

# **DIPLOMADOLGOZAT**

**Fodor Sebestyén**

**2025**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**  
**Campus**  
**Létesítménymérnöki**  
**mesterképzési szak**

**Szarvasmarha telepen alkalmazott fototermikus**  
**energiatermelés alkalmazhatósága**

**Belső konzulens:** Benécs József,  
egyetemi adjunktus

**Belső konzulens**  
**intézete/tanszéke:** Műszaki intézet;  
Épületgépészeti és Energetikai tanszék

**Külső konzulens:** Dr. Barczy András  
egyetemi adjunktus

**Készítette:** Fodor Sebestyén

# MŰSZAKI INTÉZET

Létesítmény mérnök MESTERSZAK

Épületgépész specializáció

## DIPLOMADOLGOZAT

feladatlap

Fodor Sebestyén (LCSUBI)

részére

**A diplomadolgozat címe:**

**Szarvasmarha telepen alkalmazott fototermikus energiatermelés alkalmazhatósága**

**Feladatkiírás:**

Vizsgálja meg szarvasmarha telepen felhasznált technológiai melegvíz szükségletet és vesse össze a normatív értékekkel.

Hasonlítsa össze a különböző hőmérsékletigényeket és feleltesse meg a higiéniai előírásoknak.

Tervezze meg az alkalmazott indirekt tárolót, hőcserélő típusát és teljesítményét, kollektorok számát és a szolárállomás rendszert

Elemesse és tegyen javaslatot fototermikus energiahasznosító rendszer létesítménybe illesztésére.

**Közreműködő tanszék:** Épületgépészeti és Energetikai Tanszék


**Külső konzulens:** Dr. Barczy András MATE egyetemi adjunktus

**Belső konzulens:** Benécs József, MATE, Műszaki Intézet

A dolgozat beadási határideje: 2025 év 04 hó 15 nap

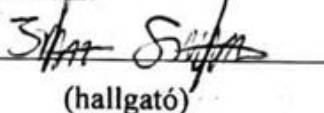
Kelt: Gödöllő, 2025 év 04 hó 15 nap

Jóváhagyom

  
\_\_\_\_\_  
(tanszékvezető)

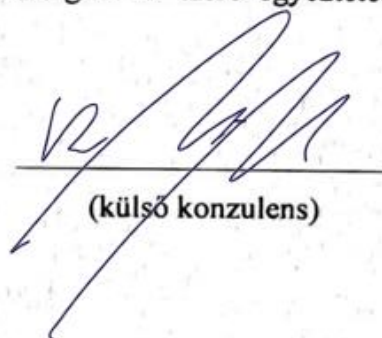
  
\_\_\_\_\_  
(szakfelelős)

Átvettem

  
\_\_\_\_\_  
(hallgató)

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Kelt: Gödöllő, 2025 év 04 hó 22 nap

  
\_\_\_\_\_  
(külső konzulens)

## Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	4
2.1 Szakirodalmi áttekintés	5
2.2 Fototermikus rendszer történelmi áttekintése	5
2.3 Napkollektoros rendszer alkotó elemei	6
2.4 Abszorber célja, működése, gyártása	8
2.5 Alkalmazott közvetítő közegek és fagyvédelmi technológiák összegzése	9
2.6 Kollektorokban alkalmazott szigetelések áttekintése	10
2.7 Fototermikus hőtermelő rendszerek várható jövője	11
2.8 Különböző kollektor típusok felépítése és ajánlott alkalmazási területei	15
2.9 Fototermikus rendszerben alkalmazott keringtető szivattyúk áttekintése	18
2.10 Fototermikus rendszerek által megtermelt energia tárolása	19
2.11 Napkollektoros rendszerek gyártásával járó CO <sub>2</sub> terhelés	21
2.12 Napkollektoros rendszer kivitelezési lépései	21
2.13 Szarvasmarha telepeken felhasznált melegvíz mennyisége normatív értékek alapján	24
2.15 Rendszer kivitelezési lépései	25
3. Alkalmazott módszerek és számolási célkitűzések a fototermikus energiatermelésben	26
3.1 Fototermikus rendszerek tervezéshez szükséges adatok összegzése	27
3.2 Maximális felhasznált melegvíz mennyiség meghatározása normatív értékek alapján egy napra vetítve	31
3.3 Technológiai melegvíz fogyasztás modelljének megalkotása és összehasonlítása a tényleges fogyasztással	33
3.4 A tényleges technológiai melegvíz igény és a normatív értékek összehasonlítása	34
4. Különböző hőmérsékleti igények összehasonlítása	36
4.1 Melegvíz hőmérséklete és az alkalmazott kémiai szerek közötti összefüggés	39
4.2 Kémiai vegyszer szükségletek meghatározása	40
4.3 Felhasznált vegyszer mennyiségek különböző időintervallumokban	43
4.4 Kémiai vegyszerekhez szükséges víz hőmérsékletek	44
5. A fototermikus rendszer elemei	46
5.1 Alkalmazott fototermikus technológia kiválasztása	46
5.2 Tároló méretének meghatározása és kiválasztása	49

5.3 Keringető szivattyú meghatározása és kiválasztása	51
5.4 Napkollektor mennyiség meghatározása	56
5.5 Napkollektor vezérlő kiválasztása	63
5.6 Tágulási tartály méretezés	64
6. Eredmények és értékelésük napkollektoros rendszer létesítménybe illesztése	65
6.1 Megtakarított energia mennyiség	70
6.2 Gazdasági számítások	71
6.3 Széndioxid egyenérték terhelés telepítés előtt és után	73
6.4 Föld bolygó szinten megtakarítható energiamennyiség	76
7. Összefoglalás	77
8. Irodalomjegyzék	78
Mellékletek	82
Hallgatói nyilatkozat	150
Belső konzulens nyilatkozat	151

# 1.Bevezetés

Minden szempontból nő a világon az átlag életszínvonal globálisan. Ehhez rengeteg természeti erőforrásra van szükség, melyet átalakítunk annak érdekében, hogy kényelmesebb életet élhessünk itt a Földön, legyen az egy fogkefe vagy üzemanyag az autókba. Az átalakítás folyamat egyik alapvető forrása az ember által előállított és már feldolgozott energiahordozók, gondolhatunk itt a földgázra vagy a villamosenergiára. 2022-ben a világ primerenergia felhasználása elérte a 607 EJ (exajoule) energiamennyiséget, ez 2023-ra már 620 EJ volt (Kiss Ernő, 2024). Egy év leforgása alatt 2% os többlet felhasználás alakult ki. Ez alapján megállapítható, hogy az energiafelhasználás növekszik, amihez még több természeti erőforrásra van szükség és ezáltal minden évben egyre több és több energiát használ fel az emberiség, azért, hogy növekedjen az életszínvonal (2024, MNNSZ).

Napjaink legnagyobb problémája az ipari társadalom környezetterhelése és energiaéhsége. A legtöbb környezeti problémát a fosszilis energia átalakításából származó környezeti melléktermékek okozzák. A közeljövőben, olyan technológiák népszerűsítése és alkalmazása elengedhetetlen, melyek üzemszerű működésük során nem terhelik vagy legalább csak kis mértékben terhelik környezetünket. Az élhetőbb jövőért elengedhetetlen a fototermikus energia hasznosítási ismereteink tágítása és ipari léptékű felskálázása. Különböző energiahordozók más és más környezeti terheléseket és károkat okoznak életterünkben. Vannak a hagyományos energiahordozók: földgáz, olaj és szén. Ezek mindegyike elégetése során lokális környezet terhelést okoz, mely kihat a globális életterünkre. Itt a 21. század elején már eljutottunk arra a technológiai szintre, hogy az összes hagyományos energiahordozót kiváltsuk megújulóenergiára. A technológia adott, meg van rá az emberiség lehetősége. Ami akadályt képez a megújuló energia elterjedésében, az a gazdaságosság, a megtérülés, a versenyképessége és a bekerülési költsége a hagyományos energiahordozókhoz képest. Amivel versenyre tudnak kelni a megújulóenergia-források, azok az externális költségek bevezetése. Konkrét értéket kell adni a környezetterhelésnek és beleszámolni a megtérülésbe. Diplomamunkám célja egy ilyen konkrét példát dolgoz fel, ahol földgázfelhasználás csökkentése a cél megújuló energia hasznosításával.

## 2. Szakirodalmi áttekintés

Összegyűjtöm azt az információs halmazt, mely hasznos a napkollektoros rendszerek megértéséhez, alkalmazásához és felskálázásához lakosságtól egészen ipari szintig. Kitérek a különböző típusú szoláris kollektorokra és kutatásokkal támasztom alá, melyik típust milyen területen érdemes alkalmazni. Vizsgálom a jelenlegi kutatás fejlesztéseket, illetve felvázolom a várható közeljövőt a napkollektoros energiatermelés területén, például, hogy a szolár kollektorokkal energiát is lehet termelni egy termodinamikus körfolyamat segítségével (Pal RK, Kumar R. 2021). Magyarország vállalja és teljesíti a részét a megújuló energiák alkalmazásában, sőt túl is teljesítette, igaz főképp fotovoltaikus erőművekkel (Barótfi I., 2004).

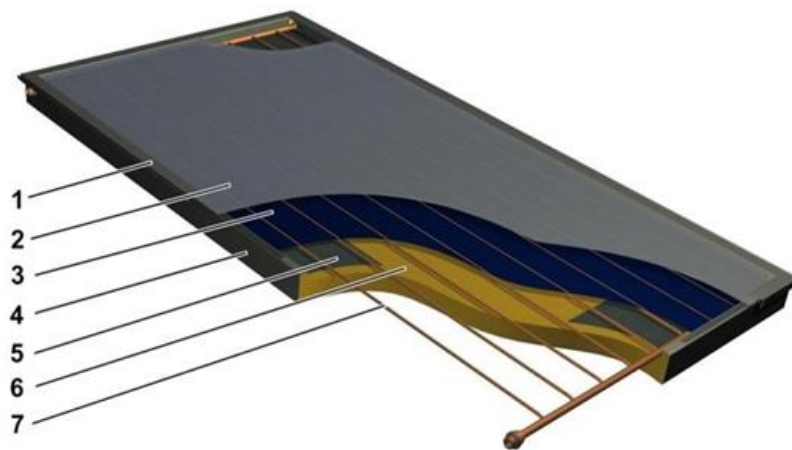
### 2.2 Fototermikus rendszer történelmi áttekintése

A fototermikus technológia lényege a Nap által nyújtott teljesítmény befogása minél magasabb arányban. Ezt egy szuper fekete testtel vagyunk képesek elérni. 1850-es években jelent meg az első korabeli napkollektornak nevezhető rendszer. Ez lényegében egy feketére festett tároló volt, amit egy ablaküveg mögé helyeztek el. Miami volt ezene rendszerek őshazája. Itt indultak el az első fejlesztések. Ebben az időben több mint 60 000 rendszert telepítettek Amerika déli államaiban (Bósz, 2011). 1891-ben jegyezték be mint első napkollektor szabadalom. Fejlődött az iparág, rengeteg embernek adott munkát, majd rá 100 évvel, megjelentek a még olcsóbb fosszilis energiahordozók, mely véget vetettek az ilyen típusú rendszereknek, teljes mértékben megszűnt ez a piac a világon. Egészen a 2000-es évek legelejéig, amikor is olyan szintet értek el a fosszilis energiahordozók árai, mely újra veresen pozícióba hozta a napkollektoros rendszereket. Ekkor már az anyagtechnológiai fejlődésnek köszönhetően szétválasztásra kerültek az energiagyűjtő felületek a tároló felületektől. A tárolók hőszigetelést kaptak, így hatékonyabbá vált a tárolás. A fagyvédelmet a hőhordozó közegben már a fagyállófolyadékot biztosították, ezzel gondozásmentessé téve a rendszert. Megjelentek a villamosiparnak köszönhetően a relé alapú szolárvezérlők. Ezek már biztosították, hogy csak akkor legyen energia betárolás, amikor a kollektor melegebb, mint a tároló, így nem történt éjszaka felesleges kitárolás.

További fejlesztések jelentek meg a 2000-es évek elején, ez első sorban az anyagtechnológia fejlődésének köszönhető. Megjelentek a piacon olyan kollektor típusok, amelyekben vákuum képez szigetelést a környezet és a hőgyűjtő felület között. A hőcsöves technológia alapja az úgynevezett CPC tükrökkel fókuszált hőtermelés központosan (Bósz,2011). A hőcső központjában egy rézcső helyezkedik el, melyben hőközvetítő közeg van és hő felvétel hatására a közeg elpárolog felszökik a cső felső részébe, ahol átadja az áramló közegnek jellemzően víz-glikol oldatnak a megtermelt hőt, majd itt fázist vált és folyadék halmazállapotban újra képes hőt felvenni a környezetétől. Magas hatékonysággal rendelkezik átmeneti időszakban is köszönhetően a szigetelés technológiájának. Sajnos üzemeltetés szempontjából nem egy jó konstrukció. Napjainkig nem sikerült megoldani az időállóságát ezeknek a vákuumcsöves kollektoroknak. A legfőbb problémát a csövek illeszkedése adja, ahol találkozik az üvegcső a fém felülettel. Igen magas hőmérsékleti viszonyok alakulnak ki egy ilyen kollektorban, elérheti akár a 220 °C hőmérsékletet is (Somogyi, 2010). Annak ellenére, hogy hatékonyabb egy vákuumcsöves kollektor az üzemeltetési nehézségek miatt én síkkollektoros megoldást választok munkámhoz

## 2.3 Napkollektoros rendszer alkotóelemei

A rendszer célja, a minket körülvevő napenergia hasznosítása termikus úton, ez a folyamat magában a napkollektorban megy végbe. Jelenleg a kollektorok a fény látható és infravörös hullámhossztartományát tudják hasznosítani melegvíz előállítására, fűtés rásegítésre és medencék fűtésére (Somogyi, 2010). Jelenleg is folynak fejlesztések, hogy ez a tartományt ki lehessen bővíteni, ezzel tovább növelve a napkollektor rendszer hatásfokát. A legelterjedtebb típus a síkkollektor, az elmúlt évtizedekben volt ideje bizonyítani a technológiának. A 30-40 éve telepített rendszerek mai napig üzemképesek és hőt termelnek. A legújabb fejlesztés a vákuumos szelektív síkkollektorok (Somogyi, 2010). Ezen kollektorok még jobban szenvednek a vákuum elvesztése miatt az üzemeltetés során. Már gyártói leírásban is megtalálható, hogy 2-3 évente szükséges karbantartás során a vákuumozás elvégzése. Az 1. ábrán egy felhasított napkollektort mutatok be, melyen láthatóak a síkkollektor főelemei.



1. ábra Napkollektor felépítése (István, 2025)

- 1- alumínium keret
- 2- nagy tisztaságú üvegborítás
- 3- elnyelőlemez
- 4- kollektor ház
- 5- üvegszálötvetet
- 6- kőzetgyapot szigetelés
- 7- osztógyűjtőcső (István, 2015)

A síkkollektorok felépítésüket tekintve egyszerűnek mondhatóak. Rendelkezik egy kerettel, ami összefogja a kollektor alkotóelemeit. Ez a doboz biztosítja a külvilággal szembeni ellenállást, jellemzően alumíniumból készül, de létezik horganyzott acéllemez kivitelű is. Ebben a dobozba gyártás szempontjából először a kőzetgyapot szigetelés kerül elhelyezésre, majd erre kerül rá a csővezeték rendszer, mely lehet harmonika vagy osztó-gyűjtő kialakítású is. A kőzetgyapot mellett megjelenik a modern kollektorokban a zártcellás poliuretán habszigetelés is (PUF) Varga Pál (2007): A zártcellák a vízzárás miatt szükségesek, így egy esetleges kollektor „bepárasodás” jelensége mellett sem veszíti el hőszigetelő képességét a napkollektorok hőszigetelése. (Alghoul, 2005). A csővezetékekre kerül rá a napkollektoros rendszer legfontosabb elem az abszorber, mely egy feketére festett fémlemez.

## 2.4 Abszorber célja, működése, gyártása

Ez az elem hivatott elnyelni a napsugárzást minél nagyobb arányba és ennek következtében fejlődik hő a kollektor belsejében. Az abszorbert laza ruganyos állapotban helyezik el, hiszen a cél a minél nagyobb elnyelés, egy feszes csillanó felület csökkentené az elnyelő képességet. Az abszorber gyakorlatban egy fekete lemez. Az abszorber anyaga a minőségibb kollektorok esetében réz anyagból készül mai napig, vannak próbálkozások az alumínium anyag felé is, de ennek alacsonyabb a hővezetési képessége, így ez az anyag csak az alsóbb kategóriás kollektorok esetén jelenik meg. Ennek feladata a napsugárzás elnyelése és hővé alakítása, valamint a keletkezett hő átadása (Alghoul, 2005).

A napsugárzást minden fekete színű és matt felületű anyag jó hatásfokkal elnyeli, azonban, ha környezeti hőmérséklet fölé melegednek, maguk is sugárzóvá válnak, ami veszteséget jelent. A hőszugárzás hullámhossza a sugárzó test hőmérsékletétől függ. A napsugárzás a magas hőmérsékletű Naphoz származik, ezért ez rövid hullámhosszú sugárzás, míg a Naphoz képest alacsony hőmérsékletű abszorber lemez hosszú hullámhosszú sugárzást bocsájt ki. Ezért az abszorber lemezt úgynevezett szelektív bevonattal látják el, mely a rövid hullámhosszú napsugárzást elnyeli, a hosszú hullámhosszú sugárzást azonban nem engedik át, így a szelektív bevonatú abszorbereknek minimális a sugárzási veszteségük (Alghoul, 2005).

Szelektív bevonatként általában feketekróm-, nikkel- vagy titániumoxid rétegeket alkalmaznak. A szelektív bevonat általában 1-2 $\mu$ m vastagságú, fekete porózus réteg, tölcészerű járatokkal. Ezután kerül rá az üvegfedés a kollektorra. Itt magasminőségű szigetelést kell alkalmazni az illesztésnél, hiszen a magas hőmérsékletű kollektor belső részén rengeteg mennyiségű vizet tud oldani légtartamába a környezetéhez képest a magas belső levegő hőmérséklete miatt. (Kovács J., Szabó L., Tóth G., 2020) A lehűlt kollektor belső üveg részén történő vízkicsapódás hatásfok romláshoz vezet, hiszen a beérkező napsugárzás egy része megtörik a pára-kondenzátum vízcseppjein, egy másik rész meg már a párosodás helyszínén visszaverődik az égbolt felé. A pára-kicsapódás megelőzése érdekében alumínium lézerhegesztést alkalmaznak, ezzel hermetikusan lezárva a külvilágtól a kollektor belső légtér-fogatát. A legújabb síkkollektoroknál ezt a részt vákuum alá helyezik, ezzel tovább növelve a kollektor hatásfokát. A vákuum síkkollektorok esetében sem tartható meg gyárilag örökké. Jellemzően a csatlakozó vezetékek környékén szivárog be a levegő a kollektor belső légtér-fogatába, hiszen itt réz illeszkedik az alumínium házhoz, így a hegesztés technológiája

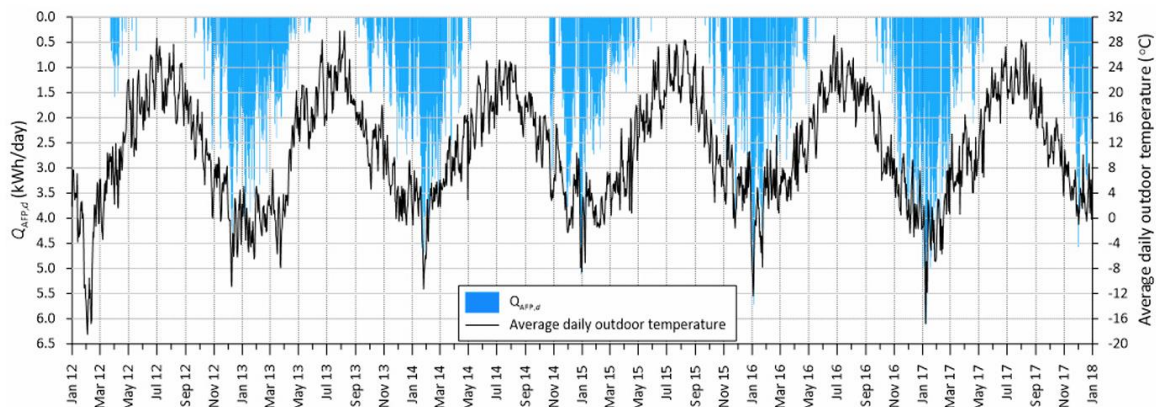
nem engedhető meg, marad a gumi EPDM tömítés alkalmazása (Nagy Z., Farkas P., Kiss J., 2019).

Nagyon magas hőmérséklet különbségek alakulhatnak ki egy napkollektoros rendszerben egy év során. A téli éjszakákon uralkodó  $-15\text{ °C}$  egészen a nyári stagnálásig, amikor már nem tud több energiát eltárolni a tároló, ezért egészen  $+180\text{ °C}$ -ig felmegy a hőmérséklet. Ennek következtében megjelenik a hőhordozó közeg tágulása, melyet fel kell venni a rendszerben. A teljesen zárt kollektor kör érdekében membrános tágulási tartály alkalmazása javasolt. A fűtési és melegvíz rendszerekhez képest mért extrém körülmények miatt magasabb technológiai színvonalú tágulási tartályra van szükség. A stagnálásból eredő hőhordó közeg fázis váltása miatt itt nagyobb tágulási tartályokra van szükség, mint hagyományos fűtési rendszerek esetében (Kovács, 2020). Magasabb nyomást alkalmazunk annak érdekében, hogy növeljük a közeg forrás pontját, ezzel kitolva a stagnálás kezdeti hőmérsékletét, ezzel elkerülve és csökkentve a gőzképződések számát.

## 2.5 Alkalmazott közvetítő közegek és fagyvédelmi technológiák összegzése

Az általam vizsgált éghajlaton előfordul téliesetben akár a  $-20\text{ °C}$ , igaz várhatóan 1-2 órát fordul elő egy évben, de ez az időmennyiség pont elég ahhoz, hogy visszafordíthatatlan károkat okozzon egy napkollektoros rendszerben.

Az automata rátöltő kizáró ok, hiszen fagyálló folyadékkal töltöm fel a rendszereket a téli fagyvédelem érdekében, továbbá biztosítani kéne minden első fagy előtt a rendszer leürítését, majd, amikor már vége az utolsó fagynak újra beüzemelni a rendszert. Ez karbantartás igényes és magas odafigyelést igényel, továbbá ezzel a megoldással elveszítenénk az átmeneti időszak potenciális hőtermelését. Egy automata töltő rontaná a közegem fagyáspontját a hozzákeverésen keresztül és fagykárokhöz vezethet. Az egyik legkézenfekvőbb fagyvédelmi módszer a fagypontra elkerülése. A fagyvédelmi fűtővezetékes megoldását viszont elvettem a téli energia felhasználását tekintve. Az 2. ábra kiválóan feldolgozza ezt a témát. Kékkel jelölve a fűtővezeték napi fogyasztását, feketével jelölve a napi átlagos külső hőmérsékletet.



2. ábra Fagymentesítő fűtőszál fogyasztása 6 éves intervallumban (helyszín: Krakkó) (Pater, 2020)

Ez a fogyasztás egy 13 nm<sup>2</sup> vákuumcsöves kollektor rendszerhez tartozik. Sebastian Peter elmondása szerint 50 kWh energiát fogyasztott az elektromos fagyvédelmi rendszer a leghidegebb hónapban, januárban. Figyelembe vesszük, hogy az általam vizsgált rendszer 8x ekkora, akkor az esetemben ez meghaladja a januári hónapban a 400 kWh. Fontos kiemelni, hogy a megvizsgált rendszer Krakkóban van, az általam vizsgált meg Budapest agglomerációja. Ez az energia mennyiség 1 db kollektor féléves teljesítménye. Az én esetemben egy 96 nm<sup>2</sup> összesített felületű kollektor rendszerről beszélhetünk (2020, Pater).

A megtermelt hőt át kell adni annak a közegnek, ahol felhasználásra kerül. Ez lehet technológiai melegvíz, fűtési víz vagy egyéb olyan közeg mely 40 és 80 °C csapolási hőmérsékletre kerülnek felhasználásra (Varga M., Horváth K., Papp R.,2018). Fagyvédelem, korrózióvédelem és rendszer védelem szempontjából szükséges leválasztani külön körön jka napkollektoros rendszert. Ezt egy leválasztó hőcserélővel tudom megtenni. A cél a hőcserélő kiválasztása során, hogy minimálisra csökkentsük a hőmérséklet különbségeket a primer és szekunder oldal között, gazdaságos körülmények között.

A hőcserélők alapegyenlete:

$$Q = k * A * \Delta T \quad (1)$$

$$Q = \text{a hőcserélő átadott teljesítménye [W]} \quad (2)$$

$$k = \text{hőátbocsátási tényező [W/m}^2\text{K]} \quad (3)$$

$$\Delta T = \text{közepes hőmérsékletkülönbség a fűtő és a fűtött közeg között [K]} \quad (4)$$

A hőcserélő típusok közül egyértelműen a jelenleg elérhető legmodernebb lemezes hőcserélő kiválasztását választom. Ezek a hőcserélők már  $6000 \text{ m}^2/\text{m}^3$  hőcserélési felülettel rendelkeznek egy köbméterre vetítve (2017, Zohuri).

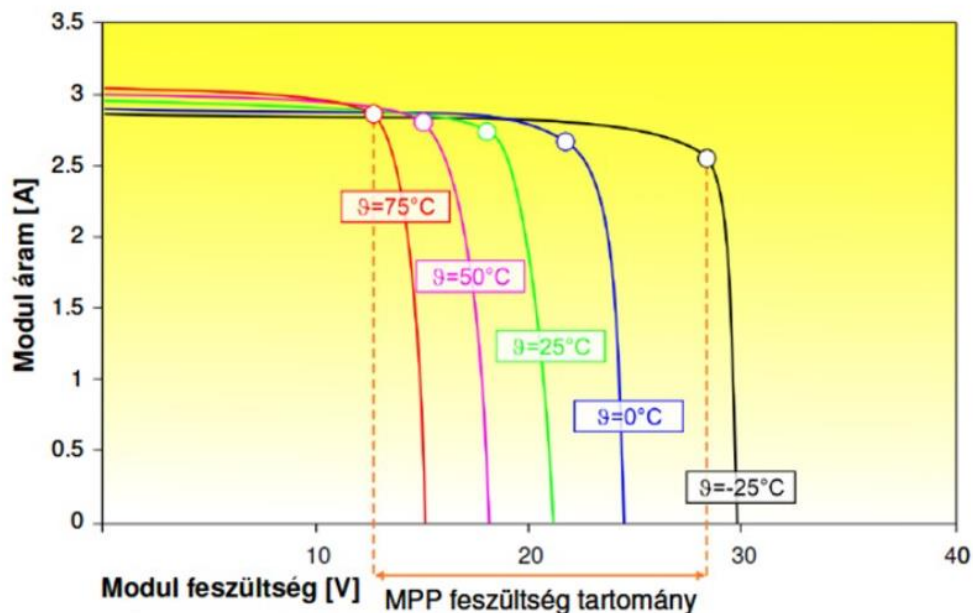
## 2.6 Kollektoros rendszerekben alkalmazott szigetelések áttekintése

A csőszigeteléshez érdemes zártcellás szigetelést alkalmazni. A zártcelláknak köszönhetően jó ellenálló képességgel rendelkezik a nedvességgel szemben. (Alghoul 2005) Az aerogél szigetelés az egyetlen a vizsgált három szigetelés közül, ami egyáltalán nem vesz fel nedvességet az élettartama során. Nedvesség felvétele drasztikusan növeli hővezetési tényezőjét a szigetelésnek. Az üveggyapot és kőzetgyapot magas nedvszívó képességgel rendelkezik az aerogélhez képest. Ez alapján csak a zárt cellás szigetelés alkalmazása javasolt kültéren. Mivel a kollektoros rendszerben megjelennek magas hőmérsékletek is stagnálás üzemállapotban, ezért kiemelten kell figyelni az alkalmazott szigetelőanyagok hőállóságára (Kovács, 2020).

Kollektorok belső szigetelése többféle alapanyagból készülhet. Hagyományosan kőzetgyapot, üveggyapot vagy kaucsuk epdm szigetelés. Az utóbbi a legdrágább és nem alkalmazzák, csak felsőkategóriás kollektorok esetében. Emellett lehet alkalmazni növényi alapú szigeteléseket is, melyek sokkal alacsonyabb karbonlábnnyommal rendelkeznek. Fagyapot, természetes állapotában megtalálható, nem igényel nagy energia befektetést az előállítására, napjainkban is alkalmazzák tetők, falak és aljzat szigetelésre, igaz külön gondoskodni kell a víz-zárásról. A másik hasonló termék a kender, melyből tömörített kockákat állítanak elő és alkalmazható szigetelésre. Alkalmazható szalma szigetelés is bár sajnos ez tűzveszélyes, így elvetem az alkalmazását. Továbbá alkalmazható a gyapjú, cellulóz és a len (Sebestyén, 2023). A csőszigetelések vastagságát tekintve a 2 centiméteres kaucsuk EPDM szigetelés vastagság tűnik gazdaságosnak tekintve az uralkodó külső hőmérsékletet és viszonyokat, gondolok itt az UV sugárzásra és egyéb külső behatásokra (Rosa, 2023).

## 2.7 Fototermikus hőtermelő rendszerek várható jövője

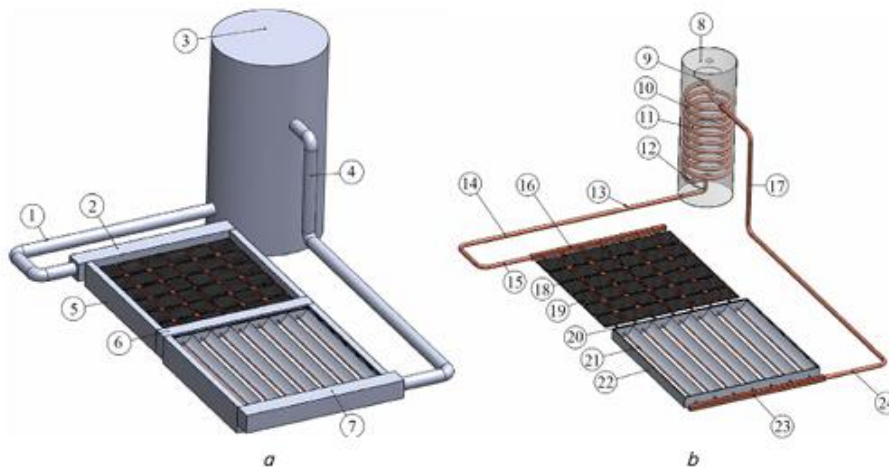
Rengeteg kutatás/fejlesztés folyik a kombinált hőtermelés és elektromos energia termelő panelek terén. Ezeket a szakma PV/T néven nevezi. A „PV” rész adja a „photovoltaic” azaz fotovoltaiikus nevet, ami a villamosenergia termelésért felel, míg a „T” adja a „thermic” termikus részt, ami jellemzően a folyadék melegítés részért felel. A kettő kombinációja mindkét részre pozitívan hat. (Faddouli A., 2019) publikációjában rámutat arra, hogy plusz hatékonyság érhető el a PV és T kollektorok kombinálásával. Amikor felforrósodik egy hibrid kollektor napenergiának köszönhetően, akkor a termikus rész biztosítja a termelődő hő elszállítását, míg a napelem rész biztosítja a villamos energiatermelést. A következő ábrán figyeljük meg a fotovoltaiikus panelek maximális munkapontját a hőmérséklet függvényében:



3. ábra Külsőhőmérséklet és a maximális munkapont (MPP) összefüggése (István, 2010)

Egyértelmű, hogy minél alacsonyabb hőmérséklettel rendelkezik a hibrid kollektor felülete, annál több egységnyi energianyerhető a PV/T panelből. Nyári esetben a napelem panelek, könnyen elérhetik a nagyon magas hőmérsékleti tartományt, az ábra szerint 75 °C hőmérsékletet is (Moravej M et al, 2020). A hibrid rendszernek köszönhetően közeget áramoltatunk át a kollektoron, ezzel csökkentve a kollektor átlag hőmérsékletét, amivel növeljük a villamosenergia-termelésünket. A megtermelt hőt tudjuk hasznosítani a komfort terekben átmeneti időszakban elsősorban. Ennek teljesítménye külső hőmérséklettől és napsugárzástól függően 100-500 W/nm<sup>2</sup> teljesítmény között mozog (Ong, K. S., 1995): A melegvíz előállítás szempontjából azért előnyös a hibrid kollektor, mivel a napenergia egy

részből villamosenergiát állítanak elő, így csökken a napenergia teljesítménye és elkerülhető a kollektoros rendszerekben kialakuló stagnálás, ami a kollektor túlmelegedéséhez vezet. (Gen Huang, Christos N. Marikdes, Kai Wang, 2021). A hibrid kollektoroknak rengeteg különböző típusa jelentkezik. Van olyan kivitel, amiben a hőhordozó közeg a külső levegő, melyet egy központi ventilátorral mozgatnak át a kollektorokon, ebben az esetben nem hasznosul a megtermelt termikus hő, viszont növeljük a villamosenergia termelést. A termikus hatékonyságot különböző hőátadó bordák megnövelésével tudjuk elérni, a szakirodalom (CHT) Convective Heat Transfer-nek nevezi. Ezek a bordák kerülhetnek a folyadék és a légoldara egyaránt. A nyomásesést megnövelik 18-70% is, attól függően milyen mennyiségű extra hőátadó bordákat alkalmazunk (Kumar A, Prasad B, 2000). Rendszerint gyűrű alakúak és megnövelik a hőátadó felületet, ezzel 25%-os hatékonyság növelést is elérni lehet (K. Balaji, 2019).



4. ábra Hibrid PV/T napenergia hasznosító rendszer sematikus rajza

Hibrid kollektorok másik verziója egy bypass ág beépítése a légtechnikába a külső és belső levegő között, ezt a by-pass ágot aktiváljuk az adott ingatlanban, hogy az ingatlan belső levegője keringtetődik át a kollektorokon átmeneti időszakban, ezzel fűtési energiát lehet megspórolni. A hagyományosnak nevezhető hibrid kollektorban a termikus hőszállításért víz és glikol keverék biztosítja a hőszállítást, mely sokrétűen lehet alkalmazni egy ingatlanban, többek között melegvíztermelésre és fűtésre. Sok ilyen termék létezik és kapható a piacon, de a plusz, amit ad a műszaki tartalom semmilyen módon nem képes megtérülni a gyakorlatban. Rengeteg plusz alapanyag beépítése szükséges +10-15% többlet hozamért. Elsősorban olyan projektek esetében érdemes vizsgálni ezt a lehetőséget, ahol energiaintegritív-termelés folyik és hasznosítható a termelésben az előállított villamosenergia és hő.

