

DIPLOMADOLGOZAT

Schlenk Jakab Dániel
Létesítménymérnök Msc

Gödöllő
2023.



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Gödöllői Campus

Létesítménymérnök Szak

Oktatási intézmény napkollektorral kombinált hőszivattyús fűtési rendszerének tervezése, energetikájának számítása és elemzése

Belső konzulens: Benécs József
tanszéki mérnök

Külső konzulens: Gábor András Roland
épületgépész projektvezető

Készítette: Schlenk Jakab Dániel
JGB5C0
levelező tagozat

Intézet/Tanszék: Műszaki Intézet, Épület-
gépészeti és Energetikai
Tanszék

**Gödöllő
2023**

MŰSZAKI INTÉZET LÉTESÍTMÉNYMÉRNÖK ALAPSZAK
Létesítményüzemeltető energetika specializáció

DIPLOMADOLGOZAT

feladatlap

Schlenk Jakab Dániel (JGB5C0)

részére

A diplomadolgozat címe:

**Oktatási intézmény napkollektorral kombinált hőszivattyús fűtési rendszerének
tervezése, energetikájának számítása és elemzése**

Feladatkiírás:

Végezzen kutatást a napkollektorokról, azok helyzetéről a hazai energetikában. Vizsgálja meg a napkollektorok teljesítményét, típusonként, különös tekintettel az azokkal termelhető energiára, hatásfokukra, veszteségeikre. Tervezze meg a választott épület fűtési rendszerét, szakági terveit napkollektorral kombinált hőszivattyúval. Számítsa ki az épület energetikáját az építések (2010) hatályos rendelete szerint, valamint a mai előírásoknak megfelelően. Összegezze a kapott eredményeket és vonjon le következtetéseket.

Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

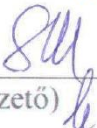
Külső konzulens: *Gábor András Roland épületgépész projektvezető*, TGA Consult Kft., 1037 Budapest, Bojtár utca u. 58.

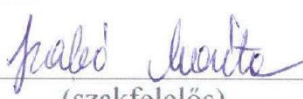
Belső konzulens: *Benécs József István tanszéki mérnök*, MATE, Műszaki Intézet

Beadási határidő: 2023. hó nap

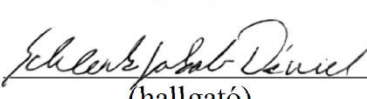
Gödöllő, 2023. 5. hó 4. nap

Jóváhagyom


(tanszékvezető)


(szakfelelős)

Átvettem


(hallgató)

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

Gödöllő, 2022. 5. hó 4. nap


(külső konzulens)

Tartalom

1. Bevezetés	5
1.1. A téma aktualitás:	5
1.2. Célkitűzés a feladat megfogalmazása:	5
2. A napkollektor, mint megújuló energiaforrás szerepe/helyzete az épületenergetikában. 6	
3. Napkollektorok fajtái:	8
4. Gázkazán lecserélése hőszivattyúra: milyen üzemeltetési/fenntartási előnyöket/hátrányokat rejt.	10
5. A megújuló energiaforrások számítása a haza energetikai rendeletekben.	10
6. A napkollektorokkal termelhető hőmennyiség meghatározása	12
4.1 A napkollektor teljesítménye	12
4.1.1. A napkollektor veszteségei:	12
4.1.2. A napkollektorok hatásfoka	13
4.1.3. A napkollektorok hatásfoka - elméleti számítások	14
4.1.4. A napkollektorok hatásfoka - gyakorlati számítások	15
4.1.5. Napkollektorok hatásfokai különböző napkollektortípusok esetén	19
4.2. A túlméretezett rendszer problémája	20
7. Tervezési feladat	21
7.1. Az épület bemutatása	21
7.1.1. Az épület hővesztesége:	21
7.2. A rendszerelemek bemutatása	22
7.2.1. A hőtermelő	22
7.2.2. A rendszer primer/szekunder köre	22
7.2.3. A csőrendszerek	22
7.2.4. A hőleadók	23
7.3. Méretezés	24
7.3.1. A hőszivattyú kiválasztása	24

7.3.2. A használati melegvíz készítés	24
7.3.3. A napkollektorok méretezése:	25
7.3.4. Fűtési hőfoklépcső:	36
7.3.5. A fűtési hálózat méretezése:	36
7.3.6. A statikus beszabályozó szelepek méretezése	40
7.3.8. A cirkulációs szivattyúk:	41
8. Energetikai összehasonlítás	43
8.1. Az eredeti szerint (2010) [44] [61]	44
8.1.1. Az épület alapadatai:	44
8.1.2. Az energetikai számítások:	46
8.2. Az új energetika (2023)	58
8.2.1. Az energetikai számítások:	59
9. Eredmények kiértékelése	69
9.1. Az energetikai	69
9.1.2 Hőátbocsátási tényezők követelményértékei:	69
9.1.3. Fajlagos hőveszteségi tényező követelményértéke:	71
9.1.5. Az energetikai számítások kiértékelése:	73
9.2. A fűtési rendszer kiértékelése	74
Összefoglalás:	75
Thesis summary:	76
Irodalomjegyzék:	80
Mellékletek	84

Köszönetnyilvánítás

Ezutón szeretnék köszönetet mondani konzulensemnek, Benécs Józsefnek, a szakdolgozatomhoz nyújtott segítségéért.

Hálával tartozom külső konzulensemnek, Gábor András Rolandnak és minden kollégámnak, hogy szaktudásukkal hozzájárultak a szakdolgozatom sikeres elkészítéséhez.

Tiszta szívvel köszönöm szüleimnek és testvéreimnek a sok gondoskodást, ami elkísért a tanulmányaim során.

1. Bevezetés

1.1. A téma aktualitás:

Napjainkban, az energiaválság berobbanása óta különösen, nagy figyelmet kap az energiaipar. Már a korábbi években is komoly erőfeszítések történtek globális mértetekben az energiahordozók használatának mérséklésére. Korábban a környezetvédelem, globális felmelegedés mérséklése volt az elsődleges szempont, azonban ma a globális energiaválság közepette már a gazdasági érdekek is sürgetik az energiahordozók ésszerű és optimalizált felhasználását.

Magyarország primerenergia felhasználásának 40%-át létesítmények üzemeltetésére, fenntartására használjuk fel. E magas részarány kifejezetten indokolja, hogy az energetikai megfontolások közepette a létesítmények energiafelhasználásával is foglalkoznunk kell. A létesítményüzemeltetésben - szemben más iparágakkal, ahol 10-15 évente lecserélődik a technológia, például számítástechnika gépjárműipar - a hazai épületállományból kiindulva évszázados távlatban kell gondolkodnunk, ezért különösképp nagy felelősség terheli az épületenergetikai tervezőt hiszen a ma meghozott döntések még 100 év múlva is jelen lesz az energiafelhasználásban. [4, 61]

1.2. Célkitűzés a feladat megfogalmazása:

Diplomadolgozatomban egy meglévő szerkezetkész épület napkollektorral kombinált levegő-víz hőszivattyús fűtési rendszerét tervezem meg. Ismertetem a napkollektorok fajtáit, azok előnyeit hátrányait. A dolgozatomban első felében a megvizsgálom még, hogy a hazai épületenergetikában milyen szerepei és milyen helyzetben vannak a napkollektorok. Az irodalomelemzésben ismertetem még a napkollektorok számítási módjait, utánajárok, hogy milyen tényezők befolyásolják és hogyan alakul a napkollektorral hasznosítható energia.

A dolgozatomban második felében egy általam kiválasztott, konkrét, meglévő oktatási épületen keresztül szemléltetem, hogy milyen energetikai előírásoknak, feltételeknek kell megfelelni a ma épülő létesítményeknek. energetikáját, energiamérlegét, valamint megtervezem az épület fűtési rendszerét a mai kornak megfelelő technológiákkal.

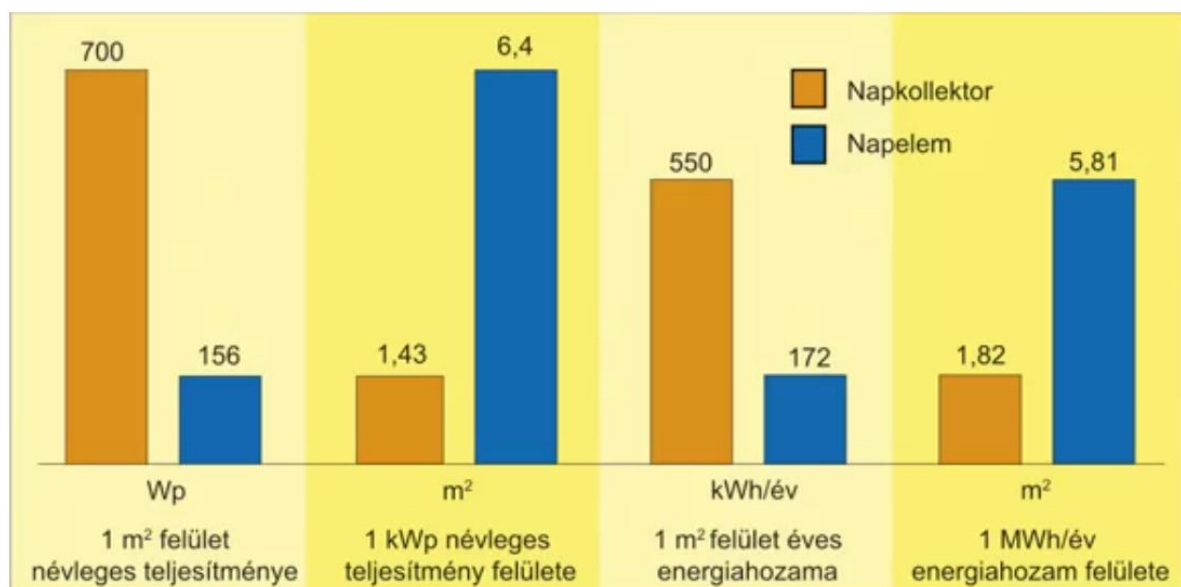
Feladatomban ismertetem a választott épület építéskor érvényben lévő előírásokat, valamint kiszámolom az akkor érvényben lévő energetikai előírásoknak megfelelő energetikai jellemzőket. Összehasonlítom a 2010-es és 2023-as tervezést és következtetéseket vonok le azok eredményeiből.

2. A napkollektor, mint megújuló energiaforrás szerepe/helyzete az épületenergetikában.

A megújuló energiaforrások az épületgépészetben a 2000-es években kezdtek el betörni. Akkoriban még kevesebbet tudtunk a megújuló technológiákról, és komoly verseny alakult ki a fejlesztésükben. A napkollektor is egy reális alternatívát képezett a technológiák között, így előszeretettel telepítettek napkollektorokat is. A napkollektorral párhuzamosan a napelem is komoly fejlődésnek indult. Manapság a napelemek sokkal ígéretesebbek, ugyanis nem csak a HMV és korlátozott körülmények között a fűtést tudja kiszolgálni, hanem gyakorlatilag a megtermelt áramot bármilyen elektromos berendezés működtetésére alkalmazni tudjuk.

A napelemek nagy előnye, hogy a túlermelt energiát visszatáplálhatjuk a rendszerbe, míg a kollektor által megtermelt hőt nem tudjuk közvetlen megosztani, így felhasználás híján kárba vész.

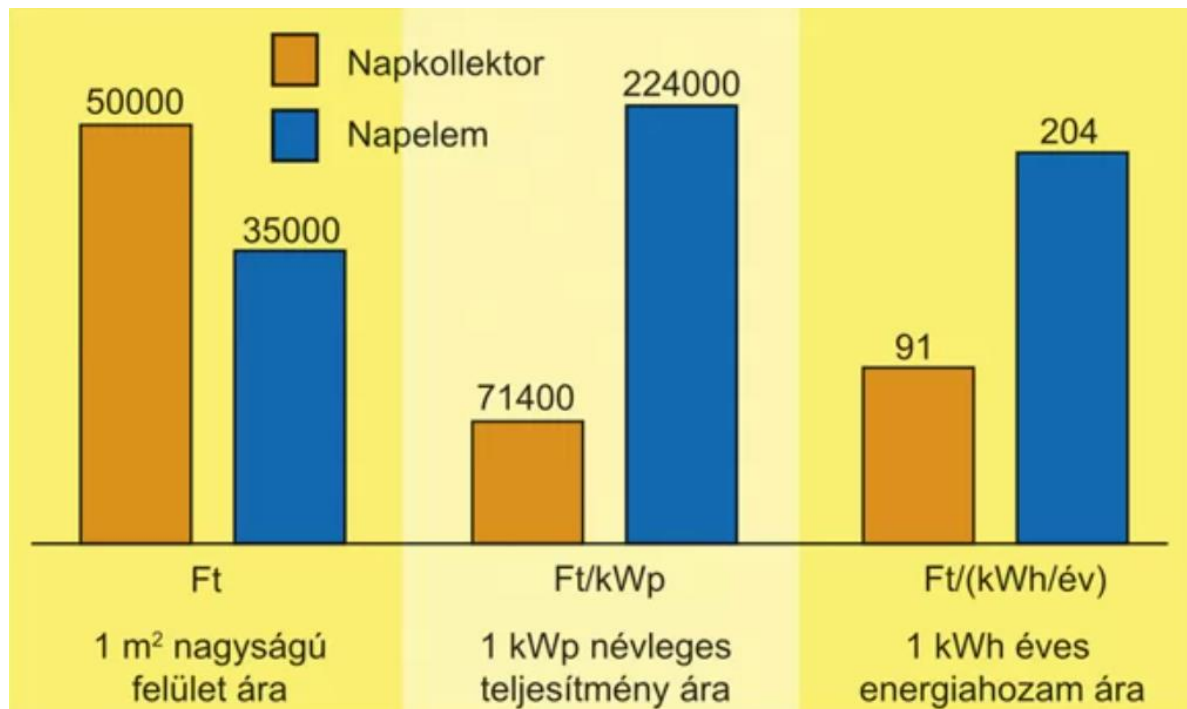
Az elmúlt években az állami támogatásoknak köszönhetően a napelem megtérülési ideje is lerövidült, így még többen választják a napelemeket, aminek következtében egyre kevesebben választják a napkollektorokat. Azonban érdemes megvizsgálni, hogy a fizikai jellemzők alapján hol tart a két technológia egymáshoz képest.



1. diagram. Napkollektorok és napelemek energetikai jellemzői [33]

A diagram első részéből jól kitűnik, hogy a napkollektorral egységnyi felületen ~4,5-ször nagyobb névleges teljesítményt lehet elérni. Éves szinten pedig ~3,2-ször nagyobb energiahozam realizálható, mint a napelemmel. A második részben látható, hogy a

pillanatnyilag elérhető csúcsteljesítmény a napelemmel ~4,5-ször nagyobb teljesítmény érhető el, valamint, hogy az éves energiahozam a napelem esetében jóval kedvezőbb, 3,2-szer nagyobb energiamennyiség, mint a napkollektor esetében.



2. diagram: Napkollektorok és napelemek gazdasági mutatói [33]

A két rendszer gazdasági mutatóit tekintve a napkollektorok felületre vetített bekerülési költségei 40%-kal magasabbak, mint a napelemek bekerülési költségei, viszont a teljesítményre és ebből kifolyólag az energiahozamra vetített ár jóval kedvezőbb a napkollektorok esetében. tehát napkollektorral kedvezőbb gazdasági feltételek mellett lehet hőenergiát előállítani. [1] [33]

A megtermelt energia tárolása:

A napenergiát felhasználó rendszereknél minden esetben szükség van egy tárolóra, mivel a napsugárzás szakaszosan jelentkezik, ezért semmi képen sem esik egybe a felhasználás ideével és mennyiségével. A napkollektoros rendszer esetében ez egy HMV vagy egy fűtési puffertárolón keresztül megy végbe. Ezekkel az eszközökkel egy-két napos ciklusokra lehet számítani az energia tárolását tekintve, mivel a tárolóknak hőveszteségük van, így éves tárolási ciklusról nem lehet beszélni a napkollektorok esetén.

Napelem esetén a megtermelt áramot visszatáplálhatjuk a szolgáltató hálózatára, amelyet külön mérőóra beszerelése után a szolgáltató jóváír. A rendszerhasználati költségek miatt

az általunk termelt energiát jóval alacsonyabb áron számítja be a szolgáltató tőlünk, mint amennyiért vesszük.

A két konstrukciót összegezve tehát, nincs jobb, vagy rosszabb rendszer. Minden tervezési feladat más, más felhasználással, más termeléssel, más hálózati infrastruktúrával és más felhasználási igényekkel és szokásokkal. A két rendszerről elmondható, hogy mivel a napelemnek olcsóbb a bekerülési költsége a lakossági felhasználók hamarabb választanak napelemes rendszert, főképp, hogy azokra jelentős állami támogatásokat lehet felvenni, amelyek tovább rövidítik a megtérülési időt. A napkollektorral tehát a tárolási problémáktól eltekintve, ha megtermelt energiát fellehet használni, ugyan úgy hasznos és kifizetődő beruházás lehet. [1] [27] [33]

3. Napkollektorok fajtái:

A napkollektorokat szerkezetük szerint 3 fő csoportra bonthatjuk:

- Síkkollektor
- Vákuumcsöves kollektor
- Léggollektor

Síkkollektor:

Ez a kollektortípus a legelső konstrukció, amely a napkollektorok között elkezdett terjedni, tehát egy egyszerű technikáról van szó. A síkkollektorok felhasználhatók használati melegíz készítésre, fűtés rásegítésre, fan-coilos klímatechnikához, medence fűtésére egyaránt. A működésüket tekintve egy közvetítőközeg szállítja a hőt a napkollektortól a HMV tartályhoz, puffertartályhoz, azaz a hőleadóhoz, ahol csőkígyón keresztül átadja a hőt a felhasználás felé. a rendszert egy külön szivattyú kör forgatja.

A síkkollektorok fajtái:

- Lefedés nélküli síkkollektorok:

Általában medencék fűtéséhez használják, UV álló fekete színű, csőjáratos lemezekből készítik. Előnye, hogy mivel nincs dobozolása, könnyebben éri a napsugárzás a közvetítőközeget, ugyanakkor a hőmérsékletkülönbség következtében a hőveszteséget nem akadályozza meg az üveg. [1] [27]

- Nem szelektív síkkollektorok

Egyszeres üvegezett, vagy polikarbonát lemez fedésű napkollektorok. Jellemzően alacsonyabb az optikai hatásfokuk és nagyobb a hőveszteségük. Ritkán alkalmazzák.

- Szelektív síkkollektorok

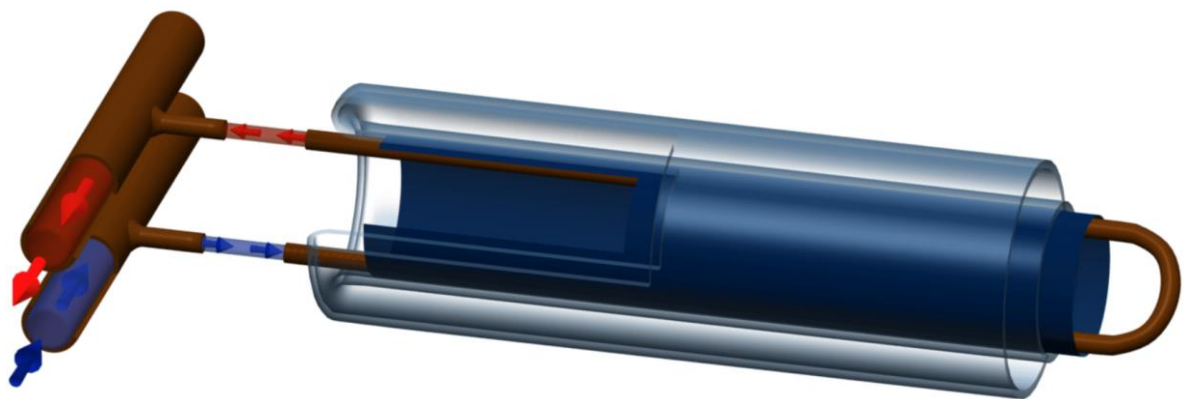
A szelektív síkkollektorok többrétegű bevonattal készülnek, ezért a napsugárzást „szelektálni” tudják és megakadályozza a sugárzás visszaverődését. A Szelektív síkkollektorral jobb hatásfok érhető el.

- Vákuumos síkkollektorok

A kollektor hővesztesége főként az üvegen keresztül megy végbe, ezért az üveg mögötti térben vákuumot hoznak létre, amelyben a hő jelentősen lassabban terjed, így kisebb lesz a kollektor hővesztesége.

Vákuumcsöves napkollektorok:

Ez a típus jóval újabb technológia, mint a hagyományos síkkollektor. Hatásfokát tekintve jobb, mint az elődje, ugyanakkor bonyolultabb is a rendszer. A kollektor tetején (az ábra bal oldala) található egy osztó gyűjtő, amelyben cirkuláltatva van a közvetítőközeg. A vákuumcsövekben alacsony hőmérsékleten párologó folyadék van jellemzően alkohol. A napsugárzás hatására az alkohol elkezd párologni, a forró pára felszáll, ahol leadja a hőjét az osztó gyűjtőnek, majd kondenzálás után újra visszafolyik a cső aljára (ábra szerinti jobb oldal), és a folyamat így ismétlődik. [1] [36]



1. kép Vákuumcsöves napkollektor [36]

4. Gázkazán lecserélése hőszivattyúra: milyen üzemeltetési/fenntartási előnyöket/hátrányokat rejt.

Ha hőszivattyúval kívánjuk kiváltani a tervezett gázkazánt a konkrét berendezések összehasonlításán túl meg kell vizsgálnunk az azok üzemeltetéséhez szükséges hálózattokat, rendszereket.

A gázkazán üzemeltetése esetében szükséges a gázhálózatot bekötni az épületbe, amelynek tervezési, engedélyeztetési és kivitelezési költségei is vannak. Ezen felül a füstgázelvezetést is meg kell oldani, amelynek esetében szintén számolni lehet a tervezési engedélyeztetési, valamint kivitelezési költségekkel. Ezek a tételek, a gázkazán esetén jelentősen megdrágítják a beruházást.

A hőszivattyús rendszer esetében nincs szükség gázhálózatra, se füstgázelvezető rendszerre, csupán a villamosellátást kell megoldani, lehetőleg külön mérőórával ellátva a kedvezményes tarifa végett.

5. A megújuló energiaforrások számítása a haza energetikai rendeletekben.

Magyarország hatályos energetikai követelményeit a 7/2006 TNM rendelet írja le, amely 2006 május 24-i megjelenése óta, ma a következőképpen veszi számításba a megújuló energiaforrásokat:

Sugárzási nyereség:

A napsugárzásból eredő energiát a TNM rendeletben külön, direkt (aktív) és indirekt (passzív) sugárzásként kerül számításra. [44] [60]

A direkt sugárzást kétféleképpen határozhatjuk meg,

A/ fűtési idényre:

$$Q_{sd} = \varepsilon \sum A_{\ddot{U}} g Q_{TOT} \quad [kWh/a]$$

- képlettel számítható ki, ahol,

Q_{sd} - a direkt sugárzási nyereség/ terhelés [kWh/a]

ε - hasznosítási tényező [-]

$A_{\ddot{u}}$ - üvegezett felület [m²]

g - összesített sugárzási tényező [-]

Q_{tot} - fűtési idényre vonatkoztatott sugárzási energiahozam

Az ε (epszilon) hasznosulási tényező értékét az épület szerkezet határozza meg. Nehéz vagy könnyűszerkezetes épület esetén az ε lehet 0,75 vagy 0,5 értéket kell, hogy felvegyen. Az épület szerkezete meghatározó, hiszen a nehéz szerkezet esetén nagyobb a hőtároló képessége az épületnek, így azonos körülmények között jelentősebb sugárzási nyereséget fog jelenteni. [44]

Az $A_{\ddot{u}}$ – üvegezési felület esetén fontos megjegyezni, hogy nem az ablak felületét kell számításba venni, hanem az üvegezett felületek arányt, hiszen az ablak keretétől függően a két érték között 10-20% eltérés lehet.

A sugárzási tényező értéke 0 és 1 közötti érték attól függően, hogy az üveg a napsugárzást milyen mértékben ereszti át. A Q_{tot} értéke a tájolástól függően a rendelet alapján, északi fekvés esetén 100, déli fekvés esetén 400 és K-N fekvés esetén 200 [kWh/m²a] számol.

B/ napi dátumra:

$$Q_{sd} = \varepsilon \sum A_{\ddot{u}} I_b g \quad [W]$$

- képlettel számítható ki, ahol, (az előző képlethez képest az új komponensek)

I_b - napsugárzás intenzitása [W/m²] [60]

A számítás célja	Tájolás		
	É	D	K - N
Sugárzási energiahozam a fűtési idényre fajlagos hőveszteségtényező számításához Q_{TOT} [kWh/m ² a]	100	400	200
Átlagintenzitás egyensúlyi hőmérsékletkülönbség számításához I [W/m ²]	27	96	50
Átlagintenzitás nyári túlmelegedés kockázatának számításához I [W/m ²]	85	150	150

1. táblázat: TNM rendelet, a nap sugárzási intenzitásai [60]

6. A napkollektorokkal termelhető hőmennyiség meghatározása

4.1 A napkollektor teljesítménye

4.1.1. A napkollektor veszteségei:

A napsugárzás ideális állapotot véve a kollektorra merőlegesen érkezik. (G_0 napsugárzás)

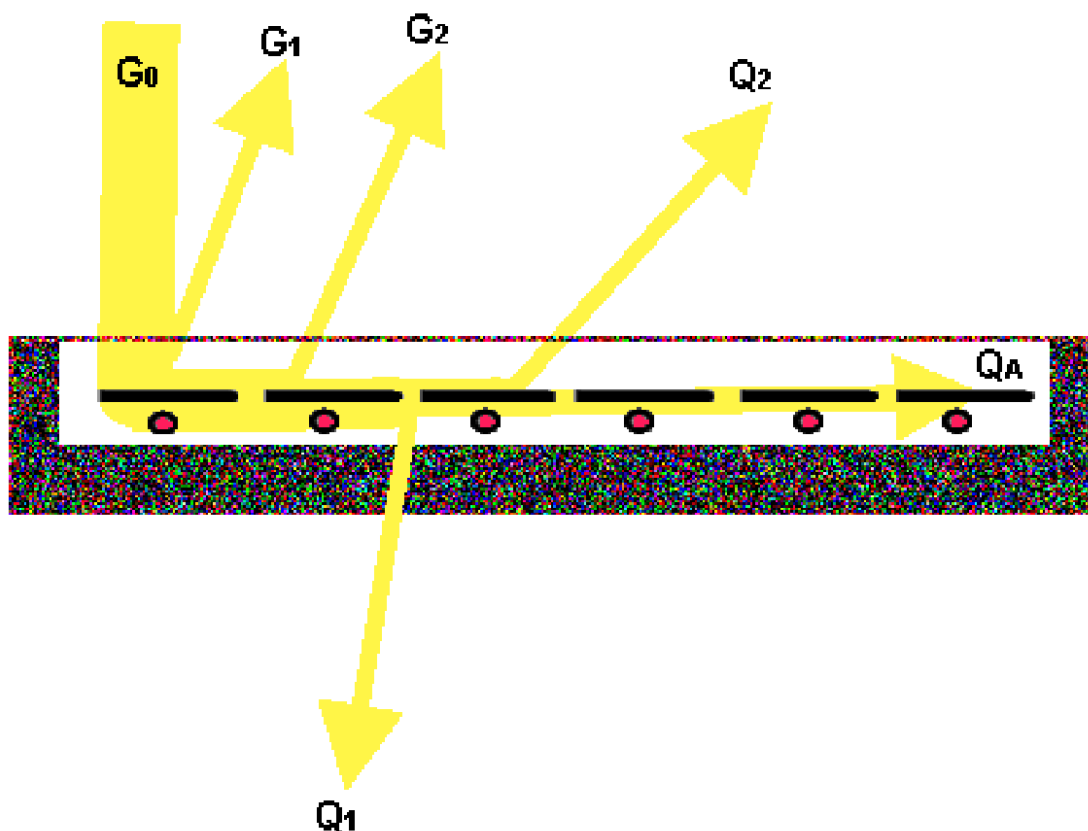
Optikai veszteségek:

A **reflexiónak** megfelelően a G_0 sugárzás egy része visszaverődik, amelyet G_1 -gyel jelöltem. A maradék sugárzás mielőtt elérné az abszorber közeget, a napkollektortól függő **abszorpció veszteség** (elhanyagolható, kb. 95%) után jut el a abszorber közeghez. Az abszorpció következtében elvesztett hő kijut az üvegen. G_2 . Tehát az abszorbeált hő: $G_0 - G_1 - G_2$. A G_1 és G_2 , a reflexió okozta veszteségeket optikai veszteségnek nevezzük. [27] [39]

Hővesztesség:

A közvetítőközeg által elnyelt hő miatt az abszorber közeg jelentősen melegebb lesz a környezeti hőmérsékletnél, ezért a napkollektor **hősugárzási** és **konvekciós** hővesztése is lesz a kollektornak, amely veszteséget Q_2 -vel jelölik. A hővesztesség másik része **hővezetéssel** a hőszigetelésen és a kereten keresztül távozik, jele Q_1 .

A kollektor veszteségei tehát a Q_1 hővezetés, valamint a q_2 hősugárzás és konvekció. ($Q_1 = Q_1 + Q_2$). Az ezek után az abszorber által elnyelt hő a HMV tartályba kerül és a csőkígyón keresztül hasznosításra kerül a hőenergia, amelyet hasznosítható hőnek nevezünk: $Q_a = G_0 - G_1 - G_2 - Q_1 - Q_2$. A Q_a -val jelölt hőmennyiség nem azonos a hőleadókon és a csapolókon realizálható hőmennyiséggel, hiszen amíg odáig elér a közvetítőközeg további veszteségei lesznek a rendszernek amelyek a hőhálózattól, és annyak szigetelésétől függenek. [27] [45]



1. ábra: A napkollektor veszteségei [27]

4.1.2. A napkollektorok hatásfoka

A napkollektorok hatásfoka a hasznosított és az üvegfelületre érkező hő hányadosaként értelmezhető:

$$\eta = \frac{Q_a}{G_0}$$

ahol: - η : a kollektor hatásfoka

- Q_a : a hasznosított hőmennyiség

- G_0 : az üvegfelületre érkező hőmennyiség

[27] [60]

Hővesztésektől eltekintve, optikai veszteségekkel számolva, az optikai hatásfok a következőképpen értelmezhető:

$$\eta_0 = \tau * \alpha$$

ahol: - η_0 : A napkollektor optikai hatásfoka

- τ : A napkollektor üvegének a transzmissziós veszteség tényezője

- α : A napkollektor abszorpciós veszteségének a tényezője [27] [42] [60]

4.1.3. A napkollektorok hatásfoka - elméleti számítások

Az „elméleti” számítások főképp elvi jelentőségűek, mivel jellemzően egy adott pillanatban leírható körülményeket számíthatunk ki velük. Ez a gyakorlatban az éves termelési értékek számítására közvetlenül nem alkalmasak, azonban elengedhetetlenek a folyamat pontos leírásához és megértéséhez.

A fellebb említett képletből következik, hogy az üvegen átjutó hő $\tau * G_0$, az abszorber által elnyelt hő pedig $G_A = \tau * \alpha * G_0$. Tehát az optikai hatásfok az abszorber által elnyelt hő és az üvegfelületre érkező hő hányadosa: [1] [27] [49]

$$\eta_0 = \frac{G_A}{G_0} = \frac{\tau * \alpha * G_0}{G_0} = \tau * \alpha [-]$$

A kollektor veszteségei a sugárzás visszaverődés/reflexió törvényei, valamint a környezeti és abszorber hőmérséklet különbség miatt alakul ki, tehát a hővesztés arányos az abszorber közepes hőmérséklet ($\vartheta_{abszorber}$) és a környezeti hőmérséklet (ϑ_e) különbségével. A kollektor transzmissziós hővesztése jellemezhető az épületenergetikában bevezetett hőátbocsátási tényezővel (jele: k , k_{koll}) [W/m²K].

