



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Villamos Energetika Tanszék

Multivalens hőközpontú rendszerek és vezérlési lehetőségeik

TDK DOLGOZAT

Készítette

Müllek Vilmos

Konzulens

Dr. Iváncsy Tamás

Külső konzulens

Csendes János

2022. november 1.

Tartalomjegyzék

Kivonat	3
Bevezető	4
1. EU-s irányelvek	6
1.1. Bevezető	6
1.2. REPowerEU	6
1.3. Írány az 55 csomag (Fit for 55)	8
2. Hőszivattyúk típusai és tulajdonságai	12
2.1. Hőszivattyú működése	13
2.2. Hőszivattyú típusok	14
2.3. Hatékony hőszivattyú üzemeltetés	14
3. Hőszivattyú méretezése	18
3.1. Méretezés fűtésre és hűtésre	18
4. Monovalens és Multivalens rendszer	26
4.1. DDC készülékek	26
4.2. Monovalens és Multivalens rendszer	27
4.3. Primer Átalakítási tényező és COP részletes számítása	28
4.4. Bivalencia pont	30
4.5. Károsanyag kibocsátása	30
4.6. Megoldás	31
5. Kazánok	34
5.1. Kazánok típusai és tulajdonságai	34
5.2. Összefoglalva a kondenzációs kazánok	36
6. Napkollektorok	38
6.1. Napkollektor	38
6.2. Vákuumcsöves Napkollektorok	38
6.3. Síkkollektoros Napkollektorok	39
6.4. Meleg vizet termelő napkollektoros rendszer	41
6.5. Meleg víz előállítására szolgáló napkollektoros rendszer működése	41

6.6. Fűtésre használt napkollektoros rendszer	43
6.7. Összefoglalás	44
7. Összegzés	45
Köszönetnyilvánítás	46
Irodalomjegyzék	49

Kivonat

Ebben a dolgozatomban először bemutatom az EU-s irányelveket és törekvéseket. Részletesen kitérek a *REPowerEU* és a *Fit for 55* csomagra. Ezekből kiderül, hogy az EU célja egyértelműen az energiaforrások megfelelő diverzifikációja és a karbonsemlegesség. Ezen célok elérésére adnak iránymutatást, és van ahol komoly megkötéseket is.

Ezután kitérek a hőszivattyúkra, a működésükre és típusaikra. Részletezek bizonyos fogalmakat mint pl. COP és SCOP, és ezen értékek kiszámítására. A hőszivattyúk bemutatása után bemutatok egy konkrét méretezési feladatot, ahol fűtésre és hűtésre is méretezek. A feladat során kiderül, hogy fűtésre sokkal nagyobb teljesítményt kell fordítani, mint hűtésre. Ebből következően célszerű úgy tervezni, hogy a hőszivattyús rendszer mellett legyen más hőforrás is pl. kazán vagy napkollektor.

Ezután bevezetem a Mono és Multivalens rendszerek fogalmát. Kitérek az egyes jellemzőkre és bemutatom a DDC készüléket ami az "okos" rendszerek lelke.

Az alap probléma az, hogy a hőszivattyúk hatásfoka (COP és SCOP) értéke nem állandó, hanem nagyban függ a hőszivattyún túlmutató külső körülményektől. Bevezettük a Bivalencia pontot, ami azt mutatja meg, hogy mely paraméterek esetén éri meg hőszivattyús rendszerrel vagy kazános rendszerrel fűteni. A hőszivattyúk a működési elvükből fakadóan kénytelenek villamos áramot felvenni és ezt felhasználva hőt hőenergiát átvinni egyik helyről a másikra (fűtés vagy hűtés), viszont ha túl nagy az áramfelvétele és a leadott hő nem olyan ütemben növekszik, akkor a COP értéke csökken. Ekkor kell vizsgálni hogy érdemes-e inkább a gázkazánt üzemeltetni fűtésre.

A 7/2006. (v. 24.) tnm rendelet tartalmaz egy primer átalakítási tényező táblázatot, amiben előírja, hogy a hőszivattyúnak minimum 2,5 COP értéken kel üzemeljen ahhoz, hogy jobban megérje ezzel fűteni, mint kazánnal.

Jelenleg az ipari és lakossági felhasználók nem foglalkoznak ezzel. Erre a nyújtana megoldást az én megoldásom. A hőszivattyú COP értéket tudjuk mérni egy hőmennyiség és egy teljesítmény mérővel. A hatásfok a leadott hőmennyiség és a felvett áram hányadosa. A DDC készülék az előbbieket alapján folyamatosan tudja monitorozni a hőszivattyú COP értékét. Ha gazdaságosabb üzemeltetés a cél akkor a legmegfelelőbb hőforrást alkalmazza, legyen az kazános vagy hőszivattyús.

Előfordulhat olyan eshetőség, hogy a hőszivattyú kikapcsolt állapotban van, és a hőmennyiségből nem tudjuk eldönteni, hogy mennyi lenne a COP értéke. Ekkor célszerű eltárolt COP görbe alapján a különböző külső adatokkal együtt kalkulálva meghatározni, hogy melyik hőforrást érdemesebb alkalmazni.

Bevezető

Manapság az emelkedő energiaárak és növekvő környezettudatosság miatt egyre nagyobb hangsúlyt kapnak az olyan megoldások, amelyekkel a káros környezeti hatásokat csökkenthetjük, pl. kibocsájtást és így a környezetszennyezést. A kibocsájtás, ami az épületek esetében leginkább a légszennyezés, az emberi szervezetre is káros hatással van, a levegőben lévő szennyező anyagok igazoltan tüdő-problémákat okoznak. Az ilyen problémák a nagyvárosokban, ahogy hazánkban főleg Budapesten, sok embert érintenek, viszont az igazi metropoliszokban, pl. kínai városok többsége, a rendkívül nagy kibocsájtás emiatt az életminőség is fokozottan romlik.

A környezeti hatások szempontjából, a földünk fokozott felmelegedésével kell számolnunk, aminek előreláthatatlan következményei lehetnek, így például valószínűleg az időjárás még szeszélyesebb és szélsőséesebb lesz. Figyelnünk kell az üvegházhatású gázok kibocsájtásának elkerülésére is, mivel ezek is felgyorsítják a globális felmelegedést. Ebből is látszik, hogy szükség van a környezettudatosságra és ezen felül a tudatos energiafelhasználásra is. Így az energiatudatosság nemcsak gazdasági, hanem környezeti szempontból is fontos.

A gazdasági szempontok is fókuszba kerültek főleg a cégeknél, de manapság a lakosságnál is, mivel az egyre drágább energiahordozók jelentősen megnövelik az üzemeltetés költségeit. Ezt a költség növekedést hatékony energiahordozó gazdálkodással jelentős mértékben csökkenteni lehet. Ezáltal növekvő tendencia mutatkozik az automatizált rendszerek alkalmazásában, mivel ilyen automatizálási eszközökkel jelentős mennyiségű energia takarítható meg. Azonban az ilyen rendszerek telepítése jelentős befektetést is igényel, mivel ezek a rendszerek viszonylag drágák, így több év kell mire megtérülnek. A különböző épületeknél különböző automatizálási rendszerek érhetők el, annak függvényében, mire van igazán szükség. Egy példát említve, ha megvizsgálunk egy irodát és egy fürdőt, akkor nagy valószínűséggel kijelenthetjük, hogy a fürdőnél jelentősebb lesz a melegvízre irányuló automatikák hatékonysága, ezáltal több energiát lehetne megspórolni egy napkollektoros rendszerrel, mint pl. egy irodában, ahol kevés igény mutatkozik melegvíz felhasználásra. De fordítva is igaz, hogy pl. egy irodában több lesz a villamosenergia felhasználás, a folyamatosan működő számítógépek és irodai berendezések miatt, míg egy nyitott medencés fürdő esetében, ami főleg világosban üzemel és gázkazánnal fűt, a villamosenergia felhasználás csökkentésével jelentősen kisebb megtakarítás érhető el, míg a gázkazán gáz felhasználásában jelentős csökkenés érhető el egy napkollektoros megoldással. A későbbiekben láthatunk majd egy kis kiegészítést, amivel bővíthetjük a gázkazános rendszert és gazdaságosabb és

környezettudatosabb működtetés érhető el.

Az épületeket különböző kategóriákba sorolhatjuk energiafelhasználás szempontjából. A 4 besorolás: A, B, C, D. Az A besorolás a legjobb és a D a legrosszabb. Magyarországon a C és a B kategória a legelterjedtebb. Az új építésű épületeknél C besorolás a minimum követelmény, általában a B-re szoktak törekedni a kivitelezők, viszont sajnos a mostani gyakorlat miatt, az A kategóriából nagyon kevés van hazánkban, amin mindenképpen változtatni kellene.

Azért választottam ezt a témát, mert fontosnak tartom, hogy az épületek és az automatizált rendszerek minél hatékonyabban tudjanak működni, vagyis az energiafelhasználásuk a lehető legközelebb legyen optimális működéshez, ezáltal gazdasági és környezeti megfontolásoknak is megfeleljenek. Fontos hosszútávon is gondolkodni, nem elég rövidtávon, mivel, ha felelőtlenül termeljük ki és használjuk fel a bolygónk által kínált erőforrásokat (gondolok itt a fosszilis anyagokra, kőolaj, földgáz felhasználásra és erdeink kivágását nagy ütemben folytatjuk), akkor egy önrontó körbe kerülünk, mivel a földgáz és kőolaj elégetésével még több káros anyag jut a légkörbe, és az egyre fogyatkozó erdők jóval kevesebb oxigént tudnak előállítani, aminek súlyos következményei lehetnek.

1. fejezet

EU-s irányelvek

1.1. Bevezető

Az Európai Unióban felgyorsultak azok a folyamatok, amelyeknek a célja a karbonsemlegesség és az energiafüggetlenség. Míg az első eddig nagy hangsúlyt kapott, addig az energiafüggetlenség fontossága napjainkban vált igazán fontossá, mivel geopolitikában változás állt be és szembevetődött az orosz kőolaj és földgáz kiszolgáltatottságunk.

Az eddigi orosz energiahordozók viszonylagos alacsony/kedvező ára igen nagy gátat szabott az új innovatív megoldásoknak, a megújuló és környezetbarát fűtési rendszereknek, mivel ezek többnyire drágák, és ennek a többlet költségnek a megtérülése hosszabb időt igényel. Mivel a földgáz és kőolaj elérhetősége a mostani helyzetben kérdéses és az árak is igen megnőttek, így a hőszivattyús technológia is sokkal vonzóbb lett, mivel a megtérülésük ideje így lecsökkent, és a hatásfokuk igen jó. Az EU célja, hogy 2050-re karbonsemleges legyen. Az éghajlati célok szigorodása és a korábbi okok miatt is csökkenteni kell a gáz felhasználást, így elérhetőek a célok, és az orosz gázfüggőség is csökkenthető.

A karbonsemlegesség a házak, épületek emissziójának csökkenése nélkül nem jöhet létre. Az épületek esetében a legjelentősebb káros anyag kibocsájtó tényező a fűtés által keletkező égéstermék légtérbe jutása. Ezt válthatná ki a hőszivattyú. A köztudatba igazán csak mostanság bekerülő technológia már kiforrott, hiszen több éve jelen van már, és mivel villamos áram kell a működtetéséhez, így a káros anyag kibocsátása is kisebb. A hőszivattyút fűtésre, hűtésre, melegvíz előállításra egyaránt használható, így igen sokrétű és széles körben alkalmazható, emiatt igen vonzó megoldás lehet.

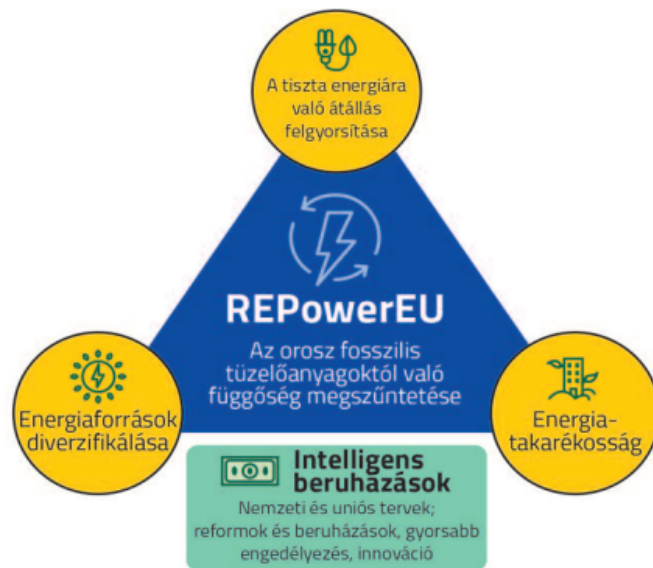
A következőkben bemutatok számos Európai Unió által elfogadott csomagot és irányelvet.

1.2. REPowerEU

2022.május 18-án fogadták el. Ebben azt fogalmazta meg az Európai Bizottság, hogy a lehető legrövidebb időn belül meg kell szüntetni Európa orosz gázfüggőségét és az EU-n belüli energiatermelést és felhasználást át kell alakítani.

Továbbá a következőket tűzi célul:

1. Energiatakarékosság



1. ábra – A REPowerEU terv intézkedési területei

1.1. ábra. REPowerEU főbb célkitűzései[1]

2. Beruházások és szabályozások hatékony ötvözése
3. Ellátás biztonság
4. Fosszilis anyagok kiváltása megújuló energiával

Energiatakarékosság: a napjainkban is zajló energiaválság csökkentésének egyik leggyorsabb módja lenne, ha jelentősen csökkentjük az energiafogyasztást, amivel pénzt is spórolunk. Ez elméletben könnyűnek hangzik, viszont ezzel jelentősen vissza kéne venni a megszokott életvitelből és sokan ezt az életminőség csökkentésével tudnák csak megtenni. A másik mód, a takarékosagra, ha utánanézzünk a támogatásoknak pl.: hőszivattyús támogatásnak és annak kedvezményes energia tarifájára (H és Geo tarifa, ezeket csak hőszivattyúk áram ellátására lehet használni és külön mérő óra kell hozzá, de lényegesen olcsóbb tarifa, mint a lakossági).

Beruházások és szabályozások hatékony ötvözése: Cél, hogy Európa szerte az épületeket dekarbonizálni kell, amit úgy lehet elérni, hogy 2030 végére közel 30 millió új hőszivattyú legyen az épületekbe beszerelve, továbbá a következő 5 esztendőben ebből már 10 millió működjön. Ez igen nagy vállalkozás véleményem szerint és egy kicsit kételkedek a megvalósulásában. Viszont ami tény, hogy a hőszivattyúk alkalmazásával rengeteg szén-dioxid kibocsátást lehet elkerülni, egyes becslések szerint 2050-re 570 millió tonnával lehetne csökkenteni a szén-dioxid kibocsátást. Ha ennek az értéknek a nagyságát jobban meg szeretnénk érteni, akkor azt mondhatjuk, hogy egész Magyarország üvegházhatású gázkibocsátása 2020-ban 63,5 millió tonna volt. Tehát ez az 570 millió tonna igen nagy mennyiség és igen nagy cél.

A 1.1 táblázat mutatja, hogy az EU melyik területre mennyit szán és látható, hogy valóban jelentős összegeket fordít arra, hogy a célkitűzés sikeres legyen.

Itt megemlíteném továbbá, hogy ez az ágazat foglalkozik a szakember állomány képzé-

1.1. táblázat. A REPowerEU terv beruházási igényei[2]

Felhasználási cél	Beruházási igény (milliárd euró)
Energiatakarékosság	97,0
Diverzifikáció	64,0
Megújuló villamos energia	86,0
Intelligens beruházások és reformok	50,5
<i>Összesen</i>	<i>297,5</i>

sével is, mivel belátható, hogy egyre több szakemberre lesz szükség. A szabályozásokat is könnyebbé szeretnék tenni, hogy az engedélyezési eljárások felgyorsuljanak, mivel ez szükséges ahhoz, hogy valóban robbanásszerűen tudjon fejlődni az ágazat. Pár példát említve, most az EU tagállamaiban egy szélerőmű engedélyeztetése átlagosan 9 évet ölel fel, egy napelemparké pedig átlagosan 4,5 évet.

Ellátás biztonság: A szükséges mennyiségű gázt, pótolni kell, amit LNG-vel (cseppfolyósított megújuló forrásokból származó metán és etán) tennének meg. 2030-ig az LNG gázinfrastruktúra fejlesztésére 10 milliárd eurót fordítanak, amelyben az LNG importterminálok kialakítását, csővezetékek fejlesztését és hálózatok összekapcsolását valósítanák meg. További 29 milliárdból a villamos hálózatot fejlesztenék. 1,5 – 2 milliárd euróból az olaj ellátás biztonságát.

Fosszilis anyagok kiváltása megújuló energiával: A REPowerEU csomag számos térképet is tartalmaz, a tagországok megújulóenergia lehetőségeiről. Hazánk e szerint a melléklet szerint szélenergiát tekintve a Dunántúlon 2 – 5 GWh/km², az ország többi részén 1 – 2 GWh/km² kapacitással rendelkezik. A napenergiát tekintve szinte az ország egész területén 3 – 5 GWh/km² a kapacitás. [3] [4] [5] [6] [7] [1]

1.3. Írány az 55 csomag (Fit for 55)

A csomag célja a klímavédelem, ami azt takarja, hogy az üvegházhatású gázok kibocsájtását 55 %-kal kell csökkenteni 2030-ra, de nem a mostani (mai) szinthez képest, hanem az 1990-es szinthez képest. Továbbá a megújuló energiák hasznosításának a fontosságát emeli ki.

