

KISEBB ÖNÁLLÓ LAKÓÉPÜLET, JELENLEG ELVÁRT  
KOMFORTFOKOZATÁNAK BIZTOSÍTÁSA FENNTARTHATÓ MÓDON,  
MINIMÁLIS KÖRNYEZETTERHELÉSSEL

Készítette: MENGYÁN TAMÁS



KÖRNYEZETTUDOMÁNY MSc

PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM

Környezettudományi Intézet

2012. június

A jelen diplomadolgozatot – annak teljes, valamint a hallgató védésen nyújtott teljesítményének ismeretében – megalapozottnak és elfogadhatónak tartjuk. A hallgató államvizsgára bocsátható.

A védés bizottság tagjai:

---

Bizottság elnöke

---

---

### KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném köszönetemet nyilvánítani Riegler Attilának a Metall Glas Kft. munkatársának, aki jelentős gyakorlati segítséget nyújtott a napkollektoros és napelemes rendszerek megismerésében, valamint köszönetemet szeretném kifejezni konzulensemnek Dr. Német Bélának a jelentős szakmai segítségért.

## Összefoglaló

Kisebb önálló lakóépület, jelenleg elvárt komfortfokozatának biztosítása fenntartható módon, minimális környezetterheléssel

Készítette: Mengyán Tamás  
Pécsi Tudományegyetem, Környezettudományi Intézet  
2012. június

Konzulens: Német Béla

**Kulcsszavak: autonóm, fenntartható, hatékony, energiatakarékos, napenergia, biomassza.**

Diplomadolgozatomban megfogalmazom az emberek lakóépületekkel szemben tanúsított igényeit. Egy alacsony energiaigényű családi ház példáján bemutatom, hogyan lehetséges ezen igényeket kielégíteni függetlenül a centralizált fogyasztást ellátó rendszerektől, fenntartható módon. Bemutatom, hogy a napenergia és a biomassza (mint megújuló energiaforrások) megfelelő hasznosításával, hogyan lehet fedezni egy épület éves hő- és elektromos energia szükségletét. A hasznosítási módszerek ismeretében egy olyan komplex, autonóm energia-ellátó rendszert modellezek, mely a fosszilis energiahordozóktól függetlenül tartja fenn magát.

## TARTALOMJEGYZÉK

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS .....	I
ABSZTRAKT .....	I
ÁBRAJEGYZÉK .....	IV
TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE .....	IV
<b>1. BEVEZETÉS</b> .....	6
1.1. A fenntartható fejlődés fogalma .....	6
1.2. A fosszilis energiaforrásokon alapuló társadalom .....	6
1.3. A jelenlegi magyar energiafelhasználás és épületállomány eloszlása .....	7
1.3.1. A magyar energiafelhasználás szektorális eloszlása .....	7
1.3.2. A magyarországi épületállomány szerkezete .....	8
1.4. A jó életnek megfelelő komfortfokozat önálló lakóépület esetében .....	9
1.4.1. Az összkomfortos lakás fogalma .....	9
1.5. A komfortigényeinket kielégítő jelenlegi ellátó rendszerek ismertetése .....	9
1.6. Az energetikailag hatékony épületek, passzív házak .....	10
1.7. A lakóépületek iránt tanúsított igényeink .....	11
<b>2. FELADAT BEMUTATÁSA</b> .....	12
<b>2.1. ADATGYŰJTÉS</b> .....	12
<b>2.2. SZOFTVERHASZNÁLAT</b> .....	13
<b>3. MÓDSZEREK ÉS MODELLEZÉS</b> .....	13
3.1. Megújuló energiák felhasználási lehetőségei Magyarországon .....	13
3.2. Megújuló energiák hasznosítási lehetőségei lakóépületekben .....	14
3.3. A jó életnek megfelelő komfortfokozat biztosítása lakóépületben megújuló energiaforrásokat alkalmazó technológiával .....	15
3.4. A épület koncepciója .....	16
3.5. Épületenergetikai jellemzés .....	16
3.5.1. A számításhoz szükséges képletek .....	17
3.6. Az épület energiaellátó rendszerének koncepciója .....	19
3.6.1. A fűtési rendszer méretezése .....	21
3.6.2. A HMV - ellátó rendszer méretezése .....	21
3.6.3. Az elektromos ellátó rendszer méretezése .....	22
3.7. Az épület üzemeltetéséhez szükséges energia .....	23
<b>4. SZÁMÍTÁS</b> .....	24
4.1. Számítás menete: .....	24
4.2. Beruházási költségek becslése .....	36
4.3. Az épület éves üzemeltetésének költsége .....	37
4.4. Az épület éves üzemeltetésének a költsége, fosszilis forrású centrális ellátó rendszereket alkalmazunk .....	38
<b>5. EREDMÉNYEK</b> .....	40
5.1. Az tervezett épület jellemzői .....	40
5.2. Az épület teljes energiaigényének eredményei .....	40
5.3. A szilárd biomassa alapú fűtési rendszer eredményei .....	40
5.4. A HMV-ellátó napkollektoros rendszer eredményei .....	40
5.5. Elektromos energiát előállító napelemes rendszer eredményei .....	40
5.6. A teljes energiafelhasználás eredményei .....	41
5.7. Beruházási költségek becslésének eredményei .....	41
5.8. Az épület éves üzemeltetésének költsége .....	41
5.9. Az épület éves üzemeltetésének költsége fosszilis forrású rendszerek alkalmazásával .....	41

5.10. Megtérülési idő eredményei.....	41
<b>6. EREDMÉNYEK KIÉRTÉKELÉSE</b> .....	<b>42</b>
6.1. A tervezett épület kiértékelése .....	42
6.2. Az épületre vonatkozó teljes energiaigények eredményeinek kiértékelése .....	42
6.3. A szilárd biomassza alapú fűtési rendszer eredményeinek kiértékelése.....	42
6.4. A HMV-ellátó napkollektoros rendszer eredményeinek kiértékelése .....	42
6.5. Elektromos energiát előállító napelemes rendszer eredményei .....	43
6.6. A teljes energiafelhasználás eredményeinek kiértékelése .....	43
6.7. Beruházási és üzemeltetési költségek, valamint a megtérülési idő eredményeinek a kiértékelése .....	43
<b>7. ÖSSZEFOGLALÁS</b> .....	<b>43</b>
<b>IRODALOMJEGYZÉK</b> .....	<b>44</b>

## ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra. A világ energiahordozó-felhasználás aránya (2010) [7].....	6
2. ábra. A magyar energiafelhasználás szektorális eloszlása (bal oldal) és ebből kiemelve a háztartások energiafelhasználása (jobb oldal) [1] .....	7
3. ábra. A lakóépületek aránya Magyarországon, és az eddig megvalósult korszerűsítések a lakóépületeken [16] .....	8
4. ábra. A fűtésre használt energiahordozók eloszlása [16].....	8
5. ábra. Megújuló energiákat hasznosító technológiákkal felszerelt épület [3].....	15
6. ábra. A fűtési rendszer koncepciója .....	19
7. ábra. A használati melegvizet előállító napkollektoros rendszer koncepciója [21].	20
8. ábra. Az elektromos energiát termelő napelemes rendszer koncepciója [21].....	20
9. ábra. Az épület bioszolár energiaellátó rendszerének koncepciója [19].....	21
10. ábra. Az általam készített számítások elvégző Exceles program.....	25

## TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat. A Komfortfokokozatok jellemzése [22].....	9
2. táblázat. Lakóépületek fajlagos fűtési energiaigényük szerinti osztályozása [21] ..	10
3. táblázat. Magyarország megújuló energia potenciálja és annak hasznosítása (2009) [1-3-17] .....	13
4. táblázat. A megújuló energiák magyarországi hasznosítási lehetőségei [3].....	13
5. táblázat. Megújuló energiák hasznosítási lehetőségei épületek energiaellátására [3] .....	14
6. táblázat. Az épületre jellemző adatok .....	25
7. táblázat. A épületet határoló elemekre jellemző adatok: .....	25
8. táblázat. Éghajlatra jellemző adatok .....	26
9. táblázat. A fűtési hónapokra jellemző átlaghőmérsékletek (°C).....	26
10. táblázat. Déli tájolású, függőleges felületre érkező átlagos napi sugárzásösszeg (Wh/m <sup>2</sup> nap).....	26
11. táblázat. Déli tájolású, 45°-os dőlésszögű felületre érkező átlagos sugárzásösszeg (kWh/m <sup>2</sup> nap).....	26
12. táblázat. A számításokhoz szükséges egyéb mennyiségek jellemzői .....	26
13. táblázat. Transzmissziós hővesztések számítása .....	27
14. táblázat Szellőzési hővesztések számítása .....	27
15. táblázat. Napsugárzásból nyerhető hőenergia az ablakokon keresztül .....	27
16. táblázat. Személyek által leadott hő.....	28
17. táblázat. Elektromos készülékek hulladékhője .....	28

18. táblázat. A hőnyereség számítása .....	28
19. táblázat. A fűtési hőigény számítása .....	29
20. táblázat. A használati melegvíz előállításának energiaigénye .....	29
21. táblázat. Napi elektromos energiaigény becslése.....	29
22. táblázat. Az épület teljes energiaigényének számítása .....	30
23. táblázat. Az épület energiaigényének eredményei.....	30
24. táblázat. Kazán névleges teljesítményének a számítása .....	31
25. táblázat. Puffertároló méreteinek meghatározása .....	31
26. táblázat. A HMV - tároló méretének meghatározása.....	31
27. táblázat. HMV-et előállító napkollektoros rendszer .....	32
28. táblázat. Kollektor felület számítása mely 70%-ban képes fedezni a HMV-igényt .....	32
29. táblázat. A kollektorok által HMV-előállításra hasznosan begyűjthető hő .....	32
30. táblázat. Napelemek felületének meghatározása .....	32
31. táblázat. Az inverter teljesítményének meghatározása .....	33
32. táblázat. Az akkumulátorok méretének meghatározása.....	33
33. táblázat. Napelemekkel előállítható hasznos el. energia.....	33
34. táblázat. Az aggregátor névleges teljesítményének meghatározása .....	33
35. táblázat. A végső fűtési energiafelhasználás.....	34
36. táblázat. A HMV - előállítás végső energiafelhasználása.....	34
37. táblázat. A végső hőfelhasználás meghatározása.....	34
38. táblázat. A végső elektromos energiafelhasználás.....	34
39. táblázat. Az épület teljes energiafelhasználásának meghatározása.....	35
40. táblázat. Az épület teljes energiafelhasználásának eredményei.....	35
41. táblázat. Fűtési rendszer kialakításához javasolt alapvető összetevők .....	36
42. táblázat. HMV-készítő napkollektoros rendszer kialakításához javasolt alapvető összetevők.....	36
43. táblázat. Napelemes önellátó rendszer kialakításához javasolt alapvető összetevők .....	36
44. táblázat. A kisméretű szalmabálára jellemző mennyiségek.....	37
45. táblázat. A tűzifára jellemző mennyiségek .....	37
46. táblázat. A bioetanolra jellemző mennyiségek .....	37

## 1. BEVEZETÉS

### 1.1. A fenntartható fejlődés fogalma

Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégia 2012 – tervezetében meghatározott fenntartható fejlődés fogalma a következő:

„A fenntartható fejlődés fogalma két részből áll: tartalmazza az ember fejlődésére, a boldog és értelmes életvitel előmozdítására való igényét, azt, hogy kívánjuk az egyéni jó élet feltételeinek (biztonság, egészség, stb.) javulását, továbbá szeretnénk a közjót is gyarapítani. A jó életen nem pusztán az anyagi gyarapodást, s főleg nem az önmagáért való fogyasztás vég nélküli növelését értjük, hanem az ember teljességének fejlődését, annak szellemi és lelki vonatkozásaival együtt.

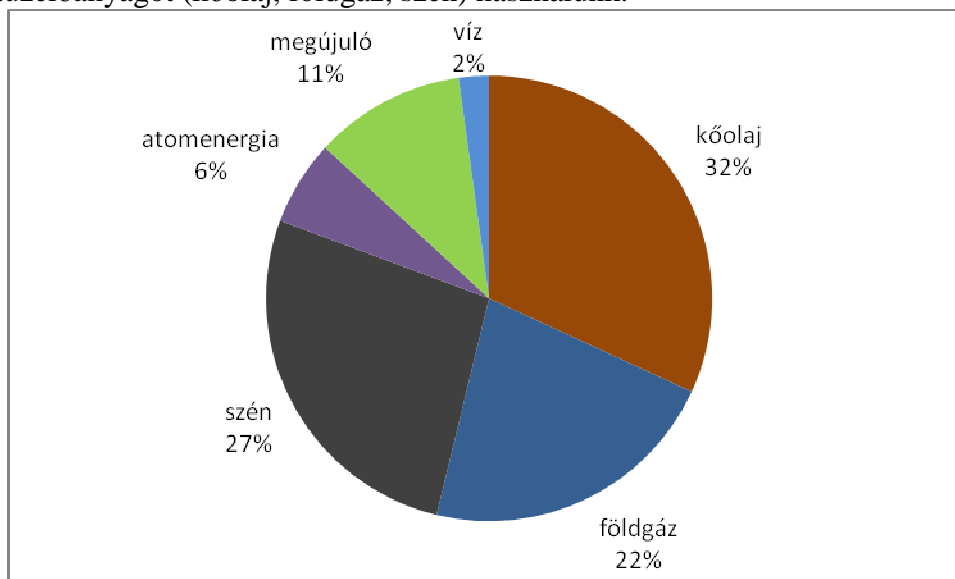
A fenntarthatóság a jó élet feltételeinek javítása elé feltételeket, korlátokat állít: a fejlődés nem alapulhat a jó élet alapjainak, a közösség erőforrásainak a felélésén. A fenntarthatóság először is jelenti azt, hogy a gazdasági tevékenységek során figyelembe vesszük és érvényesítjük az ökológiai korlátokat: belül maradunk a Föld környezeti eltartóképességén, a természet adományait mértékletesen használjuk. Másodsor a gyarapítható, fejleszthető humán, társadalmi és gazdasági erőforrások terén gondoskodunk ezen erőforrások megfelelő mennyiségi és minőségi állapotának fenntartásáról, bővítéséről, minőségeik javításáról.

A fenntarthatóság kritériumának érvényesítése a fentiek alapján azt eredményezi, hogy a fejlődést a jövőben nem lehet a természeti erőforrások korlátlan felhasználására (például a véges fosszilis energiahordozók egyre fokozódó kitermelésére vagy a talajok megújuló képességén túlmenő élelmiszertermelésre) vagy az eladósodásra alapozni, hanem meg kell találni a társadalmi jólét létrehozásának innovatívabb útjait.” [10]

### 1.2. A fosszilis energiaforrásokon alapuló társadalom

Napjainkra az emberek energiaszükséglete többszörösére nőtt az elmúlt egy évszázadban. A világ primer-energiafelhasználása a 21. század elején körülbelül 525 EJ/év –re tehető.

A jelenlegi felhasználás szükségletének kielégítésére több mint 80%-ban (1. ábra) ásványi (fosszilis) tüzelőanyagot (kőolaj, földgáz, szén) használunk.



1. ábra. A világ energiahordozó-felhasználás aránya (2010) [7]

A fosszilis forrásokra alapozódó technika és műszaki színvonal, az emberiség kb. egy harmada számára (fogyasztói társadalmak) biztosít egy olyan komfortot, életszínvonalat, életformát,

amelynek köszönhetően az élettevékenységünkhöz szükséges külső fizikai, kémiai, biológiai feltételek nagyon kedvezőek az egészséges, hosszú élettartamú élethez. A jólét ellenére azonban ezekben az országokban (beleértve hazánkat is) egy sor emberi, társadalmi tényező miatt az élet minőségéről alkotott kép lehangoló.

Az elmúlt 2-3 és a most következő 3-4 év alatt, azokat az időket éljük meg, amikor az országaink számára eddig biztosított fosszilis eredetű energetikai ellátások, források volumene csökken és a reális megítélés szerint megállíthatatlanul csökkenni fog. Mi is csökken pontosan? Az un. hagyományos, szárazföldi lelőhelyeken (boltozatokban) található kőolaj, földgáz készlet felén vagyunk túl. [11]

Eközben a fogyasztásra, sőt annak növelésére alapozódó gazdaságot folytató országok politikája még további fogyasztás növelő célkitűzéseket, még nagyobb energiafogyasztást hirdet meg, és polgárait ilyen igények megfogalmazására biztatja. Mindez globális válságokat eredményezett.

