,6 |

Podľa grafu 4.5. môžeme konštatovať nasledovné zovšeobecniteľné súvislosti:

- V prípade monovalentného prevádzkového režimu: Výkon vykurovania sa rovná nominálnej hodnote tepelného čerpadla ($P_F = P_{hsz.n.} = 128,5 \text{ kW}$, čo závisí iba od teploty vody zo studne) a maximálna teplota vykurovacej vody môže byť 63°C . (V prípade konkurzov 45°C , od tejto vyššie teploty sú povolené iba v odôvodnených prípadoch)
- V prípade bivalentného prevádzkového režimu zapojeného do série:
 1. Pri uspokojení konkurzných požiadaviek do bivalentného bodu teplota vykurovacej vody postupne dosiahne 45°C , a potom bude mať stálu hodnotu. Doplnujúci kotol pri okolitých teplotách pod -5°C zvýši teplotu vykurovacej vody do max. $63,4^{\circ}\text{C}$, čím sa zvýši aj vykurovací výkon. Skrátka:
 - $t_{el.tep.č.} = \max 45^{\circ}\text{C}$
 - $t_{el.kotol} = \max 63,4^{\circ}\text{C}$
 - $P_{tep.č.n.} = P_{tep.č.biv.} = 0,71 \times P_F = 128,5 \text{ kW}$
 - $P_{kotol} = 0,29 \times P_F = 52,5 \text{ kW}$
 - $P_F = P_{tep.č.n.} + P_{kotol} = 181 \text{ kW}$
 2. Ak podmienky povolia aj bivalentný režim vyššej teploty zapojený do série môže byť realizovaný. Takým spôsobom ho môžeme napojiť aj na existujúce $90/70^{\circ}\text{C}$ vykurovanie radiátorom. Na grafe 4.5. sme zakreslili hodnoty patriace maximálnej teplote vykurovacej vody tepelného čerpadla pri bivalentnom bode -5°C a tak dostaneme dosiahnuteľnú hornú hranicu teploty vykurovacej vody, tj. $88,8^{\circ}\text{C}$. Ako sme už aj vyššie spomínali, vyššia ako 45°C teplota vykurovacej vody pri tepelných čerpadlách je aplikovateľná iba v odôvodnených prípadoch.

Podľa vyššie uvedených, pri tepelných čerpadlách voda-voda využívajúcich teplo zeme (vrtaná studňa, zemná sonda) do interaktívneho softvéru zabudujeme dva režimy zodpovedajúce aj konkurzným podmienkam, a to s nasledovnými priemernými parametrami:

1. Monovalentný prevádzkový režim s 45°C maximálnou teplotou vykurovacej vody. Vyslovene k nízkoteplotným žiarivým kúreniam, resp. vykurovaniu s fan-coil zariadeniami (existujúci vysokoteplotný vykurovací systém radiátorom bude vymenený). Vykurovací systém takto bude v oboch prípadoch schopný aj na zabezpečenie chladiacich úloh v letnom období. Hodnota SPF = 4,5-5,0 s najväčšou pravdepodobnosťou bude splnená a tak počítame s priemernou hodnotou, pri zásobovaní tepla pomocou zemnej sondy 4,75, v prípade vrtanej studne 4,4. Pri poslednom spomínanom sme počítali aj s požiadavkou na elektrický výkon pri čerpaní

vody z 20-30 m hĺbky. Vykurovací výkon daného typu pri 11,9-12,5°C teplote studničnej vody bude 128,5 kW.

2. Bivalentný režim zapojený do série s -5°C bivalentným bodom, v prípade tepelného čerpadla s 45°C a v prípade kotla 63,4°C max. teplotou vykurovacej vody. Toto riešenie je aplikovateľné aj v prípade existujúceho systému vysokoteplotného radiátorového vykurovania, ak systém radiátorového vykurovania nebude vymenený. V takomto prípade však tepelnú požiadavku budovy treba znížiť na približne polovicu pôvodne naplánovanej požiadavky. Toto môžeme dosiahnuť komplexnou obnovou, vrátane tepelnej izolácie, výmeny okien a modernizácie vykurovania na sekundárnej strane. Hodnota SPF, kvôli spotrebe doplnujúceho kotla podľa predpokladov bude medzi 4,25-4,75, pri zásobovaní tepla pomocou zemnej sondy počítame s priemernou 4,5 hodnotou SPF a 4,25 v prípade vrtanej studne. Vykurovací výkon daného typu bude 181 kW a v porovnaní s monovalentným režimom (128,5 kW) sa bude zvyšovať s výkonom doplnujúceho kotla (52,5 kW).

Okrem vyššie ukázaných verzií samozrejme existujú aj iné variácie. Presnejšie kalkulácie vzťahujúce sa na dané miesto je účelné urobiť pomocou odborníkov. V prípade konkurzov, napr. je predpísané aj vykonanie tzv. testu sondy.

V súvislosti so skúmaným typom treba zdôrazniť, že je najväčším členom série pripravovanej v 10 krokoch, teda k nižšej tepelnej požiadavke je možné si vybrať patričný rozmer. Samozrejme väčšiu požiadavku sa dá uspokojiť s viacerými jednotkami. Pri väčšom tepelnom výkone je výhodnejšie, ak najmenej 2 vykurovacie zariadenia a 1 zariadenie na prípravu TUV sú zabudované, totiž ten posledne spomínaný musí prevádzkovať aj mimo vykurovacieho obdobia a zásobovanie teplom sa stane bezpečnejším.

Médium nosiča tepla aj pri tomto type môže byť dvojaký. Pri získaní tepla pomocou vrtanej studne je to prirodzene voda, kým pri zemných sondách a zemných kolektoroch 23% zmes propylénglykolu a vody. V medzinárodnej praxi sa používa pomenovanie a označovanie voda-voda (W/W) a soľanka-voda (B/W) (viď. tabuľku 4.1)

Je otázne, že koľko vody (soľanky) potrebujeme, teda aká musí byť výdatnosť studne pri danom tepelnom výkone. V dávnejšej medzinárodnej praxi počítali 200l/h, kW merným prúdom vody a 4°C rozdielom teploty. Pri demonštrovanom novom type potrebujeme jednotne 300l/min. objemového prúdu, z čoho vypočítaná merná hodnota je nižšia, pri $\Delta t = 4^{\circ}\text{C}$ 160-180 l/h, kW, resp. pri $\Delta t = 5^{\circ}\text{C}$ 130 -150 l/h kW v závislosti od teploty vykurovacej vody (pri 35°C je platná vyššia, pri 63°C nižšia hodnota). Pri 11,9-12,5°C teplote studničnej vody $\Delta t = 5,5^{\circ}\text{C}$ - 35°C, $\Delta t = 5,1^{\circ}\text{C}$ - 50°C a $\Delta t = 4,7^{\circ}\text{C}$ - 63°C.

Na čerpanie vody zo studne potrebujeme čerpadlo na elektrický pohon, ktorého výkon pri určení COP treba vziať do úvahy, resp. spotrebu energie pri určení SPF hodnoty. Pri demonštrovanom type zabezpečenie 300 l/min vodného toku potrebuje v priemere 0,6 kW elektrický výkon na každých 10 m hĺbky a COP, resp. SPF hodnota klesne o 0,12 tiež každých 10 m hĺbky. Pri softvéri počítame s hĺbkou 20 m. Táto hodnota v regióne sa považuje za priemernú.

Pri získaní tepla pomocou zemnej sondy je obraz jednotnejší. V maďarskej praxi sa používajú sondy na 100 m hĺbky. Dimenzovanie pola sondy znamená zložitú úlohu, totiž viaceré faktory musia byť sledované, podľa ktorých odborníci pomocou softvéru môžu vykonať dimenzovanie. Tieto faktory sú: ročné množstvo tepla, geotermický gradient a tepelný vodič, parametre plánovaných sond, požadovaná COP a SPF hodnota, parametre tepelného čerpadla, atď. Napriek uvedeným, v praxi – čiastočne z ekonomických dôvodov – jedna 100 m sonda sa zvykne vybudovať po 5 kW tepelného výkonu. Napr. na 600 kW tepelného výkonu potrebujeme 120 ks sondy. Kvôli použitému množstvu tepla zo zeme priemerná teplota sondy zvyčajne plynule klesá, preto nemôžeme počítať zo stálou teplotou na strane zdroja, avšak

požiadavka na výkon čerpania v tomto prípade môže byť oveľa nižšia ako pri systémoch tepelných čerpadiel získavajúcich vodu z vrtanej studne.

4.5. Skúsenosti s tepelným čerpadlom AERMEC WSA 1602 voda-voda

Už na viacerých fórumoch boli demonštrované výsledky jedného celého vykurovacieho obdobia (2010/2011) vzťahujúce sa na zásobovanie teplom pomocou tepelného čerpadla jednej panelovej budovy nachádzajúcej sa v Budapešti na ulici Hun pod číslom 1-15. V dome sa nachádza 256 bytových jednotiek ($18-69 \text{ m}^2$), vykurovaná plocha 14.090 m^2 , vykurovaný objem 36.420 m^3 .

Predtým priemerná spotreba budovy počas troch rokov bola $7746,9 \text{ GJ}$. Po tepelnej izolácii požiadavka na teplo klesla na $5422,8 \text{ GJ}$ (približne 30% úspora).

Vykurovanie a zásobovanie TÚV prebieha - pomocou tepelných čerpadiel voda-voda, ktoré získavajú vodu z vrtanej studne - nasledovným spôsobom:

- Produkcia teplej úžitkovej vody: 1 ks VSA 090 s 230 kW výkonom.
- Zásobovanie teplom: 2 VSA 090 s $2 \times 430 = 860 \text{ kW}$ výkonom
- Bolo vyhotovených 4 ks production well a 6 ks studní na vrátenie vody do podzemia.

Ako sme už vyššie uviedli, tieto tepelné čerpadlá disponujú viacerými referenciami na domácom trhu a patria medzi kvalitné výrobky. Na grafe 4.3. boli uvedené aj COP hodnoty podľa teploty vykurovacej vody. Max. teplota vykurovacej vody môže byť 62°C .

V zateplených panelových budovách, ktoré pravdepodobne prešli aj rekonštrukciou vykurovacieho systému na sekundárnej strane, tepelné čerpadlá často museli prevádzkovať s maximálnou teplotou vykurovacej vody, tj. okolo 60°C . V prvej vykurovacej sezóne v roku 2010/2011 hodnota SPF bola 3,2, bez produkcie TÚV. V budúcnosti očakávajú lepšiu hodnotu, lebo tento výsledok zaostáva aj od EÚ požiadaviek.

Presné údaje nepoznáme a tak nemôžeme hodnotiť napr. požiadavku na výkon čerpania na vstupe a výstupe a jeho vplyv na vývoj COP hodnoty. Výsledok jednoznačne ukazuje, že pri vyššej požiadavke na teplo vykurovania (v súčasnosti okolo 60°C), v monovalentnom režime treba rátať s nižšími SPF hodnotami ako napr. pri bivalentnom režime zapojeného do série, kde tepelné čerpadlo musí prevádzkovať na nižšej teplote, max. 45°C .

Z daných údajov o spotrebe tepla, pomocou kalkulácie použitej aj v štúdií, dostaneme nižšiu hodnotu tepla vykurovania a TÚV. Pred izoláciou 1072 kW a po izolácii približne 750 kW . Merný koeficient tepelnej straty vypočítaný podľa týchto výkonov je pred izoláciou $29,4 \text{ W/m}^3$ a po izolácii $20,6 \text{ W/m}^3$.

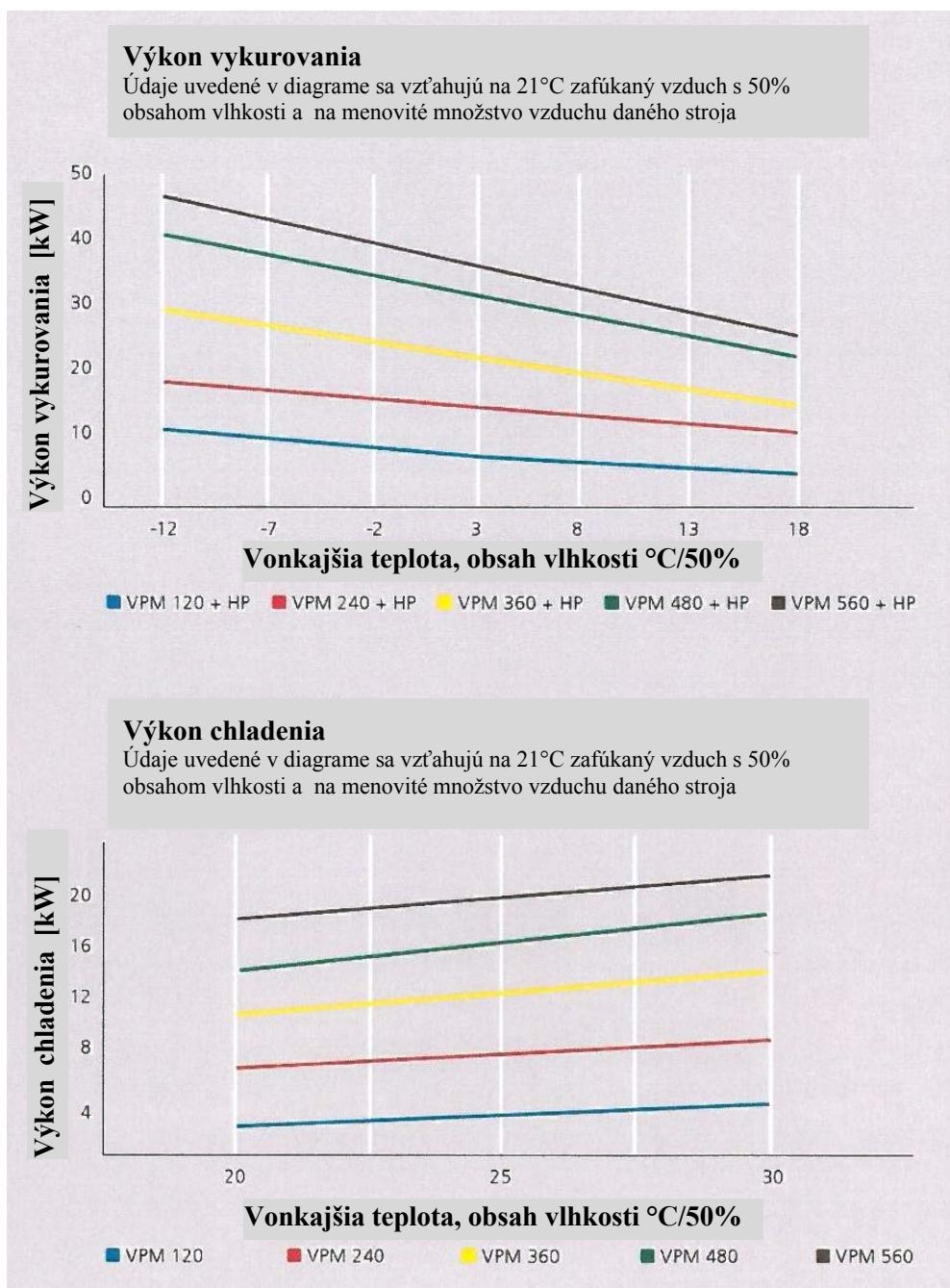
Použitá energia na 1 m^2 vykurovanej plochy po rekonštrukcii klesla z 150 kW h/m^2 na $106,9 \text{ kW h/m}^2$. Celkový výkon tepelného čerpadla 1090 kW môžeme považovať za predimenzovaný, lebo ak počítame s týmto výkonom, merný koeficient tepelnej straty by bol aj po rekonštrukcii $32,7 \text{ W/m}^3$. Už sme vyššie poukázali na ten fakt, že nad 25 W/m^3 hodnotou nie je odporúčaná realizácia zásobovania teplom pomocou tepelného čerpadla.

4.6. Chladiaci a ventilačný systém s aktívnou rekuperáciou tepla pomocou zabudovania tepelného čerpadla vzduch-vzduch.

Tepelné čerpadlá vzduch-vzduch zužitkujú odpadové teplo. Zdrojom ich tepla je odchádzajúci vzduch stálej teploty ($20-22^\circ\text{C}$) z vykurovaných miestností a z toho dôvodu pokles vonkajšej teploty nemá nepriaznivý vplyv na ich prevádzkovanie, ba bokonca pri nižšej teplote majú lepšiu účinnosť.

Tu demonštrované riešenie vetrania s rekuperáciou tepla bolo vyvinuté pre školy, verejné inštitúcie, priemyselné podniky. Sériu NILAN VPM združuje vetranie s rekuperáciou a možnosť ekonomického zavedenia energie pomocou tepelného čerpadla. V týchto modeloch

novej generácie už nepoužívajú platňový výmenník tepla, ale rekuperácia tepla prebieha pomocou heat-pipe technológie. S pomocou zabudovaného tepelného čerpadla vzduch-vzduch vyrobenou energiou je možné nastaviť stupeň teploty nafúkaného vzduchu. Skrátka, používa sa aj na chladenie aj na vykurovanie miestností. Dosiahnuteľné COP hodnoty sú veľmi veľké, teda zariadenie zaručuje najekonomickejšie fungovanie. (Napri.: pri -2°C COP hodnota je 5,22 a stupeň účinnosti rekuperácie tepla: 92%.



Graf 4.6.: Výkon vykurovania a chladenia série NILAN VPM podľa okolitej teploty



Obrázok 4.7.: aktívne vetracie zariadenie s rekuperáciou tepla NILAN VPM

Zariadenia série NILAN VPM 120-560 (obraz 5.7.) sú vyhotovené v rozmedzí množstva vetracieho vzduchu 1000 – 32.000 m³/h. Zariadenie odsáva teplý, vlhký vzduch z miestnosti a zafúka čerstvý, temperovaný vzduch. Odstráni prach, pachy a vlhkosť a vytvorí príjemnú vnútornú klímu.

Energia odsávaného vzduchu je zužitkovaná pomocou jedného pasívneho rekuperátora tepla a jedného aktívneho vzduchového tepelného čerpadla. Pre odsávaný a zafúkaný vzduch NILAN VPM 120-560 disponuje s dvomi ventilátormi, jedným tepelným čerpadlom, kompresorom a dvomi filtrovacími jednotkami na ochranu proti prachu a nečistotám. Tieto filtre sa dajú čistiť a v prípade potreby vymeniť. Disponuje s novovyvinutým riadením, ktoré pomocou IP adresy umožňuje kontrolu, riadenie a nastavenie z ktoréhokoľvek kúta sveta. Prípadné chyby, spätné väzby môžu byť automaticky poslané e-mailom.

Hlavné charakteristiky:

- Jednoduché plánovanie
- Heat-Pipe
- Vyhotovenie s tepelným čerpadlom
- Chladiaci a vykurovací režim
- Rekuperácia s najlepším stupňom účinnosti
- Najväčšia úspora energie
- Kompaktný inštalačný rozmer
- Vonkajšie a vnútorné vyhotovenie
- Dlhá životnosť, jednoduchá údržba
- Integrované riadenie, frekvenčný menič

5 Zúžitkovanie slnečnej energie pri čiastočnom uspokojení energetických potrieb budov

Možnosti zúžitkovania slnečnej energie, teoretické a praktické otázky týkajúce sa slnečných článkov a slnečných kolektorov boli podrobne analyzované v príslušných štúdiách. Zúčastnení z nich môžu dostať vyčerpávajúce odpovede na svoje otázky. V posledných rokoch sa na trhu objavilo veľmi veľa produktov, obchodníci, podnikania zaoberajúce sa plánovaním stavebno-technického riešenia plánovanie a v danom prípade aj vyhotovenie konkurzných materiálov urobia aj bezplatne. Na internete sa nachádza viac bezplatne dostupných plánovacích softvérov, ktoré pomáhajú vedúcim inštitúcií vo fáze prípravy rozhodnutia.

Kvôli vyššie uvedeným, v tejto štúdii sa zaoberáme so zúžitkovaním slnečnej energie iba stručne, vyzdvihujeme predovšetkým praktické otázky, v danom prípade pomocou konkrétneho príkladu a pomocou počítača.

5.1. Výroba elektrického prúdu pomocou slnečných článkov

Východiskovým základom pri výrobe elektrického prúdu pomocou slnečných článkov je hodnota globálneho žiarenia na 1 m^2 plochu. Nasledujúca tabuľka uvádza pomerne presné hodnoty globálneho žiarenia, resp. hodnoty v súvislosti s produkciou optimálne umiestneného systému slnečných článkov s výkonom 1 kW_p (stupeň účinnosti 14%). Hodnoty boli získané v meste Győr, ktoré môžeme považovať za geografické centrum regiónu na ktorý sa projekt vzťahuje. Stupeň účinnosti na trhu dostupných slnečných článkov je medzi 14-15 %, preto ani od najúčinnšieho typu nemôžeme očakávať vyššiu produkciu od 1200 kWh/a .

Tabuľka 5.1:

| | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Zemepisná šírka: | 47°41'2"Sever 17°38'6" |
| Zemepisná dĺžka: | Východ |
| Menovitá kapacita systému: | 1 kW _p |
| Uhol dopadu: | 35° |
| Azimut: | 0° |

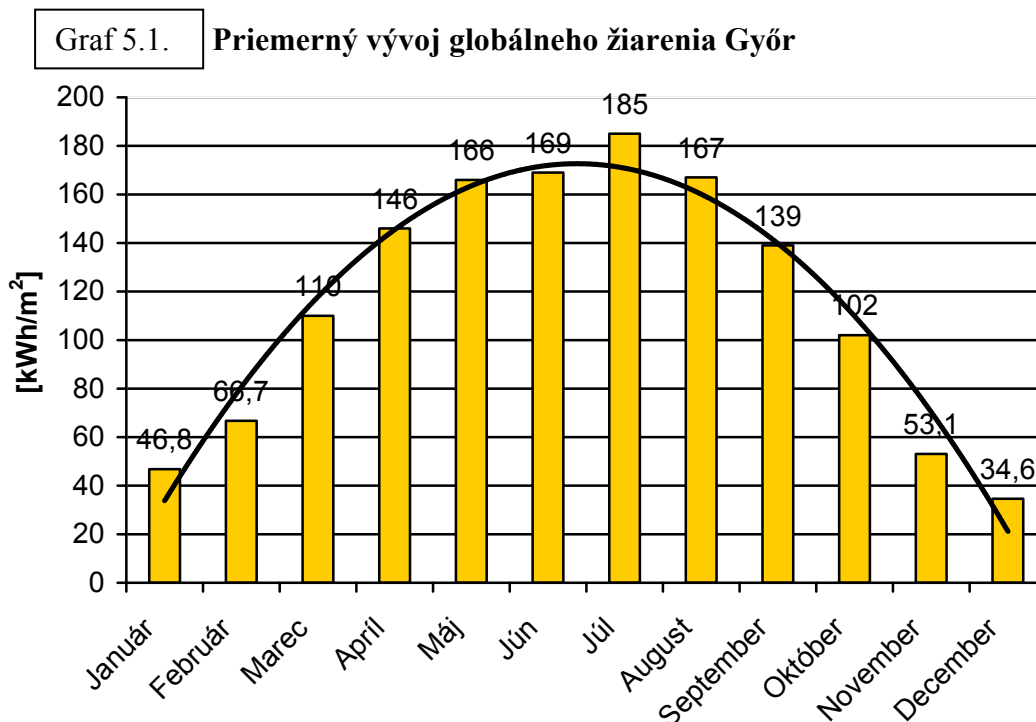
| Mesiac | E_d | E_m | H_d | H_m |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| Január | 1,34 | 41,6 | 1,51 | 46,8 |
| Február | 2,06 | 57,8 | 2,38 | 66,7 |
| Marec | 2,95 | 91,4 | 3,54 | 110 |
| Ápríl | 3,88 | 116 | 4,85 | 146 |
| Máj | 4,16 | 129 | 5,36 | 166 |
| Jún | 4,31 | 129 | 5,62 | 169 |
| Júl | 4,55 | 141 | 5,97 | 185 |
| August | 4,13 | 128 | 5,38 | 167 |
| September | 3,66 | 110 | 4,63 | 139 |
| Október | 2,69 | 83,5 | 3,28 | 102 |
| November | 1,52 | 45,5 | 1,77 | 53,1 |
| December | 0,98 | 30,5 | 1,11 | 34,6 |
| Ročný priemer | 3,02 | 92,0 | 3,79 | 115 |
| Ročne spolu | 1100 | | 1380 | |

E_d : Priemerná denná produkcia elektrického prúdu daného systému (kWh)

E_m : Priemerná mesačná produkcia elektrického prúdu daného systému (kWh)

H_d : Priemerný denný súčet z 1 m² pochádzajúceho globálneho žiarenia daného systému (kWh/m²)

H_m : Priemerný mesačný súčet z 1 m² pochádzajúceho globálneho žiarenia daného systému (kWh/m²)



Globálne žiarenie a súmerne s tým aj miera vyprodukovateľnej elektrickej energie sa značne mení podľa orientácie a spádového uhla strechy. Ideálny prípad môžeme dosiahnuť s južnou orientáciou a 35-40° spádovým uhlom. V prípade odlišných podmienkach potrebujeme korekciu k čomu nám poskytnú pomoc nižšie uvedené tabuľky. V tabuľke 5.2 sa nachádzajú výrobné údaje 1 kWp systému a taktiež údaje vzťahujúce sa na globálne žiarenie, kým tabuľka 5.3 obsahuje rozdiely v percentách.

Tabuľka 5.2. : Vplyv orientácie a spádového uhla na produkciu pri slnečných článkoch.
(kWh/kW rok)

| Orientácia | 30° | 35° | 40° | 45° |
|--------------|------|------|------|------|
| Sever | 689 | 607 | 552 | 502 |
| Severovýchod | 738 | 700 | 662 | 626 |
| Východ | 911 | 895 | 867 | 854 |
| západovýchod | 1050 | 1050 | 1040 | 1030 |
| Juh | 1100 | 1100 | 1100 | 1090 |
| Juhozápad | 1040 | 1040 | 1030 | 1020 |
| Západ | 905 | 888 | 869 | 846 |
| Severozápad | 734 | 695 | 657 | 621 |

| kWh/m ² rok | | | | |
|------------------------|------|------|------|------|
| Orientácia | 30° | 35° | 40° | 45° |
| Sever | 862 | 803 | 740 | 681 |
| Severovýchod | 950 | 904 | 589 | 814 |
| Východ | 1150 | 1130 | 1110 | 1080 |
| Juhovýchod | 1320 | 1310 | 1300 | 1290 |
| Juh | 1380 | 1380 | 1380 | 1370 |
| Juhozápad | 1320 | 1310 | 1300 | 1290 |
| Západ | 1150 | 1130 | 1100 | 1080 |
| Severozápad | 951 | 904 | 859 | 815 |

Tabuľka 5.3 : Vplyv orientácie a spádového uhla na produkciu pri slnečných článkoch (%)

| Orientácia | 30° | 35° | 40° | 45° |
|--------------|-----|-----|-----|-----|
| Sever | 63 | 55 | 50 | 46 |
| Severovýchod | 67 | 64 | 60 | 57 |
| Východ | 83 | 81 | 79 | 78 |
| Juhovýchod | 95 | 95 | 95 | 94 |
| Juh | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Juhozápad | 95 | 95 | 94 | 94 |
| Západ | 82 | 81 | 79 | 78 |
| Severozápad | 67 | 63 | 60 | 57 |

Globálne žiarenie (%)

| Orientácia | 30° | 35° | 40° | 45° |
|--------------|-----|-----|-----|-----|
| Sever | 62 | 58 | 54 | 50 |
| Severovýchod | 69 | 66 | 43 | 59 |
| Východ | 83 | 82 | 80 | 79 |
| Juhovýchod | 96 | 95 | 94 | 94 |
| Juh | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Juhozápad | 96 | 95 | 94 | 94 |
| Západ | 83 | 82 | 80 | 79 |
| Severozápad | 69 | 66 | 62 | 59 |

5.2. Príprava teplej úžitkovej vody (TÚV) pomocou slnečných kolektorov

Určenie požiadavky na teplotu teplej úžitkovej vody:

Ak poznáme počet spotrebiteľov, tak pri obytných domoch a ubytovacích zariadeniach počítame denne 50 l/dospelá osoba, mladší ľudia (skôľkár, školák) spotrebujú menej teplej vody.

Pozrime si jeden konkrétny príklad:

Počet osôb v domove dôchodcov: $n = 70$ osoba

Spotreba teplej vody na osobu: $V_{f0} = 50$ l/osoba/deň

Teplota studenej vody: $t_h = 12$ °C

Požadovaná maximálna teplota teplej vody: $t_m = 55$ °C

Merné teplo vody: voda = 4,186 kJ/kg K

Odhadovaný koeficient straty: 1,2 (s počítaním 20 % straty pri rezervoárovom a distribučnom systéme)

$Q_{HMV} = 1,2 \times (n \times V_{f0} \times (55-12) \times c_{vz}) = 1,2 \times 70 \times 50 \times 43 \times 4,186 = \text{kJ/deň} = 210 \text{ kWh/deň, resp.}$

$Q_{HMV} = 76\,650 \text{ kWh/rok}$

V prípade, ak nevieme presne určiť počet spotrebiteľov (školy, materské školy, verejné inštitúcie, úrady), tak podľa príslušného nariadenia počítame s normatívnymi hodnotami (pozri tabuľku 2.11.), teda pri obytných domoch a ubytovacích zariadeniach 30 kWh/m²/a, školách 7 kWh/m²/a, kancelárskych priestoroch 9 kWh/m²/a. V nedostatku konkrétnych energetických výpočtov, kvôli stratám distribučného a rezervoárového systému aj v tomto prípade treba približne o 20% zvýšiť hodnotu vypočítanej podľa normatívy. V prípade budov s rovnakou základnou plochou ale s rozličnými funkciami požiadavka na TÚV môže byť veľmi odlišná. Rozdiel môže byť aj 3-4 násobný.

Zásobovanie teplej vody pomocou slnečného kolektora v každom prípade znamená centrálny systém zabezpečovania, preto jeho aplikácia je predovšetkým odporúčateľná v takých budovách, kde spotreba je počas celého roka približne rovnaká a vyššia. Takéto samosprávne budovy môžu byť, napr. nemocnice, domovy dôchodcov, študentské domovy. Pri poslednom spomínanom objekte treba zabezpečiť úžitkovanie vody aj počas letných prázdnin, lebo v inom prípade v tomto období aj tu bude prevádzkovanie systému problémové a neefektívne. Ak vo verejnej budove sa nachádza plavecký bazén alebo plaváreň, využívanie slnečného kolektora bude efektívne aj v letnom období. Dimenzovanie systému slnečného kolektora musí byť zrealizované takým spôsobom, aby požiadavku na teplú vodu mohol uspokojiť na 100% aj v letných mesiacoch. Ročne dosiahnuteľný čiastočný pomer je medzi 60-85%. Pre jednoduché dimenzovanie sme pripravili kalkulátor (viď. tabuľku 5.4.) Pre dimenzovanie systému slnečného kolektora musíme poznať ročné množstvo a požiadavku tepla TÚV. Pri východiskových údajoch treba predovšetkým poskytnúť stupeň účinnosti vybraného slnečného kolektora, jeho počet a absorpčnú plochu. Absorpčná plocha je netto plocha slnečného kolektora, ktorá absorbuje žiarenie slnka. V súvislosti s týmito údajmi, po zvolení počtu slnečných kolektorov, s ohľadom na mesačné globálne žiarenie, v tabuľke sa objaví množstvo očakávaného výnosu. Už predtým poskytnutá ročná požiadavka je súmerne rozdelená na 12 mesiacov a tak s ohľadom na jednotlivé mesiace sa objaví aj súmer soláru, ktorý ukazuje percentuálny pomer vyprodukovaného množstva v danom mesiaci. Táto skutočnosť je znázornená aj na integrovanom grafe.

Tabuľka 5. 4.: Kalkulátor

| Mesiac | Globálne žiarenie kWh/m ² | Očakávaný výnos kWh/mesiac | HMV požiadavka na teplo [kWh] | solárny súmer [%] |
|------------------|--------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------|
| Január | 48,6 | 1753 | 6 388 | 27 |
| Február | 66,7 | 2406 | 6 388 | 38 |
| Marec | 110 | 3968 | 6 388 | 62 |
| Apríl | 146 | 5266 | 6 388 | 82 |
| Máj | 166 | 5987 | 6 388 | 94 |
| Jún | 169 | 6096 | 6 388 | 95 |
| Júl | 185 | 6673 | 6 388 | 104 |
| August | 167 | 6023 | 6 388 | 94 |
| September | 139 | 5013 | 6 388 | 78 |
| Október | 102 | 3679 | 6 388 | 58 |
| November | 53,1 | 1915 | 6 388 | 30 |
| December | 34,6 | 1248 | 6 388 | 20 |
| Rok spolu | 1 387 | 50 027 | 76 650 | 65 |

Účinnosť slnečného kolektora [%]

85

Počet slnečných kolektorov [ks]

38

Absorpčná plocha/
kolektor [m²]

2,01

Počet spotrebiteľov [osoba]

70

Priemerná denná požiadavka teplej vody [l]

3500

Maximálna teplota požadovanej teplej vody [°C]

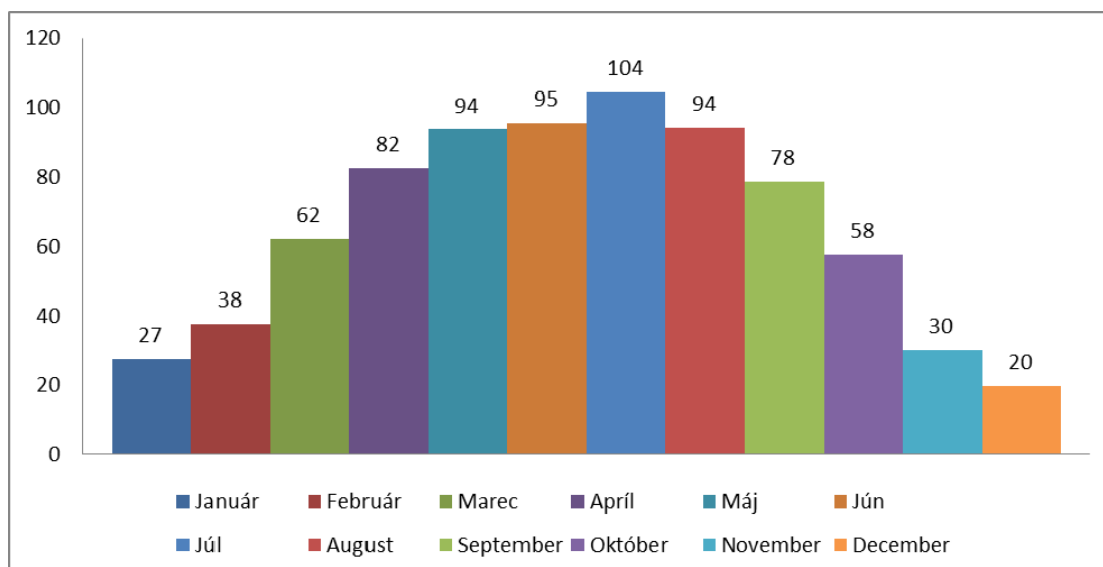
55

Teplota vykurovacej vody [°C]

12

Ročná požiadavka TÚV [kWh]

76 650



Od novembra do marca, kvôli zníženej miere globálneho žiarenia obvykle nedosiahne 100%. V takomto prípade musíme zabezpečiť pomocné prikurovanie, ktoré môžeme zrealizovať pomocou existujúceho vykurovacieho systému alebo zabudovaním doplnujúceho vykurovacieho zariadenia.

Podľa kalkulácie pomocou vyššie uvedených údajov požiadavka prakticky môže byť splnená v prípade použitia 40 slnečných kolektorov, súmernosť v mesiacoch máj-august je min. 93%, jedine v mesiaci jún sa nám ukazuje 4% nevyužiteľnej zvýšenej produkcie. V kalkuláciach sme sa nezaoberali s vákuovými trubicovými slnečnými kolektormi, keďže nesplnia predpísané požiadavky konkurzu na výrobné hodnoty. V porovnaní so selektívnymi plošnými kolektormi, ich produkcia nie je adekvátne k cenovému rozdielu. Pri softvéri sme z bezpečnostných dôvodov kalkulovali s 600 kWh/m² mernou produkciou.

5.3. Pomocné prikurovanie

Pri pomocnom prikurovaní základným problémom je, že globálne žiarenie je práve vtedy najmenšie, kedy požiadavka na vykurovanie je najväčšia. Na to, aby sme mohli dosiahnuť efektívne prikurovanie potrebujeme vybudovanie systému veľkoplošných slnečných kolektorov. Tak okrem nákladov sa v budúcnosti budeme musieť vysporiadať aj s problémom zužitkovania tepla v letnom období.

Kvôli vyššie uvedeným skutočnostiam, pomocné prikurovanie môže prísť do úvahy iba v prípade nižšie uvedených typov a charakteristík budov:

- Novostavby,
- Zateplené budovy a budovy s nízkou spotrebou energie,
- Ak pasívne zužitkovanie solárnej energie bolo zrealizované
- Budova disponuje s nízkoteplošným plošným vykurovaním (podlahové, stenové alebo stropné vykurovanie).

Pri pomocnom prikurovaní, v prípade budov s nízkou spotrebou energie treba počítať s 1 m² kolektorovou plochou na každých 5 m² vykurovanej plochy. Slnečný kolektor je vhodné na pomocné prikurovanie predovšetkým v prechodnom období (na jeseň a na jar) od marca do októbra je na 100% schopný kryť náklady vykurovania. Keďže počas zimných mesiacov, teda vo vykurovacom období miera globálneho žiarenia je v porovnaní s ostatnými mesiacmi oveľa nižšia (pozri tabuľku 5.5), miera pomocného prikurovania v týchto mesiacoch je okolo 20%.

Vyššie uvedené podmienky pri existujúcich samosprávnych budov sa spravidla nesplnia a preto v praxi sa nedá počítať s pomocným prikurovaním. Oprávnenosť má iba v prípade nových stavieb. Preto pridružený interaktívny softvér neobsahuje možnosť tejto formy zužitkovania tepelnej energie.

Tabuľka 5.5.: Hodnoty globálneho žiarenia vykurovacieho obdobia v mesačnom intervale.

| Mesiac | Globálne žiarenie kWh/m ² |
|--------------|--------------------------------------|
| Október | 102 |
| November | 53.1 |
| December | 34.6 |
| Január | 48.6 |
| Február | 66.7 |
| Marec | 110 |
| Apríl | 146 |
| Spolu | 561 |

6 Využívanie biomasy pre uspokojovanie tepelných požiadaviek budov

6.1. Všeobecné otázky využívania biomasy

Využívanie biomasy ako paliva sa dostalo do úzadia iba v minulom storočí a zdá sa, že táto tendencia sa v súčasnosti mení. Za to vďačíme predovšetkým rozvoju technológie, ktorá umožňuje, aby využívanie biomasy na vykurovanie budov zabezpečilo rovnaký komfort ako spaľovanie fosílnych palív, pričom sa výrazne zníži množstvo škodlivých emisií. Biomasa sa musí využívať pri všestrannom zohľadňovaní ekologických, ekonomických a technických aspektov na tých miestach a takým spôsobom, kde a ako je to najracionálnejšie. Všestranné zohľadňovanie týchto aspektov však často nevedie k jednoznačnému výsledku. Pri rozhodovaní je podstatným hľadiskom množstvo a typ biomasy, ktorú máme k dispozícii na vykurovanie a až potom nasleduje rozhodnutie o technickom riešení. Podľa možnosti sa na energetické účely musí využívať v prvom rade biomasa, ktoré je k dispozícii alebo sa dá vyrobiť na danom mieste alebo v jeho blízkom okolí. V tejto súvislosti musíme mať na mysli aj to, že zabezpečovanie kuriva/paliva môže vytvoriť pracovné miesta a byť zaručeným zdrojom príjmu pre miestnych poľnohospodárov.

Spoločnou charakteristikou zariadení na spaľovanie biomasy (kachle, krby, ale predovšetkým kotly) je to, že namiesto tradičných fosílnych palív spaľujú ekologickú biomasu. Ako palivo sú v súčasnosti stále najpopulárnejšie tie, ktorých základným materiálom je drevo, napríklad polená, drevené pelety a drevené brikety, ale čoraz častejšie sa hovorí aj o využívaní vedľajších poľnohospodárskych produktov na energetické účely, ktoré sa na vykurovanie môžu používať balené alebo lisované (agropelety alebo brikety).

V prípade samosprávnych budov si je možné v závislosti od požiadavky na tepelný výkon vybrať z nasledovných typov kotlov na spaľovanie biomasy:

- kotle na kombinované palivo,
- kotle na spaľovanie drevnej štiepky,
- kotle na spaľovanie peliet,
- splynovacie kotle na drevo.

V maďarskej hodnotiacej štúdii sa prezentujú tieto zariadenia podľa vyššie uvedenej kategorizácie a preto sa im na tomto mieste nebudeme venovať. Merná cena biomasových palív je v porovnaní s fosílnymi palivami oveľa nižšia, ako to názorne ukazujú aj údaje v tabuľke 6.1. V tabuľke sa uvádzajú cenové údaje za rok 2010, ich súčasná hodnota je síce o cca 5-10% vyššia, ale ich vzájomné pomery sú rovnaké. Vždy je možné počítat aj s množstevným rabatom, napr. podľa aktuálnej cenovej ponuky dodávateľa z konca roku 2011 sa brutto ceny za tonu vyvíjali nasledovne:

Pelety v 15 kg vreciach: do 1 tony 60.000 HUF/t brutto

Pelety v 15 kg vreciach: nad 1 tonu 55.000 HUF/t brutto

Pelety v bigbagoch: nad 1 tonu 52.500 HUF/t brutto

Pelety v bigbagoch: nad 5 ton 50.000 HUF/t brutto

Drevené brikety 48.000 HUF brutto

Drevná štiepka: 18.000-27.500 HUF/t brutto vrátane dopravy na miesto určenia, 17.000 HUF/t brutto v prípade prevzatia v areáli prevádzky.

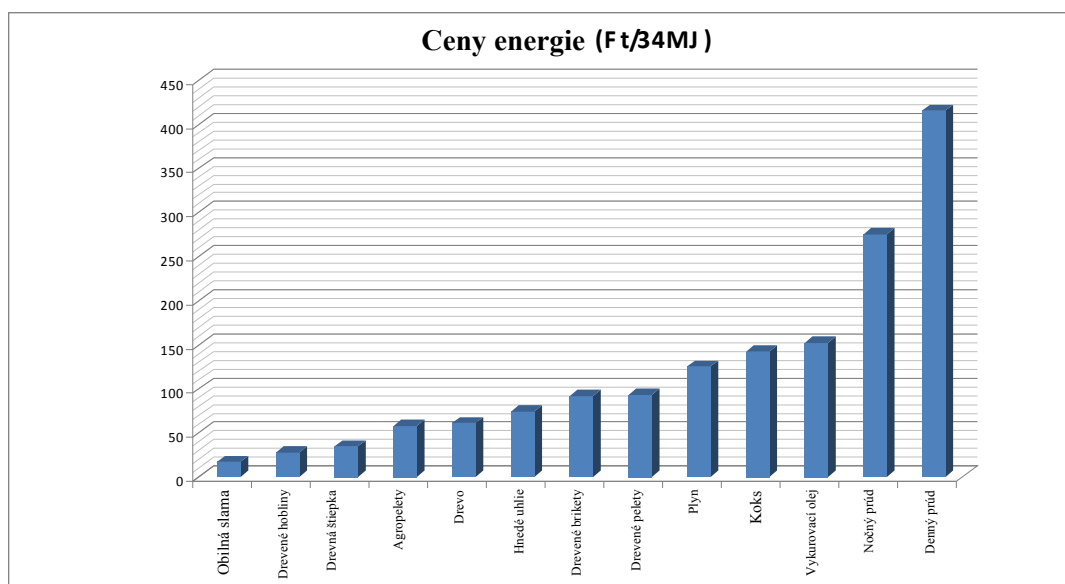
V tabuľke 6.1. a grafe 6.1. si môžeme všimnúť aj to, že medzi energetickými hodnotami a mernými cenami jednotlivých druhov palív sú výrazné rozdiely. V prípade biomasy rozdiely spôsobuje v prvom rade rozdiel v obsahu vlhkosti, ale závisí to aj od jej výroby. Napríklad merná cena za drevené pelety a drevené brikety s obsahom vlhkosti do 10% je najvyššia zo všetkých biomasových palív. Avšak agropelety, ktoré majú podobné charakteristiky, sú o 60-

70% lacnejšie, hoci v ich výhrevnej hodnote nie je viac než 5%-ný rozdiel. Príčinou je jednak zvyk, a jednak aj rozdielne techniky spaľovania, čo znamená, že na ich spaľovanie sú potrebné špeciálne zariadenia, ktoré sa na trhu objavili neskôr a ich rozšírenie sa predpokladá až v blízkej budúcnosti.

Z vyššie uvedených faktov vyplýva, že vo vyšších výkonnostných kategóriách, ako je väčšina samosprávnych budov, sa najefektívnejšie riešenie najčastejšie dosahuje inštaláciou kotlov na spaľovanie drevnej štiepky. Pri nižších výkonoch, najmä ak nemáme k dispozícii dostatočný priestor na uskladnenie paliva, môžu byť vhodným riešením kotle na spaľovanie peliet alebo brikiet.

Tabuľka 6.1.: Porovnanie charakteristík jednotlivých palív.
(2010)

| Energetický zdroj | Energetický obsah MJ/kg | Jednotková cena HUF/kg | Merná cena HUF/34 MJ |
|-------------------|-------------------------|------------------------|----------------------|
| Obilná slama | 15,75 | 8 | 17 |
| Drevené hobliny | 10,9 | 9 | 28 |
| Drevná štiepka | 14 | 12-14 | 35 |
| Agropelety | 17,5 | 30 | 58 |
| Drevo | 14,5 | 26 | 61 |
| Hnedé uhlie | 14,7 | 32 | 74 |
| Drevené brikety | 18,45 | 50 | 92 |
| Drevené pelety | 18,3 | 50 | 93 |
| Plyn | 34 | 125 | 125 |
| Koks | 23,5 | 98 | 142 |
| Vykurovací olej | 41,5 | 186 | 152 |
| Nočný prúd | – | 29,16 Ft/kWh | 275 |
| Denný prúd | – | 43,9 Ft/kWh | 415 |



Graf 6.1.. Vývoj merných cien energií (2010)

6.2. Kvalitatívne požiadavky na biomasové palivá, obsah vlhkosti

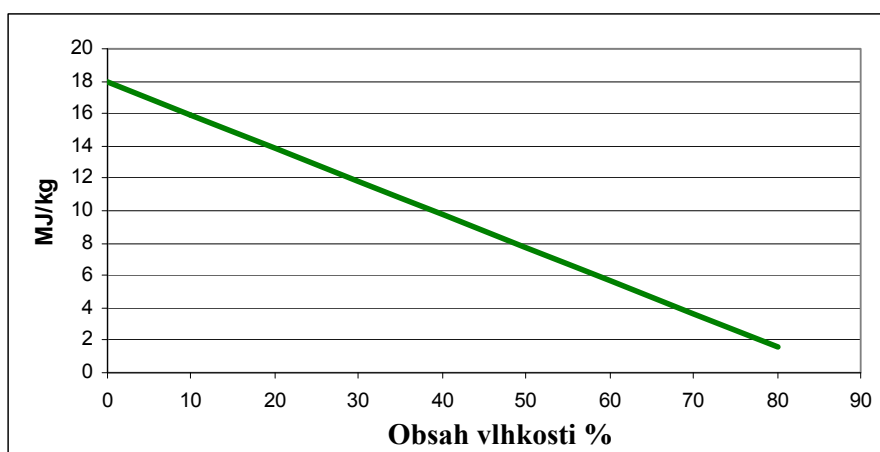
Pre komerčne obchodované vykurovacie pelety a drevnú štiepku sú stanovené kvalitatívne požiadavky. Jednotliví výrobcovia kotlov stanovujú kvalitatívne požiadavky na palivo, ktoré sa môže v danom zariadení spaľovať, a ktoré zo záručných dôvodov odporúčajú dodržiavať. Tabuľka 6.2. obsahuje hlavné kvalitatívne parametre stanovené pre tri kvalitatívne kategórie drevnej štiepky (G 50, G 30 a G 10).

Tabuľka 6.2.: Kvalitatívne kategórie a parametre drevnej štiepky.

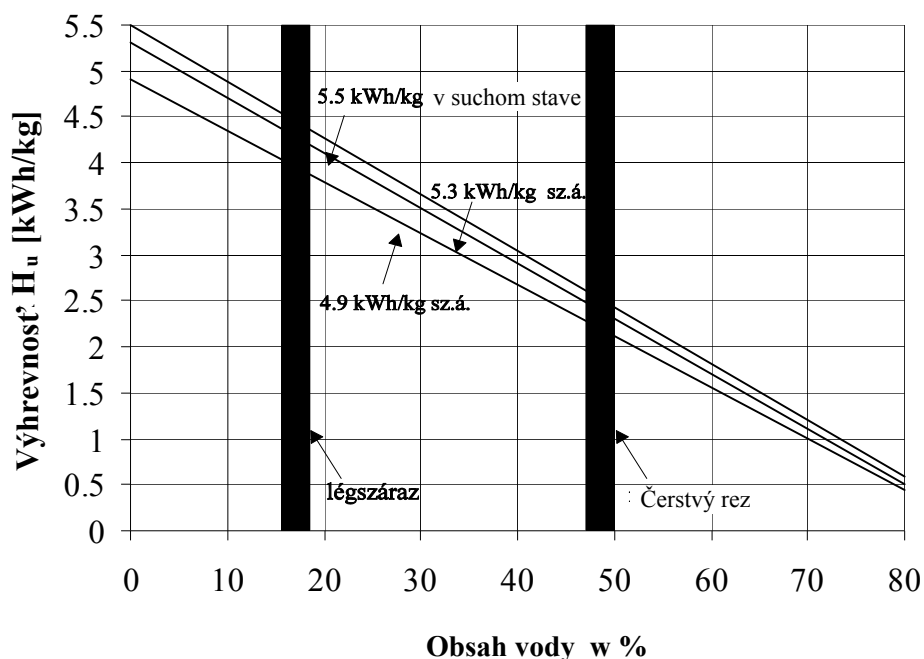
| Celková hmotnosť 100% | | G 30 Jemná | G 50 Stredná | G 10 Hrubá |
|--------------------------|---|---------------|-----------------|---------------|
| Hrubá zložka max. 20% | Prierez max. (cm ²) | 3 | 5 | 7 |
| | Dĺžka max. (cm) | 9 | 12 | 25 |
| | Nominálna veľkosť otvorov hrubého sita (mm) | 16 | 32 | 63 |
| Hlavná zložka 60-100% | Nominálna veľkosť otvorov stredného sita (mm) | 2,8 | 5,6 | 11,2 |
| Jemná zložka max. 20% | Nominálna veľkosť otvorov jemného sita (mm) | 1 | 1 | 1 |

Výhrevná hodnota biomasy sa mení v závislosti od jej obsahu vody. Graf 6.2. znázorňuje priemerné výhrevné hodnoty biomasy pri jednotlivých obsahoch vlhkosti. Pri prepočte na jednotku sušiny sa výhrevná hodnota jednotlivých typov biomasy výrazne nemení. Čím vyšší obsah vody, tým nižšia výhrevná hodnota, keďže v procese spaľovania sa voda odparí. Teplo potrebné na odparenie vody (cca 2,5 MJ/kg pri 0°C) sa prejavuje ako strata.

$$H_{\bar{u}} = f(\omega)$$



Graf 6.2.: Výhrevná hodnota biomasy v závislosti od obsahu vlhkosti



Graf 6.3: Zmena výhrevnej hodnoty v závislosti od obsahu vlhkosti

Graf 6.3. zobrazuje výhrevné hodnoty rôznych drevín v kWh/kg, pri prepočte na MJ/kg sa používa koeficient 3,6. Šikmé trendové krivky zobrazujú hodnoty rôznych drevín (zhora nadol tvrdé, polotvrde a mäkké dreveniny) a vidíme, že medzi dvomi krajnými výhrevnými hodnotami týkajúcimi sa sušiny je rozdiel 0,6 kWh/kg (2,16 MJ/kg). S narastajúcim obsahom vlhkosti tento rozdiel klesá.

Výhrevná hodnota rôznych drevín s rôznymi obsahmi vlhkosti sa presnejšie vypočíta nasledujúceho vzorca:

$$H_w = H_{w=0} - (2,44 \cdot w) \cdot 3,6$$

kde:

- H_w – výhrevná hodnota dreva s obsahom vody w [MJ/kg]
- $H_{w=0}$ – výhrevná hodnota suchého dreva ($w=0$) [MJ/kg]
- w – obsah vody v dreve [%]
- 2,44 – teplota vodných pár pri 25°C [MJ/kg]

Tabuľka 6.3 uvádza priemerné výhrevné hodnoty rôznych stavov dreva.

Tabuľka 6.3: Výhrevné hodnoty rôznych stavov dreva

| Stav dreva | Obsah vody | Výhrevná hodnota (F) |
|---------------------------|------------|-----------------------|
| Čerstvé drevo z lesa | 50-60 % | 2,0 kWh/kg= 7,1 MJ/kg |
| Skladované jedno leto | 25-35 % | 3,4 kWh/kg=12,2 MJ/kg |
| Skladované niekoľko rokov | 15-25 % | 4,0 kWh/kg=14,4 MJ/kg |

Vlhkosti musíme venovať pozornosť najmä v prípade drevnej štiepky, keďže nie je jedno, aká je vlhkosť a výhrevná hodnota paliva pri obstarávaní. Obstarávacia cena v lepšom prípade závisí od úžitkovej hodnoty, v minulom roku bola netto cena 12-18 000 HUF/t. Obsah vlhkosti drevnej štiepky sa môže za niekoľko mesiacov výrazne znížiť a z hodnoty čerstvého dreva z lesa dosiahnuť hodnotu vlhkosti charakteristickú pre rúbané drevo uskladňované počas jedného leta, čiže 25-35%-nú vlhkosť. Odporúča sa jednotlivé kvalitatívne kritériá zakotviť v dodávateľských zmluvách.

Samozrejme aj výhrevná hodnota obilnej slamy závisí od jej vlhkosti. Avšak obsah vlhkosti slamy v čase zberu a v priebehu skladovania sa výrazne nelíši, a zvyčajne sa pohybuje okolo 10-20%.

6.3. Charakteristika modernizácie vykurovania kotlami na spaľovanie biomasy

Pri modernizácii vykurovania kotlami na spaľovanie biomasy môžeme očakávať najmenej problémov. Prakticky sa môžu používať v kombinácii s akýmkoľvek systémom ústredného kúrenia ako náhrada za kotly na zemný plyn. Jediným problémom môže byť zabezpečenie miesta na umiestnenie kotlov a najmä na uskladnenie kuriva. Na niektorých miestach sa to rieši vybudovaním samostatnej prístavby, prípadne využitím priestorov v nepoužívanom objekte. V takomto prípade je potrebné vybudovať aj prípojné potrubie potrebnej dĺžky.

Napriek tomu, že sa tieto kotly dajú pripojiť aj k sekundárnym vysokovýkonným vykurovacím systémom, odporúča sa celková modernizácia objektu za účelom zvýšenia jej energetickej účinnosti (zateplenie, výmena výplní, modernizácia sekundárneho vykurovania), prostredníctvom ktorej je možné znížiť požadovaný tepelný výkon inštalovaného kotla dokonca aj o 50%, ako aj celkové náklady na vykurovanie.

Po inštalácii kotlov na spaľovanie biomasy je dôležité zvážiť spôsob výroby teplej úžitkovej vody (TÚV). Vo verejných objektoch s menšou spotrebou sa v každom prípade odporúča lokálna výroba TÚV nezávisle od vykurovania. V ubytovacích objektoch a objektoch s vysokou spotrebou TÚV môže byť vhodným riešením inštalácia samostatného kotla na TÚV s požadovaným výkonom.

Kotly na spaľovanie biomasy dostupné na trhu dokážu vďaka modernej automatickej regulácii zabezpečiť rovnaký komfort ako plynové kotly. Ich výkonnosť dosahuje, respektíve presahuje výkonnosť plynových kotlov, t.j. cca 90%. Ako sme vyššie uviedli, v objektoch samosprávnych inštitúcií sú kotly na spaľovanie drevnej štiepky prvoradou alternatívou náhrady kotlov na zemný plyn, predovšetkým pri požiadavke stredného alebo vyššieho výkonu. Doba návratnosti projektu je kratšia ako v prípade kotlov na spaľovanie peliet alebo splyňovacích kotlov. Splyňovacie kotly sú vhodné najmä pri nižších výkonoch.

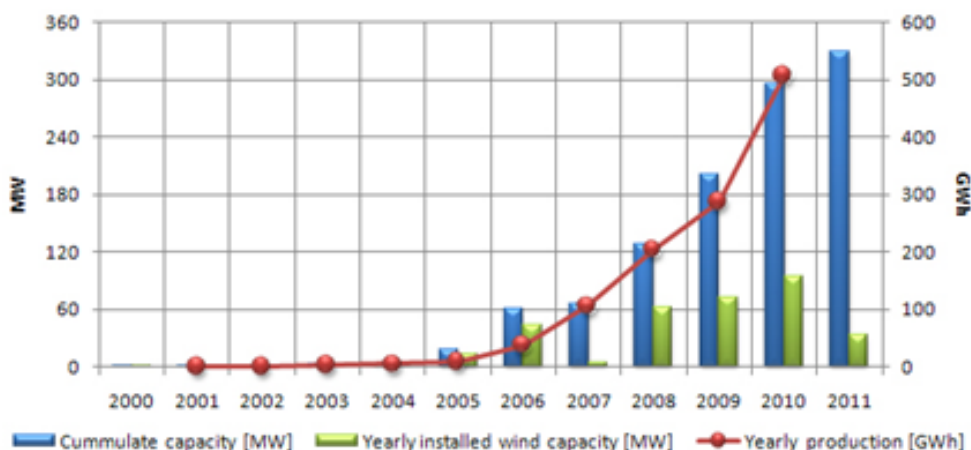
Využívanie kotlov na spaľovanie drevnej štiepky je vhodné aj z toho dôvodu, že viaceré obce si môžu zabezpečiť vlastné palivo a tým ďalej znížiť svoje energetické náklady. K tomu je potrebné obstaranie mobilného drviaceho zariadenia. Okrem využívania odpadu z parkov a lesov je možné na územiach samosprávy zaviesť aj pestovanie drevovláknitých energetických rastlín. Zvyčajne je k na to k dispozícii aj lokálna pracovná sila.



7 Možnosti využívania veternej energie v maďarskom regióne projektu

V uplynulom desaťročí sa aj v našej vlasti objavili veterné elektrárne využívajúce veternú energiu. Po vybudovaní prvej veternej elektrárne v roku 2000 sa v ich rozsiahlejšej výstavbe ďalej pokračovalo až v roku 2006, keď sa v Maďarsku inštalovalo 43 MW kapacity veterných elektrární, a do konca roku 2010 bolo nainštalovaných 330 MW povoleného výkonu. Posledné veterné elektrárne boli do prevádzky uvedené začiatkom roku 2011. Ročné inštalované kapacity a úhrnné výkony zobrazuje Graf 7.1.

Tu stojíme my čo sa týka veternej energie (MSZET, apríl 2011)



Graf 7.1.: Ročné inštalované kapacity veterných elektrární a ich úhrnné výkony v Maďarsku.

V súvislosti s budúcnosťou sa však vynárajú rôzne otázky: do akej miery klimatické charakteristiky našej krajiny umožňujú využívanie veterných elektrární na výrobu elektrickej energie; akým spôsobom je možné integrovať čoraz väčšie zariadenia veterných elektrární do krajiny; aké riziká sú spojené v ekologicky významnom regióne Karpatskej kotliny s rozšírením veterných elektrární; aký legislatívny rámec a plánovanie si vyžaduje zavádzanie elektrární využívajúcich obnoviteľné energie v podmienkach našej krajiny?

Pravdepodobne najväčším problémom v našej vlasti je posledná z uvedených otázok, keďže jestvujúca distribučná sieť dokáže integrovať elektrickú energiu vyrábanú veternými elektrárnami nepravidelne iba v obmedzenej miere. Z tohto dôvodu sa výstavba elektrární s kapacitou nad 50 kW dodávajúcich energiu do siete môže uskutočňovať len v rámci výberových konaní. V Národnom akčnom pláne do roku 2020 sa uvádza inštalácia 410 MW novej kapacity.

V tejto kapitole hľadáme odpoveď na otázku, aký je skrytý potenciál využívania veternej energie v skúmanej oblasti. Pri zodpovedaní tejto otázky vychádzame s výsledkov skoršieho výskumu, v rámci ktorého sa dve predmetné župy (Győr-Mošon-Šoproň, Komárno-Ostrihom) skúmali v prvom rade na báze GIS. Boli stanovené veľkosti území vhodných na výstavbu veterných elektrární a následne bol určený ich technicko-energetický potenciál. Na základe medzinárodných údajov a porovnaní sa vyvodili závery z hľadiska ich sociálno-ekonomického potenciálu.

Technický potenciál je teoretickým ukazovateľom možnosti aplikácie obnoviteľných zdrojov energie, ktorý vychádza z výpočtu maximálnej kapacity charakteristickej pre technickú úroveň doby pri zohľadnení legislatívnych obmedzení. Čiže pri výpočte ide o veľmi jednoduchý súčin dvoch základných údajov: veľkosť plôch tejto činnosti nespádajúca pod legislatívne obmedzenia a priemerný výkon, ktorý je možné dosiahnuť na príslušných územných jednotkách (hodnota, ktorá sa ročne mení v závislosti od rozvoja technológie, čiže hodnota získaná štatistickou analýzou menovitého výkonu turbín nainštalovaných v danom roku).