Az Európai Unió irányelveket szokott meghatározni a javaslatcsomagon keresztül, és ezeknek a betartását és módját a tagállamokra bízta. Viszont, ahogy majd a későbbiekben bemutatom, van ahol túllépnek az ajánláson, és kiveszik a tagállamok kezéből a megoldás konkrét módját, és csak egy helyes módot írnak elő.

„Az energiahatékonyság az első!” elv (Energy Efficiency First) E szerint, mindenek előtt az a legfontosabb, hogy az energiafelhasználást csökkentsük és a megtermelt energiát jobban használjuk fel, minél kevesebb energiát pocsékoljunk vagy vesztegessünk el. Ezáltal csökkenne a káros anyag kibocsájtás is, ami ugyanúgy cél. Az energiafelhasználás megfelelő csökkentése a fosszilis forrásokból származó és a környezetbarát, megújuló forrásokból származó energiák felhasználását is csökkentheti, így az energia előállítás költsége is jelentősen kisebb lehet.

Az energiahatékonysági irányelv (2012/27/EU EED recast) növeli az energia megtakarítási célt 39 %-ra a primerenergia felhasználásra nézve. Továbbá előírja az állami éves energiamegtakarítást legalább 1,5 %-ra, megfordítva legalább 1,5 %-kal kell csökkenteni évről-évre az állami energiafelhasználást 2021-től 2030-ig. Továbbá 2024-től a tüzelőanyagokon alapuló fejlesztés – azaz az ezzel történő energiamegtakarítás – nem számítana bele a 1,5 %-os csökkenésbe. Konkretizálva 2024-től ha az állam kazánokat fejlesztene, és lecserélné azokat jobb hatásfokúra, az így megvalósított megtakarítás nem számítana bele a csökkentésbe, hiszen az fosszilis tüzelőanyagon alapuló technológiai fejlesztésből adódott

A megújuló irányelv (2009/28/EC RED recast) kimondja, hogy az országos energiamix 40 %-ának megújuló energiának kell lennie, vagyis a megújuló energiák arányát 40 %-ra kell növelni. Ennek az előírásnak minden tagállamra vonatkoznia kell és meg kell egyezzen a nemzeti célokkal. Továbbá kimondja, hogy a létesítmények hűtésében, fűtésében évi 1,1 %-kal kell megnövelni a megújuló energiák arányát. Ahhoz, hogy 2050-re valós esély legyen elérni a karbonsemlegességet az épületekben legalább 49 %-osnak kell lennie a megújulóenergia felhasználásnak. Ezen előírások betartására alkalmasak a különböző „zöld” megoldások, mint a napelemes, napkollektoros és hőszivattyús megoldások [4, 7].

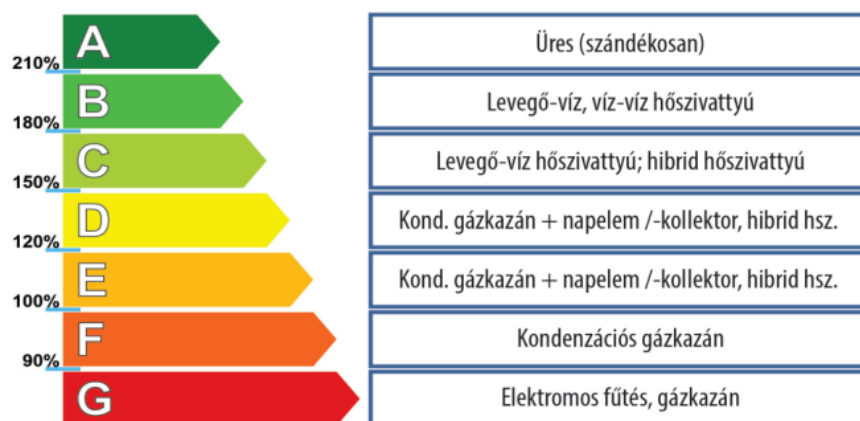
Az EPBD irányelv (2010/31/EU EPBD recast) főleg az épületek energetikai korszerűsítésére fókuszál. 2040-től megtiltja az új fosszilis fűtőberendezések telepítését. Ahogy eddig újonnan csak kondenzációs kazánokat lehetett beépíteni, úgy 2040-től már azokat sem. Továbbá 2027-től nem lenne támogatható a fosszilis fűtés. Ezen kívül a legalacsonyabb energetikai besorolású intézmények felújítását is kitűzték célul.

2030-ra a létesítményeknek közel nulla káros anyag kibocsájtónak kéne lennie, vagyis ilyen fokú felújítást írtak elő. 2030 után már nem közelítőleg, hanem teljesen emissziómentes állapotúra kéne felújítani.

Az új építésű házak esetén definiálták a nulla káros anyag kibocsátású létesítmény fogalmát, ami szerint az az épület felel meg ennek, amelyik a primerenergia igényét teljesen és kizárólag megújuló energiából nyeri és nem bocsájt ki szén-dioxidot.

Ezekből az irányelvekből az következik, hogy a fosszilis fűtés korszerűsítés nem ajánlott, inkább a hőszivattyús rendszer kiépítése javasolt hosszú távon. Középtávon, 5 – 20 éven belül, a fosszilis fűtést nem fogják már támogatni, vagyis drágulni fog, azaz az ilyen időtávban gondolkodóknak is ajánlott lesz az átállás.

Az ETS-irányelv (EU Emissions Trading System) tartalmazza a villamosenergia termelés által létrejövő káros anyag kibocsájtást. De létrehoznák az ETS 2-t, ami kimondottan az épületekben és a közúti közlekedés következtében keletkezett fosszilis kibocsájtást szabályozná. Ennek az értelmében az épületekre és a közlekedésre is kivetnének karbon adót, ahogy pl. a nagy szén-dioxid kibocsájtó erőművekre. Ezáltal szén-dioxid-árat kéne fizetni a lakosságnak is, így ezzel is emelné a fosszilis fűtési berendezés üzemeltetési díját, mivel a szén-dioxid-árat beépítenék a fosszilis energiahordozó árába. Viszont ennek a folyamatnak negatív következménye is lenne, mégpedig az, hogy a szerényebb anyagi körülmények közt élők nem azért nem korszerűsíténe, mert nem akarnak, hanem mert nem engedhetik meg maguknak. Egy fűtés korszerűsítés hőszivattyúkkal, alsó hangon 3 – 4 millió forint családi házaknál. Ami igen tekintélyes összeg. Beruházás hiányában az emelkedő árak mel-



1.2. ábra. A helyiségfűtő készülékekre vonatkozó energiacímke-tervezet (LOT 1). A bal oldali százalékos értékek a fűtőberendezések javasolt szezonális helyiségfűtési energiahatékonysági értékei az alkalmazásokban, $[\eta (\%)]$. A jobb oldalon az egyes kategóriákhoz javasolt/illeszkedő épületgépészeti rendszerek találhatók.[2]

lett, az energiaszegénység is fenyeget, ami szerint nem tudja a szükséges fűtést kifizetni az általa elvárt életminőség fedezésére.

Az EU áfáirányelve és az Ecodesign csomag lényege, hogy a tagállamok részére a hőszivattyúknak az áfáját csökkentsék akár 0-ra. Ezzel anyagilag megfizethetőbbé szeretnék tenni ezt a környezetbarát fűtési módot. A Ecodesign csomag értelmében az energia címkéket átskáláznák, ezáltal megújulnak. Továbbá az elektromos berendezések/készülékek minimális energiaigényét is meghatároznák és feltüntetnék. Ezeken kívül tartalmazza a helyiség fűtésre, anyaghasználat hatékonyságra és vízmelegítési hatékonyságra vonatkozó követelményeket. [8] [7] [1] [9] [10]

Összefoglalva:

Igazán most jön el az az idő amikor nem csak figyelem, hanem anyagi forrás is társul a megújuló energiaforrásokra. Ezáltal számos támogatás vagy pályázat elérhető lesz, amivel a lakosságot célozzák meg és ösztönzik a felújításra. A karbonsemlegesség és a zéró emissziós létesítmény fogalma – ami szerint, a létesítmény termeli meg a számára szükséges primer energiát – felveti azt a problémát, hogy a napelemek által megtermelt energia ideális időjárási körülmények áll rendelkezésre, és az ezen kívüli időszakban csak energiatárolással lehetne megoldani az energiaellátást.

Ha minden épületen napelem létesül, felveti azt a kérdést, hogy milyen következménye lenne a villamos hálózatra nézve, ha egy területi egységben, mindenki ugyanakkor akar betáplálni és vételezni, mivel egy energiatárolós rendszer igen drága, nem valószínű, hogy a közel jövőben minden egyes háztartásban megvalósul.

Véleményem szerint, a napelemek hálózatra gyakorolt hatásának kezelése, vagy az általuk megtermelt villamosenergia tárolása igen körülményes napjainkban, az áráról nem is beszélve. Ezek együttesen gátat szabnak annak, amit az EU kitalált. Szerintem a karbonsemlegesség irány jó, és a környezetbarát nézőpont is, továbbá az energia tudatosság és

az energiahatékonyság is. Az, hogy a házak maguk termeljék meg a primerenergiát amire szükségük van, az véleményem szerint sürgős, és hatalmas fejlesztés és beruházás kéne az átviteli hálózat fejlesztésére. Mivel előfordulhat, hogy a túlzottan sok napelem miatt nem a fogyasztókhoz áramolna a teljesítmény, hanem a fogyasztóktól, ez számottevő veszteséget okozna az átviteli hálózat üzemeltetőjének.

Mindazonáltal, az EU-s törekvések fényében sokat fognak fejlődni az épületek és egyre inkább tényleg megvalósulónak látszanak az okos-épületek. Ezeknek a karbantartásuk könnyebb, távolról felügyelhető, másrészt számos épületautomatizálási megoldást alkalmaznak, ami a felhasználók életét könnyíti, továbbá fellendíti az épületvillamosság és az épületgépészet szakterületét.

2. fejezet

Hőszivattyúk típusai és tulajdonságai

Jogosan vetődik fel a kérdés, hogy mégis mi az a hőszivattyú és mire jó. Ebben a fejezetben erre keressük a választ és arra, hogy hogyan kapcsolódik a témához.

Először kitérek arra, hogy mégis mi ez a gép, azután arra, hogyan működik és milyen fajtái léteznek. Megvizsgálom azt is, hogy mikor és milyen feltételek mellett működik igazán hatékonyan egy ilyen rendszer.

A hőszivattyú olyan berendezés, amit fűtésre és hűtésre egyaránt lehet használni. Vételezett villamos energiát képes hőenergiává átalakítani, elég jó hatásfokkal. Sokan állítják, hogy ez egy „zöld” – vagyis környezetbarát – fűtési rendszer, ami igaz is, mivel villamosenergiát alakít át hőenergiává. Szembeállítva a későbbiekben tárgyalt kazánokkal, itt nem égésből származik a hő, így káros anyag kibocsájtása a kazánokkal ellentétben 0. Ez nagyon jól hangzik és teljesen környezetbarátnak is tűnik, viszont a teljes képhez hozzátartozik az is, hogy a hálózatból vételezett áram nem feltétlenül, úgymond „zöld”, vagyis például gáz elégetéséből is származhat a felhasznált energia, amivel sokkal előrébb nem vagyunk. A későbbiekben tárgyaljuk részletesen a témának ezt a részét is. Ez a megoldás akkor teljesen „zöld”, ha a vételezett áram is „zöld” energiából való. Vannak olyan országok, ahol ez szinte teljesen megvalósul, ilyen például Norvégia vagy Izland. Náluk a vízenergia, illetve a Izlandon a geotermikus energia is jelen van.

Visszatérve a hőszivattyúk működéséhez, ezek fűtésre és hűtésre a környezeti levegő, illetve a föld vagy földalatti talajvíz hőjét használják. Ezáltal nincs szüksége fosszilis energiahordozókra a működéshez. Így amikor rendelkezésre áll elektromos áram, képes hűtésre és fűtésre. Sokoldalúságának hála képes alternatívát nyújtani ahhoz, hogy kiválthassa a gázkazános megoldást és gazdaságosabb is legyen. Ehhez a későbbiekben megvizsgáljuk, hogy mely feltételek teljesülése során tudja ezt megtenni.

Egy meglévő gázkazános rendszer lecserélése elég nagy tétel, viszont igazából egy hosszútávú befektetésként is lehet rá gondolni, amely az évek során visszahozza a befektetett pénzt. Az azonnali eredmény, az a káros anyag kibocsájtás csökkenése, mivel egy ilyen rendszernek közvetlen káros anyag kibocsájtása nincsen.

2.1. Hőszivattyú működése

Ahogy említettem, a hőszivattyú a környezetből veszik a hőenergiát, lehet ez levegőből, vízből vagy esetleg földből. Majd ezt a hőenergiát a kívánt helységbe szállítják. Sokan a hőszivattyúkat fordított hűtőszekrényekhez szokták hasonlítani, mivel ez a példa nagyon szemléletes és mindenki könnyen el tudja képzelni. A hűtő a következő elven működik: a hűtőszekrény belső részéből, amit hűteni szeretnénk, a hőt átszivattyúzzuk a külső térbe, így a belseje hűlni kezd, miközben a külső tér ennek hatására melegedni fog.

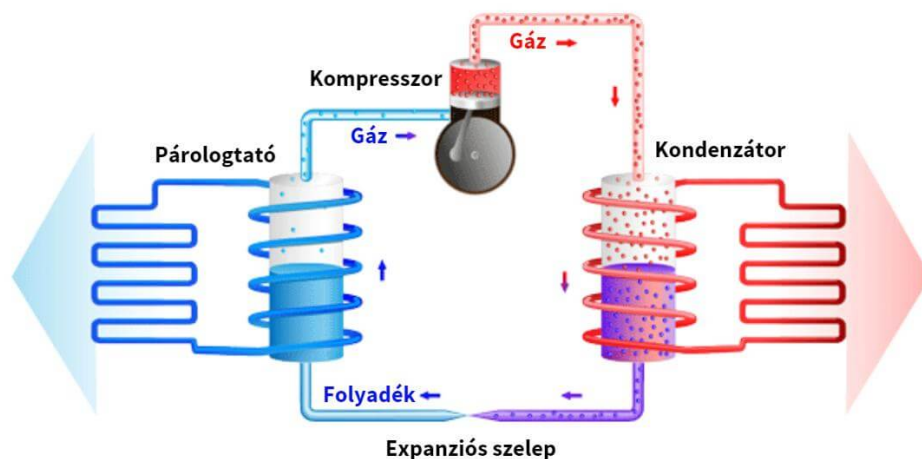
A hőszivattyút pont ellentétesen kell elképzelnünk, mivel itt a külső térből vonja el a hőt és ezt egy hőhordozó közeghez szállítja, ami az épület belsejébe juttatja. Természetesen abban az esetben, ha fűtésre használjuk.

Ahogy a 2.1-es ábra mutatja, hogy milyen arányban áll össze a rendszer által leadott hő, és a felvett villamos energia, észre vehetjük, hogy igen előnyös konstrukcióról van szó. A leadott hőteljesítmény teljes mennyiségének a 25 %-a a felvett villamosenergiából származik és hozzá jön 75 % környezeti energia, ami igen impozáns adat. Ezért feltétlenül meg kell vizsgálnunk, hogy mégis hogyan lehetséges ez, mi az eljárás módja.



2.1. ábra. A hőszivattyú működése, hőenergia előállítása [11]

A 2.2-es ábra vizuálisan mutatja be a folyamatot. Az eljárás a következő: a párologtatóban párologni kezd a folyékony hűtőközeg, majd az így keletkezett gőzt egy kompresszor összenyomja. Ekkor mivel csökken a térfogat, emiatt a hőmérséklete nőni fog (termodinamikai tétel), az így keletkezett hőt a fűtési rendszer keringtető folyadékjának átadja. Miközben átadja a hőt, lehűl és cseppfolyós állapotba kerül, így újra kezdődik a folyamat. Ez a folyamat addig megy, amíg a rendszer be van kapcsolva. A 2.2-es ábrán a körfolyamat jellege nagyon jól kivehető.



2.2. ábra. Hőszivattyú körfolyamata [12]

2.2. Hőszivattyú típusok

A hőszivattyú típusok abban különböznek egymástól, hogy a környezetből vett hőenergiát milyen közegből veszik. A főbb típusok a következők:

- Levegő – víz,
- Geotermikus,
- Talajvíz

hőszivattyúk. A *Levegő-víz* hőszivattyú (vagy levegő-hőszivattyú) a külső tér levegőjéből elvont hőenergiát a fűtési rendszer közvetítőközegének adja át. A *geotermikus* hőszivattyú (vagy talaj-víz hőszivattyú) a talaj hőjéből vonja el a hőenergiát. A *talajvízzel* működő hőszivattyú (vagy víz-víz hőszivattyú) a talajvízből vonja el a hőenergiát, majd miután a gőzből cseppfolyóssá vált, a folyadékot visszakeringtetik a talajba.

Ezek a legelterjedtebb megoldások, de nem csak ezek vannak, van egy speciális és különleges eset is [13]. A speciális eset azért olyan különleges, mert ez a hőszivattyú a hulladék hőjét próbálja hasznosítani. Ezt a megoldást főleg a passzív házaknál alkalmazzák.

2.3. Hatékony hőszivattyú üzemeltetés

Ahhoz, hogy a hőszivattyú valóban gazdaságosan működjön, több tényezőt meg kell vizsgálni. Ezentúl a felhasználó igényére szabva a lehető legjobb konfigurációt kell megalkotni. Amit még fontos megjegyezni, hogy a hőszivattyú túlméretezése nem túl bölcs dolog. Ha azt szeretnénk, hogy az egész élettartama alatt megfelelő hatásfokot tudja hozni nem szabad túlméretezni, mert a hőszivattyúkat úgy tervezik, hogy névleges érték mellett üzemeljen és ekkor lesz az üzemeltetése a leggazdaságosabb.