A rendszer számítógépes modelljének ábrája az előzetes tervezettel a napelem hibrid fotovoltaiikus kollektor edzett üveglap védelme nélkül, réz-spirál hőcserélővel a hőtárolóban: 1, 4 – csövek szigetelése és a fotovoltaiikus kollektor be- és kimeneti csatlakozásai; 2, 7 – a hőátadó folyadék osztógyűjtőjének szigetelése a fotovoltaiikus panel bemeneti oldalán és a kollektor kimeneti oldalán; 3 – hőtároló szigetelése; 5 – a fotovoltaiikus panel szigetelése; 6 – hőleválasztó szigetelése; 8 – hőtároló; 9, 11, 12 – hőmérséklet-érzékelők a hőközlő folyadék számára a hőtárolóban és a hőellátó rendszer áramkörében; 10 – réz cső; 13 – keringető szivattyú; 14, 17 – csővezetékek a fotovoltaiikus hőgyűjtő be- és kimeneti csatlakozásainál; 15, 24 – hőmérséklet-érzékelők a hőátadó folyadék számára a csövekben a fotovoltaiikus hőgyűjtő be- és kimeneti csatlakozásai; 16, 23 – gyűjtő a hőközlő folyadék számára a fotovoltaiikus panel bemeneti oldalán és a kollektor kimeneti oldalán; 18 – réz lemez; 19 – napelem fotocellák; 20 – hőelválasztó; 21 – réz cső a koncentrátornál; 22 – a hőgyűjtő szigetelése (Stepan, 2014).

Egy adott napkollektor esetén, amely lamináris áramlási tartományban működik, a huzalspirál betét geometriai paramétereinek megfelelő megválasztása átmeneti vagy turbulens áramlást idézhet elő alacsony Reynolds-számok mellett (García A et al, 2018). Ez növeli a hőátadási arányt, csökkenti az abszorber hőmérsékletét, és növeli a kollektor termikus hatásfokát azáltal, hogy csökkenti a hővesztéseket a környező levegő felé (Huertas A, 2016)

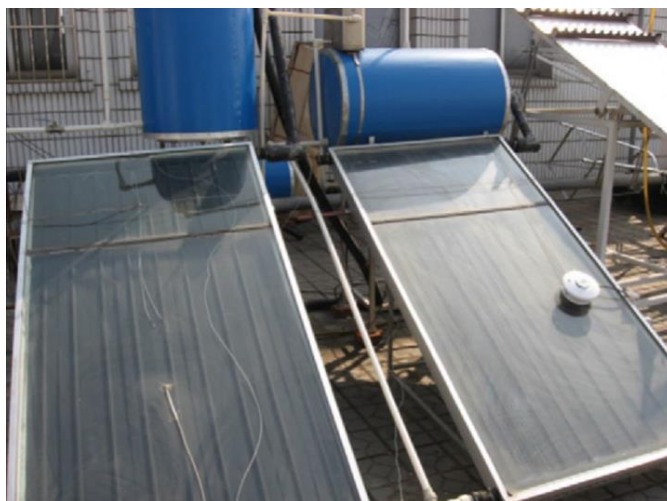
Nanofolyadékok alkalmazása a másik nagy fejlődési irány a hőhordozó közeges napkollektorok területén. A nanorészecskék alkalmazásának fő feladata növelni a hőhordozóközeg termikus tulajdonságait. (Natarajan, E.; Sathish, R., 2009). A fémek fajhője lényegesen magasabb a víznél, ez igaz a hővezető-képességre is. A szuszpendált fémet tartalmazó folyadékok várhatóan jelentősen jobb hővezetők, mint a tiszta folyadékok. 4,3 m/m% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és TiO<sub>2</sub> nanorészecskéket diszpergált folyadékban, és kimutatta a hővezetési tényező 32 %-os emelkedését. (István, 2015). Ha különböző fénoxidokat adunk hozzá a közeghez azzal növeljük a közeg hőátadását és hővezetőképességét, mely összesített hatékonyság növekedéshez vezet. Az elmúlt években számos kutatás folytatódott, ami ezt a lehetőséget vizsgálta és számszerű eredményeket közöltek eredményként (Izadi M, Assad MEH 2021). Egy példa ilyen kutatási eredményre: 0,2% tömegszázalékú nanofolyadék alkalmazása 28,3 % hatékonyság növekedést eredményezett hőátadás szempontjából az alap hagyományosnak nevezhető vízhez képest. (Mohammad, 2023) Alkalmazott nanorészecskék a kutatásokban, amik teljesítmény növekedéshez vezetnek: Cu, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CuO, TiO<sub>2</sub>, MgO, WO<sub>3</sub>, ZnO, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, CeO<sub>2</sub>. Ezeket csak kis tömegszázalékban alkalmazzák a közegekben, mivel beszerzésük drága és alkalmazásuk nehézkes, főleg a ferromágneses anyagok esetében, amik megtapadhatnak a szivattyú tengelyén, így mindenképpen javasolt paramágneses anyagot

választani adalékként (Yousefi, T.; Veysi, F.; Shojaeizadeh, E.; Zinadini., S., 2012). (Eltaweel M, Abdel-Rehim AA, 2019) 34,13% hatékonyság növekedést ért el összességében és rámutatott arra is, hogy ezen hatékonyság növekedéssel köszönhetően az MWCNT nanorészecskéknek 34%-al lehet csökkenteni a kollektorok méretét.

Egy síkkollektort el lehet látni egyéb fejlesztésekkel is. Ilyen fejlesztés lehet: csavart szalag, örvény generátor, hőközlő bordák. Mindegyik célja megnövelni a hőátadást a közegek között. A cső belsejében elhelyezett csavart szalag hozzájárul a nagyobb Nusselt-számhoz, amiből következik, hogy jobb lesz a hőátadás a közegek között, köszönhetően a turbulens áramlásnak. Az örvény generátor ugyanezt a feladatot látja el csak segédenergia segítségével. A hőközlőbordák növelik a hőátadó felületet, ami nagyobb hőátadáshoz vezet ezáltal hatékonyabb rendszert eredményezve.

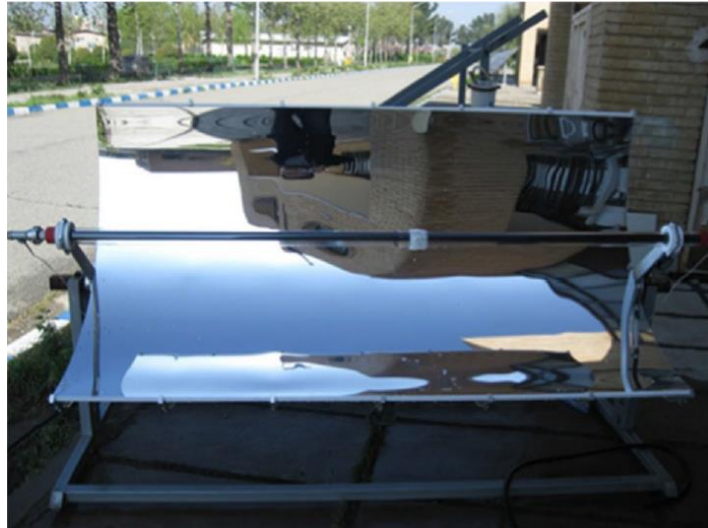
## 2.8 Különböző kollektor típusok felépítése és ajánlott alkalmazási területei

Minden kollektor típus három fő kategóriába sorolható a kollektorok által előállított maximális hőmérséklet alapján. Ez a kategorizálás tartalmazza az alacsony hőmérsékletű kollektorokat (előállított hőmérséklet kevesebb mint 100 °C), közepes hőmérsékletű kollektorok (100 °C – 300 °C) és magas hőmérsékletű kollektorok (nagyobb mint 300 °C) (2023, Zabuoli). A magas hőmérsékletű kollektorokat energiatermelésre alkalmazzák, jellemzően sivatagi éghajlaton alkalmazzák őket, ahol óriási tükör telepekkel fókuszálják a hőmérsékletet egy adott pontba, a közepes hőmérsékletű kollektorokat az élelmiszeriparban, kórházakban és nagyobb irodákban alkalmazzák, míg az alacsony hőmérsékletű kollektorokat melegvíz előállítására alkalmazzák.



5. ábra Síkkollektorok (2023, Zabuoli)

A sík táblás napkollektorok az egyik legelterjedtebb és legszélesebb körben használt napkollektor típus. Főként alacsony hőmérsékletű fűtési alkalmazásokban és a használati melegvíz termelésben használják őket egyszerű kialakításának köszönhetően (egy lapos, téglalap alakú doboz-szerű szerkezet üvegből vagy műanyagból készült átlátszó fedéllel, amely lehetővé teszi a napfény áthatolását. A kollektor belsejében egy fém abszorber lemez található, amelyet fekete színűre festettek, hogy maximálisan kihasználja a napenergia elnyelésére való képességét), könnyű telepíthetőségük és alacsony költséggel rendelkeznek más típusokhoz képest. A fent említett okok miatt a 2011 és 2021 közötti időszakban a sík táblás napkollektorok használata 15%-os növekedést mutatott, és 35%-át tette ki az összes alkalmazott napkollektornak ezen időszak alatt. Ennek a kollektor típusnak a fontossága akkor válik egyértelművé, amikor azt látjuk, hogy Európában ez az arány közel 72%-ra nőtt (2023, Zabuoli). A parabolikus napkollektor, más néven parabolikus vályú kollektor, egy olyan napenergia-hasznosító technológia, amelyet a napenergia különböző alkalmazásokhoz való hasznosítására használnak. A parabolikus kollektor az egyik legszélesebb körben alkalmazott kollektor típus; az installált kollektor területek összterülete 670 000 m<sup>2</sup> (2023, Zabuoli). A reflektor parabolikus alakja lehetővé teszi a beérkező napfény koncentrációját egy befogócsőre, amely a vályú fókusz vonalában helyezkedik el.

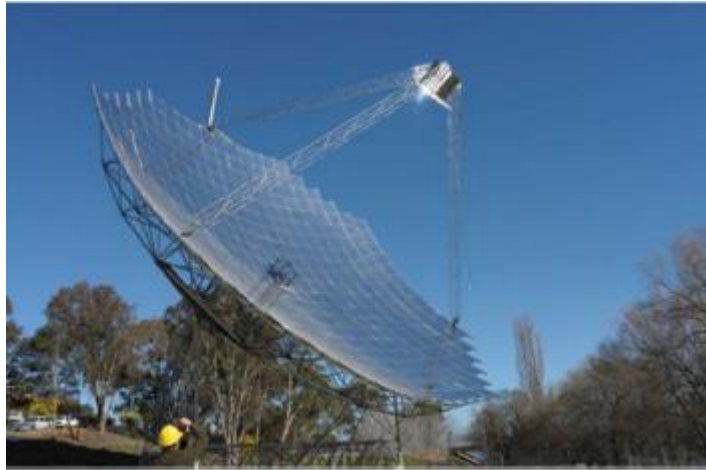


6. ábra Vályú kollektor (2023, Zabuoli)

Ahogy a napfény visszaverődik a parabolikus felületről, az a befogócső felé irányul, maximalizálva ezzel a napenergia elnyelését. A szintetikus olajat használták hőátadó folyadékként az első parabolikus kollektorral működő naperőművekben. A lineáris parabolikus kollektor legfontosabb alkalmazásai közé tartozik a fűtési és hűtési rendszerek, a szárítási folyamatok, erőművek és az édesvíz-gyártás.

A parabolikus tálas kollektor egy olyan napenergia-rendszer, amely egy parabolikus alakú tálát használ a napfény koncentrálására, amely a tál fókuszpontjában elhelyezkedő befogóba irányul. A kollektor egy nagy parabolikus tálból áll, amely reflektáló anyagból készül, például tükrökből vagy fényes fémfelületekből. A tál parabolikus alakja lehetővé teszi, hogy a beérkező napfényt egy kis területre összpontosítsa a fókuszpontban. A parabolikus tálas kollektorok magas koncentrációs arányokról ismertek, ami azt jelenti, hogy rendkívül magas hőmérsékleteket érhetnek el, és jelentős teljesítményt tudnak előállítani kis területen. Különösen alkalmasak olyan alkalmazásokra, amelyek magas hőmérsékletű hőt igényelnek (például napelemes hidrogéntermelés), vagy amikor koncentrált fénynyalábra van szükség. A parabolikus napkollektorok biztosítják a lehető legnagyobb potenciális termelési hatékonyságot egységnyi területre vetítve (Lovegrove K, 2011).

Például a parabolikus tálas kollektorok képe a 7. ábrán mutatom be.



7. ábra Parabolikus napkollektor (2023, Zabuoli)

## 2.9 Fototermikus rendszerben alkalmazott keringtető szivattyúk áttekintése

A napkollektoros rendszerekben különböző helyeken termelődik hő, a tárolás és a felhasználás. Annak érdekében, hogy rendszert alkothassak szükségem van egy csőhálózatra, mely összeköti ezt a háromhelyszínt. A rendszer közegét tekintve víz alapú, ahol fagyvédelemre van szükség ott glikol-víz keveréket alkalmazok. A rendszerben a közeget áramoltatni szükséges, ehhez alkalmazom a keringtető szivattyúkat. A keringtető szivattyúk energia igényét néhány hibrid PV/T kollektor segítségével el lehet látni energiával. Ez nagyban növeli a rendszer biztonságát és csökkenti az áramszüneteknek való kitettséget a stagnálás elkerülése végett (Faddouli A, 2019).

A teljes dinamikus emelőmagasság a következő összetevők összege: a teljes statikus emelőmagasság ( $h_s$ ), a súrlódási veszteségek ( $h_f$ ) és a kisebb veszteségek ( $h_m$ ). A teljes statikus emelőmagasság szintjének ( $z_1$ ) és a víz kimeneti szintjének ( $z_2$ ). A súrlódási veszteségek ( $h_f$ ) a rendszeren belül a cső falainál a folyadék és a cső fala közötti súrlódásos feszültségekből adódnak. Ezek arányosak a cső hosszával ( $l$ ) és fordítva arányosak a cső belső átmérőjével ( $d$ ). Ezenkívül a súrlódási veszteségek a súrlódási tényezővel ( $f$ ) is összefüggnek, amely a áramlás Reynolds-számától és a cső belső felületeinek relatív érdességétől függ. A kisebb veszteségek ( $h_m$ ) a rendszerben a csőcsatlakozók, idomok és szelepek körüli instabil turbulens áramlásból erednek. A nagyságukat egy veszteségi tényező ( $k$ ) jellemzi, amely az adott típusú idomra jellemző, és független az idom anyagától. A teljes dinamikus emelési magasságot a következőképpen ábrázolják:

$$TDH = h_s + h_f + h_m = (z_2 - z_1) + \frac{v^2}{2 \cdot g} * (f * \frac{l}{d} + \sum k) \quad (1)$$

$h_s$ - súrlódási veszteségek (2)

$h_f$ - súrlódási veszteségek (3)

$h_m$ - kisebb veszteségek (4)

$z_2 - z_1$ - geodetikus különbség (5)

$v^2$ - áramlás átlagsebessége (6)

$g$ - gravitációs erő (7)

$f$ - súrlódási tényező (8)

$l$ - vizsgált szakasz hossza (9)

$d$ - áramlásra jellemző keresztmetszet (10)

$k$ - egyéb áramlásban résztvevő veszteségek (11)

(Said M.A., 2020)

A szivattyú fő szerkezeti elemei: járókerék, csigaház, tengely, tömszelence, szívócsonk, nyomócsonk. Minden egyes szivattyú alkatrésznek képesnek kell lennie ellenállni a propilén-glikolnak, melyek kezdetben enyhén lúgos (8 pH), míg élettartama végén (6,5 pH) savas bázist is elérheti (Szabó, 2008). A szivattyú célja, hogy villamosenergia befektetéssel üzemeltesse a kollektoros rendszer és kapcsolatot teremtsen annak elemei között. Amennyiben megáll a szivattyú, akkor az anyagi veszteséghez vezethet nyári időszakban. Ekkor a víz-glikol keverék elforr a kollektorokban és gőzhalmazállapotba kerül. Ekkor a glikol folyadék kiemelt terhelést kap és kiégés mehet végbe, mely savas kémhatást eredményez, ami korrozívan hat a rendszer elemeire, ezért is fontos vizsgálni a karbantartások során a fagyálló folyadék pH értékét.

## 2.10 Fototermikus rendszerek által megtermelt energia tárolása

A melegvíz-tárolók szigetelése is kulcsfontosságú a rendszer hatékonyságának megőrzése érdekében. A legelterjedtebb szigetelőanyagok közé tartoznak a poliuretán hab, a szálalanyagok és a kőzetgyapot. A szigetelés megakadályozza a víz lehűlését, így biztosítva, hogy a napenergia által felhalmozott hő hosszabb ideig rendelkezésre álljon. A tárolókat gyakran 30-50 mm vastag szigetelés borítja, de a szigetelés vastagsága a tároló térfogatától és a helyi éghajlati viszonyoktól függően változhat (Tóth, 2013).

A megtermelt energiát, esetünkben hőt, víz halmazállapotban kerül tárolásra. A tárolóra azért van szükség, hogy az előállított energia mindig rendelkezésre álljon a csapoló helyszíneken. A melegvíz tározónak ellen kell állnia a hálózati friss víznek, mely magas oldott oxigén tartalommal rendelkezik, ami korrozívan hat a tároló belső felületére. Erre a célra alkalmazhatunk rozsdamentesacél tárolót vagy kerámia zománc bevonatos tárolót. Szilágyi László (2015). A magnézium anód szerepe a melegvíz-tárolókban a korrózió megelőzése, különösen a fémfelületek védelme érdekében. A magnézium anódként működik a galván korrózió (más néven elektrokémiai korrózió) elkerülésére, amely akkor lép fel, amikor különböző fémek érintkeznek vízben. A magnézium anód tehát segít abban, hogy a tároló edény belső fémfelületei (például a tartály acélfala) ne kezdjenek el rozsdásodni, meghosszabbítva a tároló élettartamát (Szilágyi, 2015). A zománcozott tároló esetében, a gyári mikrohibákat magnéziumanód alkalmazása „javítja” ki az üzemelés során. Jellemzően az első 2-3 éven kell cserélni az anódot, utána már nem szükséges elvégezni ezen karbantartási műveletet. A tárolónak ellen kell állnia a hálózati víznyomásnak is vagy be kell építeni a rendszerbe nyomáscsökkentőt.

## 2.11 Napkollektoros rendszerek gyártásával járó CO<sub>2</sub> terhelés

Ebben a fejezetben megvizsgálom milyen széndioxid terheléssel jár egy napkollektoros rendszer elmeinek a legyártása. A mértékegység, amit használok az a 'kg\*CO<sub>2</sub>ekv./kg'. Ez az érték megmutatja, hogy 1 kg nyersanyag felhasználása milyen széndioxid kibocsátás egyenértékkel rendelkezik kilogrammban. Azért van szükség egységesíteni a kibocsátási értékeket, mivel minden nyersanyag felhasználás és szállítás más-más eljárási technológián és ellátási láncra megy végig mire eljut a végfelhasználóhoz. A rendszer elemei amit a dolgozatban tárgyalok mind Európában készülnek, azonban a nyersanyagok (Paraskevas, 2016) 18 kgCO<sub>2</sub>ekv./kg terhelés jut 1 kg felhasznált alumíniumra a németországi energiamix alapján. 4,1 kgCO<sub>2</sub>ekv./kg terhelés jut 1 kg felhasznált rézre, ez az európai kontinensre jellemző ellátási láncra vonatkozó adat. (Yu. N. Chesnokov, V. G. Lisienko, S. I. Holod, V P Anufriev and A V Lapteva 2017) 1,1 kgCO<sub>2</sub>ekv./kg terhelés jut 1 kg kőzetgyapot előállítására, ez az érték a szlovéniai energiamixre vonatkozóan igaz (R. Kunic 2017). 3,8 kg CO<sub>2</sub>ekv./kg terhelés jut 1 kg edzett üvegyártására. M. Liu S.Zhu W. Li 2014 március CO<sub>2</sub> emission of building glass production 4,1 kgCO<sub>2</sub>ekv./kg terhelés jut 1 kg csőszigetelőanyag előállítására. 1,77 kgCO<sub>2</sub>ekv./kg terhelés jut 1 kg szénacél előállítására.

A rendszerelemek súlyából és a benne található anyagok sűrűségéből próbálom visszafejteni melyik rendszerelem milyen terhelést tesz környezetünkre. Az általam tárgyalt projekt napkollektorai 32,8 kg súllyal rendelkeznek. A napkollektort felbontom réz, alumínium, kőzetgyapot és üveg alapanyagokra. Egyszerűsített felbontásom alapján 80% alumínium 10% réz 5 % kőzetgyapot 5 % üveg. Tömegre lebontva egy kollektor esetén ez 26,24 kg alumínium, 3,9 kg réz, 1,9 kg kőzetgyapot, 1,9 kg üveg. A projektben összesen 160 m rézcső kerül felhasználásra, ami méterenként 0,76 kg. A különböző szerelvények és csatlakozások további 24 kg sárgaréz alapanyag igénye van. 160 m 28x19 kaucsuk szigetelésre is szükség van ennek súlya 0,14 kg/m. A tárolók alapanyagukat tekintve szénacél és 195 kg súllyal bírnak ezt felbontom 5 % szigetelés és 95 % szénacél súlyra, a zománc bevonatot elhanyagolom. Ezek alapján összesítve egy 48 síkkollektorból álló rendszer fő elemeire a következő súly adatokat határoztam meg: 1260 kg alumínium, 303 kg réz, 185 kg szénacél, 79 kg kőzetgyapot, 79 kg üveg, 22 kg csőszigetelés és 10 kg tárolószigetelés.

$$22680 \text{ kg CO}_{2\text{Al}+1} + 242 \text{ kg CO}_{2\text{Cu}+} + 328 \text{ kg CO}_{2\text{Fe}+} + 87 \text{ kg CO}_{2\text{Szig.k.}+} + 300 \text{ kg CO}_{2\text{ü.}+90} \\ \text{kg CO}_{2\text{szig.cs.}} + 11 \text{ kg CO}_{2\text{szig.t.}} = 24\,738 \text{ kg CO}_{2\text{nk.rendszer}} \quad (1)$$

## 2.12 Napkollektoros rendszerrel alkalmazott pénzügyi jellemzők

Fajlagos beruházási költség megmutatja a rendszer bekerülési költségét megtermelt energia mennyiségre. Mértékegysége: Ft/kWh. Ennek értéke minél alacsonyabb annál kedvezőbb a beruházás. Érdemes törekedni az alacsony bekerülési költségekre, hogy csökkenteni tudjam ezt a jellemzőt.

Fajlagos megtakarítás, ez az a mennyiség, amivel a megtakarítható energiamennyiséget árazzuk be. Ez egy potenciális pénzbeli megtakarítás a ki nem fizetett költségeket tekintve.

Alapanyag-függetlenség, egy olyan mutató, amely a megújuló energia rendszerekben alkalmazott alapanyagok hozzáférhetőségét és kiaknázhatóságát vizsgálja. Nincs mértékegysége. Ennek a skálának öt különböző pontját különbözteti meg (Rideg, 2009):

„1– nagyon magas: az alapanyagok hozzáférhetősége bizonytalan

3– magas

5– közepes

7– kicsi

9– nincs: az alapanyagok kiaknázhatóak, nem kimerülők, vagy helyettesíthetők”

Minél magasabb a mutató annál kedvezőbb. Értelmszerűen a magas mutatóval rendelkező rendszerek és alapanyagok választása a célszerű. Ezen fő mutatók mellett megjelennek a közgazdaságban gyakran alkalmazott mutatók is, melyek társadalmi jellemzőknek minősülnek, ilyenek az externális költséges és a helyben maradó jövedelmek. Mindkét mutatónak Ft/kWh a mértékegysége.

### 2.13 Szarvasmarha telepeken alkalmazott tisztítószer hatékonyága a hőmérséklet függvényében

A szarvasmarha telepeken alkalmazott tisztító- és fertőtlenítőszer hatékonyágát nagymértékben befolyásolja az alkalmazásuk során használt hőmérséklet. A vegyi reakciók intenzitása általában nő a hőmérséklet emelkedésével, így a meleg vizes tisztítás hatékonyabban oldja a szennyeződések, különösen a zsíros és fehérjetartalmú lerakódásokat, amelyek gyakoriak az állattartó telepeken. (Takács L., Pállfy A., Földi J., 2016). Emellett számos mikroorganizmus – köztük patogén baktériumok – hőérzékeny, ezért a megfelelően megválasztott hőmérséklet növeli a fertőtlenítés hatékonyágát is. A különböző tisztítószer azonban eltérő hőmérsékleti tartományban működnek optimálisan: míg a lúgos tisztítószer általában 60–75 °C-on a leghatékonyabbak, addig az enzimalapú szer érzékenyek a magas hőmérsékletre, és 30–50 °C között fejtik ki legjobban hatásukat. Ezért a higiéniai eljárások megtervezésénél kulcsfontosságú szempont a használt vegyszer típusának megfelelő hőmérséklet alkalmazása. (Fei Liu\*, Yu Fan, Li Li, Jinsui Li, Yan Chen, Zefei Lv and Tingting He, 2022 április)

A szarvasmarha telepen mindhárom vegyszer megjelenik az alkalmazásban, ezért célszerű a lehető legmagasabb hőmérsékletet alkalmazni annak érdekében, hogy a legtöbb reakcióhoz juthassak hozzá. A magas hőmérséklet nem csak megfelelő tiszta felületekhez járul hozzá, hanem az alkalmazott vegyszer mennyiségek csökkentéséhez is.

A szarvasmarhatelepeken alkalmazott tisztító- és fertőtlenítőszer hatékonyágát jelentősen befolyásolja az alkalmazásuk hőmérséklete. A hőmérséklet csökkenése lelassítja a kémiai reakciókat, így a tisztítószer aktivitása csökkenhet. Ez különösen fontos hidegebb

éghajlatú területeken, mint például Magyarország, ahol télen a fertőtlenítés hatékonysága csökkenhet (Manuel Borca, 2025).

A kutatások szerint (Fei Liu\*, Yu Fan, Li Li, Jinsui Li, Yan Chen, Zefei Lv and Tingting He, 2022 április) a hőmérséklet csökkenése csökkentheti a fertőtlenítőszer hatékonyságát. Például egyes aldehid- és kvartér ammónium vegyületek hatékonysága jelentősen csökkenhet alacsony hőmérsékleten. Ezek a vegyületek a hőmérséklet csökkenésével lassabban reagálnak a mikroorganizmusokkal, így csökkentve a fertőtlenítés hatékonyságát.

Más kutatások szerint (Borsa, 2025 január) a hőmérséklet csökkenése nem minden fertőtlenítőszer esetében eredményez csökkent hatékonyságot. Például a nátrium-hipoklorit és a glutaraldehid hatékonysága nem csökkent jelentősen alacsony hőmérsékleten sem.

A hőmérséklet csökkenése nemcsak a fertőtlenítőszer kémiai reakcióit befolyásolja, hanem azok fizikai tulajdonságait is. A fagyás következtében a fertőtlenítőszer viszkozitása megnövekedhet, ami csökkentheti a felületekhez való tapadást és a behatolás mértékét, így csökkentve a fertőtlenítés hatékonyságát.

Ezért fontos, hogy a szarvasmarha telepeken alkalmazott fertőtlenítőszer kiválasztásakor figyelembe vegyem a hőmérsékleti viszonyokat, és szükség esetén módosítsuk a koncentrációkat vagy a kontaktidőt a kívánt hatékonyság elérése érdekében.

## 2.14 Szarvasmarha telepeken felhasznált melegvíz mennyisége normatív értékek alapján

A szarvasmarha telepeken alkalmazott melegvíz mennyisége szorosan összefügg a telep működésével és a higiéniai előírások betartásával. Mivel nem javasolt rendeletre hivatkozni ezért nem hivatkozok rendeletre, de van egy olyan rendelet, ami alapján a fejőházi vízfogyasztás napi 15 liter/tehén értékkel számolható, ha víztakarékos technológiát alkalmaznak. Ez az érték a fejőházi tisztítási és fertőtlenítési eljárások során szükséges melegvíz mennyiségére vonatkozik, amely magában foglalja a tőgymosó-, felmosó- és tejhűtő vizeket is. A tisztítási és fertőtlenítési útmutató szerint a felületek meleg vizes mosása 60 °C-os hőmérsékleten történik, ami elősegíti a szennyeződések eltávolítását és a kórokozók elpusztítását. (Nébih, 2021)

Mivel nem javasolt rendeletre hivatkozni ezért nem hivatkozok rendeletre, de van egy olyan rendelet, ami előírja, hogy az etető- és itatórendszereket rendszeresen tisztítani és szükség esetén sterilizálni kell. Ezáltal biztosítható, hogy az állatok mindig tiszta ivóvízhez jussanak, ami elengedhetetlen az egészséges fejlődésükhöz és a termelés hatékonyságához.

A fent említett rendeletek alapján a szarvasmarha telepeken alkalmazott melegvíz mennyisége szigorúan szabályozott, és a higiéniai előírások betartása érdekében szükséges. A vízfogyasztás optimalizálása és a megfelelő hőmérsékletű víz alkalmazása hozzájárul az állatok egészségének megőrzéséhez és a termelés hatékonyságának növeléséhez, illetve segít elkerülni a váratlan termelés kiesést és különböző marhák közötti keresztfertőzést.

Állattenyésztési ismeretek gazdálkodóknak könyv alapján (Bedő, Vajdai, 2002) a következő részekre bontható le a szarvasmarha telepeken alkalmazott melegvíz felhasználás: fejőberendezés tisztítása 15-20 liter, tőgymosás 5-10 liter, padozat és istálló tisztítás 10-20 liter, itató és etető edények fertőtlenítése 5-10 liter. Minden melegvíz felhasználást figyelembe véve egy maximum 60 liter 60 °C szarvasmarhánként.

## 2.15 Rendszer kivitelezési lépései

Miután elkészült a műszaki dokumentáció a rendszerhez sor kerül a kivitelezésre. A projekt első lépése a logisztika kialakítás. Szükséges összeírni projekthez tartozó összes alapanyagot segédanyagot, ezzel növelve a helyszíni kivitelezés hatékonyságát, annak érdekében, hogy minden egy helyen legyen és ne a helyszínen kelljen beszerezni apróságokat. Minden anyag beszerzése és raktározása. A kivitelező kollégákat fel kell készíteni egy kooperációs során pontos feladataikról és ütemtervet kell tervezni nekik. A helyszínen művezetésre van szükség, az elkészült tervrajzok értelmezéséhez és szakmai átadására a kivitelező kollégák felé. Szükség szerint itt valósulhatnak meg a kiváltások gazdasági, minőségi és üzemeltetési szempontok alapján. (Takács L., Pállfy A., Földi J., 2016)

Két alapvető csapatra van szükség, egy ács csapat és egy gépész csapat. A tető és a gépészeti munkaterületek tudnak párhuzamosan haladni egymástól függetlenül. A tetőhöz tartozó feladatok: munkaterület biztosítása és bejárása, tartószerkezeti elemek feljuttatása a tetőre, tartószerkezet rögzítése a tetőszerkezethez, villámlásvédelem és földelés kialakítása az új tartószerkezethez, kollektorok helyszíni deponálása a tetőszerkezetre, napkollektorok rögzítése a tartószerkezethez, helyszín átadása a gépészeknek. A gépészethez tartozó feladatok: Melegvíz tározó elhelyezése, meglévő tároló üzemen kívül helyezése, bypass ág kialakítása az új tárolóhoz, tároló és hőcserélő közötti szakasz megépítése a tervek alapján, hőcserélő rögzítése a falra és csőszakaszba való illesztése, szolárállomás falra rögzítése a tágulási tartállyal együtt, biztonsági szerelvények beépítése, a tetőn lévő kollektorok összecsovezése előre gyártott gyári elemekkel, a szolárállomás és a tetőkollektorok összecsovezése, nyomáspróba, sikeres nyomáspróba után teljes napkollektoros rendszer szigetelése, fagyállófolyadék bekeverése helyszínen sótanított vízzel, rendszer feltöltés légtelenítés és beüzemelés. (Takács L., Pállfy A., Földi J., 2016)

### 3. Anyag és módszer

Napjaink legnagyobb problémája az ipari társadalom környezetterhelése és energiaéhsége. A legtöbb környezeti problémát a fosszilis energia átalakításából származó környezeti melléktermékek okozzák. A közeljövőben, olyan technológiák népszerűsítése és alkalmazása elengedhetetlen, melyek üzemszerű működésük során nem terhelik vagy minimálisan terhelik környezetünket. Egy élhetőbb jövőért elengedhetetlen a fototermikus energia hasznosítási ismereteink tágítása és ipari léptékű felskálázása.

Pusztavámon található szarvasmarha telep energiafelhasználását vizsgálom a munkahelyemen megvalósuló napkollektor telepítő projekten keresztül. Ahhoz, hogy érdemben tudjak foglalkozni a fototermikus rendszerekkel és kontextusba tudjuk helyezni először az alapvető fogalmakat gyűjtöm össze, melyek kapcsolódnak a projekt feladathoz. Ezt követően a napkollektor rendszer elemeket vizsgálom meg és elemezzem őket, valamint elhelyezem napjaink csúcstechnológiás környezetébe, melyen keresztül megvizsgáljuk van-e potenciális fejlődési lehetőség az egyes rendszerelemek területén.

Rengeteg alapadatra van szükségünk, amit a későbbiekben felhasználhatunk. Minden lehetséges adatot össze kell gyűjtenünk az adott telepről, hogy teljes összképet kaphassunk a projekt munkánk végén. Az adatgyűjtés jó kapcsolatra épül a szarvasmarha telep üzemeltetője és a napkollektor telepítéssel megbízott kivitelező cég között. Fontos, hogy olyan adatokat is gyűjtsünk, amiket a kiinduló állapotban nem gondolunk hasznosnak.

Meghatározzuk a kapott adatokból a várható melegvíz felhasználást, majd ezt összehasonlítjuk a ténylegesen felhasznált melegvíz mennyiséggel. Amennyiben sikerül egy jó modellt alkotnunk, mellyel nagy pontossággal meg tudjuk határozni az adott időintervallumhoz tartozó melegvíz felhasználást, így könnyen tudunk alkalmazkodni a jövőben olyan projektekhez, ahol nem áll rendelkezésünkre ez az adat.

Leíró jelleggel, felsorolom a telepen alkalmazott melegvíz felhasználási helyeket és egyidejűségi tényezőket alkalmazunk a hét különböző napjaira. Lesznek állandó jellegű fogyasztások, de várhatóak nem kiszámítható elvétek a rendszerből. Termelés szempontjából fontos, hogy melyik helyen mi az alkalmazott és elvárt csapolási hőmérséklet. Ezeket fogom rendszerbe szedni és megvizsgálni.

Megvizsgálom az alkalmazott hőmérsékleteket és elemzem ennek hatását a rendszerre. Különböző kemikáliákhoz eltérő hőmérsékletű melegvizet szükséges alkalmazni. Ezt a területet is elemzés alá vonom, hogy a hatékonyság érdekében létezhetnek módszerek az alkalmazott használati melegvíz csapolási hőmérsékletének csökkentéséhez. Alapvetően melegvíz alkalmazáskor mérlegelni kell a cirkulációs veszteségből (hőleadásból) származó energiamennyiséget, illetve a cirkuláció nélküli rendszerekben a kiengedett folyóvíz mennyiséget. Milyen hatással van a higiéniai vegyszerekre az alkalmazott melegvíz hőmérséklet csökkentése, milyen veszélyeket hordozhat ez önmagában, kiváltható-e több vegyszer alkalmazásával?

Megtervezem a teljes napkollektoros rendszert és az hozzá tartozó részrendszereket, valamint a hozzájuk tartozó rendszer elemeket. Alapvető egysége a tervezésnek a mindenki által elérhető elemek. Tervezési receptúrát készítek egy ilyen rendszer megtervezéséhez, melyben alapvető adatok megadásával eljutok egy javasolt rendszer méretezéshez. Ajánlani fogok hőcserélő teljesítményt, csőkeresztmetszetet, indirekt tároló méretet, beépített vagy külső hőcserélős megoldást, valamint szivattyú méretet.