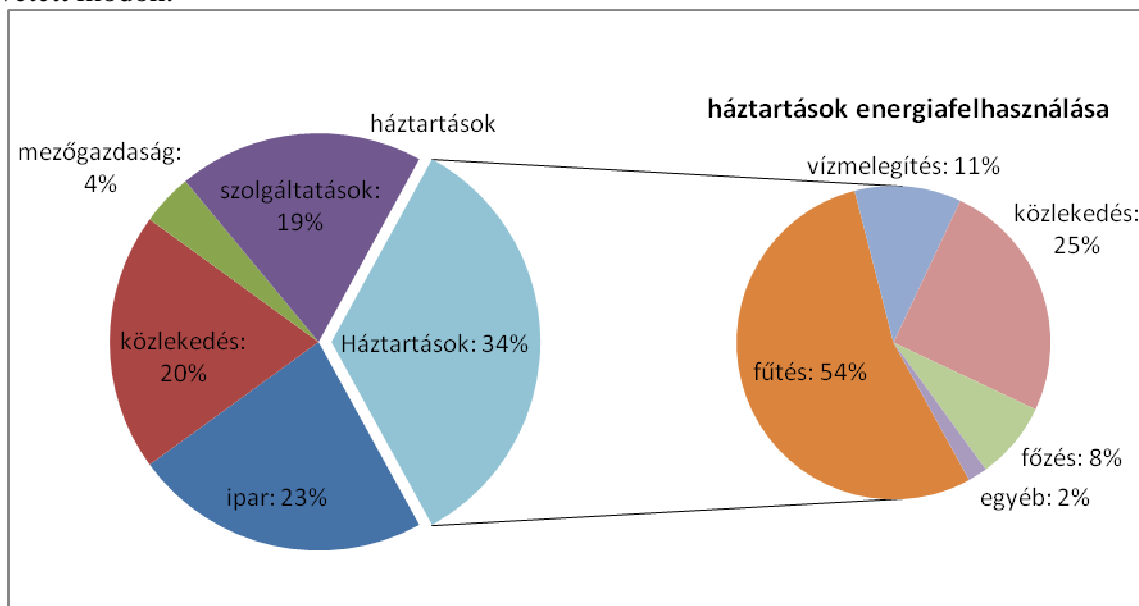
A válság előidézésében különösen nagy szerep jut az energiaszektornak, amely életünk minden pillanatában közvetve és közvetlenül jelen van. A rendszer egyik és egyben legnagyobb problémája a fenntarthatatlansága, mivel a működtetéséhez túlnyomórészt fosszilis energiaforrásokat alkalmazunk, melyek erősen fogyatkoznak. A másik pedig a rendszer üzemeltetésével járó globális környezeti problémák kialakulása (bioszféra elszennyeződése).

A szektor problémáinak megoldására különféle lehetőségek kínálkoznak. A hatékonyság növelése (technológia) és az energiatakarékosság (mérsékelt energiahasználat) együttes alkalmazása lehet az alapja az energiagazdálkodás fenntarthatóvá tételének. Az energiagazdálkodásban környezeti szempontból legkisebb károkat okozó megoldások pedig a megújuló energiaforrások különféle alkalmazása. Sok esetben a megújuló energiaforrások alkalmazása is csak szigorú feltételek mellett eredményez fenntartható és környezetkímélő megoldásokat. [12]

### 1.3. A jelenlegi magyar energiafelhasználás és épületállomány eloszlása

#### 1.3.1. A magyar energiafelhasználás szektorális eloszlása

Amint azt a 2. ábra is mutatja Magyarországon a háztartások a legnagyobb felhasználók (34%). Valójában a lakosság szükségleteit elégíti ki a többi szektor is, csak nem közvetlen, hanem közvetett módon.

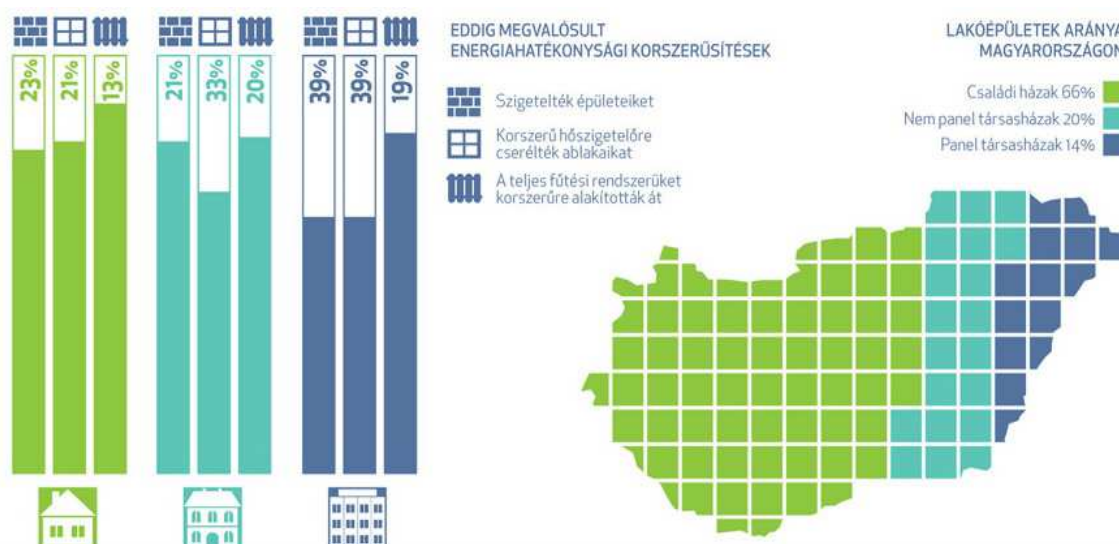


2. ábra. A magyar energiafelhasználás szektorális eloszlása (bal oldal) és ebből kiemelve a háztartások energiafelhasználása (jobb oldal) [1]

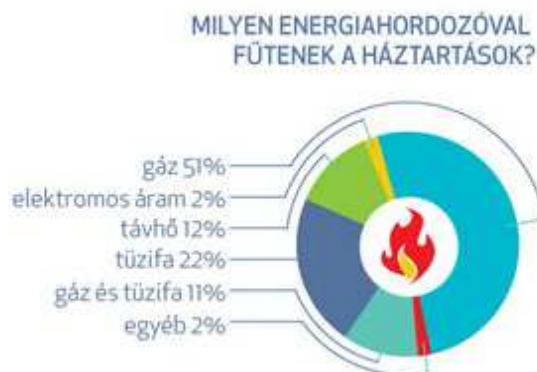
Ebből is láthatjuk, hogy nagyon sok energiát mozzgatunk meg a kedvező életkörülményeink megteremtéséhez. A háztartások energiafelhasználásának 65%-át a fűtés és használati melegvíz (HMV) előállítás teszi ki. Ez azt jelenti, hogy a hazai ~1100 PJ-os éves primerenergia felhasználásból körülbelül 250 PJ energiát fordítunk erre. Ez az összfelhasználás ~ 22%-ának felel meg.

### 1.3.2. A magyarországi épületállomány szerkezete

A hazai épületállomány kb. 480.000.000 m<sup>2</sup>-re becsülhető. Lakásállományunk 2010-ben 4.300.000-ra tehető és körülbelül még fele ennyi iroda és középületünk van [15]. A hazai lakóépületek energiamegtakarítási lehetőségeit feltérképező negajoule2020 kutatási projekt adataiból kiderül, hogy a magyar lakosok (háztartások) 66%-a családi házakban, 14%-a panel és 20%-a nem panel társasházakban él. Az összes háztartás 24%-a rendelkezik csak korszerű nyílászárókkal, 25%-ának van már külső hőszigetelése, és csupán 16%-a újította fel a fűtési rendszerét [16]. Az épületek megfelelő korszerűsítésével az éves fűtésre és HMV előállítására felhasznált 250 PJ akár 40%-a (100 PJ) is megtakarítható lenne.



3. ábra. A lakóépületek aránya Magyarországon, és az eddig megvalósult korszerűsítések a lakóépületeken [16]



4. ábra. A fűtésre használt energiahordozók eloszlása [16]

A földgáz vezetékes hálózata országos szinten 3125 településből már közelítőleg 2600-at érint. A hazai lakásállomány mintegy 56%-át fűtik gázzal, a távfűtés tüzelőanyag bázisa is 75%-ban



földgázra épül. Az épületeink üzemeltetésére (fűtés, HMV-előállítás, elektromos energia használat) legnagyobb részt importból származó földgázt használunk, melyet a centralizált ellátó rendszerek szolgáltatnak számunkra. A földgáz ára az utóbbi években tovább növekedett és ezt a tendenciát követve sokak számára megfizethetlenné válik. Ezen kiszolgáltatót helyzettől való függetlenedés, esetleges autonóm energiaellátás megteremtésének lehetőségét a megújuló energiák alkalmazása biztosíthatná. Az épületek éves hő- és elektromos energia igénye fedezhető autonóm módon is megújuló energiaforrásokkal, ha csökkentjük az épület hőveszteségeit, növeljük az épület gépészeti elemeinek hatékonyságát és maximálisan követjük az energiatakarékosság szemléletét.

#### 1.4. A jó életnek megfelelő komfortfokozat önálló lakóépület esetében.

Ebben a fejezetben bemutatom, hogy milyen komfortfokozatokat különböztetünk meg a társadalmunkban, ezek között milyen adatokkal bír a legmagasabb fokozat, az összkomfortos lakóépület, amely a jó élet fizikai feltétele.

1. táblázat. A Komfortfokozatok jellemzése [22]

Jellemzők	Komfort nélküli	Félkomfortos	Komfortos	Összkomfortos
Lakószoba nagyobb, mint 12 m <sup>2</sup>	X	X	X	X
Főzőhelyiség	X	X	X	X
Fürdőhelyiség		X*	X	X
WC lakáson belül		X*	X	X
WC lakáson kívül	X			
Közművesítettség - villanyellátás		X	X	X
Közművesítettség – vízfelvétel	X			
Közművesítettség – vízellátás		X	X	X
Közművesítettség – szennyvízelvezetés			X	X
Melegvíz-ellátás			X	X
Fűtés - egyedi készülékekkel	X	X	X	
Fűtés - központi				X

\* - a félkomfortos lakás fürdő vagy WC-helyiséggel rendelkezik.

##### 1.4.1. Az összkomfortos lakás fogalma

Ennek a meghatározását az ingatlankezelésről. a 147/1992. (XI. 6.) Korm. rendelet - 4. számú melléklete tartalmazza. Összkomfortos az a lakás, amely legalább 12 m<sup>2</sup>-t meghaladó alapterületű lakószobával, főzőhelyiséggel és WC-vel, közművesítettséggel (villany- és vízellátással, szennyvízelvezetéssel), melegvíz-ellátással és központos fűtési móddal (táv-, egyedi, központi vagy etázsűtéssel) rendelkezik. Ezen feltételek, komponensek (nagyvárosi, de még kisvárosi, sőt családi házas lakások esetében) nagy energetikai, közművesítettségű ellátó rendszerekkel vannak biztosítva (villamos vezeték hálózat, ivóvíz és csatornahálózat, gázhálózat, távhő szolgáltatás), amelyek mindegyike fosszilis forrásokból „táplálkoznak”. Ezen szolgáltatások a kőolaj, földgáz világszerte folyamatos növekedése miatt egyre több ember számára megfizethetlenné válnak.

#### 1.5. A komfortigényeinket kielégítő jelenlegi ellátó rendszerek ismertetése

A jó életnek megfelelő magas komfortú lakóépület (lakás, lakótelepi társasház, családi ház), feltételeit biztosító jelenlegi hálózatok (grid) rövid ismertetése:

*Villamos hálózat* (Ezen hálózat jelenlegi elemei: nagy szenes-, földgázos-, illetve atom erőművek, Európai elektromos vezeték hálózat), (Eredményük: lakásvilágítás, háztartási gépek).

*Földgáz vezeték hálózat* (Ezen hálózat jelenlegi elemei: földgáz lelő helyek, gázvezetékek, csőhálózatok) (Eredményük: gázfűtés, HMV, konyha).

*Távfűtő rendszer.* Fűtés, (Ezen hálózat jelenlegi elemei: Nagy távfűtőművek) (Eredményük: fűtés, HMV).

*Vízellátó rendszer* (Ezen hálózat jelenlegi elemei: vízkivételi művek, vízvezeték hálózatok), (Eredményük: ivó-, öntöző-, használati víz).

*Szennyvíz hálózat* (Ezen hálózat jelenlegi elemei: települési szennyvíz hálózat, szennyvíz telep) (Eredményük: konyhából, fürdőszobából, WC-ből származó szennyvíz kezelése).

*Hulladék elszállító rendszer* (Ezen hálózat jelenlegi elemei: hulladékgyűjtés, hulladék lerakás) (Eredményük: kommunális szilárd hulladék elszállítása).

*Élelmiszer ellátó rendszer* (Ezen hálózat jelenlegi elemei: nagy, gépesített mezőgazdasági növénytermesztő területek, nagy állattartó telepek, nagy vágóhidak, nagy bevásárló központok) (Eredményük: nagy távolságokról – sok ezer kilométerről - történő hús-, zöldség-, gyümölcs-, feldolgozott élelmiszer, sőt ivóvízszállítás).

Az emberek jó életéhez szükséges közlekedést, „mozgást”, és „rekreációt” biztosító hálózatok:

*Üzemanyag ellátó rendszer* (Ezen hálózat jelenlegi elemei: kőolaj és földgáz lelő helyek, csővezetékek, tankhajók, finomítók, üzemanyag szállító járművek, üzemanyag kutak) (Eredményük: benzin, gázolaj, PB gáz, CNG ellátás, személy és teherjármű forgalom).

*Közlekedési hálózat, közlekedési eszközök* (Ezen hálózat jelenlegi elemei: közutak, vasutak) (Eredményük: személygépkocsik, kamionok, autóbuszok).

*Árú-, és személyszállítás* (Ezen hálózat jelenlegi elemei: hajók, vonatok, repülőgépek, kamionok, autóbuszok) (Eredményük árukat tekintve: élelmiszerek bevásárló központokban, üzletekben, ahova kamionok a szállító járművek). (Eredményük a személyszállítást tekintve: munkába, pihenésre ezekkel utazunk).

*Egészségügyi ellátó rendszer* (Ezen hálózat jelenlegi elemei: házi orvos, gyógyszertár, kórház) (Eredményük: jelentős labordiagnosztikai és kórházi ellátás, világhálózat gyógyszerekből).

*Ruházati ellátó rendszerek* (Ezen hálózat jelenlegi elemei: távol-keleti ruha, cipőgyártás, nagytávolságú szállítás, üzlethálózat).

*Informatikai világháló* (Ezen hálózat jelenlegi elemei: *programok*: internet, facebook, you-tube, iwiw, wikipédia, google, iCloud, iSight kamera, FaceTime; *eszközök*: vezetékes-, és vezeték nélküli ellátó rendszerek, PC-k, notebook-ok, tablet PC-k, okostelefonok...).

## 1.6. Az energetikailag hatékony épületek, passzív házak

Magyarországon a háztartások energiafogyasztásának 75%-át az épületek üzemeltetése teszi ki (2. ábra). Az energetikailag hatékony épületek célja, hogy csökkentse az üzemeltetésre felhasznált energia mennyiségét és a környezet terhelését. A passzív házak és „nullenergia”-házak működésének lényege, hogy a fellépő hőveszteségeket minimalizálja megfelelő szigetelésekkel, a beáramló energiát pedig maximálisan hasznosítani tudja megfelelő gépezeti eszközökkel. Az ún. alacsony energiájú épületek tervezésénél a három legfontosabb szempont a hőveszteségek csökkentése, a gazdaságos energiafelhasználás, és az energia visszanyerés.

2. táblázat. Lakóépületek fajlagos fűtési energiaigényük szerinti osztályozása [21]

kategória	Fűtési energiaigény kWh/m <sup>2</sup> /év	hatékon ysága
Kvázi nulla fűtési	0	

energiájú házak	5	
	8	
Alacsony energiafelhasználású házak	15 (passzívház) 30	
	50	
Energiatakarékos házak	50 60 70	
	80	
Szokásos építésmód	150 250	

A magyarországi épületállomány átlagosan 150-250 kWh/m<sup>2</sup>/év fűtési energiát igényel, míg a teljes energiafogyasztásuk elérheti a 400-500 kWh/m<sup>2</sup>/év értéket is.