A lehető leghatékonyabb működés eléréséhez a következő pontokat kell számításba venni:

2.1. táblázat. *A hőszivattyúk típusai, működési elvük és jellemző tulajdonságaik [11]*

Hőszivattyú	Működési elv	Jellemzők
Levegő-hőszivattyúk (levegő-víz, levegő-levegő)	• Hővisszanyerés a környezeti levegőn keresztül	• Költséghatékony • Télen a hőtermelésre fordított költség magasabb • A szellőztető rendszerrel kombinálható a passzív házakban és az alacsony energiafogyasztású házakban (levegő-levegő)
Geotermikus hőszivattyúk (talaj-víz hőszivattyú)	• Mélységi geotermikus energia (geotermikus szondák akár 100 m mélységig) • Felszínközeli geotermikus energia (talajkollektorok kb. 1 – 2 m mélységben)	• Az állandó talajhőmérsékletnek köszönhetően az évszaktól független • Nagyon hatékony • Igen drága a beszerzés
Talajvízzel működő hőszivattyúk (víz-víz)	• Termelőkutak és abszorpciós kutak	• Alacsony hőmérsékleti különbségek az év folyamán • A telepítés nem mindenhol lehetséges (talajvíz felhasználás)
Használati melegvíz hőszivattyúk	• Hővisszanyerés a beltéri meleg levegőből	• A kazánházakban meglévő hulladékhő felhasználása • Kizárólag melegvízellátáshoz

- Fűtési terhelés
- Várható teljesítmény-együtthatók (SCOP és a COP)
- A fűtési rendszer átviteli közegének a hőmérséklete

Fűtési terhelés:

A fűtési terhelés egy teljesítmény alapú számérték, jellemzően kW mértékegységben. Ennek a számítását a DIN EN 12831-es szabvány írja elő. A fűtési terhelésbe olyan tényezők számítanak bele, mint pl. az éghajlat, lakóterület, a ház elhelyezkedése és a ház szigetelése. Látszik, hogy elég komplex a számítási módja. Ennél részletesebben, ebben a dolgozatban nem tárgyalom.

Éves teljesítmény-együttható (SCOP)

A hőszivattyú teljesítményének egyik megadási módja az éves teljesítmény-együttható ("Seasonal Coefficient of Performance", azaz SCOP). Ez az arány megmutatja, hogy a fűtőteljesítmény és a felvett villamos teljesítményének mekkora az aránya. Például egy 3-as arány azt jelenti, hogy a hőszivattyú 1 egységnyi villamos energiát vesz fel a hálózatról, viszont 2 egységnyi környezeti hőt használ fel a hőtermeléshez. Bétával az éves munkaszámot jelöljük, ami a (2.1) összefüggés alapján számítható és megfeleltethető az SCOP fogalommal.

$$\beta_h = (\varepsilon_{N1} \cdot F_{\Theta1} + \varepsilon_{N2} \cdot F_{\Theta2} + \varepsilon_{N3} \cdot F_{\Theta3} \cdot F_{\Theta\Delta}) \cdot F_{\Theta\Delta} \quad (2.1)$$

ahol:

β_h – az éves munkaszám

ε_{Ni} – az adott külső hőmérséklethez tartozó COP

$F_{\Theta i}$ – egyéb üzemi korrekciós tényező

$F_{\Theta\Delta}$ – az előremenő és a visszatérő víz hőmérséklet különbségétől függő korrekciós tényező

Átlagos SCOP hőszivattyúként[13]:

- Levegő-víz hőszivattyúk: 3,5
- Talaj-víz hőszivattyúk: 4,0
- Víz-víz hőszivattyúk: 4,5

Egyértelműen kijelenthető, hogy a Víz – Víz típusú, vagyis a talajvíz típusú hőszivattyú a legjobb választás, ezzel lehet a lehető legnagyobb hatékonyságot elérni. Minél nagyobb az együttható értéke kisebb villamos energiával lehet elérni ugyan azt a fűtő/hűtő teljesítményt.

COP röviden

Az éves teljesítmény-együtthatón (SCOP) kívül létezik az egyszerű teljesítmény-együttható a COP (Coefficient of Performance) is. Ez az érték laboratóriumi körülmények között kerül

kimérésre, a gyakorlatban ritkán lehet hozni ezt az értéket, mivel bizonyos külső és belső hőmérséklet esetén igaz csak. Minél nagyobb a COP szám, annál jobb a hatékonysága, annál jobban megéri üzemeltetni. A COP a (2.2) képlettel számítható.

$$COP = \frac{\text{fűtőtéljesítmény}}{\text{felvett teljesítmény}} \quad (2.2)$$

Továbbá a COP elméleti értékének számítására szolgál a (2.3) képlet.

$$COP = \frac{T_k}{(T_k - T_0)} \quad (2.3)$$

ahol T_k a kondenzátor hőmérséklete és T_0 az elpárologató hőmérséklete. Megállapítható, hogy minél kisebb a T_k és T_0 közti hőmérséklet különbség, annál nagyobb a COP szám.

A hőszivattyú hűtőközegének a hőmérséklete

A hőszivattyú hűtőközegének fontos szerepe van abban, hogy a rendszer minél nagyobb hatékonyságú legyen. Törekednünk kell arra, hogy a lehető legkisebb hőmérséklet különbség legyen az hűtőközeg és a hőforrás között. Az ideális esett az, hogy ez a hőmérséklet különbség 35 °C-on belül van. Kevesebb lehet, csak több nem, mert minél nagyobb a különbség annál kisebb lesz a COP érték, ami gazdaságtalanabb üzemeltetést jelent.

Összefoglalva a hőszivattyúk előnyeit:

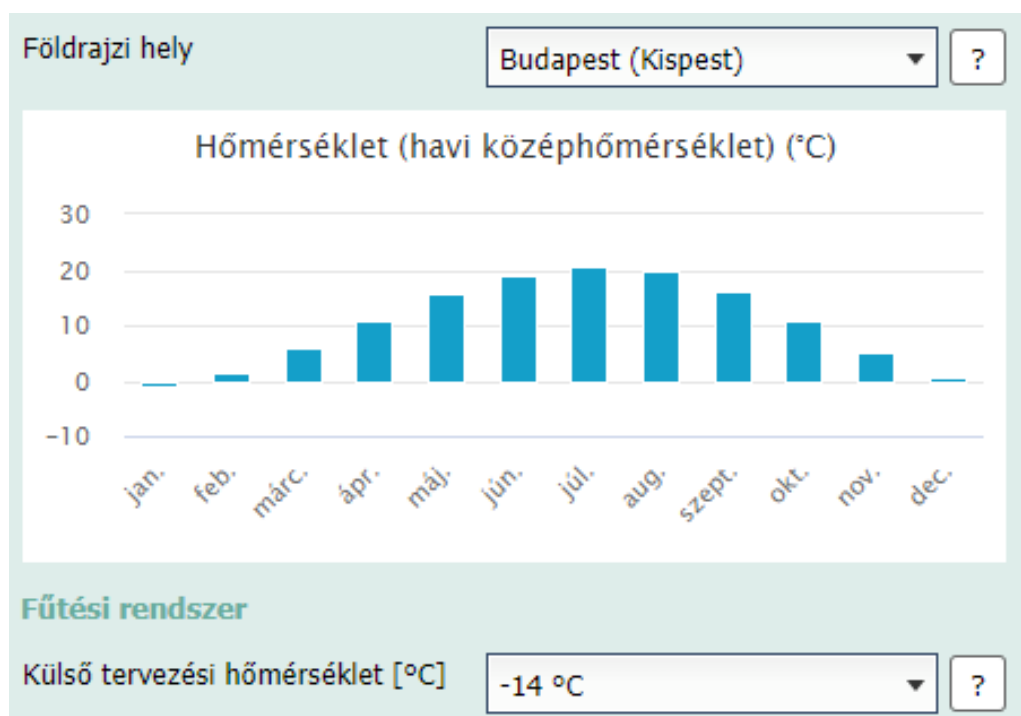
- A megújuló árammal működő hőszivattyúk CO₂-semlegesek, így környezetbarátak
- Kiszámíthatóan és nagy hatékonysággal képesek üzemelni
- Karbantartásra alig van szükségük
- Olcsó üzemeltetés
- Képesek fűtésre és hűtésre egyaránt

3. fejezet

Hőszivattyú méretezése

3.1. Méretezés fűtésre és hűtésre

A méretezést szoftver segítségével végeztem, a Panasonic Aquarea Designerel. Előnye, hogy ingyenes szoftver, hátránya, hogy csak Panasonic termékek közül lehet választani. A tervezést hűtésre, melegvíz előállításra és fűtésre végeztem el. Az első lépés az épület adatainak megadása volt. Itt számos adatot meg kellett adni, a szoftver abban nyújtott segítséget, hogy földrajzi adatok alapján beállította a külső földrajzi hőmérsékletet (3.1. ábra). Ez a hőmérséklet egy átlagos fűtési szezonban a legkisebb előforduló hőmérséklet.



3.1. ábra. Hőmérséklet

A következő számérték, amit be kellett állítani a kilépő vízhőmérséklet. Ez a szám az épület szigetelésétől és a használatban lévő fűtési rendszertől függ. Ezt az értéket a ház életkorából következtetve és irodalmi kutatás alapján 30 °C-nak választottam.

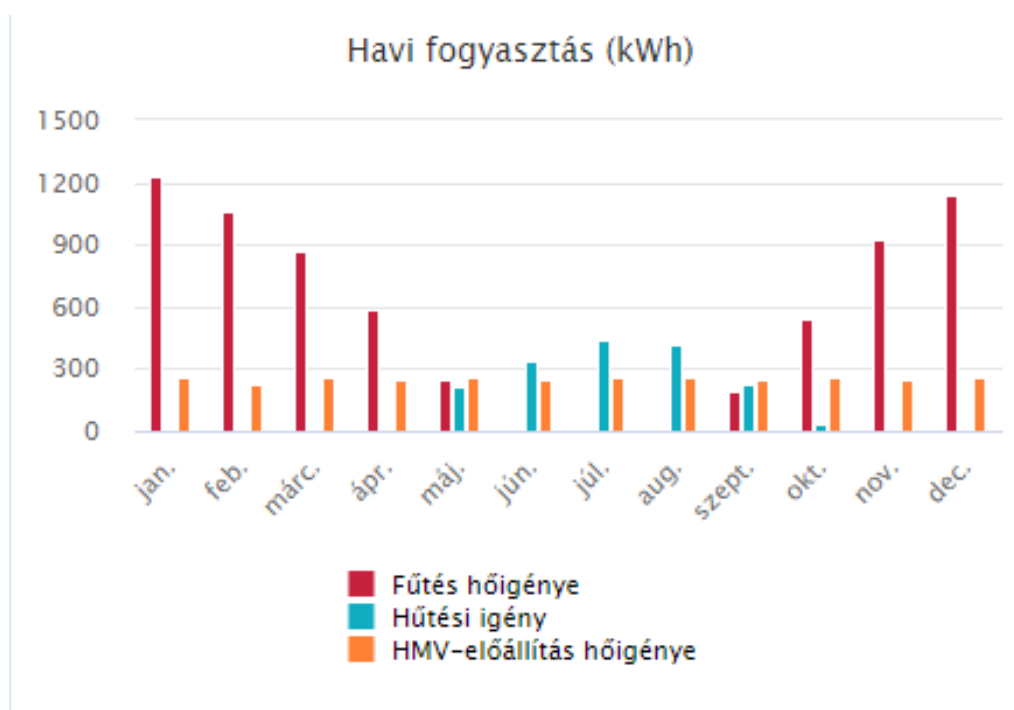
A visszatérő vízhőmérséklet kapcsolatban van a kilépő vízhőmérséklettel, és kevésbé jól

szigetelt házak esetében is általában 5 °C alatt van a különbség. Ezt alapul véve, legrosszabb esetet feltételeztem, és 25 °C-ot állítottam be, ami rosszabb esetben is 1 – 2 °C-os eltérést eredményez.

Ezután meg kellett adni a Fűtési határhőmérsékletet. Ehhez részletesebb információ állt a rendelkezésemre, így meg tudtam állapítani, hogy ez a szám a vizsgált lakásra 12 °C. Ezután meg kellett adni, hogy a lakást hány fokra szeretném felfűteni. A választásom 23 °C-ra esett, mivel ez a legkényelmesebb nekem.

Ezek után a használati melegvízre vonatkozó beállításokat kellett megtennem. Itt 3 főre néztem meg a szükséges melegvizet, amit szintén a hőszivattyú állít elő. A szoftver 1 főre 50 liter 50 °C-os vizet számít naponta.

A következő lépés a fűtési igény megadása volt, területnek 120 m²-t vettem, és táblázatból kinéztem a fajlagos fűtési terhelést, amit 40 W/m²-nek adódott. A fűtési teljesítményt a szoftver rögtön kiszámította, és eredményül 4,8 kW-os teljesítményű hőszivattyút határozott meg. Kiszámította a szükséges hűtési teljesítményt is, az 3 kW-ra jött ki.



3.2. ábra. Fűtés, Hűtés, melegvíz előállítás

A szoftver az eredményeket grafikus formában is a rendelkezésünkre bocsátotta (3.2. ábra), Ezen nagyon jól látszik, hogy jóval kisebb hűtési teljesítmény kell, mint fűtési.

Ezután következett a hőszivattyú modell kiválasztása. Én a split verziót választottam, mivel hatékonyabb, így az én szempontomból jobb, mint a Monoblokk, továbbá az ára miatt is ez a döntés indokolt. A 3.3. ábrán piros színnel van jelölve a szükséges fűtési teljesítményhez képest a tényleges teljesítmény, és kékkel a hűtésé. Ebből is látszik, hogy amíg a rendszer a fűtéshez szükséges teljesítményt alig múlja felül, addig a hűtéshez szükséges teljesítmény több mint kétszeresét tudja.

Ezután kiválasztottam a HVM tartályt. A választásom a PAW-TA20C1E5C-re esett

Hőszivattyú előzetes kiválasztása

☐ All in One
 ☒ Split
 ☐ Monoblokk
 ☐ EcoFlexX

Hőszivattyú részletek

☒ Egyfázisú (230 V)
 ☐ Háromfázisú (400 V)

☐ Csak fűtő
 ☒ Fűtő és hűtő

☒ High Performance (LT)
 ☐ Total Capacity (T-CAP)
 ☐ T-CAP/SQ

Hőszivattyú kiválasztása

Kérjük, válasszon hőszivattyú típust

Megfelelő hőszivattyú modell keresése

WH-SDC0709J3E5 + WH-UD09JE5-1 [113% 253%]
 WH-SDC12H6E5 + WH-UD12HE5 [141% 333%]
 WH-SDC16H6E5 + WH-UD16HE5 [169% 406%]

A kiválasztott hőszivattyú ismertetése

3.3. ábra. Modell kiválasztás

Tartályok		PAW-TA40C1E5STD (Enamelled Tank)	PAW-TA30C2E5STD (Enamelled 2 coils Tank (for bivalent Solar + HP))	PAW-TA20C1E5C (Square Tank)
Type				
Water volume	L	380	350	200
Maximum water temperature	°C	95	95	95
Dimension (Height)	mm	1835	1835	1550
Dimension (Diameter)	mm	670	670	—
Weight (empty)	Kg	191	169	134
Weight (filled with water)	kg	572	519	327

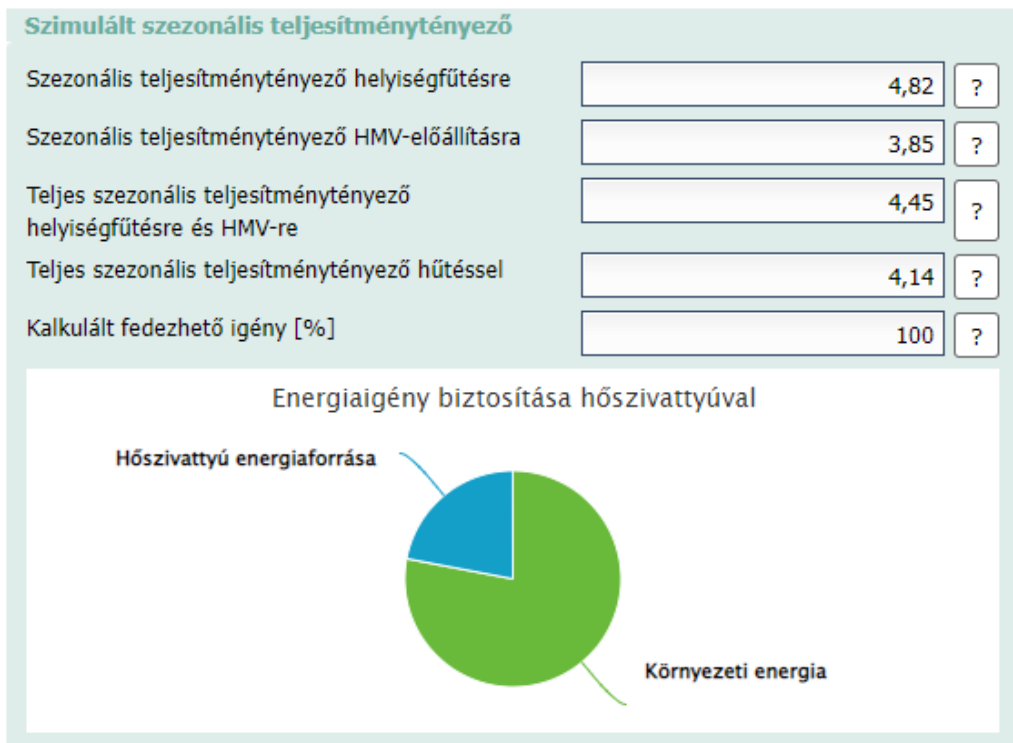
3.4. ábra. Tartály paraméterek

(3.4. ábra), mert ennek a vízmennyisége (water volume) bőven elegendő. Ezenkívül beállítottam egy 50 l-es puffer tartályt, a kis méret miatt. Az ajánlott jóval nagyobb lenne, de a kevés hely miatt döntöttem emellett. A HMV és a puffer tartály egy 3 m²-es kis helyiségben lenne elhelyezve.

