

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

Környezettudományi Centrum

**Sörkollektor fűtéskiegészítés-célú felhasználása egy családi házban**

Szakdolgozat

Készítette:

**Tamaskó Ákos**

Környezettan alapszakos hallgató

Témavezető:

**Horváth Ákos**

egyetemi docens



**Budapest**

**2009**

## Tartalomjegyzék

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | Bevezetés.....   | 4  |
| 1.1.   | <i>Napjaink energiakérdése.....</i>                                      | 4  |
| 1.2.   | <i>Megújuló energiaforrások.....</i>                                     | 5  |
| 1.3.   | <i>Céljaim a napenergiát hasznosító sörkollektor vizsgálatával .....</i> | 7  |
| 2.     | A napenergiáról.....   | 8  |
| 2.1.   | <i>A passzív napenergia hasznosítás .....</i>                            | 8  |
| 2.2.   | <i>Az aktív napenergia hasznosítás .....</i>                             | 9  |
| 2.2.1. | <i>Napkollektorok .....</i>  | 9  |
| 2.2.2. | <i>Napelemek .....</i>   | 12 |
| 3.     | A sörkollektor alkalmazása családi házban.....                           | 12 |
| 3.1.   | <i>Mi az a sörkollektor? .....</i>                                       | 12 |
| 3.2.   | <i>A sörkollektor tervezése .....</i>                                    | 13 |
| 3.3.   | <i>A sörkollektor építése .....</i>                                      | 15 |
| 3.4.   | <i>A kollektor működése (fizikai háttere).....</i>                       | 19 |
| 3.5.   | <i>A kollektor teljesítményének kiértékelése .....</i>                   | 22 |
| 3.6.   | <i>A sörkollektor felhasználási lehetőségei .....</i>                    | 25 |
| 4.     | Összefoglalás.....   | 26 |
| 5.     | Irodalomjegyzék.....   | 27 |

## 1. Bevezetés

Mai társadalmunk magas életszínvonalának megtartásához és további növekedéséhez már-már mérhetetlen energiára van szükség. Ezt az energiát a mostani állapot szerint túlnyomó részt a fosszilis energiatartalékok elégetésével állítjuk elő. Az ember a szén, a kőolaj és a földgáz kitermelésével és felhasználásával jelentős mértékben hozzájárul a Föld légkörének szén-dioxid és más különböző anyagok koncentrációinak növekedéséhez, ami az oly sokat emlegetett üvegházhatás fokozódásához vezet. Ez csak az egyik negatív következménye a mértéktelen energiafogyasztásunknak. A megnőtt energiaigény és a fosszilis energiatartalékok csökkenése miatt kezdte el az ember jelentősebb mértékben kiaknázni a megújuló energiákat.

### *1.1. Napjaink energiakérdése*

A világ energiafogyasztása az elmúlt 25 év folyamán egyre nőtt. 2005-ben az összes energiafogyasztás kb. 488EJ volt. Az energiaforrások megosztása a következőképp alakul (Kiss Á. 2008):

|          |       |
|----------|-------|
| kőolaj   | 39,1% |
| földgáz  | 22,8% |
| szén     | 23,9% |
| atom     | 6,7%  |
| megújuló | 7,8%  |

Az energiafelhasználás a világ országai között egyenlőtlen. Az előállított energia 80%-át a népesség 25%-a használja fel és a népesség háromnegyedére jut az energia 20%-a. Az energiafelhasználás fejenkénti elosztása szintén rendkívül egyenetlen, ami komoly problémákat szül. A világon, ha mindenki annyi energiát fogyasztana, mint az USA, akkor a Föld országainak energiafelhasználása a 2005-ös értéknek több mint ötszöröse lenne. Ez sohasem valósulhat meg. A fosszilis energiakészletek eloszlása szintén egyenetlen a különböző földrészek között. A különböző becslések a szénhidrogének mennyiségére azt mutatják, hogy a földgáztartalékok kb. 6230 EJ, a

kőolajtartalékok kb. 7240 EJ energia előállítására elegendő, a széntartalékaink energiatartalma pedig 100 ezer EJ (Kiss Á. 2008). A világ összes energiafogyasztása 1980 és 2005 között több mint másfélszeresére nőtt. Az energiafogyasztás növekedése az emberek számával korrelál. Fontos észrevennünk, hogy napjaink társadalmainak fejlődéséhez és szinten tartásukhoz szükséges energiát a fosszilis energiák kitermeléséből nyerik. Egy olyan tartalékból, aminek a mennyisége folyamatosan csökken.

### ***1.2. Megújuló energiaforrások***

A megújuló energiaforrások egy részének felhasználásával a napenergiát közvetetten hasznosítjuk. Ebbe a csoportba tartozik a vízenergia, a szélenergia, a biomassa különböző formái.

A vízenergia felhasználása során a víz helyzeti vagy mozgási energiáját alakítják át forgó mozgássá, ami tovább alakítható villamos energiává. Az emberiség évezredek óta kihasználja ezt a lehetőséget, amit a vízimalmokkal valósítottak meg. Ennek a technikának a birtokában képesek voltak a gabonát megőrölni, illetve fát fűrészelni. A mai fejlettségi szint lehetővé teszi, hogy az így termelt villamos energiát rákössék az országos hálózatra.



**1. kép: Vízérőmű a Dunán**  
([www.wikipedia.hu](http://www.wikipedia.hu))



**2. kép: Vízimalom**  
([www.turistvandi.hu](http://www.turistvandi.hu))

A szélenergiát annak köszönhetjük, hogy a különböző hőmérsékletű légtömegek eltérő fajsúllyal bírnak, a hidegebb levegő nehezebb, mint a melegebb, mivel utóbbi a

hő hatására kitágul. A napsugarak hatására felmelegített földfelszín hőenergiájának egy részét kisugározza, így felmelegítve a fölötté levő légrést. Egyes területek felett a levegő jobban felmelegszik, így eltérő nyomású légtömegek alakulnak ki. Emiatt a levegő a kisebb nyomású hely felé kezd áramlani. Az így keletkezett szelet hasznosítják az erre megfelelő rendszerekkel.

A napsugarak Földet érő sugárzásának mindössze 1-3 %-a alakul át szélenergiává és ez is egyenlőtlen eloszlást mutat a különböző területek között. Ennek ellenére a szélenergiát egyre növekvő mértékben hasznosítják. 2005-ös adatok szerint Németország áramfelhasználásának 5 %-át fedezte a szél energiájával.



