

# **DIPLOMAMUNKA**

**KÉPÍRÓ ÁDÁM**

**Létesítménymérnöki MSc képzés**

**Gödöllő**

**2023**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**

**Gödöllő Campus**

**Létesítménymérnöki MSc képzés**

**HŐSZIVATTYÚ ÜZEMELTETÉSÉNEK**

**OPTIMALIZÁCIÓJA**

<b>Belső konzulens:</b>	Dr. Szabó Márta egyetemi docens
<b>Külső konzulens:</b>	Asztalos Ferenc vállalkozási csoportvezető
<b>Készítette:</b>	<b>Képiró Ádám</b> E4DIZ7 levelező
<b>Intézet/Tanszék:</b>	<b>Műszaki</b> <b>Intézet/Épületgépészeti és</b> <b>Energetikai Tanszék</b>

**Gödöllő**

**2023**

**MŰSZAKI INTÉZET LÉTESÍTMÉNYMÉRŐI MESTERSZAK**  
**.....Épületgépész..... specializáció**

**DIPLOMADOLGOZAT**  
feladatlap

*Képiró Ádám (E4DIZ7)*

részére

**A diplomadolgozat címe:**

**Hőszivattyú üzemeltetésének optimalizációja**

**Feladatkiírás:**

Hőszivattyú berendezések COP értékeinek vizsgálatával sztenderd COP függvény felállítása, majd a külső hőmérsékleti adatok alapján képzett hőfokgyakorisági görbével képzett SCOP meghatározása a különböző üzemállapotokra. A hátrányos üzemeltetési paraméterek kiértékelése, az optimális üzemeltetési paraméterek felállítása. A kapott eredmények alapján referencia épület fűtési hálózatának épületgépészeti tervezése; hőtechnikai, hidraulikai és beszabályozási számítások.

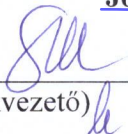
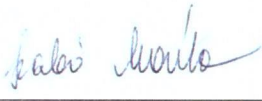

**Közreműködő tanszék:** Műszaki Menedzsment

**Külső konzulens:** *Asztalos Ferenc vállalkozási csoportvezető*, Thermo Épgép Kft., Vecsés, Üllői út 809a, 2220.

**Belső konzulens:** *Dr. Szabó Márta egyetemi docens*, MATE, Műszaki Intézet

**Beadási határidő:** 2023. május 02.

Gödöllő, 2023. május 02.

 (tanszékvezető)	<u>Jóváhagyom</u>  (szakfelelős)	<u>Átvettem</u>  (hallgató)
--	---	--

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

Gödöllő, 2023. május 02.

  
(külső konzulens)

# Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék.....	4
1. Bevezetés.....	9
2. Fenntartható fejlődés.....	10
2.1. Épületenergetika.....	12
2.2. Megújuló energiaforrások alkalmazása az épületek energiaellátásában .....	14
3. Referencia épület építészeti tulajdonságai .....	16
3.1. Építészeti koncepció.....	16
3.2. Alapozás.....	16
3.3. Felmenő szerkezetek, födémek .....	21
3.4. Hőszigetelések, hangszigetelés .....	21
3.5. Fűtési rendszer kialakítása .....	22
3. Hőszivattyú működésének elméleti háttere.....	24
3.1. Hőszivattyú berendezés definíciója.....	24
3.2. Hőszivattyú működésének elméleti alapjai .....	24
3.3. A hőszivattyú-körfolyamat állapotváltozásait megvalósító rendszer elemek .....	29
3.4. Hőszivattyús berendezések hőforrásai .....	37
3.5. Hőszivattyús fűtés üzemmódjai .....	41
3.6 COP (Coefficient of Performance) hatékonysági tényező jelentősége a gyakorlatban.....	44
5. Az épület fűtési hőszükséglet számítása .....	46
5.1. Elméleti alapjai.....	46
5.2. Gyakorlati alkalmazása .....	49
5.3. Hőleadó rendszer tervezése.....	54
5.4. Puffertartály méretezése.....	59
6. Hőszivattyú berendezések COP értékeinek fűtési szezonra vonatkozó külső hőmérsékleti függvénye.....	60
6.1 Megadott COP értékek interpolációja .....	66
6.2 Hőfok-gyakorisági görbe.....	69
7. SCOP értékének meghatározása különböző üzemállapotokra .....	71
7.1 Gazdaságossági számítások az SCOP értékek alapján.....	72
8. Összegzés .....	75
Irodalomjegyzék.....	78
Mellékletek.....	83



## 1. Bevezetés

**„A fenntartható fejlődés olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen szükségleteit anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő nemzedékek esélyét arra, hogy ők is kielégítsék a szükségleteiket”.**

- International Institute for Sustainable Development jelmondata

Az elmúlt évtizedekben egyre jelentősebb lett számunkra, hogy energiaforrásainkat a lehető legjobb energetikai hatásfokkal hasznosítsuk szükségleteink kielégítésére. Ez a szemléletmód egyben technikai és technológiai irányvonallá fejlődött, amely megjelenik az emberi élet számos területén. Ennek megfelelően ez a fejlődés megjelent a közlekedésben, az építészetben, a gépészetben, a gyártástechnológiában, a hulladék tárolásában és kezelésében.

Az igazi kihívást az jelenti, hogy ezeket a fejlesztéseket - amelyek az effektív energiafelhasználást szolgálják – technikailag oly módon oldjuk meg, hogy azokat gazdaságosan tudjuk kivitelezni, illetve üzemeltetni hosszú évtizedeken át. Éppen ezért elengedhetetlen a megújuló energiaforrások felhasználásának pontos ismerete annak érdekében, hogy gépészetileg olyan megoldást tudjunk kivitelezni, amely a következő generációk számára is elfogadható és hasznos lesz.

Pontosan ezért választottam egy olyan környezetbarát hőszivattyús üzemeltetési technológia tervezését, amely feltételezésem szerint hosszútávon korszerű megoldást jelent a lakossági épületek fűtési igényeinek kielégítésére. A Nobel-díjas tudós, Szent-Györgyi Albert szerint: „Felfedezni valamit annyit tesz, mint látni, amit mindenki lát és közben arra gondolni, amire még senki.” Ezen analógián elindulva jutottam arra, hogy a hőszivattyú berendezés alkalmazása és technológiája nem jelent újdonságot az épületgépészetben, azonban célkitűzésem alapján üzemeltetésének optimalizációjával tovább növelhetjük előnyös tulajdonságainak kihasználását.

Ez az optimalizáció azon egyszerű feltételezésen alapul, hogy a hőszivattyú üzemeltetése kedvezőbb abban az esetben, hogy ha a berendezés csak akkor működik, amikor tart a nappal, tehát éjszaka ’’pihen’’ a hőszivattyú.

## 2. Fenntartható fejlődés

Felelősséggel tartozunk környezetünk iránt, hiszen a természet olyan forrás, amelyet az ember készen kapott arra, hogy energia- és nyersanyag forrásait legjobb tudása szerint hasznosítsa. Földünk jelenlegi állapota leginkább az elmúlt technológiai korok meggondolatlan energiafelhasználásának köszönhető. Az Our World in Data keretén belül végzett kutatásban látható, hogy az 1950-es években exponenciálisan megnőtt a világon a CO<sub>2</sub> kibocsátás, amely a fosszilis energiahordozók felhasználásából származik. 2016-ban a globális primer energiaellátás 13,8 milliárd tonna olajegyenérték (toe) volt, vagyis 576 exajoule (EJ). A fosszilis tüzelőanyagok (szén, kőolaj és földgáz) az összes primer energiaellátás 81%-át, az atomenergia az 5%-át, a megújuló energiaforrások pedig 14%-át tették ki. A mai napig e három primer energiahordozótól függ az emberiség jelentős részének a napi energiaigény kielégítése. Napjainkban már közzismert tény, hogy a primer energiahordozók készlete véges mennyiségű a Földön (Cavallo, 2004.). Ezen túlmenően pedig elégetésük a légkört terheli, ugyanis hozzájárul az üvegházhatáshoz, a globális felmelegedéshez (Dr. Barótfi, 2003).

A fosszilis energiahordozók lokális kitermelése és globális ellátási lánc rendkívül kiszolgáltatott a geopolitikai állapotoknak. Napjainkban látható, hogy a politikai ellentétek és feszültségek megnehezíthetik az országok számára energiaszükségletük kielégítését (Lomborg, 2022). Emiatt az országoknak hosszútávon mindenképpen a saját, földrajzilag elérhető megújuló energiaforrásokra kell koncentrálniuk. Ezt az irányvonalat erősíti az Európai Bizottság által 2022. május 18-án kiadott „REPowerEU” terv, amelynek célkitűzései között szerepel, hogy az Európai Unió tagállamainak arra kell törekednie, hogy megkétszerezze az egyéni hőszivattyúk jelenlegi telepítési arányát, ami a következő 5 évben összesen 10 millió egységet eredményezne (Európai Bizottság közleménye „REPowerEU terv”, 2022). Úgy értékelem, hogy ez a rendelkezés szignifikánsan szükségessé teszi a hőszivattyú berendezések üzemeltetésének optimalizációját annak érdekében, hogy a telepítésre kerülő készülékek az elérhető legjobb paraméterek mellett üzemeljenek és segítsék a tagállamok energiahatékonyságának fejlesztését.

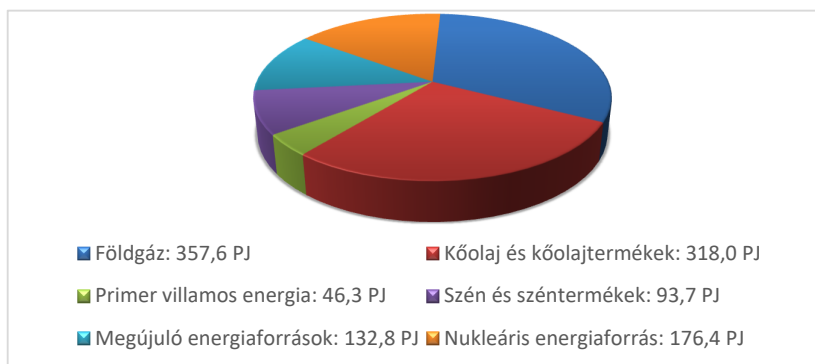
Azonban, egy másik rendelkezés is jelentősen a megújuló energiaforrások, és így a hőszivattyúk alkalmazását sürgeti. Ez pedig az Európai Parlament és az Európai Tanács 2019-ben született zöld megállapodása arról, hogy az Európai Unió tagországainak klímasemlegesnek kell lennie 2050-ig. Ennek a célnak egyik paramétere a karbonsemlegesség. A párizsi megállapodás definíciója szerint a karbonsemlegesség azt

jelenti, hogy megvalósul az egyensúly a kibocsátott szén-dioxid, illetve a légkörből kivont és szénelnyelőkben tárolt szén-dioxid mennyisége között. A szén-oxidok légkörből való eltávolításának, majd azok eltárolásának folyamatát szénmegkötésnek nevezzük. A nulla nettó szén-dioxid-kibocsátás elérése érdekében a globális üvegházhatásúgáz-kibocsátást szénmegkötéssel kell ellensúlyozni. Szénelnyelőnek nevezünk minden olyan rendszert, amely több szén-tel el, mint amennyit kibocsát. A fő természetes szénelnyelők közé tartozik a talaj, az erdők és az óceánok. Becslések szerint a természetes szénelnyelők évente 9,5 és 11 Gt közötti szén-dioxidot vonnak ki a légkörből. Az éves globális CO<sub>2</sub>-kibocsátás 2019-ben elérte a 38 Gt-t. Jelenleg egyetlen mesterséges szénelnyelő sem képes a globális felmelegedés elleni küzdelemhez szükséges mértékű szén-dioxidot kivonni a légkörből. A természetes szénelnyelőkben, például az erdőkben tárolt szén erdőtüzek, földhasználat vagy fakitermelés során a légkörbe kerül. Ezért elengedhetetlen a szén-dioxid-kibocsátás csökkentése a klímasemlegesség elérése érdekében. A kibocsátások csökkentésének és a karbonsemlegesség megvalósításának másik módja az, ha az egyik ágazatban keletkező kibocsátásokat valahol máshol ellensúlyozzák. Ez megvalósítható a megújuló energiába, az energiahatékonyságba vagy más tiszta, alacsony szén-dioxid-kibocsátású technológiákba való beruházások révén (Az európai zöld megállapodás, Brüsszel, 2019.12.11. COM(2019) 640 final).

Éppen ezért az elmúlt harminc évben jelentős kutatások és fejlesztések zajlottak a megújuló energiaforrások hatékony felhasználásának érdekében. Tanulmányomban nem kívánok a fejlesztések egészére vonatkozó helyzetjelentést adni, csupán a szakterületemhez kapcsolódó témában igyekszem mélyebb rálátást adni a technika jelenlegi helyzetéről és jövőbeli kilátásairól.

## 2.1. Épületenergetika

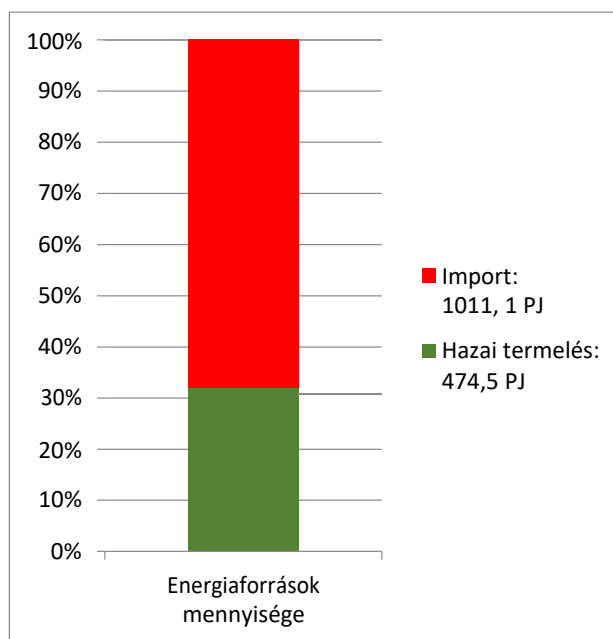
„Az épületenergetika kifejezés 1994-ben jelent meg a hazai szóhasználatban, és számos olyan területre utal, amely kapcsolatban áll az épületek energiamérlegével. A teljesség igénye nélkül ebbe a körbe tartozik az építészeti koncepció, az épületszerkezetek hőtechnikai tulajdonságai, a szoláris energia passzív hasznosítása, az épületgépészeti és épületvillamosági rendszerek, a megújuló energiát hasznosító rendszerek, az épületfelületei rendszerek és akár egyes háztartási berendezések működése. A téma szorosan kapcsolódik a hőközlés, az épületfizika, az épületgépészeti energetika, a megújuló energiaforrások szakterületekhez.” (Csoknyai – Zöld, 2013) Magyarország évi összes energiafelhasználása – az ipari termelés és az éghajlat függvényében – 1000–1100 Petajoule körül ingadozik. Az energiaforrások felhasználásának mennyiségeit az 1. ábrán szemléltetem. A felhasználás mintegy 40%-a jut az épületszektorra, mint az épületek üzemeltetésével, használatával, létesítésével, fenntartásával és bontásával összefüggő fogyasztás.



1. *ábra*: Magyarországi energiaforrások típusai és mennyiségei, adatok:

[https://www.ksh.hu/thm/3/indi3\\_1\\_2.html](https://www.ksh.hu/thm/3/indi3_1_2.html)

A pontos határokat nem könnyű meghúzni, hiszen olyan közvetett tételekről is szó van, mint az építőanyagok gyártása és szállítása, a tüzelőanyagok szállítása. Ez a fogyasztás a környezetet érő terheléssel, az üvegházhatású gázok kibocsátásával jár, de az energiaforrások szerkezetét tekintve a 2. ábrán jelentős importfüggőség is látható, ami az ellátásbiztonságot is veszélyezteti, tehát gazdasági és politikai problémát is jelent. A megújuló energiaforrások közül az épületekben elsősorban a szoláris energia felhasználása jön szóba passzív hasznosítás, aktív termikus és fotovillamos rendszerek révén. Ugyancsak kézenfekvő a geotermikus energia hasznosítása, amibe a termálvizek, az ásott kutak és természetes vizek, valamint a talajhő hasznosítása tartozik. Ide sorolható még a külső levegő hőtartalmának hasznosítása is, amely bizonyos korlátokkal szintén egy lehetséges opció. Mindhárom említett forrásra általában az jellemző, hogy alacsony hőmérsékletű energiahordozót lehet, illetve célszerű nyerni. Az épületszektor úgymond előnye az, hogy az energetikai szempontból jó minőségű épületek az alacsony hőmérsékletű energiahordozókat is hasznosítani tudják – szemben az ipar számos területével. (Csoknyai – Zöld, 2013)

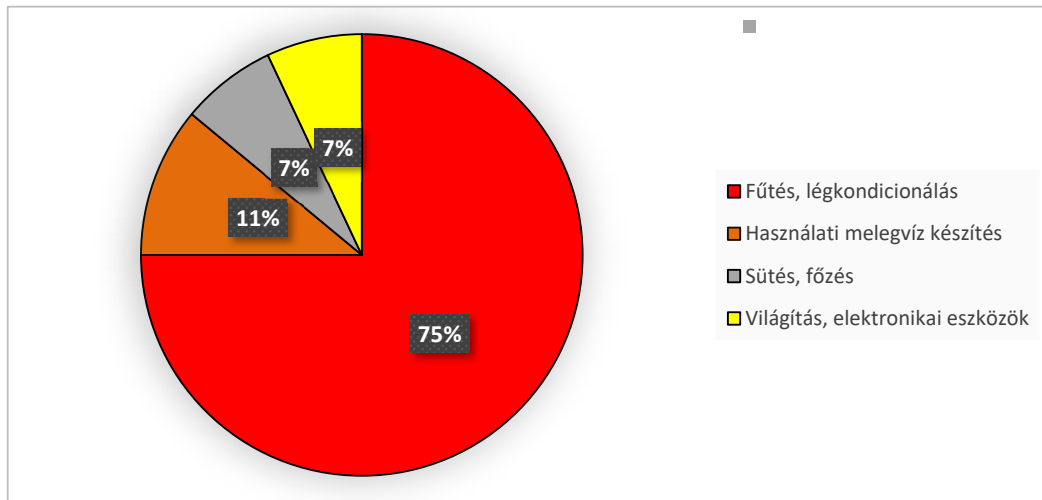


**2. ábra:** Magyarország energiatermelésének mennyisége az import és a hazai termelés függvényében, adatok: [https://www.ksh.hu/thm/3/indi3\\_1\\_2.html](https://www.ksh.hu/thm/3/indi3_1_2.html)

### 2.1.1 Lakossági energiafelhasználás

A fenntartható fejlődés biztosításához szükséges az épületeink energiafelhasználásának racionalizálása és optimalizálása. A háztartások átlagos fogyasztási szerkezete,

energiafelhasználásának átlagos megoszlását a 3. ábrán mutatom be.



**3. ábra:** Lakossági energiafelhasználás szerkezete Magyarországon,  
adatok: <https://energiaoldal.hu/akar-a-jovedelem-felet-is-elviszi-a-lakasrezi-magyarorszagon/>

Ez a 3. diagram jól szemlélteti, hogy az épületek fűtésére szánt energia mérséklésének szükségessége kiemelt fontossággal bír. Emellett az egyéb energiatakarékosági törekvéseknek is érdemes teret biztosítanunk az épületgépészeti tervezés során. Az energiatudatos építkezés koncepciója mindig az energia-releváns elemek optimalizálásán alapul, amely a különböző szakterületek tudatos együttműködésén alapszik. Jelen tanulmányomban az épületgépészeti korszerűsítést, tehát a primer energiák - továbbá a megújuló energiák - épületgépészeti szakágában történő tudatosan energiahatékony felhasználását szeretném célkeresztbe venni.

## 2.2. Megújuló energiaforrások alkalmazása az épületek energiaellátásában

Amint azt már kifejtettem az épületenergetikai korszerűsítés rendkívül szükséges napjaink növekvő energiaigényeinek kiszolgálására. A megújuló energiaforrások felhasználása elengedhetetlen tényező a fenntartható energiagazdálkodásban. Az épületek esetében leginkább hasznosítható forrás a szoláris energia, illetve az adott épület geológiai elhelyezkedéséből adódó előnyök kihasználása. Ezzel párhuzamosan láthatjuk, hogy az épületenergetika jelentős része a fűtés előállítás, szabályozása és üzemeltetése körül összpontosul. A primer energiahordozók mára már túlságosan drágák és jelentősek ahhoz, hogy csak úgy eltűzeljük őket és így nyerjünk belőlük fűtési energiát. Az épületek fűtési rendszereinek korszerűsítését szorgalmazza 7/2006. TNM rendelet is, amely előírja, hogy

2018. január 1-től a költségoptimalizált, 2021. január 1-től közel nulla energetikai szint követelményeit kell teljesíteni az újonnan épített, vagy jelentősen felújított épületnek. Továbbá a szabályozásban szerepel az is, hogy új lakóépület csak úgy kaphat használatbavételi engedélyt, ha energiaigényének minimum 25 százalékát megújuló energiaforrásból biztosítja. Az új követelményeknek megfelelően épített, felújított épületek fűtési célú energiafogyasztása így jelentősen – felújítás esetén a kiinduló állapothoz képest akár 50 százalékkal is – kevesebb lesz. Megfigyelhetjük azt, hogy az épületek energetikai korszerűsítése szorosan összefügg a fűtési rendszer fejlesztésével.

Éppen ezen okokból határoztam el magam arra, hogy a hőszivattyús fűtési rendszer üzemeltetésének optimalizációjával hozzájáruljak a fentebb tárgyalt fontos célkitűzések megvalósításához, tehát az import energiafüggőség csökkentéséhez, a klíma- és karbonsemlegesség megvalósításához és a megújuló energiafelhasználás fejlesztéséhez.

### 3. Referencia épület építészeti tulajdonságai

A hőszivattyú berendezés üzemeltetésének vizsgálatához mindenképpen szükséges egy olyan épület, amely megfelelő alapértelmezett tulajdonságokkal rendelkezik és így alapul szolgálhat egy valós állapot modellezéséhez.

#### 3.1. Építészeti koncepció

Az épület elrendezése és beosztása a mai építészeti irányvonalnak megfelelően úgy került kialakításra, hogy a hálósobák mérete a fő élettérhez képest lényegesen kisebb. A konyha és nappali a leghangsúlyosabb élettér, ahol a család a legtöbb idejét együtt tölti, ahol a vendégeket fogadja és szórakozik. Ennek megfelelően egy 58 m<sup>2</sup>-es konyha és nappali helyiség az épület centruma, ehhez kapcsolódnak a további területei az épületnek. A 24,81 m<sup>2</sup>-es első hálósoba a külön bejárattal 3,55 m<sup>2</sup>-es gardróbbal és 3,66 m<sup>2</sup>-es fürdőszobával. és a 7,4 m<sup>2</sup>-es második hálósoba. Az épület jellegzetessége, hogy tartalmaz egy multifunkcionális helyiséget, amely raktározási funkciókat tölthet be kezdetben, de a család bővülésével újabb hálósobává alakítható át.

#### 3.2. Alapozás

Az elkészítendő alapozás egy vasalt beton alaplemez lesz 15 cm vastagságban, amelynek anyagjelölése az MSZ 4798:2016 szabvány alapján: C25/30-XC2-16/F2. Az anyagjelölésben az első betű a közönséges beton angol megfelelőjének (Concrete) kezdőbetűje. Ez azért fontos, mert létezik nehézbeton (HC) és könnyűbeton (LC) jelölés Ez a jelölés a betonok testsűrűsége alapján ad információt, a normálbeton testsűrűsége 2001-2600 kg/m<sup>3</sup> érték közötti. A friss beton sűrűsége a betonalkotók mennyiségétől és sűrűségétől, a beton víztartalmától, levegőtartalmától és a tömörítés mértékétől függ. A megszilárdult beton testsűrűsége ezen kívül még a nedvességtartalmától függ (Molnár, 2006.). Tehát a beton testsűrűsége közvetlen kapcsolatban van a beton alapvető tulajdonságaival, így az elkészült beton minőségével és teherbírásával.

A beton jelölésében az első számérték a beton előírt nyomószilárdsága, amelyet egy 28 napig vízben tárolt 150 mm átmérőjű és 300 mm magas hengeres próbatesten vizsgálnak meg az erre a célra alkalmazott mérő berendezéssel. Megengedett a vegyes tárolás is, ami azt jelenti, hogy 7 napos korrig 20 (± 2) °C hőmérsékletű vízben, majd ≥55% relatív páratartalmú és 20 (± 5) °C hőmérsékletű levegőn kell tárolni a fennmaradó időben (Cembeton, 2020.) A terhelést a vizsgálat során egyenletesen kell növelni 0,6±0,2 N/mm<sup>2</sup>/s



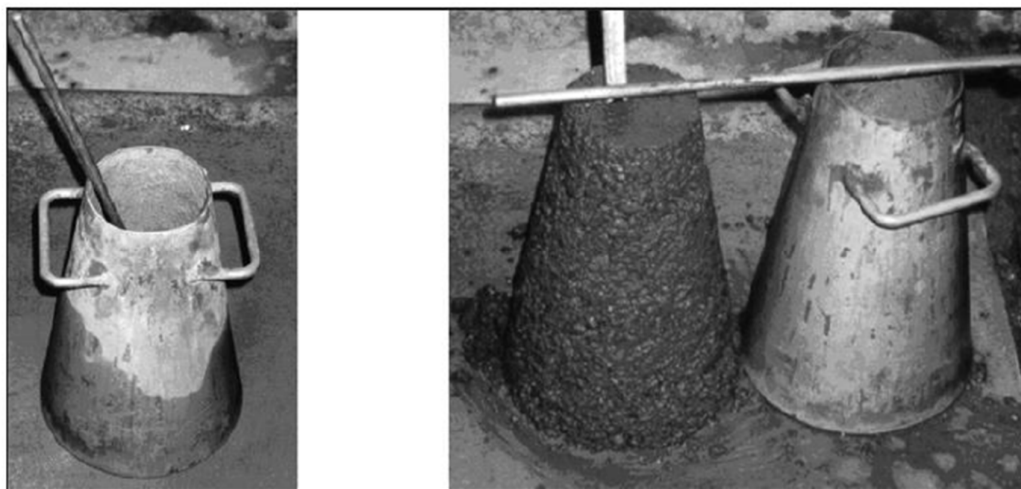
sebességgel. Előfordulhat olyan eset, hogy a kivitelezési körülmények nem teszik lehetővé azt, hogy pontosan 28 napos próbatesten vizsgáljuk a nyomószilárdságot, ezért lehetőség van a megadott kor előtt maximum 2 nappal korábban és maximum 3 nappal később elvégezni a vizsgálatot (Vígh, 2016.).

A beton jelölésében a második számérték ugyanúgy a beton nyomószilárdságára vonatkozó előírt értéket jelenti, azonban ebben az esetben egy 150 mm magas, 150 mm hosszú és 150 mm mély kocka próbatesten végzik a vizsgálatot. A próbatest tárolására ugyanazok a körülmények érvényesek, mint előző esetben.

A kötőjel után olvasható betű jelölés a beton környezeti hatásokkal szembeni ellenállásra vonatkozó előírást tartalmazza. Ennek megfelelően az MSZ 4798:2016 szabvány számos környezeti (kitéti) osztályt meghatároz, amelyek önmagukban foglalnak további előírt tényezőket, úgy mint: minimális cementadagolás és maximális víz/cement tényező. Ezek a tényezők közvetlen kapcsolatban vannak a beton környezeti hatásokkal szembeni ellenállására. Az általam választott beton minőségben az XC2 jelölésben az XC azt jelenti, hogy az adott beton karbonátosodás okozta korróziós hatásnak van kitéve amiatt, hogy a vasalást tartalmazó betont nedvességátalakítás éri. Az XC mellett olvasható kettes szám jelentése, hogy hosszú időn át vízzel érintkezik és ritkán száraz a környezet (Holcim, 2011.). Ez a talajban alapvetően megtalálható nedvességet veszi figyelembe.

A környezeti osztály előírása után ismét egy szám következik, amelynek értéke a legnagyobb szemmagyság mértékére vonatkozó előírást adja meg. A legnagyobb szemmagyság annak a legnagyobb szabványos rostának a lyukbősége milliméterben kifejezve, amelyen legfeljebb 5 tömegszázalék marad fenn az adalékanyag vizsgálata során (Pankhardt – Kovács, 2013.). Ennek megfelelően a 16 érték azt mutatja meg, hogy a 16 mm lyukbőségű szabványos rostán az átrostálás során legfeljebb 5 tömegszázalék marad fenn.

Az utolsó jelölés a beton konzisztencia értékére vonatkozó előírás. A konzisztencia a friss beton alakváltozással, vagy folyással szembeni ellenálló képessége. A konzisztencia a beton látszólagos bedolgozhatóságának a leírására szolgál (Molnár, 2006.). Az F betű a konzisztencia vizsgálati módjára utal. A műszaki gyakorlatban a friss beton konzisztenciáját kúproskadás mérésével – ennek betűjele: S – vagy terület mérésével – ennek betűjele: F – határozzuk meg. A roskadasmérés eszközeit az 1. ábrán látható; a roskadasmérő csonka kúp forma, amelynek átmérője alul 200 mm, felül 100 mm, magassága 300 mm, térfogata 5498 cm<sup>3</sup>. (Kausay, 2006.).



4. ábra: Roskadásmérés eszköze és menete, forrás: Kausay, 2006

A vizsgálat menete úgy zajlik, hogy csonka kúp formát és az alátétlapot be kell nedvesíteni, a kúpot az alátétlapra kell helyezni, és a kúp leszorítófüleire rá kell lépni. A kúpot három egyenlő rétegben kell megtölteni friss betonnal. Minden réteget a tömörítőrúd legömbölyített végével kell 25 szúrással tömöríteni. A szúráásokat a beton felületén egyenletesen kell elosztani. Az alsó réteg esetén minden második szúrást ferdén tartott tömörítőrúddal a minta középpontja felé kell irányítani. A legfelső réteget a tömörítés után a tömörítőrúddal le kell húzni, az alátétlapot a lehullott betontól meg kell tisztítani. A fülekről lelépve a csonka kúpot 5-10 másodperc alatt le kell emelni a betonkeverékről. A roskadás akkor szabályos, ha nem féloldalas, és a betonkeverék nem esik szét. A forma megtöltésének kezdetétől a forma lehúzásáig 150 másodperc telhet el. A kúpformát a roskadt beton mellé kell állítani, és le kell mérni a kúpforma és az összeroskadt beton felső pontja közötti távolságot 10 mm pontossággal. A roskadás mértékét a kúpforma teteje, és az összeroskadt betonkeverék felső pontja közötti távolság adja meg (Pankhardt – Kovács, 2013.).