A szoftver kiszámította az SCOP értéket is, ami 4,82-re adódott (3.5. ábra), ami igen jó eredmény. Emiatt a rendszer teljesítmény igénye nem túl nagy, így gazdaságos üzemeltetés érhető el.

A következő pontban az üzemeltetési költséget vizsgáltam meg. Kikerestem az áram és földgáz díjakat és beírtam a szoftverbe (3.6. ábra). A szoftver készített egy grafikus összehasonlítást is, hogy a hőszivattyús és a földgázzal üzemelő kazános fűtéssel milyen

Szezonális COP értékek



3.5. ábra. SCOP értékek

éves üzemelési költségek adódnak. Ez a 3.7. ábrán látható. Egyértelműen leolvasható, hogy a hőszivattyús rendszer üzemeltetése sokkal olcsóbb, gazdaságosabb.

A következő pont a CO₂ kibocsájtás vizsgálata. Megkerestem az Interneten a gáz, az olaj a pellet és a villamosáram-termelés fajlagos CO₂ kibocsájtását. Az szoftver számítási eredményei alapján a hőszivattyús rendszerrel jelentősen csökkenthető a káros anyag kibocsájtás (3.8. ábra).

A szoftver generálja az alkatrész listát (3.9. ábra) és a CAD rajzot (3.10. ábra) is. Ezzel el is készült a tervezés. Az eredmények alapján a fűtési és a hűtési teljesítmény nincs egyensúlyban, vagyis a hűtésre túlméretezett a rendszer. Ez amiatt baj, mivel egy hőszivattyús rendszernek nem tesz jót, ha túl van méretezve, alkatrészek túlzott kopását és rosszabb hatásfokot eredményez.

Üzemeltetési költség

Az elektromos áram költségei

Hőszivattyú nappali áramdíja [Fillér/kWh]	2430	?
Hőszivattyú éjszakai áramdíja [Fillér/kWh]	2354	?
Éves elektromos hálózati alapidő [Ft/év]	1836	?
Elektromos fűtőelem hőszivattyú díjszabással?	igen ▼	?
Alapértelmezett áramdíjszabás [Fillér/kWh]	3529	?
Karbantartási költség [Ft/év]	0	?

Kétértékű működés és költségek összehasonlítása

Második hőforrás	Földgáz ▼	?
------------------	-----------	---

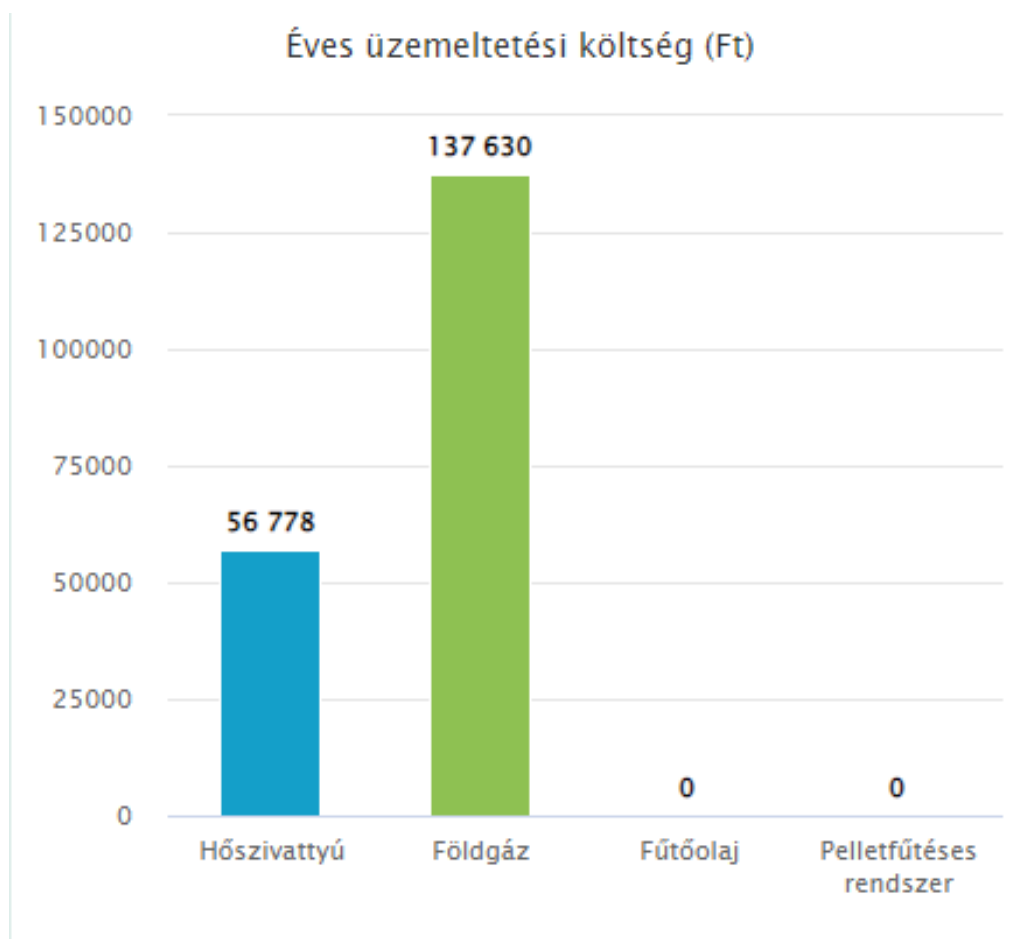
Tüzelőanyag alapköltség

Fűtőolaj beszerzési ára [Ft/év]	0	?
Földgáz beszerzési ára [Ft/év]	9192	?

Tüzelőanyag-költség

Fűtőolaj ára [Fillér/kWh]	0	?
Földgáz ára [Fillér/kWh]	1200	?
Pellet ára [Fillér/kg]	0	?
Alapértelmezett áramdíjszabás [Fillér/kWh]	7010	?

3.6. ábra. Üzemeltetési költség számításhoz adatok



3.7. ábra. Becsült éves üzemeltetési költség

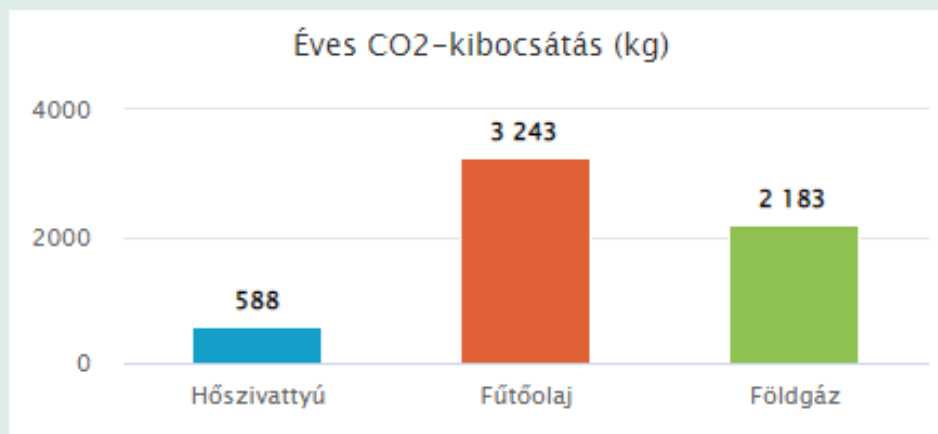
CO₂-megtakarítás

Fajlagos CO₂-kibocsátás

Gáz fajlagos CO ₂ -kibocsátása [kg/kWh]	0,204	?
Olaj fajlagos CO ₂ -kibocsátása [kg/kWh]	0,303	?
Elektromos áramtermelés fajlagos CO ₂ -kibocsátása [kg/kWh]	0,257	?
Pellet fajlagos CO ₂ -kibocsátása [kg/kWh]	0,027	?

CO₂-megtakarítás hőszivattyúnként (kg/év)

CO ₂ -megtakarítás az olajhoz képest [kg/év]	2655	?
CO ₂ -megtakarítás a földgázhoz képest [kg/év]	1596	?

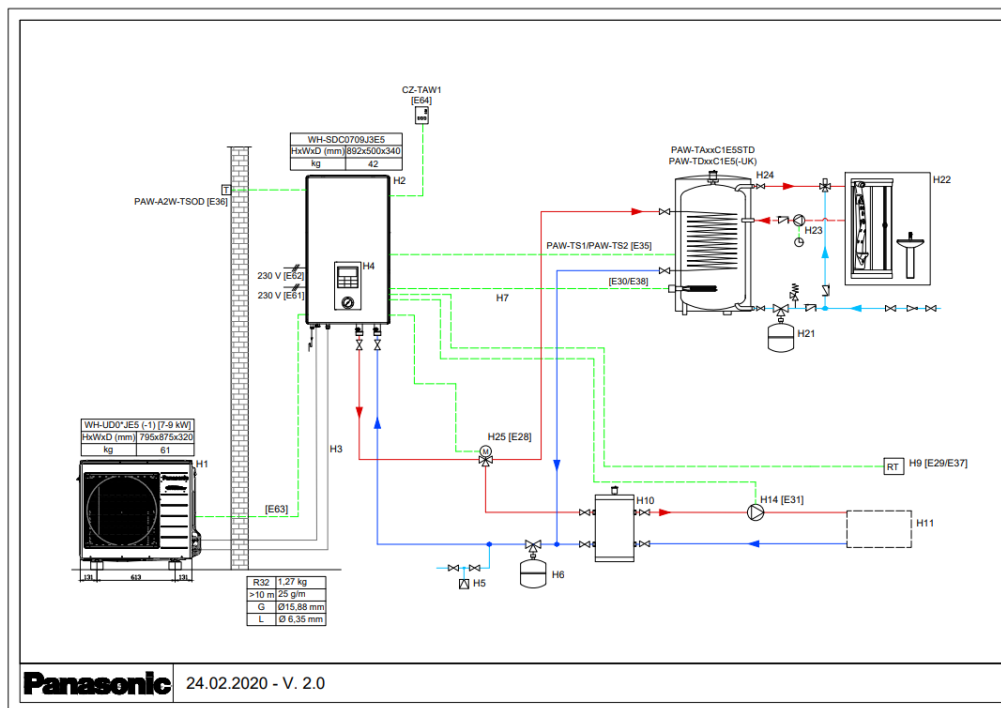


3.8. ábra. CO₂ megtakarítás

RENDSZERALKATRÉSZEK LISTÁJA

Hív.	PANASONIC KÓDOK	Sz.	Rövid leírás
H1	WH-UD09JE5 (-1)	1	9 kW-os egyfázisú standard kültéri egység
H2	WH-SDC0709J3E5	1	9 kW-os egyfázisú, standard beltéri egység
E64	CZ-TAW1	1	Hőszivattyú vezetékek nélküli / vezetékes vezérlése interneten keresztül (választható)
E36	PAW-AZW-TSOD	1	Külső hőmérséklet érzékelő (választható)
-	PAW-GRDBSE20	1	Talp a kültéri egységhez (választható)
-	CZ-NE3P	1	Vezérelt alaplamez fűtés (választható)
H9	PAW-AZW-TSRT	1	Szobai érzékelő (ha szükséges) *
H10	PAW-BTANK50L-2	1	50 literes puffertartály
H24	PAW-TA15/20/30/40C1E5STD vagy PAW-TD20/30C1E5 (-UK) ****	1	Hagyományos 150/200/300/400 literes használati melegvíz-tartály (a PAW-TS2 használati melegvíz-érzékelő tartozék) **
H25	CZ-NV1	1	A beltéri egységen belül felszerelt 3 utas szelep ***
H25	PAW-3WYVLV-HW	1	A beltéri egységen kívül felszerelt 3 utas szelep ***
Hív.	MÁS GYÁRTÓTÓL SZÁRMÁZÓ ALKATRÉSZEK	Sz.	Rövid leírás
H5	Visszaáramlásgátló	1	Franciaországban és Belgiumban kötelező, más országokban választható
H6	Táglulási tartály	1	Ha szükséges
H10	Puffertartály	1	Puffertartály, ha a PAW-BTANK50L-2 nem áll rendelkezésre
H9	Szoba termosztát	1	Ha szükséges *
H14	Vízszivattyú	1	A rendszer követelményeinek megfelelően kell meghatározni
H21	Táglulási tartály friss víz oldal	1	A rendszer követelményeinek megfelelően kell meghatározni
-	Biztonsági szelep	1	A rendszer követelményeinek megfelelően kell meghatározni
H23	Keringető szivattyú	1	Ha szükséges
-	Időzítő	1	A keringető szivattyú vezérléséhez (ha van)

3.9. ábra. Alkatrészek listája



3.10. ábra. AutoCAD rajz

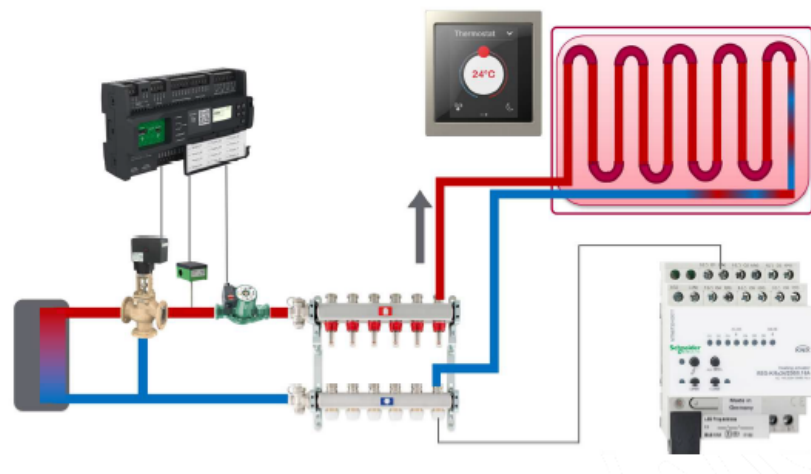
4. fejezet

Monovalens és Multivalens rendszer

4.1. DDC készülékek

A DDC (Direct Digital Controller) berendezés a központosított vezérlésű épületautomatizálási rendszerek irányítója, melynek több fajtája van. Gyártótól függően vannak kimondottan szobavezérlésre szánt modellek, melyek egy közös buszra kapcsolódva tudnak kommunikálni. Sok esetben a központi automatizálás DDC eszköze valamilyen zónaszabályozásra, helyiségvezérlésre kifejlesztett egyéb rendszerrel (mint például a KNX) is együttműködnek.

A DDC-knek többféle kivitelük van, van egy kompakt verzió, amiben minden benne van amire szükség van, viszont a hátránya, hogy a későbbiekben nagyon nehezen bővíthető és viszonylag kevés ki- és bemeneti csatlakozója van. A másik fajta a moduláris kivitel, melynek nagy előnye, hogy a bővülő igényekkel lépést tud tartani, viszont hátránya az, hogy drágább. A készülék képes számítási feladatok elvégzésére és kiértékelésére is egyaránt.



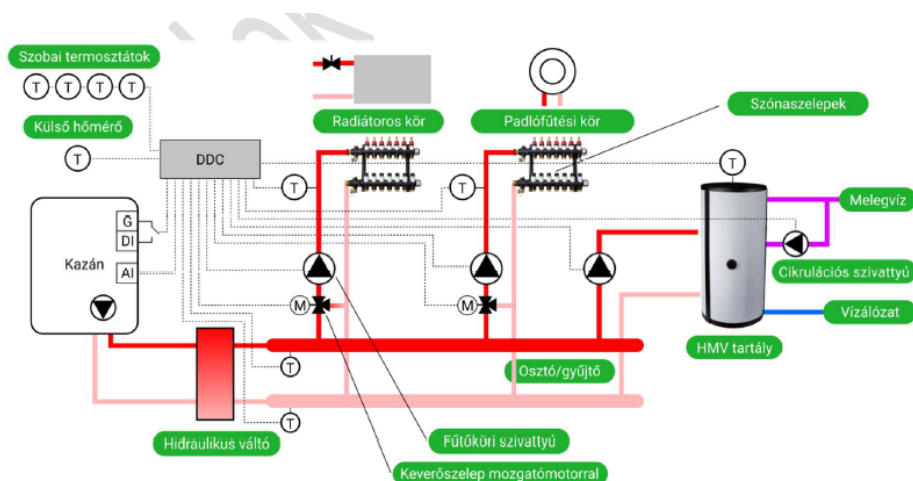
4.1. ábra. Gépészeti automatizálás kompakt DDC controllerrel (jobb oldal), zónaszabályozás KNX készülékkel (bal oldal)

Ahogy a 4.1. ábrán is látszik, képes egy ilyen DDC eszköz szabályzásra is. Típustól függően ugyan, hogy mennyi, de számos bementi portja van, amin adatokat vár a rá-

csatlakoztatott érzékelőktől. Az ilyen típusú készülékeket fel is kell programozni, hogy a megfelelő feladatot el tudja végezni. Ezek a készülékek több protokolt is tudnak támogatni, a legelterjedtebbek a KNX, Modbus, BACnet. Azért van szükség ilyen rendszerre, vagyis DDC-re, hogy a beérkező adatok alapján képes legyen döntést hozni és a gépészeti és villamos rendszereket a kívánalmaknak megfelelően szabályozni és/vagy vezérelni.