**3. kép: Szélfarm Németországban**  
([www.wikipedia.hu](http://www.wikipedia.hu))

A biomassa biológiai eredetű szervesanyagtömeg. Biomasszán a jelenlegi szárazföldi és vízi, összes élő és elhalt szervezetek össztömegét értjük. A világ negyedik legelterjedtebb energiaforrása a biomassa a szén, a kőolaj és a földgáz után. A biomassa energetikai célú felhasználásai közül a legelterjedtebb az égetésük. Léteznek külön erre a célra termesztett növények, ide tartozik pl. az energiafű és a gyorsan fejlődő nyárfa is. Az ipari vagy mezőgazdasági termelések növényi hulladékai is felhasználhatók erre a célra, ezeket legtöbbször nagyteljesítményű présgépekkel tömörítik brikett vagy pellet formájában és így forgalmazzák tüzelőanyagként. A biomassa-felhasználás csoportjába tartozik továbbá a bioüzemanyagok előállítása különböző növényi magokból, elsősorban repceből. A biomassa ezen energetikai célú hasznosítása nagy vitákat eredményez, ugyanis a mezőgazdasági területeken termesztett

növények élelmiszer előállítására felhasznált hányada csökken, így azok ára növekszik és élelmiszerhiányt okozhat.

A megújuló energiaforrások közé tartozik továbbá a geotermikus energia. Ennek forrása a Föld mélyében végbemenő radioaktív bomlások. A geotermikus energia felhasználása során lényegesen kevesebb a káros anyagok kibocsátása. Magyarország geoenergiaforrás tekintetében kiemelkedő helyen szerepel a világon, ennek ellenére villamosenergia-termelésünket fosszilis energiaforrásokból és atomenergiából fedezzük.

### ***1.3. Céljaim a napenergiát hasznosító sörkollektor vizsgálatával***

Mindig is érdekelték az alternatív energiatermelések lehetőségei, amikkel csökkenteni lehet a káros anyagok emisszióját. Másrészt pénzt tudunk megtakarítani ezekkel a berendezésekkel és nem utolsósorban, lehetőségünk van rá, hogy függetlenné váljunk az energiaszolgáltatóktól, ezáltal nem leszünk érintettek az energiaárak emelkedésének közvetlen hatásától, ami a fosszilis energiataralékok drasztikus csökkenése miatt szinte törvényszerűen be fog következni.

Szeretnék bemutatni egy, korántsem új, de sokak számára meglepetést keltő készüléket, a sörkollektort. Egy lehetőség a sok közül, amivel növelhetjük függetlenségünket az energiaválság hatásaitól. Céлом volt, hogy megépítsek egy saját sörkollektort, amivel fűteni tudom a családi házunk egy részét, így megismerjem a kollektor teljesítőképességét, ki tudjam mérni a működésének fizikai paramétereit. Fontosnak tartottam, hogy megtudjam, mennyi CO<sub>2</sub>-kibocsátás előzhető meg egy saját magunk által épített kollektorral és természetesen lényeges szempont volt, hogy mennyi pénzt spórolhatunk meg vele. Környezettanos hallgatóként külön kiemelendő, hogy munkám során lehetőség nyílt a hulladék újrafelhasználására.

## 2. A napenergiáról

A Nap a Naprendszer központi csillaga. Tömege 99,87 %-a a Naprendszer össztömegének. A Nap szerkezeti egységei: a mag, a konvencióos zóna, a fotoszféra, a kromoszféra és a napkorona. A Nap anyagának 90 %-át hidrogén, 9 %-át hélium, 1 %-át pedig egyéb elemek alkotják. Energiatermelése termonukleáris folyamatok következtében jön létre. Teljesítménye:  $3,849 \times 10^{26}$  W. A Nap középpontjában a hőmérséklet 15 millió K, a felszínén pedig 5800 K. A napenergia intenzitásának értéke  $1370 \text{ W/m}^2$  a légkör felső szélén, ezt nevezzük napállandónak. A Föld felszínére érve ez az érték  $700\text{-}1000 \text{ W/m}^2$ -re csökken le, amit befolyásol a tengerszint feletti magasság, az időjárás, a napszak és a felhőzet. A napenergia intenzitásának értékét a napsugarakra merőlegesen felállított műszerrel mérik, azaz ennyi energia jut egy napkollektorra, illetve napelemre, ha azok felületeinek síkjai derékszögben látják a Napot.

A Nap magjában uralkodó fizikai körülmények következtében magfúziós reakciók mennek végbe és ezek eredményezik a Nap energiatermelését. E folyamat során négy hidrogénatommagból egy héliumatommag jön létre és ennek hatására héliumatomonként kb. 200 MeV energia szabadul fel. A magfúziós reakció során keletkezett energia sugárzás formájában terjed kifelé, ez melegíti a Napot (KISS. K 2007).

A Nap energiáját az emberiség évezredek óta hasznosítja, ennek ellenére a mai napig nem terjedtek el széles körben a napenergiát hasznosító technikai rendszerek. Ezek a készülékek még elég drágák. Az aktív napenergia-hasznosítás mellett létezik a passzív hasznosítás lehetősége is, amikor nem használunk külön berendezést a napenergia hasznosítására.

### 2.1. A passzív napenergi-hasznosítás

Minden épület hasznosítja a ráeső napsugarakat kisebb vagy nagyobb mértékben. A társadalom és az építészet fejlődése során a különböző kultúrákban eltérő mértékben figyeltek az épületek kialakítására ebből a szempontból. Azt is fontos

figyelembe venni a passzív napenergia hasznosításánál, hogy milyen éghajlatú területen vagyunk. Ugyanis nem mindegy, hogy egy egyenlítői, északi vagy mérsékelt övi területen akarjuk ennek a célnak a legmegfelelőbbben megtervezni a lakóépületet. Magyarországon is az elmúlt néhány évtizedben az volt a jellemző, hogy nem vették figyelembe az épületek építésénél a napenergia passzív felhasználásának lehetőségeit. Ennek a hasznosításnak a feladata az, hogy az épületek az éghajlatnak megfelelően hasznosítsák a napenergiát, így elkerülhető lenne, hogy akkor is magasak legyenek a fűtési költségek amikor ősszel és tavasszal, vagyis az átmeneti fűtési időszakban gazdagon süt a Nap. Ennek az elvárásnak nem felelnek meg a régi, rosszul megtervezett épületek, a rossz tájolás, a nem megfelelő ablakméretek és egyéb okok miatt. Legalább annyira fontos szempont a nyári melegben az árnyékolás megoldása, mint a fűtési számlák csökkentése, mivel a lakótér túlmelegedésének kivédésével növelhetjük a bent élők komfortérzetét és még a gondolata se merül fel a légkondicionáló berendezések felszerelésére, aminek a működési költsége sokszor megegyezik a fűtési költségekkel.

A passzív napenergia felhasználásnak a feltétele természetesen az, hogy süssön a Nap és a napsugarak elérjék az épületet, aminek minél hatékonyabban kell tárolnia a bejövő sugárzással közvetített energiát. Megvalósításának legegyszerűbb módja, ha az épület déli oldalára megfelelő méretű, jó hőszigetelő tulajdonsággal bíró üveget építünk be. Passzív házak esetében az üvegezés hőátadási tényezője  $0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  alatti, ami egy erős kritérium. A sima üveg hőátadási tényezője természetesen nagyobb.