A fent említett összefüggések és törvények alapján a kollektor hőátbocsátását a következő a következőképpen állapíthatjuk meg:

$$Q_L = Q_1 + Q_2 = k_{koll} * d\vartheta$$

A közvetítőközeg közepes hőmérséklete megközelíthető a kollektor belépő és kilépő csatlakozás közötti hőmérsékletkülönbséggel:

$$d\vartheta = \vartheta_{abszorber} - \vartheta_e = \frac{\vartheta_{koll,be} + \vartheta_{koll,ki}}{2} - \vartheta_e \quad [-]$$

A hasznosítható teljesítmény pedig:

$$Q_A = G_A - Q_L \quad [W]$$

Összegezve az eddig levezetett képleteket, behelyettesítve a kollektorhatásfok képletét:

$$\eta = \frac{\tau * \alpha * G_0 - k_{koll} * d\vartheta}{G_0} = \eta_0 - \frac{k_{koll} * d\vartheta}{G_0} \quad [-]$$

A behelyettesített képletből látható, hogy a hatásfok függ a abszorber hőmérséklet és a környezeti hőmérséklet különbségtől, a sugárzás intenzitásától, melynek változó az értéke. Az η_0 és a k_{koll} érték konstansok. A kollektor akkor lesz jó, ha az optikai hatásfok magas és a k érték pedig kicsi. [27] [42] [50]

4.1.4. A napkollektorok hatásfoka - gyakorlati számítások

Az iparban a kollektorgyártók a saját konstrukcióik hatásfokát jellemző értékekkel (k_1 , k_2) adják meg, amelyekből a következőképp számíthatjuk a hatásfokot:

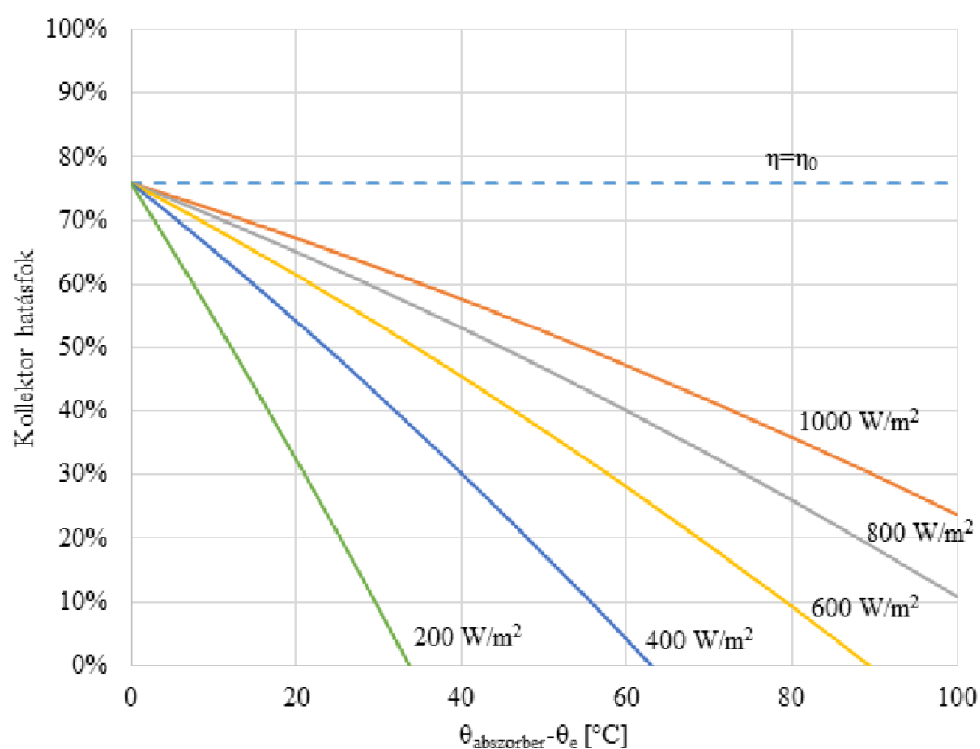
$$\eta = \eta_0 - \frac{k_1 * d\vartheta}{G_0} - \frac{k_2 * d\vartheta^2}{G_0} \quad [-]$$

Egy másik esetben a gyártó megadhatja a effektív hőátbocsátási tényező függvényét:

$$k_{eff} = k_1 + k_2 * d\vartheta$$

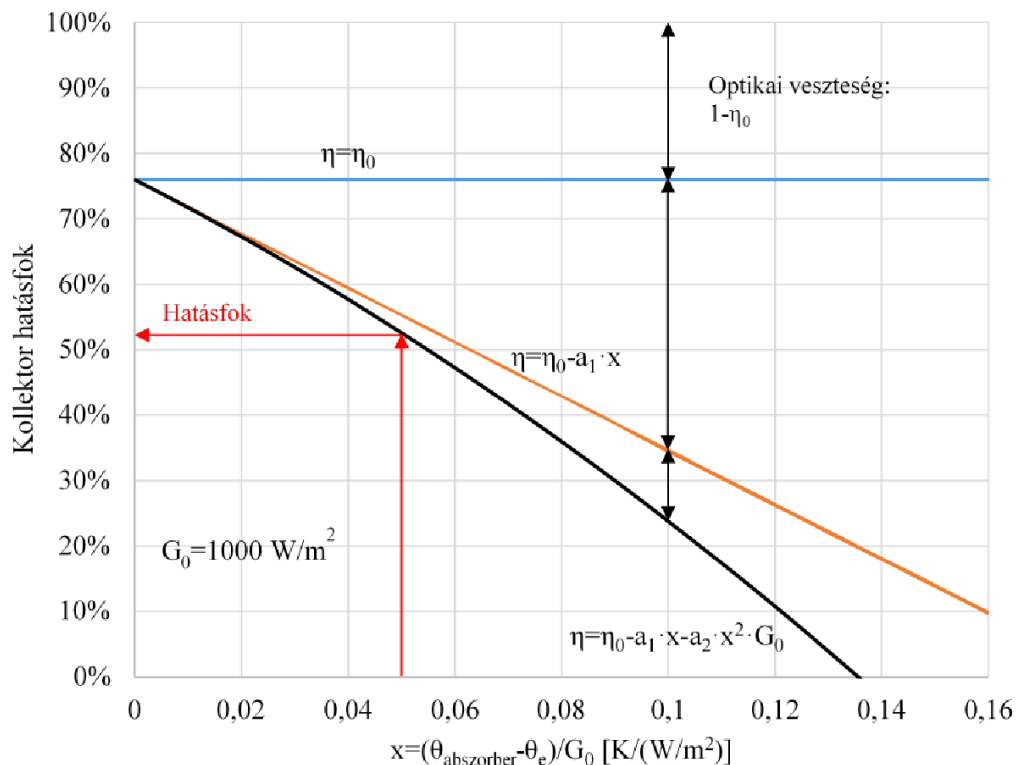
amelyből a hatásfok:

$$\eta = \eta_0 - \frac{k_{eff} * d\vartheta}{G_0} \quad [-]$$



3. diagram: Napkollektor hatásfok különböző sugárzásintenzitásra [27]

A hatásfok hőmérsékletkülönbség diagramon jól látható, hogy minél nagyobb a levegő és a közvetítőközeg különbsége annál intenzívebb hőáramok keletkeznek a környezet felé, ezért rosszabb lesz a napkollektor hatásfoka. [27] [50]

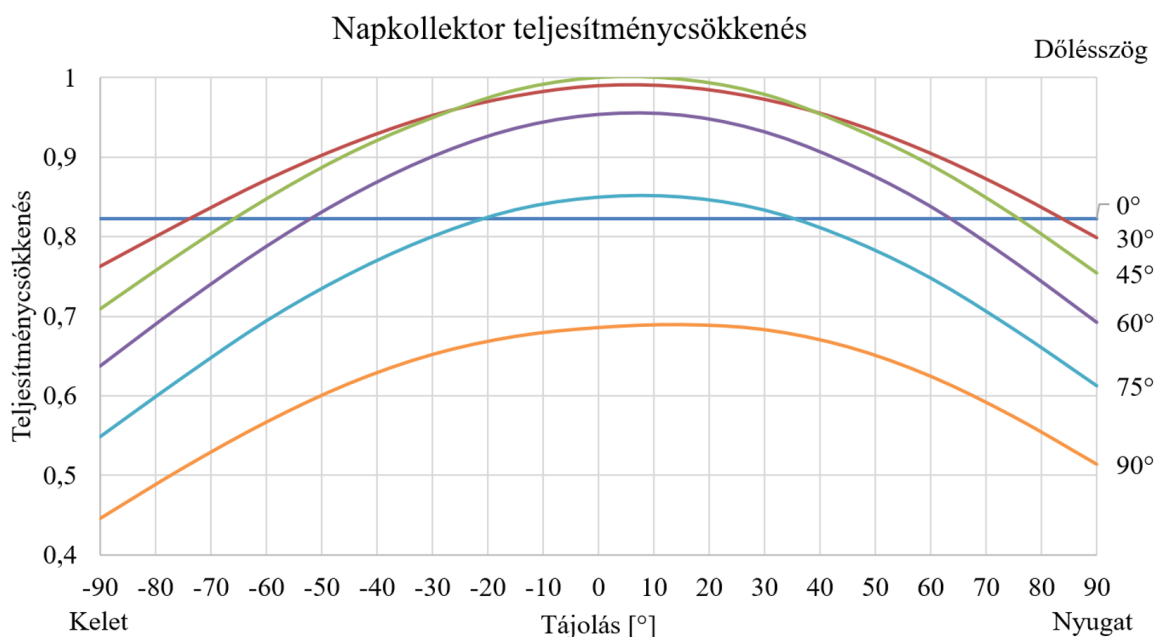


4. diagram: Kollektor hatásfok [27]

A hatásfokot a hőmérsékletkülönbség és a sugárzásintenzitás hányadosa függvényében. A kollektor akkor fog jól működni, ha minél kisebb hőmérsékletkülönbség mellett magas a sugárzási intenzitást kap és a közvetítőközeg képes elszállítani a megtermelt energiát. Ezek a tényezők az optimális esetet vázolják föl, amelyek a gyakorlatban nem tudnak megvalósulni. Ezek a folyamatok következményei egymásnak, ha növekszik a nap sugárzása melegszik a közvetítőközeg is vagyis a hőmérsékletkülönbség, ami csökkenti a hatásfokot.

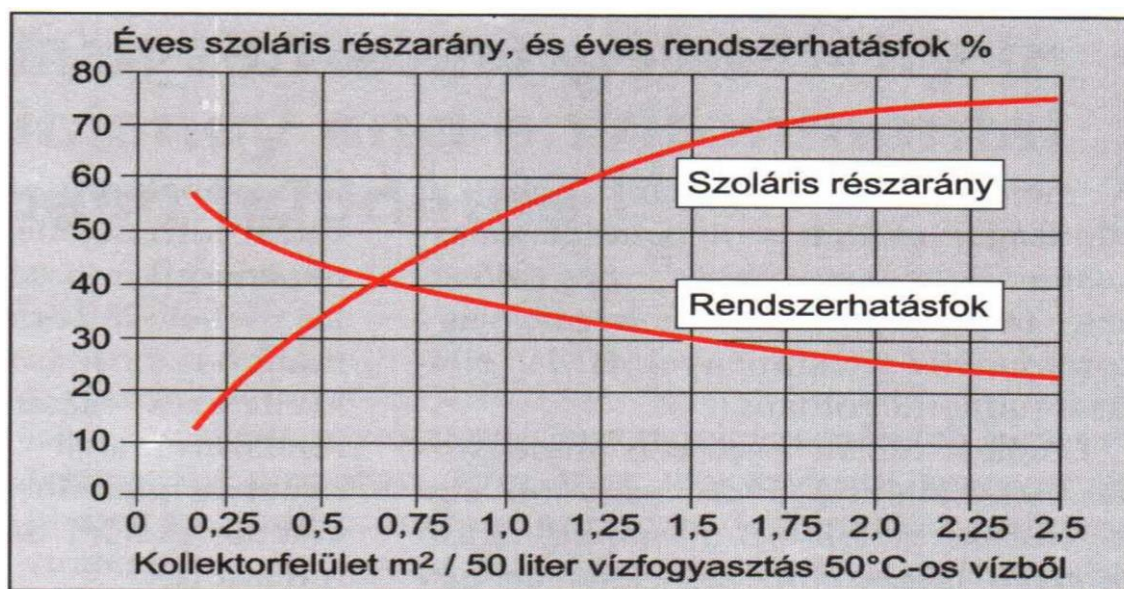
A diagramok a pillanatnyi hatásfok és fajlagos teljesítményértékeket vetítik elő, amelyek pillanatról pillanatra, az év 365 napján folyamatosan változnak, ezért nem lehet egy rendszer tervezéséhez reális adatokat kivenni belőle. A tervezésben a napkollektoros rendszerek által termelt éves energia a rendszerhatásfokkal számolható, mely mérések alapján, gyakorlati tapasztalattal, valamint ökölszámok segítségével határozhatóak meg.

A napkollektoros rendszer által termelt energia függ a kollektorok tájolásától és a dőlésszögtől. Hozzávetőlegesen a következő k érték romlással lehet számolni adott dőlésszögű és tájolású telepítés esetén. [27] [56]



5. diagram: Teljesítménycsökkenés a tájolás és a dőlésszög függvényében [27]

A diagramon jól látszik, hogy míg 0° -os dőlésszögnél, azaz vízszintes kollektor esetén bármely tájolásnál ugyan arról a pozícióról beszélünk, $k \sim 0,82$ értékű tényezővel számolhatunk. 90° -os dőlésszögnél az „optimális” déli fekvés esetén is csak $k \sim 0,7$ -szeres teljesítményt tudunk kinyerni, de tájolás függvényében ez akár 0,45-re is lecsökkenhet.



6. diagram: Szoláris részarány – rendszerhatásfok diagram [39]

A napkollektoros rendszerek tervezésekor két negatív véglet alakulhat ki:

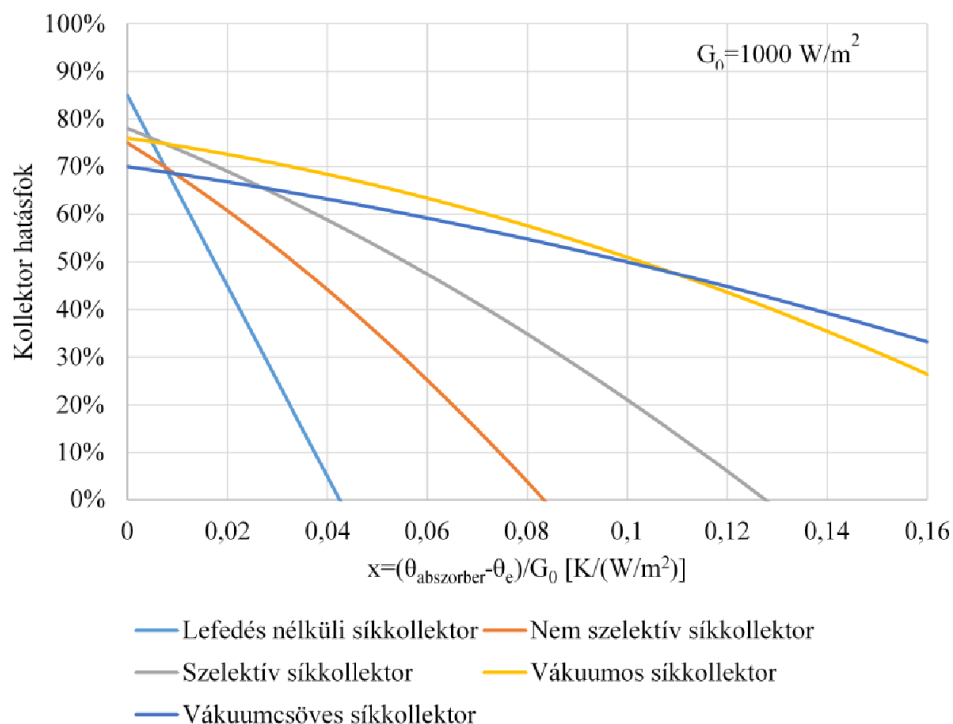
- 1.: ha alul van méretezve, nincs elegendő melegvíz és az elsőszámú hőtermelőnek folyamatosan dolgoznia kell, rossz energetikai mutatót fog eredményezni, azonban a

napkollektoroknak az a minimálisan termelt hőmennyiség folyamatosan elvételre kerül a kollektoroktól, így nem károsodik a berendezés és nincs üresjárat.

2.: A rendszer mérete túl van méretezve, így sok az üresjárat, (vagyis nincs elég HMV felhasználás és nincs hőelvétel a napkollektortól) ami hosszútávon károsíthatja a kollektor rendszert, de mindenképpen rontja a hatásfokot. [1] [27] [39]

A diagramról bal oldala felé haladva leolvasható, hogy logikus módon, minél nagyobb hatásfokot szeretnénk elérni annál nagyobb kollektorfelületre lesz szükségünk. A nap viszont szakaszosan süt, hol alacsonyabb intenzitással, hol erősebben. Ebből adódóan a szegényebb időszakokban a HMV igények kielégítéséhez rendkívül nagy napkollektor felületre lenne szükség, így gyakorlatban a 100%-os éves lefedési arányt lehetetlen elérni, hiszen, ha nem süt a nap nincs melegvíz termelés, akármekkora kollektorfelületünk van. A diagram jobb oldalát tekintve észrevehetjük, hogy minél alacsonyabb az éves lefedettség arány, annál jobb lesz a rendszer hatásfokunk, hiszen annál nagyobb eséllyel tudja kiszolgálni a HMV igényünket a napkollektor. E két paraméter változás egy görbét fog leírni, amelynek térdpontja a 60% szoláris lefedettségénél van, ahol jellemzően 30-40%-os éves rendszerhatásfok érhető el. A napkollektoros rendszerek tervezésekor ökölszabály tehát, hogy a rendszert a számított HMV igénynek szerinti 60% szoláris részarányra kell méretezni, amivel kellő energiát termelünk és elkerülhetjük az üresjáratot. [27] [39]

4.1.5. Napkollektorok hatásfokai különböző napkollektortípusok esetén



7. diagram: Kollektortípusok hatásfokai [27]

4.2. A túlméretezett rendszer problémája

A legtöbb napkollektoros rendszert a 2000-es évek után kezdték telepíteni. Néhány év alatt a technika robbanásnak indult és egyre jobb hatásfokú kollektorokat fejlesztettek, így elkezdtek nagyobb rendszereket is tervezni, építeni. A régi gondolkodás alapján, a „legyen jó nagy teljesítményű, akkor biztos elég energiát ad” elv a gázkazános rendszerek esetén nem volt káros hatása, bár ettől függetlenül értelmese, fölöslegesen plusz beruházás volt. A napkollektoros rendszer esetén viszont egyenesen káros hatással van a rendszer élettartamára.

A jó hatásfokú napkollektorok, a beérkező napsugárzást nagy hányadát tudják hasznosítani kevés veszteséggel. Ebből kifolyólag magas hőmérsékletű közvetítőközeg érhető el. A túlméretezett rendszerekben nincs elegendő melegvízfelhasználás, így a napkollektorral megtermelt használati melegvíz a primer körben cirkulál. A kollektorok ilyen üzemállapotban akár 250°C-osra (vákuumcsöves napkollektor esetében 300°C-ra) is melegedhetnek. A primer kör közvetítőközege napkollektoros rendszerek esetén a propilén gliol, amely 250°C-on bomlani kezd, amely a rendszer savasodásához vezet. Ha a közvetítőközeg elsavasodik a hidraulikai rendszert tönkre teheti, ami a csőszigetelés alatt már csak akkor fog jelentkezni, amikor túl késő. A napkollektoros rendszerek tervezésekor tehát a túlméretezés károsabb következményekkel járhat, mint az alul méretezés, ugyanis, ha alul méretezve a rendszer, akkor legfeljebb bekapcsol az elsődleges hőtermelő, (kazán, hőszivattyú) és valamivel magasabb lesz a rezsink. A napkollektoros rendszer rendszerhatásfoka akkor lesz a legjobb hatásfokú, ha a megtermelt energiát fel is használjuk, ezért sincs értelme túlméretezni. A túlméretezett napkollektoros rendszer esetén azonban nem csak a rendszerhatásfokunk fog lecsökkenni drasztikusan, hanem a magas és tartós hőmérséklet következtében az elsavasodott propilén-glikol közvetítőközegünk is tönkreteszi a hálózatot. Ezért különösen nagy felelősség terheli a tervezőt, azért, hogy egy nagy körültekintéssel, jól felmért HMV és fűtési igényeknek alapján a megfelelő méretű napkollektoros rendszert tervezze meg a mérnök, amely se túl nagy, se túl kicsi.

A tervezésen felül a rendszer állapotának megóvása érdekében a karbantartásra is nagy hangsúlyt kell fektetni. A rendszer karbantartását a fent említett problémák elkerülése végett a következőképpen szigorúan be kell tartani:

- A rendszer közvetítőközegét fél évente le kell ellenőrizni pH-érték mérő indikátorpapírral, hogy az nincs-e savasodva.
- Évente át kell vizsgálni, hogy az üzemi nyomáson a különböző üzemállapotokban, a rendszernek vannak-e szivárgásai.
- 3 évente ellenőrizni kell a glikolos keverék fagyállóságát.
- 10 éve üzemidő után a teljes rendszer ellenőrzést igényel a tömítettségi ellenőrzéssel, a szigetelések ellenőrzésével a hőcserélőtől a kollektorokig, a teljes vezérlőrendszer, és minden egyes szerelvény. [1] [32]

7. Tervezési feladat

7.1. Az épület bemutatása

A diplomadolgozatom témájának választott oktatási intézmény alapterülete 400 m². Az ötszintes épületben tantermek, előadótermek találhatóak. A pincében található egy 162 m²-es könyvtár, valamint a földszinti étterem kiszolgáló egységei (élelmiszer raktár, előkészítők, mosogatók). A földszinten található egy fogadó tér, egy ruhatárral és egy tárgyaló teremmel, valamint az étterem és az ahhoz tartozó tállalók és egy közel 100m²-es terasz. Az első emeleten 6db tanterem kerül kialakításra. Helyet kap még egy vizesblokk és egy raktárhelyiség. A második emeleten az elsőhöz hasonlóan tantermek kerülnek kialakításra. A harmadik emelet eltér az előzőktől, itt egy 320 nm-es nagyterem tervezett az építés és egy a többi szinttől eltérően egy nagyobb vizesblokkot, öltözőkkel zuhanyzókkal. Az épület mind az 5 szintjének minden része fűtött. A fűtési rendszer központiilag lesz ellátva a második emeleten található gépészeti helyiségből.

7.1.1. Az épület hővesztesége:

A hőtechnikai számításokat WinWatt Gólya nevű programmal számítottam, a hatályban lévő, vonatkozó előírásoknak megfelelően, oktatási épület rendeltetést figyelembe véve, ami alapján az épület téli hővesztesége 50,8 kW, (-13°C).

7.2. A rendszerelemek bemutatása

7.2.1. A hőtermelő

Az épület hűtési-fűtési igényéről, valamint a használati melegvíz készítéséről 4 db Mitsubishi PUHZ-SHW140YHA Zubadan hőszivattyú (kültéri egység) és 4db Mitsubishi ERSC-VM2D Ecodan típusú levegő-víz hőszivattyú fog gondoskodni. A hőszivattyúk kaszkád rendszerben vannak kötve, így a fűtésioké feladatát mind három hőszivattyú el tudja látni adott esetben, a használati melegvíz készítéséről, ha a napkollektorok által nem nyerhető hőenergia, két hőszivattyú tud gondoskodni. [12] [21]

7.2.2. A rendszer primer/szekunder köre

A fűtés-hűtés rendszer hidraulikai szempontból le van választva.

-A hőszivattyúba beépített keringető szivattyúk teljesítménye nem tudja kiszolgálni a teljes fűtési-hűtési rendszer hidraulikai igényét, ezért a hőszivattyúk keringető szivattyúinak csak a primer kört kell forgatnia. Illetve a hidraulikai interaktivitás is indokoltá teszi a hidraulikai leválasztást. A szekunder oldalról 2 db (1 üzemel, 1 tartalék) párhuzamosan kötött Wilo Yonos Maxo 40/0,5-16 PN6/10 gondoskodik.

-A meghibásodás/üzemzavar esetén a primer oldalnak lehetősége van üresben forgatni a fűtő-hűtő közeget, így megakadályozható az esetleges kár. A két hidraulikai kört a puffertároló kapcsolja össze. [22] [25]

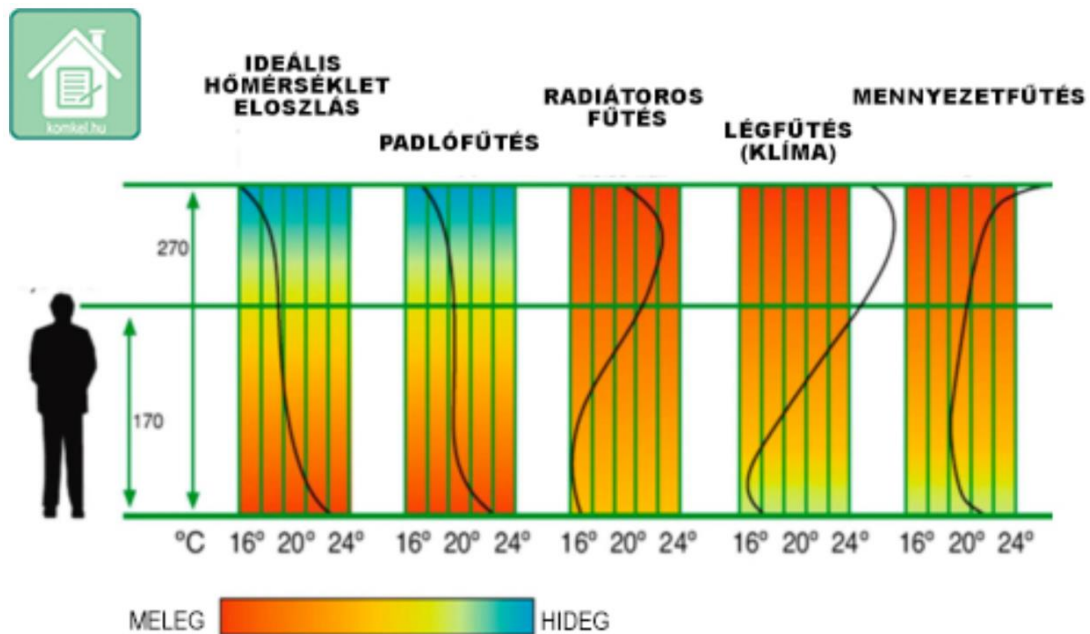
7.2.3. A csőrendszerek

A fűtés-hűtés hálózat vezetékei a gépészeti helységből kilépve egyrészt a közlekedő álmennyezetében, másrészt a aknába bekötve kerül szétosztásra, az adott szint adott osztó gyűjtőjéhez vezetve kerül szétosztásra a különböző aknák felé. Az fűtés-hűtés rendszer csőrendszerét tekintve két részre osztottam. A hőközponttól az osztó gyűjtőig Pipelife C-press presszidomos szénacél csőrendszert választottam, mivel az osztó- gyűjtőig mennyezetben és aknában szabadon vezetve 90°-os irányváltásokkal haladunk a hőfogyasztók felé. A csőrendszer esetében csőszigetelést alkalmazunk, amihez az Armafex AC 13mm vastag csőszigetelést választottam. A presszidomos kötéseket csak falban, szerelőfalban,

álmennyezetben szabad kötni, padlóban nem! Ennek oka, hogy az esetleges kötéshibákból eredő szivárgás könnyebben észlelhető, kisebb anyagi és idő ráfordítással korrigálni lehessen a problémát. [2] [55]

7.2.4. A hőleadók

A hőleadók kiválasztásánál figyelembe kellett venni az épület szerkezetét, a helyiségek alapterület/köbméter arányát, valamint, hogy a hőtermelő jó hatásfok mellett tudja leadni a helyiségekbe juttatandó hőt. Mindezeket figyelembe véve a padlófűtésre esett a választás. A hőszivattyú alacsony előremenő/visszatérő hőmérséklete miatt a fan-coil, és a felületfűtés jöhetett szóba, azonban az 5szintesre tagolt épület nagy padlófelületet ad, így a padlófűtéssel is ki lehet fűteni a tereket. [46] [55]



8. diagram: Hőleadók hőmérsékleteloszlásai [46]

7.2.5. A fűtés rendszer vezérlése

A rendszert a Mitsubishi saját automatika vezérli, amely a helyiségekben elhelyezett hőmérsékletérzékelők által vett jelek alapján avatkoznak be az előremenő fűtési-hűtési hőmérsékletekbe. Maga a vezérlés az egyrészt az osztó-gyűjtőkben valósul meg, ahol a termoelektromos szelep állása függvényében áramlik át a fűtő-hűtő közeg. A kaszkádban kapcsolt hőszivattyúknál fontos, hogy a szükséges teljesítmény függvényében a megfelelően legyenek kiterhelve a hőszivattyúk. A napkollektoros keringtetés hőmérsékletérzékelő jele alapján, a váltószelep kapcsol a HMV vagy a puffer körre. A napkollektoros rendszer van előnyben. A 2 köbméteres tartályt akár 80 fokra is felmelegítheti a napkollektor, ugyanis

amikor a szekunder kör bekapcsol, tehát fűtési igény van, egy keverőszelepen az előremenő hőmérséklet függvényében beavatkozik, hogy az előremenő hőmérséklet mindig 38°C legyen. [7] [8]

7.3. Méretezés

7.3.1. A hőszivattyú kiválasztása

A hőszivattyú feladata, hogy biztosítsa az épületben a méretezett hőmérsékletet, és hogy használati meleg vizet termeljen. A hőszivattyú(k) kiegészítő napkollektoros rendszerrel fognak üzemelni, azonban úgy tervezem a rendszert, hogy az önállóan, a kollektoros rendszer nélkül is el tudja látni a fűtést és HMV készítést. Az épületüzemeltetés szempontjából a hőtermelők létfontosságúak, ezért úgy kell megtervezni, hogy annak meghibásodása esetén is garantálható legyen a fűtés és a használati melegvíz készítés. Állandósult állapotban a hőtermelők kapacitásának nagy része a fűtésre összpontosul, ezért elsősorban az ismert hőszükséglet igénye alapján építem fel a hőközpontot.

A választott hőszivattyú a Mitsubishi Ecodan beltéri egység és Mitsubishi Zubadan kültéri egység, levegő-víz hőszivattyú, amelyből 3 db-ot terveztem be a hőközpontba. Az esetleges üzemzavarok elkerülése érdekében a hőtermelőket kaszkád kapcsolásban kötöm. [7] [10]

7.3.2. A használati melegvíz készítés

Bármely rendszer tervezésénél a legfontosabb az életvédelem, amely a HMV készítés tervezésénél a legionella fertőzés elkerülésében merül ki.

A legionella: Ez egy olyan baktérium csoport, amely jellemzően az álló, pangó vízben fordul elő és szaporodik. A baktérium a vízzel együtt folyadék formájában bejutva a szervezetbe teljesen ártalmatlan, azonban, ha a vizet gőz formájában belélegezzük és a baktériumok a tüdőbe jutnak tüdőgyulladást (legionárius betegséget) okozhat, amely akár halálhoz is vezethet. Védelmet kell nyújtani tehát az olyan rendszereknél, ahol zuhanyzókon légnedvesítőkön, vagy hűtőtornyokon keresztül a baktériumok a levegőbe kerülhetnek. A baktériumok 32-43 °C közötti pangó vizekben szaporodnak a leginkább (ami azt jelenti, hogy a hőszivattyúk által 45°C-ra felmelegített HMV tartályban megvan a kockázata a baktérium megtelepedésének), 60°C-ra felmelegítve pedig elpusztulnak. [15]

Az legionella fertőzést kockázatát az általam tervezett társasházban a HMV tartály heti egyszer 65°C-ra való felmelegítésével oldom meg. Erről a melegítésről a tartályba helyezett 9 kW-os

elektromos fűtőbetét fogja végezni, amelynek üzemeltetéséről a Mitsubishi vezérlés fog gondoskodni.