Katedra environmentálnej a regionálnej geografie Univerzity ELTE realizovala takého výskumy v štyroch župách (Győr-Šoproň, Vaš, Komárno-Ostrihom, Heveš) (Munkácsy B. a kol. 2007). Na týchto potenciálnych územiach boli výsledné hodnoty výskumov nízke, čiže v prípade všetkých skúmaných žúp platí, že takmer na 90% ich územia nie je možné inštalovať veterné elektrárne. Napriek tomuto, na prvý pohľad veľmi nízkemu potenciálnemu podielu sa v celoštátnom kontexte ukázala teoretická možnosť inštalovať veterné turbíny s nominálnym výkonom cca 60-65000 MW. Analýza ďalej poskytla informácie aj v súvislosti s lokalitami, kde je v danom zemepisnom regióne – pri zohľadnení platnej legislatívy – výhodné stavať veterné elektrárne. S týmito výsledkami sa musíme oboznámiť ešte pred zahájením procesu vybavovania povolení, keďže to umožní znížiť rozsah zbytočne vykonanej práce a súvisiacich nákladov. Tento postup sa bežne uplatňuje v nemeckej a čiastočne aj v rakúskej praxi, kde príslušný úrad najprv stanoví územia vhodné na inštaláciu turbín, a následne si investori spomedzi týchto lokalít – na základe lokálnych meraní vetra a ďalších parametrov – vyberú územia, ktoré najviac vyhovujú ich zámeru. Keďže v jednotlivých krajinách EÚ sa už prakticky vyčerpali povolené a zároveň vhodné územia, v posledných rokoch sa vynorila otázka, aby sa aj na doteraz zakázaných územiach mohli stavať veterné elektrárne. S veľkou pravdepodobnosťou môžeme očakávať pozitívnu odpoveď, avšak na chránených územiach bude vydávanie povolení podmienené prísnyimi kritériami.

Na grafoch 7.2. 7.3. a 7.4. sú znázornené oblasti obidvoch žúp zapojených do projektu, ktoré sú vhodné na výstavbu veterných elektrární. Vývoj potenciálu veternej energie v župe Győr-Šoproň zobrazuje graf 7.4.; pri zohľadnení technickej úrovne v roku 2004 bol tento vývoj nasledovný:

Technický potenciál:

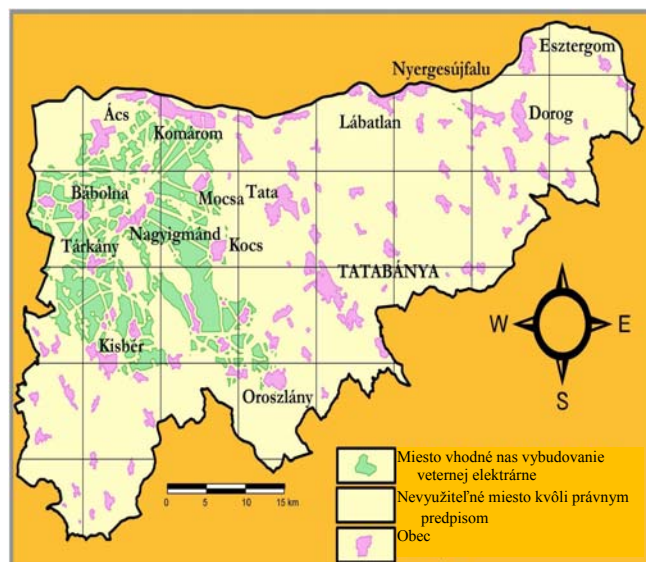
87% tabu územie → 13% potenciálne územie = 538 km²

13,5 MW/km²

7200-7300 MW

Sociálno-ekonomický potenciál:

~ 300 kW/km², 160 MW



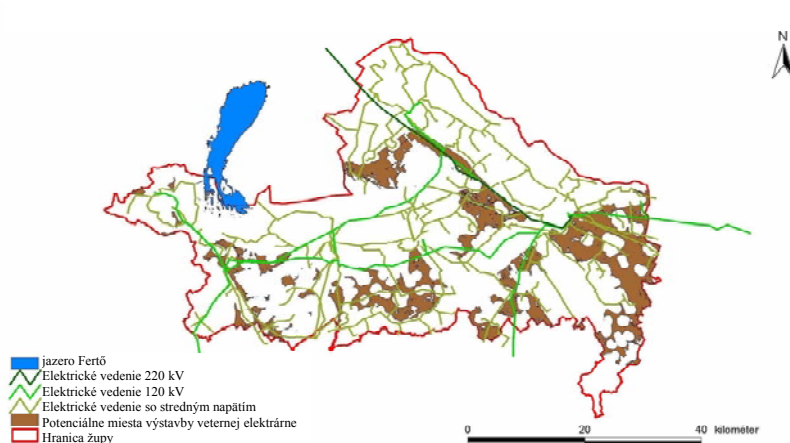
Graf 7.2.: Mapa potenciálu vetranej energie v župe Komárno - Ostrihom
(Autori: Kovács G. – Tóth J.)

Podľa ďalšej štúdie sú jednotlivé tabu územia v župe Komárno - Ostrihom rozmiestnené tak, ako to znázorňuje graf 7.3.



Graf 7.3.: Tabu územia, podľa štúdií EnergoConsult (modrá – chránené územia, zelená – územia, kde získavajú potravu divé husi, červená – trasa letu divých husí, fialová – územia Natura 2000)

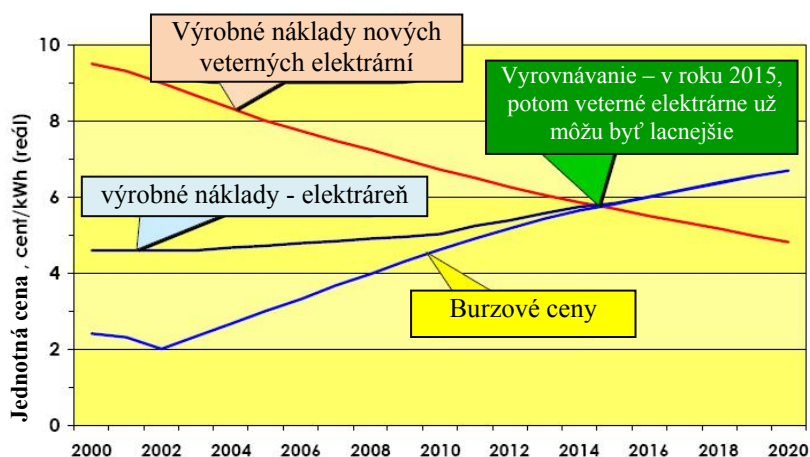
Miestá vhodné na umiestnenie veterných turbín podľa právnych predpisov
a elektrické vedenie



Obraz 7.4.: Mapa potenciálu veternej energie v župe Győr-Šoproň

Výkon zodpovedajúci sociálno-ekonomickému potenciálu je možné dosiahnuť pri využití 12 km² územia, t.j. iba 2,2% zákonom povoleného územia, čiže veterné elektrárne by bolo potrebné postaviť iba na 0,28% územia župy Győr-Šoproň.

Veterné elektrárne budú v budúcnosti elektrinu vyrábať čoraz lacnejšie v porovnaní s tradičnými elektrárnami, ktoré budú energiu produkovať čoraz drahšie (väčšie investičné náklady v dôsledku prísnejšej ochrany životného prostredia, drahšie palivo). Ak poklesnú zásoby, aj ceny na burze dosiahnu jednotkové náklady elektrární. Na základe týchto faktov môžeme skonštatovať, že o niekoľko rokov bude možné ukončiť dotovanie veterných elektrární, keďže už sami osebe môžu byť ekonomickejšie ako tradičné elektrárne. Na základe nemeckých údajov môžeme očakávať nárast konkurencieschopnosti elektrickej energie z veterných elektrární podľa grafu 7.5.



Graf 7.5.: Tendencia vyrovňovania [zdroj: www.dena.de]

K rozširovaniu veterných elektrární výrazne prispel technologický rozvoj (jednotkový výkon vzrástol od roku 1980 z 30 kW na 5000 kW) a zavedenie sériovej výroby a následné výrazné zníženie merných nákladov (za poldruha desaťročia o cca 40%). S narastajúcou veľkosťou a výškou sa zvyšoval aj výkon veterných elektrární. Dvojnásobný priemer rotora napríklad znamená štvornásobné množstvo získanej energie.

Výkon veterných elektrární je úmerný tretej mocnine rýchlosti vetra, a preto veterné podmienky daného územia výrazne ovplyvňujú ich výkonnosť. Z tohto hľadiska sú dve maďarské župy zapojené do projektu vo výhodnejšej situácii ako celoštátny priemer; nie je náhodné, že prevažná väčšina doteraz vybudovaných elektrární sa nachádza práve v tejto lokalite. S nárastom jednotkového výkonu veterných elektrární sme zaznamenali aj nárast priemeru rotorov a výšky osi. Pomocou týchto zariadení bolo možné využiť na výrobu elektrickej energie priaznivejšie vetry s vyšším energetickým obsahom vo väčších výškach, čím sa zvýšil aj ich merný výkon.

Pre samosprávne budovy zapojené do projektu nie je charakteristické, že by bežne inštalovali veterné elektrárne spadajúce do vyššej kategórie s kapacitou presahujúcou 500 kW, hoci existuje viacero príkladov, že sa určitá samospráva samostatne alebo v rámci konzorcia zapojila do podobného projektu (napr. Vép, Mosonszolnok, Újronafő). Keďže príprava, projekcia a získanie povolení na výstavbu takýchto elektrární je zložitá, náročná a nákladná činnosť, v rámci tejto štúdie sa tejto problematike nebudeme venovať. Môže to však byť prvoradým záujmom niektorých samospráv, najmä z dôvodu daňových príjmov, aby s na územiach, ktoré spravujú, zriaďovali veterné elektrárne, pričom aj vlastníci pôdy by tým mohli nadobudnúť príjem z prenájmu pôdy.

Za realistický cieľ môžeme považovať inštaláciu menších, tzv. domácich elektrární s kapacitou do 50 kW, a preto sa im budeme v štúdiu konkrétnejšie venovať. V zmysle platných predpisov sú prevádzkovatelia prenosových sietí a držitelia distribučnej licencie povinní takto vyrobenú elektrinu (max. 50 kW na prípojku) prevziať. Dokonca aj zmena jestvujúceho meracieho zariadenia na obojsmerné meradlo (pre menovitý prúd 3x16A) v zariadení vyrábajúcom elektrinu s výkonom do 11,04 kVA je povinnosťou držiteľa distribučnej licencie.

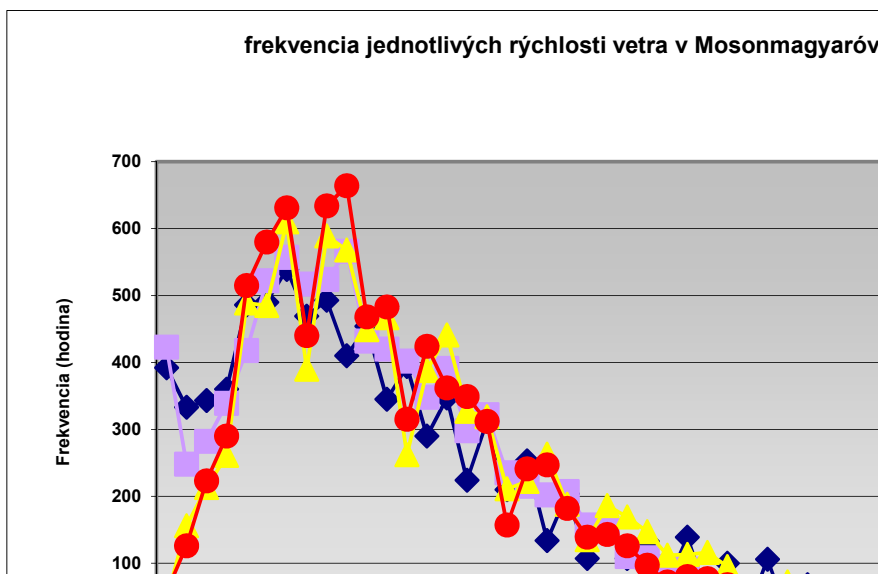
Problém spôsobuje to, že malé zariadenia, vyplývajúce z ich rozmerov, využívajú energiu vetra menšej rýchlosti v menších výškach, a preto ani ich celkový jednotkový výkon väčšinou nedosahuje výsledky väčších elektrární. Aj v domácej praxi je možné obstať nízko-kapacitné veterné elektrárne patriace do výkonnostnej kategórie od niekoľko sto W až po 50 kW. Musíme upozorniť na to, že nie je jedno, aký typ si vyberieme. Zariadenia projektované na využívanie veterných podmienok na morských pobrežiach dosahujú svoj menovitý výkon pri vyšších rýchlostiach vetra, a preto je ich výkon vo vnútrozemských (kontinentálnych) podmienkach nižší.

Celkom malé typy s výkonom do niekoľko kW – najmä modely so zvislou osou otáčania rotora – sa môžu využívať aj v obytných štvrtiach prípadne integrované do objektov. Väčšie elektrárne s vodorovnou osou otáčania rotora sa kvôli hlučnej prevádzke ku môžu inštalovať iba pri dodržaní bezpečnej vzdialenosti od obytných budov. Avšak adekvátny výkon je možné očakávať len od týchto väčších elektrární, ktoré majú väčšie šance aj čo sa týka žiadostí o získanie finančného príspevku, pokiaľ sa obstarajú za adekvátnu cenu a dosahujú požadovanú hodnotu BMR >0.

Pri žiadosti o bankový úver pred výstavbou veterných elektrární, ale aj pri žiadostiach o finančný príspevok, sa vyžadujú ročné merania vetra na danom území, alebo modelový výpočet. Dve župy zapojené do projektu sú aj v tomto ohľade vo výhodnej situácii, keďže za uplynulé roky sa uskutočnili merania vetra na rôznych miestach a v rôznych výškach. Aj hodnoty ročných meraní vetra sa musia hodnotiť kriticky, keďže medzi jednotlivými rokmi môžu byť výrazné rozdiely najmä z hľadiska energetického obsahu. Graf 7.6. zobrazuje celoročný diagram meraní rýchlosti vetra na meteorologickej stanici v Mosonmagyaróvári v vo výške cca 15m v priebehu štyroch rokov. Kým medzi priemernými rýchlosťami vetra je odchýlka medzi dvomi krajnými hodnotami 15%, pri mernom obsahu energie je odchýlka vyššia než 30%. Výskum poukázal aj na to, že do výšky 20m sa ani vo veternejších oblastiach nedá počítať s priemernou rýchlosťou vetra vyššou ako 3-4 m/s. Aj od vyššie uvedených

zariadení pre domácnosti s vyšším výkonom môžeme očakávať prijateľný výkon len vo výške min. 30-40m. Potvrďuje to aj graf 7.7. zobrazujúci rýchlosti vetra vo výške 10m a 50m.

V tabuľke 7.1. uvádzame súhrn najdôležitejších charakteristík typov alebo variant veterných elektrární použitých pri plánovaných alebo realizovaných projektoch. Predpokladaný výkon môžeme určiť iba odhadom vychádzajúc z toho, že faktor ročného zaťaženia v nižších výškach nedosahuje hodnoty veľkých zariadení, preto môžeme očakávať hodnotu maximálne okolo 0,2. Na základe hodnôt merania vetra (krivka frekvencie vetra) a výkonnostnej krivky generátora je možné stanoviť pomerne presnú hodnotu výkonu, avšak podobne ako je vyššie uvedené, aj táto hodnota platí len pre daný rok.



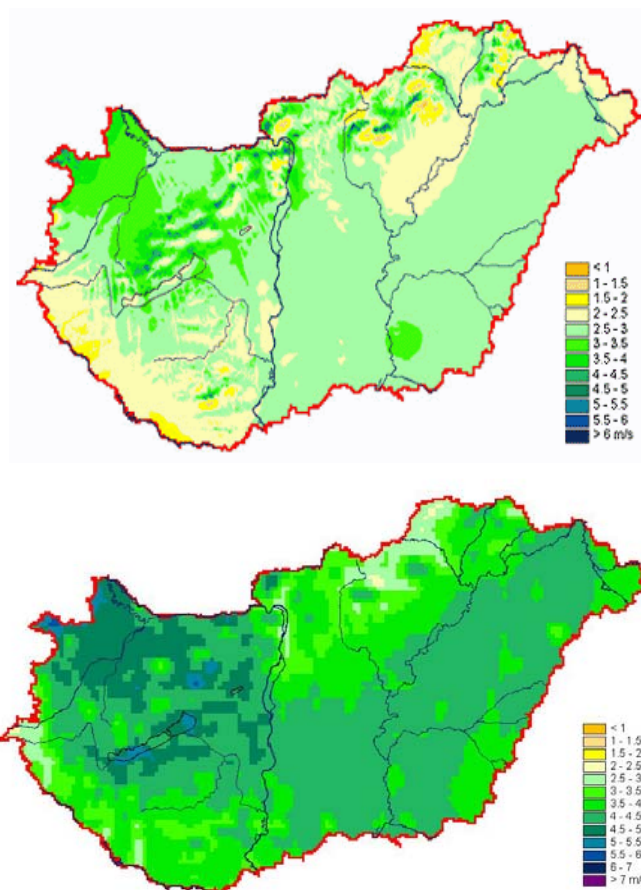
Graf 7.6.: Výsledky merania vetra v Mosonmagyaróvári vo výške 15m.

| Názov | | 1931 | 1932 | 2001 | 2004 |
|--------------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|
| Priemerná rýchlosť vetra [m/s] | | 3,179 | 3,054 | 3,529 | 3,257 |
| Merný energetický obsah | kWh/rok | 534,74 | 420,84 | 592,16 | 466,73 |
| | % | 100 | 78,7 | 110,7 | 87,3 |

Zdroj: Vlastný výskum

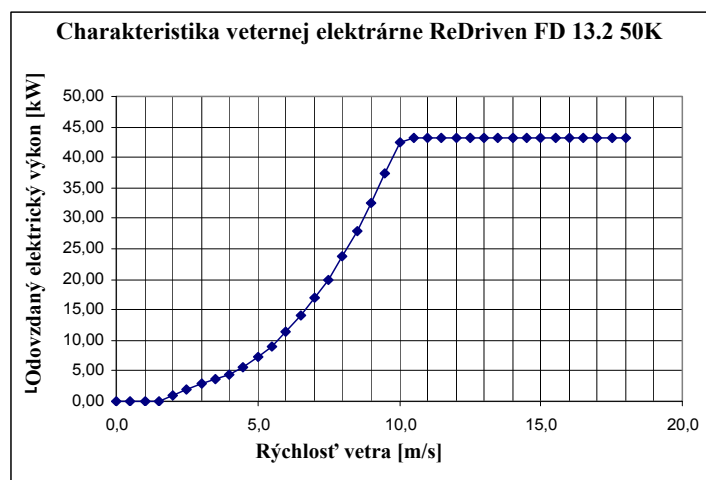
Tabuľka 7.1: Hlavné charakteristiky nízkokapacitných veterných elektrární

| Typ | ReDriven FD 13.2 50K | ReDriven FD 13.2 50K | Liten Vindkraft AB | STEP V2 |
|--|----------------------------|-------------------------|-----------------------|---------|
| Priemer rotora (m) | 18,8 | 19,3 | | 9 |
| Výška osi (m) | 36,6 | 38 | 30 | 18 |
| Výkon (kW) | 43,2 | 43,2 | 44 | 15 |
| Rýchlosť vetra pri nominálnom výkone (m/s) | 10-11 | 10-11 | 13-14 | 10,5 |
| Investičné náklady (v tis. HUF) | 67 000 | 56 000 | 73 000 | 19 500 |
| Merné náklady (v tis. HUF/kW) | 1551 | 1296 | 1659 | 1300 |
| Očakávaný merný výkon (kWh/kW) | 1900 | 1900 | 1750 | 1750 |



Graf 7.7.: Rýchlosť vetra v Maďarsku vo výške 10 metrov a 50 metrov [OMSZ]

Zariadenie Liten Vindkraft AB bolo pravdepodobne projektované na vyššie rýchlosti vetra, keďže štartovacia rýchlosť vetra je 3 m/s a svoj menovitý výkon dosahuje pri rýchlosti vetra 13 m/s. Sú dostupné aj zariadenia podobnej veľkosti pri relevantných hodnotách okolo 2m/s a 10 m/s, napr. zariadenie typu ReDriven FD 13.2 50K uvedené v tabuľke, ktorého výkonnostnú krivku zobrazuje graf 3.8a. Odchýlka parametrov uvedených dvoch projektov (priemer rotora, výška) vyplýva z toho, že výrobcovia stanovili technické parametra týchto zariadení v záujme dosiahnutia čo najvyššieho výkonu vzhľadom na dané veterné podmienky.



Graf 7.8: Výkonnostná krivka veternej elektrárne typu ReDriven FD 13.2 50K.

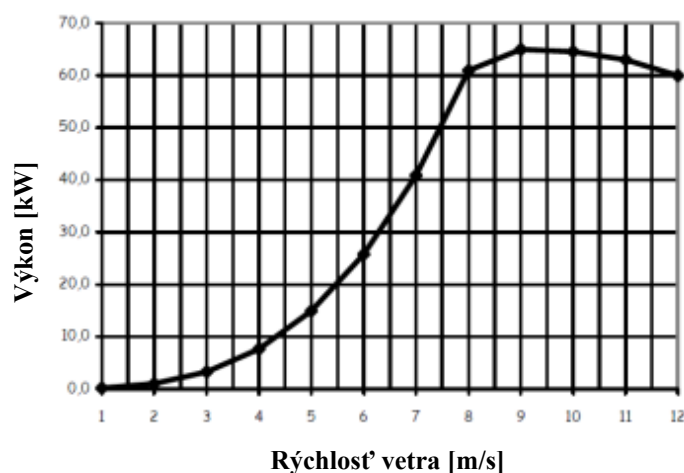
Musíme pripomenúť, že sme čítali správu o vývoji novej veternej elektrárne podobných výkonnostných parametrov v Maďarsku, ktorej text nie je jednoznačný. Ide o nasledujúce znenie:

„V súčasnej globálnej hospodárskej situácii sa ukázalo jednoznačné, že budúcnosť patrí takým spoločensky zodpovedným investíciám slúžiacim udržateľnému blahobytu, ako sú aj investície spojené so zelenou energiou. Vysokovýkonný veterný generátor NRGens 50, ktorý sa teraz dá zakúpiť za uvádzaciu cenu, vyrobí celoročnú spotrebu energie menšieho obytného parku alebo administratívneho komplexu, a jeho investícia má rýchlejšiu návratnosť ako štátne dlhopisy, je predvídateľnejšia ako balíky akcií a bezpečnejšia ako investície do nehnuteľností.

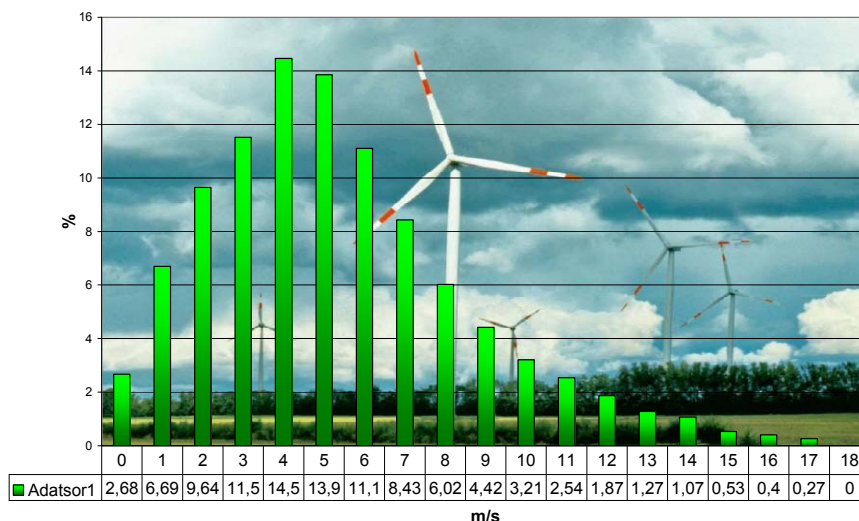
Systém NRGens 50 vyvinutý a vyrábaný v Maďarsku je ideálnou zelenou investíciou. Mimoriadne hodnotný je vďaka svojej schopnosti ročne vyrobiť - pri relatívne nízkej rýchlosti vetra, ktorá sa na území krajiny považuje za priemernú - priemernú spotrebu elektriny pre sto domácností (ročná kapacita 358 000 kWh, 7m/s). Či sa nainštaluje vedľa administratívneho komplexu alebo sa kvôli nemu zvýši efektívnosť (a hodnota!) bytov rozostaveného bytového domu, generátor vyrába elektrinu a „vracia ju späť“. Vaša investícia sa Vám určite vráti!”

Táto technická charakteristika neobsahuje žiadne údaje o inštalačnej výške zariadenia, ale na základe priemeru rotora 29,5m môžeme naozaj predpokladať vyšší výkon. Už pri rýchlosti vetra 7,5 m/s dosahuje výkon 50 kW, pri 8 m/s 60 kW. Na grafe 7.9 je jednoznačne viditeľné, že rotor je predimenzovaný; pokiaľ by ho zapojili do siete, jeho výkon môže byť maximálne 50 kW, treba ho spätne regulovať. Uvádzané výkonnostné parametre sa zdajú byť príliš dobré. Navyše priemerná rýchlosť vetra uvádzaná v inzeráte (7m/s) sa v Maďarsku vyskytuje iba v oblastiach s nadmorskou výškou nad 100m, a preto sa uvedené výkonnostné hodnoty sa nedajú presne interpretovať.

Výkonnostná krivka



Graf 7.9. Výkonnostná krivka novej maďarskej veternej elektrárne typu NRGens 50



Graf 7.10: Frekvencia vetra na cieľovom území vo výške 45m
[Projekčná kancelária Horváth, 2003]

Pre objasnenie vyššie uvedených údajov sme porovnali zariadenie nového typu NRGens 50 a typu ReDriven FD 13.2 50K na základe údajov rýchlosti vetra nameraných pri obci Kisigmánd vo výške 45m. Diagram frekvencie vetra uvádzame na grafe 7.10. Priemerná rýchlosť vetra v tejto oblasti je 5,344 m/s (19,24 km/h) vo výške 45m. Hodnoty namerané vo výške 45m boli veľmi dobré. Zistili sme nasledovné:

- predpokladaný výkon nového typu maďarskej veternej elektrárne NRGens 50 za daných veterných podmienok pri zohľadnení továrenských výkonnostných údajov by bol brutto 165 300 kWh/a resp. 3300 kWh/kW pri výkonnostnom maxime 50 kW. Ročný faktor zaťaženia by bol 0,38. V dôsledku vlastnej spotreby a výpadkov za účelom údržby a prerušenia prevádzky bude reálny výkon k disponibilný na prenos do siete nižší ako vyššie uvedené, predpokladá sa hodnota cca 3000kWh/kW.

- pri type ReDriven FD 13.2 50K sme dosiahli hodnoty 106 940 kWh/a resp. 2 475 kWh/kW. Ročný faktor zaťaženia bol 0,28. Aj v tomto prípade množstvo elektrickej energie disponibilnej pre sieť klesne, predpoklad je cca 2 150-2 200 kWh/kW. Ročný faktor zaťaženia by sa pohyboval okolo 0,25. Pri projektoch, kde sa počíta s výškou 36-38m a s inými veternými podmienkami, sa pri tomto type, ako to zobrazuje aj tabuľka 3.1., predpokladá hodnota 1 900 kWh/kW.

Nové zariadenie typu NRGens 50 by za daných veterných podmienok v Kisigmánde dokázalo vyrábať elektrinu efektívnejšie ako typ ReDriven FD 13.2 50K. Za to jednoznačne vďaka svojmu predimenzovanému rotoru, pričom rozdiel priemerov je takmer 50% (29,5m resp. 19,3m), avšak výkon je vyšší iba o 33%, keďže ho treba spätne regulovať kvôli výkonnostným obmedzeniam. Pri izolovanej prevádzke by výkon mohol byť o cca 88% vyšší. Na výkon 1 kW pri prvom type pripadá 13,66 m², pri druhom 6,77 m², pričom táto hodnota pri type STEP V2 je iba 4,24 m².

Keďže s týmto novým typom ešte nemáme skúsenosti a nie sú známe ani jeho investičné náklady, preto sme do pripojeného softvéru nezaradili tento typ, ale typ ReDriven FD 13.2 50K. Pri kalkuláciách sme brali do úvahy merný výkon 1900 kWh/kW, ktorý je možné bežne dosiahnuť na väčšine území, a najnižšiu dosiahnuteľnú cenu (1300 tis. HUF/kW).

8 Vzorové projekty zamerané za zvýšenie energetickej účinnosti a využitie obnoviteľných zdrojov energií v samosprávnych budovách

Tabuľka 8.1

| Projekt 1043/2822 | Zateplenie Výmena výplní | Modernizácia vykurovania | Solárny kolektor | Tepelné čerpadlo | | | Spaľovanie biomasy | | | Fotovoltaický článok |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------|---------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|--------|----------------------|----------------------|
| | | | | Absolútne | So zemnou sondou | S vrtanou studňou | Drevná štiepka | Pelety | Splynovanie dreva | |
| 1. Ubytovací objekt | + | + | + | - | - | - | - | - | - | + |
| 2. Domov dôchodcov | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - |
| 3. Gymnázium | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - |
| 4. Materská škola | + | - | + | - | - | - | + | - | - | - |
| 5. Kultúrny dom a knižnica | + | + | + | - | - | + | - | - | - | + |
| 6. Úrad starostu/primátora + škola | + | + | + | - | - | - | + | - | - | - |
| 7. Internát 8383,4/27242,1 | - | - | + | + | - | - | - | - | - | - |
| 8. Útulok pre bezdomovcov | + | - | + | + | - | - | - | - | - | - |
| 9. Materská škola | + | + | + | + | - | - | - | - | - | + |
| 10. Základná škola | + | + | + | + | - | - | - | - | - | + |
| 11. Administratívna budova | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 12. Úrad starostu/primátora | - | + | - | - | - | - | + | - | - | - |

Projekt 8.1.: Ubytovací objekt

Tabuľka 8.2 Parametre cieľového objektu projektu

| | | |
|--|---------------------------|----------------|
| Názov a účel objektu | Bytový a ubytovací objekt | |
| Plánované investície: zateplenie, výmena výplní, modernizácia vykurovania, výroba TÚV pomocou solárnych kolektorov, fotovoltaiický článok na výrobu elektrickej energie, modernizácia osvetlenia | | |
| Celková plocha | 1043,1 | m ² |
| Podpivničená plocha | 284,16 | m ² |
| Obvod nepodpivničenej časti | 0 | m |
| Plocha strechy | 285,7 | m ² |
| Ochladzujúca sa plocha | 1491,2 | m ² |
| Netto plocha podlažia | 260,77 | m ² |
| Vykurovaný objem vzduchu | 2822 | m ³ |
| Hrúbka stien (tehla) | 30 | cm |
| Typ strechy | plochá strecha | 15% |
| | ihlanová strecha | 85% |
| Počet podlaží | 4 | ks |
| Zástavba podkrovia | je (čiastočne) | je/nie je |

Podrobný technický obsah projektu

Stavebné materiály použité v budove sú zastarané, v zlom technickom stave, najmä steny a výplne. Budova bola postavená v roku 1997. Okrem bežných údržbárskych prác zatiaľ nebola renovovaná. Uskutočnili sa menšie vnútorné prestavby, ktoré sa však netýkali dôležitejších štruktúr budovy.

Súčasný vonkajší ohraničujúci štruktúry (steny, výplne, podlahové štruktúry, strešné štruktúry) sú zastarane, nezodpovedajú súčasným požiadavkám. Z estetického aj tepelno-technického hľadiska sú zrelé na renováciu resp. výmenu.

Súčasná forma vonkajších stenových štruktúr objektov je vhodná na to, aby sa z nich prostredníctvom vonkajšieho zateplenia vytvorili štruktúry zodpovedajúce predpisom.

Drevená štruktúra súčasných výplní nezodpovedá dnešným kritériám. Výmena výplní je opodstatnená, keďže ich renovácia nie je technicky realizovateľná.

Vykurovací systém objektu je zastaraný, opotrebovaný, má nízku účinnosť, a preto je každopádne potrebná jeho renovácia vrátane možnosti regulácie teploty aj v tých miestnostiach, kde zatiaľ termoregulácia nie je možná. Cieľom je prispieť k výrobe TÚV pomocou solárnych kolektorov, keďže vyplývajú z ubytovacieho charakteru objektu je spotreba TÚV v objekte vysoká. Okrem inštalácie fotovoltaiického systému sa uskutoční aj modernizácia osvetlenia, energia vyrobená pomocou fotovoltaiických článkov bude slúžiť na zníženia nákladov na osvetlenie.

Zateplenie: Na vonkajšie steny objektu bude umiestnený 10cm (na základy 5cm) polystyrolový tepelno-izolačný systém. Po zateplení budú vonkajšie steny objektu spĺňať požiadavky platnej smernice 7/2006 (V.24.) TNM. Po renovácii bude súčiniteľ prestupu tepla $U=0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Výmena vonkajších fasádnych výplní: Súčasná drevená fasádne výplne ($U=3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$) budú nahradené modernými plastovými výplňami s tepelne izolovanými sklami ($U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Modernizácia vykurovania: Objekt je v súčasnosti vykurovaný kotlom umiestneným v suteréne objektu. V súčasnosti sa v objekte využívajú 2 plynové kotly typu BUDERUS G324 L so stabilnou teplotou. Kotly sú zastarané a majú mimoriadne slabú účinnosť.

Počas renovácie sa nainštalujú 2 kondenzačné kotly typu BUDERUS Logamax Plus GB 112/60 s výkonom 60 kW. Regulácia teploty v jednotlivých miestnostiach je čiastočne zabezpečená. Na väčšine radiátorov je namontovaný termostatický regulačný ventil a dolná uzatváracia skrutka. Za účelom úplnej tepelnej regulácie jednotlivých miestností je potrebné na 16 ks radiátorov namontovať termostatický ventil.

Systém solárnych kolektorov: Výrobu TÚV sa v objekte plánuje zabezpečiť systémom solárnych kolektorov. Nainštaluje sa 24 ks selektívnych solárnych kolektorov typu BUDERUS SKN 3,0 a 3 ks 1000-litrových BUDERUS Logalux SU zásobníkov teplej vody. Solárne kolektory nainštalované na juhovýchodnú stranu strechy budú zabezpečovať spotrebu teplej vody iba čiastočne, a preto zvyšnú časť potrebnej teplej vody budú vyrábať kondenzačné kotly, za týmto účelom sa namontuje ďalší 1 ks 1000-litrový zásobník na teplú vodu Logalux SU. Objekt ubytovacieho typu je v priebežnej prevádzke, preto sa teplá voda vyrobená pomocou solárnych kolektorov spotrebuje v plnom rozsahu.

Fotovoltaický systém: 50 db fotovoltaických článkov typu Suntech STP 210 sa nainštaluje na juhovýchodnú a juhozápadnú stranu strechy. Celkový výkon fotovoltaických článkov je 10,5 kW, predpokladaná ročná výroba elektrickej energie je 11.500 kWh. Generovanie elektrickej energie pomocou fotovoltaických článkov je najčistejším riešením výroby elektrickej energie s nulovými emisiami. Vyrobená elektrická energia bude odovzdávaná do siete. Ak sa vyrobená elektrická energia v objekte nespotrebuje, objekt si ju môže neskôr v plnom rozsahu späť odobrať zo siete.

Modernizácia osvetlenia: Tradičné žiarovky a neónové trubice, ktoré v súčasnosti zabezpečujú osvetlenie objektu, budú nahradené modernými, energeticky úspornými žiarovkami a neónovými trubicami.

Tabuľka 8.3

| | Nákladová položka | Náklady (Netto HUF) |
|---|--|---------------------|
| Náklady súvisiace s využívaním obnoviteľných zdrojov energie | Fotovoltaický článok | 9 200 000 HUF |
| | Solárny kolektor | 8 016 600 HUF |
| | Iné súvisiace služby | 1 363 286 HUF |
| | (MT, projekcia, verejné obstarávanie, projektový manažment, technická kontrola a pod.) | |
| | | |
| Obnoviteľné celkom | | 18 579 886 HUF |
| Podiel obnoviteľných z celkových nákladov projektu (%) | | 27,53% |
| | Modernizácia osvetlenia | 836 000 HUF |
| Náklady spojené so zvýšením energetickej účinnosti | Modernizácia vykurovania | 10 812 800 HUF |
| | Zateplenie budovy | 21 696 000 HUF |
| | Výmena výplní | 11 958 000 HUF |
| | Iné súvisiace služby | 3 588 714 HUF |
| | (MT, projekcia, verejné obstarávanie, projektová manažment, technická kontrola a pod.) | |
| | | |
| Energetická účinnosť celkom | | 48 891 514 HUF |
| Podiel energetickej účinnosti z celkových nákladov projektu (%) | | 72,47% |
| Celkové náklady projektu | | 67 471 400 HUF |

Projekt 8.2: Domov dôchodcov

Tabuľka 8.4 Technické údaje budovy zaradenej do obnovy

| | | |
|--|--|----------------|
| Názov a účel budovy | DOMOV DÔCHODCOV A SOCIÁLNEJ STAROSTLIVOSTI | |
| Plánované investície: zateplenie fasády, výmena okien a dverí, modernizácia vykurovania, slnečné kolektory na prípravu teplej úžitkovej vody | | |
| Celková plocha | 2218,6 | m ² |
| Podpivničená plocha | 189 | m ² |
| Obvod nepodpivničenej časti | 256,6 | m |
| Plocha strechy | 1063 | m ² |
| Studená plocha | 3744,5 | m ² |
| Netto plocha podlažia | 1109 | m ² |
| Objem vykurovaného priestoru | 6554,5 | m ³ |
| Počet podlaží | 2 a 3 | ks |
| Hrúbka steny (tehla) | 38 | cm |
| Typ strechy | plochá strecha | |
| Podkrovie | nie | áno/nie |

Zariadenie pozostáva z dvoch budov. Stará budova bola postavená v 70-tych rokoch. Postupne bola rozšírená, ale z energetického hľadiska nebola nijako obnovená. V roku 2000 bolo zariadenie rozšírené o novú časť. Toto krídlo možno pokladať za moderné aj dnes. Jeho konštrukcia, okná a dvere vyhovujú požiadavkám súčasnej doby. Problém, ktorý treba riešiť, tkvie v rozdielnych vlastnostiach budov. Steny, okná a dvere sú zastarané, treba ich obnoviť a vymeniť. Konštrukčné prvky budovy postavenej v roku 2000 vyhovujú požiadavkám súčasnej doby. V súťaži sa s rekonštrukciou tejto časti zariadenia nerátalo. Na starej budove sa plánuje zateplenie fasády a výmena okien a dverí. Keďže vykurovanie oboch krídiel je riešené spoločným systémom, je potrebné regulovať vykurovanie jednotlivých miestností. To sa realizuje namontovaním termostatických ventilov (v oboch krídlach zariadenia). Systém na prípravu teplej úžitkovej vody sa doplní slnečnými kolektormi.

Tepelná izolácia: Na starej budove stará omietka zostarla, na viacerých miestach opadáva, vonkajšie steny nie sú izolované, nevyhovujú súčasným tepelno-technickým predpisom. Na fasádne steny sa budú montovať izolačné polystyrénové dosky hrúbky 10 cm, na sokel 5 cm. Stenová konštrukcia takto bude zodpovedať podmienkam obsiahnutých v platnej norme TNM 7/2006 (V.24.). Koeficient tepelnej priepustnosti po rekonštrukcii: $U=0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Výmena vonkajších dverí a okien: Okná a dvere na fasáde starej budovy sú zostarnuté, zošúverené, s jednovrstvovým sklom, čo nevyhovuje súčasným tepelno-technickým požiadavkám. Kvôli netesným stykom okien a rámov sú v tomto krídle budovy aj značné filtračné straty. Staré vonkajšie (zošúverené drevené) okná a dvere s koeficientom tepelnej priepustnosti $U=4,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ sa vymenia na moderné plastové okná a dvere s izolačným sklom ($U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Prispôbenie technického zariadenia budovy individuálnej regulácii v jednotlivých miestnostiach: Súčasný vykurovanie je centrálné regulované programovaním kotlov tak, že sa nastavujú týždňové časové programy. Keďže sa jedná o jeden celok, spotrebu plynu možno merať na jednom meracom mieste. Kvôli spoločnému vykurovaciemu systému budú montované termostatické ventily tak v starej, ako aj v novej budove.

V záujme dosiahnutia čo najnižšej spotreby energie bude možné regulovať systém v každej miestnosti, kde sa nachádzajú vykurovacie telesá.

Vybudovanie systému slnečných kolektorov: Kvôli čiastočnému uspokojeniu potreby teplej úžitkovej vody sa podľa projektu vybuduje doplnkový systém slnečných kolektorov na prípravu TUV.

Tabuľka 8.5

| PROJEKTOVÁ ČASŤ | Nákladová položka | Náklady (brutto alebo netto) (Ft) |
|--|-----------------------|-----------------------------------|
| Nákladové položky súvisiace s využitím obnoviteľných energetických zdrojov | Slnečný kolektor | 7 300 000 Ft |
| | Ostatné služby | 727 320 Ft |
| Obnoviteľné spolu | | 8 027 320 Ft |
| Pomer obnoviteľných a celkových nákladov projektu (%) | | 25,08% |
| Nákladové položky súvisiace s energetickou efektívnosťou | Izolácia fasády | 10 500 000 Ft |
| | Výmena okien a dverí | 7 300 000 Ft |
| | Termostatické ventily | 4 000 000 Ft |
| | Ostatné služby | 2 172 680 Ft |
| Energetická efektívnosť celkovo | | 23 972 680 Ft |
| Pomer energetickej efektívnosti a celkových nákladov projektu (%) | | 74,92% |
| Celkové náklady projektu | | 32 000 000 Ft |

Projekt 8.3: Gymnázium

Tabuľka 8.6 Technické údaje budovy zaradenej do obnovy

| | | |
|--|-------------------------|----------------|
| Názov a účel budovy: | Školská budova GYMNÁZIA | |
| Plánované investície: zateplenie fasády, zateplenie strechy, modernizácia vykurovania, rekuperačné vetranie, kotol na drevnú štiepku | | |
| Celková plocha | 5106,70 | m ² |
| Podpivničená plocha | - | m ² |
| Obvod nepodpivničenej časti | 310 | m |
| Plocha strechy | 1895,5 | m ² |
| Studená plocha | 6874,50 | m ² |
| Netto plocha podlažia | 1702,23 | m ² |
| Objem vykurovaného priestoru | 17452,5 | m ³ |
| Počet podlaží | 3 | ks |
| Hrúbka steny (tehla) | 30 | cm |
| Typ strechy | Plochá strecha | |
| Podkrovie | nie | áno/nie |

Budova bola postavená na začiatku 60-tych rokov a v 80-tych rokoch bola realizovaná prístavba s triedami.

Súčasná stropná konštrukcia je úplne zastaraná. Plochá strecha sa musí dodatočne aj tepelne, aj proti dažďovej vode izolovať.

V roku 2003 na budove začali vymieňať okná a dvere. Výmena sa uskutočnila postupne v menších etapách. V rámci tohto projektu plánujeme vymeniť ešte nevymenené staré, drevené okná a dvere na moderné plastové. Táto investícia by umožnila splniť na 100% súčasné tepelno-technické kritériá. (Koeficient tepelnej priepustnosti $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Fasáda budovy je čiastočne izolovaná, časti obkladané klinkerovými tehliami sú bez izolácie. V tomto projekte sa neráta s dodatočnou izoláciou týchto plôch.

Vyžaduje sa aj modernizácia technického zariadenia budovy. Súčasný zastaraný plynový kotol na stálu teplotu sa majú vymeniť na kotol na drevnú štiepku. Plánujú vyriešiť aj regulovanie vykurovania v každej miestnosti zvlášť, namontovaním termostatických ventilov.

Izolácia strechy: Na plochú strechu sa umiestnia 10 cm hrubé pochôdzne izolačné panely ATN 100 a obnoví sa hydroizolácia proti dažďovej vode.

Plochá strecha takto bude vyhovovať platným technickým normám TNM 7/2006 (V.24.). Po rekonštrukcii bude koeficient tepelnej priepustnosti: $U=0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Výmena vonkajších okien a dverí: Doteraz nevymenené zošúverené staré drevené vonkajšie okná a dvere ($U=4,5 \text{ W/m}^2\text{K}$) budú vymenené na nové moderné plastové okná a dvere s izolačným sklom ($U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Rekuperačné vetranie: Vetranie tried je riešené teraz takým spôsobom, že počas vyučovacích hodín niekoľko okien nechajú otvorené a cez prestávky vetrajú v záujme výmeny čerstvého vzduchu intenzívne. Takýmto riešením nie je možné regulovať množstvo čerstvého vzduchu a neregulovanosť spôsobuje veľké tepelné straty. Vďaka rekuperačnému vetraniu, s ktorým sa v projekte ráta, sa dostane do tried len toľko vzduchu, koľko je potrebné a teplo sa z odsávaného vzduchu použije cez výmenník na predohrev čerstvého vzduchu.

Kotol na drewnú štiepku: Namiesto súčasných plynových kotlov so stálou teplotou sa plánuje montáž kotla na drewnú štiepku s výkonom 300 kW. Čiže namiesto fosílného paliva sa bude využívať biomasa. Vykurovacia sústava bude plne automatická, stály dozor nie je potrebný. Termostatické ventily sa budú montovať na existujúce vykurovacie telesá.

Systém TUV: Potrebný objem teplej úžitkovej vody sa bude pripravovať bojlerom typu Reflex S500 a kondenzačným kotlom typu Vaillant VU 566/4-5-E umiestnených v kotolni. S prihliadnutím na spotrebu TUV 500 litrový objem bojlera bude vyhovujúci.

Tabuľka 8.7

| PROJEKTOVÁ ČASŤ | Nákladová položka | Náklady (brutto alebo netto) (Ft) |
|--|---|-----------------------------------|
| Nákladové položky súvisiace s využitím obnoviteľných energetických zdrojov | Kotol na drewnú štiepku | 51 387 400 |
| | Ostatné služby | 4 936 800 |
| | (projektový menežment, real. plány, technická kontrola, výber dodávateľa) | |
| | | |
| Obnoviteľné spolu | | 56 324 200 |
| Pomer obnoviteľných a celkových nákladov projektu (%) | | 37,40% |
| Nákladové položky súvisiace s energetickou efektívnosťou | Izolácia strechy | 37 070 000 |
| | Výmena okien a dverí | 14 280 000 |
| | Rekuperačné vetranie | 23 059 375 |
| | Termostatické ventily | 11 607 975 |
| | Ostatné služby | 8 263 200 |
| | (projektový menežment, real. plány, technická kontrola, výber dodávateľa) | |
| | | |
| Energetická efektívnosť celkovo | | 94 280 550 |
| Pomer energetickej efektívnosti a celkových nákladov projektu (%) | | 62,60% |
| Celkové náklady projektu | | 150 604 750 Ft |

Projekt 8.4: Materská škola

Tabuľka 8.8 Technické údaje budovy zaradenej do obnovy

| | | |
|---|----------------|----------------|
| Názov a účel budovy: | Materská škola | |
| Plánované investície: zateplenie fasády, výmena okien a dverí, modernizácia vykurovacej sústavy | | |
| Celková plocha | 1010 | m ² |
| Podpivničená plocha | - | m ² |
| Obvod nepodpivničenej časti | 279,2 | m |
| Plocha strechy | 885 | m ² |
| Studená plocha | 2520,6 | m ² |
| Netto plocha podlažia | 885 | m ² |
| Objem vykurovaného priestoru | 2655 | m ³ |
| Štruktúra steny | panel | |
| Typ strechy | plochá strecha | |
| Počet podlaží | 1 | ks |
| Podkrovie | nie | áno/nie |

Budova materskej školy bola postavená priemyselnou technológiou v roku 1979 s hrúbkou stien 30-40 cm, bez tepelnej izolácie.

Celková netto plocha budovy je 855 m². Vykurovanie miestností riešili článkovými oceľovými radiátormi, sústava funguje ako diaľkové vykurovanie.

Tepelná izolácia: Na vonkajšiu fasádu a strechu budovy sa bude montovať zateplovací systém s hrúbkou polystyrénu 10 cm.

Výmena vonkajších okien a dverí: Súčasné vonkajšie okná a dvere sú zošúverené a zastarané s hodnotou $U=4,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, preto je potrebné ich nahradiť novými modernými plastovými oknami ($U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Modernizácia technického zariadenia budovy: Súčasná vykurovacia sústava budovy je zastaraná, reguláciu možno realizovať len diaľkovo a vykurovacie telesá sú tiež nekvalitné. V rámci rekonštrukcie vykurovacej sústavy budú namontované nové vykurovacie telesá a termostatické ventily podľa vypracovaného plánu modernizácie technického zariadenia budovy.

Tabuľka 8.9

| Názov | Jednotka | Množstvo | Náklady | | |
|--|----------------|----------|----------|-----|----------|
| | | | Netto | DPH | Brutto |
| Modernizácia technického zariadenia budovy | | | | | |
| Typ DUNAFERR LUX-UNI-DK; 600 x 400 mm | ks | 25 | | | |
| Typ DUNAFERR LUX-UNI-DK 1349 W; 600 x 1100 mm | ks | 31 | | | |
| Typ DUNAFERR LUX-UNI-DK 1798 W; 600 x 900 mm | ks | 53 | | | |
| Typ DUNAFERR LUX-UNI-DK 2248 W; 900 x 800 mm | ks | 9 | | | |
| Danfoss RA-N radiátorové ventily 1/2" | ks | 118 | | | |
| Danfoss RAE 5054 termostatické hlavice | db | 118 | | | |
| Výmena vonkajších okien a dverí | db | 125 | | | |
| Zateplenie fasády | m ² | 1635 | | | |
| Náklady modernizácie technického zariadenia budovy | | | 40519053 | 25% | 50648816 |

Projekt 8.5: Kultúrny dom a knižnica

Tabuľka 8.10 Technické údaje budovy zaradenej do obnovy

| Názov a účel budovy | KULTÚRNY DOM A KNIŽNICA | |
|---|-------------------------|----------------|
| Plánované investície: zateplenie fasády, modernizácia vykurovacieho systému (fan-coil), tepelné čerpadlo voda-voda, solárny panel na výrobu elektrickej energie | | |
| Celková plocha | 873,3 | m ² |
| Podpivničená plocha | 58,69 | m ² |
| Obvod nepodpivničenej časti | 199,2 | m |
| Plocha strechy | 611,4 | m ² |
| Studená plocha | 2159 | m ² |
| Netto plocha podlažia | 873,3 | m ² |
| Objem vykurovaného priestoru | 2895,4 | m ³ |
| Hrúbka steny (tehla) | 38-51 | cm |
| Typ sterchy | sedlová strecha | |
| Počet podlaží | 2 | ks |
| Podkrovie | áno | áno/nie |

Budova, ktorá sa má z energetického hľadiska modernizovať, bola postavená tradičnou technológiou z tehál. Výstavba prebehla v niekoľkých etapách. Prvá časť vznikla v roku 1966 ako jednopodlažná, čiastočne podpivničená budova. V roku 2002 vznikla dostavba s jedným podlažím a podkrovím. Hrúbka stien je v rozmedzí od 38 do 51 cm. Okná a dvere boli v roku 2010 vymenené na moderné plastové s päťkomorovým profilom a izolačným sklom (4-16-4 mm), s koeficientom tepelnej priepustnosti: $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Tepelná izolácia: Na vonkajšie steny sa bude montovať zatepľovací systém s hrúbkou polystyrénu 10 cm. Vonkajšie steny takto budú zodpovedať podmienkam obsiahnutých v platnej norme TNM 7/2006 (V.24.). Koeficient tepelnej priepustnosti po rekonštrukcii: $U=0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$ a $U=0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Fotovoltaický solárny systém: Na pokrytie súčasnej a podľa predpokladov zvyšujúcej sa spotreby elektrickej energie bude vybudovaný fotovoltaický solárny systém. Podľa výpočtov vyrobená elektrická energia na 99 % pokryje potrebu elektrickej energie. Zariadenie sa skladá z 210 ks polykrystalických vysokoúčinných solárnych modulov s celkovým výkonom 44,1 kW.

Vykurovanie: V budove sa nachádza jedna veľmi zastaraná kotolňa s plynovými kotlami na stálu teplotu. Modernizácia kotolne je nevyhnutná. Projekt počítá s využitím tepelného čerpadla na vykurovanie a TÚV sa naďalej bude pripravovať elektrickými bojlermi. Regulovanie teploty v jednotlivých miestnostiach je vyriešené, na vykurovacie telesá boli namontované termostatické ventily.

Vykurovanie budovy budú riešiť tepelným čerpadlom voda-voda s výkonom 45 kW. Využitie eko-príspevku je možné, lebo spotreba nasávacieho čerpadla, tepelného čerpadla a sekundárne čerpadlo je v rámci povoleného limitu. Nasávacia studňa má predpísanú hĺbku 25 m a dve vsakovacie studne 12 m.

Doplnenie vykurovacej sústavy: Rekonštrukcia umožňuje prevádzkovanie vykurovacej sústavy prúdiacou vykurovacou vodou, ktorá má teplotu 40, max. 45°C. Radiátory vymenené pred niekoľkými rokmi ostanú zachované, ale doplnia sa systémom fan-coil, čiže dve sústavy spolu dokážu vytvoriť potrebný tepelný komfort aj pri nižšej teplote

prúdiacej vykurovacej vody. Teplota sa v miestnostiach môže nastaviť termostatmi (fan-coil) a termostatickými radiátorovými ventilmi.

Tabuľka 8.11

| PROJEKTOVÁ ČASŤ | Nákladová položka | Náklady (brutto alebo netto) (Ft) |
|--|---|-----------------------------------|
| Nákladové položky súvisiace s využitím obnoviteľných energetických zdrojov | Tepelné čerpadlo voda-voda | 14 212 650 Ft |
| | Solárny modul | 36 375 000 Ft |
| | Ostatné služby | |
| | (projektovanie, verejné obstarávanie, projektový menežment, technická kontrola) | 5 379 034 Ft |
| Obnoviteľné spolu | | 55 966 684 Ft |
| Pomer obnoviteľných a celkových nákladov projektu (%) | | 67,96 % |
| Nákladové položky súvisiace s energetickou efektívnosťou | Modernizácia osvetlenia | 4 209 800 Ft |
| | Zateplenie fasády | 14 580 200 Ft |
| | Modernizácia vykurovania (fan coil) | 5 068 750 Ft |
| | Ostatné služby | |
| | (projektovanie, verejné obstarávanie, projektový menežment, technická kontrola) | 2 535 966 Ft |
| Energetická efektívnosť celkovo | | 26 394 716 Ft |
| Pomer energetickej efektívnosti a celkových nákladov projektu (%) | | 32,04 % |
| Celkové náklady projektu | | 82 361 400 Ft |

Projekt 8.6: Obecný úrad a základná škola

Tabuľka 8.12 Technické údaje budovy zaradenej do obnovy

| | | |
|---|--|----------------|
| Názov a účel budovy | OBECNÝ ÚRAD A ZÁKLADNÁ ŠKOLA budovy vykurované zo spoločnej kotolne | |
| Plánované investície: zateplenie fasády, výmena okien a dverí, modernizácia vykurovacieho systému, montovanie kotla na drevnú štiepku | | |
| Celková plocha | 1896,7 | m ² |
| Podpivničená plocha | 137,4 | m ² |
| Obvod nepodpivničenej časti | 163,6 | m |
| Plocha strechy | 1347,1 | m ² |
| Studená plocha | 4092,8 | m ² |
| Netto plocha podlažia | 632,2 | m ² |
| Objem vykurovaného priestoru | 8778,6 | m ³ |
| Hrúbka steny (tehla) | 30-68 | cm |
| Typ strechy | sedlová strecha | |
| Počet podlaží | 1-3 | ks |
| Podkrovie | áno (čiastočne) | áno/nie |

Budova, ktorá sa má z energetického hľadiska modernizovať, bola postavená tradičnou technológiou z tehál. Výstavba prebehla v dvoch etapách. Hlavná budova bola postavená v roku 1901 s prízemím a jedným poschodím, je čiastočne podpivničená. Pôvodne nevyužitú podkrovie sa zabudovalo v roku 2002. Budova počas viac ako sto rokov bola niekoľkokrát prestavaná a rozšírená podľa aktuálnych potrieb. V roku 1994 vznikla prístavba jednopodlažnej telocvične, v ktorej je kvôli veľkému vnútornému priestoru vytvorená galéria. Hrúbka stien je v rozmedzí od 30 do 68 cm. Drevené okná a dvere sú zastarané, potrebujú výmenu. Takmer celá budova má sedlovú strechu, s výnimkou malej spojovacej časti dvoch budov, ktorá má plochú strechu.

Obidve inštitúcie zaradené do projektu sú vykurované zo spoločnej kotolne, ktorá je umiestnená na prízemí školskej budovy. Momentálne sú v prevádzke plynové kotly so stálou teplotou. Kotly sú zastarané, majú veľmi zlú účinnosť.

V projekte sa ráta s kotlom na drevnú štiepku, ktorý bude umiestnený v nevyužitej budove pri telocvični. V budove je možné vytvoriť zásobník na drevnú štiepku. Tu sa umiestňuje aj kľbové miešadlo a dávkovací závitovkový dopravník. Súčasná kotolňa bude fungovať ako tepelná centrála, v sekundárnom okruhu sa zachová rozdeľovač a zberač, vymeniť treba len existujúce čerpadlá na také, s ktorým možno regulovať otáčky. Kotel na drevnú štiepku sa prepojí s rozdeľovačom a zberačom tepelnej centrály cez rúry s priemerom 2".

V jednotlivých miestnostiach bude podľa plánov zabezpečená regulácia vykurovania namontovaním termostatických ventilov a spodných fittingov na vykurovacie telesá. Príprava TÚV bude riešená bojlerom vyhrievaným kondenzačným plynovým kotlom.

Montovanie kotla na drevnú štiepku: Namiesto súčasných plynových kotlov so stálou teplotou sa namontujú kotly na drevnú štiepku s výkonom 220 kW. Fosílné palivo bude nahradené biomasou. Plánovaná vykurovacia sústava je plne automatická, stály dozor nie je potrebný. Kotel na drevnú štiepku bude umiestnený v nevyužitej vedľajšej budove pri telocvični.

Tepelná izolácia: Na vonkajšie steny hlavnej budovy a vedľajšej budovy sa bude montovať zateplovací systém s hrúbkou polystyrénu 10 cm, na sokel 5 cm. Stenová konštrukcia bude takto zodpovedať podmienkam obsiahnutých v platnej norme TNM 7/2006 (V.24.). Koeficient tepelnej priepustnosti po rekonštrukcii: $U=0,21 - 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$ podľa štruktúry steny.

Výmena vonkajších okien a dverí: Súčasné vonkajšie fasádne okná a dvere ($U=3,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U=5 \text{ W/m}^2\text{K}$, kopolitné sklo) budú nahradené novými modernými plastovými oknami a dverami ($U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Modernizácia vykurovacej sústavy: Vykurovacia sústava budov obecného úradu a základnej školy prešli rekonštrukciou v roku 2002. Boli namontované nové panelové radiátory. Vykurovacia sústava telocvične bola odovzdaná v roku 1994. Do roku 1998 kúrili vykurovacím olejom, potom prešli na zemný plyn. V súčasnosti vykurovacia sústava obecného úradu, základnej školy a telocvične je regulovateľná len centrálné, všetky tri budovy sú vykurované kotlami na stálu teplotu. Výmena týchto kotlov je v každom prípade potrebné, lebo sú zastarané, nemoderné. Regulovanie teploty v jednotlivých miestnostiach bude riešené namontovaním termostatických ventilov, čo umožní, aby v danej budove regulovali vykurovanie nezávisle od ostatných. V jednotlivých budovách bude zabezpečené meranie spotrebovaného tepla namontovaním indikátorov.

Príprava TUV kondenzačným plynovým kotlom: Potrebné množstvo teplej úžitkovej vody plánujú pripraviť v bojleri Reflex S500 s výmenníkom pomocou kondenzačného kotla typu Vaillant VU 566/4-5-E s tepelným výkonom 50 kW. S prihliadnutím na súčasnú spotrebu teplej vody 500 litrový zásobník je vyhovujúci.

Tabuľka 8.13

| PROJEKTOVÁ ČASŤ | Nákladová položka | Náklady (brutto alebo netto) (Ft) |
|--|---|-----------------------------------|
| Nákladové položky súvisiace s využitím obnoviteľných energetických zdrojov | Kotlový systém na spaľovanie biomasy | 29.995.000 Ft |
| | Ostatné služby | 2.909.196 Ft |
| | (projektovanie, verejné obstarávanie, projektový menežment, | - |
| | technická kontrola) | - |
| Obnoviteľné spolu | | 32.904.196 Ft |
| Pomer obnoviteľných a celkových nákladov projektu (%) | | 39,42% |
| Nákladové položky súvisiace s energetickou efektívnosťou | Modernizácia vykurovacej sústavy | 8.069.000 Ft |
| | Zateplenie fasády | 21.041.000 Ft |
| | Výmena okien a dverí | 16.998.500 Ft |
| | Ostatné služby | 4.470.804 Ft |
| | (projektovanie, verejné obstarávanie, projektový menežment, | - |
| | technická kontrola) | - |
| Energetická efektívnosť celkovo | | 50.579.304 Ft |
| Pomer energetickej efektívnosti a celkových nákladov projektu (%) | | 60,58% |
| Celkové náklady projektu | | 83.483.500 Ft |

Projekt 8.7: Internát

Tabuľka 8.14 Technické údaje budovy zaradenej do obnovy

| | | |
|--|------------------|----------------|
| Názov a účel budovy | Budova internátu | |
| Plánované investície: montovanie slnečných kolektorov a vybudovanie vykurovacej sústavy na báze plynového absorpčného tepelného čerpadla | | |
| Celková plocha | 8383,4 | m ² |
| Podpivničená plocha | 0 | m ² |
| Obvod nepodpivničenej plochy | 0 | m |
| Plocha strechy | 1397,2 | m ² |
| Studená plocha | 8963 | m ² |
| Netto plocha podlažia | 1397,2 | m ² |
| Objem vykurovaného priestoru | 27242,1 | m ³ |
| Hrúbka steny (tehla) | 30 | cm |
| Typ strechy | plochá strecha | 100% |
| | sedlová strecha | % |
| Počet podlaží | 6 | ks |
| Podkrovie | nie | áno/nie |

Podrobný technický popis projektu

Budova bola projektovaná a postavená v 80-tych rokoch minulého storočia. Konštrukcia stien: tehly 30 cm + izolačná vrstva 7 cm. Technické zariadenie budovy a elektrická inštalácia a zariadenia sú opotrebované a nemoderné, výmena je opodstatnená.