## ***2.2. Az aktív napenergia-hasznosítás***

Ennél a lehetőségnél a Nap sugarait külön erre a célra tervezett készülékekkel fogják be, termelnek velük hőt vagy elektromos áramot, így hatékonyabban lehet kinyerni a Nap sugárzásaiban rejlő energiát.

### *2.2.1. Napkollektorok*

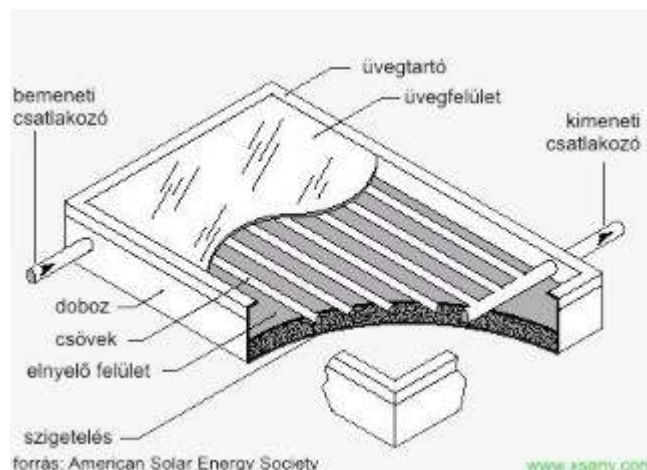
A napsugárzást hőenergiává átalakító berendezéseket hívjuk napkollektoroknak. Működésük nagyon egyszerű. Egy, a Nap felé fordított, szigetelt és üvegezett dobozban, fekete fémlemez abszorberre fémesen kapcsolt fém csőígyóban hőhordozó közeget

áramoltatnak, amit a napsugarak felmelegítenek. Így az egy hőcserélő rendszerben leadja az energiáját, a hőhordozó közeg általában fagyálló vagy víz, de lehet levegő is. Használati melegvíz-előállításra és fűtési kiegészítés céljára egyaránt alkalmazható.

A napkollektorok néhány típusa:

- Síkkollektorok

Ezek a legegyszerűbb napkollektorok. Esetükben az elnyelő egy csőjártos fekete festett fémlemez, amiben a hőhordozó közeget keringtetik megfelelő szivattyúval. Az abszorber általában egy alumínium házba van betéve, amit kőzet- vagy ásványgyapattal szigetelnek le. Fedésként üveg vagy műanyag lapot használnak, ami átengedi a Nap sugarait, de nem engedi kiszökni a kollektor házából a meleget, csökkentve annak hővesztését.

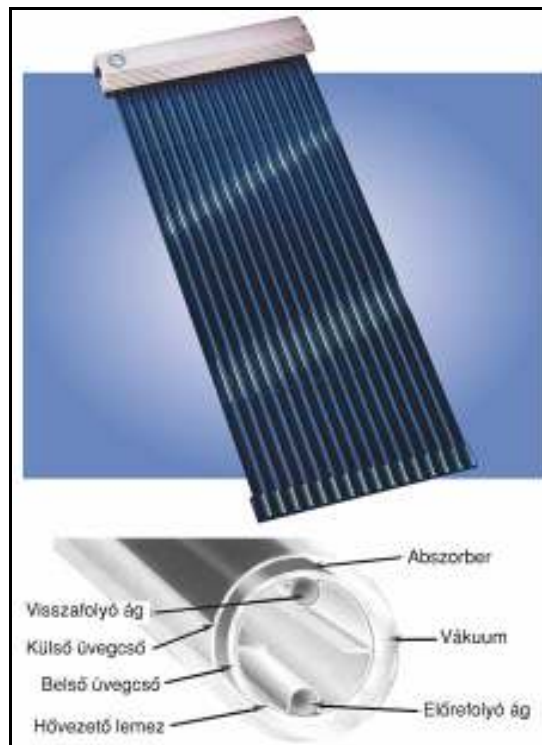


**4. kép: Síkkollektor**  
([www.ases.org](http://www.ases.org))

- Vákuumcsöves kollektorok

A síkkollektorok hatásfokát a rájuk jellemző konvektív hővesztés is lerontja. Ezt a jelenséget a kollektorházban lévő levegő okozza, mely mozgásával a meleg abszorber felületét visszahűti a hidegebb üvegfedés felé. A cél egyértelmű volt, vákuumot létrehozni a kollektorházban, amivel egy időben megszűnik a konvektív hővesztés, ezért fejlesztették ki a vákuumos napkollektorokat. A síkkollektorok házát meglehetősen nehéz lenne úgy szigetelni, hogy teljes élettartamuk alatt megtartsák a

létrehozott vákuumot. Ugyan léteznek ilyen kollektorok, de e nehézség miatt hozták létre a vákuumcsöves kollektorokat. Közöttük is többféle kivitelezés létezik, abban viszont mind megegyeznek, hogy a vákuumcső anyaga üveg. A régebben alkalmazott egyszerű vákuumcsövet részben azért fejlesztették tovább, mert ebben az esetben az abszorbert és a rá erősített csővezetékét a vákuumban kellett elhelyezni, ami a cső kivezetésénél szigetelés alkalmazását követeli meg. Az újabb és egyben jobb megoldás a duplafalú vákuumcső. Ebben az esetben a vákuumot egy kettős falú üvegcsőben hozzák létre, így ezekbe utólagosan szerelhetők be a különféle abszorberek. Kisebb a meghibásodás valószínűsége. A vákuumcsöves napkollektorok több egymás mellé összeszerelt csővekből állnak.



5. kép: Vákuumcsöves kollektor

- Parabolatányér alakú napkollektor

Ez az egyik legjobb hatásfokú kollektor. Általában naperőművekben használják. Működése roppant egyszerű, a parabolatányér alakú tükör bármely pontjára érkező napsugarat a fókuszpontjában lévő hőcserélő közegre fókuszálja.