A területmérés eszközei a területmérő ejtőasztal és a csonka-kúp forma, ahogy azt a 2. ábrán láthatjuk. A területmérő ejtőasztal lapmérete 700x700 mm, és az egyik oldalon 40 mm magasan megemelhető. A területmérő csonka-kúp forma átmérője alul 200 mm, felül 130 mm, és magassága 200 mm, térfogata 4341 cm<sup>3</sup> (Kausay, 2006.).



5. ábra: Terülmérés eszközei és menete, forrás: Pankhardt – Kovács, 2013.

Megállapítható, hogy a területméréshez és a roskadásméréshez használt kúp magassága között van 100 mm eltérés, amely így megakadályozza, hogy a különböző mérésekhez használt kúpokat összekeverjék és a mérés eredménye valótlan információt szolgáltatson a friss beton konzisztenciáját illetően. A próbatestek méretétől való eltérés  $\pm 10\%$  lehet (Szerényi – Szerényi, 2019.).

A területmérés vizsgálathoz az ejtőasztalt rezgés- és lökésmentes helyre kell fektetni. Az ejtőasztal szabványos működését, egyenletes emelési magasságát, visszapattanás nélküli esését, a mozgó lap saruinak tisztaságát mindenképpen ellenőrizni kell. Közvetlenül a mérés előtt a megtisztított ejtőasztalt és a csonka kúpot meg kell nedvesíteni, de úgy, hogy az ejtőasztalon víz nem állhat. A kúpot két egyenlő rétegben kell megtölteni betonkeverékkel, mindkét réteget farúddal, egyenként 10 könnyű ütéssel kell tömöríteni. A felső réteg tömörítése után a felületet le kell húzni, a lehúzott betonkeveréket el kell távolítani, a mozgó lapot meg kell tisztítani. A beton lehúzása után 30 másodperc elteltével a csonka kúpot függőlegesen le kell húzni a betonkeverékről (3-6 másodperc alatt). Az ejtőasztal mozgó lapjának csuklópánttal szemközti oldalát a fülénél fogva 15-ször ütközésig (40 mm magasra) kell emelni és leejteni. Egy emelés és ejtés időtartama 2-5 másodperc. A szétterült beton két egymásra merőleges méretét 10 mm pontossággal meg kell mérni. A területi mérték ezen két mért érték számtani közepe (Pankhardt – Kovács, 2013.)

A betonalap elkészítésénél figyelembe kell venni a megfelelő eszközök alkalmazását és a környezeti körülményeket. Ahhoz, hogy elérjük az előzetesen meghatározott beton minőséget az ideális környezeti hőmérséklet  $+5 - +25^{\circ}\text{C}$  között van. Amennyiben a külső környezeti hőmérséklet  $-10^{\circ}\text{C}$  alatti, akkor a cementkötés kémiai folyamatai leállnak, ezért szabadon álló szerkezet betonozása tilos (Cembeton, 2013.). A beton tömörsége fokozható konzisztencia javítószer alkalmazásával, amelyek hozzájárulnak a beton tömörségének és vízzáróságának javításához (Molnár, 2006.).

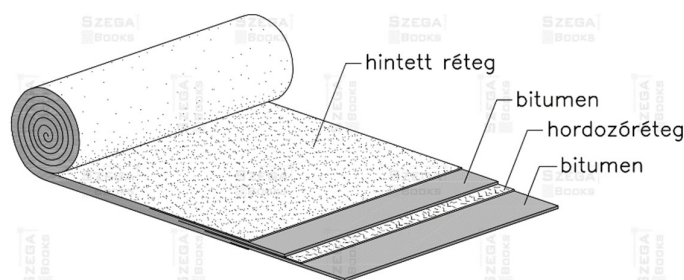
A meghatározott betonminőségben a konzisztenciát jelölő F2 jelölés azt mutatja meg tehát, hogy a konzisztenciát a területmérés elve alapján kell meghatározni és annak 350-410 mm érték között kell lennie, amely képlékeny állagú betont fog eredményezni. Ahogy korábban említettem a konzisztencia egyenesen arányos a friss beton bedolgozhatóságával, tehát ebben az esetben a vasalt alaplemez kialakításához optimális ez a konzisztencia érték.

A vasalást Ø5 mm-es 150x150 mm lyukosztású acélhálóval kell elkészíteni, az acélháló találkozásánál 150 mm átfedési zónát kell kialakítani.

Összefoglalva tehát a C25/30-XC2-16/F2 betonminőség jelölésével egy olyan vasalt alaplemezt érünk el, amelynek tulajdonságai a következők:

- normálbeton, testsűrűsége 2001-2600 kg/m<sup>3</sup>
- 28 napig vízben tárolt hengeres próbatesten mért nyomószilárdsága legalább 25 N/mm<sup>2</sup>
- 28 napig vízben tárolt kocka próbatesten mért nyomószilárdsága legalább 30 N/mm<sup>2</sup>,
- hosszú időn át vízzel érintkezik és ritkán száraz a környezet,
- 16 mm lyukbőségű szabványos rostán az átrostálás során legfeljebb 5 tömegszázalék marad fenn, tehát legnagyobb szemmagysága 16 mm,
- konzisztencia vizsgálat területméréssel történik, amelynek előírt mértéke 350-410 mm között van.

Az alaplemez vízszigetelésére modifikált bitumenes lemezből kialakított szigetelést alkalmazunk, ennek felépítését mutatja a 3. ábra. A bitumenes lemez típusa: VILLAS E-G 4 F/K.



6. ábra: Bitumenes lemez felépítése: Bársony, 2019.

Bársony leírása alapján bitumenes lemezsávokat egy irányba, egymással párhuzamosan kell fektetni a kivitelezés során. A lemezeket oldalirányban minimum 100 mm széles átfedéssel kell fektetni, míg hosszirányú toldások esetében 150 mm az átfedés mértéke (Bársony, 2019.).

A vízszigetelés után kerül elhelyezésre a lépésálló hőszigetelés, az úsztatott aljzatbeton és a padlóburkolat.

Az aljzatbeton jelölése az MSZ 4798:2016 alapján: C8/10-XN(H)-16/F2. A környezeti hatásra vonatkozó XN(H) jelölés arra vonatkozik, hogy káros környezeti hatás nem éri a szilárdsági szempontból alárendelt jelentőségű betont (Cembeton, 2013.).

### **3.3. Felmenő szerkezetek, födémek**

A felmenő szerkezetek közül a függőleges teherhordó szerkezet vázkerámia falazóblokkból kerül kialakításra. Pontos típusa: POROTHERM 38 N+F vázkerámia falazóelem. A falcsatlakozásoknál termo habarcsot alkalmazunk a jobb hőszigetelés érdekében, a hőátbocsátási tényező javítására és a hőhidak kialakulásának minimalizálására.

A monolit vasbeton födém beton jelölése az MSZ 4798:2016 alapján: C16/20-X0v(H)-16/F2. A környezeti hatás ebben az esetben csak az épületen belül jelenlévő páratartalom miatt létrejövő karbonátosodás, amelyet az X0v(H) jelölés mutat.

### **3.4. Hőszigetelések, hangszigetelés**

A padlószerkezet hő- és hangszigetelését Austrotherm AT-N150 típusú expandált polisztirolhab termékkel valósítom meg. A polisztirolhab alapanyaga polimerizált sztirolgöngy, amely pentán hajtógázt és a hab tulajdonságait befolyásoló további adalékanyagokat tartalmaz. Az expandált polisztirolhab legfontosabb jellemzője a hővezetési tényező:  $\lambda$  [W/(m·K)]. A termék kiemelkedő hőszigetelő képessége a zárt cellákban található levegőnek köszönhető, amely később sem távozik a cellákból, így az anyag hőszigetelő képessége az idő múlásával nem csökken. A hővezetési tényező függ az anyag testsűrűségétől, méghozzá a testsűrűség növekedésével a hővezetési tényező csökken. További tényező az anyag nedvességtartalma, amely befolyással van annak hővezetési tulajdonságára. A gyártó a szakszerűen beépített polisztirol-lapok nedvességtartalmát a hővezetési tényező tervezési értékének szabványos meghatározásánál figyelembe veszi. Az expandált polisztirolhab hőszigetelő lemezek anyagtulajdonságai szakszerű beépítés és rendeltetés szerű igénybevétel mellett az idő múlásával nem változnak. Tehát a szigetelő anyag nem korhad, nem rothad. Tartós ultraibolya sugárzás (pl.

napfény) hatására polisztirol lapok felszíne megsárgul, rideg, porló lesz. Ezért a beépített anyag felülete mindig eltakarásra kerül, így védelméről csak a hosszú idejű tárolásnál kell gondoskodni. A polisztirolhab freont nem tartalmaz és más a környezetet, vagy az egészséget károsító hatása sincs. Az anyag nem táptalaja a mikroorganizmusoknak, s a talajbaktériumok sem támadják meg (Austrotherm, 2019).

A homlokzati hőszigetelés anyaga Rockwool Frontrock Super, amely a programban még korábbi elnevezés szerint Frontrock Max E néven szerepel. Ez egy kétrétegű, inhomogén vakolható kőzetgyapot hőszigetelő lemez. A kőzetgyapot szigetelőanyag kedvező hőszigetelő tulajdonságát az anyagában rendezetlenül előforduló bazaltszálak közé bezárt levegőnek köszönheti. Emellett a nyílt szerkezetű szálak rendezetlen struktúrája miatt a kőzetgyapot hosszú távon is alak- és mérettartó, de rugalmas is egyben. Ennek köszönhetően beépítéskor az egyes épületszerkezeti elemekhez könnyen illeszthetőek. A kőzetgyapot fizikai-mechanikai paramétereit, szakszerű beépítés mellett az épület élettartamával megegyező ideig képes megtartani. Teljes keresztmetszetében hidrofób, azaz vízlepergető: a víz a kőzetgyapot felületéről, vágott felületeit is beleértve leperog, nem hatol be a belsejébe, továbbá a levegőből nem szívja be a nedvességet. Alacsony páradiffúziós ellenállás jellemzi, amely gyakorlatilag a levegőével megegyező. Ennek köszönhetően a szigetelt épületek esetében a pára (építési nedvesség) könnyen kijut a falszerkezeten keresztül az épületen, szerkezeten kívülre. Éppen ezért a falak belső rétegei nem nedvesednek és nem jelentenek táptalajt a penész és a gombák részére, a szerkezetek (pl. a tetőtér szarufái) nincsenek kitéve állagromlásnak. A kőzetgyapot sűrű, nyitott szálszerkezetének köszönhetően igen jó hangelnyelő tulajdonsággal bír, mivel a hang – mint a levegő mechanikai rezgése – behatol a kőzetgyapot szálai közé, és kőzetgyapot szálain fellépő súrlódás következtében hőenergiává alakul át (Rockwool, 2019). Ennek megfelelően a belső környezet akusztikai minőségét biztosítja.

### **3.5. Fűtési rendszer kialakítása**

Barótfi értekezése alapján a fűtés feladata, hogy az épületekben tartózkodó élőlények számára megfelelő hőérzetet biztosítson a hideg évszakban ( Barótfi et. al., 2007). Ennek érdekében fűtési rendszerben hőforrás oldalon egy levegő-víz hőszivattyú kerül kialakításra, amely egy belső térben elhelyezett puffertartályra dolgozik rá. Garbai szerint a puffertartályba a hőszivattyú közel állandó méretezési hőtéljesítménnyel, közel állandó előremenő és visszatérő hőmérséklettel betárol, a fogyasztó ezektől eltérő hőmérsékleten kiveszi a hőt, illetve a lehűlt vizet visszatáplálja. A puffertároló kiegyenlítő szerepet tölt be,

a ki-be kapcsolás gyakoriságát csökkenti, illetve növeli a rendszer hőtehetlenségét (Garbai, 2011.). Így a puffertároló alkalmazásával elérhető, hogy nem az épület pillanatnyi hőveszteségétől fog függeni a hőszivattyú üzemelése, hanem a külső hőmérséklet és az ahhoz tartozó COP értéke fogja meghatározni a berendezés üzemelését. Hőleadó oldalon az alacsony hőmérsékletű fűtési rendszerekkel kapcsolható rendszer jöhet szóba, tehát mindenképpen felületfűtés alkalmazása indokolt.



### 3. Hőszivattyú működésének elméleti háttere

#### 3.1. Hőszivattyú berendezés definíciója

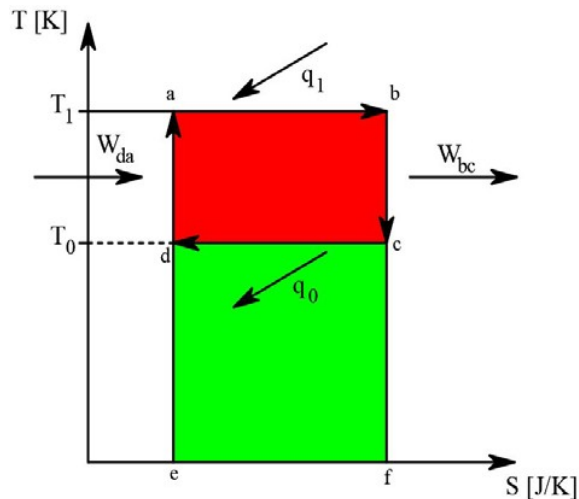
Komlós meghatározása szerint a hőszivattyú egy olyan kalorikus berendezés, amely egy tér adott hőmérsékletén hőt vesz fel, és mechanikai munka befektetésével megnövelve azt egy másik térben nagyobb hőmérsékleten adja le. (Komlós et.al. 2009)

#### 3.2. Hőszivattyú működésének elméleti alapjai

Író írása alapján hőszivattyú elméleti alapja a termodinamika második főtétele. Ez kimondja, hogy alacsonyabb hőmérsékletű rendszerből csak mechanikai munka árán tudjuk egy magasabb hőmérsékletű rendszerbe átvinni a hőt, mivel ez természetes úton sosem fog megvalósulni. (Író, 2007)

##### 3.2.1 Az ideális Carnot-körfolyamat

A hőszivattyú működésének leírása az ideális Carnot-körfolyamatra vezethető vissza. Ezt a körfolyamatot kezdetben a hőerőgépek leírására alkalmazták. Ezt most a hőmérséklet-entrópia(T-s) diagramban ábrázolom (7.ábra).



7. ábra: Carnot-körfolyamat hőerőgépekhez, készítette: Képiró Ádám

Az előállított hőmennyiséget a  $T_1$  hőmérsékletvonal alatti e-a-b-f terület adja meg. Ezt a meghatározott területet felbontom két hőenergiarészre. Az egyik, amely a  $T_0$  környezeti hőmérsékletszint feletti, a-b-c-d terület. A másik pedig a  $T_0$  hőmérsékletszint alatti, e-c-d-f terület. A  $T_0$  környezeti hőmérsékletszint felett lévő hőenergia más energiaformává



átalakítható, amelyet így exergiának tekintek. Az exergia lényege ebben a körfolyamatban, hogy ezt a hőenergiát a Carnot-körfolyamat egyes állapotváltozásain keresztül mechanikai energiává lehet átalakítani. Ezek az állapotváltozások a következők:

1.  $a \rightarrow b$ , izotermikus hőközlés ( $q=q_1$  és  $T_1=\text{áll.}$ ),
2.  $b \rightarrow c$ , izentropikus expanzió,  $W_{bc}$  munka nyereségével,
3.  $c \rightarrow d$ , izotermikus hőelvonás ( $q=q_0$  és  $T_0=\text{áll.}$ ),
4.  $d \rightarrow a$ , izentropikus kompresszió,  $W_{da}$  munka befektetésével,<sup>[13]</sup>

A felvázolt rendszer termikus hatásfoka egyenlő a  $W_{bc}$  kinyert munka és a  $q_1$  bevezetett hőmennyiség hányadosával:

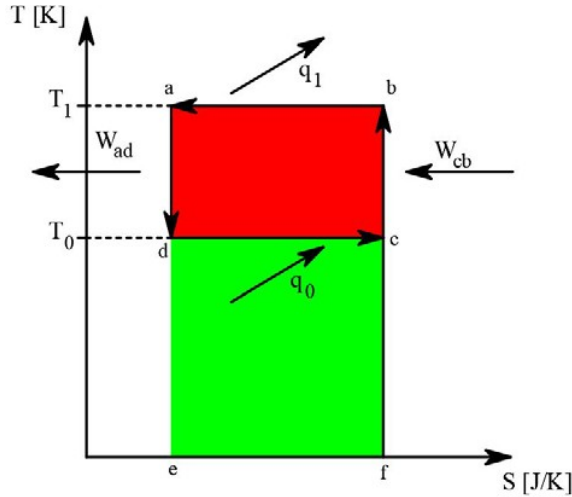
$$\eta = \frac{W_{bc}}{q_1} = \frac{q_1 - q_0}{q_1} = \frac{T_1 - T_0}{T_1}, \quad (1.)$$

Ezzel az (1.) összefüggéssel számolható a hőerőgépek hatásfoka. Az összefüggés alapján megállapítható, hogy annál nagyobb a termikus hatásfok, ha:

- minél alacsonyabb a hőelvonás hőmérséklete,
- minél magasabb a hőbevezetés hőmérséklete,
- a  $T_0$  környezeti hőmérséklet és a  $T_1$  hőmérsékletszint különbsége minél nagyobb,
- a hőközlés és a hőelvonás izotermikus körülmények között valósul meg.

### **3.2.2 A megfordított ideális Carnot-körfolyamat, azaz a hőszivattyú-körfolyamat**

Ennek a körfolyamatnak a megfordításával jön létre a hőszivattyú-körfolyamat. Tehát mechanikai munka befektetésével egy adott hőmérsékleti szintről egy magasabb hőmérsékleti szintre emeljük az adott munkaközeget. Ahogyan a fejezet elején definiáltam a hőszivattyúnak pontosan ez a feladata. A termodinamikai alapját ennek az 8. ábra mutatja:



**8. ábra:** Megfordított Carnot-körfolyamat hőszivattyúkhöz, készítette: Képiró Ádám

Ebben az esetben az óramutató járásával ellentétesen mennek végbe a munkaközeg állapotváltozásai. Ennek megfelelően:

1.  $d \rightarrow c$ , izotermikus hőközlés ( $q=q_0$  és  $T_0=\text{áll.}$ )
2.  $c \rightarrow b$ , izentrópikus kompresszió,  $W_{cb}$  munka befektetésével
3.  $b \rightarrow a$ , izotermikus hőelvonás ( $q=q_1$  és  $T_1=\text{áll.}$ )
4.  $a \rightarrow d$ , izentrópikus expanzió,  $W_{ad}$  munka nyereségével,<sup>[13]</sup>

A termodinamika első főtétele szerint: „Egy zárt rendszer belső energiájának változása egyenlő a rendszerrel közölt hő és a rendszeren végzett munka összegével.” Ennek értelmében a  $q_1$  hőmennyiséget a következőképpen számolom:

$$q_1 = q_0 + W_{cb} , \tag{2.}$$

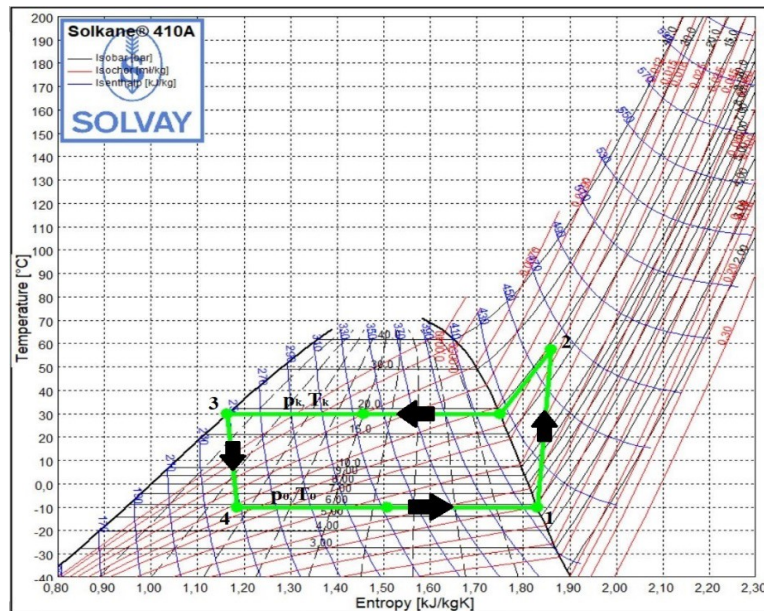
A hőszivattyú-körfolyamat során figyelembe kell vennem azt, hogy a hasznos munka a befektetett és a nyereséges munka különbsége. Ez a különbség az energiamegmaradás törvénye alapján egyenlő a rendszerbe bevezetett és elvont hőmennyiségek különbségével. A hőmennyiségek különbsége pedig függvénye a környezeti hőmérséklet és a megemelt hőmérsékleti szint különbségének. Ezt felhasználva számítom a hőszivattyú elméleti hatásfokát (3.).

$$\epsilon = \frac{q_1}{W_{cb} - W_{ad}} = \frac{q_1}{q_1 - q_0} = \frac{T_1}{T_1 - T_0} , \tag{3.}$$

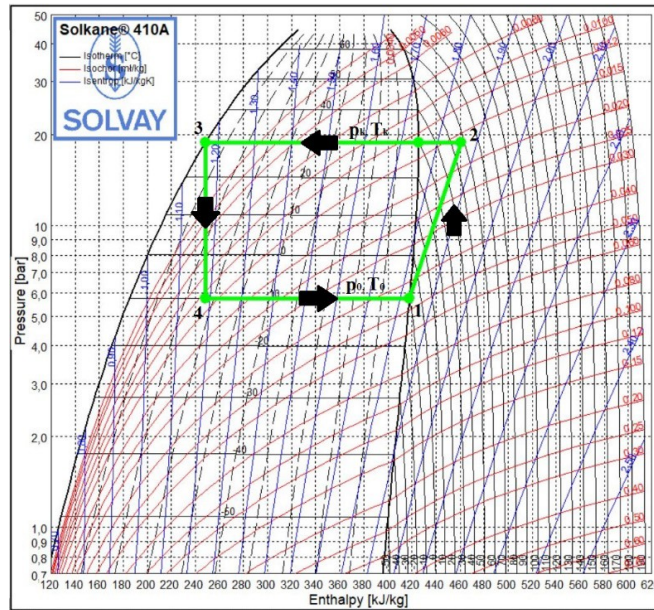
A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a hatásfok a rendszeren végzett munka és a kinyerhető hőmennyiség hányadosa. A 3.6-os fejezetben a részletezem mindkettő tényező gyakorlati jelentőségét.

### 3.2.3 A valóságos hőszivattyú-körfolyamat

A gyakorlatban a hőszivattyú munkaközege egy olyan gőz komponensű anyag, amely fázisváltáson megy keresztül az egyes termodinamikai folyamatok során. Ennek legfőbb oka, hogy ilyen módon a környezeti hőmérséklet hőmennyisége leginkább hasznosítható. A fázisváltáskor felszabadult látens hő rendkívül kedvezően befolyásolja a körfolyamat hatásfokát. A hőszivattyúban található munkaközeg állapotváltozásai megfelelően mutatja a Mollier-féle diagram, amelynek a vízszintes tengelyén az entalpia található, a függőleges tengelyén pedig a nyomás logaritmikus léptékben. A következőben ábrázolom az R410A munkaközeg állapotváltozásait a hőmérséklet-entrópia és a nyomás-entalpia diagramban a SOLVAY Solkane program segítségével (9. ábra és 10. ábra).

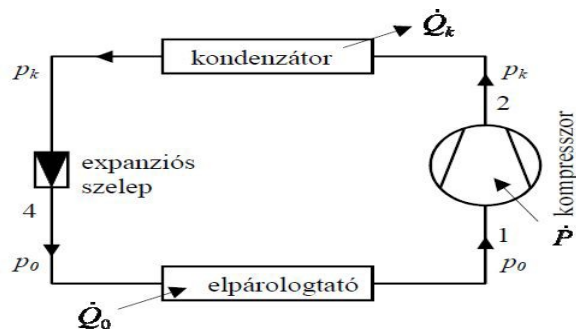


9. ábra: R410A munkaközeg állapotváltozásai T-s diagramban, készítette: Képiró Ádám



10. ábra: R410A munkaközeg logp-h diagramban

Az ideális Carnot-körfolyamat nem kivitelezhető megfelelően kizárólag a nedves telített gőz területén. Ennek gyakorlati oka, hogy a telített gőz nedvességtartalma kifejezetten káros hatással van a kompresszor működésére. A folyadékrezecskék kompressziója hidraulikus robbanást okozhat a kompresszor belsejében. A munkaközeg megválasztásánál figyelembe kell venni azt, hogy miközben a felveszi a környezeti hőmennyiséget, úgy a fajlagos gőztartalma folyamatosan növekedjen. Egészen addig, amíg el nem éri a túlhevített gőz ( $x=1$ ) határgörbét. A gőz fázisú munkaközeg biztonságosan bekerül a kompresszorba, ahol nyomását és hőmérsékletét adiabatikus körülmények mellett megemeljük. A magas nyomású és hőmérsékletű munkaközeg alkalmas arra, hogy hőmennyiségét hasznosítsuk. A kondenzáció során ezt a hőmennyiséget kinyerjük a rendszerből. A munkaközeg az állapotváltozás alatt eléri a folyadékfázis görbének határát ( $x=0$ ). A forró és nagy nyomású munkaközeg ilyen állapotban nem alkalmas a munkavégzésre, ezért adiabatikus expanzió keresztül csökkenthető nyomása és hőmérséklete. Az expanzió után ismét képes a környezeti hőt felvenni és elpárologni. Az ismertetett hőszivattyú-körfolyamat általános gyakorlati megvalósítását a 11. ábrával szemléltetem.



11. *ábra: Hőszivattyú-körfolyamat megvalósítását végző berendezések,  
forrás: Branimir, 2012*

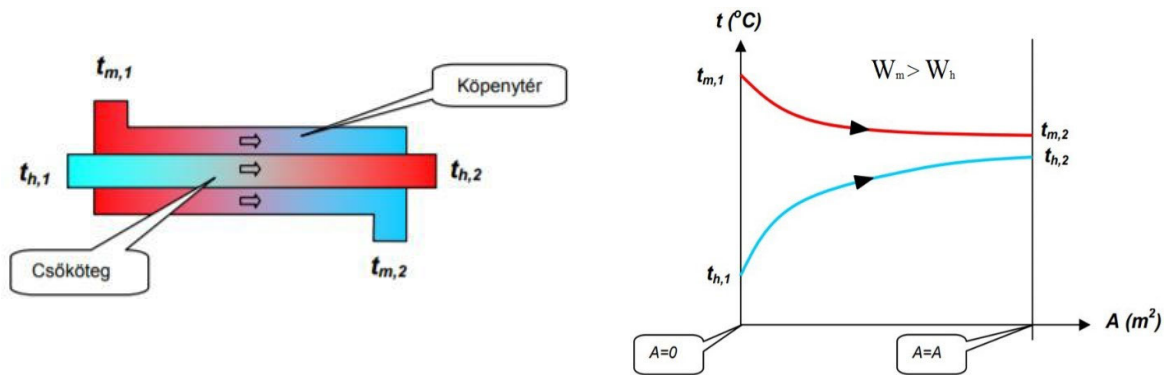
### 3.3. A hőszivattyú-körfolyamat állapotváltozásait megvalósító rendszer elemek

#### 3.3.1 Hőcserélők

Elsőként a hőátadás megvalósítását végző rendszer elemeket ismertetem. Az el párologtató feladata a környezeti hőenergia felvétele és a kompresszor felé való továbbítása. A kondenzátor feladata pedig a magas nyomású és hőmérsékletű munkaközeg hasznosítható hőmennyiségének átadása a felhasználási rendszernek és a munkaközeg expansziós szelep felé való továbbítása. Erre a célra hőcserélőket alkalmazunk. A valóságban természetesen nincsen szó tényleges hőcseréről, hanem mint azt már korábban ismertettem a termodinamika második főtétele alapján az különböző hőmérsékletű rendszerek mind hő- és energiaegyensúlyra törekszenek. Tehát valójában a melegebb rendszer, vagy munkaközeg hőmérséklete csökken, míg a hidegebb rendszer, vagy munkaközeg hőmérséklete növekszik a folyamat során. Az ilyen jellegű termodinamikai folyamatot megvalósító berendezéseket hívjuk hőcserélőknek. Számos típusa és kialakítása létezik a hőcserélőknek, azonban a legelterjedtebb típus a hőszivattyúk vonatkozásában a csőköteges és a lemezes hőcserélő.

##### 3.3.1.1. Egyenáramú hőcserélő

A 12. ábra alapján a párhuzamos egyenáram esetében a hidegebb közeg a csőkötegeben áramlik és a melegebb az azt körülvevő köpenytérben. Azonban ez felcserélhető, a körülmények függvényében.

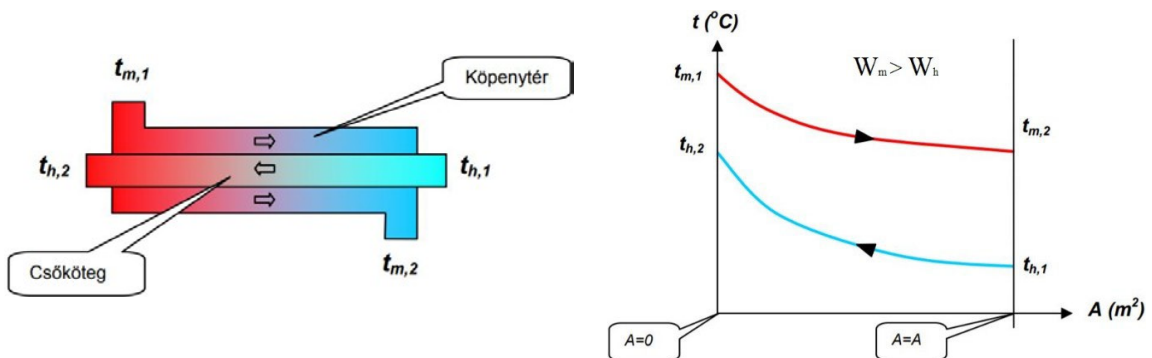


12. *ábra: Párhuzamos egyenáramú hőcserélő áramlási és hőmérsékleti viszonyai, forrás: Dr. Író, 2007*

Az ábrából egyértelműen látható, hogy a két hőmérséklet változása logaritmus jellegű és aszimptotikusan közelít egy bizonyos közös kilépő hőmérsékletre.