A HMV tartály térfogatát az épületben egyszerre tartózkodók alapján kalkuláltam. Az épületben személyzettel, tanulókkal, dolgozókkal, 40 fő tartózkodhat. A HMV tartály méretezéshez fejenként 20 litert vettem alapul. A használati melegvíz termelést a hőszivattyúk végzik egy 1000 literes HMV tárolón keresztül. A HMV felmelegítésére fordítható teljesítmény 2db párhuzamosan kapcsolt 23kW-os hőszivattyú. A HMV tároló felfűtéséhez szükséges idő:

$Q = c * m * \Delta t$ képletből számítottam ki,

Ahol a c – fajhő: víz esetén: 4,2 kJ/kgK

m – tömegáram: kg/s $\rightarrow$ 1kg víz=1liter víz; 1000liter/1secundum

Δt – a felmelegítendő és a felmelegített víz hőmérsékletek különbsége ($^{\circ}\text{K}$ vagy $^{\circ}\text{C}$)

$$m = \frac{Q}{c * \Delta t} = \frac{46000}{4200 * 35} = 0,312925 \text{ kg/s (x3600)} \rightarrow 1126,5 \text{ l/h}$$

Dimenzió analízis:

$$\frac{\frac{\text{kg}}{\text{s}}}{\frac{\frac{\text{J}}{\text{s}}}{\text{kgK} * \text{K}}} ; \text{ a Kelvinnel egyszerűsíthetünk, majd } \frac{\text{J}}{\text{s}} * \frac{\text{kg}}{\text{J}} \text{ a Joule-al egyszerűsítve megkapjuk}$$

a végleges mértékegységünket, a kg/s-ot

Ha 1 óra alatt 1126,5 liter víz kerül felmelegítésre, akkor az 1m³ tartályt 1000 liter / 1126,5 liter / óra alatt, azaz 0,8877 h $\sim$ 0,9 óra (54perc) alatt kerül felmelegítésre a kíván hőmérsékletre. [9]

7.3.3. A napkollektorok méretezése:

Az épület napkollektor tervezésével kapcsolatban egy tervezési probléma állt elő. Az oktatási rendeltetésű intézmény a nyári időszakban gyakorlatilag semmiféle HMV felhasználás nem történik, a napkollektor rendszerből viszont ekkor lehet a legtöbb hőenergiát kinyerni. A rendszer legjobb kihasználása érdekében tehát, szükség van egy felhasználóra, ahová a napkollektorral megtermelt HMV felhasználásra kerülhet. A tervezett épület oldalsó szomszédjai gyakorlatilag össze vannak épülve a tervezett oktatási intézménnyel, így adta magát, hogy a megtermelt energiát a szomszédban kerüljön felhasználásra. Az üzemeltetővel egyeztetve a Dankó utca 9. szám alatt üzemelő szociális

intézményben az év minden napján jelentős használati melegvízfelhasználás van a napkollektoros rendszer által megtermelt hőenergia felhasználásra kerül.

A napkollektorok

A megrendelő kérésére a meglévő 32 db TiSUN FM-S 2,5 típusú napkollektort tervezem be. A rendelkezésre álló napkollektorok egyenként 2,55 nm bruttó felületet adnak. A napkollektorok méretei 2150 x 1180 mm.

$$A = 32 * 2,55 = 81,6 \text{ m}^2$$

$$\text{Abszorber felület: } 32 * 2,37 \text{ m}^2$$

A napkollektor által termelt hőteljesítmény megadása igen bonyolult, hiszen nem önálló hőtermelőként van jelen, hanem mindig valamilyen tötermelő mellett. A teljesítményünket befolyásolja a HMV tárolónak a mérete, hőcserélője. A napkollektor oldaláról különböző teljesítményű napkollektorok léteznek, amelyek mind más hatásfokkal tudják hasznosítani a beérkező napsugarak energiáját. A rendszer legkiszámíthatatlanabb része a nap. Hazánkban az évi napsütéses órák száma 2100. 45°-os dőlésszög esetén, déli tájolás mellett közel 1500 kWh/m² sugárzás érkezik éves szinten. [34] [42]

A tetőre érkező napenergia:

Az épület erősen befolyásolja a tetőre/homlokzatra érkező napenergia hasznosíthatóságát. Egyrészt az tető dőlésszöge, másrészt az úgynevezett azimut, amely az épület tájolását írja le. A tervezett épülethez a beérkező napsugárzást a PVGIS adatbázisából nyertem, amely az ismert épület koordinátái, az épület tájolás és a tető dőlésszöge alapján a következő értéket kaptam:

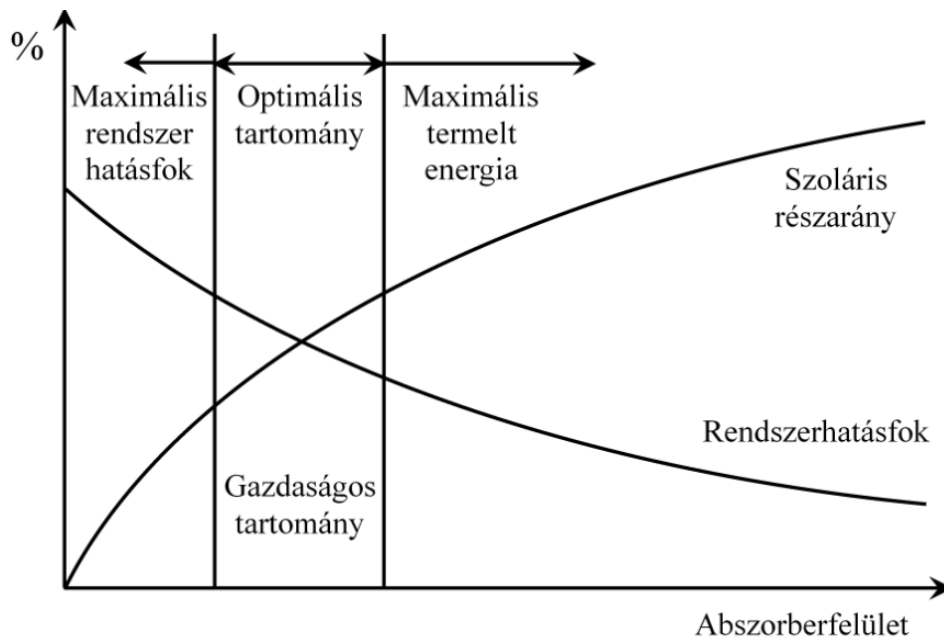
Tető dőlésszög: 15°

Azimut: -45° (azaz dél-keleti irány)

Az adott feltételekkel, a tetőre érkező napsugárzás energiamennyisége: 1370,1 kWh/m²a

A napkollektorok abszorber felülete összesen: 2,37m² * 32db = 75,84 m

[34] [39]



9. diagram: Éves szoláris részarány – kollektorfelület diagram [27]

A 18-19. oldalon taglalt okok miatt a napkollektor rendszert a HMV igényhez mért 60%-os éves szoláris lefedési arányra méretezzük.

A TNM rendelet szerint a használati melegvíz nettó hőenergia igénye oktatási intézmény esetén: 7 (kWh/m², év), azaz 1510 hasznos alapterületű épületben az éves HMV felhasználás: [27] [39]

$$7 * 1510 = 10570 \text{ kWh}$$

60%-os szoláris lefedettség esetén: $0,6 * 10570 = 6342 \text{ kWh}$

A betervezett szelektív napkollektor a tervezett rendszer paraméterei alapján (tartálméret, fő hőtermelő teljesítménye, és annak működési hőmérséklete mellett 1 m² kollektor 63% százalékos rendszerteljesítményt tud biztosítani. A 60%-os szoláris lefedettségénél azonban már csak 36% lesz a rendszer hatásfoka. Tehát a 60%-os szoláris lefedettséghez szükséges napkollektor felület:

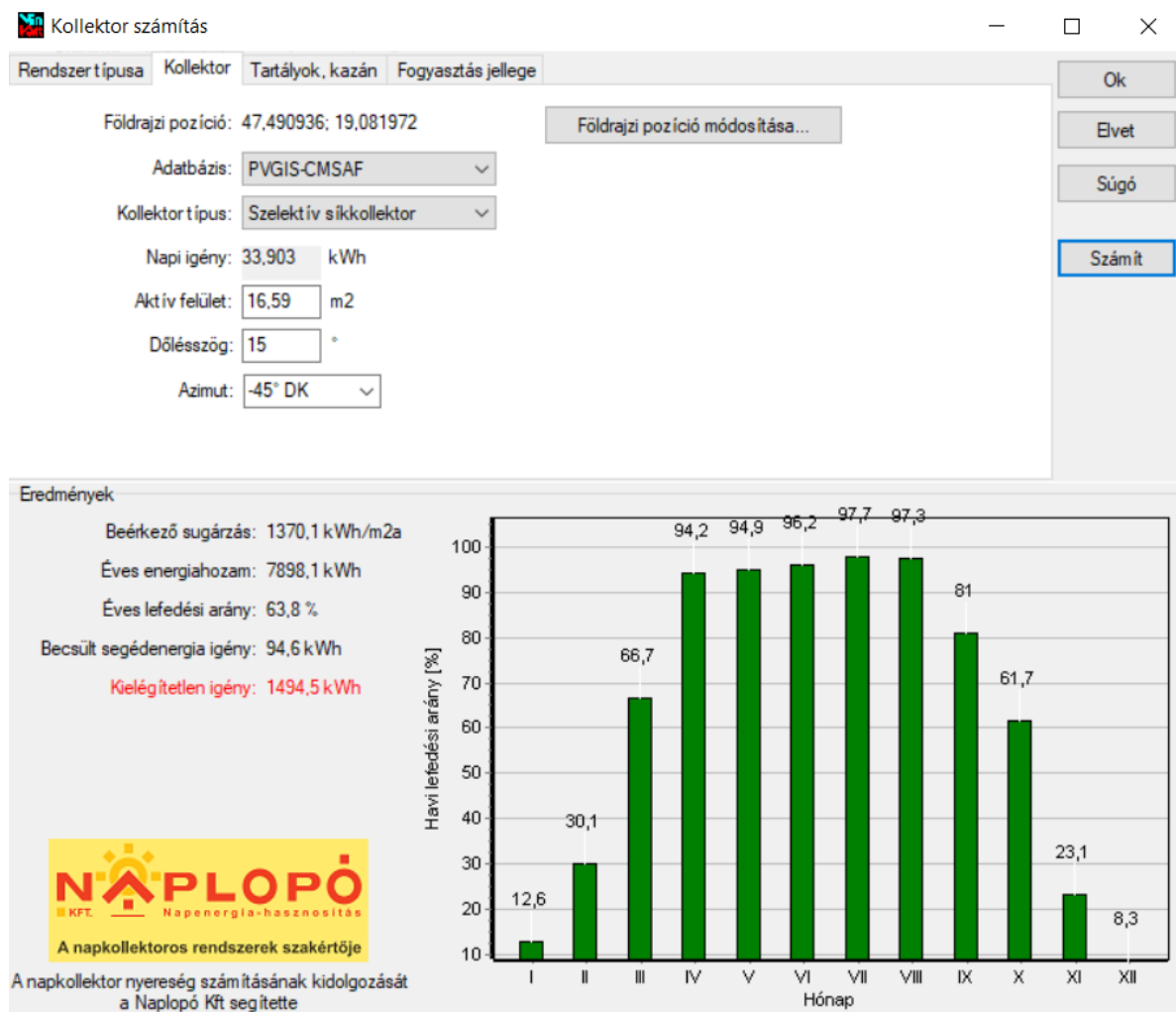
$$A_{koll} = \frac{\eta_{szol} * Q_{H MV}}{G_0 * \eta_{rendszer}} = \frac{0,6 * 10570 \left(\frac{kWh}{a} \right)}{1370,1 * 0,3 \left(\frac{kWh}{m^2 a} \right)} = 15,43 \text{ m}^2$$

A napkollektor abszorber felülete $2,37 \text{ m}^2$, a szükséges kollektormennyiség:

$$n_{koll} = \frac{A_{koll}}{A_{absz}} = \frac{15,43 \text{ m}^2}{2,37 \text{ m}^2} = 6,51 \text{ db} \rightarrow 7 \text{ db}$$

A napkollektor számításait a WinWatt, SunCalc kiegészítő moduljával is lefuttattam egy szimulációt, amely a következő eredményeket adta: [27] [39]

Az oktatási épülethez szükséges HMV igényre való méretezés:



2. kép: WinWatt – SunCalc napkollektor rendszer szimuláció [WinWatt]

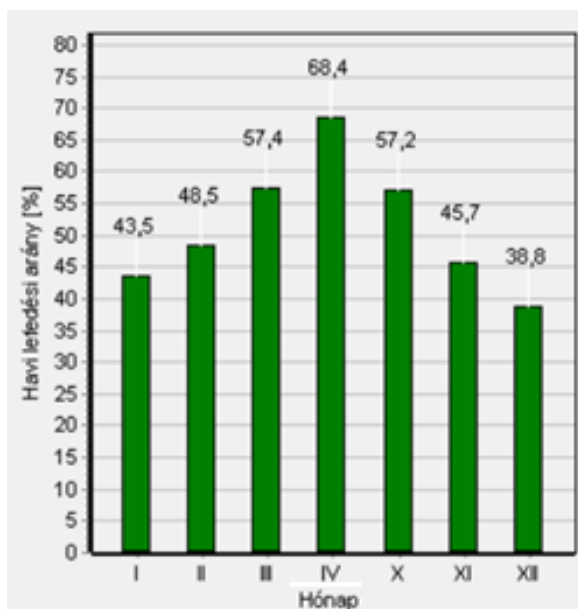
Az elegendő 7db kollektor által nyerhető energia:

Éves energiahozama: 6818,98 kWh

Éves lefedési arány 64,51%

Az oktatási intézmény fűtési energiaigényére való méretezés:

A rendelkezésre álló napkollektorokból azonban 32 db van, így felvetődik a túlméretezett rendszer problémája. Mivel a napkollektorok meglévők azok mindegyikét betervezem a rendszerbe. A nagy mennyiségű „felesleges” hőenergia felhasználására a napkollektoros rendszert összekötöm a fűtési puffertárolóra, így a fűtésre is rá tud segíteni és nem alakul ki üresjárat a napkollektoros rendszerben. Az épület éves nettó fűtési energiaigénye 70'080 kWh. A napkollektorokat a fűtési rendszer energiaigényére méretezve a következő eredményt kaptam: [27] [39]



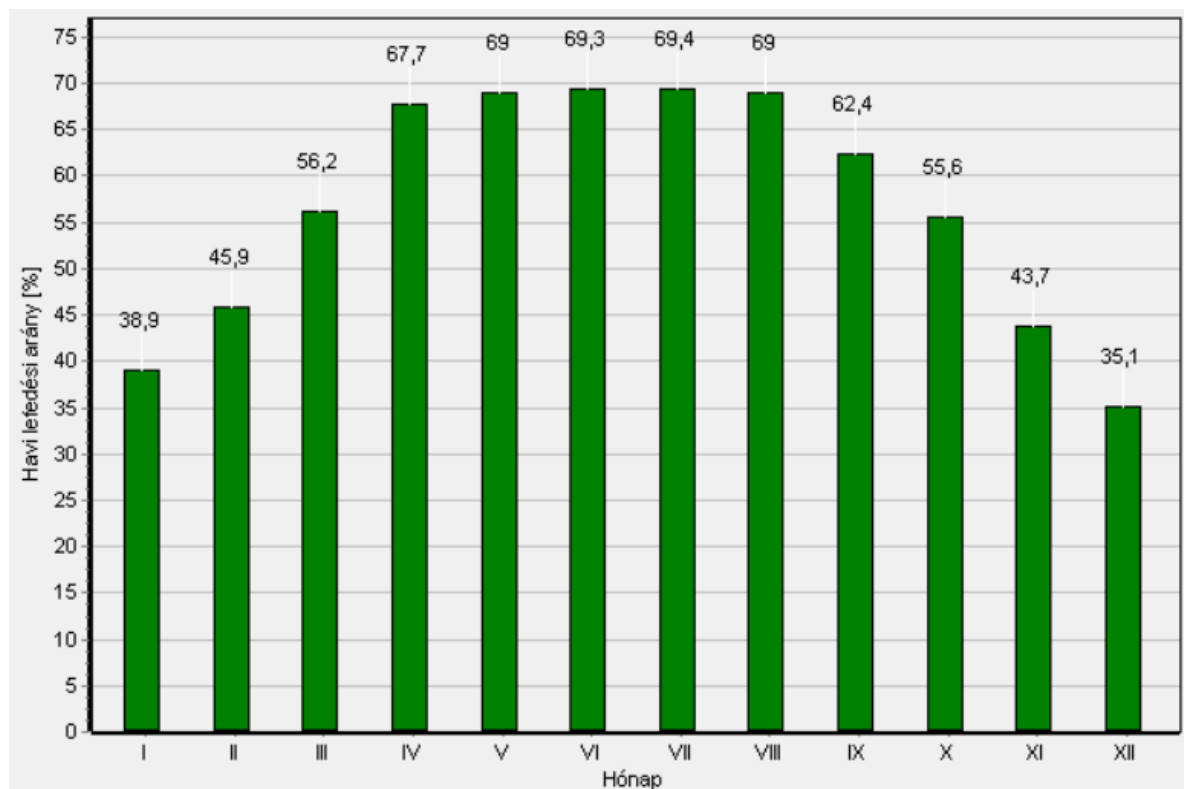
10. diagram: Napkollektoros rendszer szoláris aránya a fűtési energiaigényre [WinWatt]

A számítást hasonlóképpen végeztem el, mint a HMV igényre számolt kollektorfelület számítása esetén, annyi különbséggel, hogy a HMV-nél egy fix állandó napi energiaigényre méretezünk, míg a fűtés tervezése estén a januári középhőmérséklet 4,49°C volt (Budapest 2022-es adat) az áprilisi pedig már 10,4°C. Így januárban nagyobb lesz a fűtési energiaigényünk, mint októberben és áprilisban, amelyet a szimuláció figyelembe vesz. A nagyobb energiaigény az alacsonyabb környezeti hőmérsékletből adódónak, amikor is nagyobb hőmérsékletkülönbség esetén intenzívebb hőáram jön létre. Ezzel magyarázható, hogy a fűtési diagram ellaposodik a téli hónapokban. A hivatalos fűtési időszak október 15-től április 15-ig tart. A fűtéssel tehát a következő szoláris lefedési arány becsülhető:

Az oszlopdiagram átlag szoláris lefedési aránya 59,92% azaz 70'080kWh éves fűtési energiaigény esetén ez 41'989,6 kWh-t jelent.

A szomszédos szociális intézmény HMV energiaigényére való méretezés:

Az oktatási rendeltetésű intézmény kollektoros rendszere a HMV tartálynak vagy a puffertartálynak tudja leadni a megtermelt hőenergiáját. Oktatási intézmény révén, nyáron a szünetben gyakorlatilag semmiféle HMV felhasználás nem történik, a napkollektor rendszerből viszont ekkor lehet a legtöbb hőenergiát kinyerni belőle. A rendszer legjobb kihasználása érdekében tehát, szükség van egy felhasználóra, ahová a napkollektorral megtermelt HMV felhasználásra kerülhet. A tervezett épület oldalsó szomszédjai gyakorlatilag össze vannak épülve a tervezett oktatási intézménnyel, amely szintén az Oltalom Karitatív Egyesület fenntartása alá tartozik, ahol hajléktalan szálló, idősek központja, valamint menekült ellátás van. Az épület tehát, lakó funkciót tölt be, 3 szinten mintegy 1880nm-es hasznos területtel. A 7/2006-os TNM rendelet alapján a számított HMV igény a rendeltetés szerint hasznos területre számítva 56'400 kWh.



11. diagram: HMV termelés napkollektorral [WinWatt]

Az első számításhoz hasonlóan a képletet most a megtermelt éves energiamennyiségre rendezve használom, ugyanis most az adott mennyiségű napkollektorhoz, ismert

mennyiségű HMV készítéshez szükséges éves energiamennyihez számolunk napkollektorral megtermelhető energiamennyiséget:

$$A_{koll} = \frac{\eta_{szol} * Q_{HVM}}{G_0 * \eta_{rendszer}}$$

$$Q_{HVM} = \frac{A_{koll} * G_0 * \eta_{rendszer}}{\eta_{szol}}$$

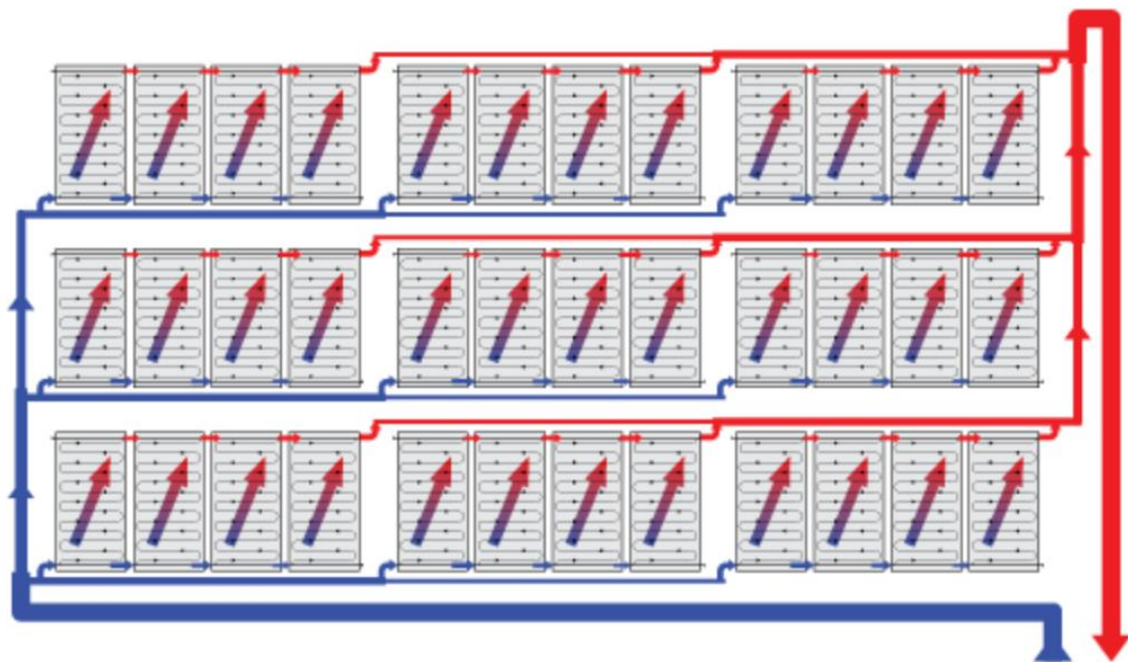
$$Q_{HVM} = \frac{(32db * 2,37nm) * 1370,1 * 0,3}{0,6} = 51'954kWh$$

A nyári időszakban (július, augusztus, szeptember) hónapokra a HMV igény: $56'400 * (3/12) = 14'100 kWh$.

Egy hónapra vetített energiaigény: 4329 kWh, tehát a nyári hónapokban a rendszer lefedési aránya: 69,3%; 69,4%; 69% lesz, tehát a nyáron termelt energiamennyiség: 9'762 kWh lesz. [27] [39]

A napkollektor keringtető köre:

A rendszerben 32 db napkollektor kerül bekötésre, amely nagy ellenállást jelent. A kollektoroknak egyenletes és megfelelő tömegáramú hőelvétele kell biztosítani. Ha ez nem valósul meg a kollektorok túlmelegedhetnek, amely károsodáshoz vezethet. A napkollektorok csőhálózatát Tichelmann kapcsolásban kötöm 4-es napkollektor csoportokban. A Tichelmann kötésben a napkollektorok azonos ellenállású köröket alkotnak, mivel az egyik körnél kevesebb az előremenő cső, több a visszatérő, a másikonál több az előremenő cső és kevesebb a visszatérő. A Tichelmann párhuzamos kapcsolás másik előnye, hogy a hidraulika törvényei alapján párhuzamos kötés esetén csak a legnagyobb ellenállást jelentő kört kell leküzdenie a szivattyúnak, tehát az ellenállások nem adódnak össze. Tichelmann kapcsolás révén minden kör azonos ellenállású lesz. [40] [41] [45]



2. ábra: Napkollektorok Tichelmann kapcsolása [41]

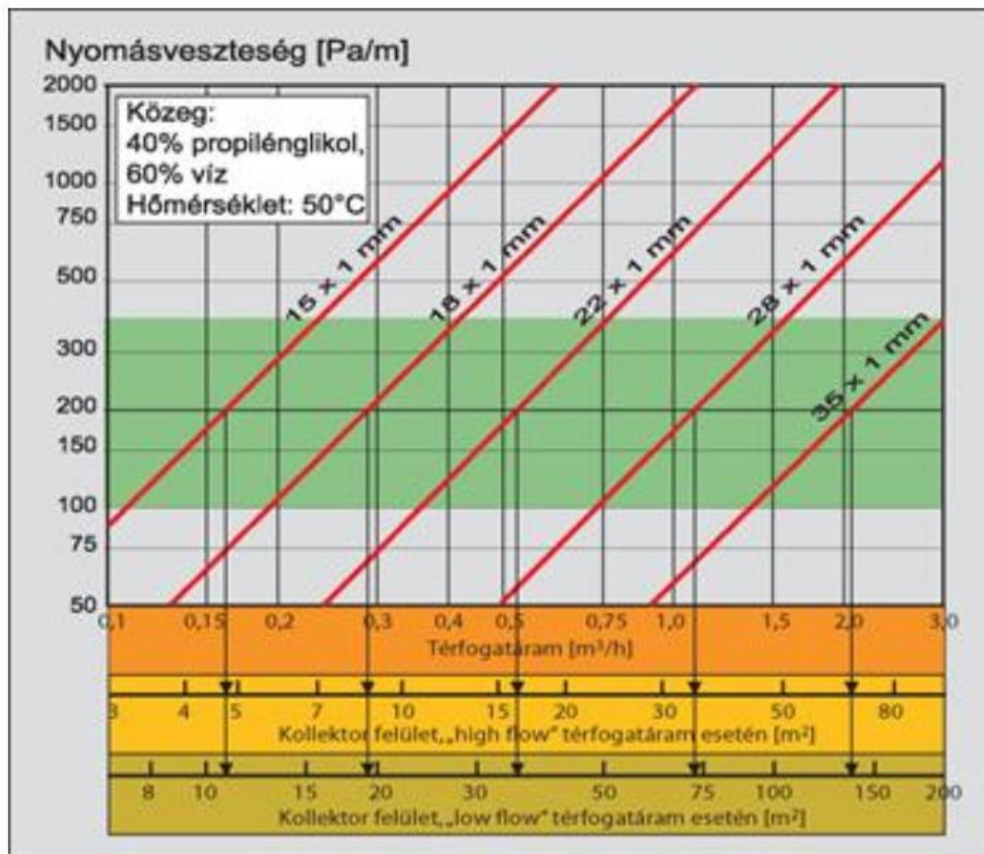
A rendszert úgy terveztem meg, hogy egy konkrét magas pontja legyen, ahonnan a napelemcsoportokhoz eljut a bekötővezeték. Napkollektoros rendszereknél szigorúan tilos automata légtelenítőszelet használni, ugyanis a közvetítőközegben gőz képződhet, amelyet az automata légtelenítőszelep kienged. A rendszer magaspontján egy kézi légtelenítőt tervezek be, amely emberi munkát igényel ugyan, de ez garantálja a rendszer biztonságos működését. [41] [45]

Hőtágulás:

A tervezett rendszer szelektív síkkollektorokból épül, ahol $-20 - +200^{\circ}\text{C}$ (vákuumcsöves rendszereknél akár 300°C -os) hőmérséklet is kialakulhat, ezért a dilatálásra különös figyelmet kell fordítani. A tetőn előforduló akár 10-20 méteres egyenes csőszakaszokat kerülni kell, több napkollektor összeépítése esetén pedig kompenzátorokat kell bekötni a napkollektorok közé, hogy azok roncsolódás nélkül felvegyék a magas hőmérsékletkülönbség okozta hőtágulást. [41] [45]

Csőrendszer:

A napelemek bekötőcsöveit szigetelt rozsdamentes acél hullámcsőből terveztem meg. A csőrendszer méretskálája DN08-tól DN50-ig terjed. A csőszigetelés 13mm kaucsuk alapú, külsője speciális bevonattal. A napkollektor körének méretezésekor megváltozott értékekkel kell számolni, mivel a szabadlevegővel is közvetlen kapcsolatban lévő közeg 40/60 arányban glycol-víz keverék képezi, amely sűrűbb folyadékot ad. [37] [45]



12. diagram: Napkollektor nyomásesés nomogram [37]

A közvetítőközeg összetétele mellett magasabb hőmérséklettel is kell számolni. Az napkollektorra vetített térfogatáramot a „high flow” elv alapján 35 l/m² térfogatárammal számítom a napkollektorok négyzetméterére. Tehát egy 4-es napkollektor csoport a 4 x 35 = 140 liter/óra térfogatáramot jelent, amelyet 26,7x0,2 mm-es csővel fogok bekötni.

Hőcserélő:

A napkollektor kört teljesítménye hőcserélőn keresztül juttatjuk tovább. Alacsonyabb teljesítmény esetén csőkégyóval szerelt tartályban történik meg a hőcsere, azonban a 75 négyzetméternyi napkollektor esetén ez nem jöhet szóba. A jó hatásfokú hőátadás érdekében tehát ellenáramú lemezes hőcserélőt tervezek be, amely a kollektorok csúcsterhelése mellett is képes átadni a termelt hőmennyiséget. A 75 négyzetméteres napkollektor rendszer csúcsteljesítményét (660W/m² alapján) 50kW-ra veszem föl. [8] [9]

A hőcserélőt a $Q = \kappa * A * \Delta t_k$ képlettel számítom, ahol:

- κ : a hőátvezetési tényező (W/m²K)

$$\kappa = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

- α_1 : a glikolos oldal hőátadási tényezője (W/m²K)
 - λ_1 : a hőcserélő lemezének hővezető képessége (W/mK)
 - α_2 : a víz oldal hőátadási tényezője (W/m²K)
 - δ : a hőcserélő falának vastagsága (W/m²K)
- A : A hőcserélő szükséges felülete m²
- Δt_k : a hőcserélő közepes hőmérséklete:

$$\Delta t_k = \frac{(t_{1be} - t_{2ki}) - (t_{1ki} - t_{2be})}{\ln \frac{t_{1be} - t_{2ki}}{t_{1ki} - t_{2be}}}$$

- t_1 : a primer kör ki- és belépő hőmérséklete
- t_2 : a szekunder kör ki- és belépő hőmérséklete

A napkollektoros rendszer feltételezett előremenő/visszatérő hőmérsékletét 90/70 fokra feltételezem.

A primer oldalt 2700 l/h térfogatárammal működik, amelynek közvetítőközege 40%-os propilén glikol, viszkozitása 0,000758 ns/m².

A szekunder oldal hőfoklépcsőjét 80/65 -ra választom. Ez az oldal össze van kötve a puffertartállyal, így víz a hordozó közeg.

A hőcserélő hőátzármaztatási tényezője függ a választott hőcserélő konstrukciós kialakításától, annak anyagától, anyagvastagságától, amelyet az adott termékre konkrétan megad. A választott Reflex A közepes hőmérsékletre a következő értéket számítottam:

$$\Delta t_k = \frac{(90 - 80) - (70 - 65)}{\ln \frac{90 - 80}{70 - 65}} = 7,21$$

$$A = \frac{Q}{\kappa * \Delta t_k} = \frac{50000}{2110 * 7,21} = 3,28 \text{ m}^2$$

Választott hőcserélő: Reflex Longtherm RHB-60-2-70.