A német Passivhaus (passzívház) szabvány által a fűtés és hűtés energiafelhasználására kitűzött cél 15 kWh/m<sup>2</sup>/év, a teljes energiafogyasztásra kitűzött cél pedig  $\leq 120$  kWh/m<sup>2</sup>/év, mely a fűtési és hűtési energián kívül magában foglalja, a használati melegvíz készítését, a műszaki berendezések használatát, a világítást és az épület használatával járó egyéb energiafelhasználást [18].

Közel nulla energiafogyasztású épületek:

Ezek az épületek igen magas energiahatékonysággal rendelkeznek. A felhasznált közel nulla vagy nagyon alacsony mennyiségű energiának igen jelentős részben megújuló forrásokból kell származnia, beleértve a helyszínen vagy a közelben előállított megújuló forrásokból származó energiát is.

Az épületenergetika az egyik fő prioritási területe az EU-nak, mivel bizonyítottan az épületek működtetése nagyon sok energiát igényel, ezért ebben a szektorban igen jelentős energiafogyasztás-csökkenés érhető el.

A 2010/31/EU irányelv legambiciózusabb előírása, hogy valamennyi új épület 2021. januárjától csak közel nulla energiafogyasztású lehet. Azok az új épületek, amelyeket a hatóságok használnak vagy a tulajdonukban vannak, már 2019. januárjától csak közel nulla energiafogyasztásúak lehetnek [23].

### 1.7. A lakóépületek iránt tanúsított igényeink

Magyarországon a 147/1992. (XI. 6.) Korm. rendelet - 4. számú melléklete mely az önkormányzati ingatlankezelésről szól, meghatározza az összkomfortos lakóépület tulajdonságait. Az a lakóépület, amely legalább 12 m<sup>2</sup>-t meghaladó alapterületű lakószobával, főzőhelyiséggel és WC-vel, közművesítettséggel (villamos energia- és vízellátással, szennyvízelvezetéssel), melegvíz-ellátással és központos fűtési móddal (táv-, egyedi, központi vagy etázsűtővel) rendelkezik.

Diplomadolgozatom témája az autonóm energiaellátásra terjed ki, míg egy teljesen autonóm épület megvalósításánál a vízellátással, szennyvízelvezetéssel, és hulladékkezeléssel is foglalkozni kell. Az ilyen teljes autonóm ellátást biztosító rendszereket Ertsey Attila erről szóló munkáiban foglalt össze [19-20].

A mai ember komfortigényei egy lakóépülettel szemben:

- Az épület nagysága: 25 m<sup>2</sup>/fő nettó fűtött terület.
- Levegő hőmérséklete:  
Nyáron max. 26°C – opcionális hűtési lehetőség, csak ha szükség van rá.  
Télen átlagosan 20°C – alvás idejére 18°C-ra való csökkentése.

- Levegő minőségének biztosítása (CO<sub>2</sub> koncentráció, páratartalom, kórokozók), hővisszanyerő szellőztető berendezés alkalmazásával.
- Használati melegvíz: napi 50 liter/fő
- Elektromos energia: világítás, műszaki berendezések, egyéb felhasználás.

Az előzőekben említett elvárások kielégítéséhez szükséges energia, képezi egy épület teljes energiaigényét. Az épület teljes energiaigénye (kWh/év):

$$E_t = Q_f + Q_{hmv} + E_{el}$$

ahol:

$Q_f$  – fűtési energiaigény (kWh/év)

$Q_{hmv}$  - használati melegvíz előállítás energiaigénye (kWh/év)

$E_{el}$  – elektromos készülékek energiaigénye (kWh/év)

Az épület energiaigényét az épület tervezésének kereteiben számoljuk, és hasznos energiaként tartjuk számon. Az energiaigényeket szokás nettó lakóterületre vonatkoztatva megadni melynek egysége (kWh/m<sup>2</sup>év).

Az épületek üzemeltetéséhez szükséges energia vagy az épület teljes energiafelhasználása (kWh/m<sup>2</sup>év):

$$E_{\text{épület}} = E_h + E_e$$

ahol:

$E_{\text{épület}}$  – az épület teljes energiafelhasználása egy évre vetítve (kWh/év)

$E_h$  – a végső hőfelhasználás (kWh/év)

$E_e$  – végső elektromos energia felhasználás (kWh/év)

Az épület energiafelhasználása az igények kielégítésére bevezetett energia. Amely magába foglalja a hő- és/vagy elektromos energia termelése és elosztása közben fellépő veszteségeket [21].

**A diplomadolgozatom célja annak bemutatása, hogy a jó életnek megfelelő, ezen belül a magas komfort fokozatú, önálló (családi szintű) lakó- és munkakörnyezet, fenntartható módon megvalósítható. Kiepíthető nem fosszilis forrásokat alkalmazó modern technológiákkal magas ellátásbiztonságot nyújtó, autonóm energetikai rendszer, amely jelentősen csökkenti a környezetterhelést. Ennek következménye, hogy egyre biztonságosabban le lehet leválni a fosszilis eredetű, nagy hálózatokról. [13-14].**

## 2. FELADAT BEMUTATÁSA

Az emberek lakóépületekkel szemben tanúsított komfortigényeinek megfogalmazása. Egy alacsony energiafelhasználású épület jellemzése. Az épület teljes energiaigényének tükrében egy olyan komplex bioszolár (hő és elektromos) energiaellátó rendszer modellezése mely autonóm módon (függetlenül a fosszilis energiahordozóktól és centrális ellátó rendszerektől), teljes mértékben fedezni tudja egy épület éves energiaigényét.

A lakóépületek üzemeltetésére felhasznált energiaforrások: A napenergia és biomassa mint megújuló és megújítható energiaforrás.

### 2.1. ADATGYŰJTÉS

A számításoknál használt napkollektorok és napelemek tervezésére vonatkozó adatokat a Metall Glas Kft. Székesfehérvár, szolgáltatta.

A Naplopó Kft. – által mért Déli tájolású, 45°-os dőlésszögű felületre érkező globális napsugárzási adatokat dolgoztam fel 2004-től 2011-ig.

## 2.2. SZOFTVERHASZNÁLAT

A számításokhoz és táblázatokhoz a Microsoft Office, Excel táblázatkezelő programot használtam. Az ábrák készítéséhez és szerkesztéséhez az Adobe Illustrator és az AutoCAD 2010-es programot használtam.

## 3. MÓDSZEREK ÉS MODELLEZÉS

### 3.1. Megújuló energiák felhasználási lehetőségei Magyarországon

A hazai megújuló energiaforrások hasznosítási lehetőségeit a biomassza (mező- és erdőgazdasági melléktermékek, energiaültetvények, szerves hulladékhasznosítás, bio motorhajtó üzemanyagok), napenergia, geotermális energia és nem utolsósorban a szél- és vízenergia megfelelő kiaknázása jelenti.

3. táblázat. Magyarország megújuló energia potenciálja és annak hasznosítása (2009) [1-3-17]

Energiaforrás	Elméleti potenciál (PJ)	Gyakorlati potenciál (PJ)	Jelenleg hasznosított (PJ)
Napenergia	1800	2	0,1
Biomassza	80-320	142	49
Szélenergia	530	6	0,16
Vízenergia	14	1	0,7
Geotermikus energia	63	12	3,6
Összesen	2407	163	53

4. táblázat. A megújuló energiák magyarországi hasznosítási lehetőségei [3]

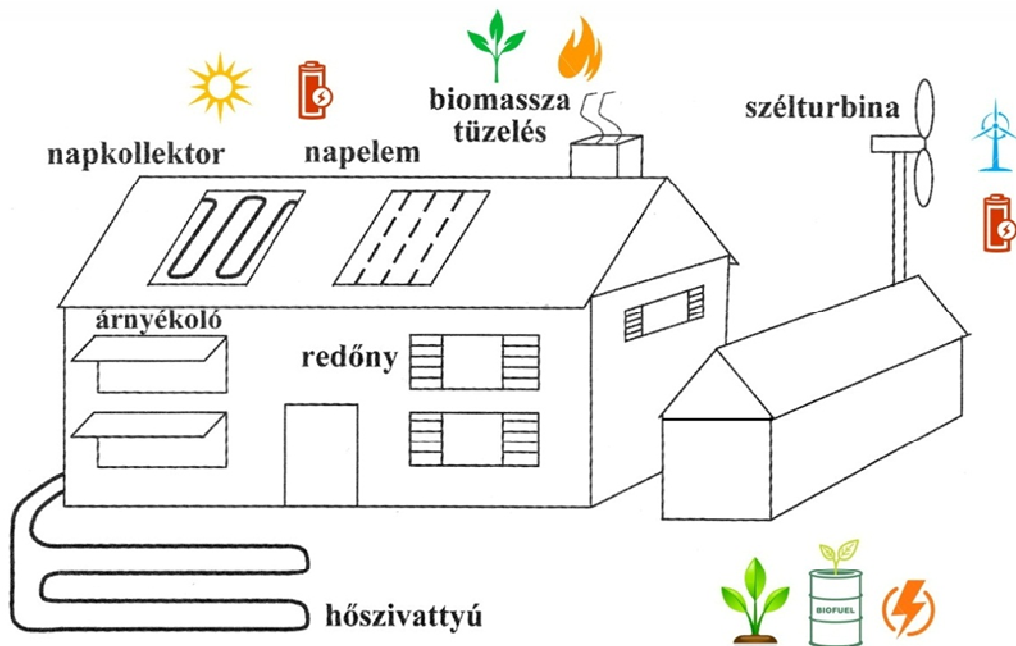
Megnevezés	Felhasználási lehetőségek
Energetikai biomassza hordozók (biomassza)	Regionális és helyi - települési, kistérségi - energetikai biomassza hordozó tüzelés (kapcsolt és kondenzációs villamos energiatermelés, közvetlen hőenergiatermelés, használati melegvíz előállítás, technológiai hőellátás)
	Biogáz előállítás céltermelésből származó növényvel és eltüzelése a fentebbi célokkal és/vagy hajtóanyagként való felhasználása
	Bio-üzemanyagok előállítása és felhasználása hajtóanyagként (biodízel, bioetanol, biobutanol)
Konyhai hulladékfelhasználás	Használt sütőolaj, állati zsiradék hasznosítása
Biológiai hulladék alapú biogáz	Állati trágyák és trágyalevek hasznosítása regionális, kistérségi, települési, farm biogáz telepeken
	Szennyvíziszap energetikai és/vagy mezőgazdasági hasznosítása
	Élelmiszeripari hulladékok energetikai és/vagy mezőgazdasági hasznosítása
	Kommunális szemét energetikai és/vagy mezőgazdasági

	hasznosítása
Napenergia	Napkollektor (használati meleg víz)
	Fotovoltaikus elektromos energia (Napelemek)
	Energiatudatos építési megoldások (Napház, Passzívház)
Vízermű	Meglévő vízerművek élettartamának növelése
	A dunai és tiszai vízlépcső/vízi erőmű rendszer megépítése
	Kis kapacitású, helyi jelentőségű és helyi hasznosítású vízlépcső/vízi erőmű rendszerek megépítése
Szélenergia	Lokális vagy közösségi célú létesítés
	A rendszer-szabályozási problémák megoldása csúcs vízi erőművel és/vagy jobb prognosztizálási módszerekkel
	Szigetüzemű berendezések
	Elektromos hálózatra termelő szélerőművek létesítése
Geotermális energia	Hő és/vagy villamosenergia-termelés
	Mezőgazdasági hasznosítás (növényházak, termés és zöldség szárítás, gyümölcsaszalás, istállófűtés, egyéb célú épületek fűtése, temperált vízi halnevelés)
	Kommunális hasznosítás (balneológia, középületfűtés)
	Hőszivattyús fűtés
Hőszivattyú	Hőnyerés elektromos áram segítségével geotermális energiából, a víz és a levegő hőjéből. Kiegészíti a lakossági, kommunális, vállalati épületfűtést, használati melegvíz előállítását, a balneológiai használatú víz hőfokának növelését, a hajtott kertészetek fűtését.

### 3.2. Megújuló energiák hasznosítási lehetőségei lakóépületekben

5. táblázat. Megújuló energiák hasznosítási lehetőségei épületek energiaellátására [3]

Energiafajta	hasznosítás formája	hasznosítás eszköze
Napenergia	melegvíz készítés	napkollektor
	fűtés (aktív)	napkollektor
	fűtés (passzív)	üvegház, télikert, hőtároló elemek
	áramtermelés	napelem
Szélenergia	áramtermelés	szélgenerátor
	vízemelés	szélkerék
Szilárd Biomassza (tűzifa, gabonaszalma)	fűtés	kazán, kályha ...
	melegvíz készítés	kazán, kályha ...
Folyékony Biomassza (biodízel, bioetanol)	motorhajtás	belsőégésű motorok
	hőtermelés	kazán, kályha ...
	áramtermelés	aggregátor
Gáznemű Biomassza (biogáz)	hőtermelés	kazán, kályha ...
	áramtermelés	gázmotor
Vízenergia	áramtermelés	turbinák, lapátok, kerekek
Geotermikus energia	melegvíz készítés	hőcserélő, hőszivattyú
	fűtés	hőcserélő, hőszivattyú
	áramtermelés	turbina



5. ábra. Megújuló energiákat hasznosító technológiákkal felszerelt épület [3]

### 3.3. A jó életnek megfelelő komfortfokozat biztosítása lakóépületben megújuló energiaforrásokat alkalmazó technológiával.

Az alacsony energiafelhasználású épületek autonóm energia-ellátó rendszerének megvalósítási lehetőségei megújuló források segítségével:

#### Fűtési rendszer:

- Napenergia - passzív rendszer , aktív napkollektoros rendszerek.
- Szilárd biomassza - fa, agri pellet, brikett, gabonaszalma tüzelő kazánok, kályhák rendszere hőtárolóval kiegészítve.
- Geotermikus energia - hőcserélős, hőszivattyús rendszerek hőtárolóval kiegészítve.

#### HMV-ellátó rendszer:

- Napenergia - napkollektoros rendszerek.
- Szilárd biomassza - fa, agri pellet, brikett, gabonaszalma tüzelő kazános, kályhás rendszerek segítségével.
- Geotermikus energia - hőcserélős, hőszivattyús rendszerek segítségével.

#### Elektromos energia ellátó rendszer:

- Napenergia (napelemes rendszerek segítségével).
- Szélenergia\* (szélgenerátor segítségével).
- Folyékony biomassza\*\* (aggregátor segítségével).
- Gáznemű biomassza\* (gázmotor segítségével).
- Vízenergia\* (turbina, vízkerék segítségével).
- Geotermikus energia\* (turbina segítségével).

\* - Ezek a rendszerek jelenleg még önálló (családi szintű) épületek esetében nem alkalmazhatók gazdaságosan villamos energia termelésére. Alkalmazási lehetőségük kistérségi szintű gazdaságosan megvalósítható kiserőművek kiépítésével (szélenergia, biogáz üzem, vízenergia, geotermikus erőmű), melyek lehetővé teszik kisebb közösségek, települések függetlenségét a villamos hálózattól.

\*\* - biodízzel és bioetanollal működő aggregátorok alacsony hatásfokuk miatt nem túl hatékonyak ezért alkalmazásuk csak abban az esetben indokolt, ha teljes mértékben függetlenedni akarunk a villamos hálózattól.

### 3.4. Az épület koncepciója

Célom egy alacsony energiaigényű épület modellezése, mely egy önálló energia-ellátó rendszerrel működik megújuló energiaforrások használatával.