### 3.3.1.2. Ellenáramú hőcserélő

Ebben az esetben megfordítjuk a csökötégben az áramlás irányát (13.ábra).

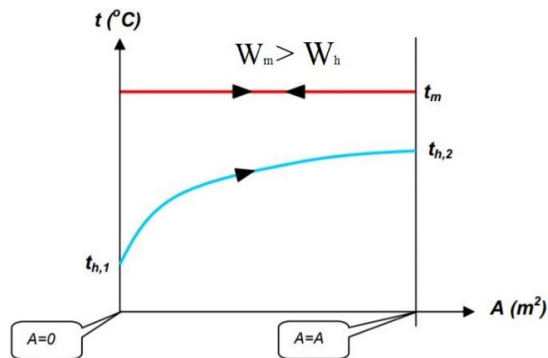


13. *ábra: Párhuzamos ellenáramú hőcserélő áramlási és hőmérsékleti viszonyai, forrás: Dr. Író, 2007*

Ebben az esetben eltérő a hőmérséklet-lefutási görbe. Amennyiben a végtelenségig növelem a hőcserélő felületet, akkor az azt eredményezi, hogy a melegebb közeg kilépő hőmérséklete és a hidegebb közeg belépő hőmérséklete megegyezne, továbbá a melegebb közeg belépő hőmérséklete és a hidegebb közeg kilépő hőmérséklete is egyenlővé válna. Ez azonban a termodinamika szempontjából azt jelentené, hogy megszűnik a hőáramlás. Tehát ez ilyen formában nem megvalósítható.

### 3.3.1.3. Fázisváltozás a hőcserélőben

A hőcserélő berendezések hőmérséklet változásainak szempontjából még fontos az, amikor a két közeg közül az egyik fázisváltozáson megy keresztül, ezt a folyamatot 11.ábrán láthatjuk.



14. *ábra: Fázisváltozás hőmérséklet-lefutási görbéje, forrás: Dr. Író, 2007*

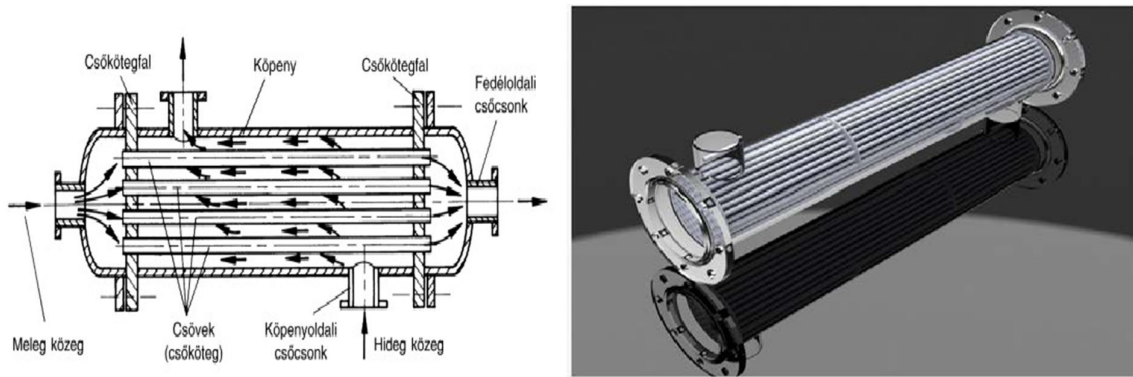
Ilyen eset például, amikor a kondenzálódó gőz átadja hőjét egy folyékony közegnek. A hőcsere folyamata közben a gőz hőmérséklete konstans, miközben a folyékony közeg hőmérséklete a gőz látens hőmennyiségének értékével növekszik. A hőszivattyú hőcserélő berendezéseinek hőtechnikai szempontjából ez a folyamat a leglényegesebb. Abban az esetben, ha a hőleadó közeg gőz, célszerűbb azt a köpenyben vezetni, mert a fűtőcsőben a kondenzátum filmszerű réteget alkotna. A filmréteg miatt leromlik a hőátbocsátási tényező értéke, ami hatásfokromlást eredményez.

A gyakorlatban a hőszivattyú berendezések hőátviteli megoldásait csököteges és lemezes hőcserélőkkel valósítják meg.

### 3.3.1.4. A csököteges hőcserélők

Kialakítása olyan, hogy a hőcserélőben résztvevő két közeg egy szilárd fal választja el egymástól. A fal azt a szerepet tölti be, hogy megakadályozza a két közeg keveredését. Hőtani hatékonyság szempontjából az az előnyös, ha szerkezetileg úgy kerül kialakításra a fal, hogy vastagsága a lehető legkisebb legyen, amit a két közeg nyomása még optimálisan lehetővé tesz. Anyaga pedig egy jó hővezetési tényezőjű anyagból, általában rozsdamentes acélból kerüljön kialakításra (15. ábra).





**15. ábra:** Csőköteges hőcserélők szerkezeti kialakítása, forrás:  
<http://szomax.hu/gyartmanyaink#csokoteges-hocserelok>

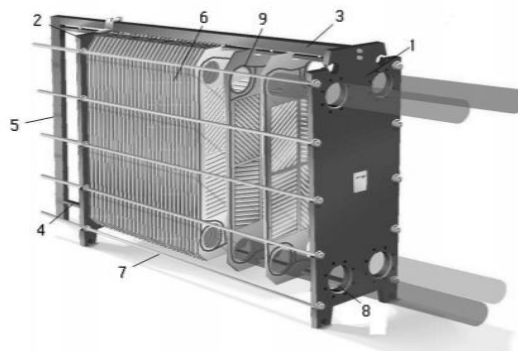
A csőköteges hőcserélőkre jellemző, hogy a köpenytér oldalon is és a csőköteg oldalon is az áramló közegnél kicsi a nyomásveszteség. Kialakításuk miatt kevésbé érzékenyek a vízkőre, egyéb szennyeződésre és tisztításuk is megfelelően kivitelezhető. Főként ezért megfelelőek a folyók, tavak vizét felhasználó rendszerekhez. A csőköteg és a köpeny anyagát korrózióálló rozsdamentes acélból készítik. A csőköteges hőcserélőket jelentős külső hőszigeteléssel látják el. Mindezt azért, hogy a hőcserélő környezet felé leadott hőmennyisége elhanyagolhatóan kicsi legyen.

### 3.3.1.5. A lemezes hőcserélők

Az ilyen típusú hőcserélők között szerkezeti kialakításuk és gyártástechnológiájuk szerint megkülönböztetünk tömítéses lemezköteges és forrasztott lemezes hőcserélőket.

### 3.3.1.6. A tömítéses lemezköteges hőcserélő

A lemezköteges kialakítás során a rozsdamentes acéllapokból készülő lemezköteg két nagy vastagságú acéllap közé van behelyezve. A tömörség érdekében menetes száraz szorítják



**16. ábra:** Tömítéses lemezköteges hőcserélő felépítése és részei,  
forrás: [http://www.multical.hu/Extended\\_manual\\_hu.pdf](http://www.multical.hu/Extended_manual_hu.pdf)



össze a vastag acéllapokat, és így a lemezköteget (16. ábra).

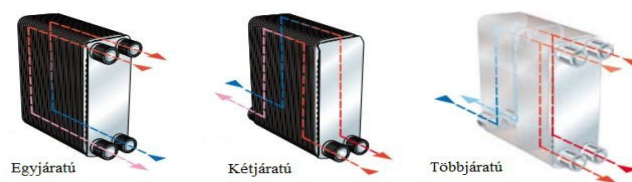
A 16. ábra alapján a lemezköteges hőcserélő részei:

1. tartólábként is funkcionáló fix acél fedőlap,
2. mozgatható acél fedőlap,
3. felső vezetőrúd,
4. alsó vezetőrúd,
5. végtámasz,
6. lemezköteg,
7. rögzítőcsavar,
8. csatlakozónyílások, 9. tömítések.

A hőcserélő olyan felépítésű, hogy könnyen felnyitható ellenőrzés és tisztítás céljából. Minden hőcserélő lemez egyetlen darabbá van összesajtolva. Gumitömítések vannak beragasztva a hőátadásban részvevő felületek és lyukak körüli tömítéshornokba. A tömítéseket mindkét oldalon a lemez bordázati részei támasztják alá. A tömítések kettősek a lyukak körül, és így nem lehetségesek átfolyások a közegek között. Tömítéshiba esetében a közeg egyenesen kifolyik a hőcserélőből.

### 3.3.1.7. A forrasztott lemezes hőcserélő

A rozsdamentes acéllemezek összeforrasztásával feleslegessé válik a tömítések és vastag keretlemezek alkalmazása. A lemezeket a szélein, illetve a lemezek érintkezési pontjai között a vákuumkemencében végzett keményforrasztás során kialakuló rézréteg vagy nikkel réteg tartja össze. Áramlástechnikai kialakítása során létezik egyjáratú, kétjáratú és többjáratú megoldás is (14. ábra).



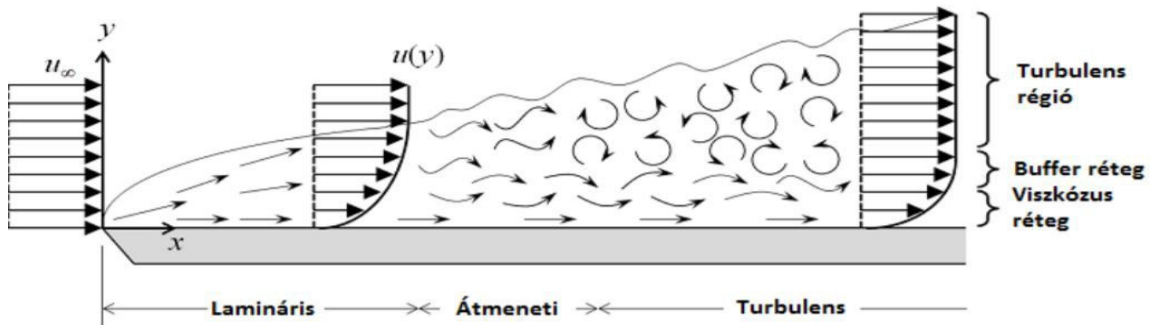
**17. ábra:** Forrasztott lemezes hőcserélők áramlástechnikai kialakításai, forrás:  
[http://www.equinox.hu/uploaded\\_files/solar\\_tech\\_letoltesek/alfa\\_laval\\_forrasztott\\_lemezes\\_hocserelok.pdf](http://www.equinox.hu/uploaded_files/solar_tech_letoltesek/alfa_laval_forrasztott_lemezes_hocserelok.pdf)

A keményforrasztás olyan nem oldható kötéstechnika, amely megakadályozza a forrasztott lemezes hőcserélő szétszerelését. Tehát amennyiben egyik belső alkatrésze meghibásodik, akkor az egész berendezés használhatatlanná és javíthatatlanná válik. Ezen felül pedig nem bővíthető, így az időközben megváltozott igényeket nem tudja követni. Karbantartása és tisztítása helyben történik és az egész berendezés minden szerkezeti elemével együtt végzik.

### 3.3.1.8. *Hőcserélőkben áramló folyadék áramlástechnikája*

A hőcserélőkre jellemző, hogy a hőcserét megvalósító csővezetékekben turbulens áramlást tartanak fenn. A turbulens áramlás esetén az áramló közeg sebességvektorjainak iránya és nagysága pontról pontra eltérő, ezért az áramló közegben örvénylések keletkeznek. Ez jellemzően nagy áramlási sebesség mellett alakul ki. A hőcserélőbe a folyadékot szivattyúval vezetik és ezért áramlási sebessége ennek megfelelően meghatározott tartományban van, amellyel a turbulens áramlás megvalósítható. Ezzel párhuzamosan az áramlási teret határoló fal mentén lamináris áramlás jön létre, amit lamináris fali rétegnek nevezünk (18. ábra).

A turbulens áramlás fenntartása azt a gyakorlati célt szolgálja, hogy ilyen áramlási feltételek mellett a leghatékonyabb a hőátadás.



18. *ábra: Lamináris és turbulens áramlási viszonyok, forrás: Takács, 2017.*

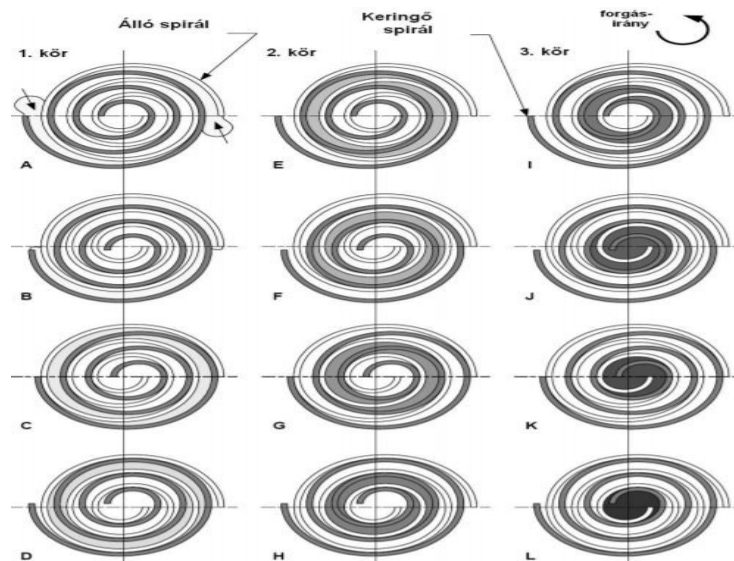
Ennek oka, hogy a csőben kialakuló turbulens áramlás során a fali réteg mindig más és más részecskével érintkezik. Az intenzív turbulens áramlás vékonyítja a fali réteget, ami kedvező a hőátadásnak. Azonban a folyamatnak határt szab a fali hőátadó réteg megszakadása, mert ez ronthatja a hőátadás folyamatát.

### 3.3.2 *A hőszivattyúban üzemelő kompresszor*

Napjaink hőszivattyú berendezéseiben leggyakrabban spirálkompresszort szoktak alkalmazni. A spirálkompresszor a térfogat-kiszorítás elvén működő dugattyús gépek közé

tartozik. A spirálkompresszor két egymásba forduló spirális alakú alkatrészből áll, melyek egyike áll, a másik pedig mozog. A spirál alakja lehet evolvens, archimédeszi spirál, esetleg más hibrid görbe.

A két spirál teljesen azonos geometriával rendelkezik, az összerakáshoz azonban az egyiket vízszintesen átfordítjuk, majd függőlegesen 180°-kal elfordítjuk. A mozgó alkatrészt egy excentrikus tengely hajtja egy speciális, ún. Oldham tengelykapcsolón keresztül, mely megakadályozza az elem forgását. Így az alsó mozgó spirál csak keringő mozgást végez. A gép működésének fázisait a 19. ábra mutatja.



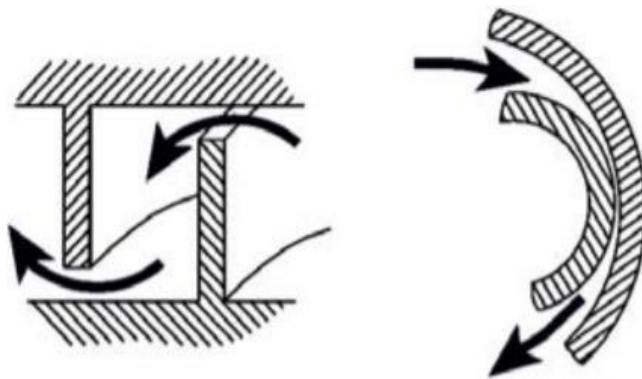
**19. ábra:** Spirálkompresszor működésének fázisai, forrás: forrás: Gausz et al., 2012.

A spirálok összerakott állapotában a spirálok között cápauszony alakú zárt terek alakulnak ki. Ahogy a mozgó spirál az ábrán megjelölt forgásirányba kering, az ábrán látható zárési pontok - ahol a spirálok elméletileg összeérnek- és ez által a zárt „zsebek” is a kör közepe felé mozdulnak el. A csökkenő sugár következtében a spirálok közé bezárt térfogat csökken, így a szállított közeg nyomása nő, vagyis megvalósul a sűrítés. A szívási ütem már tulajdonképpen a „K” pontban megkezdődik, amikor a két spirál külső széle elválik egymástól. Az „A” helyzetben a két spirál teljesen nyitott állapotban van majd a „C” állapotban pedig az első zseb a keringés eredményeképp bezáródik, itt van az adott zseb szívási ütemének vége.

Ebben az állapotban határozható meg a maximálisan beszívott térfogat ( $V_{max}$ ). A vizsgált

első teljes fordulat végére ez a zseb már el is mozdul a középpontban elhelyezett kiömlő nyílás felé, a spirál vége pedig már kezd eltávolodni a másik spiráltól, újra teret nyitva így az alacsony nyomású közeg számára (D). A második teljes fordulat során a vizsgált térfogatrés közelít a középpont felé, miközben nagysága csökken, a közeg nyomása pedig nő. A harmadik fordulat kezdetekor a vizsgált zseb éppen a középpont előtt van (I). Amint a két spirál belső vége közötti zárás megszűnik (J), a közeg a kiömlő nyíláson kiáramlik. A harmadik fordulat további részében a teljes kitolás valósul meg. A „C” és „J” állapotokhoz tartozó térfogatok aránya adja meg a térfogatviszonyt. Minden egyes új kör újra elindít egy ciklust, így egy adott időben a gépen belül három szimmetrikus, cápauszony alakú, de különböző (alacsony, közepes és nagy) nyomású tér van. Az „A” és „L” helyzet között teljesen folyamatos kompresszió valósul meg, egyenletes közegszállítást, nagyon alacsony zaj- és rezgés kibocsátást biztosítva (Gausz et-al., 2012).

A spirálok szimmetriájából következik, hogy a radiális gázerő – amely az egyes zsebekbe zárt különböző nyomású közegekből származik – a gépen belül teljesen kiegyenlítődik, így ilyen terhelése nincs az elemeknek. A működési elvből megállapítható, hogy a spirálkompresszornak sincs károstere, így a töltési fok 100%, ami a szállítási fok javulását jelenti a dugattyús kompresszorokhoz képest. Volumetrikus veszteségek természetesen itt is jelentkeznek, hiszen a két spirál elem között mind axiális, mind radiális irányban elvileg lehetnek rések (20. ábra).



20. **ábra:** Spirálkompresszor működése közben előforduló axiális (b) és radiális (j) rések, forrás: Gausz et-al., 2012

A gyakorlatban azonban az axiális réseket általában tömítik, a spirál anyagába mart horonyba illesztett grafit vagy más anyagú tömítő elemmel. A folyamatos tömítés érdekében a tömítést a gáz nyomása nyomja a felületre állandóan. A tömítés felülete relatíve kicsi a súrlódási veszteségek csökkentése érdekében. A radiális rés csökkentésére az egyik módszer, hogy a spirálokat úgy gyártják, hogy radiális irányban összeérjenek. Ebben az esetben az új gépnél még nem tökéletes az illeszkedés, de bizonyos üzemidő után az elemek összekopnak (Gausz et-al., 2012).

Természetesen ez minimális kopást jelent csupán. A volumetrikus hatásfok tehát folyamatosan javul egy meghatározott értékre.

A másik megoldás, hogy a spirálok nem érnek össze, és az érintkezés elkerülése végett a keringést mechanikusan nagyon pontosan szabályozzák. Ezek a gépek természetesen semmilyen kopást nem szenvednek, hiszen nincs érintkező alkatrész. Mindehhez a gyártás folyamán csak mikrométerben mérhető tűrések engedhetők meg, az alkatrészeket csak speciális forgácsolási eljárásokkal lehet elkészíteni (Gausz et-al., 2012).

### **3.4. Hőszivattyús berendezések hőforrásai**

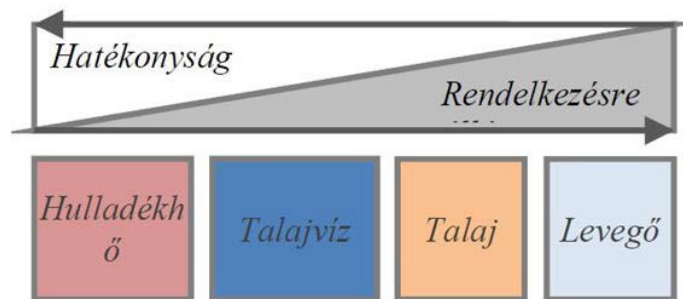
A hőforrásnak sok követelménynek kell megfelelnie ahhoz, hogy biztosított legyen a hőszivattyú hatékony működése. A legfontosabb követelmények a következők:

- ➔ a hőforrásnak minden időben és a lehető legmagasabb hőmérsékleten kell biztosítani a hőmennyiséget,
- ➔ a hőforrás hőszivattyúhoz való illesztési költségének a lehető legalacsonyabbnak kell lennie,
- ➔ a hő a hőforrástól az elpárologtatóba történő elszállításához szükséges energiának a lehető legkisebbnek kell lennie.

A hőszivattyú működtetéséhez leggyakrabban használt hőforrások a következők:

- a levegő (a környezeti levegő, vagy szellőztető rendszerek kifűjt levegőjének felhasználása)
- a talaj (a napsugárzás által a talaj felső rétegébe átadott hő felhasználása, vagy a Föld magjából a talajba áramló geotermikus hőmennyiség felhasználása)
- a víz (talajvíz, vagy felszíni víz hőmennyiségének felhasználása)

A fent említett hőforrások olyan tulajdonsággal rendelkeznek, hogy a rendelkezésre állásuk és a hőszivattyú által nyújtott hatékonyság kiegészítik egymást a 21. ábrán Branimir szerint.



21. **ábra:** Hőszivattyú hőforrásainak hatékonyságának és rendelkezésre állásának összefüggése, forrás: Branimir, 2012.

### 3.4.1 A környezeti levegő

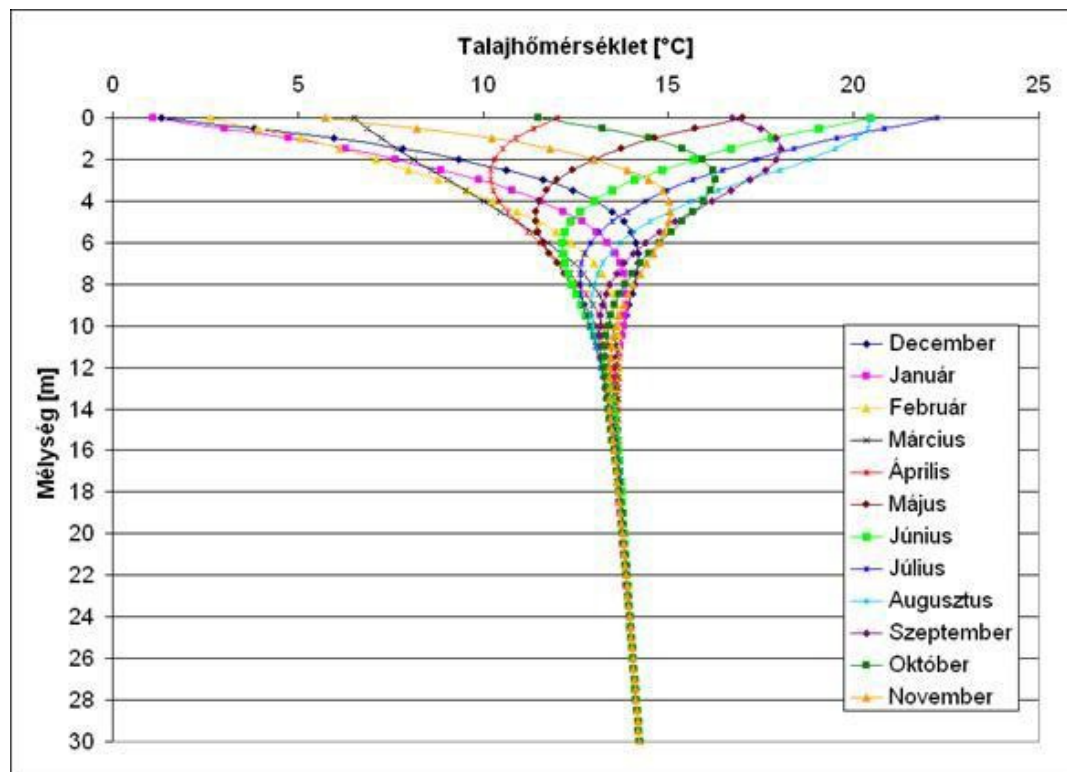
A környezeti levegő a hőszivattyúknál a legelterjedtebb hőforrás. A hőforrásként környezeti levegőt, a hő szállítására vizet vagy levegőt használó hőszivattyúk széles körben elterjedtek. Ennek az az oka, hogy egyszerűen kapcsolhatók össze a fűtési rendszerrel, és hogy mindig jelen van és rendelkezésre áll a hőforrás. A levegőből az épület fűtési rendszerének működtetése érdekében kivont hő a környezetbe az épület hőveszteségének formájában tér vissza. A többi hőforrással összehasonlítva valamivel kisebb a hatékonysága. Ez azért van, mert a környezeti hőmérséklet éppen télen a legkisebb, amikor a legtöbb hőre és a legmagasabb fűtési előremenő hőmérsékletre van szükség. Pontosan ezért a környezeti levegőt hasznosító berendezések  $-20^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletig képesek önmagukban elegendő hőteljesítményt nyújtani egy épület hőveszteségének fedezésére. A későbbi kutatási eredményeim során részletezni fogom, hogy az elmúlt 5 évben egyszer sem fordult elő  $-20^{\circ}\text{C}$  hőmérsékleti érték a vizsgált területen. A legalacsonyabb előforduló hőmérséklet  $-16^{\circ}\text{C}$  volt, azonban ezt is egyetlen alkalommal mérte az Országos Meteorológiai Szolgálat. Ennek megfelelően a fűtési szezonban optimalizált működéssel mindenképpen javítani tudnánk az szezonális hatásfok értéken.

### 3.4.2 A talaj

Attól függően, hogy a talaj melyik rétegének hőtartamát akarjuk hasznosítani, megkülönböztetünk talajkollektoros és talajszondás kivitelű hőszivattyúkat.

#### 3.4.2.1. Talajkollektoros hőszivattyú

A talajkollektor egy olyan nagy felületű csőrendszer, ami a talajban a fagyvédelmi határ alatt helyezkedik el. Általában a csöveket 1,2-1,5 méteres mélységben helyezik el, mert ebben a mélységben a talaj hideg napokon is elegendően meleg ahhoz, hogy a hőszivattyút a talajban összegyűjtött hővel gazdaságosan lehessen üzemeltetni. A talajban lévő hőmennyiség függ a helyi páratartalomtól és éghajlati viszonyoktól. A talaj jó hőmegtartó tulajdonsága miatt a mélyebb talajrétegek hőmérséklete nem változik olyan dinamikusán, mint a felszíni földrétegé. Ez a talajkollektoros rendszerrel hátrány, míg a talajszondás rendszerrel előnyt jelent. Ugyanis 15 méteres mélységnél a talaj hőmérséklete állandó 10-11°C körüli értéken van (22. ábra).



22. **ábra:** A talaj hőmérsékletének alakulása a mélység függvényében a hónapok figyelembevételével, forrás: Erdélyi – Dr. Tóth, 2014.

A talajkollektoros rendszer esetében amennyiben a hőelvonás fokozott mértékű, akkor a csövek körül jégképződhet, ami rendkívül rontja az energiafelhasználás hatáseffektivitását.

#### 3.4.2.2. Talajszondás hőszivattyú

A talaj hőjét egy vagy több, a földbe függőlegesen elhelyezett szonda hasznosítja. A függőleges szondás kialakítás jól alkalmazható sűrűn lakott területeken, ahol a környezet már ki van építve, mivel ez a megoldás nem borítja fel a környezet addigi képét. A szondák beépített U-csöves vagy koaxiális csöves hőcserélőkkel kerülnek kialakításra, Utóbbi



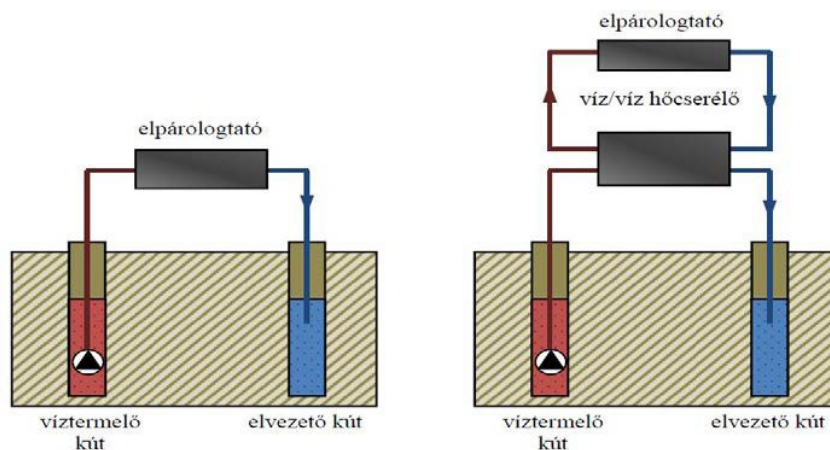
esetben a belső csőben áramlik a hideg munkaközeg és a külső csőben tér vissza a felmelegített munkaközeg az elpárolgatóba. Egy szonda hossza 40 métertől 100 méterig terjedhet. A két szonda közötti legkisebb távolságot a Föld magjából érkező hőáram sűrűsége és a talaj hőmeztartó képessége határozza meg. A szondák között 40-50 méter hosszúságú szonda esetén 5 méter a legkisebb távolság, míg 50-100 méter hosszúság esetén 6 méter távolság javasolt.