### 2.2.2. Napelemek

Az aktív napenergia hasznosításának másik lehetősége, hogy a napsugarakat átalakítják elektromos energiává, erre a célra alkalmas napelemmel. A napelemek alapanyaga egy félvezető, szilícium egykristály. A szabályos kristályok, mint amilyen a szilícium is, elektronjainak energiáira a sáv szerkezet jellemző. A sáv szerkezetet a vegyérték- és a vezetési sáv alkotja. A félvezetők esetében e két sáv közötti tiltott sáv kicsi, 1-2 eV. A félvezető kristályban, ha az tiszta és hibahely-mentes, nincs szabad töltéshordozó. Abban az esetben, ha kívülről adunk energiát az egyes elektronoknak, ami elegendően nagy ahhoz, hogy átlépjék a tiltott sávot, akkor a feljuttatott elektronok szabadon áramolhatnak a diódában. A napsugárzás látható tartományának 1-3 eV energiával rendelkező fotonjai tökéletesen elegendők ehhez. A napelem tehát egy vékony dióda, aminek egyik fontos tulajdonsága, hogy egyenirányító. A dióda két része között elektromos térerősség alakul ki, ami az egyik irányba haladó töltéseket átsegíti az átmeneten, a másik irányból jövőket viszont megállítja. A diódában így a fotonok hatására keltett delokalizált elektronok csak az egyik irányban tudnak haladni, amiket a már említett térerősség indít el. Így valósul meg a töltések mozgása. A kialakuló áramerősséget a napelem felületére időegység alatt érkező fotonok mennyisége határozza meg, a feszültség növelését viszont csak a napelemek sorba kapcsolásával tudjuk növelni.

## 3. A sörkollektor alkalmazása családi házban

### 3.1. Mi az a sörkollektor?

Ez egy egyszerű, de annál nagyszerűbb kanadai találmány. Egy levegős napkollektor, aminek az elkészítéséhez kiürült sörös dobozokat használnak fel abszorberként. Lehet készíteni természetesen üdítős illetve energiatalós dobozokból is. A kellően előkészített dobozokat oszlopokká állítják össze és feketére festik, hogy minél magasabb hőmérsékletűre melegedjenek fel a napsugárzás hatására. Ezeket az oszlopokat egy rendszerré összeállítva a fűtendő légtér levegőjét áramoltatják keresztül

rajtuk egy ventilátorral, ezáltal a levegő felmelegszik bennük és visszajut a már melegebb levegő pl. a szobába. A sörkollektort az épületek falára vagy a tetőre kell felszerelni és a falat át kell fűrni, illetve a cserepet megbontani a csövek bevezetése miatt. (www.cansolair.com)

### ***3.2. A sörkollektor tervezése***

A sörkollektor mérete. Ez a kérdés merült fel bennem elsőként. Két dolog szabja meg: az épület adottságai és a belső szerkezet, mekkora helyiséget kívánunk fűteni vele. A családi házunk fűtési igényét fatüzelésű kazánnal elégítjük ki a téli hónapokban, illetve az átmeneti fűtési időszakokban egyaránt. Véleményem szerint erre túl sok fát használunk el, szezononként kb. 10-12 m<sup>3</sup>-t. A kemény fa m<sup>3</sup>-enkénti ára 17 000 Ft, ez kb. évi 200 ezer Ft költséget jelent. Ugyan még mindig olcsóbb fatüzeléssel megoldani a fűtést, mint gázzal. Nagy örömmre volt a házunkban egy eddig be nem épített padlásszoba, ahova nem volt bekötve a központi fűtésrendszer és még a fekvése is pontosan déli. Nagyszerű lehetőséget láttam ebben, abból a szempontból, hogy így kiválóan össze tudom hasonlítani a két fűtési megoldást, a fatüzelési rendszert és az általam épített sörkollektort. Tehát ebbe a padlásszobába terveztem a kollektor beszerelését. A ház tűzfalának erre a célra alkalmas felülete nem engedett nagy mozgásteret a méret kiválasztását illetően. Így a maximális terület ami szóba jöhetett 210x125 cm volt, ez megegyezik a kollektor keretének a méretével. A kollektor háza egy fa keretből és egy méretre vágott OSB lapból áll. Az OSB lap egy fa hulladékból ragasztóanyaggal való összepréselésével kapott tábla. Az építkezéseknél szinte mindig találkozhatunk vele, előszeretettel használják ugyanis kerítésként. Tehát ebbe a kollektor házba kellett a legtöbb sörös dobozt belekalkulálnom, legjobban kihasználni a lehetőségeimet. Számolva a szigetelőanyag vastagságával az osztó- és gyűjtődobozok nagyságával, a dobozok száma 170 db lett, ez 17 db 10 sörös dobozból álló oszlopot jelent pontosan. Így a kollektor hasznos felülete 2,2 m<sup>2</sup> lett.

Amit az elején tudtam, hogy szigetelőanyagként közetgyapotot fogok használni, mivel ez bírja a magas hőmérsékletet is. Az épületek külső szigetelésére használt hungarocell lapok mások tapasztalata alapján szétolvadnak a nyári napokon

([www.sorkollektor.hu](http://www.sorkollektor.hu)). A szigetelés és az abszorber közé hőtükör fóliát terveztem be, ezzel is kívántam csökkenteni a hőveszteséget. Ezt az anyagot nagyon sok területen használják, ahol fontos a hőszigetelés. Legelterjedtebb felhasználási területe talán az autók szélvédőjére belülről felhelyezhető változata, ami védi a gépkocsi belsejének a felmelegedését a napsugaraktól, illetve a radiátortestek mögé, a falra felragasztott változata, annak elkerülésére, hogy a falat fűtsük a szoba levegője helyett. Manapság elterjedőben van, hogy a tetőcserép alá is beépítik a hőtükör fóliát, az említett okok miatt. A kollektor fedését polikarbonát (PC) lemezzel akartam megoldani, de a széles választék miatt, ezt is át kellett gondolni, végül egy 10 mm vastag légkamrás PC lemez mellett döntöttem, ami ugyan rosszabb fényáteresztő képességű, de jobb a hőszigetelő értéke, mint a tömör társaiké. A polikarbonát lemezek felhasználási területe is igen nagy. Főként olyan helyeken használják, ahol fontos a fényáteresztés, a hőszigetelés és az időjárás állóság. Pl.: téli kertek; medencék fedése; sok esetben az élelmiszert előállító gyárak ablaküvegeit is ezzel kell helyettesíteni.

Időközben sokat gondolkoztam, igyekeztem a lehető legtöbb és legjobb információk birtokába jutni arról, hogy milyen ventilátort vásárolok. Sokak tapasztalatai alapján a ventilátor levegőszállításának észszerű növelésével hatásfok emelkedést érhetünk el. Ezt mértük mi is a Környezetfizikai módszerek gyakorlat napkollektoros mérése során. Ugyanis a ventilátor teljesítményének növelésével növelni tudtuk a kollektoron átáramoltatott levegőnek a mennyiségét, ám a kiömlő levegő hőmérséklete nem csökkent nagy mértékben. Tehát több, kicsivel alacsonyabb hőmérsékletű levegőhöz jutottunk. Ezen információk ismeretében egy maximum 200m<sup>3</sup>/óra levegőszállítású, 22 W teljesítményű ventilátor vásárlása mellett döntöttem.