Célom létrehozni egy olyan diagramot, ahol a vízszintes tengelyen a szarvasmarhák száma jelenik meg, míg a függőleges görbén a szarvasmarha telephez tartozó melegvíz fogyasztás. Kapacitásaimhoz mérten, itt elsősorban a pusztavámi mérés lesz a kiindulópont, ahol a melegvíz fogyasztást mérési adatokkal határozom meg. Miután felvettem az első pontot ebben a rendszerben további pontok után veszem fel a kapcsolatot az országban található többi szarvasmarhateleppel, hogy biztosítsanak adatot elsősorban melegvíz-fogyasztásról és a szarvasmarha állomány méretéről.

### 3.1 Fototermikus rendszerek tervezéshez szükséges adatok összegzése

Megfelelő rendszer kiválasztásához szükséges felmérnem az projekthez tartozó körülményeket és adatokat. Részletekbe menően kell megvizsgálnom az épület funkcióját, majd ebből akár következtetéssel meghatároznom a tervezéshez szükséges adatokat.

Milyen konkrét adatokra van szükségem egy fototermikus rendszer megtervezéséhez?

A legfontosabb adat a felhasznált melegvíz mennyiség és a hozzátartozó csapolási hőmérséklet. Ezen információ tudatában, már tudok méretezni egy fototermikus rendszert alapjaiban kollektor szám alapján. Ennek dimenziói: térfogat ( $m^3$ ) és hőmérséklet ( $^{\circ}C$ ).

HMV felhasználási helyei a következők lehetnek: tőgymosó, istálló takarítás, kézimosó, öltöző.

Információszerzés történhet a megrendelővel való kooperáció során. Ez a forrás tapasztalataim szerint nem mindig megbízható, hiszen a legtöbb telephelyen nem mérik külön a melegvíz fogyasztást, hanem csak a teljes vízfogyasztást és abból próbálják meghatározni a felhasznált melegvíz mennyiségét. Továbbá a csapolási hőmérsékletet se ellenőrzik szakszerűen, csak a betárolt víz hőmérsékletét tartják mérvadónak. A megoldást a helyszíni felmérés biztosítja, mely során saját mérőeszközeimmel fogok meggyőződni a méretezéshez elengedhetetlen adatokról. Lehetőségem szerint alkalmazni fogok több fajta azonos célra alkalmazott mérőeszközt. Mérőeszközeim: stopperóra (okostelefonba integrált), 20 literes mérővödör térfogat mérésére alkalmas skálával ellátva, vízhőmérséklet mérésére alkalmas hőmérő, mérőszalag, tolómérő.

Napkollektoros rendszer felmérés során meghatározom a már meglévő rendszer alkotóelemeit, már a helyszínen készítek egy egyszerűsített vázlatot, melyet később kirészletezek AutoCAD programban. A következő adatokat fogom összegyűjteni a helyszínen: csapolási helyszínek, csapolási helyszín célja, csapolási helyszín kihasználtsága, elvárt csapolási hőmérséklet, tényleges csapolási hőmérséklet, cirkulációs vezeték és szivattyú megléte és az ehhez tartozó hosszúság, melegvíztároló és az adott csapolási hely csövezési távolsága, alkalmazott csőátmérő, alkalmazott szigetelés, megjegyzés.

Mérés során felveszem a referencia mérőpontot hőmérséklet oldalról. Ehhez több módszert is fogok alkalmazni. Első sorban megmérem a külső levegő hőmérsékletét, majd elhelyezek egy teli vödör vizet a kültérben, melyben helyet adok egy hőmérőnek. Ezt fogja számomra biztosítani a vak mérési pontot.

Legnagyobb melegvíz fogyasztást a tőgymosás biztosítja. Erre higiéniai szempontok miatt van szükség, illetve a tőgygyulladás megelőző tevékenységnek bizonyul. Alapvetően két eljárás ismeretes a tőgy tisztántartásában: száraz és nedves. Száraznál értelemszerűen csak a tisztító oldatot hordjuk fel a tőgybimbóra, míg nedves tisztítás esetén a teljes tőgyet mossuk teljes terjedelmében kézmeleg-vízben, mely esetünkben  $35-40^{\circ}C$  jelent. Jellemzően egy tőgymosáshoz  $\sim 1,5$  liter melegvízre van szükség.

A vizsgált tehenészetben napi 2 fejést alkalmaznak a szarvasmarhákon. Ebből tudok arra következtetni, hogy ez egy tejtermelés centrikus szarvasmarhatelep. A tehenek fejése teljesen automatikusan történik, így nem okoz jelentős plusz költséget a telep üzemeltetésében. A napi 2 fejés enged arra következtetni, hogy egy szarvasmarha ~3 liter melegvíz igényel rendelkezik egy napon.

Az istállókat 3 intenzitási szinten tisztítják meg magasnyomású mosóval. Ennek vízhőmérsékleti igénye 55-60 °C. A magas hőmérsékletet igény hatékonyabb a szennyeződések és mikroorganizmusok eltávolításában. Továbbá magas hőmérsékleti igényt magyarázza az is, hogy így kevesebb vegyszerre van szükség az istálló takarítása során. Ezen vegyszerek lehetnek nátrium-hidroxid, zsíroldók és egyéb ipari tisztítószerek. Az alap intenzitás szintje amikor csak a folyósókat tisztítjuk, ez napi akár többször is megtörténhet szennyeződés függvénye. A második intenzitási szint amikor már zsíroldót és vegyszert is használunk a takarításhoz. A harmadik egyben legmagasabb szint amikor teljesen kiürítjük az istállót és a teljes egészét takarítjuk ki magasnyomású mosóval a rendelkezésünkre álló legmagasabb hőmérsékletre, ezzel csökkentve a felhasznált vegyszer mennyiségét. Ugyanez a tényállás visszafelé is igaz, ha növeljük az alkalmazott vegyszer mennyiségét a tisztítófolyadékunkban, akkor csökkenthetjük a csapolási hőmérsékletet. Mivel a projekt feladatunk fő profilja a napkollektoros rendszer alkalmazása, így a lehető legmagasabb hőmérsékletre törekszünk, ezzel csökkentve a felhasznált kémiai adalékanyagok mennyiségét.

Az alkalmazott víz-térfogatáram igen nagy skálán eltérő lehet. Általánosságban elmondható, hogy a szarvasmarha telepeken alkalmazott magasnyomású mosók ipari felhasználásra lettek tervezve. Több ipari magasnyomású mosót megfigyeltem kutatómunkám során, itt megállapítottam, hogy 13-21 liter/perc térfogatárammal üzemelnek. Elsősorban a szennyeződés mennyiségétől függ, hogy 1 m<sup>2</sup> fajlagosan mennyi melegvízre van szükség. A tapasztalat azt az ökölszámot határozza meg, hogy 1 m<sup>2</sup> istálló területre megközelítőleg 1 liter melegvízre van szükség.

Minden tejjel érintkező felületet meg kell tisztítani minden nap egyszer. Ilyen főtárgyak lehetnek például fejőgépek, tejvezetékek és hűtőtartályok. Ahhoz, hogy hatékony tisztítást érjünk el itt is szükség van legalább 60 °C vízre. Ezen a hőmérsékleten nagyon kevés zsíroldószerre van szükség, hogy hatékony tisztítást tudjunk végre hajtani. Mivel egyre jobban elterjedtek a műanyag csövek alkalmazása a tehenészetekben, ezért 60 °C magasabb hőmérsékletű vízzel nem javasolt a tisztítás. Erre vonatkozólag nem találtam szakirodalmi

leírást, milyen melegvíz felhasználással rendelkezik egy ilyen rendszer tisztítása. Itt elsősorban a helyszínen végzett mérésekre hagyatkozom.

Tisztítani kell az etető- és itatóberendezéseket naponta egyszer. Etetőkben a takarmány maradványok rohadásnak indulhatnak, ezért van szükség itt is a takarításra. Egy szarvasmarhára nagyjából 0,5 nm<sup>2</sup> etető és itató felület jut, ennek tisztántartásához naponta fél liter 60 °C vízre van szükség.

Az alkalmazott takarító eszközöket is nap végén forróvízes kádba teszik áztatni. Ilyen szerszámok lehetnek: lapátok, kefék, permetezők, esetleg munkaruhák. Ez az edény ezen a telepen 40 liter melegvíz felhasználással rendelkezik naponta.

Egyes telepeken létezik az állatoknak melegvízes gépi zuhanyzó. Ezen a telepen nem fordul elő ilyen berendezés, ezért a projekt feladatban nem foglalkozom vele érdemben. 40 °C melegvizet alkalmaznak, szennyeződés függvényében változik a mosdatási idő, de az alaposítás másfél percig tart. Ez alatt az általam vizsgált gép 22 liter melegvizet használ fel.

Táblázatosan összegezve az adatokat:

1. táblázat Szarvasmarhatelepeken előforduló melegvízfogyasztás csapoló hőmérsékletekkel (saját táblázat)

<b>Felhasználás típusa</b>	<b>Mennyiségek egységesítve [l/X]</b>	<b>Alkalmazott hőmérséklet [°C]</b>
Tőgymosás	1,5 liter/fejés/szarvasmarha	40 °C
Istálló tisztítás	1 liter/négyzetméter	60 °C
Tartályok/tejcsövek tisztítás	150-200 liter/alkalom	60 °C
Etető/itató tisztítás	0,5 liter/nap/szarvasmarha	60 °C
Takarító eszköz mosogatás	40 liter / nap	60°C
Szarvasmarha fürdetés	33 liter/ szarvasmarha	40 °C
<b>Σ</b>	max. 14435 Liter/nap	60 °C

Maximum 8605 liter melegvizet használok el egy nap a teljes szarvasmarhatelep higiéniai és tisztasági karbantartása során. Fontos kiemelni, hogy ebben az összes marha fürdetése benne van, ami nem ad vissza valós értéket, továbbá tartalmazza a teljes istálló kitisztítását, ami szintén nem valósul meg egy nap alatt.

### 3.2 Maximális felhasznált melegvíz mennyiség meghatározása normatív értékek alapján egy napra vetítve

Az általános szakmai ökölszámok alapján tudom meghatározni a felhasznált víz mennyiséget. Elsősorban meghatározom a felhasznált melegvíz mennyiség abszolút maximumát.

$$V_{mv.nap} = V_t + V_{it} + V_{cst} + V_{et} + V_{tem} + V_{szf} == 1,5 \frac{l}{n_f * n_{sz}} * \frac{2}{3} + 1 \frac{l}{nm^2} + 175 l + 0,5 \frac{l}{n_{sz}} + 40 l + 33 \frac{l}{n_{sz}} * \frac{2}{3} \rightarrow 1,5 \frac{l}{n_f * n_{sz}} * 2 n_f * 440 n_{sz} + 1 \frac{l}{nm^2} * 3000 nm^2 + 175 l + 0,5 \frac{l}{n_{sz}} ** 440 n_{sz} + 40 l + 33 \frac{l}{n_{sz}} * 440 n_{sz} * \frac{2}{3} = 14435 l \quad (1)$$

ahol

$$V_{tmv.nap} - \text{technológiai melegvíz felhasználás naponta [l]} \quad (2)$$

$$V_t - \text{tőgymosásra felhasznált TMV [l]} \quad (3)$$

$$V_{it} - \text{istálló tisztítás [l]} \quad (4)$$

$$V_{cst} - \text{cső tisztítás [l]} \quad (5)$$

$$V_{et} - \text{etető tisztítás [l]} \quad (6)$$

$$V_{tem} - \text{takarítóeszköz mosogatás [l]} \quad (7)$$

$$V_{szf} - \text{szarvasmarha fürdetés [l]} \quad (8)$$

$n_f$  - egy szarvasmarhára vetített fejések száma egy napon

$n_{sz}$  - állományban lévő szarvasmarhák száma 1320+3000+175+220+40+9680

14435 liter maximális 60 °C THM kerülhet felhasználásra egy nap leforgása alatt. Ez egy kiemelkedően szélsőséges állapot és fontos kiemelni, hogy gazdaságilag nem szabad erre a napi melegvíz fogyasztásra méretezni.

Érdekesség képen kiszámolom mennyi energiára van szükség, ha feltételezzük, hogy minden nap ekkora a fogyasztási igény:

$$Q_{max} = c * m * dT = \sim 4,2 \frac{kJ}{kg * K} * \sim 14435 kg * 48 °K * \frac{1}{3600} = 808,3 kWh \quad (1)$$

$$c\text{- víz fajhő [kJ/kg}\cdot\text{K]} \quad (2)$$

$$m\text{- víz tömege [kg]} \quad (3)$$

$$dT\text{- hőmérséklet különbség [}\cdot\text{K]} \quad (4)$$

Ebből egy 80% hatásfokkal előállított gázkazán esetén a napi felhasznált gázmennyiség melegvíztermelésre fordítva:

$$V_{fg} = \frac{Q_{max}}{\mu_{gk}} * \sim \frac{1 \text{ m}^3}{9,5 \text{ kWh}} = \frac{808,3 \text{ kWh}}{0,8} * \frac{1 \text{ m}^3}{9,5 \text{ kWh}} = 106,3 \text{ m}^3 \quad (1)$$

$$Q_{max}\text{- maximális hőmennyiség egy nap [kWh]} \quad (2)$$

$$\mu_{gk}\text{-melegvíz előállításra vonatkozó gázkazán hatásfok [\%]} \quad (3)$$

Ez éves szinten közel ~39000 köbméter felhasznált gázmennyiséget okozna. Fontos kiemelni, hogy ez az elméleti maximum víz felhasználását jelöli, ami megtörténhet a vizsgált tehenészetben. Ennek az események a várható bekövetkezése közel nulla.

## 2. Táblázat Helyszíni felmérést összefoglaló adattáblázat (saját táblázat)

Felmérés	I.	II.	III.	IV.	V.
Helyszín	Mosópisztoly1	Mosópisztoly2	Mosópisztoly3	Mosópisztoly4	Tápszer bekeverő
Cél	Fejőgép higénia	Fejőgép higénia	Fejőgép higénia	Fejőgép higénia	Eleség bekeverés
Kihasználtság	4:30-9:30 16:00-20:30	4:30-9:30 16:00-20:30	4:30-9:30 16:00-20:30	4:30-9:30 16:00-20:30	4:30-10:00
Elv. hőm.	40 °C	40 °C	40 °C	40 °C	40 °C
Tény. hőm.	37,2 °C	38,0 °C	34,9 °C	37,3 °C	-
Cirk. megléte	van	van	van	van	nincs
Csőv. távol.	30	33	36	39	10
Cső átmérő	28 mm réz	28 mm réz	28 mm réz	28 mm réz	22mm réz
Alkalm. szig.	28x13 Polifoam	28x13 Polifoam	28x13 Polifoam	28x13 Polifoam	22x9 Polifoam
mért l/perc	21 L/p	20,5 l/p	20,5 l/p	20,5 l/p	-
Megjegyzés	Vízlagyító ellenére rengeteg mész- és só kiválás jelentkezik a melegvíz hálózaton.				

### 3.3 Technológiai melegvíz fogyasztás modelljének megalkotása és összehasonlítása a tényleges fogyasztással

Alkotok egy modellt meglévő adatokból, ami alapján meghatározom, hogy adott szarvasmarhatelepen mekkora a várható melegvíz felhasználási igénye. A modell eredményét összehasonlítom a tényleges adatokkal, amik a valóságban is fellelhetők.

Tényleges fogyasztást a helyszíni mérésekből és a helyszínen jegyzetelt helyi menetrend alapján határozom meg. A valóságban 3 helyszínen alkalmaznak melegvizet a telepen. A kézmosásra felhasználtat jelen kalkulációban elhanyagoljuk. Az első ilyen hely a fejőgépek folyamatos tisztántartása a fejés során. A vizsgált szarvasmarhatelep 32 fejő állással rendelkezik és ezeknek az állásoknak kell kiszolgálnia 440 fejős tehenet. Ebből következtetek arra, hogy 14 fordulóból fejik meg az összes tehenet. Egy kör után helyszíni mérés alapján 7 perc 50 másodperc alatt tisztítják meg a fejőgépet a szennyeződéstől 40 °C melegvízzel. Tehát a reggeli műszakban megközelítőleg 110 percet használják a mosópisztolyokat összesen. Napi 2 fejés van jelen ezen a telepen. Ebből következtetek, hogy 220 perc a folyamatos melegvíz felhasználás egy nap. Az általam mért térfogat egy perc alatt ~21 liter/ percre adódott. Ez egy nap 4620 liter átlagosan 36,85 °C technológiai melegvíz.

A második ilyen helyszín az a borjak tápszerezéshez köthető. Általánosságban elmondható, hogy 8 hetes korukig a szarvasmarha telepeken, tápszerezik a borjakat. Itt nem végeztem méréseket, hiszen itt nagyon pontosan meg van határozva milyen hőmérsékletű víz, mennyi víz és mennyi tápszerre van szükség egy etetéshez. Napi kétszer etetik a borjakat. A borjak születésüktől kezdve napi kétszer kapnak tápszert nyolchetes korukig. Ahogyan fejlődnek a borjak, úgy egyre kevesebb tápszerre van szükségük és egyre jobban szoktatják őket át a takarmánynövényekre. Az egyszerűség kedvéért 7 liter 45 °C vízigényt állapítok meg minden egyes borjra, hiszen a tápszerezett borjak átlagéletkora 4 hét. Megközelítőleg egyszerre 100 borjat nevelnek ezen a marhatelepen. Nekik a melegvíz igényük egy nap 1400 liter 45 °C melegvíz egy nap.

Megjelenik egy harmadik felhasználási hely is. Itt egyszerű dolgom van, hiszen egy teljes állomány megfejtése után vegyszeres folyadékkal tisztítják meg a fejő gépeket. Egy ilyen kör 300 liter 70 °C melegvizet igényel. Ebből van 2 db egy nap. Tehát napi 600 liter 70 °C melegvíz igénye van a vegyszeres fejőgéptisztításnak. Itt a hatékonyság érdekében adnak hozzá

friss levegőt is a vízhez, így magas nyomáson nagyobb hatékonysággal távolítja el a lerakódott zsiradékot és szennyeződések a tejhálózatból a keringető rendszer.

Ezen értékeket összegezve megkapjuk a mérésekből kalkulált napi melegvíz felhasználást a szarvasmarha telepen:

$$V_{mHMV} = V_f + V_{tsz} + V_{tcsm} = 4620 \frac{l}{nap} (36,85 \text{ } ^\circ\text{C}) + 1400 \frac{l}{nap} (45 \text{ } ^\circ\text{C}) + 600 \frac{l}{nap} (70 \text{ } ^\circ\text{C}) = \frac{4620}{36,85} \frac{l}{nap} + \frac{1400}{45} \frac{l}{nap} + \frac{600}{70} \frac{l}{nap} = 2432 \frac{l}{nap} + 900 \frac{l}{nap} + 600 \frac{l}{nap} = 3\,932 \frac{l}{nap} (70 \text{ } ^\circ\text{C}) \quad (1)$$

$$V_{mHMV}\text{- mérésekből származtatott napi melegvíz felhasználás [l/nap]} \quad (2)$$

$$V_f\text{- fejtőgépeknél felhasznált napi melegvíz mennyiség [l/nap]} \quad (3)$$

$$V_{tsz}\text{- tápszerezéshez felhasznált napi melegvíz mennyiség [l/nap]} \quad (4)$$

$$V_{tcsm}\text{- tejsző hálózat tisztításához tartozó napimelegvíz felhasználás [l/nap]} \quad (5)$$

### 3.4 A tényleges technológiai melegvíz igény és a normatív értékek összehasonlítása

Az előző két fejezetben meghatároztam a szükséges melegvízigényt általánosságban és helyszíni mérésekből következtetett mennyiségek alapján is. 6 fő csoportba sorolhatóak a szarvasmarhatelepeken a melegvíz fogyasztások. Ezen csoportok a tőgymosásra, istálló tisztításra, cső tisztításra, etető tisztításra, takarító eszköz tisztításra és szarvasmarha fürdetésre bonthatóak. Ezeknél, mint kiindulási adatnak minimum 40 °C csapoló v hőmérsékletet határoztam meg, kivéve a cső tisztításnál és a takarító eszköz mosogatásnál, itt 60 °C-ban határoztam meg a min. csapolási hőmérsékletet. Ezen értékeket beillesztve az általam vizsgált telepre 14 435 liter 60°C melegvíz felhasználás jelentkezett. Erről az értékről elmondhatom, hogy kiemelkedően magasnak bizonyul, már-már logikai hibára utal a nagyságrend is. Ezen számolt érték az elképzelhető maximum vízfelhasználást jelöli, mely életszerűen nem történhet meg egy nap leforgása alatt. Ennek ellenére iránymutatónak megfelel az érték, mely tervezés

során segít meghúzni és segít behatárolni egy értéket, ami kiindulásnak nagy segítség egy ilyen rendszer tervezése során.



8. ábra Csapalóvízhőmérséklet mérés a helyszínen (saját)

A helyszíni bejárásom során meghatározásra kerültek a felhasznált melegvíz mennyiségek és hőmérsékletek. A korábban említett hat csoportból csak három csoportban alkalmaznak a gyakorlatban melegvizet. Teljes mértékben el vannak határolódva a szarvasmarha telep üzemeltetői, attól a gondolattól, hogy higiéniai okokból kifolyólag melegvízzel tisztítsák az istállókat, etetőket vagy mosdassák magukat a szarvasmarhákat. Az etetők és istállókat rendszerint havi rendszerességgel tartják karban, ekkor vegyszeres fertőtlenítést alkalmaznak, ezzel elkerülve a melegvíz használatot. A szarvasmarhákat nem fürdetik nem mosdatják, ezt önmagában az időjárásra bízzák. Nem használnak melegvizet a tőgymosásra sem, itt is kémiai tisztítást alkalmaznak és kizárólag a tőgybimbókat tisztítják. Azonban alkalmaznak melegvizet a fejőgépek folyamatos üzemközbeni tisztántartására. Minden egyes megfejt tehén után 40 °C vízzel tisztítják meg a fejőkelyheket.

Az általam vizsgált telepen, egyszerre 32 marhát tudnak megfejni. Egy sorban 16 fejőgép található, mely 16 marha megfejtése után közel 8 percet vesz igénybe ezeknek a tisztítása. További melegvíz felhasználás a fejőgéprendszer belső tisztítása. Itt mind kémiai és fizikai tisztítás is történik. A fizikai tisztítás elsősorban az alkalmazott magas hőmérséklettel, míg másodsorban a hozzáadott levegővel történik. Ehhez egy 300 literes rozsdamentes saválló acéltartályban történik a vegyszerek összekeverése. Ez egy teljesen automatizált folyamat gép keveri és adagolja a vegyszert ebbe a tartályba. Mind a reggeli és mind az esti műszak után

alkalmaznak vegyszeres tisztítást. Ez napi 600 liter 70 °C melegvízigényt jelent. A harmadik melegvíz felhasználási helyszínnel egyáltalán nem foglalkoztam a normatív értékeknel. ez a tápszerhez szükséges melegvíz igény. 9 liter 45 °C vízre van szükség borjanként. Ezen adatokat összegezve naponta 3932 liter 70°C víz kerül felhasználásra a csapoló helyeken.

A két kalkulált értéket összehasonlítva több mint 11 000 liter a különbség. Ez már egy teljes nagyságrendnyi különbség. A különbséget elsősorban az alkalmazott higiéniai különbségek okozzák. Számos területen alkalmaznak kémiai tisztítást, ezzel vagy teljesen kizárva a melegvíz alkalmazását, vagy lecsökkentve annak csapolási hőmérsékletét. Ennek ellenére van egy terület, ahol pont a magasabb hőmérsékletűvizet éri meg előállítani, az alkalmazott kémiai vegyszerek helyett, ez a terület a fejőrendszer csöveihez tartozó tisztítási folyamat. Itt a gazda minél magasabb melegvizet alkalmaz annak érdekében, hogy csökkentse a felhasznált vegyszer mennyiségeket, illetve alkalmazhassa a hagyományos hatóanyagokat, szemben a modern, ám alacsony vízhőmérséklet igényű megoldásokkal. Felmérésem során az alacsony hőmérsékleten alkalmazható vegyszer háromszor annyiba kerül, mint a hagyományos megoldás. Ebből levontam azt a következtetést, hogy itt jövőálló stabil melegvíz fogyasztás várható ezen a mezőgazdasági területen.

## 4. Eredmények és következtetések

Szarvasmarha telepen relatív széles skálán alkalmazzák a különböző hőmérsékleteket. Egészen a  $-10\text{ °C}$  előremenő hőmérséklettől az akár  $+80\text{ °C}$  hőmérséklet is felhasználásra kerül. Ebben a dolgozatban elsősorban a melegvíz előállításával foglalkozom, így ami alacsonyabb hőmérsékletű, mint a hálózati hidegvíz, így arra nem térnek ki külön. Alacsony hőmérsékleteket elsősorban tartósításra alkalmazzák, ilyen lehet például a frissen fejt tej rozsdamentes acéltárolókban való hűtése vagy például az elkészült lágysajtok hűtőháza.

1. Tisztítási folyamatok hőmérsékletei három csoportra bonthatóak. Hideg víz ( $10\text{--}20\text{ °C}$ ) Elsődleges célja a lemosás (pl. trágya, szennyeződés eltávolítása). Általános tisztítási folyamatok, ha nincsenek zsíros vagy fehérjetartalmú szennyeződések. Előnyei, alacsony energiaigény, nem károsítja a felszereléseket vagy az állatok érzékeny területeit. Hátrányai, csökkentett hatékonyság zsíros, fehérjetartalmú vagy biológiai szennyeződésekkel szemben, csökkent fertőtlenítő hatás.

Langyos víz ( $30\text{--}40\text{ °C}$ ) alapvető tisztítószerekkel kombinálva hatékonyabb szennyeződések eltávolítására. Tejvezetékek előmosása tejüzemekben. Előnyei, megnövelt tisztítási hatékonyság zsíros és biológiai szennyeződésekkel szemben. Hátrányai enyhe energiafelhasználás, de még nem optimális fertőtlenítési hőmérséklet.

Forró víz ( $60\text{--}90\text{ °C}$ ) fertőtlenítés, ahol mikrobiológiai kontroll szükséges. Magas zsírtartalmú és fehérjés szennyeződések lebontása. Előnyei, hatékony baktériumok, vírusok és gombák ellen. Magas zsírtartalmú és fehérjés szennyeződések eltávolítása. Hátrányai, nagy energiaigény, hőkárosodás lehetősége bizonyos felületeken.

Fertőtlenítési hőmérsékletigények itt is három csoportra bontom hőmérsékleti tartományok alapján. Alacsony hőmérsékletű fertőtlenítés ( $10\text{--}30\text{ °C}$ ) fertőtlenítők: Hipoklorit, kvaterner ammóniumvegyületek. Hideg hőmérsékleten is hatékony vegyszerek alkalmazása. Korlátja, hogy hosszabb behatási idő szükséges.

Magas hőmérsékletű fertőtlenítés ( $60\text{--}80\text{ °C}$ ) fertőtlenítők: forró víz, gőz, hőálló vegyszerek. Kifejezetten patogén mikroorganizmusok ellen (pl. Salmonella, E. coli). Előnyei, rövid behatási idő. Kémiai vegyszerek használatának csökkentése. Korlátja, hogy magasabb az energiaigénye és hőálló felszerelések alkalmazása szükséges.

Higiéniiai előírások szarvasmarha-telepeken, tejtermeléshez kapcsolódó higiénia, tejvezetékek és tartályok tisztítása és fertőtlenítése: 70–90 °C forró víz szükséges a zsíros tejmaradványok eltávolítására és baktériumok inaktiválására. Istállók tisztítása, trágya lemosás hideg vagy langyos vízzel. Fertőtlenítés után (pl. hipoklorit vagy lúgos oldatok használata) hőmérsékletfüggetlen. Ivóvíz rendszer tisztítása, langyos víz (30–50 °C) lúgos oldatokkal a biológiai lerakódások eltávolításához. Forró víz alkalmazása patogének elpusztítására. Járművek és eszközök tisztítása, fertőtlenítő oldatok és forró víz (60 °C+) kombinálása az állomány közötti fertőzések megelőzésére. Tehát, a hideg víz alacsony energiaigényű, de korlátozott tisztítási és fertőtlenítési hatékonyságú. A langyos víz közepes energiaigénnyel bír, és általános tisztításra alkalmas. A forró víz és gőz a leghatékonyabb, különösen fertőtlenítéshez, de magas energiaigényt jelent.

A higiénias előírásoknak való megfelelés érdekében a tisztítási folyamatokat mindig a szennyeződés típusához és a kívánt tisztítási-fertőtlenítési célhoz kell igazítani, figyelembe véve az energiahatékonyságot és a költségeket.

A telephelyen tapasztalt gyakorlatom alapján melegvíz felhasználás szempontjából három tartományt vizsgállok meg. 40-50 °C hőmérsékletű víz elegendő az alacsony szennyezettségű felületek megtisztítására. Ezt jellemzően műszak közben alkalmazzuk a folyamatos tisztaság fenntartására. Mély tisztításra nem alkalmas, hiszen például az E. coli, Salmonella túléli ezt a hőmérsékletet. Mérséklet zsíroldó képességgel és szennyeződés eltávolítással rendelkezik ezen tartomány. Elsősorban gazdasági okok miatt alkalmazzák előszeretettel ezt a tartományt a szarvasmarha telepeken, illetve jelen vannak a munkavédelmi szempontok is a forrázás védelem végett. Külön védőfelszerelést igényel az 50 °C-nál magasabb hőmérsékletű forróvíz alkalmazása, amely nagyban megnehezítené az ott dolgozók munkáját ergonómiai szempontok alapján.

A következő hőmérsékleti tartomány 60-80 °C hőmérséklet. Ez a tartomány már képes a zsírok és a kórokozók nagymértékű tisztításában és elpusztításában. Ahhoz, hogy tartani tudjuk a higiéniai követelményeket, esetünkben a 10 ezer csíra per liter tejet, ez a tartomány teljes mértékben alkalmas. Ezen a hőmérsékleten már nagyobb mértékben képes elvegyülni a zsír a vízzel, ebből következik a zsíroldó hatás, továbbá jelentősen csökkenti a baktériumok számát.

Az utolsó hőmérsékleti tartomány a + 80 °C feletti. Csak abban az esetben alkalmazzák ezt a hőmérsékleti előremenő vizet amennyiben valamilyen külső behatás számára

szennyeződés kerül a rendszerben. Ilyen lehet például egy szarvasmarhák által terjesztett járvány, mely bekerülhet a tejbe, így a fejőrendszerbe. Az általam vizsgált telep 2014 óta működik. Ezen időszak alatt erre nem volt példa, hogy szükséges lett volna alkalmazni ezt az igen magas hőmérsékletű forró vizet.

A forróvíz alkalmazásának alapvetően három plusz egy higiéniai előnye van. Az első ilyen a mikrobiális szennyeződések csökkentése, a magasabb hőmérsékletnek köszönhetően hatékonyabban pusztítja a baktériumokat és vírusokat, így csökkenti a tejtermék és az állatok közötti fertőzések kockázatát. Egy fejőgép egy nap 20-25 marhával találkozik, igen nagy problémát okoz, ha fertőzés alakulhat ki közöttük. A második előny a hatékony tisztítás, a melegvíz javítja a tisztítószeres hatékonyságát, különösen zsíros és fehérje tartalmú szennyeződések esetén. Kellően magas hőmérséklet esetén akár teljesen elhagyhatóak a kémiai vegyszerek alkalmazása. A harmadik előny a patogének kontrollálása, a fertőtlenítő hőmérséklet használata kritikus az olyan kórokozók megelőzésében, mint a *Mycobacterium Bovis* vagy a *Staphylococcus Aureus*.

Összességében a melegvíz megfelelő hőmérsékleten történő alkalmazása elengedhetetlen a szarvasmarha telepeken a higiénia fenntartásához, az állatok egészségének megőrzéséhez és a tejtermékek biztonságának biztosításához.

#### 4.1 Melegvíz hőmérséklete és az alkalmazott kémiai szerek közötti összefüggés

Két csoportra bontom itt a hőmérsékleti tartományok szerint. A  $>60\text{ °C}$  és a kisebb, mint  $<50\text{ °C}$  osztályokra. A következők látjuk, miért fontos megkülönböztetni ezt a két tartományt.

Magasabb hőmérséklet ( $>60\text{ °C}$ ) növeli a kémiai reakciók sebességét, ami javítja a tisztítószeres (pl. lúgos, savas vagy enzimes készítmények) hatékonyságát, csökkenti a zsír és fehérje alapú szennyeződések eltávolításához szükséges tisztítószer-koncentrációt, a baktériumok hőérzékenysége miatt kevesebb fertőtlenítőszerre van szükség.

Alacsonyabb hőmérséklet ( $<50\text{ °C}$ ) csökkenti a vegyszerek hatékonyságát, mivel a szerves anyagokat nehezebb eltávolítani, ezáltal több vagy erősebb tisztítószerre van szükség a megfelelő tisztítás és fertőtlenítéshez.

Az általam vizsgálat marhatelepen 3 csoportba sorolhatóak a tisztítószer. Vannak lúgos, savas és normál fertőtlenítő szerek. A lúgos tisztítószer esetében magasabb hőmérséklet mellett hatékonyabban oldják a zsírokat és a szerves szennyeződések, így csökkenthető a szükséges koncentráció. Savas tisztítószereknél főleg az ásványi lerakódások (pl. vízkő kiválás, amit vízlágyítóval is megelőzünk többek között) eltávolítására használatosak és kevésbé érzékenyek a hőmérsékletre. Természetesen itt is a magasabb hőmérséklet alkalmazása elősegíti a megfelelő hatékonyságot. A normál fertőtlenítő szerek, melyeknek a pH-ja nem tér el lényegesen a 7-től, ilyen lehet például a klór vagy peroxidos készítmények hatékonysága szintén javul a melegvíz használatával, csökkentve az adagolás szükséges mértéket.

Optimalizáció szükséges megállapítani az alkalmazott víz hőmérsékletet és a vegyszer mennyiséget. Ahogy növeljük az a forró víz hőmérsékletét, úgy egyre kevesebb vegyszerre van szükségünk, mivel napkollektorral állítjuk elő a szükséges melegvizet, így amikor rendelkezésre áll nyári időszakban a szinte nulla energiaigényű forróvíz érdemes átállni alacsonyabb vegyszer használatra és megnövelni a víz hőmérsékletet, míg téli esetben amikor gázkazánnal állítjuk elő a forróvizet abban az esetben visszaállni a jelenleg is működő gazdasági megoldásra. Alacsonyabb hőmérsékletű víz előállítására és több vegyszer alkalmazása szükséges téli esetben.

## 4.2 Kémiai vegyszer szükségletek meghatározása

A fejőgépek higiéniai tisztítására használt tisztítószer összetétele és az egyes komponensek pontos mennyisége függ az alkalmazott tisztítószer típusától, a vízminőségtől (pl. keménység), a rendszer szennyezettségi fokától, valamint a gyártó által megadott specifikációktól. Az alábbiakban bemutatom az általános iránymutatásokat a lúg, a sav és egyéb összetevők mennyiségére vonatkozóan egy liter tisztítószer esetében. Vízkeménység nagyban meghatározza a lúgok teljesítőképességét, ezért a lúgokat adalék anyagokkal erősítik fel, hogy ne okozzon gondot a kemény víz. Továbbá a vizsgált telepen vízlágyító berendezés is üzemel, mely hozzájárul a lágyított víz előállításához.