### 3.4.3 Víz

Az összes ismert anyag közül a víznek a legnagyobb a fajhője. Ennek köszönhetően magas a hőkapacitása és jó hőközvetítést tesz lehetővé. A hőszivattyúk hőforrásai közül a víz a leghatékonyabb. Az alkalmazását nagyban befolyásolja az, hogy rendelkezésre áll-e a helyszínen. Ebből a szempontból megkülönböztetünk talajvizes és felszíni vizes rendszereket.

#### 3.4.3.1. Talajvizes hőszivattyú

Sok helyen áll rendelkezésre talajvíz, viszonylag stabil 4-15°C hőmérséklettel az éghajlati viszonyok függvényében. A talajvíz általában tiszta, nem agresszív, és a legtöbb esetben közvetlenül bevezethető a hőszivattyú elpárolgatójába, anélkül, hogy hőközvetítő közegre lenne szükség. Az ilyen típusú nyitott rendszerekben a vizet egy fűrt kútból – ez a termelő kút – szivattyúzzák ki, és miután lehűlt az elpárolgatóban, a szennyvízcsatornába engedik, vagy visszavezetik a talajvíz folyamjába az elvezető furaton – ez a nyelő kút – keresztül. A nyelőkút pozícióját a víztermelő kút mögé kell elhelyezni a talajvíz folyásának irányával megegyezően. A zárt rendszerekben a hűtőközeg felé a hőközvetítés történhet közvetlenül, vagy hőközvetítő közegen keresztül indirekt módon (23. ábra).



23. **ábra:** Talajvíz felhasználása direkt és indirekt módon, forrás: Branimir, 2012.



A hőközvetítéshez szükséges plusz hőmérséklet-különbség miatt az indirekt rendszerek hatékonysága valamivel kisebb, viszont fenntartásuk kedvezőbb.

A direkt alkalmazást általában tiltják a jogszabályok, mert az elpárologtató meghibásodása esetén a hűtőközeg szivárgása szennyezi a talajvizet. Ilyen esetekben kötelező a víz/víz hőcserélő beépítése a rendszerbe.

A kialakítás során figyelmet kell fordítani a talajvíz megfagyásának lehetőségére, valamint a korrózió-védelemre és a hőcserélő érintett felületek szennyeződésére.

#### **3.4.3.2. Felszíni víz**

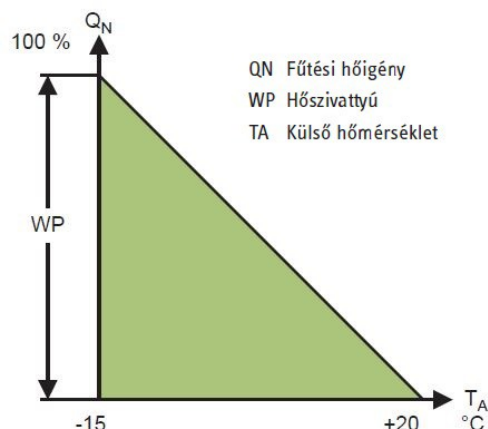
A folyók és a tavak vizei alapvetően hatékony hőforrások lehetnek. Magyarországon a nagyobb felszíni vizek, folyók hőmérséklete egész évben fagypont felett van. Fűtési időben a folyók, tavak vízének hőmérséklete 2-11°C körül ingadozik. Hőforrásként való alkalmazásuk e szempontból előnyös. Emellett azonban hátrányt jelenthet a vízkivétel és utána a felhasznált víz elvezetése. A rendszer tervezésénél ügyelni kell arra, hogy az elpárologtatót, vagy a hőt az elpárologtatóba átvivő hőcserélőt megóvják a fagyástól.

### **3.5. Hőszivattyús fűtés üzemmódjai**

Az alapján, hogy egy adott épület hőszükségletének kielégítésében milyen szerepet tölt be a hőszivattyús rendszer, több meghatározás létezik az adott rendszer üzemmódjára vonatkozóan.

#### **3.5.1 Monovalens üzemmód**

Ebben az esetben a hőszivattyú az épület egyedüli fűtési hőfejlesztője ahogy azt a 24.ábra mutatja. Ez az üzemmód kizárólag alacsony hőmérsékletű fűtési rendszerekhez (padló-, fal-, és mennyezetfűtés, egyszóval felületfűtés) alkalmazható hatékonyan. Ebben az esetben nincsen szükség magas hőmérsékletű fűtővízre, amely kedvező hatással van a hőszivattyú hatásfokára és üzemeltetésére.

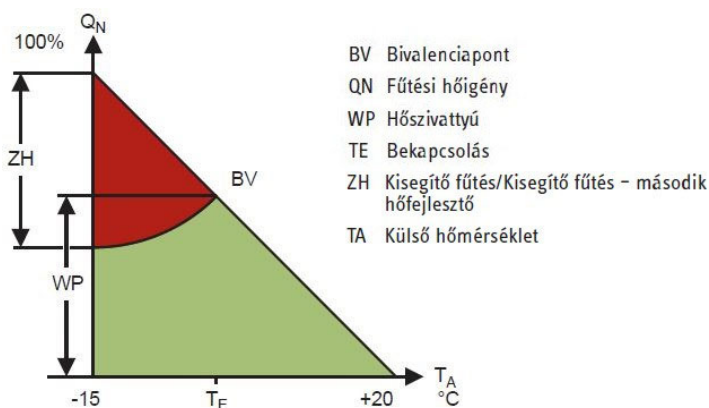


24. *ábra: Monovalens üzemű hőszivattyú, forrás: Stiebel Eltron, 2021*

### 3.5.2 Bivalens-párhuzamos üzem mód

A hőszivattyú  $-20^{\circ}\text{C}$  külső hőmérsékletig egyedüli hőtermelőként üzemel. Ez alatt a környezeti hőmérséklet alatt (bivalenciapont) bekapcsol egy elektromos kiegészítő fűtés (25. ábra). Így a hőszükségletet a hőszivattyú és az elektromos fűtés együttesen fedezi.

Amennyiben mind a hőszivattyú, mind a kiegészítő fűtőegység elektromos árammal üzemel, akkor monoenergiás üzemmódról beszélünk.

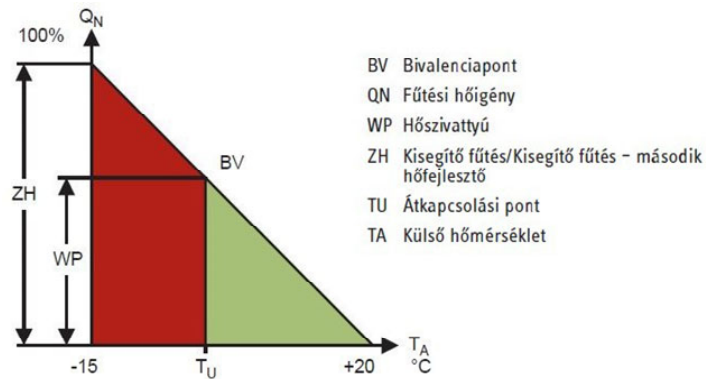


25. *ábra: Bivalens-párhuzamos üzemű hőszivattyú kiegészítő fűtéssel, forrás: Stiebel Eltron, 2021*

### 3.5.3 Bivalens-alternatív üzem mód

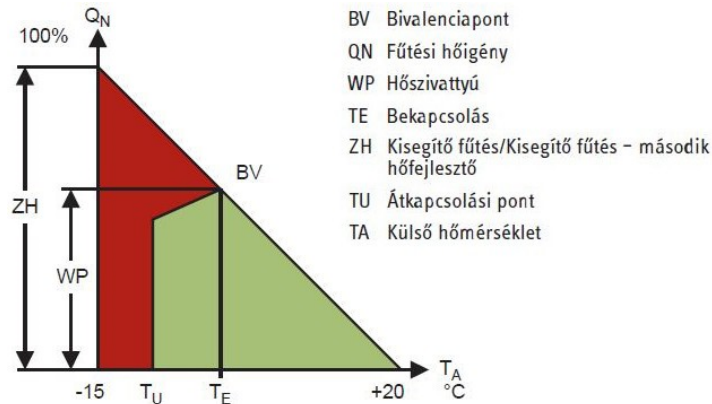
Egy előzetes felmérés és tervezés alapján meghatározott külső hőmérsékletig (pl.:  $0^{\circ}\text{C}$ ) a hőszivattyú biztosítja a teljes fűtési hőenergiát. Ha a külső hőmérséklet a megadott hőmérséklet alá csökken, akkor a hőszivattyú kikapcsol, és a második hőfejlesztő átveszi a teljes fűtést (26. ábra). Így optimalizálható a hőszivattyú üzemelése abba a tartományba, amellyel az adott hőszivattyús rendszer a legnagyobb hatásfokkal üzemel. Ez az üzemmód

magasabb fűtővíz hőmérsékletű rendszerekhez is alkalmazható.



26. ábra: Bivalens-alternatív üzemi hőszivattyú kiegészítő fűtéssel forrás: Stiebel Eltron, 2021

### 3.5.4 Bivalens-részpárhuzamos üzemmód



27. ábra: Bivalens-részpárhuzamos üzemi hőszivattyú kiegészítő fűtéssel, forrás: Stiebel Eltron, 2021

Egy meghatározott külső hőmérsékletig egyedül a hőszivattyú biztosítja a fűtéshez szükséges hőteljesítményt. Ha a külső hőmérséklet ez alá a meghatározott érték alá csökken, bekapcsol a második hőfejlesztő is (27. ábra). Amennyiben a hőszivattyú által biztosítható fűtővíz hőmérséklet már nem elegendő, a hőszivattyú kikapcsol. Ezután a második hőfejlesztő átveszi a teljes fűtési hőigény biztosítását.

### 3.6 COP (Coefficient of Performance) hatékonysági tényező jelentősége a gyakorlatban

A különböző hőszivattyú berendezések üzemeltetése közben felmerülő elektromos fogyasztásuk tekintetében fontos szempont, hogy gazdaságossági és környezetvédelmi szempontból összehasonlíthatóak legyenek. Ennek érdekében kerültek definiálásra a hatékonysági viszonzyszámok (Zöld et-al. 2019). Ez a hőszivattyú berendezések energiahatékonysági megítélésében játszik fontos szerepet, továbbá a tervezési szakaszban a berendezés kiválasztásában fontos tényező. A hőszivattyú teljesítménytényezőjének megállapításában a leadott termikus teljesítmény és a működéséhez szükséges elektromos teljesítmény hányadosát vesszük alapul fűtési üzemben és az EN 14511-2-s szabvány szerint meghatározott primer és szekunder oldali hőmérsékleteken. Számszerűleg ezt a 4. számú képletben fejeztem ki.

$$COP = \frac{P_{termikus}}{P_{elektromos}} \left[ \frac{kW}{kW} \right], \quad (4.)$$

A mértékegység dimenzió analíziséből látható, hogy ez egy mértékegység nélküli viszonzyszám, amely megmutatja, hogy 1 kW elektromos teljesítmény felhasználásával a hőszivattyú berendezés mennyi termikus teljesítményt állít elő a fűtési rendszer számára.

Ahogy korábban már kifejtettem a hőszivattyú működésének elméleti háttere a megfordított Carnot-körfolyamat, amelynek hatásfoka a  $T_0$  hőközlés és  $T_1$  hőelvonás fázis hőmérsékletek különbségének függvénye. Ugyanez igaz a COP értékre vonatkoztatva, ugyanis itt a hőforrás oldal felel meg a  $T_1$  hőmérsékletnek, ezt primer hőmérsékletnek is hívjuk. Míg a fűtési rendszerben az előremenő víz hőmérséklete a  $T_1$  hőmérséklet, ezt szekunder hőmérsékletnek is nevezzük. Tehát megállapíthatjuk a Carnot-körfolyamat hatásfok egyenletéből, hogy minél nagyobb a primer és a szekunder köri hőmérséklet különbsége, annál kedvezőtlenebb a COP értéke. Az elméleti háttér paraméterein túlmenően gyakorlati szempontból vizsgálva a hőszivattyúban üzemelő kompresszornak a primer oldali hőmérséklet csökkenésével arányosan nagyobb nyomásviszonyt kell előállítania ugyanazon szekunder oldali hőmérséklet előállításához, amely így az elektromos teljesítményfelvétel növekedését eredményezi.

Ez a megállapítás két következtetést von maga után. Az egyik, hogy a hőszivattyú berendezés üzemeltetési energiahatékonyságát nagyban meghatározza a primer oldali hőmérséklet, amely a környezeti hőmérséklettel azonos. A környezeti hőmérsékletet befolyásolni nem tudjuk, levegő-víz hőszivattyú esetében a levegő, mint hőforrás, minden

időpillanatban változik. A másik következtetés, hogy a hőszivattyú üzemeltetési energiahatékonyságára azonban a szekunder oldali hőmérséklet is hatást gyakorol, amely a fűtési rendszer előremenő víz hőmérsékletével azonos. Ezt a paramétert racionális keretek között, a helyiségek ismert fűtési hőszükségletének figyelembevételével tudjuk befolyásolni.

### **3.6.1 COP és a kiválasztott hőleadó kapcsolata**

Ennek következtében alkalmazunk alacsony fűtési előremenő víz hőmérsékletet a hőszivattyú berendezés COP érték javításának érdekében. Azonban tervezési szempontból itt is van egy határérték, amit mindenképpen figyelembe kell venni. Ez pedig, hogy a padló felületi hőmérséklete, amelynek értéke a 29°C-ot nem haladhatja meg, mert e fölötti felületi hőmérséklet kellemetlen érzetet nyújt. (Bánhidi - Kajtár, 2018.) Gyakorlati tervezési tapasztalat, hogy amennyiben a nagyméretű helyiségek (például nappalik, közösségi és multifunkcionális terek) jelentős üvegezett felülettel, és bútorozással rendelkeznek, akkor a fennmaradó szabad padlófelületen sűrű osztásközzel és magas szekunder oldali hőmérséklettel tudnánk kielégíteni az előzetesen meghatározott fűtési hőszükségletet. Következésképpen a padlófűtés felületi hőmérséklete komfort szempontból meghatározza a maximálisan alkalmazható szekunder oldali hőmérsékletet, amely így közvetlen hatással van a padlófűtési rendszer által leadott hőteljesítményre. Amennyiben teljesülnek a kedvezőtlen peremfeltételek, akkor a padlófűtéssel elérhető hőteljesítmény nem képes fedezni a helyiség fűtési hőszükségletét. Egyik alternatíva ebben az esetben radiátoros hálózat alkalmazása. Az épületben jelentős homlokzati üvegfelületek előfordulásakor ez esztétikai szempont figyelembevételével padlókonvektor használatát teszi indokolttá. Ugyanakkor a padlókonvektor használatával növelni szükséges a szekunder oldali hőmérsékletet, így ezt nem tekinthetjük egy effektív iránynak. Léteznek más felületfűtési módszerek, ezek a falfűtés és a mennyezetfűtés. A falfűtés során a felületfűtési panelek elhelyezésének megállapítása körültekintő és alapos együttműködést igényel a belsőépítész tervezővel. Legtöbb esetben az épületgépész mérnök által meghatározott műszaki és a belsőépítész által elképzelt esztétikai tartalomnak nem létezik közös metszéspontja, így ez a felületfűtési mód lakossági felhasználásban nem jellemző, inkább ipari és közcélú létesítményeknél használatos. A mennyezetfűtés megfelelően előkészített födém esetében kiválóan alkalmas a fűtési hőszükséglet kielégítésére.

### **3.6.2 SCOP (Seasonal Coefficient of Performance), azaz a fűtési szezonra számított COP**

A COP egy pillanatban vizsgált teljesítménytényező, amely a külső hőmérséklet és így a

szükséges fűtési hőteljesítmény függvényében állandóan változik. Amennyiben ezt a pillanatnyi teljesítménytényezőt megfelelő gyakorisággal vizsgáljuk a fűtési szezon során és az így kapott értékeket átlagoljuk megkapjuk az SCOP-t. Az SCOP a fűtési szezon minden egyes napjára vonatkoztatott COP átlaga. Számításaim során a fűtési szezon napjaira órás gyakorisággal fogom meghatározni a COP értékeket és ezeknek az értékeknek az átlaga határozza meg az SCOP értékét.

## 5. Az épület fűtési hőszükséglet számítása

### 5.1. Elméleti alapjai

A hőszivattyús rendszer tervezésénél elsődleges szempont az adott épület hőigényének kiszámítása. Ennek megfelelően a továbbiakban meghatározom a referencia épület téli fűtési hőszükségletét.

A fűtési hőszükséglet az alábbi képlettel számítható a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet alapján (5.):

$$\dot{Q}_f = \dot{Q}_{tr,k} + \dot{Q}_{tr,b} + \dot{Q}_{inf} - \dot{Q}_s - \dot{Q}_b [W], \quad (5.)$$

ahol:

$\dot{Q}_f$  – a fűtési hőszükséglet [W],

$\dot{Q}_{tr,k}$  – a külső transzmissziós energiaáram [W],

$\dot{Q}_{tr,b}$  – a belső transzmissziós energiaáram [W],

$\dot{Q}_{inf}$  – a filtrációs hőszükséglet [W],

$\dot{Q}_s$  – a napsugárzásból származó energianyereség [W],

$\dot{Q}_b$  – a belső energianyereség [W],

A fűtési hőszükséglet az az energiaáram, amelyet az adott fűtési rendszernek mindenképpen fedeznie kell ahhoz, hogy az épületben az előre meghatározott komfort hőmérsékletek minden körülmények között biztosítva legyenek. A beépítendő fűtési rendszer fűtőteljesítményének mindenképpen nagyobbak kell lennie, mint a hőszükséglet, mert a fűtési rendszer saját, belső veszteségeit is kompenzálnia kell.

#### 5.1.1 Külső transzmissziós energiaáram

A külső transzmissziós energiaáram számítását azokra a határoló- és nyílászáró szerkezetekre végzem el, amelyek a méretezett helyiséget a külső környezettől vagy a talajtól választják el. Számítását az alábbi összefüggés mutatja (6.).

$$\dot{Q}_{tr,k} = \sum_{j=1}^n U_j \cdot A_j \cdot (t_i - t_e) [W], \quad (6.)$$

ahol:

$U_j$  – j-ik szerkezet hőátbocsátási tényezője [W/m<sup>2</sup>K],

$A_j$  – j-ik szerkezet felülete [m<sup>2</sup>],

$t_e$  – külső hőmérséklet méretezési értéke [°C],

$t_i$  – helyiség belső hőmérséklete [°C],

$n$  – helyiséget a külső környezettől elválasztó szerkezetek száma.

A képletben jelentős szerepet játszik az adott szerkezet hőátbocsátási tényezője. Ez a tényező megmutatja, hogy egységnyi idő alatt, egységnyi felületű és megadott vastagságú anyagon keresztül mennyi hőenergia távozik a helyiségből. Ennek megfelelően kiszámítása (9.).

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_e} + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_i}} \left[ \frac{W}{m^2K} \right], \quad (7.)$$

ahol:

$U$  – szerkezet hőátbocsátási tényezője [W/m<sup>2</sup>K],

$\alpha_e$  – külső oldali hőátadási tényező [W/m<sup>2</sup>K],

$\alpha_i$  – belső oldali hőátadási tényező [W/m<sup>2</sup>K],

$d_j$  – j-ik réteg vastagsága [m],

$\lambda_j$  – j-ik réteg hővezetési tényezője [W/mK].

Ezt a tényezőt a (7.) képlet segítségével minden - az épületben található – szerkezetre meg kell állapítani.

### **5.1.2 Belső transzmissziós energiaáram**

Belső transzmissziós energiaáramot azokra a határoló- és nyílászáró szerkezetekre számolom, amelyek a méretezett helyiséget olyan szomszédos tértől választják el, ahol a helyiség-hőmérséklet a vizsgált helyiségtől eltérő, vagy üzemszerűen és tartósan eltérő lehet, amennyiben ez az eltérés 4 K vagy nagyobb. Ennél kisebb eltérés esetén a számítás csak akkor kell elvégezni, ha a belső transzmissziós energiaáram előreláthatóan eléri vagy

meghaladja a fűtési hőszükséglet egészének 10 %-át. Számítási módja nagyrészt megegyezik a külső transzmissziós energiaáram számításával (10.).

$$\dot{Q}_{tr,b} = \sum_{j=1}^n U_j \cdot A_j \cdot (t_i - t_{sz}) [W], \quad (8.)$$

ahol:

$U_j$  – j-ik szerkezet hőátbocsátási tényezője [ $W/m^2K$ ],

$A_j$  – j-ik szerkezet felülete [ $m^2$ ],

$t_{sz}$  – szomszédos hőmérséklet méretezési értéke [ $^{\circ}C$ ],

$t_i$  – helyiség belső hőmérséklete [ $^{\circ}C$ ],

$n$  – helyiséget a külső környezettől elválasztó szerkezetek száma.

### 5.1.3 Filtrációs hőszükséglet

A filtrációs hőszükséglet a méretezett helyiségbe a külső környezetből és/vagy a szomszédos terekből a sűrűségkülönbség, a szél és a kiegészítő szellőztetés hatására bejutó levegőáramok felmelegítésére szolgáló energiaáram. Amennyiben a filtrációs légcserre nem éri el a helyiségre előírt kötelező légcserét, akkor a kötelező légcserre a filtrációs hőszükséglet számítás alapja. Kiszámítása a (10.) képlet alapján történik.

$$\dot{Q}_{inf} = L \cdot \rho_{be} \cdot c \cdot (t_i - t_{be}) [W], \quad (9.)$$

ahol:

$L$  – a levegő térfogatárama [ $m^3/s$ ],

$\rho_{be}$  – belépő levegő sűrűsége [ $kg/m^3$ ],

$c$  – a levegő fajhője [ $J/kgK$ ],

$t_i$  – helyiség belső hőmérséklete [ $^{\circ}C$ ],

$t_{be}$  – a levegő belépési hőmérséklete [ $^{\circ}C$ ].

### 5.1.4 Napsugárzásból származó energianyereség

A napsugárzásból származó energiaáram számítása a méretezett helyiséget a külső környezettől elválasztó, sugárzást át bocsátó (transzparens) szerkezetekre végzem el. A szokványos üvegezett szerkezetekre az alábbi összefüggés használható (11.).

$$\dot{Q}_s = A_{\ddot{u}} \cdot \dot{q}_s [W], \quad (10.)$$



ahol:

$A_{\text{ü}}$  – az üvegezett szerkezet felülete [ $\text{m}^2$ ],

$\dot{q}_s$  – a napsugárzás fajlagos energiaárama [ $\text{W}/\text{m}^2$ ].

A napsugárzás fajlagos energiaáramának mennyiségét a szerkezet tájolása és a benapozás függvényében az alábbi 1. táblázat mutatja.

1. táblázat: A napsugárzás fajlagos energiaárama, forrás: MSZ-04-140/3

Tájolási szektor	D		DK és DN		K és N		É	
	Teljes	Részben	Teljes	Részben	Teljes	Részben	Teljes	Részben
$\dot{Q}_s$ [W]	45	25	30	20	15	10	0	0

### 5.1.5 Belső energianyereség

A belső hőnyereséget jelent az emberek, gépek, világítás és egyéb berendezések hőleadása. Ezzel a hőnyereséggel a fűtési hőszükséglet csökkenthető. A Menedzsment Campus épületében számos közösségi tér található, amelyekben akár 100 főnél is több tartózkodhat egyszerre. Ez jelentős hőenergiát jelent. Azonban a méretezési állapot során figyelembe kell venni azt, hogy az emberek nem tartózkodnak állandó jelleggel az épületben. Tehát a hőnyereség csak meghatározott időszakokban érvényes.

### 5.2. Gyakorlati alkalmazása

Az épület hasznos fűtött alapterülete összesen 113,82  $\text{m}^2$ . Ennek oka, hogy a Multifunkcionális helyiségben található fallal elhatárolt gépészeti helyiség külön fűtésére nem kerül sor. A hőtechnikai számításokat BAUSoft WinWatt Gólya programmal végeztem el.

Az épületben az alábbi szerkezetek kerülnek beépítésre a meghatározott rétegrendben.

Külső fal (kívülről befelé haladva):

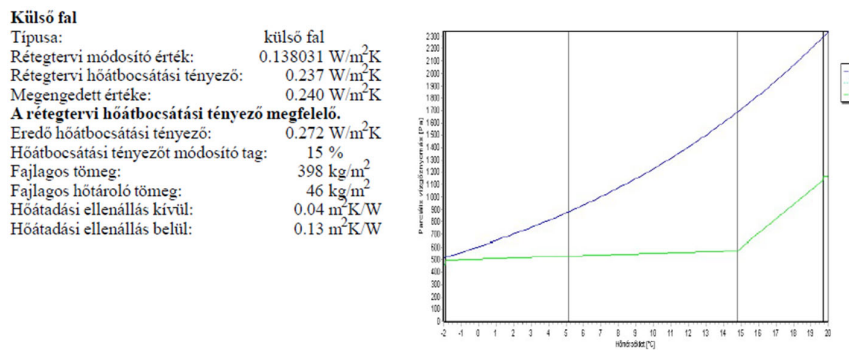
1. Javított mészvakolat – 1,5 cm
2. Rockwool Frontrock MAX E homlokzati hőszigetelés 14 cm
3. Rockwool Frontrock MAX E homlokzati hőszigetelés – 16 cm
4. POROTHERM 38 N+F TM thermo hőszigetelő habarccsal – 38 cm
5. Belső nemes vakolat – 1,5 cm

6. Korrekciós körülmény: CEILINGROCK dübel túske, mechanikai rögzítőelem  
3 db/m<sup>2</sup>

7. Korrekciós körülmény MSZ-04-140-2: 1991 M.1.2. táblázat alapján: 400 kg/m<sup>3</sup>-nél kisebb sűrűségű, ülepedésre, vetemedésre, roskadásra hajlamos hőszigetelés függőleges réteggént beépítve, ásványgyapot, polisztirollhab – 0,2

A 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet alapján megengedett szerkezeti hőátbocsátási tényező értéke: 0,240 W/m<sup>2</sup>K.

A szerkezet részletes számítása a WinWatt Gólya programban a 28. ábrán látható.



Réteg	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m <sup>2</sup> K/W]	δ	t <sub>e</sub> [°C]	t <sub>i</sub> [°C]	P <sub>e</sub> [Pa]	P <sub>i</sub> [Pa]
megnevezés			-						
javitott mészvakolat	1,5	0,87	0		0,024	-1,9132	-1,8758	465	495
Rockwool Frontrock MAX	14	0,036	0,2	3,2407	0	-1,8758	5,1581	495	532
Rockwool Frontrock MAX	16	0,036	0	4,4444	0	5,1581	14,805	532	574
POROTHERM 38 N+F TM	38	0,169	0	2,2485	0,033	14,805	19,685	574	1133
nemes vakolat	1,5	0,99	0		0,02	19,685	19,718	1133	1169

Megnevezés	Tipusa	Mérete	Értéke	dU [W/m <sup>2</sup> K]
CEILINGROCK d	Mechanikai	3 db/m <sup>2</sup>	(0.80 * 57.3	0.138

Vizsgálati jelentés: A szerkezetben páralecsapódás nem alakul ki.

**28. ábra:** Külső fal szerkezet hőtechnikai adatai WinWatt Gólya programban, készítette: Képiró Ádám

Az ábrán jobb oldalt látható diagram a szerkezet páradiffúziós diagramja, amely az egyes rétegek páraáramlási és tulajdonságaiból és parciális nyomásaiból szerkesztett diagram.

A rétegek megnevezése után található jelölések a következőket mutatják meg:

- d – réteg vastagsága, [cm],
- λ – hővezetési tényező [W/mK],
- κ – korrekciós tényező [mértékegység nélküli],
- R – hővezetési ellenállás [m<sup>2</sup>K/W],

- $\delta$  – páravezetési tényező [g/msMPa],
- $t_e$  – hőmérséklet kívül [°C]
- $t_i$  – hőmérséklet belül [°C]
- $p_e$  – parciális nyomás kívül [Pa]
- $p_i$  – parciális nyomás belül [Pa]

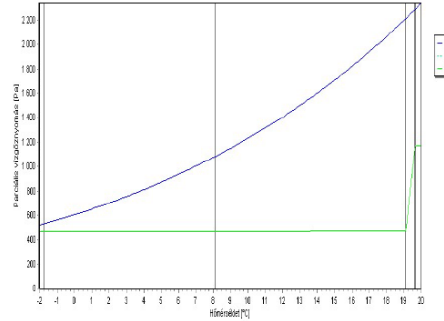
Födém (belülről kifelé haladva):

- |   |        |
|---|--------|
| 1. Nemes vakolat –                          | 1,5 cm |
| 2. Födém, C16/20-X0v(H)-16/F2 betonnal –    | 20 cm  |
| 3. URSA LHF üvegyapot hőszigetelés –        | 14 cm  |
| 4. URSA Therwoo-Roll üvegyapot hőszigetelés | 12 cm  |

A 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet alapján megengedett szerkezeti hőátbocsátási tényező értéke: 0,170 W/m<sup>2</sup>K.

A szerkezet részletes számítása a WinWatt Gólya programban a 29. ábrán látható.

**Födém**  
 Típusa: padlásfödém  
 y méret: 1 m  
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.150 W/m<sup>2</sup>K  
 Megengedett értéke: 0.170 W/m<sup>2</sup>K  
**A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.**  
 Eredő hőátbocsátási tényező: 0.164 W/m<sup>2</sup>K  
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 10 %  
 Fajlagos tömeg: 342 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőtároló tömeg: 289 kg/m<sup>2</sup>  
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.08 m<sup>2</sup>K/W  
 Hőátadási ellenállás belül: 0.10 m<sup>2</sup>K/W



Rétegek belülről kifelé	d	λ	κ	R	δ	t <sub>e</sub>	t <sub>i</sub>	P <sub>e</sub>	P <sub>i</sub>
Réteg megnevezés	[cm]	[W/mK]	-	[m <sup>2</sup> K/W]	-	[°C]	[°C]	[Pa]	[Pa]
nemes vakolat	1,5	0,99	0		0,02	19,621	19,671	1149	1169
Födém	20	0	0	0,16	0,008	19,095	19,621	475	1149
URSA LHF	14	0,042	0	3,3333	0,68	8,1308	19,095	470	475
URSA Therwoo-Roll	12	0,04	0	3	0,64	-1,7369	8,1308	465	470

Vizsgálati jelentés: A szerkezetben páralecsapódás nem alakul ki.