Az osztó- és gyűjtő doboz anyagának fémből kell lennie, mivel ezek abszorberként is szolgálnak, így a hőt is jól kell vezetniük. Ezek elsődleges feladatuk, hogy a szobából a majdani beszívott levegőt továbbítsák a sörös doboz-oszlopokba és összegyűjtsék az oszlopok tetején távozó meleg levegőt, illetve irányítsa azt vissza a szobába. Az osztó- és gyűjtő doboz alakját próbáltam a legjobb alakúra tervezni, ami a későbbiekben biztosítja az egyenletes levegőelosztást a sörös doboz-oszlopok között. Ez azért fontos, hogy azonos mennyiségű és sebességű levegő áramoljon keresztül az egyes oszlopokon. Így nem fordulhat elő olyan állapot, hogy működés közben valamelyik

oszlop jobban, vagyis hamarabb lehűljön, mint a többi. Erre a célra készítettem kartonpapírból egy tesztgyűjtő-dobozt, hogy vizsgálni tudjam, megfelel-e az elképzelésem az elvárásaimnak. Miután összeállítottam az említett makett dobozt, behelyeztem a ventillátort és annak működése közben figyeltem az egyes oszlop nyílások helyein kiáramló levegő sebességét. Szélsébségmérő műszer hiányában egy kezdetleges megoldást kellett választanom. Papírzsebkendőt tartottam a nyílások felé és figyeltem, hogy azonos mértékben emelkednek-e fel a levegő áramlása miatt. Nagy öröömre ezen nem kellett változtatnom, majdnem teljesen azonos mértékben változtak a papírzsebkendők helyzete az összes nyílás esetében.

A sörös-, osztó- és gyűjtődobozok, az abszorber feketére való festését külön napkollektorokra kifejlesztett kollektorfestékekkel akartam kivitelezni.

### ***3.3. A sörkollektor építése***

A kollektor tervezése után hozzákezdhettem a tényleges munkához, ami valljuk be, előre be nem kalkulált nehézségeket okozott. Az első munkafázis a sörösdobozok tetejének és aljának a kifűrése volt, amit úgy kellett elvégezni, hogy a dobozok ezután is tökéletesen illeszkedjenek egymásba és lehetőleg maradjon az illesztésnél egy kis perem is, ami megsegíti majd a dobozok összeragasztását. A kifűréshoz kézi fűróra szerelhető körkifűrot használtam, amivel óvatosan kellett dolgozni, mert könnyen kitekerheti a kezünkből a sörösdobozt, ami balesetet okozhat, de a tizedik doboz kifűrése után ráérez az ember és pár óra alatt végezni is lehet a kellő mennyiségű dobozzal. Nekem 170 db-ra volt szükségem, tartalékba természetesen volt még jó néhány.

Ezután következett számomra a legunalmasabb, ám lényeges munkafolyamat: a mosogatás. Ugyanis ha ezt kifelejtjük, szennyeződés marad a sörösdobozokon illetve azok belsejében, ami a ragasztás és festés minőségi romlását eredményezheti, illetve kellemetlen szagokat okozhat a kollektor működése közben. Tehát maradt a forró vizes mosogatószeres és fertőtlenítőszeres mosogatás. A dobozok öblögetése és száradása után következhetett a merőben érdekesebb része a munkának, a tiszta dobozok összeragasztása oszlopokká. 10 db dobozt terveztem egy oszlopba. Először csak 8 db-

ból álló oszlopokat készítettem, a maradék 2-2 dobozt egyenként ragasztottam fel a már előre elkészített osztó- és gyűjtődobozokra. Ezek elkészítéséhez megkerestem az általam elképzelt és elkészített papír makettel a falum, Dusnok egyik kiváló bádogos mesterét, aki sokéves tapasztalatának köszönhetően tökéletesen elkészítette az osztó- és gyűjtődobozokat, természetesen a közreműködésemmel. Miután a szilikon ragasztó megkötött -24 óra- az oszlopokban és az osztó- és gyűjtődobozokra felragasztott dobozok illesztésénél, beállíthattam a 8 db dobozból álló oszlopokat a helyükre. Ezzel készen állt az abszorber a festésre.



**6. kép: A festésre váró abszorber**

A festés előtt gondosan át kellett törölni a dobozokat az utólagosan rákerült portól. A Solkote festéket a használati útmutató szerint, szórópisztollyal hordtam fel. A festék miután megszáradt, tökéletesen matt fekete felületet adott az abszorbernek.

Eközben elkészítettem a kollektor vázát. Ehhez OSB lapot és fa deszkát használtam fel. Az OSB lap adta a kollektor hátlapját, a deszkák pedig keretként szolgáltak. A biztosabb tartás érdekében ezeket csavarral fogattam össze. Az így

elkészült fa vázat festékkel kezeltem le, hogy jobban ellenálljon az időjárásnak. A hátlaon ki kellett fúrni kellő nagyságú lyukakat, amiben a levegőt szállító csövek átférnek, így egy zárt rendszert képeznek a fűtendő szoba légterével.

Az állványzat felállítása után következhetett a lyukak kijelölése a falon. A falon kijelölt két helyen akkora lyukakat kellett fúrni illetve vésni, amiken átbújthatók a 150 mm átmérőjű légtechnikai csövek. A lyukak elkészítése után a kollektor vázát kellett felcsavarozni a helyére, amit a falon teljes vastagságában átérő csavarokkal oldottunk meg, összesen 4 db ilyen csavar tartja a falon a kollektort. Ezután következhetett a váz szigetelése. A kőzetgyapot lapokat nagyon könnyen be lehet szabni a helyükre egy éles kés segítségével, kis szögekkel pedig tökéletesen lehet rögzíteni őket.



**7. kép: A kollektorház szigetelés közben**

Ezt követte a hőtükör fólia felhelyezése a szigetelésre. Miután ez is felkerült a helyére, jöhetett az abszorber beállítása a már szigetelt fa vázba. Ez volt számomra talán a legizgalmasabb része az építésnek, mivel ha véletlenül az abszorbert leejtjük, odaveszett volna a sok napos munka. Ugyanis a sörösdobozok nem egy ilyen célra tervezett dolgok, de mint utólag kiderült, a jó ragasztásnak köszönhetően nagyon erős, ám

rugalmas abszorberhez juthatunk. Az abszorber helyére állítása után a méretre szabott polikarbonát lap felhelyezése következett. A PC rögzítésénél figyelembe kell venni a hőtágulását. Nem szabad direktben felcsavarozni a fa keretre, mert így nem lenne biztosítva számára a mozgás, ezért ezt szögvasakkal oldottam meg. A szögvas egy derékszögben meghajlított erős fémlemez, amit elsősorban a bútorgyártásban használnak. Nem szabad kifelejteni a polikarbonát és a fa keret közé szánt szigetelő gumicsíkot sem, ilyet használnak az ablakok szigetelésére is.