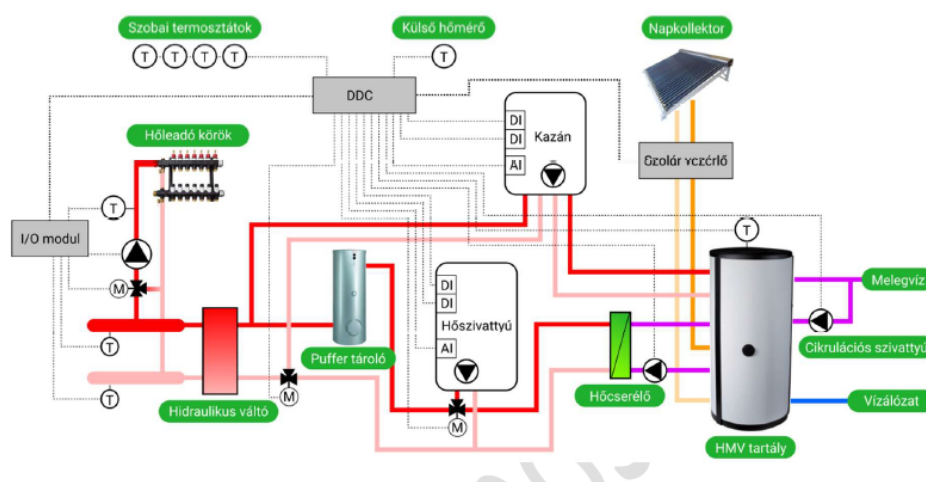
4.2. Monovalens és Multivalens rendszer

Rendszer szempontból megkülönböztetünk monovalens és multivalens rendszereket, melyek abban különböznek, hogy amíg a monovalens 1 hőközpontú vagy hőforrású ez általában gázkazán, addig a multivalens rendszer több hőközpontú/hőforrású, ami általában egy gázkazán és mellé hőszivattyú vagy napkollektoros rendszer, de az is előfordul, hogy mindhárom. [14]



4.2. ábra. Monovalens hőközpontú rendszer

A 4.2. ábrán egy monovalens rendszert lehet látni, mivel 1 hőközpontja van, egy kazán. A kazánon kívül még fontos elem a DDC készülék, ami a szabályzást és az irányítást végzi.



4.3. ábra. Multivalens hőközpontú rendszer

A 4.3. ábrán az előző ábrához hasonló képet lehet látni, azzal a lényeges különbséggel, hogy itt már nem csak 1 hőközpontú a rendszer, hanem három. Van egy kazán, mint az előző esetben is, viszont bővült egy hőszivattyúval és egy napkollektorral.

A multivalens rendszernél lesz igazán nagy jelentősége a DDC készüléknek mivel, itt már a bivalencia pont (később részletezem) függvényében kell eldönteni, hogy melyik hőközpontról használja fel a hőt. A gázkazán esetében a gáz károsanyag kibocsájtása közel ugyanakkora és a teljesítménytényezője is a TNM 7/2006-os rendelet által meghatározott, ami egységesítve 1. A hőszivattyús rendszernél, már bonyolultabb a helyzet, mivel itt a teljesítmény tényező nem konstans, viszont ennél is előírja a TNM 7/2006-os rendelet a villamos primerenergia átalakítási tényezőt, ami a gázzal egységesítve 2,5 [15]. A hőszivattyús rendszer COP (Coefficient of performance) értéke, más szóval jósfoka, esetleg hatékonysági mutatója: azt mutatja, hogy a berendezés 1 kW felvett villamos teljesítmény hatására, mekkora hőteljesítmény leadására képes. Ebből következően a rendelet alapján a 2,5 érték 2,5 kW hőteljesítményt jelent. Összehasonlítva ezt a gázra vonatkozó értékkel, az adott hőszivattyús rendszer COP-je ha 2,5-nél nagyobb, akkor már gazdaságosabb a hőszivattyús rendszert használni, mivel a fűtése hatékonyabb és a természetre gyakorolt hatása is kisebb, mivel kevesebb a szén-dioxid kibocsájtása.

4.3. Primer Átalakítási tényező és COP részletes számítása

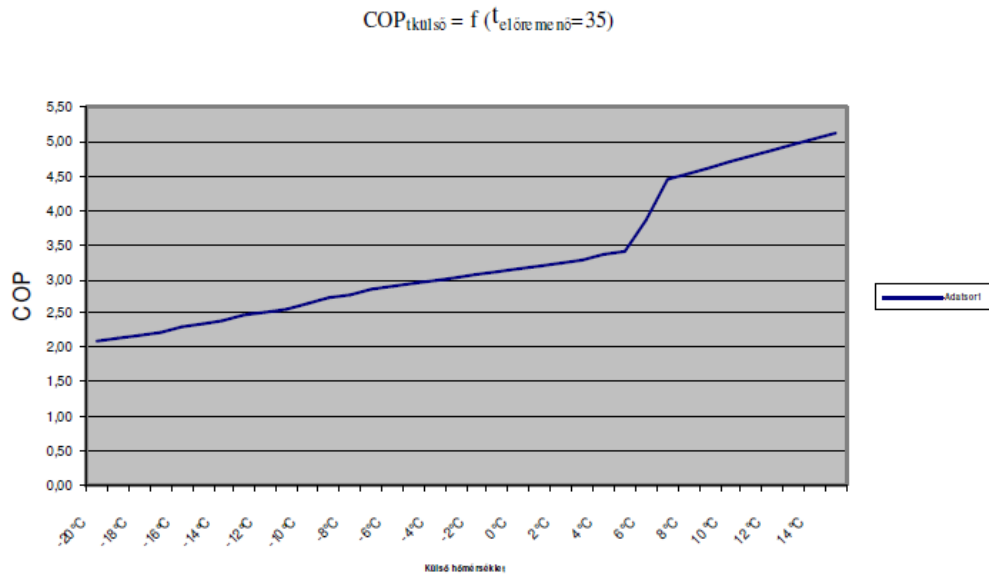
Ahogy említettem korábban, a villamos primer átalakítási tényező rendelet által meghatározott adat, ami ugyan számolt, de a jövőre mutató komponense is van, ami energiapolitikán keresztül érezteti a hatását. A számolt részét az energia-mix alapján határozták meg, amely úgy tevődik össze, hogy melyek azok az aktuális energiahordozók és milyen arányban, amelyek fedezik az aktuális energia szükségletet az országban [16]. A primer átalakítási tényező számításakor csak azt az energiát értjük ezalatt, amit a felhasználásra és az ezzel járó veszteségekre fordítottunk.

A COP számítása már egyszerűbb feladat, mert a fűtőteljesítmény és a felvett villamos teljesítmény hányadosa. Ezt mérni is tudjuk viszonylag könnyedén, amihez szükségünk van egy hőmennyiség mérőre, amivel a hőszivattyúból kilépő hőmennyiséget mérjük, és egy villamos teljesítmény mérőre, amivel a felvett teljesítményt mérjük. Ezekkel az eszközökkel tudjuk mérni jól és folyamatosan az aktuális COP értéket.

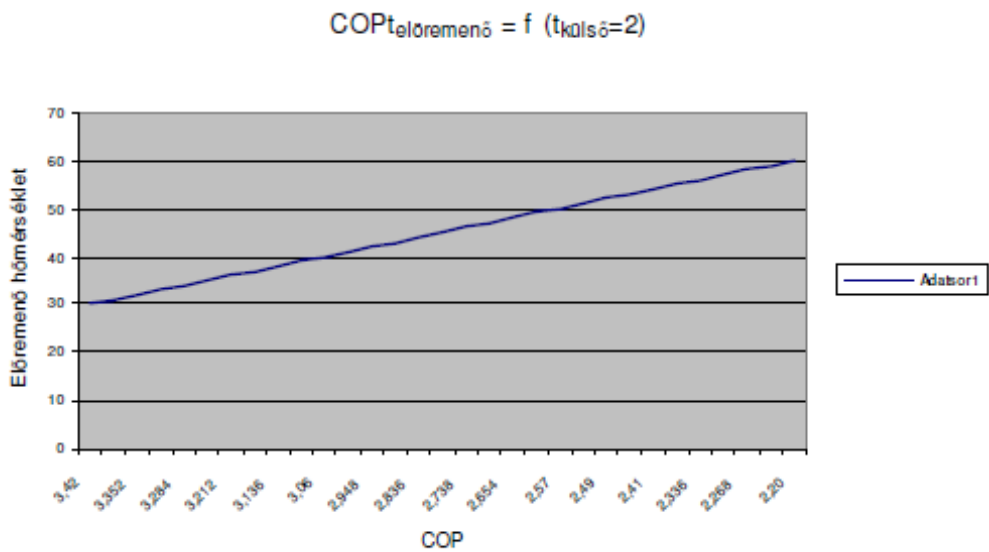
A 4.4. ábra mutatja a COP értékének a változását a hőmérséklet különbség függvényében. A hőmérséklet különbség a hőforrás és az átviteli közeg hőmérséklete közti különbség. Látszik a grafikonon, hogy itt a különbség 35 °C. Továbbá az is látszik, hogy a függvénykapcsolat a COP érték és a hőmérséklet különbség között nem lineáris, sőt nem is exponenciális és nem logaritmikus. Így egyértelmű karakterisztika nincs, csupán egymástól való függést, mondhatjuk el.

$$COP_{T_{\text{külső}}} = f(T_{\text{külső}}) \quad (4.1)$$

A 4.5. ábráról azt tudjuk megállapítani, hogy a hőszivattyú hatásfoka, COP értéke függ az előremenő hőmérséklettől is. Azt is megtudjuk állapítani egyértelműen, hogy ha nő az



4.4. ábra. *COP lefutási görbe $T_{k\ddot{u}ls\ddot{o}} = 35\text{ °C}$, Fujitsu WATERSTAGE WOYK 112 LAT / WSYK 160 DA9 (forrás: Fujitsu Waterstage HP Technical and Design manual)*



4.5. ábra. *COP lefutási görbe $T_{k\ddot{u}ls\ddot{o}} = 2\text{ °C}$, Fujitsu WATERSTAGE WOYK 112 LAT / WSYK 160 DA9 (forrás: Fujitsu Waterstage HP Technical and Design manual)*

előremenő hőmérséklet, akkor szinte egyenesarányosan csökken a COP értéke is [17].

$$COP_{T_{el\ddot{o}remen\ddot{o}}} = f(T_{el\ddot{o}remen\ddot{o}}) \quad (4.2)$$

Rendelkezésünkre áll pontosabb számítás is (a (4.3) egyenlet), habár ez is közelítő, mivel az elméleti teljesítmény tényezőt tudjuk megkapni. Viszont ez igen jó közelítés.

$$COP = \frac{T_k}{(T_k - T_0)} [18] \quad (4.3)$$

ahol T_k a kondenzátor hőmérséklete és T_0 a párologtató hőmérséklete.

4.1. táblázat. *Vogel márkájú hőszivattyúk jellemzői [19]*

Jellemző	A levegő hőmérséklete [°C]		
	2	7	20
35 °C-os víz előállítása esetén			
fűtőteljesítmény [kW]	6,7	7,9	11,6
felvett teljesítmény [kW]	2,0	2,1	2,4
COP	3,35	3,76	4,48
55 °C-os víz előállítása esetén			
fűtőteljesítmény [kW]	5,8	5,9	10,2
felvett teljesítmény [kW]	2,5	2,7	3,1
COP	2,32	2,19	3,29

A 4.1. táblázatból látszik a COP érték függése a különböző adatoktól. Látható a függés a levegő hőmérsékletétől, és az előállított víz hőmérsékletétől is. Egyértelműen megállapítható, hogy COP érték annál nagyobb, minél kisebb a hőmérséklet különbség. Ez amiatt van, mivel a kompresszornak kisebb hőmérsékleten nagyobb teljesítmény kell az összenyomáshoz és ezáltal a levegő felmelegítésére, mint nagyobb hőmérsékleten. A legkedvezőbb eset az a 20 °C-os levegőnél és a 35 °C-os víz előállításánál van, ahol a COP 4,84 értékű. A legrosszabb eset a 2 °C-os levegő és az 55 °C-os víz előállításakor van, mivel ekkor a COP 2,32 értékű.

4.4. Bivalencia pont

A bivalencia olyan kitüntetett pont, ami arra szolgál, hogy meghatározzuk, hogy mikor érdemes kazános, illetve hőszivattyús fűtést használni. Viszont ezt a pontot okosan kell megválasztani, ami nem olyan egyszerű feladat, mivel attól függően kell megtenni, hogy a gazdaságosság vagy a környezetre gyakorolt hatása a prioritás. Ha nem a rendelet által meghatározott értékeket nézzük, hanem valós időben számítjuk a hőszivattyús rendszer COP értékét és a károsanyag kibocsájtását, akkor meghatározhatok egy pontot, amin felül a rendszer átáll a megfelelő üzemmódra. A továbbiakban erre próbálok a különböző szempontok alapján megoldást találni.

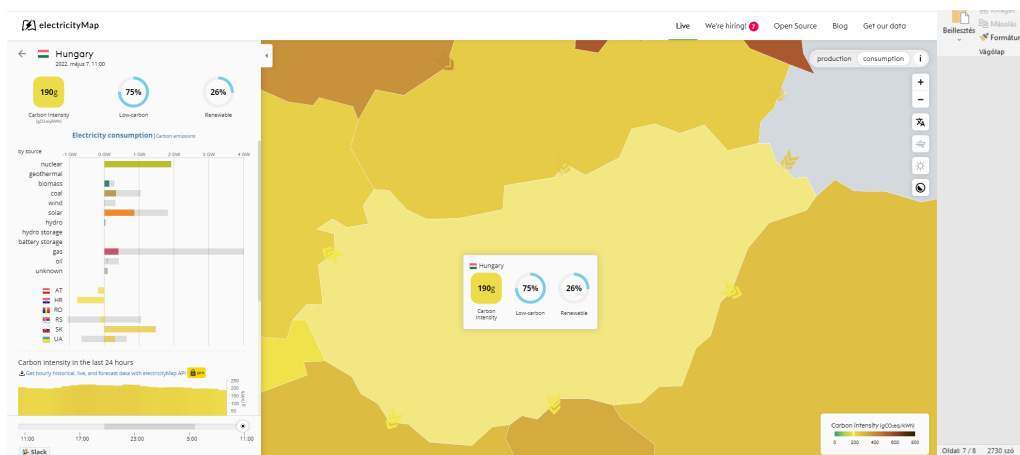
4.5. Károsanyag kibocsájtása

Ebben a fejezetben a gázkazánok működése közben és a villamosenergia előállításakor bekövetkező károsanyag kibocsájtást vizsgálom, különös tekintettel a szén-dioxid kibocsájtásra. A gázkazánoknál a szénmonoxid 0 – 20 mg/m³, a nitrogén oxidok 5 – 200 mg/m³ környékén mozognak, gyártótól és készüléktípustól függően. A gázfűtéssel 55 g/MJ a fajlagos CO₂ kibocsájtás [20].

A villamosenergia előállításakor keletkezett szén-dioxidot, adatbázisok segítségével tud-

juk követni, egész pontosan és időben is folyamatosan. Az electricityMap segítségével folyamatosan rendelkezésre áll az energia-mix és az ezzel járó károsanyag kibocsájtás is [21]. Az ilyen adatbázisok, amelyekhez egy DDC készülék is hozzáférhet és értelmezni is tudja az adatokat, hatalmas előnyt jelentenek, mivel valós időben követhető és különböző döntésekhez felhasználhatóak az adatok.

A térképről leolvasható, hogy Magyarország károsanyag kibocsájtása $190 \text{ g CO}_2 \text{ kWh}^{-1}$ -ként. Hazánk a károsanyag kibocsájtás terén a középmezőnybe tartozik.



