



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék

Reith Zsuzsanna

**DRAIN-BACK
NAPKOLLEKTOROS RENDSZER
VEZÉRLÉSE
MIKROKONTROLLER
ALKALMAZÁSÁVAL**

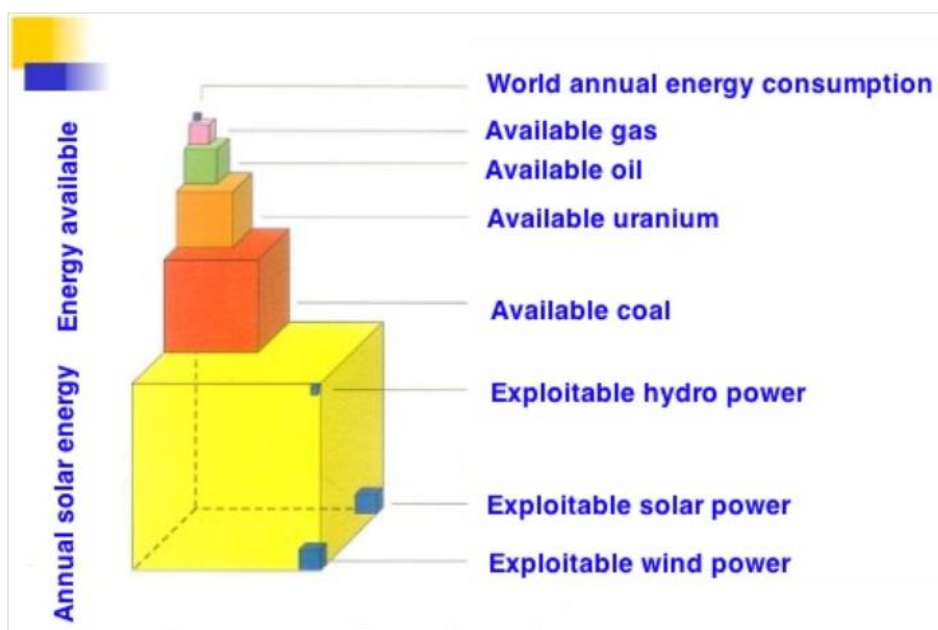
szakdolgozat kivonat

BUDAPEST, 2012

1. Bevezetés

Az elmúlt néhány évtizedben a megújuló energiákat hasznosító berendezések fejlesztése a mérnöki tudomány érdeklődésének a középpontjába kerültek. Ezen a területen történő fejlesztések létjogosultságát az adja, hogy a fosszilis energiaforrásaink rohamosan apadnak. A mai világunkban egyre növekvő szerephez jutnak a megújuló energiák, melyek használata egyre inkább elkerülhetetlenné válik.

Az összes megújuló energiafajta a napenergiára vezethető vissza, továbbá ebből áll a legtöbb rendelkezésünkre, mint ahogy az 1. ábrán is látható. Szakdolgozatom témájául többek között azért választottam a napkollektor rendszerek vezérlésének a fejlesztését, mert véleményem szerint a megújuló energiákat alkalmazó berendezések közül a napkollektor hasznosítja a legközvetlenebb és legegyszerűbb módon a napenergiát. A napkollektor a nap által sugározott energiát átalakítja hőenergiává, amelyet a meleg víz fogyasztása során tudunk felhasználni.



1. ábra: rendelkezésre álló energiák

A mai napkollektor rendszerek működési elve hosszú fejlesztőmunka eredménye. Amíg a feketére festett hordótól eljutottunk a szabályozott rendszerekig, melyek már számos paramétert képesek figyelembe venni, sok mérnökórára volt szükség. Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy még a mai rendszerek és a hozzá tartozó szabályozások sem elégítenek ki minden működési szempontot. Egy napkollektor

rendszer tervezése során számos szempontot és meghibásodási lehetőséget kell figyelembe venni, amelyek leggyakrabban az alábbi okokra vezethetők vissza:

- fűtő közeg dermedése, fagyása
- felforrás veszélye,
- építő elemek korróziója,
- szivattyú meghibásodás,
- szelep eltömődés,
- áramszünet bekövetkezése

A fent felsorolt szempontokat a széles körben elterjedt napkollektor rendszerek csak részlegesen elégítik ki, így némelyikük nem nyújt minden alkalmazási esetben biztonságos megoldást.