[8] [9]

A hidraulikai kör közvetítőközege:

A napkollektor hidraulikus körének közvetítő közege nem lehet víz, mivel az a környezettel közvetlen kapcsolatban van, 0°C alatt megfagyhat a rendszer, ami azonnali tönkremenetelt eredményez. A fagyás elkerülése végett fagyálló folyadékot, glikolt használnak, amelyet 40-60- arányú keverékben terveztem a rendszerbe. Az életvédelem és rendszerbiztonság érdekében a napkollektoros rendszerekhez alkalmazott propilén-glikolos rendszert alkalmazok, amelyet lemezes hőcserélővel választom le, hogy a HMV rendszer ne legyen kitéve a glikol keveredés veszélyének. [37] [38]

A glikolos kör keringtetőszivattyújának méretezése:

A térfogatáram: kellektoros rendszereknél, két bevett tervezési elv létezik, a high flow és a low flow (magas és alacsony térfogatáram). A tervezésem során a magas térfogatáramot alkalmazom, mivel négyes csoportok kötöm a napkollektorokat. a kollektoronként számított térfogatáram 35 liter/óra méretezem négyzetméterenként, ami $32\text{db} * 2,37\text{nm} * 35\text{l/h} = 2654,4 \text{ liter / óra}$.

Az ellenállás:

A szerelvények ellenállása:

a szerelvényeket és berendezéseket a darabszám függvényében az adott termék gyártó által megadott vagy a tervezett nyomáscsökkenés alapján számolom:

napkollektor: 4 db	32kPa
golyóscsap: 10 db	10kPa
szűrő: 1db	5kPa
motoros keverőszelep: 1 db	5kPa
visszacsapó szelep: 1 db	2kPa
hőcserélő: 1 db	15kPa
összesen:	69kPa

A csővezeték ellenállása:

A hőcserélőtől a napkollektorokig oda-vissza, 63,8 métert tesz meg a hálózat. A hálózat vezetékei 200Pa/m ellenállásra lettek kiválasztva, tehát a hálózat csőszűrődési vesztesége: 12,8kPa. Az alaki ellenállást egyszerűsített módszerrel, ugyan ennyire veszem fel.

A napkollektoros hidraulikai kört 2,66 m³/h, és 94,6kPa, azaz 9,5 méter vízoszlopra választom ki.

A választott szivattyú: Yonos MAXO plus 30/0,5-12 PN10

[22][24]

7.3.4. Fűtési hőfoklépcső:

A hőfoklépcső választásánál mérlegelni kell a hőtermelő oldalát, a hőleadó oldalát, valamint, hogy a hőszállító rendszer minél kisebb hőveszteséggel juttassa el a hőt a hőleadóhoz. A teljesítmény szempontjából minél magasabb előremenő hőmérséklet szükséges a hőleadóknak, azonban a felületfűtésű-hűtésű hőleadóknál elég nagy felületeink vannak ahhoz, hogy a hőszivattyú igénye felé az alacsonyabb hőfoklépcsőt válasszuk. Gazdasági szempontból pedig szintén az alacsonyabb előremenő hőmérsékletre van szükségünk, hiszen a hőszivattyú felől alacsonyabb előremenő hőmérsékletű közeg alacsonyabb teljesítményt kíván. A padlófűtés alacsony előremenő hőmérsékletet igényel mivel a padló túl megre fűtése kellemetlen az azzal érintkezők számára.

Az említett szempontokat mérlegelve a 38°C-os előremenő és 32°C-os visszatérő hőmérsékleteket választom, amely megfelel a meleg padló diszkomfort tényező kritériumának és kellő teljesítményt biztosít a helységek hőszükségleteihez [19] [20]

7.3.5. A fűtési hálózat méretezése:

A csőhálózat feladata, hogy eljuttassa a megfelelő hőmérsékletű fűtő közeget a hőleadókhoz, ezért a csőhálózatot teljesítmény alapján méreteztem. A hőteljesítmény és a csőhálózatokban áramló közeg között a $Q=c \cdot m \cdot dt$ egyenlet teremt kapcsolatot. Mivel a fűtési rendszer hőfoklépcsője 38/32°C, így az egyenletbe $dt=6^{\circ}\text{C}$ -ot helyettesítünk be.

A gépészeti helységet elhagyó csőpáron az egész épület ellátó térfogatáram folyik át:

A $Q=c \cdot m \cdot \Delta t$ -ből kifejezve a térfogatáramot:

[9][23] [24][25]

ahol: $Q=50800\text{W}$

$c=4200\text{J}(\text{kgK})$

$m=?$

$$\Delta t = 6^\circ\text{C}$$

$$m = \frac{Q}{c * \Delta t} = \frac{50800}{4200 * 6} = 2,0158 \frac{\text{kg}}{\text{s}} * 3600 \rightarrow 7257,14 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Dimenzióanalízis: } \frac{\frac{\text{J}}{\text{s}}}{\frac{\text{J}}{\text{kgK}} * \text{K}} = \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

A hőt szállító közeg a víz, amelynek sűrűsége 1000kg/m³, ezért SI mértékegység formájában felírhatjuk: 0,002016m³/s

Az áramló közeg sebességét 0,7 m/s-ra választom. Tehát a szükséges csőméret:

A folytonossági tétel alapján a térfogatáram és az áramló közeg hányadosaként megkapjuk a szükséges keresztmetszetet.

$$A = \frac{m.(\text{térfogatáram})}{v(\text{sebesség})}$$

$$\text{Dimenzióanalízis: } m^2 = \frac{\frac{m^3}{s}}{\frac{m}{s}} \rightarrow \frac{m^3}{s} * \frac{s}{m} = m^2$$

$$A = \frac{0,002016 \frac{m^3}{s}}{0,7 \frac{m}{s}} = 0,00288 m^2$$

Az $A = \frac{d^2 * \pi}{4}$ képletből az átmérőt kifejezve kapjuk:

$$d = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0,00288}{3,14}} = 0,03418 m, \text{ vagyis } 35 mm$$

A csőátmérőket egységnyi hosszúságú csőre Bernoulli egyenlet alapján a következő egyenletből számítottam:

$$\Delta p = \frac{\rho}{2} * v^2 * \frac{\lambda}{d}$$

ahol, Δp – az egységnyi csőhosszon eső nyomás (Pa)

ρ – a közeg sűrűsége (kg/h)

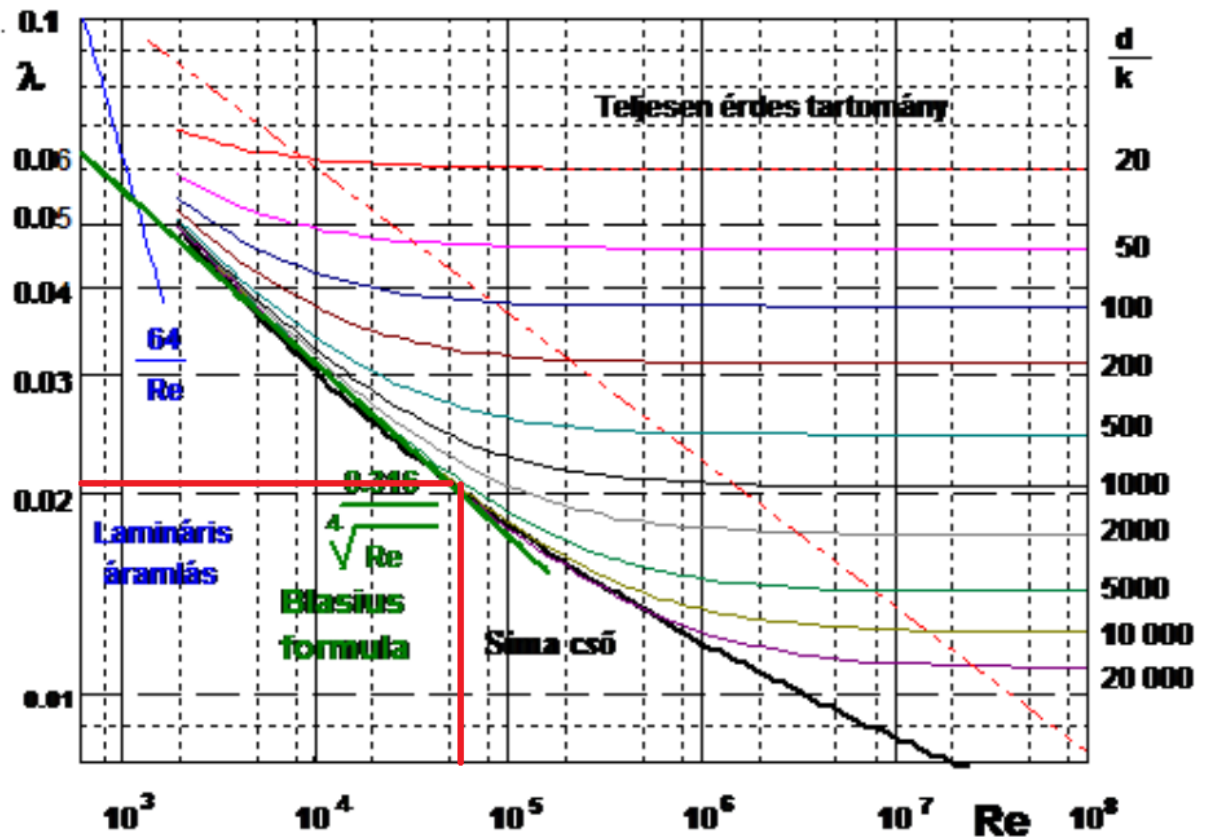
v – az áramló közeg sebessége (m/s)

λ – a csősurlódás (Moody diagram)

[9] [23] [24] [25]

d – a csővezeték átmérője (m)

átalakítás után kapom: $d = \frac{\rho \cdot v^2 \cdot \lambda}{2 \cdot \Delta p} = (m)$



13. diagram: Moody diagram [14]

d/k arány: szénacél cső ($k=0,015$) esetén, $35/0,015=4466,67$

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu} = \frac{1000 \cdot 0,7 \cdot 0,035}{10^{-3}} = 46900 \rightarrow \lambda = 0,021$$

ahol, μ : a dinamikus viszkozitás ($Pa \cdot s$)

$\lambda=0,021(-)$

$$d = \frac{\rho \cdot v^2 \cdot \lambda}{2 \cdot \Delta p} = (m)$$

ahol, $\rho = 1000$ (kg/m^3)

$v = 0,7$ m/s (választott)

[9] [15] [23]

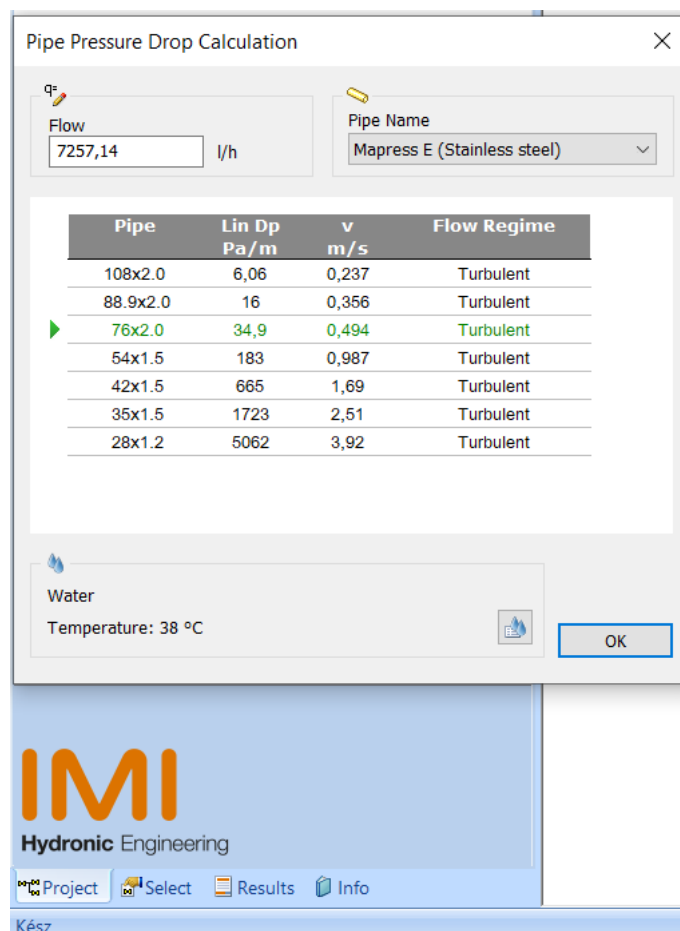
$$\Delta p - 100 \text{ Pa/m}$$

$$\lambda - 0,021 (-)$$

$$\frac{1000 * 0,7^2 * 0,021}{2 * 100} = 0,05717m \text{ azaz } 57mm$$

A társasházba a Pipelife kínálatából a C-press pesszidomos szénacél csőrendszert választom, amelynek kínálatában a belső átmérők alapján a 76x2mm csőméretet választom. A rendszer csőhálózatának összes ága e metódus alapján lett lemeretezve, amelyek az alaprajzokon és a függőleges csőterven feltüntetésre kerültek. [9] [15] [23]

A számított adatok az IMI Hydronic vállalat HySelect tervező programjával leellenőriztem, amely azonos eredményt adott a számításaimmal.



3. kép: Csőhálózat méretezése, [HySelect]

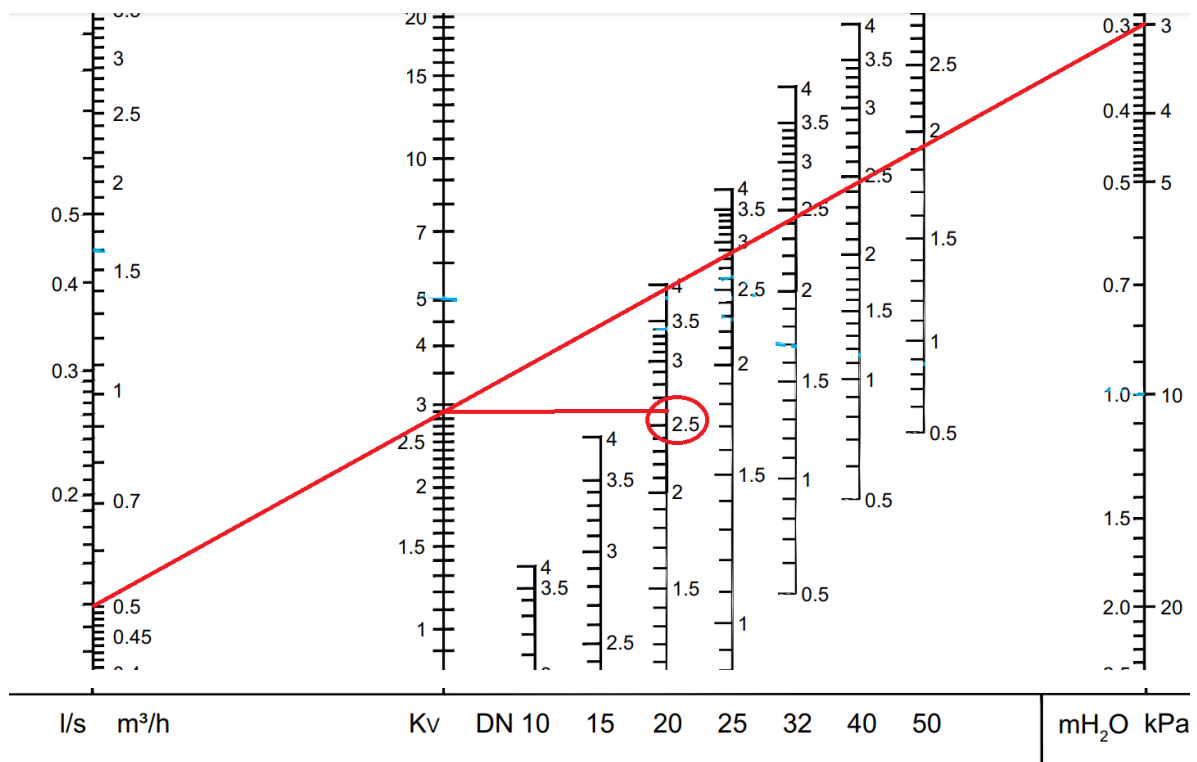
7.3.6. A statikus beszabályozó szelepek méretezése

A statikus szelepeket térfogatáramra méreteztem a szelepautoritás értékének figyelembevételével, amelynél törekedtem a 0,5 érték beállítására, de mindenképp 0,3 és 0,6 értékek között határoztam meg.

A statikus szelepek méretezését a földszinten lévő Étterem fűtési osztó-gyűjtő statikus beszabályozó szelepén mutatom be, ahol $m=505\text{kg/h}$ térfogatáramra kell beszabályoznunk.

47

A beszabályozó szelepnek az IMI hydronic-tól a STAD szelepet választom, amely DN10-50-es méretben áll rendelkezésre. A gyártó a szelepet egyedi kialakítása alapján jellemző kv értéket diagrammal segítségével adja meg: [24] [57]



14. diagram: STAD beszabályozó szelep méretezése [57]

A szükséges 505kg/h -s térfogatáram mellett 3kPa -os Δp értéket választok. Ez alapján vissza ellenőrzöm a nyomásesést:

$$\Delta p = \left(\frac{v}{kv} \right)^2 * \frac{\rho}{1000} = \left(\frac{0,505}{4,5} \right)^2 * \frac{1000}{1000} = 0,03035 \text{ bar} = 3\text{kPa}$$

ahol a Δp – nyomásesés a szelepen: bar

V - térfogatáram: 0,505 m³/h

kv – 1bar nyomáskülönbség hatására áthaladó térfogatáram: 4,5 m³/h

ρ – sűrűség (víz): 1000 kg/m³

A rendszer statikus beszabályozó szelepeket ezzel a módszerrel határoztam meg, amelyet a függőleges csőterven láthatóak. [24] [57]

7.3.8. A cirkulációs szivattyúk:

A fűtési rendszer keringető szivattyúból üzembiztonság okán két darabot tervezek, párhuzamosan kötve azokat. [24,25,26]

A cirkulációs szivattyú feladata a megfelelő térfogatáramot eljuttatni a megfelelő hőleadóhoz, azonban a fűtési hálózat ellenállásai akadályozzák a térfogatáramot, ezért a cirkulációs szivattyút V (kg/h) térfogatáramra és Δp ellenállásra méretezem.

A szükséges térfogatáram:

A teljes fűtési hűtési hálózat a társasház hőigényeit összegezve és a $q=c \cdot m \cdot \Delta t$ képletből a szükséges térfogatáram 8305 kg/h.

A szükséges nyomás:

Az emelőmagaság kiszámításához a legtávolabb és legnagyobb ellenállást jelentő ágat számítottam. Ha a szivattyú képes ennek az ágnak az ellenállását leküzdeni akkor a fűtő-fűtő közeg mindenhol el tud jutni a megfelelő mennyiségben.

Az ellenállások: cső súrlódás, csőhálózat alaki ellenállásai, a szerelvények, berendezések.

cső súrlódás: a vezeték 58 métert tesz meg a puffertárolótól a 3. emelet XXX. osztó - gyűjtőig, amelyből 48 méter vízszintes, 10 pedig függőleges. A csőhálózat visszatérő ágát is számítani kell az ellenállásba, így a kapott csőhosszt megszorozom kettővel. A csőhálózatot az átmérők meghatározásánál 100Pa/m nyomásesésre határoztam meg, ezért a kapott 116 méter csőhossz ellenállása: $\Delta p_{cs\acute{o}s\acute{u}rl}: 116 \text{ méter} \cdot 100 \text{ Pa/m} = 11600 \text{ Pa} = 11,6 \text{ kPa}$

alaki ellenállás: A csőhálózat kevés irányváltása miatt, az alaki ellenállását a csőhálózat súrlódási ellenállásával megegyező értékkel számítom.

$$\Delta p_{alaki}: 11,6 \text{ kPa}$$

szerelvények, berendezések: a szerelvényeket és berendezéseket a darabszám függvényében az adott termék gyártó által megadott vagy a tervezett nyomáskereső alapján számolom:

puffertartály: 1 db	1kPa
golyóscsap: 10 db	10kPa
szűrő: 1db	5kPa
motoros keverőszelep: 1 db	5kPa
visszacsapó szelep: 1 db	2kPa
statikus beszabályozószelep szelep:2 db	6kPa
dinamikus beszabályzó szelep: 1 db	30kPa
Padlófűtés osztó-gyűjtő: 1 db	20kPa

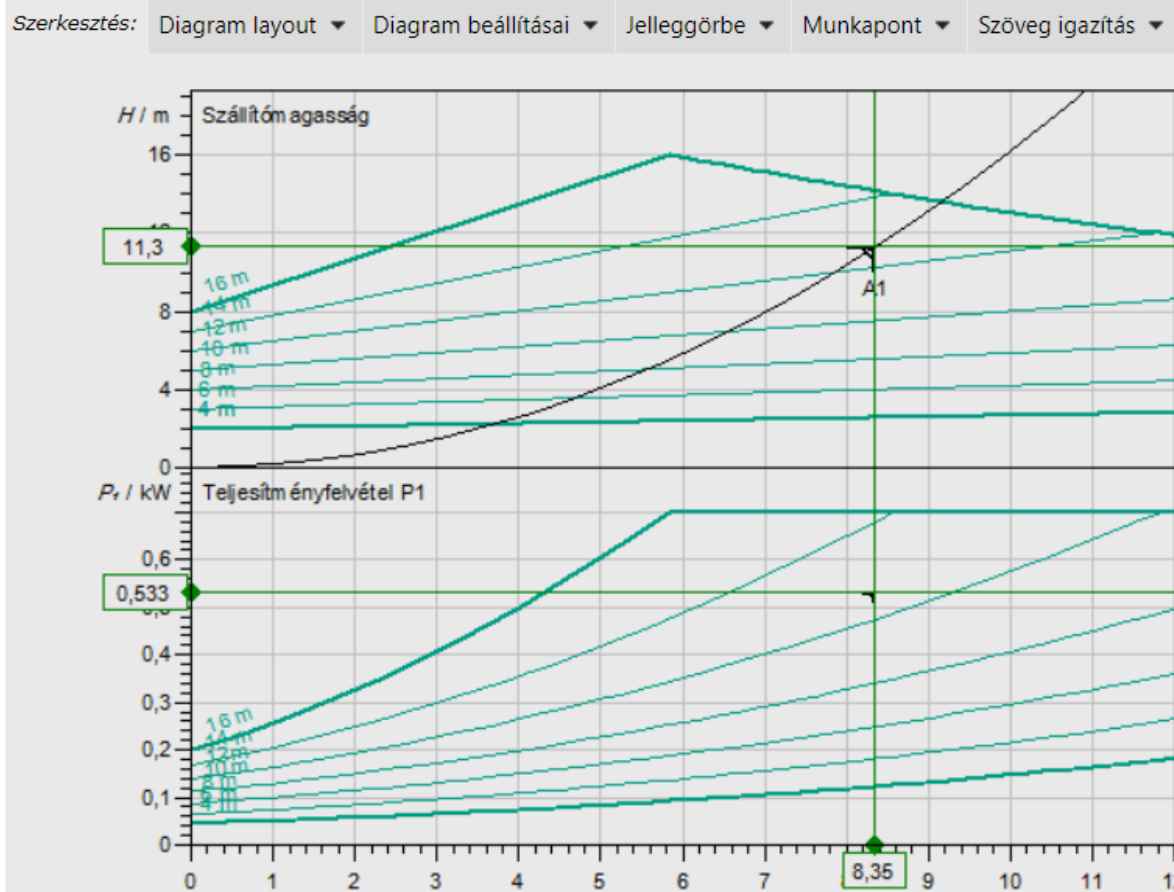
A rendszer nyomáskereső: 103,2 kPa, amit 10%-os biztonsági tényezővel számolva:

$$103,2 \text{ kPa} * 1,1 = 113,5 \text{ kPa} = 11,3 \text{ méter vízoszlop}$$

A cirkulációs szivattyút a Wilo termék kínálatából választottam 8,3 m³/h és 11,35 méter vízoszlop paraméterekre.

A szivattyú választást a Wilo Select programmal végeztem, ami alapján a Wilo Yonos Maxo 40/0,5-16 típusra választottam ki. [24,25,26]

Yonos MAXO 40/0,5-16 PN6/10: Szivattyú jelleggörbék



15. Keringtetőszivattyú méretezése [WiloSelect4]

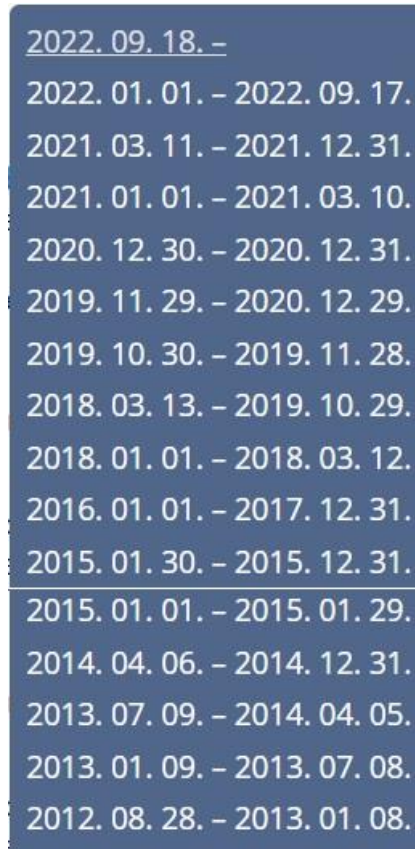
8. Energetikai összehasonlítás

A választott oktatási intézmény 2010-ben kezdték el építeni majd az építkezés félbemaradt. Az épület szerkezetkész, nyílászárók bent vannak, héjazattal rendelkezik. A temperálást a szomszéd épület gépészeti egysége biztosítja.

A következőkben a 2010-ben tervezett energetikáját, az akkori rendeleteknek megfelelően fogom összehasonlítani a ma energetikával, a ma hatályban lévő rendeletek szerint.

8.1. Az eredeti szerint (2010) [44] [61]

Az épület eredeti tervei 2010 elején készültek a 7/2006-os TNM rendelet alapján. A rendelet, napjainkig 15-szor változtatták meg. Az első változtatást 2012.08.28-án adták ki, így az épület eredeti terveihez a legelső 2006-ban kiadott változata az irányadó, tehát ez alapján számítom az energetikát.



2022. 09. 18. –
2022. 01. 01. – 2022. 09. 17.
2021. 03. 11. – 2021. 12. 31.
2021. 01. 01. – 2021. 03. 10.
2020. 12. 30. – 2020. 12. 31.
2019. 11. 29. – 2020. 12. 29.
2019. 10. 30. – 2019. 11. 28.
2018. 03. 13. – 2019. 10. 29.
2018. 01. 01. – 2018. 03. 12.
2016. 01. 01. – 2017. 12. 31.
2015. 01. 30. – 2015. 12. 31.
2015. 01. 01. – 2015. 01. 29.
2014. 04. 06. – 2014. 12. 31.
2013. 07. 09. – 2014. 04. 05.
2013. 01. 09. – 2013. 07. 08.
2012. 08. 28. – 2013. 01. 08.

4. kép: A TNM rendelet eddigi változatai [44]

8.1.1. Az épület alapadatai:

AN= 1619nm

bm= 3m

fűtött térfogat: 4857 m³

az épület kerülete: 87,6 méter

Felületek és a nyílászárók transzmissziós hőátbocsátási tényezői:

Az épület rétegterv szerinti hőátbocsátási tényezőit az MSZ-04-140-2:1991 szabvány szerint számítottam.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_e} + \sum \frac{d_j}{\lambda_{j,be}} + \frac{1}{\alpha_i}} \quad [W / m^2 K]$$

Rétegtervi hőátbocsátási tényező

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1. <u>Homlokzati fal:</u> | Hőátbocsátási tényező: 0,431 W/m ² K |
| 2. <u>Tető:</u> | 0,171 W/m ² K |
| 3. <u>Lemezalap</u> | 0,494 W/m ² K |
| 4. <u>Talajjal érintkező pincefal</u> | 0,404 W/m ² K |
| 5. <u>Külső pincefödém:</u> | 0,285 W/m ² K |
| 6. <u>Ablak:</u> | 1,15 W/m ² K |
| 7. <u>Ajtó:</u> | 1,45 W/m ² K |

[60]

A homlokzat fajták éghajlati bontásban:

	homlokzat	tömör	ablak	üvegfelület
ÉSZAK	223,7	223,7	0	0
KELET	165,9	122,3	43,6	33,8
DÉL	249,8	220,1	29,7	23,1
NYUGAT	183,1	139,8	43,3	33,6
ÖSSZESEN	822,5	695,9	116,6	90,5

1. táblázat: Homlokzatifajták éktájakra bontva

Hőhidak hossza:

Pozitív falsarkok: $16 * 5 = 80 \text{ fm}$

Negatív falsarkok: $13,5 * 1 = 13,5 \text{ fm}$

Dödém – külső fal: $87,5 * 4 = 350 \text{ fm}$

Az nyílászárók kerülete: $424,66 \text{ fm}$

Külső fal válaszfal csatlakozás $70 * 3 = 210 \text{ fm}$

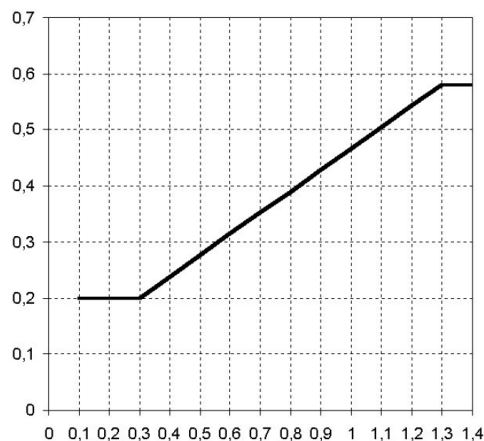
8.1.2. Az energetikai számítások:

Egyszerűsített módszer:

1. A fajlagos hővesztéstényező értéke:

a, A/V érték: $1510,92 \text{ m}^2 / 4532,76 \text{ m}^3 = 0,33$

$q_m [\text{W}/\text{m}^3\text{K}]$



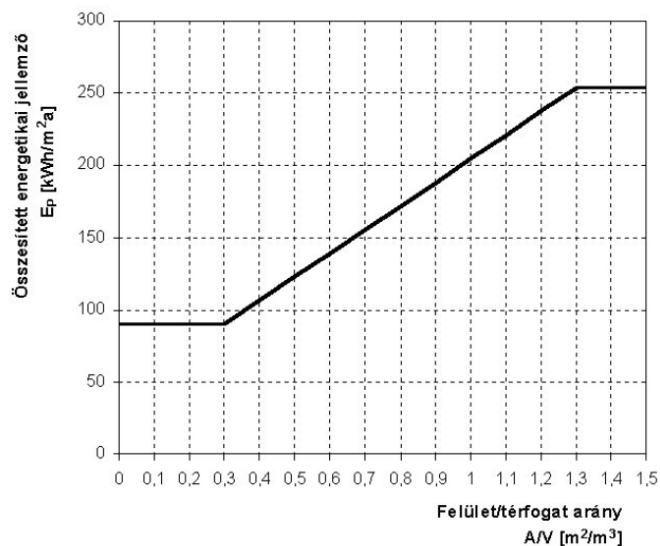
Felület/térfogat arány
A/V [m²/m³]

16. diagram: Fajlagos hőveszt tény. 2010-ben [44]

A TNM rendelet 1. melléklet 2. része, az épületek fajlagos hővesztéstényezőjének számítása szerint: az épületnek az A/V aránya 0,33 értékre jött ki, így a $0,3 < x < 1,3$ tartományba esik, ahol a $q_m = 0,38 (A/V) + 0,086$ képlettel állapítható meg, azaz $q_m = 0,38 * 0,33 + 0,086 = 0,2114 \text{ W}/\text{m}^3\text{K}$ értéket kapjuk. [61]

Az összesített energetikai jellemző követelményértéke:

Ezt a követelményt az épület rendeltetése szerint három különböző részre lehet osztani, szállás és lakásjellegű épületre, Irodaépületre, és oktatási intézményre. Jelen esetben az oktatási intézmény követelményértékének a diagramja látható.