Fűtési energiaigény: max. 30 kWh/m<sup>2</sup>év

Teljes energiaigény: max. 120 kWh/m<sup>2</sup>év

Egy alacsony energiafelhasználású, energetikailag hatékony épület koncepciójának a felvázolása:

- Az épület alakja, helyzete és alaprajzi elrendezése jelentősen befolyásolhatja az energiafelhasználás mértékét.
- Megfelelő minőségű és mennyiségű hőszigetelés alkalmazása (legalább 20 cm).
- Figyeljünk a hőhidakra, ügyeljünk a csatlakozásokra és átmenetekre.
- Építsünk légtömören, a lakók lélegeznek nem pedig az épületet határoló elemek (falak, földem, tető).
- Használjunk hővisszanyerő szellőztető rendszert (rekuperátor), ezzel könnyen szabályozhatjuk a friss levegő mennyiségét és a hőenergia egy részét visszanyerhetjük.
- Aknázzuk ki a passzív napenergia-hasznosítás lehetőségeit. Helyezzünk el minél több nagyméretű ablakot a délkeleti – déli – délnyugati homlokzaton. A falakat, padlókat megfelelő tárolókapacitással tervezzük.
- A maradék energiaigény kielégítésére használjunk megújuló energiaforrásokat. Ezek az alacsony energiaáram sűrűségük ellenére kiválóan alkalmazhatóak mivel az alacsony energiafelhasználású épületek energiaigénye csekély.
- Törekedjünk alacsony hőmérsékletű hőenergia tárolására. Az alacsony hőmérsékletű fűtési rendszer alkalmazása kevesebb veszteséggel jár.
- Alkalmazzunk hőtárolót az egyenletesebb hőelosztás érdekében. A hőtárolót megfelelően szigeteljük, és lehetőség szerint az épület fűtött részén helyezzük el.
- Használjunk energiahatékony elektromos készülékeket.
- A radikális szemléletváltás elengedhetetlen az energiatakarékos életmód kialakításához.

### 3.5. Épületenergetikai jellemzés

Az épület teljes energiaigényének ( $E_t$ ) számítási szempontjai:

Az alacsony energiafelhasználású épületek teljes energiaigényének ( $E_t$ ) meghatározásakor ajánlatos a fűtés, a használati melegvíz készítés és az elektromos készülékek energiaigényének külön számítása. Az alacsony energiafelhasználású épületek tervezésénél az energiamérleg a következő szempontok szerint kerül részletezésre:

Az épület fűtési hőigényének számításának szempontjai:

- Az épülethéjazat transzmissziós hővesztesége. A tető, falak, padló és az ablakok transzmissziós hővesztesége, a hőhidak figyelembevételével. Kitérve az épülethéjazati elemek szigetelésének kvalitatív és kvantitatív tulajdonságaira, valamint a nyílászárók minőségére.
- A szellőzési hőveszteségek, hővisszanyerő szellőztető berendezés (rekuperátor) alkalmazásával.
- Szoláris hőnyereség, napenergia passzív hasznosítása az üvegezett felületeken keresztül, és ezen energia tárolása falakban, padlóban, földemekben.
- Hulladékhő, az épületben élő személyek és a háztartási készülékek hőleadása által.
- A maradék hőigény fedezésére a hőtermelés veszteségének figyelembevételével a szoláris és szilárd biomassza energia arányának a meghatározása.



Az épület HMV-előállítás hőigényének számítási szempontjai:

- A lakóépületben élő személyek számának függvényében a napi melegvíz fogyasztás mértékének megállapítása.
- A kívánt melegvíz hőmérsékletének meghatározása.

Az elektromos készülékek energiaigényeinek számítási szempontjai:

- Az épületben található elektromos készülékek teljesítményeinek meghatározása.
- A készülékek napi használati idejének becslése.
- A teljesítmény és használati idő függvényében jó közelítéssel megbecsülhetjük a napi elektromos energia igényt.

### 3.5.1. A számításához szükséges képletek

Az épület teljes energiaigényének meghatározása (kWh/év):

$$E_t = Q_f + Q_{hmv} + E_{el} \quad (1.1.)$$

ahol:

$Q_f$  – fűtési energiaigény (kWh/év)

$Q_{hmv}$  - használati melegvíz előállítás energiaigénye (kWh/év)

$E_{el}$  – elektromos készülékek energiaigénye (kWh/év)

A fűtési hőenergia igény ( $Q_f$ ) számítása (kWh/év):

$$Q_f = Q_t + Q_{sz} - Q_{ny} \quad (1.2.)$$

ahol:

$Q_t$  – a transzmissziós hőveszteség (hőátbocsátás)

$Q_{sz}$  – filtrációs hőveszteség (szellőztetés)

$Q_{ny}$  – összes hőnyereség (passzív napenergia, hulladék hő)

Transzmissziós hőveszteségek ( $Q_t$ ) számítása (kWh/év):

$$Q_t = \sum A_i \cdot U_i \cdot \Delta T \cdot 24 \cdot 10^{-3} \cdot F_n \quad (1.3.)$$

ahol:

$A$  – lehűlő felület

$U$  – a felületre jellemző hőátbocsátási tényező

$\Delta T$  – a külső és belső hőmérséklet közötti különbség

24 – napi órák száma

$F_n$  – a fűtési napok száma

Szellőzési hőveszteség ( $Q_{sz}$ ) számítása (kWh/év):

$$Q_{sz} = n \cdot V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta T \cdot 24 \cdot 10^{-3} \cdot F_n \quad (1.4.)$$

ahol:

$n$  – a légcsereszám

$V$  – levegő térfogata

$\rho$  – a levegő sűrűsége

$c$  – a levegő hőkapacitása

$\Delta T$  – a kimenő és bejövő levegő közötti hőmérséklet különbség

24 – napi órák száma

$F_n$  – a fűtési napok száma

A hőnyereség ( $Q_{ny}$ ) számítása (kWh/év):

$$Q_{ny} = Q_s + Q_p + Q_e \quad (1.5.)$$

ahol:

$Q_s$  – az ablakokon át a napsugárzásból nyert energia mértéke

$Q_p$  – lakó személyek hulladékhője

$Q_e$  – elektromos készülékek hulladékhője (becsült)

A napsugárzásból nyert hőenergia ( $Q_s$ ) számítása (kWh/év):

$$Q_s = S * A_a * f_a * f_b * g * F_n \quad (1.6.)$$

ahol:

S - A téli hónapokban a déli tájolású függőleges felületre érkező átlagos napi sugárzásösszeg

$A_a$  – déli oldalra eső ablakok felülete

$f_a$  – ablaküvegezési arány

$f_b$  – csökkentési tényező az elszennyeződés miatt

g – energiaátbocsátási tényező

$F_n$  – a fűtési napok száma

A személyek által leadott hő ( $Q_p$ ) számítása (kWh/év):

$$Q_p = P * q_p * t * 10^{-3} * F_n \quad (1.7.)$$

ahol:

P – lakó személyek száma

$q_p$  – egy személy átlagosan leadott hőmennyisége

t – a napi épületben való tartózkodási órák száma

$F_n$  – a fűtési napok száma

Az elektromos készülékek hulladékhőjének ( $Q_e$ ) számítása (kWh/év):

$$Q_e = E_{el} * 0,25 * F_n \quad (1.8.)$$

ahol:

$E_{el}$  – elektromos készülékek energiaigénye

$F_n$  – a fűtési napok száma

A használati melegvíz előállítás (HMV) energiaigényének ( $Q_{hmv}$ ) számítása (kWh/év):

$$Q_{hmv} = 1.1 * P * v * \rho * c * (T_m - T_h) * 365 \quad (1.9.)$$

ahol:

1.1 - es szorzó a tárolási és felhasználási veszteségeket veszi figyelembe

P – felhasználó személyek száma

v – személyenkénti melegvíz felhasználás/nap

$\rho$  – a víz sűrűsége

c – a víz fajhője

$T_m$  – a meleg víz hőmérséklete

$T_h$  – a hideg víz hőmérséklete

Az elektromos készülékek energiaigényének ( $E_{el}$ ) becslése (kWh/év):

$$E_{el} = P_{ki} * t_{ni} * 365 \quad (1.10.)$$

ahol:

$P_{ki}$  – elektromos készülék teljesítménye

$t_{ni}$  – a készüléki napi használati idejének a becslése

### 3.6. Az épület energiaellátó rendszerének koncepciója

Az épület teljes energiaigényének ( $E_t$ ) meghatározását követően tervezhető az energia-ellátó rendszer.

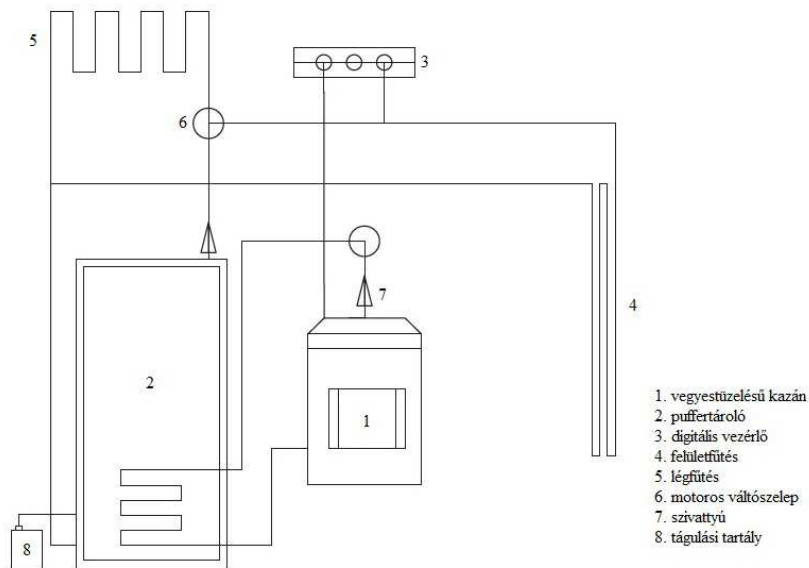
A lakóépülettel szemben tanúsított igények kielégítésére az épület bioszolár-energiaellátó rendszerének koncepciója:

Hővisszanyerő szellőztető berendezés használata ún. talajkollektorral kombinálva (friss levegő biztosítása, nyáron hűtési lehetőség, 60%-os átlagos hatásfok, a visszanyert/befektetett energia hányadosa  $\geq 4$ ).

A fűtési rendszer koncepciója:

A fűtési energiaigény ( $Q_f$ ) kielégítésére egy szilárd biomassza alapú fűtési rendszer kerül modellezésre melynek főbb egységei:

- vegyes tüzelésű kazán, magas hatásfok (75%) - (melyben opcionálisan kisméretű bálás szalma, kukorica és napraforgószár is égethető a tűzifa mellett).
- puffertároló (egy hőcserélős), megfelelő méretű és szigetelésű. A hőtároló lehetővé teszi az egyenletesebb hőelosztást és egyszerűbb szabályozást.
- digitális vezérlőberendezés
- alacsony előremenő hőmérsékletű felületfűtő eszköz alkalmazása vagy hőcserélő segítségével a szellőztető berendezésből jövő levegő felmelegítése.
- csővezeték

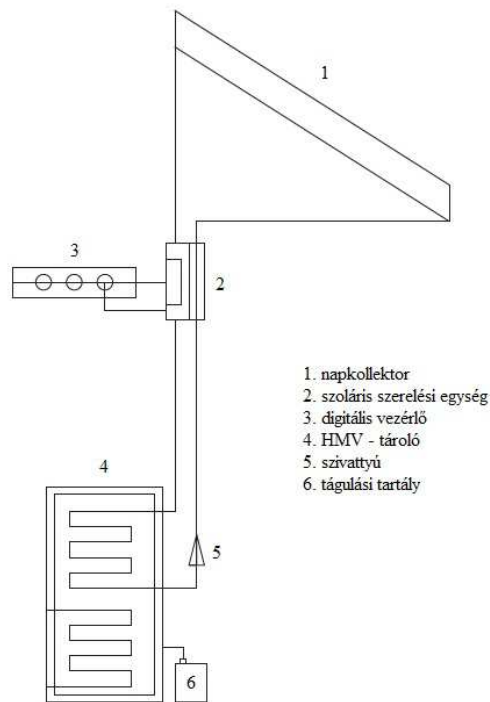


6. ábra. A fűtési rendszer koncepciója

A HMV-ellátó rendszer:

A használati melegvíz előállításáról egy napkollektoros rendszer gondoskodik mely az éves igény 70%-át fedezni tudja. A két hőcserélős HMV – tároló segítségével a napkollektorok mellett kazánnal is előállíthatunk melegvizet. A rendszer főbb elemei:

- vákuumcsöves kollektorok
- tárolótartály (két hőcserélős)
- digitális vezérlőberendezés
- szoláris szerelési egység
- csővezeték
- tágulási tartály

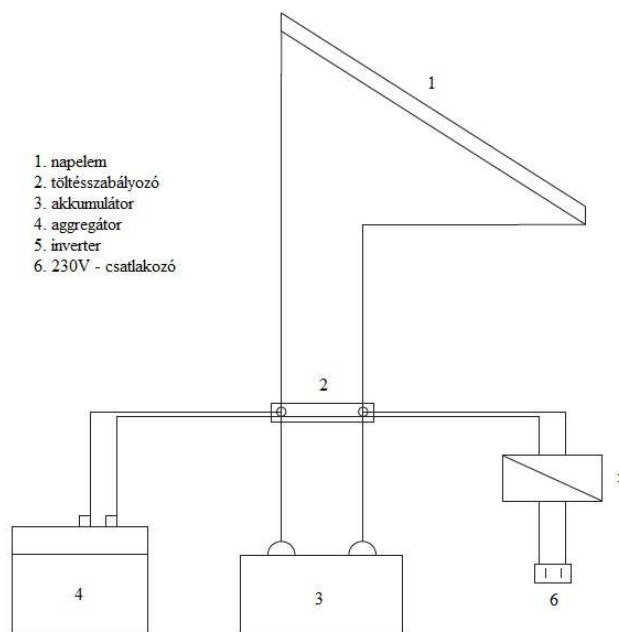


7. ábra. A használati melegvizet előállító napkollektoros rendszer koncepciója [21]

Az elektromos energiát ellátó rendszer:

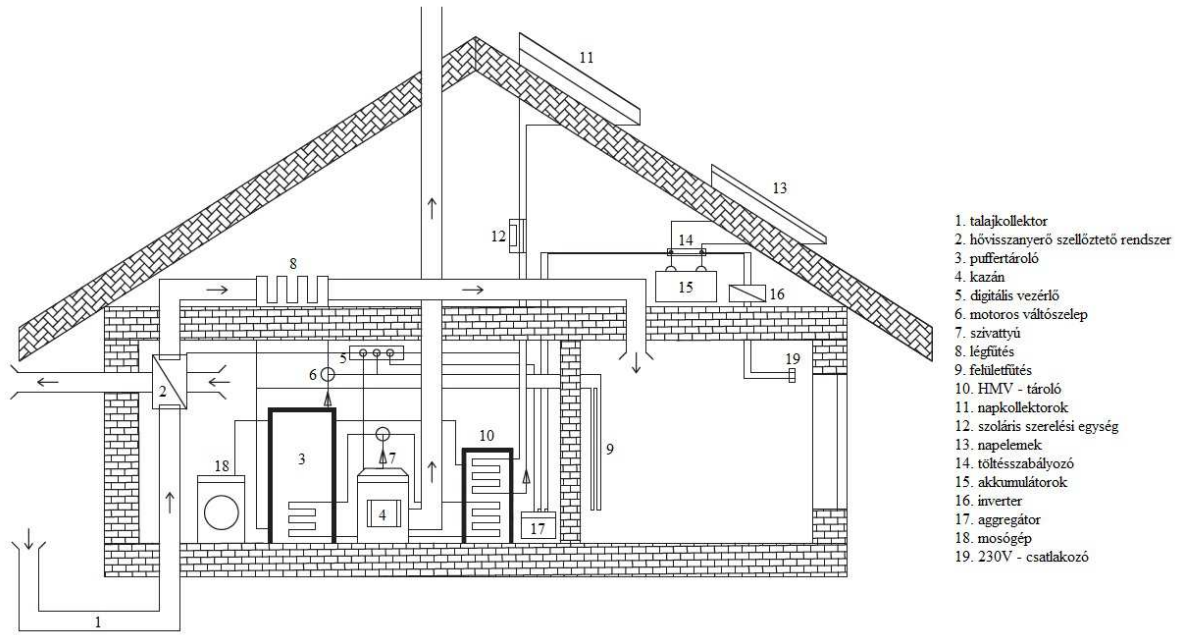
Az elektromos áram előállításáról napelemek gondoskodnak, melyek megfelelő méretezésével éves szinten a 70%-ban fedezhetjük az elektromos energia igényünket. A rendszer kiegészítése egy bioetanollal működő aggregátor, mely szükség esetén kiegészíti az elektromos áram termelést. A rendszer főbb elemei:

- napelemek
- töltésszabályozó
- akkumulátorok
- inverter
- aggregátor
- vezetékek



8. ábra. Az elektromos energiát termelő napelemes rendszer koncepciója [21]

Az épület bioszolár energiaellátó rendszerének vázlata:



9. ábra. Az épület bioszolár energiaellátó rendszerének koncepciója [19]