A napkollektoros rendszerek vezérlésének a fő feladata, hogy energetikai szempontból optimális módon és egyben biztonsági feltételeket kielégítve keringtesse a rendszer primer körében lévő hőközvetítő folyadékot. A vezérlés a különböző pontokon mért hőmérséklet értékek alapján működteti a szivattyút.

A rendszer egészének gazdaságos működése azt kívánja, hogy a napkollektorokon és a tároló tartályban elhelyezett érzékelők által mért hőmérséklet értékek ismeretében olyan keringtetési stratégiát határozzon meg a vezérlés, amely a maximális hőenergia begyűjtését és tárolását teszi lehetővé. A biztonságos működés pedig azt jelenti, hogy sem a kollektorban, sem pedig a tároló tartályban nem melegedhet túl a víz, téli időszakban nem fagyhat meg, s esetleges áramszünet esetén sem történhet semmiféle probléma a rendszerrel.

A napkollektor rendszereken belül is azért választottam a Direct-Line Kft. megoldását, mert egy olyan speciális drain-back típusú napkollektor rendszert fejlesztettek ki, amelynek az új működési elve olyan vezérlést igényel, amire még nincs kidolgozott kész megoldás a piacon, így kihívást láttam a feladatban.

2. Drain-back típusú napkollektor rendszerek

2.1 Jellegzetességek, előnyök

A drain-back típusú napkollektor rendszer elsősorban abban különbözik a hagyományos zárt körű kiviteli megoldásoktól, hogy a hőátadó folyadék nem szükségképpen kell fagyálló tulajdonságokkal rendelkezzen. Ennél a rendszernél tehát a működéséből adódóan nincs szükség fagyálló folyadéokra, a keringtetett hőközlő folyadék akár közönséges víz is lehet. Ezt a vizet ugyan érdemes előre vegyileg kezelni, de árban, ráfordított energiában és karbantartási igényben messze nem éri el a fagyálló rendszerek szintjét. Mindemellett a víz környezetkímélő megoldást jelent.

A Direct-Line Kft. által fejlesztett drain-back rendszer esetében nem csupán a hőközlő közeg jelent különbséget, hanem az is, hogy a hagyományos rendszerekhez képest eltérő elv alapján működik. A hagyományos zárt rendszerekben, valamint a világon elterjedt drain-back rendszerekben is a primer körben helyezkedik el az a hőcserélő, amely a használati vizet felmelegíti. A napkollektor által megtermelt hőt ezen a hőcserélőn keresztül vezetjük be abba a tartályba, amelyben magát a használati meleg vizet tároljuk (3. ábra). A Direct-Line Kft. által fejlesztett drain-back rendszerben azonban a primer és szekunder kör szerepe felcserélődik. A tartályban a hőtároló folyadék található, míg a használati melegvíz a fogyasztás során a szekunder körű hőcserélőben melegszik fel (4. ábra). Ez a változás azt eredményezi, hogy nincs lappangó melegvíz a használati oldalon, ami egészségkárosító hatást fejthetne ki. Higiéniai és számos más szempontból is előnyösebb megoldás a hőtároló tartályban elhelyezkedő hőcserélő spirálon átvezetni a használati vizet.

A drain-back rendszernél a primer körként szolgáló hurokban a napkollektor és a tartály nyitott rendszerben van összekötve.

