

EÖTVÖS LÓRÁND TUDOMÁNYEGYETEM
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR
KÖRNYEZETTUDOMÁNYI CENTRUM

**EGY HAZAI CSALÁDI HÁZ KIVITELEZÉSÉNÉL
HASZNÁLHATÓ KÖRNYEZETBARÁT TECHNOLÓGIAI
LEHETŐSÉGEK ÉS MEGTÉRÜLÉSÜK VIZSGÁLATA**
SZAKDOLGOZAT

Készítette:
Szirányiné Hermán Petra
Biológia – környezettan szakos hallgató

Témavezető:
Dr. Horváth Ákos
Egyetemi docens

Budapest
2010

TARTALOMJEGYZÉK:

BEVEZETÉS	5
1. CSALÁDI HÁZ ÉPÍTÉSÉNÉL ALKALMAZHATÓ KÖRNYEZETBARÁT TECHNOLÓGIÁK.....	6
1.1.PASSZÍV NAPENERGIA HASZNOSÍTÁS.....	6
1.2.SZIGETELÉS	7
1.3.SZELLŐZTETÉS.....	10
1.4.FŰTÉSI MEGOLDÁSOK	10
1.4.1 Biomassza-hasznosítás.....	10
1.4.1.1.Faelgázosító kazán	12
1.4.1.2.Pellettüzelés.....	13
1.4.2. Levegő-víz hőszivattyú	14
1.4.3. Föld-víz hőszivattyúk	15
1.4.4. Napkollektorok.....	17
1.5.ELEKTROMOS ENERGIA-SZOLGÁLTATÓ MEGOLDÁSOK.....	19
1.5.1. Napelemek	19
1.5.2. Szélgenerátor.....	20
1.6.VÍZHASZNÁLAT	22
1.6.1. Szennyvíztisztítás	22
1.6.2. Esővízgyűjtés	23
1.7.HULLADÉKKEZELÉS.....	23
1.7.1. A szelektív hulladékgyűjtés rendszerének kialakítása.....	23
1.7.2. Komposztálás.....	24
2. ESETTANULMÁNY.....	25
2.1.A KÉTLAKÁSOS CSALÁDI HÁZ ADOTTSÁGAI.....	26
2.1.1. Alap adatok.....	26
2.1.2. Passzív építkezés.....	26
2.1.3. Szigetelés/nyílászárók	27
2.1.4. Tetőfelület.....	27
2.1.5. Gépészet.....	28
2.1.6. Rezszi elemzés	28

2.2.MEGTÉRÜLÉS ELEMZÉS A KÜLÖNBÖZŐ KIVITELEZHETŐ	
KÖRNYEZETBARÁT TECHNOLÓGIÁKRA	29
2.2.1. A gázfogyasztás csökkentésének lehetőségei, a különböző megoldások	
megtérülésének elemzése	30
2.2.1.1.Talajszondás hőszivattyú megtérülésének számítása.....	30
2.2.1.2 Faelgázosító kazán megtérülésének számítása.....	31
2.2.1.3 Pelletkazán megtérülésének számítása	31
2.2.1.4 Vákuumcsöves napkollektor megtérülésének számítása	32
2.2.1.5 Levegős hőszivattyú megtérülésének számítása.....	33
2.2.1.6 Hővisszanyerő szellőztető berendezés megtérülésének elemzése	33
2.2.2. Az elektromos áramfogyasztás csökkentésének lehetőségei, a különböző	
megoldások megtérülésének elemzése	34
2.2.3. Vízfogyasztás csökkentése	35
2.2.4. Szennyvízszippantás költségének csökkentése	35
2.2.5. Szemétdíj csökkentése	36
2.3.DISZKUSSZIÓ	36
3. SZAKDOLGOZAT SZAKMÓDSZERTANI FEJEZET	40
3.1.BEVEZETÉS	40
3.2.OKTATÁSI SEGÉDANYAG: KÖRNYEZETBARÁT CSALÁDI HÁZ	41
3.2.1. A tervezés alapelvei	41
3.2.1.1.Az alacsony energiafelhasználású épületek tervezésének alapelvei .	41
3.2.1.2.Alacsony hulladék és szennyvízkibocsátással rendelkező ház	
tervezésének alapelvei.....	43
3.2.2. Energiatakarékos megoldások és technológiák	43
3.2.2.1.Passzív napenergia hasznosítás.....	43
3.2.2.2.Szigetelés.....	45
3.2.2.3.Aktív napenergia hasznosítás.....	46
3.2.2.4.Szélenergia hasznosítás.	47
3.2.2.5.Geotermikus energiát hasznosító hőszivattyúk.....	47
3.2.2.6.Biomassza égetés.	48
3.2.2.7.Biogáz hasznosítás	49
3.2.2.8.Kondenzációs gázkazánok	49

3.3.ÓRAVÁZLATOK	51
3.3.1. Első óra: Egy környezetbarát családi ház tervezésének alapelvei	51
3.3.2. Második óra: Egy környezetbarát családi ház kivitelezésénél felhasználható technológiák I.	54
3.3.3. Harmadik óra: Egy környezetbarát családi ház kivitelezésénél felhasználható technológiák II.	57
3.3.4. Negyedik óra: Számonkérés a „környezetbarát családi ház” tananyagból	60
3.4.A TANÁRI SZAKDOLGOZAT ÉRTÉKELÉSE	61
KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS	61
IRODALOMJEGYZÉK	62
MELLÉKLET: Mellékelt CD-n	

BEVEZETÉS

Az Európai Bizottság 2008 elején egy jövőbemutató javaslatcsomagot fogadott el, amely lehetővé teszi az Európai Tanácsnak az éghajlatváltozás elleni küzdelemmel kapcsolatban és a megújuló energiaforrások alkalmazására vonatkozóan tett vállalásai megvalósítását, mivel a felmérések szerint a statisztikák nem javulnak az előző évekhez viszonyítva. Az új javaslatcsomag célja, hogy az Európai Unió megvalósítsa az üvegházhatást okozó gázok 20%-os csökkentését, ugyanakkor a megújuló energiaforrások teljes energia felhasználáson belüli arányának 20%-ra történő növelését 2020-ig (Combating climate change by European Commission 2008). Ahhoz, hogy ez a javaslatcsomag ténylegesen megvalósuljon, feltétlenül szükség van a lakóházak energiafelhasználásának megreformálására. Politikusok által is helyesen hivatkozott szám, hogy az európai országokban az épületek üzemeltetésére használjuk el a nemzeti energiafogyasztás 40%-át. Az energiafogyasztás jelentősen csökkenthető a megújuló energiaforrások házi felhasználásával, a tudatos környezetbarát építkezéssel és életvitellel (MEDGYASSZAY, P. 2009).

A dolgozatom célja a ma Magyarországon elérhető megújuló energiaforrásokra támaszkodó környezetbarát építési, fűtési, elektromos energia-szolgáltató, kommunális szennyvíz és hulladék-kezelő technológiák bemutatása, és megtérülésük gazdasági elemzése. Ma Magyarországon a megújuló energiaforrások családi házakban történő felhasználására rengeteg cég kínál különféle berendezéseket, melyekkel „környezetbarátabbá” és energia hatékonyabbá tehetjük családi házunkat. A hatalmas választék és a jobbnál jobb megtérülést ígérő technológiák és berendezések közül azonban laikusként nagyon nehéz választani. Nehezíti a döntést, hogy sokszor a cégek által bemutatott megtérülési modellek erősen túloznak és egyoldalúak.

A dolgozatom 2. fejezete egy esettanulmány, ami azt vizsgálja, hogy a korábban bemutatott technológiák közül melyek, és milyen áron valósíthatók meg, melyek férnek bele egy magyarországi családi ház átlagos költségvetésébe.

Környezettan tanár szakos leendő tanárként nagyon fontosnak érzem, hogy a környezetbarát, megújuló energiaforrásokat hasznosító technológiákkal a diákok már a középiskolában megismerkedjenek, hiszen a környezettudatos gondolkodás és életvitel egyik legalapvetőbb eleme az energia-hatékonyságra való törekvés.

4. CSALÁDI HÁZ ÉPÍTÉSÉNÉL ALKALMAZHATÓ KÖRNYEZETBARÁT TECHNOLÓGIÁK

1.1 PASSZÍV NAPENERGIA HASZNOSÍTÁS

Egy családi ház tervezésekor nagyon fontos figyelembe venni az energiatakarékossági szempontokat: minél egyszerűbb házforma kialakítására kell törekedni (minden kiugró résztől nagyobb lesz a hőveszteség), és úgy kell tájolni a házat, kiosztani a helységeket, hogy passzív módon minél több energiát tarthassunk vissza. A passzív napenergia hasznosítás azt jelenti, hogy a rendelkezésünkre álló napenergiát az épület más célokat is szolgáló szerkezeti elemeivel, berendezéseivel hasznosítjuk. Ezt a típusú tervezést szoláris építészetnek nevezzük. Célja: a hagyományos energiahordozók felhasználásának csökkentése, a ház belső tereiben komfortos klíma kialakítása pusztán passzív megoldásokkal. Egy lakás klímájának legfontosabb jellemzői: a levegő hőmérséklete, nedvesség tartalma, a légáramlás, és a határoló felületek hőszigetelése. Sok minden kell ahhoz egy lakásban komfortosan éreznünk magunkat, komfortérzetünket befolyásoló legfontosabb tényezők: fényhőhatások és a levegőminőség. Rengeteg energiát spórolhatunk, ha ezt csupán passzív technikákkal valósítjuk meg.



1. kép: Passzív napenergia hasznosítás
(forrás: www.ezermester.hu)

A megfelelő tájolás talán az egyik legfontosabb szempont, ezáltal növelhető a sugárzásból adódó energiátöbblet, így csökkenthető a hőveszteség. Figyelembe kell

venni a szobák, ablakok elhelyezkedését égtájak szerint, terepviszonyokat, és a növényborítás okozta árnyékolást. Következő alapvető cél a térfogat/felület arány minimalizálása: minél kisebb az egységnyi térfogatra jutó külső felület, annál kisebb a hőveszteség. Ezt szolgálja a termikus homogenitás is: fontos, hogy az épület külső felületének szigetelése minél egységesebb legyen, ne legyenek hőhidak. A hőveszteség további jelentős csökkentése érhető el mozgatható elemekkel (pl.: zsaluk, redőnyök): nyitott állapotban beengedik a napsugárzást, zártan, pl.: éjjel, csökkentik a hőveszteséget. Nyári melegben a megfelelő árnyékolás is fontos szempont: fix árnyékolónál (pl.: tetőárnyékolás), fontos, hogy nyáron árnyékot adjon, télen viszont beengedje a napsugarakat.

A beengedett sugárzást a házon belül tárolni kell: sugárzáselnyelő felületek kellene, melyek jó hőtárolók (hagyományos építőanyagok ilyenek). Ezeknek a felületeknek viszont egyben jó hőátadónak is kell lenniük, hogy a házban megfelelő hőelosztás (sugárzással, vezetéssel és áramlással) alakuljon ki, ez által egyenlítődik ki az épület hőmérséklete. A szolár építészet arra törekszik, hogy minél jobb hőtároló és hőátadó felületeket képezzen, ezeket passzív szolár rendszereknek nevezzük.

A legegyszerűbb passzív szolár rendszer a tömegfal. Ez egy üvegfelület mögött elhelyezett nagytömegű jó hőtároló fal, mely felmelegszik és átadja a meleget a levegőnek. A Trombe fal egy továbbfejlesztett tömegfal, itt a hőtárolást redőny segíti, a hőelosztást és a levegő áramlását a fal alján és tetején található szellőzőnyílások segítik. A naptér egy üvegfelülettel határolt direkt besugárzású tér, mely kapcsolatban áll a fűtött helységekkel. A hőt itt az alsó födém és az épület felőli falak tárolják. Nagyon jól működő passzív rendszert lehet létrehozni a transzparens hőszigeteléssel. Ebben az esetben az átlátszó hőszigetelés átengedi a direkt és a szórt napsugárzást, a belülről érkező hősugárzást azonban visszatartja. Belül jó hővezető képességű és nagy hőkapacitású falréteg biztosítja a helység optimális hőmérsékletét.

1.2 SZIGETELÉS

Célunk, hogy a passzívan gyűjtött és a megtermelt hőenergia minél nagyobb része az épületen belül maradjon. Egy hőszigetelő anyag annál jobb, minél alacsonyabb a hővezető képessége. A hőszigetelő hatás lényegében a levegő anyagba zárásának a következménye, tehát nem maga az anyag szigetel, hanem a sok apró légbuborék, amit az anyag magába zár. A jó hőszigetelő hatás eléréséhez a levegő mozgásának

megakadályozása a cél. A hőszigetelő hatás jóságát a hővezetési együtthatóval jellemezhetjük: „k” megadja, hogy 1m^2 -es alapterületen, 1m -es falvastagságnál, 1s alatt, 1°C hőmérsékletkülönbség esetén hány J energia áramlik keresztül a falon, mértékegysége ennek megfelelően W/mK .

A szigetelő anyagokat két fő csoportra oszthatjuk: természetes és mesterséges szigetelőanyagok.

A természetes szigetelőanyagok (pl.: cellulóz, parafa, len, préselt farost, perlit, habüveg) előállításuk kevésbé terheli a környezetet, de hővezető képességük magasabb ($0,040\text{W/mK} - 0,093\text{W/mK}$) és nem utolsó sorban drágábbak $10-50\%$ -kal.

A mesterséges szigetelőanyagok (pl.: ásványi rostok, mint kőzet és üvegyapot, polisztirol/poliuretán hab, ásványi lemezek) rosszabb hővezetők ($0,025\text{W/mK} - 0,040\text{W/mK}$), így jobb hőszigetelők. Tovább osztályozhatjuk a szigetelőanyagok típusait halmazállapot, illetve forma szerint. A beönthető/fújható szigetelőanyagok hajlamosak ülepedésre, összetömörödéssre, így lyukak, hőhidak keletkezhetnek. A lemezekben, tekercsekben kapható anyagok esetében rések alakulhatnak ki, ezért különösen ügyelni kell az átfedésre, rétegek egymáshoz képesti eltolására.

Az épület homlokzatán a külső szigetelés a legoptimálisabb megoldás. A falszerkezet így képes megtartani hőtároló képességét, ezáltal a falban vezetett vízcsövek is védve vannak. Ablakmélyedések, ajtókeretek esetén különösen figyelni kell a megfelelő szigetelésre, mert a hézagok hőhidakat okozhatnak. Családi házak esetében manapság legelterjedtebb a nikecell hőszigetelés, $5-15\text{cm}$ vastagságban.



2. kép: Szarufák közti üvegyapot szigetelés

(forrás: www.hg.hu)

A tető hőszigetelése szintén nagyon fontos a hőveszteség minimalizálásában. Leggyakrabban a szarufák között üvegyapot, vagy kőzetgyapot-szigetelést használnak. A szarufák felett ebben az esetben párazáró fólia van, ami meggátolja a szigetelés benedvesedését, mivel a hőszigetelés alapelve a „nyugvó száraz levegő” léte csak így biztosítható. A párazáró fólia felett található a külső légrés, mely az átszellőztetés következtében nyáron a hőterhelést és így a belső terek felmelegedését csökkenti, míg télen a hóolvadást és jegesedést gátolja.

A jó szigetelésű nyílászárók alkalmazására különös gondot kell fordítani. Elavult nyílászárókkal ellátott épületek hőveszteségének 30-50%-a a nyílászárók tömítetlenségéből és légáteresztéséből adódik. A nyílászáró hőszigetelő képességét az „U” érték fejezi ki. Minél kisebb az U, annál nagyobb az adott nyílászáró hőszigetelési képessége. Ha $U=1 \text{ W/m}^2\text{K}$, akkor $0 \text{ }^\circ\text{C}$ -os kinti hőmérséklet és $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -os szobahőmérséklet esetén az ablak belső felülete $17,5 \text{ }^\circ\text{C}$ -os. Elavult nyílászáró esetén ez az érték elérheti az $U=5,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ebben az esetben tehát csaknem hatszor annyi hőenergia távozik. A modern jó szigetelésű nyílászárók dupla, esetleg tripla üvegezéssel vannak ellátva, az üvegek közötti teret védőgázzal töltik ki, a jobb hőszigetelés érdekében. A keret készülhet fából, fémből, vagy műanyagból. A műanyag keretek annál jobb hőszigetelésűek, minél több kamrára osztottak, az 5-6 kamra ma szinte alapkövetelmény egy jó hőszigetelésű ablaknál.

