

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR
KÖRNYEZETTUDOMÁNYI CENTRUM

NAPKOLLEKTOROS ABSZORPCIÓS HŰTŐ
FEJLESZTÉSE

KÉSZÍTETTE:
ASZTALOS MÁTÉ
KÖRNYEZETTUDOMÁNY SZAKOS HALLGATÓ

Témavezető:
Dr. HORVÁTH ÁKOS
egyetemi docens

Budapest
2010

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	4
2.	Energiakérdés és a megújuló energiák	6
2.1.	Az energiafelhasználás története	6
2.2.	Fordulatok, az energiafogyasztás növekedése	8
2.3.	Az energiatermelés	11
2.3.1.	A nem megújuló energiaforrások felhasználása	11
2.3.2.	A megújuló energiaforrások felhasználása	15
2.4.	Az energiaéhség	18
2.4.1.	Az energiaéhség okai	18
2.4.2.	Az energiaéhség enyhítésének megvizsgálása	23
3.	A napenergia felhasználhatósága	24
3.1.	A napenergia felhasználhatóságának fizikai alapjai	24
3.1.1.	A Föld pályájának excentricitása	24
3.1.2.	A Föld tengelybillégési ciklusa	24
3.1.3.	A Föld tengelyprecessziós mozgása	24
3.2.	A napenergia felhasználásának technikai lehetőségei	26
3.2.1.	A napelemek	26
3.2.2.	Napkollektorok	27
3.3.	A napenergia alkalmazásának megtérülése	28
3.3.1.	A napelemek megtérülése	28
3.3.2.	A napkollektorok megtérülése	28
4.	Az abszorpciós hűtő	29
4.1.	Az abszorpciós hűtő felépítése, működése	30
5.	A rendszer felépítése, működése	31
5.1.	Eddig elért eredmények, célkitűzések, fejlesztési lehetőségek	31

5.2	A napenergia fókuszálásával működő házi rendszer felépítése, működése	32
5.2.1	A parabolatükör	32
5.2.2	A fogaskerék pumpa, és a meghajtása	32
5.2.3	Az abszorpciós hűtő	33
6.	Mérési eredmények, a fejlesztés lépései	33
5.3	Volcraft DT-300-as digitális hőmérő kalibrálása	33
5.4	Az abszorpciós hűtő működése hálózatról, szigetelés nélkül	37
5.5	Az abszorpciós hűtő működése hálózatról, szigeteléssel	38
5.6	A kollektorfej működésének beltéri vizsgálata	40
5.7	A rendszer kültéri vizsgálata	43
6	A rendszer környezeti hatásainak felmérése	44
6.2	A rendszer várható élettartama	44
6.3	A parabolatányér környezeti hatásainak felmérése	45
6.4	A napkollektor előállításának energiaigényének felmérése	46
6.5	A hűtő környezeti hatásainak felmérése	47
6.6	A keringető rendszer környezeti hatásainak felmérése	48
6.7	A többi alkatrész rövid elemzése	48
6.8	A teljes rendszer hatása	49
7	Eredmények	49
8	Összefoglalás	49
9	Köszönetnyilvánítás	50
10	Irodalomjegyzék	50
11	Ábrajegyzék	53
12	Táblázatjegyzék	54

1. Bevezetés

Jelenkorunk emberének több nagy kihívással is meg kell küzdenie. Ezek közül a fontosabbak a globális klímaváltozás hatására megváltozó csapadékeloszlás, a szélsőséges időjárási események gyakoriságának megnövekedése, a lehalászás miatt az összeomlás szélére sodort óceáni élővilág, a termőföld degradációja és az ezekből következő élelmiszerár emelkedés (az atomizációt, a családok szétesését és egyéb társadalmi problémákat nem is említve). Ezek mind fontos kérdések, mégis talán az egyik legfontosabb mind közül a megfelelő mennyiségű energia biztosítása az olajkorszak végén és utána.

A fenntarthatóságot úgy szokás magyarázni, hogy a jelen kor szükségleteinek kielégítése ne sodorja veszélybe az utánunk következők legalább ilyen magas szintű igényeinek kielégítését. Az energiafelhasználás szempontjából ezt úgy fogalmazhatnánk meg, hogy a jelen kor energiafelhasználása mellett kötelességünk az utánunk jövő nemzedékeknek is legalább akkora mennyiségű energia felhasználásának lehetőségét biztosítani, mint amennyit magunk is megszereztünk.

Sokan dolgoznak azon, hogy a kimerülő fosszilis energiaforrások helyett mást találjanak. Vannak, akik a megújuló energiák nagyobb kihasználásában reménykednek. Ők csak azzal nem számolnak, hogy a megújuló energiaforrások energiasűrűsége nem elegendő ahhoz, hogy pusztán ezekre alapozzuk társadalmunk ellátását. Ha így tennénk, a jelenlegi energiaszükségletünket a hetedére kellene csökkentenünk. (KISS Á., 2007)

Vannak, akik a fúziós reaktorokban látják a helyzet megoldását. A fúziós erőművekről már 30 éve is azt mondták, hogy 50 évet kell még várni, mire egy működőképeset láthatunk. Sajnos a technológia nagyobb méretbe való átültetése során eddig még nem látott problémák léptek fel, az amúgy sem mindennapi hőmérsékleten működő szerkezetnél.

Megint mások az energiatakarékosságra helyezik a hangsúlyt. Kétségtelenül fontos az energiafelhasználásunk csökkentése. A szigetelés kiépítésével, az ablakok cseréjével, a melegvíz-felhasználási szokásaink megváltoztatásával, és fenntartható fatüzelésre áttéréssel sok energiát meg tudunk spórolni. Mindazonáltal az energiatakarékosság önmagában nem oldja meg a problémáinkat, csupán egy része lehet a megoldásnak. Természetesen ez most nagyon jól jönne az emberiség számára, hiszen már így is kifutottunk az időből.

ez elég lesz-e, azt nem tudom, de Madách Imérral egyetértésben azt gondolom: „Ember küzdj, és bízva bízzál”

2. Energiakérdés és a megújuló energiák

2.1. Az energiafelhasználás története

Az emberiség történetében még sosem állt rendelkezésre ekkora mennyiségű energiaforrás, mint napjainkban (4. ábra). Ez a mintegy 470 EJ (KISS Á., 2007) energiát, amit egy évben felhasználunk jórészt a régóta bevált étetéssel állítjuk elő, hiszen az emberiség által felhasznált teljes energia 86%-a fosszilis eredetű energiaforrásokból kerül kinyerésre (8. ábra).

Mikor az emberré válás során megismerkedtek őseink a tűzzel, egyszerre több szempontból is javultak az életkörülményeik. A tűz nem csak a vadállatok távoltartására szolgál, hanem a segítségével a táplálékot is könnyebben fogyaszthatóbbá lehet tenni, továbbá tartósításra is felhasználható (füstölés, szárítás). A vadászó-gyűjtögető életmód azonban még nem okozott jelentékeny környezeti hatást. Ekkor még könnyedén találhattak őseink elegendő tüzelőt.

Az igazi változást a földművelés megjelenése és elterjedése okozta. Ekkor már az energiafelhasználás is megnőtt, hiszen az emberek házat, istállót építettek maguknak. Az épületek építéséhez és fűtéséhez is fára volt szükség, így ekkor elkezdődtek az erdőirtások. Az energiaigényt a háziállatok takarmányozása is növelte.

Az 1769-es évben James Watt megalkotta a modern gőzgépet, és ezzel újabb erőre kapott az energiafelhasználás növekedése. A széntüzelésű gőzgép segítségével más gépeket, és termékeket is gyárthattunk. A közlekedés felgyorsult. A rendelkezésre álló még több energia még több erőforrás feltáráshoz nyújtott lehetőséget.

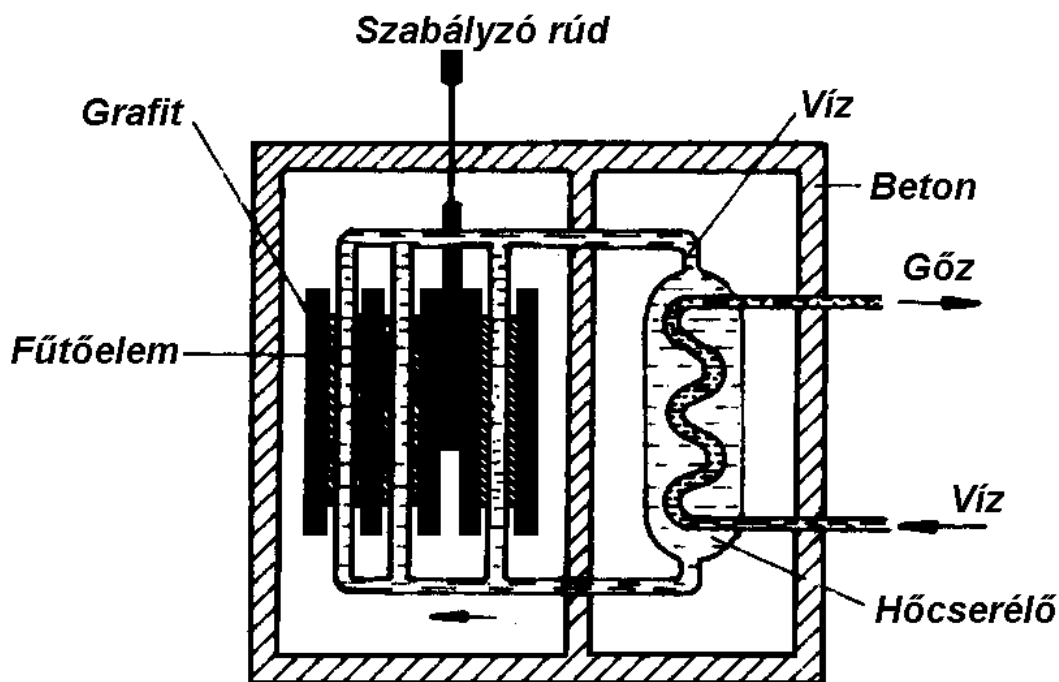
A következő lépést az olaj energiaforrásként történő alkalmazása jelentette. Az Egyesült Államokban már 1814-ben, az Ohio állambeli Marietta városában is voltak működő olajkutak, ezek azonban még víznyerés céljából készítették és heti egy hordónál (159 liter) többet nem igen adtak. Később 1820-tól a Kentucky államban található Cumberland folyó mellett fekvő olajkutakból már napi 100 hordónyi olajat nyertek ki. Az Azerbajdzsánban fekvő Baku melletti kőolajkutakból 1830-ban 28000 hordó olajat nyertek évente (ez naponta 76,7 hordót jelent). 1844-ben az orosz Szemjonov kábeles fúrású kutat épített itt, ezzel létrehozva a világ első kereskedelmi célra épített olajkútját.

10 évvel később, 1854-ben az Osztrák-Magyar Monarchiában született Ignacy Łukasiewicz lengyel gyógyszerész megfúrta az első modern olajkutat. A kitermelt olaj feldolgozásához pedig megalkotta az első ipari olajfinomító üzemét. Így petróleumot tudott előállítani, ezzel talán megmentve a bálnákat a teljes kipusztulástól (LANDY-GYEBNÁR M. 2009a). Eddig ugyanis bálnaolajjal világítottak.

A következő nagy áttörés szintén az Osztrák-Magyar Monarchiában (Horvátországban) született Anthony Francis Lucas (született: Antun Lucic) érte el, aki kivándorolt az Egyesült Államokba, és ott megtalálta a texasi olajat. Lucic nem az eddig elterjedt kábeles fúrást választotta, hanem az artézi kutak fúrásához használt forgó fűrőfejes technológiát. Végül 1901. január 10-én, a 326 m-es fűrőlyukból feltört a kőolaj, amely 60 méter magas oszlopot alkotott. A következő 10 napban nagy nehezen sikerült elállítani az olajkitörést. Ezek után gombamód szaporodtak el ezen a vidéken az olajkutat, és Amerika gazdasága szárnyalni kezdett. Ezzel megkezdődött a kőolaj több mint 70 évig tartó töretlen térnyerése. (LANDY-GYEBNÁR M. 2009b).

Az újabb mérőföldkövet az 1942-es év jelentette. Az olasz származású Enrico Fermi és a Magyarországon született Szilárd Leó által vezetett kutatócsoport december 2-án, a Chicagói Egyetem stadionjában, a lelátó alatti teremben létrehozta az első önfenntartó láncreakciót. A kísérlet során egy rádium-berillium neutronforrásra grafitömböket helyeztek, tömbök közé urángolyókat rakva. A láncreakció szabályozását kadmium rudakkal oldották meg, melyek jól elnyelik a neutronokat. A biztonsági leállásért, ha a reakció megszaladna a biztonsági „fejszés ember” felelt (SCRAM - Safety Control Reserve Axed Man), aki ha szükséges, elvágja a fejszójével az atommáglya felett felfüggesztett kadmium rúd kötelét, ezzel leállítva a láncreakciót. Az atommáglya tetején bóros vízzel teli vödröket tartó emberek is álltak hasonló megfontolásból. (WIKIPEDIA.ORG, 2010)

A világ első atomerőművét (2. ábra) a volt Szovjetunióban található Obnyinszk városában építették meg 1954-ben. Ez egy csatorna-típusú reaktor volt, amely vízhűtéssel és grafit moderálással rendelkezett.



... Az első atomerőmű felépítése.

A későbbiekben megjelentek újabb reaktortípusok is, mint a nyomottvizes-, a forralóvizes-, golyós- és a tenyésztőreaktor.

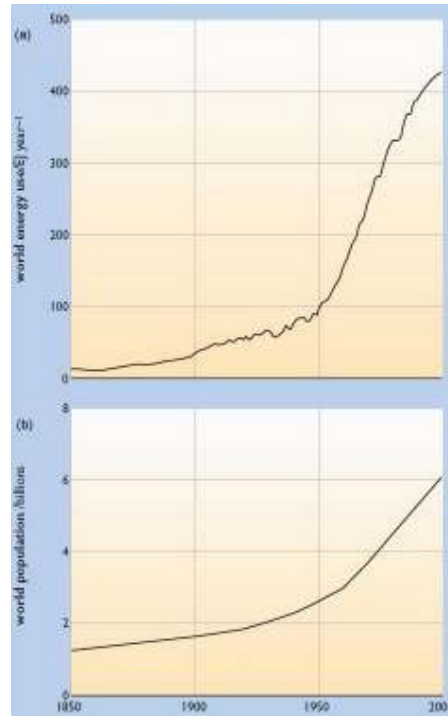
A világ elektromos energia előállításának csak 18%-át képesek ellátni a nukleáris reaktorok. 18%-ot a vízi erőművek adnak, 2%-ot az egyéb megújulók, míg a fosszilis források a maradék 62%-ot (KISS Á., 2007).

Jelen kor tudósai felismervén, hogy az olajkészletek végesek, és jelenleg nem létezik olyan működő energiatermelési mód, amely képes kiváltani a fosszilis energiahordozókat, elkezdtek kutatni a lehetséges alternatívákat. Az egyetlen ma ismert, ilyen technológia a fúziós erőművéké. A fúziós erőművek lelke a tokamak kamra, amely egy tórusz alakú elektromágnes. A tokamakban a deutérium-trícium elegyből képzett plazmában létrejövő fúzió szolgáltatja az energiát. Azért kell elektromágneses térrel elhatárolni a plazmát, mert közel 100 millió K a hőmérséklete, és ha bármely ismert anyaghoz hozzáérne, azonnal elpárologtatná.

2.2. Fordulatok, az energiafogyasztás növekedése

Három nagy fordulatról beszélhetünk az emberiség történetében, amikor megváltozott az addig rendelkezésre álló energiaforrások mennyisége. Az első fordulat minden bizonnyal a tűz használatához kapcsolódik. A második a szénhez. A harmadik

pedig a kőolajhoz, földgázhoz. Bár egyesek szerint az atomkorszak eljövetele jelenti a negyedik kort, de véleményem szerint az atomenergia felhasználásának nagyobb volt a politikai vetülete, mint az energiatermelésben betöltött szerepe.



– Az emberiség teljes energiafelhasználása és népességnövekedése 1850 - 2000

A 3. ábra felső részén az emberiség által felhasznált éves energiamentiség került feltüntetésre 1850 és 2000 között. Alatta pedig ugyanezen időszak alatt az emberi faj népessége követhető nyomon. Az ábrán látszik, hogy a két vizsgált adatsor egymással összefügg, és erősítik egymást. Bár nem tudjuk pontosan, melyik oka a másinak - véleményem szerint kölcsönösen erősítik egymást – de az biztos, hogy sem az energiafelhasználás, sem a népességnövekedés nem folytatódhat ebben az ütemben, mert Földünk erőforrásai végesek.

A következő ábrán (4. ábra) az emberiség elmúlt 10 000 évében felhasznált energiamentiség van feltüntetve. Egy vadászó-gyűjtögető közösségben élő személy nem igényelt, és nem is rendelkezett több energiával, mint amennyit megevett. Hiszen egymaga kereste táplálékát saját maga számára, és ehhez nem használt sem háziállatot, sem egyéb fogyasztásra képes eszközt, élőlényt. A földművelő társadalmak Krisztus előtt 3000 környékén már állattal szántottak, azokat takarmánnyal etették, ezért egy embernek nem pusztán a saját testének fogyasztását kellett fedeznie, hanem az

állatainak szükségleteit is elő kellett állítania. Ez azt jelentette, hogy egy ember 2,5 embernek elegendő mennyiségű energiát használt el. A szemléletesség kedvéért az egy ember által, egy nap alatt elhasznált energiamennyiség fogalmából megalkothatjuk az energiarabszolga fogalmát. Ahány ember táplálásához szükséges energiát használ fel valaki, annyi energiarabszolgával rendelkezik. A középkorban már 13 energiarabszolgával rendelkezett egy átlagos személy. Az 1900-as évek Angliájában ahol már a kőszén, és az abból száraz lepárlással nyert világítógázt is használták, 38 embernyi energiát számolhatunk egy lakosra. Napjainkban ez a szám az USA-ban 120 körül van.