Zabudované kotly: 4 ks KOMFORT-3 kotly s 3V/FG400 horákom, s výkonom jednotlivo po 465kW. Jeden kotol je nefunkčný. Zo zvyšných troch kotlov je možné zabezpečiť vykurovanie budovy aj dvomi kotlami pri vonkajšej teplote -13°C. Na základe týchto faktov možno konštatovať, že vykurovací systém budovy je značne predimenzovaný, čo potvrdzuje aj stavebno-energetické meranie. Kotly sú zastarané, nemoderné, ich regulácia nie je vyriešená, obsluha je manuálna, čerpadlá sú počas vykurovacej sezóny v permanentnej prevádzke, z energetického hľadiska systém nie je úsporný.

Na zabezpečenie prípravy TUV slúžia 3 ks zásobníky s objemom 2500 l. Momentálne jeden zásobník je mimo prevádzky, vyžaduje opravu.

Cieľom projektu je čiastočne zabezpečiť potrebu tepelnej energie pre vykurovanie budovy internátu a pre prípravu teplej úžitkovej vody s komplexným využitím obnoviteľných energetických zdrojov.

Na základe prieskumu v rámci projektu je možné vybudovať vykurovaciu sústavu na báze absorpčného tepelného čerpadla s výkonom 497,9 kW a montovať na plochú strechu slnečné kolektory s plochou 55,75 m².

Systém slnečných kolektorov: na plochej streche budovy sa vybuduje systém slnečných kolektorov s plochou 55,75m². Pomer solárneho podielu potreby TUV bude takmer 13 %.

Vykurovací systém na báze plynového absorpčného tepelného čerpadla vzduch-vzduch: v rámci projektu sa vybuduje sústava na báze plynového absorpčného tepelného čerpadla vzduch-vzduch s celkovým výkonom 497,9 kW, ktorá bude pozostávať z 13 ks jednotiek ROBUR GAHP-A HT s čiastkovým výkonom 38,3 kW. Je plánovaná bivalentná prevádzka, úlohu doplnkového špičkového kotla, ako aj náhradného kotla budú mať dva

existujúce kotly. (Podrobnejšie informácie ohľadne tepelného čerpadla sú uvedené v kapitole 4.3. štúdie).

Tabuľka 8.15

| | Nákladová položka | Náklady (netto Ft) |
|--|---|--------------------|
| Nákladové položky súvisiace s využitím obnoviteľných energetických zdrojov | | |
| | Slnecný kolektor | 16 062 625 Ft |
| | Ostatné služby | |
| | Sústava s tepelným čerpadlom | 74 830 985 Ft |
| Obnoviteľné spolu | | 90 893 610 Ft |
| Pomer obnoviteľných a celkových nákladov projektu (%) | | 100 % |
| Nákladové položky súvisiace s energetickou efektívnosťou | Modernizácia osvetlenia | |
| | Modernizácia vykurovacej sústavy | |
| | Zateplenie fasády | |
| | Výmena okien a dverí | |
| | Ostatné služby | |
| | (projektovanie, verejné obstarávanie, projektový manažment, technická kontrola) | |
| | | |
| Energetická efektívnosť celkovo | | |
| Pomer energetickej efektívnosti a celkových nákladov projektu (%) | | |
| Celkové náklady projektu | | 90 893 610 Ft |

Projekt 8.8: Útulok pre bezdomovcov

Tabuľka 8.16 Technické údaje budovy zaradenej do obnovy

| | | |
|--|-----------------|----------------|
| Budova s charakterom ubytovne: Nočný útulok pre bezdomovcov | | |
| Plánované investície: tepelná izolácia fasády a stropného systému, výmena okien a dverí, vybudovanie rekuperačného vetracieho systému s tepelným čerpadlom | | |
| Celková plocha | 265 | m ² |
| Podpivničená plocha | 0 | m ² |
| Obvod nepodpivničenej plochy | 0 | m |
| Plocha strechy | 330 | |
| Studená plocha | 526,4 | m ² |
| Netto plocha podlažia | 265 | m ² |
| Objem vykurovaného priestoru | 702,3 | m ³ |
| Hrúbka steny (tehla) | 30 | cm |
| Typ strechy | | % |
| | sedlová strecha | 100% |
| Počet podlaží | 1 | ks |
| Podkrovie | áno | áno/nie |

Popis budovy: zaradenie budovy z hľadiska energetickej kvality: G. (blízko priemeru). Špecifická primárna spotreba energie: 336.1 kWh/m²a.

Konštrukcia budovy nie je zastaraná, ale jej úžitkovú hodnotu vo veľkej miere znižuje fakt, že nevyhovuje súčasným normám. Steny boli čiastočne murované z malých plných tehál, v novej časti budovy z Porothem 30, ale fasáda nie je zateplená. Stropný systém je izolovaný len čiastočne, železobetónový strop je izolovaný polystyrénovými doskami s hrúbkou 4 cm, strop starej časti budovy nie je izolovaný.

Okná a dvere starej časti budovy sú zastarané, zošúverené a priepustnosť vzduchu opravou nie je možné ovplyvniť.

Tepelná centrála momentálne funguje na uhlie a drevo, svoju úlohu plní, ale systém možno pokladať za zastaraný.

Najväčším problémom prevádzky budovy je to, že sa kvôli intenzívnemu využitiu prejavuje zvýšené zaťaženie parou a nie je možné to riešiť tradičným spôsobom vetrania. Povrchová kondenzácia pary na tepelných mostoch je taká rozsiahla, že vznikajú hrubé vrstvy plesní. Proti plesniam sa bránia častejším natieraním a protiplesnovými prostriedkami, ale proces je taký agresívny, že tieto postupy by sa mali zopakovať každý mesiac.

Rozšírenie plesní je zdraviu škodlivé a zvlášť nebezpečné je v prípade oslabeného alebo menej odolného imunitného systému!

Plánovaný stav a úspora energií: Pre riešenie úlohy bolo potrebné dimenzovať navrhované materiály a sled vrstiev, ako aj určiť dosiahnuteľnú mieru úspory energií prostredníctvom rekonštrukcie. Plánované úkony boli modelované a výsledky boli optimalizované s prihliadnutím na ceny, údržbu a návratnosť.

Na základe výsledkov je nevyhnutné realizovať tepelnú izoláciu fasády v hrúbke 15 cm a v prípade stropného systému 30 cm (sklená vlna). Výmena okien a dverí na starej časti budovy je tiež nevyhnutná (min. 1,3 W/m²K).

Zvýšenej vlhkosti a vzniku plesní by malo v plnej miere zabrániť automatické vetracie zariadenie. Keďže toto zariadenie by malo fungovať na princípe rekuperácie, z energetického hľadiska by to mohlo znamenať značnú úsporu (až 90% účinnosť rekuperácie tepla).

Rekuperátor je vybavený aj s tepelným čerpadlom, preto možno počítať s ďalšou úsporou, lebo vstupujúci čerstvý vzduch možno s použitím minimálnej energie ohrievať aj chladiť. Výsledkom pomocného vykurovania vzduchom je, že sa prevádzková doba primárnej vykurovacej sústavy skráti cca. o 30%.

Starý kotol na pevné palivo (uhlie a drevo) sa neskôr nahradí moderným plynovým kotlom, čo tiež bude znamenať úsporu energie.

Po dokončení programu energetickej obnovy sa špecifická primárna spotreba energie budovy zníži na viac ako polovicu!

Po dokončení investície bude energetické zaradenie predmetnej budovy: B (lepšie od požiadavky). Špecifická primárna spotreba energie: 151,1 kWh/a.

Tabuľka 8.17

| Rekonštrukcia nočného útulku pre bezdomovcov | | | Cenová ponuka | | | |
|---|-------------------|---------|----------------|------------|----------------|------------|
| Opis položky | Množstvo jednotka | Položka | Na jednotku | | Spolu | |
| | | | Cena materiálu | Cena práce | Cena materiálu | Cena práce |
| GRAYMIX fasádny izolačný systém 15 cm | m2 | 290 | 3 250 | 1 870 | 942 500 | 542 300 |
| GRAYMIX soklový izolačný systém 10 cm | m2 | 35 | 4 620 | 1 350 | 161 700 | 47 250 |
| Izolácia stropnej konštrukcie 30 cm hr. sklená vlna | m2 | 330 | 1 900 | 700 | 627 000 | 231 000 |
| Parapet (plastový) | fm | 24 | 2 400 | 800 | 57 600 | 19 200 |
| Plastové okná a dvere (podľa cenovej ponuky) | položka | 1 | 703 700 | 112 000 | 703 700 | 112 000 |
| NILAN VPL 28 EC rekuperátor, chladenie-vykurovanie | ks | 1 | 2 674 000 | 150 000 | 2 674 000 | 90 000 |
| Armatúry vzduchotechniky | položka | 1 | 1 230 000 | 430 000 | 1 230 000 | 430 000 |
| SPOLU (netto): | | | | | 6 396 500 | 1 471 750 |
| Spolu netto: | | | | | | |
| 25% DPH: | | | | | 1 599 125 | 367 938 |
| Na zaplatenie: | | | | | 7 995 625 | 1 839 688 |
| | | | | | 9 835 313 | |

Projekt 8.9: Materská škola

Tabuľka 8.18 Technické údaje budovy zaradenej do obnovy

| | | |
|--|------------------------|----------------|
| Názov a účel budovy: | Budova materskej školy | |
| Plánované investície: tepelná izolácia fasády a stropného systému, výmena okien a dverí, rekonštrukcia vykurovacej sústavy, vybudovanie rekuperačného vetracieho systému s tepelným čerpadlom, montovanie slnečných kolektorov a solárnych panelov | | |
| Celková plocha | 527,51 | m ² |
| Podpivničená plocha | 26,02 | m ² |
| Obvod nepodpivničenej časti | 21,78 | m |
| Plocha strechy | 527,51 | m ² |
| Studená plocha | 1178,8 | m ² |
| Netto plocha podlažia | 443,4 | m ² |
| Objem vykurovaného priestoru | 1456,5 | m ³ |
| Počet podlaží | 1 | ks |
| Podkrovie | nie | áno/nie |

Definovanie východzej situácie: Budova materskej školy bola postavená v 1880-tych rokoch, naposledy prešla kompletnou rekonštrukciou v roku 1967, v roku 2009 bola obnovená strecha a triedy, vymenili sa osvetľovacie telesá a radiátory. Energetickou obnovou odvtedy neprešla, okná a dvere sú v zastaranom technickom stave. Modernizácia je tým viac aktuálnejšia, že vonkajšie steny, ani strešná konštrukcia nie sú vhodne zateplené a nezodpovedajú platným tepelno-technickým požiadavkám. Budova je jednopodlažná, pozostáva z dvoch samostatných častí, z ktorých je každá čiastočne podpivničená. Okrem miestností slúžiacich na účely materskej školy, sú v nej aj ďalšie miestnosti slúžiacie pre potreby pedagogických pracovníkov ako kancelárie, ďalej pre kuchynské účely. Energetická analýza budovy svedčí o tom, že energetické zaradenie je nevýhodné a ani ostatné energetické ukazovatele (koeficienty tepelnej priepustnosti, koeficient špecifickej tepelnej straty, komplexná energetická charakteristika) nie sú vyhovujúce. Energetická modernizácia budovy zníži spotrebu energie a podstatne sa zlepšia tepelno-technické parametre.

Hlavným cieľom projektu je tepelno-technická a energetická modernizácia budovy materskej školy a montáž obnoviteľného energetického zdroja. V rámci projektu bude realizovaná výmena všetkých vonkajších okien a dverí, dodatočné zateplenie celej budovy, modernizácia vykurovacej sústavy so zlepšením jej regulovateľnosti, montáž rekuperačného vetrania, príprava teplej úžitkovej vody pomocou slnečných kolektorov, nízkoenergetická modernizácia osvetlenia tried podľa noriem a montáž solárnych panelov na výrobu elektrickej energie.

V súvislosti s projektom možno konštatovať, že koeficienty tepelnej priepustnosti jednotlivých konštrukcií budovy, s výnimkou podlahy, nevyhoveli norme, ale po realizácii projektu budú s ňou v zhode na 100%.

Rozloženie rozpočtu medzi časťami projektu:

| | |
|-------------------|--------|
| Energetika budovy | 69,5 % |
| Obnoviteľné | 30,5 % |
| Spolu | 100 % |

Investičné náklady podľa častí projektu

Tabuľka 8.19

| ČASŤ PROJEKTU | Nákladová položka | Náklady (brutto alebo netto) (Ft) |
|--|--|-----------------------------------|
| Nákladové položky súvisiace s využitím obnoviteľných energetických zdrojov | Slnečné kolektory na prípravu TÚV | 6 240 000 |
| | Výroba elektrickej energie solárnymi panelmi | 11 822 625 |
| | Ostatné služby | 3 166 281 |
| | | |
| | | |
| | | |
| Obnoviteľné spolu | | 21 228 906 |
| Pomer obnoviteľných a celkových nákladov projektu (%) | | 30,5 |
| Nákladové položky súvisiace s energetickou efektívnosťou | Zateplenie fasády | 10 147 075 |
| | Zateplenie podkrovia | 4 657 875 |
| | Výmena vonkajších okien a dverí | 9 691 087,5 |
| | Regulácia vykurovania a nový plynový kotol | 3 660 025 |
| | Rekuperačné vetranie | 11 691 512,5 |
| | Modernizácia osvetlenia | 1 284 750 |
| | Ostatné služby | 7 214 969 |
| Energetická efektívnosť celkovo | | 48 347 294 |
| Pomer energetickej efektívnosti a celkových nákladov projektu (%) | | 69,5 |
| Celkové náklady projektu | | 69 576 200 Ft |

Projekt 8.10: Základná škola

Tabuľka 8.20 Technické údaje budovy zaradenej do obnovy

| Názov a účel budovy: | Budova základnej školy | |
|--|------------------------|----------------|
| Plánované investície: tepelná izolácia fasády a stropného systému, výmena okien a dverí, rekonštrukcia vykurovacej sústavy, vybudovanie rekuperačného vetracieho systému s tepelným čerpadlom, montovanie slnečných kolektorov a solárnych panelov | | |
| Celková plocha | 5679 | m ² |
| Podpivničená plocha | 0 | m ² |
| Obvod nepodpivničenej plochy | 306 | m |
| Plocha strechy | 3354 | m ² |
| Studená plocha | 8986 | m ² |
| Netto plocha podlažia | 5679 | m ² |
| Objem vykurovaného priestoru | 19486 | m ³ |
| Počet podlaží | 3 | ks |
| Podkrovie | nie | áno/nie |

Definovanie východzej situácie: Budova základnej školy bola postavená v roku 1975, použité stavebné materiály sú zastarané, v zlom technickom stave. Modernizácia je tým viac aktuálnejšia, že vonkajšie steny, ani strešná konštrukcia nie sú vhodne zateplené a nezodpovedajú platným tepelno-technickým požiadavkám. Fasáda budovy a plochá strecha by vyžadovali rekonštrukciu aj v prípade, že by sa nevenovala pozornosť energetickým aspektom. Na budove, okrem nutných udržiavacích prác, nebola doteraz realizovaná žiadna rekonštrukcia.

Budova je viacúčelová, prevažne školského charakteru, ale zahrňuje v sebe aj plaváreň, telocvičňu a jedáleň s kuchyňou. Energetická analýza budovy svedčí o tom, že energetické zaradenie je nevýhodné a ani ostatné energetické ukazovatele (koeficienty tepelnej priepustnosti, koeficient špecifickej tepelnej straty, komplexná energetická charakteristika) sú nevyhovujúce. Energetická modernizácia budovy zníži spotrebu energie a podstatne sa zlepšia tepelno-technické parametre.

Hlavným cieľom projektu je tepelno-technická a energetická modernizácia budovy materskej školy a montovanie obnoviteľného energetického zdroja. V rámci projektu bude realizovaná výmena všetkých vonkajších okien a dverí, dodatočne zateplenie celej budovy, modernizácia vykurovacej sústavy so zlepšením jej regulovateľnosti, montáž rekuperačného vetrania v časti využitej na vyučovacie účely a plavárne spolu s oblužnými priestormi, príprava teplej úžitkovej vody pomocou slnečných kolektorov, nízkoenergetická modernizácia osvetlenia tried podľa noriem a montáž solárnych panelov na výrobu elektrickej energie.

V súvislosti s projektom možno konštatovať, že koeficienty tepelnej priepustnosti jednotlivých konštrukcií budovy, s výnimkou podlahy, nevyhoveli norme, ale po realizácii projektu budú s ňou v zhode na 100%.

Rozloženie rozpočtu medzi časťami projektu:

| | Ft | |
|-------------------|-------------|---------|
| Energetika budovy | 186 739 238 | 74,76 % |
| Obnoviteľné | 63 034 250 | 25,24 % |
| Spolu | 249 773 488 | 100 % |

Tabuľka 8.21 **Investičné náklady podľa častí projektu**

| ČASŤ PROJEKTU | Nákladová položka | Náklady (brutto alebo netto) (Ft) |
|--|--|-----------------------------------|
| Nákladové položky súvisiace s využitím obnoviteľných energetických zdrojov | Slnečné kolektory na prípravu TÚV | 15 652 500 |
| | Výroba elektrickej energie solárnymi panelmi | 45 444 250 |
| | Ostatné služby | 1 937 500 |
| | | |
| | | |
| | | |
| Obnoviteľné spolu | | 63 034 250 |
| Pomer obnoviteľných a celkových nákladov projektu (%) | | 25,2 |
| Nákladové položky súvisiace s energetickou efektívnosťou | Zateplenie fasády | 28 267 175 |
| | Izolácia plochej strechy | 54 815 162,5 |
| | Výmena vonkajších okien a dverí | 39 214 400 |
| | Regulácia vykurovania | 6 866 250 |
| | Rekuperačné vetranie | 42 440 000 |
| | Modernizácia osvetlenia | 9 323 750 |
| | Ostatné služby | 5 812 500 |
| Energetická efektívnosť celkovo | | 186 739 238 |
| Pomer energetickej efektívnosti a celkových nákladov projektu (%) | | 74,8 |
| Celkové náklady projektu | | 249 773 488 Ft |

Projekt 8.11: Administratívna budova

Tabuľka 8.22 Technické údaje budovy zaradenej do obnovy

| Názov a účel budovy: | Administratívna budova | |
|--|------------------------|----------------|
| Plánované investície: tepelná izolácia fasády a stropného systému, výmena okien a dverí, rekonštrukcia vykurovacej sústavy | | |
| Celková plocha | 1827 | m ² |
| Podpivničená plocha | 955 | m ² |
| Obvod nepodpivničenej plochy | 0 | m |
| Plocha strechy | 995 | m ² |
| Studená plocha | 3017,5 | m ² |
| Netto plocha podlažia | 1653 | m ² |
| Objem vykurovaného priestoru | 5745,2 | m ³ |
| Počet podlaží | 2 | ks |
| Podkrovie | nie | áno/nie |

V budove sú vytvorené kancelárie a je v nej okrem toho jedna malá a jedna veľká zasadacia miestnosť. V priemere 70% kancelárií je v prenájme. Budova bola postavená v roku 1984 a od výstavby na nej neprebehla žiadna rekonštrukcia. V čase výstavby ešte moderná administratívna budova v súčasnosti vyžaduje komplexnú rekonštrukciu. V budove sa nachádza aj vrátnica, ktorá popri vybavovaní vstupu návštevníkov slúži aj na ochranu budovy. Nehnutelnosť má dve podlažia a nesie na sebe architektonické znaky doby výstavby. Celé spodné podlažie je podpivničené.

Cieľom projektu je energetická modernizácia administratívnej budovy. Celá budova tvorí jednu vykurovaciu jednotku, je vykurovaná diaľkovo. Administratívna budova už nevyhovuje dnešným tepelno-technickým požiadavkám, preto vyžaduje komplexnú rekonštrukciu. Tento projekt je zameraný na tepelnú izoláciu pivničného stropu, plochej strechy nad poschodím a fasádnych stien, ďalej na modernizáciu vykurovacej sústavy.

Výmena vonkajších okien a dverí: Existujúce drevené okná netesnia, majú zlú tepelnú izoláciu, spôsobujú značnú tepelnú stratu. Okrem toho vyžadujú neustálu údržbu, lebo vonkajší náter a kovanie majú zastarané. Náklady na údržbu vychádzajú ročne na značnú sumu. Počíta sa so zabudovaním vzduchotesných, dobre izolovaných okien, zodpovedajúcich minimálne podmienkam obsiahnutých v norme TNM 7/2006 (V.24.).

Modernizácia vykurovacej sústavy: Vykurovanie je zabezpečené zo vzdialenej tepelnej centrály, umiestnenej v suteréne. Vykurovacie telesá tvoria článkové liatinové a ocelové panelové radiátory, samotné vykurovanie nie je regulované a charakterizujú ho vysoké vykurovacie a údržbárske náklady. V rámci projektu je naplánovaná prestavba tepelnej centrály tak, aby bolo možné vykurovanie regulovať (zabudovanie vonkajšieho termostatického miešacieho ventilu, čerpadlá s frekvenčným meničom) a namontovanie termostatických ventilov na radiátory.

Zateplenie fasády: Vonkajšie steny budovy sú izolované zle alebo nie sú izolované vôbec, čo spôsobuje veľké tepelné straty. Na izolovaných plochách sa zvýši hrúbka izolačnej vrstvy a neizolované sa zateplia.

a) Zoznam všetkých zariadení, nástrojov a materiálu obstaraných v rámci „komplexného projektu“ spolu netto hodnotou:

Tabuľka 8.23

| MATERIÁL | P.č. | Názov | Množstvo | Investičné náklady |
|----------|--------|--|--------------------|--------------------|
| | 1. | Cena materiálu nových okien, plastová plachta, parapet, spojovací medzičlánok, koncovka | 146 ks | 34 800 228 Ft |
| | 2. | Soklový profil, izolačné dosky, farba, hmoždinky, rohový profil, klampiarske práce lešenie s ochrannou sieťou | 540 m ² | 7 851 900 Ft |
| | 3. | Tepelná izolácia Austrotherm, spodná platňa, ukončovacia platňa, žiaruvzdorná doska, hmoždinky, vrtáky, betónová platňa, výustka, úžlabie, pozinkovaný plech | 995 m ² | 6 229 080 Ft |
| | 4. | Tepelná centrála s vonkajším snímačom teploty, dvojcestný termostatický miešací ventil | 1 ks | 660 000 Ft |
| | 5. | Sekundárne čerpadlo s frekvenčným meničom, spätná klapka, uzáver | 1 ks | 850 000 Ft |
| | 6. | Radiátorový termostatický ventil s hlavickou, rohový radiátorový fitting | 88 ks | 3 080 000 Ft |
| | 7. | Rádiový rozdeľovač vykurovacích nákladov | 88 ks | 616 000 Ft |
| | 8. | Ceny obnovovacích prác | 88 ks | 110 000 Ft |
| | 9. | Vetracie zariadenie do veľkej zasadacej miestnosti - s glykolovými výmenníkmi - so vstupnou filtráciou - s vodným ohrevom (regulačnou jednotkou na vodnej strane) V= 3600 m ³ /h, d _p vonkajší= 300 Pa | 1 ks | 6 349 200 Ft |
| | 10. | Inštalácia ohrevnej vody (rúry, armatúry) | 1 systém | 380 000 Ft |
| | 11. | Vetranie strojovne, potrubie a tvarovky | 50 m ² | 250 000 Ft |
| | 12. | Cena skúšobnej prevádzky | 2 systémy | 66 000 Ft |
| | 13. | Vyhotovenie realizačnej projektovej dokumentácie technického zariadenia | 1 db | 880 000 Ft |
| | SPOLU: | | | 85 000 484 Ft |

b) Zoznam všetkých činností a služieb obstaraných v rámci „komplexného projektu“
rekonštrukcie administratívnej budovy

Tabuľka 8.24

| SZOLGÁLTATÁSOK | P.č. | Názov | Množstvo | Investičné náklady |
|-------------------------------------|------|--|--------------------|--------------------|
| | 1. | Demontáž starých okien, montáž nových okien, sádkartonové práce okolo strešných okien | 146 db | 5 419 725 Ft |
| | 2. | Zateplenie fasád, farbenie, kotvenie, výspravky, rohové lišty, oplechovanie atiky, montáž lešenia | 540 m ² | 7 125 960 Ft |
| | 3. | Ukotvenie izolačných dosiek, búranie starých plôch, polozenie termoizolácie, izolácia strešných okien, klampiarske práce | 995 m ² | 4 354 200 Ft |
| | 4. | Montáž miešacieho ventilu, zapojenie vonkajšieho snímača teploty | 1 systém | 124 000 Ft |
| | 5. | Montáž sekundárneho čerpadla | 1 ks | 88 000 Ft |
| | 6. | Elektroinštalačné práce (regulátor a vstup) | 1 systém | 142 000 Ft |
| | 7. | Montáž radiátorových termostatických ventilov s hlavicou, rohových radiátorových fittingov a rozdeľovača nákladov | 88 ks | 308 000 Ft |
| | 8. | Cena opravných prác | 88 ks | 376 000 Ft |
| | 9. | Montáž vetracieho zariadenia a potrubia | 50 m ² | 350 000 Ft |
| | 10. | Uvedenie vetracieho zariadenia do prevádzky | 1 systém | 250 000 Ft |
| | 11. | Montáž na strane ohrevnej vody | 1 systém | 170 000 Ft |
| | 12. | Skúšobná prevádzka – tlaková skúška, nastavenie (vykurovanie, vetranie) | 2 systémy | 280 000 Ft |
| SPOLU: | | | | 18 987 885 Ft |
| CELKOVÉ NÁKLADY INVESTÍCIE (netto) | | | 86 254 049 Ft | |
| CELKOVÉ NÁKLADY INVESTÍCIE (brutto) | | | 107 817 561 Ft | |

Projekt 8.12: Obecný úrad

Definovanie východzej situácie: Predmetom projektu je čiastočné zabezpečenie potreby tepla pre vykurovacie účely s využitím obnoviteľných energetických zdrojov obecného úradu a k nemu patriacich vedľajších budov.

Popis stavu budovy: Projekt sa zameriava na väčšiu, veľmi členitú budovu, ktorá bola postavená pred viac ako päťdesiatimi rokmi a medzičasom bola rozšírená. Vykurovaná základná plocha je približne 300 m². Budova obnovená nebola. Použité materiály sú zastarané, v zlom technickom stave, hlavne čo sa týka okien a dverí a neizolovaných murovaných stien. Vykurovanie a príprava teplej úžitkovej vody prebieha pomocou plynových kotlov, ktoré sú prevádzkované nízkou účinnosťou a sú v zlom stave. Vykurovacie telesá tvoria oceľové a liatinové článkové radiátory s ručnými ventilmi. Budova je vykurovaná veľmi nákladne a v zime ani nie je možné dosiahnuť v nej jednotný teplotný komfort. Regulovanie vykurovacej sústavy nie je vyriešené, preto sa neprejavuje nízkoenergetický a nízkonákladový aspekt.

Realizáciu projektu nie je možné dlho oddŕaťovať, lebo stále sa zvyšujúce vykurovacie a údržbárske náklady, ktoré zaťažujú samosprávu, sú značne vyššie, ako je reálne v porovnaní s veľkosťou budovy.

V rámci projektu sa uskutoční doplnenie a zmena súčasnej vykurovacej sústavy čiastočnou výmenou plynových kotlov. Podľa plánov 70% potreby tepla na vykurovanie bude vyrobené v kotle na pelety a drevnú štiepku (biomasu). Prestavba vykurovacej sústavy prebehne ponechaním dvoch plynových kotlov zo súčasných štyroch kotlov s výkonom 120kW a uvedením do prevádzky jedného kotla na pelety a drevnú štiepku s výkonom 100kW. Nový kotol bude primárny a plynové kotly by boli prevádzkované v doplňujúcom režime.

Neskôr, v prípade zateplenia budovy a výmeny okien, bude pokrytá celá potreba tepelnej energie na vykurovanie s využitím obnoviteľných energetických zdrojov.

Regulácia vykurovacej sústavy vyrieši problém dosiahnutia jednotnej teploty a teplotného komfortu a vylúči aj plytvanie energií, vyplývajúce z prehnaného kúrenia. Vykurovacia sústava bude obnovená namontovaním termostatických ventilov a výmenou čerpadiel a regulačných ventilov. Vykurovacie okruhy budú optarené regulačnými ventilmi, vhodnými na meranie objemu.

Tabuľka 8.25 Investičné náklady a riešenia

| Obecný úrad, montáž technického zariadenia | | | | | | |
|--|----------|----------|---------------------|-----------------|---------------------------|-----------------------|
| Názov | Množstvo | Jednotka | Cena materiálu (Ft) | Cena práce (Ft) | Cena materiálu spolu (Ft) | Cena práce spolu (Ft) |
| Kotolňa a nové kotly | | | | | | |
| Nový kotol na drevnú štiepku P= 100 kW | 1 | ks | 6807800 | 240000 | 6807800 | 240000 |
| Rekonštrukcia vykurovacej sústavy | 1 | ks | 420000 | 220000 | 420000 | 220000 |
| Dymovod | 1 | ks | 350 000 | 190 000 | 350 000 | 190 000 |
| Primárne čerpadlo | 2 | ks | 170000 | 22000 | 340000 | 44000 |
| Závitovkový dopravník a skladovací priestor | 1 | ks | 1361000 | 480000 | 1361000 | 480000 |
| Elektroinštalácia, nastavenie automatického režimu | 2 | ks | 220000 | 52 000 | 440000 | 104000 |
| Doplňujúce armatúry | 1 | ks | 300000 | 0 | 300000 | 0 |
| Realizačná štúdia – životné prostredie | 1 | ks | | 80000 | | 80 000 |
| SPOLU | | | | | 10018800 | 1358000 |

| | | | | | | |
|------------------------------------|---|----|-------|-------|--------|--------|
| BETÓN A ŽELEZOBETÓN SPOLU | | | | | 63000 | 44 100 |
| ZABUDOVANIE OSTATNÝCH KONŠTRUKCIÍ | | | | | | |
| Elektroinštalácia | 1 | ks | 60000 | 60000 | 60000 | 60000 |
| Montáž špeciálnych oceľových dverí | 1 | ks | 65000 | 15000 | 65000 | 15000 |
| Montáž pancierovej trubky | 1 | ks | 15000 | 4600 | 15000 | 4600 |
| OSTATNÉ KONŠTRUKCIE SPOLU | | | | | 40000 | 79600 |
| SPOLU | | | | | 302000 | 267700 |

| SUMARIZÁCIA | | |
|---------------------------|------------|------------|
| | materiál | cena práce |
| Stavebníctvo | 302 000 | 267700 |
| Strojníctvo | 10 018 800 | 1 358 000 |
| Spolu: | 10 320 800 | 1 625 700 |
| CELKOVÉ NÁKLADY (netto): | | 11 946 500 |
| CELKOVÉ NÁKLADY (brutto): | | 14 933 125 |

Projekt 8.13: Kultúrne centrum

V rámci projektu sa má vybudovať vykurovacía sústava kultúrneho centra (nová vstupná budova historickej pamiatky) s využitím monovalentne zapojeného tepelného čerpadla. Výstavba štvorpodlažnej budovy s priemerom 20 m a vykurovanou plochou 808,3 m² bude realizovaná ako investícia na zelenej lúke. Podľa pôvodných plánov vykurovanie malo byť riešené peletovým kotlom, príprava TÚV elektrickými bojlermi a s technickým chladením sa nerátalo.

Podľa nových plánov sa dvomi tepelnými čerpadlami (vykurovací výkon 96+24 = 120kW) popri vykurovaní vyrieši aj chladenie budovy a príprava TÚV. Tepelným zdrojom bude 20 ks zemných sond, hlboké 100 m. Na 1 kW inštalovaného výkonu pripadá netto 263,831 tisíc Ft/kW a brutto 329,789 tisíc Ft/kW ako špecifická potreba financií.

Tabuľka 8.26

| Názov | Jednotka | Množstvo | Jednotková cena netto | Hodnota netto | Sadzba DPH | DPH | Hodnota brutto |
|---|----------|----------|-----------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
| | | | Ft | Ft | % | Ft | Ft |
| Tepelné čerpadlo Vaporline GB-96-HACDW so zabudovanou elektrickou ochranou a riadením | ks | 1 | 9 011 044 | 9 011 044 | 25 | 2 252 761 | 11 263 805 |
| Tepelné čerpadlo Vaporline GB-24-HACW so zabudovanou elektrickou ochranou a riadením | ks | 1 | 2 663 500 | 2 663 500 | 25 | 665 875 | 3 329 375 |
| Vyrovňavacia nádrž 1500 l itrová | ks | 1 | 569 500 | 569 500 | 25 | 142 375 | 711 875 |
| Nádrž TÚV 500 litrová | ks | 1 | 315 000 | 315 000 | 25 | 78 750 | 393 750 |
| Armatúry, fittingy pre kotolňu | ks | 2 | 540 663 | 1 081 325 | 25 | 270 331 | 1 351 656 |
| Zvislý kolektor | meter | 2 000 | 1 000 | 2 000 000 | 25 | 500 000 | 2 500 000 |
| Horizontálne vedenie | sada | 2 | 658 000 | 1 316 000 | 25 | 329 000 | 1 645 000 |
| Nemrznúca zmes do zvislých zemných sond | liter | 500 | 600 | 300 000 | 25 | 75 000 | 375 000 |
| Obehové čerpadlo CR 15-3 | ks | 1 | 317 400 | 317 400 | 25 | 79 350 | 396 750 |
| Obehové čerpadlo CR 5-3 | ks | 1 | 152 580 | 152 580 | 25 | 38 145 | 190 725 |
| Potrubie, tvarovky, armatúry | ks | 2 | 225 276 | 450 552 | 25 | 112 638 | 563 190 |
| Odvzdušňovač | ks | 2 | 135 500 | 271 000 | 25 | 67 750 | 338 750 |
| Spolu | | | | 18 447 901 | | 4 611 975 | 23 059 876 |
| Zhotovenie, služby | | | | | | | |
| Názov | Jednotka | Množstvo | Jednotková cena netto | Hodnota netto | Sadzba DPH | DPH | Hodnota brutto |
| | | | Ft | Ft | % | Ft | Ft |
| Povolenie k vrtu podľa banského práva | ks | 1 | 200 000 | 200 000 | 25 | 50 000 | 250 000 |
| Plán konfigurácie a kalkulácie | ks | 1 | 933 964 | 933 964 | 25 | 233 491 | 1 167 455 |
| Cesta na miesto určenia | ks | 3 | 25 000 | 75 000 | 25 | 18 750 | 93 750 |
| Vrtanie | meter | 2 000 | 5 000 | 10 000 000 | 25 | 2 500 000 | 12 500 000 |
| Vyhĺbenie stavebnej jamy pre horizontálne vedenie | ks | 1 | 428 000 | 428 000 | 25 | 107 000 | 535 000 |
| Odvoz hlušiny a kalu po vrtaní | ks | 1 | 558 000 | 558 000 | 25 | 139 500 | 697 500 |
| Uvedenie systému s tepelným čerpadlom do prevádzky | hodina | 500 | 1 400 | 700 000 | 25 | 175 000 | 875 000 |
| Naštartovanie systému, regulácia | ks | 1 | 316 864 | 316 864 | 25 | 79 216 | 396 080 |
| Spolu | | | | 13 211 828 | | 3 302 957 | 16 514 785 |
| Sumarizácia | | | | 31 659 729 | | 7 914 932 | 39 574 661 |

Tabuľka 8.27

| Názov organizácie | Zástupca organizácie | Adresa | Telefón | E-mail | Zabezpečenie informácií podľa činnosti | | | | | | Zabezpečenie informácií podľa zdroju energie | | | | | |
|--|----------------------|-----------------------------------|--------------|--|--|--------------------|---------------|------------|---------------|--------------------------------------|--|-----------------|---------------|---------|------------|------------------------------------|
| | | | | | odborná znalosť/poradenstvo | obchod/distribúcia | projektovanie | relaizácia | oprava/údržba | iné | solárna energia | veterná energia | vodná energia | biomasa | teplo zeme | iné |
| ORGANOIC Kft. | Szekeres Péter | 9134 Bodonyhely, Dózsa Gy. U. 64. | 30/993-63-27 | peter.szekeres@inbox.com | X | X | X | X | X | | X | | | | X | tepelné čerpadlo |
| Sztár Technika Kft. | Nagy Lóránt | 9028 Győr, Szent I. 147. | 96/512-090 | info@szarttechnika.hu | | | | X | | | X | | | X | | |
| - | Kuller Antal | 9184 Győr, Ifjúság krt. 78. | 70/779-15-66 | antoan64@freemail.hu | X | | | | | | | X | | | | |
| Altertativ Energia Rendszerek Kft. | Egri József | 9090 Pannonhalma, Tóthehy 92/b. | 20/995-00-13 | info@aerkft.hu | X | X | X | X | X | | X | | | X | | |
| Energiaexpert Energetikai Mérnöki Iroda | Szabó István | 9300 Csorna | 30/956-47-71 | info@energiaexpert.hu | X | | | | | | X | X | X | X | X | X |
| Ferroplan Kft. | Berencsi Ádám | 9021 Győr, Káptalan domb 4. | 96/337-725 | ferroplan@ferroplan.hu | X | | X | X | | | X | X | | | | |
| Kutató fejlesztő energetikus magánvállalkozó | Fekete Attila | 9144 Kóny, Rákóczi út 62. | 20/243-47-32 | megujulo@geo-solar.net | X | | X | | X | X | X | X | X | | X | |
| West Hőszivattyú Kft. | Sulyok Tibor | 9027 Győr, Budai u. 18. | 30/939-22-00 | tibor.sulyok@gmail.com | | X | | X | | | X | | | | | tepelné čerpadlo |
| - | Mazsaroff Miklós | 9030 Győr, Fenyőszér u. 5. | 30/946-23-03 | epuletgepeszet@mazsaroff.hu | X | X | X | X | X | | X | | | X | X | |
| Árpádház Arrabona Kft. | Kiss Árpád | 9024 Győr, Babits M. u. 42. | 20/961-21-02 | kiss.arpad@invitel.hu | X | X | X | X | | | | | | | | tepelné čerpadlo, tepelná izolácia |
| - | Ormos Judit | 9028 Győr, Szabadi u. 13/d. | 30/524-56-79 | ormos.judit@nkft.hu | | | | | | písanie konkurzov, projekt manažment | X | X | | | | |
| Novatio Bt. | Csörgits András | 9026 Győr, Rónay | 70/208-99-95 | andras.csorgits@gmail.com | | | | | | školenie- | X | X | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|--------------|--|---|---|---|---|---|--|--|---|---|---|---|---|---|
| | | J. u. 15. n/6. | | .com | | | | | | | poradenstvo | | | | | | |
| STS Group Zrt. | Gyepes Tamás | 9027 Győr, Juharfa út 24. | 30/946-87-89 | gyepes.tamas@stsgroup.hu | X | X | X | X | X | | | X | X | X | X | X | vodíková bunka |
| Ecomark Kft. | Lángh Sándor | 9026 Győr, Zemplén u. 46. | 96/518-318 | info@ecomark.hu | | X | X | X | | | | X | | | | X | |
| Trend Higiénia Kft. | Vargáné Kiricsi Zsuzsanna | 9028 Győr, Zöld u. 34. | 20/941-61-11 | trend@trend.hu | | X | | | | | | | | X | | | |
| Köpi Kft. | Köppel Viktor | 9400 Sopron, Kisház u. 13. | 20/992-79-80 | koppel.viktor@chello.hu | X | | | X | X | | | X | | | | | |
| Alfanap Kft. | Szálkai Antal | 9200 Mosonmagyaróvár, Hajnalka u. 19. | 20/437-41-31 | alfanap@alfanap.hu | X | X | X | X | X | | | X | | | | | |
| Grandberger Kft. | Neuberger Frigyes | 9241 Jánossomorja, Sport u. 13/a. | 30/247-88-44 | frigyes49@gmail.com | | X | | | | | | X | | | | | |
| Efamko Bt. | Fejes István | 9011 Győr, Gólyarét u. 30. | 20/352-50-32 | info@efamko.hu | X | | | | | | energetika budov, overenie, audit | X | X | | X | X | tepelná izolácia, vetranie |
| Kretzer 2002 Kft. | Molnár Henriett | 9228 Halászi, Kinizsi u. 21. | 96/210-837 | info@kretzer.hu | X | X | | X | X | | | | | | X | | |
| Környezet Műszertechnika Kft. | Pozsgai András | 1116 Budapest, Hunyadi M. u. 32. | 30/343-72-02 | pozsgaiandras@kornyezet.eu | X | | | | | | | | | | | | |
| "Dream Network" Bt. | Rábl Zoltán | 9026 Győr, Hédervári u. 50. | 96/898-013 | rabl@t-online.hu | X | | | | | | | | X | | | X | vetranie tehlových a panelových budov |
| Natural Warm Kft. | Csiba Mátyás | 9223 Bezenye, Ady E. u. 10. | 30/396-51-72 | info@naturalwarm.hu | X | X | X | X | X | | | X | | | X | X | |
| Emergia Plusz Ház Kft. | Pintér Attila | 9200 Mosonmagyaróvár, Bástya u. 37. | 96/566-082 | info@energia-pluszhaz.hu | | | | X | | | | X | | | | X | |
| Fűtésenergia Kft. | Schopf Márton | 9200 Mosonmagyaróvár, Bástya u. 37. | 96/566-082 | info@futesenergia.hu | X | X | X | X | | | pasívne a nízkoenergetické domy - strojárstvo | X | | | X | X | spätné získanie tepla, vetranie |
| Konsys Kft. | Kovács Norbert | 9021 Győr, Benczúr u. 5. | 96/311-255 | kovacs.norbert@konsys.hu | | X | | X | | | rozdvíjanie softvéru | | | | | | rozdvíjanie systémov energetického manažmentu |
| Nilan Légtechnika Kft. | Pintér Attila | 9200 Mosonmagyaróvár, Bástya u. 37. | 96/203-339 | info@nilan.hu | X | X | | | | | záručný servis | | | | | X | technológia tepelného čerpadla, vzduchová technika na aktívne a pasívne spätné získanie tepla, vetranie |
| SM Építész Kft. | Schopf Márton | 9200 Mosonmagyaróvár, Bástya u. 37. | 96/206-724 | info@smepitesz.hu | X | | X | | | | pasívne domy a nízkoenergetické budovy, pamiatkové budovy-stavebníctvo | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|--|--------------|--|---|---|---|---|---|--|---------------------------------------|---|---|---|---|---|--|--|
| Soleco Kft. | Végh Katalin | 9200 Mosonmagyaróvár, Szent I. u. 101. | 96/821-211 | info@soleco.hu | X | X | X | | | | | | X | | | | | technológia tepelného čerpadla, komerčné a priemyselné chladenie |
| Verarbeiten Pausits Kft. | Pausits Imre | 9228 Halász, Püski u. 1. | 96/210-191 | info@pausits.hu | | | | X | | | | | X | X | X | X | | |
| Colstok Épületgépészeti Kkt | Németh Szabó László | 9400 Sopron, Frankenburg u. 4. | 70/635-77-60 | colstok@t-online.hu | X | X | X | X | X | | osvedčenia, audit, technické riadenie | X | | | X | X | | |
| Energia Mentők Kft. | Rum Ferenc Tamás | 9012 Győr, Új Élet út 23/F. | 20/324-35-82 | info@energiamentok.hu | X | X | X | X | X | | | X | | | | | | |
| Megújuló Energia Mentők | Kristóf Ferenc | 9300 Csorna, Kisházasi dűő 2/a. | 30/226-62-83 | solarferi@gmail.com | X | X | | X | X | | | X | X | | | X | | |
| Marosvölgyi szakértő/szaktanácsadó e.v. | Dr. Marosvölgyi Béla | 9495 Kópháza, Temető út 56. | 20/311-62-31 | mbmt@asys.hu | X | | X | | | | | | | | X | | | |
| Nyugat-magyarországi Egyetem Kooperációs Kutatási Központ Nonprofit Kft. | Varga Gábor | 9400 Sopron, Bajcsy-Zs. U. 4. | 99/518-688 | varga.gabor@kkk.nyme.hu | X | | X | | | | | | | | X | | | |
| Széchenyi István Egyetem MTK Környezetmérnöki Tanszék | Dr. Tóth Péter | 9026 Győr, Egyetem tér 1. | 96/613-532 | tothp@sze.hu | X | | | | | | | X | X | X | X | X | | zemný plyn |

Felhasználhatósági tanulmány a megújulóenergia források eszköz- és technológia felhasználásáról középületek energiaszükségleteinek biztosítására



GREEN FUTURE

A legutóbbi idők világpolitikai eseményeinek közvetlen energiagazdasági hatásai minden eddiginél kényszerítőbb szükségsszerűséggé teszik az Európai Unió – és ezen belül hazánk – energiapolitikájának újraértelmezését. A tanulmány a gyakorlatban hasznosítható ismeretanyagot és példa gyűjteményt mutat be, amely jelentős segítséget nyújt azoknak, akik gazdasági, környezetvédelmi szempontok alapján csökkenteni kívánják az energia felhasználás költségeit.



<http://www.greenfuture-husk.eu/>

E kiadvány az alábbi projekt támogatására hivatott:

A projektet megvalósító szervezetek:

Magyarország-Szlovákia Határon Átnyúló Együttműködési
Program 2007-2013

Pályázat címe: **Green Future**
Pályázat reg. sz.: **HUSK0901/2.1.2/0232**

A projekt célja középületek megújuló energia felhasználási lehetőségének felmérése, az épülettípusok, beruházási célok tipizálása és beruházási alapmodellek kidolgozása volt. Az épületek fogyasztása ugyanis eredményesen csökkenthető megújuló energiaforrásokkal, a napsugárzásból, a földhőből, a szélből, a vízből, a biomasszából kinyert energiával. Az elkészült tanulmányok a középületek körében elvégzett felmérés eredményeit elemzik, illetve a gyakorlatban hasznosítható leírásokat és példagyűjteményt mutatnak be, ami jelentős segítséget nyújt azoknak, akik gazdasági, környezetvédelmi szempontok alapján csökkenteni kívánják az energia költségeiket, illetve ilyen jellegű tervezett beruházásaikkal kapcsolatos döntéseket kívánnak megalapozni, előkészíteni. Hasznosíthatják például önkormányzatok vagy középületek fenntartó más szervezetek, amelyek tervezik, hogy intézményeikben megújuló energiát használnak fel és ehhez pályázati támogatást igényelnek.



Regionálna rozvojová agentúra Južný Región
Svätého Štefana 79, 943 01 Štúrovo, Slovensko
Tel./fax: +421 36 752 3051
web: <http://www.rra-juznyregion.sk>
mail: info@rra-juznyregion.sk



KISALFÖLDI VÁLLALKOZÁSFEJLESZTÉSI ALAPÍTVÁNY

Kisalföldi Vállalkozásfejlesztési Alapítvány
9022 Győr, Czuczor G. u. 30.
Tel: + 36 96 512 530
fax: + 36 96 512 534
web: <http://www.kva.hu>
mail: info@kva.hu



Komárom-Esztergom megyei Regionális Vállalkozásfejlesztési Alapítvány
2800 Tatabánya, Fő tér 4.
Tel./fax: +36 34 311 622
web: <http://www.kem-hvk.hu>
mail: info@kem-hvk.hu

A projekt Magyarország-Szlovákia Határon Átnyúló Együttműködési Program keretében az Európai Regionális Fejlesztési Alap támogatásával valósul meg. (A programról részletes információ a www.husk-cbc.eu)

Jelen kiadvány tartalma nem feltétlenül tükrözi az Európai Unió hivatalos álláspontját!

Ezen szakanyag készítése során a Szerzők és a Kiadó a legnagyobb gondossággal jártak el. Ennek ellenére hibák előfordulása nem kizárható. Ezek esetleges következményeiért sem a Kiadó, sem a Szerzők felelősséget nem vállalnak. A Szerzők és a Kiadó semmilyen felelősséget nem vállalnak a kiadványban közölt adatok, információ felhasználásából eredő, illetve egyéb közvetett, vagy közvetlen kárért (ideértve, de nem kizárva az üzleti haszon elmaradását, üzleti tevékenység félbeszakadását, üzleti információk elvesztését, vagy egyéb anyagi veszteségekből fakadó károkat), amely ezen használatából használatából vagy nem használhatóságából ered, még abban az esetben sem, ha a Szerzőket és/vagy a Kiadót tájékoztatták az ilyen károk bekövetkezésének lehetőségéről. A Szerzők és a Kiadó semmilyen felelősséget nem vállal ezen szakanyag használata segítségével szerzett információ, számított adat hitelességéért, - ezen adatok ismeretterjesztő, népszerűsítő célokat szolgálnak, illetve semmilyen felelősséget nem vállal ezen információ, számított adat felhasználhatóságával kapcsolatban. A könyvben előforduló cég és termékmegnevezések, legyenek akár bejegyzett védjegyek vagy sem, kizárólag az egyértelmű hivatkozás, vagy magyarázat céljából kerültek feltüntetésre. A Szerzőknek és a Kiadónak nem állt szándékában azok kisajátítása, illetve jogtalan felhasználása. Szándékuk szerint, ilyen esetekben a jogos tulajdonos érdekének szem előtt tartásával jártak el. E tananyag bármely lapjának szövege kizárólag a jogtulajdonos engedélyével használható fel.



Magyarország-Szlovákia
Határon Átnyúló Együttműködési
Program 2007-2013

Európai Unió
Európai Regionális Fejlesztési Alap



„Partnerséget építünk...”

| | |
|---|-----------|
| 1. Előzmények és célkitűzések | 7 |
| 2. Épületek energetikai felújítása..... | 11 |
| 2.1. Előzmények, célkitűzések | 11 |
| 2.2. A hőátbocsátási tényezőre vonatkozó követelmény..... | 12 |
| 2.2.1. Jelenlegi követelményszint | 12 |
| 2.2.2. A várható 2019 évi követelményszint..... | 13 |
| 2.2.3. Általános értékelés | 13 |
| 2.2.4. Követelmény-értékek összehasonlítása egyes országokban | 15 |
| 2.2.5. Követelményszintek változásának gazdasági vonatkozásai..... | 15 |
| 2.3. A fajlagos hőveszteségtényezőre vonatkozó követelmények | 17 |
| 2.4. Az összesített energetikai jellemzőre vonatkozó követelmények | 19 |
| 2.4.1. Lakó- és szállásjellegű épületek | 19 |
| 2.4.2. Irodaépületek | 20 |
| 2.4.3. Oktatási épületek | 21 |
| 2.4. Egyéb funkciójú épületek..... | 22 |
| 2.5. Tervezési adatok..... | 22 |
| 2.4.5. Épületek energetikai minőség szerinti besorolása (minőségtanúsítvány)..... | 23 |
| 3. Meglévő épületek épületgépészeti rendszerének (fűtés, HMV előállítás és szellőztetés) jelenlegi állapota, értékelésük | 25 |
| 3.1. Az épületek szellőztetésének értékelése..... | 25 |
| 3.2. Az épületek energetikai színvonalának értékelése..... | 25 |
| 3.3. Közműszámlák kiértékelése..... | 25 |
| 3.4. Földgáz üzemű rendszerek értékelése..... | 26 |
| 3.4.1. A meglévő fűtési rendszerek értékelése, korszerűsítési javaslatok..... | 27 |
| 3.4.2. A használati meleg víz (HMV) előállítás értékelése..... | 27 |
| 3.5. A távfűtéses intézmények értékelése, korszerűsítési javaslatok | 29 |
| 3.5.1. Nem önálló hő-központtal rendelkező intézmény..... | 29 |
| 3.5.2. Önálló hő-központtal rendelkező intézmény..... | 30 |
| 4. Hőszivattyúk alkalmazása az épületek fűtési és hűtési hőigény kielégítésére, valamint a HMV előállítására. | 31 |
| 4.1. A hőszivattyús fűtési rendszer kiválasztásának általános kérdései..... | 31 |
| 4.2. OSCHNER Golf Maxi GML W60 típusú villamos meghajtású levegő-víz hőszivattyú..... | 36 |
| 4.3. Robur GHAP-A HT típusú földgáz üzemű abszorpciós levegő-víz hőszivattyú..... | 38 |
| 4.4. Talajhő bázisú víz-víz hőszivattyú, Vaporline GB 96-HACW típus..... | 40 |
| 4.5. Tapasztalatok AERMEC WSA 1602 típusú talajhős víz-víz hőszivattyúval | 44 |
| 4.6. Aktív hővisszanyeréses szellőztetési rendszer levegő-levegő hőszivattyú beépítésével..... | 45 |

| | |
|--|-----------|
| 5. Napenergia hasznosítása az épületek energiaigényének részbeni kielégítésére. | 49 |
| 5.1. Elektromos áram előállítása napelemekkel | 49 |
| 5.2. Használati melegvíz (HMV) előállítás napkollektorokkal | 51 |
| 5.3. Fűtés rásegítés | 54 |
| 6. Biomassza felhasználása az épületek hőigényének a kielégítésére..... | 55 |
| 6.1. Biomassza felhasználásának általános kérdései | 55 |
| 6.2. Biomassza tüzelőanyagok minőségi követelményei, nedvességtartalom | 57 |
| 6.3. Biomasszatüzelésű kazánokkal történő fűtőkorszerűsítés jellemzői | 59 |
| 7. A szélenergia hasznosítási lehetősége a projekttel érintett magyarországi régióban .. | 61 |
| 8. Mintaprojektek energiahatékonysági felújításra és megújuló energiák hasznosítására az önkormányzati épületeknél..... | 71 |
| 8.1. projekt: Szállás jellegű épület | 72 |
| 8.2. projekt: Idősek otthona | 74 |
| 8.3. projekt: Gimnázium..... | 76 |
| 8.4. projekt: Óvoda..... | 78 |
| 8.5. projekt: Művelődési ház és könyvtár | 80 |
| 8.6. projekt: Polgármesteri hivatal és általános iskola | 82 |
| 8.7. projekt: Kollégium | 84 |
| 8.8. projekt: Hajléktalanszálló..... | 86 |
| 8.9. projekt: Óvoda..... | 88 |
| 8.10. projekt: Általános iskola..... | 90 |
| 8.11. projekt: Irodaépület | 92 |
| 8.12. projekt: Polgármesteri hivatal | 95 |
| 8.13. projekt: Kulturális központ..... | 97 |

Előszó

A legutóbbi idők világpolitikai eseményeinek közvetlen energiagazdasági hatásai minden eddiginél kényszerítőbb szükségszerűséggé teszik az Európai Unió – és ezen belül hazánk – energiapolitikájának újraértelmezését. A tanulmány a gyakorlatban hasznosítható ismeretanyagot és példa gyűjteményt mutat be, amely jelentős segítséget nyújt azoknak, akik gazdasági, környezetvédelmi szempontok alapján csökkenteni kívánják az energia felhasználás költségeit.

Természetes nyugalmat áraszt, ha civilizált környezetünk megannyi villamos árammal hajtott, működtetett berendezése egyszerűen csak teszi a dolgát, más szóval és leegyszerűsítve, működik. A világítás, hűtőgépek, klíma berendezések, ipari gépek, elektromos garázkapuk, a különböző elektronikai berendezések, a számítógépek – és még számtalan, nem ritkán észrevétlenül működő eszköz- és szolgáltatás nem nélkülözheti a folyamatos áramellátást. Ha a felsorolt és a még nem említett berendezések az energiaellátása folyamatos, az fel sem tűnik, annyira természetes része a mindennapi életünknek. Ha viszont bármilyen ellátási zavar következik be – és ez nem feltétlenül az ellátás fizikai kimaradása vagy zavara, hanem lehet a megugró beszerzési ár is – az energiaháztartás felborulása sokkolóan bénítja meg a civilizált életkörülményeket, a gazdálkodó szervezetek normális működését. Az energiafelhasználás biztosította az emberiség fejlődését, de egyben magával hozta azokat a hátrányokat is, amelyek a környezet jelentős elszennyeződéséhez vezetett. A meglévő energiák bővelkednek károsító anyagokban és súlyosan terhelik a környezetet

A szénrel üzemelő erőműveket a nagy károsanyag-kibocsátás, a vízenergiát az ökológiai következmények, a nagyon olcsón termelő és a környezetet üzemszerű működés közben nem szennyező nukleáris erőműveket a potenciális veszélyek, a keletkező veszélyes hulladék elhelyezésének nehézségei miatt érik támadások. A jelenleg használatos kőolaj-földgáz bázisú energiaforrások – a behatárolt kitermelési lehetőségek miatt – az elkövetkezendő 20-30 évben nagy mértékben lecsökkennek, ezért ennek arányában használati áruk jelentősen megnő. A fejlesztés által előállított új eszközök és szolgáltatások belépése révén nőtt a gazdaság összes energiaigénye is. Ezt az általános energiaköltség-növekedési tendenciát az sem tudta kompenzálni, hogy az energia felhasználó berendezések folyamatosan korszerűsödtek, hatásfokuk növekedett, fajlagos energiaigényük csökkent. Igen jelentős energia felhasználóként jelent meg az energiapiacra az épületek klimatizálása. Az irodaházak, lakások hűtését jelentős energiafelhasználással megvalósító berendezések mennyisége és fogyasztása az utóbbi években rohamosan nőtt. A fejlődő országok (Kína, India) energiafelhasználási struktúrája is jelentős változásokon ment keresztül. Az egy főre jutó fajlagos energiaigényük a civilizációs szintjük emelkedésével robbanásszerűen növekedett, és a lakosság nagy száma miatt ez a globális energiaigény a gyors energia igény emelkedésében is megjelent.

Ezt a rohamosan növekvő energiamennyiséget hagyományos, forrásokból, már sokáig nem lehet előteremteni. Megoldás a rendelkezésre álló megújuló energiaforrások kiaknázása. Az új energiaforrások használatának lehetősége, a technológiai váltás eredménye, a kutatások és fejlesztések során olyan új berendezéseket dolgoztak ki, melyek képesek felhasználni és pótolni a hagyományostól eltérő energiákat. A megújuló energiaforrások használata nyújt olyan lehetőséget, amely környezetbarát voltával, árcsökkentő hatásával hosszú távon biztosítani tudja, hogy az energiaipar lépést tarthasson a világméretű igénynövekedéssel

A megújuló energiaforrások lényege, hogy valamilyen módon a Földet besugárzó – az emberiség igényeihez képest kimeríthetetlen – napenergia hasznosul bennük, átalakításuk nem, vagy alig okoz környezetszennyezést, és ezáltal végső soron javítják az életfeltételeket. Hazánkban a megújuló energiák jelentősége különösen azóta nőtt meg, amióta felismertük,

hogy az ország mennyire kiszolgáltatott helyzetben van az energiaexportőrökkel szemben, és jelentősen megnőtt az importált energiát felhasználók költsége. Napjainkban egyre inkább előtérbe kerül az energiahatékonyság, a környezettudatos gondolkodás, környezetünk élhetősége. A jövőben igen lényeges szemponttá válik egy épület és az épületben található rendszerek energetikai minősítése, megfelelősége. A középületek technikai állapotának, az energetikai szükségletek helyes felmérésén keresztül jelentős energia megtakarítás érhető el, mely jelentős költségmegtakarítással jár, és hatékonyan hozzájárul a környezet védelméhez. A fűtés korszerűsítése, hő „takarékosabb” épületszerkezetek, épületgépészeti rendszerek és energiaforrások megválasztása kínál számos megtakarítási lehetőséget, ma Magyarországon a teljes energiafelhasználás 40%-a az épületek energiaterheléséből adódik.

A korszerűsítés megtervezése, az adottságokat és lehetőségeket figyelembe vevő gondos elemzés eredménye kell, hogy legyen. Ehhez nyújt segítséget, gyakorlati tanácsokon és példákon keresztül ez a kézikönyvként is felfogható tanulmány, mely eligazodást ad a meglévő energetikai rendszerek gazdaságos átalakításához, a megújuló energia rendszerek felhasználásának figyelembe vételével. A saját energia előállítás és felhasználás lényegesen csökkenti a jelenlegi importfüggőséget és hozzájárul az energiaellátás biztonságának fokozásához, az energia felhasználók gazdaságos működéséhez. Az ország gazdasági erőforrásainak használata újraértékelés alatt van. Tanuljunk meg élni a meglévő lehetőségeink széleskörű felhasználásával.

2011. november

Pozsgai András
villamos mérnök
környezetvédelmi szakértő

1 Előzmények és célkitűzések

A jelen tanulmány a „GREEN FUTURE” Felhasználhatósági tanulmány a megújuló energiaforrások eszköz- és technológia felhasználásról középületek energiaszükségleteinek biztosítására című projekt keretében készült.