**3.6.1. A fűtési rendszer méretezése**

A kazán névleges teljesítményének ( $P_k$ ) meghatározása (kW):

$$P_k = (Q_{fmax} + Q_{hmv}) / (t_n - t_{fel}) / (\eta * f_f * f_h) \quad (1.11.)$$

ahol:

- $Q_{fmax}$  – a maximális fűtési hőigény az idény során
- $Q_{hmv}$  – használati melegvíz előállításának az igénye
- $t_n$  - napi maximális fűtésre szánt idő
- $t_{fel}$  – kazán üzemi hőmérsékletre való felfűtésének az ideje
- $\eta$  – kazán hatásfoka / 100
- $f_f$  – fűtési rendszer kihasználási foka
- $f_h$  – egyéb hőveszteségek csökkentési tényezője

A hőtároló méretének ( $V_p$ ) meghatározása (liter):

$$V_p = Q_{fmax} / (c * T_{max} - T_{min}) / f_f \quad (1.12.)$$

ahol:

- $Q_{fmax}$  – a maximális fűtési hőigény az idény során
- $c$  – a víz fajhője
- $T_{max}$  – a tároló vizének maximális hőmérséklete
- $T_{min}$  – az a minimális hőmérséklet, amely alatt hasznos hő nem nyerhető ki a tárolóból
- $f_f$  – fűtési rendszer kihasználási foka

**3.6.2. A HMV - ellátó rendszer méretezése**

A HMV – tároló méretének ( $V_{hmv}$ ) meghatározása (liter):

$$V_{hmv} = P * v * 1,3 \quad (1.13.)$$

ahol:

- $P$  – felhasználó személyek száma
- $v$  – személyenkénti melegvíz felhasználás/nap

A napkollektorok felületének ( $K_f$ ) meghatározása ( $m^2$ ):

$$K_f = 1,2 * (Q_{hmv} / k * Q_{knyár}) \quad (1.14.)$$

ahol:

1,2 - a külső veszteségeket és a meteorológiai ingadozásokat figyelembe vevő tényező

$Q_{hmv}$  – használati melegvíz előállításának az energiaigénye

$k$  – a tájolás és dőlésszög hatását figyelembe vevő tényező

$Q_{knyár}$  – nyári hónapokban a kollektorok által hasznosítható hőmennyiség

$$K_{f70} = K_f * 1,5 \quad (1.15.)$$

$K_{f70}$  – az a kollektor felület amely éves szinten 70%-ban képes fedezni a HMV-igényt, valamint a nyári hónapok alatt termelt többlet hő segítségével mosásra használt melegvizet állít elő.

A napkollektorok által HMV – előállításra begyűjthető hasznos hőenergia ( $Q_k$ ) meghatározása (kWh/év):

$$Q_k = Q_{hmv} * S_r \quad (1.16.)$$

ahol:

$Q_{hmv}$  – használati melegvíz előállításának az energiaigénye

$S_r$  – szoláris részarány százalékban / 100

### 3.6.3. Az elektromos ellátó rendszer méretezése

A szükséges napelemek felületének ( $N_f$ ) meghatározása ( $m^2$ ):

$$N_f = E_{el} / (Q_{nyár} * \eta_n * f_n) \quad (1.17.)$$

ahol:

$E_{el}$  - elektromos készülékek energiaigénye

$Q_{nyár}$  – nyári hónapokban a déli tájolású  $45^\circ$ -os dőlésszögű felületre érkező átlagos napsugárzás

$\eta_n$  – napelemek hatásfoka / 100

$f_n$  – veszteségeket figyelembevevő tényező

Az inverter teljesítményének ( $P_{inv}$ ) meghatározása (W):

Az invertert az egy időpillanatban elképzelhető legnagyobb fogyasztásra kell méretezni. Ha minden olyan berendezés teljesítményét összeadjuk, amik egyszerre működhetnek a való életben, akkor megkaptuk az inverter minimális névleges teljesítményét. Ennél még szükség lehet nagyobbra, ha vannak nagy árammal induló berendezéseink [9].

$$P_{inv} = P_{név} + (P_{név} * 0,5) \quad (1.18.)$$

ahol:

$P_{név}$  – az inverter névleges teljesítménye

0,5 – a nagy árammal induló berendezéseket figyelembe vevő biztonsági szorzó

Az akkumulátorok megfelelő méretének ( $C_{akku}$ ) meghatározása (Ah):

Az akkumulátor megfelelő méretezése garantálja, hogy az inverter ki tudja szolgálni a magas teljesítmény igényű fogyasztókat is. Néhány fogyasztó, mint például a hűtő, fagyasztó, szivattyú indításkor nagyon magas áramot vesz fel egy rövid ideig, ezen készülékek kiszolgálásához fontos a megfelelő inverter kiválasztása nagyon magas túlterhelési kapacitással. Az akkumulátort szintén megfelelően kell méretezni, hogy elegendő áramot szolgáltatson az inverter felé [8].

$$C_{\text{akku}} = 5 * P_{\text{inv}} / U_{\text{akku}} \quad (1.19.)$$

ahol:

$P_{\text{inv}}$  - az inverter teljesítménye

$U_{\text{akku}}$  - a rendszer megválasztott feszültsége

A sziget üzemű hibrid rendszer feszültségét a terhelés függvényében kell meghatározni. Minél magasabb a terhelés, annál magasabb rendszer feszültséget kell választanunk. Ha nem csatlakoztatunk egyenáramú 12 V-os fogyasztókat egy magasabb rendszer feszültség megválasztása javasolt 24 V vagy 48 V, hogy csökkenthessük az egyenáramot a hálózatban. Minél magasabbra választjuk a rendszer feszültségét, annál kisebb az áram és így javul a rendszer hatásfoka, mivel kisebb a veszteség.

A napelemek segítségével előállítható hasznos el. energia ( $E_n$ ) meghatározása (kWh/év):

$$E_n = Q_{\text{év}} * \eta_n * f_n * N_f \quad (1.20.)$$

ahol:

$Q_{\text{év}}$  - a déli tájolású 45°-os dőlésszögű felületre érkező éves átlagos sugárzásösszeg

$\eta_n$  - napelemek hatásfoka / 100

$f_n$  - veszteségeket figyelembevevő tényező

$N_f$  - napelemek felülete

Az aggregátor névleges teljesítményének ( $P_a$ ) meghatározása (W):

Az aggregátort is az egy időpillanatban elképzelhető legnagyobb fogyasztásra kell méretezni. Tehát:

$$P_a = P_{\text{név}} \quad (1.21.)$$

$P_{\text{név}}$  - az inverter névleges teljesítménye

### 3.7. Az épület üzemeltetéséhez szükséges energia

Az épületek üzemeltetéséhez szükséges energia ( $E_{\text{épület}}$ ) vagy az épület teljes energiafelhasználásának meghatározása (kWh/év):

$$E_{\text{épület}} = E_h + E_e \quad (1.22.)$$

ahol:

$E_{\text{épület}}$  - az épület teljes energiafelhasználása egy évre vetítve (kWh/év)

$E_h$  - a végső hőfelhasználás (kWh/év)

$E_e$  - végső elektromos energia felhasználás (kWh/év)

A végső hőfelhasználás ( $E_h$ ) meghatározása (kWh/év):

$$E_h = Q_{\text{fv}} + Q_{\text{hmvv}} \quad (1.23.)$$

ahol:

$Q_{\text{fv}}$  - végső fűtési energiafelhasználás

$Q_{\text{hmvv}}$  - HMV - előállítás végső energiafelhasználása

A fűtési végső energiafelhasználás ( $Q_{\text{fv}}$ ) meghatározása (kWh/év):

$$Q_{\text{fv}} = Q_f / (\eta * f_f * f_h * f_{sz}) \quad (1.24.)$$

ahol:

$Q_f$  - fűtési energiaigény

$\eta$  – kazán hatásfoka / 100  
 $f_f$  – fűtési rendszer kihasználási foka  
 $f_h$  – egyéb hőveszteségek csökkentési tényezője  
 $f_{sz}$  – szabályozási veszteségeket figyelembevevő tényező

A HMV – előállítás végső energiafelhasználásának ( $Q_{hmvv}$ ) meghatározása (kWh/év):

$$Q_{hmvv} = (Q_{hmv} - Q_k) / (\eta * f_f) \quad (1.25.)$$

ahol:

$Q_{hmv}$  - használati melegvíz előállításának az energiaigénye  
 $Q_k$  – a napkollektorok által HMV – előállításra begyűjthető hasznos hőenergia  
 $\eta$  – kazán hatásfoka / 100  
 $f_f$  – fűtési rendszer kihasználási foka

A végső elektromos energia felhasználás ( $E_e$ ) meghatározása (kWh/év):

$$E_e = (E_{el} - E_n) / (\eta_a * f_r) \quad (1.26.)$$

ahol:

$E_{el}$  - az elektromos készülékek energiaigénye  
 $E_n$  – a napelemek segítségével előállítható hasznos el. energia  
 $\eta_a$  – az aggregátor hatásfoka / 100  
 $f_r$  – az el. energiát ellátó rendszer kihasználási foka

## 4. SZÁMÍTÁS

### 4.1. Számítás menete:

- 1. feladat** Az épület teljes energiaigényének ( $E_t$ ) kiszámítása
- 2. feladat** Az energia ellátó rendszer paramétereinek kiszámítása
- 3. feladat** A végső energiafelhasználás kiszámítása

A számításokhoz egy általam elkészített program nyújtott segítséget, melyet Microsoft Excel táblázatkezelőben valósítottam meg.

A számításhoz és tervezéshez szükséges képleteket az épület audithoz a következő irodalmak alapján állítottam össze [21-23]. A napkollektoros és napelemes rendszerek tervezéséhez a számítási alapokat a Metall Glass Kft. szolgáltatta.



Cell	Parameter	Value	Unit
14	1. Feladat		
15	Az épület teljes energiaigényének számítása		
16	Transzmissziós hőveszteségek számítása		
17	$U_f$ falazat hőátbocsátási tényezője	0,12	W/m <sup>2</sup> K
18	$U_{fd}$ földem hőátbocsátási tényezője	0,15	W/m <sup>2</sup> K
19	$U_p$ padló hőátbocsátási tényezője	0,15	W/m <sup>2</sup> K
20	$U_{ny}$ nyílászárók hőátbocsátási tényezője	0,8	W/m <sup>2</sup> K
21	$\rho$ levegő sűrűsége	1,20	kg/m <sup>3</sup>
22	$c$ levegő fajhője	0,28	Wh/kg
23	$t_k$ kinti hőmérséklet	3,00	°C
24	$t_r$ talaj hőmérséklete	7,00	°C
25	$t_b$ benti hőmérséklet	20,00	°C
26	$F_n$ fűtési napok száma	182	nap
27	$Q_t$ transzmissziós hőveszteség	20135	Wh/nap
28	$Q_t$ transzmissziós hőveszteség	3665	kWh/év
29	Szellőzési hőveszteségek számítása		
30	$\rho$ levegő sűrűsége	1,20	kg/m <sup>3</sup>
31	$c$ levegő fajhője	0,28	Wh/kg
32	$T_k$ kintről bejövő felmelegített levegő hő	12,00	°C
33	$T_b$ benti hőmérséklete	20,00	°C
34	$n$ légcsereszám	0,50	
35	$V$ épület légtérfogata	250,00	m <sup>3</sup>
36	$F_n$ fűtési napok száma	182	nap
37	$Q_{sz}$ szellőzési hőveszteség	8064	Wh/nap
38	$Q_{sz}$ szellőzési hőveszteség	1468	kWh/év
39	Napsugárzásból nyerhető hőenergia az ablakokon keresztül		
40	$S$ téli átlagos napi sugárzásösszeg	2140	Wh/m <sup>2</sup> nap
	<b>Puffertároló méreteinek meghatározása</b>		
	$c$ víz fajhője		1,16 Wh/kg
	$T_{max}$ tároló vizének max. hőmérséklete		60 °C
	$T_{min}$ min. hőm. amely alatt hő nem nyerhető ki a tárolóból		30 °C
	$Q_{max}$ max fűtési igény a szezonban		29,4 kWh/nap
	$f_r$ fűtési rendszer kihasználási foka		0,9
	$V_p$ puffertároló szükséges mérete		939 liter
	$V_p$ puffertároló mérete kerekítve		1000 liter
	<b>A HMV - tároló méreteinek meghatározása</b>		
	$jel$ jel		mérőszám egység
	$P$ felhasználó személyek száma		4 fő
	$v$ személyenkénti vízfelhasználás		50 liter/nap
	biztonsági szorzó		1,3
	$V_{HMV}$ HMV - tároló mérete		260 liter
	$V_{HMV}$ HMV - tároló mérete kerekítve		300 liter
	<b>HMV-et előállító napkollektoros rendszer</b>		
	$Q_{HMV}$ HMV előállítás hőigénye		8,9 kWh/nap
	veszteségeket figyelembe vevő tényező		1,2
	$k$ a tájolás szögét figyelembe vevő tényező		1
	$Q_{nyár}$ a nyári hónapokban használható hő		2,8 kWh/m <sup>2</sup> nap
	$K_f$ szükséges kollektor felület		3,8 m <sup>2</sup>
	<b>Kollektor felület számítása mely 70%-ban képes fedezni a HMV-igényt</b>		
	$K_f$ szükséges kollektor felület		3,8 m <sup>2</sup>

10. ábra. Az általam készített számítások elvégző Exceles program

A számításhoz szükséges releváns mennyiségek:

Az épület jellege: családi ház

Lakó személyek száma: 4 fő

6. táblázat. Az épületre jellemző adatok

jel	mennyiség	mérőszám	egység
A	az épület nettó lakóterülete	100	m <sup>2</sup>
h	belmagassága	2,5	m
V	fűtött térfogat	250	m <sup>3</sup>
$A_l$	lehűlő felület összesen	300	m <sup>2</sup>
$A_{fal}$	falazat felülete	84	m <sup>2</sup>
$A_{föd}$	födém felülete	100	m <sup>2</sup>
$A_{padló}$	padló felülete	100	m <sup>2</sup>
$A_{üveg}$	üvegezett felület	16	m <sup>2</sup>
	déli oldalon	10	m <sup>2</sup>

7. táblázat. A épületet határoló elemekre jellemző adatok:

Határoló elemek jellemzése:	felület (m <sup>2</sup> )	szigetelés hővezetési tényezője (W/mK)	szigetelés mértéke (cm)	U - hőátbocsátási tényező (W/m <sup>2</sup> *K)
falazat	84	0,04	30	0,12

födém	100	0,04	25	0,15
padló	100	0,04	25	0,15
nyílászárók	16	n.a.	n.a.	0,8

Az U – hőátbocsátási értékek korrigálva vannak a gyengén hőhidas épülethatároló szerkezetek korrekciós tényezőjével.

$$U_{it} * (1 + \chi_{it})$$

$\chi$  – hőhidak hatását jellemző korrekciós tényező

8. táblázat. Éghajlatra jellemző adatok

jel	mennyiség	mérőszám	egység
F <sub>n</sub>	Fűtési napok száma	182	nap
T <sub>k</sub>	Fűtési hónapokra vetített átlagos külső hőmérséklet	3	°C
T <sub>b</sub>	Méretezési belső hőmérséklet	20	°C
ΔT	Átlagos hőmérséklet különbség	17	°C

9. táblázat. A fűtési hónapokra jellemző átlaghőmérsékletek (°C)

hónap	jan.	febr.	márc.	okt.	nov.	dec.	átlagosan
°C	-2	-1	6	9	5	0	3

10. táblázat. Déli tájolású, függőleges felületre érkező átlagos napi sugárzásösszeg (Wh/m<sup>2</sup> nap)

hónap	jan.	febr.	márc.	okt.	nov.	dec.	átlagosan
Wh/m <sup>2</sup> nap	1530	2239	2864	3027	1849	1348	2143

11. táblázat. Déli tájolású, 45°-os dőlésszögű felületre érkező átlagos sugárzásösszeg (kWh/m<sup>2</sup>nap)

hónap	január	február	március	április	május	június	július	augusztus	szeptember	október	november	december
kWh/m <sup>2</sup> nap	1,75	2,63	3,37	4,78	5,37	5,28	5,50	5,09	4,53	3,25	1,91	1,21

12. táblázat. A számításokhoz szükséges egyéb mennyiségek jellemzői

jel	mennyiség	mérőszám	egység
ρ <sub>l</sub>	levegő sűrűsége	1,20	kg/m <sup>3</sup>
c <sub>l</sub>	levegő fajhője	0,28	Wh/kg
P	lakó személyek száma	4	fő
q <sub>p</sub>	egy fő átlagos hőleadása	100	Wh
v	személyenkénti vízfelhasználás	50	liter/nap
c <sub>v</sub>	víz fajhője	1,16	Wh/kg
ρ <sub>v</sub>	víz sűrűsége	1	kg/m <sup>3</sup>

### 1. Feladat

Az épület teljes energiaigényének ( $E_t$ ) a kiszámítása.