Lúgos tisztítószerek összetétele, mely elsősorban a tejszírok és fehérjék eltávolítására alkalmaznak a következő komponensekből és ezen keverékeiből tevődhetnek össze: nátrium-

hidroxid (NaOH) 5-15% , ez a főkomponens ami felel a zsíroldásért és a fehérjék eltávolításáért, ehhez hozzáadhatunk kálium-hidroxidot (KOH) 5-10% töménységben ez a hatékonyság növeléséért felel, továbbá vannak lúgok amik elősegítik a kemény víz által okozott lerakódások eltávolítását ezek az úgynevezett komplexképző szerek (pl. EDTA, NTA) 1-5%, alkotóelem lehetnek még a tenziodok (felületaktív anyagok) 1-3 % , ezek javítják a zsírok eltávolítását és a tisztítószer nedvesítő hatását, az utolsó komponens a víz, mely 60-80%-ban szerepel egy ilyen oldat esetében.

Savas tisztítószer összetétele, melyek az ásványi lerakódások eltávolításáért felelnek. Ezeknek 5 alapvető komponense lehet az egyéb adalékanyagokat leszámítva. Salétromsav ( $\text{HNO}_3$ ) 5-15% az ásványi lerakódások (vízkő, tejkő) eltávolításában játszik kulcsszerepet, foszforsav ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) 5-10% alternatív vagy kiegészítő savként alkalmazzák, különösen tejkő ellen, korrózió gátló szerek 0,5-2 % megvédik a berendezéseket a savas korróziótól, tenziodok 1-3% megvédik a savas tisztítás hatékonyságát, az utolsó komponens a víz 60-80% részarányal.



9. ábra Helyszínen alkalmazott kémiai vegyszerek (saját)

Általános fertőtlenítő szerek a tisztítás utáni fertőtlenítéshez. 5 alapvető alkotó elemre bonthatjuk. Aktív klór (pl. nátrium-hipoklorit) 2-5% a baktériumok és vírusok hatékony eltávolításáért felel, hidrogén-peroxid ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 2-6% alternatív fertőtlenítőszer oxidatív hatással, peretsav ( $\text{CH}_3\text{CO}_3\text{H}$ ) 1-3% gyakran kombinálják hidrogén-peroxiddal a hatékonyság növelése

érdekében, felületaktív anyagok 0,5-2% segítik a fertőtlenítőhatás elosztását a felületen, víz 80-90% részarányban.

Keverési és hígítási arányok a használat során összegezve. A lúgos tisztítószeresek esetén 0,5-1,5% töménység körül alakul, tehát egy liter vízhez adok hozzá 5-15 ml tisztítószeret. A savas tisztítószeresek esetében 0,5-1% az alkalmazott töménység, tehát 5-10 ml tisztítószeret adok hozzá 1 liter vízhez. Fertőtlenítő szerek esetén 0,1-0,5% tiszta fertőtlenítő szeret adok hozzá 1 liter vízhez.

Amit konkrétan az általam vizsgált szarvasmarha telepen alkalmazunk az sav oldalról a salétromsav 2% töménységben, lúgoldalról a Unispet 50 CL, ez egy nátrium-hidroxid alapú és nátrium hipoklorit tartalmú fertőtlenítőszerezrel kombinált lúg 2% töménységben. Fertőtlenítőszerezrel oldalról nátrium-hipokloridot alkalmazok 10%-os hígításban. ezekből a töménységi százalékokból már látható, hogy mindenhol a felsőhatár került kiválasztásban, amiből következtetni tudok, hogy alacsony hőmérsékletű víz és magas mennyiségű vegyszer kerül felhasználásra. Az Unispet 50 CL lúg esetében a gyártói leírás alapján az általam alkalmazott területen 50-70 °C hőmérsékletű vizet vár el a tisztítás során 10-15 perces folyamatos keringetés mellett a fejőrendszerben.

Összesen 300 liter 70 °C víz kerül bekeverésre vegyszerekkel. Ahhoz, hogy a kémiai vegyszerek ne kerüljenek kölcsönhatásba egymással ezért 3 fázisban történik a fejőrendszer tisztítása. Az első fázisban 98 liter 70 °C vízhez kerül hozzá keverésre 2 liter ~20 °C Unispet 50 CL lúg. 15 percig ezt az oldatot keringeti a rendszerben sűrített levegő hozzáadásával. Ezután 100 liter hálózati hideg vízzel történik az öblítés. Ez 4-5 percet vesz igénybe. Ebben a folyamatban közvetlenül a HHV rákapcsolják a rendszerre, míg a végét kiengedik közvetlenül a lefolyóba. A második fázisban 98 liter 70 °C forróvizet keverek össze 2 liter ~20 °C salétromsavval. Ezt is sűrített levegő hozzáadásával 10-15 percig keringtetem a rendszerben. Ezen fázis végét is hidegvizes átmosás követi. Végül a harmadik fázisban 90 liter 70 °C vizet és 10 liter ~20 °C hypo kerül összekeverésre. Ezt 10-15 percig keringtetem a rendszerben, majd egy hideg vizes átmosást követően készen áll a fejőrendszer az újabb kör fejésre. A sorrend azért alakul így, mert az áramoltatott közeghez először a lerakódott zsírok és tejfehérjék vannak legközelebb, illetve vannak jelen legnagyobb mennyiségében, miután ezeket eltávolítottuk a rendszerből következik a savas oldat, mely a vízkő lerakódást és tejkő lerakódást hivatott eltávolítani. Miután ezeket is eltávolítottuk a rendszerből következik a fertőtlenítés, ami biztosítja a higiéniát a fejőrendszerben.

### 4.3 Felhasznált vegyszer mennyiségek különböző időintervallumokban

Egy nap alatt kétszer történik vegyszeradagolás a fejőrendszerbe, egy a reggel műszak után, egy az esti műszak után, mivel napi kétszer fejik meg a marhákat. Egy ilyen vegyitisztítás során fogom megvizsgálni a felhasznált vegyszer mennyiséget különböző időintervallumokra levetítve. 2%-os töménységet alkalmazunk a salétromsavból és az UniSpet 50 CL-ből, míg a hypoból 10%-os töménységűt. Mindig közel 100 liter 70 °C víz kerül bekeverésre. Ehhez a 100 liter forróvízhez adom hozzá a vegyszereket. Salétromsavból 2 litert, UniSpet 50 CL-ből 2 litert és hypoból 10 litert. Egy nap két ilyen fejőrendszer tisztítás van, ezért a napi vegyszer fogyasztás a következőképpen alakul: 4 liter salétromsav, 4 liter UniSpet 50 CL, 20 liter hypo. Éves időintervallumban vizsgálva 365-el felszorozva ez salétromsavból 1460 liter, UniSept 50 CLből is 1460 liter, míg hypoból ez 7300 liter felhasznált mennyiséget jelent évente. Ezek az értékek a 100%-os töménységű tiszta oldatok esetén lennének igazak. Mivel kereskedelemben ennél csak alacsonyabb töménységű vegyszerek kaphatóak, így azt még korrigálni kell. Salétromsavból 53% töménységűt alkalmazunk, UniSpet CL50-nel nem kell külön foglalkoznunk, mert az közel 100%-os töménységű, illetve a hypoval sem kell külön foglalkozni. Kellő töménységű salétrom oldatot kapjunk 53 % töménység esetén éves szinten 2754 liter 53% töménységű salétromsavra van szükség.

Érdeemes meghatározni, hogy kémiai vegyszerekre mennyit költ a szarvasmarha telep egy évben. Az általam vizsgált telepen 250 literes hordókban tárolják a vegyszereket. Elmondható, hogy 11 hordó salétromsav 6 hordó UniSpet 50 CL és 29 hordó HYPO kerül felhasználásra egy év során. Ez hypo szempontjából közel 6 millió forint, UniSpet CL 50ből 1,2 millió forint, míg salétromsavból 2,75 millió forint 2024-es árfolyamon számolva. Összesen éves szinten megközelítőleg 10 millió forintot költ el ez a szarvasmarha telep kémiai vegyszerekre, ami a fejőgép belső tisztításához szükséges. Mindezt azért, hogy betartsuk a higiéniai előírásokat és ne haladjuk meg az 1 millió csíraszámot literenként. Jelen körülmények között ez a csíraszám 10 ezer környékén alakul. Ebből következtethetünk arra, hogy bőven van tartalék az alkalmazott vegyszer mennyiségben és lehetne alkalmazni lényegesen kevesebb mennyiséget. Azonban sokkal jobban kifizetődő magas higiéniai színvonalat tartani, ezzel megelőzve az igen költséges visszahívásokat és a rossz hírnevet. Nem érdemes csökkenteni az alkalmazott kémiai vegyszer mennyiséget.

#### 4.4 Kémiai vegyszerekhez szükséges víz hőmérsékletek

Ahhoz, hogy pontosabb képet adhassak miért van szükség 70 °C vízhőmérsékletre a salétromsav alkalmazásakor a következő egyenletet írom fel:

Arrhenius-egyenlet:

$$k = A * e^{-\frac{E_a}{R*T}} \quad (1)$$

k: reakciósebességi állandó [1] (2)

A: frekvenciafaktor [Hz] (3)

E<sub>a</sub>: aktiválási energia [J/mol] (4)

R: egyetemes gázállandó [Jmol\*K] (5)

T: abszolút hőmérséklet [°K] (6)

Az oxidációs reakció sebessége gyorsabb magasabb hőmérsékleten, mert az aktiválási energia leküzdéséhez több molekula rendelkezik elegendő energiával.

Ebből a képletből kifejezve két különböző hőmérsékletre:

$$\frac{k_1}{k_2} = e^{-\frac{E_a}{R} * (\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1})} = e^{-\frac{45000}{8,314} * (\frac{1}{342} - \frac{1}{285})} = 23,69$$

ahol,

T<sub>1</sub>=12 °C + 273 K= 285 K

T<sub>2</sub>=70 °C + 273 K= 342 K

Az aktiválási energiát felveszem 45 kJ/mol értékre, mivel a 30-60 kJ/mol tartományokat alkalmazzuk számítási célokra. A reakciósebesség 70 °C-on körülbelül 23,69x gyorsabb, mint 12 °C-on, ha az aktiválási energia. A gyorsabb reakciósebesség azt jelenti, hogy ugyanannyi oxidációs hatás eléréséhez lényegesen kevesebb salétromsav szükséges. Ha a sebesség aránya 23,69:1, akkor körülbelül 24x kevesebb salétromsavra van szükség 70 °C salétromsav-víz oldat esetén. Fontos kiemelni, hogy ez egy számolt érték a valóságtól ez eltérhet, például a salétromsav és a víz bekeverésénél az oldat veszít hőmérsékletéből, mivel a savat nem 70 °C tárolják.

A korábban tárgyalt Arrhenius-egyenlet ugyanúgy vonatkozik a lúgokra és a fertőtlenítő szerekre is. Ezek alapján elmondható, hogy minden alkalmazott kémiai vegyszerből 24x kevesebbre van szükség, mintha használati hideg vizet alkalmaznánk.

## 5. A fototermikus rendszer elemei

4 főelemből tevődik össze egy síkkollektoros melegvíztermelő rendszer alapvető működési elemei. A nap felőli első ilyen elem a kollektor, ahol a napenergia hasznosul. Itt nyerjük ki a napenergia számunkra hasznos részét és alakítjuk át hővé. Itt játszik kulcsszerepet az abszorber, melynek főcélja, minél több napfényt elnyelni, ezáltal hővé alakítani. A következő főelem, az a tároló, ahová az előállított napenergiát letároljuk/puffereljük. Erre azért van szükség elsősorban, mert nem egyidőben keletkezik a Nap által megtermelt és átalakított hőenergia és a felhasznált hőenergia. A kettő között biztosít hidat a tároló.

A harmadik főelem a keringető szivattyú, mely biztosítja a kellő hőhordóközeg áramlást a felhasználóhely (tároló) és a termelőhely (kollektor) között. A rendszerben keletkező összes ellenállást le kell tudnia küzdenie a szivattyú emelőmagasságának, sőt még az üzemeltetés közben kialakult plusz lerakódások és szennyeződések ellenállását is le kell tudni küzdenie. Az utolsó elem az egész rendszert összefogó csőhálózat. Ez biztosítja, hogy zárt rendszerben üzemeljen a fototermikus energia termelő rendszer, valamint biztosítja az energia transzport lehetőségét. Továbbá jelen vannak egyéb szerelvények, melyek elősegítik a karbantartást, megtermelt energia nyomon követését vagy biztosítják a megfelelő biztonságot. Ezen szerelvényeket is szükséges méretezni és ez alapján kiválasztani őket. Ezen szerelvények a következők: légtelenítő szelep, gravitációs visszacsapó szelep, nyomásmérő, hőmérséklet mérő, biztonsági szelep, tágulási tartály, áramlás mérő, megtermelt energiamérő.

### 5.1 Alkalmazott fototermikus technológia kiválasztása

A fototermikus technológiai alapvető célja, hogy napenergiát hasznosítani melegvíz előállításra. A gyakorlatban a hőhordozó közeget keringtetünk közvetett napsugárzás alatt és igyekszünk minél több napenergiát kinyerni négyzetméter arányosan.

Három napkollektor technológiát vizsgálunk meg ebben a fejezetben. A vákuumcsöves kialakítást, a síkkollektoros kialakítást és az abszorber nélküli napkollektorokat. A vákuumcsöves, a síkkollektoros és az abszorber nélküli napkollektoros rendszerek különböző

technológiákon alapulnak, és eltérő hatékonysággal, alkalmazási területtel és költségekkel rendelkeznek. Az alábbiakban összehasonlítom őket.

Vákuumcsöves napkollektor felépítése a nevéből következik, vákuumcsövek sorozatából áll, amelyekben egy abszorber réteg található, amit vákuum vesz körül a hőveszteség minimalizálása érdekében. A hatékonysága nagyon magas, különösen hidegebb és felhős időben is jól teljesít, mivel a vákuum jó hőszigetelő. Előnyei közé tartozik magas hőmérséklet (akár 150 °C) elérése. télen is hatékony, mivel a vákuum minimalizálja a hőveszteséget (Juhász E. és Pongó V. 2008): Jobb teljesítmény gyengébb napsugárzás mellett. Nem szükséges a teliesítés, hiszen feltölthető fagyálló folyadékkal a rendszer, továbbá a hőközeg sincsen kitéve fagyveszélynek. Hátrányai, drágább telepítés és karbantartás sérülékenyebb a csövek miatt. A drágább telepítést a többi típustól eltérő nagy kollektor felület és sérülékenysége okozza. A drága karbantartást a vákuumcsövek ellenőrzése és rendszeres cseréje okozza. Körülményes feladat kicserélni egy vákuumcsöves kollektor csöveit, hogy azok hatékonyan megőrizték gyári értékeit. Alkalmazási terület elsősorban nagyobb rendszerek, például ipari melegvíz-ellátás, vagy helyek, ahol hideg éghajlaton is hatékonyság szükséges.



10. Napkollektorok potenciális telepítési helye (saját)

Síkkollektoros napkollektor felépítése egy sík abszorber felületből áll, amelyet átlátszó üveg borít. Az abszorber elnyeli a napenergiát, amit hőhordozó közeggel továbbítanak. Hatékonysága elsősorban mérsékelt, főként meleg, napos időben hatékony, kevésbé hidegben vagy felhős időben. Előnyei az egyszerűbb és olcsóbb felépítés, robusztus és kevésbé

sérülékeny egyszerű telepítés és karbantartás. Hátrányai gyengébb hatékonyság télen vagy gyenge napsugárzás esetén. korlátozott hőmérséklet-tartomány (max. kb. 70–80 °C). Alkalmazási területe elsősorban háztartási melegvíz-ellátás és kisebb rendszerek, különösen mérsékelt éghajlati körülmények között.

### 3. táblázat Különböző technológiája fototermikus kollektorok összehasonlítása (saját)

Típus	Hatékonyság	Költség	Karbantartás	Alkalmazási terület
Vákuumcsöves	Magas, minden időben	Magas	Közepes/magas	Ipari és hideg éghajlatú rendszerek
Síkkollektoros	Mérsékelt, napos időben	Közepes	Alacsony	Háztartások, mérsékelt éghajlat
Abszorber nélküli	Alacsony, napos időben	Alacsony	Minimális	Egyszerű medencefűtés, nyári használat

Abszorber nélküli napkollektor felépítése általában átlátszó üveg csövekből vagy más anyagokból állhat például fekete műanyagcső, amelyek közvetlenül a napfényt használják fel a víz vagy más hőhordozó közeg felmelegítésére, abszorber réteg nélkül. Hatékonysága éves szinten alacsony, mivel a napsugárzás egy része elvész, és nincs hőszigetelés. Előnyei, hogy nagyon olcsó és egyszerű kialakítása, minimális karbantartási igénye van és könnyen telepíthető. Hátrányai, hogy nagyon alacsony a hatékonysága hideg vagy felhős időben, mivel elsősorban a közvetlen napsugárzást hasznosítja abszorber hiányában. Alacsony maximális hőmérséklet (30–40 °C). Alkalmazási területei egyszerű rendszerek, például medencék vizének melegítése nyári időszakban.

A korábban említett rendszerek közül választásom a síkkollektorokra esik. Ez a választás megfelel a műszaki igényeknek és az ügyfél elvárásainak. Műszaki szempontból a rendszer egyszerűsége biztosítja a magas műszaki élettartamot, ügyféligény szempontjából meg előnyös a kétévente tartott karbantartás megléte, ezzel minimalizálva a várható szerviz eredetű karbantartás igényeket. Annak ellenére, hogy a megrendelői kérés az a 80-90 °C forró víz letárolása volt én nem javasolom ezt, bármennyire csábító a további kémiai vegyszer igény csökkenés. Nagyon magas a vízkőkiválás ilyen szinten plusz a tárolási veszteség is igen magas. Mindezek ellenére előzetes szimulációk alapján nagy biztonsággal tudom tartani az elvárt 70 °C betárolt melegvíz igényt. Az abszorber nélküli kollektorok nem rendelkeznek szigeteléssel sem, így azok teljes mértékben ki vannak téve a külsőhőmérsékleti viszonyoknak, így nem alkalmas a szarvasmarha telep melegvíz igényének ellátására.

A következő táblázatban kigyűjtöttem 3 különböző gyártó síkkollektor adatait annak érdekében, hogy kitudjam választani a projektszemponjtjából a legmegfelelőbbet.

4.táblázat Síkkollektorok összehasonlítása gyártók szerint (saját)

Kollektor neve	Thermosolar TS300	WagnerSolarL42 HTF	ViessmanVitosol 100-F
Várható termelés/év	800-1100 kWh	871 kWh/év	920-1120 kWh/év
Hasznos felület	1,78 m <sup>2</sup>	2,01 m <sup>2</sup>	2,32 m <sup>2</sup>
Hatékonyság	81 %	77,8 %	76%
Szigetelés	40 mm kőzetgyapot	30 mm kőzetgyapot	30 mm kőzetgyapot
Garancia	10 év	10 év	10 év
Ár (bruttó) 2024	179 000 Ft	159 900 Ft	345 867 Ft

A fentebbi táblázatban a három kollektor között nincsen nagy műszaki eltérés. Mindhárom típus alumínium lézerhegesztéses technológiával készül 3-4 cm kőzetgyapot szigeteléssel és hasonló elnyelő képességű abszorberekkel. A választás a WagnerSolar L42 HTF típusú kollektorra esik önállóan gazdasági megfontolásból, hiszen ez a termék szerkezhető be legkedvezőbb áron.

## 5.2 Tároló méretének meghatározása és kiválasztása

A tároló célja, hogy a megtermelt energiát pufferelje és számunkra hasznos időpontban felhasználhassuk a szükséges melegvizet. A gyakorlatban ez egy nagy víztérfogatú tároló, melyet képesek vagyok feltölteni energiával és kisütni, mikor melegvizet használok.

A 3.3 fejezetben meghatároztam a napi felhasznált melegvíz mennyiségét mérések alapján. Ez az érték 3972 liter 70 °C melegvíz igényt jelent. A vizsgált szarvasmarhatelepen adott 2 db 1000 literes tároló a két fő felhasználási helyszínen. ezen tárolókat jelenleg kondenzációs gázkazán fűti kezdetben mindkettőt külső hőcserélő segítségével, ám az üzemelés során a kazánháztól távolabbi tároló, melyből a vegyszerezett vízhez szükséges forró vizet nyerjük, leszerelésre került a külső hőcserélő és a tároló gyári belső spirál hőcserélőjét alkalmazzuk. Az I.-es tárolóból biztosítom a fejőgépek műszak közbeni tisztítását, míg a II.-es

tárolóból biztosítom a vegyszerhez szükséges forróvizet, illetve a tápszerhez szükséges melegvizet. Az I.-es tároló napi melegvíz felhasználása ~2500 liter, míg a II.-es tárolóé ~1500 liter egy nap alatt. Kézen fekvőnek tűnhet, hogy az I-es tároló mellé egy 1500 literes, míg a II-es tároló mellé egy 500 literes plusz tartályra van szükségünk. Mivel a II-es tárolóból forró 70 °C vizet nyerünk ki és a síkkollektoros rendszer műszaki paramétereinek a feszegetése ez az elvárt hőmérséklet, ezért a II-es tároló mellé 1000 literes tároló határozok meg, ezzel növelve a rendelkezésre álló puffert térfogatot és nagyobb időtávon biztosítva a szükséges forróvizet. Az I-es tároló esetében viszont nincsen szükség az 1500 literes tárolóra, hiszen a tárolóból kinyert hőmérséklet a méréseim alapján csak 36-40 °C, ezért ide is egy 1000 literes tároló választok ki. Nem hoz potenciálisan több megtakarított energiát az 500 literrel nagyobb tároló.

A tárolóval szemben állított követelményeim:

- Legyen a tároló műszaki élettartama legalább ~15 év.
- Biztosítson a tároló belső terelő lemezeket a teljes tároló térfogat kihasználása érdekében és a rövidzár elkerülése végett.
- Álljon rendelkezésre kellő csonkméret, ezzel is növelve a csapolási hozzáfolyás nyomásértékét.
- A tároló tetején legyen elhelyezve a védőanód, ezzel elkerülve a hosszú karbantartást vagy gondozásmentes anód választása.
- A tároló rendelkezzen kerámia zománc bevonattal HMV oldalról.
- Rendelkezzen levehető szigeteléssel, ezzel biztosítva a tartály javíthatóságát a jövőben. Három tároló gyűjtök ki ezen szempontok alapján.

5. táblázat Melegvítárolók összehasonlítása gyártók szerint (saját)

Tároló neve	Cordivari Vaso Inerziale WC1000	SunSystem 1000 HCSN	Heizer ATF-1000
Szigetelés vastagsága	100 mm	50 mm	100 mm
Maximális üzemi nyomás	8 bar	15 bar	10 bar
Garancia	3 év	5 év	5 év
Energia hatékonysági osztály	C	C	C
Ár (bruttó)	597 000 Ft	755 000 Ft	817 000 Ft

A táblázat alapján egyértelmű választás a Cordivari tartálya a gyártók által közölt adatok alapján. Az alacsony üzemi nyomásról két biztonsági szerelvény is gondoskodik, az egyik egy rugós betétű 6 bar maximum nyomást engedő biztonsági szelep, a másik egy a bejövő hálózati vízágba elhelyezett nyomáscsökkentő. Ezek mellett még a nyomás kiegyenlítés érdekében helyet kap egy hidegvizes tágulási tartály is. A kiválasztott tartály mellett szól még a szigetelés vastagsága és a kedvező bekerülési költség is.

### 5.3 Keringető szivattyú meghatározása és kiválasztása

A keringető szivattyú célja kapcsolatba hozni a rendszer elemeket egymással közvetetten, ezt a hőhordozó közeg keringtetésével érem el. Ez a napkollektoros rendszer legnagyobb villamosenergia igényű eleme az üzemeltetés során, ezért fontos méreteznem és meghatározni a leghatékonyabb munkapontot, ezzel minimalizálva a felhasznált energiát az üzemeltetés során.

Először meghatározom a maximális keletkező pillanatnyi energia mennyiséget a napkollektorokon.

$$P_{max} = n_k * A_k * \mu_k * A_s = 24 \text{ db} * 2,01 \text{ m}^2 * 77.8 \% * \sim 1000 \frac{W}{\text{m}^2} = 37 530 \text{ W} \quad (1)$$

ahol,

$n_k$  – napkollektorok száma

$A_k$ - egy darab kollektor felülete

$\mu_k$ - kollektor összesített maximális hatásfoka

$A_s$ - egy négyzetméterre eső besugárzás pillanatnyi maximuma

Ezt a teljesítmény szintet soha nem fogja elérni a napkollektoros rendszer. Ez egy elméleti maximum, ami csak laboratóriumi körülmények között valósulhat meg. A tervezéshez viszont megfelelő adat.

Ezután meghatározom a szükséges térfogatáramot, ami 10 °C dT-hez tartozik.

$$Q_{sz} = \frac{P_{max}}{c_p \cdot \Delta T} = \frac{37,53 \text{ kW}}{4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 10 \text{ }^\circ\text{C}} = 0,894 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \rightarrow 894 \frac{\text{l}}{\text{h}} \rightarrow 14,9 \frac{\text{l}}{\text{perc}} \quad (1)$$

Ahhoz, hogy több energiát tudjunk kinyerni a napkollektoros rendszerünkben érdemes csökkenteni a kollektor hőmérsékletét és a betárolt hőmérséklet különbséget  $\Delta T = 5^\circ\text{C}$ -ra. Ebben az esetben az egyenlet a következő képen módosul:

$$Q_{sz} = \frac{P_{max}}{c_p \cdot \Delta T} = \frac{37,53 \text{ kW}}{4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 5 \text{ }^\circ\text{C}} = 1,79 \frac{\text{m}^3}{\text{óra}} \rightarrow 1790 \frac{\text{l}}{\text{h}} \rightarrow 29,8 \frac{\text{l}}{\text{perc}} \quad (1)$$

Meghatározom a szükséges emelőmagasságot, ami alapján már ki tudom választani a szükséges szivattyút. Itt összegezni fogom a rendszerben fellépő ellenállásokat.

Először meghatározom, hogy ezen rendszer esetében mekkora az egy méter cső szakaszra vetített ellenállás, ami összeköti a rendszer elemeket, méretezési körülmények között. Ehhez a következő alapadatokra van szükségem:

Térfogatáram  $Q_{sz} \sim 1790 \text{ kg/óra}$

Választott csőméret DN28 réz belső átmérő 26 mm

40% propilén glikol tulajdonságai  $\rho = 1040 \text{ kg/m}^3$ ;  $\mu = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

Legtávolabb eső napkollektor és a tároló távolsága oda-vissza összesen  $\sim 75 \text{ m}$

Meghatározom az áramlás sebességét méretezési állapotban:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{\frac{1,790 \frac{\text{m}^3}{\text{óra}}}{3600}}{\frac{0,026^2 \text{ m} \cdot \pi}{4}} = \frac{\frac{1,790 \frac{\text{m}^3}{\text{óra}}}{3600}}{0,000532 \text{ m}^2} = 0,935 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (1)$$

Meghatározom a Reynolds-számot:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu} = \frac{1040 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,935 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,026 \text{ m}}{2,6 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}} = 9724 \quad (2)$$

Bőven meghaladja a  $Re=2400$  lamináris és turbulens áramlás határát, így elmondható, hogy ez tisztán turbulens áramlás.

Súrlódási tényező meghatározásához Colebrook-egyenletet alkalmazok:

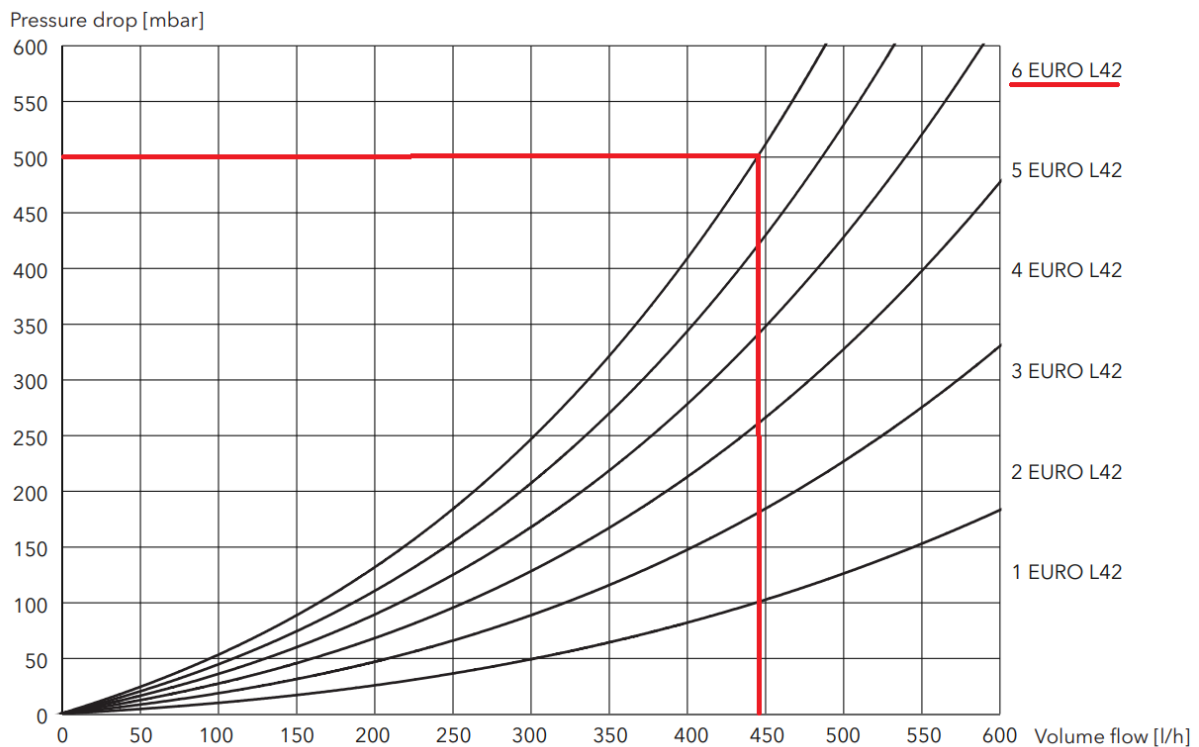
$$f = 0,316 \cdot Re^{-0,25} = 0,316 \cdot 9724^{-0,25} = 0,0318 \quad (3)$$

Végül behelyettesíték a Darcy-Weisbach egyenletbe:

$$H_f = f * \frac{L}{d} * \frac{\rho * v^2}{2} = 0,0318 * \frac{1 \text{ m}}{0,026 \text{ m}} * \frac{1040 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * (0,935 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2} = 556 \frac{\text{Pa}}{\text{m}} \quad (1)$$

$$H_{CS} = H_f * 50 \text{ m} = 27800 \text{ Pa} \rightarrow 2,78 \text{ v.o.m.} \quad (2)$$

További ellenállások vannak jelen a rendszerben, hőcserélő, idomok, kollektorok. Ezen ellenállásokat az adatlapokban szereplő nomogrammból nyerem ki. Tichelman elve alapján kerül kialakításra a hidraulikus oldal ezzel biztosítva a hidraulikus beszabályozást és azt, hogy minden kollektorra egyenlő térfogatáram jusson. 24 kollektor van összesen egy rendszerben. Négy további egységre osztom fel a kollektor telepet, így adódik 4x6 db elrendezésben ki a teljes kollektorpark.



11. ábra Kiválasztott napkollektor nomogram Pressure drop [mbar]-Nyomásesés | Volume flow[l/h]-Térfogatáram (WagnerSolar kollektor adatlap)

Tudom, hogy kalkulált érték alapján 1790 liter/óra a teljes rendszerre vetített térfogatáram, mivel további 4 egyenlő részre bontom a rendszert, ezért 1 db kollektoron 447,5 liter/óra a tervezett maximális térfogatáram. A gyári adatlap alapján, ha 6 kollektor van sorba kötve, ilyen térfogatáram mellett, akkor 500 mbar a kollektorok összesített ellenállása 40% glikol keverék és 40 °C hőhordozó közeg hőmérséklet mellett. A hőcserélő ellenállása 50 l/perc értéknél van megadva a leírásban. Nekem ennél kisebb térfogatárammal van megtervezve a

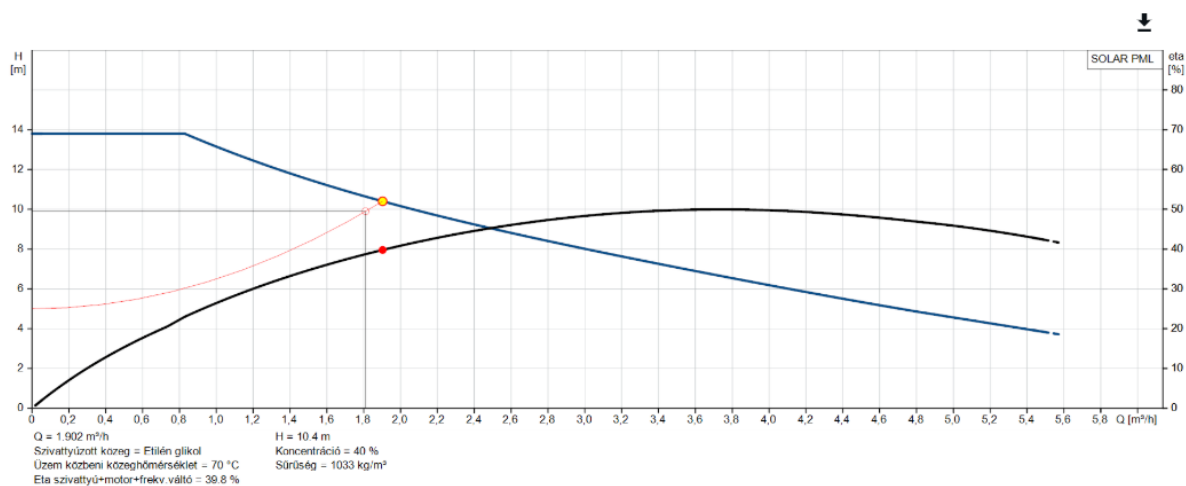
rendszer, szóval pozitív irányba tévedek amennyiben ezt az adatot használom fel. Az érték 11,8 kPa 40 °C közeg hőmérséklettel és 40 %-os propilén glikol keverékkel. Várhatóan 22 db könyök ív idommal fog rendelkezni a rendszer, ennek egyenértékű hossza megfelel  $22 \cdot 0,3 = 6,6$  m további méternek. További szerelvények egyenértékű hosszát felveszem 10 m egyenértéknek, ebbe vannak benne a gömbcsapok, sorják, szolárállomás, légtelenítők fele leágazó T-idomok. Ezeket az adatokat összegezve megkapom a teljes rendszer ellenállását, amiből meghatározható a szükséges emelőmagasság.

$$\Sigma H_{\delta} = H_{CS} + H_k + H_{hcs} + H_{k+sz} = 27800 Pa + 50000 Pa + 11800 Pa + 9230 Pa = 98830 Pa \rightarrow 9,9 m \text{ (vízoszlop méter)} \quad (1)$$

Ez egy elméleti maximum, amiben már szerepel tervezési ráhagyás. Mivel a rendszerben üzemeltetés során lerakódhatnak egyéb szennyeződések is, ezért egy 10 m emelőmagasságú szivattyút fogok a rendszerbe illeszteni.