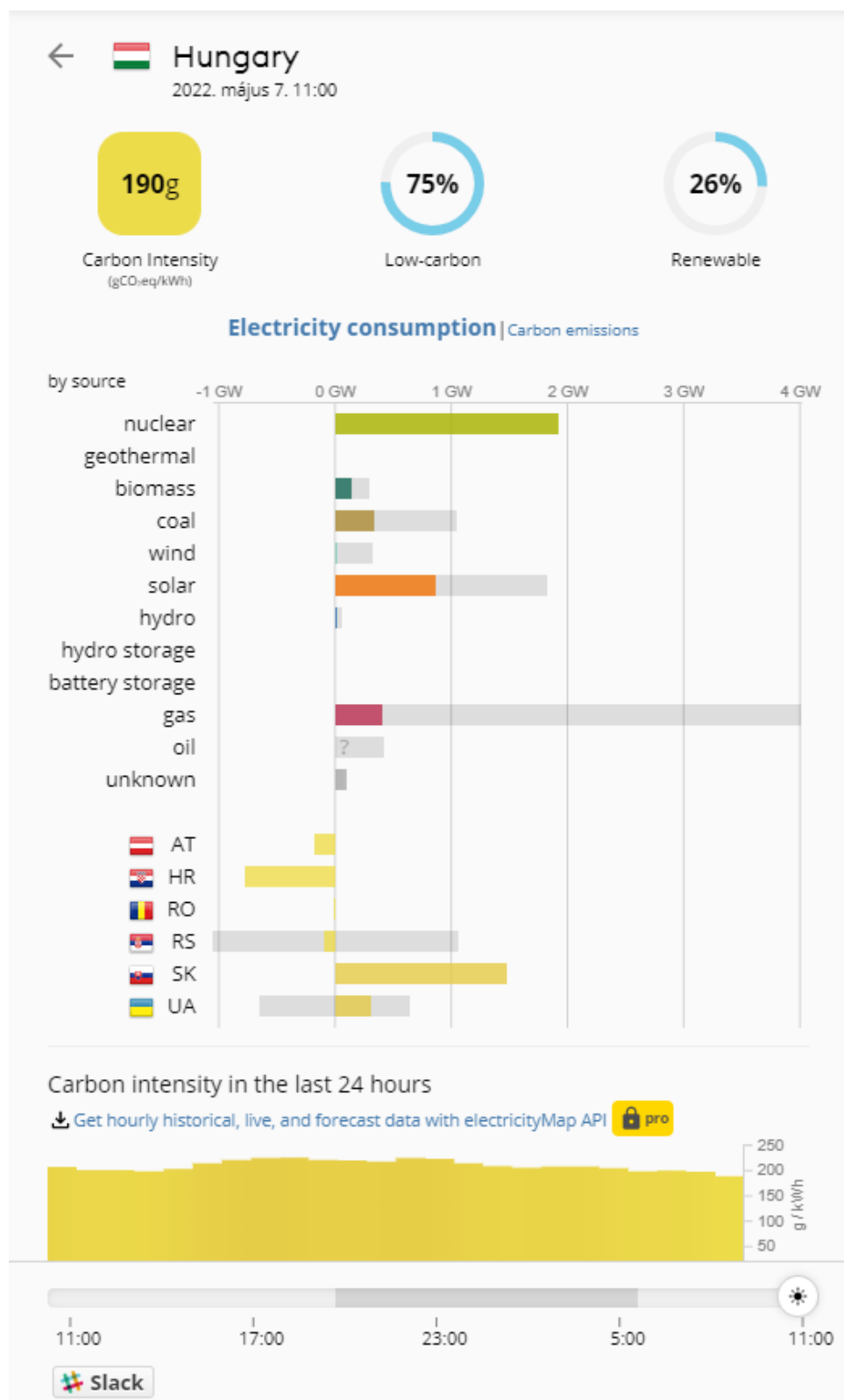
4.6. ábra. Károsanyag kibocsátás és energiamix térkép

A 4.6. ábrán látható hazánk energia mix-e a baloldalon az adott pillanatban és a jobb oldalon láthatjuk a károsanyag kibocsájtásunkat a szomszédos országokhoz képest. A 4.7. ábrán pedig az energia mérleget lehet megfigyelni [21].

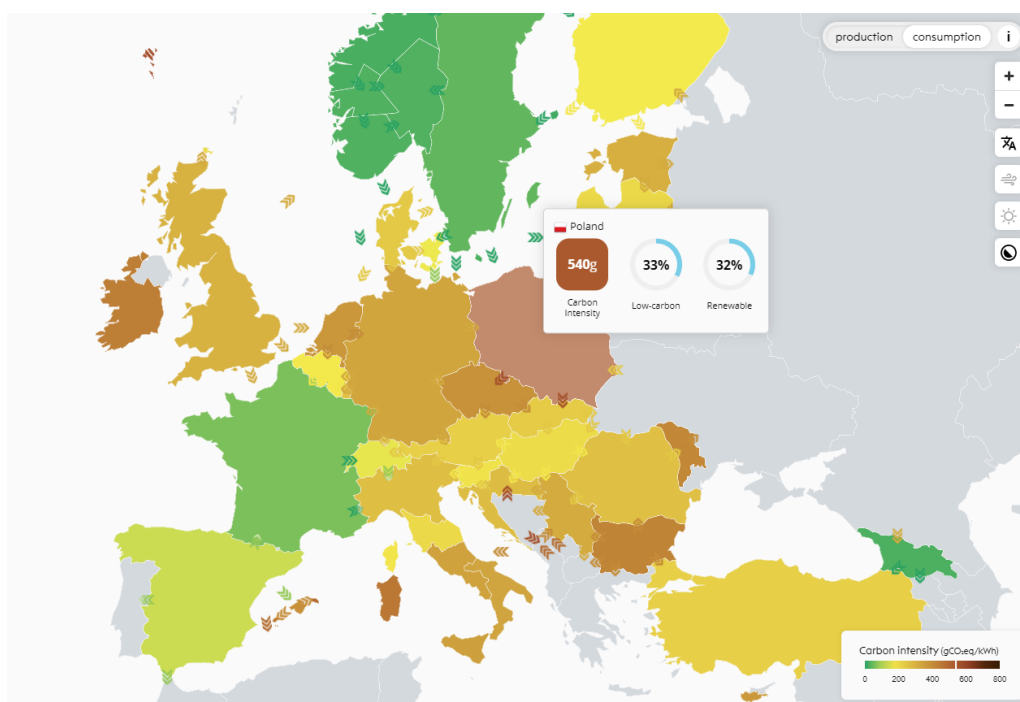
A 4.8. ábrán pedig láthatjuk Európai viszonylatban is hazánkat. Kijelenthetjük, hogy az erős középmezőnybe tartozunk. Amíg Norvégia, Svédország és Izland szinte csak megújuló, károsanyag kibocsájtás mentes energiahordozókra támaszkodik – ezek főként vízi energiaforrások, Izland esetében kiegészül geotermikus energiával – addig Lengyelország erősen támaszkodik a fosszilis energiahordozók használatára, ezen belül is főleg a szénre.

4.6. Megoldás

A megoldás az lenne, ha a COP értéket kiszámító műszereket egy központi DDC-be, vagyis egy számítógépbe, kötjük és az feldolgozza az adatokat és a számítás után eldönti, hogy hőszivattyús rendszert vagy a gázkazánt éri meg jobban üzemeltetni a szerint, hogy a hőszivattyú COP értéke kisebb-e mint 2,5. Ha kisebb, akkor nem érdemes üzemeltetni, viszont a károsanyag kibocsájtást érdemes figyelembe venni. Ha a környezet tudatosság a fő szempont, akkor meg kell vizsgálni, hogy a gázkazán által termelt károsanyag mennyiség kisebb-e, mint az aktuális átlag villamos energia előállításakor keletkezett széndioxid mennyiség kWh-ra vetített értéke, mert ha kisebb akkor a DDC folytatja a kazános működést, viszont, ha nagyobb akkor átáll hőszivattyús rendszerre, hogy óvja a környezetet.



4.7. ábra. Az ország jelenlegi energia mixe



4.8. ábra. EU országok CO₂ kibocsátása

5. fejezet

Kazánok

5.1. Kazánok típusai és tulajdonságai

A kazánokból több típus is létezik, az évek során fokozatosan fejlődtek és találtak ki új megoldásokat. A hatékonyságuk is egyre csak jobb lett, és a károsanyag kibocsátásuk is nagyban javult. Viszont ezzel együtt az árak is nőtt.

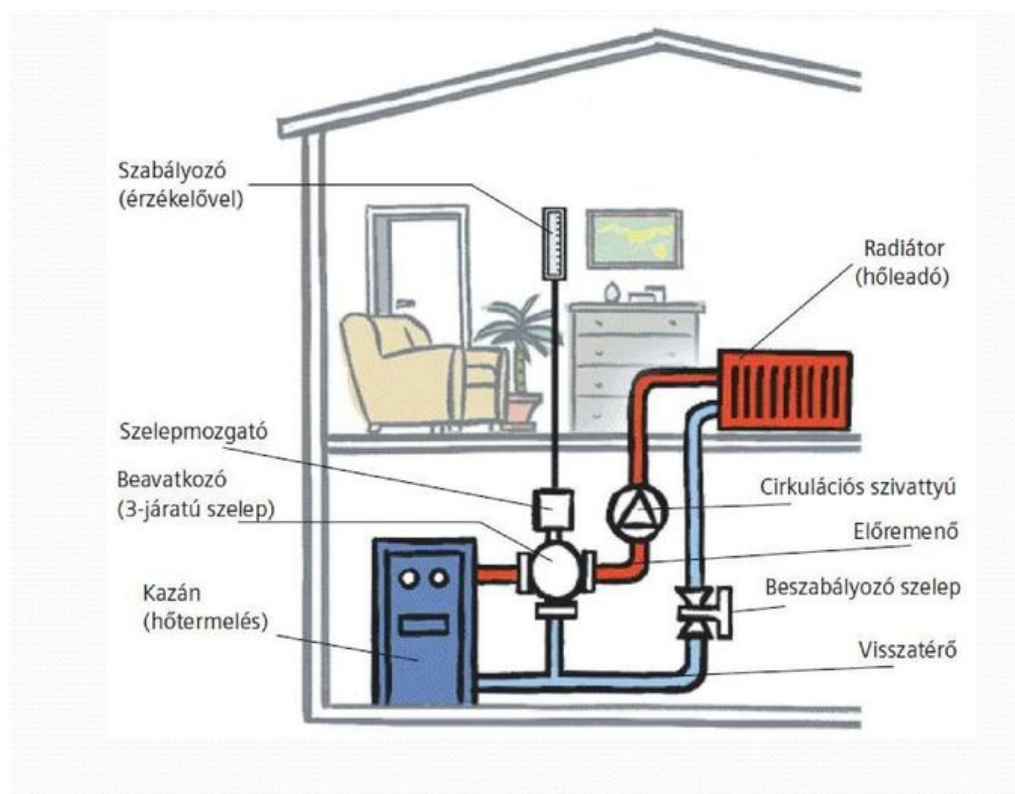
A gázkazánoknak 3 nagyban eltérő fajtája van, ami szerint csoportosítani lehetne őket. A csoportosítást időrendbe is megtehetjük, fejlettség szerint. A 3 nagy típus család: *Nyílt égésterű kéményes gázkazán*, ez a legrégebbi fajta, számos hátránya van, de ez a legegyszerűbb felépítésű és működésű, viszont a nyílt égéstérnek köszönhetően CO_2 és CO koncentrációra is figyelni kell, mivel nagy koncentrációban halált okoznak, emiatt életveszélyes [22]. Ebből a szempontból egy sokkal jobb konstrukciós a *zárt égésterű, turbós gázkazán*. Ez a megoldás már fejlettebb, mivel biztonságosabb és nem megfelelő működés mellett sem olyan veszélyes az emberre nézve. A harmadik típusú és egyben a legmodernebb – már csak ilyen típusút szabad vásárolni és beépíteni – a *zárt égésterű kondenzációs kazán*. Ennek az az oka, hogy szabályzás következtében a többi típusút az újonnan vásároltak közül betiltották. Ennek számos oka van. Későbbiekben, részletesebben kitérek erre és a típusokra egyaránt.

A gázkazán technológiájából fakadóan úgy működik, hogy a rendelkezésre álló gázt elégeti, ez által hőenergia keletkezik, majd ezt a hőenergiát egy közvetítő közegnek – tipikusan valamilyen erre kifejlesztett folyadéknak – átadja. A folyadékok jellemzésére fontos specifikáció a viszkozitás, vagyis a belső súrlódás. Ennek az a jelentősége, hogy a kis viszkozitású folyadékok, folyékonyabbak, vagyis könnyebben tudnak áramolni.

A rendszerben ezt az áramoltatást egy szivattyú végzi, ami hatására a folyadék eljut a hőleadókhöz, amik legtöbbször radiátorok és a padlófűtés szokott lenni. Az 5.1. ábrán láthatóak egy fűtési kör alapvető elemei egy nagyon leegyszerűsített példán.

Ahogy az 5.1. ábrán is látszik, a kazánból először egy 3 járatú szelephez jut a melegvíz és ebbe az egységbe csatlakozik egy szelepmozgató is, amit a szabályzó irányít. A folyamatos áramlást a cirkulációs szivattyú és a beszabályzó szelep végzi.

A következőkben részletezem a kazánfajtákat és a tulajdonságaikat: A *nyílt égésterű kazánoknál* az égéstér nyílt, azaz közvetlenül környezetéből veszi az égéshez szükséges oxigént, így az égéstermék is visszajuthat ebbe a térbe. Ezeknél a típusú kazánoknál voltak



5.1. ábra. Alapvető fűtési körök és osztók

korábban a CO és CO₂ mérgezések, mivel a nem megfelelő működés miatt az égéstermékek visszajutottak a légtérbe.

A zárt égésterű kazán már a környezettől elkülönítve működik, nincs közvetlen kapcsolat az égéster és az adott helység között, mivel az oxigént – ami az égéshez kell – a külvilágból nyeri egy csővezetéken keresztül. Ha a hatásfokot nézzük, akkor a zárt égésterű kazán hatásfoka jobb, mint a nyílt égésterű kazáné. Az égéstermék, ezáltal a CO₂ is, általában ventilátoros rásegítéssel áramlik ki a szabadba.

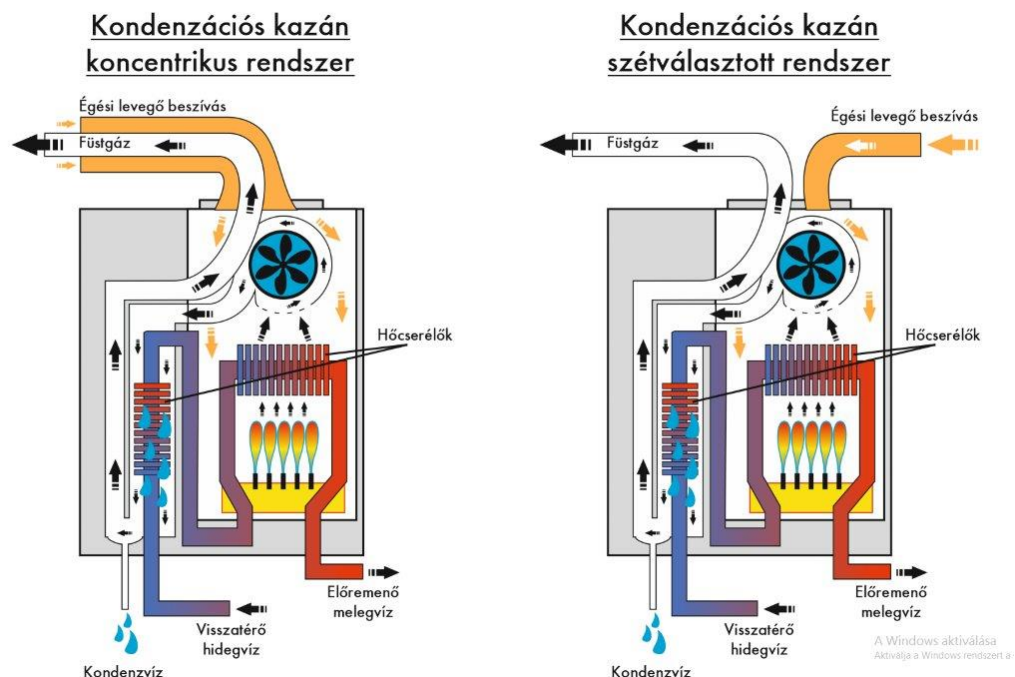
A üemphkondenzációs kazán elve is hasonló, viszont ennél a megoldásnál már akár 10 – 40 %-os hatásfok javulást is el lehet érni, ami igen jónak mondható.

Az égés során nem csak szén-dioxid hanem szén-monoxid és füstgáz is keletkezik, mind a nyílt és a zárt égésterű kazánoknál. Ez az elegy igen forró, 90 – 150 °C-os [23] és ez jutna ki a környezetbe. A füstgáz nagy hőmérséklete és a kémény relatív kis hőmérséklete miatt a füstgáz képes lecsapódni a kémény falára, ahol a megjelenő savas anyag károsítja, és idővel teljesen tönkreteszi a kéményt.

A kondenzációs kazánoknál a forró füstgázok hőjét újra hasznosítják, ezzel növelve a kazán hatásfokát és csökkentve a káros lecsapódások megjelenését a kéményben. Mivel ez is zárt égésterű, így biztonságos is.

Ahogy az az 5.2-es ábrán is látszik, a kondenzációs kazán felépítésének kétféle változata van. Az egyik amikor a kivezető füstgáz cső mellett, szívja be az égési levegőt, a másik meg ettől függetlenül, szétválasztva.

Mivel újra felhasználja a magas hőmérsékletű égéstermék energiáját, így ugyanannyi



5.2. ábra. Kondenzációs kazán típusok

energiabefektetéssel több hőenergiát lehet megtermelni [24]. Ennek a módszernek a hatékonysága azt is eredményezheti, hogy a hatásfok 1-nél nagyobb lesz. A kondenzációs kazánoknak ez a hatalmas előnye a többi gázkazánnal szemben, és ezáltal gazdaságosabb az üzemeltetés is. Az újra felhasználás következtében a szabadba áramló füst hőmérséklete is kisebb, így gyakorlatilag nem a környezetet, a szabad levegőt fűtjük, hanem a kívánt szobát/helységet.

Ahogy már említettem, napjainkban már csak ilyen kondenzációs kazánokat lehet beszerezni az előírások miatt. Igaz, hogy az elején nem volt népszerű ez a szabályozás, mivel sokan nem voltak tudatában annak, hogy ez a fajta kazán jobb, csak azt látták, hogy drágább, mint a számukra már megszokott, hagyományos kazánok.

Ebből is látszik, hogy szükség van az állami szabályozásra, mivel ennek hiányában sokan, a mai napig is hagyományos, alacsony hatásfokkal rendelkező gázkazánt vennének. A többlet fogyasztás és a több károsanyag kibocsátás a közösség szempontjából viszont nem mindegy, így az sem mindegy, hogy melyiket vásárolja az ember.