#### 1. lépés

Transzmissziós hőveszteségek ( $Q_t$ ) számítása az (1.3.) képlet alapján történt (kWh/év), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

13. táblázat. Transzmissziós hőveszteségek számítása

jel	mennyiség	mérőszám	egység
$U_f$	falazat hőátbocsátási tényezője	0,12	W/m <sup>2</sup> K
$U_{fö}$	födém hőátbocsátási tényezője	0,15	W/m <sup>2</sup> K
$U_p$	padló hőátbocsátási tényezője	0,15	W/m <sup>2</sup> K
$U_{ny}$	nyílászárók hőátbocsátási tényezője	0,8	W/m <sup>2</sup> K
$\rho$	levegő sűrűsége	1,20	kg/m <sup>3</sup>
$c$	levegő fajhője	0,28	Wh/kg
$t_k$	kinti hőmérséklet	3,00	°C
$t_f$	talaj hőmérséklete	7,00	°C
$t_b$	benti hőmérséklet	20,00	°C
$F_n$	fűtési napok száma	182	nap
$Q_t$	transzmissziós hőveszteség	20135	Wh/nap
$Q_t$	transzmissziós hőveszteség	<b>3665</b>	kWh/év

#### 2. lépés

Szellőzési hőveszteség ( $Q_{sz}$ ) számítása a (1.4.) képlet alapján történt (kWh/év), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

14. táblázat Szellőzési hőveszteségek számítása

jel	mennyiség	mérőszám	egység
$\rho$	levegő sűrűsége	1,20	kg/m <sup>3</sup>
$c$	levegő fajhője	0,28	Wh/kg
$T_k$	kintről bejövő felmelegített levegő hőm.	12,00	°C
$T_b$	benti levegő hőmérséklete	20,00	°C
$n$	légcsereszám	0,50	
$V$	épület légtérfogata	250,00	m <sup>3</sup>
$F_n$	fűtési napok száma	182	nap
$Q_{sz}$	szellőzési hőveszteség	8064	Wh/nap
$Q_{sz}$	szellőzési hőveszteség	<b>1468</b>	kWh/év

#### 3. lépés

A napsugárzásból nyert hőenergia ( $Q_s$ ) számítása az (1.6.) képlet alapján történt (kWh/év), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

15. táblázat. Napsugárzásból nyerhető hőenergia az ablakokon keresztül

jel	mennyiség	mérőszám	egység
$S$	téli átlagos napi sugárzásösszeg*	2140	Wh/m <sup>2</sup> nap

$A_a$	déli oldalra eső ablakok felülete	10	$m^2$
$f_a$	ablaküvegezési arány	0,75	
$f_b$	csökkentési tényező szennyeződés miatt	0,9	
$g$	ablakok összenergia átbocsátó tényezője	0,65	
$F_n$	fűtési napok száma	182	nap
$Q_s$	napsugárzásból nyerhető energia	9389	Wh/nap
$Q_s$	napsugárzásból nyerhető energia	<b>1709</b>	kWh/év

\* - Déli tájolású, függőleges felületre érkező átlagos napi sugárzásösszeg  $Wh/m^2$ nap

#### 4. lépés

A személyek által leadott hő ( $Q_p$ ) számítása az (1.7.) képlet alapján történt (kWh/év), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

16. táblázat. Személyek által leadott hő

jel	mennyiség	mérőszám	egység
P	lakó személyek száma	4	fő
$q_p$	egy fő átlagos hőleadása	100	Wh
t	napi tartózkodási idő az épületben	10	óra (h)
$F_n$	fűtési napok száma	182	nap
$Q_p$	személyek által leadott hő	4000	Wh/nap
$Q_p$	személyek által leadott hő	<b>728</b>	kWh/év

#### 5. lépés

Az elektromos készülékek hulladékhőjének ( $Q_e$ ) számítása az (1.8.) képlet alapján történt (kWh/év), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

17. táblázat. Elektromos készülékek hulladékhője

jel	mennyiség	mérőszám	egység
$E_{el}$	elektromos készülékek energiaigénye	8000	Wh/nap
	az el.készülékek hulladékhőjének a helyiségre jutó hányada	0,25	
$F_n$	fűtési napok száma	182	nap
$Q_e$	elektromos készülékek hulladékhője	2000	Wh/nap
$Q_e$	elektromos készülékek hulladékhője	<b>364</b>	kWh/év

#### 6. lépés

A hőnyereség ( $Q_{ny}$ ) számítása az (1.5.) képlet alapján történt (kWh/év), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

18. táblázat. A hőnyereség számítása

jel	mennyiség	mérőszám	egység
$Q_s$	napsugárzásból nyerhető energia	1709	kWh/év
$Q_p$	személyek által leadott hő	728	kWh/év
$Q_e$	elektromos készülékek hulladékhője	364	kWh/év

$Q_{ny}$	hőnyereség	<b>2801</b>	kWh/év
----------	------------	-------------	--------

### 7. lépés

A fűtési hőenergia igény ( $Q_f$ ) számítása az (1.2.) képlet alapján történt (kWh/év), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

19. táblázat. A fűtési hőigény számítása

jel	mennyiség	mérőszám	egység
$Q_t$	transzmissziós hőveszteség	3665	kWh/év
$Q_{sz}$	szellőzési hőveszteség	1468	kWh/év
$Q_{ny}$	hőnyereség	2801	kWh/év
$Q_f$	fűtési hőigény	<b>2331</b>	kWh/év

### 8. lépés

A használati melegvíz előállítás (HMV) energiaigényének ( $Q_{hmv}$ ) számítása az (1.9.) képlet alapján történt (kWh/év), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

20. táblázat. A használati melegvíz előállításának energiaigénye

jel	mennyiség	mérőszám	egység
	vesztéseket figyelembe vevő szorzó	1,1	
P	lakó személyek száma	4	fő
v	személyenkénti vízfelhasználás	50	liter/nap
c	víz fajhője	1,16	Wh/kg
$T_h$	hideg víz hőmérséklete	10	°C
$T_m$	meleg víz hőmérséklete	45	°C
	napok száma egy évben	365	nap
$Q_{hmv}$	HMV előállításának energiaszükséglete	8932	Wh/nap
$Q_{hmv}$	HMV előállításának energiaszükséglete	<b>3260</b>	kWh/év

### 9. lépés

Az elektromos készülékek energiaigényének ( $E_{el}$ ) becslése az (1.10.) képlet alapján történt (kWh/év), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

21. táblázat. Napi elektromos energiaigény becslése

energiatakarékos készülékek	darab (db)	teljesítmény (W)	használati idő (h/nap)	energiaigény naponta (Wh/nap)	
rekuperátor	2	50	20	2000	
szivattyú	3	25	10	750	
szabályozó	2	25	24	1200	
mikrohullámú sütő	1	800	0,4	320	
indukciós főzőlap	1	1500	1	1500	
mosógép*	1	800	0,3	240	
vasaló**	1	1000	0,15	150	

hűtőszekrény (fagyasztóval)	1	30	24	720	
tv	1	70	4	280	
notebook	2	50	4	400	
világítás (LED)	8	10	5	400	
$E_{el}$ az elektromos készülékek energiaigénye				<b>7960</b>	Wh/nap
$E_{el}$ az elektromos készülékek energiaigénye				<b>2905</b>	kWh/év

\* - A mosógép fűtőszállal nem rendelkezik mivel a mosáshoz szükséges melegvizet a napkollektorok illetve a kazán állítja elő. Így az adagoló, szabályozó és forgódob működtetéséhez szükséges teljesítmény csupán 800 W, ezzel a módszerrel napi 1 kWh megtakarítható.

\*\* - egy hatékony vasaló működéséhez nem szükséges 2000 W-os teljesítmény.

## 10. lépés

Az épület teljes energiaigényének számítása ( $E_t$ ) az (1.1.) képlet alapján történt (kWh/év), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

22. táblázat. Az épület teljes energiaigényének számítása

jel	mennyiség	mérőszám	egység
$Q_f$	fűtési hőigény	2331	kWh/év
$Q_{hmv}$	HMV előállításának energiaszükséglete	3260	kWh/év
$E_{el}$	elektromos készülékek energiaigénye	2920	kWh/év
$E_t$	az épület teljes energiaigénye	<b>8512</b>	kWh/év

## Eredmények

23. táblázat. Az épület energiaigényének eredményei

jel	mennyiség	mérőszám	egység
$Q_f$	fűtési hőigény	<b>2331</b>	kWh/év
$Q_{hmv}$	HMV előállításának energiaszükséglete	<b>3260</b>	kWh/év
$E_{el}$	elektromos készülékek energiaigénye	<b>2920</b>	kWh/év
$E_t$	az épület teljes energiaigénye	<b>8512</b>	kWh/év
<b>Eredmények a hasznos alapterületre vonatkoztatva</b>			
$Q_f$	fajlagos fűtési hőigény	<b>23</b>	kWh/m <sup>2</sup> év
$E_t$	az épület fajlagos energiaigénye	<b>85</b>	kWh/m <sup>2</sup> év

## 2. Feladat

Az energia ellátó rendszer paramétereinek számítása.

### 11. lépés

A kazán névleges teljesítményének számítása ( $P_k$ ) az (1.11.) képlet alapján történt (kWh), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

24. táblázat. Kazán névleges teljesítményének a számítása

jel	mennyiség	mérőszám	egység
$t_n$	napi maximális fűtésre szánt idő	3	h
$Q_{fmax}$	legmagasabb hőigény a fűtési szezonban	29,4	kWh/nap
$Q_{hmv}$	HMV előállítás hőigénye	8,9	kWh/nap
$t_{fel}$	kazán felfűtési ideje	0,5	h
$\eta$	kazán hatásfoka	75	%
$f_f$	fűtési rendszer kihasználási foka	0,9	
$f_h$	egyéb hővesztések csökkentési tényezője	0,9	
$P_k$	kazán névleges teljesítménye	<b>25</b>	kW

### 12. lépés

A hőtároló méretének ( $V_p$ ) számítása az (1.12.) képlet alapján történt (liter), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

25. táblázat. Puffertároló méreteinek meghatározása

jel	mennyiség	mérőszám	egység
c	víz fajhője	1,16	Wh/kg
$T_{max}$	tároló vizének max. hőmérséklete	60	°C
$T_{min}$	min. hőm. amely alatt hő nem nyerhető ki a tárolóból	30	°C
$Q_{fmax}$	max fűtési igény a szezonban*	29,4	kWh/nap
$f_f$	fűtési rendszer kihasználási foka	0,9	
$V_p$	puffertároló szükséges mérete	<b>939</b>	liter
$V_p$	puffertároló mérete kerekítve	<b>1000</b>	liter

\* - A maximális fűtési igény a lehidegebb hónapban (január) előforduló fűtési igény (kWh/nap) melybe nincs beleszámolva a napsugárzásból nyerhető hő, tehát egész napos borult időt feltételezünk.

### 13. lépés

A HMV – tároló méretének ( $V_{hmv}$ ) számítása az (1.13.) képlet alapján történt (liter), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

26. táblázat. A HMV - tároló méretének meghatározása

jel	mennyiség	mérőszám	egység
P	felhasználó személyek száma	4	fő
v	személyenkénti vízfelhasználás	50	liter/nap
	biztonsági szorzó	1,3	
$V_{hmv}$	HMV - tároló mérete	<b>260</b>	liter

$V_{hmv}$	HMV - tároló mérete kerekítve	<b>300</b>	liter
-----------	-------------------------------	------------	-------

#### 14. lépés

A napkollektorok felületének ( $K_f$ ) számítása az (1.14.) képlet alapján történt ( $m^2$ ), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

27. táblázat. HMV-et előállító napkollektoros rendszer

jel	mennyiség	mérőszám	egység
$Q_{hmv}$	HMV előállítás hőigénye	8,9	kWh/nap
	vesztéseket figyelembe vevő tényező	1,2	
k	a tájolás szögét figyelembe vevő tényező	1	
$Q_{knyár}$	a nyári hónapokban hasznosítható hő	2,8	kWh/m <sup>2</sup> nap
$K_f$	szükséges kollektor felület	<b>3,8</b>	m <sup>2</sup>

#### 15. lépés

Kollektor felület ( $K_{f70}$ ) számítása az (1.15.) képlet alapján történt ( $m^2$ ), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

28. táblázat. Kollektor felület számítása mely 70%-ban képes fedezni a HMV-igényt

jel	mennyiség	mérőszám	egység
$K_f$	szükséges kollektor felület	3,8	m <sup>2</sup>
	közelítési szorzó	1,5	
$K_{f70}$	kollektor felület mely évi 70%-ban fedezi a HMV	<b>5,7</b>	m <sup>2</sup>

#### 16. lépés

A napkollektorok által HMV – előállításra begyűjthető hasznos hőenergia ( $Q_k$ ) számítása az (1.16.) képlet alapján történt (kWh/év), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

29. táblázat. A kollektorok által HMV-előállításra hasznosan begyűjthető hő

jel	mennyiség	mérőszám	egység
$Q_{hmv}$	HMV előállítás hőigénye	3260	kWh/nap
$S_r$	szoláris részarány	70	%
$Q_k$	kollektorok által begyűjthető napenergia	<b>2282</b>	kWh/év

#### 17. lépés

A szükséges napelemek felületének ( $N_f$ ) számítása az (1.17.) képlet alapján történt ( $m^2$ ), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

30. táblázat. Napelemek felületének meghatározása

jel	mennyiség	mérőszám	egység
$E_{el}$	elektromos készülékek energiaigénye	8000	Wh/nap
$Q_{nyár}$	nyári hónapokban a déli tájolású felületre érkező átlagos sugárzás	5000	Wh/nap
$\eta_n$	napelemek hatásfoka	15	%
$f_n$	vesztéseket figyelembe vevő tényező	0,9	
$N_f$	napelemek felülete	<b>12</b>	m <sup>2</sup>

#### 18. lépés



Az inverter teljesítményének ( $P_{inv}$ ) számítása az (1.18.) képlet alapján történt (W), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

31. táblázat. Az inverter teljesítményének meghatározása

jel	mennyiség	mérőszám	egység
$P_{n\acute{e}v}$	az inverter névleges teljesítménye	2000	W
	biztonsági szorzó	0,5	
$P_{inv}$	az inverter teljesítménye	<b>3000</b>	W

## 19. lépés

Az akkumulátorok megfelelő méretének ( $C_{akku}$ ) számítása az (1.19.) képlet alapján történt (Ah), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

32. táblázat. Az akkumulátorok méretének meghatározása

jel	mennyiség	mérőszám	egység
$P_{inv}$	az inverter teljesítménye	3000	Wh
$U_{akku}$	a rendszer megválasztott feszültsége	24	V
$C_{akku}$	az akkumulátorok mérete	<b>625</b>	Ah

## 20. lépés

A napelemek segítségével előállítható hasznos el. energia ( $E_n$ ) számítása az (1.20.) képlet alapján történt (kWh/év), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

33. táblázat. Napelemekkel előállítható hasznos el. energia

jel	mennyiség	mérőszám	egység
$N_f$	napelemek felülete	12	m <sup>2</sup>
$Q_{\acute{e}v}$	a déli tájolású 45°-os dőlésszögű felületre érkező átlagos éves sugárzásösszeg	1250	kWh/m <sup>2</sup> év
$\eta_n$	napelemek hatásfoka	15	%
$f_n$	vesztéseket figyelembe vevő tényező	0,9	
$E_n$	napelemekkel előállítható hasznos el. Energia	<b>2000</b>	kWh/év

## 21. lépés

Az aggregátor névleges teljesítményének ( $P_a$ ) számítása az (1.21.) képlet alapján történt (W), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

34. táblázat. Az aggregátor névleges teljesítményének meghatározása

jel	mennyiség	mérőszám	egység
$P_{n\acute{e}v}$	az inverter névleges teljesítménye	2000	W
$P_a$	aggregátor névleges teljesítménye	<b>2000</b>	W

### 3. Feladat

A végső energiafelhasználás kiszámítása ( $E_{\text{épület}}$ ).