A projekt célja középületek megújuló energia felhasználási lehetőségének felmérése, az épülettípusok beruházási célok tipizálása és beruházási alapmodellek kidolgozása. A haszonélvező célcsoportok számára így segítséget lehet nyújtani a tervezett beruházásaikkal kapcsolatos döntéseik előkészítéséhez.

Az önkormányzati tulajdonú épületek energia pazarlása nem tartható már fenn hosszú ideig, mert az egyre költségesebb fenntartás felemésztheti a fontosabb célra szánt bevételeket, sőt az önkormányzati tulajdonú épületeknek és projekteknek példát kell mutatniuk az energiamegtakarítás és a környezeti terhelés csökkentésének eredményeivel. Különösen fontos ez a példamutató szerep egy önkormányzat épületében ahol a lakosság gondolkodásmódjára a takarékoság közvetlenül hatást gyakorol.

Jelen tanulmányt megelőzte az országhatár mindkét oldalán egy felmérő jellegű tanulmány, amelyekben részletesen bemutatásra kerültek az önkormányzatok működési területei, hatáskörei, az egyes országok energiapolitikájának alapidokumentumai, a megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos alapismeretek, valamint az energiahatékonyság növelésére rendelkezésre álló pénzügyi mechanizmusok, pályázati lehetőségek. A tanulmányok kiemelt részét képezte a középületek és azok jellemzőiről készített kérdőíves felmérés, valamint a felmérések kiértékelésével kapott eredmények bemutatása.

A kérdőíves felmérés eredményeképpen az abban résztvevő épületek kategóriákba történő sorolásával egyféle rangsor alakult ki a megújuló energiák felhasználási lehetőségének a potenciálját illetően. A kérdőíves felmérésekkel kapcsolatban a két hiányosságot mindenképpen meg kell említeni:

- A megkérdezett önkormányzatok az önkéntes felmérésnél nem tanúsítottak elvárható aktivitást. A szlovák oldalon valamivel jobb volt a helyzet, 117 megkérdezett önkormányzatból 68 válaszolt, (68%) még a magyar oldalon a megkérdezett 76 település közül csak 16 válaszolt (21%). Ez utóbbiak 37 épületre adták meg az adatokat.
- Az épületek méret (alapterület, térfogat) szerinti kategóriába sorolása nem volt szerencsés. A 490 m², illetve 3000 m³-es határ túl alacsonynak bizonyult. Ugyanis a felmérésben szereplő épületek jelentős része, rendeltetéstől függően akár 50-75%-a is a legnagyobb csoportba tartozott. Így fajlagos energetikai mutatók meghatározásra gyakorlatilag nem nyílt lehetőség. Az abszolút energiafogyasztási, illetve költség adatokból kevés következtetés vonható le, holott a kategóriába sorolásnál jelentős pontszámokkal jelent meg.

A felmérő tanulmányok alapján megállapítható, hogy a két ország között az érintett jogszabályi, energetikai és pénzügyi támogatási területen kisebb nagyobb eltérések vannak. Így pl.:

- Eltérő hatásfokokat vesznek figyelembe mind a gáz- mind a biomassa tüzelő berendezéseknél.
- A megújulókból termelt villamos energia átvételi ára Szlovákiában differenciált és többségében magasabb, mint a magyarországi egységes átvételi ár.
- Eltérő beruházási költségek, de főképpen az eltérő támogatási intenzitások miatt a megtérülési idők jelentősen eltérhetnek a két országban.
- A talajkollektorok alkalmazási területében eltérőek a vélemények, Magyarországon a több 100 kW hőteljesítmény igényű épületeknél is számolnak velük, nem csak a kisebbeknél, mint ez az ottani felmérő tanulmányban olvasható volt.

- Az épületek energetikai minőségi osztályba sorolásánál is lényeges eltérések mutatkoznak a két tanulmány alapján.

1.1. táblázat: Az épületek főbb jellemzői a három főbb épületcsoportnál a szlovákiai felmérés alapján

| Épületek jellemzői | | Községi, város hivatal | Művelődési központok | Iskolák |
|------------------------------------|--------------------|------------------------|----------------------|---------|
| Nincs szigetelve, % | tető | 79 | 88 | 73 |
| | falak | 86 | 86,3 | 56 |
| Nyílászáró, % | eredeti | 64,5 | 58 | 44,7 |
| | szigetelt üvegezés | 60,3 | 63 | 53,8 |
| HMV előállítása fűtéssel együtt, % | | 22,7 | 22,7 | 42,9 |
| Fűtés, % | központi | 87,3 | 65 | 97,4 |
| | földgáz üzemű | 92,2 | 88 | 100 |

A szlovákiai felmérő tanulmányból levonható következtetések a következők (2.1. táblázat):

- A három fő épületcsoportnál a tető és a falak nagy %-ban nincsenek szigetelve (56-88%).
- Szigetelt üvegezésű nyílászárókkal az épületek 54-63%-a van ellátva.
- A HMV előállítás döntően helyileg, nem központi kazánról történik (77%), ez alól az iskolák kivételek, ott kereken 43%-nál a központi hőellátó rendszerrel termelik meg.
- Központi, földgázüzemű fűtés van az épületek nagy többségénél, az iskoláknál ez közel 100%, a művelődési központoknál kis mértékben alacsonyabb (65, ill. 88%).

A magyarországi felmérésénél részben hasonló megállapítások tehetők:

- A 37 épület közel 22%-a van homlokzati szigeteléssel ellátva.
- Szigetelt dupla üvegezésű nyílászáró található 56,7%-ban.
- A HMV készítés fele-fele arányban helyi, illetve központi hőellátó rendszerrel történik.
- Az épületek 75,6%-ban van földgáz üzemű központi fűtés, 24,4%-ban pedig távhőellátás történik.

A fentiekben bemutatott előzmények alapján általánosságban megfogalmazható, hogy a projekttel érintett mindkét ország vizsgált régiójában sok tennivaló van mind az épületek energetikai korszerűsítése, mind a megújuló energia felhasználás nagyobb léptékű felhasználása területén. A magyar oldalon bizonyos elmozdulás tapasztalható az elmúlt két év kedvező pályázati lehetőségei kapcsán, miszerint a közintézmények 85%-os támogatási intenzitás mellett valósíthatják meg elképzeléseiket ezen a területen. Jelenleg sorba adják át azokat a megvalósult projekteket, amelyek egy évvel korábban részesültek kedvező elbírálásban és jelenleg is több 2011-ben beadott pályázat van elbírálás alatt. Ennek ellenére a két érintett magyarországi megye közintézményeinek többsége is még jelentős fejlesztési feladatok előtt áll.

Jelen tanulmányban azt kívánjuk közérthető módon összefoglalni, hogy az egyes önkormányzatok, közintézmények hogyan kezdhettek el gondolkodni egy energetikai beruházás előkészítésénél, hogy akár egy kisebb költségvetésű előzetes tanulmányt is készíteni kellene. Természetesen ezzel nem helyettesíthető az auditon alapuló részletes megvalósíthatósági tanulmány és tervezés, amely egy nagyobb léptékű beruházásnál jelentős költséggel is járhat. Ezen költség valószínűsíthető hasznáról azonban a testületeket meg kell győzni. A tanulmány ehhez adhat segítséget. A tanulmány és a hozzá kapcsolódó szoftver segítségével a témában kevésbé jártas emberek is gyakorlatilag egy előzetes tanulmányt készíthetnek. Az adott meglévő épületnél az energetikai elemzéseket a fogyasztási adatokból és

az épület méreteiből kiindulva célszerű elvégezni, részletes energetikai számításra ebben a fázisban még nincs szükség, nem biztos, hogy célszerű elvégeztetni.

Ki kell emelni, hogy a helyi körülmények ismerete nélkül teljes pontosságra nem törekedhetünk. Az elérhető pontosság azonban a döntés előkészítés fázisában elégségesnek ítéltető. Részben a fenti országonkénti eltéréseket is figyelembe véve, az interaktív szoftvert úgy állítottuk össze, hogy a legkülönbözőbb körülményeket, igényeket, és pl. a későbbiekben bekövetkező árváltozásokat is kezelni tudja.

A megújuló energiahasznosítási módoknál nem térünk ki az elméleti alapokra, azok a kapcsolódó előtanulmányokban részben megtalálhatók. Mindenekelőtt az adott projektváltozat kiválasztásához szükséges gyakorlati ismeretanyagot, szakmai tanácsokat fogalmazzuk meg adott esetekben géptípusokhoz kötötten, hogy konkrét adatokon alapuló reális eredmények szülessenek a döntés megalapozásához.

A megújuló és megújítható energiaforrások közül a célcsoportnál általánosan alkalmazhatókkal, így a napenergia, szélenergia a szilárd biomassa, valamint a környezeti (levegő és talaj) hő hasznosításával foglalkozunk. Nem térünk ki a biogázra, valamint a geotermikus energia közvetlen hőhasznosítására, ugyanis az ilyen projektek előkészítése bonyolultabb feladat, szakemberek bevonása nélkül nem képzelhető el. (Azonban az engedélyeztetéssel kapcsolatos tudnivalókat itt is ismertetni fogjuk, a magyar változathoz mellékeljük). Az épületek energiaigény-csökkentő felújításánál - amennyiben ez szükségessé válik – a jövőbeni, az évtized végére várható követelmények teljesítését célozzuk meg a szigeteléseket, nyílászáró cseréket és fűtési rendszer korszerűsítését illetően.

A tanulmány fontos részét jelenti a konkrétan megvalósult, vagy megvalósítás előtt álló kész tervvel rendelkező fejlesztési projektek, mint mintapéldák rövid bemutatása. Ezeket úgy válogattuk össze, hogy lehetőség szerint a különböző rendeltetésű, és méretű épületekre is találjanak a projekttel érintettek mintapéldát az épületek felújítására, illetve a megújuló energiahasznosítás vonatkozásában egyaránt.

A kapcsolódó interaktív szoftver összeállításánál, technikai okokból, konkrétan az épületek három fő csoportjával számoltunk, ezek:

- **Lakó- és szállás jellegű épületek**, melyekhez a kollégiumokat, kórházakat, idősek otthonát, stb. soroltuk.

- **Irodaépületek.**

- **Oktatási épületek**, melyekhez az óvoda, általános és középiskola, ill. felsőoktatási intézmények, kollégiumon kívüli épületei tartoznak.

A fentiekől eltérő rendeltetésű épületekre az összesített energetikai jellemző követelményértékét meghatározott épület és épületgépészeti rendszer alapján kell kiszámítani, amelyet az érvénybe lévő TNM rendelet szerint, szakember tud elvégezni. A szoftver természetesen ezeknél az épületeknél is használható, egyedül az energetikai minőségi osztályba sorolás nem végezhető el. (A szoftver szlovák változatánál, igény esetén felhasználható a felmérő tanulmányban közölt táblázat a besoroláshoz).

A bemutatásra kerülő mintaprojektek többségében összetettek, több, 2-6 tevékenységet is tartalmaznak az energiahatékonysági épületkorszerűsítésre és megújuló energiafelhasználásra vonatkozóan. A gyakorlatban ritkán fordul elő, hogy az energetikai korszerűsítést egyetlen beavatkozással lehessen megoldani (pl. az épület szigetelésével együtt a nyílászárók cseréjére és a szekunder oldali fűtőkorszerűsítésre is sor kerül általában, ezt követheti a hőigény valamelyik megújuló energiával történő részbeni, vagy teljes kielégítésére).



2 Épületek energetikai felújítása

2.1. Előzmények, célkitűzések

A hazai épületállomány energiafogyasztásunk több mint 40 %-áért felelős, ennek kétharmadát fűtésre használjuk. Közös érdekünk, hogy a jól szigetelt épületek hatékony épületgépészeti berendezései lényegesen kevesebb energiát használjanak fel. Ezáltal kevesebb lehet az épületek üzemeltetésének költsége, és kevesebb energiát is kell megtermelni. Kevesebb lehet a levegőbe jutó káros anyag, tisztább, egészségesebb lehet a környezetünk.

Az Európai Parlament és Tanács 2002/91/EK irányelve az épületek energiateljesítményéről előírja, hogy az épületek energetikai követelményeit ötévente felül kell vizsgálni. Az Európai Parlament és a Tanács felülvizsgálta és átdolgozta a 2002/91/EK irányelvet, és új irányelvet fogadott el az épületek energiahatékonyságáról. Az Európai Parlament és a Tanács 2010/31/EU irányelve az épületek energiahatékonyságáról, 2010. május 19-én jelent meg a Hivatalos Lapban. A 2010/31/EU irányelv a tagállamoknak előírja, hogy az energetikai követelmények szintjét úgy állapítsák meg, hogy az épület várható élettartamát figyelembe véve a létesítési, a karbantartási költségeket és az üzemeltetés energiaköltségeit figyelembe véve a legtöbb megtakarítás legyen elérhető. A 2010/31/EU irányelv 9. cikk (1) cikke előírja, hogy 2018 december 31-ét követően valamennyi új hatóságok által használt épület közel nulla energiafogyasztású legyen. Emellett 2020. december 31-ét követően valamennyi épületre ez legyen az előírás. E rendelet még nem határozza meg pontosan a közel nulla energiaigényű épület energetikai követelményeit, az elfogadott számítás hiányában, azonban az egyes épületszerkezetekre 2019-től érvényes hőátbocsátási tényező követelményértéke ezt a szintet kívánja meghatározni.

Az Új Széchenyi Terv megállapítja, hogy az épületek energiafogyasztásának mérséklése nemzetstratégiai jelentőségű, ugyanis egyszerre csökkenti hazánk import energiaforrásoktól való függőségét, mérsékli a külkereskedelmi mérleghiányt, javítja a versenyképességet, mérsékli a családok és a közintézmények energiaszámláit, ezáltal tehermentesíti a költségvetést, munkahelyeket teremt, elősegíti a hazai építőipari kkv-szektor megerősítését és hozzájárul a klímavédelem területén vállalt nemzetközi kötelezettségeink teljesítéséhez.

Az Új Széchenyi Terv 2011–2020 közötti időszakra a következő szakpolitikai célértékeket tűzi ki:

- a beruházások átlagos energia-megtakarításának mértéke legyen legalább 60%-os;
- **új építésű épületek esetében** a támogatás célja az előírásoknál energetikailag hatékonyabb építés ösztönzése, melynek célértéke **25 kWh/m²/év**.

A Nemzeti Energiastratégia 2030 prioritásként jeleníti meg a meglévő épületállomány – különös tekintettel a középületek – felújítását. Célul tűzi ki az épületállomány fűtési energiaigényének 30 százalékkal való csökkentését 2030-ra az Európai Unió irányelveivel összhangban lévő épületenergetikai programok segítségével.

Magyarországon az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet van jelenleg még hatályban, melyet ez évben kellett felülvizsgálni. Az öt éves felülvizsgálat megállapította, hogy a szomszédos országok követelményeihez viszonyítva a hazai előírások enyhék, ezért azok szigorítása szükséges.

Ahhoz, hogy az Új Széchenyi Tervben megfogalmazott szakpolitikai célok teljesíthetők legyenek mielőbb meg kell tenni a szükséges lépéseket. Politikai döntés szükséges a kijelölt energiamegtakarítási célértékek elérésének ütemezésére, amelyre két javaslat (A és B változat) került összeállításra. Az **A változatban** megfogalmazott szakmai javaslat és a széleskörű konzultáció alapján a követelményeket 2019-ig három lépésben javasolják szigorítani. 2012. január 1-jétől, csak olyan mértékben amely a jelenleg kapható anyagok és a

szokásos szerkezetek alkalmazásával megoldható, továbbá 2015. január 1-jétől és 2019. január 1-jétől.

A **B változatban** a szigorúbb követelmények szerinti változtatások két lépcsőben, megfelelő felkészülési idő adása mellett, 2015. január 1.-től illetve 2019 január 1.-től kerülnének bevezetésre. Ebben az esetben reálisabbnak gondolják a javaslattevők az innovatív fejlesztéseknek az építőanyagok körében történő elterjedését.

2.2. A hőátbocsátási tényezőre vonatkozó követelmény

2.2.1. Jelenlegi követelményszint

A 2006-os követelményszint (lásd a 2.1. táblázatban) legtöbb értékét az akkori technikai és pénz-ügyi lehetőségeknek megfelelően határozták meg. Kivételt képez a homlokzati falakra előírt követelményérték ($U = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$), amely lényegileg a vázkerámia falazóelemek gyártóinak érdekeit tükrözte. Ennek alapján ugyanis lehetőség volt a kétoldalt normál (mész-cementkötésű) vakolatokkal ellátott, 30 cm nyersvastagságú vázkerámia falazatok alkalmazására, amely sorozatos épületkárosodásokhoz (főként penészkárokhoz) vezetett a falszerkezetbe beépített vasbeton szerkezetek (pillérek, áthidalók, koszorúk) elégtelen hőszigetelése miatt.

2.1. táblázat: Hőátbocsátási tényező követelményértékei (7/2006. (V. 24.) TNM rendelet)

| Épülethatároló szerkezetek | A hőátbocsátási tényező követelményértéke $U \text{ [W/m}^2\text{K]}$ |
|--|---|
| | 2006- |
| Homlokzati fal | 0,45 |
| Lapostető | 0,25 |
| Fűtött tetőteret határoló szerkezetek | 0,25 |
| Padlás és búvótér alatti földem | 0,30 |
| Árkád és áthajtó feletti földem | 0,25 |
| Alsó záróföldem fűtetlen terek felett | 0,50 |
| Üvegezés | |
| Különleges üvegezés | |
| Fa vagy PVC keretszerkezetű homlokzati üvegezett | 1,60 |
| Fém keretszerkezetű homlokzati üvegezett nyílászáró | 2,00 |
| Homlokzati üvegfal, függönyfal | 1,50 |
| Üvegtető | |
| Tetőfelülvilágító, füstelvezető kupola | 2,50 |
| Tetősík ablak | 1,70 |
| Ipari és tűzgátló ajtó és kapu (fűtött tér határolására) | |
| Homlokzati, vagy fűtött és fűtetlen terek közötti ajtó | 1,80 |
| Homlokzati, vagy fűtött és fűtetlen terek közötti kapu | 3,00 |
| Fűtött és fűtetlen terek közötti fal | 0,50 |
| Szomszédos fűtött épületek és épületrészek közötti fal | 1,50 |
| Lábazati fal, talajjal érintkező fal a terepszinttől 1 m | 0,45 |
| Talajon fekvő padló (új épületeknél) | 0,50 |

2.2.2. A várható 2019 évi követelményszint.

A hőátbocsátási tényező vonatkozásában jelentős követelményszint változás következik be 2017, ill. 2019 évre, a fenti irányelveknek megfelelően. A rendelet felülvizsgálata, az új TNM rendelet megalkotási folyamata még nem zárult le. Jelenleg nem tudható, hogy a szigorított értékek bevezetésére kettő, három, vagy esetleg egy lépcsőbe fog sor kerülni, az biztos, hogy a jelzett határidőre a 2019-es értékek a mérvadók. A 2.2. táblázatban a három lépcsős változat javasolt értékei láthatók. **Épületek felújításánál a jövőbeni szigorodó követelmények figyelembe vétele javasolható.**

2.2. táblázat: Hőátbocsátási tényező jövőbeni követelményértékei

| Épülethatároló szerkezetek | | A hőátbocsátási tényező követelményértéke ¹⁾ U [W/m ² K] | | | |
|----------------------------|--|--|------|------|--------------------|
| | | 2006 | 2012 | 2015 | 2019 ²⁾ |
| 1 | Homlokzati fal | 0,45 | 0,30 | 0,24 | 0,20 |
| 2 | Lapostető | 0,25 | 0,20 | 0,17 | 0,14 |
| 4 | Fűtött tetőteret határoló szerkezetek ³⁾ | 0,25 | 0,20 | 0,17 | 0,14 |
| 3 | Padlás és búvótér alatti födém | 0,30 | 0,20 | 0,17 | 0,14 |
| 5 | Árkád és áthajtó feletti födém | 0,25 | 0,20 | 0,17 | 0,14 |
| 6 | Alsó zárófödém fűtetlen terek felett ⁴⁾ | 0,50 | 0,30 | 0,26 | 0,22 |
| 7 | Üvegezés | - | 1,10 | 1,00 | 0,80 |
| 8 | Különleges üvegezés ⁵⁾ | - | 1,30 | 1,20 | 1,00 |
| 9 | Fa vagy PVC keretszerkezetű homlokzati üvegezett | 1,60 | 1,30 | 1,15 | 1,00 |
| 10 | Fém keretszerkezetű homlokzati üvegezett nyílászáró | 2,00 | 1,50 | 1,40 | 1,30 |
| 11 | Homlokzati üvegfal, függönyfal | 1,50 | 1,50 | 1,40 | 1,30 |
| 12 | Üvegtető | - | 1,60 | 1,45 | 1,30 |
| 13 | Tetőfelülvilágító, füstelvezető kupola | 2,50 | 2,00 | 1,70 | 1,40 |
| 14 | Tetősík ablak | 1,70 | 1,40 | 1,25 | 1,10 |
| 15 | Ipari és tűzgátló ajtó és kapu (fűtött tér határolására) | - | 3,00 | 2,00 | 2,00 |
| 16 | Homlokzati, vagy fűtött és fűtetlen terek közötti ajtó | 1,80 | 1,60 | 1,45 | 1,30 |
| 17 | Homlokzati, vagy fűtött és fűtetlen terek közötti kapu | 3,00 | 2,00 | 1,80 | 1,60 |
| 18 | Fűtött és fűtetlen terek közötti fal ⁴⁾ | 0,50 | 0,30 | 0,26 | 0,22 |
| 19 | Szomszédos fűtött épületek és épületrészek közötti fal | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 |
| 20 | Lábazati fal, talajjal érintkező fal a terepszinttől 1 m | 0,45 | 0,40 | 0,30 | 0,25 |
| 21 | Talajon fekvő padló (új épületeknél) ⁶⁾⁷⁾ | 0,50 | 0,40 | 0,30 | 0,25 |

9-17 sorok: Üvegezett szerkezetek esetében a tartó-, illetve keretszerkezet (tok, szárny, lizéna, osztóborda stb.), üvegezés, üvegezés pereme, üvegezés távtartója stb. hatását is tartalmazó eredő hőátbocsátási tényezőt (U_w) kell figyelembe venni.

2.2.3. Általános értékelés

A 2. táblázat 2012-re vonatkozó értékei a jelenlegi „jó” hőtechnikai minőségű határoló szerkezetek minőségét tükrözik, vagyis teljesítésükhöz a szabályozás hatálybalépéséig

rendelkezésre álló néhány hónap során nem szükséges az anyag- és szerkezetgyártók „átállása” újfajta szerkezetek/termékek gyártására. Ugyanakkor bizonyos, alkalmatlan szerkezet típusok (pl. egyes homlokzati falak, fűtött tetőteret határoló szerkezetek) alkalmazása a követelmény-értékek szigorítása nyomán megszűnik.

A 2.2. táblázat 2019-re vonatkozó értékei a jelenlegi „különleges” hőtechnikai minőségű határoló szerkezetek minőségének felelnek meg, amelyek általános használatára (gyártására, forgalmazására) a következő 8 év – mint felkészülési idő – elegendő.

A domináns szerkezetekre (homlokzati falak, tetőszerkezetek, nyílászáró szerkezetek) vonatkozó követelményértékek 25-33%-al magasabbak, mint a passzívházak hasonló szerkezeteire „ökölszabályként” ismert tényezők.

A 2019. évi követelményértékek teljesíthetősége határoló szerkezetek szerint, a következőképpen alakul néhány példát alapul véve:

- **Homlokzati falaknál:** Az $U=0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ követelmény a gyenge hőszigetelő képességű (pl. régi B30, 1981 előtt gyártott falpanelek) falak esetén (a dűbelek hatását is számításba véve) 20 cm vastag hőszigetelést jelent. Vasbeton szerkezetű falaknál ugyanez 22 cm. Vasbeton vázas épületeknél kb. 21 cm, könnyűszerkezetes épületeknél (pl. favázak készházak) kb. 24 cm vastag hőszigetelés szükséges.
- **Lapostetőknél:** Az $U=0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ követelmény egy trapézlemez zárófödém esetén a dűbelek hatását is számításba véve 32 cm vastag hőszigetelést jelent. Ez a legelőnytelenebb típus, egyéb födémeknél, leterhelt vagy ragasztott rétegrendnél 28 cm vastagságú hőszigetelés beépítése általában elegendő.
- **Fűtött tetőtereket határoló szerkezeteknél:** Könnyűszerkezetes (szarufás) beépítés esetében 32 cm (pl. 20+14 cm) vastag hőszigeteléssel, a fa szerkezeti elemek hőhíd-hatását is figyelembe véve az $U=0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ követelmény teljesíthető. Koporsófödémeknél a hőszigetelés anyagától (PUR/PIR, XPS) függően 22-26 cm vastag hőszigetelés szükséges.
- Meglévő épületek felújítása esetén a beépített tetőteret határoló ferde falak utólagos kiegészítő hőszigetelése esetenként nem gazdaságos vagy nem teljesíthető. Ezen esetekben a beépített tetőteret határoló valamennyi szerkezet (térdfal, ferde fal, födém) felületarányosan számításba vett átlagos hőátbocsátási tényezője nem lehet nagyobb, mint a követelményérték.
- **Padlás és búvótér alatti födémeknél:** Ha 10-15% hőhíd-hatással számolunk az $U=0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ követelmény 38-40 cm vtg. hőszigeteléssel teljesíthető.
- **Árkád és áthajtó feletti födémeknél:** Az $U=0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ követelmény 29-31 cm vtg. hőszigeteléssel teljesíthető.
- **Alsó zárófödémek fűtetlen terek felett** (pincék és szerelősínek feletti födémek): Az $U=0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ követelmény 18 cm vastag hőszigeteléssel teljesíthető, amelybe a testhangszigetelés vastagsága beszámítható.

Meglévő épületek felújítása esetén a követelményértékek enyhítése vagy a követelmény alóli felmentés indokolt lehet, ha az utólagos alsó oldali hőszigetelés beépítése a meglévő épület adottságaiból következően a használhatóságot negatívan befolyásolná, vagy lehetetlenné tenné (pl. a belmagasság nem megengedett mértékű csökkentése, a mennyezet alatt csoportosan vezetett épületgépészeti vezetékek megléte stb.). Az épületre vonatkozó fajlagos **hővesztéstényező** követelményét azonban ilyen esetekben is teljesíteni kell.

- **Üvegezésnél:** Az $U=0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ követelmény csak háromrétegű üvegezéssel teljesíthető.
- **Különleges üvegezéseknél:** Idetartoznak a biztonsági, hanggátló és járható üvegszerkezetek, amelyek egyes típusainál a normál üvegszerkezetekre előírt követelményszint nem teljesíthető.
- **Homlokzati üvegezett nyílászáróknál (fa vagy PVC keretszerkezettel):** Ez esetben jó hőtechnikai minőségű keretszerkezetekkel és háromrétegű, $U_g=0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ üvegezéssel teljesíthető az $U_w = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ követelmény.

- **Homlokzati üvegezett nyílászárónál (fém keretszerkezettel):** Ez esetekben jó hőtechnikai minőségű keretszerkezetekkel és háromrétegű üvegezéssel teljesíthetők a követelmények.

Az interneten szabadon használható hőszigetelési kalkulátorok (pl. www.pannonmuhely.hu/energetika/hoszigetelés-kalkulátor.php) elérhetők, melyek segítségével a fentiektől eltérő esetekben is meghatározható a különböző szigetelő anyagok szükséges vastagsága.

2.2.4. Követelmény-értékek összehasonlítása egyes országokban

A 2.3. táblázatban néhány, részben vagy teljesen azonos klímaövezetben lévő országokban előírt követelmény-értékek láthatók az összehasonlíthatóság céljából. A követelményértékek az Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) dokumentumaiból kerültek átvételre (Country reports 2008 és Featuring country reports 2010). Ez azt jelenti hogy ezek az értékek időközben megváltozhattak. (Magyarországra vonatkozóan a 2012.-re tervezett értékek szerepelnek, melynek bevezetésére vonatkozó rendelet még nem született meg).

2.3. táblázat: Követelmény-értékek összehasonlítása egyes országokban

| Épülethatároló szerkezetek | | Hőátbocsátási követelmények W/m ² K | | | | | |
|----------------------------|---|---|------------------|---------------|----------------|----------------|-----------------|
| | | Magyar- ország 2012 | Német- ország | Auszt- ria | Szlo- vákia | Szlo- vénia | Cseh- ország |
| 1 | Homlokzati fal | 0,30 | 0,24 | 0,35 | 0,32 | 0,28 | 0,30/0,3 |
| 2 | Lapostető | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,32 | 0,20 | 0,24/0,3 |
| 4 | Fűtött tetőteret határoló szerkezetek | 0,20 | 0,24 | 0,20 | | 0,20 | 0,24/0,3 0 |
| 7 | Üvegezés | 1,10 | 1,10 | | | 1,10 | |
| 9 | Fa vagy PVC keretszerkezetű homlokzati üvegezett nyílászáró | 1,30 | 1,30 | 1,40 | 1,70 | 1,30 | 1,30 |
| 10 | Fém keretszerkezetű homlokzati üvegezett nyílászáró | 1,50 | 1,30 | 1,70 | 1,70 | 1,30 | 1,30 |
| 11 | Homlokzati üvegfal, függönyfal | 1,50 | 1,50 | | | | |
| 12 | Üvegtető | 1,60 | 1,40 | | | | |
| 16 | Homlokzati ajtó | 1,60 | | 1,70 | | 1,80 | 1,60 |
| 20 | Lábazati fal, talajjal érintkező fal | 0,40 | 0,50 | | | | |
| 21 | Talajon fekvő padló | 0,40 | 0,30 | | 0,25 | 0,35 | 0,60 |

2.2.5. Követelményszintek változásának gazdasági vonatkozásai.

Meglévő épületek felújításánál csak az egyes épületelemekre van követelmény előírva, ezért a felújítás részlegesen és több ütemben is elvégezhető. Idén készült felmérés és tanulmány szerint, családi házak esetében a külső hőszigetelés önmagában is, és nyílászáró-cserével együttesen elvégezve is, az **összes épülettípus** esetében gazdaságosabb beruházásnak minősült, mint a bankbetét.

Meglévő épület esetén, példaképpen feltételezve egy szigeteletlen aljzatú, és fűdém szerkezetű kisméretű téglafalazatú mintaépületet (hagyományos gázkazán fűtési rendszer, 8x10 méteres bruttó 80 m² és nettó 66,89 m² alapterület), az életbe lépő változások közül csak a külső falazatok szigetelését és a padlástér szigetelését számítva, a hőszigetelés költsége a 2.4. táblázatban látható. A padló alá javasolt szigetelés készítéséhez a komplett belső burkolatok cseréjét, a vízszigetelés készítését, padló szerkezet készítését kellett volna elvégezni, ami már tervezet jogszabály keretein túlmutatna.

2.4. táblázat: Hagyományos épület külső hőszigetelésének költségei a 7/2006 TNM rendelet követelményszintjeinek változásának függvényében:

| szerkezet | 2011 | 2012 | 2015 | 2019 |
|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| külső határoló fal | 0,45 | 0,30 | 0,24 | 0,20 |
| Kisméretű tömör téglafalazatra kiegészítő szigetelés készítése nemesvakolattal 128 m ² felületen | 6cm vastagság 316,800 Ft | 10 cm vastagság 414,080 Ft | 12 cm vastagság 462,720 Ft | 14 cm vastagság 511,360 Ft |
| tetőtér beépítés nélküli padlástér | 0,30 | 0,20 | 0,17 | 0,14 |
| kiegészítő szigetelés 80 m ² felületen, lépésálló kivitelben | 12 cm vastagság 271,280 Ft | 18 cm vastagság 406,960 Ft | 20 cm vastagság 452,160 Ft | 24 cm vastagság 542,560 Ft |
| hőszigetelés költsége (fal és födém együtt) | 588.080 Ft | 821.040 Ft | 914.880 Ft | 1,053.920 Ft |

Új épületek építésénél a tervező és az építtető döntései szerint a szigorúbb követelmények nem jelentenek számottevő beruházási költségnövekedést. Mintegy 0-5 %-ban eredményezheti az építési beruházási költségek növekedését a 2012-re javasolt követelmények teljesítése. Szinte valamennyi épületenergetikai beruházás az épület várható élettartamát és az üzemeltetési költségeket is tekintve a költség-haszon elemzés alapján gazdaságos beruházásnak minősül.

Új építés esetén egy korszerű falazóelemből (Porotherm 38 N+F) szigetelt aljzatú, és fűdém szerkezetű, kondenzációs gázkazán fűtési rendszerű mintaépületet választva (8x10 méteres bruttó 80 m² nettó 66,89 m² alapterület, korszerű hőszigetelő 1,1 hőátbocsátási tényezőjű ablak és bejárati ajtó), a hőszigetelés költsége az 2.5. táblázatban látható.

2.5. táblázat: Új építésű épület felújításának költségei a 7/2006 TNM rendelet követelményszintjeinek változásának függvényében:

| szerkezet | 2011 | 2012 | 2015 | 2019 |
|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| külső határoló fal | 0,45 | 0,30 | 0,24 | 0,20 |
| Porotherm N+F 38 falazatra kiegészítő szigetelés és dísz vakolat készítése 128 m ² felületen | 4cm vastagság 268,160 Ft | 7 cm vastagság 341,120 Ft | 10 cm vastagság 414,080 Ft | 12 cm vastagság 462,720 Ft |
| tetőtér beépítés nélküli padlásfödém | 0,30 | 0,20 | 0,17 | 0,14 |
| kiegészítő szigetelés 80 m ² felületen, lépésálló kivitelben | 12 cm vastagság 271,280 Ft | 18 cm vastagság 406,960 Ft | 20 cm vastagság 452,160 Ft | 24 cm vastagság 542,560 Ft |
| talajjal érintkező padló | 0,50 | 0,40 | 0,30 | 0,25 |
| zártcellás lépésálló polisztirol szigetelés készítése | 6 cm vastagság 135,680 Ft | 8 cm vastagság 180,880 Ft | 12 cm vastagság 271,280 Ft | 14 cm vastagság 316,560 Ft |
| új épület hőszigetelésének költsége | 675.120 Ft | 928.960 Ft | 1,137.520 Ft | 1,321.840 Ft |

A nagyobb méretű, különösen emeletes középületek esetében a táblázatokban megadottnál magasabb költségekkel kell számolni az állványozási és egyéb feladatok, és előírások betartásának költségvonzata miatt.

2.3. A fajlagos hőveszteségtényezőre vonatkozó követelmények

A tervezett energetikai fejlesztéshez a hőveszteségtényező értékének az ismerete nagyon fontos, ugyanis az utóbbi KEOP pályázatoknál is csak azok az épületek jöhetnek szóba, melyek a követelményt teljesítették. Ez alól csak néhány épülettípus volt a kivétel (pl. műemlék épületek). A hőveszteségtényező meghatározásához az érvényes rendelet szerinti TNM számítást el kell szakemberrel végeztetni.

A fajlagos hőveszteség-tényező megengedett legnagyobb értéke a felület/térfogat arány függvényében a 2.6. táblázat összefüggéseivel számítandó a jelenleg érvénybe lévő 2006. évi és a 2012. évi tervezet szerint.

2.6. táblázat: Fajlagos hőveszteség-tényező (2006 és 2012)

| Felület/Térfogat | Fajlagos hőveszteség tényező [$\text{W/m}^3\text{K}$] | |
|--------------------------------|---|----------------------------|
| | 2006 | 2012 |
| $\Sigma A/V \leq 0,3$ | $q_m = 0,20$ | $q_m = 0,15$ |
| $0,3 \leq \Sigma A/V \leq 1,3$ | $q_m = 0,38 (A/V) + 0,086$ | $q_m = 0,051 + 0,33 (A/V)$ |
| $\Sigma A/V \geq 1,3$ | $q_m = 0,58$ | $q_m = 0,48$ |

Ahol: ΣA = a fűtött épülettérfogatot határoló szerkezetek összfelülete
 V = fűtött épülettérfogat (fűtött légtérfogat)

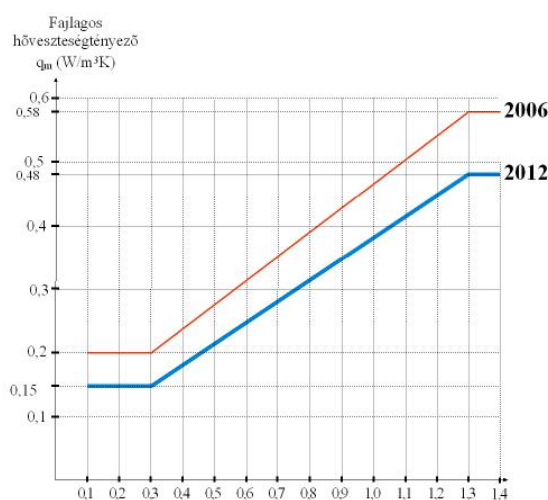
A fűtött épülettérfogatot határoló összfelületbe beszámítandó a külső levegővel, a talajjal, a szomszédos fűtetlen terekkel és a fűtött épületekkel érintkező valamennyi határol. A fajlagos hőveszteség-tényező megengedett legnagyobb értékeit a felület/térfogat arány függvényében az 1. ábra szemlélteti.

Ha a sugárzási nyereségek hatását nem vesszük figyelembe (ez az egyszerűsített eljárásban megengedett a biztonság javára történő elhanyagolás), akkor a fajlagos hőveszteségtényező követelményértékeiből az épülethatároló szerkezetek *átlagos hőátbocsátási tényezőjének felső határértéke* is származtatható a 2.7. táblázat összefüggéseivel.

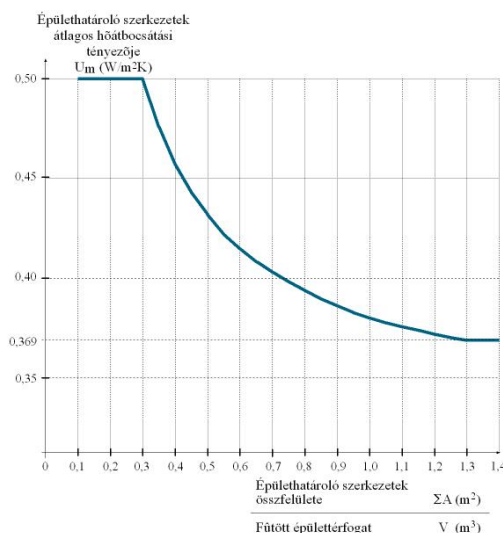
2.7. táblázat: Átlagos hőátbocsátási tényező (2006 és 2012)

| Felület/Térfogat | Fajlagos hőveszteség tényező [$\text{W/m}^2\text{K}$] | |
|--------------------------------|---|-----------------------------------|
| | 2006 | 2012 |
| $\Sigma A/V \leq 0,3$ | $U_m = 0,67$ | $U_m = 0,50$ |
| $0,3 \leq \Sigma A/V \leq 1,3$ | $U_m = 0,86 (A/V) + 0,38$ | $U_m = 0,051 (V/\Sigma A) + 0,33$ |
| $\Sigma A/V \geq 1,3$ | $U_m = 0,45$ | $U_m = 0,369$ |

U_m értékek a 2.1. ábráról is leolvashatók.



2.1. ábra: A fajlagos hőveszteségtényező követelményértéke



2.2. ábra: Az átlagos hőátbocsátási tényező követelményértéke (2012)

Az átlagos hőátbocsátási tényező tartalmazza a szerkezeteken belüli és a szerkezeti csatlakozásoknál kialakuló hőhidak hatását is. A hasznosított sugárzási nyereség mértékének megfelelően a 2.2. ábra és a 2.7. táblázat szerinti irányértéknél magasabb érték engedhető meg a fajlagos hővesztéstényezőre vonatkozó követelmény egyidejű betartásával. Az átlagos hőátbocsátási tényező fentiek szerinti enyhítése nem jelent felmentést az egyes szerkezetek hőátbocsátási tényezőire előírt követelmények alól.

2.4. Az összesített energetikai jellemzőre vonatkozó követelmények

Az összesített energetikai jellemző, vagy mutató az adott épület fűtésére, HMV készítésére, valamint a világításra fordított éves energia igényének fajlagos értéke (kWh/m² a). Ez alól csak a lakó és szállás jellegű épületek a kivételek, azoknál a világítás energia igénye nem tartozik bele. Az épület összesített energetikai jellemzője alapján történik az energetikai minősítési osztályba sorolás. A viszonyítási alapot az adott épület geometriai méretével és rendeltetésével azonos, a minimum követelményeknek éppen megfelelő modell épület összesített energetikai mutatója adja. A következőkben a viszonyítási alapot jelentő összesített energetikai jellemzőre vonatkozó (minimum) követelményeket ismertetjük a 2006. és a tervezett 2012. évi TNM rendelet alapján. Ezek a rendeletek négy rendeltetés szerinti kategóriába sorolva adják meg a követelményeket.

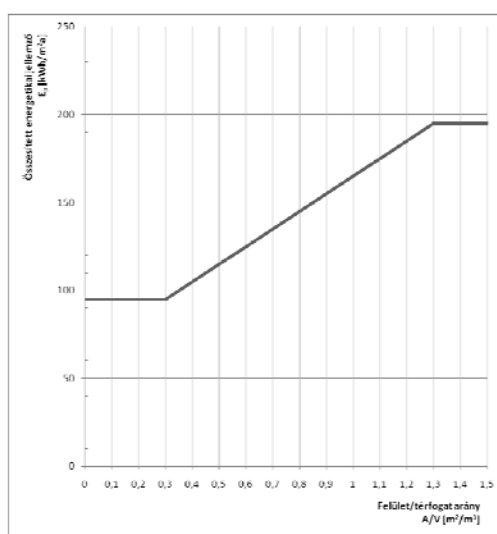
2.4.1. Lakó- és szállásjellegű épületek

Lakó- és szállásjellegű épületek összesített energetikai jellemzőjének megengedett legnagyobb értéke a 2.8. táblázat összefüggéseivel számítandó.

2.8. táblázat: Összesített energetikai jellemző lakó- és szállás jellegű épületeknél (2006 és 2012)

| Felület/Térfogat | Összesített energetikai jellemző [kWh/m ² a] | |
|-------------------------|---|------------------------|
| | 2006 | 2012 |
| $A/V \leq 0,3$ | $E_p = 110$ | $E_p = 95$ |
| $0,3 \leq A/V \leq 1,3$ | $E_p = 120 (A/V) + 74$ | $E_p = 100 (A/V) + 65$ |
| $A/V \geq 1,3$ | $E_p = 230$ | $E_p = 195$ |

A 2.8. táblázat összefüggésével megadott, 2012. évre vonatkozó értékek a 2.3. ábrából is leolvashatók.



2.3. ábra: Lakó- és szállásjellegű épületek összesített energetikai jellemzőjének követelményértéke (nem tartalmazza a világítási energia igényt)

2.4.2. Irodaépületek

Az irodaépületek (egyszerűbb középületek) összesített energetikai jellemzőjének megengedett legnagyobb értéke a 2.9. táblázat összefüggéseivel számítandó.

2.9. táblázat: Összesített energetikai jellemző iroda épületek esetén (2006 és 2012)

| Felület/Térfogat | Összesített energetikai jellemző [kWh/m ² a] | |
|-------------------------|---|------------------------|
| | 2006- | 2012 |
| $A/V \leq 0,3$ | $E_p = 132$ | $E_p = 120$ |
| $0,3 \leq A/V \leq 1,3$ | $E_p = 128 (A/V) + 93,6$ | $E_p = 100 (A/V) + 90$ |
| $A/V \geq 1,3$ | $E_p = 260$ | $E_p = 220$ |

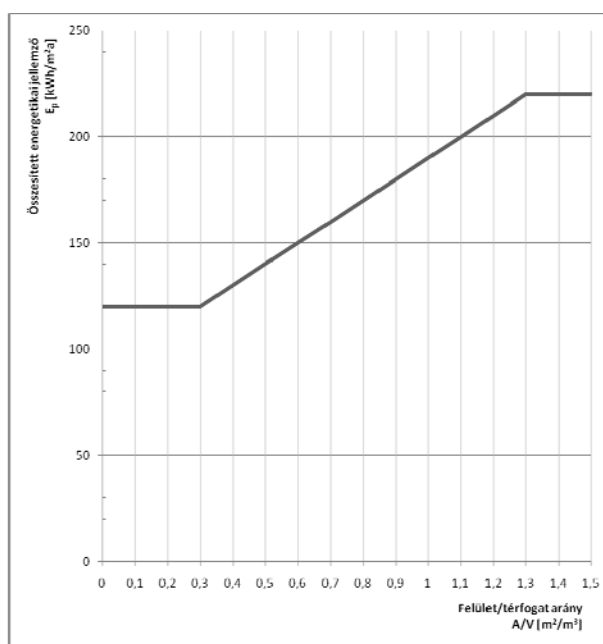
A 2.9. táblázat összefüggésével megadott, 2012. évre vonatkozó értékek a 2.4. ábrából is leolvashatók.

2.4.3. Oktatási épületek

Az oktatási épületek összesített energetikai jellemzőjének megengedett legnagyobb értéke a 2.10. táblázat összefüggéseivel számítandó.

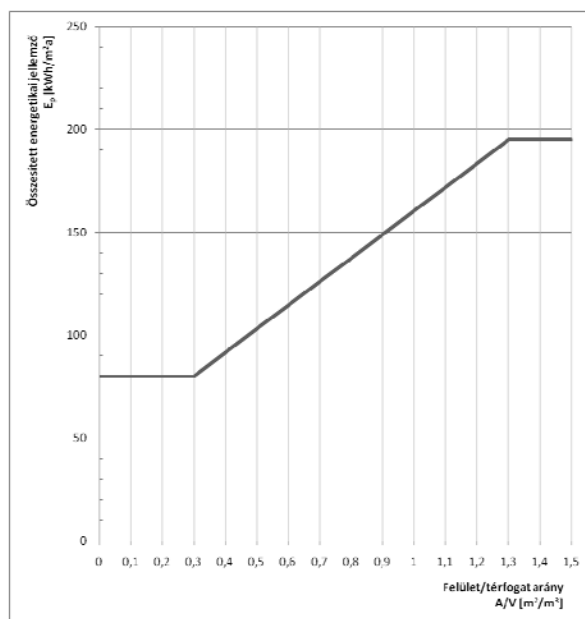
2.10. táblázat: Összesített energetikai jellemző oktatási épületek esetén (2006 és 2012)

| Felület/Térfogat | Összesített energetikai jellemző [kWh/m ² a] | |
|-------------------------|---|--------------------------|
| | 2006- | 2012 |
| $A/V \leq 0,3$ | $E_p = 90$ | $E_p = 80$ |
| $0,3 \leq A/V \leq 1,3$ | $E_p = 164 (A/V) + 40,8$ | $E_p = 115 (A/V) + 45,5$ |
| $A/V \geq 1,3$ | $E_p = 254$ | $E_p = 195$ |



2.4. ábra: Irodaépületek összesített energetikai jellemzőjének követelményértéke (a világítási energia igényt is beleértve)

A 2.10. táblázat összefüggésével megadott, 2012. évre vonatkozó értékek az 2.5. ábrából is leolvashatók.



2.5.ábra: Oktatási épületek összesített energetikai jellemzőjének követelményértéke (világítási energia igényt is beleértve)

2.4. Egyéb funkciójú épületek

A fentiektől eltérő rendeltetésű épületekre az összesített energetikai jellemző követelményértékét meghatározott épület és épületgépészeti rendszer alapján kell kiszámítani, melyeket az érvénybe lévő TNM rendelet tartalmaz. Az épületenergetikai pályázatokhoz az NFÜ honlapjáról segédprogram is letölthető volt.

A fajlagos hővesztéség-tényező 2.3. pontban, a felület/térfogat viszonya függvényében megadott követelményértékeit valamennyi vizsgált épületnél be kell tartani.

2.5. Tervezési adatok

A 2. 11. táblázatban a három kiemelt rendeltetésű épületcsoportnál alkalmazott tervezési adatokat mutatjuk be tájékoztató jelleggel. Miután az épületek energiafogyasztásánál, pl. a HMV készítésre, vagy a világításra felhasznált energia elkülönített mérése általában nincs megoldva, az elemzéseknél a táblázat értékei jó közelítéssel használhatók. (A tényleges értékeket a fogyasztói szokások is eltéríthetik mindkét irányba egyaránt).

2.11. táblázat: Tervezési adatok

| Az épület rendeltetése | Légcsere- szám fűtési idényben | | | Használati melegvíz nettó hőenergia Igénye q_{HMV} [kWh/m ² a] | Világítás energia igénye q_{vil} [kWh/m ² a] | Világítási energia Igény korrekciós szorzó $\psi^4)$ | Szakaszos üzem korrekciós szorzó $\sigma^5)$ | Belső hő- nyereség átlagos értéke q_b [W/m ²] |
|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------|-----|---|---|---|--|--|
| | 1) | n [1/h] 2) | 3) | | | | | |
| Lakóépületek ⁶⁾ | 0,5 | | | 30 | (8) 9) | - | 0,9 | 5 |
| Irodaépületek ⁷⁾ | 2 | 0,3 | 0,8 | 9 | 22 | 0,7 | 0,8 | 7 |
| Oktatási épületek ⁸⁾ | 2,5 | 0,3 | 0,9 | 7 | 12 | 0,6 | 0,8 | 9 |

2.4.5. Épületek energetikai minőség szerinti besorolása (minőségstanúsítvány)

A TNM számításnál az épületszerkezetek hőátbocsátási tényezői, az épületre vonatkozó fajlagos hővesztéstényező és az összesített energetikai jellemző értéke is meghatározásra kerül. Az első kettő esetében a fentiekben ismertetett követelményeknek való megfelelés közvetlenül megállapítható.

Az épület összesített energetikai jellemzője alapján történik viszont az energetikai minősítési osztályba sorolás a 176/2008.(VI.6.30.) Korm. Rendelet 3. melléklete szerint. A viszonyítási alapot a fentiekben bemutatott, az adott épület geometriai méretével és rendeltetésével azonos modell épület, (minimum) követelményértékei (100%-nak véve) adják. A vizsgált épület összesített energetikai jellemzője és a viszonyítási alap arányának százalékban kifejezett értéke alapján történik a minősítési osztályba sorolás a 2.12. táblázat szerint. A táblázat a minőségi osztályok betűjelét és szöveges jellemzését is tartalmazza. A táblázat alapján látható, hogy a követelményeknek megfelelő épület a „C” betűjelű (96-100%).

12. táblázat: Energetikai minősítési osztályok

| | | |
|----|---------|-----------------------------|
| A+ | <55 | Fokozottan energiatakarékos |
| A | 56-75 | Energiatakarékos |
| B | 76-95 | Követelménynél jobb |
| C | 96-100 | Követelménynek megfelelő |
| D | 101-120 | Követelményt megközelítő |
| E | 121-150 | Átlagosnál jobb |
| F | 151-190 | Átlagos |
| G | 191-250 | Átlagost megközelítő |
| H | 251-340 | Gyenge |
| I | 341< | Rossz |

Az épületek energetikai minőségstanúsításánál a minőség szerinti besorolást nagyban befolyásolja a felhasznált energiahordozó fajtája. Amennyiben az energetikai korszerűsítésnél energiahordozó váltás is bekövetkezik, pl. villamos energia, vagy földgáz helyett megújuló energiát, (nap-, szél-, környezeti- geotermikus energia, ill. talajhő) valamint biomasszát fognak használni a hőigény kielégítésére, önmagában is javulni fog az épület energetikai minőség szerinti besorolása az energia átalakítási tényezők különbsége miatt. A primer energia átalakítási tényezőket a 2.13. táblázat tartalmazza.

2.13. táblázat. Primer energia átalakítási tényezők

| Energia | <i>e</i> |
|-----------------------------------|----------|
| elektromos áram | 2,50 |
| csúcson kívüli elektromos áram | 1,80 |
| földgáz | 1,00 |
| tüzelőolaj | 1,00 |
| szén | 0,95 |
| fűtőművi hőenergia ellátás | 1,26 |
| távfűtés kapcsolt energiatermelés | 0,82 |
| tüzifa, biomassza | 0,60 |
| megújuló | 0,00 |
| | |

3 Meglévő épületek épületgépészeti rendszerének (fűtés, HMV előállítás és szellőztetés) jelenlegi állapota, értékelésük

A meglévő hagyományos épületek többsége elavult fűtés- és energiaellátó rendszerei, továbbá a külső falak és külső nyílászárók nem megfelelő hőszigetelése jelentős energiavesztést – és ez által többlet széndioxid kibocsátást – okoznak. Az épületek energetikai korszerűsítésénél első lépésként meg kell teremteni azokat a feltételeket, melyekkel a felhasznált energia az épületen belül tartható. Abban az esetben, ha ezek megvalósultak (homlokzati szigetelések, tetőszigetelés, külső nyílászárók cseréje, esetleg hő visszanyerős szellőztetés), és a fűtési rendszer szabályozhatóvá tétele is megtörtént, már érdemes foglalkozni a megújuló energiaforrások felhasználásával, a meglévő, főként földgázzal működő hőellátó rendszer, vagy távhő részbeni, vagy teljes leváltásával.

3.1. Az épületek szellőztetésének értékelése.

A szellőztetés megoldása nagyon fontos, különösen a nyílászárók cseréje után, legalább minden második ablakot automatikus szellőzővel kell ellátni.

Iskolánál, óvodánál a tantermekbe biztosítani kell a frisslevegő folyamatos bejutását, lehetőleg zárt ablak mellett. Egy tanulóra számolva legalább 20-25 m³ frisslevegő szükséges óránként, a szabvány egy felnőttnek 30 m³/h-át ír elő ülő foglalkozás esetén. Egy 50 m²-es, 150 m³-es tanteremben 25 diák esetén 500 m³/h frisslevegőt biztosítani kell, ez több mint háromszoros légcseré. Ekkora levegőcserét csak nyitott ablakokkal, vagy gépi úton, mesterséges szellőztetéssel lehet biztosítani. Ilyen esetben viszont felvetődik, hogy egyáltalán érdemes-e a nyílászárókat kicserélni ilyen önkormányzati épületeknél. Ezért oktatási épületekben nagy jelentősége van a hő-visszanyerős szellőztetésnek, és nagyon rövid időn belüli megtérülés érhető el a beruházással. Külön kiemelhetők, az aktív hővisszanyeréses rendszerek, melyeknél a beépített levegő-levegő hőszivattyúval a távozó levegő hőtartalma fűtésre és hűtésre is felhasználható. Hővisszanyerési hatásfokuk 90-100 % közé esik.

3.2. Az épületek energetikai színvonalának értékelése.

Az értékeléshez alapvetően szükséges adatok:

1. Az épület fontosabb méretjellemzői, legalább a fűtött alapterülete (A_N m²), a fűtött térfogata (V m³), az összes hűlőfelület (homlokzat, padozat, födém, ΣA m²)
2. Az épület legalább egy-három éves közműszámlái és felhasználási adatai havi bontásban.

A fenti adatokból meghatározható az épület hővesztés tényezője (P_F/V , W/m³), valamint az összesített energetikai jellemzője (E_P , kWh/m²) a tényleges energiafogyasztás alapján. Amennyiben a hővesztés tényező értéke nagyobb, mint 25 W/m³, javasoljuk csatlakozó szoftvernél az épület felújítását, különösen hőszivattyús beruházások esetén. Az összesített energetikai jellemző alapján az épület energetikai minőségi osztályba sorolására is lehetőség adódik.

3.3. Közműszámlák kiértékelése.

Földgázfelhasználás kiértékelése: Ideális esetben a konyhai (amennyiben található az adott épületben) és fűtési célú felhasználást külön gázmérő méri. Ebben az esetben a téli fűtési és HMV készítési gázfelhasználás kiértékelhető, valamint a nyári gázfelhasználás a HMV készítésre elkülöníthető. Lehetőség van a kiértékelésre akkor is, ha van HMV

fogyasztás mérő beépítve. A fentiek hiányában csak becslésre támaszkodhatunk a meleg víz készítés fajlagos energiaszükségletének kiszámításánál. Ilyenkor jelenthet megoldást, hogy a TNM számításoknál előírt tervezési normával számolunk (lásd a 2. fejezetben bemutatott 2.11. táblázatot). A csatlakozó interaktív szoftvernél is ezt használjuk.

Az épület éves átlagos gázfogyasztásából a beépített kazán teljesítmény túlméretezettségét értékelhetjük. Ököl szabályként 250 m³ gázfogyasztásra 1 kW fűtési teljesítményigény vehető figyelembe, tehát a gázfogyasztásból az épület hőteljesítmény igénye (P_F kW), ill. a fűtési rendszer túlméretezése elfogadható pontossággal megállapítható. A legtöbb épületnél a biztonságra törekedve túlméretezés a jellemző. A túlméretezettség miatt a gázmérő és lekötött teljesítmény is nagyobb, ezáltal a gázszámla alapidja indokolatlanul magas, jelentősen növelve a földgáz árát. Az épület energetikai felújítása után kisebb teljesítmény beépítése szükséges, így a kisebb gázmérő alapidja is kedvezőbb.

A téli szezonban -12-15 °C külső hőmérséklet esetén célszerűen, a gázmérőn leolvasható rövid idejű gázfogyasztásból is megfelelő pontossággal megállapítható a valóságos csúcsfűtési teljesítmény igény.

Távhő számlák kiértékelése: szerencsés helyzetben vagyunk, mivel a szolgáltató részletes adatszolgáltatást biztosít.

Villanyszámlák kiértékelése: Érdemes kiszámolni a tényleges fajlagos díjat a kapott számlák alapján. Jelenleg a közüzemi szolgáltatók (elosztói engedélyesek) esetében 48-50 Ft/kWh bruttó ár az elfogadható, ennél magasabb akár 60-70 Ft/kWh is előfordul (egy nagyobb város közintézményeiben végzett felmérés során 45- 70 Ft/kWh, egy-egy esetben még ettől is magasabb értékek fordultak elő) ami legtöbbször abból adódik, hogy a lekötött teljesítmény magas a valóságos csúcs teljesítmény igényhez képest. Ebben az esetben szerződést kell módosítani, amivel akár évi több millió Ft-al is csökkenhet egy nagyobb intézmény villamos energia költsége. Napelemes rendszerek, esetleg kis teljesítményű szél erőművek megvalósításával viszonylag gyors megtérülést biztosítva lehet a villamos energiaköltséget jelentősen csökkenteni.

3.4. Földgáz üzemű rendszerek értékelése.

Az önkormányzati intézmények gázfűtésre történő átállítása döntően 15-30 éve történt meg, az akkori tervezői és műszaki színvonalnak többnyire megfelelően (tehát a szükséges fűtési teljesítmény igény többszörösét építették be). Az intézmények egy részébe új gázkazánok kerültek beépítésre, más részében a meglévő olajtüzelésű berendezések lettek átállítva földgázfűtésre. Az olajtüzeléshez viszonyítva a földgáz alacsonyabb ára, a tüzelés magasabb hatásfoka, nagyon gyors megtérülést (2-3 év) biztosított. A felmérő tanulmányokból is az állapítható meg, hogy a felmérésben résztvevő önkormányzati épületeknél mindkét országban, döntő többségben földgázzal történik a hőigény kielégítése.

A technikai fejlődés jelenlegi állapotát figyelembe véve azonban ezek a berendezések korszerűtlenné, energiapazarlóvá váltak.

A jelentős veszteségeket a következők okozhatják:

- A kazánrendszer

A kazánrendszer állapota nem teszi lehetővé a jó hatásfokú üzemeltetést. Ennek elsősorban az órlángos, vagy kétpontszabályozású atmoszférikus égőrendszer, másodsorban az egyes kazánok elhasználódott állapota az oka.

- A fűtés hidraulikai beszabályozása

Strangszabályzó szelepek nincsenek a rendszerbe építve. A fűtési rendszer hidraulikai beszabályozása nem megfelelő. A szükségesnél nagyobb víztömegárammal üzemelő területeken túlfűtést okoz. Az épület valamennyi zónáját azonos előremenő hőmérsékletű vízzel

fűtik, így a legnagyobb hőigényű terület kivételével minden más helyen túlfűtés van. A hőleadókat (a radiátorokat) nem szerelték fel termosztatikus szelepekkel.

Kijelenthetjük, hogy az összes 10-15 éves kazán mára műszakilag elavult. A kazánok hő teljesítménye túlméretezett, akár többszörösen is meghaladja a szükségletet, főleg azoknál az épületeknél, ahol ablakcserét vagy hőszigetelést végeztek időközben. Ezek kiváltására, helyettesítésére az alábbi lehetőségek állnak rendelkezésre:

- Gazdaságosabb, korszerűbb gázkazánok beépítése: a piacon megjelentek az úgynevezett kondenzációs kazánok, amelyek a jelenlegieknél akár 20-40 %-al kevesebb gázt fogyasztanak, ami a jelenlegi és egyre növekvő gázárak mellett fontos tényező.

- Megújuló energia felhasználása a hőigény kielégítésére: megjelentek a korszerű, biomassza tüzelésű kazánok, a különböző hőszivattyúk, amelyek közül az intézmények esetében, az energiaárakat és beruházási költségeket figyelembe véve a leginkább versenyképeset kell választani.

3.4.1. A meglévő fűtési rendszerek értékelése, korszerűsítési javaslatok

Általánosságban elmondható, hogy a szükséglethez képest többszörösen túlméretezett kazánokhoz illeszkedő, ugyancsak túlméretezett fűtési szivattyúkkal cirkuláltatott víz fűti az egész intézményt. Nem lehet például a tornatermet, étkezőt, konyhát, tantermeket más-más hőfokon tartani, használaton kívüli időszakban csökkenteni a fűtésüket (van rá példa, hogy egy gimnázium épületét is fűteni kell a kollégium miatt szombat-vasárnap is). Az ott dolgozók képtelenek a fűtés szabályozására, mivel nincs beavatkozási lehetőségük, sok esetben az elavult időjárásfüggő szabályozók sem működnek.