29. ábra: Födém szerkezet hőtechnikai adatai WinWatt Gólya programban, készítette: Képiró Ádám

A 29. ábrán látható, hogy a tervezett rétegtrend a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet alapján előírt értéket teljesíti, így a szerkezet hőtechnikai szempontból megfelelő. Továbbá a szerkesztett páradiffúziós diagram alapján a szerkezetben páralecsapódás nem alakul ki.

Padló (kívülről befelé haladva):

- Tömörített altalaj – 20 cm
- Tömörített kavics – 25 cm
- Vasalt alaplemez, C25/30-XC2-16/F2 beton minőségben – 15 cm
- Vízszigetelés, Elastovill E-G 4 F/K – 0,4 cm
- Austrotherm AT-N150 lépésálló polisztirol hőszigetelés – 6 cm
- Austrotherm AT-N150 lépésálló polisztirol hőszigetelés – 6 cm
- Technológiai fólia (hőszigetelés védelme érdekében) 1 rtg.
- Aljzatbeton, : C8/10-XN(H)-16/F2 beton minőségben 4 cm
- Baumit Esztrich E225 3,5 cm
- Padlóburkolat, kerámia 2 cm

A 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet alapján megengedett szerkezeti hőátbocsátási tényező értéke: 0,300 W/m<sup>2</sup>K.

A szerkezet részletes számítása a WinWatt Gólya programban a 30. ábrán látható.

<b>Padló</b>									
Tipusa:	padló (talajra fektetett)								
y méret:	1 m								
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.233 W/m <sup>2</sup> K								
Megengedett értéke:	0.300 W/m <sup>2</sup> K								
<b>A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.</b>									
Vonalmenti hőátbocsátási tényező:	0.580 W/mK								
Fajlagos tömeg:	1171 kg/m <sup>2</sup>								
Fajlagos hőtároló tömeg:	194 kg/m <sup>2</sup>								
Hőátadási ellenállás kívül:	0.00 m <sup>2</sup> K/W								
Hőátadási ellenállás belül:	0.17 m <sup>2</sup> K/W								
Padlószint magassága:	0m								
Rétegek kívülről befelé									
Réteg	d	λ	κ	R	δ	t <sub>e</sub>	t <sub>i</sub>	P <sub>e</sub>	P <sub>i</sub>
megnevezés	[cm]	[W/mK]	-	[m <sup>2</sup> K/W]		[°C]	[°C]	[Pa]	[Pa]
Tömörített altalaj	20	0	0	0,2	0	-2	-0,97606	465	465
Tömörített kavics	25	0,35	0	0,71429	0,072	-0,97606	2,6808	465	467
Vasalt alaplemez	15	1,55	0		0,008	2,6808	3,1763	467	480
Elastovill E-G 4 F/K	0,4	0,12	0		0	3,1763	3,347	480	774
Austrotherm AT-N150	6	0,034	0	1,7647	0	3,347	12,382	774	930
Austrotherm AT-N150	6	0,034	0,42	1,2428	0	12,382	18,744	930	1086
Technológiai fólia	0,009	0	0	0	0	18,744	18,744	1086	1086
Aljzatbeton	4	1,28	0	0,03125	0,012	18,744	18,904	1086	1109
Baumit Esztrich E225	3,5	1,4	0	0,025	0	18,904	19,032	1109	1161
Padlóburkolat	2	1,05	0		0,017	19,032	19,13	1161	1169

**30. ábra:** Padló szerkezet hőtechnikai adatai WinWatt Gólya programban, készítette: Képiró Ádám

A 30. ábrán látható, hogy a tervezett rétegtrend a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet alapján előírt értéket teljesíti, így a szerkezet hőtechnikai szempontból megfelelő. Továbbá a szerkesztett páradiffúziós diagram alapján a szerkezetben páralecsapódás nem alakul ki.

A WinWatt Gólya programban lehetőségünk van ismert szerkezetek adatainak a bevitelére is. Ezek jellemzően a kereskedelmi forgalomban kapható nyílászárók, amelyeknek hőátbocsátási tényezőit az adott gyártók megadják.

Ezek alapján az ablak, az ajtó és az üvegezett ajtó hőtechnikai adatai a 31. ábra alapján:

<b>Ablak_2</b>	
Tipusa:	ablak (külső, fa vagy PVC)
x méret:	0,6 m
y méret:	1,5 m
Hőátbocsátási tényező:	0.600 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	1.150 W/m <sup>2</sup> K
<b>A hőátbocsátási tényező megfelelő.</b>	
Üvegezési arány:	75 %
Üvegezés g értéke:	0.522
Éjszaka társított szerkezet hőv. ellen.:	0.120 m <sup>2</sup> K/W
Árnyékolás módja nyáron:	külső
Árnyékolás naptényezője nyáron:	0.100
<b>Ajtó</b>	
Tipusa:	ajtó (külső)
x méret:	2 m
y méret:	1 m
Hőátbocsátási tényező:	0.750 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	1.450 W/m <sup>2</sup> K
<b>A hőátbocsátási tényező megfelelő.</b>	
<b>Ajtó üvegezett</b>	
Tipusa:	üvegezett ajtó (külső, fa vagy PVC)
Hőátbocsátási tényező:	1.100 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	1.150 W/m <sup>2</sup> K
<b>A hőátbocsátási tényező megfelelő.</b>	
Üvegezési arány:	75 %
Üvegezés g értéke:	0.522
Éjszaka társított szerkezet hőv. ellen.:	0.120 m <sup>2</sup> K/W
Árnyékolás módja nyáron:	külső
Árnyékolás naptényezője nyáron:	0.100

**31. ábra:** Ablak, ajtó és üvegezett ajtó szerkezetek hőtechnikai adatai WinWatt Gólya programban, készítette: Képiró Ádám

Az előzetesen meghatározott rétegrendi hőátbocsátási tényezők és a helyiségek határoló szerkezeteinek függvényében minden helyiség hővesztesége kiszámítható. Ezt a 2.számú táblázatban foglaltam össze.

2. táblázat: Referencia épület helyiségeinek hőtechnikai adatai

Ssz	Helyiség funkciója	A [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	h [m]	t <sub>t</sub> [°C]	Q <sub>t</sub> [W]	Q <sub>pt</sub> [W]
02	Hálószoza	24,81	70,708	2,85	23	1576	1475
03	Konyha+Nappali	58	165,3	2,85	22	3867	3835
04	Gardrób	3,55	10,117	2,85	20	96	104
05	Fürdőszoba	3,66	10,431	2,85	22	281	127
06	Hálószoza	7,4	21,09	2,85	23	380	290
07	Multifunkcionális helyiség	12,1	34,485	2,85	22	594	508
09	Előtér	2,2	6,27	2,85	20	162	115
10	WC	2,1	5,985	2,85	20	359	113

A 2. táblázat 7. oszlopában található érték, az adott helyiség fűtési hőszükséglet értéke Watt-ban kifejezve. Ezeket összegezve kapjuk az épület hőszükségletét. Az utolsó oszlopban található értékek a felületfűtés teljesítményét mutatják.

Ennek alapján az épület számított fűtési hőszükséglete: **7483 W**.

### 5.3. Hőleadó rendszer tervezése

A hőszivattyú berendezés hatékony működéséhez kizárólag alacsony hőmérsékletű hőleadó rendszer megfelelő. Ilyen hőleadó rendszer a felületfűtés, amely a belső komfort szempontjából kellemesebb hőérzetet biztosít, mint a hagyományos radiátoros fűtések. Ennek legfőbb oka, hogy a felületfűtések főként hőszugárzás (radiáció) útján valósítják meg a hőenergia terjedését, míg a hagyományos fűtési módok hőáramlás (konvekció) alapján működnek. A konvekció a levegő áramlásával megvalósuló hőterjedés. A sugárzó hő elektromágneses hullámjelenség, a hőterjedéshez nincs szükség közvetítő közegre, mint pl.

a levegő. (Pipelife, 2020). A hőszigetelés egyenletesebb léghőmérsékletet biztosít. Emellett pedig kihasználható vele az épületszerkezetek (födém, esztrich beton) kedvező hőtároló kapacitása, amellyel energiamegtakarítást tudunk elérni.

A számított hőszükséglet kielégítésére padlófűtés és mennyezetfűtési rendszert fogok alkalmazni.

A BAUSoft WinWatt programban elvégzett számításokat a 3. számú táblázatban foglaltam össze.

3. táblázat: Felületfűtési rendszerek számításainak eredményei

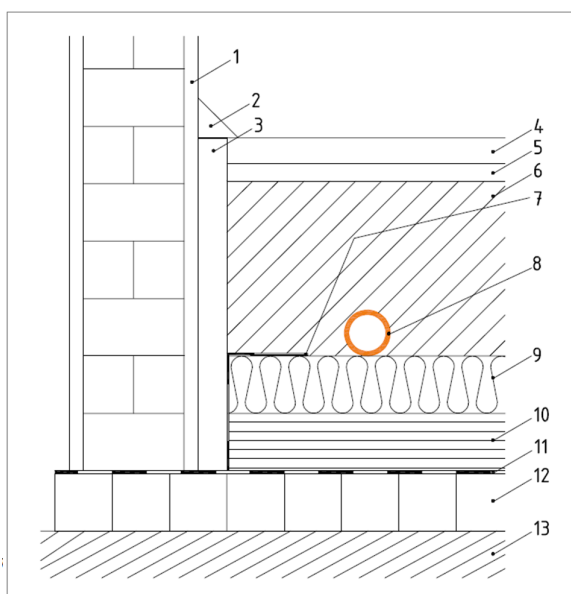
<b>02 - Hálószoba</b>					
Rendszer	Burkolat	Osztás [mm]	Beépített felület [m <sup>2</sup> ]	Teljesítmény [W]	Becsült csőhossz [m]
Radopress padlófűtés 20x2,0 csővel	kerámia	75	7,0	272	93,3
		75	7,0	271	93,3
		100	10,0	374	100
SLAB-16 modul zárófödém, Radopress 16x2,0 csővel	2 mm vakolat	100	6,4	279	64
		100	6,4	279	64
<b>03 – Konyha + Nappali</b>					
Radopress padlófűtés 20x2,0 csővel	kerámia	100	15,0	497	75
		100	15,0	497	75
		100	15,0	497	75

SLAB-16 modul zárófödém, Radopress 16x2,0 csővel	2 mm vakolat	100	11,2	564	112
		100	11,2	564	112
		100	11,2	564	112
<b>04 – Gardrób</b>					
Radopress padlófűtés 20x2,0 csővel	kerámia	100	2,0	104	20
<b>05 – Fürdőszoba</b>					
Radopress padlófűtés 20x2,0 csővel	kerámia	100	3,0	127	30
<b>06 – Hálószoba</b>					
Radopress padlófűtés 20x2,0 csővel	kerámia	100	4,0	183	40
SLAB-16 modul zárófödém, Radopress 16x2,0 csővel	2 mm vakolat	100	3,2	107	32



07 – Multifunkcionális helyiség					
Radopress padlófűtés 20x2,0 csővel	kerámia	100	6,0	254	60
		100	6,0	254	60
09 – Előtér					
Radopress padlófűtés 20x2,0 csővel	kerámia	100	2,2	115	22
10 – WC					
Radopress padlófűtés 20x2,0 csővel	kerámia	75	2,1	113	28

A tervezett felületfűtési rendszerek közül a padlófűtés nedves szerelési technológiával kerül beépítésre az alábbi 32. ábrán látható rétegrend alapján.

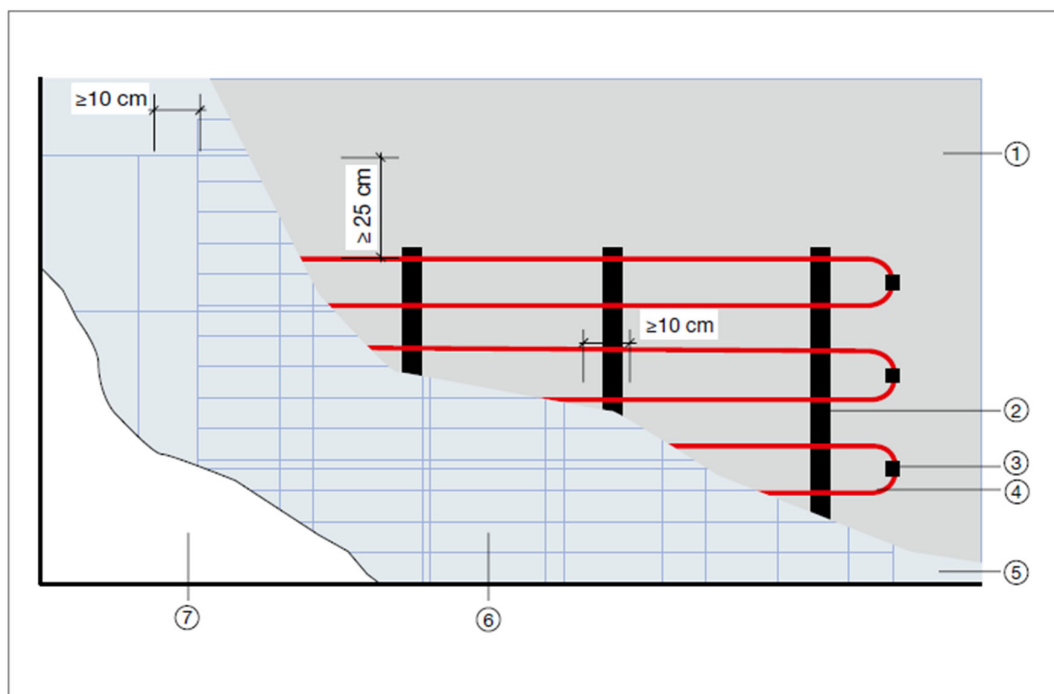


32. ábra: Nedves fektetésű padlófűtés rétegrend, forrás: Rehau, 2020

A 32. ábrán látható számok a következő elemeket mutatják:

1. Belső vakolat
2. Szegélyléc
3. Szegélyszigetelő szalag
4. Padlóburkolat (kerámia)
5. Habarcságy / Ragasztó
6. Esztrich, aljzatbeton
7. Szegélyszigetelő szalag fóliatalp
8. Fűtőcső
9. Fektetőlemez
10. Lépés- és hőszigetelés
11. Párazáró fólia
12. Nyers földém
13. Talaj

A tervezett mennyezetfűtés pedig a 33. ábrán látható rétegrendben kerül telepítésre.



**33. ábra:** Nedves fektetésű mennyezetfűtés rétegrend, forrás: Rehau, 2020

A 33. ábrán látható számok a következő elemeket mutatják:

1. Nyers mennyezet
2. Csórögztető sín
3. Dupla csőtartó
4. Fűtőcső
5. Első vakolatréteg, 6. Vakolaterősítés, 7. Második vakolatréteg

#### 5.4. Puffertartály méretezése

Az üzemeltetési optimalizáció középpontjában a hőszivattyú berendezés áll, azonban az ideális környezeti körülmények között magasabb COP-val megtermelt energia semmibe vész, ha nem tudjuk eltárolni későbbi felhasználásra. Ezt a célt szolgálja a puffertartály, amely ezen felül hidraulikus leválasztást valósít meg a hőtermelő és a hőfogyasztó oldal között. Ez lehetővé teszi, hogy a hőszivattyú berendezés az épület hőveszteségétől függetlenül üzemeljen. Ez még azért előnyös, mert a hőszivattyú kompresszora folyamatosan tud működni; a ki- és bekapcsolások száma minimalizálódik.

Ebben az üzemeltetési hipotézisben kiemelten fontos, hogy az éjszakai időtartamban megfelelő mennyiségű fűtési energia álljon rendelkezésre a puffertartályban ahhoz, hogy abból az épület hőveszteségét fedezni lehessen.

A méretezéshez először az üzemszüneti tényezőt szükséges meghatározni, ami azt veszi figyelembe, hogy a hőszivattyú mennyi ideig nem üzemel az átmeneti időszakban. Ebben az esetben ez nagyjából 14 óra, ugyanis december 25. – január 8. között vannak az évben a legrövidebb nappalok, amikor átlagosan 7:30 körül kel fel a Nap és 16:00 körül nyugszik.

A Vaillant Hőszivattyúk tervezési segédlete alapján a méretezési tényező számítása az alábbi 11. számú képlettel történik:

$$f = \frac{24 \text{ óra}}{24 \text{ óra} - \text{üzemszüneti időtartam}} = \frac{24}{24-14} = 2,4 \quad (11.)$$

Az üzemszünet hőszükségleteinek fedezéséhez a korábban számított hőszükségletet fel kell szorozni. Tehát, így a puffertartály számított hőigénye a 12. képlet alapján:

$$\dot{Q}_{puffer} = \dot{Q}_t * f = 7483 \text{ W} * 2,4 = 17959,2 \text{ W} \sim 18 \text{ kW} \quad (12.)$$

A tervezési segédlet alapján 35°C-os előremenő hőmérséklet esetén a megengedett hőmérséklet-eltétel: 20 K.

Ezen adatok alapján a számított szükséges puffertartály térfogata a 13. számú képlet alapján:

$$m_{puffer} = (\dot{Q}_{puffer}/c_{v\acute{I}z} * T) * t_{kompresszor} = \quad (13.)$$

$$m_{puffer} = \left( \frac{18 \text{ kW}}{4,186 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} * K} * 20 \text{ K} \right) * 180 \left( \frac{\text{mp}}{3} \text{perc} \right) = 619,2 \text{ liter} \sim 620 \text{ liter}$$

A számítások szerint egy ilyen hőtechnikai paraméterekkel rendelkező épületnél 620 literes puffertartályra van szükség annak érdekében, hogy az éjszakai üzemszünetben megfelelő mennyiségű fűtési energia álljon rendelkezésre.

Kereskedelmi forgalomban előre meghatározott úrtartalommal kaphatóak a puffertartályok, azonban vannak olyan kereskedések, amelyek egyedi igények alapján gyártanak megfelelő úrtartalmú, méretű és csonkozású puffertartályt.

## **6. Hőszivattyú berendezések COP értékeinek fűtési szezonra vonatkozó külső hőmérsékleti függvénye**

A hőszivattyú berendezés üzemeltetésének vizsgálatához elengedhetetlen tényező a COP, amely alapvetően egy pillanatnyi hatékonysági mutató. A referencia épület fűtési hőszükségletét kielégítő hőszivattyú berendezés COP értékét azzal az eljárással állítottam elő, hogy megvizsgáltam 12 hőszivattyú gyártó cég 96 darab különféle levegő-víz üzemű hőszivattyú berendezésének COP értékeit a megadott paraméterek mellett. Természetesen, a lakossági épületszektorban szokványos energiafogyasztási értékek figyelembevételével történt az egyes gyártók berendezéseinek a kiválasztása. További szempont volt, hogy a gyártók berendezései mind elérhetők a kereskedelmi forgalomban, tehát releváns információt nyújtanak alkalmazhatóságuk szempontjából. Az alábbi gyártók berendezéseit vizsgáltam:

- Ariston
- Fujitsu
- Gree
- Hitachi
- Hoval
- LG
- Midea

- Mitsubishi
- Nibe
- Panasonic
- Stiebel Eltron
- Vaillant

A felsorolt gyártók az MSZ EN 378-1:2016+A1:2021 hivatkozási számú szabvány előírásainak megfelelően általánosan +35°C-os fűtési előremenő víz hőmérsékletre és +7°C/-7°C-os külső léghőmérsékletre adják meg a COP értékét.

A részletes üzemeltetési vizsgálatához ezen felül szükséges minél több külső léghőmérsékletre vonatkozó COP értéket megvizsgálni. A nyilvánosan elérhető műszaki katalógusokból és adatlapokból feldolgozott értékeket a 4. számú és 5. számú táblázatban foglaltam össze.

4. táblázat: Hőszivattyú gyártó cégek által közölt COP értékek névleges mérési paraméterek között (forrás: Műszaki adatlapok, katalógusok)

<b>Hőszivattyú COP értékei meghatározott mérési paraméterek mellett, külső oldali léghőmérséklet [°C] / előremenő fűtővíz hőmérséklet [°C]</b>						
<b>Gyártó</b>	<b>+30/+35</b>	<b>+20/+35</b>	<b>+12/+35</b>	<b>+10/+35</b>	<b>+7/+35</b>	<b>+2/+35</b>
Ariston					5,08	
Fujitsu					4,32	3,19
Gree					4,68	
Hitachi					4,81	3,64
Hoval					5,30	4,03
LG					4,46	2,92
Midea					4,52	
Mitsubishi					4,80	4,04
Nibe			5,41		4,53	3,87
Panasonic					4,78	3,39
Stiebel Eltron					4,81	3,94
Vaillant	4,55	4,07	3,79	3,55	3,31	3,02

5. táblázat: Hőszivattyú gyártó cégek által közölt COP értékek névleges mérési paraméterek között (forrás: Műszaki adatlapok, katalógusok)

<b>Hőszivattyú COP értékei meghatározott mérési paraméterek mellett, külső oldali léghőmérséklet [°C] / előremenő fűtővíz hőmérséklet [°C]</b>					
<b>Gyártó</b>	<b>0/+35</b>	<b>-3/+35</b>	<b>-7/+35</b>	<b>-10/+35</b>	<b>-15/+35</b>
Ariston			2,73		
Fujitsu					
Gree			2,66		
Hitachi	3,66		3,19		
Hoval			2,45		
LG	2,86	3,38	2,57	2,45	2,30
Midea			3,04		
Mitsubishi					
Nibe					
Panasonic			2,64		
Stiebel Eltron			2,92		
Vaillant			3,21		

A fenti táblázatból látható, hogy a legtöbb hőszivattyú gyártó cég a szabvány által meghatározott mérési körülmények kielégítésén túlmenően nem szolgáltat adatot. Ennek feltételezhetően az lehet az oka, hogy a gyártóknak az adott hőszivattyú berendezések COP értékeit az Eurovent Certita Certification (ECC) tanúsítási útmutatójának megfelelően kell bevizsgáltatniuk. Az ECC tanúsítási útmutatójának 52. bekezdése alapján a COP vizsgálatot végző laboratóriumnak, teszt ügynökségnek, audit ügynökségnek függetlennek kell lennie, továbbá nem állhat semmilyen kapcsolatban a vizsgálati eljárást igénylő gyártóval. (Certification Manuel of The Eurovent Certified Performance Mark, 2022.) Ebből következik, hogy a szabvány által kötelezően előírt vizsgálati paramétereken felül nem végeztetik el a gyártók a COP meghatározását, mert ez többletmunkát jelentene a vizsgálatot végző szervezetnek és így többletköltséget a gyártók számára.

A 3. számú és 4. számú táblázatban szereplő értékek további felhasználásával kapcsolatban azt a megállapítást teszem, hogy a +30°C és +20°C külső oldali léghőmérsékleteknél mért COP értékeket nem veszem számításba. Ennek oka a fűtési határhőmérséklet. Ez az a külső

hőmérséklet, amelynél az adott épület fűtési hővesztesége és belső hőnyeresége ekvivalens értékű, tehát nem szükséges fűteni az épületet. Ennek értelmében az épület fűtését csak abban az esetben kell üzemeltetni, ha a külső átlaghőmérséklet a fűtési határhőmérséklet alatt van. (Baumann, 2012.) Ennek az egyensúlyi hőmérsékletnek a számítását a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról című rendelet alapján a következőképpen számítom a (14.) számú képletben:

$$\Delta t_b = \frac{Q_{sd} + Q_{sid} + A_N \cdot q_b \cdot 0,75}{\sum A \cdot U + \sum l \cdot \Psi + 0,35 \cdot n \cdot V} + 2 \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (14.)$$

ahol:

$Q_{sd}$  - a napsugárzásból származó direkt hőnyereség [W]

$Q_{sid}$  - a napsugárzásból származó indirekt hőnyereség [W]

$A_N$  - a nettó fűtött alapterület [ $\text{m}^2$ ]

$q_b$  - a belső hőterhelés fajlagos értéke [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]

$A$  - az épületszerkezet felülete [ $\text{m}^2$ ]

$U$  - az épületszerkezet hőátbocsátási tényezője [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]

$l$  - a csatlakozási él hossza [m]

$\Psi$  - a vonalmenti hőátbocsátási tényező [ $\text{W}/\text{mK}$ ]

$n$  - átlagos légcsereszám [1/h]

$V$  - fűtött térfogat [ $\text{m}^3$ ]

A 13. képlet adatait a korábban BAUSoft WinWatt programban kapott eredményekkel számítom a következőképpen:

$$\Delta t_b = \frac{449 + 0 + 117,19 \cdot 5 \cdot 0,75}{94 + 0,35 \cdot 0,5 \cdot 334} + 2 = 7,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

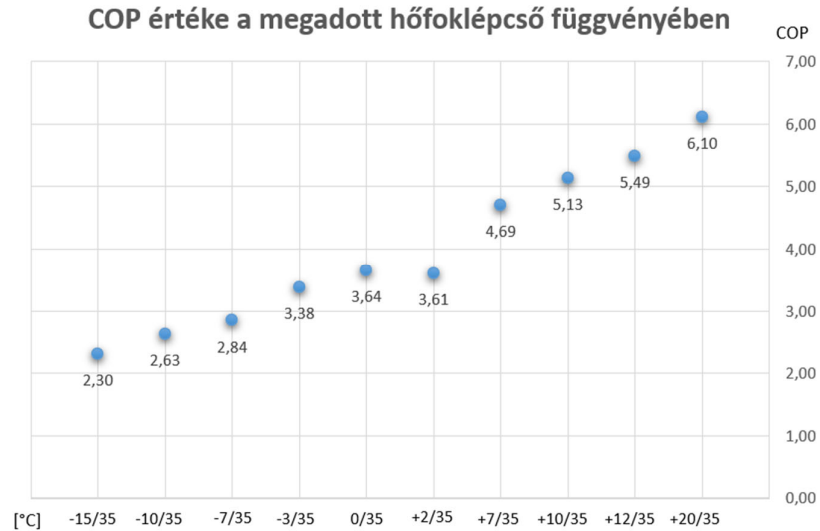
Az épületre számolt átlagos belső hőmérséklet:  $t_i = 22,1 \text{ }^\circ\text{C}$

Ennek megfelelően a rendeletben rögzített módon számítom a fűtési határhőmérsékletet:

$$t_{fh} = t_i - \Delta t_b = 22,1 - 7,7 = 14,4 \text{ }^\circ\text{C}$$

Ahogy említettem ez a számított információ magyarázza, hogy nem veszem figyelembe a hőszivattyú 30°C-on és 20°C-on mért COP értékeit, ugyanis ilyen külső oldali léghőmérséklet esetében biztosan nem lesz szükség fűtési energiára. Továbbá azt a

megállapítást teszem, hogy amennyiben a vizsgált időszakban egyetlen órában sem csökken  $14,3^{\circ}\text{C}$  alá a léghőmérséklet, akkor nem szükséges a hőszivattyú berendezés alkalmazása. Természetesen előfordulhat olyan, hogy a napi meteorológiai átlag az átmeneti időszakban



**34. ábra:** COP értéke a megadott hőfoklépcső függvényében, készítette: Képiró Ádám

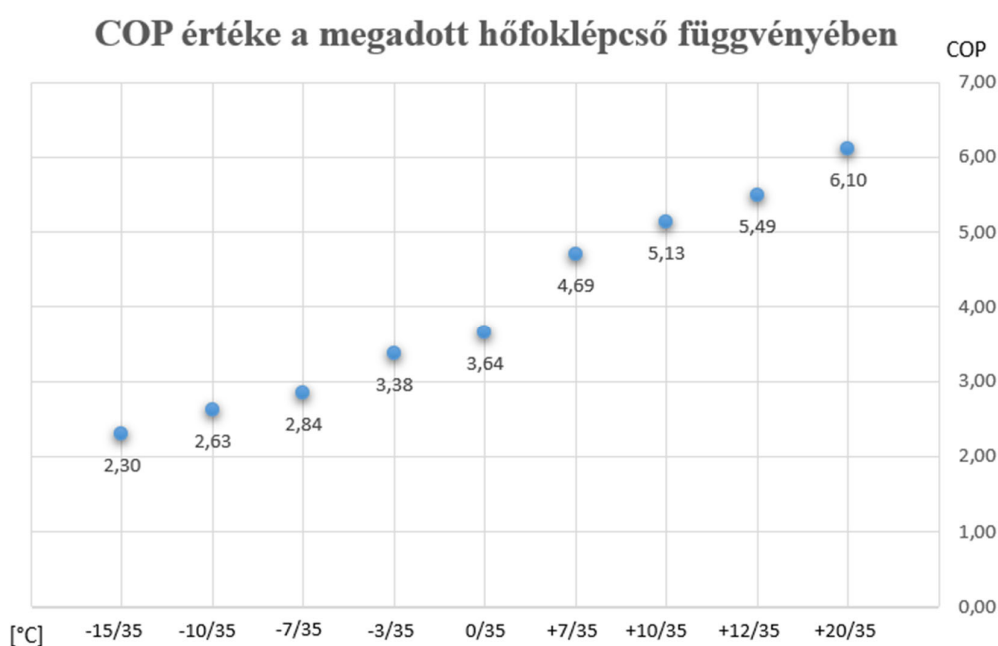
$14,3^{\circ}\text{C}$  fölé emelkedik, azonban mégis vannak olyan időszakok, amikor ezen érték alatt van a hőmérséklet, így fűtési energiával kell ellátni az épületet. Tehát ebben az esetben érdemes és hasznos a kedvezőbb COP érték érdekében a fűtési határhőmérséklet feletti értéken üzemeltetni a hőszivattyú berendezést annak érdekében, hogy a fűtési puffer tartályban eltároljuk ezt az energiát későbbi felhasználás céljából.

A kapott értékeket ennek megfelelően a 34. ábrán foglaltam össze; az x tengelyen a hőfoklépcső látható, az y tengelyen a COP értéke.