ENERGIAFOGYASZTÁS ÉS CIVILIZÁCIÓ

Egység: MJ/fő/nap (4.2MJ=1000Kal)	élelem (ember+ állatok)	háztartás, kereske- delem	ipar, mező- gazdaság	szállítás, híradás	X
Vadásztár. (8000 B.C.)	8.4				1
Földművelő társ. (3000 B.C.)	13	8			2.5
Középkor (XV-XVI szd.)	25	50	29	4	13
Ipari társad. (Anglia, 1900)	29	134	100	59	38
Információstárs. (USA, XXI. szd.)	42	293	381	297	120

.. *Energiafogyasztás és a civilizáció*

2.3. Az energiatermelés

Mint azt láthattuk, a mai ember rengeteg energiabszorgával rendelkezik. Ha az erőforrásaink nem lennének, saját magunknak kellene kimosni a ruhánkat, és nem busszal közlekednénk, hanem gyalog. Nem volna olcsó hús a tányérunkon, és nem nézhetnénk a kínai televíziókon a híradót. Szerencsénkre ma már a városokban és a falvakban élőknek egyaránt elérhető a vezetékes áramszolgáltatás, van földgáz- és vízellátás is.

Az energiatermelést két fő részre oszthatjuk fel a forrásokat tekintve. Vannak a *nem megújuló* és a *megújuló* energiaforrásokra alapuló technológiák. A nem megújuló energiaforrások a következők: kőszén, kőolaj, földgáz, urán. Az elektromos áram előállítása is jórészt ezekre épül. Az 1. táblázaton megfigyelhető, hogy Magyarország az elektromos energia termelésének csak 5,1%-át fedezi megújuló forrásokból.

Magyarország elektromos energia termelése:		
35,744 TWh (2005)		
atomenergia	13.8 TWh	38.7%
olajtüzelés	4.66 TWh	1.3%
földgáztüzelés	12.3 TWh	34.5%
széntüzelés	6.977 TWh	19.5%
biomassza felhasználás	1.612 TWh	4.5%
vízzerőművek	0.208 TWh	0.6%

1. táblázat: Magyarország elektromos energia termelése

2.3.1. A nem megújuló energiaforrások felhasználása

2.3.1.1. A kőszén

A kőszén elhalt növényi részekből nagy nyomás és magas hőmérséklet mellett, redukzív körülmények között keletkezett ásvány. Felhasználása során elégethetik, vagy magas hőmérsékleten (1200-1300 °C-on) anaerob körülmények között kokszot, világítógázt és kátrányt állítanak elő belőle.

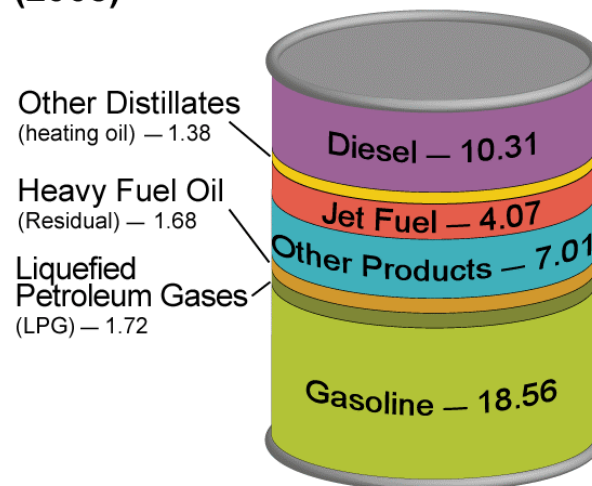
A kőszénnek manapság a vaskohászatban és a villamosáram-termelésben van fontos szerepe (a harmadik világban még a közlekedésben is). Magyarországon az elektromos energiatermelés közel 20%-át alapozzák a kőszénre: leginkább egyik fajtájára a lignitre. Emiatt régebben jelentős SO₂ szennyezőnek számított a Mátrai Erőmű, de a privatizálás után történt fejlesztések eredményeképp, a 2000 októberében

elkészült füstgáztisztítója - amely az ország első kéndioxid leválasztója - megoldotta ezt a problémát (MERT 2010.) A jövőben a kőolajkitermelés csökkenése miatt még növekedhet a kőszén felhasználásának mértéke.

2.3.1.2. Az olaj

A kőolaj hasonló módon képződik, mint a kőszén, csak a kiindulási anyag nem pusztán elhalt növényi termékek, hanem inkább tengeri egysejtű élőlények, planktonok voltak. Mivel egykor élő szervezetből keletkezett, ezért megőrizte azok anyagát. Így szén, hidrogén, nitrogén, kén és foszfor is található benne.

Products Made from a Barrel of Crude Oil (Gallons) (2008)



– Egy átlagos USA olajhordónyi kőolajból előállított termékek aránya

Egy átlagos USA hordó 42 gallonos. Ebből a frakcionált desztilláció során közel 45 gallonnyi terméket állítanak elő. Ezt az 5. ábrán található hordó szimbolizálja, mely feliratainak fordítása a 2. táblázatban van.

Név	Gallon	Arány
dízel	10,31	23,0%
fűtőolaj	1,38	3,1%
kerozin	4,07	9,1%
egyéb	7,1	15,8%
nehéz olaj	1,68	3,7%
lpg (autógáz)	1,72	3,8%
benzin	18,56	41,4%

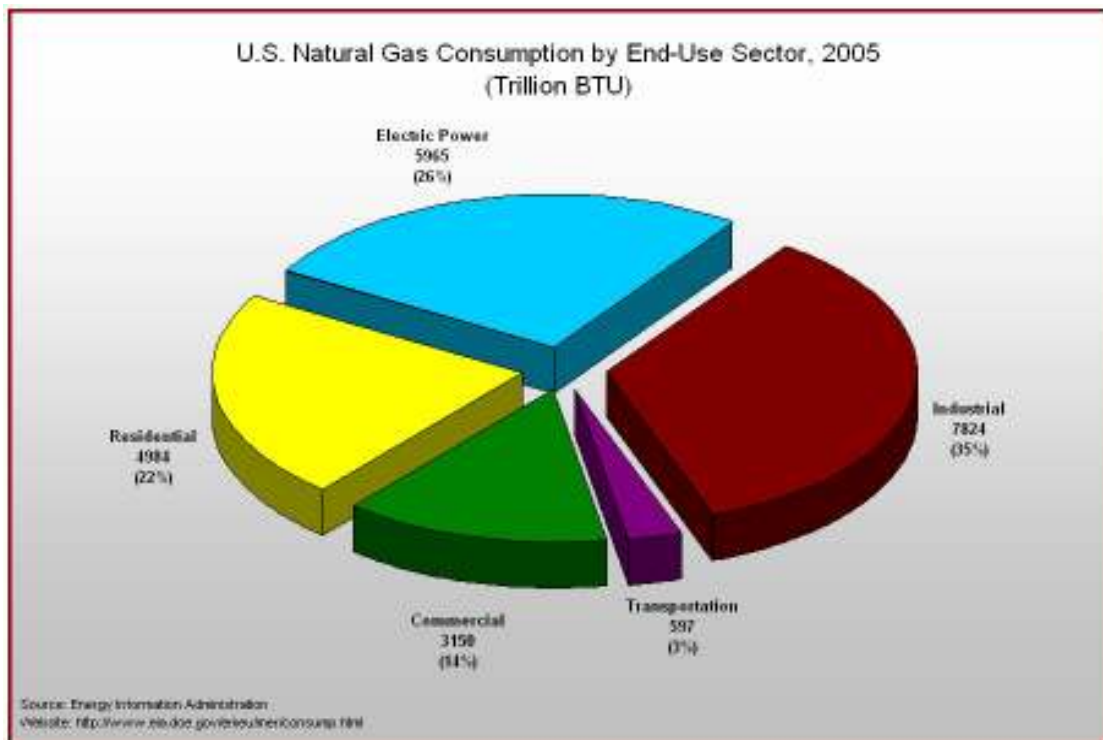
2. táblázat: Egy átlagos USA hordónyi kőolajból előállított termékek listája

A finomító termékeinek arányát a 2. táblázat mutatja. Az előállított anyagok nagy részét a közlekedésben használjuk fel. A szállítványozás alapját annyira a kőolaj adja, hogy az abban felhasznált energia 98%-át ásványi olajból állítjuk elő (EUROPA.EU 2007).

2.3.1.3. A földgáz.

A földgáz gyakran együtt található a kőolajjal, de a különálló lelőhelyek sem ritkák. Főleg metánból áll, de találhatóak benne nagyobb szénatomszámú szénhidrogének is. Tartalmaz továbbá semleges gázokat is, mint a CO₂, vagy a N₂. Egy egységnyi földgáz elégetéséhez 10 egység levegőre van szükség. A földgáz a szénen kívül az egyetlen olyan elsődleges energiahordozó, amelyet csak tisztítani kell és máris felhasználható fűtésre, vízmelegítésre, erőművekben (Bencsik T. NA)

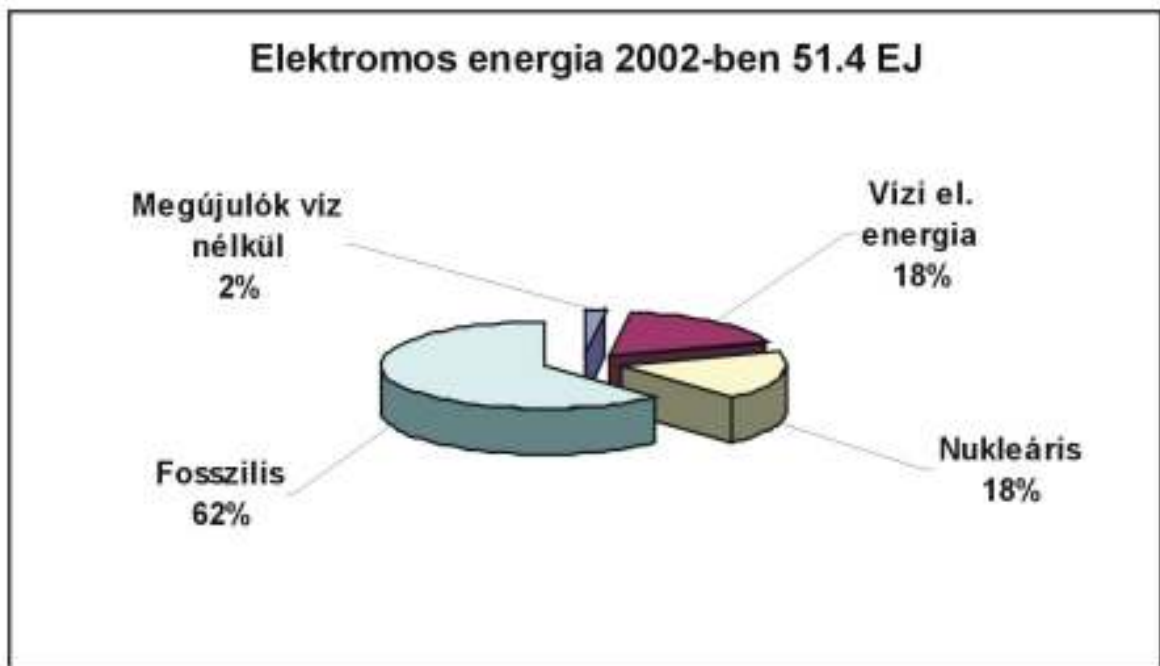
Az energiaszektorban az ötvenes évektől nőtt meg a jelentősége. Előtte gyakran csak elégették a kőolajmezőkből származó földgázt. Igaz még ez is jobb megoldás, mintha csak a levegőbe engedték volna, mert a metán 23x erősebb üvegházhatású gáz, mint a CO₂. A földgáz tipikus felhasználási területeit a 6. ábra mutatja be, az USA példáján keresztül.



– Az USA földgázfelhasználásának megoszlása: *Electric Power* – villamosáram előállítás, *Industrial* – ipari felhasználás, *Transportation* – szállítás, *Commercial* – kereskedelmi felhasználás, *Residential* – lakossági felhasználás. BTU: British Thermal Unit – Hagyományos energia mérésére szolgáló egység. Az az energiamennyiség, ami egy font víz egy Fahrenheit fokkal való felmelegítéséhez szükséges. (1,06 kJ)

2.3.1.4. Az urán

Az uránt már az első században használták kerámiák színezésére, mert jellegzetes sárga színű festék állítható elő belőle. Manapság atomerőművekben, nukleáris fegyverek robbanófejeiben, uránmagos lövedékekben, járművek páncélzatában találkozhatunk vele. (de ez már szegényített urán, a dúsítás során visszamaradt 238-as izotóp) A 238-as izotópja a gyakoribb, de a termikus atomreaktorokban a 235-ösre van szükség. Ezért dúsítják, hogy a természetes 0,72%-os arányt 3-5% körülire növeljék. A tenyésztő, vagy más néven gyors reaktorokba szánt hasadóanyagot még jobban dúsítják, 20-30% körüli értékre. Az atomreaktorokban lezajló indukált maghasadás során energia szabadul fel. Ez felmelegíti a hűtőközeget, ami aztán hőcserélő(kö)n keresztül vizet melegít, így az gőzzé válván meghajthatja a turbinát, ami egy generátor segítségével villamosáramot termel. A 7. ábrán látható, hogy a föld elektromos energia termelésének 18%-a nukleáris forrásból történik. Ez a szám Magyarországon 40% körül van.



- A föld elektromos energia termelése

2.3.2. A megújuló energiaforrások felhasználása

A megújuló energiaforrások a nap-, a víz-, az árapály-, a hullám-, a szél-, a geotermikus energia, valamint a biomassza, bioetanol és a biodízel.

2.3.2.1. A napenergia felhasználása

a. A passzív hasznosítás

A passzív hasznosítás alatt azt értjük, amikor egy épületet úgy terveznek meg, olyan anyagokat használnak fel, hogy az előállításához és üzemeltetéséhez szükséges energiamennyiség a lehető legkevesebb legyen. Tehát olyan anyagokat, olyan szerkezetet, tájolást és geometriát alkalmaznak, amelyek elősegítik a legalacsonyabb energiafelhasználás elérését. Az ilyen épületek igen jó szigetelése miatt nagyon kevés energia is elég a fűtésükhöz. A szellőztetés sem a megszokott ablaknyitással történik, hanem hőcserélős szellőztető rendszer által. Így a távozó meleg és elhasznált levegő átadja hőjének egy részét a kintről beáramló friss, ámde hideg levegőnek. Ezáltal a szellőztetés során nem csökken olyan mértékben a szoba levegőjének hőmérséklete, mintha hagyományos úton szellőztettünk volna, tehát a fűtésre fordított energiamennyiség is kevesebb lesz.

b. Az aktív hasznosítás

Az aktív hasznosítás azt jelenti, hogy a napból érkező sugárzás energiáját valamilyen átalakító berendezéssel hasznosítjuk: vagy mint hőenergiát nyerjük ki, vagy pedig napelemeket alkalmazunk. A hőenergiát napkollektorokkal gyűjtjük össze. A kollektoroknak több fajtája van az alkalmazott technológiai megoldások szerint, de ezt majd később részletezem. A napelemek lehetnek egykristályos, polikristályos, amorf, illetve fém-félvezető fajtájúak.

2.3.2.2. A vízenergia hasznosítása

A vízenergia felhasználása során a klasszikus duzzasztógátas erőművektől az árapály erőműveken keresztül eljutottunk a hullámerőművek megalkotásáig. Sőt ma már létezik a tengeráramlat erőmű is, amely a gyors tengeri áramlatok mozgási energiáját alakítja villamosárammá. Mint az a 8. ábráról leolvasható, a globális elektromos energia előállítás 18%-át teszi ki a vízenergia alkalmazása. A legnagyobb erőművek Kínában találhatóak. Az elektromos áram tárolása közvetlen formájában a mai napig nem megoldott, de a szivattyús erőművek szivattyúinak segítségével ez közvetett formában megvalósítható. Az ilyen vízi erőművek segítségével képesek vagyunk az alacsony fogyasztási időszakokban megtermelt energiát eltárolni. Az alacsony fogyasztási időszakban megtermelt áramot felhasználva felszivattyúzzák a vizet egy tárolóba, majd csúcsidőben leengedik a turbinákra, és így áramot állítanak elő, ha a hálózaton nagy a terhelés.

2.3.2.3. A szélenergia hasznosítása

A szélenergiát mechanikus szerkezetek meghajtására is felhasználhatjuk, így például fűrészmalomokhoz, őrlőmalomokhoz, vagy szivattyúházakhoz. A napjainkban elterjedt felhasználás a szélturbinákhoz kötődik. A szélturbinák áramot termelnek, melyet átalakítanak és az elektromos hálózatra táplálnak. A szélfarmok szélturbinák erdeiből állnak. A lakossági alkalmazás során a kis teljesítményű szélkerekek a gyakoriak. A Harvard egyetem kutatói a világ szélenergia potenciálját 1,3 millió TWh-ra becsülték (INDEX.HU 2009)

A 9. ábrán látszik, hogy globálisan a szélenergia nem játszik jelentős szerepet az elektromos áram előállításában (víz nélküli megújulók 2% és akkor még nem is vontuk le a biomasszát, vagy a geotermikus erőműveket).

2.3.2.4. *A geotermikus energia hasznosítása*

A geotermikus erőművekben földünk belső hőjét használják fel víz melegítésére. Ha az így felmelegített víz elég forró, akkor elektromos áramot is lehetséges előállítani belőle. Ekkor gőzt termelnek, amivel turbinákat hajtanak meg. Ha nem olyan magas a feljövő víz hőmérséklete, akkor távfűtésre, használati melegvíz előállítására, vagy üvegházak fűtésére még mindig alkalmas ez a technológia.