17.diagram: Összesített energetikai jellemző követelménye a legelső TNM rendelet szerint [44]

A fajlagos hővesztésgtényező függvényéhez hasonlóan itt is 3 részre osztható a diagram. Az $A/V = 0,33$ arány értelmében a számított épület a középső függvényszakaszra fog esni, ahol az összesített energetikai jellemző

$$\text{követelményértéke: } E_p = 164 \left(\frac{A}{V} \right) + 40,8 = 94,92 \left[\frac{kWh}{m^2, a} \right] \quad [44] [61]$$

8.1.2.1. Hőhídvesztések:

Az egyszerűsített eljáráshoz a következő képlettel számoltam,

$$\dot{U}_r = U (1 + \chi)$$

	A (nm) / l (m)	U (W/m2K)	$1 + \chi$	Aur +lψ (W/K)
Homlokzat	718,89	0,431	1,2	371,81
Tető	389,2	0,171	-	66,55
Ablak	94,51	1,15	-	108,68
Lemezalap	87,6	0,494/0,45	-	39,42
Talajjal ér. pincefal	87,6	0,397/0,85	-	74,46
Pincefödém	100	0,285	-	28,5
Összesen	-	-	-	651,8

2. táblázat: Hőhídvesztések, szerkezetekre bontva

A homlokzat hőhidassága:

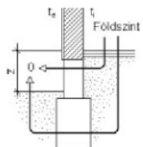
2. mell. 2. rész 2. tábl. a korrekciós tényezők kiválasztása

A vonalmenti hőhidak és a homlokzat felületének aránya: $854,66 / 1037,5 = 0,8237$ TNM rendelet, 2. mell. 2. rész 1. tábl. részlet (lásd a mellékletben)

A 2. melléklet. 2. részének 1 táblázata alapján a homlokzat közepesen hőhidas, azaz $1 + \chi = 1,2$

A lemezalap hővesztése:

3. melléklet III. rész:

	A padlószint és a talajszint közötti magasságkülönbség z (m)							
	A padlószervezet hővezetési ellenállása a kerület mentén legalább 1,5 m szélességű sávban ¹⁾							
	$R = \frac{d}{\lambda} \text{ (m}^2 \text{K / W)}$							
	Szigetetlen	0,20-0,35	0,40-0,55	0,60-0,75	0,80-1,00	1,05-1,50	1,55-2,00	2,05-3,00
-6,00	0	0	0	0	0	0	0	0
-6,00...-4,05	0,20	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
-4,00...-2,55	0,40	0,40	0,35	0,35	0,35	0,35	0,30	0,30
-2,50...-1,85	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,40
-1,80...-1,25	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	0,60	0,55	0,45
-1,20...-0,75	1,00	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,55
-0,70...-0,45	1,20	1,05	1,00	0,95	0,90	0,80	0,75	0,65
-0,40...-0,25	1,40	1,20	1,10	1,05	1,00	0,90	0,80	0,70
-0,20...+0,20	1,75	1,45	1,35	1,25	1,15	1,05	0,95	0,85
0,25...0,40	2,10	1,70	1,55	1,45	1,30	1,20	1,05	0,95
0,45...1,00	2,35	1,90	1,70	1,55	1,45	1,30	1,15	1,00
1,05...1,50	2,55	2,05	1,85	1,70	1,55	1,40	1,25	1,10

3. táblázat: A talajon fekvő padló vonalmenti hőátbocsátási tényezői [44]

A tervezett épület lemezalapja 2,02 m²K/W ellenállású, ezért a 7. oszlopból a 2,4 méteres magasságkülönbséghez tartozó érték lesz az épületünkre jellemző: 0,45

A talajjal érintkező falszakasz magassága 2,4 méter, a hőátbocsátási tényezője pedig 0,397 W/m²K, tehát a 2. oszlop 5. sorában lévő 0,85-ös érték lesz a tervezett épületre jellemző.

8.1.2.2. Az épület hőtároló tömege:

A TNM rendelet 2 fajta épületet különböztet meg hőtároló tömeg szempontjából, a könnyű ($m > 400 \text{ kg/m}^2$) és a nehéz épületszerkezetet ($m < 400 \text{ kg/m}^2$)

Az épület hőtároló tömegének megállapításához az épület szerkezetének fajlagos hőtároló tömegét megállapítva, azokat a teljes felületükkel megszorozva kapjuk meg az épület hőtároló tömegét:

Lemezalap: ennek a rétegnek a súlyát jórészt a vasbeton és a kerámiaburkolat adja, amely négyzetméterre vetítve, 30cm vastagságban:

$$516 \text{ kg/m}^2$$

Homlokzat: A Porothersm gyári értékei alapján a vakolatot rászámítva:

$$34 \text{ kg/m}^2$$

Talajjal érintkező fal: Porothersm téglafal, kisméretű téglasorral rősítve:

$$51 \text{ kg/m}^2$$

Közbenső földem: a vasbeton és az esztrichbeton, 25cm:

$$144 \text{ kg/m}^2$$

Pince külső földem: vasbeton, kavicsbeton, csempeburkolat:

$$507 \text{ kg/m}^2$$

$\Sigma = (516 \text{ kg/m}^2 * 294,4 \text{ m}^2) + (34 \text{ kg/m}^2 * 629,4 \text{ m}^2) + (51 \text{ kg/m}^2 * 178,1 \text{ m}^2) + (188 \text{ kg/m}^2 * 932 \text{ m}^2) + (507 \text{ kg/m}^2 * 97,7) = 407143 \text{ kg}$, amelyet elosztunk az épület hasznos alapterületével, 1619-el, ami 269,63 kg/m², tehát az épület szerkezete könnyű. [61]

Sugárzási nyereségek meghatározása:

$$Q_{sd} = \varepsilon \sum A_{\bar{u}} g Q_{TOT} \quad [kWh/a]$$

ahol: ε - hasznosítási tényező [-]

$A_{\bar{u}}$ - üvegfelület [m²]

g - az üvegezés összesített sugárzásátbocsátó képessége

Q_{TOT} - a hagyományos fűtési idényre vonatkozó sugárzási energiahozam

Az egyes komponensek részben táblázatos értékek és részben az épület alapadatai alapján számított értékek. Az ε hasznosítási tényező az épület szerkezetére vonatkozó szám, amely

0,5 vagy 0,75 értéket vehet föl annak függvényében, hogy az épület könnyű vagy nehéz szerkezetes.

Az $A_{\text{ü}}$ ablakok üvegfelülete, azt a felületet fogja megadni, amelyen a napsugarak az épületbe besütnek, ezzel hőenergiát adva a rendszerbe. Fontos megjegyezni, hogy nem az ablak felületét jeleni, hanem az ablakfelületnek az üvegezett részét, amely jellemzően 75-85%-a a teljes ablak felületének.

A g – sugárzásátbocsátási tényezőt az MSZ-04-140-3:1987 szabvány alapján határozom meg, amely az épületem esetében a 0,783 értéket veszi fel.

A Q_{tot} – a sugárzási energiahozamot takarja fűtési idényre vonatkoztatva, azaz minden égtájról külön kell számítani. (Táblázatot lásd a mellékletben)

A sugárzási nyereség meghatározásához minden égtáj esetében meg kell vizsgálni a sugárzást, hiszen az épület különböző homlokzatain különböző sugárzás fog jelentkezni: [44] [60]

Égtáj	ε haszn. tény.	$A_{\text{ü}}$ üvegfelület	g átbocs. tény.	Q_{TOT} sug. energiahozam	Q_{sd}
Észak:	0,5	0	0,783	100	0
Kelet:	0,5	34,12	0,783	200	2671,6
Dél:	0,5	23,6	0,783	400	3695,76
Nyugat:	0,5	34,4	0,783	200	2693,52

4. táblázat: Sugárzási nyereség

Azaz, $Q_{\text{sd}} = 9060,88 \text{ kWh/a.}$

A fajlagos hővesztéstényező, számítással:

$$q = \frac{1}{V} \left(\sum AU + \sum \Psi - \frac{Q_{\text{sd}} + Q_{\text{sid}}}{72} \right)$$

$$q = \frac{1}{4857} \left(651,8 - \frac{9060,88}{72} \right)$$

$$q = 0,108 \text{ (kWh/a)}$$

A nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése:

$$Q_{sdnyár} = \sum A_{\ddot{U}} I_{nyár} g_{nyár} [W]$$

ahol: $-A_{\ddot{U}}$, már ismert tényező, (üvegfelület) m²
 $-I_{nyár}$, napsugárzásra vonatkozó átlagos sugárzási intenzitás [W/m²]
 $-g_{nyár}$, összesített sugárzásátbocsátó képesség a nyárra vonatkoztatva, azaz valamilyen (külső/belső) árnyékoló szerkezet figyelembevételével számított g érték. [-] [44]

Égtáj	A _ü	I _{nyár}	G _{nyár}	Összesen
Észak	0	85	0,783	0
Kelet	34,12	150	0,783	4007,394
Dél	23,6	150	0,783	2771,82
Nyugat	34,6	150	0,783	4063,77

5. táblázat: nyári túlmelegedés kock. ell.

A nyári sugárzási hőterhelés: 10842,98 Watt

A belső és külső hőmérséklet napi átlagos különbsége:

$$\Delta t_{bnyár} = \frac{Q_{sdnyár} + A_N q_b}{\sum AU + \sum l\Psi + 0,35n_{nyár}V} [K]$$

ahol: Q_{sd} : direkt sugárzási hőnyereség/terhelés [W]
 A_N : hasznos alapterület [m²]
 q_b : belső hőnyereség átlagos értéke [W/m²]

A: épület határoló felülete (m²)

U: az adott határolófelületre vonatkoztatott hőátbocsátási tényező (W/m²K)

l: csatlakozó éleknél jelentkező hőhíd hossza (m)

Ψ: csatlakozó éleknél jelentkező hőátbocsátási tényező (W/mK)

$l\psi$: a vonalmenti hőveszteségek összessége [W/m2K]

$n_{nyár}$: nyári légcsereszám [1/h]

V : az épület térfogata [m3]

Az épület túlmelegedésének kockázata fennáll, ha a belső és külső hőmérséklet napi különbsége meghaladja a - könnyűszerkezetes épület esetén - a 2 K értéket, nehéz épületszerkezet esetén a 3 K értéket. A képlet komponenseit a korábbi számításokban szemléltettem, a q_b és a $n_{nyár}$ kivételével. A nyári légcsereszám meghatározására a TNM rendelet II.1. táblázata ad pontos értéket. Az épületben megvalósítható az éjszakai szellőztetés, méghozzá az összes homlokzaton, így légcsereszám értéke 9. A Belső hőnyereség átlagos értéke függ az épület rendeltetésétől, így oktatási intézményként 9 [W/m2] átlagos teljesítménnyel kell számolni.

$$\Delta t_{bnyár} = \frac{10842,98 + 1510 \cdot 9}{651 + 0,35 \cdot 9 \cdot 4530 \cdot 9} = 1,638 < 2 \text{ °K},$$

tehát az épület eleget tesz a nyári túlmelegedés kritériumának. [44]

Az éves nettó fűtési energiaigény:

$$Q_f = H * V * (q + 0,35 * n) * \sigma - Z_f * A_n * q_b = (kWh/a)$$

ahol, Q_f : éves nettó fűtési energiaigény (kWh/a)

H : az éves fűtési hőfokhíd ezredrésze (khK/a)

V : az épület fűtött térfogata (m3)

q : fajlagos hőfoktényező (W/m3K)

n : átlagos légcsereszám (1/h)

σ : a szakaszos üzemvitel hatását kifejező korrekciós tényező (-)

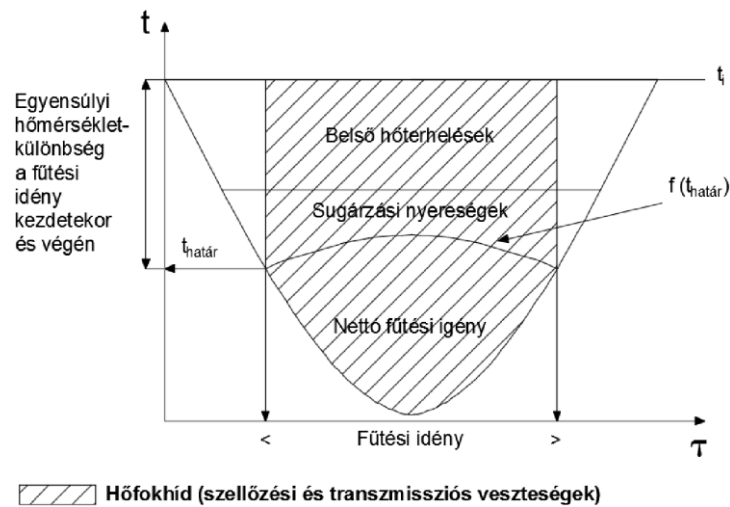
Z_f : a fűtési idény hosszának ezredrésze kh/a

A_n : fűtött alapterület (m2)

q_b : Belső hőnyereség átlagos értéke (W/m2)

A nettó fűtési szezon energiaigényének kiszámításához szükség van a fűtési hőfokhídra és a fűtési idény hosszára, amely az egyensúly hőmérsékletkülönbségből számítható. [44]

A fűtési hőfokhíd:



18. diagram: Fűtési hőfokhíd [27]

A hőfokhíd a belső hőmérséklet és a külső hőmérséklet különbségének az idő szerinti integrálja, tehát a külső hőmérséklet görbe és a belső hőmérséklet egyenes területe arányos az adott időintervallumra vetített kezdő és záró időpont között a helységből távozó hőmennyiséggel. Számításánál az x tengelyen az idő, (óra) szerepel, y tengelyén pedig a hőmérséklet (°C). A függvény integrálásából kapjuk meg az úgynevezett napfok értéket, amelynek mértékegysége hK. A TNM rendeletből a fűtési hőfokhidat táblázatos formában olvashatjuk ki, amelyhez az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség szükséges. [27] [44]

Az egyensúlyi hőmérsékletkülönbséget a következő képletből számítom ki:

$$\Delta t_b = \frac{Q_{sd} + Q_{sid} + A_N \cdot q_b}{\sum A \cdot U + \sum l \cdot \Psi + 0,35 \cdot n \cdot V} + 2 \text{ (K)}$$

ahol, Δt_b : az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség

Q_{sd} : direkt sugárzási hőnyereség (W)

Q_{sid} : indirekt sugárzási hőnyereség (W)

A_N : fűtött alapterület (m²)

q_b : belső hőterhelés fajlagos értéke (W/m²)

A : épület határoló felülete (m²)

U: az adott határolófelületre vonatkoztatott hőátbocsátási tényező (W/m²K)

l: csatlakozó éleknél jelentkező hőhíd hossza (m)

Ψ: csatlakozó éleknél jelentkező hőátbocsátási tényező (W/mK)

n: átlagos légcsere szám (1/h)

V: fűtött térfogat (m³)

A direkt sugárzási tényezőt a hasznosítási tényező, az üvegfelületek, az átlagintenzitás, az összesített sugárzásátbocsátó képesség és a napsugárzás intenzitás (amely értéke égtájanként változó) szorzataként kaptam meg. Q_{sd}=9060,88W.

A hasznos alapterület, a lakások alapterületét összegezve 1510m²-t ad, amely belső hőterhelésének fajlagos értéke a 3. melléklet IV. 1. táblázata alapján, oktatási épület esetén 9W/m². Az A*U+l*Ψ sorozatok összegét a transzmissziós hőveszteség és a stacioner tervezett hőmérsékletkülönbség hányadosaként adom meg, amely, számításba veszi a határoló felületeket és hőátbocsátási tényezőket, a csatlakozó élek hőhídveszteségeit, valamint a rétegrendek hőhídveszteségét, amelyre 651 W/K értéket számítottam ki. Az átlagos légcsereszámot a 3. melléklet IV. 1. táblázata szerint 0,9-re veszem fel. Az átlagos légcsereszámnál számításba kell venni a nT tömítetlenségből származó légcsere növekedés értékét, amely a légcsereszám és a tömítetlenségből származó légcsereszám összegeként értelmezhető. A vonatkozó táblázat a nyílászárók légáteresztése, a nyílászárók elhelyezkedése és az adott épület szintjeinek száma alapján határozza meg a nT tényezőt, amely hőszigetelt ablakokkal szerelt épületünk esetén nulla értéket veszi fel. A 3. melléklet IV.részének 11. pontja szerint az épületen belül hasznosuló nyereségeket az épületszerkezet függvényében redukálni kell, tehát az épület könnyű szerkezete miatt a felére veszem. [44] [61]

A fűtött alapterület a 1510m²-es alapterület és a 3 méteres belmagasság szorzataként 4530m³. A képlet komponenseinek kiszámítása után:

$$\Delta t_b = \frac{1267,5 + 1510 * 9 * 0,5}{651,04 + 0,35 * 0,9 * 4530} + 2 = 5,88 \text{ K}$$

A TNM rendelet 3. mellékletének, I. éghajlati adatok részében a I.1. táblázatból olvashatjuk ki a szükséges hőfokhíd, amely értéke Δt_b= 5,88 °C --> esetén 74'880 hK/a.

Az épület fűtött térfogatát a belmagasság és a fűtött alapterület alapján kapjuk meg: 4530 m³.

Az átlagos légcsereszám értékét az épület tömíttetlenségéből adódó légcsereszámát hozzá kell adni az előírt alap légcsereszámhoz, amely figyelembe veszi a nyílászárók légzárását, tömíttettségét az épület szintjeinek számát, azt, hogy az épület mely homlokzatain vannak nyílászárók, valamint, hogy a szélnek kitett vagy szélárnyékban helyezkednek-e el a nyílászárók. A tervezett oktatási épületnél a nyílászárók jellemzői alapján a módosító tényező: 0,00, tehát az átlagos 0,9-értékű légcsereszámot nem befolyásolja.

A szakaszos üzemviteli tényező (σ) értéke a harmadik melléklet IV.1. táblázata alapján oktatási intézmények esetén 0,8.

A Z_f fűtési idény hosszát az egyensúlyi középhőmérséklet alapján a 3. melléklet I.1. táblázatából olvashatunk ki: 5090 h/a.

Az A_n a lakások fűtött alapterületének összege: 1510m². A q_b fajlagos belső hőnyereség pedig lakóépületek esetén 9W/m².

Az éves nettó fűtési energiaigény:

$$Q_f = 74,880 * 4530 * (0,108 + 0,35 * 0,9) * 0,8 - 5,009 * 1510 * 9 * 0,5 \\ = 86751,29(kWh/a)$$

A fűtés fajlagos éves primer energiaigénye:

$$E_f = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) * \sum(C_k * \alpha_k * e_f) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v}) * e_v \left(\frac{kWh}{m^2a}\right)$$

ahol: q_f : a fűtés fajlagos éves nettó hőenergia igénye (kWh/m²a)

$q_{f,h}$: a teljesítmény és a hőigény illeszkedésének pontatlansága miatti fajlagos éves veszteség (kWh/m²a)

$q_{f,v}$: az elosztóvezeték fajlagos éves vesztesége (kWh/m²a)

$q_{f,t}$: a hőtárolás fajlagos éves vesztesége (kWh/m²a)

C_k : a hőtermelő teljesítménytényezője

α_k : a hőtermelő által lefedett energiaigény (többféle hőforrásból táplált rendszer esetén)

e_f : a fűtésre használt energiahordozó primer energia átalakítási tényezője

E_{FSZ} : a keringtetés fajlagos éves energiaigénye (kWh/m²a)

E_{FT} : a tárolás éves segédenergia vesztesége (kWh/m²a)

$q_{k,v}$: éves segédenergia igény (kWh/m²a)

e_v : villamos energia primer energia átalakítási tényezője

A számítás során a primer energia tényezőket a 3. melléklet V.1. táblázata alapján vettem föl. A fűtés fajlagos éves nettó energiaigényét az éve fűtési energiaigény és a fűtött alapterület hányadosaként számítottam ki. $q_f = Q_f / A_n = 57,45$ kWh/m²a. A teljesítmény és a hőigény illeszkedésének pontatlansága miatti fajlagos éves veszteséget a 2. melléklet VI.10. táblázatából a fűtési rendszer fajtáját és szabályozását veszi figyelembe, amely kétsöves felületfűtés és szabályozását tekintve idő és hőmérséklet- szabályozású, így az értéke 0,7. Az elosztóvezeték fajlagos éves veszteségét a 2. melléklet VI.8. táblázatból a fűtött alapterülete és a hőfoklépcső alapján: 2,6 értéket vesz fel. A hőtárolás fajlagos éves veszteségét a 2. melléklet VI. 11. táblázatából a fűtött alapterület és a tervezett hőfoklépcső alapján, a hálózat fűtött térben való elhelyezkedése miatt 0,0 kWh/m²/a értékű. A hőtermelő teljesítménytényezőjét a fűtött téren belül lévő kazánok teljesítménytényezői táblázatól határoztam meg, így a teljesítménytényező értéke 1,01. A hőtermelő önállóan lefedi a szükséges teljesítmény igényt, így nincs szüksége kiegészítő hőtermelőre, tehát a hőtermelő által lefedett energiaigény 100%, azaz 1. A számítási módszer figyelembe veszi még az esetleges fűtési rendszerhez kapcsolódó veszteségeket, amely a szivattyú teljesítmény, a puffertartály éves segédenergia vesztesége mely értékeket a 2. melléklet IV.9. táblázata alapján a fűtött alapterület és a hőfoklépcső alapján 0,23 kWh/m²/a és a 2. melléklet VI. 11. táblázatából a fűtött alapterület alapján 0,08kWh/m²/a veszteséget jelent. Az éves segédenergia igényt a 2. melléklet VI.1. táblázata alapján 0,23 kWh/m²/a veszteséget jelent. A komponenseket a TNM rendeletből megállapítva tehát: [44]

$$E_f = (57,45 + 0,7 + 2,6 + 0,0) * \Sigma(1,01 * 1 * 1) + (0,23 + 0,08 + 0,23) * 2,5 \left(\frac{kWh}{m^2a} \right)$$

$$E_f = 62,70 \frac{kWh}{m^2, a}$$

A kondenzációs gázkazán HMV termelés energiaigénye:

$$E_{HMV} = (q_{HMV} + q_{HMV,v} + q_{HMV,t}) * \Sigma (C_k * \alpha_k * e_{HMV}) + (E_c + E_k)e_v \left[\frac{kWh}{m^2a} \right]$$

ahol: E_{HMV} : a melegvízellátás fajlagos éves energiaigénye (kWh/m²/a)

q_{HMV} : a melegíz készítés nettó éves energiaigénye (kWh/m²/a)

$q_{H MV, v}$:	a melegvíz elosztás fajlagos éves vesztesége (kWh/m ² /a)
$q_{H MV, t}$:	a melegvíz tárolás fajlagos éves vesztesége (kWh/m ² /a)
C_k :	a hőtermelő teljesítménytényezője (-)
α_k :	a hőtermelő által lefedett energiaarány (-)
$e_{H MV}$:	a melegízkészítésre használt energiahordozó primer energia átalakítási tényezője
E_C :	a cirkulációs szivattyú fajlagos éves energiaigénye (kWh/m ² /a)
E_K :	a melegvíztermelés éves segédenergia igénye (kWh/m ² /a)
e_v :	a villamos energia primer energia átalakítási tényezője (-)

A melegvízellátás fajlagos éves energiaigényét a 3. melléklet IV.1. táblázatából olvasható ki, amelyet oktatási rendeltetés esetén 7 kWh/m²,a]-el kell figyelembe venni. A melegvíz elosztás fajlagos éves veszteségét a 2. melléklet VII.6. táblázatából került megállapításra. Kalkulálni kell a cirkulációs rendszer meglétével és annak elhelyezkedésével. Jelen esetben a fűtött téren kívül kerül van vezetve a cirkulációs vezeték, így az alapterület alapján a melegvíz készítés energiaigényének a 14%-a lesz a melegvízelosztás fajlagos vesztesége. $7 \text{ kWh/m}^2/\text{a} * 0,12 = 0,84 \text{ (kWh/m}^2/\text{a)}$. A melegvíz tárolás fajlagos vesztesége a 2. melléklet VII.5. táblázatából állapítottam meg. Figyelembe kell venni a tároló elhelyezkedését a tér fűtésének szempontjából, valamint a tároló típusú. A tervezett társasház esetén indirekt fűtésű tárolót terveztem, fűtetlen helységbe, így a melegvíz tárolás éves fajlagos vesztesége, a melegízellátás fajlagos értékének a 5%-át teszi ki. $7 * 0,05 = 0,35 \text{ (kWh/m}^2/\text{a)}$. A hőtermelő teljesítménytényezője a hőszivattyú, így a 2. melléklet VII.1. táblázata alapján a teljesítménytényező: 1,01 (-). A hőszivattyú önálló rendszerként állítja elő a HMV-t, így a lefedett energia igény értéke: 1. A képletben a primer energia átalakítási tényezőket 2,5 értékre veszem föl. A cirkulációs fajlagos veszteségét a 2. melléklet VII.7. táblázata alapján állapítom meg, ahol az alapterület figyelembevételével, a cirkulációs veszteség 0,22 kWh/m²/a. A melegvíztermelés éves segédenergia igényét a 2. melléklet VII.1. táblázata alapján a hőtermelő és az alapterület figyelembevételével 0,13 kWh/m²/a. [44]

$$E_{H MV} = (7 + 12\% + 5\%) * \Sigma (1,1 * 1 * 1) + (0,22 + 0,08)2,5 \left[\frac{kWh}{m^2 a} \right]$$

$$E_{H MV} = 9,76 \left[\frac{kWh}{m^2 a} \right]$$

A világítás fajlagos éves primerenergia fogyasztása:

$$E_{vill} = E_{villn} * e_{vill} * v \left[\frac{kWh}{m^2, a} \right]$$

$$= 6 * 0,7 * 2,5 = 10,5 \left[\frac{kWh}{m^2, a} \right]$$

Az összesített energetikai jellemző:

$$E_p = \Sigma E_j$$

$$E_p = 62,7 + 9,76 + 10,5 = 82,96 \left[\frac{kWh}{m^2 a} \right]$$

8.2. Az új energetika (2023)

Az épület alapadatai a 2010-es állapottal megegyezők. Az energetikai számításokat tekintve az új tervek szerint egy 3 db levegő-víz hőszivattyú fog gondoskodni az épület fűtéséről és HMV ellátásáról, 32 db napelemmel kombinálva.

Az épület rétegterv szerinti hőátbocsátási tényezőit a 2010-es állapothoz hasonlóan az MSZ-04-140-2:1991 szabvány szerint számítottam. A rétegterveket újra kellett gondolni, mivel a 2010 állapothon képest a TNM rendelet Határoló szerkezetek követelményei majdnem a felére csökkentek.

Rétegtervi hőátbocsátási tényezői:

1. <u>Homlokzati fal:</u>	0,165 W/m ² K
2. <u>Tető</u>	0,123 W/m ² K
3. <u>Lemezalap:</u>	0,163 W/m ² K
4. <u>Talajjal érintkező pincefal:</u>	0,199 W/m ² K
5. <u>Külső pincefödém:</u>	0,103 W/m ² K
6. <u>Ablak:</u>	1,15 W/m ² K
7. <u>Ajtó:</u>	1,45 W/m ² K

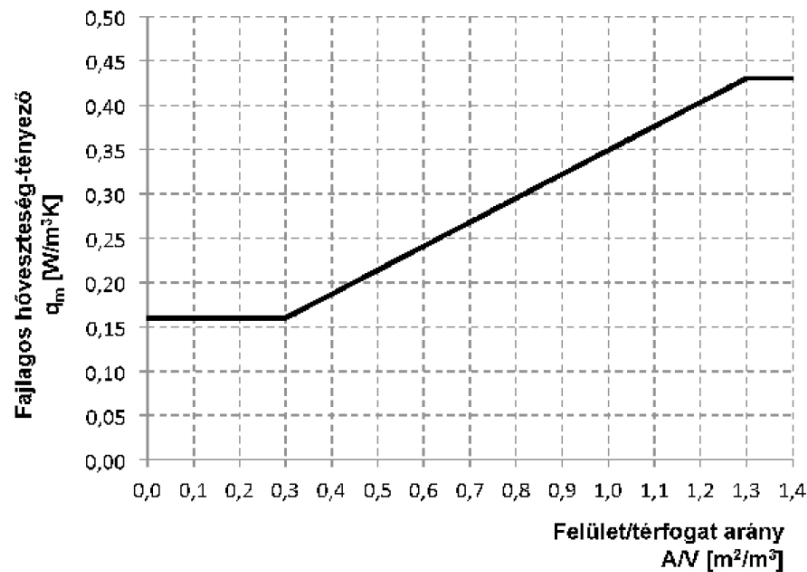
Az épület szerkezete, homlokzati elrendezése nem változott az eredetihez képest, így a korábbi számítások alapján meghatározott értékek (hő hidak felülete, hossza, a homlokzat elrendezése) jellemzőek erre a számítási módszerre is. [60]

8.2.1. Az energetikai számítások:

Egyszerűsített módszer:

3. A fajlagos hővesztégtényező értéke:

a, A/V érték: $1510,92 \text{ m}^2 / 4532,76 \text{ m}^3 = 0,33$



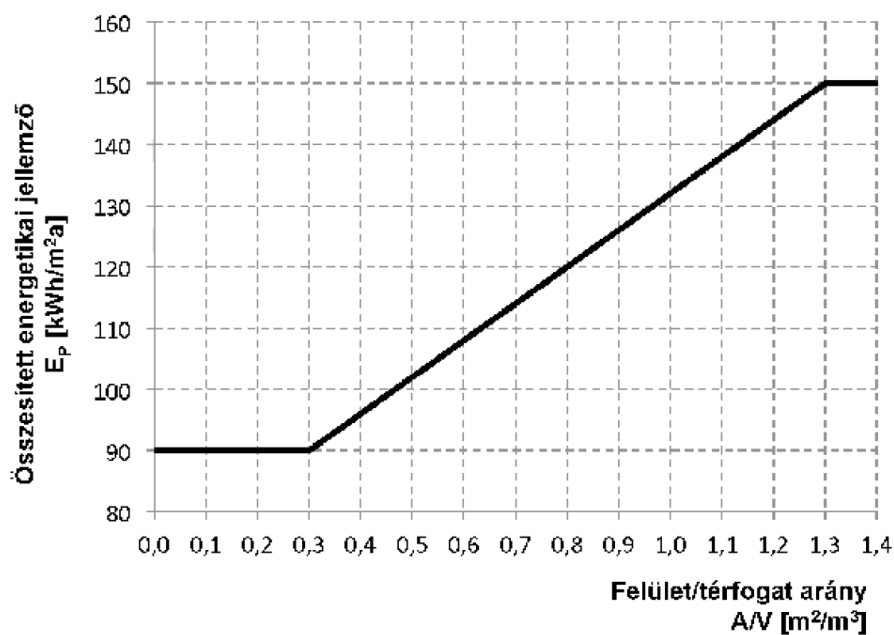
19. diagram: fajlagos hőveszt tény. 2023-ban [44]

A TNM rendelet 1. melléklet 2. része, az épületek fajlagos hővesztégtényezőjének számítása szerint: az épületnek az A/V aránya 0,33 értékre jött ki, így a $0,3 < x < 1,3$ tartományba esik, ahol a $q_m = 0,30 (A/V) + 0,101$ képlettel állapítható meg, azaz $q_m = 0,27 * 0,33 + 0,079 = 0,168 \text{ W/m}^3\text{K}$ értéket kapjuk.

Az összesített energetikai jellemző követelményértéke:

Ezt a követelményt az épület rendeltetése szerint három különböző részre lehet osztani, szállás és lakásjellegű épületre, Irodaépületre, és oktatási intézményre. Jelen esetben az oktatási intézmény követelményértékének a diagramja látható.