Az új gázkazánt megvásárlásával még nincs vége a történetnek, mivel ezeket karban is kell tartani. Egy rendszeresen karbantartott kazán hibamentesen működik, és igen hosszú élettartamú.

5.2. Összefoglalva a kondenzációs kazánok

A kis károsanyag kibocsátás és a gazdaságos üzemeltetésnek hála, egyre nagyobb teret nyernek a fűtési lehetőségek között a kondenzációs kazánok, igaz, hogy drágábbak ezek az igen korszerű készülékek, mint egy egyszerű, hagyományos kazán, de hosszabb távon, nagyon is megéri alkalmazni őket. Ha számszerűsíteni akarjuk, azt, hogy mennyire megéri a

kondenzációs kazán a hagyományossal szemben, akkor azt mondhatnánk, hogy 10 – 40 %-al is jobb hatékonyság érhető el, vagyis ennyivel kevesebb gázra van szükség. A környezet-szennyezésről nem is beszélve, ott akár 40 – 50 %-kal is lehet csökkenteni a károsanyag kibocsájtást.

Napjainkban már csak kondenzációs kazánokat telepítenek, a jó hatásfok miatt. Azért tárgyaltam ilyen részletesen a gázkazánokat, mivel a későbbiekben fontos része lesz a rendszerünknek és összehasonlítási alapként is fog szolgálni.

6. fejezet

Napkollektorok

6.1. Napkollektor

A napkollektorok egyik csoportosítási lehetősége a rendeltetésük szerinti csoportosítás. Ezek alapján lehetnek

- medencefűtés
- HMV előállítás
- épületfűtés

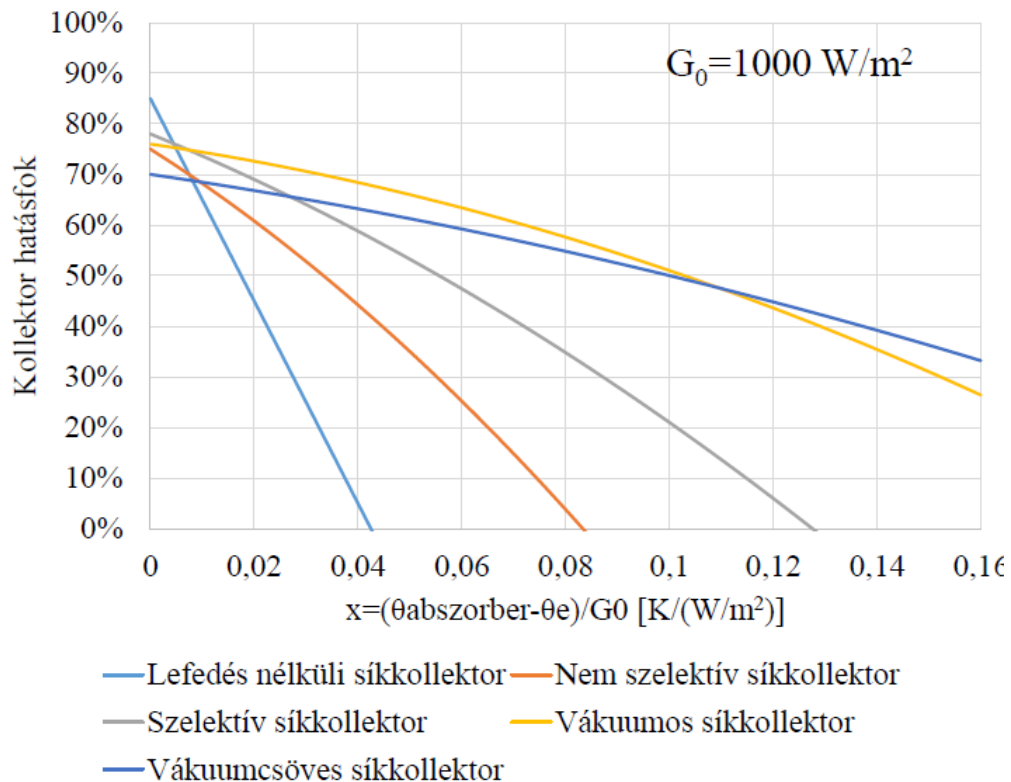
A napkollektoroknak 4 főbb típusa van:

1. Lefedés nélküli síkkollektor
2. Nem szelektív / szelektív bevonatú síkkollektor
3. Vákuumos síkkollektor
4. Vákuumcsöves kollektor

A eltérő típusú napkollektorok a kollektor felépítésében különböznek. Ezek közül részletesebben a Vákuumcsöves Napkollektorokat és a Síkkollektoros Napkollektorokat fejtem ki a továbbiakban.

6.2. Vákuumcsöves Napkollektorok

Ennél a típusnál a kollektor fala dupla, amik közt vákuum van. A külső és belső falat a vákuum elválasztja egymástól, és termikusan szigeteli is (6.2. ábra). Anyagát tekintve mind a külső, mind a belső fal anyaga üveg. A belső üvegcsövet bevonják egy speciális anyagú szelektív abszorber réteggel. Ennek az a feladata, hogy a beérkező hőt minél jobban elnyelje, ezáltal jobb hatásfokú legyen a szolárhő előállítása. A levegő hőveszteségét, vagy konvekció általi hőveszteséget a csövek közti vákuum gátolja meg. Emiatt sokkal kedvezőbb a működése a többi kollektor típussal szemben. A vákuumcsöves napkollektorok hidegebb, borúsabb időben a többinél jobb hatékonysággal tudnak működni. Ezenkívül, ami kiemelkedően fontos, hogy nem csak a meleg évszakokban képes jó hatásfokú szoláris teljesítményt leadni,



6.1. ábra. Síkkollektorok hatásfok görbéi [25]

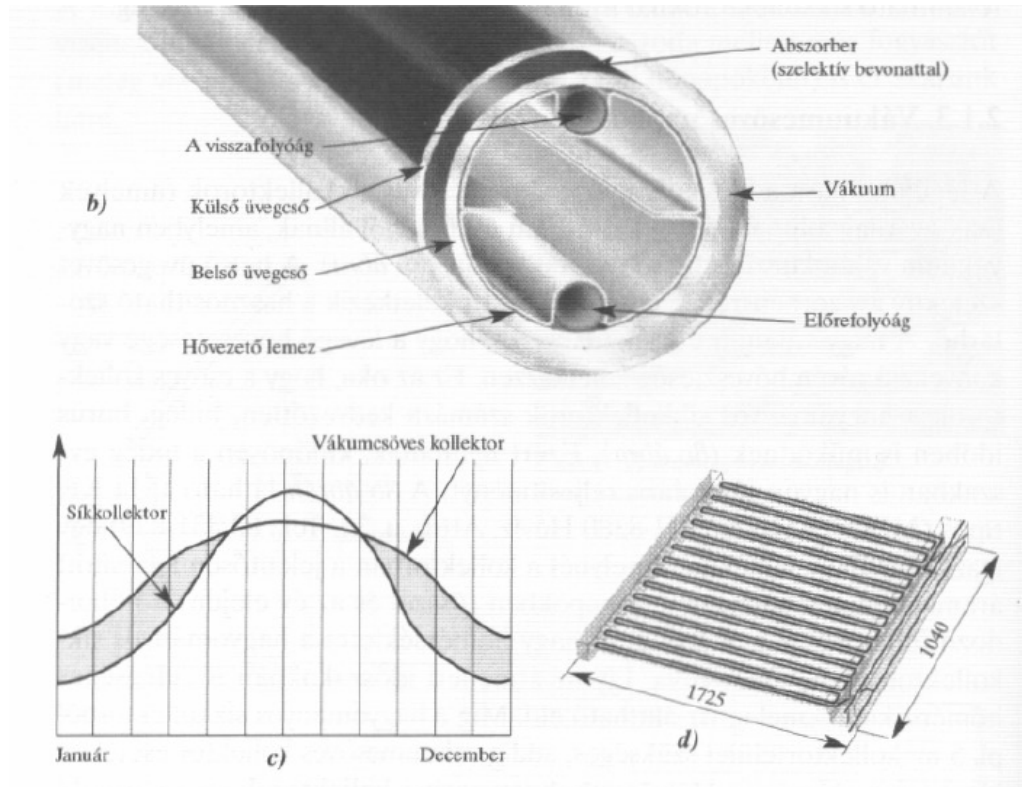
hanem a hidegebb, téli évszakokban is. A hátrányuk, hogy az ilyen típusú napkollektorok ára igen magas, viszont a dráguló energiahordozók miatt, a megtérülésük nagyban rövidül [26].

6.3. Síkkollektoros Napkollektorok

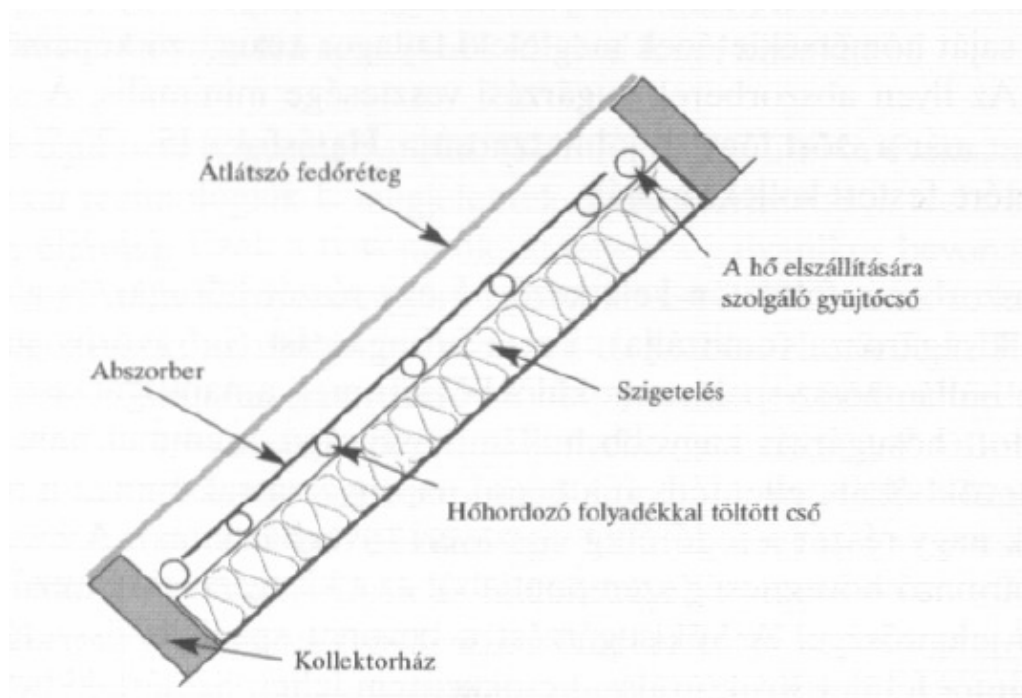
A kialakítást tekintve a síkkollektorok egy kollektorházból, egy abszorberből, vagyis hőelnyelőből, hőszigetelésből és áttetsző fedőrétegből állnak (6.3. ábra) [26]. Az abszorbernek a legfontosabb feladata, hogy a beeső napsugarak energiáját elnyelje és hővé alakítsa. Ehhez elengedhetetlen, hogy a fedőréteg minél jobban átengedje a napsugarakat és minél kevésbé törje meg vagy verje vissza őket. Emiatt is fontos, hogy a felület megfelelő legyen, karcos, sérült fedőréteg a napsugarakat megtörheti, visszaverheti, ezzel csökkentve a hatásfokot.

Egy energiaátalakító rendszer egyik legfontosabb jellemzője a hatásfok. A síkkollektorok hatásfokát a kollektor által a hőközegnek átadott hőmennyiség és a kollektorra sugárzott hőmennyiség hányadosaként számíthatjuk ki [26]. A hatásfok sok mindentől függ így pl. az abszorber kialakításától és hővezető-képességétől, vagy a már említett borításnak az átengedő képességétől vagy a hőmérséklettől, szélétől.

A 6.1. ábrán a síkkollektorok hatásfoka van ábrázolva. Látszik, hogy a vákuumos síkkollektornak és a vákuumcsöves síkkollektornak csökken legkevésbé a hatásfoka, vagyis ezeket lehet legsokoldalúbban alkalmazni. Az alkalmazástól függően használhatjuk hatékonyan a különböző típusú napkollektorokat. Míg medence fűtésre az összes megfelelő, addig a fű-



6.2. ábra. Vákumcsöves Napkollektor szerkezeti felépítése és Szolár teljesítmény [26]
b) a vákuumcső keresztmetszete; c) a hagyományos és a vákuumcsöves síkkollektor jelleggörbéjének összehasonlítása; d) az 1,5 m² hasznos felületű, 14 vákuumcsőből álló síkkollektor



6.3. ábra. Síkkollektor felépítés [26]

tés rásegítésre leginkább és leghatékonyabban a vákuumcsöves kollektor alkalmas. HMV készítésre a lefedés nélküli és nem szelektív bevonatú síkkollektoron kívül mind alkalmas.

A napkollektor méretezésénél figyelembe kell venni, hogy az erős napsugárzás esetén nem lehet elvenni, vagyis azt is el kell tudnia viselni. Mivel ennek hatására a hőhordozó közeg elkezd melegedni, emiatt ezt a többlet hőt el kell vezetni. Ezek miatt a napkollektor kiválasztásánál figyelembe kell venni a forró nyári estéket.

6.4. Meleg vizet termelő napkollektoros rendszer

A legtöbb háztartásnál igen gyakori, hogy a fűtési rendszert a melegebb hónapokban, amikor nincs szükség fűtésre, csak melegvíz előállítás végett üzemeltetik. Ez alapvetően nem gond, csak ilyenkor a kazánok alacsonyabb hatásfokkal működnek, csak 20 – 50 %-os hatékonysággal [26]. Ez amiatt gond, hogy ilyenkor több gázt fogyaszt, mint ami indokolt lenne és ezáltal a környezetet is jobban szennyezzük. A meleg nyári időszakokban vagy akár az átmeneti hőmérsékletű évszakoknál, amikor a fűtést nem kell még vagy már használni, akkor melegvíz előállítására az egyik legjobb megoldás, a hőszivattyú mellett, egy napkollektoros rendszer. Előnye a hőszivattyúkhöz képest, hogy a hőtermeléshez nem szükséges áram, csupán nap kell hozzá. A rendszer környezetbarát és gazdaságos. Elegendő lehet megfelelő méretezéssel a teljes használati melegvíz fedezésére. Rosszabb időjárási körülmények esetén, pl. borús idő esetén is elegendő lehet, bár ekkor a felhasználóknak is rugalmasnak is kell lenni, és figyelembe venni, hogy ilyen esetben kisebb a vízhőmérséklet, és az igényekhez képest hamarabb el is fogyhat. Természetesen kiegészítő energiaforrásokat is fel lehet használni, így alkalmazkodni sem kell a körülményekhez.

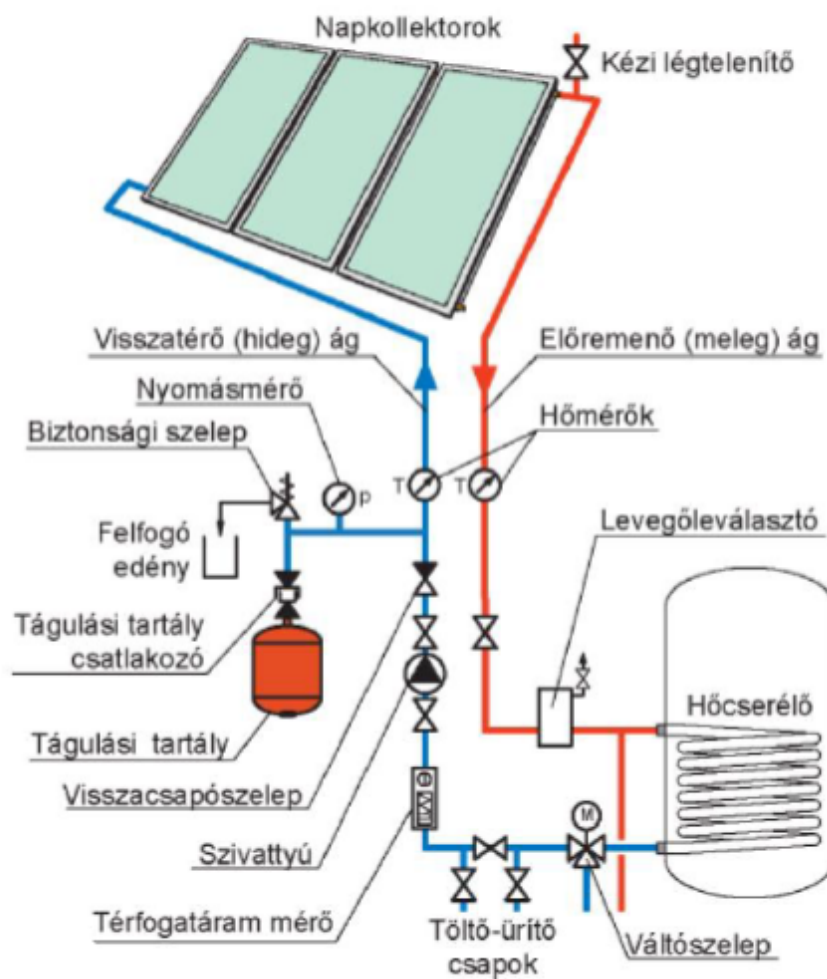
A téli és hideg hónapokban valószínűleg nem lesz elegendő csak egy napkollektoros rendszer, mert nem tudja megfelelően nagy hőmérsékletre felmelegíteni a vizet, viszont ekkor tökéletesen alkalmas HMV (használati meleg víz) előmelegítésére, ezzel csökkentve pl. egy kazán fogyasztását. A téli hónapokban is előállítható melegvíz napkollektorral, aminek a hőmérsékletét napsütéses órákban eléri a 30 °C és 50 °C közötti hőmérsékleti tartományt. Ez a téli hónapokhoz képest igen jó. Ezzel növelhető az energiamegtakarítás és a költséghatékonyság.