2.3.2.5. *A biomassza hasznosítása*

a. Égetéssel

A leginkább kézenfekvő hasznosítás az égetés. De ne csak a tűzifára gondoljunk, hanem különböző mezőgazdasági hulladékokra, pl.: kukoricacsutkára, szalmára, fűrészporra. Ezekből pelletet is sajtolhatunk, így könnyebb szállítani és adagolni a tüzelőanyagot.

b. Biogáz előállításával

A nagyobb nedvességtartalmú szerves hulladékokból anaerob körülmények között, baktériumok segítségével biogáz is előállítható. Az alapanyag általában trágyalé, cukortartalmú növényi hulladék, de sokféle egyéb anyag is anyag lehet. A keletkezett biogázt vagy helyben elégetik, és elektromos áramot állítanak elő belőle, vagy a gázhálózatra táplálják rá (ez azonban energiaigényes, mert össze kell sűríteni a gázt, így inkább az előbbit szokták alkalmazni).

c. Bioetanol előállításával

A magas cukortartalmú folyadékokból, a magas szénhidrátartalmú élelmiszerekből és a magas cellulóztartalmú növényi részekből élesztőgombák segítségével alkoholt állítanak elő, melyet desztillálás, majd molekulaszűrés alkalmazása után az autók üzemanyagához kevernek.

d. Biodízel előállításával

A biodízel növényi olajkból, vagy állati zsírokból előállított üzemanyag. A gyártása során a zsírsavakból kinyerik a glicerint - ezt észterezésnek nevezik - így a viszkozitás lecsökken. A dízelmotorok üzemanyagába keverve használják, bár kisebb átalakításokkal biztosan, de akár azok nélkül is képesek a dízelmotorok növényi olajjal működni.

2.4. Az energiaéhség

2.4.1. Az energiaéhség okai

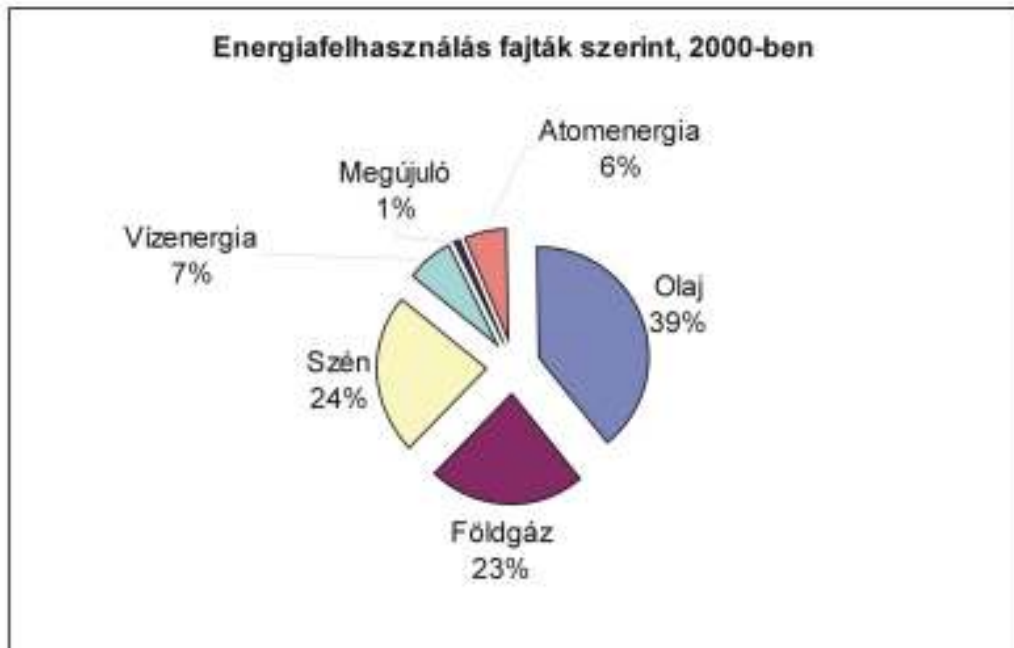
A jelenlegi gazdasági berendezkedés lényege, hogy a résztvevői termelnek, és a munkájuk elvégzése után megveszik az előállított termékeket. A gazdasági növekedés-elmélet egyik legismertebb képviselője Simon Kuznets volt, aki 1971-ben Nobel-díjat kapott. Kuznets szerint bár nem tökéletes ez a növekedés-centrikus modell, de azt még senki nem kérdőjelezte meg, hogy a növekedés több jót adott az emberiségnek, mint amennyit ártott (KEREKES S. 2007).

Csak két ellenérvet sorolnék fel:

1. Az leggazdagabb és legszegényebb országok jövedelme közötti különbségek 27x-re nőttek 1820 óta (SIMAI M. NA)
2. Az emberiség létszáma évente közel 80 millióval nő, az éhezők száma tavaly 100 millióval nőtt (SIMONYI GY. 2008, FAO 2009)

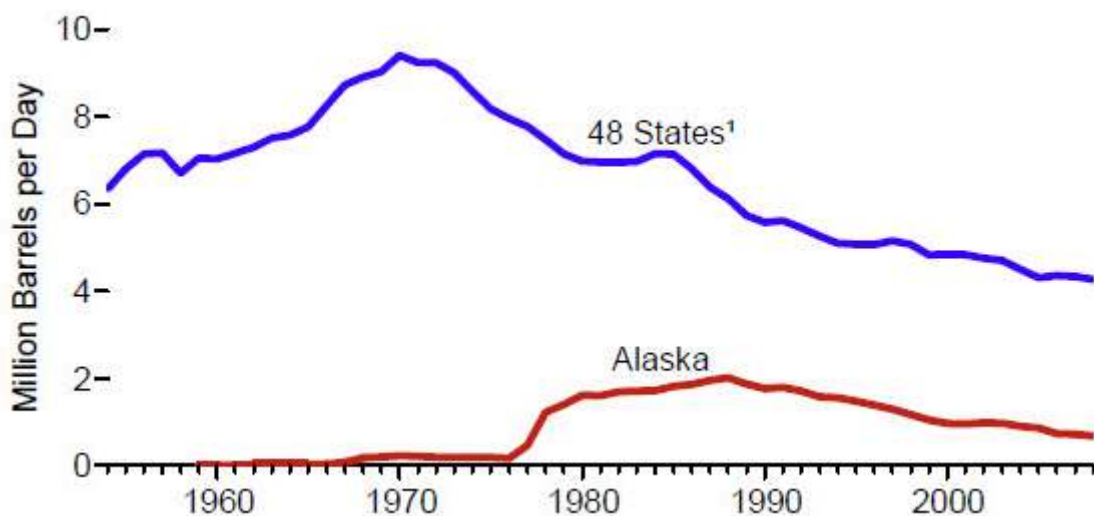
Ezekből látható, hogy annyira nem egyértelmű a helyzet, mint ahogy azt Kuznets gondolja.

Minden rendszernek, így a mi gazdaságunknak is szüksége van energiára, hogy fennmaradjon. A folyamatos növekedésre épülő gazdaságnak egyre több energiára van szüksége. Ez azt jelenti, hogy folyamatosan biztosítanunk kell az olcsó és megfelelő mennyiségű energiát, ha szeretnénk továbbra is élvezni a társadalmunk vívmányait. (Már ha abban a szerencsés helyzetben vagyunk, hogy egy fejlett országba születtünk, nem mondjuk valamelyik afrikai országba.) Sajnálatos módon a jelenlegi energia felhasználásunk, mint az a 8. ábrán is látszik jórészt nem megújuló, fosszilis alapokon nyugszik.

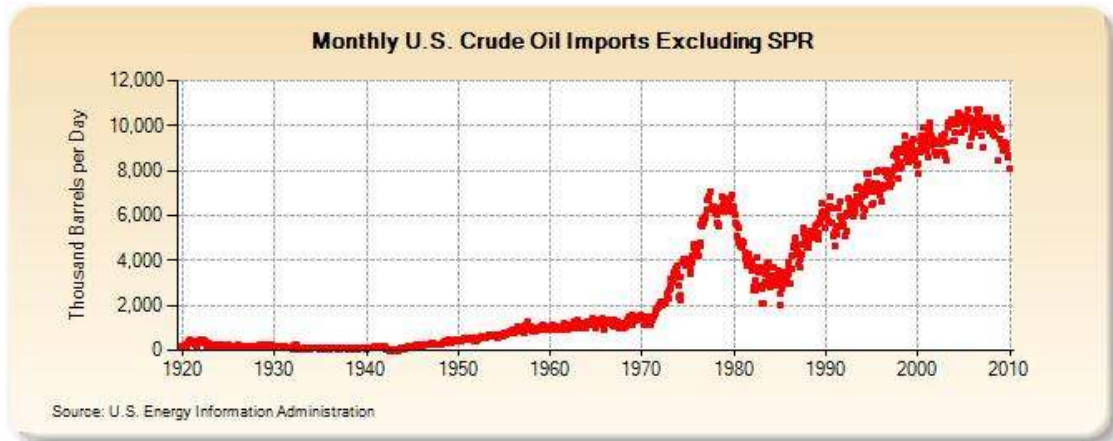


- *Energiafelhasználás fajták szerint (2000)*

Amint azt Marion King Hubbert geológus megállapította, a természeti erőforrások kitermelése nem növekedhet folyamatosan, a kitermelhetőség és a készletek függvényében a kitermelést egy haranggörbe alakú függvény írja le, amíg végleg el nem fogy az adott nyersanyag. Hubbert 1956-ban azt állította, hogy az USA kőolajkitermelése 1965-70 körül fog tetőzni. Akkoriban ezt nem tartották valószínűnek, de az idő őt igazolta, mint az a 9. ábrán látszik. Az Egyesült Államok kőolajkitermelése 1970-ben tetőzött (KEREKES S. 2007)

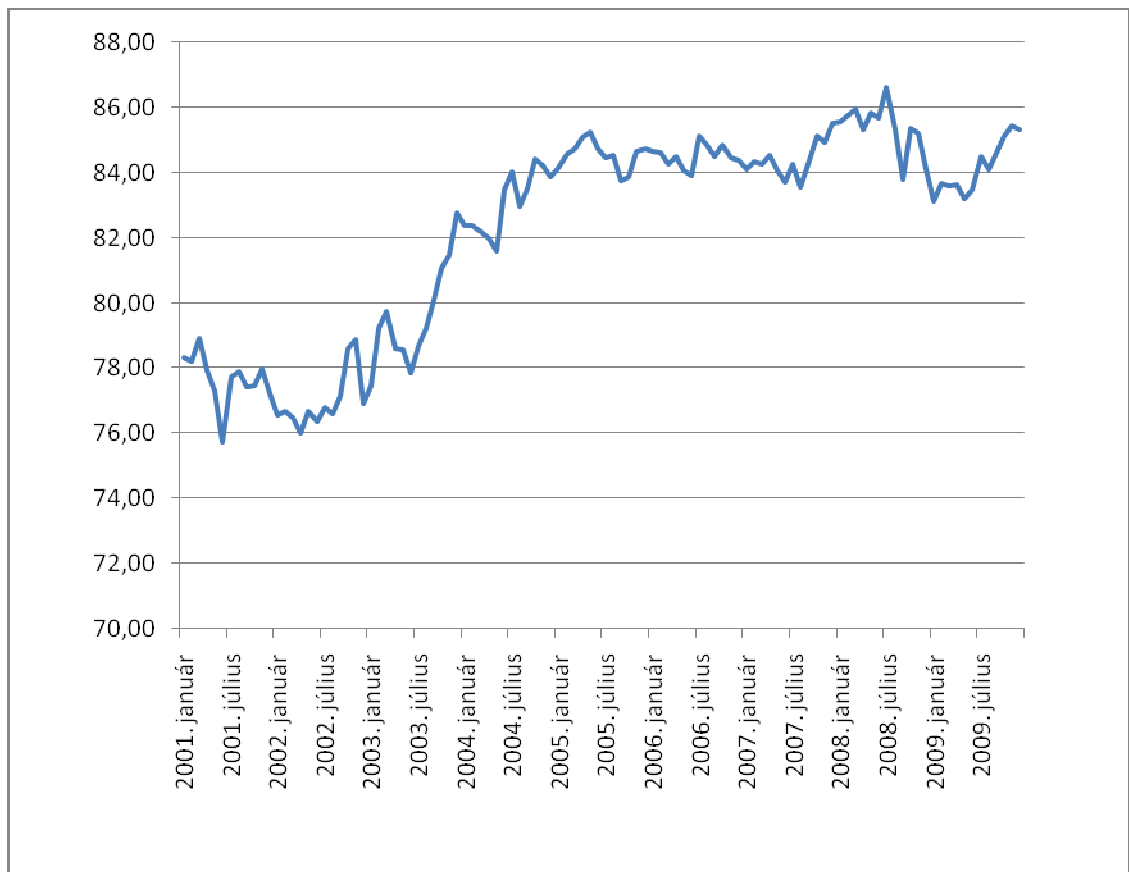


- *Az USA olajkitermelése – kivéve Alaszka és Havai (millió hordó/nap)*



.. Az USA kőolaj importja hónapos átlagokban (1000 hordó/nap)

Ahogy a 10. ábrán látszik 1970-től emelkedett meg jelentősen az USA kőolaj importja, amikor már nem növekedhetett tovább a kitermelés, mert tetőzött a kitermelés. Az SPR a Strategic Petroleum Reserve az Egyesült Államok kőolaj tartaléka. Egyébként látszanak a kőolajválságok is, de ez most nem lényeges. Az USA helyzete annyiban szerencsés, hogy volt honnan beszereznie a kőolajat. Azonban ha a világ kőolajkitermelése is tetőzik, akkor mi nem tudunk más Földről importálni, mert csak egy Földünk van. Sajnos nincsenek túl biztató kilátásaink. A nagy olajmezők felfedezése elég egyértelmű tendenciát mutat. A világ kőolajkitermelése pedig egy platón található, és már elkezdett csökkenni.



- A világ kőolajkitermelése (mbpd)

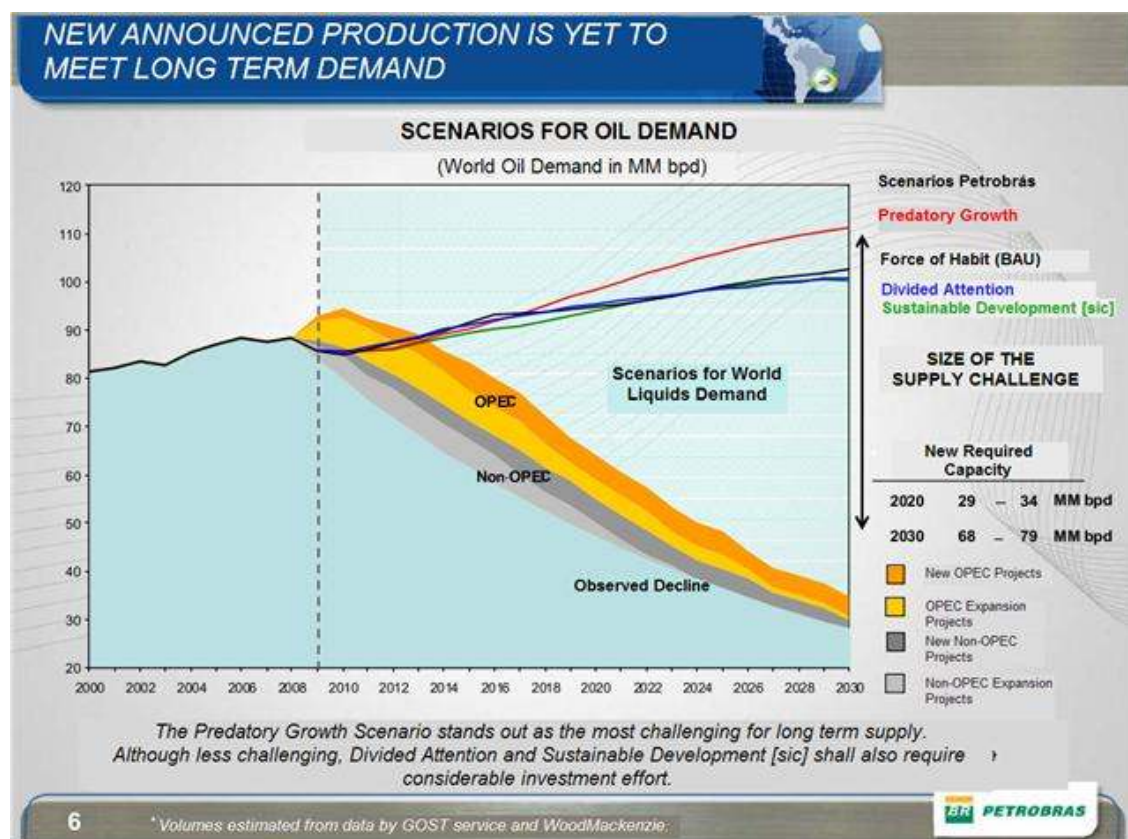
Jelenleg ahogy az a 11. ábrán is látszik látszik, a világ kőolajkitermelése 2005 óta nem növekedett számottevően, és úgy tűnik, hogy 2008 júliusában tetőzött 86,63 mbpd (mbpd: million barrels per day = millió napi hordó, a kőolajkitermelés egysége) értéken. A mostani csökkentést lehet a válság hatásának tekinteni, de a kitermelési platót nem, hiszen az évekkel hamarabb kezdődött. Erről a témáról külön dolgozatot lehetne írni.

Sokak szerint az energiaéhség az emberiség létszámának növekedésével magyarázható. De ez több szempont miatt sem állja meg a helyét. Egyrészt pontosan az eddig elérhető olcsó energia tette lehetővé ezt az exponenciális növekedést. Másrészt, ha nem lenne ilyen szélsőséges elosztású a világ javainak felhasználása, akkor mindenkinek jutna elég erőforrás, legyen az élelmiszer, vagy villamosáram. A problémát az okozza, hogy világ népességének gazdagabbik 20%-a birtokolja a világ javainak 82,7%-át (UNDP 1992).