Az elavult fűtési rendszert a felújítással úgy kell átalakítani, hogy természetesen az új kazánok időjárásfüggő vezérlése mellett, az egyes önálló funkcióval bíró egységek, pl. tornaterem, folyosók, tanári, tantermi szárnyak, étkező, konyha, stb. önálló program szerint egymástól függetlenül is más-más hőfokon tarthatók, megállíthatók és elindíthatók legyenek, egyszerűen, szakember segítsége nélkül.

A kazánok magas, 70-80 °C-os előremenő hőfokon üzemelnek, amit keverőszelepek (ha egyáltalán működnek) csökkentenek időjárásfüggő vezérléssel a szükséges hőfokra.

A magas hőfokon járatott kazán füstgázának hőfoka exponenciálisan növekszik, a benne lévő energiát elengedjük a kéményen. A magas előremenő hőmérsékletű fűtő víz előállítására tehát jóval több energiát igényel.

A fűtési szivattyúk a fűtési szezonban folyamatosan mennek, ha nincs fűtés, akkor is, az intézmény éves teljes villamos energia felhasználásának negyedét is elvihetik.

Találkoztunk olyan szélsőséges esettel is, amikor egy nagy intézmény fűtési szivattyúi 4 éve folyamatosan, nyáron is mentek, a hőmennyiségmérő üzemóra számlálójára alapján ez megállapítható volt.

Egy 42 lakásos társasház kazánházának a korábbi jelentős, egymillió Ft/év villanyszámlája, a háromszorosan túlméretezett 35 éves Fég Vestal kazán (630 kW) lecserélésével korszerű kondenzációs kazánokra (210 kW), HMV kiépítés, és fordulatszám szabályozott fűtési szivattyú beépítése után, 250.000 Ft alá esett vissza. Az épületen sem ablakcsere sem szigetelés nem történt.

3.4.2. A használati meleg víz (HMV) előállítás értékelése

Általában a régi, elavult kazánokkal történő, központi HMV ellátásnál a kazánok közül egy télen-nyáron 70 °C fokra felfűtve várja, hogy meleg vizet készítsen. Tehát akkor sem áll

le, ha megvan a meleg víz hőfoka. Továbbá a meleg vizet év 365 napján 24 órában cirkuláltatják az egész épületben akkor is, ha nem tartózkodnak az intézményben.

A víz akkor is lehül cirkuláltatás közben, ha senki sem nyitja meg a csapokat. Egy 3 m³/h vízszállítású cirkulációs szivattyú egy 1000 literes HMV tároló összes vizét 3-szor forgatja meg óránként egy épületben. Időóra beépítésével és a cirkuláltatás óránkénti időintervallumainak tűréshatárig történő csökkentésével, éjszakai és ünnepnapra leállításával valamint a melegvíz-készítés éjszakai és ünnepnapra szüneteltetésével jelentős energia megtakarítással számolhatunk.

A meleg víz hőfokát lehetőleg 45 °C fok alatt kell tartani (kivéve konyhák, mosoda). Egy gimnázium kollégiumában (korszerű új programozottan cirkuláltatott rendszer) 10 m³ gázzal állít elő 1 m³ meleg vizet, ebben az esetben (140 Ft/m³ gázár) **1.400 Ft/m³** a hő díj. (Egy 40 éves 3x32 lakásos társasházban korszerű, új, programozottan cirkuláltatott rendszer működik, ahol 5,5-6 m³ gázzal is előállítható 1 m³ 45 °C-os víz, **840 Ft/m³** a hő díj).

Egy felmérés alapján, az egyik nagyvárosunk egyes iskola és óvoda épületeiben 20-50 m³, vagy ezt is meghaladó gázfelhasználás volt tapasztalható a HMV készítésénél. Ez azt jelenti, hogy meleg víz hő díja, akár 10-szerese is lehet annak (**7.000 Ft/m³**), mint amennyiért a családi házban nem cirkuláltatott rendszerben előállítható. A fenti adatokat a fűtési időnyen kívüli hónapok gáz és meleg víz fogyasztási adataiból számítottuk. Amikor működik a fűtési rendszer, nem tudjuk szétválasztani a fűtési költséget és a meleg víz előállítás költségét, így nem ismerünk pontos értéket (ilyenkor ezek a fajlagos költségek valószínűleg kedvezőbbek). A túlfogyasztás abból adódik, hogy a HMV előállítást azok a nagyteljesítményű kazánok végzik, amelyek a fűtést is. Fűtési időszakon kívül egy vagy két kazán csak azért van üzemben, mert adott esetben minimális HMV mennyiséget elő kell állítani. Minél kevesebb a meleg víz felhasználás, a folyamatos cirkuláltatás hő vesztesége annál drasztikusabban emeli meg a fajlagos gázfelhasználást.

Valószínűleg sokan nem gondolnánk, hogy egy 7.000 m² alapterületű szakközépiskola meleg víz felhasználása 99 m³/év, éppen csak kétszerese egy 4 fős családnak. A csúcs napi vízigény 900 liter, nyáron a havi fogyasztás gyakorlatilag 0.

A valóságos fogyasztás ebben a konkrét szakközépiskolában a következőképpen alakult az év 12 hónapjában: január 16 m³, február 16 m³, március 9 m³, április 9 m³, május 4 m³, június 1 m³, július 0 m³, augusztus 11 m³, szeptember 9 m³, október 9 m³, november 9 m³, december 6 m³. Az intézmények mosdóiban többségében csak hidegvíz csatlakozás található, a tornatermi mosdók, zuhanyzók meleg vizesek, de a diákoknak az órák közti rövid szünetek miatt nincs idejük zuhanyozni, legfeljebb a hétfégi teremfocibérlők fürödnek ebben a nagyon költségesen előállított vízben. Ezt a minimális vizet egy 140 KW-os elavult kazán készíti egy 1.600 literes tároló közbeiktatásával, és az egész épületben cirkuláltatja 30 éve megállás nélkül, júliusban is, amikor senki nem nyitotta meg a csapokat.

Végezzünk egy egyszerű kalkulációt az előbbi rendszerre vonatkozóan, vegyük a legkedvezőbbnek a hődíjat (**1.400 Ft/m³**). A lemezes hőcserélő primer és szekunder szivattyúja darabonként 250 W, a cirkulációs szivattyú 140 W, a kazánköri szivattyú a hidraulikus váltóig 240 W, tehát az összes folyamatosan működő szivattyú teljesítmény 880 W. Az éves villamos fogyasztás 7.700 kWh, 385.000 Ft/év, az évi 99 m³ HMV fogyasztással visszaosztva 3.890 Ft/m³ a víz villamos áram díja, ami több mint kétszerese a hő díjnak.

A probléma csak ott van, hogy 7.700 kWh villamos energiával 170 m³ vizet tudnánk felfűteni 45 °C fokra villanybojlerben.

Fentiekből következően, kis HMV fogyasztás esetén (általában az iskolák és az irodaépületek tartoznak ezek közé) nem javasolható a központi hőellátó rendszerről történő meleg vízkészítés. A fűtési rendszertől elkülönítetten, a fogyasztás volumenét figyelembe véve, még a villanybojler, vagy külön HMV készítő kondenzációs kazán, tárolóval kiegészítve adhatja a takarékosabb megoldást. Ezeknél az épületeknél legtöbbször még a

napkollektoros rendszerek sem javasolhatók a viszonylag alacsony nyári fogyasztás miatt. Amennyiben mégis emellett dönt valaki, a méretezést a tényleges nyári hónapok fogyasztását figyelembe véve kell elvégezni. **Új fűtési rendszer kiépítése esetén a nagyteljesítményű biomassza kazánoktól független, egyedi, az igényeknek megfelelő HMV készítést kell tervezni, lehetőleg a közvetlen felhasználás helyére, hogy ne kelljen cirkuláltatni az épületen belül, esetleg még az épületek között is. Központi HMV készítést elsősorban a szállás jellegű épületeknél célszerű megvalósítani, melyeknél az év folyamán egyenletesen magas a fogyasztás. Új hőszivattyús fűtési rendszereknél, amennyiben központi HMV előállítás szerepel a tervekben, azt külön berendezéssel célszerű megoldani.**

A két felmérő tanulmány szerint, szlovákiai részen jobb a helyzet ott az épületek kisebb %-ánál fordul elő a központi HMV készítés.

3.5. A távfűtéses intézmények értékelése, korszerűsítési javaslatok

A gázfűtésnél felsorolt korszerűtlenségből adódó energiavesztéseket jelentő problémák a távfűtésnél is jelentkeznek. A távhő rendszerek átfogó felújítása elmaradt, szinte minden városban a kapcsolt hő és villamos energiatermelő gázmotorok beépítése jelentette a korszerűsítést, ami nyereségessé tette a szolgáltatást. A hődíj 5 %-os ÁFA tartalma a fogyasztók számára is kedvező lett. A lakosságnál a korszerű gázfűtéses társasházak (kondenzációs kazán) és meleg víz készítéshez képest a korszerű távfűtött lakások költségei 30-60 %-al magasabbak.

A gázmotoros kapcsolt hő és elektromos áram termelés többségében leállításra került az átvételi támogatás elvonása miatt, ami a távhő szolgáltatókat nehéz helyzetbe hozta, ennek az árakra történő kihatása még nem ismert.

3.5.1. Nem önálló hő-központtal rendelkező intézmény

A lakótelepeken az óvodák, bölcsődék és egyéb kisebb intézmények, általában a környező panelházakban elhelyezkedő hő központból kapják a fűtést. Ezeknél a fűtés nagy valószínűséggel a panellakásoknak megfelelő program szerint fut le, tehát ünnepnap és hétvégén is évtizedek óta fűtve vannak, a HMV-nél is a szokásos folyamatos keringetés valósul meg (ezt több esetben tapasztalni lehetett az adott város intézményeinél történt felülvizsgálatnál).

Ablakcsere, hőszigetelés és termosztatikus szelepek beépítése esetén, a fűtés szabályozását mindenképpen meg kell oldani.

Javasolható az időjárásfüggő programozott keverőszelepes szabályozás megvalósítása az épületek fűtéskorszerűsítésénél.

Óvodák, bölcsődék esetén, ha a fűtési rendszer kialakítása lehetővé teszi (kisebb-nagyobb átalakítással) a csoportszobák hőfokát külön-külön, egy-egy zónaszeleppel és heti programozható termosztáttal célszerű szabályozni.

A csoportszobák, tantermek zárt nyílászárók melletti szellőztetéséről gondoskodni kell.

A használati meleg víz folyamatos cirkuláltatása elvileg nem jelent többletköltséget, hiszen a hőszolgáltató köbméterenként ugyanazt a költséget számolja fel, ettől még a hétvégi éjszakai cirkuláltatás felesleges hőenergia veszteséggel jár, ugyancsak zónaszeleppel programorával vezérelhetjük, és spórolhatunk a szolgáltatóknak.

3.5.2. Önálló hő-központtal rendelkező intézmény

A fűtés szabályozása motoros keverőszeleppel az intézmény igénye szerint történik.

Javasoljuk az épületrészenkénti hőfokszabályozást a használati idejének megfelelő menetrend szerint megoldani. Tehát műszakilag meg kell oldani, hogy egy intézményvezető szabályozni tudja, akár meg is tudja állítani, el tudja indítani a fűtést.

A HMV készítés költsége a korszerűtlen földgázfűtéseknel mért rosszabb értékeket is meghaladhatja, a korábban részletezett cirkuláltatási problémák miatt. Mivel a használati meleg víz cirkuláltatása miatt lehűl, a hő-központ mindig ráfűt, a hőmennyiségmérő pedig méri a fogyasztást, amit a szolgáltatónak ki kell fizetni.

Szociális intézménynél, kórháznál, ahol a meleg víz fogyasztás folyamatos télen-nyáron, segít a cirkuláltatás programozása. Ezekben az intézményekben a napkollektorok beépítése, a meleg víz drága (pazarló) előállítása miatt, még pályázati támogatás nélkül is gyorsan megtérül.

Iskolákban, óvodákban, és egyéb középületben, ahol a meleg víz fogyasztás nem jelentős, célszerű azt a közvetlen felhasználás helyén előállítani, (pl. villanybojlerben, vagy kondenzációs tárolós rendszerrel) a távhő szolgáltató ezzel biztosan nem ért egyet (az energiafogyasztásban érdekeltek).

4 Hőszivattyúk alkalmazása az épületek fűtési és hűtési hőigény kielégítésére, valamint a HMV előállítására.

4.1. A hőszivattyús fűtési rendszer kiválasztásának általános kérdései.

Az energiaválság a fejlett országokban már korábban kikényszerítette az energiatakarékos hőszivattyú alkalmazását, és az emberközpontú, kishőmérsékletű, melegvüzemű központi fűtéseket. Nevezetesen az ún. felületfűtéseket: a nagy felületű radiátoros fűtést (a radiátor hőmérsékletlépcsői: 55/45 °C, majd 40/30 °C, a korábbi 90/70 °C és 75/60 °C helyett), valamint a padló-, a fal- és a mennyezetfűtést, az épületszerkezet temperálását. A fűtési energiaszükséglet csökkentésének műszaki lehetősége az ún. sugárzó fűtés (illetve hűtés). A felületfűtések, felülethűtések sugárzó fűtések (hűtések), így a belső léghőmérséklet csökkentése (illetve növelése) révén 10–15%-os energiamegtakarítást érhetünk el ugyanolyan hőkomfort (hőérzet) mellett.

A hőfoklépcsők megváltozása és a fűtéshez felhasznált víz hőmérsékletének a csökkentése több okra vezethető vissza. Egyrészt a rendszer veszteségei magasabb hőmérsékleten lényegesen nagyobbak, másrészt az új technológiák energiamérlege (pl. a kondenzációs, majd a hőszivattyús technika) a kívánt eredményt csak kishőmérsékletű rendszerekbe építve érhetik el. Így a megfelelő hőérzet és energiatakarékosság következtében a sugárzó fűtés-hűtés tudatos alkalmazása került előtérbe.

A hőszivattyúkkal kapcsolatos általános ismereteket a mellékelt tanulmányok kellő mélységig összefoglalják. A jelen tanulmányban a hőszivattyúk alap-típusának és üzemmódjának a kiválasztásához, valamint a teljesítményigény kalkulálásához kívánunk segítséget adni, a javaslatok szintjén. Itt is igaz, hogy a helyi körülmények ismerete nélkül teljes pontosságra nem törekedhetünk. Tanulmányunkban közérthető módon azt vázoljuk, hogy egy önkormányzat hogyan kezdhet el gondolkodni egy hőszivattyús beruházás előkészítésén, anélkül, hogy akár egy kisebb költségű előzetes tanulmányt is készítenni kellene. Természetesen ezzel nem helyettesíthető az auditon alapuló részletes megvalósíthatósági tanulmány és tervezés, amely egy nagyléptékű beruházásnál már érzékelhető költségvonzattal jár. Ezen költség valószínűsíthető hasznosságáról azonban előzetesen a testületet meg kell győzni. A tanulmány és a hozzá kapcsolódó interaktív szoftver segítségével a témában kevésbé jártas emberek is gyakorlatilag egy előzetes tanulmányt készíthetnek, ahol a meglévő épületeknél az épületenergetikai számítás a fogyasztási adatokból kiindulva célszerű elvégezni, részletes energetikai számításra ebben a fázisban nincs mód, és nem is lenne célszerű azt elvégeztetni.

A hőszivattyúk megnevezése a hőforrás- és hőleadó-oldali hőátadó közeg szerint történik (lásd 1. táblázat). A tanulmány keretében az utolsó három típus-változattal foglalkozunk, miután az önkormányzatokhoz tartozó épületek között viszonylag kevés olyan található, melyeknél a levegő használható előnyösen a hőleadó oldalon (kivételt képeznek ez alól az aktív hővisszanyeréses szellőztető rendszerek). Ez utóbbi esetekben használhatók a vizes hőszivattyúk, pl. fan-coil szekunder oldali hőleadó berendezésekkel kiegészítve a szokásos radiátoros fűtéssel szemben. A víz/víz és a sólé/víz hőszivattyúk gyakorlatilag megegyeznek, csak a hőforrásoldali hőátadó közegükben térnek el. A hőszivattyús technológiák bemutatásánál konkrét típusokkal dolgozunk, melyeknél a gyári adatok is ismertek, így ezekből kívánunk általánosítható összefüggéseket levonni. A vizsgálatoknál a 2011. évi pályázati lehetőségeknél előírt követelményeket is messzemenően figyelembe vettük.

4.1. táblázat: A hőszivattyúk legáltalánosabb típusai

| A hőátadó közeg | | A hőszivattyúk megnevezése (a rövidítéssel) |
|-----------------|----------------|--|
| Hőforrásoldali | Hőleadó-oldali | |
| levegő (A) | levegő (A) | levegő/levegő hőszivattyú (A/A) vagy légkondicionáló |
| víz (W) | levegő (A) | víz/levegő hőszivattyú (W/A) vagy légkondicionáló |
| Sólé (B) | levegő (A) | sólé/levegő hőszivattyú (B/A) |
| levegő (A) | víz (W) | levegő/víz hőszivattyú (A/W) |
| víz (W) | víz (W) | víz/víz hőszivattyú (W/W) |
| Sólé (B) | víz (W) | sólé/víz hőszivattyú (B/W) |

A hőszivattyúk teljesítménytényezői:

COP (*Coefficient of Performance*) – Fűtési teljesítménytényező (fűtési hatásfok): A leadott fűtőt teljesítmény és a felvett villamos teljesítmény hányadosa, adott kiinduló és végső hőmérséklet mellett.

EER (*Energy Efficiency Ratio*) – Hűtési teljesítménytényező (hűtési hatékonyság): Az elvont hűtési teljesítmény és a felhasznált villamos teljesítmények hányadosa, adott kiinduló és végső hőmérséklet mellett.

Mivel a fenti tényezők adott üzemállapotra vonatkoznak, függnék a hőszivattyú típusváltoztatától is, ezért az összehasonlíthatóságot csak megadott paraméterekre vonatkozóan lehet elvégezni.

A gyakorlatban többet mond a szezonális teljesítménytényező **SPF** (Seasonal Performance Factor), amely a teljes fűtési időnyire vonatkoztatva adja meg a termelt hőenergia és a működtetésre felhasznált energia (villamos energia, gázenergia) hányadosát.

Az Európai Unió tagjaként Magyarországon az MSZ EN 14511:2004 szabvány (az Európai Községek Bizottságának 2007. november 9-én kelt, 2007/742/EK számú határozatában leírtaknak megfelelően) segíti a hőszivattyú berendezések objektív összehasonlítását. A gyártóknak ugyanis a szabványban meghatározott hőmérsékleti körülmények között kell a berendezések fűtési/hűtési leadott és elektromos felvett teljesítményét mérni, és az adott mérési ponthoz tartozó hányadost kötelesek megadni. A 2011. évi pályázatoknál (KEOP, KMOP) a villamos energiával működő hőszivattyúknál a minimum SPF 3,5, a földgázzal működtetetteknél a minimum SPF 1,3-as értékre volt szükség ahhoz, hogy az indikátorokat teljesíteni, és a kifizetéseket az EU felé igazolni lehessen. Annak érdekében, hogy a nem tisztán villamos energiával működő hőszivattyúknál (pl. bivalens rendszer, gázhajtású rendszer, stb.) az SPF értékek számításához a különböző energiahordozókat összegezni lehessen, a mért fogyasztási adatokat primerenergia értékekre kell átszámolni. Az átváltáshoz használatos tényezőket a 2. táblázat tartalmazza. Esetünkben az elektromos áramnál 2,6-s érték szerepel, az EU-s átlag 2,5 primerenergia tényező.

4.2. táblázat: primerenergia tényezők

| Energia | Primerenergia. tényező |
|--|------------------------|
| Elektromos áram | 2,6 |
| Földgáz | 1,00 |
| Tüzelőolaj | 1,00 |
| Tűzifa, biomassza | 0,60 |
| Megújulókból termelt villamos energia | 0,00 |
| Technológiai folyamatból származó hulladékhő | 0,00 |

Átváltást követően, mindegyik hőszivattyús rendszer és típus esetén a primerenergia felhasználásból számított szezonális teljesítménytényező minimális értéke $SPF_{prim} 1,3$ kell, hogy legyen. Továbbá csak olyan hőszivattyú berendezések támogathatók, melyek képesek a kondenzátor oldali hőmérséklet (előremenő fűtővíz hőmérséklet), külső hőmérséklet függvényében történő szabályozására.

A hőszivattyúk hőforrása gyakorlatilag a környezeti levegő és a talajhő. A **levegő-víz hőszivattyús rendszereknél** előírt szekunder oldali követelmény a pályázatoknál, hogy az előremenő fűtővíz méretezési állapotra vonatkozó hőmérséklete 45°C -nál nem magasabb. A talajhővel dolgozó (talajszondás, talajkollektoros és kútvides hőszivattyúk) esetében is a magasabb hőmérsékletű rendszer telepítése kizárólag olyan épületek esetében támogatható, ahol az alacsony hőmérsékletű (45°C -nál nem magasabb hőmérséklettel üzemelő) fűtési rendszer kiépítése nem megvalósítható, ill. ha gazdasági szempontból irreális megoldást jelentene. Mindezt változatelemzéssel kell alátámasztani.

Ki kell emelni, hogy a **villamos meghajtású, levegő-víz hőszivattyú berendezések** energiahatékonysága alacsonyabb, mint a víz-víz hőszivattyúké, ráadásul a külső hőmérséklet csökkenésével jelentősen romlik, csökken a leadott teljesítmény és a COP érték is. Egyes korábbi gyártmányok $0...-5^{\circ}\text{C}$ (száraz) külső hőmérséklet alatt nem tudtak működni, így a beépített elektromos fűtőbetét alkalmazása vált szükségessé, mely nagymértékben megnövelheti a villanyszámlát. Létezik ma már olyan gyártmány is, amely -25°C külső száraz hőmérsékletig kizárólag a kompresszor munkájával, elektromos fűtés nélkül képes a vizet akár $45 - 55^{\circ}\text{C}$ -ra is felmelegíteni, azonban ilyen esetben igen alacsony az energiahatékonysága. Kivételt képez a **földgáz üzemű abszorpciós, levegő-víz hőszivattyú**, amelynél a külső hőmérséklet csökkenésével teljesítmény kisebb mértékben romlik, 65°C előremenő hőmérsékletre is képes, azonban kb. 50°C fölött a szezonális teljesítménytényező minimális értéke ($SPF_{prim} = 1,3$) ennél sem teljesíthető monovalens rendszerben.

A **fűrtkutas, víz-víz hőszivattyús rendszer** megfelelő hőmérsékletű, minőségű és tömegáramú víz esetén COP értékében jobb is lehet, mint a talajszondás rendszer. Viszont a víz kiemeléséhez, visszajuttatásához adott esetben lényegesen nagyobb szivattyúzási munka is tartozhat, amely az SPF ($COP_{éves}$) értéket csökkentheti. Alkalmazásának egyrésztől korlátot szab az, hogy csak olyan területeken jöhet szóba az alkalmazása, ahol legfeljebb 100 m-en belül megfelelő mennyiségű és vegyi összetételében nem agresszív víz áll rendelkezésre. Másrészt a rendszer COP értékét erősen befolyásoló tényező, hogy a statikus vízszint a kútban mekkora mélységben van, hiszen ez a szivattyúzáshoz szükséges teljesítményfelvételt lényegesen befolyásolja.

A fűrtkutas és talajszondás rendszerek COP értékét a kút feljövő vízhőmérséklete és a furat talphőmérséklete alapján nem lehet összehasonlítani. Egy nyitott kutas rendszer pillanatnyi COP értékét - az áramlási veszteségek figyelmen kívül hagyásával - egy adott kondenzációs hőmérsékleten, a feljövő vízhőmérséklet közel állandó értéke miatt könnyű meghatározni. A talajszondás rendszerénél azonban a pillanatnyi COP értéket a furat talphőmérsékletén kívül számos tényező (a talaj hővezető-képessége, szondaterhelés, a tömedékelés ellenállása stb.) befolyásolja, amelyek hatására a talajszonda közelében a talaj hőmérséklete s így a feljövő közeg hőmérséklete minden percben változhat. Ezért összehasonlításra csak az éves átlagos COP (SPF) értékek alkalmasak.

A fűrtkutas rendszerek alkalmazhatósági lehetőségeit minden esetben meg kell vizsgálni. Olyan helyeken például, ahol természetes vízfolyás, tó van és a partjától nem messze hőszivattyús rendszert kívánunk telepíteni, számolni lehet 15-30 m mélységű, parti szűrésű kutak kialakításának a lehetőségével. Ha az illetékes vízügyi hatóság is engedélyezi, megoldható a kinyert víz visszaengedése a természetes vízfolyásba (a 30°C alatti, környezetre nem ártalmas víz visszaengedhető). Ezzel a módszerrel is hatékony, nagy SPF értékű hőszivattyús rendszer alakítható ki. Ugyanakkor a beruházási költsége általában alacsonyabb, is

mint a talajszondás berendezése, így gazdasági elemzés döntheti el, hogy adott esetben melyik az előnyösebb. Előnyként említhető, hogy a víz-víz hőszivattyúknál nem csak fűtő kutak, hanem felszíni vizek, szennyvízcsatornák és az elfolyó alacsonyabb hőmérsékletű termálvizek is jelenthetik a forrásoldalt, ekkor a beruházási költség nagymértékben csökkenhet. A vízminőségből adódóan a rendszernél karbantartási költségek merülhetnek fel, élettartalma korlátozott lehet, a kút vízáadó képessége változhat, amely újabb karbantartási költségekkel járhat. További kockázat a vízminőség változásának hatása a hőszivattyú hőcserélőjére.

A **zárt talajszondás hőszivattyús rendszer** előnyei: élettartama minimum 50 év, karbantartási költség nincs, gyakorlatilag bárhol megvalósítható, ahol 50-100 m mélységű fúrásokra engedélyt ad az illetékes Bányakapitányság. Helyigénye új épületeknél gyakorlatilag nincs, hiszen ebben az esetben a fúrások illetve a függőleges talajszondák telepítése az épület alatt is kivitelezhető. Meglévő épületeknél kizáró ok lehet a szükséges helyigény biztosíthatósága.

A Kárpát-medence geológiai sajátosságai miatt energetikai szempontból - precíz tervezés mellett - a ma használatos földhős hőszivattyúkkal fűtési üzemmódban $SPF = 4,0-4,5$ (kedvező esetben 5) érhető el, hűtési üzemmódban $COP_{\text{éves}} = 5,5-7,5$ amelyben már szerepel a primeroldali keringtető szivattyú teljesítményszükséglete is. A keringtető szivattyú teljesítményigényét lehetőleg minél kisebbre szükséges megválasztani, ezért ügyelni kell a megfelelő csőátmérőkre, és csatlakozásoknál a minimális ellenállásokra. A fentiek alapján tehát a mi viszonyaink között, a legtöbb esetben – kis és közepes rendszerek esetén – minden szempontot figyelembe véve, a zárt hurkos talajszondás rendszer adhatja környezetvédelmi és energetikai szempontból a legjobb eredményt. Új építéseknel ezért elsősorban a zárt hurkos talajszondás rendszerek kiépítését tartják a legjobb megoldásnak, azonban kedvező esetben a fűtőkutas rendszer lehet a kedvezőbb, ha a gazdasági szempontokat is figyelembe vesszük.

A jelen tanulmányban a talajhőt hasznosító megoldások közül a talajkollektorossal nem foglalkozunk, ugyanis ott a fűtött alapterület 2-3 szorosának megfelelő kollektormező kialakítása szükséges minimálisan 1,5 m mélységben. A meglévő épületek esetében ez gyakorlatilag megvalósíthatatlannak tűnő vállalkozás lenne. Egyrészt ekkora terület ritkán áll rendelkezésre, másrészt egy meglévő telken, udvarban nagy rombolással, földmunkával járna a kollektormező kiépítése. Új, kisebb méretű épületek létesítésénél lehet létjogosultsága.

A hőszivattyús rendszerek alkalmazhatóságát jelentősen meghatározzák a primer (elérhető hőforrás) és a szekunder oldal (hőigény és az ehhez tartozó hőleadó rendszer) helyi körülménye. Napjaink és a jövő technikájával kapcsolatban arra is fontos felhívni a figyelmet, hogy nemcsak a hőforrás, hanem a hőszivattyút működtető energia is származhat megújuló energiából.

Itt kell megemlíteni, hogy semmi sem kifogyhatatlan ha a felhasználás sebessége meghaladja az újratermelődés sebességet, akkor lokálisan hiány keletkezik. Ez elsősorban a talajkollektoros és a talajszondás hőforrásoldalnál fordulhat elő. Hőszivattyúzásnál sok méretezési hiba erre vezethető vissza. Pl. ha a felhasznált terület felmelegedési (regenerációs) idejét a méretezésnél nem veszik jól figyelembe.

Meglévő épületek hőellátásának korszerűsítésénél lényeges dolog, hogy milyen a jelenlegi rendszer hőlépcsője? Például ha egy jelenleg $90/70\text{ °C}$ öntöttvas radiátoros központi fűtést korszerűsíténénk, akkor a hőszivattyúk alacsony üzemi hőmérséklete miatt nagyon erősen ajánlott a radiátorok lecserélése kétcsöves fan-coil berendezésekre, a hőszivattyú megvásárlásán kívül. Új építésű fűtési/hűtési rendszernél szabadon dönthetünk a fan-coilos, illetve valamely felületfűtés/hűtés mellett. A radiátorokat lehetőleg kerüljük, mert fűtéskor a hőleadásuk jóval alacsonyabb a névleges értéknél, hűtésnél pedig a jelentős cseppvíz-képződés miatt a tócsák mellett még erős korrózióra is számíthatunk.

Ugyanígy vizsgáljuk meg a rendelkezésünkre álló hőforrásokat - rögtön kiderül, hogy egyáltalán milyen kivitelű berendezés jöhet szóba. Egy városon kívüli, tóparti vagy nagy, üres

telekkel rendelkező létesítményben szinte minden feltétel adott egy igen jó hatásfokú víz-víz hőszivattyú telepítésére, fűrtutas, vagy talajszondás kivitelben. Azonban például egy nagyvárosi lakóövezetben ezek telepítésére legtöbbször nincs lehetőség, ekkor alkalmas lehet a levegő hőforrás felhasználása, valamelyik levegő-víz hőszivattyú beépítésével.

El kell dönteni, monovalens, vagy bivalens fűtési rendszert válasszunk. A magyarországi földhős viszonyokat elemezve, tapasztalatok alapján kijelenthető, hogy adott monovalens hőszivattyús rendszerek gazdaságosan és üzembiztosan kialakíthatóak hazánkban is. A villamos hajtású, levegő-víz hőszivattyúkra nem mondható el ez általában, jelentős túlméretezéssel képzelhető el, ami mindenképpen gazdaságtalan megoldást jelentene. A monovalens rendszerek felhasználhatósága azonban korlátozott, mindenképpen alacsonyabb hőmérsékletű fűtési rendszerekhez ajánlható.

Az intézményi épületek sajátossága a lakóépületekkel szemben, hogy nappali műszakban a helyiségek teljesen kihasználtak, az előírt hőmérsékleteket tartani szükséges, tehát a beépített csúcsteljesítményre a rendszer érzékenyebb. A monovalencia korlátait mutatja, hogy a -15°C külső léghőmérsékletre méretezett hőszivattyús rendszerek ennél alacsonyabb külső léghőmérsékletek esetén csak komfortcsökkenéssel képesek ellátni feladatukat.

Ezért monovalens hőszivattyús rendszerek esetében az esetlegesen előforduló rövid, de szélsőséges időjárási körülményekre, áramszünetekre stb. tekintettel a rendszerbe legalább 10% tartalékot célszerű beépíteni, hogy váratlan és jelentős hőkomfortcsökkenés ne fordulhasson elő. Ez lehet villamos és/vagy fosszilis alapú rásegítés. A 10%-os hőszivattyús túltervezés, ami költségdöbbltet tapasztalatok alapján csak akkor ésszerű megoldás, ha a rásegítés valamilyen oknál fogva nem kivitelezhető.

A meglévő intézményi épületek sajátossága az általánosan elterjedt melegvízüzemű fűtőrendszer földgáztüzelésű kazánal (kazánokkal). A hőszivattyús hőközpont maximális teljesítményét ebben az esetben a beruházási költségek csökkentése érdekében a gyakorlati tapasztalatok alapján 0–20% között javasolták alátervezni, és az esetlegesen szükséges 10–30% csúcsteljesítmény-hiányt a legjobb egy kondenzációs gázkazánal, bivalens módon kiegészíteni. Megjegyezhető, hogy a pályázatoknál gyakran a meglévő gázkazánok jelentik a tartalékot, amennyiben műszaki állapotuk ezt lehetővé teszi. Egyes hőszivattyús rendszereknél, a pályázatoknál előírt legfeljebb -5°C bivalens pont, a hőszivattyú teljesítményét és a lehetséges maximális kiegészítő teljesítményt behatárolja. A komplex fűtési rendszereknél kiemelhető, hogy a távhőszolgáltatáshoz is jól illeszthetők a hőszivattyús rendszerek. Előnyös lehet a biomassza-tüzelésű csúcskazán alkalmazása is.

A kiegészítő fűtés tényleges százalékos értékét, teljesítményét minden esetben az adott rendszert tervező mérnöknek kell majd eldönteni, illetve javasolni. Vizsgálni kell a beruházási költségeket, a várható energia-megtakarításokat és a helyi pénzügyi lehetőségeket, de célszerű figyelembe venni az előre látható energiaár-változásokat és a pályázati kiírások mindenkor követelményeit is.

A fentebb vázolt hőnyerési módok környezetvédelmi, gazdaságossági, műszaki összehasonlítása alapján látható, hogy hazánk földhős adottságait figyelembe véve az a hőnyerési mód hozza a legmegfelelőbb eredményt, amely ezt az igen kedvező lehetőséget hasznosítani tudja. Legtöbb esetben két hőszivattyús rendszer jöhet számításba, az ún. fűrtutas rendszer (nyitott rendszer) és a zárt hurkos talajszondás rendszer.

Felhívjuk a figyelmet arra, hogy nem szabad elfeledkezni a hulladékhő-hasznosítás lehetőségéről, hiszen ez a leghatékonyabb hőnyerési mód, de csak egyedi esetekben alkalmazható (pl. fürdő, intézményi konyhai hulladékhője, szellőztető levegő).

Meglévő intézményi/önkormányzati épületek esetében is szükség van a helyszín ismeretében elemzésre a hőnyerési mód meghatározásához, mint amire a fentiekben is már utaltunk. Elképzelhetőek olyan körülmények, hogy a nyitott kutas rendszer objektív okok (pl. vízhiány) miatt nem valósítható meg, és helyszűke miatt nincs elég hely a függőleges zárt

talajszondák kiépítéséhez a szükséges fűtési teljesítményszükséglet 80–100%-os kielégítésére. Ilyen esetben meg kell határozni a gazdaságosan megvalósítható hőnyerési lehetőséget, és azt, hogy ezzel egy bivalens (földhős hőszivattyú + földgáztüzeléses) rendszert energiamegtakarítási és környezeti hatásokat vizsgálva érdemes-e kialakítani. Amennyiben olyan meglévő épületről van szó, amelynek viszonylag kicsi, részben burkolt, parkosított udvara van, a zárt hurkos földhőszondás rendszer kialakítása túl nagy rombolással járó megoldás lenne, és a rendelkezésre álló terület sem elegendő a szükséges teljesítmény kiépítéséhez, nem beszélve a talajkollektoros hőnyerésről. Ilyen esetben mindenképpen a földhős energiahasznosítás másik formáját, a nyitott kutas hőnyerési mód alkalmazhatóságát kell megvizsgálni. Továbbá megoldást jelenthet a levegő-víz hőszivattyús rendszer, előnyösen a földgáz üzemű abszorpciós alkalmazása is, ugyanis ez utóbbi teljesítménye a környezeti levegő hőmérsékletétől kevésbé függ.

A villamos meghajtású hőszivattyúk esetében kedvezményt jelent, hogy megadott teljesítményhatárig a GEO egytarifás, különmért, vezérelt tarifa vehető igénybe. A kedvezményes tarifát 3x63 A (40 kW) névleges csatlakozási értékkel rendelkező közintézmények is igénybe vehetik a meglévő, vagy új hőszivattyús rendszerek villamosenergia ellátásához. A GEO tarifa bruttó végfelhasználói díja nem lakossági fogyasztók esetén 2011-ben 31,96 Ft/kWh. A vezérelt áramellátás napi legalább 20 óra fűtési időt biztosít úgy, hogy a megszakítás nem lehet több 2 óránál, és a megszakítások között minimálisan 2 óra fűtési idő áll rendelkezésre.

A hőszivattyús technológiák, és projektek bemutatásánál és a szoftver megalkotásánál az összehasonlíthatóság érdekében azonos, átlagos értékekkel dolgoztunk. Így:

- a fűtési idény külső hőmérsékleti intervallumát +17 és -14°C között vettük fel,
- Az SPF értékeknél a konkrétan bemutatott hőszivattyúkra megadott, gyári adatokból valószínűsíthető értékkel számoltunk.
- Az energiaköltségeknél egységesen 140 Ft/nm³ földgáz, 50 FT/ kWh villamos energia, illetve 32 Ft/ kWh geo tarifás árat vettünk figyelembe.
- A bivalens pontot, a pályázati feltételeknek megfelelően, -5°C-ra választottuk.

A fentiekben jelzettnek megfelelően a következőkben hőszivattyús technológiák konkrét bemutatásánál adott, a gyakorlat szempontjából korszerűnek elismert típusokkal dolgozunk, melyeknél a gyári adatok is ismertek. Ezek:

- Villamos meghajtású levegő-víz hőszivattyúk közül az OSCHNER Golf Maxi GML W60 típus.
- Földgáz üzemű abszorpciós levegő-víz hőszivattyúk közül a GHAP-A HT típus.
- A talajhős víz-víz hőszivattyúk közül a legjobb paraméterekkel rendelkező Geowatt Kft által gyártott Vaporline GBI96-HACW típus
- Aktív hővisszanyeréses szellőztetési rendszer levegő-levegő hőszivattyú beépítésével (NILAN VPM sorozat)

4.2. OSCHNER Golf Maxi GML W60 típusú villamos meghajtású levegő-víz hőszivattyú.

A 4.1. ábrán 35°C előremenő fűtővíz hőmérsékletre vonatkozó teljesítmény és COP értékek láthatók a környezeti levegő hőmérsékletének függvényében. A gyári adatokból továbbá meghatároztuk a teljesítménycsökkenés százalékos értékeit is, a 17°C-hoz tartozó teljesítményt választottuk 100 %-nak. Megfigyelhető, hogy -14°C-nál a névleges teljesítmény alig több mint 30 %-át éri el a pillanatnyi teljesítmény, így monovalens üzem nem javasolható, több mint 200 %-al túl kellene méretezni a hőszivattyút. A pályázati feltételekben szereplő -5°C-s bivalens pontnál a hőszivattyú kb. 49 kW teljesítményre képes, ami a névleges teljesítmény 55 %-t jelenti. A fűtési teljesítmény vonalat ezen a ponton berajzolva, látható, hogy

a 90 kW-s névleges (maximális) teljesítményű hőszivattyúval bivalens üzemmódban 70 kW fűtési teljesítményigény elégíthető ki. A kiegészítő fűtőberendezés teljesítményigénye kb. 37 kW, amit pl. egy kondenzációs gázkazánnal célszerű megvalósítani. Még bivalens üzemmódban is mintegy 30 %-al magasabb névleges teljesítményű hőszivattyúra van szükség, mint amekkora a fűtési teljesítményigény (70 kW helyett 90 kW).

A 4.1. ábra alapján a következő általánosítható összefüggések felállítására van mód:

1. A fűtési hőmérséklet igény a -5 °C bivalens pontnál:

$$t_{f.biv.} = 0,71 \times t_{el.}$$

Ahol a $t_{el.}$: a tervezett, vagy meglévő fűtési rendszer előremenő hőmérséklete. Esetünkben a 35°C hőszivattyús üzemmódnál, és a két fűtési rendszer sorba kapcsolásával 50°C lehet. a maximális előremenő hőmérséklet.

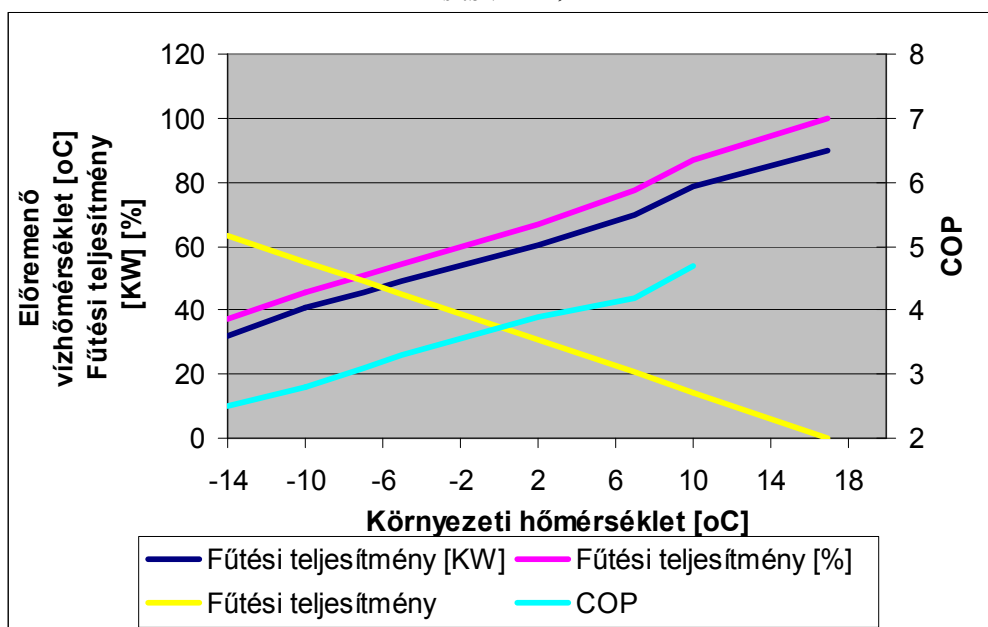
2. A szükséges hőszivattyú névleges teljesítmény 17°C külső hőmérsékletnél:

$$P_{hsz.n} = 1,291 \times P_F$$

Ahol: a P_F az épület fűtési teljesítmény igénye.

3. Fűtési teljesítményigény a -5°C-s bivalens pontnál:

$$P_{hsz.biv.} = 0,71 \times P_F$$



4.1. ábra: Az OSCHNER Golf Maxi GML W60 típusú villamos meghajtású levegő-víz hőszivattyú jellemzőinek alakulása a környezeti levegő hőmérsékletének függvényében.

Az ábrából az is leolvasható, hogy a pályázatoknál megkövetelt minimális COP érték (3,5) -1°C közelében van, az éves primerenergia tényező minimális értékének ($SPF_{prim} = 1,3$) a teljesíthetősége kérdéses lehet a 35°C-s üzemmód ellenére is, ugyanis a kiegészítő berendezés energiafelhasználását is figyelembe kell venni a meghatározásánál. A gyártó 50°C előremenő hőmérsékletnél is ad meg paramétereket. Pl. +2 °C környezeti hőmérsékletnél a teljesítmény alig változik, de a COP érték 3,9-ről 2,6-re csökken a 35°C előremenő hőmérséklethez viszonyítva.

Összefoglalva a következő megállapítások tehetők a villamos meghajtású levegő-víz hőszivattyúkkal kapcsolatban:

- Alacsonyabb hőmérsékletű fűtési rendszereknél (sugárzó fűtés, ill. fan-coil berendezés) javasolható. Az előremenő hőmérséklet 35-40°C legyen amennyiben ez lehetséges (a korábbi KEOP pályázatoknál max 45°C lehetett a tervezési előremenő hőmérséklet).

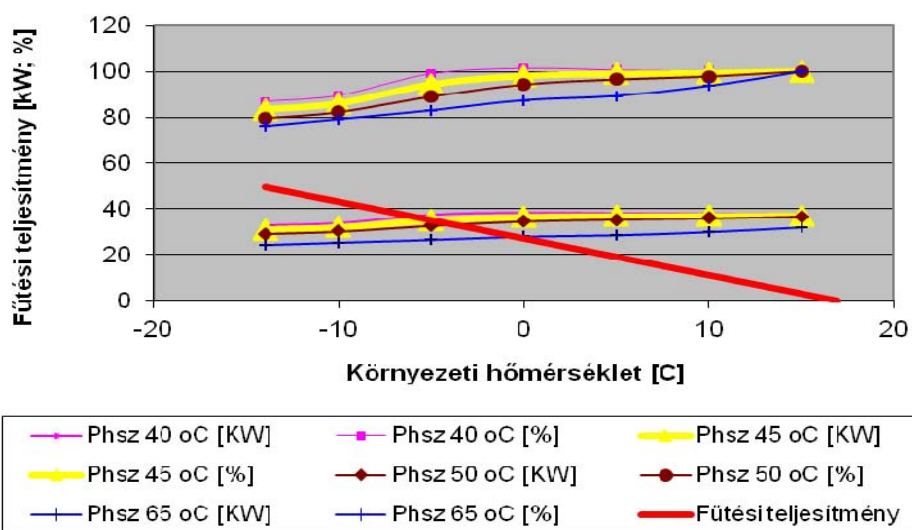
- Bivalens üzem mód még az alacsony hőmérsékletű fűtésnél is. A főszivattyú maximális (névleges) teljesítményének így is mintegy 30 %-kal nagyobbak kell lenni az épület fűtés teljesítményénél, hogy a pályázatokban megkövetelt legfeljebb -5°C bivalens pontot teljesíteni lehessen. (Monovalens üzem esetén több mint 200%-kal kellene a hőszivattyú túlméretezni.
- Ezek a hőszivattyúk a szigorú EU-s és pályázati feltételeket csak kivételes esetben tudják teljesíteni, így a pályázatokban nem számoltak velük általában.
- Nagy előnyük hogy a hőforrás (a környezeti levegő) közvetlenül áll a rendelkezésre, így beépítésük egyszerűbb, beruházási költségük alacsonyabb lehet más hőszivattyúkkal szemben. Külön kiemelhető, hogy helyigényük minimális, így bármilyen körülmények között a meglévő fűtési rendszerhez is illeszthetők. A korábbi fűtési rendszerrel bivalens üzemben sorba kapcsolva, vagy paralel üzem módban is alkalmazhatók.
- Javasolható a magasabb hőmérsékletű bivalens pont választása (akár 2-3°C) amennyiben a lehetőségek erre adóttak. Elsősorban a kisebb épületek, családi házak fűtésénél terjed az utóbbi időben különösen zárt lakótelepi körülmények esetén.

4.3. Robur GHAP-A HT típusú földgáz üzemű abszorpciós levegő-víz hőszivattyú

Nagy előnye a villamos hajtású levegő-víz hőszivattyúkkal szemben, hogy a teljesítménye kisebb mértékben függ a környezeti hőmérséklettől. A szezonális teljesítménytényező előírt minimális értékét 50°C-ig valószínűsíthető teljesíteni tudja. 65°C előremenő hőmérsékleten is tud dolgozni.

Csökkentett energiaigényű épületeknél felújítás után (szigetelés, nyílászáró csere, szekunder oldali korszerűsítés) a meglévő magas hőmérsékletű fűtési rendszerrel is alkalmas lehet, még a monovalens üzemre is. A szükséges hőszivattyú teljesítményének 50°C-nál 10-12%-kal, 65°C-nál 17-18%-kal kell nagyobbak lenni, mint a fűtési teljesítmény igény. Az 50°C-nál magasabb előremenő hőmérsékleteknél viszont nem teljesíthető a szezonális teljesítménytényező előírt minimális értéke.

A gyártó által megadott teljesítményadatokkal megszerkesztett 4.2. ábra a környezeti levegő függvényében mutatja a hőszivattyú teljesítményét eltérő előremenő víz hőmérsékleteknél, főntől lefelé, rendre 40, 45, 50 és 65°C-on.



4.2. ábra A Robur GHAP-A HT levegőbázisú, gáz-abszorpciós hőszivattyú jellemzőinek alakulása a környezeti levegő hőmérsékletének függvényében.

A teljesítményadatokból meghatározható az adott hőmérsékletű üzemmódnál a szivattyú névleges teljesítményéhez tartozó fűtési teljesítmény, vagy fordítva. Az eredményt a 4.3. táblázat tartalmazza. Látható, hogy monovalenes üzemben a hőszivattyú teljesítményének 15-31%-kal kell nagyobbnak lenni, mint a fűtési teljesítmény. Ehhez kellene a 10% tartalékot még hozzátenni, ha nincs más lehetőség az extrém esetekre számolva.

4.3. táblázat: Teljesítmények alakulása monovalens üzemmódban

| Fűtővíz hőmérséklete [°C] | Hőszivattyú névleges teljesítménye 17°C-on $P_{hsz,n}$ [kW] | Fűtési teljesítmény P_F [kW] |
|------------------------------|---|-----------------------------------|
| 40 | $1,152 \times P_F$ | $0,868 \times P_{hsz,n}$ |
| 45 | $1,199 \times P_F$ | $0,834 \times P_{hsz,n}$ |
| 50 | $1,257 \times P_F$ | $0,796 \times P_{hsz,n}$ |
| 65 | $1,314 \times P_F$ | $0,761 \times P_{hsz,n}$ |

A fentiek miatt a levegőbázisú gáz-abszorpciós hőszivattyúknál is a bivalens üzemmód javasolható, pl. a pályázatokban megkövetelt -5°C bivalens ponttal. A bivalens üzemmódra vonatkozóan is elvégeztük a 4.2. ábra alapján a kalkulációkat, a fűtővíz hőmérsékletek és a teljesítményekre vonatkozóan. Az eredményeket a 4.4. táblázat tartalmazza.

4.4. táblázat: Teljesítmények és a fűtővíz hőmérsékletek alakulása a bivalens üzemmódnál

| Előremenő vízhőmérséklet a hőszivattyúnál [°C] | Maximális fűtővíz hőmérséklet [°C] | Hőszivattyú névleges teljesítménye 17°C-on $P_{hsz,n}$ [kW] | Hőszivattyú teljesítménye a bivalens pontnál $P_{hsz,biv}$ [kW] | Kiegészítő fűtőberendezés teljesítménye tartalék nélkül $P_{kieg.}$ [kW] |
|---|---|---|--|--|
| 40 | 56,4 | $0,724 \times P_F$ | $0,718 \times P_F$ | $0,371 \times P_F$ |
| 45 | 63,4 | $0,754 \times P_F$ | $0,711 \times P_F$ | $0,372 \times P_F$ |
| 50 | 70,5 | $0,789 \times P_F$ | $0,703 \times P_F$ | $0,372 \times P_F$ |

Az épület fűtési teljesítményigényénél 21-28%-kal kisebb teljesítményű hőszivattyúkra van szükség. A sorba kapcsolt kiegészítő fűtőberendezés teljesítményének minimum a fűtési teljesítmény kb. 37%-ának kell lenni a javasolt 10% tartalékot itt célszerű beépíteni. Bivalens üzemmódnál a 65°C üzemi hőmérséklettel nem számoltunk mivel az $SPF_{prim}=1,3$ érték nem lenne tartható. Sőt 50°C esetén is kérdéses a követelmény teljesülése, ugyanis a kiegészítő fűtőberendezés fogyasztásával is kell számolni.

A fentiek miatt a kapcsolódó interaktív szoftvernél pályázatokban is elfogadott paraméterekkel számoltunk, az előremenő fűtővíz hőmérséklete a hőszivattyúnál a teljes fűtési idénybe max. 45°C, a bivalens pont -5°C. Ez a hőszivattyútípus a kis teljesítményű hőszivattyú kategóriába tartozik, ennek ellenére nagyobb fűtési teljesítményigényű épületeknél is számolnak vele. Ilyenkor akár 10, vagy több egységet kaszkád rendszerbe összekapcsolva építenek be. Így a néhány 100 kW teljesítményigény egyúttal biztonságosabban elégíthető ki, és az egységek közül mindenkor csak a szükséges darabszám üzemel, az optimális hőtermelés mindenkor megvalósítható.

A levegőbázisú gáz-abszorpciós hőszivattyúk választására elsősorban akkor kerülhet sor amennyiben a talajhős víz-víz hőszivattyúk hőforrás oldalának a kiépítésére nincs megfelelő körülmény. Ezek a berendezések akár meglévő épület tetőszerkezetén is elhelyezhetők. A bivalens üzemmód olyan középületek esetén lehet előnyös, melyeknél a meglévő fűtési rendszer magas hőmérsékletű radiátoros változat. Ekkor a hőszivattyú 45°C hőmérsékleten, a

kiegészítő fűtőberendezés max. 63,4°C-on dolgozhat a -5°C bivalencia tartása mellett. Ezen a hőmérsékleten a 90/70°C-ra tervezett radiátorok az ottani teljesítményük kb. 50%-át adják le, így ilyen mértékben szükséges az épület hőteljesítmény igényét csökkenteni energetikai korszerűsítéssel (szigetelés, ablakcsere és szekunder oldali fűtés korszerűsítés).

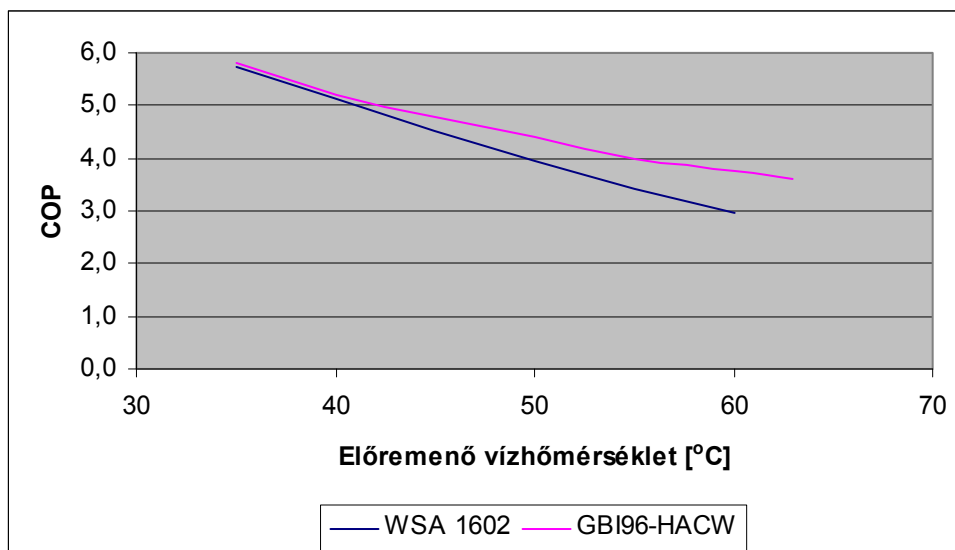
4.4. Talajhő bázisú víz-víz hőszivattyú, Vaporline GB 96-HACW típus.

A talajhő bázisú víz-víz hőszivattyúk tekinthető a legversenyképesebb változatnak. Közülük a hazai fejlesztésű Geowatt Kft. által gyártott GB 96-HACW típust választottuk példának, amely a sorozat legnagyobbik tagja. Mint a fentiekben utaltunk rá a 4 lehetséges hőforrási mód közül a talajkollektorossal eleve nem számolunk, ugyanis a kollektormező kiépítésére meglévő épületeknél megfelelő nagyságú (a fűtött alapterület 2-3-szorosa) terület általában nem áll rendelkezésre. A hulladékhő hasznosítási lehetősége is korlátozott csak kevés helyen állhat rendelkezésre, amennyiben van rá mód természetesen egyedi elbírálás alapján, ki kell azt használni.

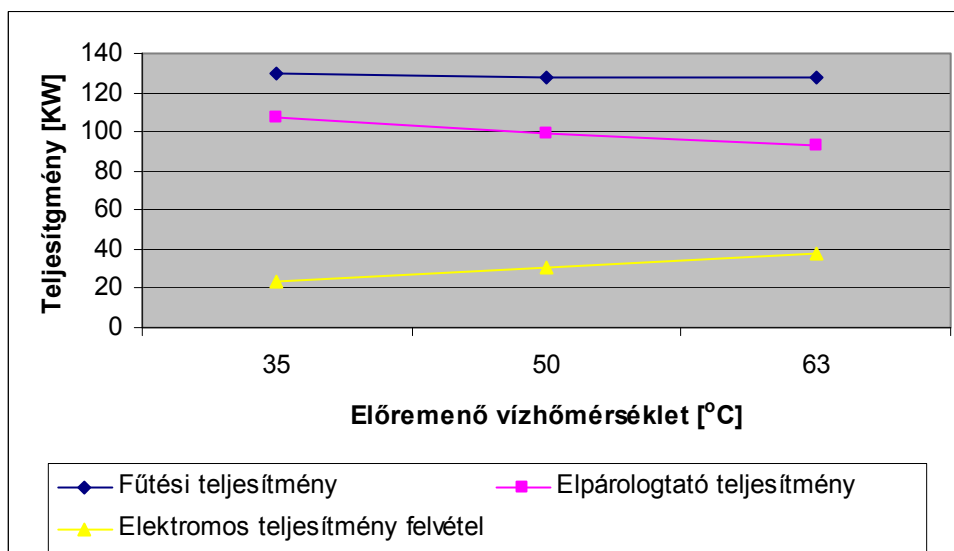
Így a továbbiakban a két megmaradt hőnyerési móddal a fűrkutas, illetve a talajszondás lehetőséggel számolunk. Mindkét esetben a talaj mélyebb rétegeiből vonjuk el a talajhőt, ami azt is jelenti, hogy az év folyamán közel állandó hőmérsékletű forrásoldali vízhőmérséklettel lehet számolni. Így a hőszivattyú teljesítménye gyakorlatilag nem függ a környezeti hőmérséklet változásától. Adott előremenő fűtővíz hőmérsékletnél közel állandó COP értékek adódnak. Az SPF érték talajszondánál gyakorlatilag azonos a COP-al, a fűrkutasnál – a kút mélységétől függően – valamivel alacsonyabb SPF érték adódik. Természetesen a COP érték erősen függ az előremenő fűtővíz megkívánt hőmérsékletétől, így itt is a kedvezőbb értékek az alacsonyabb fűtővíz hőmérsékleteknél adódnak (lásd 4.3. ábra).

A 4.3. ábrán bemutatjuk egy Magyarországon is referenciával rendelkező, piacvezetőnek módható típus (AERMEC WSA 1602) és az új magyar gyártmány (Vaporline GB 96-HACW típus) COP értékeinek a változását előremenő vízhőmérséklet függvényében. Jól látható, hogy az új magyar gép, különösen magasabb hőmérsékleteknél jelentősen nagyon COP értékekkel rendelkezik (pl. a 45°C előremenő vízhőmérsékletnél 0,5 az eltérés, 4,5 ill. 5 COP). 5°C előremenő hőmérséklet-emelkedés a GB 96-HACW berendezésnél 0,44, a WSA 1602-nél 0,56-al csökkenti a COP értéket.

Gyári adatok alapján megvizsgáltuk a forrásoldali hőmérséklet befolyásoló hatását is a COP tényező alakulására a magyar berendezésnél. 5°C hőmérséklet csökkenés 0,455 COP csökkenést okoz. Ez különösen nyíltvizet közvetlen hőkivitelnél, pl. folyóból vagy tóból jelentene hátrányt, de kisebb mértékben talajkollektoros és a talajszondás rendszereknél is jelentkezhet, elsősorban rosszul méretezett esetekben.



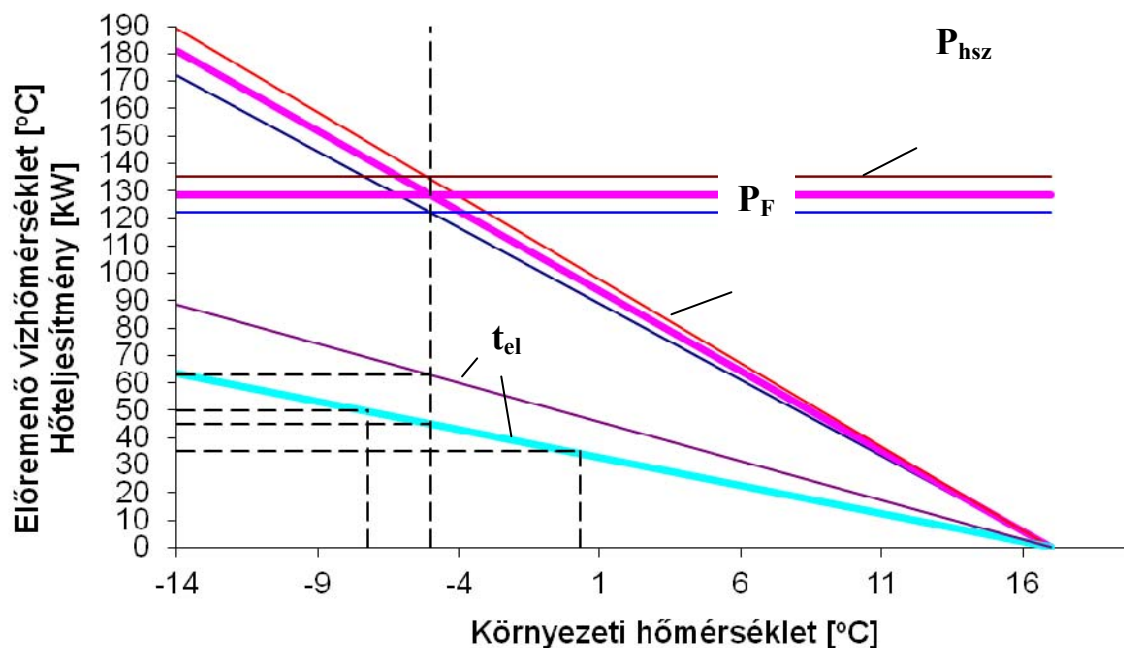
4.3. ábra: A COP értékének változása az előremenő víz hőmérsékletének függvényében 14,1-15 °C kútvíz hőmérsékletnél.