A „drain-back” kifejezés az elnevezésben enged következtetni a működési elvre, ugyanis ez angolul azt jelenti, hogy „visszafolyni”. Ez is sejteti, hogy a nyitott kör jellegzetessége, hogy a tartály nincs teljesen megtöltve vízzel, így ha bármilyen okból indokolt, a vizet le kell engedni. Ez egyszerűen egy mágnesszelep kinyitásával történik. A víz visszafolyása a napkollektorból a gravitáció segítségével történik, nincs szükség további szivattyúra. A tartályba való visszafolyás több esetben is indokolt. Az egyik extrém eset, amikor a szekunder körben a fogyasztás nem csökkenti a tartályban lévő hőmennyiséget. Ebben az esetben a rendszer túlmelegedhetne. Ebben az esetben a víz

túlmelegedését a napkollektorban, valamint a tartályban, úgy lehet megakadályozni, hogy a vizet leeresztjük. További szélsőséges eset, amikor fagypont alá csökken a hőmérséklet. A fagyásveszély kiküszöbölése érdekében is visszafolyik a hőközvetítő közeg a tartályba.

Nincs nyomás alatt a rendszer, nem szükséges hőtágulás ellen nyomáskiegyenlítő tartályt helyezni a rendszerbe, mint a hagyományos zárt rendszerek esetében. Jelen rendszerben ezért kevesebb alkatrészre van szükség, mint más rendszereknél, mert a melegvíz tárolására, a hőtágulás kiegyenlítésére, valamint a visszafolyt víz fogadására csupán egy tartályra van szükség. Ez rendkívül költségkímélő megoldást biztosít.



2. ábra: egy napkollektor rendszer prototípusa

Figyelembe kell viszont venni, hogy ehhez a rendszerhez nagy teljesítményű szivattyúra van szükség, mert nem csak keringtetni kell a primer körben a folyadékot, hanem adott esetben a gravitációt leküzdve fel kell juttatni a vizet a napkollektorba, amely általában a háztetőn több méter magasan helyezkedik el.

Fontos tényező, hogy a víz és a levegő egyszerre van jelen a rendszer belsejében. Az acél, levegő, víz találkozási vonalában fennáll a korrózió kialakulásának a veszélye. Nem szabad elfelejteni továbbá azt sem, hogy ez a határ folyamatosan változik, ami alternáló módon fejti ki hatását a rendszer összes elemére. Ezért a korrózió kialakulásának megelőzésére az elemek anyaga korrózióálló kell legyen, előnyös például a rozsdamentes acél használata.

Nagy előnyként jelenik meg továbbá a rendkívül magas hatásfok. Amikor kint a levegő kezd hűlni – ez az esti órákra jellemző, de bekövetkezhet napközben is – a drain-back rendszerben a víz visszafolyik a tartályba mielőtt kihülhetne. Hagyományos

rendszereknél ezzel ellentétben lehül a napkollektorban lévő folyadék. Ez akár több kilowattóra hőenergia veszteséget is jelenthet. A drain-back esetében másnap reggel arról a hőfokról indulhat a közeg felmelegítése, amelynél előző este megállt a folyamat.

Összefoglalásképpen következzen egy táblázat, amelyben összehasonlításra kerülnek a hagyományos zárt körű, fagyálló folyadékkal töltött és a fejlesztés tárgyát képező drain-back típusú napkollektor rendszerek.