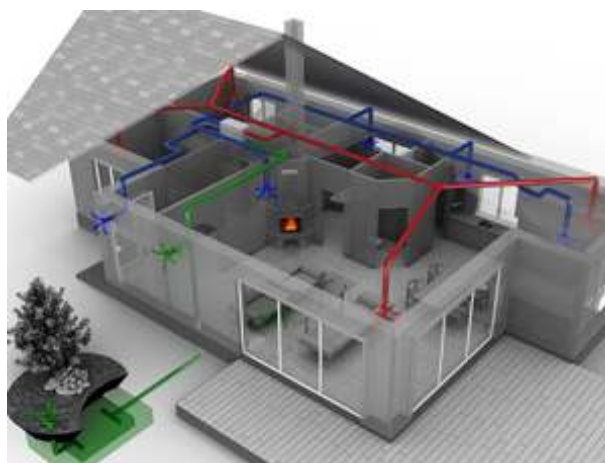


3. kép: Műanyag nyílászáró keret metszete

(forrás: www.megujulofutes.hu)

1.3 SZELLŐZTETÉS

Egy megfelelően szigetelt lakóház esetében a rendszeres szellőztetéssel a fűtési energia 50-60%-át veszítjük el. Ezt a problémát hővisszanyerés elvén működő szellőztető rendszer kiépítésével lehet kiküszöbölni. A hővisszanyerő szellőztető rendszer kicseréli a levegőt úgy, hogy közben 90% hőt visszanyer az elszívott, fűtött levegőből folyamatos légcserét biztosítva a lakótérben.



4. kép: Hővisszanyerő szellőztető rendszer
(forrás: www.gtesystem.hu)

A rendszer a következő részekből áll: hővisszanyerő szellőztető gép, légcsatorna hálózat és előmelegítő rendszer (hőcserélő, talajkollektor). A talajkollektorral történik a levegő előmelegítése. A földfelszín alatt 1,5 m-rel ugyanis állandóan 10 °C körül van a hőmérséklet, ezért a kintről beszívott levegőt egy 1,5m mélyen vezetett csövön vezetik keresztül, mely nyáron lehűti, télen pedig felmelegíti a levegőt. A szellőztető rendszer a por és pollenzűrőnek mindig tiszta, friss levegőt biztosít a lakásban, miközben a párát és az elhasznált levegőt elvezeti. A rendszer a házban keletkezett hőenergiát visszanyeri, így az épület hőveszteségét csökkenti.

1.4 FŰTÉSI MEGOLDÁSOK

1.4.1 Biomasszahasznosítás

A Biomassza tüzelés elméletileg CO₂ semleges, hiszen csak gyorsítunk a szerves anyag lebontásán, így a keletkező anyagok visszakerülnek a természet anyag és energia forgalmába és újra beépülnek a szerves anyagokba (MUNKÁCSI B. Biomassza előadás). Ez a magyarázata annak, hogy ezt az energiaforrást megújulónak nevezzük a fosszilis tüzelőanyagokkal ellentétben. Ehhez az állításhoz azonban hozzá kell tennünk azt a nagyon fontos tény, hogy a keletkező CO₂ életideje nagyon hosszú a légkörben, ezért ahhoz, hogy a biomassza tüzeléssel hirtelen felszabadított CO₂ mennyiséget valóban megkössük, és ne növeljük tovább légköri koncentrációját, hatalmas területű energiaerdőket és mezőket kell telepítenünk.

Családi házakban a biomassza hasznosításon elsősorban a szilárd tüzelőanyagokat, azon belül pedig a fa és a pellet tüzelést értjük. A tűzifa esetében hatalmas különbségek adódnak a fűtőértékben a nedvességtartalom függvényében. A jó tűzifa (minimum 2 éves szárítást követően) nedvességtartalma 20% alatti. Pelletnek nevezzük a fűrészporból, vagy mezőgazdasági hulladékból présgéppel előállított kisméretű, alacsony nedvesség tartalmú (10-12%) tüzelőanyagot. A pellet ránézésre fényes felületű, méretét tekintve 6-12 cm átmérőjű és maximum 5cm hosszú, ezért tárolása és szállítása egyszerű. Az alábbi táblázat a tűzifa és a pellet fűtőértékét hasonlítja össze.

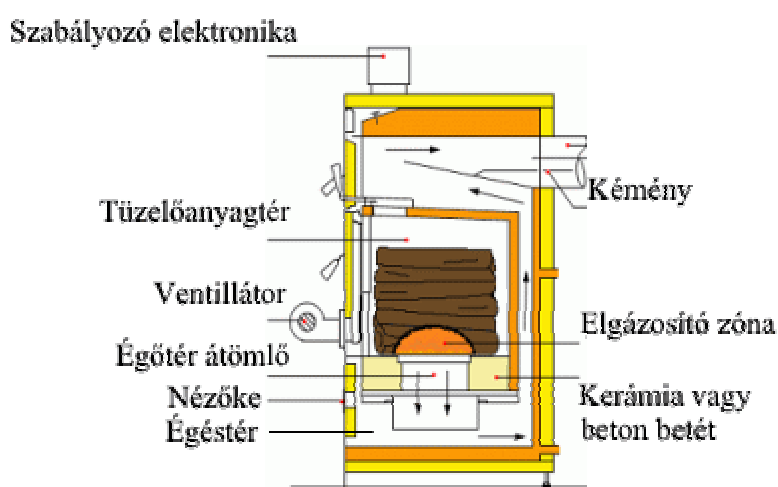
Fűtőanyag	Fűtőérték (MJ/kg)	Fűtőérték (kWh/kg)	Hamutartalom (%)
Frissen vágott fa	6,8	1,9	0,5-1
Szárított fa	14-16	4-4,44	0,5-1
Fapellet	18	5	1-4

**1. táblázat: A fa és a fapellet fűtőértéke
(forrás: MUNKÁCSI B. Biomassza előadás)**

Egy lakóház fűtése történhet központi fűtéssel, ebben az esetben egy kazán a hőenergiát külön kazánházban termeli és hőszállítókon keresztül juttatja el a fűtendő helységek hőleadóihoz. Központi fűtés hiányában egyedi fűtőberendezés, a kályha, a fűtendő helységbe beszállított fűtőanyagot ott helyben égeti el és alakítja át hőenergiává.

1.4.1.1 Faelgázosító kazán

A fatüzelésű berendezések hatalmas választékából jelen dolgozatban csak a legjobb hatásfokkal működő faelgázosító kazánnal foglalkozom. A faelgázosító kazán működése 3 fő részre bontható: a fa hevítése és szárítása, gázok képződése és elégetése és a keletkező faszén elégetése. A faelgázosító kazán azért képes több mint 85%-os hatásfokkal működni (forrás: www.naturenergia.hu), mert működése során minden fázisnak optimális feltételt biztosít, ennek köszönhetően tökéletesebb égést ér el és nem utolsósorban lényegesen kevesebb a hamu és a károsanyag kibocsátása.



5. kép: A faelgázosító kazán működése

(forrás: www.naturenergia.hu)

A kazán működésének lényege a következő: a fa 200 és 700°C között, légszegény környezetben elég, ennek eredményeképpen faszén és gázok keletkeznek. A faszén a két tüztér közötti rostélyon CO² keletkezése mellett elég. A fagáz a légszegény környezet miatt nem ég el, egy ventilátor segítségével az égőtér átömlőn keresztül az alsó égéstérbe kerül, ahol megfelelő mennyiségű levegő automatikus hozzáadásával megtörténik a gázok elégetése. A kazán hőfoka itt elérheti az 1.100 °C-ot. Az égés akár 12 órán át is eltarthat folyamatos hőtermelés mellett, szemben a hagyományos kazánokkal, ahol az égési idő kb. 1-2 óra 1 töltettel. A viszonylag rövid ideig tartó nagy teljesítményt leadó égési folyamat során nagy mennyiségű forróvíz keletkezik, ennek eltárolásához egy puffertartályra van szükségünk.

1.4.1.2 Pellettüzelés

A pelletnek egyik legnagyobb előnye a biomassza alapú hőtermelés terén, hogy kis helyen nagy energia mennyiséget lehet tárolni, ezért a rendszer teljesen automatizálható. A pellet tiszta és száraz alapanyag, ennek köszönhetően az eltüzelte mennyiségnek mindössze 1-4%-a lesz hamu, így általánosan elmondható, hogy csak 1-2 hetente kell hamuzni a pelletkályhák esetében.

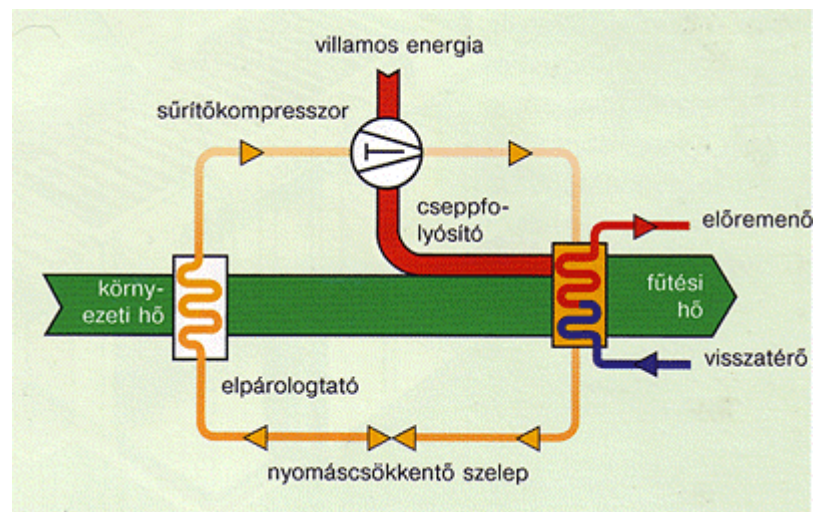
A pelletkályhák között több típust különböztetünk meg. A direkt hőleadású pelletkályha kevésbé automatizálható, közvetlenül a helységbe adja le a meleget. A vízteres pelletkályha sokkal jobban automatizálható, központi fűtésre köthető kályha, mely integrált pellettárolót tartalmaz. Ebbe általában 50kg pellet tölthető, ami 26 m³ gáz fűtőerejét adja (forrás: www.megujulofutes.hu), ez egy átlagos háztartásban hidegebb időben 5-10 napig biztosítja a fűtést, tehát csak ilyen időközönként kell újratölteni a kályhát. A kívánt hőfokot szobatermosztáttal lehet szabályozni, ami automatikusan bekapcsolja és leállítja a kályhát. A legmodernebb megoldás 100-500 literes pellettárolóval összekapcsolt pelletkazán, ebben az esetben a fűtési igénynek megfelelően egy csigás rendszer szállítja a pelletet a kazánba.



6. kép: A pelletkazán felépítése
(forrás: www.archiweb.hu)

1.4.2 Levegő-víz hőszivattyú

A levegő-víz hőszivattyú berendezések technológiája leginkább egy hűtőszekrény működésére emlékeztet. Az elv a következő: egy ventilátor segítségével az elpárolgató felületére juttatjuk a levegőt. Ennek hatására a munkaközeg gáz halmazállapotba kerül (alacsony forráspontú folyadék). Ezután egy kompresszor segítségével megnöveljük a nyomását (ezen a ponton juttatjuk a legjelentősebb mennyiségű energiát a rendszerbe) ennek hatására a hőmérséklete a fűtési kör hőmérséklete fölé emelkedik, így a kondenzátor hőcserélőjén hőt ad le annak. A leadott hőmennyiség hatására a munkaközeg hőmérséklete lecsökken és kondenzálódik. Ezután folyadék halmazállapotban elér egy expanziós (nyomáscsökkentő) szelepet, ahol lecsökken a nyomása és ennek hatására a hőforrás (levegő) hőmérséklete alá hűl, így újra előlről kezdődhet a folyamat és a munkaközeg képes lesz hőt átvenni a beérkező levegőtől.



7. kép: A levegős hőszivattyú működésének elve

(forrás: www.vergatl.t-online.hu)

A levegő-víz hőszivattyút fűtésre leginkább tavaszi és őszi időszakban használható, de csak alacsonyhőmérsékletű (35°C-os előremenő fűtővízhőmérséklet), felület esetén. Téli hidegebb időszakot leszámítva használati melegvíz előállításra is jól használható. Adott külső hőmérséklet alatt célszerűbb más fűtési rendszert használni. A

legideálisabb megoldás kombináltan (bivalens üzem mód) biomasszakazánnal olyan rendszert kialakítani, amivel függetlenek lehetünk a magas fosszilis energiaáraktól.

A hőszivattyúk jósági fokát vagy hatásfokát az alapján határozzuk meg, hogy a befektetett villamos teljesítményhez képest mennyivel nagyobb hő teljesítményt szállítottunk. Mindkét mennyiséget kWh-ban mérve a hányadosuk átlagosan 2-6 között mozog. A hányados teljesítménymutató vagy munkaszám néven is ismert, rövidített de gyakran használt neve fűtésnél COP (coefficient of performance). A teljesítménymutató értéke attól függ, mekkora hőfokkülönbséget akarunk a hőszivattyúval lefedni. Minél kisebb ez a hőfokkülönbség annál jobb lesz a hőszivattyú teljesítmény mutatója. Ezt úgy kell értelmezni, hogy a hőszivattyú az alacsony hőmérsékletű fűtőfelületekhez a leghatékonyabb. A teljesítménymutatóhoz tehát mindig 2 hőmérséklet tartozik: a külső hőmérséklet és a fűtési rendszer előremenő vízhőmérséklete pl.: +2°C/+35 °C. A levegő-víz hőszivattyúk éves COP értéke a legalacsonyabb, 3 - 3,5 közötti érték.

A hőszivattyús rendszerek tehát áram felhasználásával vonják ki a levegő, a víz, vagy a föld hőenergiáját. 2010 év tavaszától országszerte elérhető egy új "H" jelű tarifa az áramszolgáltatóknál, amelyet főként a hőszivattyúk, illetve egyéb megújuló forrásokból hőt nyerő épületek hőellátását segítő berendezések és automatikák táplálására lehet igénybe venni. Az új tarifa kizárólag a fűtési idény alatt választható, és a díja nem lehet magasabb, mint az adott szolgáltató vezérelt legalacsonyabb "B" tarifájáé (közismert nevén: éjszakai áram), amelyet a normál lakossági tarifa (A1 jelű díjszabás) 70%-ban maximál a rendelet.

1.4.3 Föld-víz hőszivattyúk

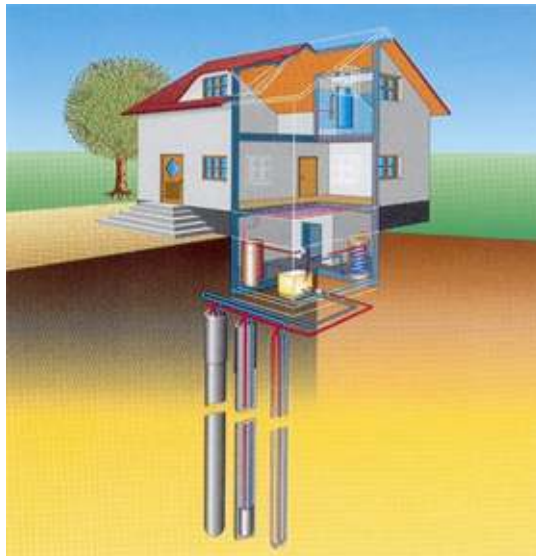
A föld-víz hőszivattyúk lényegében a Föld geotermikus energiáját hasznosítják. A Föld középpontja felé haladva kilométerenként átlagosan 30°C-kal emelkedik a hőmérséklet, de bizonyos területeken ennél nagyobb is lehet a hőmérsékletemelkedés. Magyarország is ebbe a kategóriába tartozik: hazánkban az 50-60 °C-os kilométerenkénti emelkedés a jellemző (UNK JNÉ, 2007). Magyarországon tehát kifejezetten nagy lehetőségek vannak a geotermikus energia felhasználásban.

A talajkollektoros hőszivattyú. 1,2 – 2 méter mélyen vízszintesen lefektetett csőrendszerrel vonja el a talaj hőjét. A hőelvonási teljesítmény, és ezáltal a hőenergia hasznosítás a talajkollektor esetében a talaj összetételétől, nedvességtartalmától, hővezetésétől és a talajvíztől függ, átlagosan 25[W/m²]. Tapasztalat szerint egy családi

ház talajkollektorának területigénye kb. másfél, háromszorosa a lakóterületnek. A talajkollektort használó hőszivattyúk a talajban raktározott hőenergiát akár 75%-ban fel tudják használni az épület fűtésére, a többi mintegy 25%-ot villamosenergia (vagy földgáz) segítségével állítják elő, ennek megfelelően COP értékük 4 körül mozog.



8. kép: Talajkollektoros hőszivattyú rendszer
(forrás: www.napkollektor-napelem.eu)



9. kép: Talajszondás hőszivattyú rendszer
(forrás: www.energiapersely.hu)

Talajszondás rendszer esetén a függőlegesen a talajba helyezett szondákat alkalmaznak. Körülbelül 15 cm átmérőjű, 30 – 100 m mély lyukat fúrnak a talajba és ebbe legtöbbször U-alakú szondát helyeznek, vagy „cső a csőben” rendszert használnak. Előnye, hogy kicsi a területszükséglete, tehát ideális kis telkek esetén, sőt meglévő épületeknél is alkalmazható.

Hőszivattyús rendszer ilyen kialakítása esetén nagyon stabil rendszer alakítható ki, ugyanis kb.10 m mélységtől a talaj hőmérséklete az év minden napján állandónak tekinthető. Hőelvonási teljesítmény a szonda hosszára számítva átlagosan 50 [W/m] (forrás: www.megujulofutes.hu).

A talajszondát használó hőszivattyúk a talajban raktározott hőenergiát akár 80%-ban fel tudják használni az épület fűtésére, a többi mintegy 20%-ot villamosenergia (vagy földgáz) segítségével állítják elő a COP érték itt tehát megközelíti az 5-öt.