Tehát a fogyasztói társadalom és az ebből következő nem fenntartható forráshasználat az, ami az energiaéhséget okozza. Az USA energiaügyi minisztériuma szerint a kőolaj kitermelése 2030-ra 50%-al fog nőni a mostanihoz képest (EIA 2009). Véleményem szerint ez legjobb esetben is túlzott derűlátás. Faith Birrol, az International

Energy Agency vezető közgazdásza azt nyilatkozta, hogy „2012-re a fölös kapacitás a kitermelésből el fog tűnni, és legkorábban 2015-re 10 mbpd termelési kiesés várható.” Ez kb. 12%-os kiesés. Az 1973-as kőolajválság idején 10%-os hiánya volt az USA-nak, és már a jegyrendszer bevezetését tervezték. Steven Harvey az Energy Information Administration embere, aki az USA Energiaügyi Minisztériumának Olaj- és Gázhivatalának vezetője a következőt írta egy emailben Tom Rogue-nak. „Nagyon is elképzelhető, hogy az olajhozam-csúcs kb. most van.” (ROGUE, T. 2009, Hetesi Zs. 2009)

A Petrobras nevű malajziai olajóriás is úgy számol, hogy mostanában van az olajcsúcs. Ez látszik a 12. ábrán is. Ők 2009-ben azt jósolták, hogy idén (2010-ben) lesz a tetőzés. Szerintük a jelenlegi mezők termelésének csökkenését nem lesz képes ellensúlyozni az újonnan feltárt mezők hozama. (HETESI ZS. 2010)



... A Petrobras kőolajkitermelési előrejelzése

Ezekből az adatokból két elméletet állíthatunk fel. Az első az, hogy egyes olajcégek és kutatók a világot az olajkorszak végével riogatják. A második lehetőség az, hogy az olajipar érdekeit sértené, ha szélesebb nyilvánosságot kapna az a hír, hogy nemsokára nem lesz elegendő olaj a növekedésre alapuló gazdasági rendszerünk működtetésére. De ha nem hiszünk a kételkedőknek akkor is hatalmas problémával állunk szemben. Ha mégis lehet még növelni a kőolajkitermelést, ha mégis igaza van a 2009-es IEA jelentésnek, akkor az azt jelenti, hogy 2030-ra 50%-al fog emelkedni a kőolaj elégetése miatti CO₂ kibocsátásunk, a mostani szinthez képest. A globális klímaváltozás hatásai már most is érezhetőek, és sok kutató szerint már most annál a mérföldkőnél vagyunk, ahonnan nincs visszaút, hacsak nem változtatunk. (point of no return – angol kifejezéssel élve) Aggasztó folyamatokból nincs hiány, például a Tundra jegébe fagyott metán kiolvadása, gleccserek elolvadása, jégsapkák visszaszorulása, elsivatagosodás, a termőföld eróziója, talajvízszint drasztikus csökkenése. Ezek mind összefüggenek a globális klímaváltozással, és gyakran egymás hatását erősítik.

2.4.2. Az energiaéhség enyhítésének megvizsgálása

Azt senki sem gondolja, hogy egyik pillanatról a másikra át tudunk térni a fosszilis energiaforrásokról a megújulóakra. Azonban azt is be kell látnunk, hogy az áttérés nem helyettesítést jelent. A megújuló energiaforrásokból mintegy ötödannyi energiát tudnánk nyerni, mint a jelenleg használt fosszilisokból. (KISS Á. 2007)

Egy átlagos háztartás energiaszükségletét elvileg pont ekkora mértékben lehet lecsökkenteni. Tehát a megújuló energiaforrások mellett a takarékoságot is propagálnunk kell, hogy ki tudjuk váltani a nem megújuló energiaforrásokat. A takarékoság nem pusztán azt jelenti, hogy szigeteljük a házunkat, és 20°C-ra állítjuk a fűtést, hanem azt is, hogy nem eszünk minden nap húst, hiszen annak az előállításához nem csak sok energiára van szükség, hanem sok vízre, ami jelentős környezeti terhelést okoz.

Oda kell figyelni arra is, hogy ne távoli országokból származó termékeket vásároljunk, hiszen azok szállítását is a kőolajból kinyert energiaforrások segítségével valósítják meg. Ha erkölcsi aggályaink támadnának, mert szegény országok a legjobb földjeiken a számunkra felesleges termékeket állítanak elő (pl.: kakaó, kávé), akkor vásároljunk Fair Trade árukat, melyek előállítása során tisztességesen megfizetik a termelőket, akik általában ökológiai gazdálkodás alkalmazásával állítják elő terményeiket.

A mai ember közlekedési szokásait is meg kell változtatni. A legjobb az egy helyben maradás, de ezt reálisan nem várhatjuk el senkitől. Ha már mindenképp utazni szeretnénk, akkor ott a közösségi közlekedés. Ez a leginkább hatékonyabb. Itt a legkevesebb az egy főre jutó széndioxid kibocsátás. Természetesen ez csak a regionális méretű közlekedésre vonatkozik. Repülővel elutazni Japánba még mindig nagyon környezetszennyező.

3. A napenergia felhasználhatósága

3.1. A napenergia felhasználhatóságának fizikai alapjai

A Napban zajló magfúzió hatására felszabaduló energiát kisugározza a Nap. A légkör felszínére lejutó, 1 m^2 -re eső besugárzást szoláris konstansnak nevezzük. Ez a 35° szélességi fokok között, 24 órára és egy évre átlagolva $1,4 \text{ kW/ m}^2$ -es értéket jelent. Magyarországon ez az érték hasonlóan számolva közel 1 kW . (KISS Á. 2007) Ezt az értéket a naptevékenységen kívül három periodikus csillagászati jelenség is befolyásolja, melyeket a 13. ábra mutat be szemléletesen.

3.1.1. . A Föld pályájának excentricitása

A Föld egy ellipszis alakú pályán kering, melynek egyik gyújtópontjában a Nap található. Azonban az ellipszis paraméterei nem állandóak, időben változik a lapultsága. Ez a periodicitás közel 100 000 éves ciklusokra bontható.

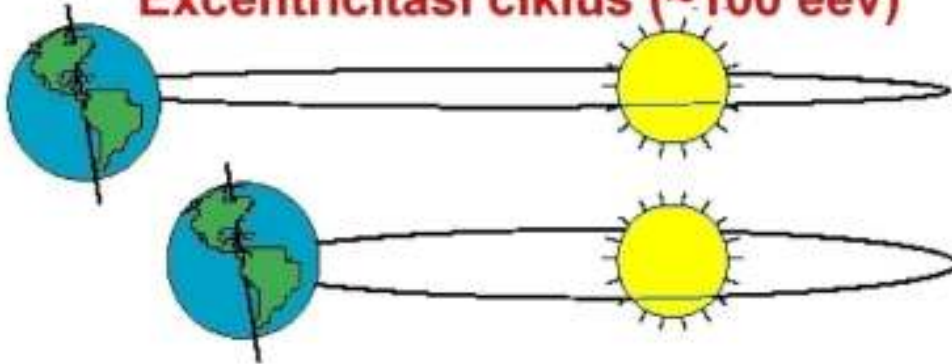
3.1.2. A Föld tengelybillégési ciklusa

Az Föld egyenlítője és a pályája által bezárt szög is periodikusan változik. Ez a szög jelenleg $23^\circ 27'$. A változás ciklusa 41 000 évig tart, és a mértéke $22,1^\circ$ és $24,5^\circ$ között változik.

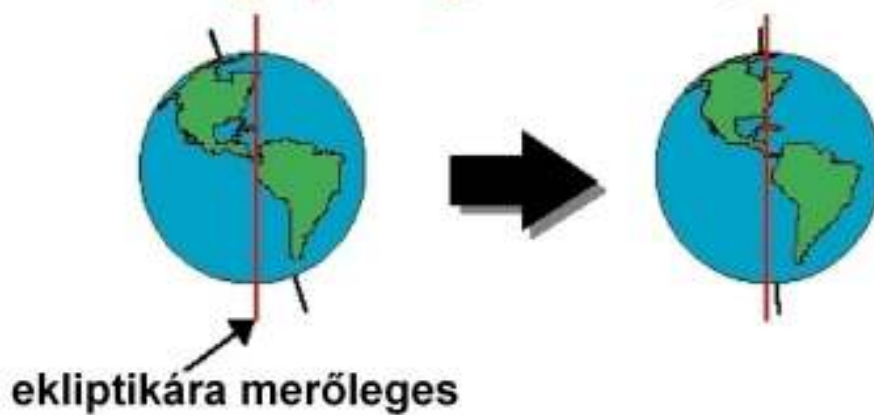
3.1.3. A Föld tengelyprecessziós mozgása

A Föld pályája és a tengelye között bezárt szög is ciklikusan változik. Ez a ciklus kb. 21 000 évente ismétli önmagát.

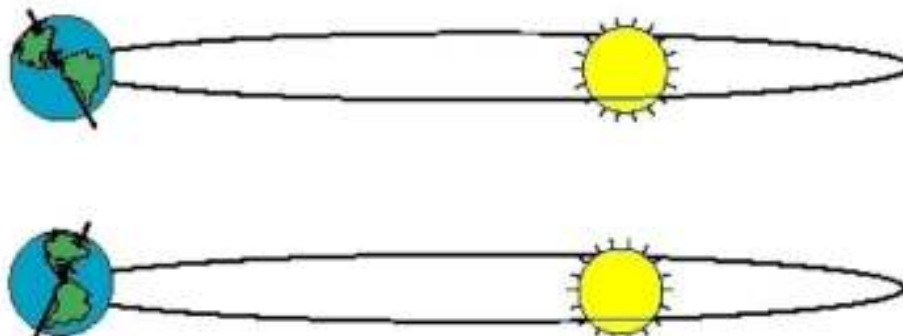
Excentricitási ciklus (~100 eév)



Tengelybillégési ciklus (41 eév)



Tengelyprecessziós ciklus (19-23 eév)



– A Földet érő napsugárzást befolyásoló tényezők egy része

3.2.A napenergia felhasználásának technikai lehetőségei

A Napból jövő sugárzást közvetlenül hőként, vagy elektromos áramként hasznosíthatjuk.

3.2.1. A napelemek

Napelemnek nevezzük az olyan tárgyat, amely a napsugárzásból villamos energiát állít elő. A beérkező fotonok a napelem félvezető, vagy fém rétegeiben az Albert Einstein által matematikailag jól leírt fényelektromos jelenség hatására elektronokat választanak le. A legtöbb napelem szilícium kristályból készül. A szilícium gyakori a földön. Sajnos sok energiába kerül a kinyerése, és tisztítása, ezért drága. Valamint a napelemek gyártása is elég lassú, így nem is lehetséges a tömeges elterjedésük. 2008-ban, ha minden létező napelemet egymás mellé helyeztünk volna, akkor mindössze 30 km²-t tudtunk volna lefedni. (VÉGH L. et al. 2008)

Visszatérve a fényelektromos hatásra, az atomokban az elektronok energiáira sáv szerkezet a jellemző. A vegyértékelektronokhoz a vegyértéksáv, az első nem betöltött atompályához pedig a vezetési sáv tartozik. Ha a két sáv fedi egymást, akkor a vegyértékelektronok könnyen átjuthatnak a vezetési sávba. Ez a sáv szerkezet a fémekre jellemző. A félvezetőknél a vegyérték- és a vezetési sáv ennél messzebb található egymástól, de nem annyira, mint a szigetelőknél.

A szilícium négy vegyértékű elem. Ha három, vagy öt vegyértékű szennyeződést jutattunk közé, akkor n-, illetve p-típusú félvezetőket állíthatunk elő. A napelem egy n és egy p rétegből áll, így létrejön a pn-átmenet. Ez azt jelenti, hogy a két réteg határán a töltéshordozók koncentrációkülönbsége miatt diffúzió indul meg, amíg ki nem alakul egy egyensúly. És így létrejött kiürített réteg, ahol a fotonok töltéseket keltenek, melyek csak egy irányba képesek áramolni, hiszen ez a pn-réteg tulajdonképpen egy dióda. Egy ilyen szilícium alapú cella feszültsége állandó, 0,7 V, míg az áramerősség a beérkező fotonok számával arányos (PÁVÓ GY. 2008).

A napelemeknek három fő kategóriája ismert. Az amorf szilícium napelemek a legolcsóbbak, élettartamuk mintegy 5-10 év, és a hatásfokuk 5-7%. Könnyű őket gyártani, és olcsóak, egyéb előnyük nincs. Ennél fejlettebbek a polikristályos napelemek, amelyek hatásfoka már eléri a 12-14%-ot, és az élettartamuk akár 10-20 év is lehet. A jelenleg elérhető (még megfizethető) legfejlettebb technológia az egykristályos napelemeket jelenti. Akár 15-30 évig is képesek megfelelően működni, és

a hatásfokuk 15-18% körül mozog. Sajnos gyártásuk lassú, és energiaigényes, ezért az árak is elég magas (PÁLFY M. 2004).

Léteznek még egyéb típusú napelemek is, de ezek nem széles körben elterjedtek.

3.2.2. Napkollektorok

A napkollektorok segítségével a napsugárzás energiáját hővé alakítva azt fűtésre, melegvíz előállításra használjuk. A hőcserélő lehet folyadék: víz, olaj, vagy levegő. Felépítésük szerint két ő fajtát különböztetünk meg: a síkkollektort és a vákuumcsöves napkollektort. A napsugarakat lehetséges fókuszálni többféleképp: parabolatükörrel, vagy parabola profilú tükörteknővel. Lehetséges, mint azt a napteronynál is alkalmazzák, hogy síktükrökkel fókuszáljuk a napsugarakat egy pontba. Így igen magas hőmérsékletet is elő tudnak állítani.

3.2.2.1. Síkkollektorok

A síkkollektorok a legegyszerűbb kollektorok közé tartoznak. Felépítésüket tekintve egy csőrendszerből, egy szigetelt házból, és egy fedőlapból állnak. A fedőlap lehet polikarbonát, vagy üveg. Szerepe a kollektor által kisugárzott hőmennyiség minimalizálása. A kollektor belsejét, így a csöveket is feketére festik, ezzel is megnövelve a hatásfokot. Egy átlagos síkkollektor hatásfoka 60% körüli. Ez azt jelenti, hogy a beérkező napsugárzás energiájának 60%-át alakítja át hőenergiává. Bár ritkán, de optimális körülmények között 80%-ra is felkúszhat a hatásfok. Természetesen egy ilyen kollektorhoz tartozik hőközlő anyag, levegő, vagy folyadék, és ehhez tartozik szivattyú, pumpa, vagy ventilátor. Az aktív áramoltatás nem minden esetben szükséges, mert a hőtágulás miatt fellépő sűrűségkülönbség következtében meghajtás nélkül is keringhet a hőközlő anyag. Az ilyen rendszereket termoszfonnak nevezzük.

3.2.2.2. Vákuumcsöves kollektorok

A vákuumcsöves technológia annyiban különbözik az előbb említettől, hogy az abszorber egy kettősfalú üvegcső belsejében található. A két üvegréteg között található vákuum arra hivatott szolgálni, hogy a hőszugárzást lecsökkentse. Így ezek a kollektorok alacsonyabb külső hőmérséklet és kevésbé erős napsugárzás mellett is képesek működni, akkor, amikor az egyszerűbb síkkollektorok már nem alkalmazhatóak. Sajnos ezen kollektorfajta 2-3x olyan drága, mint a síkkollektor.

3.3.A napenergia alkalmazásának megtérülése

A megtérülés vizsgálatakor figyelembe kell vennünk a rendszerünk várható élettartamát, a karbantartáshoz szükséges eszközök, és munkaerő árát, továbbá a kiváltandó energiaforrások jövőbeli árának alakulását is. Szükséges még egyéb gazdasági folyamatokkal is számolnunk, mint például az inflációval. Természetesen az sem hagyható figyelmen kívül, hogy mekkora rendszert kívánunk létrehozni. Egy kétszer akkora napkollektorokkal felszerelt fűtési-résztartó és melegvíz-előállító rendszer megtérülési ideje lényegesen rövidebb.

3.3.1. A napelemek megtérülése

A napelemek várható élettartama 25 év körüli. A napsugárzás roncsoló hatása következtében veszítenek a teljesítményükből. Ez évente 0,09%-ot jelent, tehát 25 év alatt közel 20%-al csökken a cella teljesítménye. Egy 2 kW-os polikristályos cellából álló rendszer bruttó ára 2 600 000 Ft körül van. Ha 7%-os évenkénti áramár-emeléssel számolunk, és levonjuk a 30%-os állami támogatás összegét a beruházás költségeiből, akkor a megtérülési időre 9,6 évet kapunk. A további 15,4 évben a rendszer még 5,85 millió forintot fog termelni, ami az eredeti befektetés 3,4x-e (SOLAR MARKET KFT NA).

Állami támogatás nélkül 13,15 év alatt térül meg a pénzünk, és további 11,85 évig 4,92 millió forintot termel, ami 2x-e az eredetileg befektetett összegnek.

3.3.2. A napkollektorok megtérülése

Egy jó minőségű napkollektoros fűtési-résztartó és melegvíz előállító rendszer is 20-25 éves élettartammal rendelkezik. Ezen idő alatt kell kitermelnie az árát. Olcsón azért nem éri meg ilyet telepíteni, mert a karbantartási költségek növekedése, az élettartam megrövidülése miatt sosem fog megtérülni. A megtérülés kiszámítása itt egy kicsit összetettebb, mint a napelem esetében, hiszen itt kiválthatunk többféle energiahordozót is. Fűteni lehet árammal, földgázzal, fával, szénrel, olajjal. Ha földgázzal fűtünk, vagy földgáz alapú központi fűtésünk van, akkor jó esélyünk van 10 év körüli megtérülési időt elérnünk.