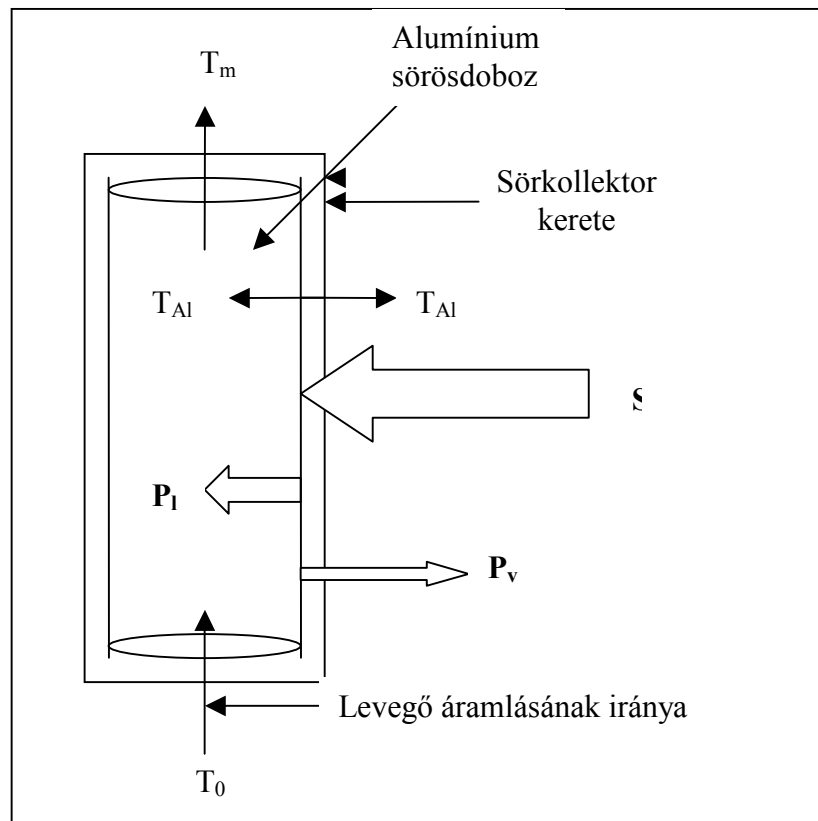
A kollektor automatikus működéséről a beépített csőtermosztát gondoskodik. Ha a sörösdobozokban a levegő hőmérséklete átlépi a termosztáton beállított értéket, záródik az áramkör, bekapcsol a ventilátor és miután a kollektor visszahűl az adott érték alá, leállítja azt. Ennek a feltétele természetesen, hogy a termosztát érzékelő része közvetlenül érintkezzen a sörösdobozokkal, ezért azt be kellett vezetni a felső gyűjtődobozon keresztül. Ilyen termosztáttal találkozhatunk pl. a vízmelegítő bojlerekben.

A kollektor költségvetése:

|                              |                  |           |
|------------------------------|------------------|-----------|
| OSB lap                      | 250cm x 125cm    | 3450 Ft   |
| Üregkamrás polikarbonát      | 250cm x 125cm    | 10 400 Ft |
| Szigetelőanyag (kőzetgyapot) | 3 m <sup>2</sup> | 1500 Ft   |
| Szilikonragasztó             | 2 db             | 800Ft     |
| Szögvas                      | 16 db            | 480 Ft    |
| Solkote festék               | 0,5 l            | 4680 Ft   |
| Flexibilis cső               | 1 m              | 1000 Ft   |
| Hőtükör fólia                | 3 m <sup>2</sup> | 800 Ft    |
| Ventillátor                  | 1 db             | 3450 Ft   |
| Termosztát                   | 1 db             | 3600 Ft   |
| Szigetelőcsík                | 8 m              | 1200 Ft   |

Összesen: 31 360Ft

### 3.4. A kollektor működése (fizikai háttere)



1. ábra: A sörkollektor sematikus ábrája

Az 1. ábrán a sörkollektor leegyszerűsített rajzát lehet látni. Az alulról beszívott levegő hőmérséklete  $T_0$ , a kifűjt és már felmelegedett levegő hőmérséklete  $T_m$ . Az ábrán jelzett  $S$  a napsugárzás azon része, ami eléri a sörösdobozokat, miután átjutott a polikarbonát lemezen. Az  $S$ -ből fűtésre hasznosított teljesítmény  $P_i$ , számunkra haszontalan teljesítmény pedig  $P_v$ , az a levegőmennyiség, ami a szobába visszakerülés helyett kiszökik a dobozok illesztésénél. Ezt az értéket a gondos, precíz munkával lehet minimalizálni.

A sörkollektor működése azzal kezdődik, hogy a sörösdobozok felmelegednek a napsugárzás hatására. Az alumínium miután felmelegedett és természetesen melegebb

közben is, kétféle módon adhatja le az energiáját. Átadhatja a dobozok belsejében áramló levegőnek, ami esetünkben hasznos, vagy kisugározza a felületéről a polikarbonát lap felé, ami számunkra veszteséget jelent.

Egy  $\Delta t$  idő elteltével az alumínium  $\Delta E = (S - P_l - P_v) \Delta t$  energiát vesz fel, ez az energia az alumínium hőmérsékletnövekedését fogja eredményezni, amit  $\Delta T_{Al}$ -lel jelölünk, ezt pedig a  $Q = cm\Delta T$  összefüggés alapján számolhatjuk ki.

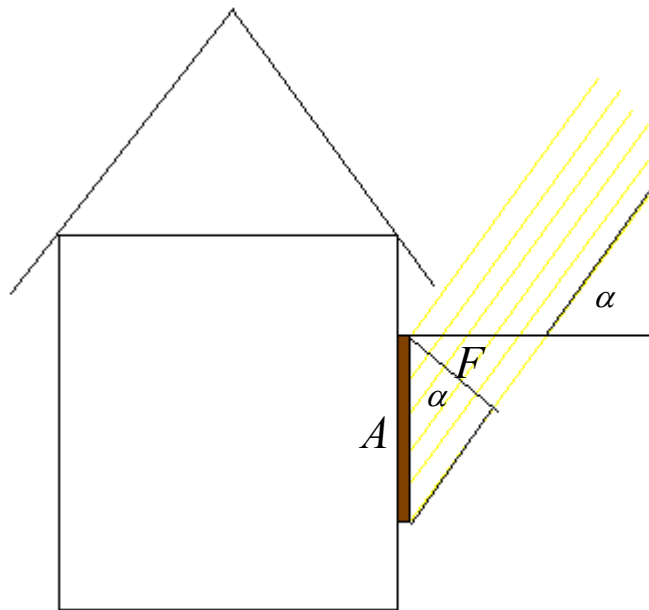
$$c_{Al} m_{Al} \Delta T_{Al} = \Delta E = (S - P_l - P_v) \Delta t$$

Miután a sörös dobozok kellő mértékben felmelegedtek, elkezdik átadni az energiájukat a bennük áramló levegőnek, vagyis az áramló hidegebb levegő részecskéi miközben ütköznek az alumínium falával energiát szereznek attól, ezzel hűtik azt. Ennek mértéke függ az alumínium felületének nagyságától, amivel a levegő érintkezni képes, az áramló levegő sebességétől és az áramlási viszonyoktól.