A működési elv mindkét típusú föld-víz hőszivattyúnál megegyező. A berendezés két hőcserélőből (kondenzátor és elpárolgató), egy kompresszorból és egy expanziós szelepből áll. A talajkollektor csővezetékében lévő folyadék a talajtól hőt von el, megnő a hőmérséklete és a hőcserélőben ezt átadja a hőszivattyúban keringő közegnek, ami ennek hatására elpárolg. Ebben az állapotban belép a kompresszorba, ami megnöveli a nyomását és a hőmérsékletét a fűtési előremenő hőmérséklet fölé. kondenzátorba belépve a közeg leadja a hőt a fűtőközegnek, lecsökken a hőmérséklete és kondenzálódik (újra folyékony halmazállapotba kerül). A munkaközeg kilépve a kondenzátorból folyadék halmazállapotú és magas nyomású. Áthalad az expanziós szelepen, ahol nyomása lecsökken és lehűl a közeg a hőforrás (talaj) hőmérséklete alá. Ahhoz, hogy végbemehessen ez a körfolyamat, olyan munkaközegre, gázra van szükség, amelynek alacsony a forráspontja és magas nyomás alatt cseppfolyósodik.

1.4.4 Napkollektorok

A Napenergia hasznosításban hatalmas tartalékai vannak még az emberiségnek. A Napból érkező energiamennyiség bőven elegendő lenne az egész emberiség energiaszükségletének kielégítésére: három nap alatt a Napból annyi energia jut a Földre, amennyit az egész emberiség egy év alatt felhasznál (GÖÖZ L, 2007). A napenergiát hőenergia formájában felhasználó berendezések a napkollektorok.

Két fő típusuk a sík és a vákuum kollektorok.

A síkkollektor egy edzett üveggel fedett kollektor házban elhelyezett elnyelő lemezből (abszorber) és az elnyelő lemezre rögzített csőkígyóból áll. A csőkígyóban fagyálló folyadék kering, amelyet a beérkező napsugarak magas hőmérsékletre melegítenek. A kollektorház belsejét hőszigetelő anyaggal látják el a hőveszteség minimalizálása érdekében. A csőkígyóban felmelegített folyadék elszállítja az elnyelt hőenergiát a puffertárolóba, ahol egy hőcserélő segítségével meleg vizet készít. A síkkollektoros rendszert a használati melegvíz előállításra lehet könnyen és gazdaságosan felhasználni. Fűtésrészegítésre igazán csak tavasszal és ősszel használható, mivel télen a nap sugárzása által felmelegedő felület a külső alacsony hőmérséklet miatt visszahűl.

A vákuumcsöves napkollektor gerincét a vákuumcső adja, mely egy 1.5 - 2 m hosszú üveg cső. Ebben található egy réz cső, ami a hőt gyűjti össze. A vákuum szigeteli el az összegyűjtött hőt a környezettől, biztosítva a legmagasabb hatásfokot hidegebb időben is. A vákuumcső hengeres formájából adódóan a napsugárzás hosszabb ideig közvetlenül éri az abszorber lemezt, így nagyobb hatékonyságot eredményez a kora reggeli és a késő délutáni órákban.



10. kép: Vákuumcsöves napkollektor

(forrás: www.megujulofutes.hu)

A vákuumcsöves napkollektorok előnye abban rejlik, hogy alacsony külső hőmérséklet mellett (télen) nagyobb hatásfokkal működnek és részben képesek a szórt diffúz napsugárzás (borús időben tapasztalható) hasznosítására is, ezért a síkkollektorokkal ellentétben fűtésrészegítésre is használhatók. Általánosságban elmondható, hogy a vákuumcsöves napkollektorokkal egy családi ház áprilistól októberig előállíthatja a használati meleg víz 90-95%-át az év többi részében pedig a

35-40%-át, fűtésrámegítésre is alkalmazható rendszerrel pedig megtakarítható az éves fűtési költségének a 30-35%-a (forrás: www.megujulofutes.hu).

1.5 ELEKTROMOS ENERGIA SZOLGÁLTATÓ MEGOLDÁSOK

1.5.1 Napelemek

A napelem olyan foto-elektromos berendezés, amely a fénysugárzás energiáját közvetlenül villamos energiává alakítja. Az energiaátalakítás alapja, hogy a fény elnyelődésekor mozgásképes töltött részecskéket generál, amiket az eszközben az elektromos tér rendezett mozgásra kényszerít, vagyis elektromos áram jön létre.

A napelemeknek 3 fő típusát különböztetjük meg. Az Egykristályos szilícium (Si) napelemek drágák, de hatékonyak. Legjobban a közvetlen napsugárzást hasznosítják, de akár alacsony napállás esetében is megfelelő hatásfokkal működnek. A legkorszerűbb panelek hatásfoka 18%, laboratóriumi körülmények között 25% (az elméleti határ 31%). A polikristályos Si napelemek előállításuk egyszerűbb és gyorsabb így áruk alacsonyabb és a hatásfokok sem marad el sokban az egykristályosétól (12-15%). Az amorf szilícium napelemek hatásfoka a leggyengébb (a kristályosakkal összehasonlítva), azonban olcsósága miatt gyakran alkalmazzák olyan esetben, amikor nagy felület (szabad homlokzat) áll rendelkezésre az elhelyezéséhez. A napelem ezen típusára jellemző, hogy a szórt fényt jobban képes hasznosítani, mint a direkt közvetlen napsugárzást.

A napelemből kinyerhető teljesítmény a fény beesési szögétől, a megvilágítás intenzitásától, és a napelemre csatolt terheléstől függ. A fixen beépített napelem maximum 6 órán keresztül képes napfényt elnyelni. Ahhoz, hogy egész nap az időjárás által megengedett maximális teljesítménnyel tudjuk gyűjteni a napenergiát, a nappal folyamán vízszintesen forgatnunk, függőlegesen bólintanunk kellene a napelemet, úgy, hogy a napsugár beesési szöge a lehető legkisebb mértékben térjen el a merőlegestől. Az optimális besugárzásra beforgatott napelem-modul sem fog mindig teljesítményt szolgáltatni, mivel a besugárzás mértéke több okból is változhat, lecsökkenhet (például lemegy a Nap vagy eltakarják a felhők stb.). Mivel az elektromos fogyasztókat folyamatosan szeretnénk üzemeltetni, viszont a napelem nem tud folyamatosan energiát biztosítani, valamilyen energiatároló puffert kell alkalmaznunk a rendszerben.

A napelem hatásfoka (η , "eta") százalékosan fejezi ki, hogy a napelem mennyi napenergiát alakít át elektromos energiává. A hatásfokot a következő képlet szerint számítják:

$$\eta = P_m / (E \cdot A)$$

Ahol

P_m a fényelem által leadott maximális teljesítmény,

E a napsugárzás energiája (W/m^2),

A a napelem felülete (m^2)

Hatásfokot a környezeti és a konstrukcióval összefüggő tényezők egyaránt befolyásolják. A környezeti tényezők közül a hőmérséklet a legfontosabb, de ide lehet sorolni a cella felületének tisztaságát, a megvilágítás erősségét is.

1.5.2 Szélgenerátor

Az állandó mágneses generátorok a legelterjedtebbek, ezek hajtómű és áttétel nélküli egyszerű szerkezetek. Léteznek külső gerjesztésű villamos generátorok is, ebben az esetben a mágneses erőtér kialakításához villamos áram szükséges.

A leginkább elterjedt és nagyobb hatásfokkal bíró lapátszerkezetek tengelyiránya vízszintes elrendezésű. Mivel a beépített generátor magasabb üzemi sebességen teljesít optimálisan, így az annak meghajtásában szerepet játszó rotorhoz nagyobb gyorsjárési tényezőjű lapát konstrukció felel meg leginkább. A tapasztalatok azt mutatják, hogy kedvező széljárás esetén a három, esetleg két lapátollú alkalmazás ideális. A lapátok általában üveg, vagy szénszál erősítésűek.

A szélgenerátor csőállványát betontalapzatra helyezik, ennek mérete kisebb, ha tartozik az állványhoz acélsodronyos kifeszítés. A tetőre szerelni nem igazán célszerű, mivel a generátor továbbítja a rezgéseket a ház felé, valamint a működés közben jelentkező zaj is zavaró lehet. A környező tereptárgyaktól 6-8m-rel magasabbra érdemes telepíteni a szélgenerátort. A telepítést megelőzően ebben a magasságban érdemes szélirány és szélsébség mérést végezni, mellyel behatárolható a várható termelési érték.



11. kép: 1 kW-os szélgenerátor
(forrás: www.hza.net78.net)

A családi háznál alkalmazható generátorok általában 7-10km/h szélsébségnél kezdenek forogni, névleges teljesítményüket 36-50 km/h-nál érik el. A szélgenerátorokat általában viharvédelemmel látják el, ez legtöbbször rugós rendszerű: túl erős szél esetén a lapátok kifordulnak a szél irányából, de léteznek elektronikus fékezési eljárások is.

A szélgenerátorok éves leadott áramtermelése függ: a telepítés helyétől, a telepítési magasságtól és a domborzattól. Elsősorban magasan fekvő és nem túlságosan beépített területen célszerű ezt a technológiát kivitelezni. Jól bizonyítja ezt a tényt egy felmérés, miszerint Angliában, városi körülmények között egy házi használatú szélgenerátor átlagosan napi 0,2kWh áramot termel (J.C. MCKAY, D. 2009).

A szélgenerátor áramtermelése nem állandó, ezért a megtermelt energiát tárolni kell, hogy folyamatos áramellátást biztosítson a rendszer. A tárolás akkumulátorokkal oldható meg, ezek elektromosan összekapcsolhatóak, így akkumulátorbankot hoznak létre, ami szélcsendes időben is használható, mint tárolt energiaforrás. Az akkumulátorokban tárolt energia egyenáramú, ezt egy szigetüzemű inverterrel lehet a háztartásban alkalmazható váltóárammá alakítani. Az akkumulátoros tárolás mellett a többlet áram hálózatra történő visszatáplálása is lehetséges. Ebben az esetben hálózatra dolgozó invertert kell beépíteni.

Nagyon jól használhatóak az úgynevezett hibrid rendszerek, amikor a napelemeket és a szélgenerátort együttesen alkalmazzák. A napelemek kiszámíthatóbban termelik az áramot, ezért abból érdemes többet beszerezni, a teljes

áramtermelés 2/3-át inkább erre érdemes alapozni. A maradék 1/3 arányban jöhet a szélgenerátoros áramtermelő, ami jó szélben gyorsan behozza kiszámíthatatlanságának hátrányát.

1.6 VÍZHASZNÁLAT

1.6.1 Szennyvíztisztítás

Házi szennyvíztisztító berendezés használatával a keletkezési hely közvetlen közelében megtörténik a háztartási szennyvíz megtisztítása úgy, hogy a tisztított víz öntözésre újrahasznosítható, vagy alkalmas befogadóba engedhető. A szennyvíztisztító a háztartási szennyvizet biológiai úton tisztítja, 95-98 % hatásfokkal.



12. kép: Házi szennyvíztisztító berendezés felépítése

(forrás: www.majoros.hu)

A szennyvíztisztító alapegysége a vasbeton medence, mely levegőztető-keverő berendezéssel és utószűrővel van felszerelve. A szennyvíz az első, előüleptítő, vagy ún. anaerob kamrába érkezik, ahol megtörténik a mennyiségi és minőségi kiegyenlítés, valamint az anaerob előrothasztás. Itt történik az ásványos jellegű anyagok (homok) kiüleptítése, és a zsírok felúsztatása. Az előkezelt szennyvíz az átvezető csövön keresztül halad tovább a levegőztető, vagy ún. aerob kamrába. Az aerob kamrában a levegőztető-keverő berendezés biztosítja a szükséges oxigéntartalmat és az iszap állandó lebegésben tartását. Az utóüleptítőbe kerülő szennyvízből az iszap az alsó, ferde felületekre ülepedik, és visszacsúszik az alsó részen kialakított nyíláson keresztül a levegőztető

térbe. Ez a kialakítás biztosítja az állandó iszap recirkulációt külön. Az utóülepítőben felfelé áramló tisztított víz az utószűrőn keresztül távozik a berendezésből. Az utószűrő kiszűri a még lebegő iszapszemcséket. Az utószűrőn keresztül kiáramló tisztított víz felhasználható gyökérszórás öntözésre, vagy elszikkasztható.

1.6.2 Esővízgyűjtés

Az emelkedő víz és csatornadíjak és a környezetvédelem mind indokoltá teszik az esővízgyűjtést. Az EU-ban sok helyen már kötelező az esővízgyűjtők a karsztvizek védelme, az időszakos vízhiányok kezelése, a takarékoság és a szennyvíztisztítók tehermentesítése érdekében.

A lágy esővíz alkalmas mosásra, WC öblítésre és kertgondozásra. A csapadékvíz teljes újrahasznosításával körülbelül 25%-os ivóvíz megtakarítás érhető el. Minden tetőfelület lehetőséget ad arra, hogy gyűjtsük és tároljuk az esővizet. 100m² tetőről évente 50-60m³ esővíz gyűjthető.

Az esővízgyűjtésre talajban elhelyezhető műanyag esővíztároló a legalkalmasabb. A talajban állandó hőmérsékleten, algamentesen tárolja az ereszcatornákból levezetett összegyűjtött csapadékvizet. 30-40m² tetőfelülethez 1m³ tartálytérfogat ajánlott. A vizet egy merülő motoros szivattyú segítségével nyerhetjük ki a tárolóból. A kinyert vízzel öntözhetünk, vagy visszavezethetjük a házba WC öblítésre és mosásra hasznosítva.

1.7 HULLADÉKKEZELÉS

1.7.1 A szelektív hulladékgyűjtés rendszerének kialakítása

Ma Magyarországon elsősorban szelektív hulladékgyűjtő szigeteken történik csak szelektív gyűjtés. Ezek feladata az időben folyamatos szelektív gyűjtési lehetőség biztosítása a lakosság szilárd hulladékai számára. A gyűjtőszigetek konténerai az elkülönítetten gyűjtött hulladékokat közegészségügyi és környezetvédelmi szempontból kifogástalan módon, az elszállításig átmenetileg tárolják. Kizárólag másodnyersanyagként hasznosítható összetevőket gyűjtenek (papír, műanyagpalack és fólia, színes és fehér üveg, fém italos dobozok, konzervdobozok).

A házon (telken) belüli gyűjtés még csak kevés helyen működik hazánkban. Az ilyen gyűjtőhelyeket családi házak, társasházak udvarán, lépcsőházakban, szeméttárolókban, alakítják ki. Kezdetben általában két-három komponenst gyűjtenek külön. (szerves-komposztálható, papír, vegyes hulladékok) Később fokozatosan növelhetik a kihelyezett gyűjtőedények számát (műanyag, papír, fém). A gyűjtőedényekből a hulladékokat a hagyományos gyűjtési rendszer gépeivel, de eltérő gyűjtési-szállítási logisztikai rend szerint gyűjtik be. (Ez azt jelenti, hogy ugyanaz a szemétszállító a hét különböző napjain más és más edényeket ürít ki.) A lakosságot különböző információs anyagokkal és gyűjtési naptárral készítik fel a rendszer helyes használatára.

1.7.2 Komposztálás

A komposztálás a legősibb hulladék újrahasznosító eljárás. Hazánkban egy átlagos állampolgár kb 300kg hulladékot termel évente, ennek 30%-a komposztálható szerves anyag, tehát 90kg/év, ez havonta fejenként 7,5kg komposztálható hulladékot jelent.



13. kép: Műanyag komposztsiló
(forrás: www.komposztmester.hu)

A komposztálás lehetőséget ad arra, hogy a háztartásban és a kerti munkák során keletkező szerves hulladékokban lévő tápanyagokat visszajuttassuk a talajba. A komposzt humusztartalmában a tápanyagok a növények számára könnyen felvehetőek. A talaj szerkezetét javítja, ezáltal javul a talaj levegőzése. A komposzt jelentős

vízmegekötő képességű, így javítja a talaj vízháztartását és növeli a talaj biológiai aktivitását.

Oxigén jelenlétében oxidációs folyamatok, aerob bomlás, azaz korhadás játszódik le. A folyamatot mezofil és termofil aerob baktériumok végzik, emellett rengeteg élesztő-, penész-, sugár-, és kalapos gomba is részt vesz benne. A komposztálandó anyag 65-70 fokra is felmelegszik, az aerob oxidáció szagtalan. A folyamat terméke: széndioxid, víz, humuszanyagok, mikroelemek. Az anaerob baktériumok által előidézett anaerob bomlást rothadásnak nevezzük. A folyamat során szerves vegyületekből főként hidrogén, metán és más alacsony szénatom számú szénhidrogének szabadulnak fel. A bomlás melléktermékeként felszabaduló ammónia és kénhidrogén bűzös szagot áraszt. A komposztálás során a külső rétegekben inkább aerob, belül a levegőtlenebb részekben anaerob bomlás zajlik, a cél az aerob körülmények túlsúlyának biztosítása.