Nézzünk meg egy példát! Tegyük fel, hogy egy év alatt 2 200 m³ gázt használunk fel a lakásunkban. Ennek 75%-a fűtésre, 25%-a melegvíz előállításra kell. Egy napkollektoros rendszer beépítésével, ami 1 900 000 Ft-ba kerül, a fűtés 20%-át, a

melegvíz előállítás 85%-át tudjuk kiváltani. Egy átlagos, nem kondenzációs elven működő, 5-10 éves gázkazán hatásfoka (a felmelegített víznek átadott hőmennyiség, és az elégetett gáz hőmennyiségének aránya) 65-70% körül lehet. Egy m³ földgáz fűtőértéke 33 MJ kerekítve (ami 9,16 kWh). Ha tehát egy évben 2 200 m³ gáz használunk el, és a kazánunk hatásfoka 65%, akkor nekünk 2 200*9,16*0,65 kWh-nyi hő áll rendelkezésünkre, hogy a fűtést működtessük, és a használati melegvizet előállítsuk. Ez pontosan 13 098,8 kWh. 140 Ft-os gázárral, és a már említett 2 200 m³-es fogyasztással számolva kiderül, hogy egy évben 308 000 Ft-ot költünk gázra. Ez az ár nekünk, a már előbb kiszámolt 13 098,8 kWh-nyi hőmennyiséget jelent. Tehát egy kWh 23,51 Ft-ba kerül, ha így állítjuk elő. Ennek a 13 098,8 kWh-nak a 75%-át fűtésre, 25%-át melegvíz készítésre használjuk el. A napkollektoros rendszerrel, amivel a fűtés 20%-át, a melegvíz előállítás 85%-át ki tudjuk váltani, így a következő megtakarításokat érhetjük el:

$$13\ 098,8 * 0,75 * 23,51 * 0,2 = 46\ 193\ \text{Ft fűtésrészegítéssel}$$

$$13\ 098,8 * 0,65 * 23,51 * 0,85 = 65\ 440\ \text{Ft melegvíz előállítással}$$

Ez összesen, évente 111 633 Ft megtakarítást jelent. Ha azt gondolnánk, hogy a földgáz ára az elkövetkezendő évtizedekben nem fog emelkedni. Azt se felejtjük el megvizsgálni, hogy ha a kollektoros rendszer árát betennénk egy bankba és kamatoztatnánk, akkor vajon jobban járnánk-e, mintha az előbb említett célra használnánk fel? Így meg kell néznünk a jegybanki alapkamatot és az inflációt is (a gázárban már eleve benne vannak ezek a változások). Ezen paramétereket is figyelembe véve az éves megtakarításunk összege a 14. évben haladja meg a jegybanki alapkamattal, és inflációval számolt 1 900 000 Ft-ot a növekményével együtt. Ha még a következő 11 évben tökéletesen üzemel a rendszer, akkor további 1 430 000 Ft-ot termelhet, mely az évente növekvő megtakarításból adódik össze (ZÖLDPARÁZS KFT. NA).

4. Az abszorpciós hűtő

Az abszorpciós hűtők abban különböznek egy átlagos hűtőgéptől, hogy itt a munkát nem egy kompresszor végzi. Van egy forrópontja ezeknek a rendszereknek, melyet lehet gázzal, vagy elektromos fűtőtesttel fűteni. Más néven thermokompresszoros hűtőnek is nevezhetnénk az abszorpciós hűtőt.

Alkalmazásuk azért nem terjedt el széles körben, mert a hatásfokuk nem éri el a kompresszoros hűtőkét, és lassan indulnak el. Viszont, ahol hulladékhő áll

rendelkezésre, ott jelentékeny mértékben megnövelhető egy rendszer megtérülése. Erre jó példa egy villamoserőmű hulladékhőjét hasznosító abszorpciós hűtő, vagy akár egy légkondicionáló mellé bekötve, amikor az hűt, az általa termelt hulladékhőből az abszorpciós hűtő is működhet. Jelenleg a Li-Br-víz töltetű abszorpciós hűtők a leginkább elterjedtek, de a szilikagél-víz rendszer is megjelent, és ez sokkal környezetkímélőbb, mint a Li-Br változat, hiszen ha esetleg szivárog, nem okoz semmilyen kárt a természetben. Az általam használt hűtő ammónia-víz töltetű.

4.1. Az abszorpciós hűtő felépítése, működése



... Az abszorpciós hűtő felépítése; 1- a hidrogén és az ammónia belép a csőkégyóba, 2 - az ammónia és a hidrogén belép a hűtőtérbe (aktív hűtés), 3 - ammónia és hidrogén kivezetése: az ammónia feloldódik a vízben, a hidrogén felszál, 4- kondenzátor: az ammóniagőz kicsapódása (passzív hűtés), 5- forró ammónia gáz feláramlása, 6 - hőszigetelés, 7 – forrópont, 8 - oldó

A rendelkezésemre álló hűtőben ammónia, víz és hidrogén található. A működés során a hűtő forrópontját felmelegítve a vízből kiforr az ammónia, és az ammóniában szegény oldat visszafolyik az oldóba. A forró ammónia gőz a kondenzátorba jut, ahol passzív hűtéssel (hűtőbordák segítségével) lehül és kicsapódik. A folyékony ammónia ezek után az elpárologtatóba folyik, ahol a már említett hidrogén jelenléte mellett elpárolog, ezáltal elvonja a hűtőtérből a hőt. Az ismét gőz halmazállapotban lévő ammónia és a hidrogén az abszorberbe jut, ahol az ammónia beleoldódik a szegényoldatba. Ezért hívják abszorpciós hűtőnek ezt a hűtőt, mert az ammónia abszorpciója teszi teljessé a körfolyamatot. Az immár oldott formában jelen lévő ammónia az oldóba kerül, ahonnan ismét útjára indulhat. Ha a forrópont felmelegítésekor kiforralt ammónia útját szeretnénk követni, akkor a pontokat a következő sorrendben nézzük meg: 7, 6, 5, 4, 1, 2, 3, 8.

5. A rendszer felépítése, működése

5.1. Eddig elért eredmények, célkitűzések, fejlesztési lehetőségek

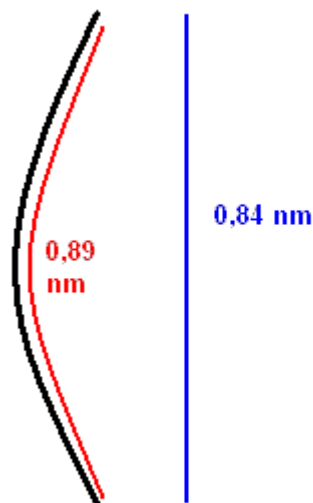
A munkám során az előző évben Kiss Péter és Milus Bálint szaktársaim által készített napkollektoros abszorpciós hűtővel foglalkoztam. Az általuk épített rendszer egy parabolatükörből, egy fogaskerékpumpából és a meghajtásából, valamint egy Lehel S 80 E abszorpciós hűtőből áll. Az eddigi mérések során megvizsgálták a parabola fókuszáló képességét, a hűtő működését, és a kollektor, valamint a pumpa működését beltéri körülmények között. A tavalyi kísérletek során nem sikerült laboratóriumi körülmények között látható fény energiájával meghajtani az abszorpciós hűtőt, csupán mintegy 140 °C-ra melegedett fel az olaj, míg a hűtő normál működése mellett a forrópontot 232 °C-os hőmérsékletűnek. Az olaj hőmérsékletét kell tehát ebben a rendszerben megnövelni, hogy a hűtő forrópontjához legalább 200 °C-os olajat tudjak juttatni. Részemről a rendszer állapotfelmérése, a hibáinak, gyenge pontjainak feltárása, kimérése és ezek alapján a kijavítása, illetve a fejlesztési lehetőségek megtervezése volt a cél. Ezt a szigetelés cseréjében, az olajszállító csövek hosszának lecsökkentésében látom. Ezért elvégeztem a hűtő működésének vizsgálatát szigeteléssel, majd anélkül, és megvizsgáltam a napkollektor működését is. Sajnos a teljes rendszer mérésre lehetőséget nyújtó időszakban tapasztalható esős, felhős idő nem tette lehetővé a kinti méréseket, így az a kérdés, mely szerint „működik-e a rendszer a napon?” még megválaszolásra vár. Napsütés hiányában 1 kW-os lámpával végeztem mérést. A

vizsgálódásom alapján úgy gondolom, hogy a szigetelés cseréje, a rendszer csőhosszának minimalizálása lehetővé teszi a működést.

5.2 A napenergia fókuszálásával működő házi rendszer felépítése, működése

5.2.1 A parabolatükör

A tükör alapja egy használt, 1140 mm-es átmérővel rendelkező parabola antenna. Ezt lefestették Milus Bálint és Kiss Péter szaktársaim feketére, majd 557 db, 40x40 mm-es négyzet alakú tükröt ragasztottak rá hőálló szilikon tömítővel. Bár a tükrök felületösszege 0,8912 m², de a beérkező napsugárzás csak egy kör területével megegyező felületen jut el a parabola falára. Így a ténylegesen használt felület, mint az a 15. ábrán is látszik 0,84 m².



– A parabolatükör felülete

A tavalyi fókuszálási kísérletekből látszik, hogy még ezzel a kezdetleges módszerrel is meglepően jó fókuszálást lehet elérni. A parabola a fényt egy 7,5 cm átmérőjű körnek megfelelő területre képes összpontosítani.

5.2.2 A fogaskerék pumpa, és a meghajtása

A fogaskerék pumpa állandó térfogatú szivattyú, hiszen az általa kinyomott folyadék mennyisége állandó, mert a fogárok nagysága is az. Így az egységnyi idő alatt továbbított folyadékmennyiséget a fordulatszámmal tudjuk szabályozni. A fogaskerék

pumpákkal igen nagy nyomás is elérhető. Azért esett erre a fajta pumpára a választás, mert a forró olaj más pumpák tömítésében könnyen kárt tehetett volna, ezzel megghiúsítva a kísérletet. Ezt a pumpát még Milus Bálint szaktársam szerezte használtan. A pumpa egy Marzocchi gyártmányú fogaskerék pumpa, amit Bolognában készítettek. Újkorában 250 bar nyomást is képes volt előállítani, de leselejtezték, mert már csak 60 bar-ra volt képes. Erre a feladatra azonban megfelel, hiszen nincs olyan nagy nyomás a rendszerben.

A meghajtásról egy 1400 fordulat/perc forgási sebességű, 120 W-os, háromfázisú, kisperemes elektromos motor gondoskodik. A bekötésében Csorba Ottó tanár úr nyújtott segítséget.

5.2.3 Az abszorpciós hűtő

A hűtő egy Lehel S 80 E típusú abszorpciós hűtőszekrény. 1985-ben gyártották a jászberényi hűtőgépgyárban. A fűtőpatronja egy 50 W-os ellenállás. A belsejében ammónia, víz, hidrogén található. Az ammónia a hűtőközeg, és a hidrogénbe párolog el. A víz pedig az oldó szerepét tölti be a rendszerben. A hűtő normál működését megvizsgálendő több mérést is végeztem, ezeket majd később tárgyalom.

6. Mérési eredmények, a fejlesztés lépései

5.3 Volcraft DT-300-as digitális hőmérő kalibrálása

A mérés ideje: 2010. 02. 24. 12:06

A mérés helye: É. 0.122

A mérés célja: megismerni a hőmérő hőtehetetlenségét.

A munkám során megvizsgáltam az általam használt Volcraft DT-300-as digitális hőmérő felmelegedési és lehülési tulajdonságait. Ez azt jelenti, hogy mekkora tehetetlenséggel bír a mérőfej adott hőmérsékletű környezetbe való behelyezés után. A hőmérő leírása szerint $-50-150\text{ °C}$ és $250-300\text{ °C}$ között $\pm 2\text{ °C}$, míg $150-250\text{ °C}$ között $\pm 1\text{ °C}$ az abszolút pontossága. A relatív pontossága pedig $-20-200\text{ °C}$ között $\pm 0,1\text{ °C}$, ezen kívül pedig $\pm 1\text{ °C}$.

Mérésleírás: A mérést 2010. február 24-én végeztem. A méréshez az Atomfizikai Tanszék titkárságának szobájában található hűtőt használtam fel. Először behelyeztem a

mérőfejet a hűtőbe, majd megvártam, míg a kijelzőn mutatott hőmérséklet nem változik, aztán kivettem a mérőfejet és megfigyeltem a melegeledést.

Eredmények: A 3. és 4. táblázat a mért adatokat tartalmazza.

idő (sec)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
hőm (°C)	25,6	23,7	22,8	22	21,3	20,7	20,1	19,5	19	18,6	18,2	17,8	17,5
idő (sec)	130	140	150	160	170	180	190	200	220	240	260	280	300
hőm (°C)	17	16,6	16,3	16	15,7	15,5	15	15	14,7	14	14,1	13,9	13,7
idő (sec)	320	340	360	390	420	450	480	510	540	570	600	630	660
hőm (°C)	13,5	13,4	13,3	13,2	13,1	13	12,9	12,9	12,9	12,8	12,8	12,7	12,7
idő (sec)	750	810	870	960	1020	1080	1140	1200					
hőm (°C)	12,6	12,6	12,5	12,5	12,5	12,4	12,4	12,4					

3. táblázat: Hőmérséklet mérés a mérőfej lehűlésekor

idő (sec)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
hőm (°C)	12,4	15,1	16,5	18	18,8	19,6	20,1	20,5	21,1	21,7	22,2	22,6	22,8
idő (sec)	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	260
hőm (°C)	23	23,4	23,7	23,9	24,1	24,3	24,4	24,6	24,8	24,8	24,9	25	25,3
idő (sec)	280	300	320	340	360	380	400	420	450	480	510	540	570
hőm (°C)	25,4	25,6	25,9	26	26,1	26,2	26,4	26,5	26,6	26,6	26,6	26,7	26,7
idő (sec)	600	630	660	690	720								
hőm (°C)	26,8	26,7	26,8	26,8	26,8								

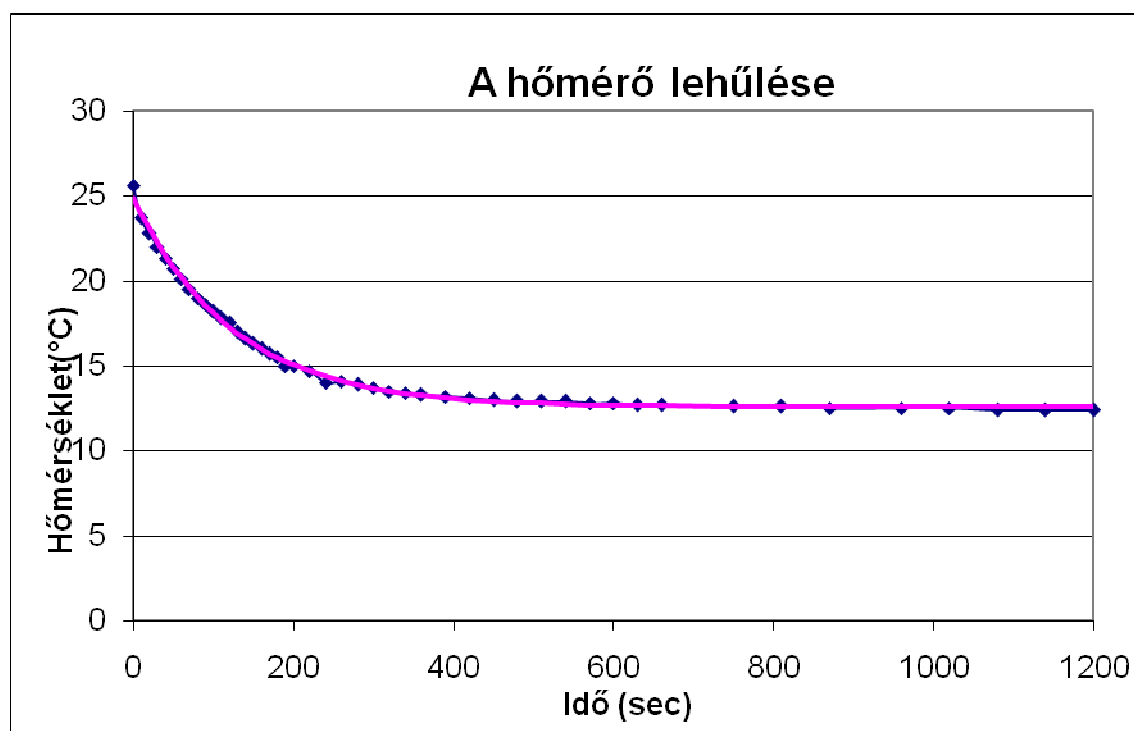
4. táblázat: Hőmérséklet mérés a mérőfej melegezésekor

Diszkusszió: Az $y = T_2 + (T_1 - T_2) \cdot e^{-\frac{\ln 2}{t_B} \cdot t}$ exponenciális közelítést használva meghatároztam egy illesztést. A T_1 és T_2 a kezdeti, illetve a mérés végén leolvasott hőmérséklet, a t_B pedig a beállítás ideje. Ez azt jelenti, hogy a $T_1 - T_2$ hőmérsékleti különbség felét mennyi idő alatt érzékeli a hőmérő. A t az időt jelenti. A saját illesztésemmel a felezési/beállási időre 83 másodpercet kaptam. Az előbb említett módszerrel a melegeedés során tanúsított tehetetlenségét is megvizsgáltam a hőmérőnek. Erre 75 másodpercet kaptam. Ezeket az adatokat kiindulásként használva a wgnuplot nevű program segítségével megkerestem a legjobb illesztést a mért adatokra. Így megkaptam a lehető legjobb illesztési paramétereket, és azok hibáit is. Ezeket az 5. táblázatban ábrázoltam.