4.4. ábra: A GB 96-HACW típusú hőszivattyú teljesítményeinek alakulása az előremenő víz hőmérséklet függvényében 11,9-12,5 °C kútvíz hőmérsékletnél.

A 4.4. ábra szemléletesen mutatja, hogy a hőszivattyú gyakorlatilag állandó fűtési teljesítmény ad le a különböző előremenő víz hőmérsékleteknél. Azonban a hőmérséklet emelkedésével az elpárologtató teljesítmény csökkenést az elektromos teljesítmény felvétel növekedése egyenlíti ki, ami COP értékek csökkenésével jár. Ez is alátámasztja, hogy a víz-víz hőszivattyúk is az alacsonyabb előremenő hűtővíz hőmérsékleteknél működnek gazdaságosabban.

A 4.5. ábra a Vaporline GB 99-HACW típusú hőszivattyú üzemi jellemzőinek alakulását mutatja. A fentiekben bemutatottak szerint a hőszivattyú teljesítménye gyakorlatilag nem függ a



4.5. ábra: Vaporline GB 96-HACW típusú hőszivattyú üzemi jellemzőinek alakulása a környezeti levegő hőmérsékletének függvényében.

környezeti hőmérséklettől és az előremenő fűtővíz hőmérsékletétől, ezért a különböző kútvíz hőmérsékleteknél eltérő vízszintes egyenesek mutatják a teljesítményértéket. Az ábra alsó része az előremenő fűtővíz hőmérséklet változását, és a jellemző fűtővíz hőmérsékletekhez tartozó környezeti hőmérséklet határokat szemlélteti. Itt figyelembe vettük a -5°C-os bivalencia pontot, illetve a hőszivattyú megengedett maximális előremenő hőmérsékletét, ami 63°C. Az előremenő fűtővíz hőmérsékletekhez tartozó környezeti határhőmérsékletek és COP értékek alakulását 11,9 – 12,5°C kútvíz hőmérséklet esetén a 4.5. táblázatban mutatjuk be.

4.5. táblázat: Fűtési határhőmérsékletek és a COP értékek alakulása különböző előremenő fűtővíz hőmérsékleteknél.

| Előremenő fűtővíz hőmérséklet | Környezeti hőmérséklet | COP érték |
|-------------------------------|------------------------|-----------|
| 63°C-nál | -14°C | 3,4 |
| 50°C-nál | -7,2°C | 4,2 |
| 45°C-nál | -5°C | 4,6 |
| 35°C-nál | +0,3°C | 5,6 |

A 4.5. ábra alapján a következő általánosítható összefüggések adódnak:

- Monovalnes üzemmód esetén: a fűtési teljesítmény egyenlő a hőszivattyú névleges teljesítményével ($P_F = P_{hsz,n} = 128,5 \text{ kW}$, ami csak a kútvíz hőmérsékletétől függ) és az előremenő fűtővíz maximális hőmérséklete 63°C lehet. (Pályázatok esetén 45°C, ettől nagyobb csak változatelemzéssel indokolt esetekben lehet.)
- Bivalens, sorba kapcsolt üzemmód esetén:
 1. Pályázati feltételek kielégítésénél a -5°C bivalens pontig az előremenő fűtővíz hőmérséklete fokozatosan eléri a 45°C-t, majd állandó értékű lesz. A kiegészítő kazán

-5°C alatti környezeti hőmérsékleteknél ráfűtéssel max. 63,4°C-ig emeli meg az előremenő hőmérsékletet, megnövelve a fűtési teljesítményt is. Tehát:

$$t_{\text{el.hsz.}} = \max 45^{\circ}\text{C}$$

$$t_{\text{el.kazán}} = \max 63,4^{\circ}\text{C}$$

$$P_{\text{hsz.n.}} = P_{\text{hsz.biv.}} = 0,71 \times P_F = 128,5 \text{ kW}$$

$$P_{\text{kazán}} = 0,29 \times P_F = 52,5 \text{ kW}$$

$$P_F = P_{\text{hsz.n.}} + P_{\text{kazán}} = 181 \text{ kW}$$

2. Magasabb hőmérsékletű bivanlens sorba kapcsolt üzemmód is megvalósítható, amennyiben erre a lehetőségek adottak. Így akár a 90/70°C-os meglévő radiátoros fűtésre is rákapcsolható. A 4.5. ábrába berajzoltuk a -5°C bivalens pontnál a hőszivattyú maximális előremenő hőmérsékletéhez tartozó értékeket, így az elérhető előremenő fűtővíz hőmérséklet felső határát, 88,8°C-t kapjuk. Mint a korábbiaknál is utaltunk rá, a 45°C fölötti előremenő fűtővíz hőmérséklet a hőszivattyúknál csak indokolt esetben alkalmazható.

A fentiek alapján talajhős víz-víz hőszivattyúk fűrtkutas és talajszondás változatainál két – a pályázati alapfeltételeknek is megfelelő – üzemmódot építjük be az interaktív szoftverbe, a következő átlagos paraméterekkel.

1. Monovalens üzemmód 45°C max előremenő fűtővíz hőmérséklettel. Kimondottan alacsony hőmérsékletű sugárzó fűtésekhez, illetve fan-coil berendezésekkel történő fűtéshez (a meglévő magas hőmérsékletű radiátoros fűtési rendszer lecserélésre kerül). Így mindkét esetben alkalmas lesz a fűtési rendszer a nyári időszakban a hűtési feladatok ellátására is. Az SPF = 4,5-5,0 érték nagy valószínűséggel teljesül, így az átlaggal számolunk, talajszondásnál 4,75-el, a fűrtkutas hőellátásnál 4,4 értékkel. Ez utóbbinál a víz 20-30 m mélyről történő szivattyúzásának villamos teljesítmény igényével is számoltunk. A fűtési teljesítmény az adott típusnál 128,5 kW lesz, 11,9-12,5°C kútvíz hőmérsékletnél.
2. Bivalens, sorba kapcsolt üzemmód -5°C-os bivalens ponttal, max 45°C hőszivattyús, és 63,4°C kazán előremenő fűtővíz hőmérséklettel. Ez a megoldás a jelenlegi magas hőmérsékletű radiátoros fűtési rendszerhez is ajánlható, amennyiben a radiátoros fűtést nem kívánják lecserélni. Ekkor azonban az épület hőigényét kb. a felére kell az eredeti terv szerintihez viszonyítva csökkenteni. Ez elérhető komplex felújítással, hőszigetelés, nyílászáró csere és szekunder oldali fűtőkorszerűsítés együtt. Az SPF értéke várhatóan 4,25-4,75 között alakul a kiegészítő kazán fogyasztása miatt, átlaggal SPF = 4,5 számolunk a talajszondás és 4,25-el a fűrtkutas hőellátásnál. A fűtési teljesítmény az adott típusnál 181 kW lesz a kiegészítő kazán teljesítményével (52,5 kW) fog nőni a monovalens üzemmódhoz (128,5 kW) képest.

A fentiekben bemutatottakon kívül természetesen több változat is elképzelhető, az értéket a várható talajhő nagyság, állandósága – különösen talajszonda esetén – negatív irányba is eltérítheti. Az adott helyszínre vonatkozó pontosabb kalkulációt szakemberekkel célszerű elvégeztetni. Pályázatok esetén, pl. úgynevezett szondateszt elvégeztetése elő is van írva.

Kiemelhető továbbá a vizsgált típussal kapcsolatban, hogy 10 méretlépcsőben készülő sorozat legnagyobb tagja, így kisebb hőteljesítmény igényhez a megfelelő méret választható. Természetesen nagyobb igény viszont több egységgel elégíthető ki. Nagyobb hőteljesítmény igény esetén előnyösebb, ha legalább két darab fűtő és 1 darab HMV készítésre méretezett berendezés beépítése, ugyanis ez utóbbinak a fűtési szezonon kívül is üzemelni kell, valamint a hőellátás is biztonságosabbá válik.

A hőhordozó közeg ennél a típusnál is kétféle lehet, fűrtkutas és nyílt vizes hőnyerésnél természetesen vizet, talajszondás és talajkollektoros változatoknál propilénglikól és víz 23 %-os keverékét használják. A nemzetközi gyakorlatban elterjedten használják az előzőknél a víz-víz (W/W) az utóbbiaknál a sólé-víz (B/W) elnevezést és jelölést (lásd 4.1 táblázat).

Felvetődik a kérdés, hogy mennyi víz (a víz mellett a sólé is értendő) átáramoltatására van szükség, vagyis pl. mekkora hozamú kútra van szükség adott fűtési teljesítmény esetén. A korábbi külföldi gyakorlatban 200 l/h,kW fajlagos vízárammal és 4°C hőmérséklet különbséggel számoltak. A bemutatott új típusnál egységesen 300 l/min térfogatáramra van szükség, amiből számolva a fajlagos érték alacsonyabb, $\Delta t = 4^\circ\text{C}$ -nál 160-180 l/h,kW, illetve $\Delta t = 5^\circ\text{C}$ -nál 130 -150 l/h kW értékű az előremenő fűtővíz hőmérsékletétől függően (35°C-nál a magasabb, 63°C az alacsonyabb érték érvényes). A 11,9-12,5°C kútvíz hőmérsékletnél a $\Delta t = 5,5^\circ\text{C}$ a 35°C, $\Delta t = 5,1^\circ\text{C}$ az 50°C és $\Delta t = 4,7^\circ\text{C}$ a 63°C előremenő fűtővíz hőmérsékletnél.

A kútból történő vízkivételhez villanymotorral hajtott szivattyúra van szükség, melynek teljesítményét is figyelembe kell venni a COP, illetve energiafogyasztását az SPF érték meghatározásánál. A példaképpen szereplő típusnál a 300 l/min vízáram biztosítása a talajszondához képest átlagosan 0,6 kW villamos többlet-teljesítményt igényel 10 m-es mélységenként és a COP, illetve az SPF értéke kb. 0,12 értékkel csökken szintén 10 m mélységenként. A szoftvernél 20-30 m mélységgel számolunk, mely érték a régióban átlagosnak mondható.

A talajszondás talajhő kivételnél egységesebb a kép. A magyarországi gyakorlatban a 100 m mélységű szondákat alkalmazzák. A szondamező méretezése összetett, bonyolult feladatot jelent, ugyanis itt több tényezőt kell figyelembe venni, melyek alapján a szakemberek, tervező szoftver segítségével végzik el a méretezést. Ezek a tényezők a teljesség igénye nélkül: az elvonandó éves hőmennyiség, a geotermikus gradiens és hővezetési tényező, a tervezett szondák paraméterei, a megkívánt COP, illetve SPF érték, a hőszivattyú paraméterei, stb. Mindezek ellenére a gyakorlatban legtöbbször – részben gazdaságossági okokból – 5 kW fűtési teljesítményenként építenek ki egy 100 m-es talajszondát. Így például egy 600 kW fűtési teljesítményhez 120 db szondára van szükség. A talajból kivett hőmennyiség miatt a fűtési szezon folyamán az átlagos szondahőmérséklet általában folyamatosan csökken, így nem lehet állandó hőmérsékletű forrás oldali hőmérséklettel számolni, viszont a szivattyúzási teljesítményigény itt jelentősen kisebb, mint a fűtőkutas hőszivattyús rendszereknél.

4.5. Tapasztalatok AERMEC WSA 1602 típusú talajhős víz-víz hőszivattyúval

Több fórumon is ismertették az elmúlt időszakban a budapesti Hun utca 1-15. számú panel épület hőszivattyús hőellátásának egy teljes fűtési idényre (2010/2011) vonatkozó eredményeit. Az épülettömbben 256 lakóegység (18-69 m²) található, fűtött alapterület 14.090 m², a fűtött térfogat 36.420 m³.

Korábban 3 év átlagában a távhőellátásnál 7746,9 GJ fogyasztás volt. Az épület szigetelésére került sor kb. 30%-os megtakarítással számolva a hőigény 5422,8 GJ-ra csökkent.

A fűtés és HMV ellátás fűtőkutas víz-víz hőszivattyúkkal kerül kielégítésre a következők szerint:

- Használati melegvíz termelés: 1 db VSA 090-es típus, 230 kW teljesítménnyel.
- Fűtési hőellátás: 2 VSA 1602-es típus, $2 \times 430 = 860$ kW teljesítménnyel
- 4 db termelő és 6 db visszatápláló kút került kialakításra.

Mint a fentiekben utaltunk rá, ezek a hőszivattyúk több hazai referenciával rendelkeznek és a jobb minőségűek közé sorolható. A 4.3. ábrán a COP értékek is bemutatásra kerültek az előremenő fűtővíz hőmérsékletének függvényében. A maximális fűtővíz hőmérséklet 62°C lehet.

A hőszigetelésen és valószínűsíthetően szekunderoldali fűtőkorszerűsítésen átesett panelépületeknél a fűtési idényben gyakran kellett a maximális előremenő hőmérsékleten, 60°C körül dolgozni a hőszivattyúknak. A 2010/2011 évi első fűtési szezonban az SPF = 3,2 értékűre

adódott a HMV termelés nélkül. A továbbiakban ennél jobbat várnak, ugyanis mint látható az eredmény elmarad az EU-s elvárásoktól is.

Pontos adatok nem ismertek, így nem értékelhető pl. a szivattyúzási teljesítményigény a termelő és nyelő oldalán és hatásuk a COP alakulására. Az eredmény egyértelműen rámutat arra, hogy magasabb fűtési hőmérsékletigénynél (jelenleg 60°C körül) a monovalens üzemmódban alacsonyabb SPF értékekkel lehet számolni, mint pl. a bivalens sorba kapcsolt üzemmódnál, ahol a hőszivattyúnak alacsonyabb max 45°C hőmérsékleten kell működnie.

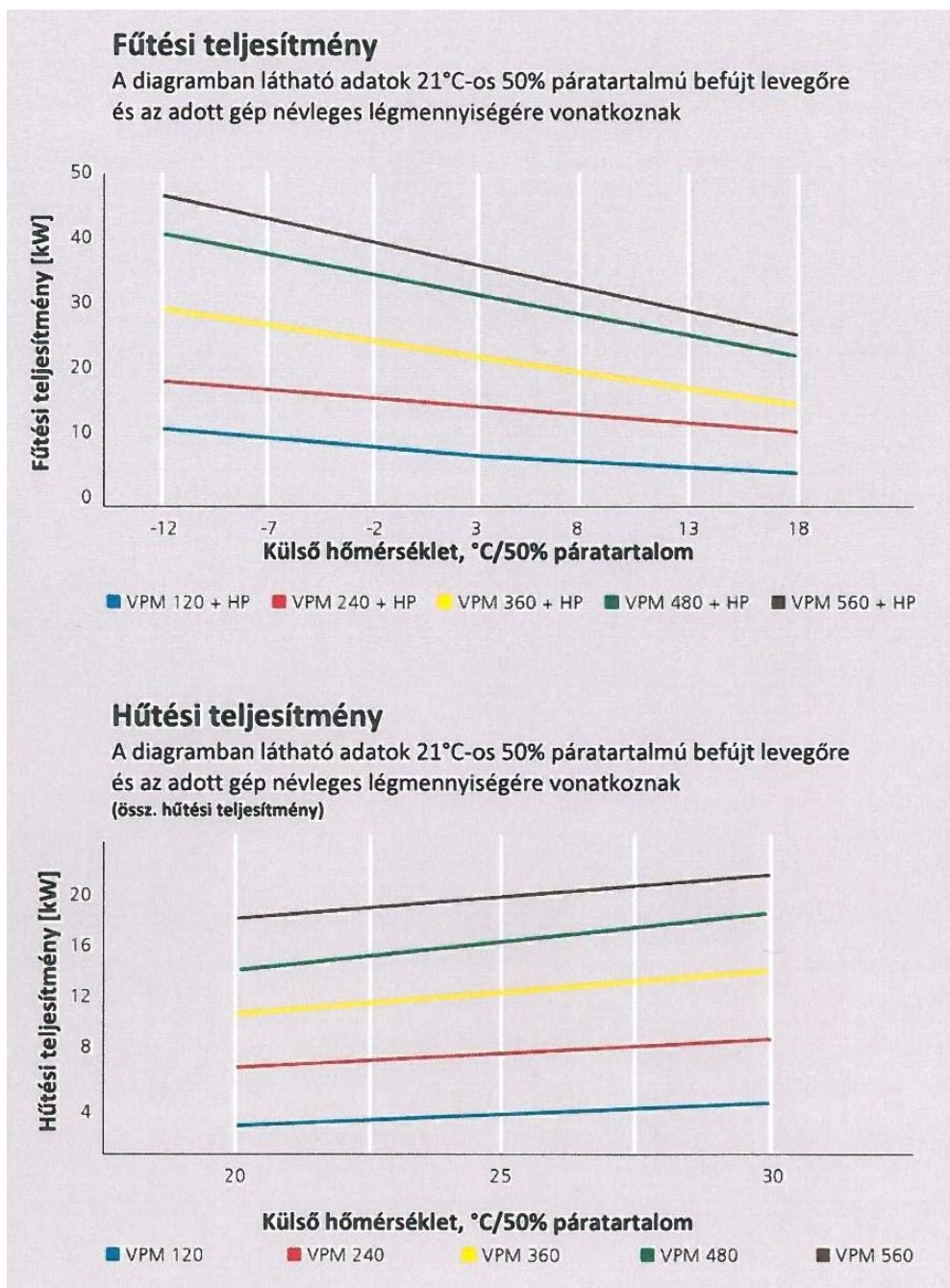
A megadott hőfogyasztási adatokból a tanulmányban is használt kalkulációval, a beépítettél kisebb fűtési és HMV hőteljesítmény adódik. Szigetelés előtt 1072 kW szigetelés után kb. 750 kW. Ezekkel a teljesítményekkel számított fajlagos hőveszteségi tényező a szigetelés előtt 29,4 W/m³ a szigetelés után 20,6 W/m³ értékű.

Az 1 m² fűtött alapterületre vetített energiafelhasználás 150 kW h/m²a-ról 106,9 kW h/m²a értékűre csökkent a felújítást követően. A beépített összesített hőszivattyú teljesítmény, 1090 kW ami túlméretezettnek ítéltető, mivel ezzel számolva a fajlagos hőveszteségi tényező még felújítás után is 32,7 W/m³-re adódna. A fentiekben utaltunk rá, hogy 25 W/m³ érték felett nem javasolható a hőszivattyús hőellátás megvalósítása.

4.6. Aktív hővisszanyeréses szellőztetési rendszer levegő-levegő hőszivattyú beépítésével.

A levegő-levegő hőszivattyúk speciális, hulladékhő hasznosító változatát jelentik. A hőforrásuk a közel állandó hőmérsékletű (20-22 °C) fűtött termekből távozó levegő. Így a külső hőmérséklet csökkenése a működésüket nem befolyásolja kedvezőtlenül, sőt az alacsony hőmérsékletnél jobb a hatásfokuk.

Iskolák, közintézmények, kereskedelmi egységek és ipari üzemek számára fejlesztették ki az itt bemutatásra kerülő hővisszanyeréses szellőztetési megoldást. Az új szemléletmóddal kialakított NILAN VPM sorozat egyesíti a hővisszanyeréses szellőztetést és a hőszivattyúval megvalósított gazdaságos energia bevitel lehetőségét. Ezekben az új generációs modellekben már nem lemezes hőcserélőt alkalmaznak, hanem heat-pipe (hőcsöves) technológia végzi a hővisszanyerést. A beépített levegő/levegő hőszivattyú által előállított energiával lehet a befűjt levegőt magasabb vagy alacsonyabb hőmérsékletszintre beállítani. Tehát hűteni és fűteni is lehet velük a termeket. Az elérhető COP értékek így nagyon magasak, azaz a készülék a leggazdaságosabb működést garantálja. (Pl.: -2°-nál a COP: 5,22, a hővisszanyerési hatásfok: 92%.



4.6. ábra: NILAN VPM sorozat fűtési és hűtési teljesítménye a környezeti hőmérséklet függvényében



4.7. ábra: NILAN VPM aktív hővisszanyeréses szellőztető berendezés

A NILAN VPM 120-560 sorozat (5.7. ábra) tagjai 1000 – 32.000 m³/h szellőztető levegőmennyiség tartományban készülnek. A termékből elszívja a meleg, nedves levegőt, és friss, temperált levegőt fúj be. Így eltávolítja a port, szagokat és nedvességet, és kellemes belső klímát teremt.

Az elszívott levegő energiáját egy passzív hővisszanyerő és egy aktív levegős hőszivattyú segítségével hasznosítja, a befűjt levegőnek adja át. A NILAN VPM 120-560 két ventilátorral rendelkezik a befűjt és elszívott levegő számára, egy hőszivattyúval, kompresszorral, valamint két szűrőegységgel a por és szennyeződések elleni védelemre. Ezek a szűrők tisztíthatóak, és szükség esetén cserélhetők. Új fejlesztésű vezérléssel rendelkezik, ami egy IP-cím segítségével lehetővé teszi a világ bármely részéről történő ellenőrzést, irányítást és beállítást. Az esetleges hibák, és visszajelzések e-mailben történő automatikus küldése is lehetséges.

Fő jellemzői:

- Egyszerű tervezés
- Heat-Pipe
- Hőszivattyús kivitel
- Hűtő-fűtő üzemmód
- Legjobb hatásfokú hővisszanyerés
- Legnagyobb energia megtakarítás
- Kompakt beépítési méret
- Kültéri – beltéri kivitel
- Hosszú élettartam, egyszerű karbantartás
- Integrált vezérlés, frekvencia váltó, stb.

5 Napenergia hasznosítása az épületek energiaigényének részbeni kielégítésére.

A napenergia hasznosítás lehetőségei, a napelemes és napkollektoros rendszerekkel kapcsolatos elméleti és gyakorlati kérdések részletesen tárgyalásra kerültek a megalapozó tanulmányokban. Az érdeklődők azokban megfelelő választ kaphatnak a felvetődő kérdésekre. Az utóbbi években nagyon sok gyártmány jelent meg a piacon, a kereskedő, és épületgépészeti tervezéssel foglalkozó vállalkozások, a tervezést és adott esetben a pályázat írást is vállalják, legtöbbször térítésmentesen. Továbbá az interneten több, ingyenesen elérhető tervezési szoftver is található, mindezek segítik a döntés előkészítés fázisában az intézményvezetőket, a projekttel érintetteket.

A fentiek miatt a jelen tanulmányban csak röviden foglalkozunk a napenergia hasznosítással, elsősorban a gyakorlati kérdéseket emeljük ki, adott esetben konkrét példa, számítói segédlet segítségével.

5.1. Elektromos áram előállítása napelemekkel

Az elektromos áram előállító napelemes rendszerekkel kapcsolatban a kiindulási alapot, az 1 m² felületre érkező globál sugárzás értéke adja. A következő táblázat a projekttel érintett földrajzi terület középpontjának vehető Győr városára vonatkozóan ad elfogadható pontosságú értékeket a globál sugárzásra, valamint 1 kW_p teljesítményű, 14 % hatásfokú, optimális elhelyezésű napelemes rendszer termelésére vonatkoztatva. A piacon kapható napelemek hatásfoka 14-16 % közé esik, így a legjobb hatásfokú típustól sem várható 1200 kWh/a-nál magasabb termelés 1 kW_p napelemes rendszerre vonatkozóan.

5.1 táblázat:

| | |
|---------------------------------|-------------------|
| Földrajzi szélesség: | 47°41'2"Észak |
| Földrajzi hosszúság: | 17°38'6" Kelet |
| A rendszer névleges kapacitása: | 1 kW _p |
| Beesési szög: | 35° |
| Azimut: | 0° |

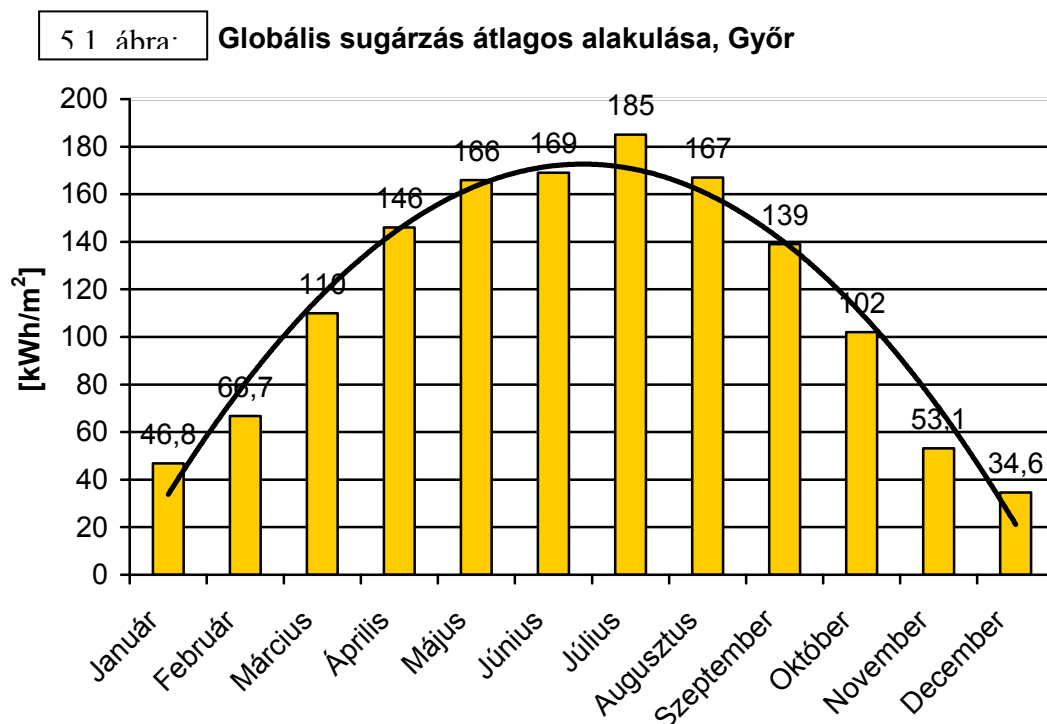
| Hónap | E_d | E_m | H_d | H_m |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| Január | 1,34 | 41,6 | 1,51 | 46,8 |
| Február | 2,06 | 57,8 | 2,38 | 66,7 |
| Március | 2,95 | 91,4 | 3,54 | 110 |
| Április | 3,88 | 116 | 4,85 | 146 |
| Május | 4,16 | 129 | 5,36 | 166 |
| Június | 4,31 | 129 | 5,62 | 169 |
| Július | 4,55 | 141 | 5,97 | 185 |
| Augusztus | 4,13 | 128 | 5,38 | 167 |
| Szeptember | 3,66 | 110 | 4,63 | 139 |
| Október | 2,69 | 83,5 | 3,28 | 102 |
| November | 1,52 | 45,5 | 1,77 | 53,1 |
| December | 0,98 | 30,5 | 1,11 | 34,6 |
| Éves átlag | 3,02 | 92,0 | 3,79 | 115 |
| Éves össz | 1100 | | 1380 | |

E_d : Az adott rendszer átlagos napi elektromosáram termelése (kWh)

E_m : Az adott rendszer átlagos havi elektromosáram termelése (kWh)

H_d : Az adott rendszer 1m^2 -ről származó globális sugárzás átlagos napi összege (kWh/ m^2)

H_m : Az adott rendszer 1m^2 -ről származó globális sugárzás átlagos havi összege (kWh/ m^2)



A tájolás és a tető síkjának függvényében globális sugárzás és ezzel arányosan a megtermelhető villamos energia mértéke is jelentősen változik. Ideális eset a déli tájolással és $35\text{-}40^\circ$ -os dőlésszöggel érhető el a projekttel érintett területeken. Amennyiben ettől eltérő körülmények vannak, korrekcióra van szükség, amelyhez az alábbi táblázatok nyújtanak segítséget. Az 5.2. táblázatban az 1 kWp rendszer termelési adatai, valamint a globálisugárzásra vonatkozó adatok szerepelnek, míg az 5.3. táblázatban a százalékos eltérések.

5.2. táblázat: A tájolás és a dőlésszög befolyása a termelésre napelemeknél.
(kWh/kW év)

| Tájolás | Termelés kWh/kWév | | | |
|--------------|-------------------|------------|------------|------------|
| | 30° | 35° | 40° | 45° |
| Észak | 689 | 607 | 552 | 502 |
| Észak-Kelet | 738 | 700 | 662 | 626 |
| Kelet | 911 | 895 | 867 | 854 |
| Dél-Kelet | 1050 | 1050 | 1040 | 1030 |
| Dél | 1100 | 1100 | 1100 | 1090 |
| Dél-Nyugat | 1040 | 1040 | 1030 | 1020 |
| Nyugat | 905 | 888 | 869 | 846 |
| Észak-Nyugat | 734 | 695 | 657 | 621 |

Globál sugárzás kWh/m²év

| Tájolás | 30° | 35° | 40° | 45° |
|--------------|------|------|------|------|
| Észak | 862 | 803 | 740 | 681 |
| Észak-Kelet | 950 | 904 | 589 | 814 |
| Kelet | 1150 | 1130 | 1110 | 1080 |
| Dél-Kelet | 1320 | 1310 | 1300 | 1290 |
| Dél | 1380 | 1380 | 1380 | 1370 |
| Dél-Nyugat | 1320 | 1310 | 1300 | 1290 |
| Nyugat | 1150 | 1130 | 1100 | 1080 |
| Észak-Nyugat | 951 | 904 | 859 | 815 |

5.3 táblázat: A tájolás és a dőlésszög befolyása a termelésre napelemeknél (%)

| Termelés % | | | | |
|--------------|-----|-----|-----|-----|
| Tájolás | 30° | 35° | 40° | 45° |
| Észak | 63 | 55 | 50 | 46 |
| Észak-Kelet | 67 | 64 | 60 | 57 |
| Kelet | 83 | 81 | 79 | 78 |
| Dél-Kelet | 95 | 95 | 95 | 94 |
| Dél | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Dél-Nyugat | 95 | 95 | 94 | 94 |
| Nyugat | 82 | 81 | 79 | 78 |
| Észak-Nyugat | 67 | 63 | 60 | 57 |

Globálisugárzás (%)

| Tájolás | 30° | 35° | 40° | 45° |
|--------------|-----|-----|-----|-----|
| Észak | 62 | 58 | 54 | 50 |
| Észak-Kelet | 69 | 66 | 43 | 59 |
| Kelet | 83 | 82 | 80 | 79 |
| Dél-Kelet | 96 | 95 | 94 | 94 |
| Dél | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Dél-Nyugat | 96 | 95 | 94 | 94 |
| Nyugat | 83 | 82 | 80 | 79 |
| Észak-Nyugat | 69 | 66 | 62 | 59 |

5.2. Használati melegvíz (HMV) előállítás napkollektorokkal

Használati melegvíz (HMV) hőigény meghatározása:

Amennyiben ismert a felhasználók száma, akkor lakó és szállás jellegű épületeknél felnőtt személyeknél napi 50 l, fiatalabb személyeknél (óvodások, iskolások) ennél kevesebb melegvíz igénnyel számolunk.

Nézzünk meg a hőigény meghatározására egy konkrét példát:

Személyek száma az idősek otthonában: $n = 70$ fő

Személyenkénti melegvíz fogyasztás: $V_{f0} = 50$ l/fő/nap

Hálózati hidegvíz hőmérséklete: $t_h = 12$ °C

Igényelt maximális melegvíz hőmérséklet: $t_m = 55$ °C

A víz fajhője: $c_{v0} = 4,186$ kJ/kg K

Becsült veszteségtényező: 1,2 (20 % veszteséggel számolva a tároló és elosztó rendszernél)

$Q_{HMV} = 1,2 \times (n \times V_{f0} \times (55-12) \times c_{v0}) = 1,2 \times 70 \times 50 \times 43 \times 4,186 = \text{kJ/nap} = 210$ kWh/nap, illetve

$Q_{HMV} = 76\,650$ kWh/év

Abban az esetben, ha pontosan nem meghatározható a felhasználók száma (iskolák, óvodák, közintézmények, hivatalok stb.) akkor a TNM rendelet szerinti normatív értékekkel számolhatunk (lásd 2.11. táblázat). Így lakó és szállás jellegű épületeknél $30 \text{ kWh/m}^2/\text{a}$, iskolák csoportjánál $7 \text{ kWh/m}^2/\text{a}$, az irodáknál pedig $9 \text{ kWh/m}^2/\text{a}$ hőigénnyel kell kalkulálni. Konkrét energetikai számítások hiányában, az elosztó és tároló rendszer vesztesége miatt itt is kb. 20 % kell a normatíva alapján számított értéket megnövelni. Azonos alapterületű, különböző funkciójú épületeknél lényeges különbségek adódnak a HMV igény kielégítéséhez szükséges hőmennyiségek tekintetében. Az eltérés mintegy 3-4 szeres.

A napkollektoros melegvíz ellátás mindenképpen központi rendszert jelent egy épület tekintetében, ezért elsősorban azokban az esetekben javasolható, ha a teljes év során közel azonos és magasabb mértékű a fogyasztás. Ilyen önkormányzati épületek lehetnek, pl. a kórházak, az idősek otthona és a kollégiumok. Ez utóbbiaknál kiemelhető, hogy gondoskodni kell a nyári szünidei hasznosításról, mert ennek hiányában itt is gazdaságtalan és egyben problémás is lesz a rendszer üzemeltetése ebben az időszakban. Amennyiben valamelyik középülethez úszómedence, vagy uszoda is tartozik, a napkollektoros rendszer hőtermelése teljes mértékben kihasználható lesz a nyári időszakban is, fűthetjük vele a medencék vizét. A napkollektoros rendszer méretezésének úgy kell történni, hogy a melegvíz igényt a nyári hónapokban 100%-ig kielégítse. Az éves elérhető szolár részarány 60-85% között alakul. Az egyszerűsített méretezéshez megszerkesztettük az 5.4. táblázatos kalkulátort. A napkollektoros rendszer méretezéséhez tehát az éves HMV mennyiségének és hőigényének az ismerete szükséges. A kiindulási adatoknál alapvetően a választott napkollektor hatásfokát, darabszámát és abszorber felületét szükséges megadni. Az abszorber felület a napkollektor nettó felülete, mely a napsugárzás elnyelését végzi. Ezen adatok tükrében a darabszám választása után, a havi globál sugárzást figyelembe véve a táblázatban megjelenik a várható hozam mennyisége. A korábbiakban megadott éves szükséglet az év 12 hónapjában arányosan oszlik meg, így az egyes hónapokra vonatkozóan megjelenik a szoláris részarány mértéke is, mely az adott hónapban a napkollektoros rendszer által termelt mennyiség százalékos arányát mutatja meg. Ez utóbbit, a táblázathoz integrált ábra, szemléletesen mutatja.

A szoláris részarány általában novembertől márciusig nem éri el a 100%-t a globál sugárzás mértékének csökkenése következtében. Ebben az esetben kiegészítő fűtésről kell gondoskodni, mely az épület meglévő fűtésrendszerével, vagy beépített kiegészítő fűtéssel (elektromos patron, földgáz fáklya, stb.) valósítható meg.

A fenti adatokkal történő számítás szerint 40 db. napkollektor esetén a feltételünk gyakorlatilag teljesül, május-augusztus hónapokban min. 93 % a szoláris részarány, egyedül júliusban mutatkozik 4 %, ki nem használható többlettermelés. A kalkulációkban a vákuumcsöves napkollektorokkal nem foglalkoztunk, ugyanis a pályázatoknál előírt termelési értékeket nem tudják teljesíteni. A szelektív sikkolektorokhoz képest termelésük nincs arányban az árkülönbségükkel. A csatlakozó interaktív szoftvernél a biztonság érdekében 600 kWh/m^2 fajlagos termeléssel számoltunk

5. 4. táblázat: Napkollektoros kalkulátor

| Hónap | Globálisugárzás kWh/m ² | Várható hozam kWh/hónap | HMV hőigény [kWh] | Szoláris részarány [%] |
|-------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------|------------------------------|
| Január | 48,6 | 1748 | 6 387 | 27 |
| Február | 66,7 | 2399 | 6 387 | 38 |
| Március | 110 | 3957 | 6 387 | 62 |
| Április | 146 | 5251 | 6 387 | 82 |
| Május | 166 | 5971 | 6 387 | 93 |
| Június | 169 | 6079 | 6 387 | 95 |
| Július | 185 | 6654 | 6 387 | 104 |
| Augusztus | 167 | 6007 | 6 387 | 94 |
| Szeptember | 139 | 5000 | 6 387 | 78 |
| Október | 102 | 3669 | 6 387 | 57 |
| November | 53,1 | 1910 | 6 387 | 30 |
| December | 34,6 | 1245 | 6 387 | 19 |
| Éves össz. | 1 387 | 49 888 | 76 649 | 65 |

Napkollektor hatásfoka [%]

85

Napkollektorok száma [db]

40

Abszorber felület/
kollektor [m²]

2,01

Fogyasztó személyek
száma [fő]

70

1 főre eső HMV fogyasztás

50

Átlagos napi melegvíz
igény [l]

3500

Igényelt maximális
melegvíz hőmérséklet [°C]

55

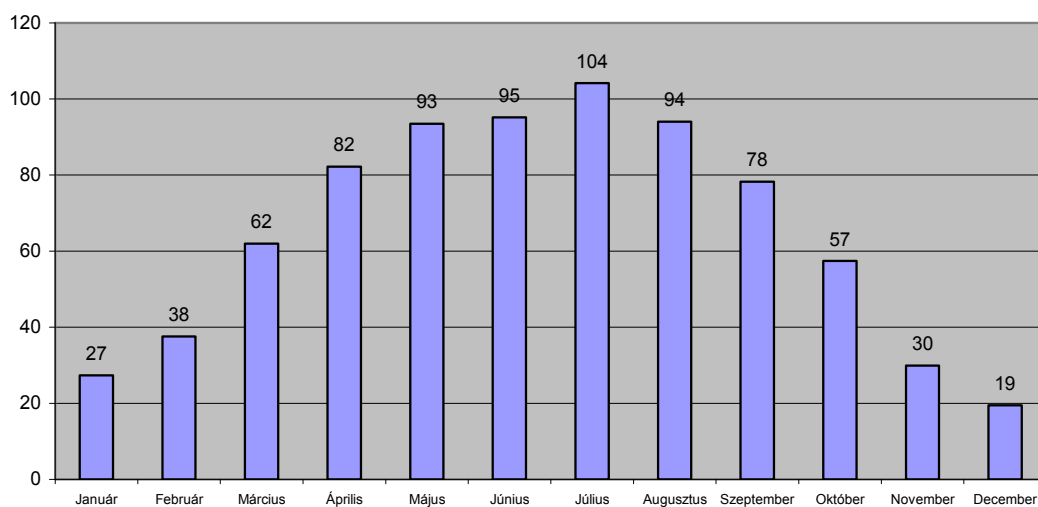
Bejövő háózati víz
hőmérséklete [°C]

12

Éves HMV hőigény [kWh]

76 649

Szoláris részarány [%]



5.3. Fűtés rásegítés

A fűtésrásegítésnél az alapvető problémát az jelenti, hogy éppen akkor a legkisebb a globál sugárzás, amikor a fűtési hőigény a legnagyobb. Ahhoz, hogy érdemleges rásegítést el lehessen érni, nagy felületű napkollektoros rendszer kiépítésére van szükség. Így a költségeken kívül a nyári hőhasznosítási probléma is fokozottan fog jelentkezni.

Fentiek miatt a fűtésrásegítés csak a következő épülettípusok, illetve épületjellemzők estén jöhet szóba:

- Új építésű épületek,
- Hőszigetelt, alacsony energiaigényű épületek,
- Megvalósult eleve a passzív napenergia hasznosítás
- Alacsony hőmérsékletű felületfűtéssel rendelkezik az épület (padló, fal vagy mennyezet fűtés).

Fűtésrásegítésnél, a fenti alacsony energia-igényű épületeknél 5 m² fűtött alapterületenként kell 1 m² kollektor felülettel számolni. Elsősorban az átmeneti időszakban (ősszel és tavasszal) alkalmas a fűtés rásegítésre a napkollektor, márciustól-októberig közel 100%-ban tudja fedezni a fűtési hőigényt. Mivel a téli hónapokban, tehát a fűtési időszakban a globálisugárzás mértéke az év többi hónapjához viszonyítva alacsonyabb (lásd 5.5 táblázat), ezért nagyságrendileg 20% fűtésrásegítés arány érhető el.

A fenti feltételek a meglévő önkormányzati épületeknél általában nem teljesülnek, ezért a gyakorlatban nem lehet a fűtésrásegítéssel számolni. Létjogosultsága csak az új építés esetén lehetséges. Ezért a csatlakozó interaktív szoftver ezt a hőenergia hasznosítási lehetőséget nem tartalmazza.

5.5. táblázat: Fűtési időszak globálisugárzás értékei havi bontásban.

| Hónap | Globálisugárzás kWh/m ² |
|-----------------|---------------------------------------|
| Október | 102 |
| November | 53.1 |
| December | 34.6 |
| Január | 48.6 |
| Február | 66.7 |
| Március | 110 |
| Április | 146 |
| Összesen | 561 |

6 Biomassza felhasználása az épületek hőigényének a kielégítésére.

6.1. Biomassza felhasználásának általános kérdései

A biomasszának, mint tüzelőanyagnak használata csak az utóbbi évszázadban szorult vissza, és ez a tendencia megfordulni látszik napjainkban. Ez mindenekelőtt annak a technika fejlődésének köszönhető, hogy a biomassza használata az épületek fűtésénél hasonló kényelmet nyújt, mint a fosszilis energiahordozók, ugyanakkor a károsanyag kibocsátás nagymértékben csökken. A biomasszát az ökológiai/ökonómiai/műszaki szempontok együttes figyelembevételével, ott és olyan módon kell alkalmazni, ahogy az a legésszerűbb. Ezen szempontok együttes figyelembevétele gyakran nem egyértelmű eredményre vezet. A döntésnél alapvető szempont, hogy milyen mennyiségben és formában áll rendelkezésünkre tüzelésre használható biomassza, és csak ezt követi annak eldöntése, hogy milyen műszaki megoldást válasszunk. Lehetőségnek megfelelően elsősorban a helyben, vagy a közelben fellelhető, illetve megtermelhető biomassza energetikai célú hasznosítási lehetőségét kell kihasználni. Itt gondolni kell arra is, hogy a tüzelőanyag biztosítása munkahelyeket teremthet és biztos bevételi forrása lehet a környék gazdáinak.

A biomassza tüzelőberendezések (kályhák, kandallók, de főképpen kazánok) közös jellemzője, hogy a hagyományos, fosszilis alapú fűtőanyagok helyett, környezetbarát biomasszát hasznosítanak. Tüzelőanyagként ma még legnépszerűbbek a faalapanyagúak, ilyenek a hasábfá, fapellet és fabrikett, azonban egyre több szó esik a mezőgazdasági melléktermékek tüzeléscélú felhasználásáról is, melyeket bálázott, vagy szintén tömörített formában (agripellet, vagy brikett) lehet közvetlen tüzelésre felhasználni.

Az önkormányzati épületek esetében a fűtési teljesítmény igénytől függően különböző biomassza tüzelésű kazánok közül lehet választani. Ezek lehetnek:

- vegyes tüzelésű kazánok,
- apríték égető kazánok,
- pellet tüzelésű kazánok,
- faelgázosító kazánok.

A fenti csoportosításnak megfelelően, bemutatásra kerültek ezek a tüzelőberendezések a magyar felmérő tanulmányban, ezért ezekre nem térünk ki. A biomassza tüzelőanyagok fajlagos ára sokkal kedvezőbb, mint a fosszilis eredetűeké, mint azt a 6.1. táblázat is jól szemlélteti. A táblázat adatai 2010 év árszintjén kerültek meghatározásra, a jelenlegi értékek kb. 5-10 %-al magasabbak, azonban az egymáshoz viszonyított arányuk hasonló maradt. Mennyiségi kedvezménnyel mindig lehet számolni, pl. egy aktuális 2011. év végi szállítói árajánlat szerint a következőképpen alakulnak a tonnánkénti bruttó árak:

Pellet 15 kg –os zsákban: 1 tonna alatt 60.000Ft/t bruttó

Pellet 15 kg –os zsákban: 1 tonna felett 55.000Ft/t bruttó

Pellet big-bag zsákban: 1 tonna felett 52.5.00Ft/t bruttó

Pellet big-bag zsákban: 5 tonna felett 50.000Ft/t bruttó

Fabrikett 48.000 Ft bruttó

Faapríték: 18000-27.500 Ft/t bruttó helyszínre szállítással, 17.000/t bruttó telephelyen történő átvételnél.

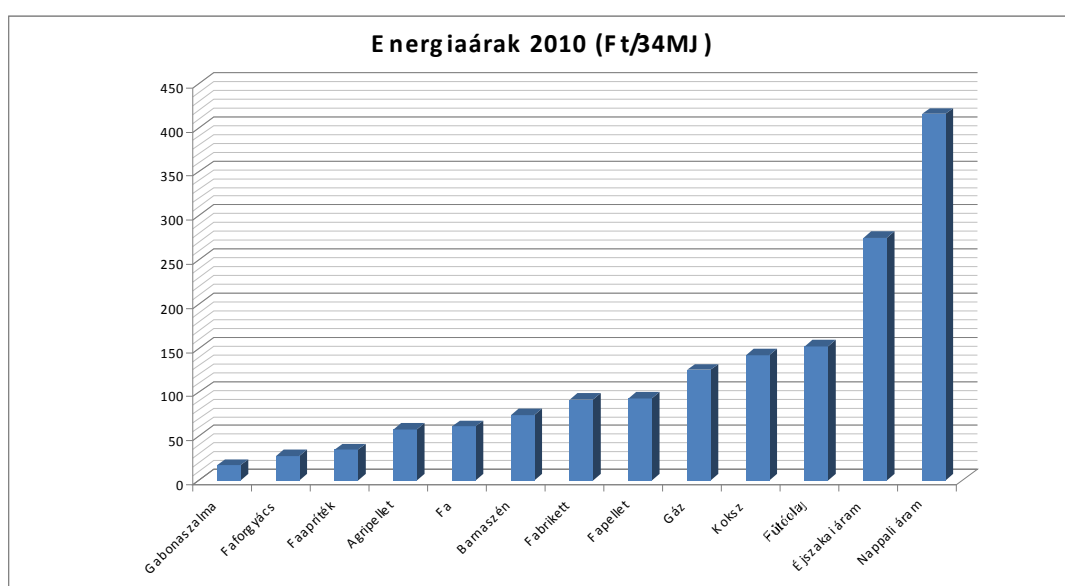
A 6.1. táblázat és a 6.1. ábra alapján az is megfigyelhető, hogy az egyes tüzelőanyag fűtelések energiatartalmában és egység árában jelentős különbségek vannak. Biomassza esetében a különbségeket elsősorban a nedvességtartalom eltérése okozza, de az előkészítésükből is következik. Így pl. a 10 %-nál kisebb nedvességtartalmú fapellet és fabrikett fajlagos ára a biomassza tüzelőanyagok között a legmagasabb. A hasonló

jellemzőkkel rendelkező agripellet viszont 60-70 %-al olcsóbb, holott a fűtőértékükben nincs 5 %-nál nagyobb különbség. Ennek oka egyrészt a szokásokban, másrészt a tüzeléstechnikai jellemzők eltérésében keresendő, ami azt is jelenti, hogy tüzelésükhöz speciálisan kialakított berendezésekre van szükség, melyek később jelentek meg a piacon, elterjedésük a közeljövőben várható.

A fentiekből is következtetni lehet arra, hogy a nagyobb teljesítmény-kategóriákban, mint amilyenek többségében az önkormányzati épületek, legtöbbször a faapríték tüzelésű kazánok beépítésével kapjuk a leggazdaságosabb megoldást. A kisebb teljesítményeknél, különösen akkor, ha problémát jelent helyhiány a tüzelőanyag tárolásánál, a pellet, vagy brikett tüzelésű kazánok jelenthetik a megoldást.

6.1. táblázat: A különböző tüzelőanyagok jellemzőinek az összehasonlítása.
(2010)

| Energiaforrás | Energia tartalom MJ/kg | Egység ár Ft/kg | Fajlagos ár Ft/34 MJ |
|---------------|------------------------------|--------------------|-------------------------|
| Gabonaszalma | 15,75 | 8 | 17 |
| Faforgács | 10,9 | 9 | 28 |
| Faapríték | 14 | 12-14 | 35 |
| Agripellet | 17,5 | 30 | 58 |
| Fa | 14,5 | 26 | 61 |
| Barnaszén | 14,7 | 32 | 74 |
| Fabrikett | 18,45 | 50 | 92 |
| Fapellet | 18,3 | 50 | 93 |
| Gáz | 34 | 125 | 125 |
| Koksz | 23,5 | 98 | 142 |
| Fűtőolaj | 41,5 | 186 | 152 |
| Éjszakai áram | – | 29,16 Ft/kWh | 275 |
| Nappali áram | – | 43,9 Ft/kWh | 415 |



6.1. ábra: A fajlagos energiaárak alakulása (2010)

6.2. Biomassza tüzelőanyagok minőségi követelményei, nedvességtartalom

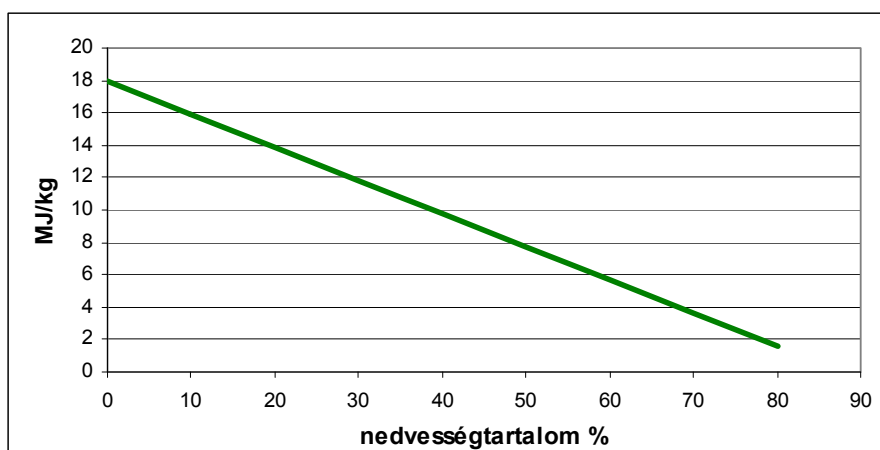
A kereskedelmi forgalomba kerülő tüzipelletre és a faaprítékra is érvényben vannak minőségi követelmények. Egyes kazángyártók elő írják a termékükhöz használható tüzelőanyag minőségi kritériumokat, melyeket a garancia miatt célszerű betartani. A 6.2. táblázat a faaprítékra vonatkozó három minőségi kategóriára (G 50, G 30 és G 10) mutatja be a főbb minőségi paramétereket.

6.2. táblázat: Minőségi kategóriák és paraméterek faaprítékra vonatkozóan.

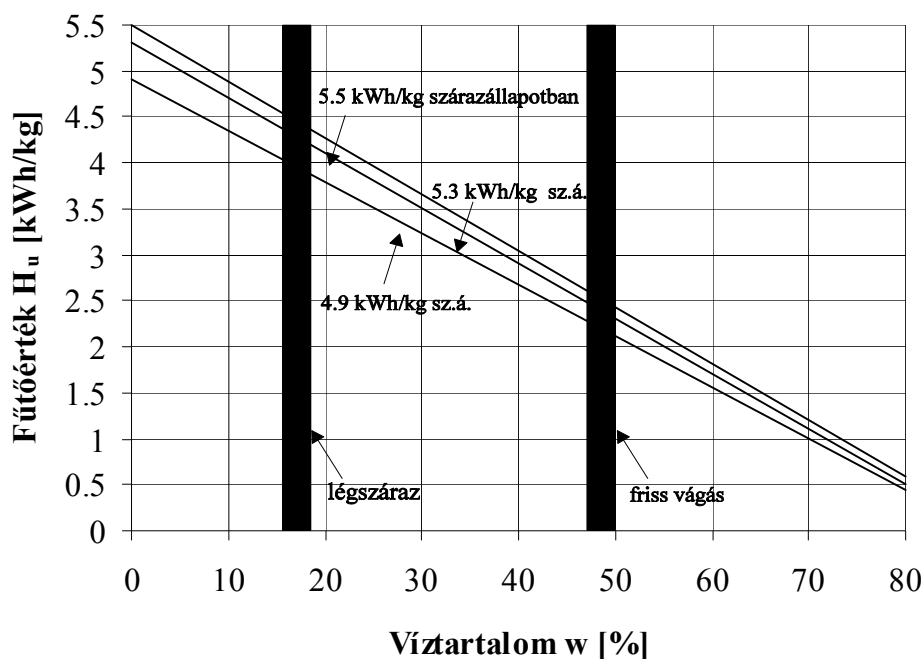
| Teljes tömeg 100 % | | G 30 Finom | G 50 Közepes | G 10 Darabos |
|-------------------------|--|---------------|-----------------|-----------------|
| Durva rész max. 20 % | Keresztmetszet max. (cm ²) | 3 | 5 | 7 |
| | Hossz max. (cm) | 9 | 12 | 25 |
| | Durva rosta névleges lyukmérete (mm) | 16 | 32 | 63 |
| Fő rész 60 % - 100% | Közepes rosta névleges lyukmérete (mm) | 2,8 | 5,6 | 11,2 |
| Finom rész max. 20 % | Finom rosta névleges lyukmérete (mm) | 1 | 1 | 1 |

A fűtőérték a mindenkori víztartalom függvényében változik a biomasszáknál. A 6.2. ábrán leolvasható az adott nedvességtartalomhoz tartozó átlagos fűtőérték. Az egységnyi szárazanyag tömegre vonatkoztatva a biomasszáknál nem jelentős mértékű a fűtőérték eltérése. Minél több vizet tartalmaznak, annál kisebb lesz a fűtőértékük, mivel az égési folyamat alatt a víz elpárolog. A víz elpárologtatásához szükséges hő (kb. 2,5 MJ/kg, 0°C-on) veszteségként jelentkezik.

$$H_{\text{ü}} = f(\omega)$$



6.2. ábra: A biomasszák fűtőértékének változása a nedvességtartalom függvényében



6.3. ábra: Fűtőérték változása a víztartalom függvényében

A 6.3. ábrán a faféleségek fűtőértéke kWh/kg-ban szerepel, 3,6-es szorzóval lehet MJ/kg-ra átváltani. A ferde trendvonalak a különböző faféleségekre (render lefele kemény -, félkemény és puhafa fajták) mutatják az értékeket, látható, hogy szárazanyagra vonatkozó fűtőérték két szélső értéke között 0,6 kWh/kg (2,16 MJ/kg) eltérés van. A nedvességtartalom növekedésével a különbség csökken.

Különböző víztartalmaknál és faféleségeknél a fűtőérték pontosabban a következő összefüggéssel számolható ki:

$$H_w = \frac{H_{w=0}(100 - w) - 2,44 \cdot w}{100} \quad [MJ / kg]$$

Ahol:
 H_w - a w víztartalmú fa fűtőértéke [MJ/kg]
 $H_{w=0}$ - a száraz fatömeg ($w=0$) fűtőértéke [MJ/kg]
 w - a fa víztartalma [%]
 2,44 - a víz párolgáshője 25 °C-on [MJ/kg]

A különböző állapotú fák átlagos fűtőértékét a 6.3. táblázat mutatja.

6.3. táblázat: A különböző állapotú fa fűtőértéke

| A fa állapota | Víztartalom | Fűtőérték (F) |
|-----------------------------|-------------|-----------------------|
| Erdei frissességű | 50-60 % | 2,0 kWh/kg= 7,1 MJ/kg |
| Egy nyáron át tárolva | 25-35 % | 3,4 kWh/kg=12,2 MJ/kg |
| Több éven keresztül tárolva | 15-25 % | 4,0 kWh/kg=14,4 MJ/kg |

Különösen a faapríték esetében kell a nedvességtartalomra odafigyelni, mert nem mindegy, hogy a beszerzésénél milyen nedvességtartalmú és fűtőértékű tüzelőanyaghoz jutunk. A beszerzési ár jó esetben a használati értéktől függ, így az nettó 12-18000 Ft/t volt az

elmúlt évben. A faapríték nedvességtartalma az erdei frissességűről néhány hónap alatt is jelentősen tud csökkenni, elérheti az egy nyáron át tárolt nem darabolt fára jellemző 25-35 %-os értéket. A különböző minőségi kritériumokat a szállítói szerződésekben célszerű rögzíteni.

Természetesen a gabonaszalma fűtőértéke is függ a nedvességtartalomtól. A betakarításkori és a tároláskori nedvességtartalom azonban nem nagymértékben tér el, általában 10-20 % között van.

6.3. Biomasszatüzelésű kazánokkal történő fűtőkorszerűsítés jellemzői

A biomasszatüzelésű kazánokkal történő fűtőkorszerűsítésnél számolhatunk a legkevesebb problémával. Gyakorlatilag bármelyik központi fűtési rendszerhez használhatók a földgáz üzemű kazánok kiváltására. Egyedüli a kazánok elhelyezéséhez, de még inkább a tüzelőanyag tárolásához szükséges helyigény biztosítása jelenthet nehézséget. Előfordul, hogy adott helyen külön épület-beruházással oldható meg, esetleg egy használaton kívüli épületben helyezhetők el. Ez utóbbi esetben kisebb- nagyobb hosszúságú távhővezeték kiépítésére is szükség lehet.

Annak ellenére, hogy magas hőmérsékletű szekunder oldali fűtésrendszerhez is kapcsolhatók, az épület energiahatékonysági felújítása (szigetelés, nyílászáró csere, szekunder oldali fűtőkorszerűsítés) javasolható, amellyel akár felére csökkenthető a beépítendő kazán hőteljesítménye, valamint a várható fűtési költség.

Biomasszatüzelésű kazánok beépítése után különösen megfontolandó a HMV készítés módja. A kisebb fogyasztású középületeknél a fűtéstől elkülönített, helyi HMV készítés javasolható minden esetben. A szállás jellegű, nagy fogyasztású épületeknél megfelelően méretezett külön HMV készítő kazán beépítése is jó megoldás lehet.

A piacon beszerezhető biomassza tüzelésű kazánok a korszerű szabályozó automatáknak köszönhetően ugyanazt a komfortot tudják biztosítani, mint a gázkazánok. Hatásfokuk is elérte, vagy meg is haladhatja a hagyományos gázkazánokét, vagyis 90 % körüli. Mint a fentiekben utaltunk rá, az önkormányzati intézmények épületeinél a faaprítéktüzelésű kazánok jelentik elsősorban a földgázüzemű kazánokkal szemben az alternatívát, különösen a közepes és nagyobb hőteljesítmény igény esetén. A projekt megtérülési ideje rövidebb, mint a pellettüzelésű, vagy faelgázosító rendszereké. Az utóbbiak adott körülmények között, elsősorban kisebb teljesítményeknél alkalmazhatók elsősorban.

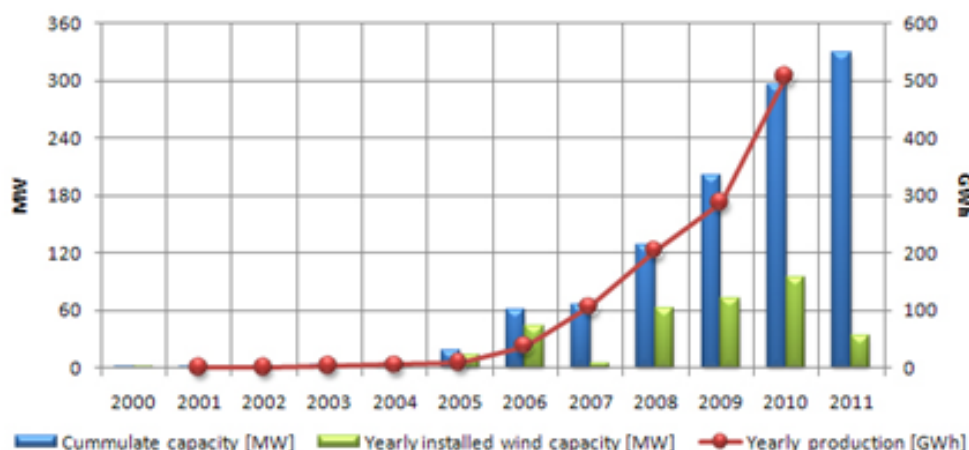
A faaprítéktüzelésű kazánok mellett szól továbbá az a tény, hogy több településen lehetőség nyílhat a saját tüzelőanyag ellátásra, ezzel az energiaköltségek további mérséklésére. Ehhez gyakorlatilag egy mobil aprítógép beszerzése szükséges plusz beruházásként. A parkok, erdőterületek hulladékai mellett, az önkormányzati területeken a fásszárú energianövény termesztése is megszervezhető. Ehhez általában a helyi munkaerő is rendelkezésre áll.

7 A szélenergia hasznosítási lehetősége a projekttel érintett magyarországi régióban

Az elmúlt évtizedben hazánkban is megjelentek a szél energiáját hasznosító szélérőművek. Az első szélérőmű 2000. évi telepítését követően nagy fejlesztésre csak 2006-ban került sor, amikor 43 MW-nyi szélérőmű-kapacitás épült ki Magyarországon 2010 év végére gyakorlatilag felállításra került a 330 MW engedélyezett kapacitás, melyből az utolsó szélérőművek kereskedelmi átadására 2011. év elején került sor. Az évenkénti megépült kapacitásokat és az összesített teljesítményeket a 3.1. ábra szemlélteti.

Itt tartunk szélenergiában

(MSZET, 2011. április)



7.1. ábra: Az évenként felállított szélérőmű kapacitások és az összesített teljesítmények Magyarországon.