A lebomlás gyorsaságát erősen befolyásolja, hogy a lebontandó anyagban milyen a C és a N egymáshoz viszonyított aránya. Az ideális a 25-30/1 szén-nitrogén arány. Magas nitrogén tartalmú anyagok a konyhai hulladékok, fűnyesedék, hígtrágya. Magas széntartalmúak pedig például a fakéreg, fűrészpor, az avar és a kartonpapír. Minél többféle anyagot keverünk össze, annál biztosabb, hogy jó minőségű komposztot kapunk végtermékként.

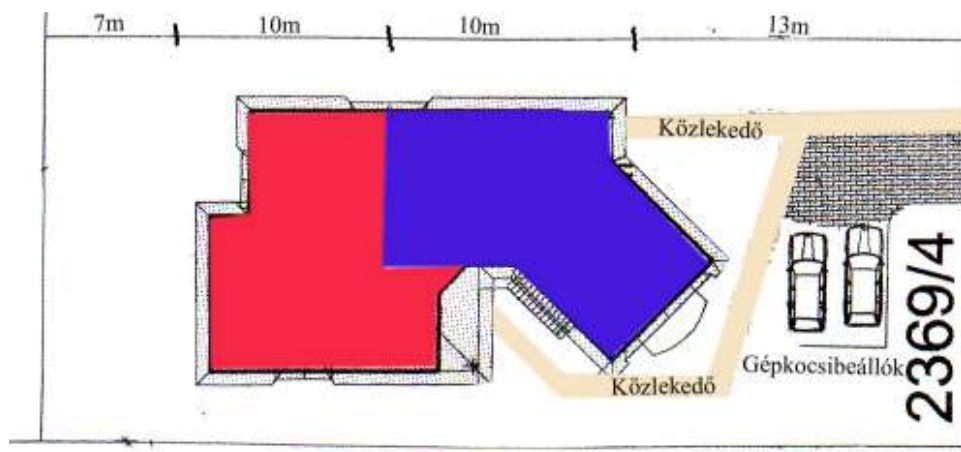
2. ESETTANULMÁNY

Esettanulmányomban egy kétlakásos családi ház épületi adottságaiból, környezeti viszonyaiból és jelenlegi éves rezsiköltségéből kiindulva megvizsgáltam a kivitelezhetőségét és az éves megtérülését az eddig bemutatott környezetbarát technológiai lehetőségeknek. Minden egyes kivitelezhetőnek vélt technológiára árajánlatot kértem be különböző cégektől. Az árajánlatok adatai és az éves rezsiköltségéből ismert fogyasztási szintek alapján kiszámoltam az egyes technológiák éves megtakarítását és években kifejezett megtérülési idejét. Az eredmények alapján kiválogattam azokat a környezetbarát technológiákat, melyek költségszintjét és megtérülési idejét optimálisnak ítéltam és összeállítottam belőle egy komplett „rezi csökkentő” csomagot, melynek ugyancsak kiszámoltam évekre vonatkoztatott megtérülését.

2.1 A KÉTLAKÁSOS CSALÁDI HÁZ ADOTTSÁGAI

2.1.1 Alap adatok

Az esettanulmányban szereplő kétlakásos családi ház 2009-ben épült Solymáron 419m-es tengerszint feletti magasságban. A telek alapterülete 726 m², ház alapterülete 150m², a lakószintek száma 2, a ház teljes alapterületében alá van pincézve. a telekméret viszonylag kicsi a házhoz viszonyítva, a ház teljesen betölti a maximális beépíthetőségi százalékot, éppen ezért egyes technológiákat, mint a talajkollektoros hőszivattyút (a hőszivattyú talajkollektorának az összes lakott alapterület háromszorosára lenne szüksége) eleve el kell vetni. A szennyvíztisztító berendezés szikkasztó vezetékei ill. a gyökérvíz öntözés szintén területigényesek, de ezeknek a dréncszöveknek 150-200 m² terület elegendő, tehát ez kivitelezhető az adott területen.

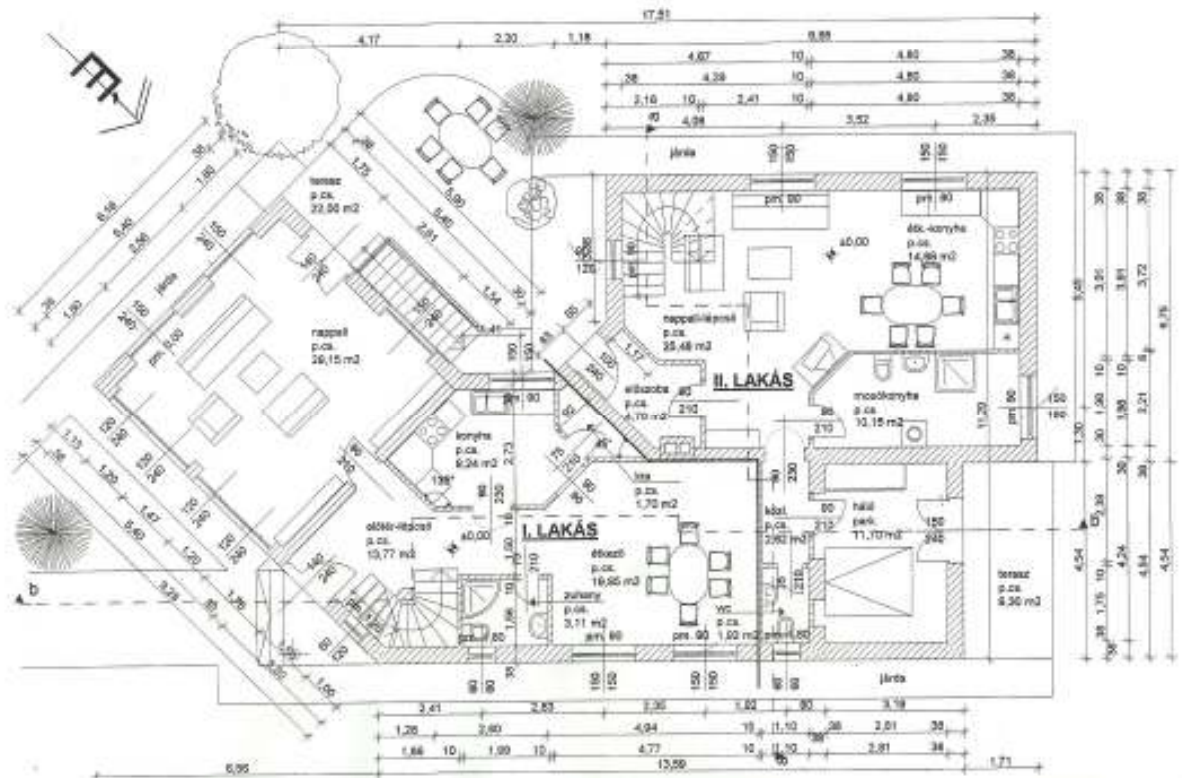


14. kép: Kétlakásos családi ház elhelyezkedése az építési telken.

2.1.2 Passzív építkezés

Az épületet a passzív építkezés szempontjai alapján vizsgálva elmondható, hogy mindkét lakásban megfelelő a nappalik tájolása, hiszen DK-i és DNy-i tájolásúak, a lakószobák pedig inkább ÉK, ÉNy irányban foglalnak helyet. A nappalik nagy üvegfelületekkel vannak ellátva, ezáltal a passzív napenergia hasznosítás jól működik. További előny, hogy a sátoztető az épület külső falaihoz képest 1m-rel kijebb fejeződik be, ezáltal jó fix árnyékolót hozva létre a nyári napsugárzás védelmében. Hátrány

viszont, hogy az épület ÉK-i, Ény-i homlokzatainál elhelyezett nyílászárók túl nagy felületűek, valamint, hogy a tetőtérben sok tetőablakot helyeztek el, amik nyáron nagyon felfűtik a helységeket, télen pedig sok hó veszik el rajtuk keresztül.



15. kép: A kétlakásos családi ház alaprajza.

2.1.3 Szigetelés/nyílászárók

A ház homlokzata 10cm-es Nikecell szigeteléssel van ellátva, a tetőtérben a szarufák között 15cm-es üvegyapot szigetelés lett elhelyezve a párazáró fólia alá. Az 5 kamrás műanyag nyílászárók $U=1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$ hőszigetelő képességűek.

2.1.4 Tetőfelület

A tető erősen tagolt, a kifejezetten déli kitétségű tetőszakasz nagyon kicsi, mindössze 15 m^2 , ez meghatározza a kihelyezhető napkollektorok ill. napelemek méretét (a 16. képen pirossal jelölt terület jelzi a déli kitétségű tetőfelületet). A limitált felület miatt csak az egyik típusú technológiát lehet kivitelezni. Egységnyi felületen a napelemek bekerülési ára általánosságban körülbelül négyszerese a napkollektoros berendezésekének és ugyanazon felületen mindössze feleannyi energia megtermelésére

képesek (J.C. MCKAY, D. 2009), ezért nem kérdés, hogy melyik technológiát kell előnyben részesítenünk. A Napcsapda Kft. Felmérése alapján mindössze 2db egyenként 1644x1345x95mm-es vákumcsöves napkollektor helyezhető el, melyek a melegvíz ellátásban tudnak szerepet vállalni. Az összes tetőfelület viszont nagyon nagy, több, mint 200 m², ezért a csapadékvíz gyűjtése kiemelten ajánlott.



16. kép: Kétlakásos családi ház DNy-i homlokzat

2.1.5 Gépészet

A kétlakásos családi házat 1db 24KW-os kondenzációs kazán fűti. A fűtésrendszer kombinált: a földszinten a járólappal borított területeken, valamint a fürdőszobákban alacsony hőmérsékleten működő padlófűtés van, a parkettával burkolt hálósobákban pedig magasabb hőmérsékletű radiátoros fűtés. A kazán egy 500l-es melegváltárolóval van összekötve, mely a napkollektoros rendszer jövőbeni várható kiépítése miatt lett beszerelve.

2.1.6 Rezszi elemzés

A 2 lakásos családi ház egyik lakását 2 felnőtt és egy gyerek lakja, a másik lakást 2 felnőtt. A családi ház teljes rezsije az alábbiak szerint alakult az elmúlt évben:

Gázfogyasztás: 3200 m³/év, fűtőérték: 34,43MJ/m³, br. ár: 3,63 Ft/MJ

A teljes gázfogyasztás tehát: 3200x34,43x3,63=400.000Ft – ba került

Villamos áram fogyasztás: 6000 kWh/év, br. egységár alapdíjjal: 46,7Ft

A teljes villamos áram fogyasztás tehát: 280.200Ft-Ft-ba került

Vízfogyasztás: 480 m³/év, br. vízdíj: 292,5Ft/m³, alapdíj: 6000Ft/év

A teljes vízfogyasztás tehát: 146.400Ft-ba került.

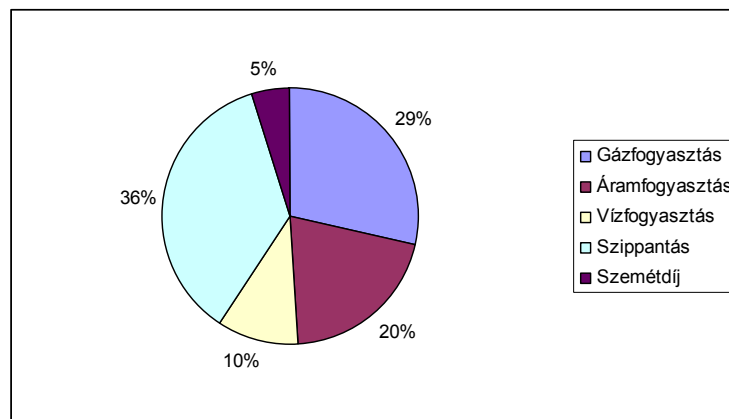
Emésztő szippantás: 21db/év, br. szippantási díj: 24000Ft/alkalom

Az éves szippantási költség tehát: 504.000Ft

Szemétdíj: 2db kuka, kukánként bruttó 8.000Ft negyedévente

Az éves szemétdíj tehát: 64.000Ft

A két lakás együttes rezsije tehát 1.394.600Ft, az alábbi X-es számú diagrammon a rezszi százalékos megoszlását vizsgáltam meg az egyes „rezsielemelek” között.



1. diagramm: A kétlakásos családi ház éves rezsijének százalékos eloszlása

A diagramm alapján kitűnik, hogy a két leg súlyosabb költség a gázfogyasztás és a szippantás költsége, tehát elsősorban ezen költségek csökkentésére kell koncentrálnunk

2.2 MEGTÉRÜLÉS ELEMZÉS A KÜLÖNBÖZŐ KIVITELEZHETŐ KÖRNYEZETBARÁT TECHNOLÓGIÁKRA

A következőkben a „rezszi elemzés” alapján veszem végig minden egyes „rezszi elem” csökkenthetőségét a különböző kivitelezhető, megújuló energiaforrásokat hasznosító környezetbarát technológiákkal. A megtérülési számításoknál állandónak vettem az épület jelenlegi energia felhasználását. Ezt követően árajánlatokat kértem be erre az energiaszintre méretezett megújuló energiaforrásokat hasznosító

berendezésekről. Az árajánlatokban megadott adatok alapján kiszámoltam az elméleti üzemeltetési költségét, majd ezt összevettem a házban jelenleg használatos technológia üzemeltetési költségével. Végül a környezetbarát berendezés teljes bekerülési árát elosztottam az éves üzemeltetési költségek különbségével és így megkaptam az adott technológia megtérülését éves szinten.

2.2.1 A gázfogyasztás csökkentésének lehetőségei, a különböző megoldások megtérülésének elemzése

A családi ház egyetlen gázfogyasztó berendezése jelen pillanatban a 24kW-os kondenzációs gázkazán. Ez a kazán végzi a kombinált központi fűtési rendszer vízkörének fűtését, valamint a használati melegvíz termelést. E két funkció kiváltásában gondolkodhatunk tehát, ha csökkenteni szeretnénk a gázzárlást. A fűtési hőtermelő rendszerre a fent említett technológiák közül a talajszondás hőszivattyú rendszer, valamint a faelgázosító kazán és a pelletkazán jöhet számításba. A használati melegvíz termelésére 2 technológiát vizsgáltam meg: a vákumcsöves napkollektort, valamint a levegős hőszivattyút.

2.2.1.1 Talajszondás hőszivattyú megtérülésének számítása

A HGD Kft-től kértem árajánlat talajszondás hőszivattyú kiépítésére. A kapott árajánlat alapján a cég 4 szonda elhelyezését tervezi, ezekből a primer szonda földárókban a kazánházba vezetne, ahol kiépítenék a hozzá tartozó hőközpontot. A hőközpontban IVT Greenline E25kW-os hőszivattyút helyeznének el, melynek hőteljesítménye 0/35°C körülmények között (0 °C-os külső hőmérséklet, 35 °C-os előremenő víz hőmérséklet), 25,5kW, áramfelhasználása ugyanezen körülmények között 6,3kW. COP értéke ennek megfelelően: $25,5+6,3/6,3=5,04$. A hőszivattyú berendezés és a további szerelvények, valamint a munkadíj ára 4,4M Ft, a talajszonda fúrása az adott területen 6,6M Ft.

Az épület jelenleg 3200 m³ földgázt használ el egy évben, a gáz köbméterenkénti fűtőértéke: 34,43MJ (1MJ=0,278kWh és 1kWh=3,6MJ), az épületnek ennek megfelelően $3200 \times 34,43 \times 0,278 = 30.630$ kWh hőenergiára van szüksége. Jelen esetben földgázzal ez 400.000 Ft-os költséget jelent évente. Talajszondás hőszivattyú

esetében 5-ös COP esetén 6.126 kWh villamosenergia (áram) fogyasztásával kell számolni és a további 24.504 kWh-t a Föld szolgáltatja. A hőszivattyú áramfogyasztását „H” tarifával számolhatjuk, ami 70%-a normál tarifának: $46,7 \times 0,7 = 32,69$ Ft kWh-ként, villanyszámlánk így 200.260 Ft lesz. Így az éves megtakarítás 199.740 Ft lenne. Ha gázmotoros hőszivattyút alkalmazunk, akkor a 6.126 kWh előállításához csupán $(6.126 \times 3,6) / 34,43 = 640,5$ m³ földgázra van szükségünk, ami 80.050 Ft-os éves költséget jelent, így 319.950 Ft-os éves megtakarítást érhetünk el a jelenlegi energiaárak mellett.

Sajnos az adott körülmények (419m-es tengerszint feletti magasság és a karsztos talajviszonyok) nagyon megdrágítják a fűrés költségeit, így a teljes beruházás 10M Ft az adott helyszínen. Ennek megtérülési ideje a fenti éves megtakarítás mellett $10M / 319.950 = 31$ év.

2.2.1.2 Faalgázosító kazán megtérülésének számítása

Az Alltherm Kft. ajánlata alapján az adott házra méretezett faalgázosító kazán (típus: VIGAS 40S) üzembe helyezéssel együtt bruttó 700.000Ft-ba kerül. A kazán teljesítmény tartomány 8-tól 41kW-ig terjed. A kazánt 12 óránként kell megtölteni fával.