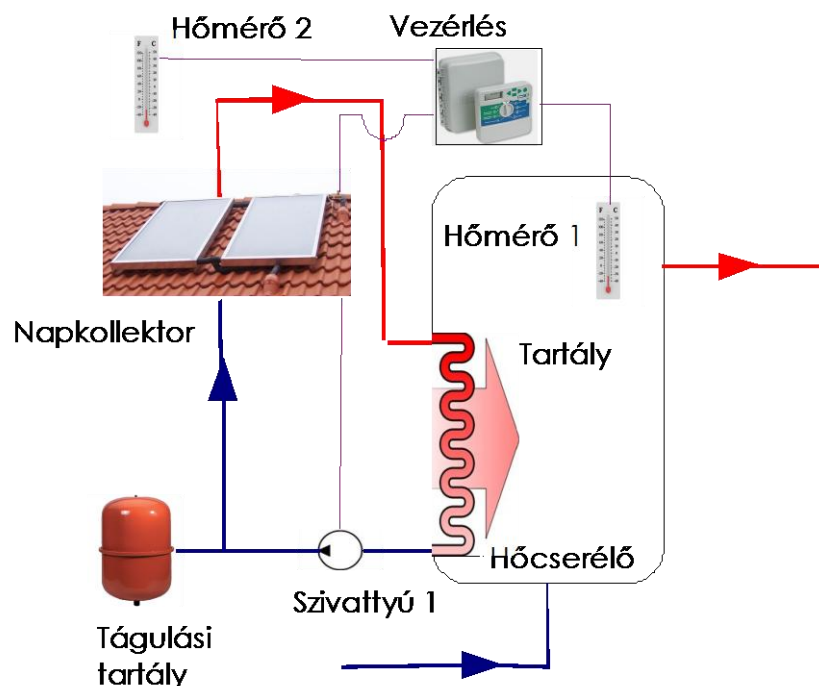
	Hagyományos zárt napkollektor rendszer	Drain-back rendszer
Hőátadó közeg	Fagyálló folyadék	Víz
Szivattyú	Kis teljesítményű	Nagy teljesítményű AC szivattyú
Fagyás esetén	Használható	Használható
Hőcserélő	Primer körben	Szekunder körben
Hővesztés okai	Melegvíz tárolása miatt Hideg időszakokban lehülés miatt	Melegvíz tárolása miatt
Felforrás megakadályozása	Biztonsági szelep	Működésből adott
Meghibásodás esetén	Felforrás veszélye fennáll	Biztonságos
Hőtágulási tartály	Igen	Nem
Vezérlés	Hagyományos	Speciális
Nyomás	Nyomás alatt	Nincs nyomás alatt

1. táblázat: hagyományos és drain-back napkollektor rendszer különbségei

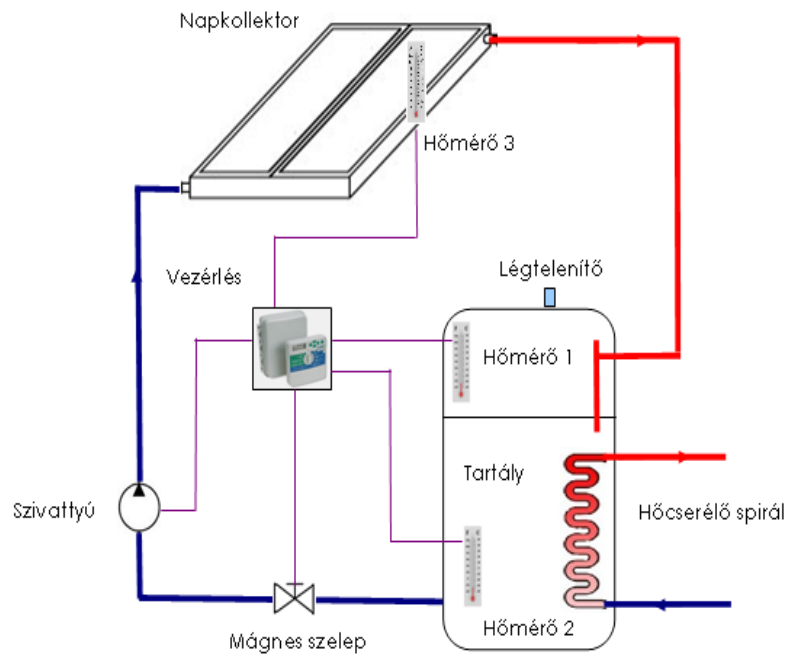
2.2 Működési elv

A napkollektor rendszer működési elvének megértéséhez az egyes elemek szerepét szükséges megvizsgálni.