A levegő felmelegedésének vizsgálatához a kollektorban áramló levegőnek egy kis darabját követjük végig a beszívástól a kifújásig. A sörösdobozok hőmérsékletét homogénnek tekinthetjük a levegődarab áthaladása alatt, tehát a levegő az útja során, mindig azonos hőmérsékletű alumíniummal érintkezik. A beszívott levegő által felvett energiát legjobban az befolyásolja, hogy mekkora a levegő és a sörösdobozok hőmérsékletkülönbsége. Tehát a levegő előrehaladásával egyre kevesebb energiát vesz fel, mivel fokozatosan nő a hőmérséklete, miközben az alumíniumé nem változik. A levegődarab hőmérséklete a beszívástól az áthaladása során monoton nő és tart a sörösdoboz hőmérsékletéhez, de mivel a sörösoszlop nem végtelen hosszú, így nem éri el azt. Ez egy fontos szempont a kollektor tervezésénél, mivel ha túl rövidre tervezzük azt, akkor sokkal alacsonyabb hőmérsékletre tud csak felmelegedni benne a levegő.

A kollektor energiafelvételének meghatározásához azt kell kiszámolnunk, hogy a ház falára, függőlegesen felszerelt kollektorra, mekkora a bejövő napsugárzás teljesítménye. Ehhez tudnunk kell a napsugarak beesési szögét, amit az egyszerűsítés miatt március 21-ére számoltam ki. Ezen a napon a beesési szöget a következő képlet alapján határozhatjuk meg:

$$\text{beesési szög} = 90^\circ - \text{földrajzi szélesség}$$



2. ábra:

A falum, Dusnok koordinátái: É.sz.  $46,38991^\circ$  - K.h.  $18,958497^\circ$ . A napsugárzás beesési szöge az említett időpontban tehát kb.  $90^\circ - 46^\circ = 44^\circ$ . Most már meg tudom határozni, hogy mekkora felületre érkező napsugárzás oszlik meg a kollektor felületén.

A 2. ábrán F-el jelölt vonal jelzi azt a felületet, amire a napsugárzás érkezik. A kollektor felülete A.

$$F = A \cos \alpha.$$

$$F = A \cos 44^\circ$$

$$F = 2,2 \text{ m}^2 * 0,72$$

$$F = 1,58 \text{ m}^2$$

Tehát  $1,58 \text{ m}^2$ -re érkező napsugárzás teljesítménye oszlik el a kollektor felületére. A bejövő energia mennyisége  $S = 1,58 * I$ , ahol I a napsugárzás intenzitása  $\text{W}/\text{m}^2$ -ben.

### 3.5. A kollektor teljesítményének kiértékelése

Ahhoz, hogy megtudjam, mennyi energiát tudok kitermelni a sörkollektorral, meg kell határoznom a teljesítményét, majd ebből és a napsugárzás ismeretéből kiszámolom a hatásfokot. Ehhez szükséges volt megmérnem a kollektorba bemenő és az abból kijövő levegő hőmérsékletét, illetve mennyiségét. Egy szép napos, ugyan még az átmeneti fűtési időszakban lévő napon feljegyeztem a hőmérsékletadatokat, amiket a következő táblázatban foglaltam össze. A regisztrált adatok 2009. április 7-én kerültek feljegyzésre 9 és 15 óra között óránként.

| Bemenő levegő hőmérséklete °C-ban | Kimenő levegő hőmérséklete °C-ban | Hőmérsékletkülönbség |
|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| 18                                | 42                                | 24                   |
| 19                                | 44,5                              | 25,5                 |
| 19                                | 43                                | 24                   |
| 19                                | 40                                | 21                   |
| 20,5                              | 42,5                              | 22                   |
| 21                                | 38                                | 17                   |
| 21                                | 38,5                              | 17,5                 |

Átlag: 21,5°C

Az adatokból kiszámítható, hogy a kollektor átlagosan 21,5°C-kal melegítette fel a szobából beszívott levegőt. Tehát számításaimban a hőmérsékletkülönbséget ennek tekintem, amit továbbiakban  $\Delta T$ -vel jelölök. Az átáramoltatott levegő mennyiségét a ventilátor légszállításából számoltam ki. A gyártó szerint a ventilátor teljesítménye 200m<sup>3</sup>/óra. Számításaimban figyelembe vettem a sörösdobozok illesztésénél és egyéb helyeken keletkező levegővesztéseket, valamint azt a tényt, hogy a hengerek keresztmetszetében a levegő sebessége nem homogén. A szélén lassabban áramlik, így a kiáramló légmennyiséget 100m<sup>3</sup>/óra-nak tekintettem, ez a becslés mérőműszer hiánya miatt nagy hibával bír. Így ebből a becsült értékből a kiömlő levegő sebesség kiszámítható az alábbi módon:

$$v = \frac{1}{A} \frac{V}{t}$$

ahol,  $v$  a kiömlő levegő sebessége  $\frac{m}{s}$ -ban

$A$  a kiömlő cső keresztmetszetének területe  $m^2$ -ben

$\frac{V}{t}$  a ventilátor becsült légszállítása.

$$\text{Tehát } v = \frac{1}{0,0176m^2} 0,28 \frac{m^3}{sec} = 1,57 \frac{m}{s}$$

A kollektor teljesítményét az alábbi képlet segítségével határozhatjuk meg:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = c \frac{m}{\Delta t} \Delta T = c \frac{\Delta V}{\Delta t} \rho \Delta T$$

ahol,  $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$  az eltelt idő alatt megtermelt energia

$c$  a levegő fajhője  $\frac{J}{kg^{\circ}C}$  egységben

$m$  az eltelt idő alatt átfűjt levegő tömege  $kg$ -ban

$\Delta T$  a beszívott és a kifűjt levegő hőmérsékletkülönbsége

$\frac{\Delta V}{\Delta t}$  az eltelt idő alatt átfűjt levegő térfogata  $m^3$ -ben

$\rho$  a levegő sűrűsége  $\frac{kg}{m^3}$ -ben.

Az előző képletből:

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = Av$$

ahol,  $A$  a kiömlő cső keresztmetszetének területe  $m^2$ -ben

$v$  a kiáramló levegő sebessége  $\frac{m}{s}$ -ban.

A kollektor teljesítménye:

$$P = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = c \rho A v \Delta T$$

$$P = 1000 \frac{J}{kg^{\circ}C} 1,2 \frac{kg}{m^3} 0,0176 m^2 1,57 \frac{m}{s} 21,5^{\circ}C$$

$$P \approx 717W$$

Ebből le kell vonni a 22W-os ventilátor teljesítményt, amit befektetünk.