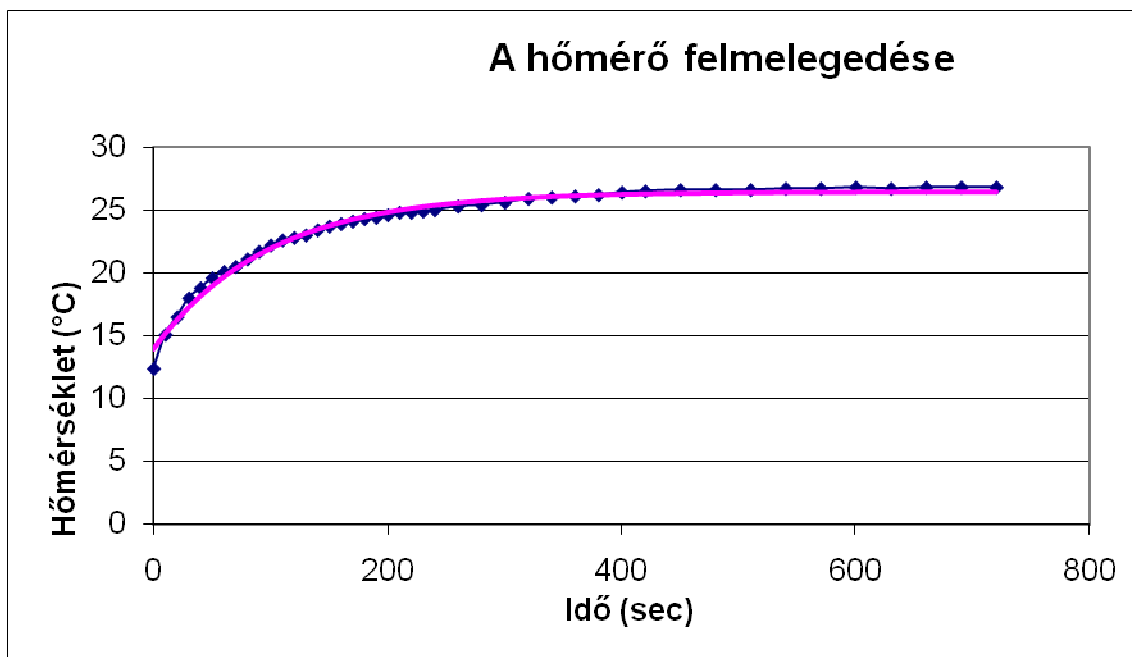
	Paraméter	Hőmérséklet (°C)	Standard hiba (+/-)	Hibasázalék
Hűlés	T1 (°C)	24,9	0,1	0,4%
	T2 (°C)	12,6	0,0	0,3%
	felezési idő (sec)	85,8	1,4	1,6%
Melegedés	T1 (°C)	26,5	0,2	1,7%
	T2 (°C)	13,9	0,103	0,4%
	felezési idő (sec)	67,6	2,544	3,8%

5. táblázat: Illesztési paraméterek és hibáik

Így már rendelkezésemre áll egy pontos illesztés, amelyet excel segítségével jelenítettem meg a 14. és 15. ábrán.



- A hőmérő lehűlése



.. A hőmérő felmelegedése

Következtetések: A felezési idő segítségével megvizsgálhatjuk, hogy mennyi idő alatt ér el bizonyos pontosságot a mérésünk. A lehűléskor és felmelegedéskor megkapott felezési időkből kiválasztom a nagyobbat, és azzal fogok számolni, így biztos, hogy nem fogom a pontosságot alulbecsülni. A felezési idő értékét a hűléskor mértük. Most 86 másodpercre, felfelé kerekítve fogom használni. Tehát ennyi idő alatt a fennálló ΔT hőmérsékletkülönbség felét tudja érzékelni a hőmérő. Újabb felezési idő elmúltával ΔT felének felét képes ismét érzékelni a mérőfej. Még egy felezési idő után annak is a felét. Ebből látszik, hogy sosem fog beállni tökéletesen a külső hőmérsékletre a műszer. Azt azonban könnyen megmondhatjuk, hogy mennyi idő alatt képes érzékelni az adott ΔT hőmérsékletkülönbség 99%-át.

Ennek szemléltetésére készítettem a 6. táblázatot.

felezési idő	1x	2x	3x	4x	5x	6x	7x
idő (perc)	1,43	2,87	4,3	5,73	7,17	8,6	10,0
ΔT hányadrészét érzékeli a műszer	0,500	0,750	0,875	0,938	0,969	0,984	0,992

6. táblázat: A mérés idejének és pontosságának kapcsolata

A felső sorban azt figyelhetjük meg, hogy a felezési idő hányszorosa telt el. Az alatta lévő sorban szintén a felezési idő látható, de már percekben. A legalsó sor mutatja

meg, hogy a ΔT hőmérsékletkülönbség hányadrészét érzékeli a Volcraft DT-300-as digitális hőmérő. Az utolsó oszlopban, a hétszeres felezési időnél már a környezet és a mérőfej hőmérséklete között fennálló különbség 99,2%-át érzékeli a műszer. A mérés alatt megismertem a hőmérő hőtehetetlenségét, így meghatározhattam a kívánt mérési pontossághoz szükséges mérési időt. Ez egyezik a hőmérő leírásában szereplő adatokkal. A hőmérő beállási ideje tehát 88,8 sec +/- 1,4 sec, ha hidegebb a környezete, mint a mérőfej, és 67,6 sec +/- 2,5 sec, ha melegebb a környezet, mint a mérőfej.

5.4 Az abszorpciós hűtő működése hálózatról, szigetelés nélkül

A mérés ideje: 2010. 03. 13. 12:20

A mérés helye: É. P22.

A mérés célja: megismerni a hűtő lehülését szigetelés nélkül.

Mérésleírás: A hűtő hátlapjáról leszereltem az alumínium fedőlemezt, így hozzáfértem a szigeteléshez, amit le is szedtem. A külső hőmérséklet 22,5 °C volt. A munka megkezdése előtt 10 percre a hűtőbe helyeztem a mérőfejet, hogy felvehesse a külső hőmérsékletet. Kezdkor becsuktam a hűtőajtót, és csatlakoztattam a hűtő dugfejét a hálózati áramforrásra. Mint az a kalibrálás során igazolódott, a hőmérő hőtehetetlensége okán – ahogy az a leírásában is szerepelt – 10 perc várakozás elég a megfelelő pontosságú mérés biztosításához.

Eredmények:

idő (óó:pp)	12:20	12:30	12:40	12:50	13:00	13:10	13:20	13:30	13:40	13:50	14:00
hőm (°C)	22,5	22,5	22,5	22,5	21,1	18,9	17,3	15,4	13,9	12,5	11,3
idő (óó:pp)	14:15	14:20	14:30	14:42	14:51	15:00	15:10	15:20	15:30	15:40	15:50
hőm (°C)	9,8	9,5	8,7	8,0	7,6	7,2	6,7	6,4	6,1	5,8	5,5
idő (óó:pp)	16:00	16:10	16:22	16:30	16:40	16:50	17:00	17:10	17:23	17:30	17:40
hőm (°C)	5,1	4,7	4,3	4,0	3,8	3,5	3,2	2,8	2,6	2,6	2,4
idő (óó:pp)	17:50	18:00	18:10	18:20	18:30	18:40	18:50	19:00	19:10	19:20	
hőm (°C)	2,4	2,1	1,9	1,9	1,7	1,6	1,5	1,4	1,4	1,4	

7. táblázat: A hűtő lehülése

Diszkusszió: Az $y = T_2 + (T_1 - T_2) * e^{-\frac{\ln 2}{t_B} * t}$ exponenciális közelítést használva meghatároztam egy illesztést. Az illesztés paraméterei a következők: $T_1 = 21$ °C, $T_2 = 1$ °C, a felezési idő pedig 68 perc. Ezen kiindulási adatokat alkalmazva a wgnuplot nevű

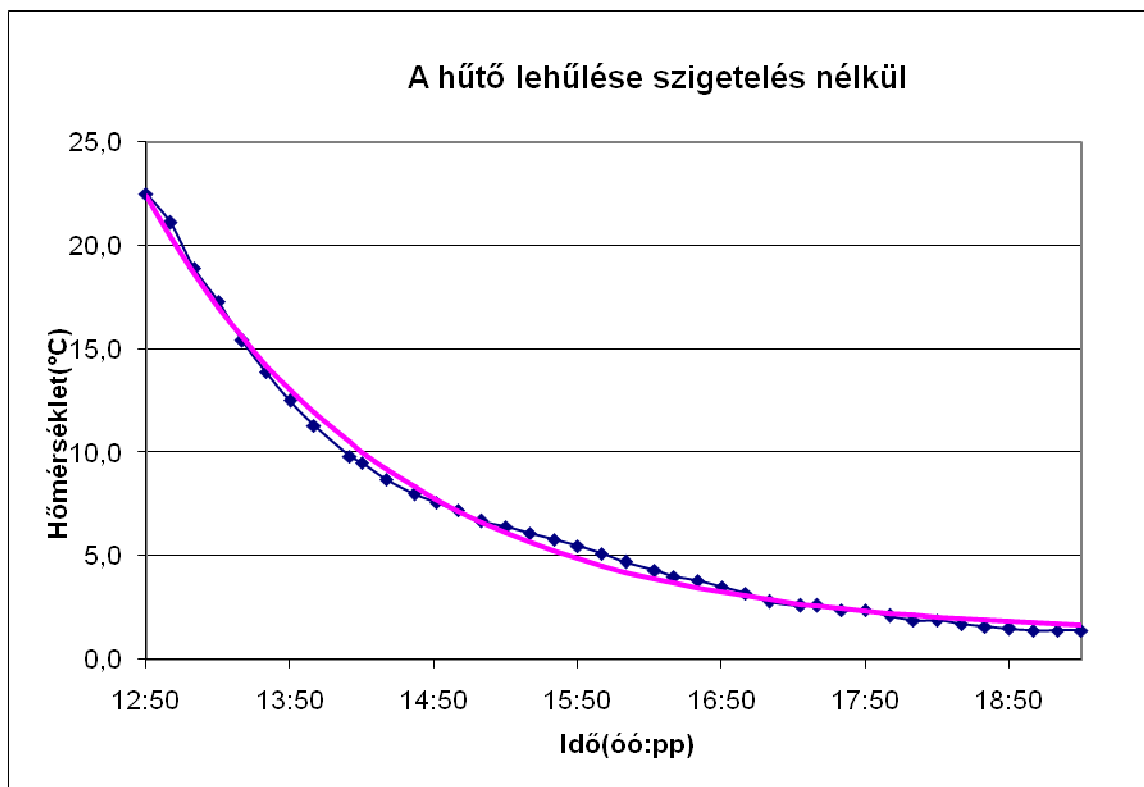
program segítségével illeszttem az adatokra a fent említett függvényt alkalmazva a paramétereiket.

Így a következő adatokat kaptam (8. táblázat):

Paraméter	Hőmérséklet (°C)	Standard hiba (+/-)	Hibaszázalék
T1 (°C)	20,4	0,2	1,2%
T2 (°C)	1,2	0,2	13,7%
Felezési idő (min)	71,1	2,3	3,2%

8. táblázat: Illesztési paraméterek

A wgnuplot használata során kapott paraméterekkel ábrázoltam excelben az illesztést (16. ábra):



.. A hűtő lehűlése szigetelés nélkül

Követjeztetések: A hűtő szigetelés nélkül is működik. A hőmérséklet 7 óra alatt 21,1 °C-al lecsökkent (7. táblázat). Az illesztés során megkaptam a hűtő felezési idejét, ami 71,1 min +/- 2,3 min.

5.5 Az abszorpciós hűtő működése hálózatról, szigeteléssel

A mérés ideje: 2010. 03. 05. 13:20

A mérés helye: É. P22.

A mérés célja: megismerni a hűtő lehűlését szigetelés használatával.

Mérésleírás: A hűtőbe visszahelyeztem az üvegyapot szigetelést, és így mértem meg a lehűlését. A már említett Volcraft DT-300-as digitális hőmérőt használtam a mérés során. A hűtőtérbe helyeztem a mérőfejet, majd a mérés megkezdése előtt még vártam 10 percet, míg eltelik a hétszeres beállási ideje a hőmérőnek. Ezek után elindítottam a mérést: csatlakoztattam a hűtőt az elektromos hálózatra.

Eredmények: A több mint 4 órás mérés során a hűtőtér hőmérséklete -3 °C alá csökkent és a hűtő kikapcsolt. A mért értékeket a 9. táblázat mutatja.

t (óó:pp)	13:20	13:30	13:40	13:50	14:00	14:10	14:20	14:30	14:40	14:50	15:00
T (°C)	23,5	23,5	23,5	22,6	19,6	17,2	14,7	12,3	10,5	8,9	7,7
illesztés	33,5	29,4	25,8	22,6	19,7	17,1	14,8	12,7	10,8	9,2	7,7
t (óó:pp)	15:10	15:20	15:30	15:40	15:50	16:00	16:10	16:20	16:30	16:40	16:50
T (°C)	6,7	5,8	4,7	3,5	2,4	1,5	0,7	0	-0,5	-1,1	-1,4
illesztés	6,3	5,1	4,0	3,1	2,2	1,4	0,7	0,1	-0,5	-1,0	-1,4
t (óó:pp)	17:00	17:10	17:20	17:30							
T (°C)	-2	-2,4	-2,8	-3,1							
illesztés	-1,8	-2,2	-2,5	-2,8							

9. táblázat: A hűtő lehűlése

Diszkusszió: Az $y = T_2 + (T_1 - T_2) * e^{-\frac{\ln 2}{t_B} * t}$ exponenciális közelítést használva meghatároztam egy illesztést. A jelölések azonosak a fentiekkel. A hűtő felezési ideje/beállási idejét 63 percnak vettem. Majd ezeket az adatokat felhasználva a wgnuplot segítségével a már említett függvény paramétereit illesztettem a mérési adatokra.

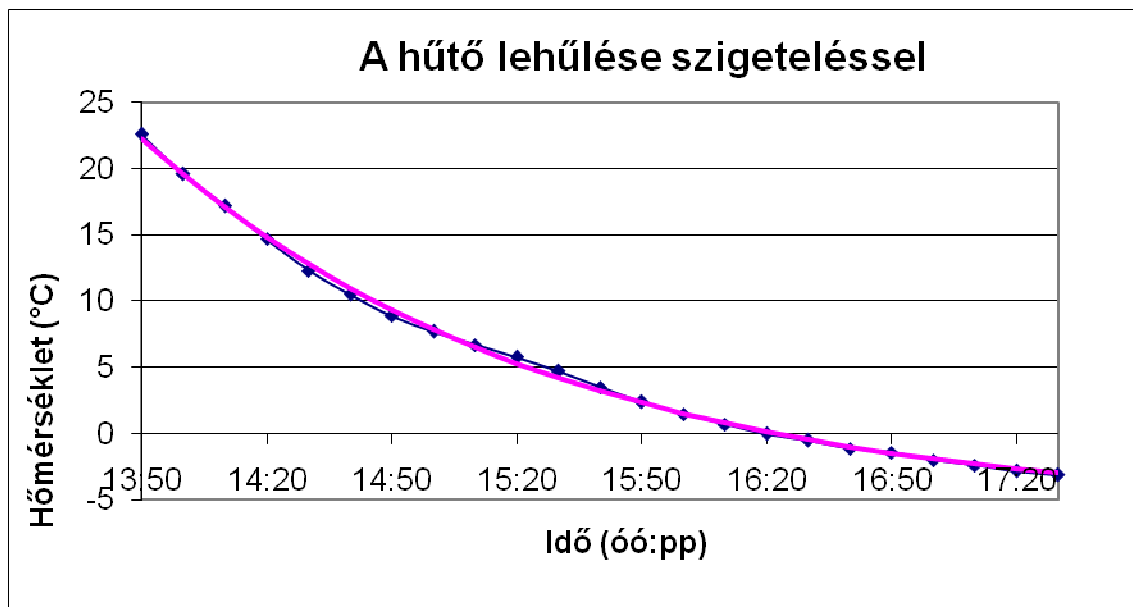
Ezek alapján a következő értékeket kaptam (10. táblázat):

paraméter	hőmérséklet (°C)	standard hiba (+/-)	hibaszázalék
-----------	------------------	---------------------	--------------

T1 (°C)	22,3	0,2	0,9%
T2 (°C)	-6,0	0,3	5,4%
felezési idő (min)	67,7	2,0	2,9%

10. táblázat: Illesztési paraméterek

Az új paramétereket az excelbe írva elkészítettem az illesztést (17. ábra):



- A hűtő lehűlése szigeteléssel

Következtetések: A hűtő működése jó. A szigetelés alkalmazásával a felezési idő 71,1 percről 68 percre csökkent. A hűtő szigeteléssel nem csak gyorsabban hűl le, de a beállási hőmérséklet is lecsökkent 1,2 °C-ról -6,0 °C-ra.

5.6 A kollektorfej működésének beltéri vizsgálata

A mérés ideje: 2010. 05. 06. 15:30

A mérés helye: É. P22.

A mérés célja: A kollektorfej és a fogaskerékpumpa működésének vizsgálata

Mérsleírás: Mivel a mérésre szánt időszakban (2010. április vége, május) sokáig rossz idő volt, ezért az épületben kényszerültem modellezni a rendszer egy részének működését. A kollektorfejet rákötöttem a fogaskerék pumpára, a lehető legrövidebb rézvezeték segítségével, hogy a hőveszteség - mely a csőhosszal arányos - minél kisebb legyen. A pumpa az olajat egy másfél literes fém edényből szívja fel, melyet a kollektorfejbe továbbít. A kollektorfejből a meleg olaj visszafolyik ebbe az edénybe. Az

olajba helyezett Volcraft DT-300-as digitális hőmérővel megmértem annak hőmérsékletét. Mivel a pumpa maga is melegíti az olajat, miközben áramoltatja azt, ezért megvártam, míg keringetés mellett nem nő tovább az olaj hőmérséklete, és csak ezután kezdtem meg a mérést.

Eredmények: A mérés végére az olaj 140 °C-nál is jobban felmelegedett.