Az összesített energetikai jellemző:



20. diagram: Össz. energ. jellemző követelménye a 2023-as TNM szerint [44]

Az $A/V = 0,33$ arány értelmében a számított épület a középső függvényszakaszra fog

esni, ahol az összesített energetikai jellemző követelményértéke: $E_p = 60 \left(\frac{A}{V} \right) + 72 =$

$$91,8 \left[\frac{kWh}{m^2, a} \right]$$

Hőhídveszteségek:

Az egyszerűsített eljáráshoz a következő képlettel számoltam,

$$U_r = U (1 + \chi)$$

	A (nm) / l (m)	U (W/m2K)	1 + χ	mód. tény.	AU _r + l ψ (W/K)
Homlokzat	718,89	0,165	1,2	-	142,34
Tető	389,2/87,5	0,123	1,15	-	55,02
Ablak	94,51	1,15	-	-	108,68
Lemezalap	422,6m2/87,6	0,163/0,1	-	-	8,76
Talajjal ér. pincefal	87,6	0,199/0,7	-	-	61,32
Pincefödém	100	0,103	1,05	-	10,815
Összesen	-	-	-	-	345,2

A homlokzat hőhidassága:

2. melléklet II.2. táblázata (lásd a mellékletben) a korrekciós tényezők kiválasztása

A vonalmenti hőhidak és a homlokzat felületének aránya:

Homlokzaton: $854,66 / 1037,5 = 0,8237$

TNM rendelet, 2. melléklet. II.1. táblázat (lásd a mellékletben) részlet alapján a homlokzat közepesen hőhidas, azaz $1 + \chi = 1,2$

Tető: $87,5/389,2 = 0,22$, azaz a vonatkozó táblázat alapján, a szerkezet közepesen hőhidas

A lemezalap hővesztesége:

Harmadik melléklet III.1. táblázata alapján: a padlószerkezet hővezetési ellenállása és a padlószint-terepszint szintkülönbségének függvényében $0,1 \text{ W/mK}$ lesz a padlószerkezet hővesztesége.

A *talajjal érintkező falszakasz* magassága $2,4$ méter, a hőátbocsátási tényezője pedig $0,199 \text{ W/m}^2\text{K}$, tehát a 1. oszlop 5. sorában lévő $0,7$ -ös érték lesz a tervezett épületre jellemző.
[44]

Az épület hőtároló tömege:

Az épület hőtároló szerkezetei nem változtak, csak a szigetelést, párazáró fóliát kapott, amely hőtároló tömeg szempontjából nem releváns, így a hőtároló tömeget az első számításból viszem tovább. Az épület könnyű szerkezetű. Ebből következően a további számításokban a hasznosulási tényező értéke $0,5$ lesz.

Sugárzási nyereségek meghatározása:

$$Q_{sd} = \varepsilon \sum A_{\ddot{u}} g Q_{TOT} \quad [kWh/a]$$

ahol: ε - hasznosítási tényező [-]

$A_{\ddot{u}}$ - üvegfelület [m^2]

g - az üvegezés összesített sugárzásátbocsátó képessége

Q_{TOT} - a hagyományos fűtési idényre vonatkozó sugárzási energiahozam

Az ablakok a 2010-es állapotban ismertetett ablakok, így a számítás ezen része nem különbözik, Q_{sd} : **9060,88 kWh/a**.

A fajlagos hővesztéstényező, számítással:

$$q = \frac{1}{V} (\sum AU + \sum l\Psi - \frac{Q_{sd} + Q_{sid}}{72})$$

$$q = \frac{1}{4530} (345,2 - \frac{9060,88}{72})$$

$$q = 0,064 \text{ (kWh/a)} \quad [44]$$

A nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése:

$$Q_{sdnyár} = \sum A_{\ddot{U}} I_{nyár} g_{nyár} \quad [W]$$

ahol:

- $A_{\ddot{U}}$, már ismert tényező, (üvegfelület) m²
- $I_{nyár}$, napsugárzásra vonatkozó átlagos sugárzási intenzitás [W/m²]
- $g_{nyár}$, összesített sugárzásátbocsátó képesség a nyárra vonatkoztatva,

Mivel a szerkezet homlokzata, ablakok elrendezése nem változott a számításhoz a korábban kiszámított értéket használom: $Q_{sdnyár}$: 10842,98 Watt [44]

A belső és külső hőmérséklet napi átlagos különbsége:

$$\Delta t_{bnyár} = \frac{Q_{sdnyár} + A_N q_b}{\sum AU + \sum l\Psi + 0,35 n_{nyár} V} \quad [K]$$

ahol:

- Q_{sd} : direkt sugárzási hőnyereség/terhelés [W]
- A_N : hasznos alapterület [m²]
- q_b : belső hőnyereség átlagos értéke [W/m²]
- $AU l\psi$: a felületi hővesztések összessége [W/m²K]
- $l\psi$: a vonalmenti hővesztések összessége [W/m²K]
- $n_{nyár}$: nyári légcsereszám [1/h]

V: az épület térfogata [m³]

Az épület túlmelegedésének kockázata fennáll, ha a belső és külső hőmérséklet napi különbsége meghaladja a - könnyűszerkezetes épület esetén - a 2 K értéket, nehéz épületszerkezet esetén a 3 K értéket. Az előző számítási módszernek megfelelően számolom a $\Delta t_{bnyár}$ értékét is.

$$\Delta t_{bnyár} = \frac{10842,98 + 1510 \cdot 9}{345,2 + 0,35 \cdot 9 \cdot 4530} = 1,6717 < 2 \text{ °K},$$

tehát az épület eleget tesz a nyári túlmelegedés kritériumának. [44]

Az éves nettó fűtési energiaigény:

$$Q_f = H \cdot V \cdot (q + 0,35 \cdot n) \cdot \sigma - Z_f \cdot A_n \cdot q_b = (kWh/a)$$

ahol, Q_f : éves nettó fűtési energiaigény (kWh/a)

H: az éves fűtési hőfokhíd ezredrésze (khK/a)

V: az épület fűtött térfogata (m³)

q: fajlagos hőfoktényező (W/m³K)

n: átlagos légcserezszám (1/h)

σ : a szakaszos üzemvitel hatását kifejező korrekciós tényező (-)

Z_f : a fűtési idény hosszának ezredrésze kh/a

A_n : fűtött alapterület (m²)

q_b : Belső hőnyereség átlagos értéke (W/m²)

A nettó fűtési szezon energiaigényének kiszámításához szükség van a fűtési hőfokhídra és a fűtési idény hosszára, amely az egyensúly hőmérsékletkülönbségből számítható. [44]

A fűtési hőfokhíd:

A hőfokhíd a belső hőmérséklet és a külső hőmérséklet különbségének az idő szerinti integrálja, tehát a külső hőmérséklet görbe és a belső hőmérséklet egyenes területe arányos

az adott időintervallumra vetített kezdő és záró időpont között a helységből távozó hőmennyiséggel. Számításánál az x tengelyen az idő, (óra) szerepel, y tengelyén pedig a hőmérséklet (°C). A függvény integrálásából kapjuk meg az úgynevezett napfok értéket, amelynek mértékegysége hK.

A TNM rendeletből a fűtési hőfokhidat táblázatos formában olvashatjuk ki, amelyhez az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség szükséges.

Az egyensúlyi hőmérsékletkülönbséget a következő képletből számítom ki:

$$\Delta t_b = \frac{Q_{sd} + Q_{sid} + A_N * q_b}{\sum A * U + \sum l * \Psi + 0,35 * n * V} + 2 \text{ (K)}$$

ahol, Δt_b : az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség

Q_{sd} : direkt sugárzási hőnyereség (W)

Q_{sid} : indirekt sugárzási hőnyereség (W)

A_N : fűtött alapterület (m²)

q_b : belső hőterhelés fajlagos értéke (W/m²)

A : épület határoló felülete (m²)

U : az adott határolófelületre vonatkoztatott hőátbocsátási tényező (W/m²K)

l : csatlakozó éleknél jelentkező hőhíd hossza (m)

Ψ : csatlakozó éleknél jelentkező hőátbocsátási tényező (W/mK)

n : átlagos légcseres szám (1/h)

V : fűtött térfogat (m³)

A direkt sugárzási tényezőt a hasznosítási tényező, az üvegfelületek, az átlagintenzitás, az összesített sugárzásátbocsátó képesség és a napsugárzás intenzitás (amely értéke égtájanként változó) szorzataként kaptam meg. $Q_{sd}=9898,686\text{W}$.

A hasznos alapterület, a lakások alapterületét összegezve 1510m²-t ad, amely belső hőterhelésének fajlagos értéke a 3. melléklet IV. 1. táblázata alapján, oktatási épület esetén 9W/m². Az $A*U+l*\Psi$ sorozatok összegét a transzmissziós hőveszteség és a stacioner tervezett hőmérsékletkülönbség hányadosaként adom meg, amely számításba veszi a határoló felületeket és hőátbocsátási tényezőket, a csatlakozó élek hőhídveszteségeit,

valamint a rétegrendek hőhídvesztességét, amelyre 685,04 W/K értéket számítottam ki. Az átlagos légcsereszámot a 3. melléklet IV. 1. táblázata szerint 0,9-re veszem fel. Az átlagos légcsereszámnál számításba kell venni a nT tömítetlenségből származó légcseres növekedés értékét, amely a légcsereszám és a tömítetlenségből származó légcsereszám összegeként értelmezhető. A vonatkozó táblázat a nyílászárók légáteresztése, a nyílászárók elhelyezkedése és az adott épület szintjeinek száma alapján határozza meg a nT tényezőt, amely hőszigetelt ablakokkal szerelt épületünk esetén nulla értéket vesz fel.

A fűtött alapterület a 1510m²-es alapterület és a 3 méteres belmagasság szorzataként 4530m³. A képlet komponenseinek kiszámítása után:

$$\Delta t_b = \frac{1267,5 + 1510 * 9 * 0,5}{345,2 + 0,35 * 0,9 * 4530} + 2 = 6,549 K$$

A TNM rendelet 3. mellékletének, I. éghajlati adatok részében a I.1. táblázatból olvashatjuk ki a szükséges hőfokhíd, amely értéke $\Delta t_b = 6,549 \text{ } ^\circ\text{C} \rightarrow$ esetén 74'880 hK/a.

Az épület fűtött térfogatát a belmagasság és a fűtött alapterület alapján kapjuk meg: 4530 m³.

Az átlagos légcsereszám értékét az épület tömítetlenségéből adódó légcsereszámát hozzá kell adni az előírt alap légcsereszámhoz, amely figyelembe veszi a nyílászárók légzárását, tömítettségét az épület szintjeinek számát, azt, hogy az épület mely homlokzatain vannak nyílászárók, valamint, hogy a szélnek kitett vagy szélárnyékban helyezkednek-e el a nyílászárók. A tervezett oktatási épületnél a nyílászárók jellemzői alapján a módosító tényező: 0,00, tehát az átlagos 0,9-értékű légcsereszámot nem befolyásolja. [44]

A szakaszos üzemviteli tényező (σ) értéke a harmadik melléklet IV.1. táblázata alapján lakóépületek esetén 0,8.

A Z_f fűtési idény hosszát az egyensúlyi középhőmérséklet alapján a 3. melléklet I.1. táblázatából olvashatunk ki: 5090 h/a.

Az A_n a lakások fűtött alapterületének összege: 1510m². A q_b fajlagos belső hőnyereség pedig lakóépületek esetén 9W/m².

Az éves nettó fűtési energiaigény:

$$\begin{aligned} Q_f &= 74,88 * 4530 * (0,064 + 0,35 * 0,9) * 0,8 - 5,090 * 1510 * 9 \\ &= 68260,83(kWh/a) \end{aligned}$$

A fűtés fajlagos éves primer energiaigénye:

$$E_f = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) * \sum (C_k * \alpha_k * e_f) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v}) * e_v \left(\frac{kWh}{m^2 a} \right)$$

ahol: q_f : a fűtés fajlagos éves nettó hőenergia igénye (kWh/m²a)

$q_{f,h}$: a teljesítmény és a hőigény illeszkedésének pontatlansága miatti fajlagos éves veszteség (kWh/m²a)

$q_{f,v}$: az elosztóvezeték fajlagos éves vesztesége (kWh/m²a)

$q_{f,t}$: a hőtárolás fajlagos éves vesztesége (kWh/m²a)

C_k : a hőtermelő teljesítménytényezője

α_k : a hőtermelő által lefedett energiaigény (többféle hőforrásból táplált rendszer esetén)

e_f : a fűtésre használt energiahordozó primer energia átalakítási tényezője

E_{FSZ} : a keringtetés fajlagos éves energiaigénye (kWh/m²a)

E_{FT} : a tárolás éves segédenergia vesztesége (kWh/m²a)

$q_{k,v}$: éves segédenergia igény (kWh/m²a)

e_v : villamos energia primer energia átalakítási tényezője

A számítás során a primer energia tényezőket a 3. melléklet V.1. táblázata alapján vettem föl. A fűtés fajlagos éves nettó energiaigényét az éve fűtési energiaigény és a fűtött alapterület hányadosaként számítottam ki. $q_f = Q_f / A_n = 45,206$ kWh/m²a. A teljesítmény és a hőigény illeszkedésének pontatlansága miatti fajlagos éves veszteséget a 2. melléklet VI.10. táblázatából a fűtési rendszer fajtáját és szabályozását veszi figyelembe, amely kétcsöves felületfűtés és szabályozását tekintve idő és hőmérséklet- szabályozású, így az értéke 0,7. Az elosztóvezeték fajlagos éves veszteségét a 2. melléklet VI.8. táblázatból a fűtött alapterülete és a hőfoklépcső alapján: 0,5 értéket vesz fel. A hőtárolás fajlagos éves veszteségét a 2. melléklet VI. 11. táblázatából a fűtött alapterület és a tervezett hőfoklépcső alapján, a hálózat fűtött térben való elhelyezkedése miatt 0,0 kWh/m²/a értékű. A hőtermelő teljesítménytényezője. A hőszivattyú teljesítménytényezőjét a 2. melléklet VI.3. táblázatában található, a fűtött téren belül lévő hőszivattyúk teljesítménytényezői táblázatból határoztam meg, így a teljesítménytényező értéke 0,3. A hőtermelő önállóan lefedi a szükséges teljesítmény igényt, így nincs szüksége kiegészítő hőtermelőre, tehát a hőtermelő által lefedett energiaigény 100%, azaz 1. A számítási módszer figyelembe veszi

még az esetleges fűtési rendszerhez kapcsolódó veszteségeket, amely a szivattyú teljesítmény, a puffertartály éves segédenergia vesztesége mely értékeket a 2. melléklet IV.9. táblázata alapján a fűtött alapterület és a hőfoklépcső alapján 0,28 kWh/m²/a és a 2. melléklet VI. 11. táblázatából a fűtött alapterület alapján 0,28kWh/m²/a veszteséget jelent. Az éves segédenergia igényt a 2. melléklet VI.1. táblázata alapján 0,23 kWh/m²/a veszteséget jelent. A komponenseket a TNM rendeletből megállapítva tehát:

$$E_f = (45,26 + 0,7 + 0,4 + 0,0) * \sum(0,3 * 0,73 * 1,8) + (0,65 + 0,08 + 0,0)$$

$$* 2,5 \left(\frac{kWh}{m^2 a} \right)$$

$$E_f = 27,47 \frac{kWh}{m^2, a}$$

A fűtés fajlagos éves primerenergiaigényének megújuló részaránya:

A TNM rendelet a megújuló részarányt az E_f képlettel újra számolva határozza meg, annyi különbséggel, hogy ebben az esetben egy módosított α_k – a hőtermelő által lefedett energiaigény - tényezővel számolhatjuk újra az adott megújuló hőtermelőtől függően, azaz a megújuló rész:

$$E_{fsus} = (45,26 + 0,7 + 0,4 + 0,0) * \sum(0,73) + (0,65 + 0,08 + 0,0) * 2,5 \left(\frac{kWh}{m^2 a} \right) =$$

$$E_{fsus} = 34,74 \frac{kWh}{m^2, a}$$

A hőszivattyú HMV termelés energiaigénye:

$$E_{HMV} = (q_{HMV} + q_{HMV,v} + q_{HMV,t}) * \sum (C_k * \alpha_k * e_{HMV}) + (E_c + E_k)e_v \left[\frac{kWh}{m^2 a} \right]$$

ahol: E_{HMV} : a melegvízellátás fajlagos éves energiaigénye (kWh/m²/a)

q_{HMV} : a melegíz készítés nettó éves energiaigénye (kWh/m²/a)

$q_{HMV,v}$: a melegvíz elosztás fajlagos éves vesztesége (kWh/m²/a)

$q_{HMV,t}$: a melegíz tárolás fajlagos éves vesztesége (kWh/m²/a)

C_k : a hőtermelő teljesítménytényezője (-)

α_k :	a hőtermelő által lefedett energiaarány (-)
e_{HMV} :	a melegítéskészítésre használt energiahordozó primer energia átalakítási tényezője
E_C :	a cirkulációs szivattyú fajlagos éves energiaigénye (kWh/m ² /a)
E_K :	a melegvíztermelés éves segédenergia igénye (kWh/m ² /a)
e_v :	a villamos energia primer energia átalakítási tényezője (-)

A melegvízellátás fajlagos éves energiaigényét a 3. melléklet IV.1. táblázatából olvasható ki, amely oktatási intézmény esetén 7 [kWh/m²/a]. A melegvíz elosztás fajlagos éves veszteségét a 2. melléklet VII.6. táblázatából került megállapításra. Kalkulálni kell a cirkulációs rendszer.

meglétével és annak elhelyezkedésével. Jelen esetben a fűtött téren kívül kerül van vezetve a cirkulációs vezeték, így az alapterület alapján a melegítéskészítés energiaigényének a 12%-a lesz a melegvízelosztás fajlagos vesztesége. 7kWh/m²/a * 0,14 = 0,98 (kWh/m²/a). A melegvíz tárolás fajlagos vesztesége a 2. melléklet VII.5. táblázatából állapítottam meg. Figyelembe kell venni a tároló elhelyezkedését a tér fűtésének szempontjából, valamint a tároló típusú. A tervezett társasház esetén indirekt fűtésű tárolót terveztem, fűtetlen helységbe, így a melegvíz tárolás éves fajlagos vesztesége, a melegítézellátás fajlagos értékének a 5%-át teszi ki. 7 * 0,05 = 0,35 (kWh/m²/a). A hőtermelő teljesítménytényezője a hőszivattyú, így a 2. melléklet VII.1. táblázata alapján a teljesítménytényező: 1,17 (-). A hőszivattyú önálló rendszerként állítja elő a HMV-t, így a lefedett energia igény értéke: 1. A képletben a primer energia átalakítási tényezőket 0,3. A cirkulációs fajlagos veszteségét a 2. melléklet VII.7. táblázata alapján állapítom meg, ahol az alapterület figyelembevételével, a cirkulációs veszteség 0,18 kWh/m²/a. A melegvíztermelés éves segédenergia igényét a 2. melléklet VII.1. táblázata alapján a hőtermelő és az alapterület figyelembevételével 0,13 kWh/m²/a.

$$E_{HMV} = (7 + 12\% + 5\%) * \Sigma (1 * 0,6 * 1) + (0,22 + 0,9)2,5 \left[\frac{kWh}{m^2a} \right]$$

$$E_{HMV} = 4,63 \left[\frac{kWh}{m^2a} \right]$$

A HMV primerenergiaigény megújuló részaránya:

$$E_{H MVsus} = (7 + 12\% + 5\%) * \Sigma (0,88) + (0,22 + 0,9)0,1 \left[\frac{kWh}{m^2 a} \right]$$

$$E_{H MVsus} = 7,32 \left[\frac{kWh}{m^2 a} \right]$$

A világítás fajlagos éves primerenergia fogyasztása:

$$E_{vill} = E_{villn} * e_{vill} * v \left[\frac{kWh}{m^2, a} \right]$$

$$= 6 * 0,7 * 2,5 = 10,5 \left[\frac{kWh}{m^2, a} \right]$$

Az összesített energetikai jellemző:

$$E_p = \Sigma E_j$$

$$E_p = 27,47 + 4,63 + 10,5 = 42,6 \left[\frac{kWh}{m^2 a} \right]$$

Az összesített energetikai jellemző megújuló része:

$$E_{psus} = 34,74 + 7,32 = 42,06 \left[\frac{kWh}{m^2 a} \right]$$

A megújuló részarány $= E_{psus} : E_p = 42,06 : 42,6 = 0,98732$, azaz 99 %

9. Eredmények kiértékelése

9.1. Az energetikai

A 2010-es és 2023-ban hatályos TNM rendelet több ponton is eltér:

9.1.2 Hőátbocsátási tényezők követelményértékei:

A 2010-es állapotban:

Épülethatároló szerkezet	A hőátbocsátási tényező követelményértéke $U [W/m^2K]$
Külső fal	0,45
Lapostető	0,25
Padlásfödém	0,30
Fűtött tetőteret határoló szerkezetek	0,25
Alsó zárófödém árkád felett	0,25
Alsó zárófödém fűtetlen pince felett	0,50
Homlokzati üvegezett nyílászáró (fa vagy PVC keretszerkezettel)	1,60
Homlokzati üvegezett nyílászáró (fém keretszerkezettel)	2,00
Homlokzati üvegezett nyílászáró, ha névleges felülete kisebb, mint $0,5 m^2$	2,50
Homlokzati üvegfal ²⁾	1,50
Tetőfelülvilágító	2,50
Tetőszik ablak	1,70
Homlokzati üvegezetlen kapu	3,00
Homlokzati vagy fűtött és fűtetlen terek közötti ajtó	1,80
Fűtött és fűtetlen terek közötti fal	0,50
Szomszédos fűtött épületek közötti fal	1,50
Talajjal érintkező fal 0 és 1 m között	0,45
Talajon fekvő padló a terület mentén 1,5 m széles sávban (a lábazon elhelyezhető)	0,50

7. táblázat: TNM rendelet Hőtb. tény. követelményértékei, 2010-ben [44]

A 2023as állapot:

Épülethatároló szerkezet	A hőátbocsátási tényező követelményértéke $U [W/m^2 K]$
Homlokzati fal	0,24
Lapostető	0,17
Fűtött tetőteret határoló szerkezetek	0,17
Padlás és búvótér alatti födém	0,17
Árkád és áthajtó feletti födém	0,17
Alsó zárófödém fűtetlen terek felett	0,26
Üvegezés	1
Különleges üvegezés*	1,2
Fa vagy PVC keretszerkezetű homlokzati üvegezett nyílászáró ($>0,5m^2$)	1,15
Fém keretszerkezetű homlokzati üvegezett nyílászáró	1,4
Homlokzati üvegfal, függőnyfal	1,4
Üvegtető	1,45
Tetőfelülvilágító, füstelvezető kupola	1,7
Tetőszik ablak	1,25
Ipari és tűzgátló ajtó és kapu (fűtött tér határolására)	2
Homlokzati, vagy fűtött és fűtetlen terek közötti ajtó	1,45
Homlokzati, vagy fűtött és fűtetlen terek közötti kapu	1,8
Fűtött és fűtetlen terek közötti fal	0,26
Szomszédos fűtött épületek és épületrészek közötti fal	1,5
Lábazati fal, talajjal érintkező fal a terepszinttől 1 m mélységig (a terepszint alatti rész csak új épületeknél)	0,3

8. táblázat: TNM rendelet Hőtb. tény. követelményértékei, 2023-ban [44]

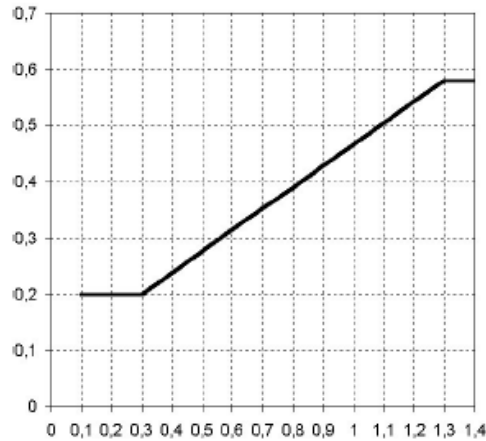
A hőátbocsátási tényezők táblázatából leolvasható, hogy a rendelet első kiadása (2006) óta majdnem a felére csökkentek az épületeket határoló szerkezetek hőátbocsátási tényezőinek a követelményei, amely például a homlokzati fal esetében 0,45-ről 0,23 (W/m^2K) értéket jelent. Az energetikai számításaim során ezt a nagyarányú különbséget a rétegtervek megváltoztatásával küszöböltem ki, amelynek köszönhetően jelentősen javult az épület primerenergia igénye.

9.1.3. Fajlagos hővesztési tényező követelményértéke:

2010-ben:

tényező

q_m [W/m³K]



Felület/térfogat arány

A/V [m²/m³]

A fajlagos hővesztéstényező megengedett legnagyobb értéke a felület/térfogat arány függvényében a következő összefüggéssel számítandó:

$$A/V \leq 0,3$$

$$q_m = 0,2$$

[W/m³K]

$$0,3 \leq A/V \leq 1,3$$

$$q_m = 0,38 (A/V) + 0,086$$

[W/m³K]

$$A/V \geq 1,3$$

$$q_m = 0,58$$

[W/m³K]

(II.1.)

21. diagram: TNM rendelet, fajl. hőveszt. tény. követelményértéke 2010-ben [44]

2023-ban:



II. A hővesztés tényező követelményértékei:

$$A/V \leq 0,3$$

$$q_m = 0,16$$

[W/m³K]

$$0,3 \leq A/V \leq 1,3$$

$$q_m = 0,079 + 0,27 (A/V)$$

[W/m³K]

$$A/V \geq 1,3$$

$$q_m = 0,43$$

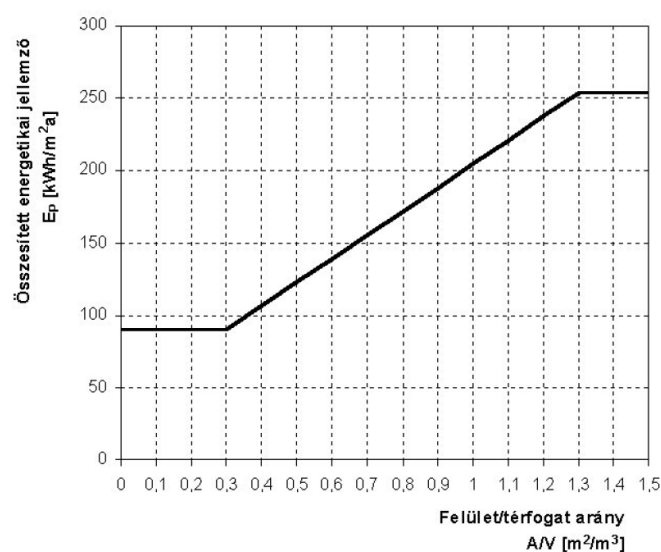
[W/m³K]

22. diagram: Fajl. hőveszt. tény. 2023-ban [44]

A fajlagos hővesztéstényező elfogadható értéke átlagosan 23%-kal lett lecsökkentve, ami azt jelenti, hogy a 0,3-as A/V arány alatt a követelményszint 0,2-ről, 0,16-ra csökkent, az 1,3-as aránynál pedig 0,58-as fajlagos hővesztési tényezőről, 0,43-as értékre lett leredukálva.

9.1.4. Az épületek összesített energetikai jellemzője:

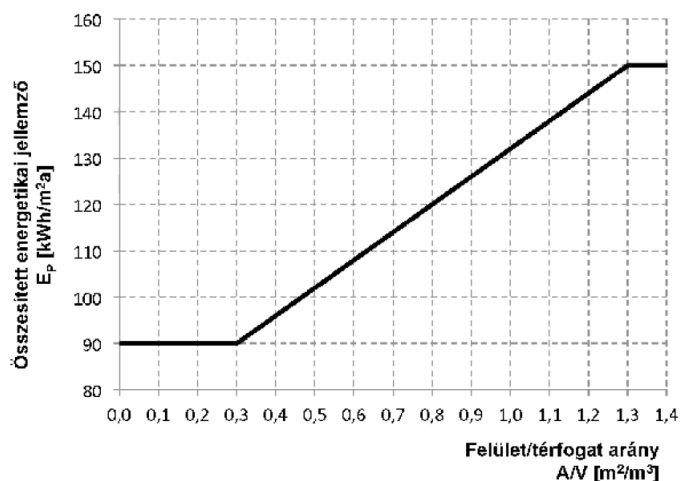
2010-ben:



$A/V \leq 0,3$	$E_p = 90$	[kWh/m²a]
$0,3 \leq A/V \leq 1,3$	$E_p = 164 (A/V) + 40,8$	[kWh/m²a]
$A/V \geq 1,3$	$E_p = 254$	[kWh/m²a]

23. diagram: TNM rendelet, összesített energetikai jellemzők 2010-ben [44]

2023-ban:



$$\begin{array}{lll}
 A/V \leq 0,3 & E_P = 90 & [\text{kWh/m}^2\text{a}] \\
 0,3 \leq A/V \leq 1,3 & E_P = 60 (A/V) + 72 & [\text{kWh/m}^2\text{a}] \\
 A/V \geq 1,3 & E_P = 150 & [\text{kWh/m}^2\text{a}]
 \end{array}$$

24. diagram: TNM rendelet, összesített energetikai jellemzők 2023-ban [44]

9.1.5. Az energetikai számítások kiértékelése:

	2010 2006.05.29 – 2012.08.27	2023 2022.09.18. -
Összesített energ jell.	82,9	42,6
Össze en. jell követelmény:	94,92	85
U érték követelmény homlokzatra	0,45	0,23
Fajlagos hőveszt. tény	0,108	0,064
követelménye:	0,2114	0,168

10. táblázat: Számítások kiértékelése

2010 óta jelentős szigorításokon esett át a TNM rendelet. A táblázatból megfigyelhetjük, hogy az összesített energetikai jellemző alig csökkent, az összesített energetikai jellemző viszont majdnem a felére csökkent. Ez jellemzően annak köszönhető, hogy a további követelményértékeket drasztikusan korlátozták, mint például a határoló szerkezetek rétegtervi hőátbocsátási tényezőit is, ahol a homlokzat esetében $0,23 / 0,45 = 51\%$ -ára redukálták vissza. Az energetikai összehasonlításból tisztán kitűnik, hogy egy hőszivattyús rendszerrel felére csökkenthetjük a primerenergia felhasználásunkat egy 2010-ben tanúsított gázkazános rendszerhez képest.

9.2. A fűtési rendszer kiértékelése

A fűtési rendszer elsődleges hőtermelője a 69 kW összteljesítményű 3 db levegő víz hőszivattyú, amely önállóan napkollektor nélkül is el tudja látni az épülete 50,8 kW fűtési és HMV igényét, akár -12°C-ban is. A napkollektoros rendszer a HMV és a fűtési rendszerre is rá tud dolgozni. A szezonális szükséges fűtési energiamennyiség 70'080 kWh. A fűtési időszakban a napkollektorok becsült termelt energiamennyisége 42'591 kWh, ami azt jelenti, hogy optimális esetben, akár a fűtési energiaigény 60%-át biztosítani tudja.

Véleményem szerint, annak ellenére, hogy a napkollektor mára már egy kevésbé alkalmazott technológia, a bemutatott számítások és eredményeik alapján látható, hogyha észszerűen fel lehet használni a megtermelt energiát, van létjogosultsága és jó hatásfokkal fel lehet használni a rendszer által termelt energiát akár HMV termelésre, akár fűtésre.

Összefoglalás:

Diplomadolgozatomban témájaként egy szerkezetkész oktatási intézményt választottam, amelyet 2010-ben kezdtek kivitelezni, de az építkezés félbemaradt. A feladatom, hogy az épület fűtési rendszerét megtervezem a mai modern technológiák és követelményeknek megfelelően. A megrendelő igénye között szerepelt, hogy az épületet megfizethető fenntartási költséggel lehessen üzemeltetni és a meglévő 32 db napkollektor be legyen építve a rendszerbe és besegítsen az épület fűtésébe. A felátteleknek és igényeknek megfelelően az épületet levegő víz hőszivattyúval terveztem meg az említett napelemek kombinálásával.