#### 22. lépés

A végső fűtési energiafelhasználás ( $Q_{\text{fv}}$ ) számítása az (1.24.) képlet alapján történt (kWh/év), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

35. táblázat. A végső fűtési energiafelhasználás

jel	mennyiség	mérőszám	egység
$Q_f$	fűtési hőigény	2331	kWh/év
$\eta$	kazán hatásfoka	75	%
$f_f$	fűtési rendszer kihasználási foka	0,9	
$f_h$	egyéb hőveszteségek csökkentési tényezője	0,9	
$f_{sz}$	szabályozási veszteségek	0,9	
$Q_{\text{fv}}$	végső fűtési energiafelhasználás	<b>4264</b>	kWh/év

#### 23. lépés

A HMV – előállítás végső energiafelhasználásának ( $Q_{\text{hmv}}$ ) számítása az (1.25.) képlet alapján történt (kWh/év), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

36. táblázat. A HMV - előállítás végső energiafelhasználása

jel	mennyiség	mérőszám	egység
$Q_{\text{hmv}}$	HMV előállításának energiaszükséglete	3260	kWh/év
$Q_k$	kollektorok által hasznosan begyűjthető hő HMV előállításra	2282	kWh/év
$\eta$	kazán hatásfoka	75	%
$f_f$	fűtési rendszer kihasználási foka	0,9	
$Q_{\text{hmv}}$	a HMV - előállítás végső energiafelhasználása	<b>1449</b>	kWh/év

#### 24. lépés

A végső hőfelhasználás ( $E_h$ ) számítása az (1.23.) képlet alapján történt (kWh/év), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

37. táblázat. A végső hőfelhasználás meghatározása

jel	mennyiség	mérőszám	egység
$Q_{\text{fv}}$	végső fűtési energiafelhasználás	4264	kWh/év
$Q_{\text{hmv}}$	a HMV - előállítás végső energiafelhasználása	1449	kWh/év
$E_h$	végső hőfelhasználás	<b>5713</b>	kWh/év

#### 25. lépés

A végső elektromos energia felhasználás ( $E_e$ ) számítása az (1.26.) képlet alapján történt (kWh/év), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

38. táblázat. A végső elektromos energiafelhasználás

jel	mennyiség	mérőszám	egység
$E_{\text{el}}$	elektromos készülékek energiaigénye	2920	kWh/év
$E_n$	napelemek segítségével előállítható hasznos el. Energia	2000	kWh/év
$\eta_a$	az aggregátor hatásfoka	25	%
$f_r$	az el. Energiát termelő rendszer kihasználási foka	0,9	

<b>E<sub>e</sub></b>	végső elektromos energiafelhasználás	<b>4089</b>	kWh/év
----------------------	--------------------------------------	-------------	--------

## 26. lépés

Az épület teljes energiafelhasználásának ( $E_{\text{épület}}$ ) számítása az (1.22.) képlet alapján történt (kWh/év), eredményeit a következő táblázat foglalja össze.

39. táblázat. Az épület teljes energiafelhasználásának meghatározása

jel	menyiség	mérőszám	egység
$E_h$	végső hőfelhasználás	5713	kWh/év
$E_e$	végső elektromos energiafelhasználás	4089	kWh/év
$E_{\text{épület}}$	az épület teljes energiafelhasználása	<b>9802</b>	kWh/év

## Eredmények

40. táblázat. Az épület teljes energiafelhasználásának eredményei

$Q_{fv}$	végső fűtési energiafelhasználás	<b>4264</b>	kWh/év
$Q_{hmvv}$	a HMV - előállítás végső energiafelhasználása	<b>1449</b>	kWh/év
$E_h$	végső hőfelhasználás	<b>5713</b>	kWh/év
$E_e$	végső elektromos energiafelhasználás	<b>4089</b>	kWh/év
$E_{\text{épület}}$	az épület teljes energiafelhasználása	<b>9802</b>	kWh/év
<b>Eredmények a hasznos alapterületre vonatkoztatva</b>			
$Q_{fv}$	fajlagos fűtési energiafelhasználás	<b>43</b>	kWh/m <sup>2</sup> év
$E_{\text{épület}}$	fajlagos energiafelhasználás	<b>98</b>	kWh/m <sup>2</sup> év

Az eredmények tükrében tervezett energia-ellátó rendszer energiahasznosítási hatásfoka ( $E_t / E_{\text{épület}}$ ) \* 100 = (85 kWh/m<sup>2</sup>év / 98 kWh/m<sup>2</sup>év) \* 100 = **87%**

## 4.2. Beruházási költségek becslése

A beruházási költségek becslését a magyarországi piacon elérhető termékekből állítottam össze, a következő cégek árajánlatai alapján (Jüllich Glas Holding Zrt., Naplopó Kft., NRG-ECO-STORE hálózat, Gridsolar Kft., Fűtés-Üzletház Bt.).

41. táblázat. Fűtési rendszer kialakításához javasolt alapvető összetevők

<b>Eszköz</b>	<b>típus</b>	<b>mennyiség (db)</b>	<b>ár (Ft)</b>
Kazán	vegyestüzelésű Sz25	1	200000
Puffertároló	DRAZICE SB-SPS 1000 S	1	300000
Digitális vezérlőberendezés	STECA TR 0402	1	65000
Tágulási tartály	Flexcon 150l	1	40000
Hőcserélő	légfűtéshez	1	80000
Csővezeték	hőszigetelt, flexibilis 20m	20	2000
	munkadíj		100000
	<b>végösszeg</b>		<b>825000</b>

42. táblázat. HMV-készítő napkollektoros rendszer kialakításához javasolt alapvető összetevők

<b>Eszköz</b>	<b>típus</b>	<b>mennyiség (db)</b>	<b>ár (Ft)</b>
Napkollektor	vákuumcsöves 15cső = 1.6m <sup>2</sup>	4	80000
Szerelőkeret	vákuumcsöves kollektorhoz	4	12000
Szoláris szerelési egység	SE SB 25-65	1	80000
HMV-tároló	DRAZICE OKC 300 NTRR/BP	1	280000
Digitális vezérlőberendezés	STECA TR 0402	1	65000
Tágulási tartály	Flexcon 25l	1	20000
Csővezeték	hőszigetelt, flexibilis 15m	15	2000
	munkadíj		100000
	<b>végösszeg</b>		<b>943000</b>

43. táblázat. Napelemes önellátó rendszer kialakításához javasolt alapvető összetevők

<b>Eszköz</b>	<b>típus</b>	<b>mennyiség (db)</b>	<b>ár (Ft)</b>
Napelem	Sharp ND-R250	7	115000
Szerelőkeret	napelemhez	7	6000
Töltésvezérlő	Steca PRS1010	2	17000
Akkumulátor	Banner Energy Bull 230Ah	6	91000
Inverter	SW-2000-12/24	1	185000
Aggregátor	Heron EGM 25 AVR	1	140000
	munkadíj		100000
	<b>végösszeg</b>		<b>1852000</b>

Az épület autonóm energia-ellátó rendszerének teljes költsége **3 620 000 Ft.**

### 4.3. Az épület éves üzemeltetésének költsége

Az épület teljes energiafelhasználása 9802 kWh/év.

A végső hőfelhasználás 5713 kWh/év.

A végső hőfelhasználás kielégítésére egy vegyestüzelésű kazán lett betervezve, melyben opcionálisan kisméretű bálás szalma, kukorica és napraforgószár is égethető a tűzifa mellett.

Amennyiben kisméretű szalmabálát égetünk:

44. táblázat. A kisméretű szalmabálára jellemző mennyiségek

kisméretű szalmabála térfogata	0,14	m <sup>3</sup>
szalmabála sűrűsége	150	kg/m <sup>3</sup>
bálás szalma fűtőértéke	3,75	kWh
egy bála energiataralma	78,8	KWh
kisméretű szalmabála ára szállítással együtt*	250	Ft
kisméretű szalmabála ára (kWh) egységre vetítve	3,2	Ft/kWh

\* - kisméretű szalmabála ára [24].

Tehát 5713 kWh \* 3,2 Ft/kWh = **18282 Ft** az éves hőtermelésre felhasznált energia költsége.

Szükséges kisméretű szalmabála mennyisége 5713 kWh / 78,8 kWh/db = **73 db**

Amennyiben tűzifát égetünk:

45. táblázat. A tűzifára jellemző mennyiségek

egy űrméter tűzifa térfogata	1	m <sup>3</sup>
egy űrméter légszáras (20%) tűzifa tömege	420	kg
légszáras kemény tűzifa fűtőértéke	4	kWh
egy űrméter tűzifa ára szállítással együtt*	11000	Ft
tűzifa ára (kWh) egységre vetítve	6,5	Ft/kWh

\* - a tűzifa ára [24].

Tehát 5713 kWh \* 6,5 Ft/kWh = **37135 Ft** az éves hőtermelésre felhasznált energia költsége.

Szükséges tűzifa mennyisége 5713 kWh / 4kWh = **1430 kg**

A végső elektromos energia felhasználás 4089 kWh/év.

A végső elektromos energia felhasználás kielégítésére egy bioetanollal működő aggregátor lett betervezve.

46. táblázat. A bioetanolra jellemző mennyiségek

bioetanol fűtőértéke	8,1	kWh/kg
bioetanol sűrűsége	0,78	g/cm <sup>3</sup>
bioetanol ára (liter)*	350	Ft/liter
bioetanol ára (kWh) egységre vetítve	55,4	Ft/kWh

\* - bioetanol átlagára 2012 első negyedében.

Tehát 4089 kWh \* 55,4 Ft/kWh = **226530 Ft** az éves elektromos energia termelésének költsége.

Szükséges bioetanol mennyisége 4089 kWh / (8,1 kWh/kg \* 0,78 kg/dm<sup>3</sup>) = **648 liter**

#### 4.4. Az épület éves üzemeltetésének a költsége, fosszilis forrású centrális ellátó rendszereket alkalmazunk

Az épület energiaigényét a centralizált ellátó rendszerek segítségével fedezzük, villamos és gázhálózatra való csatlakozással. A hőtermelést egy gázkazános fűtő és HMV-előállító rendszerrel fedezzük, a villamos energiát pedig a hálózatról vételezzük.

Ebben az esetben az üzemeltetési költségek a következőképp alakulnak:

##### Az éves hőtermelésre felhasznált földgáz költsége:

1 m<sup>3</sup> vezetékes földgáz ára bruttó ~ 150 Ft (2012 első negyedévében)

1 m<sup>3</sup> gáz fűtőértéke megközelítőleg 34 MJ

1 kWh = 3,6 MJ – ez azt jelenti, hogy 1 m<sup>3</sup> gázból 9,44 kWh-hőenergiát tudunk előállítani, ha a hőtermelő rendszer 100%-os hatásfokkal működik. A valóságban azonban ez az érték mindig alacsonyabb. A hőtermelő rendszer hatásfokát sok tényező befolyásolja, a rendszer kialakítása, műszaki állapota, a gázkészülék típusa stb. Ezek a rendszerek HMV – előállítás esetén jellemzően 60–70%-os, fűtési rendszerek esetén 70-80%-os hatásfokkal működnek, a számoláshoz 70%-os hatásfok értéket használok.

70%-os hatásfok mellett 1 m<sup>3</sup> gázból 6,61 kWh-hőenergiát tudunk előállítani, ez azt jelenti, hogy 1 kWh gáz ára = 150 Ft/m<sup>3</sup> / 6,61 kWh/m<sup>3</sup> = 22,7 Ft ~ 23 Ft

Az épület fűtési és HMV-előállítási igénye  $Q_f + Q_{hmv} = 5591$  kWh/év

Tehát 5591 kWh \* 23 Ft/kWh = **128595 Ft** az éves hőtermelésre felhasznált földgáz költsége.

Szükséges földgáz mennyisége 5591 kWh / 6,6 kWh = **848 m<sup>3</sup>**

##### Az éves elektromos energia költsége villamos hálózatról vételezve:

1kWh lakossági áram ára ~ 50Ft

A hatásfokot itt 100%-nak lehet tekinteni.

Az épület napi elektromos energia igénye 8kWh/nap, ehhez még napi 1kWh mosási többlet hozzátartozik mivel ebben a rendszerben nincs napkollektor így csak fűtőszállal tudunk mosáshoz szükséges melegvizet előállítani.

Tehát az éves el. energia igény 9 kWh/nap \* 365 nap = **3285 kWh** –ra módosul.

Így 3285 kWh \* 50 Ft/kWh = **164250 Ft** az éves elektromos energia költsége.

Szükséges el. energia mennyisége = **3285 kWh**

#### 4.5. Megtérülési idő számítása:

Magyarországon a megjelent Környezet és Energia Operatív Program keretein belül a lakosság számára is különböző lehetőségek vannak vissza nem térítendő támogatások igénylésére megújuló energiaforrások alkalmazásához. A vissza nem térítendő támogatások mértéke akár a beruházási költségek 50%-át is fedezheti [9].

##### A bioszolár fűtő és HMV-előállító rendszer megtérülési ideje:

Egy gázkazán és melegvíz-tároló költsége beszerelési munkadíjjal együtt ~ **600000 Ft** [25]. Az éves hőtermelésre felhasznált földgáz költsége ~ **128000 Ft**

A tervezett bioszolár fűtő és HMV-előállító rendszer költsége beszerelési munkadíjjal együtt ~ **1750000 Ft**

Az éves hőtermelésre felhasznált kisméretű szalmabálák költsége ~ **18000 Ft**

A megtérülési idő becsült értéke

1750000 Ft – 600000 Ft / (128000 Ft – 18000 Ft) ~ **10,5 év**

A megtérülési idő becsült értéke 20%-os támogatást feltételezve

1400000 Ft – 600000 Ft / (128000 Ft – 18000 Ft) ~ **7,5 év**

A megtérülési idő becsült értéke 40%-os támogatást feltételezve  
 $1050000 \text{ Ft} - 600000 \text{ Ft} / (128000 \text{ Ft} - 18000 \text{ Ft}) \sim 4 \text{ év}$

A napelemes villamos energia termelő rendszer megtérülési ideje:

A napelemes villamos energiát termelő rendszer költsége aggregátor nélkül beszerelési munkadíjjal ~ **1700000 Ft**

A rendszer által megtakarított el. energia mennyisége **2000 kWh/év**

1kWh lakossági áram ára ~ **50 Ft/kWh**

A megtérülési idő becsült értéke

$1700000 \text{ Ft} / (2000 \text{ kWh} * 50 \text{ Ft/kWh}) \sim 17 \text{ év}$

A megtérülési idő becsült értéke 20%-os támogatást feltételezve

$1360000 \text{ Ft} / (2000 \text{ kWh} * 50 \text{ Ft/kWh}) \sim 13,5 \text{ év}$

A megtérülési idő becsült értéke 40%-os támogatást feltételezve

$1020000 \text{ Ft} / (2000 \text{ kWh} * 50 \text{ Ft/kWh}) \sim 10 \text{ év}$

## 5. EREDMÉNYEK

### 5.1. Az tervezett épület jellemzői

jel	mennyiség	mérőszám	egység
A	fűtött lakóterület	100	m <sup>2</sup>
V	fűtött térfogat	250	m <sup>3</sup>
U <sub>f</sub>	falazat hőátbocsátási tényezője	0,12	W/m <sup>2</sup> K
U <sub>fő</sub>	födém hőátbocsátási tényezője	0,15	W/m <sup>2</sup> K
U <sub>p</sub>	padló hőátbocsátási tényezője	0,15	W/m <sup>2</sup> K
U <sub>ny</sub>	ablakok hőátbocsátási tényezője	0,8	W/m <sup>2</sup> K
A <sub>a</sub>	déli oldalra eső ablakok felülete	10	m <sup>2</sup>
g	ablakok összenergia átbecsátó tényezője	0,65	
P	lakó személyek száma	4	fő
v	személyenkénti vízfelhasználás	50	liter/nap
Q <sub>f</sub>	az épület fajlagos fűtési hőigénye (számított)	23	kWh/m <sup>2</sup> év