A rendszer egyik legfontosabb eleme hőenergia begyűjtésére szolgáló síkkollektor test. A kollektor fő alkotóeleme az abszorber, amelynek kialakítása során optimális hőátadási viszonyokra, áramlási ellenállásra, valamint a gyártási szempontok betartására kell törekedni. Az adott rendszerben a napkollektor a fent meghatározott szempontoknak megfelelően rozsdamentes acéلبól készül. Az abszorber test felülete fekete szolár festékkal van bevonva. A panel hátulján hőszigetelés akadályozza meg a hővesztést. Az abszorber fölött áramlástechnikai szempontból méretezett távolságra egy üveglap helyezkedik el, amely az üvegházhatást juttatja érvényre. Az abszorberben keringtetett folyadék összegyűjti és a tartályba szállítja a besugárzott hőenergiát. A napkollektor alsó részén lép be a hideg víz, majd a felmelegedett folyadékot a panel tetején továbbítjuk a tartályba. A napkollektorhoz nyitott körben egy hőtároló tartály kapcsolódik, amely lakossági célra a vízfelhasználás mennyiségétől függően 100 és 400 liter térfogatú kivitelben kapható. A tartály méretezésénél továbbá arra is figyelni kell, hogy a feltöltött állapotban lévő rendszer teljes töltőtérfogatát képes legyen befogadni. Ezért a napkollektorban, valamint a csővezetékekben lévő víz befogadása végett a tartályban van napkollektoronként hozzávetőlegesen 9 liter térfogatú holttér.



3. ábra: hagyományos rendszer



4. ábra: drain-back rendszer

Normál üzemben, amikor a napkollektorban víz van, a magasságkülönbségből adódóan a víz visszafolyna a tartályba a hideg ágon. Ezt a tartályt és a napkollektort összekötő ágban egy mágnesszelep hivatott megakadályozni. A töltőfolyadék leeresztése viszont a mágnesszelep megnyitásával történik.

Működtetési szempontból nagy jelentőséggel bír a szivattyú, amelynek feladata a primer kör feltöltése és a víz keringtetése a napkollektorban, a csővezetékben és a tartályban. A szivattyú méretezése során azt kell figyelembe venni, hogy a vizet leeresztett helyzetből kell a kiépítéstől függő magasságba feljuttatni a napkollektorba. A keringtetés fontos feltétele, hogy a mágnesszelep eközben nyitott állásban legyen.

Vezérlés szempontjából a rendszer két aktuátorból (szivattyú és mágnesszelep) valamint 3 szenzorból, nevezetesen hőmérőből áll. Két hőmérő helyezkedik el a tartályban, az egyik az alsó, a másik a felső részében. A harmadik hőmérséklet-szenzor közvetlenül a napkollektorban található. A szenzorok által szolgáltatott hőmérsékletadatok függvényében történik annak a szabályozása, hogy a napkollektorban legyen-e víz vagy sem. Ehhez a vezérlésnek mindenkor tudnia kell, hogy a napkollektor fel van-e töltve vízzel vagy sem. A szelep állásából és a szivattyú állapotából a feltöltöttség helyzet egyértelmű. Amikor a szelep nyitva van, és a szivattyú áll, lefolyik a víz a tartályba. Ezt az állapotot megőrizvén két perc után kijelenthető, hogy a víz lefolyt és a napkollektor üres. Amikor a szelep nyitva van, és a szivattyú az

üres napkollektort tölti fel, két perc után biztosak lehetünk benne, hogy a napkollektor fel van töltve. Ellenkező esetben, amikor a szelep zárva van, a napkollektorban mindig van víz.

A hőmérséklet adatok alapján az alábbi állapotok különböztethetők meg:

1. állapot: Üres állapot

A napkollektor üres, a tartályban van a rendszer teljes vízmennyisége. Ez akkor áll fenn, amikor a rendszer még feltöltés előtt áll.