A 34. ábrán látható, hogy a COP értéke közel lineáris összefüggést mutat a hőfoklépcső értékével. Ez a hőszivattyú berendezés elméleti működését leíró 3. egyenletben megfogalmazott fordított Carnot-körfolyamat alapján várható volt. A lineáris összefüggési sorba nem illeszkedik azonban a  $+2/35^{\circ}\text{C}$ -hoz tartozó COP érték. Ennek nem elméleti, hanem gyakorlati oka van. A tárgyalt hőszivattyúk elpárologtatója lamellázott rézcsövekből álló levegő-hűtőközeg hőcserélő, amelynek működését és modellezési lehetőségeit



korábban már vizsgálták (Garbai – Méhes, 2007). A hűtőközeg a csövekben elpárolog, a hó a lamellákon keresztül a levegőből a csövek belseje felé áramlik. Ebből következően a csövek belsejében üzemszerűen mindig a beáramló levegőnél alacsonyabb hőmérséklet alakul ki. A levegőben levő vízgőz bizonyos mennyiségben kondenzálódni fog a lamellákon. Amennyiben a lamellák hőmérséklete valamely okból eléri a fagypontot, úgy rajta dér keletkezhet, illetőleg a korábban kondenzálódott víz megfagyhat. Dér képződés esetén a folyékony halmazállapot kimaradásával történik a fagyott réteg kialakulása, azonban hőszivattyúk esetén előfordulhat, hogy először víz kondenzálódik a lamellákon, majd ez változatos szerkezetű jéggé fagy. Ezt a jelenséget együttesen dérképződésként említi a szakirodalom. Alacsony külső hőmérséklet esetén a dérképződés csökken, hiszen a



**35. ábra:** COP értéke a megadott hőfoklépcső függvényében, +2/35°C-értéket figyelmen kívül hagyva, készítette: Képiró Ádám

levegő hőmérsékletének csökkenésével annak abszolút nedvességtartalma is jelentősen lecsökken. A jelenség előnye, hogy izoterm hőelvonást tesz lehetővé a léggörből, melynek mértéke jelentős lehet, hátránya ugyanakkor, hogy dérképződés esetén a lamellák közötti keresztmetszet lecsökken, ezáltal csökken a légáramlás. Ráadásul a dérréteg szigetelőként viselkedik, ezzel növeli a hőmérséklet-különbséget a hőcserélő két oldalán, vagyis csökkenti az elpárolgási hőmérsékletet, ezen keresztül az elpárolgási nyomást, végső soron pedig a COP-t. (Hermanucz et al., 2022). Ezzel a jelenséggel magyarázható a COP értékének romlása +2/35°C-os hőfoklépcsőnél. A lineáris összefüggés javításának érdekében ezért ezt a hőfoklépcső értéket a továbbiakban figyelmen kívül hagyom.

Ennek megfelelően a 35. ábrán szerepelnek a kapott adatok.

A továbbiak során ezekre az adatpontokra fogok megfelelő függvényt illeszteni annak érdekében, hogy megkapjam egy általános lakossági felhasználású hőszivattyú berendezés COP értékeit  $-15^{\circ}\text{C}$  -  $+20^{\circ}\text{C}$  külső hőmérsékleti értékek között.

### 6.1 Megadott COP értékek interpolációja

A 12 hőszivattyú gyártó cég 96 berendezésének adataiból felállítható egy függvény, amellyel képesek vagyunk adott külső hőmérsékleti értékhez tartozó COP értéket meghatározni. Tehát ezzel a függvénnyel minden külső hőmérsékleti értékre megkapjuk az adott COP értéket abban az esetben, hogy az előremenő fűtővíz hőmérsékletét konstans  $35^{\circ}\text{C}$ -nak vesszük fel.

Az interpolációra több lehetőség is van, amelyek közül elsőként a lineáris regressziót fogom alkalmazni. Ennek lényege, hogy az Excel-ben  $+20$  és  $-15$  értékek között egy tizedes léptékkal felosztom a hőmérsékleti értékeket. Ezután az Excel FORECAST.LINEAR függvényével meghatározom a köztes értékeket az ismert  $x$  = hőmérséklet és  $y$  = COP értékek figyelembevételével.

Az Excel függvény az alábbi képletet felhasználva számítja ki a keresendő, ismeretlen értéket:

$$a = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sum(x - \bar{x})^2} \quad (15.)$$

ahol:

- $a$ , keresett ismeretlen érték,
- $x$ , ismert  $x$  érték, ez esetben a hőmérséklet,
- $y$ , ismert  $y$  érték, ez esetben a COP.

Az így számított eredményeket az 6. számú táblázatban szemléltetem.

6. számú táblázat az iterációs lineáris regresszió alkalmazásával kapott COP értékekről, készítette: Képiró Ádám

Hőmérséklet [°C]	COP megadott értéke	COP számított értéke	Eltérés
+20	6,10	6,16	+0,9%
+12	5,49	5,21	-5,31%
+10	5,13	4,97	-3,06%
+7	4,69	4,62	-1,6%
0	3,64	3,79	+4,08%
-3	3,38	3,44	1,79%
-7	2,84	2,96	+4,24%
-10	2,63	2,61	-0,67%
-15	2,30	2,02	-14,09%

A végső következtetéseket a soron következő interpolációs módszerek után fogom levonni.

A következő módszer a köztes hőmérsékleti értékekhez tartozó COP értékek meghatározására a lineáris interpoláció. Ebben az esetben az ismert értékek közötti szakaszokat ugyanúgy egy tizedes eltérésekkel osztjuk fel és két ismert érték közötti szakaszokra meghatározzuk az alábbi 15. számú képlettel a keresett értékeket. Ez a képlet a lineáris interpolációt fejezi ki.

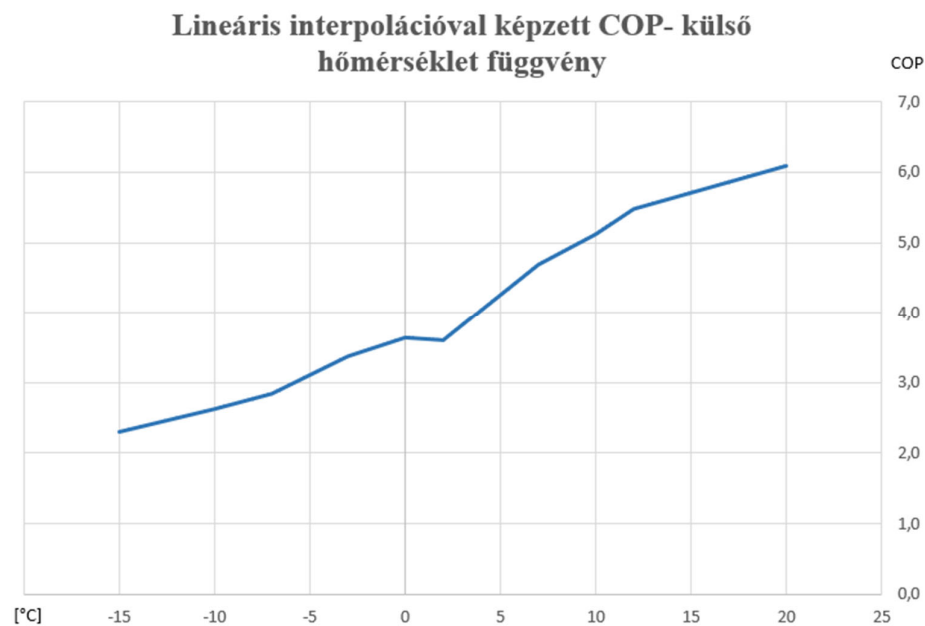
$$y = y_1 + \frac{(x - x_1)(y_2 - y_1)}{x_2 - x_1} \quad (16.)$$

ahol:

- $y$ , a keresett COP érték,
- $y_1, y_2$ , az ismert COP értékek,
- $x$ , a keresett hőmérsékleti érték,
- $x_1, x_2$ , az ismert hőmérsékleti értékek.

Mivel ebben az esetben a két ismert érték állandó, hiszen ezeknek felhasználásával kerül megállapításra a köztes érték, így nincsen eltérés a megadott és a számított értékek között, tehát az eltérés 0%-os.

A lineáris interpoláció eredménye grafikusán a következőképpen jeleníthető meg a 36. ábra szerint.



**36. ábra:** Lineáris interpolációval képzett COP-külső hőmérséklet függvény, készítette: Képiró Ádám

Az ilyen módon számított COP értékek már megfelelő kiindulási alapot nyújtanak arra, hogy az ismert külső hőmérsékleti adatok függvényében meghatározzam az SCOP értékét különböző üzemállapotokra.

## 6.2 Hőfok-gyakorisági görbe

Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) rendelkezésemre bocsátotta a 2016-2021 évben órás gyakorisággal mért külső hőmérsékleti adatokat. A Meteorológiai Világszervezet ajánlása alapján a fűtési szezon minden napjára vonatkozóan meghatároztam a napi középhőmérsékletet az alábbi 16-os számú képlettel:

$$\bar{t}_e = \frac{t_{01} + t_{07} + t_{13} + t_{19}}{4} \quad (16.)$$

A számlálóban található  $t$  értékek index jelölései rendre a külső hőmérséklet megállapításának időpontját jelölik, tehát 01, 07, 13, 19 óra időpontban mért értékek kerülnek számításra a meteorológiai átlag meghatározásakor.

Ennek megfelelően az 5 éves ciklus minden napjára vonatkozóan meghatároztam a napi átlaghőmérsékleteket. A külső átlaghőmérsékletek gyakoriságát bemutató diagram a hőfok-gyakorisági görbe. Ez azt mutatja meg, hogy egy adott átlaghőmérsékletű, vagy annál kisebb átlaghőmérsékletű napok száma a fűtési idény során összesen mennyi.

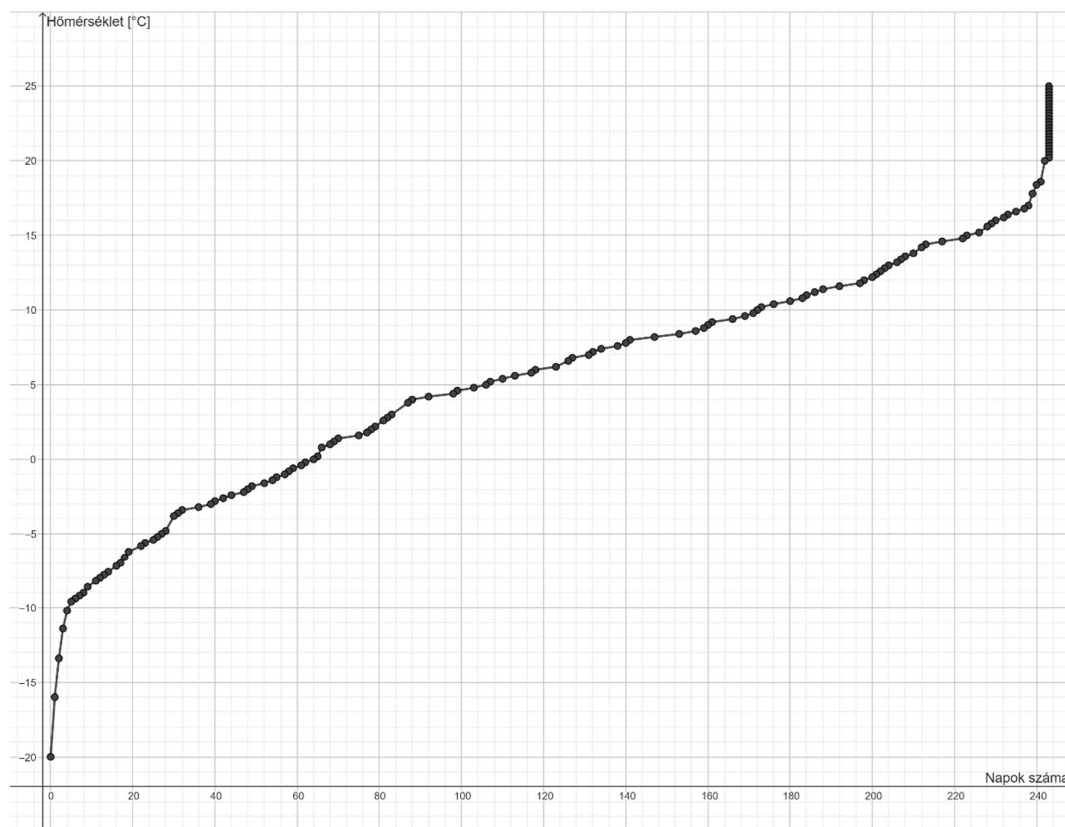
A görbe szerkesztéséhez szükséges adatokat a 7. számú táblázatban foglaltam össze.

*7.számú táblázat a fűtési idényekben tapasztalt napi átlaghőmérsékletek értékeiről,  
készítette: Képiró Ádám*

<b>Külső átlaghőmérséklet [°C]</b>	<b>2016-17 fűtési idény</b>	<b>2017-18 fűtési idény</b>	<b>2018-19 fűtési idény</b>	<b>2019-20 fűtési idény</b>	<b>2020-21 fűtési idény</b>
-15	1	0	0	0	0
-14	1	0	0	0	0
-13	2	0	0	0	0
-12	2	0	0	0	0
-11	3	0	0	0	0
-10	4	0	0	0	0
-9	8	0	1	0	0
-8	12	2	3	0	0
-7	17	4	4	0	2
-6	19	5	6	0	4
-5	27	7	9	1	6

-4	28	7	11	3	7
-3	39	9	17	7	11
-2	48	18	27	14	17
-1	56	24	30	25	22
0	63	33	36	31	26
1	68	53	45	40	41
2	78	70	54	46	52
3	81	81	70	56	74
4	85	94	85	68	88
5	101	107	97	80	106
6	112	118	106	94	124
7	122	128	114	106	138
8	130	139	118	118	146
9	140	148	129	127	157
10	152	163	140	145	166
11	159	165	155	154	171
12	167	167	160	162	174
13	171	172	170	169	180
14	177	174	172	173	180
15	182	179	176	176	183
16	183	180	179	181	183
17	183	180	182	182	183
18	183	183	182	183	183
19	183	183	183	183	183
20	183	183	183	183	183

Tehát ez a 7. táblázat megmutatja, hogy adott külső átlaghőmérsékletet kiemelve hány olyan nap található az október 15. – április 15. közötti, 183 nappól álló fűtési szezon során amikor a külső átlaghőmérséklet a kiválasztott értékkel megegyezik vagy alacsonyabb annál. Ezeket az értékeket grafikusán ábrázolva a 37. ábrán megkapom a 2016-2021 közötti időszak fűtési szezonra vonatkoztatott hőfok-gyakorisági görbét.



**37. ábra:** 2016-2021 közötti fűtési szezonok hőfok-gyakorisági görbéje,  
készítette: Képiró Ádám

A hőmérsékleti értékek kiértékelése fontos szempont, ugyanis ez a mérés útján meghatározott tényező befolyásolja a COP és így az SCOP értékét.

## 7. SCOP értékének meghatározása különböző üzemállapotokra

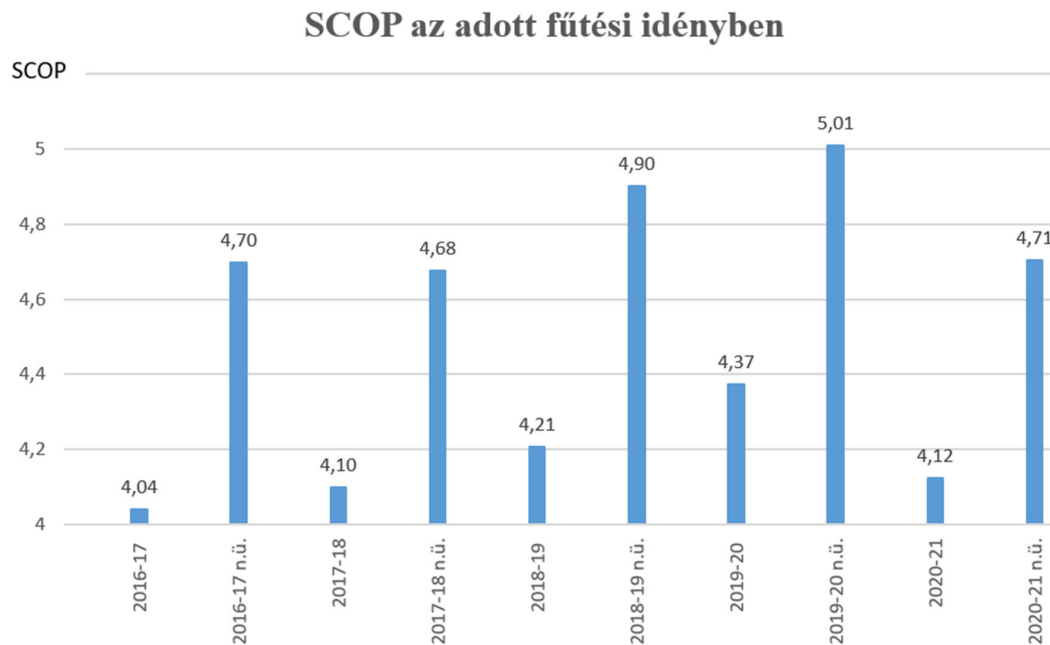
Az előzőek során lineáris interpolációval előállítottam  $-15^{\circ}\text{C}$  és  $+30^{\circ}\text{C}$  külső hőmérsékleti értékek közötti COP értékeket. Ennek alapján az OMSZ külső hőmérséklet adatait felhasználva a fűtési szezon minden napjának minden órájára kiszámítottam a COP értékeket. Ezáltal megkapom, hogy adott külső hőmérsékleti értéken milyen COP-val üzemel a standardizált hőszivattyú berendezés. Az üzemeltetését két különböző állapotban vizsgáltam.

Első üzemállapotban a hőszivattyú egész napos üzemét fogom figyelembe venni.

Második üzemállapotban a hőszivattyú kizárólag napkelte után és napnyugta előtt fog üzemelni. A napkelte és a napnyugta időpontját az OMSZ adatszolgáltatása alapján félórás

kerekítéssel vettem figyelembe.

A két eltérő üzemállapot szerint számított SCOP értékeket a 38. ábrán ábrázolom.



**38. ábra:** SCOP az adott fűtési szezonban, készítette: Képiró Ádám

Az x tengelyen olvasható értékeknél az „n.ü.” rövidítés a nappali üzem kifejezést jelenti. Szignifikáns eredmény látható ezen a diagramon. A nappali üzemben működtetett hőszivattyú teljes fűtési szezonra vonatkoztatott teljesítménytényezője jóval meghaladja az egész napos üzem teljesítménytényező értékét. Tehát ebből következik, hogy hatékonyabban alakítja át a villamos energiát hőenergiává, egyszóval energiahatékonyabb a működése.

Azonban mit jelent ez a gyakorlatban lokális szinten a felhasználó számára és mit jelent globális szinten az Európai Unió REPowerEU tervével összhangban?

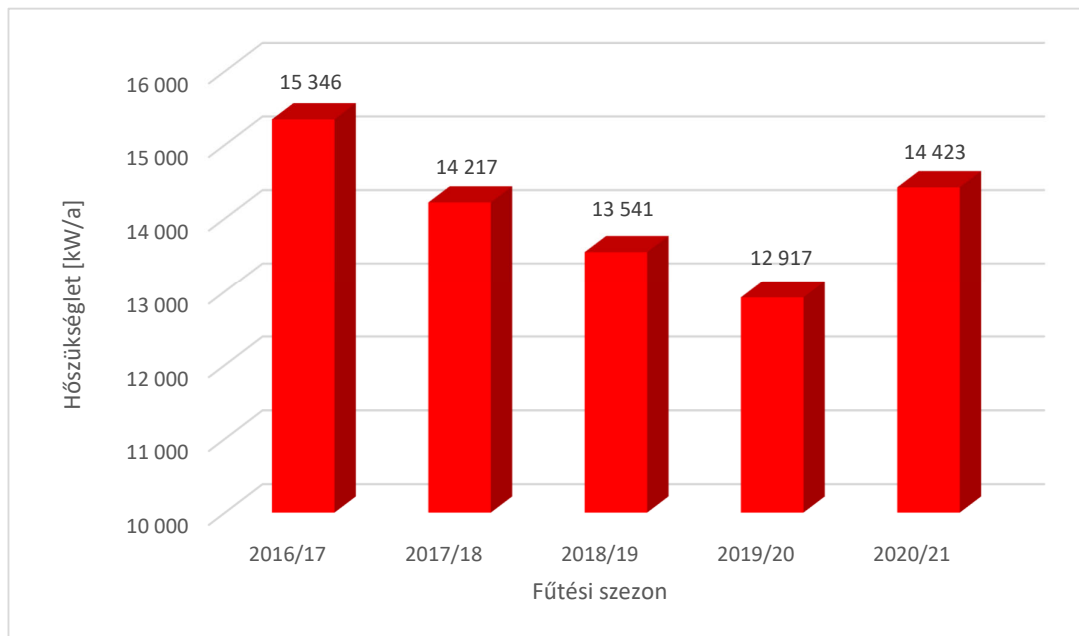
### 7.1 Gazdaságossági számítások az SCOP értékek alapján

A hőszivattyús fűtési rendszer villamos energiaigényét gazdaságosan az áramszolgáltatónál elérhető H árszabás mellett lehet fedezni. H árszabással az egyetemes szolgáltatásra jogosult felhasználó a fűtési szezon alatt kedvezőbb áron üzemeltetheti a hőszivattyúknál és a megújuló energiaforrásból kiépített fűtési rendszereknél a hő ellátást biztosító berendezéseket, például keringtető szivattyúkat, kompresszorokat (EON, 2023). H árszabás esetén a jelenlegi díjszámítás alapján 23,52 Ft/kWh áron számolják a felhasznált villamos energiát.



Az SCOP értékét, továbbá a fűtési hőszükségletet felhasználva meghatározom a fűtési szezon során üzemelő hőszivattyú berendezés üzemeltetési költségeit.

Elsősorban a fűtési szezonban a referencia épület ideális belső környezetének fenntartásához szükséges hőszükségletet határoztam meg, amelyet a 39. ábrán szemléltetem.



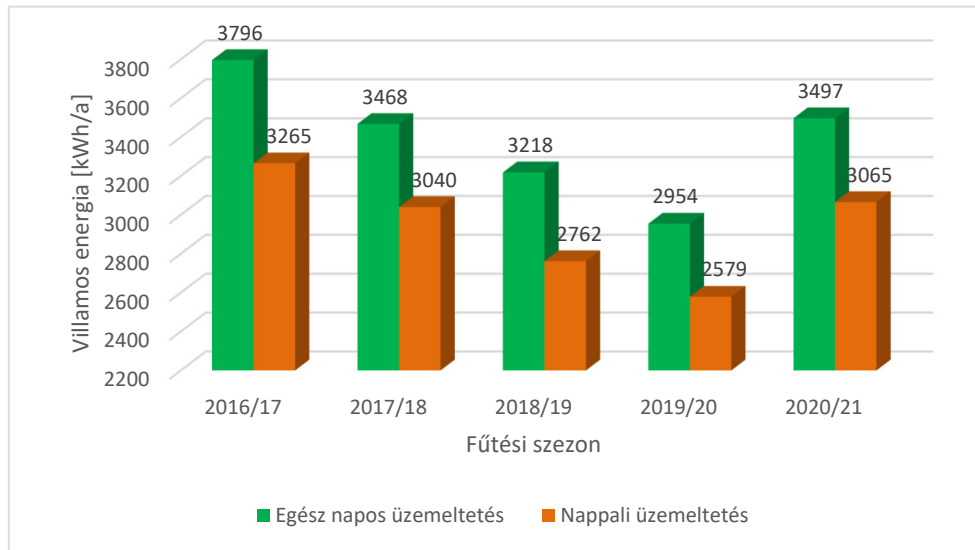
**39. ábra:** Fűtési hőszükséglet értéke megadott fűtési szezonban,  
készítette: Képiró Ádám

Az SCOP értékének felhasználásával meghatározom, hogy a fűtési szezonban mennyi villamos energiára volt szükség a hőszükséglet fedezéséhez egész napos és nappali üzemeltetés során. Ez a következőképpen számolom a 17. képlet alapján:

$$E_{villamos} = \frac{Q_F}{SCOP} \quad (17.)$$

Tehát a villamos energiafelhasználás a fűtési hőszükséglet és az SCOP hányadosa.

Ennek megfelelően a számított értékek a 40. ábrán láthatók az eltérő üzemállapotokban.



**40. ábra:** Villamos energiafogyasztás értéke megadott fűtési szezonban és üzemállapotban, készítette: Képiró Ádám

Az E.ON Hungária Zrt. adatszolgáltatása alapján a H árszabás esetében a lakossági villamos energia összesített elszámolási díja 23,52 Ft/kWh.

Ezzel meghatározom a fűtési szezonra számított üzemeltetési költségeket oly módon, hogy a kapott villamos energia értékeket megszorozom a H árszabás díjával. Az így kapott eredményeket a következő, 8. számú táblázatban szemléltetem.

8.számú táblázat a fűtési szezonok során számított üzemeltetési költségekről, készítette: Képiró Ádám

Fűtési szezon	Üzemeltetési költség e.n.ü. [Ft/a]	Üzemeltetési költség n.ü. [Ft/a]	Különbözet [Ft]
2016/17	89 290 Ft	76 797 Ft	<u>12 493 Ft</u>
2017/18	81 562 Ft	71 494 Ft	<u>10 068 Ft</u>
2018/19	75 689 Ft	64 955 Ft	<u>10 735 Ft</u>
2019/20	69 485 Ft	60 653 Ft	<u>8 832 Ft</u>
2020/21	82 242 Ft	72 099 Ft	<u>10 144 Ft</u>

A különbözetként megjelenő összeg az egyes fogyasztók megtakarítása a fűtési szezonban, amennyiben nappali üzemeltetés mellett történik a hőszivattyú berendezés működése. Azonban ez csak akkor jelent valóságos gazdasági előnyt, ha az ideális körülmények között megtermelt energiát el tudjuk tárolni későbbi felhasználásra. Ezt az igényt elégíti ki a korábban méretezett puffertartály.

## **8. Összegzés**

A levegő/víz üzemű hőszivattyú berendezés egyik legelőnyösebb tulajdonsága, hogy a levegő, mint hőforrás bárhol korlátlanul elérhető. Azonban ennek a hőforrásnak a leghátrányosabb tulajdonsága, hogy amikor a legnagyobb fűtési hőenergiára van szükségünk az épület hőveszteségének fedezésére éppen akkor a legalacsonyabb a hőmérséklete és ezzel arányosan a hőszivattyú COP értéke. Azonban a hőszivattyú üzemeltetési optimalizációjával szignifikáns módon javítható a berendezés SCOP értéke és így energiahatékonysága. Természetesen ez az energiahatékonyság tovább növelhető, ha ezt a fűtési rendszert hővisszanyerős szellőztető berendezéssel kombináljuk, ugyanis ezzel a filtrációs hőveszteség nagymértékben csökkenthető és az épületben keletkezett belső hőnyereség tovább hasznosítható.

Összhangban az Európai Parlament energiadiverzifikálási törekvéseivel ez az üzemeltetési optimalizáció lokális és globális szinten hatékony módja lehet a lakossági szféra fűtési célra szánt energiafelhasználásának csökkentésére.

## SUMMARY

### **Optimization of heat pump operation**

**Ádám Képiró**

Construction Engineering MSc

Institute of Technology/ Department of Building Engineering and Energetics

Nowadays, it has become extremely important to utilize our energy sources as efficiently as possible. Local utilization of the energy found in the environment can reduce energy imports and dependence on the global supply chain. Knowledge of the operation of heat pump equipment has been known for decades in building engineering. However, only in recent years has there been such technical and technological development in this area (for example: increasing the efficiency of compressors, improvements in control technology, energy-efficient heat exchangers) that significantly justified the use of heat pumps for heating purposes. Like all equipment, the heat pump also has its disadvantages and unfavorable operating parameters.

In this diploma thesis, I examined the effect on the COP value of the heat pump if it is operated only during the day - i.e. between sunrise and sunset. The results clearly show that this kind of operation of the heat pump is more favorable in terms of efficiency for the heating season. The heat pump equipment operates with a better SCOP factor and the compressor also operates under more favorable conditions.

In addition, thanks to the better SCOP factor, less energy is used during the heating season, which means lower operating costs.

## NYILATKOZAT

Alulírott Képiró Ádám, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Létesítménymérnöki MSc szak nappali/levelező tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz:           igen   nem

Kelt: Gödöllő, 2023. május 03.

  
Hallgató


## NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védeésre javaslom/ nem javaslom\*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz:           igen   nem\*

Kelt: Gödöllő, 2023. május 03.

  
Belső konzulens

## Irodalomjegyzék

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról, Magyar Közlöny

Alfa Laval Kft. (2004): Forrasztott lemezes hőcserélők, In: <http://www.alfalaval.hu>, 2004.05.18,  
[http://www.equinox.hu/uploaded\\_files/solar\\_tech\\_letoltesek/alfa\\_laval\\_forrasztott\\_lemezes\\_hocserelok.pdf](http://www.equinox.hu/uploaded_files/solar_tech_letoltesek/alfa_laval_forrasztott_lemezes_hocserelok.pdf), (letöltve: 2023.03.15)

Az Európai Bizottság közleménye, Az európai zöld megállapodás, Brüsszel, 2019.12.11. COM(2019) 640 final, 8.

Az Európai Bizottság közleménye, REPowerEU terv, Brüsszel, 2022.05.18. SWD(2022) 230 final, 13.

BÁNHIDI, László - KAJTÁR, László (2018): Válogatott fejezetek a komfortelmélet témaköréből. Akadémiai Kiadó. <https://doi.org/10.1556/9789630599054>. (Letöltve: 2023.03.22. [https://mersz.hu/hivatkozas/m287vfakt\\_45\\_p5/#m287vfakt\\_45\\_p5](https://mersz.hu/hivatkozas/m287vfakt_45_p5/#m287vfakt_45_p5))

BÁRSONY, István (2019): Magasépítés I. Szega Books Kft., Pécs, 50, 54.

BAUMANN, Mihály (2012): Épületenergetika, Edutus Főiskola, Budapest, 25-31.

BRANIMIR, Pavković (2012): Alkalmazott hőszivattyús rendszerek új és felújított épületeknél, IPA Programme, Croatia, 43; 49-51.

CAVALLO, J. Alfred (2004): Hubbert's petroleum production model: an evaluation and implications for world oil production forecasts. Natural Resources Research, 13(4), 211-221.