Ha jól kiszáradt tűzifát (maximum 20%-os nedvességtartalom) veszünk, ami körülbelül 4kWh fűtőértékkel rendelkezik, akkor 1 m³ gázt 2 kg tűzifával válthatunk ki. A gáz köbméterenkénti 125Ft-os árához képest 2kg tűzifát 48Ft-ért szerezhethetünk be. 3200m³ gáz kiváltásához ennek megfelelően 6400kg fa szükséges, aminek bekerülési ára 153.600Ft. A 400.000Ft-os gázszámla helyett tehát mindössze ennyibe kerülne a fatüzelés, így évente 244.000Ft-ot lehetne megspórolni. Ennek megfelelően az adott épületben a faalgázosító kazán kevesebb, mint 3 év alatt megtérül.

2.2.1.3 Pelletkazán megtérülésének számítása

A Wagner Solar Hungaria Kft ajánlata alapján az épülethez a 30kW-os Attack pelletkazánt javasolják. A kazánhoz 330l-es pellettároló tartozik, melyből csigás rendszer adagolja a pelletet a kazánba, a pelletet így elég hetente utántölteni a kazánba. A kazán bekerülési ára üzembe helyezéssel együtt 1,2M Ft.

1m^3 gáz fűtőereje $1,9\text{kg}$ pellettel váltható ki. 3.200m^3 gáz kiváltására tehát $3.200 \times 1,9 = 6.080\text{kg}$ pellet szükséges. A pellet ára a vásárolt mennyiségtől függ, ezért érdemes az egész téli mennyiséget egyszerre megvenni. A „DZone Studio” árai alapján ezt a mennyiséget ma kilogrammonként $57,5\text{Ft}$ -os bruttó egységáron lehet beszerezni. A pelletkazánnal ennek megfelelően a 400.000 Ft-os gázfűtés helyett $6080 \times 57,5 = 349.600\text{Ft}$ -ba kerülne az éves fűtés költsége. A megtakarítás tehát évente 50.400Ft . A pelletkazán bekerülési költségét elosztva az éves megtakarítással, megkapjuk az években mért megtérülési időt: $1,2\text{M}/50.400 = 23,8$. A beruházás megtérülése tehát csaknem 24 évet venne igénybe. Ezt az eredményt összehasonlítva a faelgázosító kazán megtérülésével kiderül, hogy hiába modernebb ez a technika és jobb a pellet fűtőereje a tüzifáénál, a kilogrammonkénti árakban jelentkező jelentős különbség miatt mégis a faelgázosító kazán éri meg jobban.

2.2.1.4 Vákuumsöves napkollektor megtérülésének számítása

A „Napsapda Kft” által készített vákuumsöves napkollektor árajánlat 2db NP CPC U-pipe CPC tükörlemezzel ellátott vákuum kollektort, vezérlő gépészetet, keringető szivattyút és szolár gépészeti vezetékét tartalmaz. A kollektorok mérete egyenként $1644 \times 1345 \times 95\text{mm}$, darabonként 200l használati melegvíz előállítására képesek naponta. A rendszer ára beszereléssel együtt kedvezményesen bruttó 700.000Ft .

A vákuumsöves napkollektor áprilistól októberig a használati melegvíz 90-95%-át képes előállítani, a maradék 5 hónapban viszont csak 35-40%-át (www.megujulofutes.hu). Átlagosan tehát ezzel a technológiával a használati melegvíz 70%-a állítható elő. Egy fő átlagos melegvíz használata naponta 40-50l, ez egy év alatt körülbelül 16500 l, melynek előállításához 1000 kWh-ra van szükség (www.megujulofutes.hu). A vákuumsöves napkollektor ennek 70%-át képes megtakarítani, azaz $700\text{kWh}/\text{fő}/\text{év}$. Esetünkben 5 fő él a 2 lakásban, tehát 3500kWh lehet az összes megtakarítás. Ez MJ-ban átszámolva $3500 \times 3,6 = 12.600\text{MJ}/\text{év}$, ami földgáz fűtés esetében 45.738Ft lenne. Így a beruházás megtérülése a mai energia árakkal $700.000/45.738 = 15,3$ év. Az energiaárak azonban folyamatosan növekszenek, valamint a lakosság jövőbeni növekedése szintén lerövidíti a megtérülési időt.

2.2.1.5 Levegős hőszivattyú megtérülésének számítása

A Zöldparázs Kft a Fujitsu Waterstage HP 16-os hőszivattyút ajánlotta az adott épületmérethez és energiaigényhez. A hőszivattyú COP értékét 2 °C-ra adja meg a cég, a magyarországi fűtésszezon 180-190 napja alatti átlaghőmérséklet alapján (www.hoszivattyu-info.hu). A COP érték tehát ezen a hőmérsékleten, 35 °C-os előremenő víz hőmérsékletnél 3,1. A levegőkazán teljesítménye 16kW. A készülék bekerülési ára beszereléssel együtt 2,5M Ft. Ez a levegős hőszivattyú akár fűtést segítésre is használható, de a fűtés teljes kiváltása nem ajánlott, mert 0°C alatt rohamosan romlik a teljesítménye és ilyenkor az áramfogyasztás már meghaladja egy kondenzációs kazán gázfogyasztását.

A levegőkazán tehát a szükséges 30.630kWh hőenergiát a jóság fok alapján $30.630/3,1=9.880\text{kWh}$ árammal képes előállítani. Ez az árammennyiség „H” tarifával 323.000Ft-ba kerülne. Az éves megtérülés ebben az esetben 77.000Ft. A levegőkazán megtérülési ideje tehát $2,5\text{M}/77.000=32$ év. Sajnos még ez a megtérülési idő sem reális, mivel a hideg napokon nem elég ez a fűtőrendszer, ezért a teljes energiaigényt nem tudja kiszolgálni a levegőkazán.

2.2.1.6 Hővisszanyerő szellőztető berendezés megtérülésének elemzése

Hővisszanyerő szellőztető berendezés kiépítése egy már elkészült családi házba sajnos nagyon bonyolult és költséges a rengeteg légvezeték utólagos elhelyezése miatt. Ez a technológia leginkább új építésű házakban kivitelezhető, ahol a gépészeti terv eleve tartalmazza a légvezetéseket is. Az Aereco légtechnikai Kft. Ajánlata alapján az adott épületre összességében 1,5 millió Ft-ba kerülne a kiépítés. A cég saját bevallása szerint a rendszer jól szigetelt épületek esetén körülbelül 18-20%-os megtakarítást tud elérni. Ez esetünkben átlagosan 75.000Ft-os megtakarítást jelent évente, beruházás tehát 20 év alatt térül meg. Magának a hővisszanyerő rendszernek (ára 600.000Ft) életideje viszont sajnos nem több 8-10 évnél. Ha megtérülési oldalról vizsgáljuk ezt a technológiát, akkor a fentiekből sajnos az derül ki, hogy a rendszer soha nem térül meg.

2.2.2 Az elektromos áramfogyasztás csökkentésének lehetőségei, a különböző megoldások megtérülésének elemzése

Az elektromos áramfogyasztás csökkentését először a fogyasztók jó megválasztásával érdemes kezdeni. Rengeteget lehet spórolni energiatakarékos izzók, háztartási gépek vásárlásával. A következő lépés a környezettudatos életvitel: a lámpákat csak ott égessük, ahol épp tartózkodunk, a transzformátorral ellátott fogyasztókat (telefontöltő, laptop kábel) ne felejtjük bedugva a konnektorba és így tovább. Ha ezeket már mind végiggondoltuk és alkalmazzuk, akkor lehet elgondolkodni további lehetőségeken, úgymint megújuló erőforrások alkalmazásán. A legjobban elterjedt technológiák a napelemek és a szélgenerátorok. A gyártók általában a „hibrid rendszerek” kiépítését támogatják, azzal az érvel, hogy ezek jól kiegészítik egymást. A következőkben egy napelemes és egy hibrid rendszer megtérülését elemzem.

A Permanent Kft.-től kapott árajánlat egy 2,3kW-os hálózatra visszatápláló napelemes rendszert fed. A 10 db 230W-os monokristályos szilícium napelem 1580x1068x50mm méretben, hálózatra tápláló inverterrel együtt 2.349.345Ft. A napelemek nagy területigénye miatt a berendezés telepítése az adott tetőn sajnos eleve lehetetlen, de érdekességképpen kiszámoltam a rendszer várható megtérülését. A 2,3kW-os rendszer átlagosan 15%-os hatékonysággal működik. 2009-ben hazánkban az egy m²-re jutó éves energiamennyiség a napsugárzásból 1346 kWh volt. A teljes napelemes rendszer felülete 16,8m², az éves termelés ennek megfelelően 1346x16,8x0,15=3390kWh. Ha a teljes árammennyiséget felhasználnánk, akkor éves szinten: 3390x46,7=158.400Ft lenne a megtakarítás, és 2.349.345/158.400=14,8 év lenne a megtérülési idő, de mivel az áramtermelés és az áramfogyasztás nincs teljesen szinkronban, az áram egy részét az inverteren keresztül visszatápláljuk a hálózatra. Sajnos az energiaszolgáltatók kevesebbet fizetnek a megtermelt áramért, mint, amennyit velünk fizettetnek, ezért a megtérülés is kevesebb lesz a fent kiszámoltnál.

Szintén a Permanent Kft.-től egy napelem-szélgenerátor hibrid rendszerre kapott árajánlatban 5 db 230W-os monokristályos szilícium napelem 1580x1068x50mm méretben, és egy 1000W/48VDC fémlapátos szélgenerátor 8m-es álvánnyal, valamint hálózatra tápláló inverterrel összesen 2.623.025Ft-ba kerülne. A megtermelhető árammennyiség ebben az esetben kevesebb, a 8,4m²-es napelemes rendszer 1695kWh-át termel, az 1kW-os szélgenerátor áramtermelését sokkal nehezebb megbecsülni (ehhez

az adott magasságban pontos szélmerést kellene végezni), de általánosságban elmondható, hogy egységnyi kW teljesítményű napelem valamivel több, mint kétszer annyi energiát képes megtermelni, mint egy ugyanakkora teljesítményű szélgenerátor (J.C. MCKAY, D. 2009). Tehát az éves áramtermelésünk 2500kWh körül lehet ezzel a rendszerrel. Az éves megtakarítás $2500 \times 46,7 = 116.750 \text{ Ft}$, a megtérülési idő: $2.623.025 / 116.750 = 22,5$ évre tehető.

2.2.3 *Vízfogyasztás csökkentése*

A vízfogyasztás megint csak környezettudatos életvitellel csökkenthetjük elsősorban, de további megtakarítást érhetünk el az esővízgyűjtéssel. Az épület hatalmas tetőfelülete jól felhasználható esővízgyűjtésre. A tető közel 200 m^2 felületű, tehát, ha a fent említett ajánlást nézzük, miszerint $30\text{-}40 \text{ m}^2$ tetőfelülethez 1 m^3 tartály ajánlott, akkor $5\text{-}6 \text{ m}^3$ űrtartalmú tartályra lesz szükségünk. A www.kert-kertito.hu oldalon található ajánlatok alapján vagy egy 6500l-es tartály jöhet szóba 676.970Ft-ért, vagy 2db 2650l-es darabonként 325.880Ft-ért. Mindkét megoldás megfelelő lehet, hiszen az ereszcsonna 2 helyen: a ház elülső és hátulsó oldalán lett levezetve, így a víz 2 külön tárolóban is raktározható. A 200 m^2 -es tetőfelületről évi 100 m^3 víz is gyűjthető, ami 30.000 Ft megtakarítást jelent. Ha az adott térségben kiépül a csatornahálózat, akkor már több, mint duplán számít a megtakarított víz, 340Ft/ m^3 -es csatornadíj esetén már évi 64.000Ft lesz a megtakarítás. Ebben az esetben 10 év alatt hozza be az árát az esővíztároló. A jelen családi ház esetében viszont a leginkább költség-hatékony megoldás, ha a jelenlegi zárt szennyvíztározót kiváltjuk egy biológiai szennyvíztisztítóval és a megmaradt tartályt alkalmazzuk esővízgyűjtésre.

2.2.4 *Szennyvíz szippantás költségének csökkentése*

A biológiai szennyvíztisztító kiépítése alighanem a leggyorsabban megtérülő beruházás az adott térségben. A két család együttes vízfogyasztása jelenleg $210 \text{ m}^3/\text{év}$, ennek szippantási díja bruttó 504.000Ft évente. A Majoros és Fiai Kft által forgalmazott BV-I házi szennyvíztisztító a szennyvizet biológiai úton tisztítja. A rendszer hidraulikus terhelhetősége $1,3 \text{ m}^3/\text{nap}$, működése szagmentes, zajtalan. Szippantást csak évente 1 alkalommal takarítás jelleggel végezendő. Havi üzemeltetési költsége a szivattyú áramfogyasztása miatt 1500Ft. A szennyvíztisztító bekerülési ára telepítéssel együtt

bruttó 850.000Ft. Az egy év alatti megtakarítás: $504.000 - 12 \times 1500 - 24.000 = 462.000$ A megtérülési idő tehát kevesebb, mint 2 év.

2.2.5 Szemétdíj csökkentése

Jelen esetben az éves szemétdíj felére csökkenthető, ha a két család komposztál és külön gyűjti a szelektív hulladékot, mivel 2 kuka helyett elég 1 a két háztartásnak.

A komposztáló ládák nem jelentenek nagy anyagi beruházást, anyagtól és mérettől függően 5-20.000Ft-ig terjednek az árak (www.komposztmester.hu).

A komposztálható hulladék mennyisége fejenként 7,5kg/hó, tehát 1 hónap alatt az 5 lakos 37,5kg, háztartási hulladékot termel, mely a komposzt nitrogéndúsabb részét képezi, ezt ki kell egészíteni szénben dús alapanyaggal (falevél, faapríték, fűrészpor) és körülbelül 4 hónapig kell komposztálni.

Az adott ház lakóinak komposzt tárolására talán a gyártási hulladékból újrahasznosított polipropilén 640l-es komposztláda felel meg leginkább. Ez a 4 db perforált oldalelemből és fedőből álló láda 16.500Ft. Ha a komposztálással elérhető, hogy a 2 család csak 1 kukát használjon, akkor ez évi 32.000Ft-os megtakarítást jelent, a komposztláda tehát fél év alatt megtérül.

2.3 DISZKUSSZIÓ

A megtérülés elemzésekből kiderült, hogy a legtöbb ma elérhető környezetbarát technológia sajnos nagyon költséges és ezért megtérülésük több évtizedben mérhető. Természetesen sokat segít(ene) ezen a helyzeten az állami támogatás, de ennek megszerzése egyelőre nagyon komplikált. Mégis találunk a különböző technológiák között egy-két kiemelkedően jó megtérülésűt, melyek kombinációjából viszonylag gazdaságosan, sokkal inkább környezetbarát és egyben sokkal olcsóbb háztartást tudunk kialakítani. Az alábbi 2-es számú táblázatban összesítettem az előzőekben kiszámolt környezetbarát technológiák árát, éves megtakarítását és megtérülését évben kifejezve:

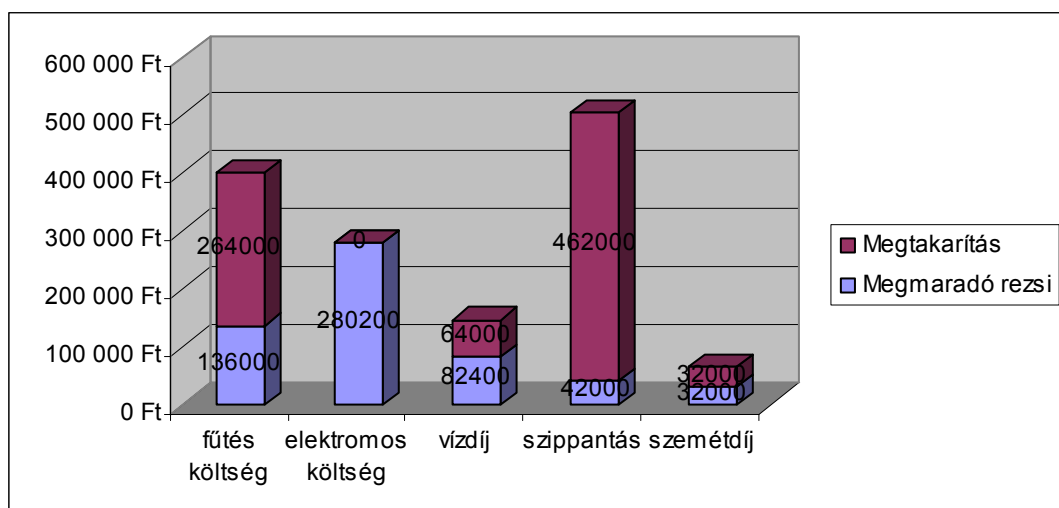
környezetbarát technológia	ár (Ft)	 megtakarítás/év (Ft)	 megtérülés (év)
talajszondás hőszivattyú	10M	319 950	31
faelgázosító kazán	700 000	244 000	3
pellet kazán	1,2M	50 400	24
vákuumcsöves napkollektor	700 000	45 738	15
levegős hőszivattyú	2,5M	77 000	32
hővisszanyerő szellőztető rendszer	1,5M	75 000	20
napelemes rendszer	2,35M	158 400	15
szélgenerátor-napelem hibrid rendszer	2,62M	116 750	22,5
esővíz tároló	677 000	64 000	10
biológiai szennyvíz tisztító	850 000	462 000	2
komposztláda	16 500	32 000	0.5

2. táblázat: A környezetbarát technológiák megtakarítása és megtérülése

Ha összességében a környezetvédelem mellett a költségek csökkentése is a cél, akkor a 10-15 év felett megtérülő technológiák sajnos nem igazán elérhetőek. A táblázatban sárgával jelöltem azokat a technológiákat, amik véleményem szerint valóban gazdaságosak és jelen esettanulmányban érdemes lenne megfontolni a beruházásukat. A faelgázosító kazán megtérülési ideje a többi megújuló energiaforrást hasznosító fűtőberendezéshez képest nagyon alacsony. Ezt a berendezést jól lehetne kombinálni a vákuumcsöves napkollektorokkal, melyeknek megtérülési ideje azonnal drasztikusan csökken, ahogy több lakó költözik a házba, hiszen jelenleg a 400l-es használati melegvíz termelő kapacitásukból mindössze 250l tudnának hasznosítani. Ha a 400l melegvíz valóban felhasználásra kerülne, akkor már éves szinten 5.600kWh hőmennyiséget lehetne ezzel megtakarítani, ami gázzal fűtve ma:

5.600x3,6x3,63=73.180Ft-ot jelent. Ezzel a megtakarítással rögtön 10 év alá csökkent a napkollektoros rendszer megtérülésének ára. A faelgázosító kazán és a napkollektor megtakarítását azonban mindkét esetben a gázfogyasztás alapján számoltuk, a két technológia együttes alkalmazása esetén együttes megtérülésüket kell kiszámítani. Ha van napkollektorunk, akkor az éves melegvíz előállítás 70%-a „ingyenes”, így ennyivel kevesebb fát kell vennünk: $12.600\text{MJ} = 366\text{m}^3$ gáz fűtőereje, ezt $366 \times 2 = 732\text{kg}$ fával lehet kiváltani, így az éves tűzifa igényünk csak $6400 - 732 = 5668\text{kg}$, ennek ára $24 \times 5668 = 136.000\text{Ft}$. A két technológiával együttesen tehát $400.000 - 136.000 = 264.000\text{Ft}$ -ot spórolhatunk évente. Érdekes azonban észrevenni, hogy faelgázosító kazán mellett elméletileg a napkollektorral megspórolt energia összesen $264.000 - 244.000 = 20.000\text{Ft}$, de ne felejtsük el, hogy a faelgázosító kazánt napi 2x meg kell rakni fával, ahhoz, hogy folyamatosan működjön. A tavasztól ősziig terjedő időszakban ez hatalmas pazarlást és rengeteg pluszmunkát jelentene. A két rendszer tehát nagyszerűen kiegészíti egymást.