### 5.2. Az épület teljes energiaigényének eredményei

Q <sub>f</sub>	fűtési hőigény	2331	kWh/év
Q <sub>hmv</sub>	HMV előállításának energiaszükséglete	3260	kWh/év
E <sub>el</sub>	elektromos készülékek energiaigénye	2920	kWh/év
E <sub>t</sub>	az épület teljes energiaigénye	8511	kWh/év
<b>Eredmények a hasznos alapterületre vonatkoztatva</b>			
Q <sub>f</sub>	fajlagos fűtési hőigény	23	kWh/m <sup>2</sup> év
E <sub>t</sub>	az épület fajlagos energiaigénye	85	kWh/m <sup>2</sup> év

### 5.3. A szilárd biomassza alapú fűtési rendszer eredményei

P <sub>k</sub>	kazán névleges teljesítménye	25	kW
V <sub>p</sub>	puffertároló szükséges mérete	939	liter
V <sub>p</sub>	puffertároló mérete kerekítve	1000	liter

### 5.4. A HMV-ellátó napkollektoros rendszer eredményei

V <sub>hmv</sub>	HMV - tároló mérete	260	liter
V <sub>hmv</sub>	HMV - tároló mérete kerekítve	300	liter
K <sub>f</sub>	szükséges kollektor felület	3,8	m <sup>2</sup>
K <sub>f70</sub>	kollektor felület mely évi 70%-ban fedezi a HMV	5,7	m <sup>2</sup>
S <sub>r</sub>	szoláris részarány	70	%
Q <sub>k</sub>	kollektorok által begyűjthető napenergia	2282	kWh/év

### 5.5. Elektromos energiát előállító napelemes rendszer eredményei

N <sub>f</sub>	napelemek felülete	12	m <sup>2</sup>
P <sub>inv</sub>	az inverter teljesítménye	3000	W
C <sub>akku</sub>	az akkumulátorok mérete	625	Ah



$E_n$	napelemekkel előállítható hasznos el. Energia	<b>2000</b> kWh/év
$P_a$	aggregátor névleges teljesítménye	<b>2000</b> W

### 5.6. A teljes energiafelhasználás eredményei

$Q_{fv}$	végző fűtési energiafelhasználás	<b>4264</b> kWh/év
$Q_{hmv}$	a HMV - előállítás végző energiafelhasználása	<b>1449</b> kWh/év
$E_h$	végző hőfelhasználás	<b>5713</b> kWh/év
$E_e$	végző elektromos energiafelhasználás	<b>4089</b> kWh/év
$E_{\text{épület}}$	az épület teljes energiafelhasználása	<b>9802</b> kWh/év

#### **Eredmények a hasznos alapterületre vonatkoztatva**

$Q_{fv}$	fajlagos fűtési energiafelhasználás	<b>43</b> kWh/m <sup>2</sup> év
$E_{\text{épület}}$	fajlagos energiafelhasználás	<b>98</b> kWh/m <sup>2</sup> év

### 5.7. Beruházási költségek becslésének eredményei

A fűtési rendszer beruházási költsége	<b>825000</b> Ft
A HMV-előállító napkollektoros rendszer beruházási költsége	<b>943000</b> Ft
A Napelemes el. energia ellátó rendszer beruházási költsége	<b>1852000</b> Ft
A teljes rendszer beruházási költsége	<b>3620000</b> Ft

### 5.8. Az épület éves üzemeltetésének költsége

végző hőtermelés költsége (kis szalmabála)	<b>18282</b> Ft
szükséges kisméretű szalmabála mennyisége	<b>73</b> db
végző el. energia termelés költsége (bioetanol)	<b>226530</b> Ft
szükséges bioetanol mennyisége	<b>648</b> liter
éves üzemeltetési költség	<b>245533</b> Ft

### 5.9. Az épület éves üzemeltetésének költsége fosszilis forrású rendszerek alkalmazásával

végző hőtermelés költsége (földgáz)	<b>128595</b> Ft
szükséges földgáz mennyisége	<b>848</b> m <sup>3</sup>
végző el. Energia termelés költsége (villamos hálózat)	<b>164250</b> Ft
szükséges el. Energia villamos hálózatból vételezve	<b>3285</b> kWh
éves üzemeltetési költség	<b>296978</b> Ft

### 5.10. Megtérülési idő eredményei

#### **A bioszolár fűtő és HMV-előállító rendszer megtérülése**

A bioszolár fűtő és HMV-előállító rendszer költsége	<b>1750000</b> Ft
Vezetékes földgázra számított megtérülés	<b>10,5</b> év
Vezetékes földgázra számítva 20%-os támogatást feltételezve	<b>7,5</b> év
Vezetékes földgázra számítva 40%-os támogatást	<b>4</b> év

feltételezve

### **A napelemes villamos energia termelő rendszer megtérülési ideje**

A napelemes villamos energia termelő rendszer költsége	1700000 Ft
Lakossági áramra számított megtérülés	17 év
Lakossági áramra számítva 20%-os támogatást feltételezve	13,5 év
Lakossági áramra számítva 40%-os támogatást feltételezve	10 év

## **6. EREDMÉNYEK KIÉRTÉKELÉSE**

### **6.1. A tervezett épület kiértékelése**

Az adatok alapján látszik, hogy mik a legfontosabb elemei egy alacsony energiaszintű lakóépületnek, melyek azok a területek ahol javítani tudunk az energiahatékonyság terén. A passzívházak mára már egyre jobban elterjednek, ezek kivitelezéséhez elengedhetetlen a megfelelő szigetelés alkalmazása az épülethatároló elemeknél, hővisszanyerő szellőztető alkalmazása valamint a hulladékhő és passzív napenergia hasznosítás maximalizálása.

### **6.2. Az épületre vonatkozó teljes energiaigények eredményeinek kiértékelése**

Céлом egy közel passzív szintű alacsony energiaigényű épület modellezése volt, mely kielégíti a jelenleg elvárt komfortigényeinket. A célértéknek megszabott határon belül maradt fűtési és teljes energiaigény is, melyek teljesítéséhez a hatékonyság növelése és energiatakarékosság együttes alkalmazása elengedhetetlen.

Az eredmény alapján látható, hogy az épület és az el. készülékek energiahatékonyságának növelésével, a lakók energiatakarékos hozzáállásával, a jelenlegi épületekhez viszonyítva a fűtési energiaigényt akár 80-90%-al, a HMV-előállítás energiaigényét 10-20%-al, az el. energiaigényt szintén 10-20%-al csökkenthetjük.

### **6.3. A szilárd biomassza alapú fűtési rendszer eredményeinek kiértékelése**

Magyarország szilárd biomassza potenciáljának jelenleg csak körülbelül felét használja. A biomassza, mint szilárd energiahordozó leghatékonyabban tüzeléssel hőenergia termelésre használható. A mai technológia szintjén már 70-90%-os tüzeléstechnikai hatásfok is elérhető. A tüzelési célra felhasználható biomassza elsősorban erdő- vagy mezőgazdasági illetve faipari termelés melléktermékeként jelenik meg. A gabonaszalma felhasználásának feltételei és technológiája még sokak számára ismeretlen terület. Ezért gondoltam úgy, hogy egy vegyestüzelésű kazán betervezése a legcélszerűbb, mellyel kisméretű bálás gabonaszalma égetése is lehetővé válik. A fűtési rendszer fontos eleme a szigetelt puffertartály mely a magas teljesítményű kazánnal kiegészítve a leghidegebb napokon is maximális 3 óra alatt felfűthető. A tartályból kinyert hő segítségével pedig fedezhetjük napi a hőszükségletet.

### **6.4. A HMV-ellátó napkollektoros rendszer eredményeinek kiértékelése**

A HMV-előállítás napkollektoros rendszer számításaim alapján az épület éves HMV-igényének 70%-át fedezi. Ehhez a napkollektor felület úgynevezett túlméretezése volt szükséges ~ 1,5 m<sup>2</sup> kollektor/fő. Így viszont nyáron a kollektorok által termelt többlethő segítségével a mosáshoz szükséges melegvíz is előállítható.

### **6.5. Elektromos energiát előállító napelemes rendszer eredményei**

Számításaim alapján a betervezett napelemes rendszer az éves el. energiaigény 68%-át fedezi, a fennmaradó szükséglet kielégítését egy bioetanollal működő aggregátor biztosítja. A szükséges napelemek felülete 3 m<sup>2</sup>/fő.

### **6.6. A teljes energiafelhasználás eredményeinek kiértékelése**

Az épület energiafelhasználása az igények kielégítésére bevezetett energia. Amely magába foglalja a hő- és/vagy elektromos energia termelése és elosztása közben fellépő veszteségeket. Az előző eredményekből látható, hogy a napenergiát hasznosító különböző technológiák segítségével az igények nagy részét fedezni tudjuk, de nem teljes mértékben. Az épület teljes energiafelhasználásának 15%-át a HMV-előállítás 44%-át a fűtés hőtermelése 41%-át pedig a fennmaradó elektromos energia előállítás teszi ki.

### **6.7. Beruházási és üzemeltetési költségek, valamint a megtérülési idő eredményeinek a kiértékelése**

A kapott eredményekből belátható, hogy a tervezett autonóm energia-ellátó rendszer beruházási költsége elég magas, körülbelül 3 szorosa egy fosszilis forrású földgázra és villamos hálózatra épülő rendszernek. Azonban éves üzemeltetési költsége már 20%-kal alacsonyabb.

Ha az épület hőszükségletét kisméretű szalmabálák égetésével fedezzük akkor az éves hőtermelés költsége ~ 18000 Ft. Úgy vélem jelenleg fűtésre és HMV-előállításra ez a módszer mindenki számára elérhető és megfizethető.

A villamos energiát termelő rendszer gyenge pontja az aggregátor, melynek az alacsony áramtermelési hatékonysága miatt az üzemeltetési költsége magas.

A bioszolár fűtő és HMV-ellátó rendszer megtérülési ideje földgázzal szemben 10,5 év, ami támogatás elnyerésével akár 4évre is csökkenthető. Ez egy kimagaslóan jó érték, ha figyelembe vesszük azt, hogy a teljes rendszer várható élettartama több mint 20 év.

A napelemes villamos energiát termelő rendszer megtérülési ideje lakossági áramra számolva 17 év, ami támogatás elnyerésével akár 10 évre is csökkenthető. Látható, hogy a napelemes rendszer a mostani árakon nem egy gyorsan megtérülő befektetés. A napelemek várható élettartama 25 év, tehát sziget üzemű elektromos energia termelésére kiválóan alkalmazható hosszú távon, mely segítségével részben vagy teljes mértékben függetlennedni tudunk a villamos hálózattól.

## **7. ÖSSZEFOGLALÁS**

A diplomadolgozatomban célja annak bemutatása volt, hogy egy önálló (családi szintű) lakóépület energiaigénye fedezhető autonóm módon. Az energia ellátására kiépíthető egy nem fosszilis forrásokat alkalmazó, modern technológiákkal, magas ellátásbiztonságot nyújtó, autonóm energetikai rendszer, amely jelentősen csökkenti a környezetterhelést. Ennek következtében részben vagy teljes mértékben leválhatunk a fosszilis eredetű, nagy hálózatokról [13-14].

Az épület energiaigényének tükrében sikerült egy olyan „hibrid” bioszolár energiaellátó rendszer modellezése mely teljes mértékben fedezni tudja az épület hő és elektromos energia szükségletét, ez lehetővé teszi a fosszilis, nagy hálózatoktól való teljes függetlennedést.

A számítások alapján belátható, hogy hazánkban egy alacsony energiaigényű lakóépület teljes energiaszükségletét kizárólag napenergiával nem lehet fedezni. A beruházási költségeket figyelembe véve jelenleg napenergiával a HMV és elektromos energia igény 60-70% fedezhető gazdaságosan.

Az eredmények rámutatnak, hogy a napelemeket kiegészítő bioetanollal működő áramfejlesztő üzemeltetése költséges. Helyettesítése egy kisebb szélgenerátorral lenne megoldható, de Magyarország szélviszonyait figyelembe véve jelenleg túl költséges beruházásnak tartom. Ezért úgy vélem, hogy a teljesen önálló elektromos energia ellátás-termelés kiserégióként megújuló forrásokat használó kiserőművek telepítésével lehetséges.

Végeredményben kimondható, hogy egy alacsony energiaigényű, közel passzívház szintű önálló családi ház éves energiaszükséglete fedezhető megújuló energiaforrásokat használó modern technológiákkal, autonóm módon.

A környezettudatos gondolkodásmód szélesebb körökben való megismertetése a megújuló energiaforrások fokozottabb alkalmazása felé vezethet, így csökkentve a fosszilis energiahordozók felhasználásának mértékét. A megújuló energiaforrásokban mérhetetlen nagyságú energia rejlik, csak meg kell találnunk a megfelelő módszereket és eszközöket, hogy hasznosíthassuk azt.

A fejlődésünk következő szintje a megújuló forrásokat hasznosító technológiák hatékonyságának növelése, az energiatakarékosság szem előtt tartása, melyek alkalmazásával a környezeti fenntarthatóság útjára léphetünk.

## IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Vajda Gy. 2009. Energia és társadalom, MTA Társadalomkutató Központ, 17-46
- [2] Dr. Sembery P. és Dr. Tóth L. (szerk.). 2004. Hagyományos és megújuló energiák, Szaktudás Kiadó Ház, 13-30, 219-232
- [3] Lukács G. Sándor 2010. Megújuló energiák könyve, Szaktudás Kiadó Ház, 15-51
- [4] Dr. Gööz L. 2007. Energetika jövőidőben, Bessenyei György Könyvkiadó, 11-42
- [5] David J.C. MacKay 2011. Fenntartható energia, Vertis Zrt. és Typotex Kiadó Kft.,
- [6] [www.vilaglex.hu](http://www.vilaglex.hu)
- [7] <http://www.vilaglex.hu/Erdekes/Html/EnerTort.htm> ] (utolsó megtekintés időpontja 2012-03-06)
- [7] [www.iea.org](http://www.iea.org)
- [8] [http://www.iea.org/weo/docs/weo2011/homepage/WEO2011\\_Press\\_Launch\\_London.pdf](http://www.iea.org/weo/docs/weo2011/homepage/WEO2011_Press_Launch_London.pdf) (utolsó megtekintés időpontja 2012-03-06)
- [8] [www.acrux.hu](http://www.acrux.hu)
- [9] [http://www.acrux.hu/sun/napelem/hibrid\\_napelem\\_rsz.html](http://www.acrux.hu/sun/napelem/hibrid_napelem_rsz.html) (utolsó megtekintés időpontja 2012-04-10)
- [9] [www.tisztaenergiak.hu](http://www.tisztaenergiak.hu) (utolsó megtekintés időpontja 2012-04-20)
- [10] [http://www.tisztaenergiak.hu/szigetuzemu\\_napelem](http://www.tisztaenergiak.hu/szigetuzemu_napelem) [http://www.tisztaenergiak.hu/napelem\\_palyazat](http://www.tisztaenergiak.hu/napelem_palyazat)
- [10] <http://www.nfft.hu/>
- [11] Túl az olajhozam csúcson
- [12] Dr. Munkácsi B. (szerk.) 2011. Erre van előre! Egy fenntartható energiarendszer keretei Magyarországon, Környezeti Nevelési Hálózat Országos Egyesület, 7-10
- [13] (Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégia 2012); NFFS 2012 – 2.0
- [14] A fenntarthatóság felé való átmenet nemzeti koncepciója
- [15] [www.ksh.hu](http://www.ksh.hu)
- [16] [www.negajoule.hu](http://www.negajoule.hu)
- [17] [www.energiaklub.hu](http://www.energiaklub.hu)
- [18] [www.passivhaus.de](http://www.passivhaus.de)
- [19] <http://www.passivhaus.de/passivhaus-informationen/passivhaus-grundlagen/passivhaus-anforderungen.html> (utolsó megtekintés időpontja 2012-04-30)
- [19] Ertsey Attila 1999, Autonóm ház
- [20] Ertsey Attila (szerk.) 1999, Autonóm kisrégió
- [21] Othmar Humm 2000. Alacsony energiájú épületek, Dialóg Campus Kiadó
- [22] [http://prof-real.hu/images/pdf\\_ek/komfortfokozatok.pdf](http://prof-real.hu/images/pdf_ek/komfortfokozatok.pdf)
- [23] Soltész I. és Szakács Gy. 2011. Az épületek energiahatékonysága (Unió és hazai szabályozás), Complex Kiadó Jogi és Üzleti Tartalomszolgáltató Kft, 75-84, 123-239
- [24] [www.expressz.hu](http://www.expressz.hu) (utolsó megtekintés időpontja 2012-04-10)
- [25] Bo Hanus 2011. Energia a házban, lakásban, Cser Kiadó, 7-90