Eurovent Certita Certification (2022): Certification Manuel of The Eurovent Certified Performance Mark, In: <https://www.eurovent-certification.com> (2022.06.19), <https://www.eurovent-certification.com/media/images/28c/074/28c07414db3fae2ffbc1821156ea03a8b4074063.pdf> (letöltve: 2023.03.15)

Comptech Kft. (2020): Tömítéssel lemezköteges hőcserélő felépítése és részei, In: <https://www.multical.hu/>, [http://www.multical.hu/Extended\\_manual\\_hu.pdf](http://www.multical.hu/Extended_manual_hu.pdf), (letöltve: 2023.03.15)

CSOKNYAI, Tamás - ZÖLD, András (2013): Épületenergetika, TERC Kft., Budapest, 17-20.

DR. BARÓTFI, István (2003): Környezetgazdálkodás, Szent István Egyetem, Gödöllő, 51.

DR. BARÓTFI, István et.al. (2007): Energiafelhasználás otthon, Tanári Kézikönyv, Budapest, [http://www.foldgaz.hu/-/media/FoldgazHu/Documents/Oktatas\\_tanari\\_kezikonyv.pdf?la=hu-HU](http://www.foldgaz.hu/-/media/FoldgazHu/Documents/Oktatas_tanari_kezikonyv.pdf?la=hu-HU) (Letöltve: 2023.03.15)

DR. ÍRÓ, Béla (2007): Hő- és Áramlástan, Universitas-Győr Kht., Győr, 130; 194-196.

DR. SCHREIER, Ursula et.al. (2007): A hőszivattyú, CSER kiadó, Budapest, 7-8.

E.ON Áramszolgáltató Kft. (2022): Lakossági fogyasztók árai (2022.08.01-től), In: <https://www.eon.hu> (2022.08.01), <https://www.eon.hu/hu/lakossagi/aram/egyetemes-szolgaltatoi-arak.html>

Energiaoldal (2012): Akár a jövedelem felét is elviszi a lakásrezsi Magyarországon, In: <https://energiaoldal.hu> (2012.08.31), <https://energiaoldal.hu/akar-a-jovedelem-felet-is-elviszi-a-lakasrezsi-magyarorszagon/>

ERDÉLYI, Balázs - DR. TÓTH Anikó Nóra (2014): Advanced Geophysics, INNOCENTER Kft., Magyarország, 5.

Európai Parlament (2023): Mit jelent a karbonsemlegesség, és hogyan érhető el 2050-ig? In: <https://www.europarl.europa.eu> (2023.04.13), <https://www.europarl.europa.eu/news/hu/headlines/society/20190926STO62270/mit-jelent-a-karbonsemlegesseg-es-hogyan-erheto-el-2050-ig>

GARBAI, László - MÉHES, Szabolcs (2007): System Theory Models of Different Types of Heat Pumps. IASME / WSEAS International Conference on Energy & Environment, Portoroz, Slovenia, May 15-17.

GARBAI, László (2018): Épületgépészeti rendszertechnika. Akadémiai Kiadó.  
<https://doi.org/10.1556/9789634541011>. (Letöltve: 2023. 03. 15.  
[https://mersz.hu/hivatkozas/m317er\\_93\\_p38/#m317er\\_93\\_p38](https://mersz.hu/hivatkozas/m317er_93_p38/#m317er_93_p38))

GAUSZ, Tamás (2011): Járművek hő- és áramlástechnikai berendezései II. Typotex, Budapest, 84-90.

HERMANUCZ, Péter – Dr. GÉCZI, Gábor – Dr. BARÓTFI, István (2021): Levegő hőforrású hőszivattyú leolvasztási módszerei. Magyar Épületgépészet, 2021/12., 3-7.

Holcim, (2011): Ismertető az új európai beton szabvány MSZ 4798-1:2004 (MSZ EN 206-1:2002) alkalmazásáról, In: <https://adoc.pub/>, 2011, <https://adoc.pub/strength-performance-passion-ismertet-az-uj-europai-beton-sz.html>, (2023.03.15)

KAUSAY, Tibor (2006): A friss beton konzisztenciája. Vasbetonépítés, 8. évf., 2006/4, 107-108.

KOMLÓS, Ferenc et.al. (2009): Hőszivattyús rendszerek, Magánkiadás, Dunaharaszti, 17.  
Központi Statisztikai Hivatal (2017): A társadalmi haladás mutatószámrendszere, Energia, In: <https://www.ksh.hu>, [https://www.ksh.hu/thm/3/indi3\\_1\\_2.html](https://www.ksh.hu/thm/3/indi3_1_2.html)

LOMBORG, Bjorn (2022): Európa nem függhet többé Oroszországtól, In: <https://www.portfolio.hu> (2022.03.27),  
<https://www.portfolio.hu/gazdasag/20220327/lomborg-europa-nem-fugghet-tobbe-oroszorszagtol-535641>

Magyar Cement-, Beton- és Mészipari Szövetség, (2020): Az MSZ 4798 szerinti beton - betontechnológia a mindennapokra - szakemberektől szakembereknek, In: <https://www.cembeton.hu/>, 2020,  
<https://www.cembeton.hu/letoltesek/kiadvanyok#MSZ4798>, (letöltve: 2023.03.15)



MOLNÁR, Viktor (2006): Építőanyagok I. HEFOP, Győr, 106, 113.

MOLNÁR, Viktor (2006): Építőanyagok II. HEFOP, Győr, 97.

NEIER, Henrik - NEYER, Judith - RADUNSKY, Klaus (2018): International Climate Negotiations, Issues at stake in view of the COP 24 UN Climate Change Conference in Katowice and beyond STUDY, Requested by the ENVI committee, 68-69.

OLÁH, Judit - POPP, József - BALÁZS, Ervin (2022): BIOMASSZA-ALAPÚ GAZDASÁG: A BIOMASSZA TERMELÉSÉNEK ÉS FELHASZNÁLÁSÁNAK ALAKULÁSA, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL AZ ENERGETIKAI HASZNOSÍTÁSRA I. Magyar Tudomány 2022/02 [Digitális kiadás.] Budapest: Akadémiai Kiadó. Letöltve: [https://mersz.hu/hivatkozas/matud202202\\_po-heading-id\\_gBmKZ4Ab0U-ODSVf05GvJw\\_p1/#matud202202\\_po-heading-id\\_gBmKZ4Ab0U-ODSVf05GvJw\\_p1](https://mersz.hu/hivatkozas/matud202202_po-heading-id_gBmKZ4Ab0U-ODSVf05GvJw_p1/#matud202202_po-heading-id_gBmKZ4Ab0U-ODSVf05GvJw_p1) (2023. 02. 27.)

PANKHARDT, Kinga – KOVÁCS, József (2013): Építőanyagok. Terc Kft., Budapest, 69, 91-92.

Pipelife Hungária Kft. (2020): Felületfűtés és felülethűtés termékismertető, tervezési- és szerelési útmutató, In: <https://www.pipelife.hu> (2020.10.01) <https://www.pipelife.hu/content/dam/pipelife/hungary/let%C3%B6lt%C3%A9sek/%C3%A9p%C3%BCletg%C3%A9p%C3%A9szet/Pipelife%20fel%C3%BCletf%C5%B1t%C3%A9si%20%C3%A9s%20-h%C5%B1t%C3%A9si%20rendszerek.pdf> (letöltve: 2023.03.15)

REHAU Kft. (2020): Felületfűtés/-hűtés rendszerek lakóépületekben, Műszaki tájékoztató, In: <https://www.rehau.com> (2020.01.01), <https://www.rehau.com/downloads/454488/m%C5%B1szaki-t%C3%A1j%C3%A9koztat%C3%B3.pdf> (letöltve: 2023.03.15)

RITCHIE, Hannah - ROSER, Max (2023): CO2 emissions, Letöltve: <https://ourworldindata.org/co2-emissions>, 2023

STIEBEL ELTRON GmbH & Co. (2012): Hőszivattyúk tervezési segédlet, In:

<https://www.stiebel-eltron.hu> (2011.03.01),

[http://www.hoszivattyuvilag.hu/upload\\_files/prospektus/tervez%C3%A9si%20seg%C3%A9dlet%202012%20h%C5%91szivatty%C3%BAk.pdf](http://www.hoszivattyuvilag.hu/upload_files/prospektus/tervez%C3%A9si%20seg%C3%A9dlet%202012%20h%C5%91szivatty%C3%BAk.pdf) (letöltve: 2020.04.16)

SZERÉNYI, István – SZERÉNYI, Attila (2019): Monolit beton és vasbeton szerkezetek. Szega Books Kft., Pécs, 55.

TAKÁCS, Gábor (2017): Integrált mikrocatornás hűtőeszközök modellezése és karakterizációja, BME, Villamosmérnöki és Informatikai Kar, 9.

Vaillant Saunier Duval Kft. (2020): Hőszivattyúk tervezési segédlet, In: <https://www.vaillant.hu> (2020.05.27), <https://www.vaillant.hu/downloads/08-hoszivattyuk/vaillant-hoszivattyuk-tervezesi-segedlet-2020-1-1770225.pdf>, (letöltve: 2020.04.16)

VÍGH, Botond (2016): Beton próbatestek vizsgálata. A-HÍD Zrt., Budapest, 5.

ZÖLD András et. al. (2019): Az épületenergetika alapjai. Akadémiai Kiadó., Budapest, <https://doi.org/10.1556/9789634543411>. (Letöltve: 2023. 03. 22. [https://mersz.hu/hivatkozas/m514aea\\_97\\_p1/#m514aea\\_97\\_p1](https://mersz.hu/hivatkozas/m514aea_97_p1/#m514aea_97_p1))

## **Mellékletek**

1. számú melléklet: Épületenergetikai számítások
2. számú melléklet: Referencia épület metszeti rajzai
3. számú melléklet: Referencia épület padlófűtés alaprajz
4. számú melléklet: Referencia épület mennyezetfűtés alaprajz
5. számú melléklet: Referencia épület függőleges csőterv

## Épületenergetikai számítások - 1. számú melléklet

Épület: Referencia épület

Megrendelő:

Tanúsító: Képiró Ádám

Az épület(rész) fajlagos primer energiafogyasztása:

58.85 kWh/m<sup>2</sup>a

Követelményérték (viszonyítási alap):

100.00 kWh/m<sup>2</sup>a

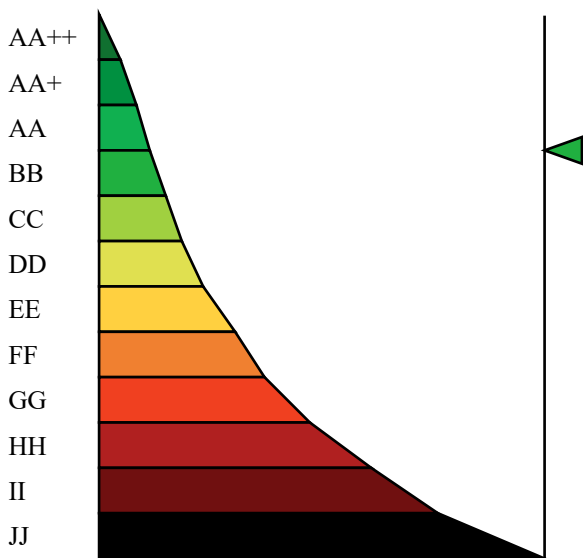
Az épület(rész) energetikai jellemzője a követelményértékre vonatkoztatva:

58.90 %

**Energetikai minőség szerinti besorolás:**

**BB** (Közel nulla energiaigényre

vonatkozó követelményeknek megfelelő)



Épület védettsége: Nem védett

Épület fűtött szintjeinek száma: 1

A tanúsítvány vegyes számítási módszerrel készült, a hőhidasság egyszerűsített, a sugárzási nyereség részletes, a hőfokhíd és fűtési idény hossz egyszerűsített számítással.

Tanúsítvány azonosítója a tanúsítónál:

Kelt: 2023. márc. 17.

Aláírás

**Szerkezet típusok:****Ablak\_2**

Típusa:	ablak (külső, fa vagy PVC)
x méret:	0,6 m
y méret:	1,5 m
Hőátbocsátási tényező:	0.600 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	1.150 W/m <sup>2</sup> K

**A hőátbocsátási tényező megfelelő.**

Üvegezési arány:	75 %
Üvegezés g értéke:	0.522
Éjszaka társított szerkezet hőv. ellen.:	0.120 m <sup>2</sup> K/W
Árnyékolás módja nyáron:	külső
Árnyékolás naptényezője nyáron:	0.100

**Ajtó**

Típusa:	ajtó (külső)
x méret:	2 m
y méret:	1 m
Hőátbocsátási tényező:	0.750 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	1.450 W/m <sup>2</sup> K

**A hőátbocsátási tényező megfelelő.****Ajtó üvegezett**

Típusa:	üvegezett ajtó (külső, fa vagy PVC)
Hőátbocsátási tényező:	1.100 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	1.150 W/m <sup>2</sup> K

**A hőátbocsátási tényező megfelelő.**

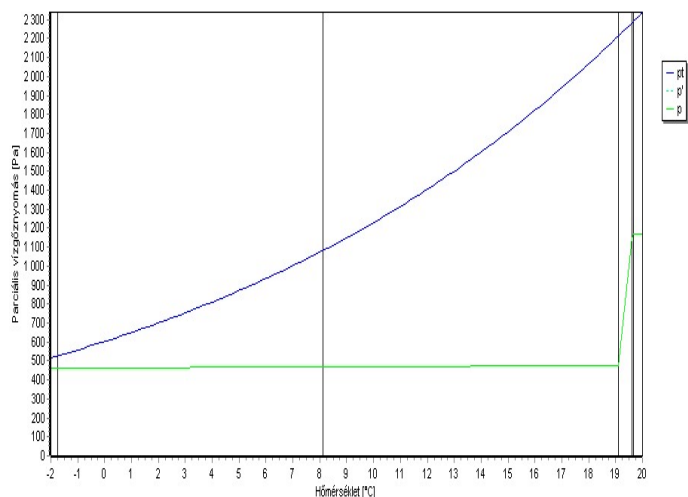
Üvegezési arány:	75 %
Üvegezés g értéke:	0.522
Éjszaka társított szerkezet hőv. ellen.:	0.120 m <sup>2</sup> K/W
Árnyékolás módja nyáron:	külső
Árnyékolás naptényezője nyáron:	0.100

**Födém**

Típusa:	padlásfödém
y méret:	1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.150 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	0.170 W/m <sup>2</sup> K

**A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.**

Eredő hőátbocsátási tényező:	0.164 W/m <sup>2</sup> K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	10 %
Fajlagos tömeg:	342 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőtároló tömeg:	289 kg/m <sup>2</sup>
Hőátadási ellenállás kívül:	0.08 m <sup>2</sup> K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.10 m <sup>2</sup> K/W



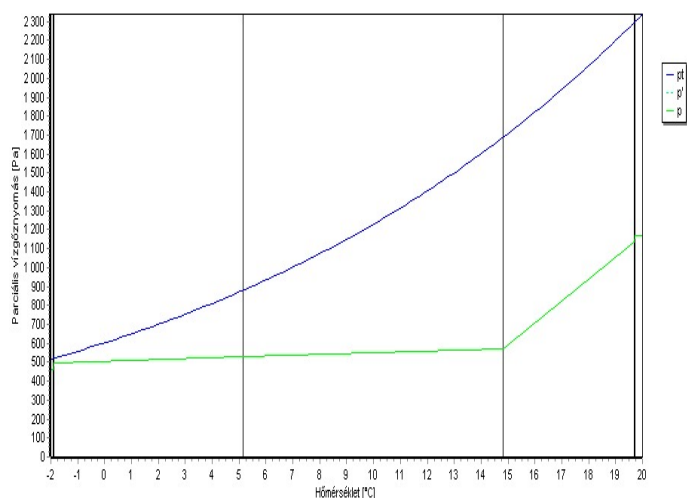
## Rétegek belülről kifelé

Réteg	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\kappa$ -	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\delta$	$t_e$ [°C]	$t_i$ [°C]	$p_e$ [Pa]	$p_i$ [Pa]
megnevezés									
nemes vakolat	1,5	0,99	0		0,02	19,621	19,671	1149	1169
Födém	20	0	0	0,16	0,008	19,095	19,621	475	1149
URSA LHF	14	0,042	0	3,3333	0,68	8,1308	19,095	470	475
URSA Therwoo-Roll	12	0,04	0	3	0,64	-1,7369	8,1308	465	470

Vizsgálati jelentés: A szerkezetben páralecsapódás nem alakul ki.

## Külső fal

Típusa:	külső fal
Rétegtervi módosító érték:	0.138031 W/m <sup>2</sup> K
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.237 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	0.240 W/m <sup>2</sup> K
<b>A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.</b>	
Eredő hőátbocsátási tényező:	0.272 W/m <sup>2</sup> K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	15 %
Fajlagos tömeg:	398 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőtároló tömeg:	46 kg/m <sup>2</sup>
Hőátadási ellenállás kívül:	0.04 m <sup>2</sup> K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.13 m <sup>2</sup> K/W



## Rétegek kívülről befelé

Réteg	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\kappa$ -	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\delta$	$t_e$ [°C]	$t_i$ [°C]	$p_e$ [Pa]	$p_i$ [Pa]
megnevezés									
javított mészvakolat	1,5	0,87	0		0,024	-1,9132	-1,8758	465	495
Rockwool Frontrock MAX	14	0,036	0,2	3,2407	0	-1,8758	5,1581	495	532
Rockwool Frontrock MAX	16	0,036	0	4,4444	0	5,1581	14,805	532	574
POROTHERM 38 N+F TM	38	0,169	0	2,2485	0,033	14,805	19,685	574	1133
nemes vakolat	1,5	0,99	0		0,02	19,685	19,718	1133	1169

## Rétegtervi hőátbocsátási tényező korrekciók

Megnevezés	Típusa	Mérete	Értéke	dU [W/m <sup>2</sup> K]
CEILINGROCK d	Mechanikai	3 db/m <sup>2</sup>	(0.80 * 57.3)	0,138

Vizsgálati jelentés: A szerkezetben páralecsapódás nem alakul ki.

**Padló**

Típusa:	padló (talajra fektetett)
y méret:	1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.233 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	0.300 W/m <sup>2</sup> K
<b>A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.</b>	
Vonalmenti hőátbocsátási tényező:	0.580 W/mK
Fajlagos tömeg:	1171 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőtároló tömeg:	194 kg/m <sup>2</sup>
Hőátadási ellenállás kívül:	0.00 m <sup>2</sup> K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.17 m <sup>2</sup> K/W
Padlószint magassága:	0m

Réteg	d	λ	κ	R	δ	t <sub>e</sub>	t <sub>i</sub>	p <sub>e</sub>	p <sub>i</sub>
megnevezés	[cm]	[W/mK]	-	[m <sup>2</sup> K/W]		[°C]	[°C]	[Pa]	[Pa]
Tömörített altalaj	20	0	0	0,2	0	-2	-0,97606	465	465
Tömörített kavics	25	0,35	0	0,71429	0,072	-0,97606	2,6808	465	467
Vasalt alaplemez	15	1,55	0		0,008	2,6808	3,1763	467	480
Elastovill E-G 4 F/K	0,4	0,12	0		0	3,1763	3,347	480	774
Austrotherm AT-N150	6	0,034	0	1,7647	0	3,347	12,382	774	930
Austrotherm AT-N150	6	0,034	0,42	1,2428	0	12,382	18,744	930	1086
Technológiai fólia	0,009	0	0	0	0	18,744	18,744	1086	1086
Aljzatbeton	4	1,28	0	0,03125	0,012	18,744	18,904	1086	1109
Baumit Esztrich E225	3,5	1,4	0	0,025	0	18,904	19,032	1109	1161
Padlóburkolat	2	1,05	0		0,017	19,032	19,13	1161	1169

**Határoló szerkezetek:**

Szerkezet megnevezés	típus	tájolás	Hajlásszög	U	U*	A	Ψ	L	AU*+L
			[°]	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/mK]	[m]	[W/K]
Külső fal	külső fal	É	függőleges	0,272	0,272	40,6	-	-	11,056
Ablak_2	ablak (külső,	É	függőleges	0,6	0,58791	5,4	-	-	3,1747
Külső fal	külső fal	K	függőleges	0,272	0,272	22,8	-	-	6,1907
Ablak_2	ablak (külső,	K	függőleges	0,6	0,58791	6,2	-	-	3,645
Ajtó	ajtó (külső)	K	függőleges	0,75	0,75	2,0	-	-	1,5
Külső fal	külső fal	D	függőleges	0,272	0,272	31,7	-	-	8,6289
Ablak_2	ablak (külső,	D	függőleges	0,6	0,58791	6,3	-	-	3,7038
Ajtó	ajtó (külső)	D	függőleges	0,75	0,75	2,2	-	-	1,65
Külső fal	külső fal	NY	függőleges	0,272	0,272	23,3	-	-	6,3322
Ajtó_üvegezett	üvegezett ajtó	NY	függőleges	1,1	1,0615	9,4	-	-	9,9358
Padló	padló (talajra			-	-	117,2	0,58	47,3	27,454
Födém	padlásfödém			0,164	0,11714	4,3	-	-	0,50371
Födém	padlásfödém			0,164	0,11968	73,5	-	-	8,7926
Födém	padlásfödém			0,164	0,12084	24,8	-	-	2,9981
Födém	padlásfödém			0,164	0,14057	3,5	-	-	0,49903
Födém	padlásfödém			0,164	0,14184	3,7	-	-	0,51913
Födém	padlásfödém			0,164	0,14242	7,4	-	-	1,0539

**Hőtároló tömegek:**

Megnevezés	A [m <sup>2</sup> ]	m <sub>t</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	M <sub>t</sub> [t]
Külső fal	118,4	46	5,45
Padló	117,2	194	22,73
Födém	117,2	289	33,87
Összesen	-	-	62,05

m<sub>t</sub>: 545 kg/m<sup>2</sup> (Fajlagos hőtároló tömegek számított értéke)

Épület tömeg besorolása: nehéz (m<sub>t</sub> > 400 kg/m<sup>2</sup>)

ε:	0.75	(Sugárzás hasznosítási tényező)
A:	384.3 m <sup>2</sup>	(Fűtött épület(rész) térfogatot határoló összfelület)
V:	324.4 m <sup>3</sup>	(Fűtött épület(rész) térfogat)
A/V:	1.185 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	(Felület-térfogat arány)
Q <sub>sd</sub> +Q <sub>sid</sub> :	(2416 + 0) * 0,75 = 1812kWh/a	(Sugárzási hőnyereség)
ΣAU + ΣΨ:	97.7 W/K	
q = [ΣAU + ΣΨ - (Q <sub>sd</sub> + Q <sub>sid</sub> )/72]/V =	(97,7 - 1812 / 72) / 324,387	
q:	<b>0.224 W/m<sup>3</sup>K</b>	(Számított fajlagos hővesztégtényező)
q <sub>max,kn'</sub> :	<b>0.399 W/m<sup>3</sup>K</b>	(Közel nulla energiaigényű épületek megengedett fajlagos hővesztégtényező)

**Az épület fajlagos hővesztégtényezője a közel nulla energiaigényű épületek követelményszintnek megfelel.**

**Energia igény tervezési adatok**

Épület(rész) jellege: Lakóépület

A <sub>N</sub> :	113.82 m <sup>2</sup>	(Fűtött alapterület)
n:	0.50 1/h	(Átlagos légcsereszám a fűtési időnyben)
σ:	0.90	(Szakaszos üzem korrekciós szorzó)
Q <sub>sd</sub> +Q <sub>sid</sub> :	(0,6 + 0) * 0,75 = 0,45kW	(Sugárzási nyereség)
q <sub>b</sub> :	5.00 W/m <sup>2</sup>	(Belső hőnyereség átlagos értéke)
E <sub>vil,n</sub> :	0.00 kWh/m <sup>2</sup> a	(Világítás fajlagos éves nettó energia igénye)
q <sub>HMV</sub> :	30.00 kWh/m <sup>2</sup> a	(Használati melegvíz fajlagos éves nettó hőenergia igénye)
n <sub>nyár</sub> :	3.00 1/h	(Légcsereszám a nyári időnyben)
Q <sub>sdnyár</sub> :	0,15 kW	(Sugárzási nyereség)

**Fajlagos értékekből számolt igények**

Q <sub>b</sub> = ΣA <sub>N</sub> q <sub>b</sub> :	569 W	(Belső hőnyereségek összege)
Q <sub>b,ε</sub> = ΣA <sub>N</sub> q <sub>b</sub> ε:	427 W	(Belső hőnyereségek összege a hasznosítással)
ΣE <sub>vil,n</sub> = ΣA <sub>N</sub> E <sub>vil,n</sub> :	0 kWh/a	(Világítás éves nettó energia igénye)
Q <sub>HMV</sub> = ΣA <sub>N</sub> q <sub>HMV</sub> :	3415 kWh/a	(Használati melegvíz éves nettó hőenergia igénye)
V <sub>átl</sub> = ΣVn:	162.2 m <sup>3</sup> /h	(Átlagos levegő térfogatáram a fűtési időnyben)
V <sub>LT</sub> = ΣVn <sub>LT</sub> *Z <sub>LT</sub> /Z <sub>F</sub> :	0.0 m <sup>3</sup> /h	(Levegő térfogatáram a használati időben)
V <sub>inf</sub> = ΣVn <sub>inf</sub> *(1-Z <sub>LT</sub> /Z <sub>F</sub> ):	0.0 m <sup>3</sup> /h	(Levegő térfogatáram a használati időn kívül)
V <sub>dt</sub> = Σ(V <sub>átl</sub> + V <sub>LT</sub> (1-η) + V <sub>inf</sub> ):	162.2 m <sup>3</sup> /h	(Légmennyiség a téli egyensúlyi hőm. különbséghez.)
V <sub>nyár</sub> = ΣVn <sub>nyár</sub> :	973.2 m <sup>3</sup> /h	(Levegő térfogatáram nyáron)



**Fűtés éves nettó hőenergia igényének meghatározása**

$$\Delta t_b = (Q_{sd} + Q_{sid} + Q_{b,\epsilon}) / (\Sigma AU + \Sigma \Psi + 0,35 V_{dt}) + 2$$

$$\Delta t_b = (449 + 426,825) / (97,7 + 0,35 * 162,193) + 2 = 7,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_i: \quad 22,1 \text{ }^\circ\text{C} \quad (\text{Átlagos belső hőmérséklet})$$

$$H: \quad 86127 \text{ hK/a} \quad (\text{Fűtési hőfokhíd})$$

$$Z_F: \quad 5140 \text{ h/a} \quad (\text{Fűtési idő hossza})$$

$$Q_F = H[Vq + 0,35 \Sigma V_{inf,F}] \sigma - P_{L,T,F} Z_F - Z_F Q_{b,\epsilon}$$

$$Q_F = 86,127 * (324,387 * 0,224 + 0,35 * 162,2) * 0,9 - 0 * 5,14 - 5,14 * 426,825 = 7,839 \text{ MWh/a}$$

$$q_F: \quad 68,87 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{Fűtés éves fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

**Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése**

$$\Delta t_{bnyár} = (Q_{sdnyár} + Q_b) / (\Sigma AU + \Sigma \Psi + 0,35 V_{nyár})$$

$$\Delta t_{bnyár} = (146 + 569,1) / (97,7 + 0,35 * 973,161) = 1,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{bnyármax}: \quad 3,0 \text{ }^\circ\text{C} \quad (\text{A nyári felmelegedés elfogadható értéke})$$

$$n_{hü}: \quad 6,61 \text{ nap} \quad (\text{Hűtési napok száma})$$

$$Q_{hü} = 24/1000 * n_{hü} * (\Sigma A_n * q_b + Q_{sdnyár})$$

$$Q_{hü} = 24/1000 * 6,61 * (146 + 569,1) = 113,53 \text{ kWh/a}$$

**A nyári felmelegedés elfogadható mértékű.****Fűtési rendszer**

$$A_N: \quad 113,82 \text{ m}^2 \quad (\text{a rendszer alapterülete})$$

$$q_f: \quad 68,87 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{a fűtés fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

Elektromos üzemű hőszivattyú, levegő hőforrással, fűtővíz hőmérséklet 35/28

$$e_f: \quad 2,50 \quad (\text{elektromos áram})$$

$$e_{sus}: \quad 0,10$$

$$C_k: \quad 0,30 \quad (\text{a hőtermelő teljesítménytényezője})$$

$$q_{k,v}: \quad 0,00 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{segédenergia igény})$$

$$\alpha_k(C_k e_{sus} + (1 - C_k)) = 1 * (0,3 * 0,1 + (1 - 0,3)) = 0,73$$

Kétcsöves radiátoros és beágyazott fűtés, termosztatikus szelepekkel, 1K arányossági sáv

$$q_{f,h}: \quad 1,10 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség})$$

Elosztó vezetékek a fűtött téren belül, vízhőmérséklet 35/28

$$q_{f,v}: \quad 0,70 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{az elosztóvezetékek fajlagos vesztesége})$$

Fordulatszám szabályozású szivattyú, hőlépcső 10 K

$$E_{FSZ}: \quad 1,75 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{a keringtetés fajlagos energia igénye})$$

Elhelyezés a fűtött térben, vízhőmérséklet 35/28

$$q_{f,t}: \quad 0,10 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{a hőtárolás fajlagos vesztesége és segédenergia igénye})$$

$$E_{FT}: \quad 0,56 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \Sigma (C_k \alpha_k e_f) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v}) e_v$$

$$E_F = (68,87 + 1,1 + 0,7 + 0,1) * 0,75 + (1,75 + 0,56 + 0) * 2,5 = 58,85 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{F \text{ sus}} = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \Sigma (C_k \alpha_k e_{f \text{ sus}}) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v}) e_{v \text{ sus}}$$

$$E_{F \text{ sus}} = (68,87 + 1,1 + 0,7 + 0,1) * 0,73 + (1,75 + 0,56 + 0) * 0,1 = 51,89 \text{ kWh/m}^2$$

a

**Az épület(rész) összesített energetikai jellemzője**

$$E_p = E_F + E_{HMV} + E_{vil} + E_{LT} + E_{hü} + E_{+-} = 58,85 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0$$

**$E_p$ :** **58.85 kWh/m<sup>2</sup>a** (az összesített energetikai jellemző számított értéke)

**$E_{pmax}$ :** **100.00 kWh/m<sup>2</sup>a** (az összesített energetikai jellemző megengedett értéke)

**Az épület(rész) az összesített energetikai jellemző alapján megfelel.**

MER = 25.0 % (Megújuló részarány)