A mért értékeket a 11. táblázatban összesítettem:

idő (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
hőm(°C)	57,9	61,5	64,5	68,9	72,6	76,2	79,8	83,0	86,2	89,1	91,8	96,8	99,1
idő (min)	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
hőm(°C)	101,1	102,1	103,3	105,6	107,7	109,5	111,4	112,9	114,4	116,0	117,5	118,8	120,2
idő (min)	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
hőm(°C)	121,4	122,4	123,2	124,3	125,0	125,7	126,5	127,2	128,1	128,8	129,7	130,4	130,9
idő (min)	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
hőm(°C)	131,7	132,3	132,8	133,5	134,0	134,4	134,9	135,9	136,4	136,8	137,2	137,7	138,1
idő (min)	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
hőm(°C)	138,3	138,4	138,7	138,9	139,3	139,8	140,1	140,4	140,7	139,9	141,2	141,5	141,7
idő (min)	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
hőm(°C)	142,0	142,2	142,4	142,6	142,8	143,0	143,1	143,2	143,3	143,5	143,6	143,7	143,8
idő (min)	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89		
hőm(°C)	143,9	143,9	144,0	144,1	144,2	144,3	144,4	144,5	144,7	144,7	144,7		

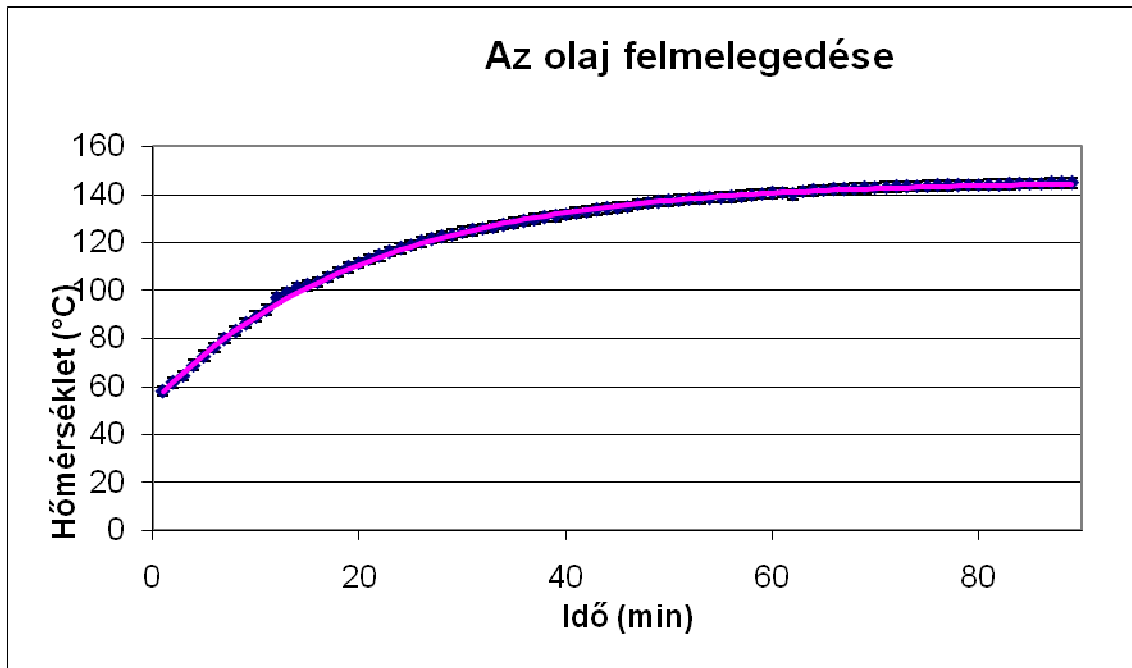
11. táblázat: Az olaj felmelegedése

Diszkusszió: Az $y = T_2 + (T_1 - T_2) * e^{-\frac{\ln 2}{t_B} * t}$ exponenciális közelítést használva meghatároztam egy illesztést. Ezeket az adatokat felhasználva a wgnuplot segítségével a már említett függvény paramétereit illesztettem a mérési adatokra. Az így kapott illesztési paraméterek a következők (12. táblázat):

paraméter	hőmérséklet (°C)	standard hiba (+/-)	hibaszázalék
T1 (°C)	53,4	0,343	0,6420
T2 (°C)	145,4	0,160	0,1102
felezési idő (min)	14,1	0,112	0,7892

12. táblázat: Illesztési paraméterek

Ezen paraméterek segítségével a 18. ábrán jelenítettem meg a mért értékeket és az illesztést



.. Az olaj felmelegedése

A mérés alatt világosan kiderült, hogy a szilikon csövek használata csak az alacsony nyomású helyeken javallott, mert nem elég szilárdak, és nem bírják ki a nagy nyomást. Ez pusztán a kollektorfej előtti szakaszt jelenti, hiszen a rendszerben a kollektorfejnek a legnagyobb az ellenállása. Ahogy melegszik az olaj, úgy csökken a viszkozitása, 140 °C-on már egészen vízszerű a folyékonysága.

A kollektorfej az olajat 58 °C-ról 145 °C-ra melegítette fel. A két érték közötti hőmérsékletkülönbség felét 14,1 perc alatt érte el rendszer (ennyi a felezési idő).

Következtetések: A rendszer működik, az olajpumpa a 140 °C-os olajat is tökéletesen keringteti. A nagynyomású részeknél ajánlott réz cső használata, mert az általam vásárolt szilikon csövek nem bírták a nagy nyomást, és eldurantak. Véleményem szerint a kollektorfej 1 kW-os lámpával történő megvilágítása során tapasztalt felezési idő elég rövid a rendszer megfelelő működésének biztosításához.

5.7 A rendszer kültéri vizsgálata

A mérés ideje: 2010. 05. 21. 11:40

A mérés helye: Északi épület, terasz

A mérés célja: A rendszer kültéri vizsgálata

Mérsleírás: Az időjárás szerencsés alakulása következtében közel másfél órán keresztül sütött a nap, így kimentem a teraszra, hogy megnézzem a teljes rendszer működését. A kollektorfejet felszereltem a parabolára, a pumpát a és a fűtőpatront is réz csövekkel kötöttem össze, így sem szivárgás, sem egyéb gond nem adódott. Az olajat egy fém edényben tároltam. Az olaj útja innen a pumpán keresztül a kollektorig vezetett, majd onnan a fűtőpatronon át leadta a hőjét a hűtő forrópontjának, végül visszafolyt az edénybe. A méréshez mintegy egy liter olajat használtam. Az edényben mértem a hőmérsékletet a Volcraft DT-300-as digitális hőmérőmmel.

Eredmények: A mérés végére az olaj majdnem 100 °C-ra melegedett fel.

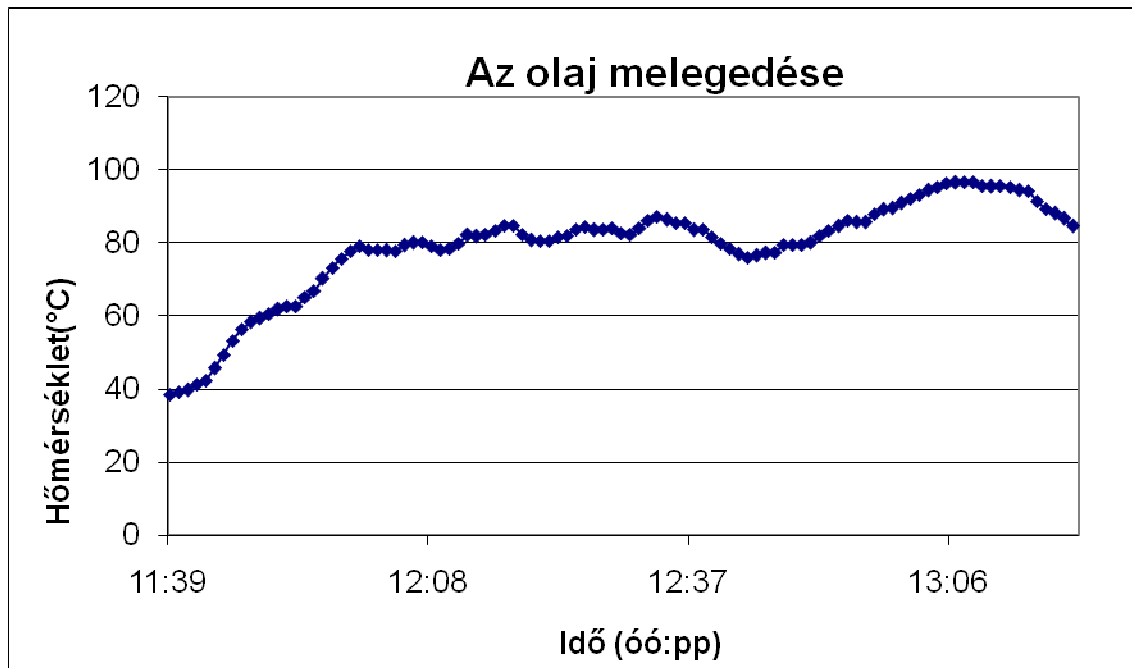
A mért értékeket a 14. táblázatban összesítettem:

idő	11:40	11:41	11:42	11:43	11:44	11:45	11:46	11:47	11:48	11:49	11:50	11:51
hőm	38,5	39,2	39,8	41,3	42,4	45,7	49,4	53,3	56,5	58,4	59,4	60,6
idő	11:52	11:53	11:54	11:55	11:56	11:57	11:58	11:59	12:00	12:01	12:02	12:03
hőm	61,9	62,8	62,8	65,1	66,9	70,3	73,2	75,7	77,7	79,2	78,2	78,1
idő	12:04	12:05	12:06	12:07	12:08	12:09	12:10	12:11	12:12	12:13	12:14	12:15
hőm	77,9	77,8	79,4	80,1	80,3	79,1	78,2	78,5	79,9	82,2	81,8	82,4
idő	12:16	12:17	12:18	12:19	12:20	12:21	12:22	12:23	12:24	12:25	12:26	12:27
hőm	83,4	84,8	84,8	82,4	80,8	80,5	80,7	81,6	82	83,7	84,5	83,6
idő	12:28	12:29	12:30	12:31	12:32	12:33	12:34	12:35	12:36	12:37	12:38	12:39
hőm	83,7	84,1	82,8	82,3	84,1	86,2	87,2	86,4	85,5	85,5	83,6	83,7
idő	12:40	12:41	12:42	12:43	12:44	12:45	12:46	12:47	12:48	12:49	12:50	12:51
hőm	81,7	79,8	78,4	76,9	76,1	76,6	77,2	77,5	79,5	79,5	79,6	80
idő	12:52	12:53	12:54	12:55	12:56	12:57	12:58	12:59	13:00	13:01	13:02	13:03
hőm	82	83,4	84,7	86,2	85,7	85,7	87,9	89,2	89,5	90,9	92,1	93,2
idő	13:04	13:05	13:06	13:07	13:08	13:09	13:10	13:11	13:12	13:13	13:14	13:15
hőm	94,5	95,3	96,3	96,5	96,8	96,7	95,7	95,5	95,6	95,3	94,5	94,2
idő	13:16	13:17	13:18	13:19	13:20							
hőm	91,4	89,3	88,2	86,7	84,7							

13. táblázat: A mért értékek

Diskusszió: A mérési adatokból is látszik, hogy hol felhős volt az ég, hol nem, így nem kaptam olyan szép exponenciális görbét, mint az eddigi méréseken. A 21.

ábrán jelenítettem meg a mért értékeket. Sajnos az olaj hőmérséklete kevésnek bizonyult a hűtő meghajtásához, és az időjárás nem tette lehetővé, hogy tovább melegedjen.



... Az olaj felmelegedése

Következtetések: Szigetelés nélkül a rendszerben keringő olaj hamar elkezd hűlni, így a szigetelés alkalmazása mindenképp javítani fog a fűtés működőképességén. A mérés sikeréhez megfelelően hosszú napos időszakra van szükség.

6 A rendszer környezeti hatásainak felmérése

Mint minden terméket, a napkollektorral hajtott abszorpciós hűtőt is érdemes a teljes „élete” alatt ráfordított energia, a létrehozása, szállítása és a megsemmisítése által elhasznált erőforrások szempontjából elemezni. Az általam végzett munka nem nevezhető életciklus elemzésnek, mert a hulladék elhelyezés és –tárolás kérdésével nem tudtam foglalkozni megfelelő eszközök és idő hiányában. Ezen rendszer alkotóinak valós életciklus elemzése önmaga kitenné egy dolgozat anyagát.

6.2 A rendszer várható élettartama

A rendszer várható élettartamát 25 évnél veszem. Azért épp ennyinek, mert egy jó minőségű síkkollektor is 25 éves élettartammal rendelkezik. A parabolatükör, mint passzív része a rendszernek igen hosszú ideig képes működni. A használati idejét csak a festés, összeszerelés minősége befolyásolja, így az akár a kollektorénak a többszöröse is lehet. A Pumpa szintén képes hosszú évtizedekig működni, mivel meglehetősen egyszerű a felépítése, és legfeljebb a tömítés cseréjére lehet szükség. Az elektromos háromfázisú motornál esetleg a motor szénkeféit kell kicserélni, ha elkoptak. Az abszorpciós hűtők működése, mivel nincs bennük mozgó alkatrész, igen hosszú időre szavatolt.

6.3 A parabolatányér környezeti hatásainak felmérése

Az általam használt parabolatükör alapját adó egykori parabola antenna a szemétből került újrafelhasználásra. Ha az otthoni előállítás preferáljuk, a gyári összeszerelő üzemek helyett, vagy csak szeretünk barkácsolni, akkor mi is újrafelhasználhatunk egy már kidobott antennát. Ha újat veszünk, akkor számolnunk kell a nyersanyag kitermeléstől az áruházi polcra kerülésig felhasznált környezeti hatásokkal. Tehát a vasérc kibányászása, a kohóba szállítása, a kohóban a vas előállítása, majd annak elszállítása egy hengerelő üzembe, ahol vékony, 1 mm-es lemezt készítenek belőle, majd ennek a lemeznek a présgyárba szállítása, a préseles, a kész parabolatányér lefestése, szállítása által felhasznált energiával, CO₂ kibocsátásával mind foglalkoznunk kell. Mindezek után, ha már kiöregedett a rendszerünk, vagy ha tönkrement, akkor a hulladékfeldolgozás energiaszükségletét is számításba kell vennünk. A parabola részét képezik az antennára ragasztott kis 40x40 mm-es üveglapok is. Ezeknek, bár nem jelentenek komoly szennyező forrást, de számolnunk kell velük, mert az üveg előállítása sok energiába, tehát CO₂ kibocsátásba kerül. Mivel az üveg három fő alkotó eleme a homok, szóda és a mészkő, és mivel ebből a háromból kettő is karbonát, így egy tonna nyersanyagából előállított üveg készítése 185 kg CO₂ kibocsátást jelent. (HARTLEY, A. 2004) És ekkor még nem is említettük azt a kibocsátást, ami az 1000 °C körüli hőmérséklet eléréséhez kell. Ezt kiválthatjuk, ha az antennát krómozzuk, vagy nikkelezzük, bár az elektrolízishez is jelentős energiát kell felhasználni, de minden bizonnyal 1000 °C-t több energiába kerül elérni. Így a megfelelő felületkezeléssel sok energiát megtakaríthatunk a gyártás során. A parabola anyér könnyen újrahasznosítható, hiszen vasból van.

A SimaPro 7.1 nevű életciklus elemző program használatával, Eco-indicator 99-es adatbázison alapuló becsléssel meghatároztam a rendszert alkotó fontosabb anyagok előállításához szükséges energiát, és a gyártásuk során légkörbe kerülő CO₂ mértékét. A SimaPro a legszélesebb körben alkalmazott életciklus elemző program, igen nagy adatbázissal, sokféle funkcióval. Fő alkalmazási lehetősége termékek és szolgáltatások környezeti hatásának modellezése, azok energia- és nyersanyag felhasználásának, az előállításuk során okozott környezeti terhelésnek a meghatározására.

A parabolatányér anyaga vas, a vastagsága 1 mm, a felülete 0,849 m². Mivel a vas sűrűsége 7,86 t/m³, így a tányér 0,849*7,86*0,001 tonna, azaz 6,67 kg. A már említett programmal kiszámoltuk, hogy 1 kg vas előállításához 1,61 MJ energia szükséges, azaz 10,74 MJ-nyi energiába került a parabola vastányér anyagának előállítása. Mivel egy kg vas előállításához 1,58 kg CO₂ kibocsátása szükséges, így a parabola vastányérjának előállításához 10,54 kg CO₂ kibocsátás szükséges.

Az üveg, amiből a tükör készült, 3 mm vastag, és 0,891 m² helyet foglal el. Egy átlagos üveg sűrűsége 2,5 t/m³. Az előbbi gondolatmenetet követve az üveg tömege tehát 0,849*2,5*0,003 tonna, ami 6,37 kg. 1 kg üveg előállításához 1,04 MJ energia szükséges, tehát a parabola tükröcskéit adó üveg legyártásához 6,62 MJ energia kell. 1 kg üveg 0,97 kg CO₂ kibocsátás által gyártható le, azaz a parabolánk üvegének előállítása 6,18 kg CO₂ kibocsátást okozott.

6.4 A napkollektor előállításának energiaigényének felmérése

Az általam használt kollektorfej borítása két inox fémhengerből áll, melyek között közetgyapot szigetelés található. A belsejében egy réz csőtekercs van. A henger feneke acéllemezből készült. A másik oldalát egy hőálló üveglap fedi. Belül le van festve hőálló festékkel feketére. A hengerben egy felcsavart rézcső található, amelyben a hőközlő folyadék, az olaj kering. Ebből az egyszerű felépítésből is látszik, hogy a kollektor élettartama több évtized, hiszen nincs, mi elromoljon benne. Az előállítása során ha mégis haszontalanná válna, az inox acélt, a rezet és az üveget könnyű újrahasznosítani. A külső acélhenger átmérője 14 cm, a belső acélhengeré pedig 10 cm. A magasságuk rendre 16 cm és 12 cm. A hengerek felülete az alapjukat adó kör kerületének és a magasságuknak a szorzata. A nagy henger felülete tehát 704 cm². A kis henger felülete 377 cm². A kollektor házában van még egy feneke is, ez 154 cm².