A szükséges szivattyú jelleggörbéje és a hozzátartozó munkapont:

#### Teljesítmény



12. ábra Kiválasztott szivattyú munkapontja H-Q diagramon (Grundfos szivattyú kiválasztó program)

Grundfos Alpha Solar 25-145 180 szolárszivattyú az egyetlen szolár szivattyú, amit találtam ehhez a munkaponthoz.

Összességében a maximális munkaponthoz tartozik egy 9,9 m emelő magasság és 1,79 m³/óra térfogatáram. Abban az esetben, ha a dT megváltoztatom 5 °C-ról -> 10 °C-ra akkor más szivattyút érdemes választani. A térfogatáram 1,79 m³/óra módosítom 0,894 m³/óra. Az emelőmagasság a következő egyenlet szerint módosul:

$$\sum H_{\bar{o}} = H_{cs} + H_k + H_{hcs} + H_{k+sz} = 27800 \text{ Pa} + 16000 \text{ Pa} + 11800 \text{ Pa} + 9230 \text{ Pa} = 64830 \text{ Pa} \rightarrow 6,5 \text{ m (vízoszlop méter)} \quad (1)$$

0,894 m<sup>3</sup>/h térfogatáram és 6,5 m emelőmagassághoz a következő két szivattyú típust adatait gyűjtöttem össze egy táblázatba:

7. táblázat Szolárszivattyúk összehasonlítása gyártók szerint (saját)

Szivattyú neve	WILO Varios PICO-STG 25/1-8-180	Gundfos Alpha Solar 25-75	Grundfos Alpha Solar 25-145
Maximális emelőmagasság	8 méter	7,5 méter	14,27 méter
Maximális térfogatáram	4,4 m <sup>3</sup> /h	3,5 m <sup>3</sup> /h	5,6 m <sup>3</sup> /h
Csatlakozás mérete	G 1 ½	G 1 ½	G 1 ½
Tápfeszültség	230 V	230 V	230 V
Járókerék anyaga	PP-GF40	Composite PES 30% GF + PESU-GF20%	PES 30% GF
Maximális teljesítményfelvétel	75 W	45 W	140 W
Alkalmazható legkisebb dT	10 °C	10 °C	5 °C
Folyadék hőmérséklet tartomány	-10 °C - +110 °C	+ 2 °C – 110 °C	-10 °C - + 110 °C
Ár (bruttó)	139 000 Ft	143 690 Ft	154 127 Ft

Mindhárom szivattyú külső 0-10 V iPWM feszültség jel szabályozható, továbbá a gyártó által is napkollektoros rendszerek üzemeltetésre lettek kifejlesztve. Az alacsonyabb alkalmazható dT (hőmérséklet különbség a betárolt és a kollektor hőmérséklet között) jelentősen jobb választásnak bizonyul a három szivattyú közül. A kisebb dT választása +7 % energia termelékenységet jelent szimulációk alapján. Éves szinten ez + 3500-4000 kWh energia mennyiséget jelent, ami egyértelműen magyarázza, hogy érdemes az alacsonyabb hőmérséklet különbséget választani, ezzel együtt a nagyobb teljesítményű szivattyút.

Szekunder szivattyú kiválasztása jóval egyszerűbb művelet. A primer szivattyú térfogatáramát és a hőcserélő ellenállását kell alapul venni. Ennek a szivattyúnak az áramoltatott közege hálózati friss víz, ennek megfelelően kell kiválasztani. Ezen szivattyú munkapontja 1,8 m<sup>3</sup>/h térfogatáramú és ~2 méter emelőmagasságú pontban van.

8. táblázat Nagy teljesítményű (dT= 5°C) szolárszivattyúk összehasonlítása gyártók szerint (saját)

Szivattyú neve	Grundfos UP 20-45 N	WILO Star-Z 25/2 EM
Maximális emelőmagasság	4,5 méter	2 méter
Maximális térfogatáram	3,6 m <sup>3</sup> /h	3 m <sup>3</sup> /h
Csatlakozás mérete	G 1 ½	G 1 ½
Tápfeszültség	230 V	230 V
Járókerék anyaga	Noryl	Műanyag
Maximális teljesítményfelvétel	120 W	49 W
Folyadék hőmérséklet tartomány	+2 °C- +95 °C	-20 °C – +110 °C
Ár (bruttó)	196 000 Ft	124 990 Ft

A két szivattyú közül a munkapont a Wilo esetében közelebb esik az optimális gyári értékekhez, ez hatékonyabb üzemelést és valamivel alacsonyabb energiafogyasztást jelent, továbbá alacsonyabb a bekerülési költsége is a WILO Star-Z 25/2 EM HMV keringető szivattyúnak.

#### 5.4 Napkollektor mennyiség meghatározása

A célom, hogy az igényeknek megfelelő mennyiségű kollektort határozzak meg, ezzel maximálizálva a megtérülést és biztosítva a rendszert, hogy minimális mennyiségű időt töltsön stagnálásban. A stagnálás egy olyan állapot amikor már nem tudunk betárolni több napkollektoros energiát és a kollektoros rendszer hőhordozó közege felforr a kollektorokban

az intenzív napsütés miatt és gőz képződik. Ez a jelenség megterheli a rendszer elemeket és nem hasznos számomra.

A kollektorok számának meghatározásához először meghatározom az éves energiaigényt, ez alapján tudok következtetni a tervezett szoláris részarány alapján a kollektorok által megtermelt energiamennyiségre.

Ahhoz, hogy ezt megtudjam határozni szükségem van korábban kalkulált értékekre. 3972 liter 70 °C vízre van szükség egy nap. Napi energia szükséglet melegvíz előállításához:

$$Q_{napi} = c * \dot{m} * \Delta T = 4,2 \frac{kJ}{kg * K} * 3972 kg * 58 K * \frac{1}{3600} = 268 \frac{kWh}{nap} \quad (1)$$

$$Q_{éves} = 365 * Q_{napi} = 98 101 kWh \quad (2)$$

Tárolási és cirkulációs veszteségnek 10 %-ot határozok meg, ebből:

$$Q_{éves,t} = Q_{éves} * 1,1 = 107 911 kWh$$

Ennyi energiát kell befektetnünk ahhoz, hogy rendelkezésre álljon éves szinten a szükséges melegvíz. A helyszínen kondenzáció gázkazánok termelik jelenleg a melegvizet. A magas előremenő hőmérsékletre tekintettel egy 85% hatásfokkal kiszámolom a primer energia igényt.

$$Q_{primer} = Q_{éves,t} * \frac{1}{0,85} = 126 954 kWh \rightarrow 13 364 m^3 földgáz \quad (3)$$

Jelenleg megközelítőleg ennyi földgázt használ a szarvasmarha telep melegvíz termeléshez. Ahhoz, hogy meghatározzam a kollektorok optimális számát szimulációs programot fogok alkalmazni. Szimulációm során törekedni fogok a 45-55% szoláris részarányra, mellyel maximalizálni tudom a napkollektoros rendszer megtérülését. A nagyon magas szoláris részarány csábító megoldásnak tűnhet kiváltott földgáz mennyiséget tekintve, viszont figyelembe kell vennem a maximális tárolási hőmérsékletet, mely nem haladhatja meg a 95 °C maximális tárolási hőmérsékletet. A tárolási hőmérséklet meghaladja ezt az értéket, az műszaki szempontból meghaladja a legtöbb indirekt tároló maximális tárolási hőmérsékletét, mely hőmérsékleti érték felett nem tud üzembiztosan üzemelni. További gondot okoz a magas hőmérséklet nyári esetben a tárolóban. Nagyon magas hőmérsékleten tárolt víz magas vízkőkiválást okoz a tárolóban, ezt hivatott elkerülni a már meglévő vízlágyító rendszer. Magas tárolt hőmérséklet mellett magas a tárolási veszteség is, de annak érdekében, hogy maximalizálni tudjuk a szoláris részarányt elkerülhetetlen a nyári időszak közepén megjelenő túltermelés. Szimulációs eredményeim alapján a 48 kollektoros rendszer biztosítja a legjobb kiválasztást kollektor darab szám alapján. Ez alapján a tárolási hőmérséklet az év során nem

haladja meg a + 95 °C-t. Az egyszerű hidraulika érdekében és a gyártói javaslatok szerint 6-os egységekben lehet maximum telepíteni a kollektorokat.

További kedvező kiosztást biztosít számunkra a 12-vel osztható napkollektoros rendszer. Ez előnyös mind kivitelezés és hidraulikai szempontból is. 48-nál nagyobb mennyiségű kollektor már dimenzió váltást eredményezne a rendszer minden elemében. A 48 kollektort 2 önállóan működő rendszerre bontom, mivel két helyszínen készül jelenleg is a HMV. 24 kollektorhoz minimum 2000 liter tárolt mennyiség szükséges, hogy egy teljes napi kollektor termelést le tudjuk tárolni. 24 kollektorra egy derült nyári napon 170-190 kWh energiát is szükséges lehet letárolni. A hálózati víz forráshoz közelebbi tároló a kollektoros tároló, ebbe 12 °C-tól egészen 90 °C-ig betudjuk tárolni, míg a meglévő tárolóba 70 °C-tól 90 °C-ig tudunk felpufferelni, tehát összesen 4000 liter forró vizet tudunk előállítani. A betárolható pillanatnyi teljesítmény a meglévő és új tárolóba:

$$Q_{\text{új tároló}} = c * \dot{m} * \Delta T = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} * \text{K}} * 2000 \text{ kg} * 78 \text{ K} * \frac{1}{3600} = 182 \text{ kWh} \quad (1)$$

$$Q_{\text{meglévő tároló}} = c * \dot{m} * \Delta T = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} * \text{K}} * 2000 \text{ kg} * 20 \text{ K} * \frac{1}{3600} = 46,6 \text{ kWh} \quad (2)$$

$$Q_{\text{tároló össz.}} = Q_{\text{új tároló}} + Q_{\text{meglévő tároló}} = 228,6 \text{ kWh} \quad (3)$$

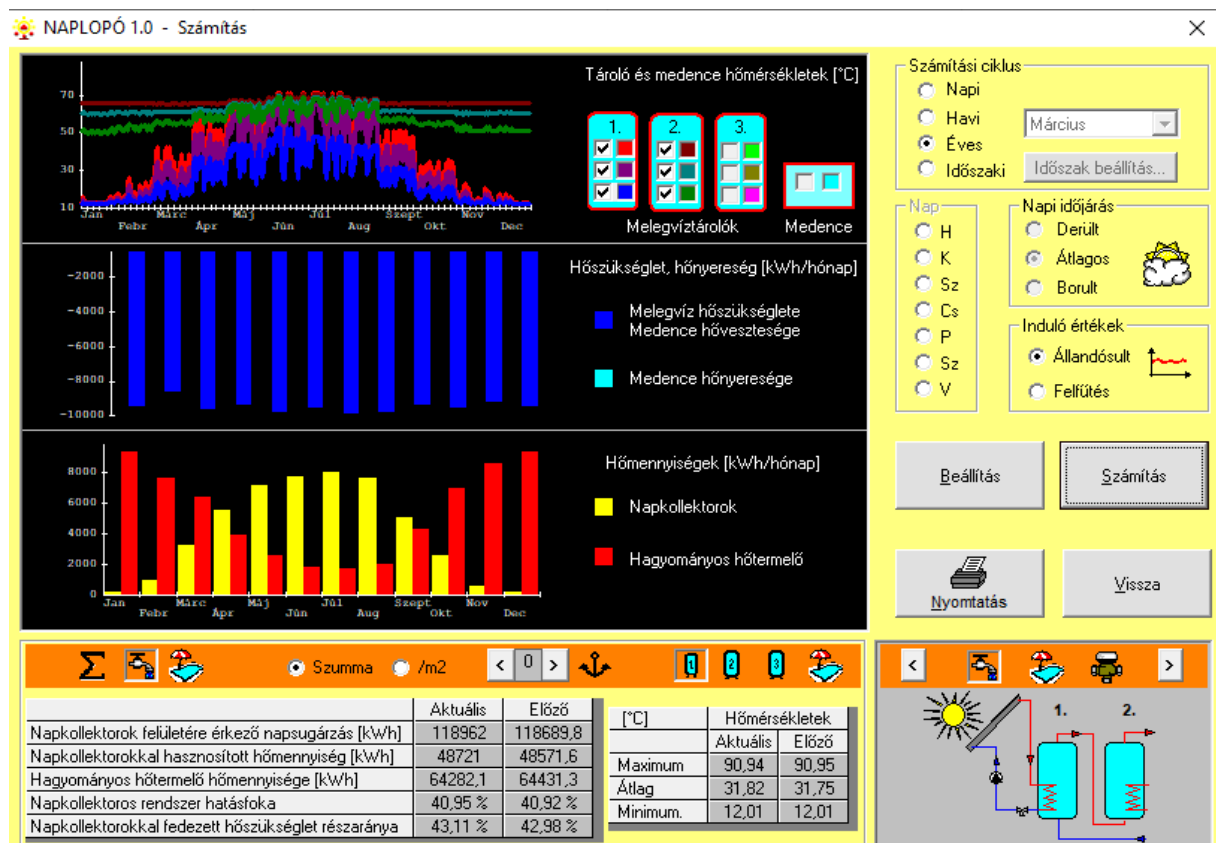
Ez a napi energia felhasználás 83%-a, mely elégségesnek bizonyul, mivel van olyan időszak amikor a termelés és a fogyasztás egybe esik. A számolás nem veszi figyelembe a

tárolási

és

cirkulációs

veszteségeket.



13. ábra Napkollektoros szimulátor (Naplopó Kft., 2006)

Hőcserélő kiválasztása során elsődleges szempontot követnek a jelenleg a kivitelezésben alkalmazott trendek. Ez alapján az alacsony hely szükséglet, az egyszerű szerelhetőség és a könnyű karbantartás az elsődleges cél. Maximálisan 35 kW teljesítmény kell átadnia a hőcserélőnek a primer és a szekunder kör között. A hőcserélő elsődleges feladata elválasztani a napkollektor rendszer glikolos közegét a HMV rendszer friss vizétől. A hőcserélőnek ellen kell tudnia állni, mind a glikolos közeg okozta veszélyekkel, ilyen az enyhén lúgos pH (8,5), magas viszkozitás (sűrűbb, mint a víz), mind a frissvíz okozta magas oxidációs veszély és vízkőkiválás a hőcserélőn belül. Mivel a hőcserélők jellemzően nem polctermékek, így ebben az esetben mindenképpen egy hőcserélő gyártóval érdemes felvennem a kapcsolatot és tőlük kell kérni javaslatot a megoldandó technológiára. Én is így cselekedtem, ezért megkerestem az SPX Flow hőcserélő gyártó műszaki támogatóját a következő megkereséssel:

„Megtermelt hőmennyiség: 35 kW

Előírányzott hőfoklépcső: primer 40 °C/35 °C szekunder 38 °C /33 °C

Névleges térfogatáram 30 l/perc

Kiválasztott szivattyú maximális emelőmagassága 7,5 m, ebből maximum ~1,5 métert áldoznánk a hőcserélőre.

Maximálisan megengedett hőfoklépcső a hőcserélő primer és szekunder oldala között ~2 °C.  
50 l/perc névleges térfogatáram

Áramló közeg: fagyálló 40% propilén glikol primer oldalon / hálózati friss víz szekunder oldalon

A hőcserélőnek ellen kell állnia a 120 °C közegnek is

Maximális nyomás érték 10 bar”

A kiválasztott hőcserélő neve: TTF20H-70 (copper brazed) G1” (általam megfogalmazott e-mail a gyártó felé)

A hőcserélőt ellenáramban alkalmazom, ez alapján lett kiválasztva. Az elkészített adatlap alapján nem megvalósítható a kért hőfoklépcsők. A kiválasztott hőfoklépcső primer oldalon 40 °C / 29,75 °C, míg szekunder oldalon 28 °C / 37,53 °C. A kisebb hőfok lépcsőt csak nagyobb térfogatáram mellett tudja megvalósítani a gyártó, erre a kiválasztott szivattyúval nincsen lehetőség. A hőcserélő továbbá AISI 316L rozsdamentes acél anyagból készül, maximum 25 bar üzemi nyomással bír, +180 °C maximum elviselt hőmérséklet, összesen 4 liter víztérfogattal rendelkezik (primer+szekunder), 3,81 m<sup>2</sup> a hőátadó felület és 4,39 W/m<sup>2</sup>K hőátbocsátási tényezővel rendelkezik a primer és szekunder oldalt elválasztó felület.

További rendszer elemekre van szükség, melyek célja a zökkenőmentes üzemeltetés, a karbantarthatóság és a biztonság. A rendszer geodetikus legmagasabb pontjába napkollektorosrendszerhez dedikált légtelenítőket tervezek. Ezen légtelenítők műszakilag elviselik a nagyon magas hőmérsékletet és a forrógőzt, illetve glikolállóak. A lényeges különbség egy szolár légtelenítő és a hagyományos fűtési légtelenítő között, az a légtelenítőbe integrált visszacsapó szelep anyaga. A szolárlégtelenítő esetén ez sárgarézből készül, míg a hagyományos légtelenítő esetében ez készülhet műanyagból is. Ideális választás a Flamco Flexvent Solar légtelenítő.

Légleválasztó betervezése, segít a rendszerbe beszivárgó levegő eltávolításában, ezzel segítve csökkenteni a rendszerben keletkező ellenállást, növelni a hőátadást és megelőzni a belső korróziót. Ebben az esetben is magashőmérsékletekhez alkalmas légleválasztót kell kiválasztani. Ideális választás a Flamco Flamcovent Solar légleválasztó.

Szükség van a rendszer feltöltésére, biztonsági szelepre, hőmérő- és nyomásmérő csoportokra, in-line vertikális légleválasztóra és áramlásmérőre. Ezen szerelvényeket fogja rendszerbe a szolárállomás. Itt kap helyet a központi elektronikai vezérlő is.

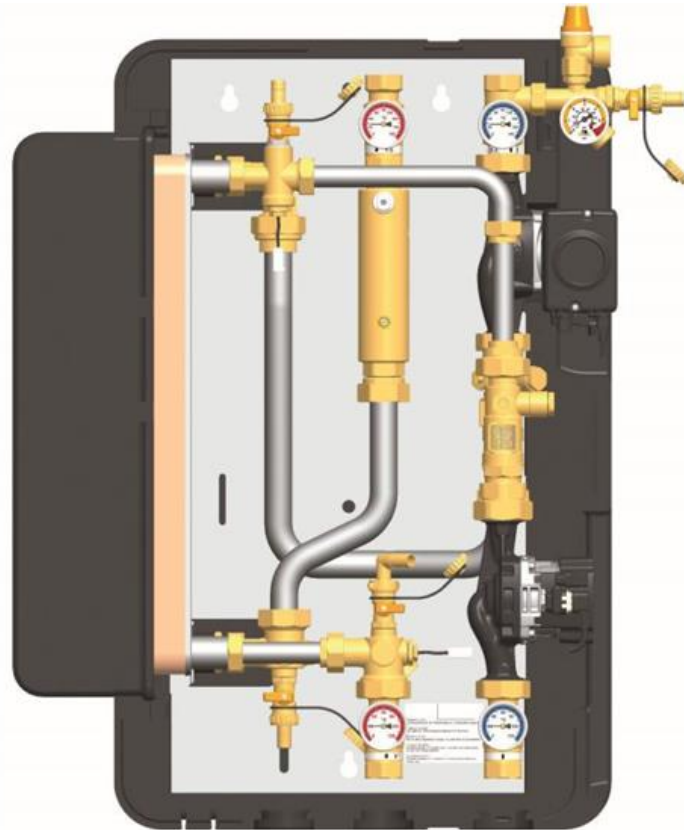
Van lehetőség előre összeszerelt komplett szolárállomást betervezni. Ez már tartalmazza a napkollektoros rendszerhez tartozó lemezes hőcserélőt, a glikol körhöz tartozó szivattyút, a frissvíz víz keringető szivattyút és az egyéb szükséges szerelvényeket. Érdemes megvizsgálni ennek a szolárállomásnak az alkalmazását és összehasonlítani az egyedileg betervezett alkatrészekkel. Nem találtam egyéb szolárállomást ilyen méretben, mely képes lenne kezelni 24 kollektort együttesen.

9.táblázat Szolárállomás alapadatok (saját)

Szolárállomás megnevezése	CIRCOTransfer 50 E
Primer szivattyú/szekunder szivattyú	Grundfos PML 25-145 / Grundfos UPM3 Solar 25-75
Alacsony áramlás esetén (17 l/m <sup>2</sup> h)	54 kW teljesítmény; max. 90 nm <sup>2</sup> kollektor felület
Magas áramlás esetén (35 l/m <sup>2</sup> h)	30 kW teljesítmény; max.50 m <sup>2</sup> kollektor felület
Max. megengedett nyomás	6 bar
Max. megengedett üzemi hőmérséklet	120 °C
Max. megengedett stagnálási hőmérséklet	140 °C
Max. propilén glikol tartalom	50 %
Ár(bruttó):	1 773 000 Ft

Összeállítható külön elemekből is a szolárállomás. Ebben a lehetőségben benne van a helyszíni szerelés plusz költsége, illetve a helyszínen szerelt rendszerben nagyobb a hiba lehetőség, mint

a gyártósoron összerakott szolárállomásnak. Az alábbi táblázatba tételesen összegyűjtöm milyen elemekből tevődik össze egy szolárállomás és összehasonlítom a két variációt



9. táblázat Szolárállomás alkotóelemeinek összehasonlítása az előre szerelt szolárállomással (saját)

Megnevezés	Kiválasztott termék	Ár (bruttó)
Szivattyú primer	Grundfos Alpha Solar 25-145	154127 Ft
Szivattyú szekunder	WILO Star-Z 25/2 EM	124 990 Ft
Lemezes hőcserélő	TTF20H-70 (copper brazed) G1''	195 050 Ft
Analóg hőmérő (4 db)	WATTS bimetál hőmérő 0-120 °C	14 480 Ft
Nyomásmérő	Honeywell M38K-A10 manométer	5632 Ft
Töltő üritő csap (2 db)	Kazán töltő-üritő golyóscsap 3/4"	5466 Ft
Áramlásmérő	AFRISO Átfolyásmérő	19318 Ft
Légleválasztó	Flamco Flamcovent Solar	63176 Ft

Egyéb szerelvények	sárgaréz idomok, hollanderek, közcsavarok, tömítések 1”	55000 Ft
Visszacsapó szelep	ITAP Europa rugós visszacsapószelep réztányérral 1”	5840 Ft
Szigetelés	5 nm <sup>2</sup> Kaiflex 19mm szigetelő paplan	28215 Ft
Munkadíj	4 óra	100000 Ft
Összesen bruttó		771294 Ft

Az előszerelt és a helyszínen szerelt szolárállomás bekerülési költsége között jelentős költségkülönbség van. A helyszínen szerelt megoldás közel 1 M Ft megtakarítást jelent a projekt költség szintjén. Továbbá a helyszínen szerelt megoldás magasabb helyigénnyel rendelkezik és alacsonyabb minőségű szigeteléssel. A műszaki paramétereket illetően teljesen megegyezik a két megoldás rendszerméretezés szempontjából.

## 5.5 Napkollektor vezérlő kiválasztása

A napkollektor vezérlő célja üzemeltetni a rendszerelemeket a külsőbehatások függvényében. Ezt hőmérő szenzorokkal, indító és vezérlő jelekkel valósítja meg.

Napkollektor vezérlő kiválasztás fő alappillére a megbízhatóság. A napkollektoros rendszerek karbantartása során az a tapasztalatom, hogy ez az elem hibásodik meg leghamarabb. Mivel többretegű nyomtatott áramkörökkel rendelkeznek ezek a vezérlők a javítás nem lehetséges gazdaságosan. A legtöbb napkollektor vezérlő rendelkezik gyárilag iPWM vezérlő jellel. Ez nagyon fontos a rendszer szivattyú moduláció szempontjából. Ez egy 0-10 V egyenáramú jel alapján működő vezérlő jel, mellyel megvalósítható a szivattyú moduláció. A vezérlőnek kitűzött elvárásaim: iPWM szivattyú vezérlő jel, több tároló hőmérséklet mérése és indító jel kiadása, ha megtelt az elsődleges tároló, magyarországi képviselő az üzemeltetés érdekében és számomra szükséges kiválasztható séma. Összegyűjtök 3 neves napkollektor vezérlő gyártót és törekszem a legmegbízhatóbb kiválasztásában.

10.táblázat Szolárvezérlők összehasonlítása gyártók szerint (saját)

<b>Napkollektor vezérlő</b>	RESOL CS Plus	WagnerSolar SunGo100	Tech Controllers EU-401N PWM
iPWM megléte	van	van	van
Szenzorok száma	4	4	3
Képviselő Mo.-i	van	van	van
Megfelelő séma	van	van	van
Gyártói garancia	2 év	5 év	2 év
Ár	135 000 Ft	116 000 Ft	78 200 Ft

A SunGo100 vezérlőt választom ki a gyártó által vállalt garancia idő miatt. Származási hely alapján a SunGo100 és a Resol vezérlő német tervezés, kínai gyártmány, míg a tech controllers teljesen lengyel tervezés és lengyel márka is. A hőmennyiségmérő rendszerbe kapcsolásához, ezen vezérlőhöz kompatibilis kiegészítő modult választom ez a WagnerSolar által gyártott Qn 2,5 Heat Meter Set.

## 5.6 Tágulási tartály méretezés

Alapvetően négy tágulási tartállyal rendelkezik a tervezett rendszer. Két hidegvizes tágulási tartállyal és két szolár tágulási tartállyal. Mindkét esetben más körülmények között kell biztosítani a nyomáskiegyenlítést a tartályoknak. Napkollektoros rendszer esetén a hideg téli üzemben akár  $-10\text{ °C}$  alá is hűlhet a fagyállós közeg, majd nyári időszakban egészen  $120\text{ °C}$ -ig is felszökhet a közeg hőmérséklete. Ezzel szemben a hideg víz tágulási tartálynak maximum  $10\text{ °C}$  hőingást kell elviselnie. Ahhoz, hogy megtudjam határozni a szükséges tágulási tartály térfogatot fel kellennem az alapadatokat.

$$V_t = \frac{p_{max}}{0,9 * p_{max} - p_{elő}} * \Delta V = \frac{6,5 \text{ bar}}{0,9 * 6,5 \text{ bar} - 2,5 \text{ bar}} * 44,3 = 86 \text{ liter} \rightarrow 100 \text{ liter}$$

Hidegvizes tágulási tartály:

$$V_t = V_{t,térf.} * 0,08 = 1000 \text{ liter} * 0,08 = 80 \text{ liter}$$

100 literes szolár táglási tartályra van szükség egy rendszerhez és egy 80 literes hidegvizes táglási tartályra van szükség a HMV tárolóhoz.

Összegzem a kiválasztott rendszerelemeket ebben a fejezetben. Síkkollektoros megoldás került kiválasztásra a magas várható műszaki élettartam és az alacsony karbantartás igény miatt. Meghatároztam, hogy 48 db kollektorra lesz szükség, mivel 2 helyen lesz melegvíz felhasználás, ezért két 24 kollektoros rendszerre bontottam szét. Mindkét helyszínen jelenleg is rendelkezik egy meglévő 1000 literes tárolóval, melyre jelenleg kondenzációs gázkazánok fűtenek. Ezen tárolók elé kerül bekötésre a napkollektoros rendszerek tárolói, melyeket szintén 1000 literben határoztam meg a helyszíni dimenziók, felhasznált és betárolt megújuló energia alapján. Meghatároztam a szükséges szivattyú munkapontot, melyhez kiválasztottam a napkollektoros rendszerbe illeszhető Grundfos Alpha Solar 25-145 típusú szolár szivattyút. Gyártói támogatást vettem igénybe a hőcserélő kiválasztáshoz, itt egy TTF20H-70 (copper brazed) G1” forrasztott lemezes hőcserélő került meghatározásra. Kiválasztottam az egyéb szükséges szerelvényeket, melyek elengedhetetlenek a biztonságos, üzembiztos, karbantartható és átlátható üzemeltetéshez. Megvizsgáltam, hogy érdemes-e előrszerelt szolárállomást kiválasztani vagy jobb választás-e a helyszíni szerelés. Közel egy millió forintos árkülönbség van a két megoldás között, mind műszakilag és anyagilag nem jobb megoldás az előrszerelt opció kiválasztása. Végül kiválasztottam a napkollektor vezérlő elektronikát és a hozzátartozó hőmennyiség mérő rendszert is, esetemben ez egy SUNGO100 napkollektor vezérlő és egy WagnerSolar által gyártott Qn 2,5 Heat Meter Set hőmennyiségmérő.

## **6. Eredmények és értékelésük, napkollektoros rendszer létesítménybe illesztése**

A hőtermelő oldaltól haladok a hőleadás oldaláig, esetünkben a melegvíz csapolási helyszínéhez. A tervezése során először a napkollektorok helyét határozom meg. Célszerű a napkollektorokat a melegvíz fogyasztáshoz közel telepíteni vagy a már meglévő gépészeti rendszerek esetén a meglévő gépészet közelébe tervezni. A napkollektorok éves termelés maximalizálásának szempontjából a déli tájolás és a 30-45° dőlés a kedvező.

Az üzemgazdaság bejáratánál található a fejőüzem. Ennek közelében helyezem el a kollektor telepet a tetőszerkezetre. A tetőszerkezetre való elhelyezés bizonyul a leggazdaságosabb megoldásnak, szemben a tetőszerkezetbe integrált, illetve a földre szerelt

11. táblázat Kollektor tartószerkezet összehasonlítása gyártók szerint (saját) kollektorokkal szemben. A tartószerkezet bekerülési költsége okozza ezt az eltérést. Az alábbi táblázatban foglalom össze 2 db kollektorra vonatkozó költséget.

	<b>Földre szerelt kollektor tartószerkezet</b>	<b>Tetőszerkezetbe integrált kollektor tartószerkezet</b>	<b>Tetőhéjazatra szerelt kollektor tartószerkezet</b>
Ár (bruttó)	156 238 Ft	357 866 Ft	95 396 Ft

A hőenergia termelés tájolása ÉNYNY. A szimulációs programban nincs lehetőség felvenni ezt a tájolást, ezért tisztán nyugati tájolást alkalmazok. Esetemben ez a várható melegvíz termelést a délutáni órákra csoportosul. A projekt szempontjából ez előnyös, hiszen a jelentős melegvíz felhasználás 16-22 óráig, illetve reggel 6 és 12 óra között jelentkezik. A reggeli műszak végére az átmeneti időszak végére már a meglévő kondenzációs gázkazánok állítják elő az üzemeléshez szükséges melegvizet.

Tetőn tervezett napkollektoros rendszerek további elemeket tartalmaznak, mely a rendszer üzemeltetéséhez elengedhetetlen. A legmagasabb pontba célszerű elhelyezni a szolár légtelenítőket, melyeket gömbcsappal kell ellátni. Fontos kiemelni, hogy a légtelenítők alatt található gömbcsapokat, csak a karbantartások és légtelenítések során szabad nyitott állapotba helyezni. A karbantartások során nem haladhatja meg a kollektor hőmérséklete a 60 °C-t. A gömbcsapokra azért van szükség, mert napenergia hasznosítása során annyi hő felhalmozódhat a rendszerben, hogy a hőhordozó közeg fázis váltáson megy keresztül. Mivel a légtelenítők elsősorban a levegő eltávolítására lettek kifejlesztve, így egy stagnáló napkollektoros rendszerben található gőz halmazállapú közeg távozna a légtelenítőkön keresztül, mely a stagnálás végeztével közeg hiányhoz vezethet, mely jelentős mértékben csökkenti a rendszer uralkodó nyomást, az alacsony nyomás esetén nem rendelkezik a szivattyú kellő hozzáfolyási előnyomással, ami a szivattyú idő előtti elhasználódásához vezethet, ezért kiemelten fontos a

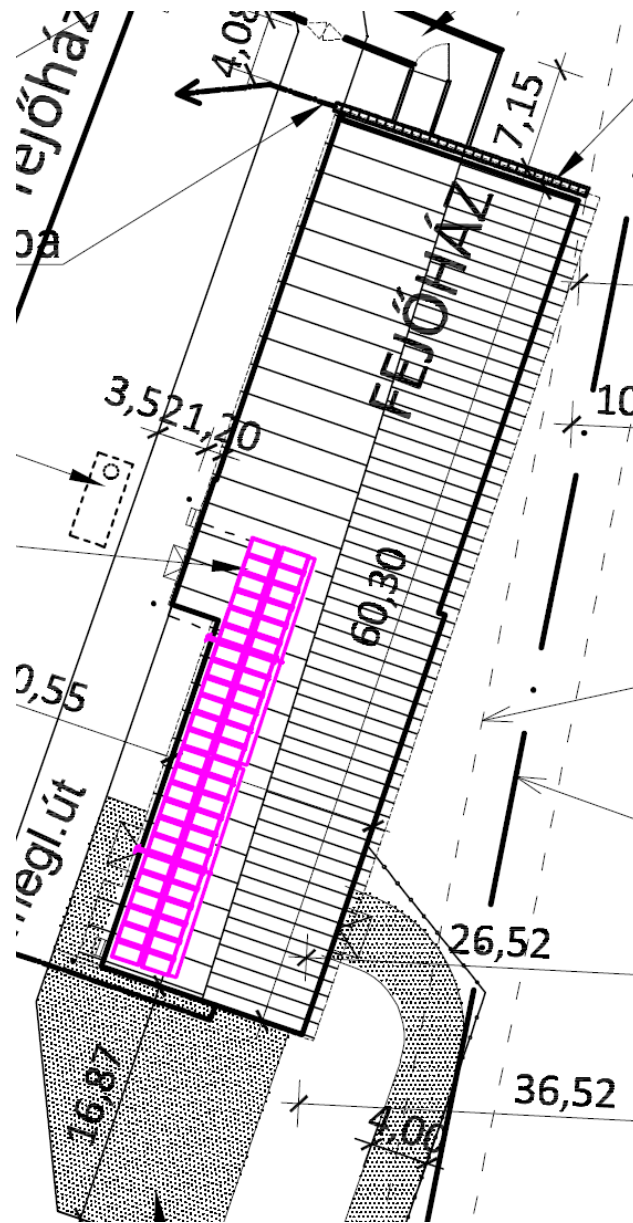
beüzemelés, a karbantartások és légtelenítések végeztével ellenőrizni a légtelenítő szelepek alatt található gömbcsapok zárt állapotát.