A jövőt illetően több szempontból is kérdések merültek fel: hazánk klimatikus adottságai vajon milyen mértékben teszik lehetővé a szélérőművek alkalmazását villamosáram-termelésünkben; hogyan valósítható meg az egyre nagyobb berendezéseknek a hazai tájba való illesztése; milyen kockázattal jár a kiemelkedő ökológiai értékekkel rendelkező Kárpát-medence térségben a szélérőművek elterjedése; milyen, szabályozási háttérrel és tervezést igényel a megújuló energiaforrásokon alapuló erőművek hazai körülmények közé illesztése?

A hazai gyakorlatban talán a legnagyobb problémát az utolsó pont jelenti, ugyanis a meglévő elosztó rendszer csak korlátozott mértékben képes az időben rendszertelenül termelő szélérőműveket integrálni. Ezért a hálózatra termelő, 50 kW-nál nagyobb teljesítményű erőművek létesítésére tendereztetési eljárás keretében kerülhet sor. A Nemzeti Cselekvési Tervben 2020-ig 410 MW új kapacitás megépítése szerepel.

A fejezetben belül arra keresünk választ, hogy milyen további tartalékok rejlenek a szélenergia hasznosításában a vizsgált területen belül. A kérdéskör megválaszolásában egy korábbi kutatási eredményekre támaszkodunk, amely keretében többek között elsősorban térinformatikai alapokon vizsgálták a két megyét is (Győr-Moson-Sopron, Komárom-

Esztergom megye). Meghatározták a szél erőművek telepítésére alkalmas területek nagyságát, majd ebből következően a technikai szélenergia potenciált. A nemzetközi adatok, összehasonlítások alapján pedig a gazdasági-társadalmi potenciálra következtettek.

A technikai potenciál a megújuló energiaforrások alkalmazásában rejlő lehetőségek feltárására szolgáló olyan elméleti érték, amely a jogszabályi korlátok figyelembe vételével kalkulált, az adott kor technológiai színvonalára jellemző maximális kapacitás. Vagyis a számításnál igen egyszerű, két alapadat szorzatáról van szó: e tevékenység a hatályos jogszabályok korlátozásai alá nem tartozó területek mérete, illetve az adott terület egységen elérhető átlagos teljesítmény (ez évente, a technológia fejlődésével változó érték, vagyis az adott évben üzembe helyezett turbinák névleges teljesítményéből statisztikai elemzéssel kapott érték).

ELTE Környezet- és Tájföldrajzi Tanszékén 4 megyére (Győr-Moson-Sopron, Vas, Komárom-Esztergom, Heves) végeztek ilyen irányú vizsgálatokat (Munkácsy B. et al. 2007). Ezek a potenciális területek tekintetében rendre alacsony eredményeket adtak, vagyis mindegyik megkutatott megyénk esetében igaz, hogy alapterületük mintegy 90%-án nem lehetséges szél erőművek telepítése. Az első hallásra igen szerénynek tűnő potenciális részarány ellenére, országos szinten elméletileg körülbelül 60-65 000 MW névleges teljesítményű szél turbina-kapacitás kiépítésére láttak lehetőséget. Az elemzések arra vonatkozóan is támpontot nyújtanak, hogy az adott földrajzi térben - a jogszabályok tükrében - vajon hol érdemes szél erőmű-beruházást elindítani. Célszerű ezeket az eredményeket ismerni már az engedélyezési tevékenység megkezdése előtt, ezáltal a felesleges munka és költség fordítás csökkenthető volna. Mindez ismert a német és részben az osztrák gyakorlatban, ahol a hatóság először kijelöli a turbinatelepítésre alkalmas helyszíneket, majd a beruházók ezek közül - helyszíni szél mérések és egyéb szempontok alapján - választják ki a számukra leginkább megfelelő területet. Miután egyes EU-s országokban gyakorlatilag elfogytak az engedélyezett és egyben alkalmas területek, az elmúlt években felvetődött, hogy az eddig tiltott területeken is lehessen szél erőműveket telepíteni. Ennek lehetősége valószínűsíthető, a természetvédelmi területeken azonban szigorú feltételekhez fogják kötni az engedélyek kiadását.

A 7.2., 7.3. és 7.4. ábrákon a projekt által érintett két megyére vonatkozó szél erőmű telepítésére alkalmas területek láthatók. Győr-Moson-Sopron megye szélenergia-potenciálja a 7.4. ábra alapján, pl. a következőképpen alakult a 2004 évi technikai színvonalat figyelembe véve.

Technikai potenciál:

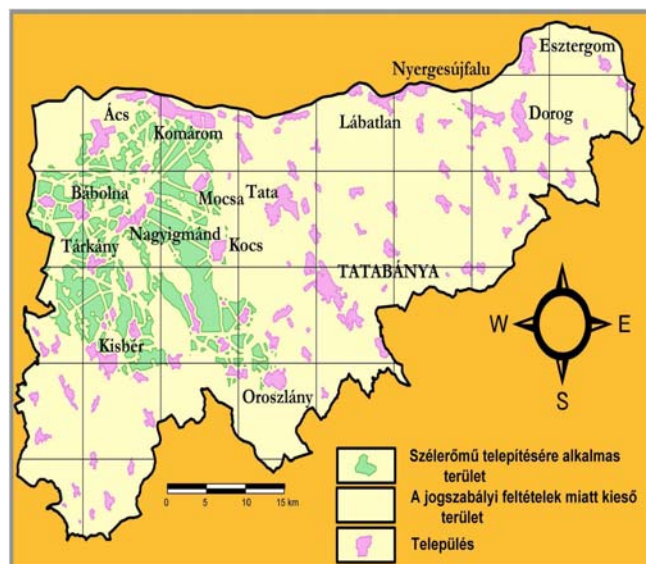
87% tabu terület → 13% potenciális terület = 538 km²

13,5 MW/km²

7200-7300 MW

társadalmi-gazdasági potenciál:

~ 300 kW/km², 160 MW



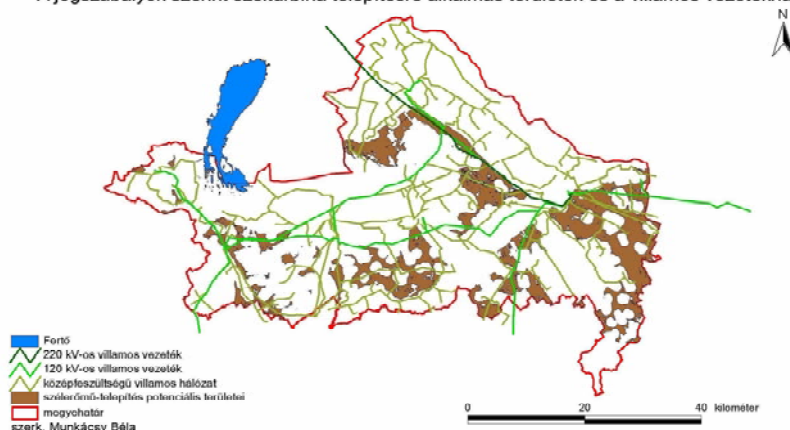
7.2. ábra Komárom-Esztergom megye szélenergia-potenciáljának térképe
(Szerk.: Kovács G. – Tóth J.)

Egy másik tanulmány szerint adott tabu területek Komárom-Esztergom megye vonatkozásában a 7.3. ábra szerint helyezkednek el.



7.3. ábra: Tabu területek, EnergoConsult tanulmányai alapján (Kék – védett területek, zöld – vadludak táplálkozási területei, piros- vadludak vonulási útvonala, lila – Natura 2000 területek)

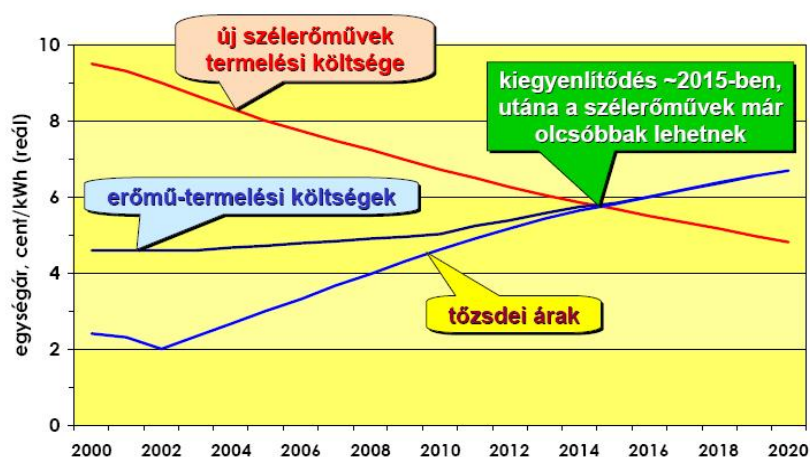
A jogszabályok szerint szélturbina telepítésre alkalmas területek és a villamos vezetékhálózat



7.4. ábra: Győr-Moson-Sopron megye szélenergia-potenciáljának térképe

A gazdasági-társadalmi potenciálnak megfelelő teljesítmény 12 km² földterület igénybevételével megvalósítható, a jogszabályilag lehetséges területeknek mindössze 2,2%-át, a Győr-Moson-Sopron megye teljes területének viszont mindössze 0,28%-át kellene beépíteni szélenergia-termelővel.

A szélenergia-termelés egyre olcsóbban, míg a hagyományos erőművek inkább drágábban fognak a jövőben termelni (nagyobb beruházási igény a szigorúbb környezetvédelem miatt, drágább tüzelőanyag). A tőzsdei árak is el fogják érni az új erőművek termelési egységköltségeit, ha lecsökken a tartalék. Mindez alapján elmondható például, hogy néhány éven belül megszüntethető a szélenergia-termelés támogatása, hiszen ez már önmagában gazdaságosabb lehet, mint a hagyományos erőműveké. Németországi adatokkal számolva a 7.5. ábra szerint várható a szélenergia-termelés által termelt villamos energia versenyképessége.



7.5. ábra Kiegyenlítődés tendenciája [www.dena.de alapján]

A szélenergia-termelés terjedését nagyban segítette a műszaki fejlődés (1980 óta 30 kW-ról 5000 kW-ra nőtt az egység-teljesítmőképesség), a sorozatgyártás beindulása, és ezzel a fajlagos költségek jelentős csökkenése (másfél évtized alatt kb. 40%-kal). A méret és a magasság

növekedésével a szélerőművek hatékonysága is javult. A dupla rotor átmérő, pl. négyszer több kinyerhető energiát jelent.

A szélerőművek teljesítménye a mindenkori szélsősebesség harmadik hatványával arányos, így az adott terület szélviszonya nagyban meghatározza a teljesítőképességüket. Ebből a szempontból a két projekt által érintett magyarországi megye az országos átlagnál kedvezőbb helyzetben van, nem véletlen, hogy az eddig megépült erőművek döntő többsége itt helyezkedik el. A szélerőművek egységteljesítményének növekedésével a rotor átmérő és a tengelymagasság növekedése is megfigyelhető volt. Így a berendezésekkel a nagyobb magasságokban, kedvezőbb, nagyobb energiatartalmú szeleket lehetett az energiatermelés szolgálatába állítani, fajlagosan nagyobb termelésre lettek képesek.

A projekttel érintett közintézményekre nem jellemző, hogy a nagyobb teljesítmény kategóriába tartozó 500 kW-nál nagyobb teljesítményű szélerőműveket telepítene, igaz van rá nem is egy példa, hogy adott település önállóan, vagy konzorcium keretében részt vett ilyen projektben (pl. Vép, Mosonszolnok, Újrónafő). Miután az ilyen erőművek létesítésének előkészítése, tervezése és engedélyeztetése összetett, bonyolult és költségekkel is járó feladat, a tanulmány keretében erre nem térünk ki. Az egyes önkormányzatoknak azonban alapvető érdeke lehet az adóbevételek miatt, hogy a település közigazgatási területén szélerőműveket létesítsenek, egyúttal a földtulajdonosok is jövedelmet realizálhatnak a földbérleteken keresztül.

Reális célként az 50 kW teljesítménynél kisebb, ún. háztartási méretű erőművek telepítésével lehet számolni, ezért a tanulmány keretében ezekre térünk ki. A jelenlegi rendeletek értelmében a közüzemi szolgáltatóknak, vagy elosztói engedélyeseknek az így termelt áramot (csatlakozási pontonként max. 50 kW) kötelező átvenni. Sőt a meglévő mérőberendezés kétirányú mérőre való cseréje (3x16A névleges áramú) 11,04 kVA teljesítményű villamos energia termelő berendezésig az elosztói engedélyes kötelezettsége.

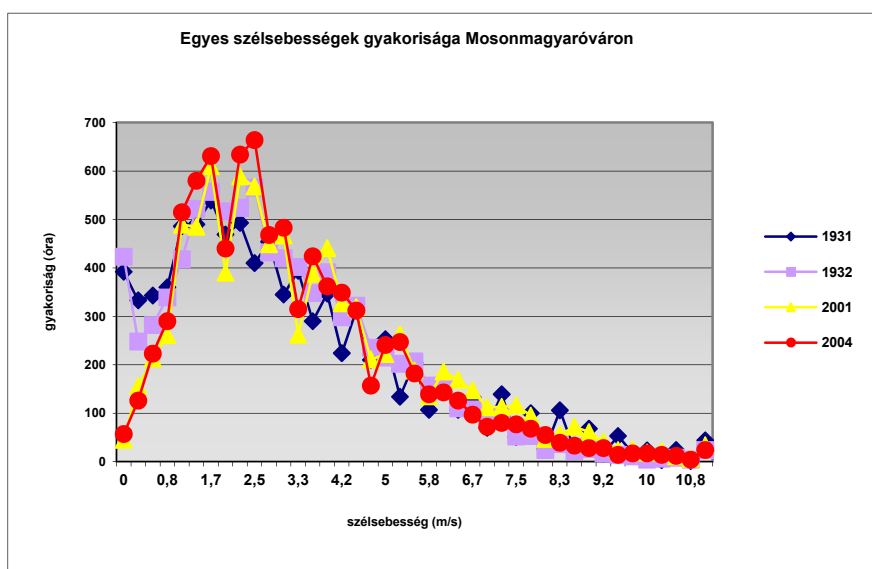
A problémát az okozza, hogy a kis berendezések a méretükből következően kisebb magasságokban, az alacsonyabb sebességű szeleket hasznosítják, így egységnyi teljesítményre vonatkoztatott termelésük általában nem éri el a nagyokét. A hazai gyakorlatban is beszerezhetők a néhány száz W-tól az 50 kW-ig terjedő teljesítmény kategóriába tartozó kisteljesítményű szélerőművek. Fel kell hívni a figyelmet arra, hogy nem mindegy melyik típust választjuk. A tengerparti szélviszonyokra tervezett berendezések magasabb szélsősebésznél érik el a névleges teljesítményüket, így szárazföldi (kontinentális) viszonyok között kevesebb áram termelésére képesek.

Az egészen kicsik, néhány kW teljesítményig –főképpen a függőleges tengelyű változatok- lakóövezetekben, esetleg épülethez integrálva is telepíthetők. A nagyobb, vízszintes tengelyűek a zajhatás miatt, elsősorban csak lakóépületektől távolabb, a megfelelő védőtávolság betartásával építhetők meg. Viszont csak ez utóbbiaktól várható megfelelő teljesítmény, valamint ezek a pályázatokon is eséllyel vehetnek részt, amennyiben megfelelő áron lehet azokat beszerezni, a megkövetelt BMR >0 érték elérhető.

Szélerőművek telepítése előtt banki kölcsönöknél, de a pályázatoknál is megkövetelik az adott területen végeztetett, egy éves szélmerést, vagy modellszámítást. A pályázattal érintett két megye ebből a szempontból is kedvező helyzetben van, ugyanis az elmúlt években számos helyen történt szélmerés különböző magasságokban. Az egy éves szélmerések eredményét is kritikusan kell értékelni, ugyanis az egyes évek között jelentős eltérések adódhatnak különösen az energiatartalom tekintetében. A 7.6. ábrán a mosonmagyaróvári meteorológiai állomáson, kb. 15 m magasságban mért, 4 teljes év szélsősebesség gyakorisági diagramja látható. Amíg az átlagos szélsősebességek között 15 %-os, a fajlagos energiatartalomnál több mint 30 %-os eltérést tapasztaltunk a két szélsőérték között. A vizsgálat arra is rávilágít, hogy 20 m-es magasságig- még a szelesebb területeken sem lehet 3-4 m/s-nál magasabb átlagsebességgel számolni. A fent említett nagyobb teljesítményű,

háztartási méretű berendezésektől is csak min. 30-40 m magasságban várhatunk elfogadható termelési eredményt. Az itt leírtakat megerősíti a 7.7. ábrán bemutatott, 10 és 50 m magasságra vonatkozó szélsősebességi ábrák.

A 7.1. táblázatban összefoglalva mutatjuk be négy tervezett, vagy megvalósult szélerőmű projektben szereplő típusra, típusváltozatra vonatkozó fontosabb jellemzőket. A várható termelést csak becsülni lehet, kiindulva abból, hogy az éves kihasználási tényező az alacsonyabb magasságokban az általános vélemény szerint nem érheti el a nagy berendezéseket, így max. 0,2 körüli érték várható. Pontos szélmérési adatok (szél gyakorisági görbe) és a generátor teljesítménygörbéje alapján viszonylag pontos termelési érték határozható meg, azonban ez is - mint azt a fentiekben bemutattuk- csak az adott évre vonatkozik.



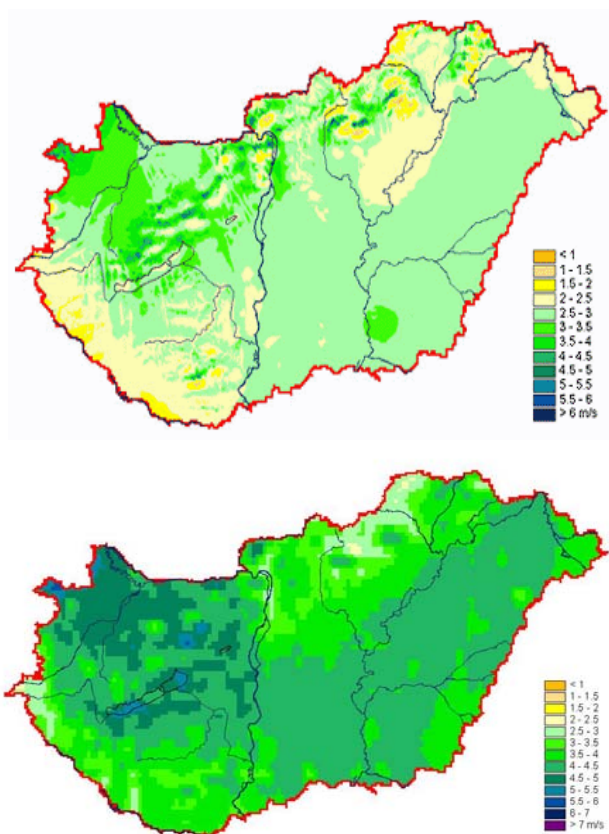
7.6. ábra: Mosonmagyaróvári szélmérési eredmények 15 m magasságban.

| Megnevezés | | 1931 | 1932 | 2001 | 2004 |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Átlagos szélsősebesség [m/s] | | 3,179 | 3,054 | 3,529 | 3,257 |
| Fajlagos energiatartalom | kWh/év | 534,74 | 420,84 | 592,16 | 466,73 |
| | % | 100 | 78,7 | 110,7 | 87,3 |

Forrás: Saját vizsgálat

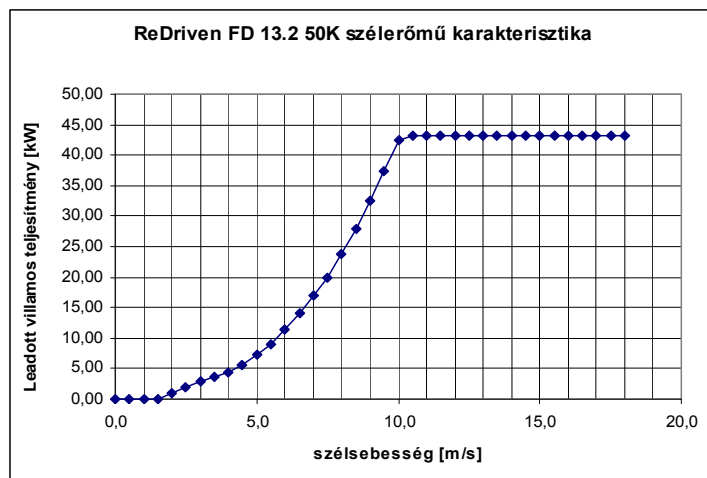
7.1 táblázat: Kis teljesítményű szélerőművek főbb jellemzői

| Típus | ReDriven FD 13.2 50K | ReDriven FD 13.2 50K | Liten Vindkraft AB | STEP V2 |
|---|-------------------------|-------------------------|-----------------------|---------|
| Rotorátmérő (m) | 18,8 | 19,3 | 18 | 9 |
| Tengelymagasság (m) | 36,6 | 38 | 30 | 18 |
| Teljesítmény (kW) | 43,2 | 43,2 | 44 | 15 |
| Szélsősebesség a névleges teljesítménynél (m/s) | 10-11 | 10-11 | 13-14 | 10,5 |
| Beruházási költség (eFt) | 67 000 | 56 000 | 73 000 | 19 500 |
| Fajlagos költség (eFt/kW) | 1551 | 1296 | 1659 | 1300 |
| Várható fajlagos termelés (kWh/kW) | 1900 | 1900 | 1750 | 1750 |



7.7. ábra: Magyarországi szélesebesség értékek 10 és 50 méter magasságban [OMSZ]

A Liten Vindkraft AB berendezést valószínűsíthetően magasabb szélesebességekre tervezték, ugyanis az indulási szélesebesség 3 m/s, a névleges teljesítményét 13 m/s-nál éri el, hasonló méretű berendezések kaphatók 2 és 10 m/s körüli releváns értékekkel. Az előbbi típusnak is van szárazföldi viszonyokra kialakított változata is, továbbá ilyen pl. a táblázatban szereplő ReDriven FD 13.2 50K típus, melynek a teljesítménygörbéjét a 3.8 ábra mutatja. A bemutatott két projekt jellemzőinek (rotor-átmérő, magasság) eltérése abból következik, hogy a gyártók az adott szélviszonyokra határozzák meg a műszaki paramétereket, a legjobb teljesítmény érdekében.



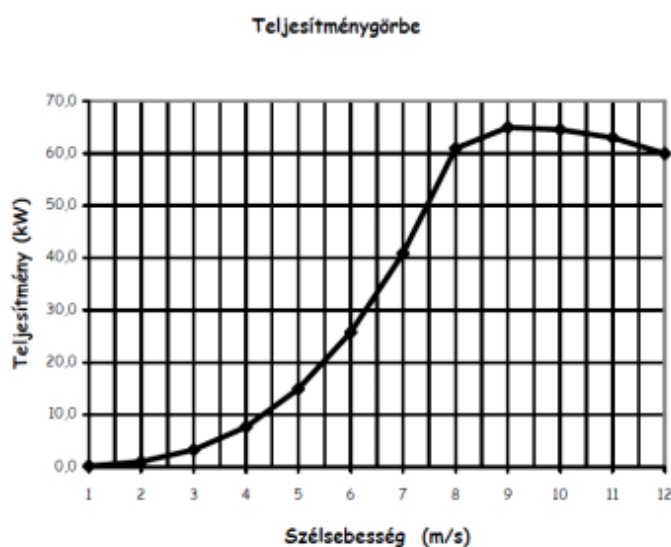
7.8 ábra: ReDriven FD 13.2 50K típusú szélérőmű teljesítménygörbéje.

Kiemelhető, hogy a hírekben olvashatunk egy hazai fejlesztésű, hasonló teljesítménytartományba tartozó új szélerőműről, amelyről megjelent hirdetési szöveg félreérthető. Így hangzik:

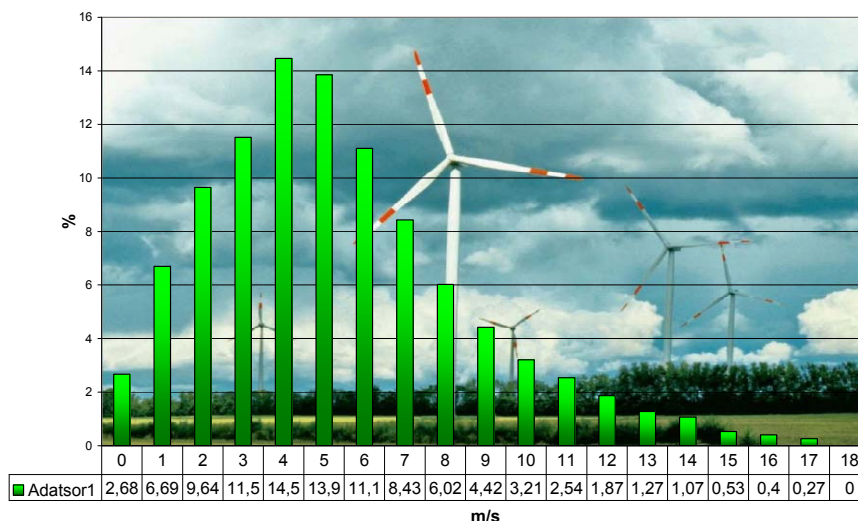
„A jelenlegi világ gazdasági helyzetben egyértelművé vált, hogy a jövő az olyan társadalmilag felelős, fenntartható jólétet szolgáló befektetésekre, mint amilyenek a zöldenergiához kapcsolódó befektetések is. A most bevezető kedvezményekkel megvásárolható, nagyteljesítményű NRGens 50 szélgenerátor egy kisebb lakópark vagy irodakomplexum teljes éves energiaszükségletét termeli meg és hamarabb megtérül, mint az államkötvények, kiszámíthatóbb a részvénytársaságoknál, valamint biztonságosabb az ingatlanbefektetéseknél.

A magyar fejlesztésű és gyártású NRGens 50 rendszer ideális zöldbefektetés. Különlegesen értékessé teszi azon képessége, hogy az ország területén átlagosnak számító, viszonylag alacsony szélsősebesség mellett is képes megtermelni száz háztartás átlagos áramszükségletét egy évben (358 000 kWh éves kapacitás, 7 m/s). Akár egy irodakomplexum mellé kerül telepítésre, akár egy épülő társasház lakásai válnak általa gazdaságosabbá (és értékesebbé!), áramot termel („visszatáplál”) a generátor. Zöldbefektetése biztos megtérülést hoz!”

A műszaki ismertetés nem tér ki a telepítési magasságra, de a rotor-átmérőből, ami 29,5 m, valóban nagyobb teljesítményre lehet következtetni. Már 7,5 m/s szélsősebességnél eléri az 50 kW, 8 m/s-nál a 60 kW teljesítményt. Egyértelműen látható a 7.9 ábrán, hogy a rotor túlméretezett, amennyiben hálózatra csatlakoztatják, max. 50 kW lehet a teljesítménye, vissza kell szabályozni. A megadott teljesítményadatok túl jónak tűnnek, továbbá a hirdetésben jelölt 7 m/s átlagos szélsősebesség hazánkban csak a 100 m fölötti magasságokban található, így a megadott termelés nem értelmezhető.



7.9. ábra: Az NRGens 50 új hazai szélerőmű teljesítménygörbéje



7.10 ábra: Szélgyakoriság 45 m magasan a célterületen [Horváth mérnöki iroda, 2003]

A fentiek tisztázására elvégeztük az új, NRGens 50 és a ReDriven FD 13.2 50K típusok összehasonlítását egy Kisigmánd melletti, 45 m magasságban mért szélességi adatok felhasználásával. A szélesség gyakorisági diagramot a 3.10. ábrán mutatjuk be. A területen uralkodó átlagos szélesség 5,344 m/s (19,24 km/óra) 45 méteres magasságban mérve. Az eredmények 45 m magasságban nagyon jó értékeket mutatnak, melyek a következők:

- NRGens 50 új hazai szélerőmű típus várható termelése az adott szélviszonyoknál, a megadott gyári teljesítményadatokkal számolva bruttó 165 300 kWh/a, illetve 3300 kWh/kW, 50 kW teljesítmény maximummal számolva. Az éves kihasználási tényező 0,38 lenne. Az önfogyasztás, karbantartási és üzemszüneti kimaradások miatt a tényleges, hálózatra adható termelés az előzőknél kisebb lesz, kb. 3000kWh/kW érték várható.

- ReDriven FD 13.2 50K típusnál 106 940 kWh/a, illetve 2475 kWh/kW értékeket kaptunk. Az éves kihasználási tényező 0,28 lett. Itt is fog csökkenni a hálózatra táplálható villamos energia mennyisége, várhatóan 2150-2200 kWh/kW értékű lesz. Az éves kihasználási tényező 0,25 körül alakulna. A projekteknél, 36-38 m magassággal és más szélviszonyokkal számolva ezeknél a típusoknál, mint a 3.1. táblázatban is látható, 1900 kWh/kW értékkel számoltunk.

NRGens 50 típusú új berendezés hatékonyabban tudna termelni, mint a ReDriven FD 13.2 50K típus, az adott kisigmándi szélviszonyok mellett. Mindez egyértelműen a túlméretezett rotornak köszönhető, mintegy 50 % az átmérő különbség (29,5, ill. 19,3 m), a termelés viszont csak 33 %-al magasabb, mivel vissza kell szabályozni a teljesítmény korlát miatt. Sziget üzemben kb. 88 %-al lenne több a termelése. Egy kW teljesítményre az előzőnél 13,66 m², az utóbbinál 6,77 m² esik, ugyanez az érték a STEP V2 típusnál csak 4,24 m².

Miután az új típusal kapcsolatban még nincs tapasztalat, a beruházási költsége sem ismert, így a kapcsolódó szoftvernél nem ezzel, hanem a ReDriven FD 13.2 50K típusal számoltunk. A legtöbb helyen elérhető 1900 kWh/kW fajlagos termelést, az elérhető legalacsonyabb árat (bruttó 1300 eFt/kW) vettük figyelembe a kalkulációknál.



8 Mintaprojektek energiahatékonysági felújításra és megújuló energiák hasznosítására az önkormányzati épületeknél

8.1 táblázat

| Projekt | Szigetelés Nyílászáró csere | Fűtőkorszerűsítés | Napkollektor | Hőszivattyú | | | Biomassza tüzelés | | | Napelem |
|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------|--------------|--|--------------|----------|----------------------|--------|--------------|---------|
| | | | | Abszorciós Aktív hővissza- nyerős szell. | Talajszondás | Fűrkutas | Faapríték | Pellet | Faelgázósító | |
| 1. Szállás jellegű épület | + | + | + | - | - | - | - | - | - | + |
| 2. Idősek otthona | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - |
| 3. Gimnázium | + | + | - | - | - | - | + | - | - | - |
| 4. Óvoda | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 5. Művelődési ház és könyvtár | + | + | - | - | - | + | - | - | - | + |
| 6. Polgármesteri hivatal + iskola | + | + | - | - | - | - | + | - | - | - |
| 7. Kollégium | - | - | + | + | - | - | - | - | - | - |
| 8. Hajléktalanszálló | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 9. Óvoda | + | + | + | - | - | - | - | - | - | + |
| 10. Általános iskola | + | + | + | - | - | - | - | - | - | + |
| 11. Irodaépület | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 12. Polgármesteri hivatal | - | + | - | - | - | - | + | - | - | - |
| 13. Kulturális központ | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - |

8.1. projekt: Szállás jellegű épület

A fejlesztés során érintett épületre vonatkozó mértani adatok

8.2 táblázat

| | | |
|--|---------------------------------|-----------|
| Épület megnevezése, rendeltetése | Lakó- és szállás jellegű épület | |
| Megvalósítani kívánt beruházások: homlokzati szigetelés, nyílászáró csere, fűtőkorszerűsítés, napkollektor HMV készítéshez, napelem villamos energia termeléshez, világításkorszerűsítés | | |
| Teljes alapterület | 1043,1 | m2 |
| Alápincézett alapterület | 284,16 | m2 |
| A pincézetlen rész kerülete | 0 | m |
| Tetőfödém területe | 285,7 | m2 |
| Hűlő felület | 1491,2 | m2 |
| Nettó szintterület | 260,77 | m2 |
| Fűtött légtérfogat | 2822 | m3 |
| Falvastagság (tégla) | 30 | cm |
| Tető típusa | lapostető | 15% |
| | sátortető | 85% |
| Szintek száma | 4 | db |
| Tetőtérbeépítés | Van (részben) | van/nincs |

A projekt műszaki tartalma részletesen

Az épületben felhasznált építőanyagok elavultak, leromlott műszaki állapotúak, különös tekintettel a falakra és nyílászárókra. Az épület 1997-ben épült. A karbantartási igényeken túlmenően idáig felújítás nem történt. Belső kisebb átalakítások történtek, ezek azonban nem érintették a fontosabb épületszerkezeteket.

A jelenlegi külső határoló szerkezetek (falak, nyílászárók, padlószerkezetek, födém szerkezetek) elöregedtek, nem felelnek meg a mai követelményeknek. Megértek mind esztétikailag, mind hő-technikailag a felújításra, cserére.

Az épületek külső falszerkezetei jelenlegi formájukban alkalmasak arra, hogy külső hőszigetelés alkalmazásával az előírásoknak megfelelő szerkezetet alakítsanak ki belőlük.

A jelenlegi nyílászárók fa szerkezete nem felel meg a mai elvárásoknak. A nyílászárók teljes cseréje indokolt, mivel a felújításuk műszakilag nem oldható meg.

Az épület fűtési rendszere korszerűtlen, elavult, rossz hatásfokkal működik, ezért mindenképp szükséges a felújítása és a még szabályozatlan helyiségek fűtésének szabályozhatóvá tétele. A napkollektoros rendszerrel a HMV előállítás segítése a cél, mivel a szállás jellegből adódóan a meleg vízfogyasztás jelentős. A napelemes rendszer kiépítése mellett a világításkorszerűsítés is megvalósításra kerül, a napelemek által termelt energia a világítási költségek csökkentésére szolgál.

Hőszigetelés: Az épület külső homlokzati falaira 10 cm-es, lábazatára 5 cm-es polisztirol hőszigetelő rendszer kerül felrakásra.

A falszerkezet így teljesíteni fogja a jelenleg érvényben lévő 7/2006 (V.24.) TNM rendelet szerinti követelményértéket. A felújítás utáni hő-átbocsátási tényező: $U=0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Külső homlokzati nyílászárócsere: Az épület jelenlegi külső fa homlokzati nyílászárói ($U=3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$) új korszerű hőszigetelt üvegezéssű műanyag nyílászárókra ($U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$) lesznek cserélve.

Fűtőkorszerűsítés: Az épületet jelenleg a pincében található kazánházból fűtik. Jelenleg 2 db állandó hőmérsékletű BUDERUS G324 L típusú gázkazánok üzemelnek. A kazánok elavultak, rendkívül rossz hatásfokkal működnek.

A fejlesztés során 2 db 60 kW-os BUDERUS Logamax Plus GB 112/60 típusú kondenzációs kazán kerül beépítésre. A helyiségenkénti fűtés szabályozása részben megoldott. A radiátorokon többségében termosztatikus szeleppel szabályozható szelep és alsó elzáró csavarzat van jelenleg is. A teljes helyiségenkénti szabályozhatóság céljából 16 db radiátorra termosztatikus szelepet kell felszerelni.

Napkollektoros rendszer: A HMV előállítást szolár rendszerrel tervezik megoldani. Beépítésre kerül 24 db BUDERUS SKN 3,0 típusú szelektív napkollektor és 3 db BUDERUS Logalux SU-1000 literes melegvíztároló. A dél-keleti tájolású tetőfelületre szerelt napkollektorok a szükséges melegvizet csak részben fedezik, ezért a további szükséges vízmennyiséget a kondenzációs kazánok állítják elő, amihez további 1 db Logalux SU-1000 literes tárolót építenek be. A szállás jellegű épület folyamatosan üzemel, ezért a napkollektorok által termelt melegvíz teljes mértékben felhasználásra kerül.

Napelemes rendszer: Az 50 db Suntech STP 210 típusú napelem a tető déli-keleti és dél-nyugati tájolású részére kerül felszerelésre. A napelemek összteljesítménye 10,5 kW, elvárható éves termelt villamos energia 11.500 kWh. A napelemes áramtermelés a legtisztább, nulla kibocsátású megoldás a villamos energia megtermelésére. A termelt villamos energia a hálózatra kerül betáplálásra. Ha az épület nem használja fel a megtermelt villamos energiát, azt későbbi felhasználáskor maradéktalanul visszavételezheti a hálózatról.

Világítás korszerűsítés: Az épület világítási rendszerét alkotó hagyományos izzók és fénycsővek korszerű, energiatakarékos izzókra és fénycsővekre lesznek kicserélve.

8.3 táblázat

| | Költségátétel | Költség (Nettó Ft) |
|--|---|--------------------|
| Megújuló energiaforrások felhasználására vonatkozó költségelemek | Napelem | 9 200 000 Ft |
| | Napkollektor | 8 016 600 Ft |
| | Egyéb kapcsolódó szolgáltatások | 1 363 286 Ft |
| | (MT, tervezés, közbeszerzés, projekt-menedzsment, műszaki ellenőrzés, táj.) | |
| | | |
| Megújuló összesen | | 18 579 886 Ft |
| Megújuló aránya a teljes projekt költségéből (%) | | 27,53% |
| Energia-hatékonyság fokozására vonatkozó költségelemek | Világításkorszerűsítés | 836 000 Ft |
| | Fűtőkorszerűsítés | 10 812 800 Ft |
| | Homlokzati szigetelés | 21 696 000 Ft |
| | Nyílászárók cseréje | 11 958 000 Ft |
| | Egyéb kapcsolódó szolgáltatások | 3 588 714 Ft |
| | (MT, tervezés, közbeszerzés, projekt-menedzsment, műszaki ellenőrzés, táj.) | |
| | | |
| Energiahatékonyság összesen | | 48 891 514 Ft |
| Energiahatékonyság aránya a teljes projekt költségéből (%) | | 72,47% |
| Teljes projekt költség | | 67 471 400 Ft |

8.2. projekt: Idősek otthona

8.4 táblázat A fejlesztés során érintett épületre vonatkozó mértani adatok

| | | |
|--|--------------------------------------|-----------|
| Épület megnevezése, rendeltetése | IDŐSEK OTTHONA ÉS IDŐSEK GONDOZÓHÁZA | |
| Megvalósítani kívánt beruházások: homlokzati szigetelés, nyílászáró csere, fűtőkorszerűsítés, napkollektor HMV készítéshez | | |
| Teljes alapterület | 2218,6 | m2 |
| Alápincézett alapterület | 189 | m2 |
| A pincézetlen rész kerülete | 256,6 | m |
| Tetőfödém területe | 1063 | m2 |
| Hűlő felület | 3744,5 | m2 |
| Nettó szintterület | 1109 | m2 |
| Fűtött légtérfogat | 6554,5 | m3 |
| Szintek száma | 2 és 3 | db |
| Falvastagság (tégla) | 38 | cm |
| Tető típusa | lapostető | |
| Tetőtérbeépítés | nincs | van/nincs |

Az intézmény két épületegységből áll. A régi épület az 1970-es években épült. Az idők során folyamatos bővítésen ment keresztül, azonban energetikai fejlesztés nem valósult meg az épületen. Az intézmény 2000-ben egy újonnan átadott épületrésszel bővült. Ez a szárny jelenleg is korszerűnek mondható. Épületszerkezete, nyílászárói megfelelnek a mai kor követelményeinek. A megoldandó probléma az épületek eltérő adottságaiból adódik. A régi épület falszerkezete és nyílászáró szerkezetei elavultak, ezek megérették a felújításra és cserére. A 2000-ben épült épület szerkezetei a mai kor elvárásainak is megfelelnek. A pályázat során ezen az épületen felújítást nem terveztek. A régi épületen homlokzati hőszigetelés és nyílászáró csere szerepel a tervekben. Mivel a két épületrész fűtését közös fűtési rendszer látja el, ezért szükséges a fűtés helyiségenkénti szabályozása, amely termosztatikus szelepek felszerelésével kerül kivitelezésre (mindkét épületrész esetében). A használati melegvíz előállításának rásegítésére napkollektoros rendszer kerül telepítésre.

Hőszigetelés: A régi épületen a vakolat előregedett, több helyen mállik, a külső falak szigetetlenek, nem elégítik ki a jelenleg érvényben lévő hőtechnikai előírásokat. Az épület külső homlokzati falaira 10 cm-es, lábazatára 5 cm-es polisztirol hőszigetelő rendszer kerül felrakásra. A falszerkezet így teljesíteni fogja a jelenleg érvényben lévő 7/2006 (V.24.) TNM rendelet szerinti követelményértéket. A felújítás utáni hő-átbocsátási tényező: $U=0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Külső homlokzati nyílászárócsere: A régi épület külső homlokzati nyílászárói előregedettek, vetemedettek, illetve egyrétegű üvegezéssel vannak szerelve, ami a jelenlegi hőtechnikai követelményeket nem elégíti ki. A nyílászárók rossz illeszkedése miatt jelentős az épületrész filtrációs vesztesége is. Az épület jelenlegi külső homlokzati nyílászárói (vetemedett, régi fa nyílászárók $U=4,5 \text{ W/m}^2\text{K}$) a projekt keretében új korszerű hőszigetelt üvegezésű műanyag nyílászárókra ($U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$) lesznek cserélve.

Épületgépészeti rendszer helyiségenkénti szabályozhatóvá tétele: A jelenlegi fűtési rendszer központilag szabályozható a kazánok programozásával rendeltetésnek megfelelő heti időprogramok beállítása lehetséges. Mivel egy épületegységről lévén szó, az intézmény gázfogyasztása egy mérési helyen mérhető. Mivel a két épületrész fűtési rendszere közös,

ezért nem csak a régi épületben, hanem az új szárnyban is felhelyezésre kerülnek termosztatikus szelepek. Az egyes épületrészek heti program alapján, külön vezérelhetők.

A minél alacsonyabb energia felhasználás érdekében így szabályozhatóvá válik a rendszer minden helyiségben, ahol hő-leadó található.

Napkollektoros rendszer kiépítése: A használati melegvíz igény részbeni lefedésére napkollektoros rendszer kiépítésére kerül sor a projekttervnek megfelelően, a HMV előállításának rásegítésére. A HMV cirkuláltatást időprogram szerintinek tervezik, napközben és az éjeli órákban szünetel.

8.5 táblázat

| PROJEKTRÉSZ | Költségtétel | Költség (Bruttó vagy Nettó) (Ft) |
|--|---------------------------------|----------------------------------|
| Megújuló energiaforrások felhasználására vonatkozó költségelemek | napkollektor | 7 300 000 Ft |
| | Egyéb kapcsolódó szolgáltatások | 727 320 Ft |
| Megújuló összesen | | 8 027 320 Ft |
| Megújuló aránya a teljes projekt költségéből (%) | | 25,08% |
| Energia-hatékonyság fokozására vonatkozó költségelemek | Homlokzati szigetelés | 10 500 000 Ft |
| | Nyílászáró csere | 7 300 000 Ft |
| | Termoszelepek | 4 000 000 Ft |
| | Egyéb kapcsolódó szolgáltatások | 2 172 680 Ft |
| Energiahatékonyság összesen | | 23 972 680 Ft |
| Energiahatékonyság aránya a teljes projekt költségéből (%) | | 74,92% |
| Teljes projekt költség | | 32 000 000 Ft |

8.3. projekt: Gimnázium

8.6 táblázat A fejlesztés során érintett épületre vonatkozó mértani adatok

| | | |
|--|---------------------------|-----------|
| Épület megnevezése, rendeltetése: | GIMNÁZIUMI tanügyi épület | |
| Megvalósítani kívánt beruházások: homlokzati szigetelés, tetőszigetelés, fűtőkorszerűsítés, hővisszanyerő szellőztetés, faapríték tüzelésű kazán beépítése | | |
| Teljes alapterület | 5106,70 | m2 |
| Alápincézett alapterület | - | m2 |
| A pincézetlen rész kerülete | 310 | m |
| Tetőfödém területe | 1895,5 | m2 |
| Hűlő felület | 6874,50 | m2 |
| Nettó szintterület | 1702,23 | m2 |
| Fűtött légtérfogat | 17452,5 | m3 |
| Falvastagság (tégla) | 30 | cm |
| Tető típusa | lapostető | |
| Szintek száma | 3 | db |
| Tetőtérbeépítés | nincs | van/nincs |

Az épület az 1960-as évek elején épült, majd a 80-as években egy új tantermi szárnyal bővült.

A jelenlegi födém szerkezet teljesen elavult, előregedett. A lapostetős födém utólagos hőszigetelésére és vízszigetelésére van szükség.

Az épületen 2003-ban már elkezdték a nyílászárók cseréjét. Folyamatosan, kisebb egységenként történt a csere. Jelen projekt keretein belül a még ki nem cserélt, régi fa nyílászárókat kívánják cserélni korszerű műanyag nyílászárókra. Ezzel a beruházással az épület nyílászárói 100%-ban megfelelnek a jelenlegi hőtechnikai követelményeknek. (Hő-átbocsátási tényező értéke: $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Az épületek külső falszerkezetei részben szigeteltek, a klinkertéglával burkolt részek szigetelés nélküliek. Jelen projekt keretében ezen felületek nem képezi tárgyát utólagos hőszigetelésének.

Az épületgépészeti rendszer korszerűsítésére is szükség van. A jelenleg működő korszerűtlen, állandó hőmérsékletű gázkazánokat egy faapríték tüzelésű kazánra kívánják cserélni. Egyúttal az épület helyiségenkénti fűtésszabályozását is meg kívánják oldani termosztatikus szelepek elhelyezésével.

A termekben hő-visszanyerős szellőztetési rendszert terveznek megvalósítani az energiacsökkentés érdekében.

Tetőszigetelés: A lapostetőre 10 cm vastagságban ATN 100 lépésálló hőszigetelőlapok kerülnek elhelyezésre, valamint új vízszigetelés kerül felhelyezésre.

A lapostető ezáltal teljesíteni fogja a jelenleg érvényben lévő 7/2006 (V.24.) TNM rendelet szerinti követelményértéket. A felújítás utáni hő-átbocsátási tényező: $U=0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Külső homlokzati nyílászárócsere: A még ki nem cserélt homlokzati nyílászárók (vetemedett, régi fa nyílászárók $U=4,5 \text{ W/m}^2\text{K}$) új korszerű hőszigetelt üvegezésű műanyag nyílászárókra ($U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$) lesznek cserélve.

Hő-visszanyerős szellőztetés: Az osztálytermek szellőztetését jelenleg úgy oldják meg, hogy óra alatt néhány ablakot nyitva hagynak és szünetekben intenzíven szellőztetnek a friss levegő pótlása érdekében. Ezzel a megoldással nem lehet szabályozni a belépő levegő

menyiségét, a szabályozatlanság tetemes hő veszteséget okoz. A projekt szerinti irányított, hő-visszanyerős szellőzéssel csak annyi levegő kerül be az osztálytermekbe amennyi szükséges, és az elvezetett levegő hőtartalmának nagy része a hőcserélőn keresztül, a bejövő friss levegő előmelegítésére kerül felhasználásra.

Faapriték tüzelésű kazán: A jelenlegi földgáz üzemű, állandó hőmérsékletű kazánok helyett faapriték tüzelésű, 300 kW teljesítményű kazánt terveznek beállítani. Tehát fosszilis energiahordozó helyett biomassza felhasználás valósul meg. A betervezett fűtési rendszer teljesen automatikus, állandó felügyeletet nem igényel. A termosztatikus szelepek a meglévő hő-leadókra kerülnek felszerelésre.

HMV rendszer: A szükséges használati melegvizet a kazánházban elhelyezésre kerülő Reflex S500 literes hőcsrelős bojlerben, Vaillant VU 566/4-5-E tip. 50 kW-os kondenzációs kazánnal tervezik előállítani. A jelenlegi melegvíz-fogyasztást figyelembe véve 500 literes HMV tároló megfelelő nagyságú.

8.7 táblázat

| PROJEKTRÉSZ | Költségtétel | Költség (Bruttó vagy Nettó) (Ft) |
|--|--|----------------------------------|
| Megújuló energiaforrások felhasználására vonatkozó költségelemek | Faapriték tüzelésű kazán | 51 387 400 |
| | Egyéb kapcsolódó szolgáltatások | 4 936 800 |
| | (MT, projektmen., kiv. tervek, műszaki ellenőrzés, tájék., kiv. kiválasztás) | |
| | | |
| Megújuló összesen | | 56 324 200 |
| Megújuló aránya a teljes projekt költségéből (%) | | 37,40% |
| Energia-hatékonyság fokozására vonatkozó költségelemek | Tetőszigetelés | 37 070 000 |
| | Nyílászárók cseréje | 14 280 000 |
| | Hő-visszanyerő szellőztetés | 23 059 375 |
| | Termoszelepek | 11 607 975 |
| | Egyéb kapcsolódó szolgáltatások | 8 263 200 |
| | (MT, projektmen., kiv. tervek, műszaki ellenőrzés, tájék., kiv. kiválasztás) | |
| | | |
| Energiahatékonyság összesen | | 94 280 550 |
| Energiahatékonyság aránya a teljes projekt költségéből (%) | | 62,60% |
| Teljes projekt költség | | 150 604 750 Ft |

8.4. projekt: Óvoda

8.8 táblázat A fejlesztés során érintett épületre vonatkozó mértani adatok

| | | |
|--|-----------|-----------|
| Épület megnevezése, rendeltetése | Óvoda | |
| Megvalósítani kívánt beruházások: homlokzati szigetelés, nyílászáró csere, fűtőkorszerűsítés | | |
| Teljes alapterület | 1010 | m2 |
| Alápincézett alapterület | - | m2 |
| A pincézetlen rész kerülete | 279,2 | m |
| Tetőfödém területe | 885 | m2 |
| Hűlő felület | 2520,6 | m2 |
| Nettó szintterület | 885 | m2 |
| Fűtött légtérfogat | 2655 | m3 |
| Falszerkezet | panel | |
| Tető típusa | lapostető | |
| Szintek száma | 1 | db |
| Tetőtérbeépítés | nincs | van/nincs |

Az 1979-ban átadott óvoda épülete iparosított technológiával épült, 30-40-es falvastagsággal rendelkezik. Az épület szigetelés nélküli.

Az épület nettó 885 m² összterületű. A helységek fűtését tagos lemez radiátorokkal oldották meg. Az intézmény távfűtéses.

Hőszigetelés: Az épület külső homlokzati falaira, ill. tető felületére 10 cm-es polisztirol hőszigetelő rendszer kerül felhelyezésre.

Külső homlokzati nyílászárócsere: Az épület jelenlegi külső homlokzati nyílászárói (vetemedett, régi fa nyílászárók $U=4,5 \text{ W/m}^2\text{K}$) új korszerű hőszigetelt üvegezésű műanyag nyílászárókra ($U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$) lesz cserélve.

Épületgépészeti rendszerek korszerűsítése: Az épület jelenlegi fűtési rendszere korszerűtlen, a szabályozást kizárólag csak központiilag lehet megvalósítani, továbbá a hőleadók is rossz minőségűek. A fűtőkorszerűsítés keretein belül új hőleadók kerülnek beépítésre, valamint termosztatikus szelepek kerülnek felhelyezésre a kivitelezés megkezdése előtt elkészülő épületgépészeti terveknek megfelelően.

8.9 táblázat

| Megnevezés | Mennyiség i egység | Mennyi- ség | Bekerülési költség | | |
|--|--------------------------|----------------|--------------------|--------------|----------|
| | | | Nettó | Áfa kulcs | Bruttó |
| Épületenergetikai fejlesztés | | | | | |
| DUNAFERR LUX-UNI-DK típusú ; 600 x 400 mm | db | 25 | | | |
| DUNAFERR LUX-UNI-DK típusú 1349 W; 600 x 1100 mm | db | 31 | | | |
| DUNAFERR LUX-UNI-DK típusú 1798 W; 600 x 900 mm | db | 53 | | | |
| DUNAFERR LUX-UNI-DK típusú 2248 W; 900 x 800 mm | db | 9 | | | |
| Danfoss RA-N radiátorszelep1/2’’ | db | 118 | | | |
| Danfoss RAE 5054 termosztatikus szelepfej | db | 118 | | | |
| Külső nyílászárók cseréje | db | 125 | | | |
| Külső homlokzati szigetelés | m2 | 1635 | | | |
| Épületenergetikai fejlesztés bekerülési költsége | | | 40519053 | 25% | 50648816 |

8.5. projekt: Művelődési ház és könyvtár

8.10 táblázat A fejlesztés során érintett épületre vonatkozó mértani adatok

| | | |
|--|----------------------------|-----------|
| Épület megnevezése, rendeltetése | MŰVELŐDÉSI HÁZ ÉS KÖNYVTÁR | |
| Megvalósítani kívánt beruházások: homlokzati szigetelés, fűtőkorszerűsítés (fan-coil), víz-víz hőszivattyú, napelem a villamos energia termeléshez | | |
| Teljes alapterület | 873,3 | m2 |
| Alápincézett alapterület | 58,69 | m2 |
| A pincézetlen rész kerülete | 199,2 | m |
| Tetőfödém területe | 611,4 | m2 |
| Hűlő felület | 2159 | m2 |
| Nettó szintterület | 873,3 | m2 |
| Fűtött légtérfogat | 2895,4 | m3 |
| Falvastagság (tégla) | 38-51 | cm |
| Tető típusa | sátortető | |
| Szintek száma | 2 | db |
| Tetőtérbeépítés | van | van/nincs |

Az energetikailag korszerűsíteni kívánt épület hagyományos technológiával, téglából készült. Az intézmény épülete több ütemben készült. Az első épületrész 1966-ban épült, földszintes kialakítással, részben alápincézve. Az intézmény 2002-ben bővült egy új épületegységgel, mely földszint+tetőtér beépítéses. Az épületegyüttes falvastagsága 38-51 cm-ig terjed. A nyílászárók 2010-ben már kicserélésre kerültek, korszerű, hőszigetelt üvegezéssel (4-16-4 mm) rendelkeznek, 5 kamrás profillal, hő átbocsátási tényezőjük 1,3 W/m²K.

Hőszigetelés: A külső falakra 10 cm vastagságban polisztirol hőszigetelőlapok kerülnek elhelyezésre. A külső falak ez által teljesíteni fogják a jelenleg érvényben lévő 7/2006 (V.24.) TNM rendelet szerinti követelményértéket. A felújítás utáni hő-átbocsátási tényező: $U=0,28$ W/m²K és $U=0,30$ W/m²K

Napelemes erőmű rendszer:, A meglévő és várhatóan megnövekedő villamos energia igény lefedésére napelemes rendszer kiépítésére kerül sor. A számítások szerint a megtermelt villamos energia 99%-ban lefedi a villamos energia igényt.

44,1 kW össz. teljesítményű, 210 db magas cellahatásfokú polikristályos napelem modulból áll.

Fűtés: Az intézmény területén 1 hőközpont található, ami nagyon elavult. Jelenleg állandó hőmérsékletű gázkazánok üzemelnek. Mindenképp szükséges a hőközpont korszerűsítése. A fűtésre hőszivattyús rendszer kiépítését tervezték, a HMV-t pedig továbbra is villanybojlerekkel állítanak elő. A helyiségenkénti fűtésszabályozás már megoldott, a fűtőtestekre termosztatikus szelepek vannak felhelyezve.

Az intézmény fűtését 45 kW teljesítményű víz-víz hőszivattyúval oldják meg. Az öko-tarifa igénybevételi lehetősége fennáll (a kútvíz szivattyú, a hőszivattyú és a szekunder szivattyú villamos teljesítmény igénye a megengedett határon belül van). A szívókútnak 25 m, a 2 db nyelő kútnak 12 m a talpponti mélysége.

Fűtési rendszer kiegészítése: A fűtési rendszer átalakításával, alkalmassá válik alacsony, 40 °C - max. 45°C fokos előremenő fűtővíz hőmérséklettel történő üzemelésre. A néhány éve felújított radiátoros fűtés marad, de azokon kívül fan-coilos rendszer is kiépítésre kerül, így a szükségletnek megfelelő hőkomfortot a két rendszer együtt biztosítani tudja

alacsonyabb előremenő víz hőmérsékletnél is. A helyiségekben a hőmérséklet termosztáttal (fan-coilok) és termosztatikus radiátor szelepekkel beállítható.

8.11 táblázat

| PROJEKTRÉSZ | Költségtétel | Költség (Bruttó vagy Nettó) (Ft) |
|--|---|----------------------------------|
| Megújuló energiaforrások felhasználására vonatkozó költségelemek | Víz-víz hőszivattyú | 14 212 650 Ft |
| | Napelem | 36 375 000 Ft |
| | Egyéb kapcsolódó szolgáltatások (MT, tervezés, közbeszerzés, projekt- | |
| | menedzsment, műszaki ellenőrzés, táj.) | 5 379 034 Ft |
| | | |
| Megújuló összesen | | 55 966 684 Ft |
| Megújuló aránya a teljes projekt költségéből (%) | | 67,96 % |
| Energia-hatékonyság fokozására vonatkozó költségelemek | Világításkorszerűsítés | 4 209 800 Ft |
| | Homlokzati szigetelés | 14 580 200 Ft |
| | Fűtésekszerűsítés (fan coil) | 5 068 750 Ft |
| | Egyéb kapcsolódó szolgáltatások (MT, tervezés, közbeszerzés, projekt- | |
| | menedzsment, műszaki ellenőrzés, táj.) | 2 535 966 Ft |
| | | |
| Energiahatékonyság összesen | | 26 394 716 Ft |
| Energiahatékonyság aránya a teljes projekt költségéből (%) | | 32,04 % |
| Teljes projekt költség | | 82 361 400 Ft |

8.6. projekt: Polgármesteri hivatal és általános iskola

8.12 táblázat A fejlesztés során érintett épületre vonatkozó mértani adatok

| | | |
|--|---|-----------|
| Épület megnevezése, rendeltetése | POLGÁRMESTERI HIVATAL ÉS ÁLTALÁNOS ISKOLA közös hőközpontról ellátott épületek | |
| Megvalósítani kívánt beruházások: homlokzati szigetelés, nyílászáró csere, fűtőkorszerűsítés, faapríték tüzelésű kazán beépítése | | |
| Teljes alapterület | 1896,7 | m2 |
| Alápincézett alapterület | 137,4 | m2 |
| A pincézetlen rész kerülete | 163,6 | m |
| Tetőfödém területe | 1347,1 | m2 |
| Hűlő felület | 4092,8 | m2 |
| Nettó szintterület | 632,2 | m2 |
| Fűtött légtérfogat | 8778,6 | m3 |
| Falvastagság (tégla) | 30-68 | cm |
| Tető típusa | sátortető | |
| Szintek száma | 1-3 | db |
| Tetőtérbeépítés | Van (részben) | van/nincs |

Az energetikailag korszerűsíteni kívánt épület hagyományos technológiával, téglából készült. Az intézmény épületei két ütemben készültek. A főépület 1901-ban épült, földszint + emelet kialakítással, részben alápincézve. Az épület eredetileg használaton kívüli padlástere 2002-ben beépítésre került. A több mint 100 év alatt a változó igények miatt több átalakításra, bővítésre is sor került. Az épület 1994-ben egy tornacsarnokkal bővült, mely földszintes + galériás kialakítású a csarnok nagy légtere miatt. Az épületegyüttes falvastagsága 30-68 cm-ig terjed. A fa nyílászárók is előregedtek, cserére szorulnak. Az épület szinte egésze magas tetős kialakítású, egy kis felület a két épületet összekötő szakaszon lapos tetős kialakítású.

A projekt szerinti intézményeket jelenleg az iskolaépület földszintjén található közös kazánházból fűtik. Jelenleg állandó hőmérsékletű gázkazánok üzemelnek. A kazánok elavultak, rendkívül rossz hatásfokkal működnek.

A fűtésre faapríték-tüzelésű kazán beépítését tervezték, mely a tornacsarnok melletti, jelenleg használaton kívüli épületben kerülne elhelyezésre. Az épületben külön helyiségben kialakítható a faapríték tároló is. Az adagolás céljára csuklókaros bolygatóművet és csigas behordót is itt lehet elhelyezni. A jelenlegi kazánház hőközpontként üzemel tovább, megmarad a szekunder oldali osztó és gyűjtő, csak a jelenlegi szivattyúkat kell kicserélni fordulatszám szabályozásra. A faapríték tüzelésű kazán 2"-os vezetéken összekötésre kerül a hőközponti osztóval és gyűjtővel.

A helyiségenkénti fűtés szabályozás céljából a fűtőtestekre termosztatikus szelepek és alsó csavarzatok kerülnek a tervek szerint. A HMV előállítást kondenzációs gázkazánnal fűtött indirekt bojlerrel oldják meg.

Faapríték tüzelésű kazán beépítése: A jelenlegi földgáz üzemű, állandó hőmérsékletű kazánok helyett faapríték tüzelésű 220 kW teljesítményű kazánt terveztek beállítani. Tehát fosszilis energiahordozó helyett biomassza felhasználás valósul meg. A betervezett fűtési rendszer teljesen automatikus, állandó felügyeletet nem igényel. A faapríték tüzelésű kazán a tornacsarnok melletti, jelenleg használaton kívüli épületben kerül elhelyezésre.

Hőszigetelés: A főépület és a hozzá kapcsolódó tornacsarnok külső homlokzati falaira 10 cm-es, lábazatára 5 cm-es polisztirol hőszigetelő rendszer kerül felrakásra.

A falszerkezetek így teljesíteni fogják a jelenleg érvényben lévő 7/2006 (V.24.) TNM rendelet szerinti követelményértéket.

A felújítás utáni hő-átbocsátási tényező: $U=0,21-0,28$ W/m²K érték közötti, a falszerkezet típusától függően.