A biológiai szennyvíztisztító kiépítése „duplán megéri” egyrészt a nagyon magas éves szippantási költség miatt nagyon rövid a megtérülési ideje, másrészt kiépítésével felszabadul egy 10m^3 -es zárt tartály, amit esővízgyűjtésre lehet hasznosítani. A megtérülő technológiák alkalmazásával tehát összesen 2.266.500Ft-os befektetéssel az éves rezsikevesebb, mint felére csökkenthető:



2. ábra: Az „alap rezsikevesebb” viszonyított megtakarítás

Rezsi elemek	Alap rezsi	Technológiák	Beker. Ár	Megtakarítás	Új rezsi
Fűtés költség	400 000	Faalgázósító kazán + vákumcsöves napkollektor	700 000	264 000	136 000
Elektromos költség	280 200		700 000	0	280 200
Vízdíj	146 400	Esővíz tároló		64 000	82 400
Szippantás	504 000	Biológiai szennyvíz tisztító	850 000	462 000	42 000
Szemétdíj	64 000	Komposztláda	16 500	32 000	32 000
Összesen	1 394 600		2 266 500		572 600

3. táblázat: A megtérülő technológiák szerepe a „rezsi csökkentésben”

Mindezen technológiák alkalmazása tehát együttesen 822.000Ft-os megtakarítást jelent, aminek megtérülése $2.266.500/822.000=2,75$ év.

3. SZAKDOLGOZAT SZAKMÓDSZERTANI FEJEZET

3.1 BEVEZETÉS

Tanári szakdolgozatom témája egy környezetbarát családi ház bemutatása, annak minden energiatakarékos aktív és passzív építészeti és gépészeti megoldásával. E tananyagot, oktatócsomagként dolgoztam fel, melyet a gimnáziumi fizika oktatás környezettan moduljában gondoltam elhelyezni. A tananyag feltételezi a diákok jártasságát a termodinamikában és az elektromosságban, ezért oktatását e tananyagok átvétele után ajánlom. A téma jól illeszkedik a megújuló energiaforrások oktatásához. Az oktatócsomag a témában elég részletes, feldolgozása a számonkéréssel együtt öt tanórát igényel. A kidolgozott óravázlatok módszertana igen változatos, ezért az oktatócsomag témaheteken, vagy táborokban is jól használható.

Az oktatócsomag első része egy oktatási segédanyag. Ez egy tömör összefoglaló, ami tartalmazza, a számonkérésben visszakérhető anyagot, logikusan és középiskolás diákok számára érthetően kidolgozva. Ez a vázlat jó alapot nyújt a tanároknak az oktatáshoz, és a diákoknak kiadva hasznos segítség lehet, a számonkérésre való felkészüléshez.

Az oktatócsomag második egységét maguk az óravázlatok képezik. Az órák felépítése változatos, a diákok aktívan részt vehetnek a téma feldolgozásában. Az első három órán ismerkedünk meg a témában elsajátítandó új ismeretekkel, a negyedik órán pedig a számonkéréssel: kiselőadásokkal, majd egy játékos feladatlap kitöltésével zárjuk.

A téma középiskolában való feldolgozását több szempontból is nagyon hasznosnak és fontosnak érzem.

Egyik részről környezetbarát családi házakban egy sor olyan technológia alkalmazható, melyek megújuló erőforrások hasznosításán alapulnak (pl.: szél, nap, geotermikus energia), ezeknek az erőforrásoknak az ismerete a középiskolai tananyag részét képezi, de felhasználhatóságuk technológiai háttéréről legtöbbször nem sok szó esik az oktatás során. Konkrét berendezések működésének megértésével és megtérülésük elemzésével véleményem szerint a diákok számára sokkal megfoghatóbbá válhat a megújuló energiaforrások fogalma.

Másrészt a környezetbarát családi házak bemutatása olyan lehetőségeket mutat meg a diákok számára, melyek amellet, hogy megtérülnek és így egy bizonyos idő után csökkentik a rezsiköltséget, hozzásegítenek egy takarékos, környezetbarát szemlélet kialakításához. Szerencsére Magyarországon egyre több környezetbarát, energiatakarékos berendezésekkel ellátott családi ház épül, e folyamat gyorsításához járulhat hozzá az oktatócsomag használata.

3.2 OKTATÁSI SEGÉDANYAG: KÖRNYEZETBARÁT CSALÁDI HÁZ

3.2.1 A tervezés alapelvei

Környezetbarát családi háznak, olyan megfelelően szigetelt, energiatakarékos berendezésekkel ellátott és megújuló energiaforrásokat használó épületet nevezünk, melynek fűtési és villamos energiaszükséglete az adott feltételekhez viszonyítva minimális. A környezet számára az energiaszükségletből származó terhelés mellett a kommunális szennyvíz és hulladék - terhelés is jelentős lehet. Éppen ezért egy igazi környezetbarát háznál figyelniünk kell a gazdaságos vízfogyasztásra, a szennyvíz megfelelő tárolására, tisztítására vagy elszállítására is. A hulladéktermelés is jelentősen csökkenthető komposztálással és a szelektív hulladékgyűjtéssel. Egy ilyen ház tervezésénél tehát mind az energiaminimalizálásra, mind a végtermékek mennyiségének minimalizálására figyelmet kell fordítani.

3.2.1.1 Az alacsony energiafelhasználású épületek tervezésének alapelvei

- **Koncepció** alapján haladjunk előre: Fontos, hogy az épület alakja, helyzete is az energiatakarékosság szempontjainak megfelelően legyen kialakítva. A tervezésnél minél egyszerűbb házforma kialakítására törekedjünk (minden kiugró résztől nagyobb lesz a hőveszteség). Fontos, hogy a rendszerkomponenseket (például a fűtési rendszerben) jól összehangoljuk, ne hangsúlyozzuk túl egyes technológiák szerepét (például túl nagyra méretezett napkollektor).
- Készítsünk jó minőségű **hőszigetelést**: A külső falazaton a hőszigetelésnek (a konstrukciónak és a hőszigetelő anyagnak megfelelően) legalább 10 cm vastagnak kell lennie. A hőszigetelésnél különösen ügyelni kell a **hőhidak** kiküszöbölésére.

Hőhidaknak olyan átmeneti és csatlakozási pontokat nevezünk egy épületen, ahol a csatlakozó anyagokat jellemző, **hővesztés**et kifejező értékek között nagyobb különbség adódik (pl.: ablak és fal között, fal és födém között, betonáthidalók és a fal között). Ezeken a helyeken több hőenergia megy veszendőbe, mint a hőhidmentes falszerkezeteknél. A hőhidak szigetelésére emiatt különös figyelmet kell fordítani.

- Használjuk ki a **szoláris energianyereséget**: Tervezzünk nagyméretű ablakokat, amennyiben azok **energiamérlege** pozitív: több hőenergiát juttat be télen a házba, mint amennyi elveszik a nagy ablakfelületen a külvilágba. A helységhatároló felületeket kielégítő **tároló kapacitással** tervezzük: a padló és a falak anyaga jól tudja tárolni a hőenergiát, legyen meg ehhez a kellő vastagságuk.

- Csökkentsük a **szellőzési hővesztés**et: Az a folyamat, amikor a fűtési időszakban a légcseré során a helység felmelegített levegője eltávozik. A szokásos épületekben ez a második legnagyobb hővesztés, a nagyon jól szigetelt épületeknél a veszteségek legnagyobb részét teszi ki az energiamérlegen. Ugyanakkor a nedvesség, a szagok a szén-dioxid és a radon gáz elvezetése nagyon fontos. A legalacsonyabb energiafelhasználású épületeknél így elengedhetetlen a **gépi szellőztető berendezések** alkalmazása, melyek az előmelegített levegőt, szabályozott módon juttatják a lakótérbe.

- A maradék hőigény kielégítésénél először a **megújuló energiaforrásokra** gondoljunk: Az alacsony energiaigényű házak fűtési energiaigénye napkollektorokkal, hőszivattyúkkal, illetve csekély tűzifa felhasználásával megoldható.

- Törekedjünk **alacsony hőmérsékletű hőenergia** használatára: Alacsonyabb hőmérsékletű (35 Celsius fok körül) fűtőközegek alkalmazásával sokkal alacsonyabb a fűtési hővesztés. Ilyenek például a napkollektorok, ezek által megtermelt hőenergia tárolásához azonban **hőtároló berendezés**re van szükség, ennek szintén van valamennyi hővesztése, mely csökkenthető, ha a tárolót is fűtött helységbe helyezzük el. A fűtési hővesztés csökkentése szempontjából ugyancsak fontos, hogy a tárolótól előremenő és visszatérő csővezetékek hossza a lehető legrövidebb legyen, hiszen a hosszú vezetékek felesleges energiavesztéseket okoznak.

- Háztartásunkban **energiatakarékos elektromos készülékeket** alkalmazzunk: Az energiatkarékos elektromos készülékek alkalmazása tartósan csökkenti az áramfogyasztást, ami gazdaságossági szempontból előnyös, emellett hosszútávon csökkenti a környezet terhelését (erőművek környezetkárosító hatásai).

3.2.1.2 Alacsony hulladék és szennyvízkibocsátással rendelkező ház tervezésének alapelvei

- **Használjuk újra az ivóvizet:** A családi házak vízhasználatának 1/3-a WC-öblítésre fordítódik. Ez a vízmennyiség teljes egészében megspórolható egy olyan tartállyal, ami összegyűjti a mosogatógépből, mosógépből, zuhanyból és a mosdókból származó használt vizet és azt a WC-tartályokba vezeti. Így egyszerre takarítottunk meg ivóvizet és bocsátottunk ki kevesebb szennyvizet.
- **Gyűjtsük össze a csapadékvizet:** A legtöbb családi ház ereszeiből a csapadékvíz végül a csatornába vezetődik, ha ezt a vizet nem dobjuk ki feleslegesen, hanem összegyűjtjük egy föld alatti esővíztározóban, akkor ebből szintén megoldható a WC-öblítés, vagy a kert öntözése.
- **Tisztítsuk meg a szennyvizet otthon:** Magyarország legnagyobb részén mai napig nincs kiépített csatornahálózat. Ezeken a területeken két megoldás adódik a szennyvíztárolásra, vagy zárt szennyvíztározót kell kiépíteni, melyet rendszeresen szippantani kell, vagy biológiai szennyvíztisztítót lehet kiépíteni. A biológiai szennyvíztisztító képes olyan hatékonyan megtisztítani a szennyvizet, hogy a tisztított víz aztán maradéktalanul felhasználható öntözésre (lyukacsos csövekben szétvezetve a gyökérszónában), vagy visszajuttatható a házba WC öblítésre.
- **Gyűjtsük szelektíven a hulladékot:** Legjobb, ha már otthon kialakítunk egy olyan rendszert, amelyben egyszerűen tudjuk szortírozni a hulladékokat. Már a vásárláskor próbáljunk a kevesebb hulladékot „termelő” terméket választani (pl.: nagy kisereléseket vásároljunk olyan termékekből, amit úgyis folyamatosan vásárolnunk kell)
- **Komposztáljunk:** Étkezési hulladékainkat házilag is újrahasznosíthatjuk komposztálással. A komposztálás során egy komposztárolóba kell összegyűjteni a szerves hulladékot, ahol baktériumos lebontás indul be. Később a lebomlott szerves anyaggal trágyázhatjuk a gyümölcsfákat, virágágyásokat a kertben.

3.2.2 Energiatakarékos megoldások és technológiák

3.2.2.1 Passzív napenergia hasznosítás

A napsugárzás passzívan hasznosítható része az ultraibolya és az infravörös tartományba esik. A sugárzást a fény szórtóságától függően két típusra bontjuk. A

közvetlen sugárzás a Napból közvetlenül érkezik, általában rövid időszakokra korlátozódik, mert az időjárás jelentősen befolyásolja, ennek intenzitása nagyon erős. A **diffúz sugárzásnak** a már különböző molekulákon, felületeken megtört, szóródott sugárzás, ez kevésbé intenzív, az időjárás viszont kevésbé befolyásolja, így gyakoribb és hosszabb időintervallumokban jellemző, mint a közvetlen sugárzás.

Az **ablakok** is segíthetnek a téli hónapokban házunk felmelegítésében. A legfontosabb szempontok itt az ablak **hőátadó képessége**, valamint az ablak **tájolása**. A hőátadás két mérőszámmal tudjuk legjobban mérni és összehasonlítani. A „k” az ablakfelület **hővesztését** fejezi ki W/m^2 -ben, amíg a „g” az ablakfelület **összenergia átbocsátását** fejezi ki (a beeső sugárzás hány %-a jut be a házba). A g és a k értéke fordítottan arányos, e két változó arányának segítségével számítható ki a **hőmérleg**, ami akkor pozitív ha összességében több hőenergiát nyerünk, mint amennyit veszítünk az ablakon keresztül.

A legoptimálisabbak a déli, esetleg délnyugati tájolású ablakfelületek, ezeken télen az alacsonyan járó nap mélyen bevilágít a szobákba, ahol, ha kellő mennyiségű hőtároló felület van, akkor el is nyelődik a hőenergia. Ha a ház árnyékolása megfelelő, akkor nyáron ugyanezek az ablakok sokkal kevesebb fény hatol be, mivel a nap ilyenkor magasan jár a déli órákban. A ház északi és nyugati oldalán az ablakok hőmérlege negatív, ezért ide minél kevesebb és minél kisebb méretű ablakok helyezendők. A **tetőablakok** hőmérlegének éves változása sajnos pont ellenkezője az optimálisnak: a laposszögű fekvés miatt télen kevés fény jut át rajtuk, mivel a napsugarak ilyenkor szintén lapos szögben érkeznek, nyáron viszont a delelő nap betűz az ablakokon, és erőteljesen felmelegíti a helységeket.

A fentiekből láthatjuk, hogy egy **ház hőenergia szükséglete** nagyban függ a tájolástól, legszerencésebb tehát az észak-déli tájolás. A helységek elosztását is ennek megfelelően érdemes megtervezni, déli oldalra a legtöbbet használt helységek kerülhetnek, ahol jó a nagy világosság, így a nappalit, étkezőt, esetleg a dolgozószobát, északi oldalra érdemes helyezni a hálószobát és a fürdőszobát, ahol nem baj, ha kisebbek az ablakok.

3.2.2.2 Szigetelés

Egy energiatakarékos családi ház esetében az egyik legfontosabb kérdés az épület megfelelő szigetelése. A felépítmény külső homlokzatát a pincétől kezdve egészen a tetőig tökéletes, **hőhidmentes szigeteléssel** kell ellátni. Az épületen elhelyezett nyílászárók sajnos mindenképp hőhidat jelentenek, ezért hőveszteségüket amennyire csak lehet minimalizálni kell. A tető szigetelése kiemelt fontosságú a felfelé szálló meleg levegő miatt. Az épület falait belülről szigetelni azonban nem szabad, mivel evvel elzárnánk a hőtároló felületeket, amit egy téglafal nyújt. A földemek szigetelése szintén fontos, hogy az egyes szintek között megakadályozzuk a hőtranszportot.