15. ábra Püsztavámi fejőház műholdas képe (forrás: Google maps)

További szerelvényeket a kültérben nem tartalmaz a rendszer. Nincsen szükség torló szelepek alkalmazására, mivel Tichelmann-elv szerint kerül kialakításra a hidraulikus rendszer. A tetőszerkezeten kiemelt mennyiségű UV sugárzás van jelen nyári időszakban, ezért UV védelemmel kell ellátni minden olyan elemet, mely a kültérben található. A napkollektorok gyári védelemmel vannak ellátva UV sugárzás ellen, sőt hasznosítják azt és hővé alakítják egy részét. Az áramlást biztosító csővezetékeket 28x19 Kaiflex UV álló szigeteléssel és ennek külsőhőjára alumínium szalagot alkalmazok. Ennek a megoldásnak tapasztalatok alapján a várható élettartama 10-15 év. Vezérlés szempontjából egy 2 eres árnyékolt vezeték fut végig a csővezetékek mentén, mely a gerincvezeték legtávolabbi kollektorához fut be egy PT1000 hőmérséklet érzékelő szenzorral a végén. Az elektromos csatlakozást IP védetté kell tenni, erre egy IP54-es kötődoboz alkalmasnak bizonyul. A kötődobozt a kollektorok alá helyezem el, ezzel biztosítva az UV védelmet. A kötődoboz és kollektorok közötti vezeték szakaszt GEBO rozsdamentes csőben szükséges vezetnem. Ennek célja az állatvilág elleni védelem biztosítása. A csővezetékeket a tetőn a napkollektor tartószerkezetéhez rögzítem, erre alkalmas

gumibilincsekkel, mely biztosítják a szükséges csőtágulást. Az alábbi ábrán mutatom be a napkollektorok helyszíni kirajzolását:

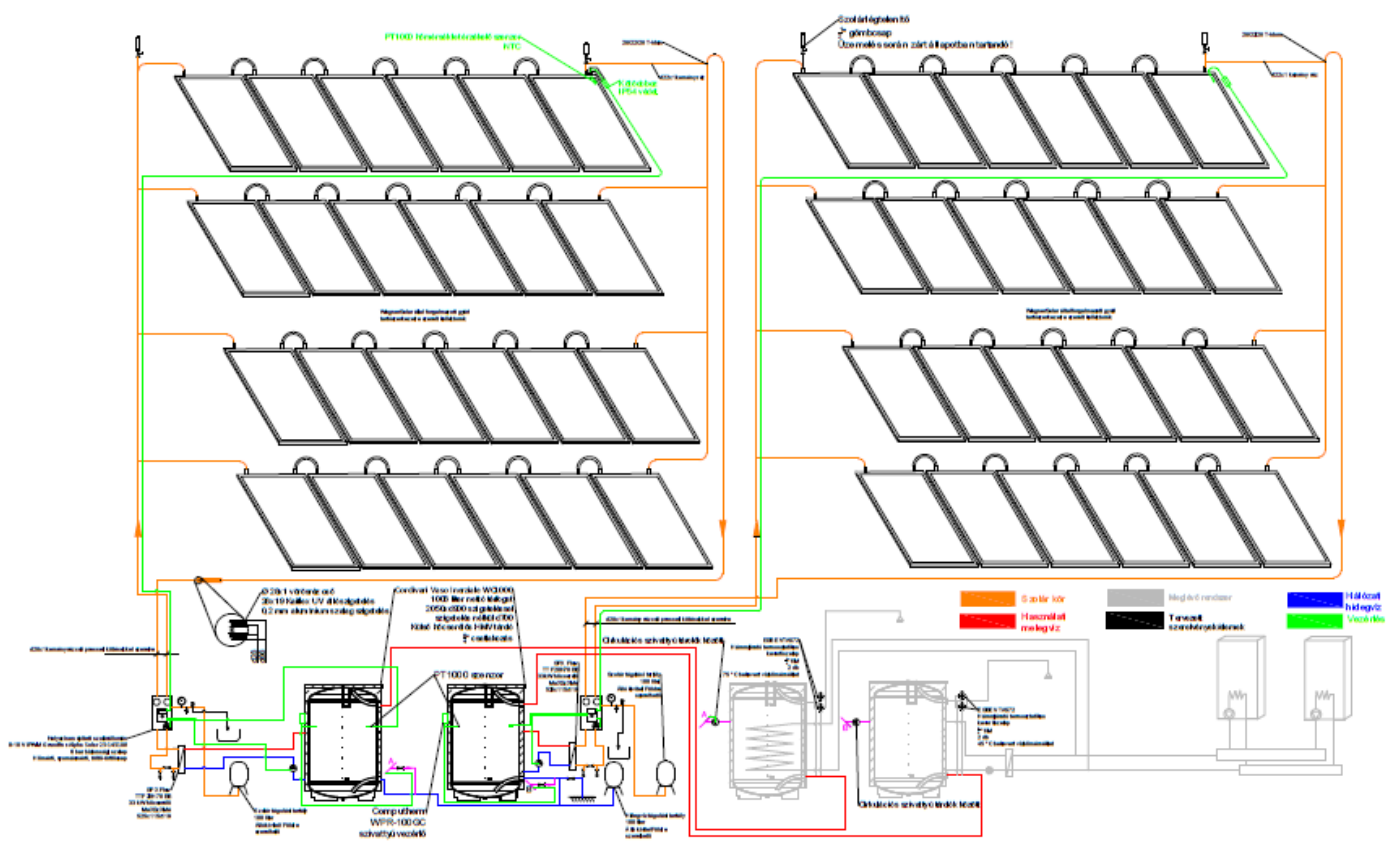


16. ábra Napkollektor kirajzolása tetőszerkezetre

A kültérből haladva a gerincvezetékekkel elérkezem a helyszínen épített szolárállomásig, ezt a szendvicspanelra rögzítem további gumis bilincsekkel. Fontos, hogy a szolárállomásban alkalmazott szerelvényszolár rendszer kompatibilis legyen, ezzel biztosítva az üzembiztonságot. Beépítésre kerül a keringtető szivattyú, 6 bar maximum nyomást megengedő biztonsági szelep, nyomásmérő óra, mely legalább 0-10 bar skálázattal rendelkezik, hőmérő szerelvények, melyek egy 28-as T-idomban kapnak helyett mind az előremenő és visszatérő ágban, töltő-ürítőcsap, gravitációs visszacsapó szelep (ez a külső hőcserélő miatt elhagyható),

légleváltató. Minden itt található szerelvényt gondosan szigetelni kell Kaiflex szigetelő paplannal, nem csupán azért, hogy a megtermelt hőt benn tartsam a rendszerben, hanem érintésvédelmi okai is vannak, hiszen ezen szerelvények elérhetik a 110 °C hőmérsékletet is, mely égési sérüléseket okozhatnak.

A következő elem a hőcserélő kiépítése. Ez az elem is a beltérben kap helyet a gépészetben. Földre szerelt kivitelű célszerű alkalmazni a könnyű cserélhetőség érdekében, további minden ágába a hőcserélőnek el kell helyezni egy gömbcsapot a kizárhatóság érdekében. Az elhelyezett gömbcsapok és hőcserélő közé töltő-ürítőcsapokat kell elhelyezni a hőcserélő karbantarthatóság érdekében. A hőcserélőt szigetelni kell Kaiflex paplannal.



17. ábra Napkollektoros rendszer tervezett kapcsolási rajza (saját)

A tároló a gépészeti helyiségben kap helyet a meglévő tárolók közelében. A tervezett tárolót és a meglévő tárolót egy HMV cirkulációs szivattyúval szükséges összeforgatni. A szivattyú indító jelét egy Computherm WPR-100GC szivattyú vezérlő biztosítja. Ezt a vezérlőt az I.es tároló esetében 45 °C-ra kell állítani, míg a II. tároló esetében 70 °C-ra kell beállítani fűtés üzemmódban. Ezzel biztosítjuk a 2000 literes tárolási kapacitást rendszerenként. A

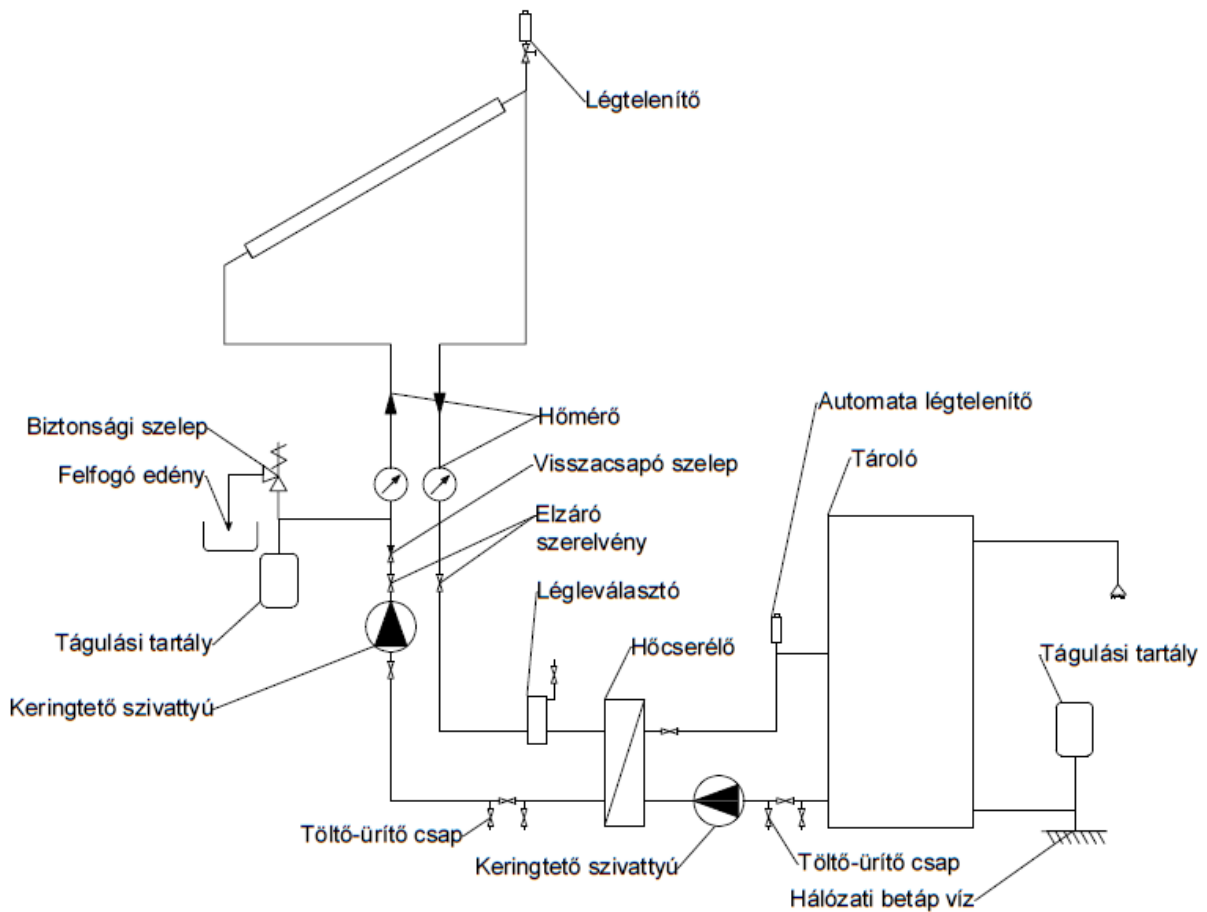
tágulási tartályokat a földön kell elhelyezni és avatatlan szelepet szükséges beépíteni a cserélhetőség érdekében.

## 6.1 Megtakarított energiamennyiség

Évi energiafelhasználás ~112 000 kWh körül alakul melegvíz felhasználás szempontjából. A tervezett napkollektoros rendszerrel az éves melegvízfelhasználás 43%-t tudom fedezni, ezért a kollektorokkal hasznosított éves energia mennyiség átlagosan ~48 160 kWh körül alakul. A kondenzációs kazánok éves hatásfokát megállapítom 90%-os hatékonyságban. 1 m<sup>3</sup> gáz éves átlagban 9,5 kWh energia tartalommal rendelkezik, elosztva a hatékonysággal meghatározom a szükséges primer gáz mennyiséget. Ez alapján ~13100 m<sup>3</sup> földgázt használ fel a szarvasmarha telep melegvíz előállításra. A beruházásnak köszönhetően

ez éves szinten  $\sim 7450 \text{ m}^3$  felhasznált földgázra csökkenthető. Az éves megtakarítás  $5650 \text{ m}^3$  földgáz.

### Egyszerűsített kapcsolási rajz



18. ábra Egyszerűsített kapcsolási rajz (saját)

## 6.2 Gazdasági számítások

Alapadatok:

12. táblázat Adatok a gazdasági számításokhoz (saját)

Név	Mennyiség	Mértékegység
Éves energiafelhasználás	112 000	kWh
Szoláris részarány	43	%

Napkollektorral hasznosított energia	48 160	kWh
Kondenzációs gázkazánok éves hatásfoka (75 °C előremenő mellett)	90	%
Jelenleg felhasznált földgáz mennyiség	13100	m <sup>3</sup> /év
Éves megtakarítható földgáz	5650	m <sup>3</sup>
Földgáz ára	3,73	Ft/MJ

Beruházásnak köszönhető várható megtakarítás versenypiaci áron kalkulálva:

$$K_{megt.} = 5650 \text{ m}^3 * 22,02 \frac{\text{Ft}}{\text{MJ}} * \left( \sim 34,87 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3} \right) = 4\,338\,281 \text{ Ft} \quad (1)$$

(1) Beruházásnak köszönhető várható megtakarítás ipari fogyasztók esetén európai átlag árral számolva (2024 októberi adatok alapján):

$$K_{megt.} = 5650 \text{ m}^3 * 0,05 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} * 405 \frac{\text{Ft}}{\text{€}} * 9,5 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} = 1\,086\,918 \text{ Ft} \quad (2)$$

(2) Beruházásnak köszönhető pillanatnyi megtakarítás a legutolsó gázzámla alapján:

$$K_{megt.} = 5650 \text{ m}^3 * 10,2 \frac{\text{Ft}}{\text{MJ}} * \left( \sim 34,87 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3} \right) = 2\,009\,558 \text{ Ft} \quad (3)$$

(3) Egyszerű megtérülés:

$$R = \frac{K_{projekt}}{K_{megt.}} = \frac{29420104 \text{ Ft}}{2009558 \text{ Ft}} = 14,64 \text{ év} \quad (4)$$

(4) Egyszerű megtérülés állami támogatással (50% intenzitással):

$$R = \frac{K_{projekt}}{K_{megt.}} = \frac{14\,710\,052 \text{ Ft}}{2\,009\,558 \text{ Ft}} = 7,32 \text{ év} \quad (5)$$

Szükséges elemezni gazdasági szempontokból egy ilyen projektet, hogy van-e értelme kivitelezni a rendszert. Meghatározom az IIR-t, ez a belső megtérülési ráta, mellyel könnyedén összehasonlítható a projekt egyéb más befektetésekkel és beruházásokkal. Ahhoz, hogy ezt meghatározhassam, szükségem van a teljes projektárra és az éves hozamra. A szimulációk alapján meghatároztam korábban a megtermelt energiamennyiséget napkollektorral, majd megállapítottam, hogy 5650 m<sup>3</sup> földgáz takarítható meg a beruházással. Átváltva MJ-ba, ez 197 015 MJ. A tehenészet kedvezményes áron szerzi be a földgázt. 2024-ben 1 MJ 10,2 Forintért vásárolta a helyi gázszolgáltatótól. Itt meg kell jegyezni, hogy 2025 elején átlagosan 5,6 Ft/MJ a gáz világpiacon (Holand TTF tőzsde 2024.12.16). Az éves megtakarítás, így

2009558 Ft. A teljeskörű beruházás ára 29 420 104 Ft. Egyszerű megtérüléssel számolva a beruházás 15 év alatt térül meg.

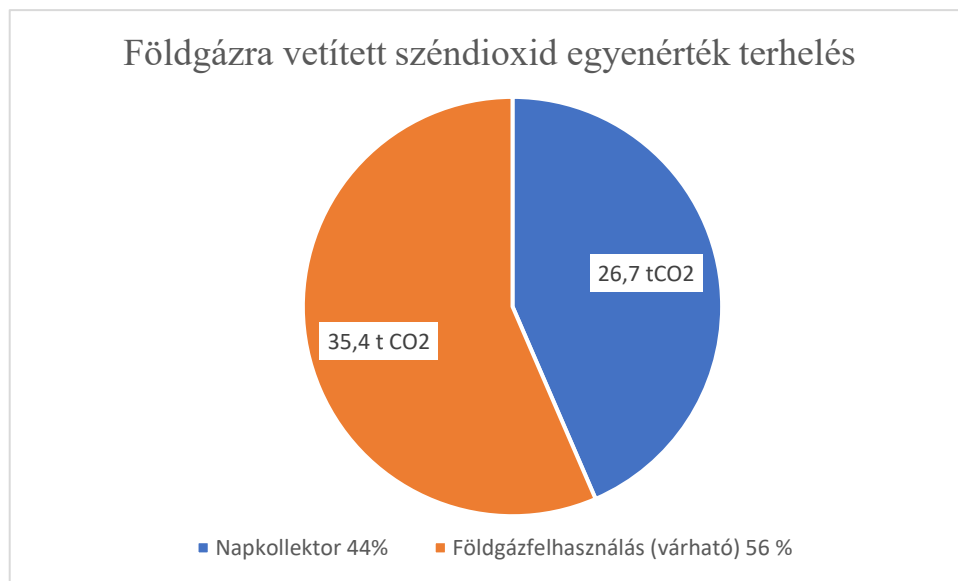
Az állami támogatás mértéke jelenleg nm 2 -re vetítve 158 000 Ft. A rendszer 48 kollektorral rendelkezik, összesen 96 nm 2 összesített felülettel. Ez alapján megállapítom, hogy az állami támogatás mértéke 15 168 000 Ft. Az állami támogatás (jelenleg is futó Demján Sándor Program) maximum a beruházás 50%-os intenzitással támogatja, így a támogatás maximuma a projektköltség fele, ami 14 710 052 Ft-ra adódik. Ennek köszönhetően a projekt önköltségével számolva az egyszerű megtérülés 7,4 évre adódik. A fejlesztés erősen javasolt 10 év alatti megtérülést mutat állami támogatással. Kiemelkedően javasolt a beruházás. A beruházás gazdasági szempontból siker, továbbá elősegíti a függetlenedést és az energiapiaci áráktól, illetve válságállóbbá teszi a szarvasmarhatelepet energiafelhasználás szempontjából. Anyagi oldalról normál gazdasági körülményeket figyelembe véve van értelme a beruházásnak. Siker!

### 6.3 Széndioxid egyenérték terhelés telepítés előtt és után

Egy szarvasmarha telepen megjelenik a károsanyagkibocsátás több fajtája. A kibocsátás fő okozója az állattartásból keletkező metán terhelés, emellett még megjelenik a fűtés és melegvíz előállításához tartozó károsanyag kibocsátás. Egy átlagos tehén szervezetében olyan 100-200 liter metán képződik naponta, ami 30-50 grammnak felel meg. A szén-dioxid kibocsátás 15-20 liternek felel meg naponta, egyes esetekben a 30 litert is elérheti. A tárgyalt szarvasmarha telep közel 1100 szarvasmarhát gondoz. Ennek a napi terhelése -átlagosan 40 grammal számolva marhánként- 44 kg metánt jelent. A metán GWP értéke segít közös nevezőre hozni a különböző károsanyagkibocsátásokat. A metán esetében ez az érték 25, mely annyit jelent, hogy 25x akkora terhelést jelent 1 kg metán légkörbe való kibocsátása, mintha ugyanezt tennénk 1 kg széndioxiddal. Érdeemes ezt a jelenséget éves szinten vizsgálni. Fontos kiemelni a peremfeltételeket, melyeket figyelembe kell venni a számítási módszer során. Minden marhát egyenértékűnek veszek azonos táplálkozással, életkorral és testsúllyal. Ezek alapján 1100 szarvasmarha éves metán terhelése 16 060 kg-ra adódik, mely megfelel 401 500 kg széndioxid mennyiséggel ekvivalens. A korábban tárgyalt fejezetek alapján megállapítom, hogy 1100 szarvasmarhára jut 13 100 m<sup>3</sup> földgáz felhasználás melegvíz termelésre. 1 m<sup>3</sup>

földgáz elégetése adott fix fajhőre vetítve 9,5 kWh hőenergiához vezet, melyet korrigálni kell a hatásfokkal, de ezt peremfeltétel gyanánt most elhanyagolom a számolásomban.

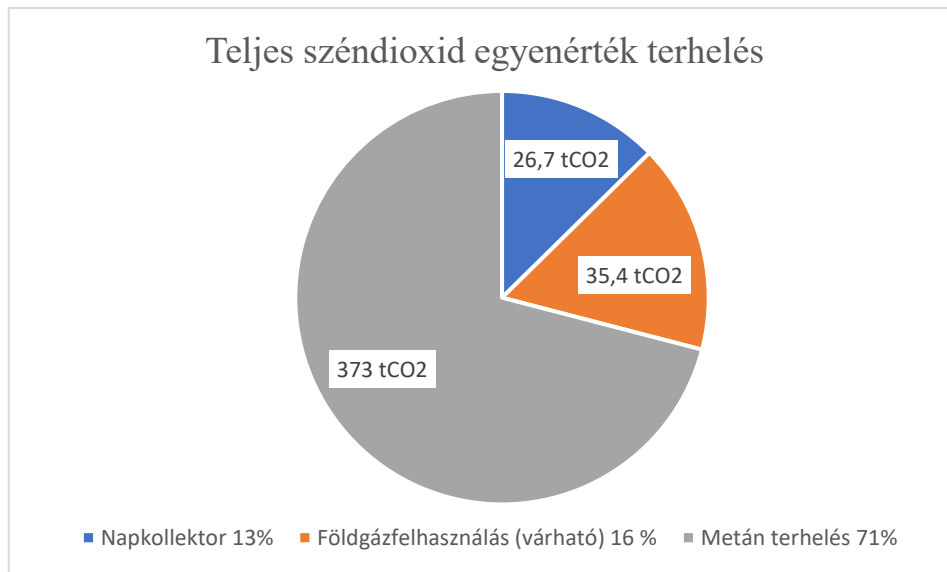
450-550 gramm CO<sub>2</sub>/kWh, ez alapján 1 m<sup>3</sup> gáz 4,75 kg széndioxid terheléssel jár. A földgáz elégetése során keletkezik egyéb károsanyag az elégetés során. A szarvasmarhatelep éves szinten jelenlegi állapotban 62 225 kg CO<sub>2</sub> egyenértékkel terheli környezetét, mely csak a melegvíz előállításához tartozik. Ez az érték a napkollektoros beruházásnak köszönhetően 35468 kg CO<sub>2</sub> egyenértékre csökkenthető. Ez 43%-os csökkenésnek tudható be. A két legnagyobb kibocsátás okozója a szarvasmarhák metán termelése és a melegvíz előállítás tekinthető.



19.ábra Napkollektor rendszer által kiváltott CO<sub>2</sub> terhelés földgáz alapú melegvíztermelés esetén (saját)

Összesítve vizsgálva a jelenlegi állapotot, ez 463 tCO<sub>2</sub> egyenérték környezetterhelés. A beruházást követően ez 436 tCO<sub>2</sub> egyenértékre csökkenthető. Ez 5,8 %-kal alacsonyabb kibocsátást jelent éves szinten.

A telephely 2015 óta üzemel a jelenlegi állapotban, ami az elmúlt 10 évben 4630 tCO<sub>2</sub> terhelést jelentett környezetének. Tekintve azt a szituációt, miszerint már a marhatelep építéskor megvalósult volna a napkollektoros rendszer, akkor 270 tCO<sub>2</sub> terheléstől tudtuk volna megkímélni a környezetünket az elmúlt 10 évben. Ez a mérték olyan mintha egy átlagos családi autóval megtettünk volna közel 2 millió kilométert, kibocsátás szempontjából ezzel



20.ábra Napkollektor rendszer által kiváltott CO<sub>2</sub> terhelés a teljes szarvasmarhatelep kibocsátásához mérten (saját)

ekvivalens.

Potenciális megtakarítható energiamennyiség országos szinten

Érdeemes megvizsgálnom országos szinten a szarvasmarhákra fordított melegvíz felhasználását. Kitézőm azt a peremfeltételt, hogy a pusztavámi tehenészetten alkalmazott melegvíz mennyiséget használják fel minden egyes szarvasmarhatelepen az országban. 2024-es adat szerint (forrás:KSH) 861 ezer szarvasmarha van az országban, ebből 406 ezer tehen. Újabb peremfeltétel, hogy feltételezem melegvíz felhasználásban nincs számottevő különbség a tejelőmarha és a vágott marha között és a teheneket elsősorban tejtermelés okán tartják az országban. Az általam vizsgált szarvasmarha telepen 1100 marhára jut 112 000 kWh energiafelhasználás. Egy családi ház éves gázfogyasztása 2160 m<sup>3</sup> körül alakul (forrás: STADAT – 6.2.3.15. Gáz- és villamosenergiafelhasználás (2000–)) Ez a mennyiség ekvivalens 866 családi ház éves gázfogyasztásával. Ahhoz, hogy ezt a számot elérhessem szükség van további 2200 napkollektor telepítésére országos szinten. Országos szinten, így a tejelőmarhákra 41 338 181 kWh energiafelhasználás jelentkezik. A potenciális megtakarítható energia, így 17 775 417 kWh energia mennyiségre adódik. Egy átlagos családi házban 2371 kWh (forrás: 15.1.1.44. Villamosenergia-ellátás) energiamennyiséget használnak fel éves szinten. A megtakarított energiamennyiség 7500 családi ház átlagos villamosenergia fogyasztásával ekvivalens. Amennyiben a megtakarítható gázmennyiséget vesszük alapul az éves szinten 1 871 096 m<sup>3</sup> potenciális gázmegtakarítás jelent országos szinten, ami 8887 tCO<sub>2</sub> egyenérték terheléstől kímélheti meg környezetünket. Az úgynevezett széndioxid tőzsdén napjainkban 1 tCO<sub>2</sub> ára 63 Euro környékén mozog. Amennyiben megvalósulna ezen napkollektoros projekt

országos szinten, akkor éves szinten a megtakarított CO<sub>2</sub> mennyiséget akkor 227 millió Forintért lehetne értékesíteni. A síkkollektorok várható élettartama 40 év körül alakul, ezt az élettartamot figyelembe véve 40 éves periódus alatt 9 milliárd Forintos üzlet ütheti markunkat. 45 darab 48 kollektoros rendszer vizsgálva 1,3 milliárd Forint szükséges 2200 kollektor telepítéséhez.

#### 6.4 Föld bolygó szinten megtakarítható energiamennyiség

Jelenleg körülbelül 1,5 milliárd szarvasmarha él a Földön. Azzal az egyszerűsítéssel élek, hogy az általam vizsgált szarvasmarhatelep körülményei között nevelkedik az világ összes szarvasmarhája. Az eredmény nem lesz pontos, de iránymutató lehet. Ezen feltételek mellett 152 milliárd kWh ezen szektor melegvízre fordított energiafelhasználása. Figyelembe véve a 43% szoláris részarány, egy síkkollektoros rendszerrel 66 milliárd kWh mennyiségű energia takarítható meg. Ahhoz, hogy ezt a megtakarítást elérhesse az emberiség 77,2 millió síkkollektor telepítésére van szükség. Egy éves üzemeltetést figyelembe véve ezzel 311 852 909 tCO<sub>2</sub> károsanyag kibocsátástól mentesíthetjük a Föld bolygót. Ez a mennyiség felér 200 db szászhalmombattai olajfinomító éves széndioxid terhelésével.

## 7. Összefoglalás

Összességében elmondható, hogy a napkollektoros rendszerek telepítése önállóan nem a legkiválóbb befektetés anyagi szempontból. A vizsgált projektem tisztán anyagi megtérülést figyelembe véve 15 év szükséges. Ez alapján lokálisan a vállalkozónak nem érdeke a napkollektoros rendszer telepítése. Szükséges az állami támogatás annak érdekében, hogy megvalósuljanak ilyen és ehhez hasonló napkollektoros rendszerek. A jelenleg is futó Demján Sándor program keretében elérhető a napkollektoros rendszerekhez tartozó 50% támogatási intenzitás. Ezzel 7,5 évre csökken a beruházás megtérülési ideje. Figyelembe véve a 40 éves műszaki élettartamot, ez egy kifizetődő beruházás már a vállalkozás számára is. Ingatlan érték növelő, csökkenti az energiapiaci kitétséget és kíméli a környezetet is. Amennyiben mélyebbre ássuk magunkat a német energiapiacban és annak is a széndioxid tőzsdéjét vetjük górcső alá, itt megtalálhatjuk a napkollektoros rendszerekhez szükséges finanszírozási alapot. Magyarországi szarvasmarha telepeken megközelítőleg 2200 kollektorra lenne szükség, ahhoz, hogy maximalizáljuk a napkollektorok részarányát a melegvíz előállításában. 2200 kollektor telepítéséhez megközelítőleg 1,3 milliárd Forint forrásra van szükség, amely rendelkezésre áll a CO<sub>2</sub> tőzsdéken, mint értékesíthető termék. Lízing konstrukcióval lehet finanszírozni ezen telepítéseket és a törlesztőrészeket a CO<sub>2</sub> tőzsdén eladott megtakarított széndioxid mennyiséget lehet értékesíteni. Mindezen kalkulációk végén figyelembe kell venni, hogy egy egységnyi napkollektoros rendszer (48 kollektor) 25 tCO<sub>2</sub> egyenértékkel terheli a környezetünket egy alkalommal, ami 77,2 millió kollektor telepítése esetén már 39,8 millió tCO<sub>2</sub> egyenértékkel terheli a környezetet, mely a Föld számára megtakarítható potenciális széndioxid megtakarítás mellett eltörlődik az éves szinten 311 millió tCO<sub>2</sub> egyenértékhez képest. Összesítve a telepítési karbon kibocsátás 1,25% a teljes megtakarítható széndioxid terhelésnek. Egy év üzemeltetésre van szükség, hogy a telepített kollektoros rendszer széndioxid terhelés mérlege nullára jöjjön ki.

Műszaki szempontból a napkollektoros rendszerek mérnöki tervezést igényelnek, ahhoz, hogy egy jól működő, karbantartható és időtálló rendszerhez jussunk. Sajnos elmondható, hogy jelenleg a szakmában nem sok mérnök vállalja a nagyobb kollektoros rendszerek tervezését, ezzel hátráltatva az elterjedésüket. Remélem diplomamunkám hozzájárul, ahhoz, hogy iránymutató legyen a szakmában és népszerűsítve ezen rendszerek elterjedését.

## 7. Summary

Overall, it can be stated that the installation of solar collector systems is not the most favorable investment from a purely financial perspective. In the case of the project I examined, the payback period, considering only financial return, is 15 years. Based on this, it is not in the local entrepreneur's best interest to invest in such a system without support. Government subsidies are necessary to implement these and similar solar collector systems. Currently, under the ongoing Sándor Demján program, a 50% subsidy is available for solar collector systems. With this, the payback period is reduced to 7.5 years. Considering a technical lifespan of 40 years, this becomes a profitable investment even for the business. It increases property value, reduces exposure to the energy market, and is environmentally friendly.

If we take a deeper look into the German energy market, particularly its carbon trading system, we can identify a financial basis for such solar collector systems. On Hungarian cattle farms, approximately 2,200 collectors would be needed to maximize the share of solar collectors in hot water production. Installing 2,200 collectors would require approximately 1.3 billion HUF in funding, which is available through CO<sub>2</sub> markets as a tradable commodity. These installations can be financed through leasing schemes, and the installment payments can be covered by selling the saved carbon dioxide emissions on the CO<sub>2</sub> market.

Taking all calculations into account, it is important to consider that a single unit of solar collector system (48 collectors) carries a one-time carbon footprint of 25 tCO<sub>2</sub> equivalent. With 77.2 million installed collectors, this results in 39.8 million tCO<sub>2</sub>, which is small compared to the annually potentially saved 311 million tCO<sub>2</sub>. In total, the installation-related carbon emissions account for 1.25% of the total potentially reducible carbon emissions. Only one year of operation is needed for the installed system's carbon footprint to break even.

From a technical standpoint, solar collector systems require engineering design in order to achieve a well-functioning, maintainable, and durable system. Unfortunately, it must be noted that currently, not many engineers in the field are willing to take on the design of larger solar collector systems, which hinders their wider adoption. I hope that my thesis will contribute to providing guidance in the profession and help promote the wider spread of these systems.