Külső homlokzati nyílászárócsere: Az épület jelenlegi külső homlokzati nyílászárói ($U=3,3$ W/m²K, $U=5$ W/m²K (kopolit üveg)) új korszerű hőszigetelt üvegezésű műanyag nyílászárókra ($U=1,3$ W/m²K) lesznek cserélve.

Fűtőkorszerűsítés: A Polgármesteri Hivatal és az Általános iskola épületeirészek fűtési rendszerét 2002-ben korszerűsítették. Új lapradiátorok kerültek felszerelésre. A Tornacsarnok fűtési rendszere 1994-ben került kialakításra. 1998-ban tértek át olajtüzelésről földgáztüzelésre. A Polgármesteri Hivatal, az Általános iskola valamint a Tornacsarnok jelenlegi közös fűtési rendszere csak központilag szabályozható, mind a három épületegységet egy közös fűtési rendszeren keresztül látják el az állandó hőmérsékletű kazánok. Ezeknek a cseréje mindenképp indokolt, mivel előregedtek, korszerűtlenek. Az épületegységek fűtésének szabályozására helyiségenként termosztatikus radiátorszelepek kerülnek felszerelésre a fűtőtestekre, ezáltal szabályozhatóvá válik a fűtés az adott épületek helyiségeiben külön-külön. Az épületenként elhasznált hőmennyiségek mérésére külön-külön hőmennyiségmérők kerülnek felszerelésre.

HMV készítés kondenzációs földgáz kazánnal: A szükséges használati melegvizet a kazánházban elhelyezésre kerülő Reflex S500 literes hőcserélős indirekt tárolóban tervezik előállítani Vaillant VU 566/4-5-E tip. 50 kW-os kondenzációs kazánnal. A jelenlegi melegvízfogyasztást figyelembe véve 500 literes HMV tároló megfelelő nagyságú.

8.13 táblázat

| PROJEKTRÉSZ | Költségtétel | Költség (Bruttó vagy Nettó) (Ft) |
|--|---|----------------------------------|
| Megújuló energiaforrások felhasználására vonatkozó költségelemek | Biomassza-tüzelésű kazánrendszer | 29.995.000 Ft |
| | Egyéb kapcsolódó szolgáltatások | 2.909.196 Ft |
| | (MT, tervezés, közbeszerzés, projekt-menedzsment, műszaki ellenőrzés, táj.) | - |
| | | - |
| Megújuló összesen | | 32.904.196 Ft |
| Megújuló aránya a teljes projekt költségéből (%) | | 39,42% |
| Energia-hatékonyság fokozására vonatkozó költségelemek | Fűtőkorszerűsítés | 8.069.000 Ft |
| | Homlokzati szigetelés | 21.041.000 Ft |
| | Nyílászárók cseréje | 16.998.500 Ft |
| | Egyéb kapcsolódó szolgáltatások | 4.470.804 Ft |
| | (MT, tervezés, közbeszerzés, projekt-menedzsment, műszaki ellenőrzés, táj.) | - |
| | | - |
| Energiahatékonyság összesen | | 50.579.304 Ft |
| Energiahatékonyság aránya a teljes projekt költségéből (%) | | 60,58% |
| Teljes projekt költség | | 83.483.500 Ft |

8.7. projekt: Kollégium

8.14 táblázat A fejlesztés során érintett épületre vonatkozó mértani adatok

| Épület megnevezése, rendeltetése | Kollégiumi épület | |
|---|-------------------|-----------|
| Megvalósítani kívánt beruházások: napkollektoros rendszer és levegő bázisú gáz-abszorpciós hőszivattyús fűtési rendszer kiépítése | | |
| Teljes alapterület | 8383,4 | m2 |
| Alápincézett alapterület | 0 | m2 |
| A pincézetlen rész kerülete | 0 | m |
| Tetőfödém területe | 1397,2 | m2 |
| Hűlő felület | 8963 | m2 |
| Nettó szintterület | 1397,2 | m2 |
| Fűtött légtérfogat | 27242,1 | m3 |
| Falvastagság (tégla) | 30 | cm |
| Tető típusa | lapostető | 100% |
| | sátortető | % |
| Szintek száma | 6 | db |
| Tetőtérbeépítés | nincs | van/nincs |

A projekt műszaki tartalma részletesen

A tárgyi épület az elmúlt évszázad '80-as évek elején tervezték és kiviteleztek. A falszerkezet: 30 cm –es téglá + 7 cm-es szigetelő réteg. Az épületgépészeti-, és villamos berendezések elhasználódtak és korszerűtlenek, cseréjük indokolt.

A beépített kazánok 4db KOMFORT-3 kazán, 3V/FG400 égővel, egyenként 465kW-os teljesítménnyel. Ebből 1db kazán nem üzemképes, a fennmaradó 3db kazánból 2db üzemelésével biztosítható az épület fűtése -13°C méretezési hőmérséklet esetén is. Ezek alapján megállapítható, hogy az épület fűtési rendszere jelentősen túlméretezett, amelyet elvégzett épületenergetikai felmérés is alátámaszt. A kazánok régiak, elavultak, szabályozásuk nem megoldott, kézi üzemben működnek, a szivattyúk fűtési időszakban állandó üzemben vannak, az egész rendszer nem energiatakarékos.

Az épület HMV igényére 3db 2500 literes tároló van beépítve. Ebből jelenleg 1db tároló nem üzemeltethető javításra szorul

A projekt célja a kollégiumi épület fűtési, valamint a használati melegvíz előállítás hőenergia-igényének részbeni kielégítése megújuló energiaforrások komplex alkalmazásával.

A felmérések alapján a projekt keretében 497,9 kW teljesítményű levegő bázisú gáz-abszorpciós hőszivattyús fűtési rendszer és 55,75m² felületű napkollektoros rendszer építésére van lehetőség az intézmény épületének a lapos tetőszerkezetére

Napkollektoros rendszer: 55,75m² felületű napkollektoros rendszer kiépítésére kerül sor az intézmény épületének a lapostetős tetőszerkezetén. A HMV igény kielégítésének szoláris részaránya közel 13 %-os lesz.

Levegő bázisú gáz-abszorpciós hőszivattyús fűtési rendszer: a projekt keretében 497,9kW össz. teljesítményű levegő bázisú gáz-abszorpciós hőszivattyús fűtési rendszer kerül kiépítésre, amely 13 db. ROBUR GAHP-A HT típusú gépegyeségből áll. Egységteljesítményük 38,3 kW. Bivalens üzemmód tervezett, a kiegészítő csúcskazán ill. a tartalékkazán szerepét is egyben a meglévő 2 db kazán fogja ellátni. (A hőszivattyúval kapcsolatos részletesebb ismeretanyag a tanulmány 4.3. fejezetében található).

8.15 táblázat

| | Költségtétel | Költség (Nettó Ft) |
|--|--|--------------------|
| Megújuló energiaforrások felhasználására vonatkozó költségelemek | | |
| | Napkollektor | 16 062 625 Ft |
| | Egyéb kapcsolódó szolgáltatások | |
| | Hőszivattyús rendszer | 74 830 985 Ft |
| Megújuló összesen | | 90 893 610 Ft |
| Megújuló aránya a teljes projekt költségéből (%) | | 100 % |
| Energia-hatékonyság fokozására vonatkozó költségelemek | Világításkorszerűsítés | |
| | Fűtésekszerűsítés | |
| | Homlokzati szigetelés | |
| | Nyílászárók cseréje | |
| | Egyéb kapcsolódó szolgáltatások | |
| | (MT, tervezés, közbeszerzés, projektmenedzsment, műszaki ellenőrzés, táj.) | |
| | | |
| Energiahatékonyság összesen | | |
| Energiahatékonyság aránya a teljes projekt költségéből (%) | | |
| Teljes projekt költség | | 90 893 610 Ft |

8.8. projekt: Hajléktalanszálló

8.16 táblázat A fejlesztés során érintett épületre vonatkozó mértani adatok

| | | |
|--|-----------|----------------|
| Szállás jellegű épület: Hajléktalanok Éjjeli Menedékhelye | | |
| Megvalósítani kívánt beruházások: homlokzat és padlásfödém szigetelés, nyílászáró csere, hővisszanyerős- hőszivattyús szellőztető rendszer kiépítése | | |
| Teljes alapterület | 265 | m ² |
| Alápincézett alapterület | 0 | m ² |
| A pincézetlen rész kerülete | 0 | m |
| Tetőfödém területe | 330 | |
| Hűlő felület | 526,4 | m ² |
| Nettó szintterület | 265 | m ² |
| Fűtött légtérfogat | 702,3 | m ³ |
| Falvastagság (tégla) | 30 | cm |
| Tető típusa | | % |
| | sátortető | 100% |
| Szintek száma | 1 | db |
| Tetőtérbeépítés | nincs | van/nincs |

Az épület bemutatása: Az épület energetikai minőség szerinti besorolása: G. (átlagost megközelítő). Fajlagos primer energiafogyasztás: 336.1 kWh/m²a.

Az épület szerkezetét tekintve nem elavult, azonban használati értékét erősen rontja, hogy a mai szabvány követelmeinek sem felel meg. Falazata részben kisméretű tömör téglá, az új épületrészen pedig Porotherm 30, de külső hőszigetelés sehol sincs. A padlásfödémek csak részben hőszigeteltek, a vb. födémekben 4 cm. vtg. hungarocell szigetelés van, a régi épületrész födéme szigeteletlen.

A régi épületrész nyílászárói elavultak, megvetemedtek és légzárásuk javítással nem megoldható.

A hőközpont jelenleg szén és fatüzeléssel üzemel, feladatát ellátja, de a rendszer elavultnak tekinthető.

A legfőbb problémát az épület üzemelésében azonban az a sajátosság okozza, hogy a nagy kihasználtság miatt fokozott a páratelhelés, és ezt hagyományos szellőztetéssel kezelni nem lehet. A páraakcsapódás a hőhidakon olyan nagymértékű, hogy vastag penészszerűek keletkeztek. A penész ellen gyakoribb festéssel, és penészedést gátló anyagokkal védekeznek, azonban a folyamat olyan agresszív, hogy gyakorlatilag havonta kellene ismételni.

A penészgombák elszaporodása az egészségre káros, és kifejezetten veszélyes a legyengült, ill. kevésbé ellenálló szervezetre!

Tervezett állapot és energiamegtakarítás: A feladat megoldásához méretezni kellett a beépítésre tervezett anyagokat, rétegrendeletet, valamint meghatározni a változtatás következtében elérhető energiamegtakarítás mértékét. Modellezték a tervezett beavatkozásokat, és a kapott eredményeket optimalizálták a bekerülés, a fenntartás és a megtérülés figyelembe vételével.

Az eredmények szerint, feltétlenül szükséges homlokzati hőszigetelés készítése 15 cm vtg-ban és födémhőszigetelés készítése 30 cm vtg.-ban (üveggyapot). A nyílászárók cseréje a régi épületrészen szintén szükséges. (min. 1.3 W/m²K)

A fokozott páratelhelést és penészedést automata szellőztető készülék beépítésével tervezték 100%-ban megoldani. A készülék hővisszanyerős, így energetikai szempontból nagyon sok megtakarítás érhető el. (Hővisszanyerés hatásfoka 90%) A rekuperátorban

hőszivattyú is üzemel, ezért további megtakarítást eredményez, hogy a betáplált friss levegőt fűteni, illetve hűteni is tudja minimális energia felhasználással. A kisegítő légfűtés eredménye, hogy az elsődleges fűtési rendszer számára az üzemidő cca. 30%-al csökken.

A régi vegyes tüzelésű kazánt később korszerű gázkazánra cserélik, amivel szintén energiamegtakarítás érhető el.

Az energetikai felújítási program végeredményeként az épület fajlagos primer energiaigénye több mint felére csökken!

A beruházás után a vizsgált épület energetikai besorolása: B (követelménynél jobb).
Fajlagos primer energiafogyasztás: 151.1 kWh/a.

8.17 táblázat

| Hajléktalan szálló korszerűsítés | | | Árajánlat | | | |
|---|---------------------|-------|---------------|----------|-----------|-----------|
| tétel leírás | Mennyiség egység | | Egységre jutó | | Összesen | |
| | | Tétel | Anyagdíj | Munkadíj | Anyagdíj | Munkadíj |
| GRAYMIX homlokzati hőszigetelő rendszer. 15 cm vtg | m2 | 290 | 3 250 | 1 870 | 942 500 | 542 300 |
| GRAYMIX lábazati hőszigetelő rendszer. 10 cm | m2 | 35 | 4 620 | 1 350 | 161 700 | 47 250 |
| Födém hőszigetelés 30 cm vtg. üveggypot | m2 | 330 | 1 900 | 700 | 627 000 | 231 000 |
| Ablakpárkány (műanyag) | fm | 24 | 2 400 | 800 | 57 600 | 19 200 |
| Műanyag nyílászárók (árajánlat szerint) | tétel | 1 | 703 700 | 112 000 | 703 700 | 112 000 |
| NILAN VPL 28 EC rekuperátor, hűtő-fűtő | db | 1 | 2 674 000 | 150 000 | 2 674 000 | 90 000 |
| Légtechnikai szerelvények | tétel | 1 | 1 230 000 | 430 000 | 1 230 000 | 430 000 |
| ÖSSZESEN (nettó): | | | | | 6 396 500 | 1 471 750 |
| Összes nettó: | | | | | | |
| 25% áfa.: | | | | | 1 599 125 | 367 938 |
| Fizetendő: | | | | | 7 995 625 | 1 839 688 |
| | | | | | 9 835 313 | |

8.9. projekt: Óvoda

8.18 táblázat A fejlesztés során érintett épületre vonatkozó mértani adatok.

| | | |
|--|--------------|-----------|
| Épület megnevezése, címe: | Óvoda épület | |
| Megvalósítani kívánt beruházások: homlokzat- és födémszigetelés, nyílászáró csere, fűtőkorszerűsítés, hővisszanyerős- hőszivattyús szellőztető rendszer kiépítése, napkollektoros és napelemes rendszer telepítése | | |
| Teljes bruttó alapterület | 527,51 | m2 |
| Alápincézett alapterület | 26,02 | m2 |
| A pincézetlen rész kerülete | 21,78 | m |
| Tetőfödém területe | 527,51 | m2 |
| Hűlő felület | 1178,8 | m2 |
| Nettó szintterület | 443,4 | m2 |
| Fűtött légtérfogat | 1456,5 | m3 |
| Szintek száma | 1 | db |
| Tetőtérbeépítés | nincs | van/nincs |

A kiinduló helyzet ismertetése: Az Óvoda 1880-as években épült, 1967-ben esett át utoljára átfogó felújításon, 2009-ben felújították az óvoda tetőhéjazatát, csoportszobáit, világítótesteket és a radiátorokat kicserélték, energetikai felújítás azóta nem volt, az épületben felhasznált nyílászárók és a határoló szerkezetek elavult műszaki állapotúak. A korszerűsítést indokolja, hogy sem az oldalfal szerkezetek, sem a tetőszerkezet nem megfelelően szigetelt és nem felel meg a hatályos hőtechnikai követelményeknek. Az épület egyszerű földszintes tömegű, 2 önálló épületből áll, épületenként kis részben alápincézve. Az óvoda funkciót a konyha és óvodapedagógus helyiségek és irodák egészítik ki. Az elvégzett épületenergetikai elemzések azt mutatták, hogy a jelenlegi épület energetikai besorolása kedvezőtlen, és minden további energetikai mutatója (hőátbocsátási tényezők, fajlagos hőveszteség tényező, összesített energetikai jellemző) szintén nem megfelelő minőségű. Az épület energetikai korszerűsítése csökkenti az energia felhasználást, az épület hőtechnikai paraméterei jelentősen javulnak.

A projekt fő célkitűzése: az Óvoda épület hőtechnikai, energetikai korszerűsítése és megújuló energiaforrás telepítése. A projekt során lecserélésre kerül az épület összes külső nyílászárója, megvalósul a teljes épület utólagos külső hőszigetelése és fűtési rendszerének korszerűsítése, szabályozhatóságának javítása, hővisszanyerő szellőztetési rendszer telepítése, a melegvíz-ellátás napkollektoros rendszerrel történő biztosítása, a foglalkoztatók világításának energiahatékony és szabványos korszerűsítése és napelemes áramtermelő rendszer telepítése.

A projekttel kapcsolatban megállapítható, hogy az épület szerkezeteinek hőátbocsátási tényezői a projekt előtt a padlót kivéve nem feleltek meg a szabványnak, míg a projekt megvalósítását követően 100%-ban megfelelnek.

A projekt költségvetés megoszlása a projektrészek között:

| | |
|------------------|--------|
| épületenergetika | 69,5 % |
| megújuló | 30,5 % |
| összesen | 100 % |

8.19 táblázat A beruházási költségek megoszlása projektrészenként

| PROJEKTRÉSZ | Költségtétel | Költség (Bruttó vagy Nettó) (Ft) |
|--|--|----------------------------------|
| Megújuló energiaforrások felhasználására vonatkozó költségelemek | Napkollektoros melegvíz készítő rendszer | 6 240 000 |
| | Napelemes elektromos áram termelés | 11 822 625 |
| | Költségarányos szolgáltatások költsége | 3 166 281 |
| | | |
| | | |
| | | |
| Megújuló összesen | | 21 228 906 |
| Megújuló aránya a teljes projekt költségéből (%) | | 30,5 |
| Energia-hatékonyság fokozására vonatkozó költségelemek | Homlokzat szigetelés | 10 147 075 |
| | Padlástér szigetelés | 4 657 875 |
| | Külső nyílászáró csere | 9 691 087,5 |
| | Fűtés szabályozás és új gázkazán | 3 660 025 |
| | Hővisszanyerő szellőztetés | 11 691 512,5 |
| | Világítás korszerűsítés | 1 284 750 |
| | Költségarányos szolgáltatások | 7 214 969 |
| Energiahatékonyság összesen | | 48 347 294 |
| Energiahatékonyság aránya a teljes projekt költségéből (%) | | 69,5 |
| Teljes projekt költség | | 69 576 200 Ft |

8.10. projekt: Általános iskola

8.20 táblázat A fejlesztés során érintett épületre vonatkozó mértani adatok.

| | | |
|--|--------------------------|----------------|
| Épület megnevezése, címe: | Általános iskolai épület | |
| Megvalósítani kívánt beruházások: homlokzat- és födémszigetelés, nyílászáró csere, fűtőkorszerűsítés, hővisszanyerős- hőszivattyús szellőztető rendszer kiépítése, napkollektoros és napelemes rendszer telepítése | | |
| Teljes alapterület | 5679 | m ² |
| Alápincézett alapterület | 0 | m ² |
| A pincézetlen rész kerülete | 306 | m |
| Tetőfödém területe | 3354 | m ² |
| Hűlő felület | 8986 | m ² |
| Nettó szintterület | 5679 | m ² |
| Fűtött légtérfogat | 19486 | m ³ |
| Szintek száma | 3 | db |
| Tetőtérbeépítés | nincs | van/nincs |

A kiinduló helyzet ismertetése: Az általános iskolai épület 1975-ben épült, az épületben felhasznált építőanyagok elavultak, leromlott műszaki állapotúak. A korszerűsítést indokolja, hogy sem az oldalfal szerkezetek, sem a tetőszerkezet nem megfelelően szigetelt és nem felel meg a hatályos hőtechnikai követelményeknek.

Az épület külső homlokzata és a lapostető az energetikai szempontok figyelembe vétele nélkül is cserére, felújításra szorul. Az épületen a karbantartási igényeken túlmenően ezidáig felújítás nem történt.

Az épület összetett funkciójú és formájú, nagyrészt iskola, uszoda, tornaterem és konyha étterem. Az elvégzett épületenergetikai elemzések szerint ajelenlegi épület energetikai besorolása kedvezőtlen, és minden további energetikai mutatója (hőátbocsátási tényezők, fajlagos hőveszteség tényező, összesített energetikai jellemző) szintén nem megfelelő minőségű. Az épület energetikai korszerűsítése csökkenti az energia felhasználást, az épület hőtechnikai paraméterei jelentősen javulnak.

A projekt fő célkitűzése: az általános iskolai épület hőtechnikai, energetikai korszerűsítése és megújuló energiaforrás telepítése. A projekt során lecserélésre kerül az épület összes külső nyílászárója, megvalósul a teljes épület utólagos külső hőszigetelése és fűtési rendszerének korszerűsítése, szabályozhatóságának javítása, hővisszanyerő szellőztetési rendszer telepítése az épület oktatási épületrészében és tanmedence és kiszolgáló helyiségeiben, a melegvíz-ellátás napkollektoros rásegítése, a tantermek világításának energiahatékony és szabványos korszerűsítése és napelemes áramtermelés telepítése.

A projekttel kapcsolatban megállapítható, hogy az épület szerkezeteinek hőátbocsátási tényezői a projekt előtt a padlót kivéve nem feleltek meg a szabványnak, míg a projekt megvalósítását követően 100%-ban megfelelnek.

A projekt költségvetés megoszlása a projektrészek között:

| | Ft | |
|------------------|-------------|--------|
| épületenergetika | 186 739 238 | 74,76% |
| megújuló | 63 034 250 | 25,24% |
| összesen | 249 773 488 | |

8.21 táblázat A beruházási költségek megoszlása projektrészenként

| PROJEKTRÉSZ | Költségtétel | Költség (Bruttó vagy Nettó) (Ft) |
|--|--|----------------------------------|
| Megújuló energiaforrások felhasználására vonatkozó költségelemek | Napkollektoros melegvíz készítő rendszer | 15 652 500 |
| | Napelemes elektromos áram termelés | 45 444 250 |
| | Költségarányos szolgáltatások költsége | 1 937 500 |
| | | |
| | | |
| | | |
| Megújuló összesen | | 63 034 250 |
| Megújuló aránya a teljes projekt költségéből (%) | | 25,2 |
| Energia-hatékonyság fokozására vonatkozó költségelemek | Homlokzat szigetelés | 28 267 175 |
| | Lapostető szigetelés | 54 815 162,5 |
| | Külső nyílászáró csere | 39 214 400 |
| | Fűtés szabályozás | 6 866 250 |
| | Hővisszanyerő szellőztetés | 42 440 000 |
| | Világítás korszerűsítés | 9 323 750 |
| | Költségarányos szolgáltatások | 5 812 500 |
| Energiahatékonyság összesen | | 186 739 238 |
| Energiahatékonyság aránya a teljes projekt költségéből (%) | | 74,8 |
| Teljes projekt költség | | 249 773 488 Ft |

8.11. projekt: Irodaépület

8.22 táblázat A fejlesztés során érintett épületre vonatkozó mértani adatok

| | | |
|--|--------------|-----------|
| Épület megnevezése, címe: | Iroda épület | |
| Megvalósítani kívánt beruházások: Tető- és homlokzat szigetelés, nyílászáró csere, fűtés korszerűsítés | | |
| Teljes alapterület | 1827 | m2 |
| Alápincézett alapterület | 955 | m2 |
| A pincézetlen rész kerülete | 0 | m |
| Tetőfödém területe | 995 | m2 |
| Hűlő felület | 3017,5 | m2 |
| Nettó szintterület | 1653 | m2 |
| Fűtött légtérfogat | 5745,2 | m3 |
| Szintek száma | 2 | db |
| Tetőtérbeépítés | nincs | van/nincs |

Az épületben jelenleg irodák kerültek kialakításra, továbbá 1 db tárgyaló és 1 db konferencia terem is található. Az irodák 70%-a van bérleményként átlagosan kiadva. Az épület 1984-ben épült, és megépítése óta nem volt felújítva. Az építéskor korszerű irodaház mára teljes körű felújításra szorul. Található az épületben egy portaszolgálat is, ahol egyrészt a látogatók beléptetése és az épület őrzése valósul meg. Az ingatlan 2 szintes épület az építésnek megfelelő korszak jegyeit viseli magán. Az alsó szint 100 %-ban alápincézett.

A projekt célja az irodaházként működő épület energetikai korszerűsítése. Az iroda épület egy fűtési egységet képez, fűtése távfűtés. Az iroda épület a mai kor hőtechnikai követelményeinek már nem tud megfelelni, ezért szükséges az átfogó felújítása. A jelen projekt a pince feletti födém az emelet feletti lapostető és a falak hőszigetelésére az ablakok cseréjére és a fűtési rendszer korszerűsítésére vonatkozik.

Külső nyílászárók cseréje: A meglévő faablakok hő- és légszigetelése rossz, nem megfelelő, jelentős hőveszteséget okoznak. Az ablakokat folyamatosan karban kell tartani, mert mind a festés mind a zárszerkezet elöregedett. Ezek éves javítási és karbantartási költsége jelentős. Légtömör, jól szigetelt (minimum a 7/2006. (V. 24.) TNM rendeletben előírt értékeknek megfelelő) nyílászárók beépítésére kerül sor.

Fűtési rendszer korszerűsítése: A fűtést a pincében elhelyezett távhőközpont látja el. A hőleadók öntöttvas tagos radiátorok és acéllemez lapradiátorok, fűtési rendszer nem szabályozott. Magas fűtési költség és jelentős karbantartási költség a jellemző. A projekt keretében a távhőközpont szabályozhatóvá tételére (külső hőmérséklet vezérelt keverőszelep, frekvenciaváltós szivattyú beépítése), valamint a radiátorok termosztatikus szeleppel történő ellátására kerül sor.

Homlokzat hőszigetelése: Az épület külső szerkezetei rosszul, vagy nem szigeteltek, jelentős hőveszteséget okoznak. A szigetelt felületeken a hőszigetelés vastagságának növelésére és a szigeteletlen felületek hőszigetelésére kerül sor.

- a) A "komplex projekt" keretében az irodaépületre összesen beszerzésre kerülő berendezések, eszközök, anyagok létesítményjegyzéke nettó értékkel feltüntetve:

8.23 táblázat

| ANYAGOK | Ssz. | Megnevezés | Mennyiség | Beruházás költsége |
|---------|-----------|---|------------|--------------------|
| | 1. | Új nyílászárók anyagára, műanyag takaró, párkány, hosszoldó, végzáró | 146db | 34 800 228 Ft |
| | 2. | Indítóprofil, szigetelő, színezőanyag, dübel beton falba, élvédő, bádогоzások, állvány védőhálójával | 540 m2 | 7 851 900 Ft |
| | 3. | Austrotherm hőszigetelés, alátét lemez, záró lemez, lángvédő lemez, dübel, fűrószár, betonlap, páraszellőző, tetőösszefolyó, horganyzott lemez | 995 m2 | 6 229 080 Ft |
| | 4. | Hőközpont külső hőm. érzékelővel felszerelve, 2-utú motoros keverő szelep, vezérlő elektronikával | 1 db | 660 000 Ft |
| | 5. | Szekunder frekvenciaváltós szivattyú, visszacsapó szelep, elzáró | 1 db | 850 000 Ft |
| | 6. | Radiátor szelep, gőz töltetű távérzékelős termosztatikus érzékelő fejjel, radiátor sarok csavarzat | 88 db | 3 080 000 Ft |
| | 7. | Rádiós költségmegosztó | 88 db | 616 000 Ft |
| | 8. | Helyreállító munkák anyagára | 88 db | 110 000 Ft |
| | 9. | Szellőzőgép a nagyterem szellőzőséhez -közvetítőközeges hővisszanyerővel -befúvó-elszívó szűrővel -fűtőregiszterrel (víz oldali szabályozó egységgel) V= 3600 m3/h, dpkülső= 300 Pa | 1 db | 6 349 200 Ft |
| | 10. | Fűtővíz bekötés (csövek szerelvények) | 1 rendszer | 380 000 Ft |
| | 11. | Szellőző gépház légcsatorna és idom | 50 m2 | 250 000 Ft |
| | 12. | Próbaüzem anyagára | 2 rendszer | 66 000 Ft |
| | 13. | Épületgépészeti kiviteli tervdokumentáció elkészítése | 1 db | 880 000 Ft |
| | ÖSSZESEN: | | | 85 000 484 Ft |

- b) A "komplex projekt" keretében az iroda épületére összesen beszerzésre kerülő tevékenységek, szolgált:

8.24 táblázat

| SZOLGÁLTATÁSOK | Ssz. | Megnevezés | Mennyiség | Beruházás költsége |
|----------------|-----------|--|------------|--------------------|
| | 1. | Régi nyílászárók bontása új nyílászárók beépítési munkadíja, felülvilágítók gipszkartonozása | 146 db | 5 419 725 Ft |
| | 2. | Homlokzati falak szigetelés, színezés dübelezés, spalettázás, sarokvédők, attika bádогоzás, állvány felállítása munkadíja | 540 m2 | 7 125 960 Ft |
| | 3. | Szigetelő anyag munkaterületre juttatása, régi felületek bontása, hőszigetelés lefektetése, felülvilágító szigetelése, bádогоsipari munkák | 995 m2 | 4 354 200 Ft |
| | 4. | Motoros keverőszelep beszerelése, külső hőmérséklet érzékelő bekötése | 1 rendszer | 124 000 Ft |
| | 5. | Szekunder szivattyú beszerelése | 1 db | 88 000 Ft |
| | 6. | Villamos szerelések (szabályozó és betáp) | 1 rendszer | 142 000 Ft |
| | 7. | Radiátorok felszerelése radiátor szeleppel, távérzékelővel, visszatérő csavarzattal, költségosztóval | 88 db | 308 000 Ft |
| | 8. | Helyreállító munkák munkadíja | 88 db | 376 000 Ft |
| | 9. | Szellőzőgépház légcsatorna szerelése | 50 m2 | 350 000 Ft |
| | 10. | Szellőzőgép beüzemelése | 1 rendszer | 250 000 Ft |
| | 11. | Fűtővíz oldali szerelés | 1 rendszer | 170 000 Ft |
| | 12. | Próbaüzem - nyomáspróba, besabályozás (fűtés, szellőzés) | 2 rendszer | 280 000 Ft |
| | ÖSSZESEN: | | | 18 987 885 Ft |

| | |
|-----------------------------------|----------------|
| A BERUHÁZÁS ÖSSZKÖLTSÉGE (nettó) | 86 254 049 Ft |
| A BERUHÁZÁS ÖSSZKÖLTSÉGE (bruttó) | 107 817 561 Ft |

8.12. projekt: Polgármesteri hivatal

A kiinduló helyzet ismertetése: A projekt tárgya egy önkormányzat Polgármesteri Hivatal épülete és a hozzá tartozó fűtött épületrészek fűtési hőigényének részbeni kielégítése megújuló energiaforrásból.

A projekt által érintett épületegyüttes állapotának ismertetése:

A projekt egy nagyobb, erősen tagolt épületre vonatkozik. Az épület több mint 50 éve épült, időközben bővítésére került sor. Fűtött alapterülete megközelítően 300 m². Az épületet nem újították fel. Az önkormányzat épületében felhasznált építőanyagok elavultak, leromlott műszaki állapotúak, különös tekintettel a nyílászárókra és a hőszigetelés nélküli falazatra. Az épületek fűtése és melegvíz készítése gáz üzemű kazánokkal történik. A kazánok rossz hatásfokkal üzemelnek, illetve rossz műszaki állapotúak. A hőleadók acéllemez és öntöttvas tagos radiátorok, kézi radiátorszeleppel ellátva. Az épület rendkívül magas fűtési költséggel üzemel, és télen komfort hőmérsékletre egységesen felfűteni nem is lehetséges. A fűtési rendszer szabályozottsága nem megoldott, így nem energia- és költséghatékony.

A projekt megvalósítása nem halasztható sokáig, az emelkedő és az önkormányzatot terhelő fűtési és karbantartási költség az épület méretéhez képest is jelentős.

A projekt keretében a meglévő fűtési rendszer kiegészítése és cseréje, a gáz üzemű kazánok részbeni kiváltásával történik. A tervek szerint a fűtési hőszükséglet 70 %-át pellet és apríték (biomassza) tüzelésű kazánnal állítják elő. A meglévő 4 db 120 kW-os gázkazánból álló fűtőrendszer átalakítása, 2 db működő gázkazán megtartásával és 1 db 100 kW-os pellet és apríték üzemű kazán telepítésével valósul meg. Az új kazán elsődleges üzemben működik, a gázkazánok csak a kiegészítő és ráfűtő üzemmódban működnének.

Később esetleges hőszigeteléssel, ablakcserével a fűtési hőszükségletet a projektben tervezett megújuló energiás fűtési rendszer 100 %-ban fogja lefedni.

A fűtési rendszer szabályozása megoldja a kiegyenlített szükséges hőfokra fűtést és a megfelelő komfortot, megelőzi a túlfűtéssel járó energia pazarlást. A fűtési rendszert termosztatikus szelepek elhelyezésével és a fűtési szivattyúk és szabályozó szelepek cseréjével újítják fel, a fűtési köröket pedig térfogatmérésre alkalmas szabályozó szelepekkel látjuk el.

8.25 táblázat **Beruházási költségek és megoldások**

| Polgármesteri Hivatal gépészeti szerelés | | | | | | |
|--|--------|--------|---------------|---------------|---------------------|--------------------|
| Megnevezés | Menny. | Egység | Anyagdij (Ft) | Munkadíj (Ft) | Össz. Anyagdij (Ft) | Össz.munkadíj (Ft) |
| Kazánház és új kazánok | | | | | | |
| Új aprítékkazán P= 100 kW | 1 | db | 6807800 | 240000 | 6807800 | 240000 |
| Fűtési rendszer átalakítása | 1 | db | 420000 | 220000 | 420000 | 220000 |
| Füstgáz elvezetés | 1 | db | 350 000 | 190 000 | 350 000 | 190 000 |
| Primer szivattyúblokk | 2 | db | 170000 | 22000 | 340000 | 44000 |
| Felhordósiga és tároló kialakítása | 1 | db | 1361000 | 480000 | 1361000 | 480000 |
| Villanszerelés, automatika kialakítás | 2 | db | 220000 | 52 000 | 440000 | 104000 |
| Kiegészítő szerelvények | 1 | db | 300000 | 0 | 300000 | 0 |
| Környezetvédelmi hatástanulmány | 1 | db | | 80000 | | 80 000 |
| ÖSSZESEN | | | | | 10018800 | 1358000 |

| | | | | | | |
|-----------------------------|---|----|-------|-------|--------|--------|
| BETON ÉS VASBETON ÖSSZESEN | | | | | 63000 | 44 100 |
| EGYÉB SZERKEZETEK BEÉPÍTÉSE | | | | | | |
| Villanszerelés | 1 | db | 60000 | 60000 | 60000 | 60000 |
| Egyedi acél ajtó beépítése | 1 | db | 65000 | 15000 | 65000 | 15000 |
| Acél védőcső elhelyezése | 1 | db | 15000 | 4600 | 15000 | 4600 |
| EGYÉB SZERKEZETEK ÖSSZESEN | | | | | 40000 | 79600 |
| ÖSSZESEN | | | | | 302000 | 267700 |

| | | |
|------------------------|------------|------------|
| Összesítő | | |
| | anyag | munkadíj |
| Építészeti | 302 000 | 267700 |
| Gépészeti | 10 018 800 | 1 358 000 |
| Összesen: | 10 320 800 | 1 625 700 |
| Mindösszesen (nettó): | | 11 946 500 |
| Mindösszesen (bruttó): | | 14 933 125 |

8.13. projekt: Kulturális központ

A projekt keretében egy kulturális központ épületének (Történelmi Emlékhely új Fogadóépülete) hőszivattyús monovalens rendszerű hőellátását kívánja megvalósítani. A 20 m átmérőjű négyszintes, 808,3 m² fűtött alapterületű épület zöldmezős beruházásként valósul meg. Az eredeti tervek szerint a fűtés pellet tüzelésű kazánnal, a HMV készítését elektromos üzemű bojlerrel történt volna, gépi hűtés nem terveztek.

Az új tervek megfelelően két db. hőszivattyúval (fűtési teljesítményük 96+24 = 120 kW) a fűtésen kívül az épület hűtését és HMV előállítását is megoldják. A hőforrást 20 db. 100 m mély talajszonda biztosítja. 1 kW beépített hőteljesítmény fajlagos nettó beruházásigénye 263,831 ezerFt/kW, a bruttó 329,789 ezerFt/kW.

8.26 táblázat

| Megnevezés | Mennyiségi egység | Mennyisé g | Egységár nettó | Érték nettó | ÁFA kulcs | ÁFA | Érték bruttó |
|--|----------------------|---------------|-------------------|-------------------|--------------|------------------|-------------------|
| | | | Ft | Ft | % | Ft | Ft |
| Vaporline típ. hőszivattyú GB-96-HACDW, beépített elektromos védelemmel, vezérléssel | db | 1 | 9 011 044 | 9 011 044 | 25 | 2 252 761 | 11 263 805 |
| Vaporline típ. hőszivattyú GB-24-HACW, beépített elektromos védelemmel, vezérléssel | db | 1 | 2 663 500 | 2 663 500 | 25 | 665 875 | 3 329 375 |
| Puffertartály 1500 liter | db | 1 | 569 500 | 569 500 | 25 | 142 375 | 711 875 |
| HMV tartály 500 liter | db | 1 | 315 000 | 315 000 | 25 | 78 750 | 393 750 |
| Kazánházi anyagok, szerelvények | db | 2 | 540 663 | 1 081 325 | 25 | 270 331 | 1 351 656 |
| Függőleges kollektor | méter | 2 000 | 1 000 | 2 000 000 | 25 | 500 000 | 2 500 000 |
| Vízszintes alapvezeték | készlet | 2 | 658 000 | 1 316 000 | 25 | 329 000 | 1 645 000 |
| Fagyálló a függőleges talajhőszondák számára | liter | 500 | 600 | 300 000 | 25 | 75 000 | 375 000 |
| Keringtető szivattyú CR 15-3 | db | 1 | 317 400 | 317 400 | 25 | 79 350 | 396 750 |
| Keringtető szivattyú CR 5-3 | db | 1 | 152 580 | 152 580 | 25 | 38 145 | 190 725 |
| Csővezeték, idomok, szerelvények | db | 2 | 225 276 | 450 552 | 25 | 112 638 | 563 190 |
| Mikrobuborék leválasztó | db | 2 | 135 500 | 271 000 | 25 | 67 750 | 338 750 |
| Összesen | | | | 18 447 901 | | 4 611 975 | 23 059 876 |
| Kivitelezés, szolgáltatások | | | | | | | |
| Megnevezés | Mennyiségi egység | Mennyisé g | Egységár nettó | Érték nettó | ÁFA kulcs | ÁFA | Érték bruttó |
| | | | Ft | Ft | % | Ft | Ft |
| Bányajogi Fúrási Engedélyeztetés | db | 1 | 200 000 | 200 000 | 25 | 50 000 | 250 000 |
| Konfiguráció és kalkuláció terve | db | 1 | 933 964 | 933 964 | 25 | 233 491 | 1 167 455 |
| Kiszállás | db | 3 | 25 000 | 75 000 | 25 | 18 750 | 93 750 |
| Fúrás | méter | 2 000 | 5 000 | 10 000 000 | 25 | 2 500 000 | 12 500 000 |
| Vízszintes alapvezeték munkagödörének kialakítása | db | 1 | 428 000 | 428 000 | 25 | 107 000 | 535 000 |
| Furadék, iszap elszállítása | db | 1 | 558 000 | 558 000 | 25 | 139 500 | 697 500 |
| Hőszivattyús rendszer üzembehelyezése (munkadíj) | rezsióra | 500 | 1 400 | 700 000 | 25 | 175 000 | 875 000 |
| A rendszer indítása, beüzemeltetés | db | 1 | 316 864 | 316 864 | 25 | 79 216 | 396 080 |
| Összesen | | | | 13 211 828 | | 3 302 957 | 16 514 785 |
| Mindösszesen | | | | 31 659 729 | | 7 914 932 | 39 574 661 |

8.27 táblázat

| Szervezet megnevezése | Szervezet képviselője | Cím | Telefon | E-mail | Információ bizottsítása tevékenység szerint | | | | | | Információ bizottsítása energiaforrás szerint | | | | | |
|--|-----------------------|----------------------------------|--------------|--|--|------------------------------|----------|-------------|--------------------------|------------------------------------|--|-------------|------------|-----------|--------|---------------------------|
| | | | | | szakértés/ tanácsadás | kereskedelem/ forgalmazás | tervezés | kivitelezés | javítás/ karbantartás | egyéb | napenergia | szélenergia | vízenergia | biomassza | földhő | egyéb |
| ORGANOIC Kft. | Szekeres Péter | 9134 Bodonhely, Dózsa Gy. U. 64. | 30/993-63-27 | peter.szekeres@inbox.com | X | X | X | X | X | | X | | | | X | hőszivattyú |
| Sztár Technika Kft. | Nagy Lóránt | 9028 Győr, Szent I. 147. | 96/512-090 | info@sztarteknika.hu | | | | X | | | X | | | X | | |
| - | Kuller Antal | 9184 Győr, Ifjúság krt. 78. | 70/779-15-66 | antoan64@freemail.hu | X | | | | | | | X | | | | |
| Altértantív Energia Rendszerek Kft. | Egri József | 9090 Pannonhalma, Tóthegy 92/b. | 20/995-00-13 | info@aerkft.hu | X | X | X | X | X | | X | | | X | | |
| Energiaexpert Energetikai Mérnöki Iroda | Szabó István | 9300 Csorna | 30/956-47-71 | info@energiaexpert.hu | X | | | | | | X | X | X | X | X | X |
| Ferroplan Kft. | Berencsi Ádám | 9021 Győr, Káptalan domb 4. | 96/337-725 | ferroplan@ferroplan.hu | X | | X | X | | | X | X | | | | |
| Kutató fejlesztő energetikus magánvállalkozó | Fekete Attila | 9144 Kóny, Rákóczi út 62. | 20/243-47-32 | megujulo@geo-solar.net | X | | X | | X | X | X | X | X | | X | |
| West Hőszivattyú Kft. | Sulyok Tibor | 9027 Győr, Budai u. 18. | 30/939-22-00 | tibor.sulyok@gmail.com | | X | | X | | | X | | | | | hőszivattyú |
| - | Mazsaroff Miklós | 9030 Győr, Fenyőszer u. 5. | 30/946-23-03 | epuletgepeszet@mazsaroff.hu | X | X | X | X | X | | X | | | X | X | |
| Árpádház Arrabona Kft. | Kiss Árpád | 9024 Győr, Babits M. u. 42. | 20/961-21-02 | kiss.arpad@invitel.hu | X | X | X | X | | | | | | | | hőszivattyú, hőszigetelés |
| - | Ormos Judit | 9028 Győr, Szabadi u. 13/d. | 30/524-56-79 | ormos.judit@nkft.hu | | | | | | pályázati írás, projektmenedzsment | X | X | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|--------------|--|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|--|
| Novatio Bt. | Csörgits András | 9026 Győr, Rónay J. u. 15. n/6. | 70/208-99-95 | andras.csorgits@gmail.com | | | | | | képzés-tanácsadás | X | X | | | | |
| STS Group Zrt. | Gyepes Tamás | 9027 Győr, Juharfa út 24. | 30/946-87-89 | gyepes.tamas@stsgroup.hu | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | hidrogén cella |
| Ecomark Kft. | Lágh Sándor | 9026 Győr, Zemplén u. 46. | 96/518-318 | info@ecomark.hu | | X | X | X | | | X | | | | X | |
| Trend Higiénia Kft. | Vargáné Kiricsi Zsuzsanna | 9028 Győr, Zöld u. 34. | 20/941-61-11 | trend@trend.hu | | X | | | | | | | X | | | |
| Köpi Kft. | Köppel Viktor | 9400 Sopron, Kisház u. 13. | 20/992-79-80 | koppel.viktor@chello.hu | X | | | X | X | | X | | | | | |
| Alfanap Kft. | Szálkai Antal | 9200 Mosonmagyaróvár, Hajnalka u. 19. | 20/437-41-31 | alfanap@alfanap.hu | X | X | X | X | X | | X | | | | | |
| Grandberger Kft. | Neuberger Frigyes | 9241 Jánossomorja, Sport u. 13/a. | 30/247-88-44 | frigyes49@gmail.com | | X | | | | | X | | | | | |
| Efamko Bt. | Fejes István | 9011 Győr, Gólyarét u. 30. | 20/352-50-32 | info@efamko.hu | X | | | | | épületenergetika, energiatanúsítás, audit | X | X | | X | X | hőszigetelés, szellőztetés |
| Kretzer 2002 Kft. | Molnár Henriett | 9228 Halászi, Kinizsi u. 21. | 96/210-837 | info@kretzer.hu | X | X | | X | X | | | | | X | | |
| Környezet Műszertechnika Kft. | Pozsgai András | 1116 Budapest, Hunyadi M. u. 32. | 30/343-72-02 | pozsgaiandras@kornyezet.eu | X | | | | | | | | | | | |
| "Dream Network" Bt. | Rábl Zoltán | 9026 Győr, Hédervári u. 50. | 96/898-013 | rabl@t-online.hu | X | | | | | | | X | | | X | tégla és panel épületszellőzés |
| Natural Warm Kft. | Csiba Mátyás | 9223 Bezenye, Ady E. u. 10. | 30/396-51-72 | info@naturalwarm.hu | X | X | X | X | X | | X | | | X | X | |
| Emergia Plusz Ház Kft. | Pintér Attila | 9200 Mosonmagyaróvár, Bástya u. 37. | 96/566-082 | info@energia-pluszhaz.hu | | | | X | | | X | | | | X | |
| Fűtésenergia Kft. | Schopf Márton | 9200 Mosonmagyaróvár, Bástya u. 37. | 96/566-082 | info@futesenergia.hu | X | X | X | X | | passzív és alacsony energiájú házak-gépészet | X | | | X | X | hővisszanyerés, szellőzés |
| Konsys Kft. | Kovács Norbert | 9021 Győr, Benczúr u. 5. | 96/311-255 | kovacs.norbert@konsys.hu | | X | | X | | szoftver fejlesztés | | | | | | energia menedzsment rendszerek fejlesztése |
| Nilan Légtechnika Kft. | Pintér Attila | 9200 Mosonmagyaróvár, Bástya u. 37. | 96/203-339 | info@nilan.hu | X | X | | | | garanciális szervíz | | | | | X | hőszivattyús technológia, aktív és passzív hővisszanyerős légtechnika és szellőzés |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|--|--------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SM Építész Kft. | Schopf Márton | 9200 Mosonmagyaróvár, Bástya u. 37. | 96/206-724 | info@smepitesz.hu | X | | X | | | passzív házak és alacsony energiájú házak, műemlék épületek-építészet | | | | | | |
| Soleco Kft. | Végh Katalin | 9200 Mosonmagyaróvár, Szent I. u. 101. | 96/821-211 | info@soleco.hu | X | X | X | | | | X | | | | | hőszivattyú technológia, lakossági és ipari hűtés |
| Verarbeiten Pausits Kft. | Pausits Imre | 9228 Halász, Püski u. 1. | 96/210-191 | info@pausits.hu | | | | X | | | X | X | X | X | | |
| Colstok Épületgépészeti Kkt | Németh Szabó László | 9400 Sopron, Frankenburg u. 4. | 70/635-77-60 | colstok@t-online.hu | X | X | X | X | X | tanúsítás, auditálás, felelős műszaki vezetés | X | | | | X | X |
| Energia Mentők Kft. | Rum Ferenc Tamás | 9012 Győr, Új Élet út 23/F. | 20/324-35-82 | info@energiamentok.hu | X | X | X | X | X | | X | | | | | |
| Megújuló Energia Mentők | Kristóf Ferenc | 9300 Csorna, Kisházasi dűő 2/a. | 30/226-62-83 | solarferi@gmail.com | X | X | | X | X | | X | X | | | X | |
| Marosvölgyi szakértő/szaktanácsadó e.v. | Dr. Marosvölgyi Béla | 9495 Kópháza, Temető út 56. | 20/311-62-31 | mbmt@asys.hu | X | | X | | | | | | | | X | |
| Nyugat-magyarországi Egyetem Kooperációs Kutatási Központ Nonprofit Kft. | Varga Gábor | 9400 Sopron, Bajcsy-Zs. U. 4. | 99/518-688 | varga.gabor@kkk.nyse.hu | X | | X | | | | | | | | X | |
| Széchenyi István Egyetem MTK Környezetmérnöki Tanszék | Dr. Tóth Péter | 9026 Győr, Egyetem tér 1. | 96/613-532 | tothp@sze.hu | X | | | | | | X | X | X | X | X | földgáz |

Feasibility Study on the Instruments and Technologies Enabling the Use of Renewable Energy Resources to Satisfy the Energy Requirements of Public Buildings



GREEN FUTURE

Waste of energy in the buildings owned by local authorities cannot be sustained for a long time, since the rapidly growing operating costs can exhaust their income intended for more important objectives. Moreover, the buildings and projects owned by local authorities shall be a model in regards to their achievements the field of energy saving and reduction of environmental burden. Being a role-mode is especially important in a local authority building, in which energy saving can have a directly impact on the way people think.



Feasibility Study on the Instruments and Technologies Enabling the Use of Renewable Energy Resources to Satisfy the Energy Requirements of Public Buildings

<http://www.greenfuture-husk.eu/>

This publication is intended to support the below project:

Hungary-Slovakia Cross-border Co-operation Programme
2007-2013

Project Title: **Green Future**
Project Registration Number: **HUSK0901/2.1.2/0232**

The objective of the project has been to assess the possibilities of the use of renewable energy resources in public buildings, to develop a typology of buildings and investment objectives and to develop the basic investment models. It is possible to effectively reduce the energy consumption of buildings through the use of renewable energy resources such as solar energy, geothermal energy, wind energy, hydro power and energy from biomass. The developed studies have included the analysis of the results of the research carried out in the sphere of public buildings, descriptions applicable in practice, as well as a set of concrete examples, which may become an important tool for all those who wish to reduce their energy costs taking into account economic and environmental aspects, and who want to prepare or substantiate their decisions relating to the planned investments in this area. The studies can be used for example by local authorities and/or other organizations administering public buildings, which anticipate using renewable energy resources in their institutions and which intend to apply for funding for this purpose.

The project has been implemented by the following organisations:



Regional Development Agency South Region
Svätého Štefana 79, 943 01 Štúrovo,
Slovak Republic
Tel./fax: +421 36 752 3051
web: <http://www.rra-juznyregion.sk>
mail: info@rra-juznyregion.sk



KISALFÖLDI VÁLLALKOZÁSFEJLESZTÉSI ALAPÍTVÁNY

Kisalföld Foundation for Enterprise Promotion
H-9022 Győr, Czuczor G. u. 30. - HUNGARY
Tel: +36 96 512 530
fax: +36 96 512 534
web: <http://www.kva.hu>
mail: info@kva.hu



Komárom-Esztergom County Regional Business Development Foundation
2800 Tatabánya, Fő tér 4. - HUNGARY
Tel./fax: +36 34 311 622
web: <http://www.kem-hvk.hu>
mail: info@kem-hvk.hu

The implementation of the project was funded by the European Regional Development Fund (ERDF) within the Hungary-Slovakia Cross-border Co-operation Programme. (For more information on the project please visit www.husk-cbc.eu).

The content of this publication does not necessarily reflect the official opinion of the European Union!

The Authors and the Publisher have developed this technical document with due care. Despite this, it is not possible to exclude mistakes. The Publisher and the Authors assume no responsibility for any possible consequences resulting from such mistakes. The Authors and the Publisher assume no responsibility for damages incurred in consequence of the use of data and information contained in this document; assume no responsibility for any other, neither direct nor indirect damages (including, but not limited to the loss of profit, interruption of business, loss of business information, or any other damage incurred in consequence of financial losses) arising in consequence of the use or usability of information and data, including the case if the Authors and/or the Publisher have been informed of the possibility of such damage. The Authors and the Publisher assume no responsibility for the credibility of information received and/or data calculated using this document - information provided are intended for educational and promotional purposes; moreover, they assume no responsibility for the usefulness of information and the calculated data. Names of companies and products listed in the publication, regardless of whether or not they are registered trade-marks, have been listed solely by reason of unequivocal references or explanatory notes. The aim of the Authors and the Publisher was neither the appropriation nor the unauthorised use of the aforementioned. Their intention was to act in due consideration of the interests of the authorised holder. The text in any page of this document can only be used with the permission of the copyright owner.



Hungary-Slovakia
Cross-border Co-operation
Programme 2007-2013

European Union
European Regional Development Fund



„Building partnership...”

Summary

Waste of energy in the buildings owned by local authorities cannot be sustained for a long time, since the rapidly growing operating costs can exhaust their income intended for more important objectives. Moreover, the buildings and projects owned by local authorities shall be a model in regards to their achievements the field of energy saving and reduction of environmental burden. Being a role-mode is especially important in a local authority building, in which energy saving can have a directly impact on the way people think.

This study was, on both sides of the border, preceded by an evaluation study, which presented the operational areas of local authorities, their powers, strategic energy policy documents of both countries, the basic knowledge related to renewable energies, and the financial mechanisms and granting schemes available for improving energy efficiency. A special part of the studies was devoted to a questionnaire survey of public buildings and their characteristics, and the presentation of the final results of the survey.

Based on the results of the questionnaire survey, the surveyed buildings were ranked to categories according to their possibilities and potentials to use renewable energies. In relation to the questionnaire survey, we certainly have to point out two major deficiencies:

- Local authorities interviewed during the voluntary survey were not as active as we had expected;
- The categorisation of buildings according to their size (floor area, volume) was not the best choice. The 490 m² and 3,000 m³ limits have proved to be too low, because most of the buildings included in the survey (depending on their purpose up to 50-75%) belonged to the largest category. Thus, a precise determination of specific energy indicators was virtually impossible. Only little conclusion could be driven from the data on absolute energy consumption and cost, although they were represented with a rather high scores in the categorisation.

The evaluation study conducted on the Slovak side enabled us to draw the following conclusions:

- In the three main categories of buildings, a rather high percentage of roofs and walls was not insulated (56-88%).
- 54-63% of buildings had insulated glass fillings in the windows and doors.
- domestic hot water is prevalingly produced locally and not by central boilers (77%); except for schools, about 43% of which produces DHW by central heating systems.
- in most of the buildings there is a natural gas heating system, which applies to almost 100% of schools, and to a somewhat lower percentage of community centres (65-88%).

The results of surveys conducted in Hungary were rather similar:

- around 22% of the 37 buildings had façade insulation,
- in 56.7% of these buildings there are double glass window panes,
- 50% of DHW is produced locally, 50% by central heating systems,
- 75.6% of heating demand is supplied by natural gas central heating systems; 24.4 by district heating.

Based on the aforementioned data we can conclude that in the surveyed regions of both countries involved in the project there is a lot to do in the field of improving energy efficiency of buildings as well as in the area of increasing the use of renewable energies. In the last two years we have recorded a certain progress in Hungary due to the availability of competitive grants providing public institutions 85% of the funding necessary for the implementation of their projects in this field. Recently a whole series of completed projects have been delivered, which were approved one year ago, and currently there is also a number of project applications submitted in 2011 in the evaluation process. Despite of that, most public buildings located in the two concerned Hungarian counties yet have significant development tasks to complete.

Moreover, based on the evaluation studies we can conclude that there are some smaller or bigger differences between the two countries in terms of their legislations, energy policies and available funding. For example:

- different efficiencies are taken into account in regards to gas and biomass combustion facilities;
- the purchase price of electricity produced from renewables in Slovakia is differentiated and, in general higher than the flat purchase price in Hungary;
- due to different investment costs and, mainly to different range of funding, the payback periods may vary considerably in the two countries;
- the opinions on the use of ground collectors differ; in Hungary their use is considered also in buildings with the thermal output of several hundred kW, not only in smaller ones, as it was reported in the relevant Slovak evaluation study.
- there were significant differences between the two evaluation studies also in the energy quality categorisation of buildings.

In this study we wanted to make a comprehensive summary of how local authorities and public institutions could start thinking about preparing an energy-related investment without the need to make even a low-budget preliminary study. Of course, this cannot replace an audit-based comprehensive feasibility study and design, which may, especially in case of larger investments, entail considerable costs. However, it is necessary to convince the respective bodies about the likely benefits of such costs. The study can help in this regard. Using this study and the related software, even people, who are not as familiar with these issues, will virtually be able to elaborate a preliminary study. It is reasonable to make the energy analysis of the existing building starting out from its energy consumption data and its size, in this stage there is no need to make detailed energy calculations, and it may not be advisable to have such calculations done.

We have to emphasise that without knowing the local conditions we cannot strive for complete accuracy. However, the accuracy we are able to achieve can be considered sufficient in the preparatory stage of decision-making. Also in consideration of the above mentioned differences between the two countries we developed an interactive software related to the study in a way that it can handle different conditions and requirements, including the future changes in the price levels.

During the renovation of buildings aimed at reducing their energy demand - if it turns out necessary - we set our objectives in consideration of the requirements expected by the end of the decade in regards to insulation, replacement of windows and doors and modernisation of heating systems. In Chapter 3 – *The evaluation of the present state of mechanical engineering systems (heating, domestic hot water production and ventilation) in the now existing buildings* – relying upon experiences arising from specific surveys, we presented the anomalies that may occur in practice and pointed out the possible solutions.

In terms of renewable energies, we focused on those which can be generally applied by the target group, that is solar energy, wind energy and solid biomass, and we also discussed the utilisation of heat from air and soil. We did not address the direct utilisation of heat generated from biogas, hydropower and geothermal energy for heating applications, because the preparation of such projects is rather complicated and cannot be implemented without involving professionals. (However, information relating to permitting will be presented also in this respect, attached to the Hungarian version.)

In relation to the modes of using renewable energies we did not cover the theoretical background; it will be partly covered within the preliminary studies. Primarily we wanted to provide practical information and technical advice necessary for the selection of a particular version of the project, in each case depending on the specific type of machine, in order to arrive to factual and realistic results for the decision-making. This specifically applies to Chapter 4 –

Application of heat pumps to satisfy the heating and cooling demands of buildings, and to the chapter devoted to domestic hot water production. We provided more detailed information on the possibilities of applying different basic types of heat pumps, on the criteria for their selection and their operating characteristics, since the knowledge in this area is rather limited.

In Chapter 5 – *Utilisation of solar energy to partly satisfy the energy demand of buildings* – we only briefly covered the use of solar energy and we primarily focused on practical issues, providing a concrete example including a calculation guide. In connection to electricity generating solar systems we presented the general solar radiation values applicable to Győr, which can be considered a geographical centre of the project area, as well as the values of energy generation per 1 kW_p, and we presented, in a tabular form, the effects of non-optimal placement. At the same time, in regards to domestic hot water generation by solar collectors, we developed a simplified, tabular and interactive calculator. The calculator can help to choose an adequate solar collector system to cover, in the summer, almost 100% of domestic hot water demand of municipal buildings. However, we recommend its application only in residential and hotel-type building; using solar collectors for generation domestic hot water at school facilities may not be advisable because of summer holidays.

Chapter 6 – *Utilisation of biomass to satisfy the buildings heating demand* – also addresses the general as well as practical range of issues of the study. That is the general issues of biomass applications, quality requirements for the fuel, its moisture content, and we also discussed the characteristics of heating systems using biomass-fired boilers.

In Chapter 7 – *Possibilities of utilising wind energy in Hungarian regions involved in the project* – we discussed household-size power plants with the capacity up to 50 kW, because their installation can be considered a realistic target.

A key part of the study is a brief description of sample projects that have already been implemented and projects, which have been designed and are ready for implementation (Chapter 8 - *Sample projects of energy efficient renovations and utilisation of renewable energies in municipal buildings*). We have compiled these samples as to provide the concerned specific examples of buildings of different purpose and size in the field of renovation and utilisation of renewable energies.

During the development of the related software we had to - because of technical reasons, divide the building into the following three categories:

- **Residential and hotel-type of buildings** including colleges, hospitals, elderly homes...
- **Office buildings**
- **Educational buildings** including kindergartens, elementary and secondary schools, and higher educational institutions.

The overall energy demand of buildings other than the above three categories shall be calculated based upon its specific mechanical engineering system, which can be done by professionals in compliance with the effective TNM regulation. Naturally, the software can also be used for these buildings; the only thing the software cannot manage is the energy quality classification. (The Slovak version of the software can, if necessary, use the table included in the evaluation study for the classification purposes.)

Most of the presented sample projects are complex, including 2-6 activities relating to improving energy efficiency of buildings and to the use of renewable energies. In practical life it is quite rare that only a single intervention is applied to improve energy efficiency e.g. the insulation of buildings is usually associated with the replacement of window and doors and the secondary improvement of the heating system, which can be followed by a partial or complete replacement of the existing heating and electric energy supplies by some type of renewable energy.

During the elaboration of the technical background of the study and during the selection of sample project to be presented we largely relied upon entrepreneurs who have declared in writing their intention to cooperate on the project.

Based on the above we hope that we managed to develop a study written in an easy-to-understand language along with a user-friendly software, which can provide significant help to the target group of beneficiaries in their decisions aimed at improving the energy efficiency of buildings and increasing the use of renewable energies.

SK

Tento projekt sa realizuje s podporou Európskeho fondu regionálneho rozvoja v rámci Programu cezhraničnej spolupráce Maďarská republika - Slovenská republika. (Podrobnejšie informácie o programe nájdete na www.husk-cbc.eu).

Obsah tejto publikácie nemusí nevyhnutne reprezentovať oficiálne stanovisko Európskej únie!

HU

A projekt Magyarország-Szlovákia Határon Átnyúló Együttműködési Program keretében az Európai Regionális Fejlesztési Alap támogatásával valósul meg. (A programról részletes információ a www.husk-cbc.eu)

Jelen kiadvány tartalma nem feltétlenül tükrözi az Európai Unió hivatalos álláspontját!

EN

The implementation of the project was funded by the European Regional Development Fund (ERDF) within the Hungary-Slovakia Cross-border Co-operation Programme. (For more information on the project please visit www.husk-cbc.eu).

The content of this publication does not necessarily reflect the official opinion of the European Union!



Hungary-Slovakia
Cross-border Co-operation
Programme 2007-2013

European Union
European Regional Development Fund



Building partnership