A homlokzati és a pinceszint körüli szigetelésre ma legtöbbször polipropilén alapanyagú **nikecell** táblákat használnak, melyeket **dryvit** vakolatrendszerrel borítanak. Ennek a szigetelőanyagoknak a vastagsága 3-15cm-ig változhat, minél vastagabb, annál jobb hőszigetelést lehet vele elérni. A falak hőveszteségét kifejező k értéket így 0,2 -0,3 W/m^2 -re lehet leszorítani. Emellett természetes alapanyagokból is lehet nagyon jó szigetelőfelületet létrehozni, manapság előfordul a **préselt farosttal** való szigetelés, vagy a vályogházaknál használatos **nádszigetelés**.

A nyílászárók esetében mind a **fa** mind a **műanyag nyílászárók** között találhatók nagyon jó hőszigetelésűek. A fa az egyik legjobb szigetelőanyag, úgyhogy, ha a keret megfelelően zár és a fa vastagsága elegendő, akkor ez jó szigetelést biztosít.

A műanyag ablakok esetében minél több levegőcellát tartalmaz a keret, annál jobb lesz a szigetelés (az 5-6 cellás nyílászárók, már nagyon jónak számítanak). A másik fontos szempont az üvegfelületek vastagsága, rétegszámuk, a rétegek közti töltőanyag. A mai legjobb ablakok háromrétegűek, a rétegek közötti teret kripton gáz tölti ki. Ezeknek az ablakoknak a k értéke lemehet egészet 0,5 W/m^2 -re, ami ablakok esetében nagyon alacsony.

A tető szigetelését általában a következőképpen épül fel: alulról a belső burkolat (gipszkarton, vagy lambéria) felett a szarufák között minimum 15cm vastagságú **kőzetgyapot** helyezkedik el, amit felülről **szigetelőfóliával** zárnak le, e felett helyezkedik el a tető külső burkolata.

A tetőablakok a szigetelés szempontjából sem túl szerencsések, azért, hogy ne ázzanak be, a tető külső síkjára kell helyezni őket, így a szigetelés felett helyezkednek el, tehát hőhidakat képeznek a tetőszerkezeten.

3.2.2.3 Aktív napenergia hasznosítás

A napenergiát aktívan egyrészt **napkollektorral** fűtésre, másrészt **napelemmel** villamos energia előállítására használhatjuk. Leggyakrabban mindkét berendezéstípust a családi házak tetejéhez rögzítik, a déli fekvésű tetősíkokra. A készülékek ránézésre nagyon hasonlók: téglalap alakú lapos cellák helyezkednek el egymás mellett a tető síkjában.

A **napkollektort** fagyálló folyadékot tartalmazó csövek hálózják be. A felmelegedett folyadékot szivattyú keringeti, az így kinyerhető hőenergiát használhatjuk melegvíz előállítására, vagy rásegíthetünk vele a központi fűtésre.

Ha a napkollektort melegvíz előállítására használjuk, akkor szükségünk van egy **melegvíz-tározóra**. Egy jól szigetelt melegvíz tározó képes tárolni a napközben, a kollektorokkal előállított melegvizet az esti és a reggeli vízfogyasztás idejére. Az ilyen tárolókban általában két belső csőkiágó, hőcserélő található. Az alsóra kell kötni a kollektorokat, a felsőre pedig a kazánt. Így a kazán csak a tároló felső részét tudja felfűteni. Ezzel biztosítható, hogy mindig legyen melegvíz, ugyanakkor a kazán feleslegesen ne fűtse fel a kollektorok előtt a teljes tárolótérfogatot.

Ha a napkollektorokkal fűtésrásegítést is el akarunk érni, akkor **puffertárolót** kell alkalmaznunk. Ez egy nagyobb méretű hőszigetelt tartály, melyben a napsütéses időszakban hasznosított napenergia eltárolható a napsütés mentes idősakra. A puffertároló egybeépíthető a melegvíz-tározóval is.

Napkollektoros fűtésrásegítés elsősorban, akkor célszerű, ha a fűtési rendszer alacsony hőmérsékletű melegvízes központi rendszer (pl.: padló, fal, vagy alacsony hőmérsékletű radiátoros fűtés). A napkollektorok hatásfoka ugyanis annál magasabb, minél alacsonyabb hőmérsékletű fűtővizet kell előállítanunk.

A **napelemek**, más néven napcellák ma még kevésbé elterjedtek a családi házakon. Felépítésük legfontosabb és legköltségesebb eleme a **szilíciumkristály** félvezető, mely annál jobb hatásfokkal alakítja át a fényenergiát fotovillamos energiává, minél tökéletesebb a kristályrácsa.

A napelemek által előállított egyenáramot **konverterrel** 220 V-os váltóárammá kell transzformálni. A rendszernek ezután a megtermelt villamos áram raktározását is biztosítani kell, mivel az áram sokszor nem abban az időben kerül felhasználásra, amikor azt a napelemek előállítják. Emiatt akkumulátorokban kell biztosítani a tárolást, vagy, úgy kell megoldani a rendszert, hogy túltermelés esetén az visszatermelhessen a hálózatra (ezt sajnos Magyarországon még nem nagyon engedélyezi a hatóság). A legjobb hatásfokú napelemek 20%-os hatékonysággal alakítják át a napsugárzás energiáját elektromos energiává, ezt fokozni lehetne azzal, ha nem kellene akkumulátorokat alkalmazni.

Sajnos a napelemek megtérülése ma még csak évtizedekben mérhető, de a jövőben hatalmas fejlődést jósolnak ennek a technológiának.

3.2.2.4 Szélerőenergia hasznosítás

A **szélerőgépek** használhatók egyrészt elektromos áram termelésre, másrészt mechanikai munkavégzésre, így például vízszivattyúzásra. Családi házakban elsősorban áramfejlesztésre használható **szélgenerátorokat** használnak. Az egy, két vagy három karos szélkerék forgása hatására a speciálisan erre a célra kifejlesztett állandó mágneses generátorban áram indukálódik. A szélgenerátor teljesítményétől függően megállapítják az ajánlott elhelyezési magasságot, amelyen a generátor az előírásnak megfelelő teljesítményt képes nyújtani. A szélgenerátorok és a napelemek jól kiegészítik egymást az áramtermelésben. A folyamatos energiatermeléshez érdemes mindkét eszközt optimális arányban alkalmazni.

3.2.2.5 Geotermikus energiát hasznosító hőszivattyúk

Egy épület fűtésére **geotermikus energiát** is alkalmazhatunk. Ez az energia a földkéregben tárolt hőenergiának felel meg, melyet **hőszivattyúk** segítségével, némi elektromos áram felhasználással tudunk kinyerni a földből.

A hőszivattyúknak három fő típusát különböztetjük meg. A legegyszerűbb és legolcsóbb hőszivattyú a külső levegő hőenergiáját hasznosítja oly módon, hogy továbbhűti azt, az így felszabadult hőenergiát hasznosítja az épület fűtésére. Ezt a rendszert nevezzük **levegős hőszivattyúnak**, mivel itt a csövekben levegő áramlik, ez funkcionál a hőenergia szállítóközegeként. Evvel a megoldással egységnyi elektromos áram befektetésével 3,3 egységnyi hőenergia nyerhető. Németországban igen elterjedt

ez a megoldás, általában a házfalhoz közel az udvarban helyezik el ezt a nagyobb méretű kazánra hasonlító berendezést.

A másik két típusban a szállítóközeg folyadék, ezeket **vizes hőszivattyúknak** nevezzük. Az egyik megoldás a folyadékot keringető hőszivattyúknál a földben a fagyhatár környékén 50-100cm mélyen **fektetett csőkígyó** a kertben, az ebben keringő folyadékot tovább hűtve fűtjük a lakást. Egységnyi elektromos energiával megtermelt hőenergia aránya így már 4,7-re javítható. A másik típusú vizes hőszivattyú jóval drágább, de nagyobb teljesítményű, itt a földbe több tízméternyi mélységben juttatunk le csöveken folyadékot, amely ott felmelegszik, majd visszaszivattyúzva avval fűtünk.

3.2.2.6 Biomassza égetés

A biomassza égetésnél, mint alternatív energiaforrásnál elsősorban a különböző növényi hulladékokra (felesleges széna, szalma, erdei hulladék, fanyesedék...), valamint a tűzifára gondolunk. Ma már „termeszetek” olyan fafajt, ami háromévente vágható és olyan gabonafélét, ami a vetés évétől számítva tíz éven át aratható, ezeket **energiaerdőnek** és **energiafűnek** nevezik, mert direkt energiatermelésre hasznosítják. Dániában például melegvíz előállításra és fűtésre használnak szénát és szalmát. A berendezés láncos behúzójára targoncával emelik a bálákat, majd a folyamatot egy beépített számítógép vezérli. A lánc a hőszükségletnek megfelelően húzza be a bálát, amelyből egy körkés leaprítja a szükséges mennyiséget. Az aprítékot a levegő fűjja a kazán égőfejéhez. Időnként üríteni kell a kazánból a hamut és újabb bálákat kell ráemelni a láncre, ennyi a munka a berendezéssel.

A legelterjedtebb égetésre használt biomassza a **pellet**. Ezt az ujjnyi tüzelőanyagot fűrészporból, faaprítékból, vagy éppen energiafűből préselik. Kapható zsákos csomagolásban is, de általában aki ezzel fűt, annak nagyobb mennyiséget szállítanak ki és pincéjébe pár perc alatt sűrített levegővel beadagolják a szükséges mennyiséget. A kazánt aztán minden nap fel kell tölteni a napi szükséges mennyiséggel.

Szintén a biomassza égetés témakörében említendőek meg a **kandallók** és **cserépkályhák**, melyek amellet, hogy kellemes hangulatot adnak a téli estéken, nagymértékben képesek rásegíteni, vagy akár kiváltani egy családi ház fűtési rendszerét.

Attól függően, hogy a kandalló vagy a cserépkályha hol helyezkedik el a lakásban, az összes légköbméter hány százalékával áll „közvetlen” kapcsolatban érdemes hagyományos vagy vizes tűzteret beépíteni.

A **vizes tüzterek** abban különböznek a hagyományos tüzterektől, hogy a tüztérben keletkező hőenergia egy víztartályt melegít fel, mely egy hőcserélő (a tüztérből induló vizes csövet szorosan behálózza a központi fűtéssel kapcsolatban álló vizes csőrendszer) segítségével átadja a hőenergiáját a központi fűtésnek. Ha egymástól elszigeteltebb helységeket szeretnénk ugyanazzal a kandallóval melegíteni, akkor ez az utóbbi megoldás sokkal gazdaságosabb lehet.

3.2.2.7 Biogáz hasznosítás

A **biogáz** egy körülbelül 60%-ban metánt, 39%-ban széndioxidot és 1%-ban egyéb gázokat tartalmazó energiaforrás. **Mikroorganizmusok** állítják elő bármilyen szerves hulladékból, amit megfelelően előkészítenek számukra. A biogáz termelés **fermentorokban** zajlik, ahova a szerves anyagot (lehet ez növényi hulladék, szennyvíz, élelmiszeripari hulladék) megfelelően felaprítva kell bejuttatni. A fermentorokban a hőmérsékletnek 35 és 55 Celsius fok között kell lennie. A mikrobák a szerves anyagból biogázt állítanak elő, ami a fermentor tetején elvezethető a rendszerből.

A gázt ezután gázmotorban hasznosíthatjuk, mely villamos áramot termel, hűtővizével pedig fűteni lehet. Az egyetlen problémás kérdés a gáz kéntelenítése, ugyanis ha gázmotorban kerül felhasználásra, akkor ezt mindenképpen el kell végezni felhasználás előtt, a motor ugyanis nem bírja hosszútávon a kénnel szennyezett üzemanyagot, nem beszélve a kijutó szennyező anyagokról.

Családi házakban biogáz előállítás elsősorban a szennyvízből történhet. Skandináviában már elterjedtek a földbe süllyesztett fermentorok, melyek amellet, hogy megtisztítják a szennyvizet, biogázt állítanak elő. Itt már a kéntelenítés is megoldott, a gázt felhasználás előtt központi gyűjtőbe vezetik, ahonnan kéntelenítést követően visszajuttatják a házhoz a tisztított biogázt.

3.2.2.8 Kondenzációs gázkazánok

Bár ezek a berendezések nem alternatív energiák kihasználásával működnek mégis fontos szót ejteni róluk, hiszen magyar viszonylatban leginkább elterjedt földgázzal történő fűtés esetében, velük lehet legjobb hatásfokot elérni.

A **kondenzációs gázkazánok** lényege, hogy a gáz égése során keletkező füstgázból a magas százalékban jelen lévő vízpárát kicsapatják, és a kondenzáció során

felszabaduló hőenergiát szintén felhasználják, tehát egységnyi földgázból így nagyobb hőenergiát képesek kinyerni. Ez úgy lehetséges, hogy a kazánban az égőfej lefelé van fordítva, tehát a láng is lefelé ég, aminek következtében a felszabaduló vízgőz még a kazán falán kicsapódik. A **kondenzációs hő** kinyerése mintegy 30%-kal képes megemelni a kazán hatásfokát.

A kazánok emellett a környezetet is kevésbé szennyezik, mint a hagyományos gázkazánok mivel a füstgázban lévő kéndioxid legnagyobb része beleoldódik a kondenzvízbe, melyet nagyobb teljesítményű kazánoknál megtisztítanak.

A kondenzációs kazánokba épített elektronika segítségével további takarékoságot érhetünk el: fűtési programokat állíthatunk be, amiben meghatározzuk, hogy a nap mely időszakában milyen hőmérsékletet szeretnénk otthonunkban, valamint a melegvíz előállítását is saját életstílusunkhoz igazíthatjuk. A kazánokat akár SMS-es távvezérléssel is irányíthatjuk.

3.3 ÓRAVÁZLATOK

Tantárgy: Fizika

Osztály: Gimnázium 11. osztály

Témakör: Az alternatív energiák gazdaságossága

3.3.1. *Első óra: Egy környezetbarát családi ház tervezésének alapelvei*

Ötletbörze:

(Idő: 0-15.perc, **Módszer:** kérdve kifejtés, ötletbörze, **Eszköz:** táblavázlat)

⇒ Kérdések:

- Milyen erőforrásokat használ egy családi ház? (0-3. perc)
- Milyen végtermékei vannak egy családi háztartásnak? (3-6. perc)
- Hogyan lehetne az erőforrások felhasználását minimalizálni? (6-12. perc)
- Hogyan lehetne a végtermékek újrahasznosítását, tisztítását megoldani? (12-15. perc)

Power Point-os bemutató:

(Idő: 15-37.perc, **Módszer:** tanári prezentáció, kérdve kifejtés, **Eszköz:** Power Pointos bemutató – lásd 1. számú melléklet)

⇒ **A koncepció (15-17. perc)**

- Épület alakjának, helyzetének megtervezése
- Törekvés az épület alakjának egyszerűségére
- Rendszer-komponensek összehangolása, ne hangsúlyozzunk túl egyes komponenseket
- Kérdés: Milyen terveket kell készíttetni egy családi ház tervezésekor? Melyiket kell ezek közül engedélyeztetni az önkormányzattal?

⇒ **Hőszigetelés (17-19. perc)**

- Hőhidak kiküszöbölése
- Megfelelő homlokzat és tetőszigetelés
- Jól szigetelő nyílászárók
- **Kérdés:** Milyen szigetelőanyagokat ismersz?

⇒ **Szoláris energianyereség (19-21. perc)**

- Nagy, pozitív energiamérlegű ablakok
- Nagy hőtároló kapacitás a belső felületekben
- **Kérdés:** Miért süt be a déli nap télen „mélyebben” a lakásba, mint nyáron?

⇒ **Szellőzési veszteségcsökkentés (21-23. perc)**

- Hagyományos szellőztetés: nagy hőveszteség
- Gépi szellőztetés: szabályozott, energia- takarékos
- **Kérdés:** Miért nem jó, ha ritkán szellőztetünk?

⇒ **Megújuló energiaforrások (23-25. perc)**

- Napkollektor
- Hőszivattyú
- Biomassza tüzelés
- Napcella
- Szélgenerátor
- Biogáz
- **Kérdés:** Mit gondoltok, melyik a legelterjedtebb ezek közül Magyarországon?

⇒ **Alacsony hőmérsékletű hőenergia (25-27. perc)**

- 35 fokos hőmérsékletű víz.
- Puffertároló kell
- Alacsony hőmérsékletű Fűtési rendszer: padlófűtés, falfűtés
- **Kérdés:** Miért szidják a padlófűtést mégis?

⇒ **Energiatakarékos elektromos berendezések (27-29. perc)**

- Energiatakarékos izzók, háztartási gépek
- Jelentős energiafogyasztás csökkentést jelent
- **Kérdés:** Hogyan kategorizálják a fogyasztókat ez alapján?