**Becsült éves fogyasztás energiahordozók szerint**

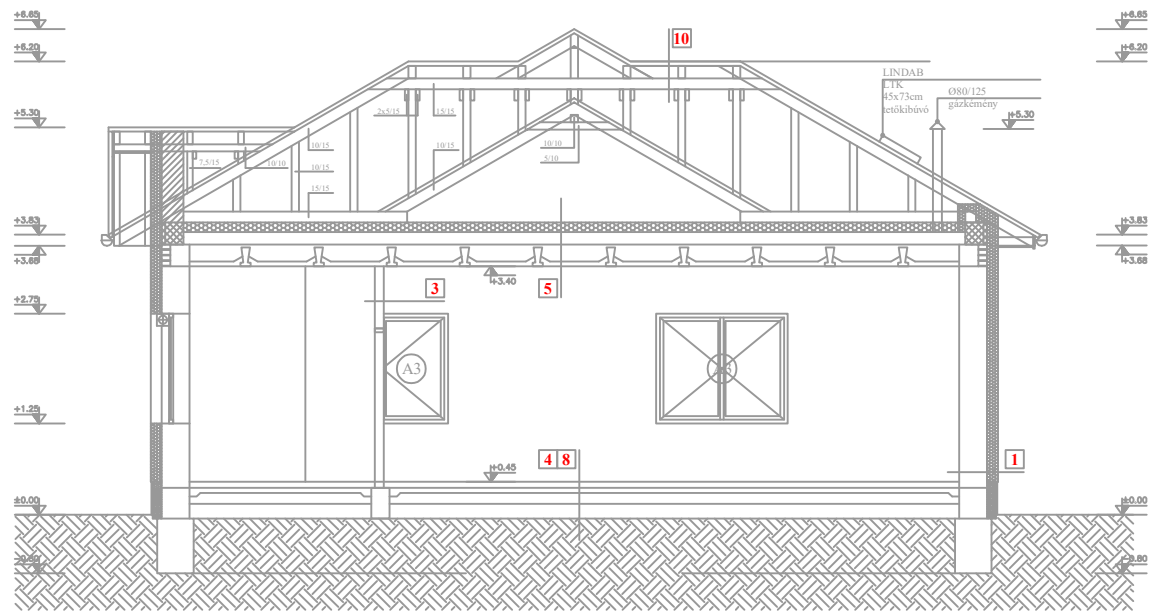
Energiahordozó típusa	E [MWh/a]	e [-]	$E_{prim}$ [MWh/a]	$e_{CO2}$ [g/kWh]	$E_{CO2}$ [t/a]	H	F [a]
elektromos áram	2,68	2,50	6,70	365	0,98	-	2,68 MWh
Összesen			6,70		0,98		

**A számítás a 7/2006. TNM rendelet 2021.I.1-i állapot szerint készült.**

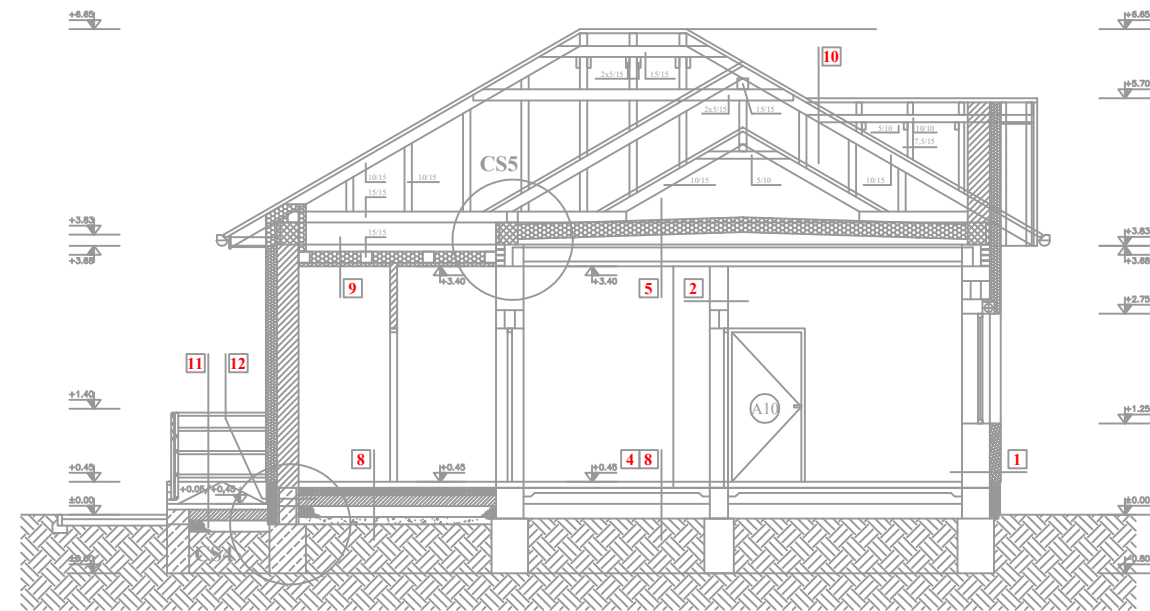
**A közel nulla energiaigényű épületek követelményszint (6. melléklet) szerint.**

  
.....  
aláírás

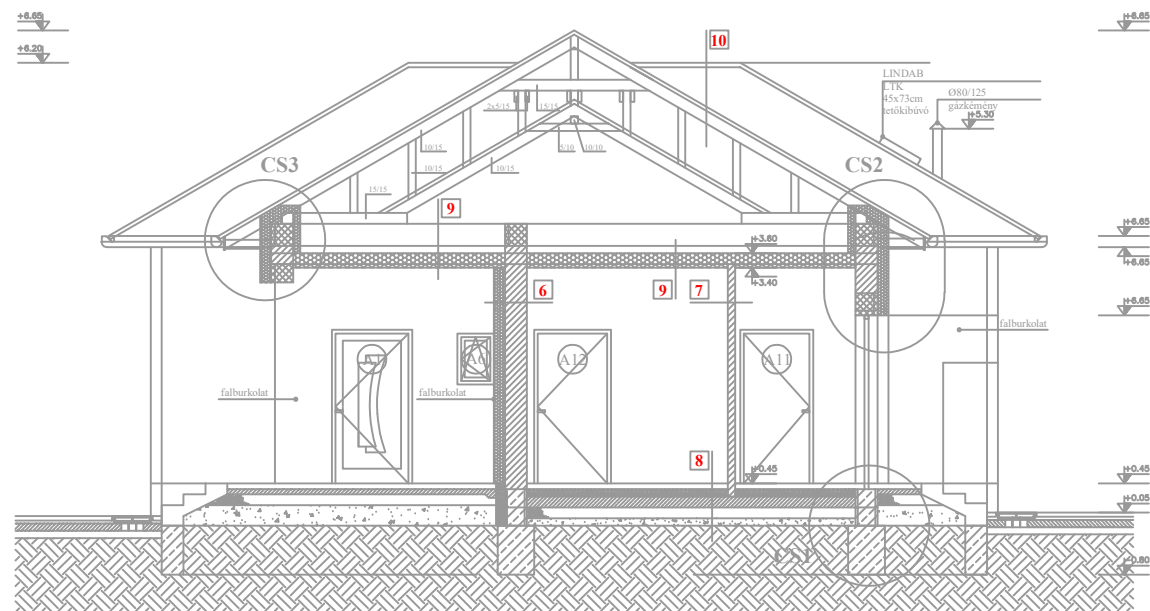
A-A METSZET M=1:50



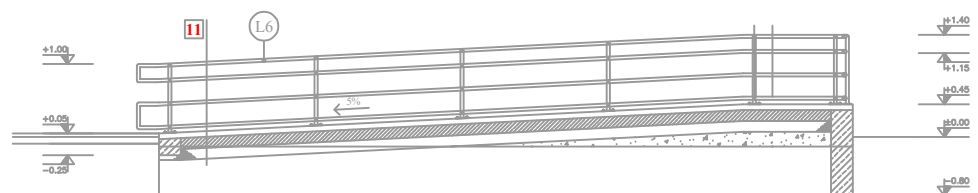
B-B METSZET M=1:50



C-C METSZET M=1:50



D-D METSZET M=1:50



1. Meglévő külső fal és hőszigetelés

- 0,3 cm dörszölt vékonyvakolat
- 1 réteg alapozó
- 0,4 cm üveghálós ragasztó tapasz
- 15,0 cm AUSTROTHERM grafit reflex hőszigetelés mechanikai rögzítéssel
- 3,0 cm külső vakolat
- 38,0 cm ácssejt tégla falazat
- 1,5cm belső vakolat

2. Meglévő belső fal

- 1,5cm belső vakolat
- 25,0 cm ácssejt tégla falazat
- 1,5cm belső vakolat

3. Meglévő válaszfal

- 1,5cm belső vakolat
- 12,0 cm kisméretű tégla falazat
- 1,5cm belső vakolat

4. Meglévő talajon fekvő hidegpadló

- 1,0 cm lapburkolat az alaprajzon jelzett szerint
- 1,0 cm felületkiegészítő és ragasztó
- 6,0 cm aljzatbeton
- 2 réteg bitumenes lemez vízszigetelés
- 6,0 cm aljzatbeton
- 15,0 cm kavicsfelhőtöltés földfeletti

5. Meglévő lapostető és hőszigetelés

- 1,8 cm OSB járótábla tetőkibívó és pallástéj között
- 1 réteg BRAMAC PRO PLUS 2S páraáteresztő fólia
- 20,0 cm ISOVER üveggapot hőszigetelés
- 5,0-17,0 cm léjtábla
- 26,0 cm előregyártott elemes vasbeton födém és szalag felhőtöltés
- 1,5 cm menyezett vakolat

6. Tervezett külső falszerkezet

- 0,3 cm REVCO VARIO 1,5mm-es vékonyvakolat
- 1 réteg REVCO PRIMER vakolat alapozó
- 0,4 cm üveghálós ragasztó tapasz
- 15,0 cm AUSTROTHERM grafit reflex hőszigetelés mechanikai rögzítéssel
- 30,0 cm POROTHERM N+F tégla falazat Dreyfix ragasztóhabbal falazva
- 1,5 cm BAUMIT UNI mészcement vakolat

7. Tervezett válaszfal

- 1,5cm BAUMIT UNI mészcement vakolat
- 10,0 cm POROTHERM tégla válaszfal BAUMIT MAURERMÖRTEL 50 falazóhabarccsal falazva
- 1,5cm BAUMIT UNI mészcement vakolat

8. Tervezett, talajon fekvő hidegpadló

- 1,0 cm mázas kerámialap ragasztva
- 6,0 cm ászarított C12-16KK min. aljzatbeton
- 1 réteg AUSTROTHERM technológiai szigetelés
- 10,0 cm AUSTROTHERM AT-N150EXPERT hőszigetelés
- 1 réteg VILLAS E-G 4 F/K Extra bitumenes lemez
- 1 réteg PORMEX RAPID keltető
- 15,0 cm Ø5/150x150 hálós vasalt C16-16KK min. aljzatbeton
- 15,0 cm kavicsfelhőtöltés földfeletti

9. Tervezett falfödém

- 1,8 cm OSB járótábla tetőkibívó és pallástéj között
- 1 réteg BRAMAC PRO PLUS 2S páraáteresztő fólia
- 15,0 cm 15/15cm földszigetelés (t=85cm), köztéte ISOVER üveggapot hőszigetelés
- 5,0cm lécezés (t=40cm), köztéte ISOVER üveggapot hőszigetelés
- 1 réteg BRAMAC MEMBRÁN 100 2S páraáteresztő fólia
- 1,25 cm RIGIPS gipszkarton burkolat

10. Tetőszerkezet hőszigetelés nélkül

- 1,2 cm CREATON DOMINO tetőcsérep
- 3,5 cm lécezés
- 3,5 cm 3,5/5cm ellenlécezés
- 1 réteg BRAMAC PRO PLUS 2S páraáteresztő fólia
- 15,0 cm 10/15cm szarvazat

11. Tervezett rímpanna

- 1,0 cm függőleges, csiszozott kerámialap
- flexibilis ragasztóval ragasztva
- 6,0 cm C12-16KK min. aljzatbeton
- 1 réteg VILLAS E-G 4 F/K Extra bitumenes lemez
- 05/150x150 hálós vasalt C16-16KK min. aljzatbeton
- 15,0 cm kavicsfelhőtöltés földfeletti

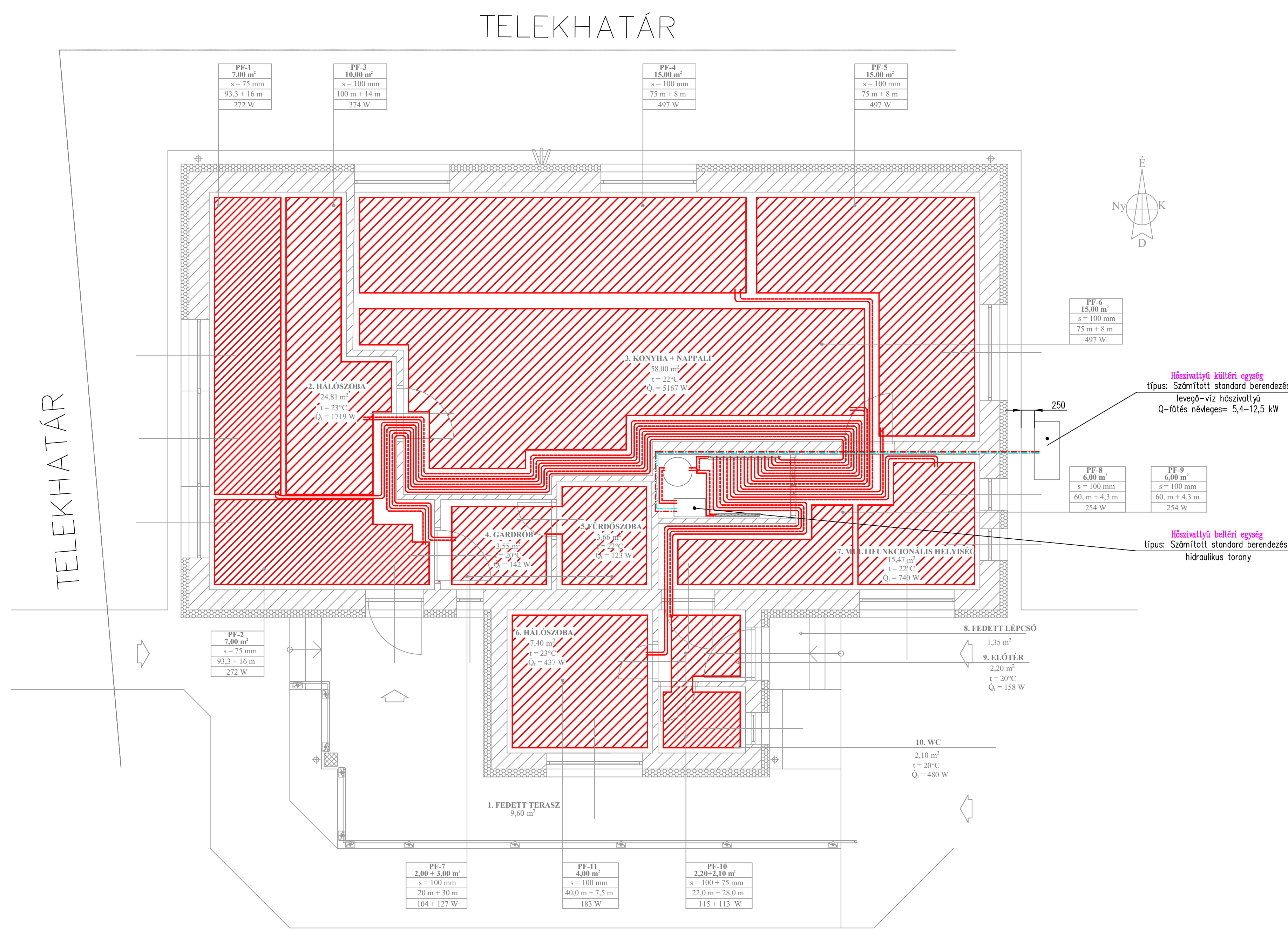
12. Lábazat

- 1,0 cm pattintott mészhomoktégla lapka lábazatburkolat
- 1 réteg ragasztó tapasz
- 0,4 cm üveghálós ragasztó tapasz
- 1 réteg AUSTROTHERM XPS TOP P hőszigetelés
- mechanikai rögzítéssel
- 30,0 cm LEIER ZS30 zsalukő + C16-16KK min. beton lábazati fal

JELMAGYARÁZAT:

- meglévő falazatok
- építendő falazatok
- befalazás
- utólagos hőszigetelés

METSZETEK	M = 1:50



**JELMAGYARÁZAT**

- Fűtési előremenő vezeték szabadon, falban és padlóban szerelve
- - - Fűtési visszatérő vezeték szabadon, falban és padlóban szerelve
- Hőszivattyú előremenő vezeték szabadon és falban szerelve
- - - Hőszivattyú visszatérő vezeték szabadon és falban szerelve

- 2. HÁLÓSZOBA — Helyiség azonosítója
- 24,81m<sup>2</sup> — Helyiség megnevezése
- t=23°C — Helyiség alapterülete
- Q=1719W — Méretezési belső hőmértéklet télen
- Helyiség hővesztesége
- 15 °C — külső hőmérséklet mellett

SZIGETELÉSEK		CSŐ TARTÓZÁSOK	
CSŐMÉRET	ARMAFLEX SH szigetelő csőhéj illetve lemez	CSŐMÉRET	
DN15	9 mm	DN15	Ø1/2"
DN20		Ø3/4"	1,50 m-ként
DN25		Ø1"	1,75 m-ként

**MEGJEGYZÉSEK**

Az épület gépészete hűtési rendszert nem tartalmaz!

- A fűtési csővezetéseket áramlás irányában min. 3mm/m, kontrában min. 5 mm/m lejtéssel kell szerelni.
- Fix és csúsztó megfogások helyét kivitelezés előtt kell (végleges nyomvonal ismeretében) kijelölni.
- A fűtési rendszerek magas pontjain légtelenítőt kell beépíteni (a terv csak ajánlást tartalmaz!)
- Gépházi területeken légedényít őrítő vezetékkel, egyéb területeken gömbsappal összerépitett automata légtelenítőt kell alkalmazni! (A terv csak ajánlást tartalmaz!)
- Tervezett gépészeti rendszerben kerüljük a fagyveszélyes nyomvonal vezetést, amennyiben a hőellátó rendszer csővezetékei fagyveszélyes helyre kerülnek nyomvonal módosítással vagy elektromos kisérből fűtésről és fokozott hőszigetelésről kell gondoskodni.
- Padlófűtés zónák csigavonal fektetésben kerüljenek kivitelezésre!
- Jelen terv a GH-03.0 jelű függőleges csőtérvel együtt kezelendő és alkalmazandó.

Módosítás / Revision No.	Dátum / Date	Módosító / Revised by	A módosítás oka / Description of change
0			

**Referencia épület fűtési rendszerének tervezése**

Tervező: **Dr. Szabó Márta**

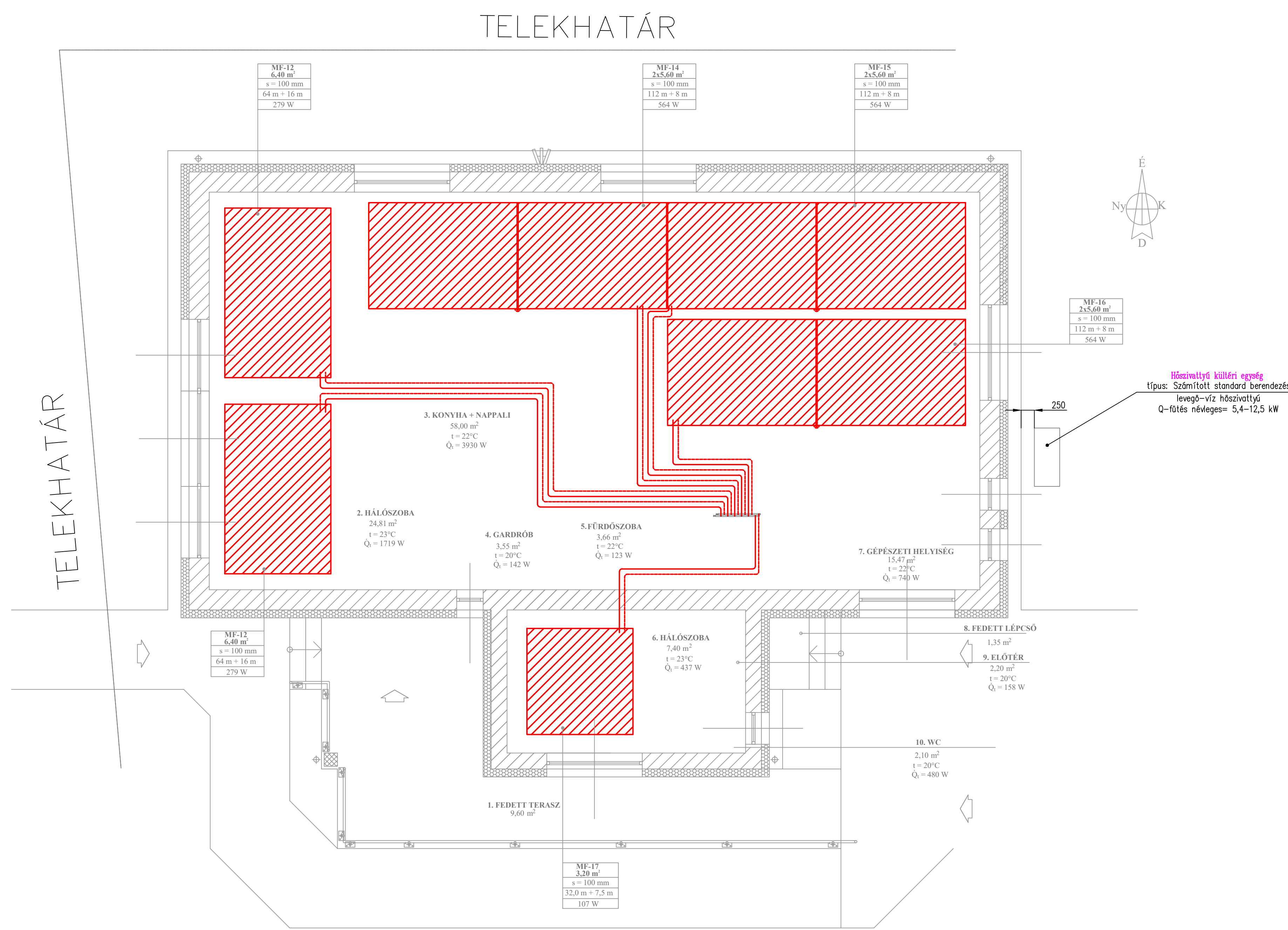
Képfő: **Ádám**

Stáb: **tervezés, írás**

**KIVITELI TERV**  
**PADLÓFŰTÉS**  
**ALAPRAJZ**

Méretarány: **1:50**  
Dátum: **2023.04.05.**  
Rajzszám: **GH-01.0**





**JELMAGYARÁZAT**

- Fűtési előremenő vezeték szabadon, falban és padlóban szerelve
- - - Fűtési visszatérő vezeték szabadon, falban és padlóban szerelve
- · - · - Hőszivattyú előremenő vezeték szabadon és falban szerelve
- · - · - Hőszivattyú visszatérő vezeték szabadon és falban szerelve

2. HÁLÓSZOBA  
24,81m<sup>2</sup>  
t=23°C  
Q=1719W

- Helyiség azonosítója
- Helyiség megnevezése
- Helyiség alapterülete
- Méretezési belső hőmérséklet télen
- Helyiség hővesztesége -13°C külső hőmérséklet mellett

SZIGETELÉSEK		CSŐ TARTÓZÁSOK	
CSŐMÉRET	ARMAFLEX SH szigetelő csőhéj illetve lemez	CSŐMÉRET	
DN15	9 mm	DN15	Ø1/2"
DN20		DN20	Ø3/4"
DN25		DN25	Ø1"
			1,50 m-ként
			1,50 m-ként
			1,75 m-ként

**MEGJEGYZÉSEK**

Az épület gépészete hűtési rendszert nem tartalmaz!

- A fűtési csővezetéseket áramlás irányában min. 3mm/m, kontrában min. 5 mm/m lejtéssel kell szerelni.
- Fix és csúszo megfogások helyét kivitelezés előtt kell (végleges nyomvonal ismeretében) kijelölni.
- A fűtési rendszerek magas pontjain légtelenítőt kell beépíteni (a terv csak ajánlást tartalmaz!)
- Gépházi területeken légedényít ürítő vezetékkel, egyéb területeken gömbcsappal összeröpített automata légtelenítőt kell alkalmazni! (A terv csak ajánlást tartalmaz!)
- Tervezett gépészeti rendszerben kerüljük a fagyveszélyes nyomvonal vezetést, amennyiben a hőellátó rendszer csővezetékei fagyveszélyes helyre kerülnek nyomvonal módosítással vagy elektromos kísérő fűtésről és fokozott hőszigetelésről kell gondoskodni.
- Mennyezetfűtés Pipelife SLAB előregyártott elemekből szerelendő!
- Irányváltásoknál szabványos csővezető ív alkalmazása javasolt!
- Jelen terv a GH-03.0 jelű függőleges csőtervrrel együtt kezelendő és alkalmazandó.

Módosítás / Revision No.	Dátum / Date	Módosító / Revised by	A módosítás oka / Description of change
0			

**Referencia épület fűtési rendszerének tervezése**

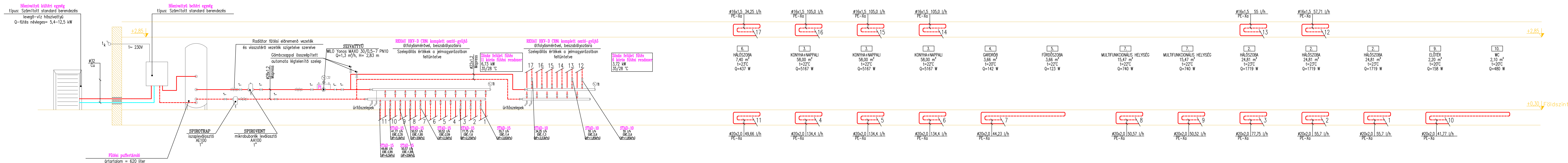
Tervező: Fasó:

Képfő: Ádám Dr. Szabó Márta

Stábelszám, leírás:

**KIVITELI TERV  
MENNYEZETFŰTÉS  
ALAPRAJZ**

Méretarány: 1:50  
Dátum: 2023.04.05.  
Rajzsorszám: **GH-02.0**



**JELMAGYARÁZAT**

- Fűtési előremenő vezeték szabadon, falban és padlóban szerelve
- - - Fűtési visszatérő vezeték szabadon, falban és padlóban szerelve

2. HÁLÓSZOBA  
24,81m<sup>2</sup>  
t=23°C  
Q=1719W

- Helyiség azonosítója
- Helyiség megnevezése
- Helyiség alapterülete
- Méretezési belső hőmérséklet télen
- Helyiség hővesztése
- Helyiség hővesztése -13 °C külső hőmérséklet mellett

osztó-gyűjtő szerelvények, előremenő ágban:  
átfolyásmérővel és elzáró szeleppel beszabályozásra

visszatérő ágban:  
1 db TA-STAD szelep a terv szerinti ágakban

**OSZTÓ-GYŰJTŐ SZELEP BEÁLLÍTÁSI ÉRTÉKEK**

FŰTÉSI KÖR SZÁMA	SZELEP BEÁLLÍTÁSI ÉRTÉKE	TERVEZETT TÉRFOGATÁRAM
1	2,5	55,7 l/h
2	3,0	55,7 l/h
3	2,5	77,75 l/h
4	Nyitott (Open)	134,4 l/h
5	Nyitott (Open)	134,4 l/h
6	Nyitott (Open)	134,4 l/h
7	2,75	44,23 l/h
8	2,75	50,57 l/h
9	2,5	50,52 l/h
10	3,0	41,77 l/h
11	2,5	49,66 l/h
12	2,5	57,71 l/h
13	3,5	55,0 l/h
14	4,0	105,0 l/h
15	2,75	105,0 l/h
16	2,75	105,0 l/h
17	2,5	34,25 l/h

SZIGETELÉSEK		CSŐ TARTÓZÁSOK	
CSŐMÉRET	ARMAFLEX SH szigetelő csőhéj alátét lemez 9 mm	CSŐMÉRET	DN15 ø1/2"
			DN20 ø3/4"
			DN25 ø1"
			DN32 ø5/4"

1,50 m-ként  
1,50 m-ként  
1,75 m-ként  
1,75 m-ként

**MEGJEGYZÉSEK**

Az épület gépészete hűtési rendszert nem tartalmaz!

- A fűtési csővezetékcsatlakozásokat áramlós irányban min. 3mm/m, kontrában min. 5 mm/m lejtéssel kell szerelni.
- Fix és csúsztató megfogások helyét kivételként előtt kell (végleges nyomvonal ismeretében) kijelölni.
- A fűtési rendszerek magas pontjain légtelenítőt kell beépíteni (a terv csak ajánlást tartalmaz).
- Cépheműz területeken légedényű irtó vezetékkel, egyéb területeken gömbcsappal összekapcsolt automata légtelenítőt kell alkalmazni! (A terv csak ajánlást tartalmaz).
- Tervezett gépészeti rendszerben kerüljük a fagyvesztéyes nyomvonal vezetést, amennyiben a hőellátó rendszer csővezetékai fagyvesztéyes helyre kerülnek nyomvonal módosítással vagy elektromos kísérő fűtéssel és fokozott hőszigeteléssel kell gondoskodni.
- Jelen terv a GH-01.0 jelű tervvel együtt kezelendő és alkalmazandó.

0			
Módosítás / Revision No.	Dátum / Date	Módosított / Revised by	A módosítás oka / Description of change

Referencia épület fűtési rendszerének tervezése

Tervező: Kárpáti Ádám  
Típus: D1 - Szabványos

Méretarány: 1:50  
Dátum: 2023.04.05.  
Rajzszám: GH-03.0

**KIVETELI TERV  
FŰTÉS  
FÜGGŐLEGES CSŐTERV**