Szakirodalom elemzésben a napkollektorokról végeztem kutatást, megvizsgáltam a napkollektor, mint megújuló energiaforrás helyzetét a hazai energetikában. Összehasonlítást végeztem a napelemekkel, az évenként megtermelhető energia, a fajlagos teljesítmény, valamint a felhasználhatóságuk, és alkalmazhatóságuk, költségeik alapján. Megvizsgáltam, hogy a hazai vonatkozó rendeletekben milyen módon kerül beszámításra a napenergia, mint megújuló energiaforrás. A hatályos 7/2006-os TNM rendeletben a részletes számítási módszerrel az indirekt sugárzási nyereség az MSZ EN ISO 13790 szabvány alapján kerül beszámításra energiagyűjtő fal és üvegház esetén. A következő fejezetben ismertetem a különböző kollektor típusokat, és azok függvényében a hatásfokát az egyes üzemállapotokban. Kielemeztem, hogy a beérkező napsugárzás milyen veszteségeken megy keresztül mire az hasznosítható energiává válik és másrészt pedig, hogy a rendszer oldalról milyen veszteségekkel kell számolni, napkollektoros rendszer tervezésénél. Diagramon szemléltetem a napkollektor hatásfokának változását a befolyásoló tényezők változása függvényében és nomogramon, hogy milyen az optimális rendszer hatásfoka. Néhány négyzetméteres napkollektor rendszer esetén a rendszerteljesítmény 50-60%, azonban az optimális 60%-os éves szoláris lefedettségi arányra tervezve már csak 30-40%-os rendszerteljesítménnyel számolhatunk.

A munkám második részében az épület fűtési rendszerét tervezem meg. A tervezést megelőzően épületfelmérést végeztem az üzemeltetővel, egyeztetve az elképzeléseket, valamint hőszükségletszámítást végeztem az MSZ – 04-140 szerint, amely alapján az épület hőszükséglete 50,8 kW. A tervezés elején bemutatom a rendszer elemeit, ismertetem a műszaki megoldásokat. Ismertetem az egyes rendszerelemek kiválasztásának okait. A következő fejezetben a rendszert méretezem a hőtermelőktől a hőleadókig. Kiszámítom a rendszer hidraulikai paramétereit, a szükséges főigényére, kiszámítom, hogy a hőleadók

mindenhol kifűti-e az adott helyiséget. A rendszer kiegészítő hőtermelője a napkollektor, amely a rendelkezésre álló 32 db kollektorral 51'375 kWh/a hőteljesítményt tud termelni. A tervezett épület melegítési igényét 7db kollektor ki tudná termelni, ezért jelentős kollektortöbblet miatt úgy terveztem meg a rendszer kapcsolását, hogy a használati melegítéstermelés mellett az épület fűtésére is rátudjon segíteni. A nyári időszakban az oktatási rendeltetésből adódóan nincs melegvízfelhasználás, se fűtési igény, ezért az azonos üzemeltetőhöz tartozó szomszédos épületben kerül felhasználásra a megtermelt használati melegvíz, ahol 4 szinten, mindösszesen 2032 nm-en lakóépület rendeltetésű szociális intézmény működik. Így a meglévő napkollektorok által megtermelt használati melegvíz felhasználásra kerül. Az utolsó fejezetben kiszámítom az épület 2010 állapotának az akkor hatályos rendeletek szerinti energetikáját, valamint a mai, 2023-ban hatályban lévő rendeleteknek megfelelő energetikát. Az új tervezésnél a mai TNM alapján a megújuló részarány a hőszivattyúnak köszönhetően 99% lesz. Az épület Összesített energetikai jellemzője a 2010 állapotban 82,9, a mai állapotban 42,6 (kWh/m²a), amely közel 50%-ra esett vissza. Ez a magas szintű arány a követelményértékek szigorításának köszönhető, amely jól láthatóan hatékony, hiszen 13 év alatt majdnem a felére esett vissza az épület primerenergia felhasználása. A napkollektoros rendszer számításai alapján a 70'080 kWh, az épület évi fűtési igényéből 42'591 kWh-t ki tud termelni, ami azt jelenti, hogy a napkollektoros rendszert fűtésre felhasználva a fűtési energiaigény 60,1 %-át ki tudja termelni.

Thesis summary:

For the topic of my thesis I chose a structurally ready educational institution, which was implemented in 2010, but the construction was interrupted. My task is to design the building's heating system in accordance with today's modern technologies and requirements. The customer's requirements included the ability to operate the building at an affordable maintenance cost and to integrate the existing 32 solar collectors into the system and help the heating of the building. In accordance with the assumptions and requirements, I designed the building with an air to water heat pump in combination with the aforementioned solar panels.

In the literature review, I conducted a research on solar collectors, examined the status of solar collectors as a renewable energy source in the domestic energy sector. A comparison was made with solar panels, in terms of the energy that can be produced per year, the

specific output, as well as their usability, applicability and cost. I examined how solar energy is included as a renewable energy source in the relevant domestic regulations. In the current TNM Regulation 7/2006, the detailed calculation method for indirect radiative gain is based on the standard MSZ EN ISO 13790 for energy harvesting walls and greenhouses. In the next chapter, I described the different types of collectors and their efficiency depending on the operating conditions. I also discussed the losses that the incoming solar radiation undergoes before it is converted into usable energy and the losses that have to be taken into account on the system side when designing a solar collector system. On a diagram, I illustrated the change in the efficiency of the solar collector depending on the change of the influencing factors, and in a nomogram the optimal system efficiency. In the case of a solar collector system of a few square meters, the system performance is 50-60%, but when designed for the optimal annual solar coverage rate of 60%, we can count on a system performance of only 30-40%.

In the second part of my work I designed the heating system of the building. Prior to the design, I made a building survey with the operator, agreed on the ideas, and made a heat demand calculation according to MSZ - 04-140, which shows that the heat demand of the building is 50.8 kW. I explained the reasons for the selection of the different system elements. In the next chapter, I measured the system from the heat generators to the heat emitters. I calculated the hydraulic parameters of the system, based on the required main demand, I calculated whether the heat emitters heat the given room everywhere. The additional heat generator of the system is the solar collector, which can produce a heat output of 51,375 kWh/a with the available 32 collectors. The planned building's heating needs could be produced by 7 collectors, therefore, due to a significant surplus of collectors, I designed the connection of the system in such a way that, in addition to the heat production for use, the heating of the building is also provided by the solar collectors. During the summer period, due to the educational purpose, there is no hot water consumption or heating demand, therefore the domestic hot water produced is used in the neighboring building belonging to the same operator, where a residential social institution operates on 4 levels, on a total of 2,032 square meters. In this way, domestic hot water produced by existing solar collectors is used.

In the last chapter, I calculated the energetics of the building as it was in 2010, according to the regulations in force at that time, and the energetics according to the regulations in force

today, in 2023. In the new design, based on today's TNM, the renewable share will be 99% thanks to the heat pump. The overall energy characteristic of the building was 82.9 in the 2010 state and 42.6 (kWh/m²a) in the current state, which dropped to nearly 50%. This high level of ratio is due to the tightening of the requirement values, which is clearly effective, as the building's primary energy consumption has almost halved in 13 years. Based on the calculations of the solar collector system, it can produce 42,591 kWh of the building's annual heating demand of 70,080 kWh, which means that using the solar collector system for heating, it can produce 60.1% of the heating energy demand.

4. sz. függelék – Hallgatói és konzulensi nyilatkozat minta

NYILATKOZAT

Alulírott Schlenk Jakab Dániel, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Létesítménymérnök 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 Záródolgozatom/Szakdolgozatom/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: 2023. év 5. hó 4. nap



Hallgató

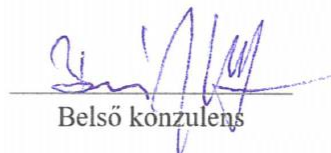
NYILATKOZAT

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

A Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*

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

Kelt: _____ év _____ hó _____ nap



Belső konzulens

***Kérjük a megfelelőt aláhúzni!**

Irodalomjegyzék:

1. Armin Themeßl, Werner Weiß (2007): Napkollektoros berendezések, Cser Könyvkiadó, 76.p.
2. Arnold Károly (1977): Épületgépész méretezési táblázatok, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 162.p.
3. Baumann Mihály, Dr. Csoknyai T., Dr. Kalmár F., Dr. Magyar Z., Dr. Majoros A., Dr. Osztroluczky M., Dr. Szalay Zs., Zöld A. (2016): Épületenergetika segédlet, Mérnökökönyvtár, Budapest, 256. p.
4. Baumann Mihály (2009): Épületenergetika segédlet, PTE Pollack Mihály Műszaki Kar, Pécs 320.p.
5. Dr. Bánhidi László (2011): Zárt terek komfortkövetelményei – méretezési alapok MSZ CR 1752:2000 és EU 15251:2007, k.n. 28.p.
6. Dr. Bánhidi László (2018): Épületen belüli komforttényezők követelményei (Hő-és levegőminőség komfort.) ÉMI Nonprofit Kft. 110.p.
7. Dr. Bánhidi László (2004): Épületgépészet a gyakorlatban I. kötet, Szakkiadó Kft. Budapest, 596.p.
8. Dr. Bánhidi László (2004): Épületgépészet a gyakorlatban II. kötet, Szakkiadó Kft. Budapest, 677.p.
9. Dr. Beke János (2000): Műszaki hőtan mérnököknek, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 542.p.
10. Dr. Csoknyai István, Doholuczki Tibor (2017): Több, mint hidraulika, Herz Armatúra Hungária Kft., 556.p.
11. Dr. Menyhárt József (1977): Az épületgépészet kézikönyve, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1286.p.
12. Dr. Molnár Zoltán (2000): Fűtéstechika II. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 338.p.
13. Dr. Tóth László (2016): Hagyományos és megújuló energiarendszerek, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 268.p.
14. Dr. Török Sándor (2011): Közműhálózatok, Szent István Egyetem, Gödöllő, 133.p.
15. Homonnay Györgyné (2001): Épületgépészet 2000 II. Fűtéstechika, Épületgépészet Kiadó, Budapest, 961.p.

16. Homonnay Györgyné (2000): Fűtéstechnika I., Műegyetemi Kiadó, Budapest, 444.p.
17. Kajtár László, Bánhidi László (2017): Válogatott fejezetek a komfortelmélet témaköréből, Akadémia Kiadó, Budapest, 404.p.
18. Kalmár Ferenc (2003): Épületfizika, Studium Kkt., Decrecen, 121.p.
19. Recknagel Hermann, Sprenger Eberhard, Schramek-Ernst Rudolf (2000): Fűtés és klimatechnika 2000 I. kötet, Dialog Campus Kiadó, Budapest, 938.p.
20. Recknagel Hermann, Sprenger Eberhard, Schramek-Ernst Rudolf (2000): Fűtés és klimatechnika 2000 II. kötet, Dialog Campus Kiadó, Budapest, 1078.p.
21. Reinhard Hoffmann (2011): Hőszivattyús fűtések, Cser Könyvkiadó, Budapest, 84.p.
22. Zöld András (2000): Épületgépészet 2000 I. Alapismeretek, Épületgépészet Kiadó, Budapest, 473.p.
23. Vinkler Károly, Jávori Miklós (2005): Hidraulikai beszabályozás 1., IMI International Kft., Budapest, 123.p.
24. Vinkler Károly, Jávori Miklós (2007): Hidraulikai beszabályozás 2. IMI International Kft., Budapest, 107.p.
25. Vinkler Károly (2012): Kézben tartott áramlás, PI Innovációs Kft., Budapest, 247.p.
26. Zöld András (2000): Épületgépészet 2000 I. Alapismeretek, Épületgépészet Kiadó, Budapest, 473.p.
27. Zöld A., Csoknyai T., Horváth M., Szalay Zs., (2019): Az épületenergetika alapjai, Akadémia Kiadó, Budapest,

Internetes források:

28. <https://energiam.blog.hu/> - Szigorodó épületenergetikai követelmények
29. <https://www.energie-experten.org/heizung/solarthermie/solarthermieanlage/high-flow-anlagen-und-low-flow-anlagen>
30. <https://meps.hu/> - Szigorodnak-a-hőtechnikai-előírások
31. <https://www.e-gepesz.hu/> - Épületek-energiahatékonyságának-megállapítása

32. <https://www.e-gepesz.hu/cikkek/17664-a-besavasodott-napkollektor-tortenete>
33. <https://www.e-gepesz.hu/cikkek/16115-a-napkollektoros-hotermeles-es-a-napelemes-aramtermeles-osszehasonlitasa>
34. <https://www.mnnsz.hu/az-europai-energia-helyzete/>
35. <https://nappalhajtva.budapest.hu/szolar-terkep/>
36. <https://www.naplopo.hu/miert-napenergia/alkalmazasi-teruletek/napkollektoros-hotermeles/medence-futes>
37. <https://www.naplopo.hu/tudastar/szakcikkeink-hasznos-irasaink/napelemes-aramtermeles-3/napkollektoros-csovezetek-meretezese>
38. <https://www.naplopo.hu/tudastar/szakcikkeink-hasznos-irasaink/napelemes-aramtermeles-3/kollektor-kor-kialakitasa>
39. <https://www.naplopo.hu/tudastar/szakcikkeink-hasznos-irasaink/napelemes-aramtermeles-3/a-napkollektorokkal-hasznosithato-napenergia-mennyisege>
40. <https://blog.paradigma.de/high-flow-und-low-flow-solaranlagen-ist-das/>
41. <https://www.naplopo.hu/tudastar/szakcikkeink-hasznos-irasaink/napelemes-aramtermeles-3/napkollektorok-bekoetese-es-csovezese>
42. <https://www.naplopo.hu/miert-napenergia/kimerithetetlen-tiszta-es-ingyenes>
43. <https://www.napelemek-napkollektorok.hu/magazin/napenergia/a-vakuumcsoves-napkollektorok-reszletes-bemutatas/>
44. <https://njt.hu/jogszabaly/2006-7-20-6F>
45. <https://www.kollektorleistung.de/>
46. https://komkel.blog.hu/2018/02/27/miert_es_hogyan_mukodik_a_mennyezetfutes
47. <http://www.tubaepiteszkft.hu/> - Épületenergetika/
48. <http://www.procent.net/> - Épületenergetika/Épületenergetika követelmény
49. <https://www.vgfszaklap.hu/> - 7-2006-tnm-rendelet
50. <https://www.vgfszaklap.hu/lapszamok/2003/oktober/61-a-napkollektorok-hatasfoka-es-teljesitmenye>
51. <http://www.magyarinstallateur.hu/> - 40/2012. (VIII.13.) -BM rendelet-előírásai a hidraulikai beszabályozásra vonatkozóan

- 52. <https://ravagobuildingsolutions.com/> - Miért nő a hőszigetelés átlagvastagsága
- 53. <https://www.cemix.hu> – Lasselsberger-Knauf Kft. – Építő megoldások, 11.p.
- 54. <https://holnaphaz.hu/> - Hogyan működik a hőszivattyú
- 55. <https://www.rehau.com/> - Műszaki tájékoztató, Felületfűtés/-hűtés
- 56. <https://www.solaranlage-ratgeber.de/>
- 57. <https://www2.imi-hydronic.com/> Beszabályozó szelep méretezése

Alkalmazott rendeletek, szabványok:

- 58. MSZ CR 1752:2000 Épületek szellőztetése – Épületek belső környezetének tervezési alapjai
- 59. MSZ EN ISO 7730:2006 - A hőmérsékleti környezet ergonómiája. A hőkomfort analitikus meghatározása és megadása a PMV- és a PPD-index kiszámításával, valamint a helyi hőkomfort kritériumai 57.p.
- 60. MSZ 04-140-2:1979 Épületek és épülethatároló szerkezetek hőtechnikai számításai. Hűtési hőterhelés-számítás 38.p.
- 61. 7/2006. (V.24.) TNM rendelet Az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról, Magyar Közlöny, Budapest, 33.p.
- 62. 2002/91/EK Az európai parlamenti és tanácsi irányelv (2002.12.16.), Strasszburg, 9.p.

Mellékletek

8.1 Az épület rétegrendjei

1. Homlokzati fal:

Cementhabarcs külső vakolattal

Porotherm HS 38 téglafal

Belső cementhabarcs vakolat

Hőátbocsátási tényező: 0,431 W/m²K

2. Tető

Kettős állókorcos fémlemez fedés

2,5 cm hézagos deszkaburkolaton rögzítve

5cm ellenlécezés között kiszellőztetett légrés

1 rtg. páraáteresztő technológiai fólia

200 mm magas fém szaruzat

tűzvédelmi POLYLACK A oldószerbázisú festékbevonattal,

5 cm távtartó lécezés

közötte 25 cm vtg ásványgyapot hőszigetelés

1 rtg. párazáró fólia

12,5 mm vtg. gipszkarton burkolat

Hőátbocsátási tényező: 0,431 W/m²K

3. Lemezalap

2 cm vtg. csúszásgátló kerámiaburkolat ragasztva, fugázva, 1 sor lábazattal

20 cm vtg. vasbeton padlófödém

4 cm vtg. lépésálló ásványgyapot hőszigetelés

1 cm vtg. talajvíz elleni 2 rtg. hegesztett bitumenes vastaglemez

8 cm hálóvasalt aljzatbeton

20 cm vtg. tömörített sóder feltöltés

Termett talaj

Hőátbocsátási tényező: 0,494 W/m²K

4. Talajjal érintkező pincefal

Kavicsszivárgó réteg alapozási síkig

12 cm futó sorba rakott tömör, fagyálló, km. szigetelést

tartó téglafal, 2 m-ként erősítő pillérrel

1 cm talajnedvesség elleni 1 rtg. hegesztett bitumenes vastaglemez

Porotherm 38-as pincefalazó téglafal vb pillérek között

1,5 cm vtg. belső cementhabarcs vakolat

Hőátbocsátási tényező: 0,404 W/m²K

5. Külső pincefödém:

/Pontszerű összefolyónál: +1,17 m, induló sík: +1,27 m/

Lejtésbe rakott fagyálló, csúszásgátló kerámia lapburkolat,

fal mellett 1 sor lábazattal, műgyanta alapú flexibilis

ágyazatba ragasztva és fugázva

4 cm vtg szűrőbeton

1 cm csapadékvíz elleni 2 rtg. hegesztett bitumenes vastaglemez

Lejtőbeton felső síkján 5cm-15cm közötti lejtésben / 2%/

12 cm vtg lépésálló ásványgyapot hőszigetelés

Párazáró réteg

20 cm vtg. monolit vb. lemezfödém

1,5 cm cementhabarcs belső vakolat

Hőátbocsátási tényező: 0,285 W/m²K

6. Ablak:

Hőátbocsátási tényező: 1,15 W/m²K

7. Ajtó

Hőátbocsátási tényező: 1,45 W/m²K

A hőhidasság mértékének megállapítása:

Épülethatároló szerkezetek	A hőhidak hosszának fajlagos mennyisége (fm/m ²)		
	Épülethatároló szerkezet besorolása		
	gyengén hőhidas	közepesen hőhidas	erősen hőhidas
Külső falak	< 0,8	0,8–1,0	> 1,0
Lapostetők	< 0,2	0,2–0,3	> 0,3
Beépített tetőtereket határoló szerkezetek	< 0,4	0,4–0,5	> 0,5

11. táblázat: TNM rendelet: A hőhidasság mértékének megállapítása [44]

Épülethatároló szerkezetek				A hőhidak hatását kifejező korrekciós tényező χ
Külső falak	külső oldali, vagy szerkezeten belüli megszakítatlan hőszigeteléssel	gyengén hőhidas ¹⁾		0,15
		közepesen hőhidas ¹⁾	0,20	
		erősen hőhidas ¹⁾	0,30	
	egyéb külső falak	gyengén hőhidas ¹⁾		0,25
		közepesen hőhidas ¹⁾	0,30	
		erősen hőhidas ¹⁾	0,40	

12. táblázat: A hőhidak értékei [44]

A talajjal érintkező fal hővesztesége:

A talajjal érintkező falszakasz magassága [m]	A falszerkezet hőátbocsátási tényezője								
	0,30... 0,39	0,40... 0,49	0,50... 0,64	0,65... 0,79	0,80... 0,99	1,00... 1,19	1,20... 1,49	1,50... 1,79	1,80... 2,20
...- 6,00	1,20	1,40	1,65	1,85	2,05	2,25	2,45	2,65	2,80
- 6,00...- 5,05	1,10	1,30	1,50	1,70	1,90	2,05	2,25	2,45	2,65
- 5,00...- 4,05	0,95	1,15	1,35	1,50	1,65	1,90	2,05	2,25	2,45
- 4,05...- 3,05	0,85	1,00	1,15	1,30	1,45	1,65	1,85	2,00	2,20
- 3,00...- 2,05	0,70	0,85	1,00	1,15	1,30	1,45	1,65	1,80	2,00
- 2,00...- 1,55	0,55	0,70	0,85	1,00	1,15	1,30	1,45	1,65	1,80
- 1,50...- 1,05	0,45	0,60	0,70	0,85	1,00	1,10	1,25	1,40	1,55
- 1,00...- 0,75	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,90	1,00	1,15	1,30
- 0,70...- 0,45	0,30	0,35	0,40	0,50	0,60	0,65	0,80	0,90	1,05
- 0,40...- 0,25	0,15	0,20	0,30	0,35	0,40	0,50	0,55	0,65	0,74
- 0,40...	0,10	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,45	0,45

13. táblázat: Talajjal érintkező fal hővesztesége [44]

A külső és belső napi hőmérsékletkülönbséghez a nyári légcsereszám táblázat:

II.1. táblázat: Légcsereszám tervezési adatok a nyári túlmelegedés kockázatának megítéléséhez természetes szellőztetés esetén

A légcsereszám tervezési értékei nyáron, természetes szellőztetéssel		Nyitható nyílások	
		egy homlokzaton	több homlokzaton
Éjszakai szellőztetés	nem lehetséges	3	6
	lehetséges	5	9

14. táblázat: Légcsereszám tervezési adatok [44]

A külső és belső napi hőmérsékletkülönbséghez a belső hőnyereség átlagos értéke:

IV.1. táblázat: Tervezési adatok

Az épület rendeltetése	Légcsereszám fűtési idényben n [1/h]			Használati melegvíz nettó hőenergia igénye q_{HMV} [kWh/m ² /a]	Világítás energia igénye q_{vil} [kWh/m ² /a]	Világítási energia igény korrekciós szorzó v ⁴⁾	Szakaszos üzem korrekciós szorzó σ ⁵⁾	Belső hő- nyereség átlagos értéke q_b ¹¹⁾ [W/m ²]
	1)	2)	3)					
Lakóépületek ⁶⁾	0,5			30 ¹⁰⁾	(4) ⁹⁾	-	0,9	5
Irodaépületek ⁷⁾	2	0,3	0,8	9	11	0,7	0,8	7
Oktatási épületek ⁸⁾	2,5	0,3	0,9	7	6	0,6	0,8	9

15. táblázat: Tervezési adatok [44]

Fűtési hőfokhíd számításához: nT , tömítetlenségből származó légcserre növekedés értékét

IV.2. táblázat:1 tömítetlenségből származó légcsera növekedés

Nyílászáró légáteresztése	Nyílások elhelyezkedése	Szintek száma	Tömítetlenségből származó légcsera n_T [1/h]	
			szélvédett	szélnek kitett ¹⁾
Gyenge légzárású: vetemedett, rosszul illesztett; vagy falhézagnál hőszigeteltetlen, tömítetlen nyílászárók	Egy homlokzaton	1-2	0,20	0,35
		3-6		0,40
		7-15		0,60
	Több homlokzaton vagy szellőzőkürtő	1-2	0,40	0,65
		3-6		0,75
		7-15		1,00
Közepes légzárású: kettős jól illeszkedő, de tömítetlen, vagy egyszeres jól illeszkedő öntapadó tok-szárnytömítéssel ellátott; vagy falhézagban csak hőszigeteléssel tömített nyílászárók	Egy homlokzaton	1-2	0,05	0,10
		3-6		0,15
		7-15		0,25
	Több homlokzaton vagy szellőzőkürtő	1-2	0,10	0,20
		3-6		0,25
		7-15		0,40
Jó légzárású: körbemenő, gyárilag beépített, alakos-tok-szárnytömítéssel; oldalanként legalább egy ponton záródó; vagy minősítő iratban MSZ EN 12207 szerint 4-es légáteresztési osztályú; és minden esetben falhézagnál légzáróan is tömített nyílászárók	Egy homlokzaton	1-2	0,00	0,00
		3-6		
		7-15		
	Több homlokzaton vagy szellőzőkürtő	1-2		
		3-6		
		7-15		

16. táblázat: tömítetlenségből származó légcsera növekedés értéke [44]

az egyensúlyi hőmérséklet eredményéből táblázatból választjuk ki a fűtési idény hosszát:

I.1. táblázat: Hőfokhíd és fűtési idény hossza 20 °C belső hőmérséklet esetén az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség függvényében

Δt_b [K] egyensúlyi hőmérséklet-különbség	t_{fh} [°C] fűtési határhőmérséklet, napi középhőmérséklet	Z_F [h/a] idény hossz, t_{fh} -nál alacsonyabb átlaghőmérsékletű órák száma	H_{20} [hK/a] hőfokhíd
39	-19	1	31
38	-18	2	61
37	-17	3	121
36	-16	5	178
35	-15	6	206
34	-14	6	206
33	-13	9	312
32	-12	16	543
31	-11	26	840
30	-10	35	1128
29	-9	52	1615
28	-8	84	2509
27	-7	136	3909
26	-6	173	4882
25	-5	231	6322
24	-4	317	8396
23	-3	416	10659
22	-2	551	13642
21	-1	706	16893
20	0	929	21357
19	1	1179	26100
18	2	1486	31629
17	3	1778	37504
16	4	2069	42996
15	5	2360	47820
14	6	2652	52389
13	7	2943	56757
12	8	3235	60184
11	9	3526	63799
10	10	3817	67142
9	11	4109	69978
8	12	4400	72000
7	13	4745	73317
6	14	5090	74880
5	15	5435	76404
4	16	5779	77632
3	17	6124	78669
2	18	6469	79360
1	19	6814	79720
0	20	7159	79720
-1	21	7503	79372
-2	22	7829	78720
-3	23	8135	77802
-4	24	8375	76842
-5	25	8546	75990
-6	26	8632	75471
-7	27	8680	75139
-8	28	8721	74810
-9	29	8733	74702
-10	30	8738	74647
-11	31	8740	74629

17. táblázat: Fűtési hőfokhíd és fűtési idény hossza [44]

A fűtés fajlagos éves primer energiaigénye:

a teljesítmény és a hőigény illeszkedésének pontatlansága miatti fajlagos éves veszteség
(kWh/m²a)

1. táblázat: A teljesítmény és a hőigény illeszkedésének pontatlansága miatti veszteségek $q_{f,h}$

Rendszer	Szabályozás	$q_{f,h}$ [kWh/m ² a]	Megjegyzések
Vízfűtés Kétcsöves radiátoros és beágyazott fűtések	Szabályozás nélkül	15,0	
	Épület vagy rendeltetési egység egy központi szabályozóval (pl. szobatermosztáttal)	9,6	
	Termosztatikus szelepek és más arányos szabályozók 2 K arányossági sávval	3,3	
	1 K arányossági sávval	1,1	
	Elektronikus szabályozó	0,7	Idő- és hőmérséklet szabályozás PI – vagy hasonló tulajdonsággal
	Elektronikus szabályozó optimalizálási funkcióval	0,4	Pl. ablaknyitás, jelenlét érzékelés funkciókkal kibővítvé
Egycsöves fűtések	Épület vagy rendeltetési egység 1 központi szabályozóval (pl. szobatermosztáttal)	9,6	Pl. lakásonkénti vízszintes egycsöves rendszer
	Időjárásfüggő központi szabályozás helyiségenkénti szabályozás nélkül	5,5	Pl. panelépületek átfolyós vagy átkötő szakaszos rendszere
	Termosztatikus szelepekkel	3,3	

18. táblázat: teljesítmény és a hőigény illeszkedésének pontatlansága [44]

q_{fv}

1. táblázat: A hőelosztás fajlagos veszteségei $q_{f,v}$ az alapterület és a rendszer méretezési hőfoklépcső függvényében. Vízszintes elosztóvezetékek a fűtött téren kívül.

Alap-terület A_N [m ²]	A hőelosztás veszteségei $q_{f,v}$ [kWh/m ² a] Vízszintes elosztóvezetékek a fűtött téren kívül			
	90/70 °C	70/55 °C	55/45 °C	35/28 °C
100	13,8	10,3	7,8	4,0
150	10,3	7,7	5,8	2,9
200	8,5	6,3	4,8	2,3
300	6,8	5,0	3,7	1,8
500	5,4	3,9	2,9	1,3
750	4,6	3,4	2,5	1,1
1000	4,3	3,1	2,3	1,0
1500	3,9	2,9	2,1	0,9
2500	3,7	2,7	1,9	0,8
5000	3,4	2,5	1,8	0,8
10000	3,3	2,4	1,8	0,7

19. táblázat: hőelosztás fajlagos veszteségei [44]

11.1.1. táblázat: Hőátviteli tényezők és hőátviteli ellenállások

Alap-területig A_N [m ²]	Fajlagos energiaigény $q_{f,t}$ [kWh/m ² /a]				Segédenergia igény [kWh/m ² /a]
	Elhelyezés a fűtött térben		Elhelyezés a fűtött téren kívül		
	55/45 °C	35/28 °C	55/45 °C	35/28 °C	
100	0,3	0,1	2,6	1,4	0,63
150	0,2		1,9	1,0	0,43
200	0,2		1,5	0,8	0,34
300	0,1	0,0	1,1	0,6	0,24
500			0,7	0,4	0,16
750			0,5	0,3	0,12
1000	0,4		0,2	0,10	
1500	0,3		0,2	0,08	
2500	0,2		0,1	0,07	
5000	0,2		0,1	0,06	
10000	0,2		0,1	0,05	

20. táblázat: Hőtárolás fajlagos igénye [44]

C_k tényező számítása

VI.2. táblázat:
A fűtött téren belül elhelyezett kazánok teljesítménytényezői, C_k és segédenergia
igénye, $q_{k,v}$

	Teljesítménytényezők C_k [-]			Segédenergia $q_{k,v}$
Alapterület A_N [m ²]	Allandó hőmérsékletű kazán	Alacsony hőmérsékletű kazán	Kondenzációs kazán	[kWh/m ² /a]
100	1,30	1,08	1,01	0,79
150	1,24			0,66
200	1,21			0,58
300	1,18			0,48
500	1,15			0,38
750		0,31		
1000		0,27		
1500		0,23		
2500		0,18		
5000		0,13		
10000				0,09

21. táblázat kazán teljesítménytényezők [44]

VI.9. táblázat: Fajlagos villamos segédenergia igény [kWh/m²/a]
20, 15, 10 és 7 K hőfoklépcső esetén, E_{FSZ}

Alap- területig	Fordulatszám szabályozású szivattyú		Állandó fordulatu szivattyú	
	Szabad fűtőfelületek	Beágyazott fűtőfelület	Szabad fűtőfelületek	Beágyazott fűtőfelület

$A_N [m^2]$	20 K 90/70 °C	15 K 70/55 °C	10 K 55/45 °C	7 K	20 K 90/70 °C	15 K 70/55 °C	10 K 55/45 °C	7 K
100	1,69	1,85	1,98	3,52	2,02	2,22	2,38	4,22
150	1,12	1,24	1,35	2,40	1,42	1,56	1,71	3,03
200	0,86	0,95	1,06	1,88	1,11	1,24	1,38	2,44
300	0,61	0,68	0,78	1,39	0,81	0,91	1,04	1,85
500	0,42	0,48	0,57	1,01	0,57	0,65	0,78	1,38
750	0,33	0,38	0,47	0,83	0,45	0,52	0,64	1,14
1000	0,28	0,33	0,42	0,74	0,39	0,46	0,58	1,02
1500	0,23	0,28	0,37	0,65	0,33	0,39	0,51	0,90
2500	0,20	0,24	0,33	0,58	0,28	0,34	0,46	0,81
5000	0,17	0,22	0,30	0,53	0,24	0,30	0,42	0,74
10000	0,16	0,20	0,28	0,50	0,22	0,28	0,40	0,70

22. táblázat: Villamos segédenergia igény [44]

EHMV számítás: C_K , E_K

VII.1. táblázat:
Kazánüzemű HMV készítés teljesítménytényezője, C_K és fajlagos segédenergia
igénye, E_K

Alapterületi A_N [m ²]	Teljesítménytényező					Segédenergia	
	Állandó hőm. Kazán (olaj és gáz)	Alacsony hőm. kazán	Kondenzációs kazán	Kombikazán AF/KT*	Kondenzációs kombikazán AF/KT*	Kombikazán	Más kazánok
	C_K [-]					E_K [kWh/m ² /a]	
100	1,82	1,21	1,17	1,27/1,41	1,23/1,36	0,20	0,30
150	1,71	1,19	1,15	1,22/1,32	1,19/1,28	0,19	0,24
200	1,64	1,18	1,14	1,20/1,27	1,16/1,24	0,18	0,21
300	1,56	1,17	1,13	1,17/1,22	1,14/1,19	0,17	0,17
500	1,46	1,15	1,12	1,15/1,18	1,11/1,15	0,17	0,13
750	1,40	1,14	1,11				0,11
1000	1,36	1,14	1,10				0,10
1500	1,31	1,13	1,10				0,084
2500	1,26	1,12	1,09				0,069
5000	1,21	1,11	1,08				0,054
10000	1,17	1,10	1,08				0,044

23. táblázat: A HMV készítés teljesítménytényezői [44]

$q_{HMV,t}$

1. táblázat: A melegvítárolás $Q_{HMV,t}$ fajlagos vesztesége

Alap- terü- let A_N [m ²]	A tárolás hővesztesége a nettó melegvízkészítési hőigény százalékában			
	A tároló a fűtött légtérben belül			
	Indirekt fűtésű tároló	Csúcsra kívüli árammal működő elektromos bojler	Nappali árammal működő elektromos bojler	Gázüzemű bojler
%	%	%	%	
100	24	20	13	78
150	17	16	10	66
200	14	14	8	58
300	10	12	7	51
500	7	8	6	43

Alap- terü- let A_N [m ²]	A tárolás hővesztesége a nettó melegvízkészítési hőigény százalékában			
	A tároló a fűtött légtérben kívül			
	Indirekt fűtésű tároló	Csúcsra kívüli árammal működő elektromos bojler	Nappali árammal működő elektromos bojler	Gázüzemű bojler
%	%	%	%	
100	28	24	16	97
150	21	20	12	80
200	16	16	10	69
300	12	14	8	61
500	9	10	6	53
750	6	8	5	49
1000	5	8	4	46
1500	4	7	4	40
2500	4	6	3	32
5000	3	5	2	26
10000	2	4	2	22

24. táblázat: HMV tárolás fajlagos vesztesége [44]

A melegvíz elosztás veszteségei

1. táblázat: A melegvíz elosztó és cirkulációs vezeték fajlagos energiaigénye Q_{HMV}

Alap- terület $A_M[m^2]$	Az elosztás hővesztesége a nettó melegvíz készítési hőigény százalékában			
	Cirkulációval		Cirkuláció nélkül	
	Elosztás a fűtött térén kívül	Elosztás a fűtött térén belül	Elosztás a fűtött térén kívül	Elosztás a fűtött térén belül
%	%	%	%	
100	28	24	13	10
150	22	19		
200	19	17		
300	17	15		
500	14	13		
750	13	12		
>1000	13	12		

25. táblázat: elosztó és cirkulációs vezeték fajlagos energiaigénye [44]

Energetikai minőségtanúsítvány összesítő

Épület: Oktatási Intézmény
1086 Budapest
Dankó utca 11.