⇒ **Ivóvíz újrahasznosítás (29-31. perc)**

- Fürdésből, mosogatásból és a mosásból származó szennyvizet összegyűjthetjük
- WC öblítésre használhatjuk fel
- **Kérdés:** Mit gondoltok, hány %-a a vízhasználatunknak a WC öblítés?

⇒ **Csapadékvíz gyűjtés (31-33. perc)**

- Öntözésre használható
- Így további vízmennyiség spórolható meg
- **Kérdés:** Hova megy általában a csapadékvíz, amit az ereszcatorna összegyűjt?

⇒ **Szennyvíztisztítás (33-35. perc)**

- Biológiai szennyvíztisztítóval megoldható
- A tisztított víz gyökérszórás öntözésre használható
- **Kérdés:** Milyen élőlények bontják le a szennyvizet a biológiai szennyvíztisztítóban?

⇒ **Szelektív hulladékgyűjtés (35-37. perc)**

- A szelektív gyűjtési rendszer már otthon kialakítható
- A szemetet aztán egy közeli szelektív gyűjtőbe kell szállítani
- **Kérdés:** Milyen kategóriákra kell szelektálni a hulladékot?

Filmvetítés:

(Idő: 38-45.perc, **Módszer:** egyéni munka, **Eszköz:** DVD film vetítése)

⇒ **Megfigyelési feladatok (a vetítés előtt felírni a táblára):**

- Milyen szigetelési eljárásokat alkalmaztak a filmben?
- Milyen megújuló energiaforrásokat használtak fel?
- Milyen kiegészítő fűtést igényelt a ház, ezt mivel oldották meg?

3.3.2 *Második óra: Egy környezetbarát családi ház kivitelezésénél felhasználható technológiák I.*

Ismétlés:

(Idő: 0-5..perc, **Módszer:** kérdés feltevés, majd felelő kijelölés)

⇒ **Kérdések:**

- Milyen megújuló energiaforrásokat felhasználó technológiákat ismersz?
- Miért előnyösebb a gépi szellőztetés?
- Mire használható a biológiai szennyvíztisztító által megtisztított víz?
- Mire használható a fürdésből, mosogatásból, mosásból származó szennyvíz?
- Miért fontos, hogy a padló és a falak jól tárolják a hőenergiát?

Tanári prezentáció:

(Idő: 5-20.perc, **Módszer:** tanári prezentáció, kérdve kifejtés, **Eszköz:** táblavázlat)

⇒ **A napenergia passzív hasznosítása (5-13. perc):**

- Sugárzás hasznosítható része: UV, IR
- **Kérdés:** Milyen hullámhossztartományokat jelöl ez a két elnevezés?
- **Sugárzás 2 típusa:**
 - * Közvetlen sugárzás: közvetlenül a Napból, erős intenzitás, ritkább
 - * Diffúz sugárzás: szóródott, gyenge intenzitású, gyakoribb
- Tájolás: Észak déli tájolás a legoptimálisabb. Északra hálót, fürdőt, kamrát, délre nappalit, étkezőt, dolgozószobát érdemes helyezni.
- Ablakok:
 - * Hőátadó képesség (g – a sugárzás hány %-a jut át az ablakon)
 - * Hővesztesség (k – hány W hő megy ki m^2 -enként az ablakon)
 - * Hőmérleg a fenti két érték aránya
 - * Tájolás: D-pozitív hőmérleg→nagy ablakok, Ny – semleges hőmérleg, É, K-negatív hőmérleg→kis ablakok.

- * **Kérdés:** Nyáron milyen tájolású ablakokon tűz be legjobban a napsütés?
- Tetőablakok: Nyáron betűz a nap, télen a sugarak kis része tud behatolni (lapos szög miatt), ezért rossz hőmérleg

⇒ **Szigetelés (13-20.perc)**

- Hőhidak minimalizálása: ablakok körüli megfelelő szigetelés, beton áthidalók, födémek szigetelése
 - * **Kérdés:** Vajon miért viselkedik hőhídként egy betonáthidaló
- Nyílászárók:
 - * keret: fa (jó záródás, vastag tömörfa szerkezet), vagy műanyag (többszellés szerkezet)
 - * Üvegfelület: 2 vagy 3 réteg üveg, közötté nemesgáztöltet
- Tetőablak: A szigetelésen kívül, a tetősíkban kell elhelyezni, ezért a hőszigetelésének nagyon jónak kell lennie
- Homlokzati szigetelők: Nikecell lapok Dryvit vakolattal, kőzetgyapot, farost, nád Tetőszigetelés: általában kőzetgyapot és szigetelőfólia

Csoportmunka:

(Idő: 20-30.perc, **Módszer:** csoportmunka, **Eszköz:** A3-as lapok, grafit ceruza)

- 4 fős csoportok A3-as lapra készítsenek alaprajzot egy jó tájolású, jó helységkiosztású, a passzív napenergia hasznosításnak megfelelő méretű nyílászárókat tartalmazó házról, figyeljenek a fenti szempontokra! (méret 100 m², lehet 1 vagy 2 szintes, ha kettő, akkor 2 alaprajz kerüljön a papírra)
- Az alaprajzon a homlokzati szigetelés vastagságát és típusát is fel kell tüntetni.
- Az alaprajzokon szokásos egyszerű jelölések felrajzolása a táblára (tanár)
- Az elkészült rajzokat el kell tenni, később kerülnek majd értékelésre

Tanári prezentáció:

(Idő: 30-45.perc, Módszer: tanári prezentáció, kérdve kifejtés, Eszköz: táblavázlat, Power Point-os diavetítés – lásd 2.melléklet)

⇒ Aktív napenergia hasznosítás (30-40. perc)

- Napkollektorok:
 - * Lapos tetőre szerelhető cellák, melyekben Fagyálló folyadék kering, amit a nap melegít fel.
 - * Használati melegvíz előállítás: melegvíz tározót fűti hőcserélővel
 - * Központi fűtés rásegítés: Puffertároló segítségével tároljuk a meleget, hőcserélővel átadja a hőt a központi fűtésnek
 - * **Kérdés:** Melyik tetőfelületre kell tenni a napkollektorokat?
 - * Diasorozat: 1. dia: napkollektor felépítése, 2. dia: egy napkollektoros ház tervrajza, 3. dia: központi fűtést fűtő napkollektor, 5. dia: aktív és passzív napenergia hasznosítás
- Napcellák:
 - * Szilíciumkristályban a napsugárzás hatására elektromos egyenáram áram indukálódik, konverterrel váltóárammá kell konvertálni
 - * Tárolásához akkumulátor kell, vagy visszatáplál a hálózatra
 - * **Kérdés:** Miért jobb, ha rögtön a hálózatra tápláljuk vissza az energiát és nem akkumulátorra töltjük?
- 6. dia: napcella

⇒ Szélenergia hasznosítás (40-45. perc)

- Felépítés: Forgó mágneses többpólusú generátor, 1, 2 vagy 3 karos szélkerék, konverter majd akkumulátor a tárolásra
- Elhelyezés: minél magasabbra, általában háztetőn
- Jól kombinálható az áramtermelés napcellákkal
- **Kérdés:** Miért jó napcellával kombinálni a szélgenerátort?
- 7. dia: szélgenerátor

3.3.3 Harmadik óra: Egy környezetbarát családi ház kivitelezésénél felhasználható technológiák II.

Ismétlés:

(Idő: 0-5.perc, Módszer: kérdésfeltevés, majd felelő kijelölés)

⇒ **Kérdések:**

- Mi a különbség a közvetlen és a diffúz sugárzás között?
- Milyen helységeket helyeznél egy épület északi fekvésű részébe?
- Mit nevezünk hőhídnak?
- Hogyan épül fel egy napkollektor?
- Milyen anyagban indukálódik elektromos áram a napcellákban?

Tanári prezentáció:

(Idő: 5-30.perc, Módszer: tanári prezentáció, kérdve kifejtés, Eszköz: táblavázlat, PPT diák- 3.melléklet)

⇒ **Geotermikus energia hasznosítás (5-13. perc):**

- Geotermikus hő = a földkéregben tárolt hőenergia
- Kérdés: Honnan származhat a földben tárolt energia?
- Kinyerés hőszivattyúkkal, típusaik:
 - * Levegős hőszivattyú: a külső levegő hőjét tovább hűti: így kinyert hővel melegít (nem geotermikus E)
 - * Diák vetítése: 1. dia: levegőkazán, 2. dia: levegőkazán házon belül
 - * Vizes hőszivattyú:
 - (a) Csőkígyó a földben: a fagypont alatti talajban hosszú csőkígyó, ezt a folyadékot hűti: felszabaduló E-val fűt.
 - (b) Szondás hőszivattyú: a szondán folyadékot eresztünk le, majd szivattyúzunk fel több 100m mélységből, ezzel a folyadékkal fűtünk.
 - * Diák vetítése: 3. dia: szondás hőszivattyú tervrajza, 4. dia: szondás hőszivattyú gépháza és vezérlő elektronikája

⇒ **Biomassza égetés (13-20. perc)**

- Biomasszán itt: növényi hulladékokat, vagy tűzifát értünk
- **Kérdés:** Vajon miért tartják kevésbé környezetszennyezőnek a biomassza égetését a földgáz és a kőolaj égetésénél, amikor itt is CO₂ keletkezik?
- Energiafű égetés: Dániában farmokon jól gépiesített megoldás
- Diavetítés: 5. dia: energiafű
- Pellet-tüzelés (faaprítékból előállított tüzelőanyag): direkt erre a célra kialakított kazánokban
- Diák vetítése: 6. dia: pellet tüzelésű kazán felépítése, 7. dia: pellet tüzelésű kazánnal fűtő ház gépészeti rajza
- Cserépkályha, kandalló: tűzifával jó rásegítő fűtés lehet
- Vizes kandalló: központi fűtésre köthető kandalló: kiegészítő vagy önálló fűtési egységként egyaránt működhet.
- Diavetítés: 8. dia: „vizes” kandallóbetét működése

⇒ **Biogáz hasznosítás (20-25. perc)**

- Biogáz: 60%metán, 39%CO₂, 1% egyéb gázok
- Mikroorganizmusok állítják elő bomló szerves anyagból
- **Kérdés:** Milyen mikroorganizmusok játszhatnak szerepet a lebontásban?
- Alapanyag családi használatnál legtöbbször szennyvíz, de üzemi szinten bármilyen megfelelően aprított szerves anyag
- Fermentorokban megfelelő hőmérsékletet biztosítva (35-55fokC) állíthatjuk elő és vezethetjük el
- SO₂-tól meg kell tisztítani a gázt
- Gázkazánban (hőkinyerésre), vagy gázmotorban(elektromos áram kinyerésre) hasznosíthatjuk
- Diák vetítése: 9. dia: házi fermentor felépítése, 10. dia: ipari biogáz termelés

⇒ **Kondenzációs gázkazánok (25-30. perc)**

- Nem megújuló E-forrást hasznosítanak, de a hagyományos földgáz-tüzelésű kazánoknál sokkal jobb a hatásfokuk
- Lefelé álló égőfej lángja lefelé ég, ezért a vízpára lekondenzálódik benne, így a kondenzációs hő is kinyerhető
- A kondenzátumba beleoldódik a SO₂ is
- A hatásfok így mintegy 30%-kal növelhető
- Kérdés: Az utóbbi folyamat, miért teszi környezetbaráttá ezeket a kazánokat?
- Diák vetítése: 11. dia: a kondenzációs kazán működése, 12. dia: a kondenzációs kazán kinézete

Csoportmunka:

(Idő: 30-45.perc, Módszer: csoportmunka, Eszköz: múlt órán készített tervek, grafit ceruza)

- A 4 fős csoportok a múlt órán az A3-as lapokra készített alaprajzokat vegyék elő
- Gondolják végig, hogy milyen környezetbarát technológiákat szeretnének beépíteni a házukba, ügyeljenek a koncepciózus kialakításra: ne váljon a ház a részkomponensek halmazává, legyen elméletük arra, hogy mit mivel, miért kombinálnak
- A kiválasztott technológiákat jelöljék az alaprajzon (jelöléseket a tanár rajzolja fel a táblára)
- Az elkészült rajzokat ismét tegyék el, házi feladat 5 perces kiselőadással készülni az alaprajzokról, következő órára
- Másik házi feladat: a teljes anyagot az oktatási segédanyag és a saját jegyzetek segítségével megtanulni, jövő órán felmérő.

3.3.4 Negyedik óra: Számonkérés a „környezetbarát családi ház” tananyagból

Kiselőadások:

(**Idő:** 0-20.perc, **Módszer:** Diákok csoportokra bontva 1-1 rövid kiselőadást tartanak 3-5 percben)

- Minden csoport bemutatja az általa készített környezetbarát házat, elmondja koncepcióját, hogy miért a felhasznált környezetbarát megoldásokat választotta
- A tanár ezután beszedi a lapokat, a felmérő alatt a kiselőadásokat is beszámítva „kisjeggyel” értékeli a rajzokat.

Témazáró felmérő:

(**Idő:** 20-45.perc, **Módszer:** Önálló munka, **Eszköz:** feladatlapok –lásd melléklet)

- A és B csoport, játékos feladatok
- A felmérőkre szintén „kisjegyet” kapnak, a fenti és e jegy átlagára kapnak egy osztályzatot.

3.4 A TANÁRI SZAKDOLGOZAT ÉRTÉKELÉSE:

Tanári szakdolgozatomban arra törekedtem, hogy a rendelkezésre álló 4 tanítási óra alatt széleskörűen bemutassam a ma Magyarországon elérhető környezetbarát technológiai lehetőségeket a diákok számára.

A téma nagyon sokrétű, sok különböző technológiát kell röviden bemutatni, ezért féltő, hogy a diákok közben elveszítik az érdeklődésüket. Éppen ezért próbáltam képekkel érdekesebbé tenni az anyagot és minden óratervezetben arra törekedni, hogy folyamatosan bevonjam és foglalkoztassam a diákokat különböző kérdésekkel, feladatokkal. Az óravázlatokból kiderül, hogy a 4 óra alatt sokféle módszert és eszközt bevetek a cél érdekében: kezdve a PPT bemutatótól, a csoportmunkákon és a filmvetítésen át egészen a kiselőadásokig. Az anyag elég nagy, kicsit szűken préselhető be a 4 tanítási órába, ezért szükség esetén egy-két kevésbé fontos technológiát ki lehet hagyni (pl.: biogáz termelés), vagy ha van rá lehetőség, akkor szét lehet bontani az anyagot 5 tanítási órára.

Véleményem szerint a téma nagyon izgalmas is lehet számukra, ha sikerül elérnem, hogy valóban végiggondolják saját otthoni életvitelüket és otthonuk adta lehetőségeket a környezetbarát technológiák alkalmazására. Lényegében ez is lenne az elsődleges célom ezzel az oktatócsomaggal, hogy a diákok a saját életvitelüket tegyék környezettudatosabbá és felnőttként is ezen elvek szerint gondolkodjanak és cselekedjenek a jövőben.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom Dr. Horváth Ákosnak, hogy munkámat végigsegítette építő gondolataival és hasznos javaslataival.

Továbbá szeretném megköszönni Dr. Schróth Ágnesnek a hasznos tanácsokat a szakmódszertani fejezettel kapcsolatban.

Nagyon hálás vagyok férjemnek Dr. Szirányi Andrásnak, hogy segítségével és törődésével 1 éves kisfiunk Zalán szinte észre sem vette, hogy a dolgozatom megírásának utolsó pár hetében kicsit kevesebbet tudtam vele lenni.

IRODALOMJEGYZÉK:

COMBATING CLIMATE CHANGE: THE EU LEADS THE WAY: „HARC AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS ELLEN: AZ EU MUTATJA AZ UTAT” (2008) BRÜSSZEL
(<http://eceuropa.eu/publications/booklets/move/75/en.pdf>)

MEDGYASSZAI P. FENNTARTHATÓ HÁZ. Belső Udvar Építész és Szakértő Iroda,
2009. (www.belsoudvar.hu/fenntarthatohaz.html)

DR. UNK JANOSNÉ: A GEOTERMİKUS ENERGIA HASZNOSÍTÁSA MAGYARORSZÁGON
(2007). Csináljuk jól! Energiatakarékossági sorozat 21.

Dr. MUNKÁCSY BÉLA: Megújuló energiák előadássorozat, Biomassza előadás, (forrás:
munkacsy.web.elte.hu)

DR. GÖÖZ LAJOS: ENERGETIKA A JÖVŐBEN, BESSENYEI GYÖRGY KÖNYVKIADÓ,
NYÍREGYHÁZA, (2007)

DAVID J.C. MCKAY - SUSTAINABLE ENERGY- WITHOUT THE HOT AIR, UIT CAMBRIDGE,
(2009)

Internetes irodalom:

www.ezermester.hu

www.freeweb.hu/hulladek-suli

www.hoszigeles.co.hu

www.kothalo.hu

www.archiweb.hu

www.hoszisz.hu

www.megujulofutes.hu

www.nibe.hu

www.termomax.hu

www.dzone.hu

www.energiacentrum.com

www.belsoudvar.hu

www.hunwind-r.hu

www.kert-kertito.hu

www.majoros.hu

www.komposztmester.hu

www.zoldtech.hu

www.naturenergia.hu

www.naplopo.hu

www.hgd.hu

www.hmo.hu