Összesen $704 + 377 + 154 = 1\,235 \text{ cm}^2$. Az anyag, amiből a hengerek és a fenéklemez készült 0,8 mm vastagságú inox acéllemez. A térfogata összesen

$1\,235 * 0,08 = 98,8 \text{ cm}^3$. Egy átlagos acél ötvözet $7,85 \text{ t/m}^3$ sűrűségű, tehát a kollektorfej $98,8 \text{ cm}^3$ -nyi acélja $9,88 * 10^{-5} * 7850 \text{ kg}$ tömegű. Ez 0,776 kg. Egy átlagos acél előállítása kb. 38 MJ/kg energiát igényel (25-50 MJ/kg, KISS Á. 2007). Így a kollektorfej acél házának előállításához nagyságrendileg $38 * 0,776 = 29,45 \text{ MJ}$ energiára volt szükség.

A réz cső hosszáról, ami a kollektorfejben található nincs információ, így nem tudom kiszámolni, mennyi energiába, és CO_2 -be került az előállítása.

6.5 A hűtő környezeti hatásainak felmérése

A hűtő váza, és szerkezete is jórészt vasból áll. A belső borítása készült egyedül műanyagból. Az előállítása a jászberényi hűtőgépgyárban történt 1985-ben.

Az árat vizsgálva fogom elvégezni a hűtő előállításához szükséges energia becslését. Minden bizonnyal igaz, hogy annál több energiába nem került az előállítása, mint amennyiért a boltban megvehettük. Tegyük fel, hogy az ár harmadát költötték a nyersanyagokra, harmadát az előállításra és szállításra, és újabb harmada az árrésre. Ha egy ilyen hűtő ma 60 000 Ft-ba kerül, akkor ennek harmadát a gyártásba fektetett energia ára teszi ki. Először megnézem, hogy a klasszikus és környezetszennyező vastermelési módszerekkel mekkora terhelést jelent a hűtő vas borításának előállítása.

A vasgyártás során a vasércet kőszénrel táplált kohókban melegítik fel, és a szén egyébként is a legfontosabb ötvözőeleme a vasnak, ezért magam is szén alapú vaselőállítást feltételezve fogok számolni. A kérdés tehát az, hogy 20 000 Ft-nyi kőszén mennyi energiát, és mennyi CO_2 kibocsátást jelent? Jelenleg 100 \$ körül van egy tonna szén ára, ez kb. 20 000 Ft-ot jelent, ha átváltjuk (200 Ft/\$ árfolyamon). Egy tonna szénből 34-35 GJ energiát lehet nyerni, ha elégetjük. Most, hogy van egy becslésem a felhasznált szén tömegét illetően, ki tudom számolni, hogy ez mekkora CO_2 kibocsátást jelentett. Egy mol szén 12 g. Egy tonna szén, jórészt valóban szénből áll, így ezt 83 333 molnyi szénnek veszem. Ebből 83 333 molnyi CO_2 lesz. Egy mol CO_2 44 g tömegű, mert az oxigén mólömege 16 g/mol. Tehát ez a 83 333 mol 3 666 666 g, tehát 3, 67 tonna.

Ha ebből a 20 000 Ft-ból elektromos áram segítségével állítanánk elő a vasat, akkor 35 Ft/kWh-ás áramdíjjal számolva $20\,000 / 35 = 571 \text{ kWh}$ -nyi energia áll a

rendelkezésünkre. Mivel $1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$, ezért ez a mennyiség $571 \cdot 3,6 = 2\,056 \text{ MJ}$, azaz $2,056 \text{ GJ}$. Sajnálatosan azonban egy átlagos fosszilis energiaforrással működő hőerőmű hatásfoka 35% körül van, és a szállítás során a transzformálás és a vezetékek ellenállása miatt is 10% -os veszteség várható. Tehát ezen $2,056 \text{ GJ}$ előállításához $2,056/0,35/0,9 = 6,527 \text{ GJ}$ -nyi fosszilis forrást szükséges elégetnünk.

6.6 A keringető rendszer környezeti hatásainak felmérése

A pumpa alumínium és vas alkatrészekből áll. Bár az alumínium előállítása különösen sok energiába kerül, de szerencsére a pumpában nincs belőle sok. A pumpa háza alumínium öntvény. $7 \times 8 \times 8 \text{ cm}$ a szélessége, hossza, magassága. Ha tömör alumínium volna, akkor kb. $1,2 \text{ kg}$ lenne a tömege. Becslésem szerint (a hasonló típusok műszaki rajzait megnézve) kb. a $2/3$ -át megtartották ennek az anyagnak, ez 800 g . Ha a SimaPro 7.1-es program Eco-indicator 99-es adatbázison alapuló értékelését megnézzük, ott azt találjuk, hogy 1 kg alumínium előállításához $8,28 \text{ MJ}$ energia szükséges. A pumpa alumínium testének 800 g -hoz tehát $0,8 \cdot 8,28 = 6,6 \text{ MJ}$ energia felhasználása szükséges. Mivel $8,45 \text{ kg CO}_2$ kibocsátást okoz 1 kg alumínium legyártása, ezért ez a 800 g $6,76 \text{ kg CO}_2$ kibocsátást okoz.

A pumpa, mint említettem szintén hosszú élettartammal rendelkezik, de ha valamilyen okból mégis hulladék lesz belőle, újrahasznosítással szinte az egész szerkezet elhelyezése megoldható.

A motor szintén rézből, vasból és alumíniumból áll, de sajnos nem tudom megbecsülni külön-külön anyagokét a tömegüket, így számolni sem tudok vele.

6.7 A többi alkatrész rövid elemzése

A rendszer részei még a szilikon csövek, rézcsövek, a vas állványzat és a motor elektromos vezetéke.

A szilikon egy sziloxán alapú polimer. A sziloxán alapja egy szilícium és egy oxigén atom. A szilikon ilyen sziloxán egységekből, valamint az ezekhez kapcsolódó két, általában metil csoportból áll. A szilikon tulajdonságai miatt nem jelent különösebb veszélyt a környezetre, hiszen alacsony a reakcióképessége, hőálló, nem oxidálódik, az UV-sugárzást is elviseli. A réz értékes színesfém, így újrahasznosítása nem is kérdéses. Az Európai Közösség elfogadta a biológiai hozzáférhetőségen alapuló önkéntes kockázatelemzést, mely szerint a réz nem jelent veszélyt a vízben, talajban és

üledékekben. Az állványzat szintén vasból áll, és a megfelelő felületkezelés biztosításával szintén hosszú ideig megőrzi jó állapotát. A kábelek viszont veszélyesek, mert a PVC borításuk

A kollektorban található olaj is veszélyes lehet a természeti elemekre, különösen, ha felszíni vízbe kerül, ezért a szakszerű leszerelése a rendszernek rendkívül fontos.

6.8 A teljes rendszer hatása

A rendszer áll a parabolatányérból, a hűtőből, a napkollektorból, és a csövekből. Ez összesen közel 40 GJ energiát, és 3,7 t CO₂-t jelent. Bár az előállítása során biztos nem kerül kevesebbe, mint egy átlagos hűtő, de a 25 éves várható élettartam alatt nem fogyaszt energiát, így biztos hogy mind energetikailag, mint környezetvédelmi szempontból megéri az alkalmazása.

7 Eredmények

A szakdolgozati munkám során megvizsgáltam a rendelkezésre álló abszorpciós hűtő elektromos fűtéssel való működését szigeteléssel és anélkül is. Meghatároztam a Volcraft DT-300-as digitális hőmérő hőtehetlenségi állandóját, és hogy az elérni kívánt 99%-os mérési pontossághoz mennyi idő szükséges. Így már a méréseim pontosságát is meg tudtam állapítani. Mivel a hűtő forrópontja 232 °C, és már tavaly sem sikerült a 140 °C-os olajjal a hűtőt működtetni, ezért én a kinti mérésekben bíztam. Megvizsgáltam 1000 W-os izzóval a az olaj hőmérsékletét. Kijelöltem a berendezés fejlesztésére vonatkozó főbb irányokat a méréseim alapján, majd megvizsgáltam a rendszer környezeti hatásait, és azt a következtetést vontam le, hogy bár jelentős környezeti terhelést okoz a rendszer előállítása, de megtérül a befektetésünk.

8 Összefoglalás

Megvizsgáltam az energiafelhasználás történetét, az emberiség fejlődésének és a rendelkezésre álló erőforrások felhasználásának kapcsolatát. Majd az energiaforrások kimerülésének és kiváltásának problémáját tárgyaltam, és a létező szerény megoldásokat igyekeztem felvázolni, ezzel meghatározva a lehetséges cselekvési irányokat. Külön foglalkoztam a megújuló energiaforrások közül a napenergia hasznosítással, ezen belül bemutattam egy-egy számítást a napelemek és napkollektorok tipikus megtérülésére is. Majd az abszorpciós hűtők rövid bemutatása után az általam

elvégzett hőmérő kalibrálási kísérlet leírása található. A SimaPro nevű életciklus elemző program segítségével kísérletet tettem megbecsülni a rendszer egyes alkotóinak, és egészének környezeti terhelését. A technológia működőképes. Erre jó példa a legújabb fajta adszorpciós hűtő, amely már nem ammóniával, hanem szilikagél/vízgőz felhasználásával működik. Ezen újabb típusú hűtők meghajtásához elegendő a forrópontra 55-90 °C-os hőmérsékletet előállítani, amelyet egy napkollektor könnyen megtehet. Tehát a napkollektoros adszorpciós hűtésnek helye van a megújuló energiaforrások felhasználásában. Elterjedésüket pusztán ismertségük alacsony volta és a relatív alacsony energiaárak hátráltatják. Viszont a hulladékhővel rendelkező üzemeknek már most is megéri ezen technológiát alkalmazni, hiszen ezzel nyereségesebbé tehető a működésük.

9 Köszönetnyilvánítás

Hálával tartozom a témavezetőmnek, *Dr. Horváth Ákosnak*, aki vezette a munkámat. Köszönöm a segítséget *Pávó Gyulának*, aki többször is kiségett, ha nem működött a pc-m. *Csorba Ottó* a háromfázisú motort segített bekötni. Köszönetel tartozom *Kiss Péternek*, és különösen *Milus Bálintnak*, akik tavaly már sokat dolgoztak ezzel a rendszerrel. *Pulay Eszter* szaktársamnak, aki a SimaPro 7.1-es programmal segített az életciklus elemzésben.

10 Irodalomjegyzék

BENCSIK T. (NA): Mi a földgáz? -

http://www.foldgaz.hu/A_foldgaz/Mi_a_foldgaz.aspx; megjelenítve: 2010.04.02.

- EIA (2009): Annual Energy Outlook - U.S. Energy Information Administration, Department of Energy, <http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html>; megjelenítve: 2010.04.13.
- EUROPA.EU (2007): A bioüzemanyagok ösztönzése a kőolaj meggyőző alternatívájaként a közlekedésben - <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/07/5&format=HTML&aged=1&language=HU&guiLanguage=en>; megjelenítve 2010.04.15.
- FAO (2009): 1,02 billion people hungry - <http://www.fao.org/news/story/en/item/20568/icode/> megjelenítve: 2010.04.24.
- HARTLEY, A. (2004): Carbon trust/GTS study proves the benefits of using recycled glass - <http://www.glass-ts.com/News/PressArchive/PressReleases6.html>; megjelenítve: 2010.04. 28.
- HETESI ZS. (2009): Breaking News 2. Az IEA és az EIA házatájáról - http://ffek.hu/blog/hetesi_zsolt/breaking_news_2_iea_es_eia_hazatajarol; megjelenítve: 2010.04.25.
- HETESI ZS. (2010): 2010: Peak Oil. Beismerés a PetroBras-nál. - http://ffek.hu/blog/hetesi_zsolt/2010_peak_oil_beismeres_petrobras_nal; megjelenítve: 2010.04.25.
- INDEX.HU (2009): A szél mindenkit képes lenne árammal ellátni - http://index.hu/tudomany/2009/06/24/a_szel_mindenkit_kepes_lenne_arammal_ellatni; megjelenítve: 2010. 04.13.
- KEREKES S. (2007): A környezetgazdaságtan alapjai – Aula kiadó, Budapest, 41. p., 90. p.
- KISS Á. (2007): Környezetfizika jegyzet – ELTE Eötvös Kiadó 60., 62., 69., 73., 72. p.
- LANDY-GYEBNÁR M. (2009a): A kőolaj rövid története – 1. - http://ismeret.virtus.hu/index.php?id=detailed_article&aid=61275; megjelenítve: 2010.04.10.
- LANDY-GYEBNÁR M. (2009b): A kőolaj rövid története – 2. - http://ismeret.virtus.hu/index.php?id=detailed_article&aid=61733; megjelenítve: 2010.04.10.
- MERT (2010): Füstgáz kéntelenítés, Mátrai Erőmű Zrt. honlapja - <http://www.mert.hu/hu/fustgaz-kentelenites>; megjelenítve: 2010.04. 13.
- PÁVÓ GY. (2008): Akkumulátorok feltöltése napelem segítségével - <http://ion.elte.hu/~akos/orak/kmod/nap1.htm>; megjelenítve: 2010.04.18.

- PÁLFY M. (2004): Energiagadálkodás, 45. évf. 2004.5.
- ROGUE, T. (2009): Have We Reached Peak Oil? -
<http://seekingalpha.com/article/169392-have-we-reached-peak-oil>; megjelenítve:
2010.04.22.
- SIMAI M. (NA): A szegénység globális problémái és a fejlesztési együttműködés -
<http://www.menszt.hu/layout/set/print/content/view/full/418>; megjelenítve:
2010.04.16.
- SIMONYI GY. (2008): Az állatok éjszakája az ember éjszakája -
http://www.greenfo.hu/hirek/hirek_item.php?hir=19739; megjelenítve: 2010.04.20.
- SOLAR MARKET KFT. (NA): Árak, megtérülés -
<http://www.napelemetatore.hu/napelem/megterules.html>; megjelenítve:
2010.04.22.
- UNDP (1992): Human Development Riport – United Nations Development Program
- VÉGH L., SZÁM D., HETESI ZS. (2008): Az utolsó kísérlet – Kairosz kiadó, Győr. 147. p.
- WIKIPEDIA.ORG (2010) : Chicago Pile-1 - http://en.wikipedia.org/wiki/Chicago_Pile-1;
megjelenítve: 2010.04.14.
- ZÖLDPARÁZS KFT. (NA): Megtérülés és más gazdaságossági kérdések -
<http://www.cseresznye.net/napkollektor/hoszivattyu/megterules-es-mas-penz-ugyek.html>; megjelenítve: 2010.04.27.

11 Ábrajegyzék

1. ábra	A Pauli-féle sörgyár vázlatos működése. A fekete téglalapok a hagyományos sörgyártás lépéseit jelképezik, míg a piros színűek az új eljárás lépéseit..	5
2. ábra	Az első atomerőmű felépítése.....	8
3. ábra	Az emberiség teljes energiafelhasználása és népességnövekedése 1850 - 2000	9
4. ábra	Energiafogyasztás és a civilizáció.....	10
5. ábra	Egy átlagos USA olajhordónyi kőolajból előállított termékek aránya..	12
6. ábra	Az USA földgázfelhasználásának megoszlása: Electric Power – villamosáram előállítás, Industrial – ipari felhasználás, Transportation – szállítás, Commercial – kereskedelmi felhasználás, Residential – lakossági felhasználás. BTU: British Thermal Unit – Hagyományos energia mérésére szolgáló egység. Az az energiamennyiség, ami egy font víz egy Fahrenheit fokkal való felmelegítéséhez szükséges. (1,06 kJ)	14
7. ábra	A föld elektromos energia termelése.....	15
8. ábra	Energiafelhasználás fajták szerint (2000)	19
9. ábra	Az USA olajkitermelése – kivéve Alaszka és Havaii (millió hordó/nap).	19
10. ábra	Az USA kőolaj importja hónapos átlagokban (1000 hordó/nap)	20
11. ábra	A világ kőolajkitermelése (mbpd)	21
12. ábra	A Petrobras kőolajkitermelési előrejelzése	22
13. ábra	A Földet érő napsugárzást befolyásoló tényezők egy része	25
14. ábra	Az abszorpciós hűtő felépítése; 1- a hidrogén és az ammónia belép a csőkigyóba, 2 - az ammónia és a hidrogén belép a hűtőtérbe (aktív hűtés), 3 - ammónia és hidrogén kivezetése: az ammónia feloldódik a vízben, a hidrogén felszáll, 4- kondenzátor: az ammóniagőz kicsapódása (passzív hűtés), 5- forró ammónia gáz feláramlása, 6 – hőszigetelés, 7 – forrópont, 8 - oldó	30
15. ábra	A parabolatükör felülete	32
16. ábra	A hőmérő lehűlése	35
17. ábra	A hőmérő felmelegedése	36
18. ábra	A hűtő lehűlése szigetelés nélkül	38
19. ábra	A hűtő lehűlése szigeteléssel	40

20. ábra	Az olaj felmelegedése.....	42
21. ábra	Az olaj felmelegedése.....	44

12 Táblázatjegyzék

1. táblázat:	Magyarország elektromos energia termelése	11
2. táblázat:	Egy átlagos USA hordónyi kőolajból előállított termékek listája....	13
3. táblázat:	Hőmérséklet mérés a mérőfej lehűlésekor	34
4. táblázat:	Hőmérséklet mérés a mérőfej melegedésekor.....	34
5. táblázat:	Illesztési paraméterek és hibáik	35
6. táblázat:	A mérés idejének és pontosságának kapcsolata	36
7. táblázat:	A hűtő lehűlése.....	37
8. táblázat:	Illesztési paraméterek.....	38
9. táblázat:	A hűtő lehűlése.....	39
10. táblázat:	Illesztési paraméterek.....	40
11. táblázat:	Az olaj felmelegedése	41
12. táblázat:	Illesztési paraméterek.....	41
13. táblázat:	A mért értékek.....	43