## 8. Irodalomjegyzék

Alghoul, Mohammad (2005. augusztus): Review of materials for solar thermal collector, 2.2 Insulation (201-204. oldal)

Balaji, K. (2017): Experimental analysis on free convection effect using two different thermal performance enhancers in absorber tube of a forced circulation flat plate solar water heater (446. oldal)

Barótfi, I. (2004): Megújuló energiaforrások. A Miskolci Egyetem Közleménye: A sorozat, Bányászat (75-77. oldal)

Bedő, Sándor, Vajdai, Imre (2002): Állattenyésztési ismeretek gazdálkodóknak (20. oldal)

Borca, Manuel (2025. január): The Influence of the Temperature on Effectiveness of Selected Disinfectants Against African Swine Fever Virus (ASFV) (1. oldal)

Bósz, Miklós (2011): A napsütés síkkollektorral és vákuumcsöves kollektorral történő eltérő hőhasznosításának elemzése (4-8.; 10.; 14. oldal)

Chesnokov, Yu. N., Lisienko, V. G., Holod, S. I., Anufriev, V. P., Lapteva, A. V. (2017): Estimation of CO<sub>2</sub>-Equivalent Emission under the Copper Fire Refining Process (3. oldal)

Eltaweel, M., Abdel-Rehim, A. A. (2019): Energy and exergy analysis of a thermosiphon and forced-circulation flat-plate solar collector using MWCNT/Water nanofluid (9-10. oldal)

Faddouli, A. et al. (2019): Feasibility and performance investigation of a new smart system integrating planar/tubular thermoelectric generators with solar flat plate collector (1., 3. oldal)

García, A. et al. (2018): The role of insert devices on enhancing heat transfer in a flat-plate solar water collector (1. oldal)

Huang, Gen, Marikdes, Christos N., Wang, Kai (2021. január): Photovoltaic/Thermal Solar Collectors (62-63. oldal)

Huertas, A. (2016): Tube-side heat transfer enhancement in flat-plate liquid solar collectors with wire coil inserts (10-11. oldal)

Izadi, M., Assad, M. E. H. (2021): Use of nanofluids in solar energy systems. Elsevier, Design and Performance optimization of renewable energy systems (2. oldal)

Juhász, Edina, Pongó, Veronika (2008): Bádogdobozokból készült napkollektor működésének vizsgálata (10-12. oldal)

Kiss, Ernő (2024. július): Újabb rekordot döntött a világ energiafogyasztása (1. oldal)  
<https://www.mnnsz.hu/ujabb-rekordot-dontott-a-vilag-energiafogyasztasa/>

Kiss, Z., Molnár, I., Szilágyi, A. (2017): Síkkollektorok alkalmazása szarvasmarhatelepeken (45-46. oldal)

Kovács, J., Szabó, L., Tóth, G. (2020): A napenergia hasznosítása állattartó telepeken (1. oldal)

Kumar, A., Prasad, B. (2000): Investigation of twisted tape inserted solar water heaters (2. oldal)

Kunic, R. (2017. december): Carbon footprint of thermal insulation materials in building envelopes (5. oldal)

Lovegrove, K. (2011): A new 500 m<sup>2</sup> paraboloidal dish solar concentrator (626. oldal)

Moravej, M. et al. (2020): Enhancing the efficiency of a symmetric flat plate solar collector via the use of rutile TiO<sub>2</sub>-water nanofluids (3. oldal)

Mysak, Stepan, Shapoval, Stepan, Hyvliud, Anna (2014): Development of a Combined System with a Hybrid Solar Collector (48. oldal, 1. ábra)

- Naplopó Kft. (2006): Napenergia-hasznosítás tervezési segédlet (1-40. oldal)
- Natarajan, E., Sathish, R. (2009): Role of nanofluids in solar water heater (4-11. oldal)
- Nagy, Z., Farkas, P., Kiss, J. (2019): A megújuló energiaforrások integrációja a magyar állattenyésztésben (11-12. oldal)
- Nébih (2021. január): Tisztítási- és fertőtlenítési útmutató állattartó telepek számára (1. oldal)
- Ong, K. S. (1995): Thermal performance of solar air heaters: mathematical model and solution procedure (6-7. oldal)
- Pal, R. K., Kumar, R. (2021): Investigations of thermo-hydrodynamics and thermal energy storage for direct steam generation (12. oldal)
- Paraskevas, Kellens, Van de Voorde, Dewulf, Duflou (2016. december): Environmental impact analysis of primary aluminium production (211. oldal)
- Pater, Sebastian (2020. szeptember): Long-Term Performance of Anti-Freeze Protection System of a Solar Thermal System (4. ábra)
- Rideg, András, Deutsch, Nikolett, Torjai, László (2009): Napkollektoros és hőszivattyús beruházás többszemponútú értékelése (3-4. oldal)
- Said, M. A. Ibrahim, El Ghetany, H. H. (2020. május): Design Tool for Sizing Solar Water Pumping System in Egypt (3. oldal)
- Sebestyén, Viktor (2023. december): Experimental study of eco-friendly insulating materials (2-5. oldal)
- Somogyi, Dániel (2010): Vákuumos napkollektor fejlesztése (17-20. oldal)
- Stepan, Mysak et al. (2014): Development of a Combined System... (48. oldal)

Szabó, István Péter (2015): Napkollektorok üzemi jellemzőinek modellezése (12. oldal, 2.1 ábra)

Szilágyi, László (2015): A napenergia hasznosítása és rendszerei (6. oldal)

Takács, L., Pállfy, A., Földi, J. (2016): Környezetbarát technológiák alkalmazása az állattenyésztésben (38-39. oldal)

Tóth, László (2013): A napenergia hasznosítás (10. oldal)

Varga, M., Horváth, K., Papp, R. (2018): Napenergia alapú melegvíz-ellátó rendszerek alkalmazása tejgazdaságokban (4-8.; 15-31. oldal)

Varga, Pál (2007): Síkkollektorok. Épületgépészeti szakkiadvány – vgf.hu (3. oldal)

Vincze, István (2010. október): Napelemek – ppt előadás, Energetika BMEGEENMN01jk (11. dia)

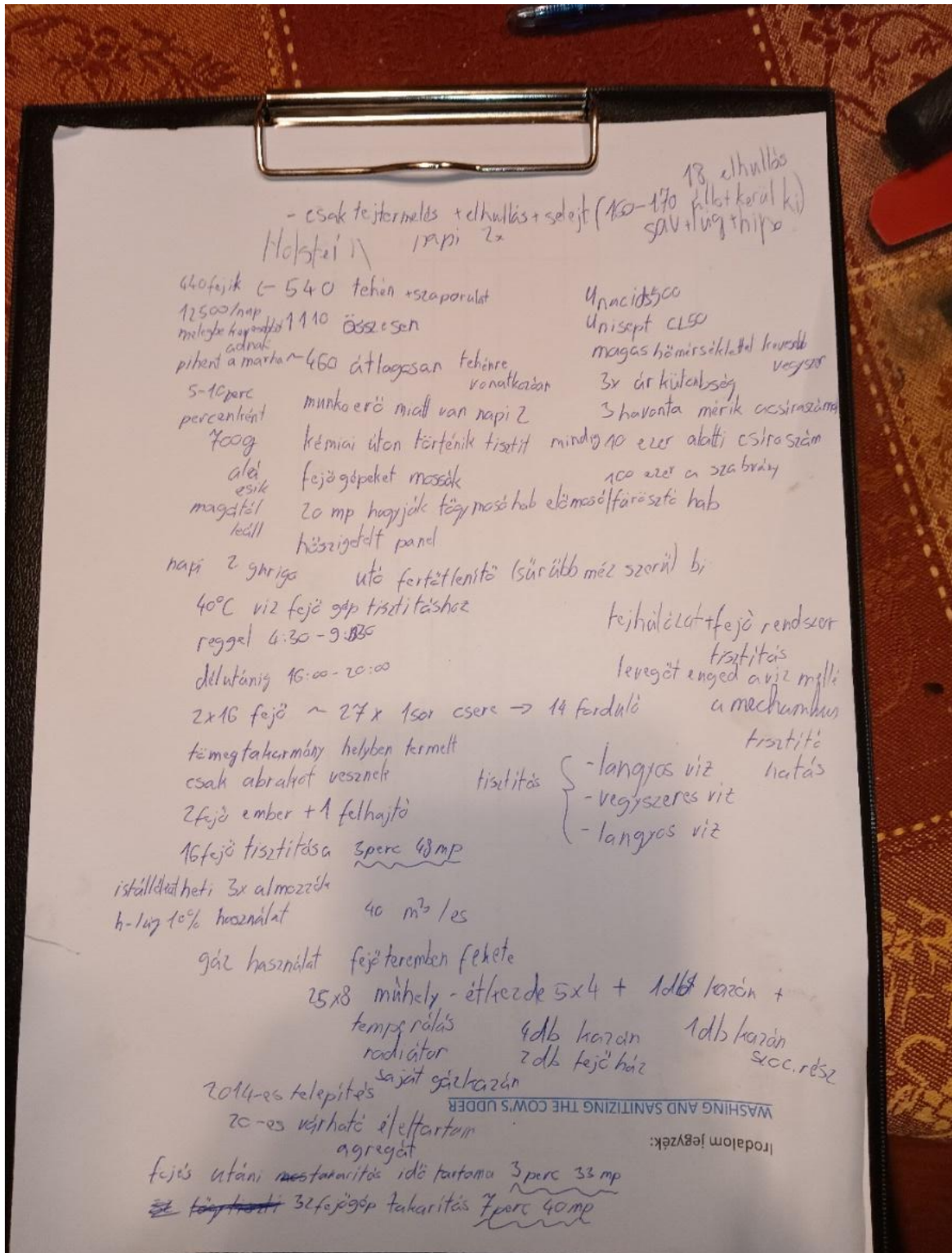
Yousefi, T., Veysi, F., Shojaeizadeh, E., Zinadini, S. (2012): Effect of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O nanofluid on efficiency of flat-plate solar collectors (14. oldal)

Zabuoli, Mohammad, Seadodin, Seyfolah, Mousavi Ajarostaghi, Seyed Soheil, Karimi, Nader (2023. október): Flat plate solar collectors with nanofluids (2-4. oldal)

Zohuri, Bahman (2017. szeptember): Heat Exchanger Type and Classifications, (2.3.3 Plate Fin Heat Exchangers)

## Mellékletek:

(Rendelet: 59/2008. (IV. 29.) FVM rendelet 66/2009. (IV. 2.) Korm. rendelet) mivel folyamatosan változik a jogi környezet, ezért a rendelet csak irány mutató a szakirodalmi feldolgozásban, mely a jelenlegi állapotot vizsgálja



1. ábra Helyszíni felmérőlap/jegyzetek



2. ábra Alkalmazott vegyszerek 1



3. ábra Alkalmazott vegyszerek 3



4. ábra Alkalmazott vegyszerek 2



5. ábra Alkalmazott vegyszerek 4



6. ábra Alkalmazott vegyszerek 5



7. ábra Alkalmazott vegyszerek 6



8. ábra Alkalmazott vegyszerek 8



9. ábra Alkalmazott vegyszerek 7



10. ábra Alkalmazott vegyszerek 9



11. ábra Alkalmazott vegyszerek 10



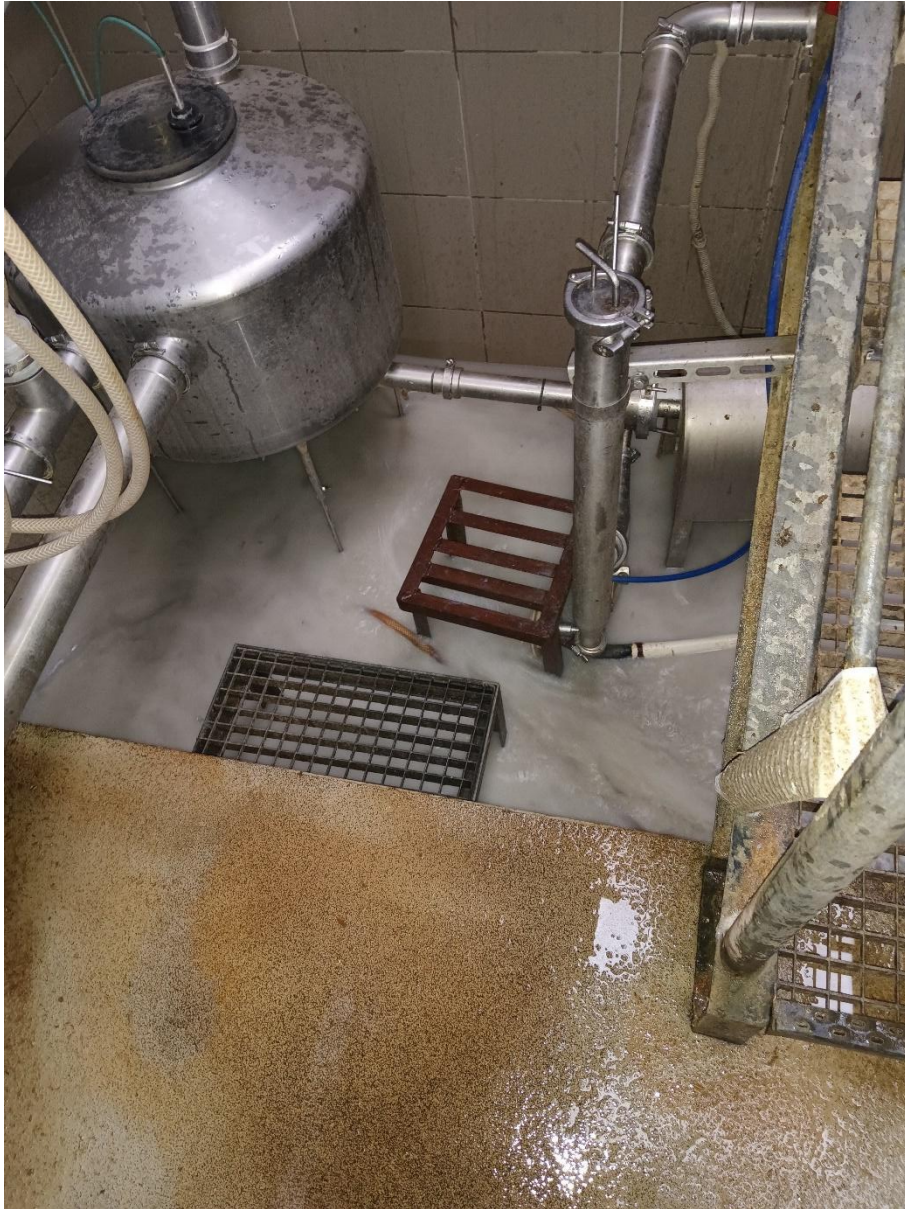
12. ábra Fejőállások 1



13. ábra Fejőállások 2



14. ábra Fejőállítások 3 összefolyó



15. ábra Fejőállások 4 összefolyó



16. ábra Fejőállások 5 keverőszelep



17. ábra Fejőállások 6



18. ábra Fejőüzem homlokzat 1



19. ábra Fejőüzem homlokzat 2



20. ábra Fejőüzem homlokzat 3



21. ábra Fejőüzem homlokzat 4



22. ábra Fejőüzem homlokzat 5



23. ábra Mérés I levegő hőmérséklet mérés



24. ábra Jelenlegi kondenzációs gázkazánok



25. ábra Gépészeti tér 1



26. ábra Légleválasztó és iszapleválasztó



27. ábra Meglévő osztó-gyűjtő



28. ábra Külső hőcserélő az indirekt melegvíz előállításához



29. ábra Kettős forrázás védelmi szelep



30. ábra Kettős forrázás védelmi szelep 2



31. ábra Csőtisztításhoz tartozó keringető szivattyú indirekt melegvíz előállításához



32. ábra Hibásan beépített HMV cirkulációs szivattyú ( a képen egy fűtési keringető szivattyú van)



33. ábra Hibásan beépített szivattyú (lent)



34. ábra Külső hőcserélő helye, belső csőkiyós tárolóval való kiváltás



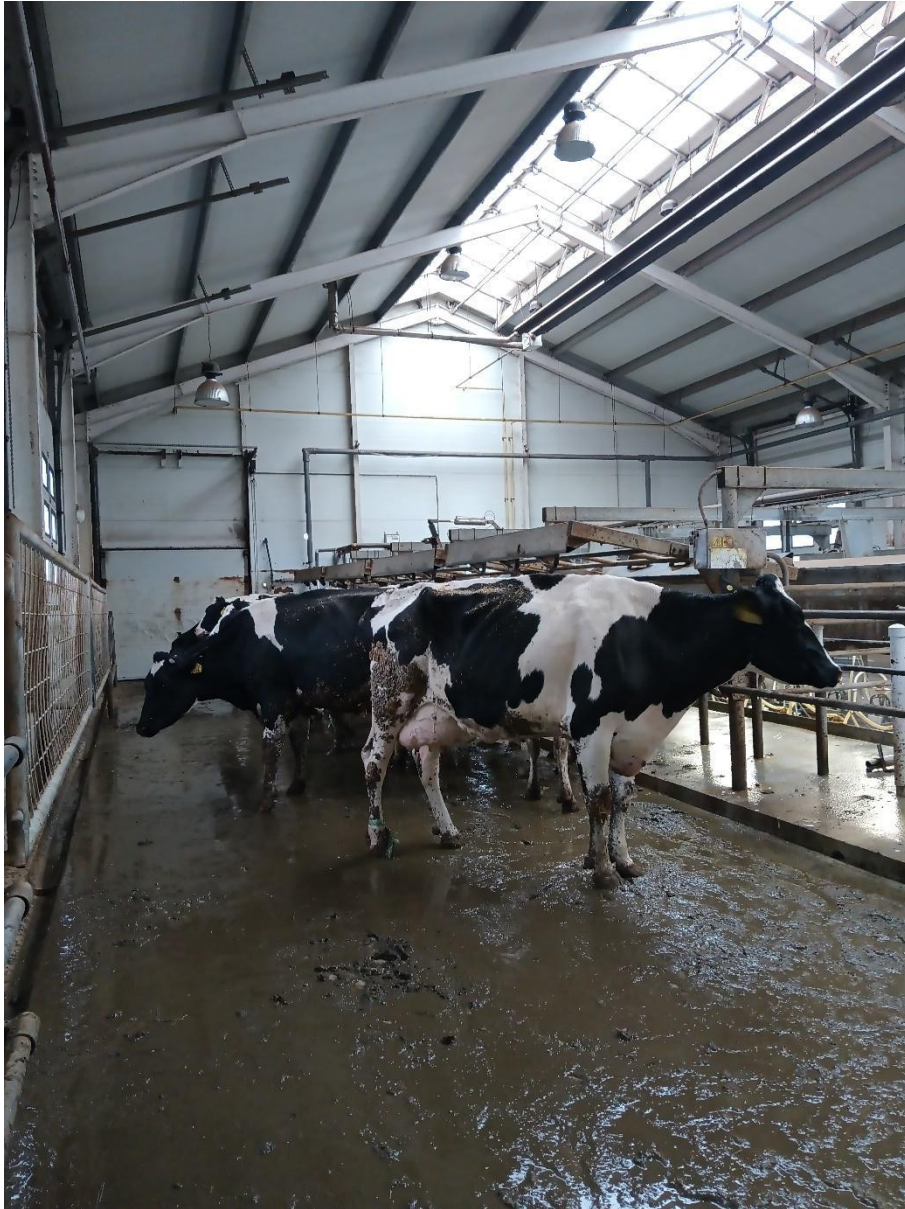
35. ábra Kémiai tisztításhoz szükséges melegvíz termelő gépészet 1



36. ábra Kémiai tisztításhoz szükséges melegvíz termelő gépészet 2



37. ábra Kémiai tisztításhoz szükséges melegvíz termelő gépészet 3



38. ábra Holstein fríz 1



39. ábra Holstein fríz 3



40. ábra Istálló, itt semmilyen melegvíz felhasználás nincsen, csak hideg vízzel és kismarkolóval takarítják