A 6.4. ábrán egy napkollektoros rendszer strukturális felépítés látható és az 6.5. ábrán pedig egy használati melegvizet előállító rendszer kialakítása figyelhető meg.

6.5. Meleg víz előállítására szolgáló napkollektoros rendszer működése

A kollektor a napenergiát hővé átalakítja, majd ezt a hőt egy víz és fagyálló folyadék elegy szállítja a vízvezetéken a tárolótartályba [26]. A fagyállóra azért van szükség, hogy a hideg téli időszakban ne fagyjon a folyadék, mivel ha ez megtörténne, akkor a megnövekedett térfogatú jég szétfeszítené a csövet, és tönkremenne a vízvezeték rendszer. A tárolótartályban a hőt, a hőcserélőn keresztül átadja a tartályban lévő víznek, ahogy a 6.4. ábrán és 6.5. ábrán látható. Célszerű a melegvíz tároló térfogatát úgy megválasztani, hogy akár több napi melegvíz tárolására is képes legyen.

Van lehetőség arra is, hogy a hőcserélőben egy fűtő betétet is elhelyezzünk, ezáltal hosszú

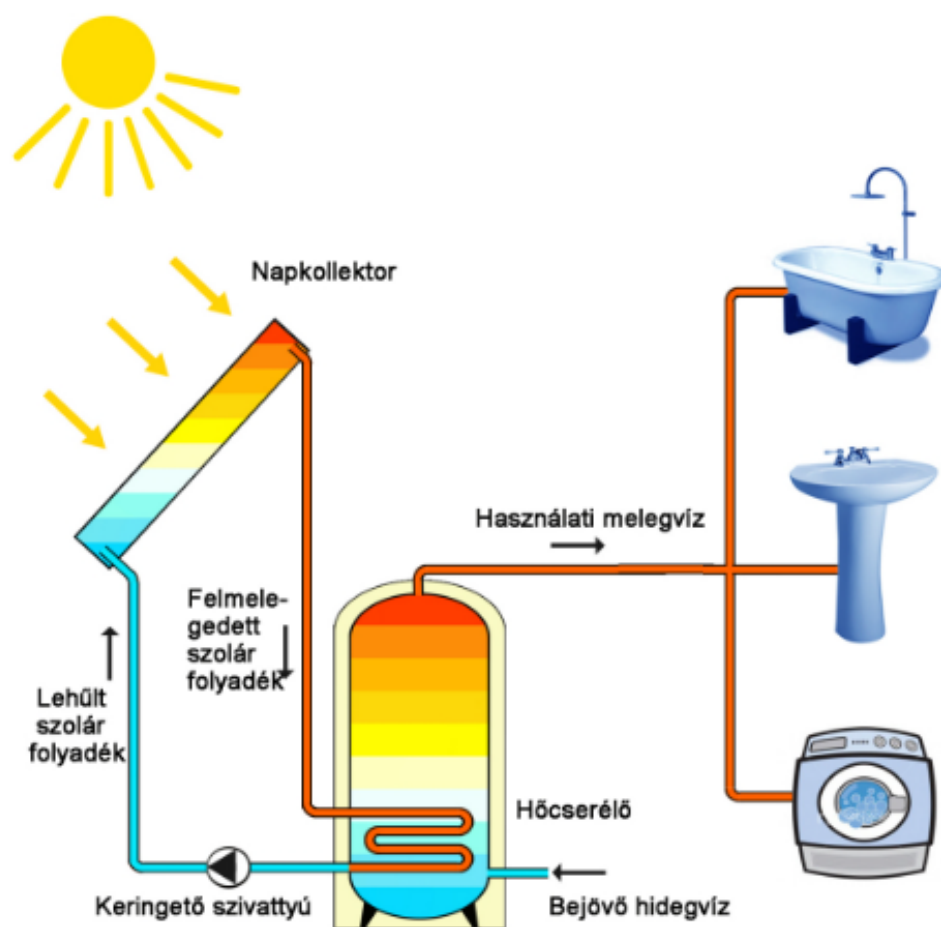


6.4. ábra. Napkollektoros rendszer primer kör szerelvényei

ideig fennálló rossz idő esetén is biztosítva van a melegvíz. Miközben a hőt leadta a szállító folyadék, lehűl, és visszaáramlik a kollektorba. A keringtetést szivattyúk végzik.

Amit mindenképpen meg kell említeni még, az a vezérlés. Ennek az a feladata, hogy az áramlást, vagyis a szivattyúkat, csak akkor indítsa el, ha a kollektorból áramló hő és szállítása hőnyereséges. Ami azt jelenti, hogy a kollektorból származó folyadék hőmérséklete a hőcserélőtartályhoz érve is melegebb, mint a tartályban lévő HMV hőmérséklete. Ez nagyban függ a csövek szigetelésétől a vezeték hosszától. A rendszernek vannak további alkatrészei is, mint előre és visszamenő folyadék hőmérséklet mérők, tágulási tartály, ami a kiegyenlített üzemi nyomást tartja, visszacsapó és biztonsági szelep és légtelenítő szelep. Amik az 6.4. ábrán láthatóak is. A vezérlés működésétől nagy mértékben függ a rendszer hatékonysága.

A kazános multivalens rendszer esetén a kazán egy másik hőcserélővel csatlakozik a HMV tartályhoz, mint a a napkollektoros hőcserélő, és ez a tartálynak a felső részét fűti [26].



6.5. ábra. Napkollektorral kialakított fűtési kör

6.6. Fűtésre használt napkollektoros rendszer

Magyarország földrajzi elhelyezkedéséből fakadóan, a téli hónapokban a melegvíz előállítására még megfelelő lehet a napenergia, viszont a teljes fűtést ebből fedezni már sajnos nem lehet. Vannak módszerek, hogy a melegvizet elrakjuk nyárról télre, de ehhez nagy víztároló szükséges. Egy 130 m²-es lakáshoz hozzávetőleg 70 – 150 m³ térfogatú tartály lenne elegendő [26]. Ez nagyobb létesítményeknél még kivitelezhető és gazdaságos is lehet, viszont az átlagos háztartásoknak nem nyújtana gazdaságos megoldást a tároló tartályok magas ára miatt.

Ahhoz, hogy hatékonyan lehessen napkollektort kiegészítő fűtési rendszerként is használni, elengedhetetlen az épület korszerű hőszigetelése, hogy 1 m² fűtési igénye ne érje el az 50 kWh-t [26]. Ebben az esetben ajánlott a padló és falfűtés alkalmazása is. A napkollektorok kiegészítő forráskénti használatához célszerű a puffertárolót is úgy megválasztani, hogy akár egy éjszakán vagy egy napon át is tudja a hőt tárolni. Ezzel akár a fűtési igény 50 %-át is fedezni lehet [26].

Összehasonlítva a tartály méretet a csak MHV előállításra szolgáló tartályéval, itt már jóval nagyobb szükséges, hozzávetőlegesen kétszer akkora [26]. Erre azért van szükség, mi-

vel egy fűtési körhöz jóval nagyobb térfogatú víz mennyiség áramoltatására van szükség, továbbá a tartályban lévő már felmelegített víz is melegíti a tartályban lévő összes vízmennyiséget, így a visszáramló lehűlt vizet is.

Itt is figyelni kell, mert a túlméretezés itt is veszélyeket hordoz. Nyáron fennállhat a túlmelegedés veszélye, amivel a rendszer élettartama rövidülhet és működtetése is gazdaságatlanabb lenne.

6.7. Összefoglalás

A napkollektorok szinte teljes, szükséges H_{MV} mennyiség előállítására alkalmasak, akár télen is, viszont az épület vagy lakás fűtéséhez szükséges hőmennyiség fedezésére nem elegendőek. Napkollektorral való fűtés csak kiegészítő lehet, egy másik fűtési rendszer mellett, mivel ezzel a szükséges hőmennyiség átlagosan 20 – 25 %-át lehet fedezni [26] . Egy ilyen napkollektoros rendszert célszerű hőszivattyús és/vagy egy kazános rendszerrel kombinálni, ezáltal egy olyan multivalens rendszert kialakítani, ami gazdaságosan üzemeltethető, környezetkímélő és várhatóan a jövőbeni követelményeknek is megfelel majd.

7. fejezet

Összegzés

A hőszivattyús rendszerek elterjedése fel fog gyorsulni, amihez az újonnan megjelent támogatások és a kibocsátási előírások szigorítása (REPowerEU és Fit for 55%) nagyban hozzájárulnak, így egyre szélesebb körben fogják használni ezt a technológiát. Az új építésű házaknál a talajszondás kivitel a leghatékonyabb, mivel ezzel a típussal lehet elérni a legnagyobb COP értéket, ami a gazdaságos és környezetkímélő üzemeléshez szükséges. A levegő - víz hőszivattyú alkalmazása akkor előnyös, ha a fűtési rendszer felújítása és modernizációja is szükséges. Ennek használata hosszabb távon kifizetődőbb, mint a levegő-levegő hőszivattyúé. Ha a fűtési rendszerhez nem akarunk hozzányúlni, akkor a leggazdaságosabb megoldás a levegő-levegő típusú hőszivattyú, amivel kiegészítve a meglévő fűtést egy szobát vagy helyiséget gyorsan lehet felfűteni (vagy lehűteni, ha olyan típusú a hőszivattyú, ami mindkettőt tudja). Napjainkban egyre magasabb a villamosenergia ára, így a hőszivattyúk további előnye, hogy külön mérőórával ellátva igénybe vehető a H és Geo tarifa. Ezek kedvező tarifák még a normál lakossági csökkentett áruhoz képest is (23,54 Ft/kWh).

Ahogy a tervezés során is kiderült, a hőszivattyú fűtésre sokkal nagyobb teljesítményt fordít, mint hűtésre, ami nem a legjobb. Ezért van nagy jelentősége a multivalens rendszereknek, mivel ezek esetében pl. egy napkollektorral be lehet segíteni a melegvíz előállításába, így elég lenne kisebb teljesítményű hőszivattyú.

Egy még jobb megoldás lehet egy DDC készülék alkalmazása, amivel monitorozni lehetne, hogy éppen a hőszivattyúnak mekkora a COP értéke. Ha ez az érték 2,5-nél kisebb, akkor számításba lehetne venni a kazános fűtést, mivel a primer átalakítási tényező elektromos áramra 2,5 és ezalatt gázzal való fűtés hatékonyabb. Előtte természetesen ki lehetne számítani, hogy mégis mennyivel kerülne többbe az aktuális időszakban a kazános vagy a hőszivattyús fűtés, mint az általam parametrizált tervezés.

Jogosan merül fel a kérdés, hogy ha ki van kapcsolva a hőszivattyú, akkor hogyan mérjük a COP-t. Erre szerintem 2 lehetőség van. Az egyik, hogy eltároljuk a hőszivattyú COP értékeit különböző paraméterek alapján, és ezekből az adatokból "keressük ki", ha tudjuk, illetve ha nem tudjuk, akkor ezek alapján lehet interpolációs becslést adni. A másik mód ha, elhelyezünk hőmérséklet mérőket a hőszivattyú kondenzátorán és a párologtatóján, ekkor meg tudjuk határozni a mért értékek alapján a COP elméleti értékét.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnék mondani Dr. Iváncsy Tamásnak, hogy a Konzulensem volt és segítette a munkámat és szeretnék köszönetet mondani a külső konzulensemnek is Csendes Jánosnak, hogy ő is segítette a munkámat.

Irodalomjegyzék

- [1] D. V. Ferenc, „Repowereu,” *Magyar Épületgépész*, p. 4, June 2022.
- [2] M. Épületgépész, „Épületgépész xi. évfolyam, 2022/4. szeptember 6. oldal.”
- [3] S. Tagliapietra, „Repowereu: will eu countries really make it work?.” <https://www.bruegel.org/blog-post/repowereu-will-eu-countries-really-make-it-work>, may 2022. Utolsó elérés: 31 october 2022 - 16.50.
- [4] „Repowereu: A plan to rapidly reduce dependence on russian fossil fuels and fast forward the green transition.” https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_3131, may 2022. Utolsó elérés: 31 October 2022 - 16.50.
- [5] J. K. ILARIA CONTI, „A first look at repowereu: The european commission’s plan for energy independence from russia.” <https://fsr.eui.eu/first-look-at-repowereu-eu-commission-plan-for-energy-independence-from-russia/>, may 2022. Utolsó elérés: 31 October 2022 - 16.50.
- [6] K. Taylor, „Eu countries eye scrapping 45% renewables target: document.” <https://www.euractiv.com/section/energy/news/eu-countries-eye-scrapping-45-renewables-target-document/>, okt 2022. Utolsó elérés: 31 october 2022 - 16.50.
- [7] S. Gabriella, „Hőszivattyús technológia,” *Magyar Épületgépész*, p. 6, Sept 2022.
- [8] W. B. C. for Sustainable Development", „eu fit for 55 package".” ["https://www.wbcsd.org/Programs/Climate-and-Energy/Climate/Climate-Action-and-Policy/News/EU-Fit-for-55-Package"](https://www.wbcsd.org/Programs/Climate-and-Energy/Climate/Climate-Action-and-Policy/News/EU-Fit-for-55-Package), Jul 2022. Utolsó elérés: 2022. Október 31.
- [9] „Environmental ministers discussed the fit for 55 package, deforestation-free products, while also adopted their position on batteries.” <https://eu-brusszel.mfa.gov.hu/eng/news/environmental-ministers-discussed-the-fit-for-55-package-deforestation-free-products-while-also-adopted-their-position-on-batteries>, marcius 2022. Utolsó elérés: 31 october 2022 - 16.50.
- [10] „Commission launches the fit for 55% package.” <https://www.interregeurope.eu/news-and-events/news/commission-launches-the-fit-for-55-package>, july 2021. Utolsó elérés: 31 october 2022 - 16.50.

- [11] Bosch, „A hőszivattyú működése, hőenergia előállítása.” <https://www.bosch-thermotechnology.com/hu/hu/residential/tudas/hoszivattyu/bosch-levego-viz-hoszivattyuk/>. Utolsó elérés: 31 october 2022 - 16.50.
- [12] easykit.hu, „Hőszivattyú körfolyamata.” <https://easykit.hu/hoszivattyu-igy-mukodik/>. Utolsó elérés: 31 october 2022 - 16.50.
- [13] Bosch, „Hőszivattyúk.” <https://www.bosch-thermotechnology.com/hu/hu/residential/tudas/hoszivattyu/hoszivattyu-tipusok-melyiket-valasszuk/>. Utolsó elérés: 31 october 2022 - 16.50.
- [14] C. János, „Épületautomatika Összefüggésben az energiahatékonysági kötelezettségi rendszerrel.” <https://www.mmk.hu/>. Utolsó elérés: 31 october 2022 - 16.50.
- [15] Jogszabály, „7/2006. (v. 24.) tnm rendelet.” <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0600007.tnm>. Utolsó elérés: 31 october 2022 - 16.50.
- [16] S. Z. és Kiss Benedek, „Az épületekben felhasznált energiahordozók primerenergia-tényezője: mennyi az annyi? – 2. rész.” http://real.mtak.hu/85186/1/Magyar_Epuletgepeszet_primerenergia_2.pdf. Utolsó elérés: 31 october 2022 - 16.50.
- [17] C. K. K. T. Tamás, „Hőszivattyús fűtések egyes tervezési kérdései ii.” http://archiv.columbus-klima.hu/write/upload/hirek/Hoszivattyus_futesek_kreditp_II_web.pdf. Utolsó elérés: 31 october 2022 - 16.50.
- [18] S. György, „Szellőző-és klímaberendezésszerelő szakmai ismeretek,” 2019.
- [19] S. György, „Szellőző-és klímaberendezésszerelő szakmai ismeretek,” , 2019. Utolsó elérés: 31 october 2022 - 16.50.
- [20] C. Mariann, „Szigetelés.” https://www.levego.hu/sites/default/files/tanulsagos_ugyek/futes/szigetelo_rt.pdf. Utolsó elérés: 31 october 2022 - 16.50.
- [21] „Mapping the climate impact of electricity.” <https://app.electricitymap.org/>.
- [22] M. M. Kamara, „Levegőminőségi határértékek és a gáz-tüzelőberendezések telepítési előírásainak összefüggés.” <https://www.e-gepesz.hu/cikkek/16312-levegominosegi-hatarertekek-es-a-gaz-tuzeloberendezesek-telepitesi-eloirasainak-osszefuggese>. Utolsó elérés: 31 october 2022 - 16.50.
- [23] „Kazánok.” <https://gazzszerelo-mester.hu/kazan-fajtak.html>. Utolsó elérés: 31 october 2022 - 16.50.
- [24] V. Kft., „Hőszivattyú tervezési segédlet.” <https://www.viessmann.hu/hu/szolgaltatasok/tervezesi-segedletek.html>. Utolsó elérés: 31 october 2022 - 16.50.
- [25] D. H. Miklós, „Megújuló energiaforrások az épületenergetikában.”

- [26] W. W. Armin Themessl, *Napkollektoros berendezések*. CSER KÖNYVKIADÓ ÉS KER.KFT, 2007.