2. állapot: Feltöltés

Ha a síkkollektorban nincs víz (pl. egy leengedést követően), de a panel már felmelegedett és a gyűjtőtartályban alacsonyabb a hőmérséklet, akkor a szivattyúval a nyitott mágnesszelepen keresztül feltöltjük a rendszert, hogy a hőenergiát be tudjuk szállítani a tartályba.

3. állapot: Normál üzemmód

A napkollektorban melegszik a víz, a tartályban hideg víz van. Ilyenkor a mágneszár zárva van, a szivattyú nincs működésben.

4. állapot: Keringtetés

A kollektorban felmelegedett annyira a víz, hogy keringtetése a primer körben indokoltá válik. Ekkor a mágneszár kinyit, és a szivattyú működésbe lép.

5. állapot: Leeresztés

Több esetben is indokolt a rendszer leürítése:

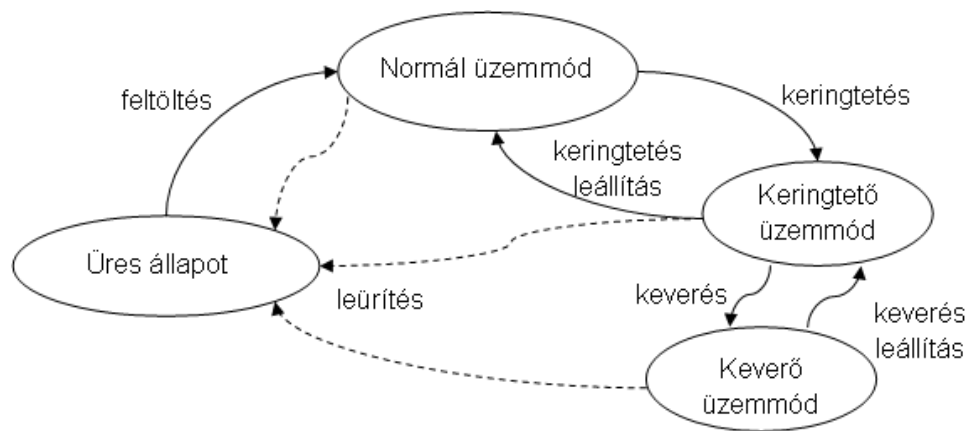
Ha a kinti levegő lehül annyira, hogy a tartályban uralkodó hőmérséklet eléri a kollektorban lévő víz hőmérsékletét, akkor a mágneszárat ki kell nyitni.

Hasonlóan kell eljárni, ha a kinti hőmérséklet fagypontra alá süllyed, ami a töltőfolyadék fagyását okozhatja és a rendszeresemek tönkremeneteléhez vezethet.

Áramszünet esetén nem biztosítható a vezérlés működése. Erre szolgál az a megoldás, hogy a mágneszár feszültség hatására zár. Ennek következtében, ha nem kapcsolunk rá feszültséget, vagy áramszünet esetén, kinyit a szelep, ezzel megnyitva az utat a folyadék tartályba történő leeresztéséhez.

Túlmelegedés veszélye esetén is indokoltá válik a rendszer leürítése. A túlmelegedés akkor következhet be, amikor a tartály már a megengedett maximális hőenergia mennyiséget tárolja, s a napkollektor még további energiát képes szállítani, de a szekunder körben nem történik hőelvétel. A leürítés elmaradása esetén a gyűjtőtartályban túlmelegedhet, felforrhat a víz. A felforrást, vagy éppen a tartály túlterhelését megelőzendő, le kell engedjünk a napkollektorból a folyadékot.

A rendszer vezérléséhez az előzőekben meghatározott állapotokat különböztetjük meg. Ezeknek kapcsolatát a következő ábra mutatja:



5. ábra: üzemmódok kapcsolata