41. ábra Külső hőmérséklet mérés 1



42. ábra Külső hőmérséklet mérés 2



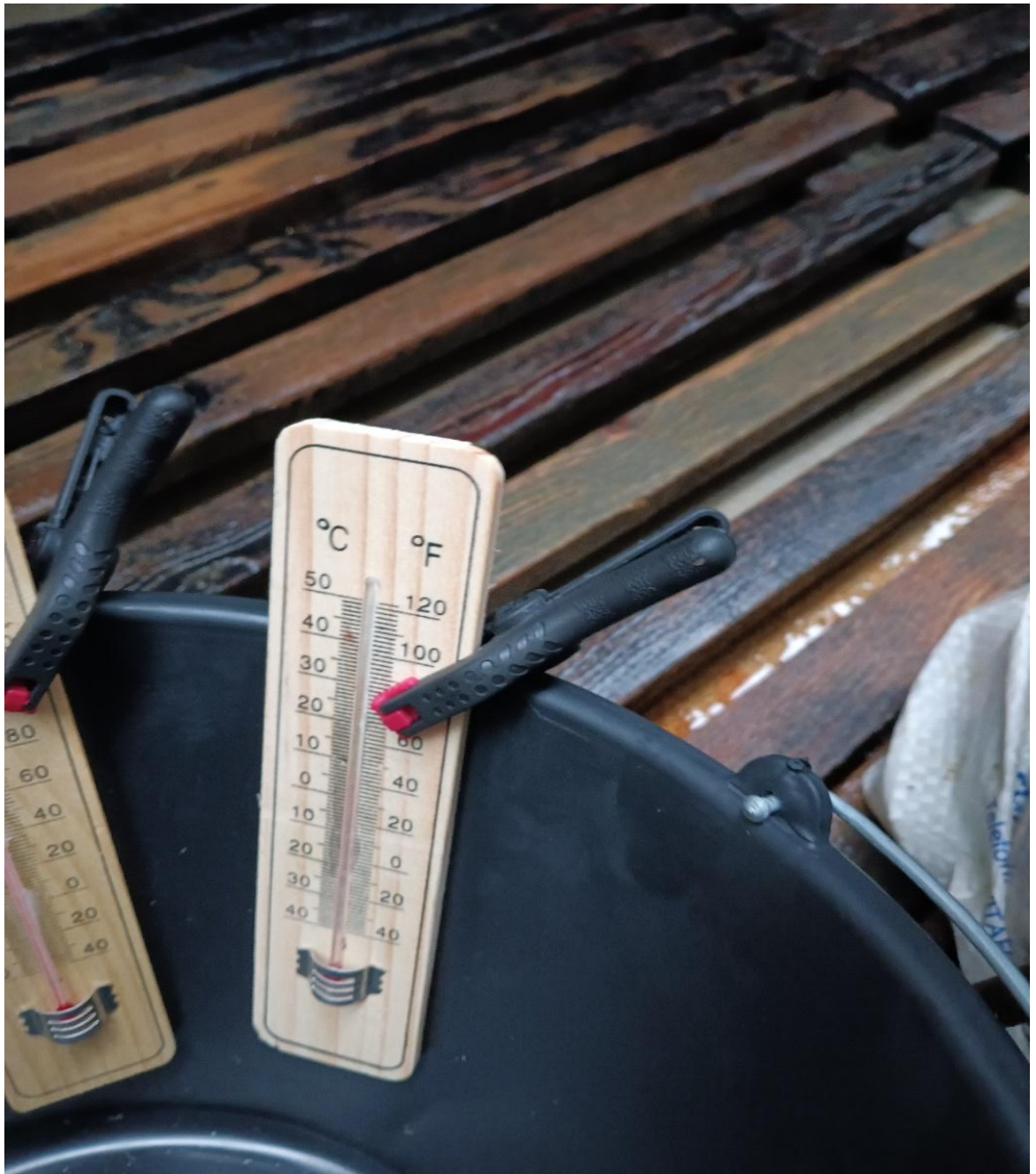
43. ábra Külső hőmérséklet mérés 3



44. ábra Jellemző csapoló helyszín



45. ábra Levegő hőmérséklet mérés 2



46. ábra Levegő hőmérséklet mérés 3



47. ábra Levegő hőmérséklet mérés 4



48. ábra Levegő hőmérsékletmérés 5



49. ábra Csapolt vízhőmérséklet 1



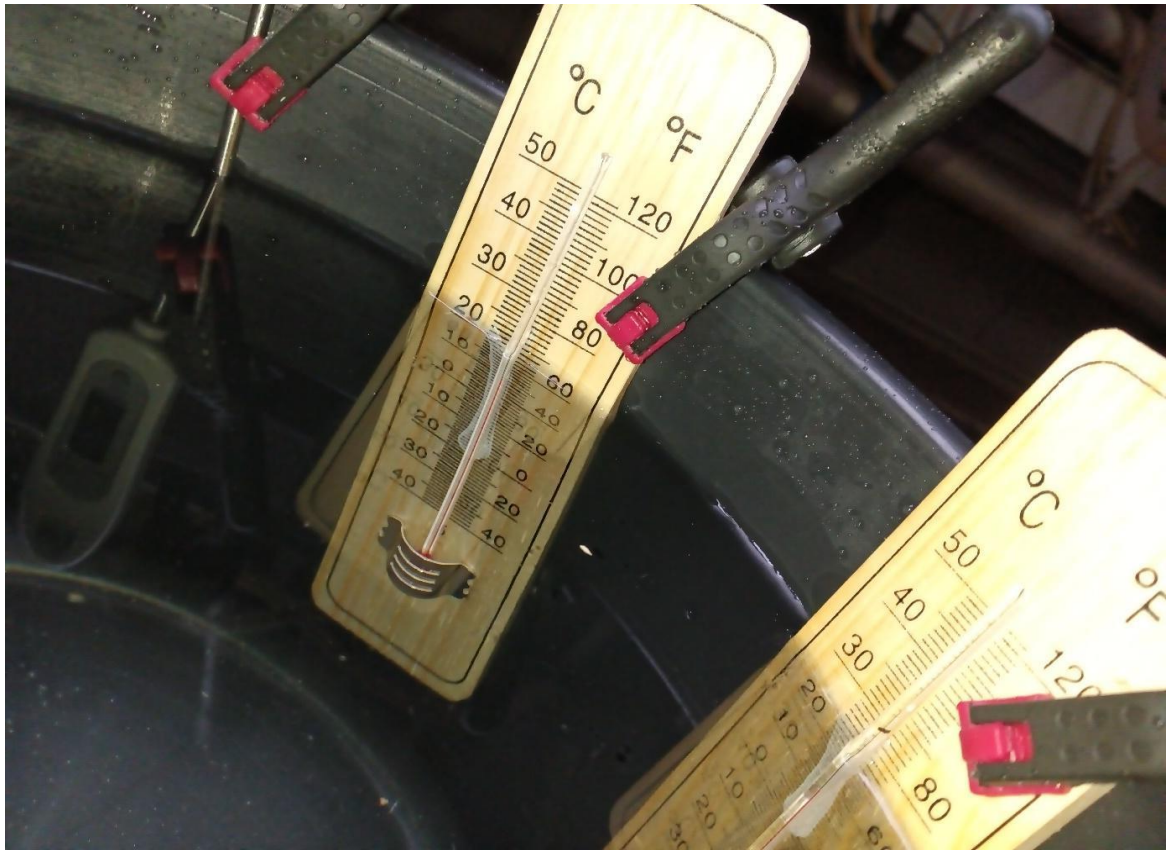
50. ábra Csapolt vízhőmérséklet 2



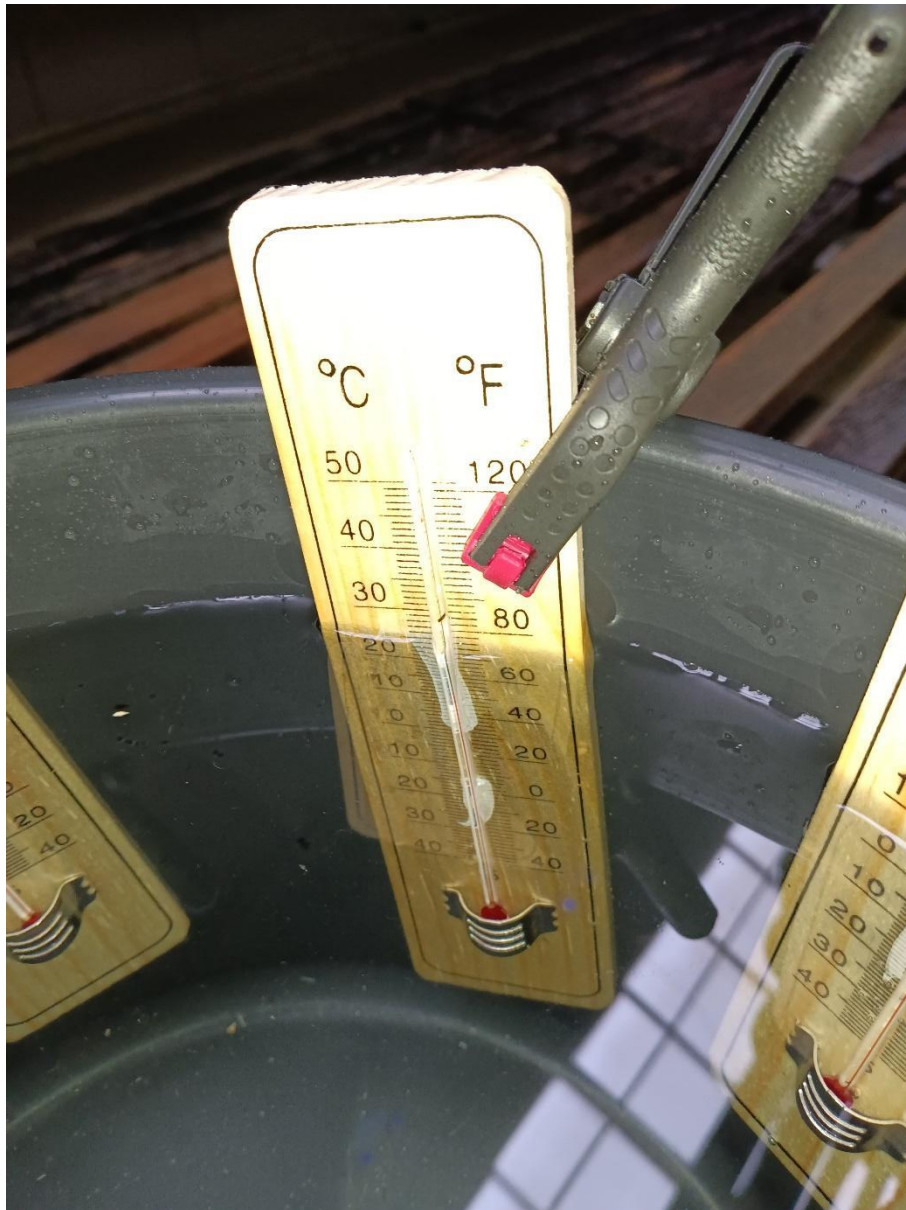
51. ábra Csapolt víz hőmérséklet 3



52. ábra Csapolt víz hőmérséklet 4



53. ábra Csapolt víz hőmérséklet 5



54. ábra Csapolt víz hőmérséklet 6



55. ábra Csapolt víz hőmérséklet 7



56. ábra Csapolt víz hőmérséklet 8



57. ábra Csapolt víz hőmérséklet 9



58. ábra 1 perc alatt mért víztérfogat áram mérési helyszín



59. ábra Térfogat áram mérés 1



60. ábra Térfogat áram mérés 2



61. ábra Térfogat áram mérés 3



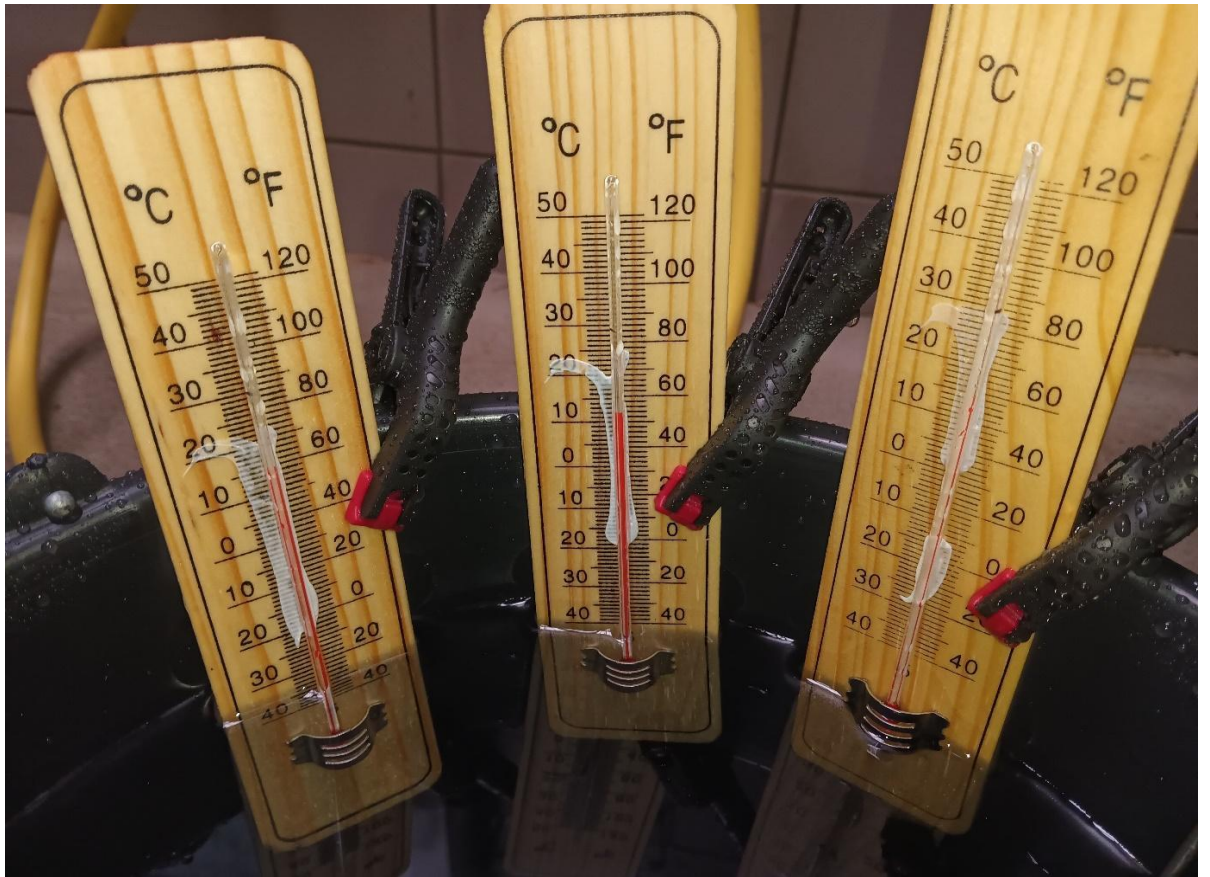
62. ábra Csapolt víz hőmérséklet 10



63. ábra Csapolt víz hőmérséklet 11



64. ábra Csapolt víz hőmérséklet 12



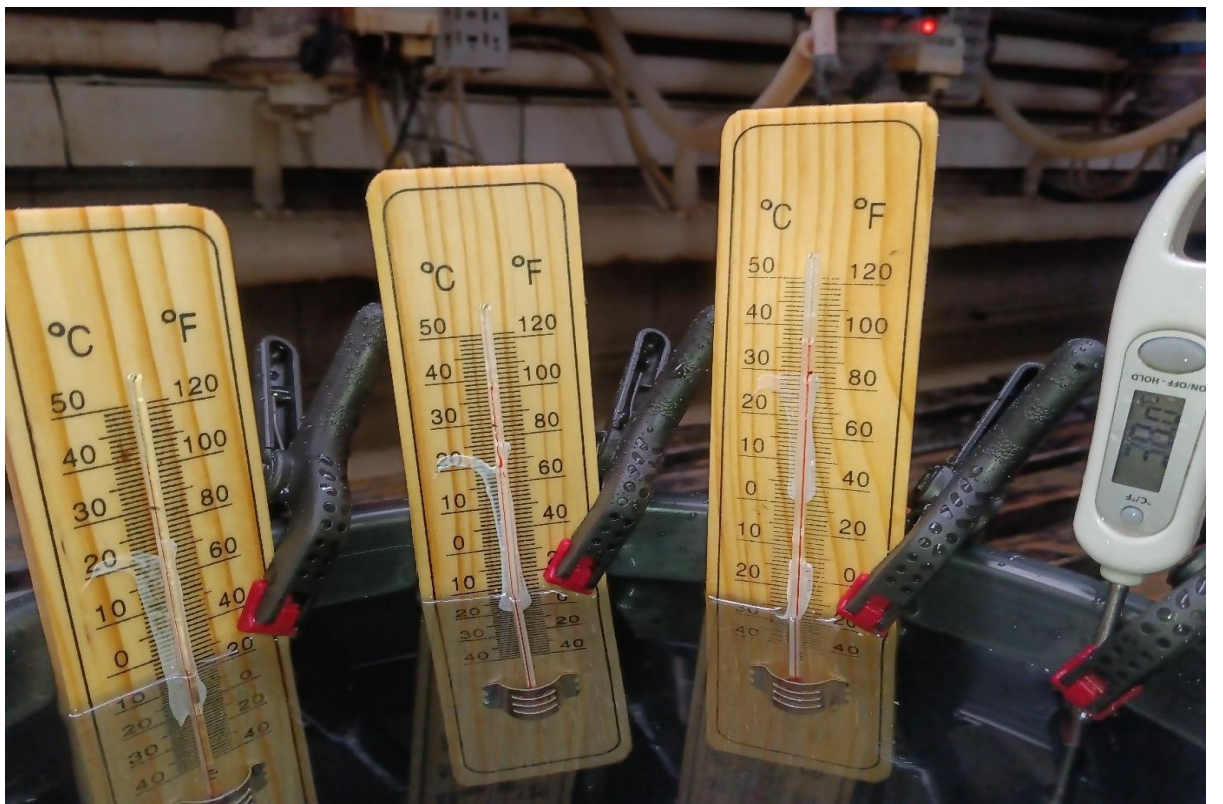
65. ábra Csapolt víz hőmérséklet 13



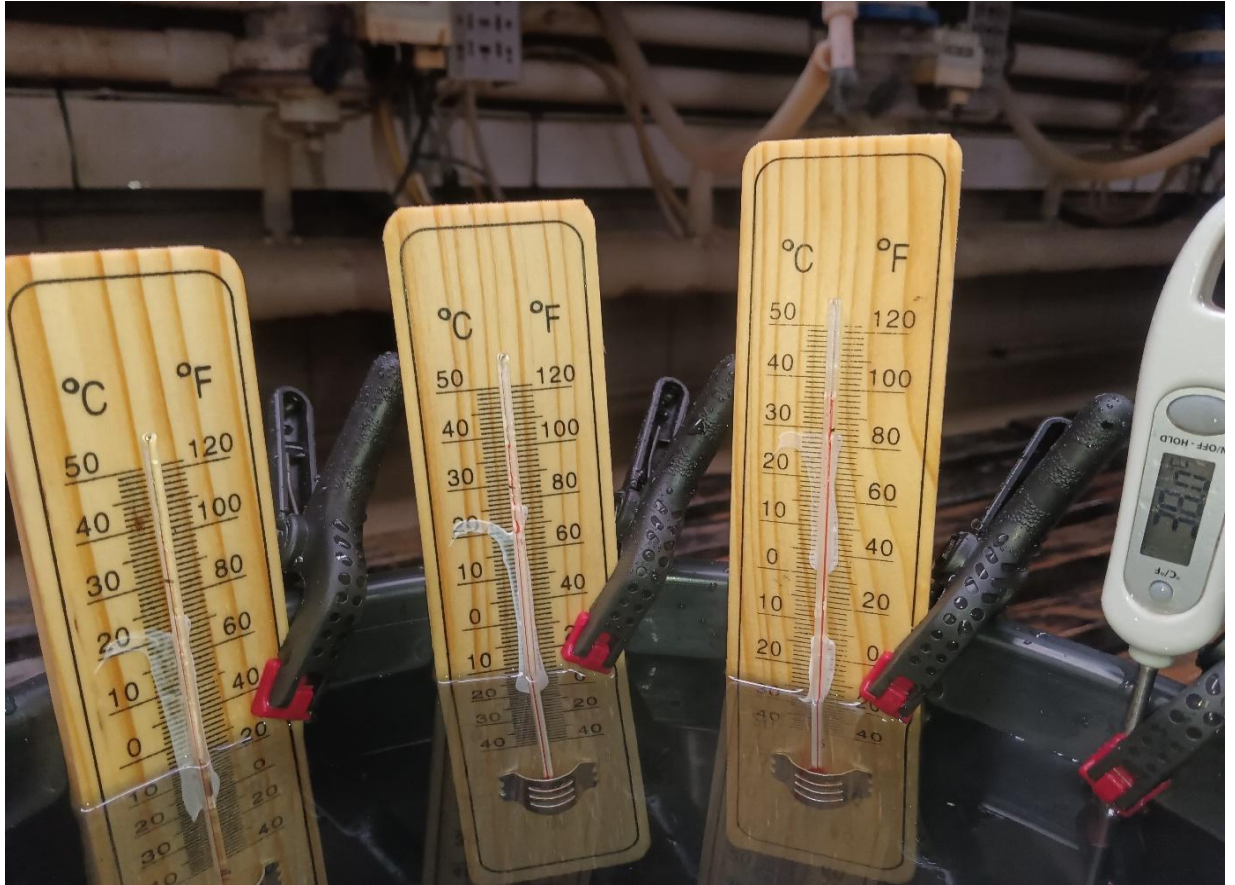
66. ábra Csapolt víz hőmérséklet 14



67. ábra Csapolt víz hőmérséklet 15



68. ábra Csapolt víz hőmérséklet 16



69. ábra Csapolt víz hőmérséklet 17



70. ábra Csapolt víz hőmérséklet 18



71. ábra Csapolt víz hőmérséklet 19



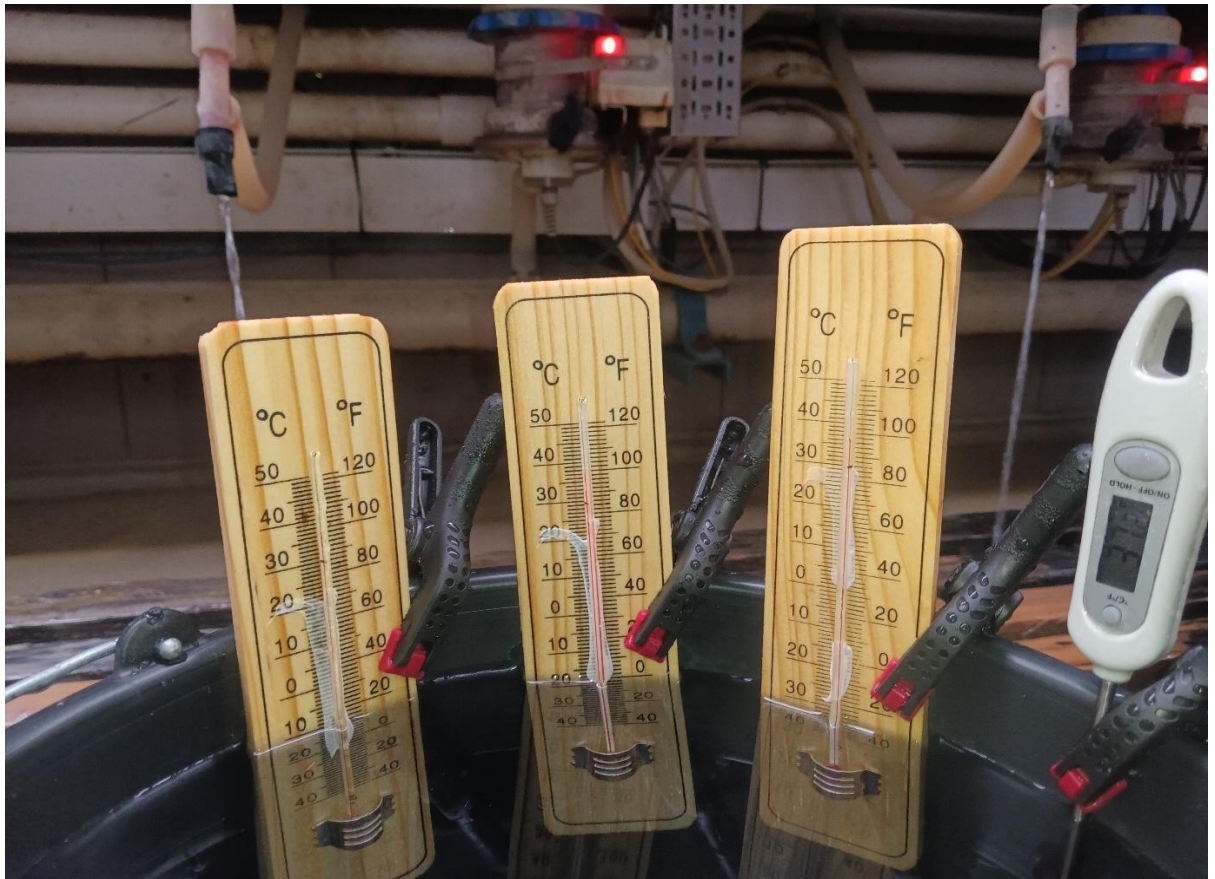
72. ábra Csapolt víz hőmérséklet 20



73. ábra Csapolt víz hőmérséklet 21



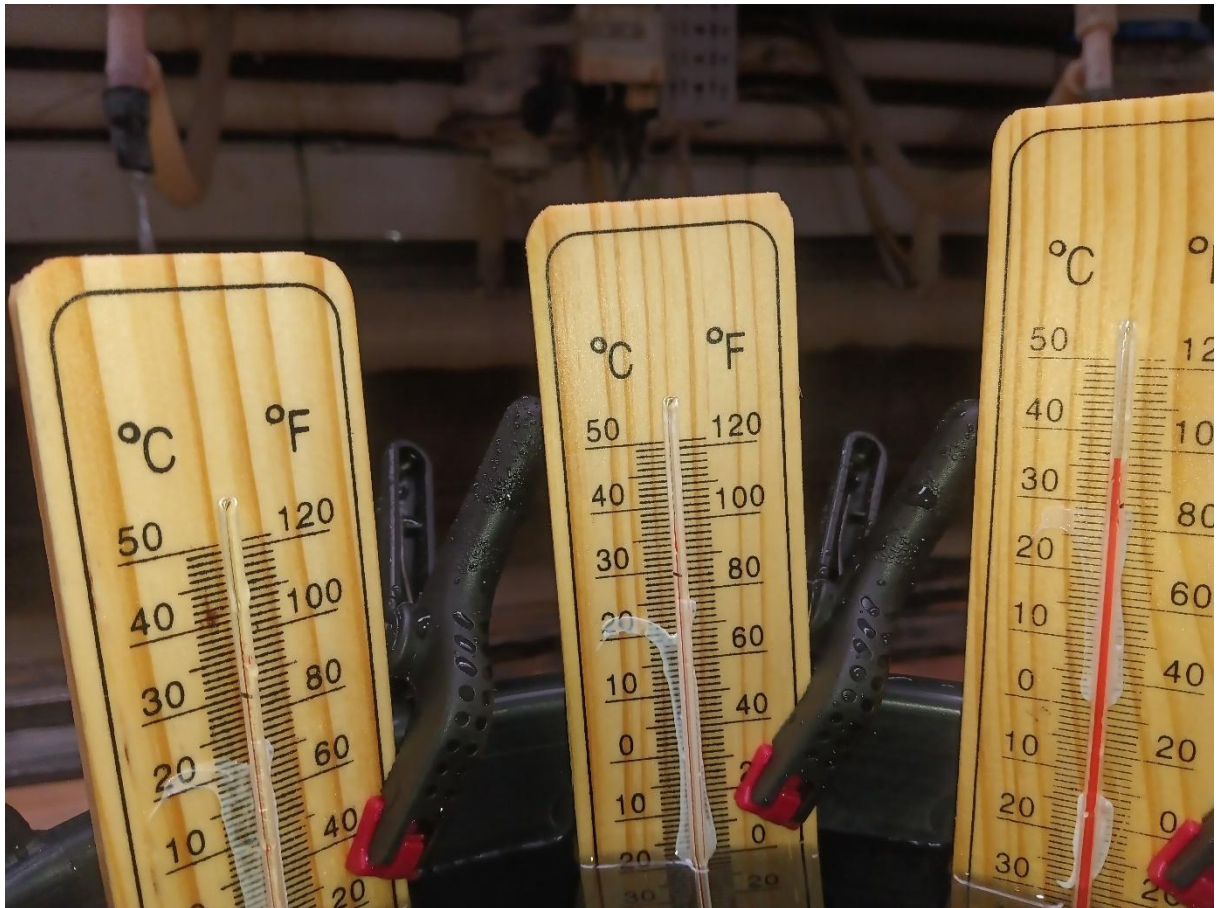
74. ábra Csapolt víz hőmérséklet 22



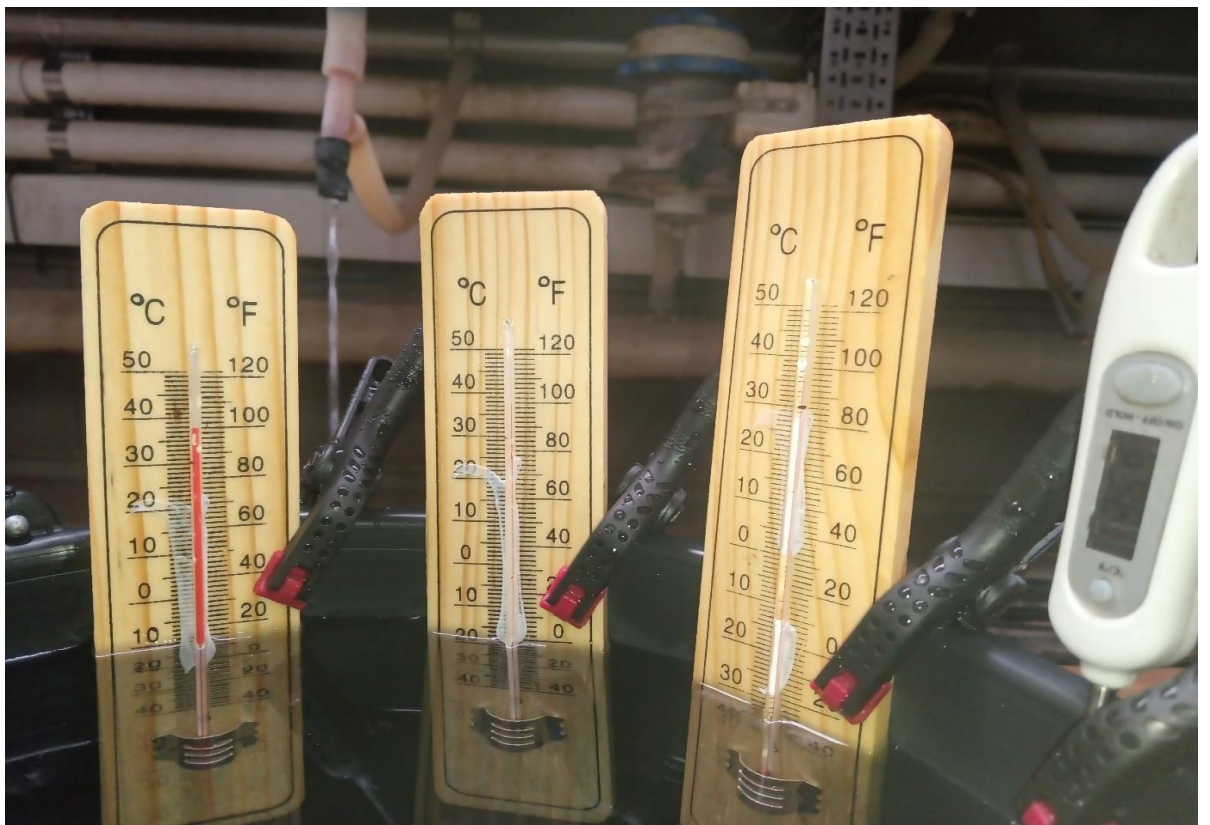
75. ábra Csapolt víz hőmérséklet 23



76. ábra Csapolt víz hőmérséklet 24



77. ábra Csapolt víz hőmérséklet 25



78. ábra Csapolt víz hőmérséklet 26



79. ábra Csapolt vízhőmérséklet 27



80. ábra Csapolt vízhőmérséklet 28



81. ábra Csapolt víz hőmérséklet 29



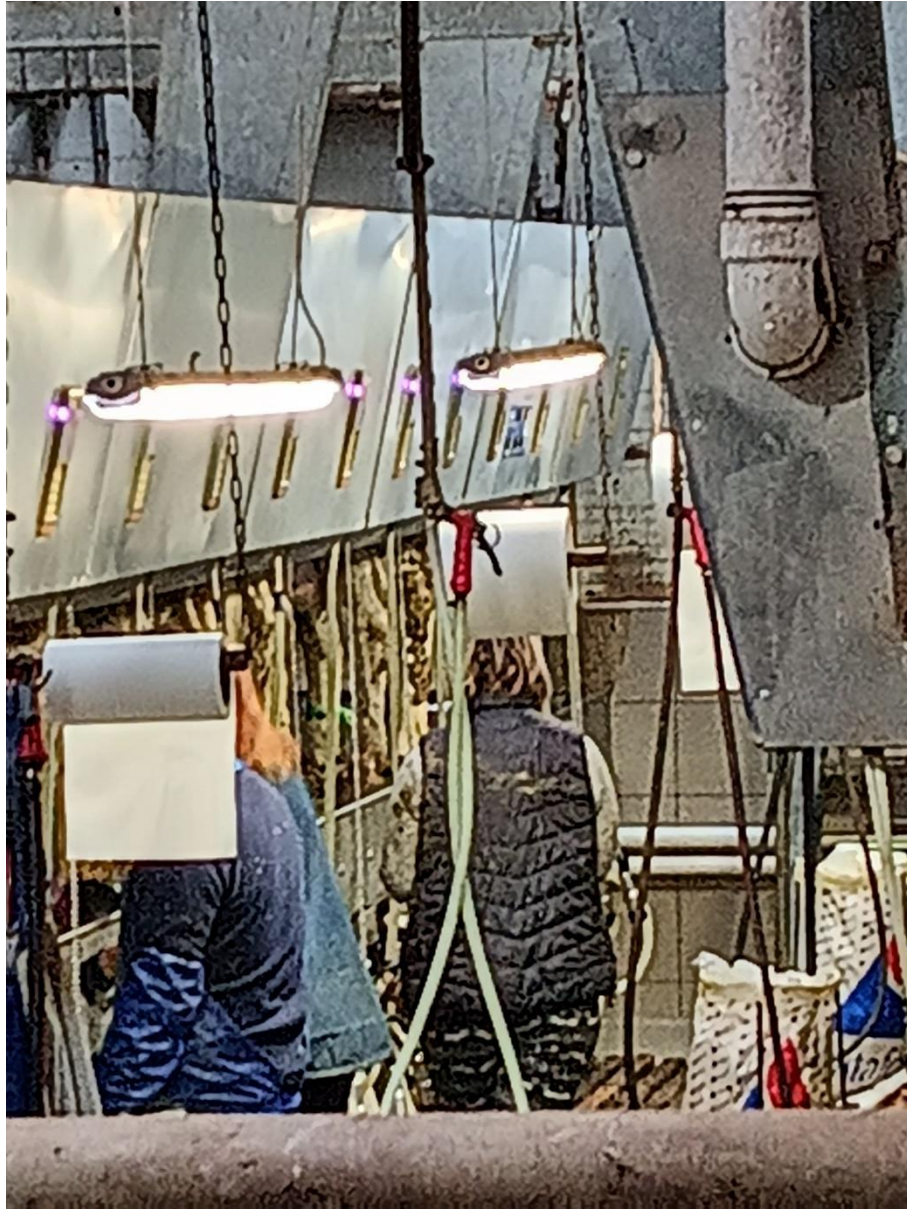
82. ábra Csapolt víz hőmérséklet 30



83. ábra Mérő állás és az alkalmazott eszközök



84. ábra Csapolt víz hőmérséklet 31



85. ábra Mosó pisztoly pirossal a kép közepén



86. ábra A mért pisztoly



87. ábra Hidegvizes pisztoly



88. ábra Tejhűtő vezérlő panel



89. ábra Tejhűtő desuperheater tárolója



90. ábra Vízlágyító gépészet

# Á r a j á n l a t

Készült: 2024.06.18

Szállító : **Aranycsúcs Kft.**  
 Telephely : **1212 Bp., Határ út**  
 Tel.: **276-02-42**  
 Fax: **276-02-42**  
 E-mail:  
 WEB:

Vevő: **VALLER NORBERT**

1202 Budapest

BREZNÓ U 6

<b>Sorszám</b>	<b>Határidő</b>	<b>Fizetési mód</b>	<b>Érvényesség</b>	<b>Teljesítés helye</b>
401/2024		Készpénz		

<b>Megjegyzés</b>	TEHENÉSZET NAPKOLLEKTOR
-------------------	-------------------------

No.	Cikkszám Megnevezés, szolgáltatás	*OPCIÓ*	Határidő	Mennyiség	Nettó egységár Nettó listaár	Eng.	Nettó érték Bruttó érték
001.	44/13478 T IDOM 28 SOLARPRESS			2.00 DB	6 078,00 3 000,00		12 156,00 15 438,12
002.	44/13479 KÖNYÖK 28 BB SOLARPRESSZ			16.00 DB	4 403,00 4 370,00		70 448,00 89 468,96
003.	44/13480 KÖNYÖK 28 KB SOLARPRESSZ			10.00 DB	4 825,00 2 450,00		48 250,00 61 277,50
004.	44/13614 KARMANTYÚ 28 SOLARPRESSZ			6.00 DB	3 360,00 3 360,00		20 160,00 25 603,20
005.	44/13482 T IDOM 28-18-28 SOLARPRESS			12.00 DB	9 595,00 4 313,00		115 140,00 146 227,80
006.	7/1033 KAZÁNTÖLTŐ GOLYÓS 1/2"			4.00 DB	1 120,00 1 120,00		4 480,00 5 689,60
007.	44/13481 SZŰKÍTŐ 28-22 KB SOLARPRESSZ			4.00 DB	3 432,00 1 539,00		13 728,00 17 434,56
008.	23/3088 KM 18* 1/2" SZORÍTÓGYŰRŰS			8.00 DB	1 120,00 1 120,00		8 960,00 11 379,20
009.	61/7686 BM 22 -3/4" SOLARPRESSZ			4.00 Db.	2 660,00 2 660,00		10 640,00 13 512,80
010.	61/7446 BM 18 -1/2" SOLARPRESSZ			6.00 Db.	2 310,00 2 310,00		13 860,00 17 602,20
011.	7/1055 HÖMÉRŐ 1/2" 120 C			4.00 DB	1 350,00 1 350,00		5 400,00 6 858,00
012.	44/13613 KM 28 -1" SOLARPRESS			8.00 DB	4 781,00 4 690,00		38 248,00 48 574,96
013.	5/688 RÉZCSŐ FELKEMÉNY SZÁLBAN 18 * 1			15.00 FM	2 515,00 2 515,00		37 725,00 47 910,75
014.	5/690 RÉZCSŐ FELKEMÉNY SZÁLBAN 28 * 1			50.00 FM	3 990,00 3 990,00		199 500,00 253 365,00
015.	5/13616 CSŐHÉJ KAIMANFLEX HT 28 / 13 mm			50.00 FM	870,00 870,00		43 500,00 55 245,00
016.	5/10300 CSŐHÉJ KAIMANFLEX HT 15 / 13 mm HT			15.00 FM	672,00 450,00		10 080,00 12 801,60
017.	5/827 CSŐHÉJ PE ÖNTAPADÓS SZALAG 15FM FEKETE KAIFLEX			2.00 DB	5 700,00 5 700,00		11 400,00 14 478,00
018.	5/9514 CSŐHÉJ RAGASZTÓ 0,25 L -FIX GLUE KLÍMA			2.00 FM	3 300,00 3 300,00		6 600,00 8 382,00
019.	61/7442 KÖNYÖK 18 BB SOLARPRESSZ			10.00 Db.	1 720,00 1 720,00		17 200,00 21 844,00
020.	61/7401 KÖNYÖK 18 KB SOLARPRESSZ			6.00 Db.	1 596,00 1 560,00		9 576,00 12 161,52
021.	7/12999 GÖMBCSAP HOLL KB 1" GENE BRE			12.00 DB	4 900,00 4 900,00		58 800,00 74 676,00
022.	42/10996 WILO YONOS PICO 25/1-6 SZIVATTYÚ			1.00 DB	58 550,00 58 550,00		58 550,00 74 358,50
023.	7/13879 SZIVATTYÚ CSATL. RÉZ HOLL 6/4" - 1"			2.00 DB	2 750,00 2 750,00		5 500,00 6 985,00
024.	61/7407 KM 22 -3/4" SOLARPRESS			4.00 Db.	2 680,00 2 680,00		10 720,00 13 614,40

# Á r a j á n l a t

Készült: 2024.06.18

Szállító : **Aranycsúcs Kft.**  
Telephely : **1212 Bp., Határ út**  
Tel.: **276-02-42**  
Fax: **276-02-42**  
E-mail:  
WEB:

Vevő: **VALLER NORBERT**

1202 Budapest

BREZNÓ U 6

<b>Sorszám</b>	<b>Határidő</b>	<b>Fizetési mód</b>	<b>Érvényesség</b>	<b>Teljesítés helye</b>
401/2024		Készpénz		

<b>Megjegyzés</b>	TEHENÉSZET NAPKOLLEKTOR
-------------------	-------------------------

No.	Cikkszám Megnevezés, szolgáltatás	*OPCIÓ*	Határidő	Mennyiség	Nettó egységár Nettó listaár	Eng.	Nettó érték Bruttó érték
025.	3/305			4.00 DB	820,00		3 280,00
	KÖZCSAVAR RÉZ 1"				820,00		<b>4 165,60</b>
026.	3/330			4.00 DB	1 400,00		5 600,00
	KÖNYÖK KB 1" réz.				1 400,00		<b>7 112,00</b>
027.	3/308			4.00 DB	900,00		3 600,00
	KARMATYÚ RÉZ 1"				900,00		<b>4 572,00</b>
028.	26/8922			2.00 DB	12 050,00		24 100,00
	BM GYORSKÖTŐ 2"ACÉLRA				12 050,00		<b>30 607,00</b>
029.	9/1342			1.00 DB	1 500,00		1 500,00
	KENDER DOBOZOS SZUPERKÓC 160G				1 500,00		<b>1 905,00</b>
030.	4/505			1.00 DB	6 600,00		6 600,00
	FOLYASZTÓSZER DEGUFIT 3000 250GR				6 600,00		<b>8 382,00</b>
031.	9/1354			1.00 DB	120,00		120,00
	FÜRÉSZLAP				120,00		<b>152,40</b>
032.	3/334			4.00 DB	2 800,00		11 200,00
	RADIÁTOR HOLLANDI 1" EGYENES				2 800,00		<b>14 224,00</b>
033.	4/491			4.00 DB	370,00		1 480,00
	BM CSATLAKOZÓ 18 - 1/2"				370,00		<b>1 879,60</b>
034.	4/492			2.00 DB	590,00		1 180,00
	BM CSATLAKOZÓ 22 - 1/2"				590,00		<b>1 498,60</b>
035.	4/482			2.00 DB	700,00		1 400,00
	KM CSATLAKOZÓ 22 - 1/2"				700,00		<b>1 778,00</b>
036.	4/418			14.00 DB	550,00		7 700,00
	KÖNYÖK BB 28				550,00		<b>9 779,00</b>
037.	4/422			8.00 DB	660,00		5 280,00
	KÖNYÖK KB 28				660,00		<b>6 705,60</b>
038.	4/485			16.00 DB	840,00		13 440,00
	KM CSATLAKOZÓ 28 - 1"				840,00		<b>17 068,80</b>
039.	4/495			10.00 DB	1 040,00		10 400,00
	BM CSATLAKOZÓ 28 - 1"				1 040,00		<b>13 208,00</b>
040.	4/435			4.00 DB	320,00		1 280,00
	KARMANTYÚ 28				320,00		<b>1 625,60</b>
041.	4/426			4.00 DB	990,00		3 960,00
	T IDOM 28				990,00		<b>5 029,20</b>
042.	4/512			6.00 DB	1 060,00		6 360,00
	T IDOM 28-22-28				1 060,00		<b>8 077,20</b>
043.	4/593			2.00 DB	1 900,00		3 800,00
	HOLLANDI fél 28 -5/4"				1 900,00		<b>4 826,00</b>
044.	7/1132			1.00 DB	86 400,00		86 400,00
	Zárt tég. tartály HMV-re 80l REFLEX 7306500				86 400,00		<b>109 728,00</b>
045.	7/13618			1.00 DB	3 400,00		3 400,00
	Zárt Tégulási BIZT. SZ. 8 bar 1/2" FLAMCO				3 400,00		<b>4 318,00</b>
046.	7/1082			2.00 DB	1 300,00		2 600,00
	MANOMÉTER 6,10BAR alsó,hátsó csatlak.				1 300,00		<b>3 302,00</b>
047.	3/317			2.00 DB	360,00		720,00
	SZŰKÍTŐ KB 1/2" - 1/4"				360,00		<b>914,40</b>
048.	1/135			20.00 DB	180,00		3 600,00
	CSŐ BILINCS GUMIS 26-30 3/4 "				180,00		<b>4 572,00</b>

# Á r a j á n l a t

Készült: 2024.06.18

Szállító : **Aranycsúcs Kft.**  
Telephely : **1212 Bp., Határ út**  
Tel.: **276-02-42**  
Fax: **276-02-42**  
E-mail:  
WEB:

Vevő: **VALLER NORBERT**

1202 Budapest

BREZNÓ U 6

Sorszám	Határidő	Fizetési mód	Érvényesség	Teljesítés helye
401/2024		Készpénz		

Megjegyzés
TEHENÉSZET NAPKOLLEKTOR

No.	Cikkszám Megnevezés, szolgáltatás	*OPCIÓ*	Határidő	Mennyiség	Nettó egységár Nettó listaár	Eng.	Nettó érték Bruttó érték
049.	1/7177			20.00 DB	50,00		1 000,00
	CSÓ BILINCS GUMIS KETTŐSCSAVAR M8X120 " 10-1048				50,00		<b>1 270,00</b>
050.	9/1429			20.00 DB	14,00		280,00
	TIPLI 12 MAGYAR KOCKA				14,00		<b>355,60</b>
051.	48/6395			20.00 DB	480,00		9 600,00
	ALAPLAP GR.1 M08/M10				480,00		<b>12 192,00</b>
052.	9/1403			2.00 DB	420,00		840,00
	MENETESSZÁR M8				420,00		<b>1 066,80</b>
053.	3/353			6.00 DB	2 000,00		12 000,00
	SZŰKITŐ KB 6/4" - 1"				2 000,00		<b>15 240,00</b>
054.	3/323			4.00 DB	920,00		3 680,00
	SZŰKITŐ KB 5/4" - 1"				920,00		<b>4 673,60</b>
055.	3/320			4.00 DB	700,00		2 800,00
	SZŰKITŐ KB 1" - 1/2"				700,00		<b>3 556,00</b>
056.	4/504			1.00 DB	6 000,00		6 000,00
	CIN 2mm 250g				6 000,00		<b>7 620,00</b>
057.	4/18834			1.00 DB	3 080,00		3 080,00
	GÁZPALACK MULTIGAS 300 600 ML ROTHENBERGER				3 080,00		<b>3 911,60</b>
058.	4/513			10.00 DB	60,00		600,00
	RÉZCSÓ TISZTÍTÓ SZÖVET KICSI				60,00		<b>762,00</b>
059.	4/597			2.00 DB	1 000,00		2 000,00
	RÉZCSÓ TISZTÍTÓ KEFE 28				1 000,00		<b>2 540,00</b>
060.	3/340			4.00 DB	360,00		1 440,00
	KUPAK 3/4" mm				360,00		<b>1 828,80</b>
061.	19/12113			2.00 DB	51 100,00	-145%	102 200,00
	ESBE 3 JÁRATÚ KEVERŐSZELEP VTC511 FIX 60 FOKOS DN32-60				20 900,00		<b>129 794,00</b>

**Összesen:**

Nettó végösszeg: 1 185 141,00

Bruttó végösszeg: 1 505 129,07

93. ábra Szerelési anyag a pusztavámi napkollektorhoz 3



TERC-ETALON  
ÉPÍTŐIPARI KÖLTSÉGVETÉS-KÉSZÍTŐ  
ÉS -KIRÓ PROGRAMRENDSZER

## KÖLTSÉGVETÉS FEDLAP

---

**Költségvetés neve: Pustavámim Tejszövetkezet Zrt.**

Leírás:

Költségvetés jellege: felújítási

Tételek száma: 2 db

Munkanemek száma: 1

Fejezetek száma: nem fejezetes

Építmény tulajdonsága: Egyéb nem lakóépület

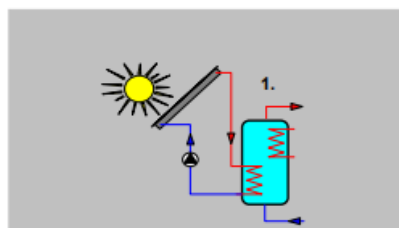
**BRUTTÓ VÉGÖSSZEG: 29 420 104 Ft**

## Méretezési adatlap

2024. 08. 12.

Rendszertípus: Melegvíz készítés  
 Létesítmény:  
 Megrendelő:  
 Méretezést készítette:  
 Megjegyzés:

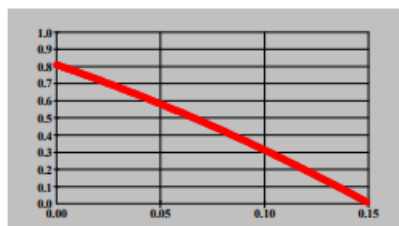
Vázlat:



### NAPKOLLEKTOROK

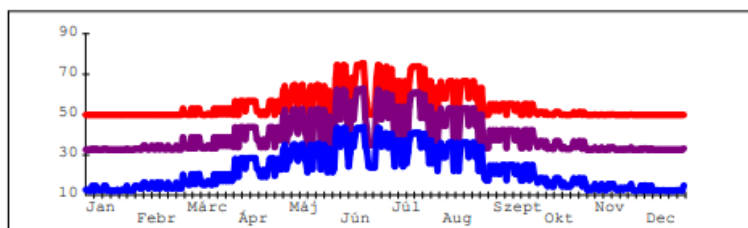
Napkollektorok típusa: Egyéb  
 Napkollektorok megnevezése: WS  
 Napkollektorok száma: 48 db  
 Napkollektorok hasznos felülete: 2 m<sup>2</sup>  
 Teljes napkollektor felület: 96 m<sup>2</sup>  
 Napkollektorok dőlésszöge: 30 °  
 Napkollektorok tájolása: 90 ° Kelet  
 Napkollektorok hatásfok képlete:  $\text{Eta} = 0,81 - 4,17 \cdot X - 0,01 \cdot \text{Gk} \cdot X^2$

Hatásfok:



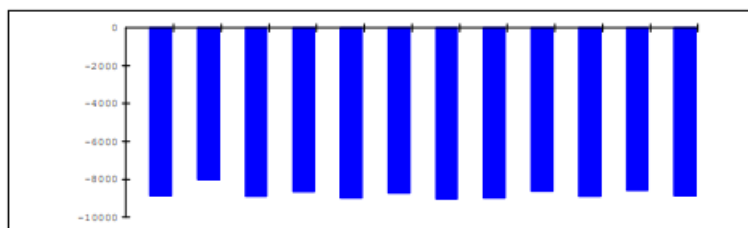
### MÉRETEZÉSI EREDMÉNYEK

A számítás jellege: Éves ciklus



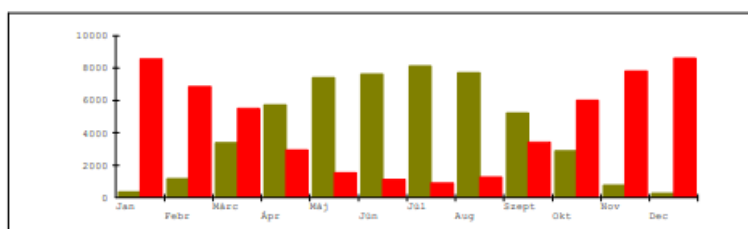
Hőmérsékletek [°C]

- 1. tároló, felső rész
- 1. tároló, középső rész
- 1. tároló, alsó rész



Hőszükséglet, hőnyereség [kWh/hónap]

- Melegvíz készítés hőszükséglete



Hőmennyiségek [kWh/hónap]

- Napkollektorok
- Hagyományos hőtermelő

Napkollektorok felületére érkező napsugárzás:	109973,4 kWh
Napkollektorokkal hasznosított hőmennyiség:	50709,9 kWh
Hagyományos hőtermelő hőmennyisége:	54594,7 kWh
Napkollektoros rendszer hatásfoka:	46,11 %
Szoláris részarány:	48,15 %

Energetikai adatok

Naplopó programok: [www.naplopo.hu](http://www.naplopo.hu) Tel: 06-1-237-0433

95. ábra Naplopó szimulációs programban készített adatlap

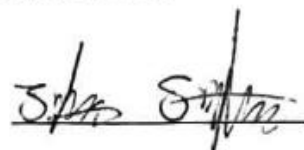
## NYILATKOZAT

Diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Fodor Sebestyén  
A Hallgató Neptun kódja: LCSUBI  
A dolgozat címe: Szarvasmarha telepeken alkalmazott fototermikus energiatermelés alkalmazhatósága  
A megjelenés éve: 2025  
A konzulens intézetének neve: MATE, Műszaki Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Épületgépészeti és Létesítménymérnöki tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek. A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem. Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek. Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és - nem titkosított dolgozat a védést követően - titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Vác, 2025 év 04 hó 10 nap



Hallgató aláírása



## NYILATKOZAT

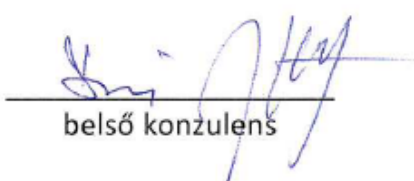
**Fodor Sebestyén** (hallgató Neptun azonosítója: **LCSUBI**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz:

igen  nem

Kelt: 2025 év 04. hó 17 nap

  
belső konzulens