Így  $P=695W \cong 700W$  nettó teljesítményt kapunk.

A sörkollektor teljesítményének ismeretében becslést tehetünk arra, hogy mennyi tüzelőanyagot spórolhatunk meg, illetve mennyi szén-dioxid kibocsátást előzhetünk meg ezzel az alternatív fűtési módszerrel.

A [www.pannonpellet.hu](http://www.pannonpellet.hu) adatai alapján a tűzifa átlagos fűtőértéke 15MJ/kg. A kazánunk hatásfoka a gyártó szerint 78%. Tehát a kazán a fa fűtőértékéből kg-onként 11,7 MJ-t tud hasznosítani, hogy a benne lévő vizet felmelegítse, de ennek a víznek a csőrendszeren keresztül el kell jutnia a radiátorokig, miközben a víz hőt ad le.

A kollektor 11,7 MJ energiát a számolt teljesítménnyel  $t=E/P$  alapján  $t=11700000J/700W=$  kb. 17000 másodperc alatt termel, ami kb. 4,5 óra. Ezalatt a működés alatt kb. 1 kg fa takarítható meg. Az akácfa sűrűsége 0%-os nedvességtartalom esetén  $730 \text{ kg/m}^3$ . A légszáraz fa nedvességtartalma 15-20% körüli. Tehát a tűzifa sűrűsége kb.  $855 \text{ kg/m}^3$ .  $1 \text{ m}^3$  fa megtakarításához,  $855 \text{ kg}$  fa megtakarítása szükséges, ehhez  $855 \cdot 4,5$  óra működési idő kell, ami  $3850$  óra, ezalatt termeltük ki az  $1 \text{ m}^3$  fa árát, azaz  $17$  ezer Ft-ot. Napi átlagosan  $6$  óra működéssel számolva ez  $640$  nap. Egy évben nem kell minden nap fűteni, csak télen és az átmeneti időszakban, ezért egy évet  $200$  napnak becsülünk, így  $3,2$  év alatt termel ki a sörkollektor  $17$  ezer Ft-ot. A teljes bekerülési összeg kb. ennek kétszerese, azaz a megtérülési időt  $6-7$  év közöttire becsüljük.

A kollektor hatásfokának meghatározása a következő képlet alapján történik:

$$\eta = \frac{P}{S} = \frac{cv\rho A(T_m - T_0)}{IA_k}$$

Ahol:  $I$  a napsugárzás intenzitása  $W/m^2$ -ben,  $A_k$  a kollektor effektív felülete,  $c$  a levegő fajhője,  $v$  a kiáramló levegő sebessége,  $\rho$  a levegő sűrűsége,  $A$  a kiömlő cső keresztmetszetének felülete,  $(T_m - T_0)$  a hőmérsékletkülönbség.

A képlet azt mutatja, hogy a kollektor hasznos felületére érkező napsugárzás intenzitásából, mennyi energiát használt fel a beszívott levegő felmelegítésére.

A [www.naplopo.hu](http://www.naplopo.hu) adatai alapján az említett napon a napsugárzás intenzitásának értéke kb.  $800 W/m^2$  körüli érték volt.

A kollektorom hatásfoka:

$$\eta = \frac{P}{S} = \frac{700W}{800W/m^2 \cdot 2,2m^2} = 0,40$$

### ***3.6. A sörkollektor felhasználási lehetőségei***

A sörkollektort levegős napkollektor mivoltából fűtéskiegészítés céljára hasznosítják. Ezzel az a probléma, hogy nyáron, amikor nincs szükség a fűtésre, akkor ezek a kollektorok nem dolgoznak, pedig épp ebben az időszakban erősebb a napsugárzás intenzitása, amit ezzel a rendszerrel nem tudunk kihasználni. Megoldást jelenthet a nyári működésre, ha a megtermelt meleg levegő energiáját egy hőcserélő tartályban lévő víznek adnánk át, ez felveti a kérdést, hogy akkor egyszerűbb lenne készítenünk egy vizes napkollektort.

## 4. Összefoglalás

Dolgozatomban a mai világ energiaproblémáján keresztül kívántam bemutatni a megújuló energiaforrások felhasználásainak a lehetőségeit. Ezek közül is kiemelve egy nagyon egyszerű, házilag is megvalósítható rendszert. A fosszilis energiatartalékok folyamatos csökkenésének és a népességszám növekedésének már-már törvényszerű következménye, hogy a társadalmak energiaszükségletei nem lesznek fedezhetők hosszú távon a ma jellemző módszerekkel. A jelenlegi helyzet ugyanis az, hogy társadalmaink működését mozgásban tartó energiájának kb. 85%-át a kőolaj, a földgáz és a szén felhasználásával fedezzük. Ennek több súlyos következménye van és lesz a jövőben is, sokat ezek közül nem ismerünk, de ami biztos, hogy az oly sokat emlegetett és sokak által vitatott globális felmelegedés okai közé tartozik ez is, mivel a fosszilis energiaforrások elégetésével megnövelte az emberiség a légkör szén-dioxid tartalmát, ami a legfontosabb üvegházgázok egyike. Az energiakészletek kiürülése magával hozza azok árának növekedését is. Az említett okok miatt, egyre szélesebb körben terjednek el a szélenergiát, a vízenergiát, a napenergiát és a geotermikus energiát hasznosító berendezések. A munkám fő motivációja volt, hogy gyakorlatban kipróbáljam, hogy mennyire lehet elszakadni az energiaszolgáltatókon keresztül érzékelhető energiaválságtól. Ezért megépítettem egy saját sörkollektort, amit a családi házunk falára szereltünk fel, hogy fűtse az egyik szobánkat, ehhez szükségessé vált a fal átfűrése is. A mérési eredmények azt igazolják, ha süt a Nap, működik a kollektor. Tehát a működését kizárólag az időjárási viszonyok határozzák meg Sajnálatos módon, télen gyakoriak a borongós napok, amikor a napsugarak nem érik el kellő intenzitással a kollektort. Tavasszal és ősszel, amikor még vagy már fűtési időszak van, többet süt kellő mértékben a Nap, így ezekben az időszakokban működhet a kollektor.

## 5. Irodalomjegyzék

KIS Károly, Általános geofizikai alapismeretek, Egyetemi tankönyv, Eötvös Kiadó, 2007

KISS Ádám, Környezetfizika, Egyetemi munkafüzet, 2008, Eötvös Kiadó

[www.cansolair.com](http://www.cansolair.com)

[www.sorkollektor.hu](http://www.sorkollektor.hu)

[www.naplopo.hu](http://www.naplopo.hu)

[www.wikipedia.hu](http://www.wikipedia.hu)

[www.keenergia.hu](http://www.keenergia.hu)

[www.pannonpellet.hu](http://www.pannonpellet.hu)