Megrendelő: Oktatási Intézmény
1086 Budapest, Dankó utca 11.

Tanúsító: Schlenk Dániel, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1., reg.sz.: 99-9999

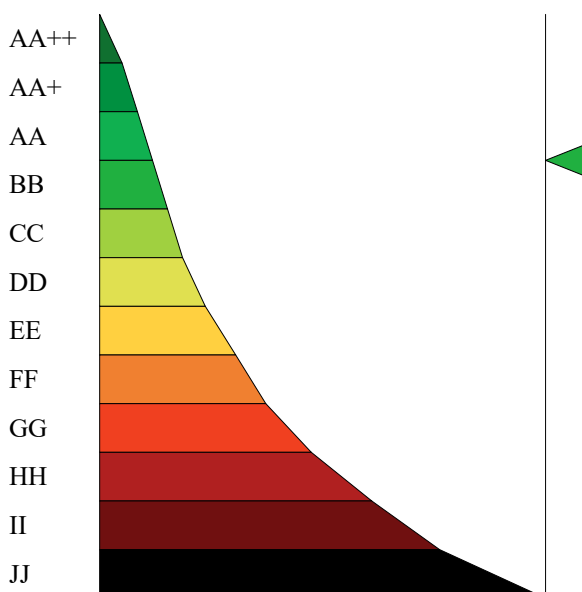
Az épület(rész) fajlagos primer energiafogyasztása: 43.09 kWh/m²a

Követelményérték (viszonyítási alap): 85.00 kWh/m²a

Az épület(rész) energetikai jellemzője a követelményértékre vonatkoztatva: 50.70 %

Energetikai minőség szerinti besorolás:
vonatkozó követelményeknek megfelelő)

BB (Közel nulla energiaigényre



A tanúsítás oka: használatbavételi engedélyezési eljáráshoz

Épület védettsége: Nem védett

Épület fűtött szintjeinek száma: 1

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

Tanúsítvány azonosítója a tanúsítónál:

Kelt: 2023. 02. 20.

Aláírás

Szerkezet típusok:**Ablak**

Típusa: ablak (külső, fa vagy PVC)
Hőátbocsátási tényező: 1.150 W/m²K
Megengedett értéke: 1.150 W/m²K

A hőátbocsátási tényező megfelelő.

Üvegezési arány: 88 %
Üvegezés g értéke: 0.783
Éjszaka társított szerkezet hőv. ellen.: 0.120 m²K/W

Ajtó

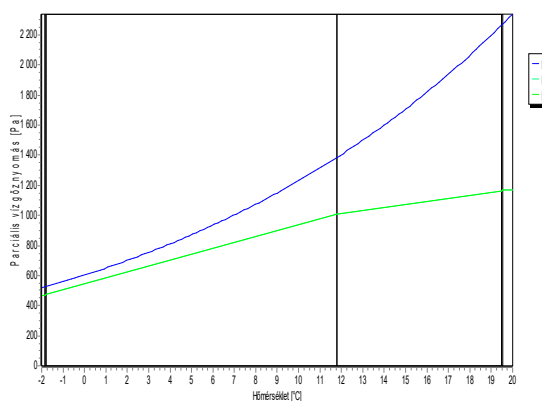
Típusa: ajtó (külső)
Hőátbocsátási tényező: 1.450 W/m²K
Megengedett értéke: 1.450 W/m²K

A hőátbocsátási tényező megfelelő.**Homlokzat**

Típusa: külső fal
Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.165 W/m²K
Megengedett értéke: 0.240 W/m²K

A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.

Eredő hőátbocsátási tényező: 0.189 W/m²K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 15 %
Fajlagos tömeg: 295 kg/m²
Fajlagos hőtároló tömeg: 34 kg/m²
Hőátadási ellenállás kívül: 0.04 m²K/W
Hőátadási ellenállás belül: 0.13 m²K/W

**Rétegek kívülről befelé**

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
megnevezés	-								
nemes vakolat	1	1,5	0,990	-	0,0152	1850	0,88	0	
NC (EPS) 70 hőszigetelő	2	15	0,040	-	3,7500	15	1,46	0	
POROTHERM 38 HS M30, M100 hab.	3	38	0,179	-	2,1230	650	0,88	0	
Cementvakolat	4	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	

Közbenső födém

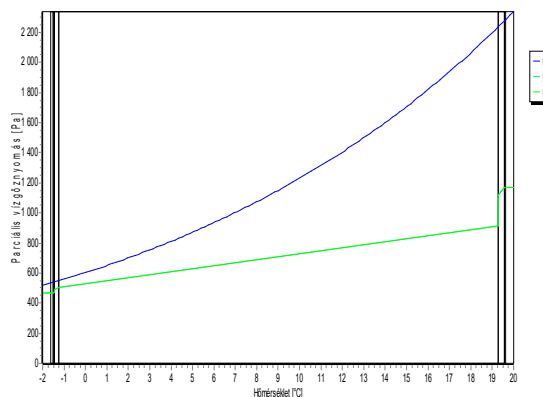
Típusa: belső födém (felfelé hűlő)
y méret: 1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 1.095 W/m²K
Hőátbocsátási tényező: 1.095 W/m²K
Fajlagos tömeg: 802 kg/m²
Fajlagos hőtároló tömeg: 188 / 525 kg/m²
Hőátadási ellenállás kívül: 0.10 m²K/W
Hőátadási ellenállás belül: 0.10 m²K/W

Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
megnevezés	-			-					
Cementvakolat	1	1,5	0,930	-	0,0161	1800	0,88	0	
vasbeton	2	25	1,550	-	0,1613	2400	0,84	0	
PVC lágyhab	3	2	0,044	-	0,4545	135	1,26	0	
kavicsbeton	4	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
Linóleum	5	1	0,380	-	0,0263	1800	1,47	0	

Kül.Pincefödém

Típusa: pincefödém
y méret: 1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.103 W/m²K
Megengedett értéke: 0.260 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.
Eredő hőátbocsátási tényező: 0.123 W/m²K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
Fajlagos tömeg: 911 kg/m²
Fajlagos hőtároló tömeg: 507 / 378 kg/m²
Hőátadási ellenállás kívül: 0.17 m²K/W
Hőátadási ellenállás belül: 0.17 m²K/W

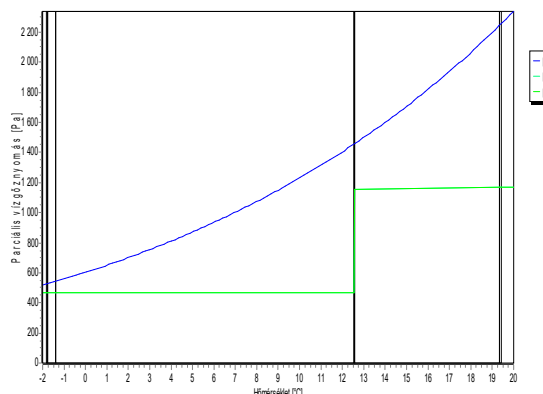


Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
megnevezés	-			-					
Csempe	1	5	1,050	-	0,0476	1800	0,88	0	
kavicsbeton	2	4	1,280	-	0,0313	2200	0,84	0	
Bitumenkenés 2x melegen	3	1	-	-	-	-	-	0	
kavicsbeton	4	10	1,280	-	0,0781	2200	0,84	0	
BACHL PIR ALU	5	20	0,022	-	9,0910	30	1,40	0	
Masterfol-BLUE Sd20 PE fólia	6	0,1	0,200	-	0,0050	-	-	0	
vasbeton	7	20	1,550	-	0,1290	2400	0,84	0	
Cementvakolat	8	1,5	0,930	-	0,0161	1800	0,88	0	

Lábazat

Típusa: külső fal
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.203 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.240 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.
 Eredő hőátbocsátási tényező: 0.243 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 414 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 48 kg/m²
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.04 m²K/W
 Hőátadási ellenállás belül: 0.13 m²K/W



Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
nemes vakolat	1	1	0,990	-	0,0101	1850	0,88	0	
kism. tömör agyagtégla	2	6	0,720	-	0,0833	1700	0,88	0	
ásványi gyapottermék 3	3	15	0,048	-	3,1250	175	0,75	0	
Masterfol SOFT ALU	4	0,1	0,200	-	0,0050	-	-	0	
Bitumenkenés 2x melegen	5	1	-	-	-	-	-	0	
POROTHERM 30 N+F M100 habarcs	6	30	0,197	-	1,5230	800	0,88	0	
Cementvakolat	7	1,5	0,930	-	0,0161	1800	0,88	0	

Lemezalap

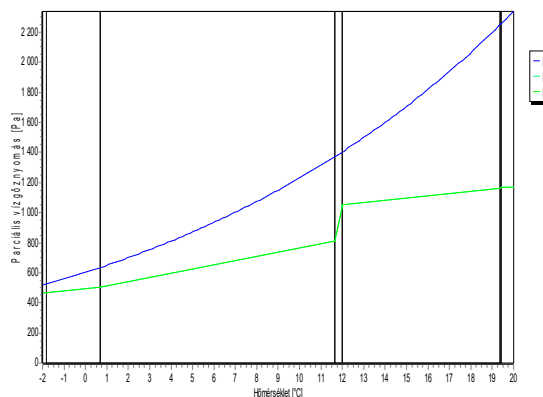
Típusa: padló (talajra fektetett)
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.163 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.300 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Vonalmenti hőátbocsátási tényező: 0.500 W/mK
 Fajlagos tömeg: 1107 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 516 kg/m²
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.00 m²K/W
 Hőátadási ellenállás belül: 0.17 m²K/W
 Padlószint magassága: 0 m

Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
kavicsfeltöltés	1	20	0,350	-	0,5714	1800	0,84	0	
vasbeton	2	8	1,550	-	0,0516	2400	0,84	0	
bitumenkenés	3	1	0,170	-	0,0588	1050	1,68	0	
Rockwool Steprock HD	4	20	0,039	-	5,1280	140	0,84	0	
Masterfol SOFT ALU	5	0,1	0,200	-	0,0050	-	-	0	
vasbeton	6	20	1,550	-	0,1290	2400	0,84	0	
Kerámiaburkolat	7	2	1,050	-	0,0190	1800	0,88	0	

Talajjal ér. pincefal

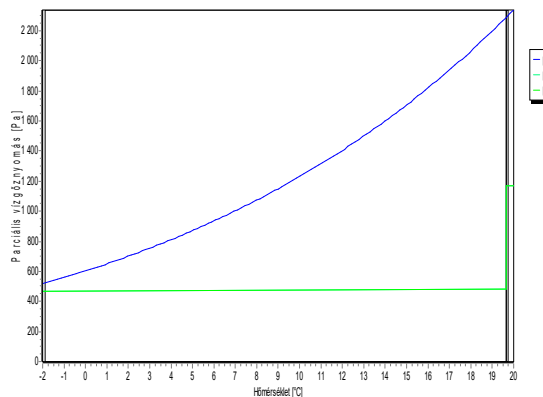
Típusa: külső fal
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.199 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.240 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.
 Eredő hőátbocsátási tényező: 0.229 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 15 %
 Fajlagos tömeg: 981 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 51 kg/m²
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.04 m²K/W
 Hőátadási ellenállás belül: 0.13 m²K/W

**Rétegek kívülről befelé**

Réteg megnevezés	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
kavicsfeltöltés	1	20	0,350	-	0,5714	1800	0,84	0	
NC (EPS) 70 hőszigetelő	2	10	0,040	-	2,5000	15	1,46	0	
vasbeton	3	12	1,550	-	0,0774	2400	0,84	0	
Bitumenkenés melegen	4	1	-	-	-	-	-	0	
POROTHERM 38	5	38	0,226	-	1,6810	800	0,88	0	
Cementvakolat	6	1,5	0,930	-	0,0161	1800	0,88	0	

Tető

Típusa: tető
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.123 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.170 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.
 Eredő hőátbocsátási tényező: 0.135 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 10 %
 Fajlagos tömeg: 68 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 16 kg/m²
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.04 m²K/W
 Hőátadási ellenállás belül: 0.10 m²K/W

**Rétegek belülről kifelé**

Réteg megnevezés	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
tiszta gipszlapok 2	1	1,25	0,400	-	0,0313	1250	0,84	0	
Polietilén fólia	2	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
ásványi gyapottermék 2	3	35	0,044	-	7,9550	150	0,75	0	

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	tájolás	Hajlásszög [°]	U [W/m²K]	U* [W/m²K]	A [m²]	Ψ [W/mK]	L [m]	AU*+LΨ [W/K]	A _ü [m²]	Q _{sd} [kWh/a]
Homlokzat	É	függőleges	0,189	0,189	147,2	-	-	27,8	-	-
Talajjal ér. pincefal	É	függőleges	0,229	0,229	73,1	-	-	16,8	-	-
Tető	É	függőleges	0,135	0,135	1,1	-	-	0,2	-	-
Ajtó	É	függőleges	1,45	1,45	2,2	-	-	3,2	-	-
Homlokzat	K	függőleges	0,189	0,189	122,3	-	-	23,1	-	-
Talajjal ér. pincefal	K	függőleges	0,229	0,229	37,6	-	-	8,6	-	-
Tető	K	függőleges	0,135	0,135	114,0	-	-	15,4	-	-
Ablak	K	függőleges	1,15	1,11	39,4	-	-	43,6	34,6	2712,5
Homlokzat	D	függőleges	0,189	0,189	220,1	-	-	41,6	-	-
Talajjal ér. pincefal	D	függőleges	0,229	0,229	42,6	-	-	9,8	-	-
Ablak	D	függőleges	1,15	1,11	26,8	-	-	29,7	23,6	1847,4
Homlokzat	NY	függőleges	0,189	0,189	139,8	-	-	26,4	-	-
Talajjal ér. pincefal	NY	függőleges	0,229	0,229	24,8	-	-	5,7	-	-
Tető	NY	függőleges	0,135	0,135	2,5	-	-	0,3	-	-
Ablak	NY	függőleges	1,15	1,11	39,1	-	-	43,3	34,4	2693,2
Ajtó	NY	függőleges	1,45	1,45	4,6	-	-	6,7	-	-
Tető	D	15°	0,135	0,135	75,7	-	-	10,2	-	-
Tető	NY	15°	0,135	0,135	114,0	-	-	15,4	-	-
Lemezalap			-	-	294,4	0,5	16,0	8,0	-	-
Kül.Pincefödém			0,123	0,0961	97,7	-	-	9,4	-	-

Hőtároló tömegek:

Megnevezés	A [m²]	m _t [kg/m²]	M _t [t]
Homlokzat	629,4	34	21,40
Talajjal ér. pincefal	178,1	51	9,08
Lemezalap	294,4	516	151,93
Tető	307,3	16	4,92
Kül.Pincefödém	97,7	507	49,53
Közbenső födém	932,0	188	175,23
Összesen	-	-	412,08

m_i: 273 kg/m² (Fajlagos hőtároló tömegek számított értéke)

Épület tömeg besorolása: könnyű (m_t ≤ 400 kg/m²)

ε:	0.50	(Sugárzás hasznosítási tényező)
A:	1619.0 m²	(Fűtött épület(rész) térfogatot határoló összfelület)
V:	4598.7 m³	(Fűtött épület(rész) térfogat)
A/V:	0.352 m²/m³	(Felület-térfogat arány)
Q _{sd} +Q _{sid} :	(7253 + 0) * 0,5 = 3627 kWh/a	(Sugárzási hőnyereség)
ΣAU + ΣlΨ:	345.0 W/K	
q = [ΣAU + ΣlΨ - (Q _{sd} + Q _{sid})/72]/V =	(345 - 3627 / 72) / 4598,69	
q:	0.064 W/m³K	(Számított fajlagos hővesztéstényező)
q _{max, kn} :	0.132 W/m³K	(Közel nulla energiaigényű épületek megengedett fajlagos hővesztéstényező)

Az épület fajlagos hővesztéstényezője a közel nulla energiaigényű épületek követelményszintnek megfelel.

Energia igény tervezési adatok

Épület(rész) jellege: Oktatási épület

A_N :	1510.92 m ²	(Fűtött alapterület)
n :	0.90 1/h	(Átlagos légcsereszám a fűtési időben)
σ :	0.80	(Szakaszos üzem korrekciós szorzó)
$Q_{sd} + Q_{sid}$:	$(1,96 + 0) \cdot 0,5 = 0,98$ kW	(Sugárzási nyereség)
q_b :	9.00 W/m ²	(Belső hőnyereség átlagos értéke)
$E_{vil,n}$:	6.00 kWh/m ² a	(Világítás fajlagos éves nettó energia igénye)
$q_{H MV}$:	7.00 kWh/m ² a	(Használati melegvíz fajlagos éves nettó hőenergia igénye)
$n_{nyár}$:	9.00 1/h	(Légcsereszám a nyári időben)
$Q_{sdnyár}$:	10,85 kW	(Sugárzási nyereség)

Fajlagos értékekből számolt igények

$Q_b = \Sigma A_N q_b$:	13598 W	(Belső hőnyereségek összege)
$Q_{b,e} = \Sigma A_N q_{b,e}$:	6799 W	(Belső hőnyereségek összege a hasznosítással)
$\Sigma E_{vil,n} = \Sigma A_N E_{vil,n}$:	9066 kWh/a	(Világítás éves nettó energia igénye)
$Q_{H MV} = \Sigma A_N q_{H MV}$:	10576 kWh/a	(Használati melegvíz éves nettó hőenergia igénye)
$V_{\text{átl}} = \Sigma V_n$:	4138.8 m ³ /h	(Átlagos levegő térfogatáram a fűtési időben)
$V_{LT} = \Sigma V_{n_{LT}} \cdot Z_{LT} / Z_F$:	0.0 m ³ /h	(Levegő térfogatáram a használati időben)
$V_{inl} = \Sigma V_{n_{inl}} \cdot (1 - Z_{LT} / Z_F)$:	0.0 m ³ /h	(Levegő térfogatáram a használati időn kívül)
$V_{dt} = \Sigma (V_{\text{átl}} + V_{LT} (1 - \eta) + V_{inl})$:	4138.8 m ³ /h	(Légmennyiség a téli egyensúlyi hőm. különbséghez.)
$V_{nyár} = \Sigma V_{n_{nyár}}$:	41388.2 m ³ /h	(Levegő térfogatáram nyáron)

Fűtés éves nettó hőenergia igényének meghatározása

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

$$\Delta t_b = (979 + 6799,14) / (345 + 0,35 \cdot 4138,82) + 2 = 6,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_i: 20,0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{Átlagos belső hőmérséklet})$$

$$H: 74586 \text{ hK/a} \quad (\text{Fűtési hőfokhíd})$$

$$Z_F: 4986 \text{ h/a} \quad (\text{Fűtési idő hossza})$$

$$Q_F = H [V_q + 0,35 \Sigma V_{inl,F}] \sigma - P_{LT,F} Z_F - Z_F Q_{b,e}$$

$$Q_F = 74,586 \cdot (4598,69 \cdot 0,064 + 0,35 \cdot 4138,8) \cdot 0,8 - 0 \cdot 4,986 - 4,986 \cdot 6799,14 = 70,1 \text{ MWh/a}$$

$$q_F: 46,39 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{Fűtés éves fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

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

$$\Delta t_{bnyár} = (10847 + 13598,3) / (345 + 0,35 \cdot 41388,2) = 1,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{bnyármax}: 2,0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{A nyári felmelegedés elfogadható értéke})$$

$$n_{hű}: 6,67 \text{ nap} \quad (\text{Hűtési napok száma})$$

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

$$Q_{hű} = 24/1000 \cdot 6,67 \cdot (10847 + 13598,3) = 3,916 \text{ MWh/a}$$

A nyári felmelegedés elfogadható mértékű.

Fűtési rendszer

A_N : 1510.92 m² (a rendszer alapterülete)

q_f : 46.39 kWh/m²a (a fűtés fajlagos nettó hőenergia igénye)

fűtővíz hőmérséklet 38/32

e_f : 1.80 (H hőszivattyús elektromos áram)

e_{sus} : 0.10

C_k : 0.30 (a hőtermelő teljesítménytényezője)

$q_{k,v}$: 0.00 kWh/m²a (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, elektronikus szabályozóval

$q_{f,h}$: 0.70 kWh/m²a (a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség)

víz hőmérséklet 35/28

$q_{f,v}$: 0.40 kWh/m²a (az elosztóvezetékek fajlagos vesztesége)

hőlépcső 6 K

E_{FSz} : 0.65 kWh/m²a (a keringtetés fajlagos energia igénye)

víz hőmérséklet 38/32

$q_{f,t}$: 0.00 kWh/m²a (a hőtárolás fajlagos vesztesége és segédenergia igénye)

E_{FT} : 0.08 kWh/m²a

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

$$E_F = (46,39 + 0,7 + 0,4 + 0) * 0,54 + (0,65 + 0,08 + 0) * 2,5 = 27.47 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

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

$$E_{F \text{ sus}} = (46,39 + 0,7 + 0,4 + 0) * 0,73 + (0,65 + 0,08 + 0) * 0,1 = 34.74 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Melegvíz-termelő rendszer

A_N : 1510.92 m² (a rendszer alapterülete)

$q_{H MV}$: 7.00 kWh/m²a (a melegvíz készítés nettó energia igénye)

Elektromos üzemű hőszivattyú, távozó levegő/friss levegő hővisszanyerővel (hatásfok 80 %)

$e_{H MV}$: 1.80 (H hőszivattyús elektromos áram)

e_{sus} : 0.10

C_k : 0.31 (a hőtermelő teljesítménytényezője)

E_k : 0.00 kWh/m²a (segédenergia igény)

$$\alpha_k(C_k e_{sus} + (1 - C_k)) = 1 * (0,31 * 0,1 + (1 - 0,31)) = 0,721$$

Elosztó vezetékek a fűtött téren belül, cirkulációval

$q_{H MV, v}$: 12.00 % (a melegvíz elosztás fajlagos vesztesége)

E_C : 0.22 kWh/m²a (a cirkulációs szivattyú fajlagos energia igénye)

Elhelyezés a fűtött térben, indirekt fűtésű tároló

$q_{H MV, t}$: 5.00 % (a melegvíz tárolás fajlagos vesztesége)

Napkollektor számítás

Lefedési arány: 0.0 %

Segédenergiaigény: 0.00 kWh/m²

$$E_{\text{HVM}} = q_{\text{HVM}}(1 + q_{\text{HVM},v}/100 + q_{\text{HVM},t}/100)\Sigma(C_k \alpha_k e_{\text{HVM}}) + (E_c + E_k)e_v$$

$$E_{\text{HVM}} = 7 * (1 + 0,12 + 0,05) * 0,558 + (0,22 + 0) * 2,5 = \mathbf{5.12 \text{ kWh/m}^2\text{a}}$$

$$E_{\text{HVM sus}} = q_{\text{HVM}}(1 + q_{\text{HVM},v}/100 + q_{\text{HVM},t}/100)\Sigma(C_k \alpha_k e_{\text{HVM sus}}) + (E_c + E_k)e_{v \text{ sus}}$$

$$E_{\text{HVM sus}} = 7 * (1 + 0,12 + 0,05) * 0,721 + (0,22 + 0) * 0,1 = 5.93 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Világítási rendszerA_N: 1510.92 m² (a rendszer alapterülete)

U: 0.70 (a világítás korrekciós szorzója)

$$E_{\text{vil}} = (\Sigma E_{\text{vil},n}/A_N)Ue_v$$

$$E_{\text{vil}} = 6 * 0,7 * 2,5 = \mathbf{10.50 \text{ kWh/m}^2\text{a}}$$

$$E_{\text{vil sus}} = (\Sigma E_{\text{vil},n}/A_N)Ue_{v \text{ sus}}$$

$$E_{\text{vil sus}} = 6 * 0,7 * 0,1 = 0.42 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Az épület(rész) összesített energetikai jellemzője

$$E_p = E_F + E_{\text{HVM}} + E_{\text{vil}} + E_{\text{LT}} + E_{\text{hű}} + E_{\text{+-}} = 27,47 + 5,12 + 10,5 + 0 + 0 + 0$$

E_p: 43.09 kWh/m²a (az összesített energetikai jellemző számított értéke)**E_{pmax}:** 85.00 kWh/m²a (az összesített energetikai jellemző megengedett értéke)**Az épület(rész) az összesített energetikai jellemző alapján megfelel.**

$$E_{\text{sus}} = E_{F \text{ sus}} + E_{\text{HVM sus}} + E_{\text{vil sus}} + E_{\text{LT sus}} + E_{\text{hű sus}} + E_{\text{nyer sus}}$$

$$E_{\text{sus}} = 34,74 + 5,93 + 0,42 + 0 + 0 + 0 = 41.09 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$\text{MER} = E_{\text{sus}} / E_p = 41,09 / 43,09 = 95.4 \% \quad (\text{Megújuló részarány})$$

A megújuló részarány a közel nulla energiaigényű épületek követelményszintnek megfelel.**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 [t/a]
elektromos áram	7,78	2,50	19,45	365	2,84	-	7,8 MWh
H hőszivattyús elektromos áram	25,36	1,80	45,65	365	9,26	-	25,4 MWh
Összesen			65,11		12,10		

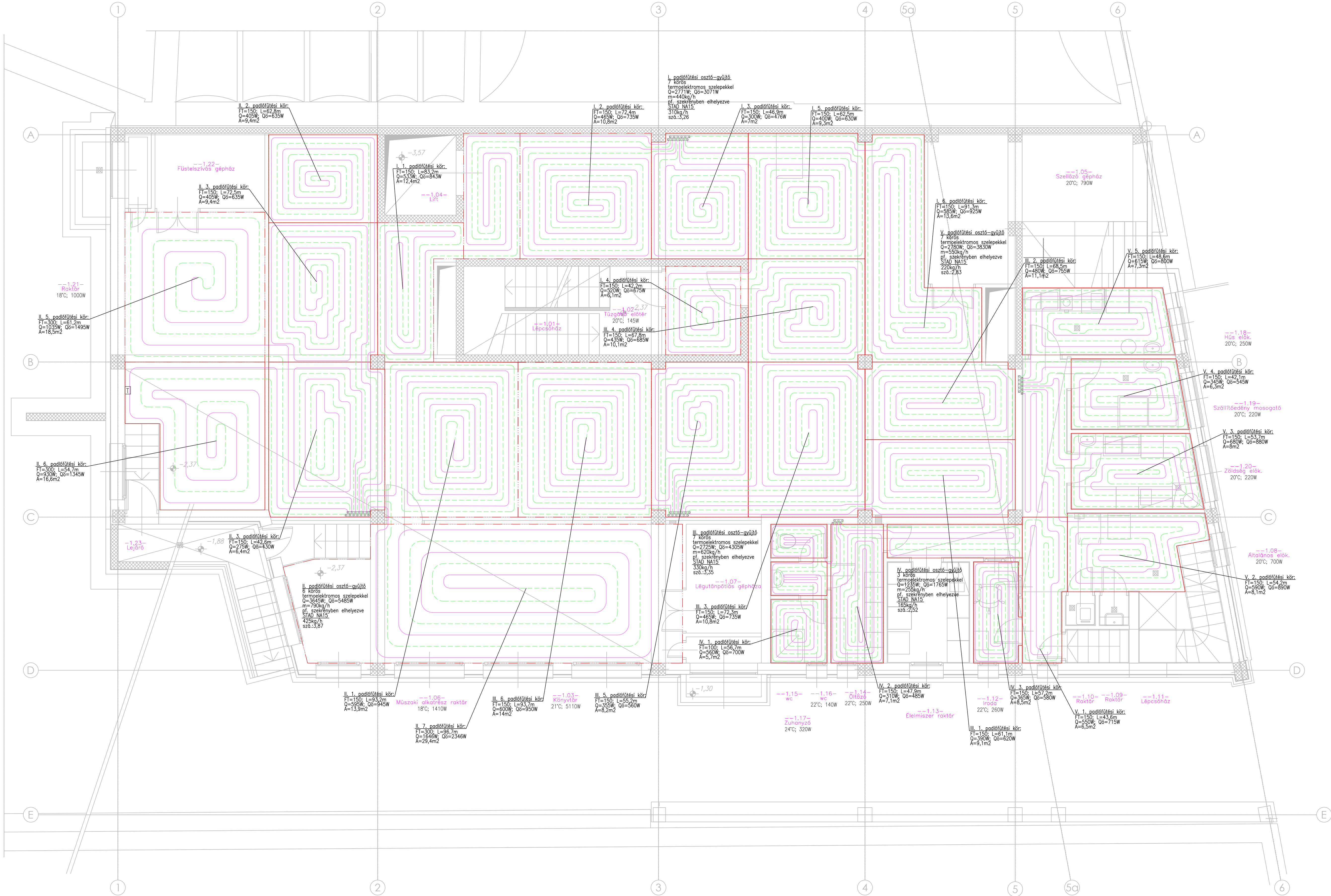
A számítás a 7/2006. TNM rendelet 2021.I.1-i állapot szerint készült.**A közel nulla energiaigényű épületek követelményszint (6. melléklet) szerint.**.....
aláírás

ÉPÍTKEZÉS MEGNEVEZÉSE:		OKTATÁSI INTÉZMÉNY	
ÉPÍTKEZÉS HELYE:		1086 BUDAPEST, DANKÓ UTCA 11-13. HRSZ.: 35303	
RAJZ MEGNEVEZÉSE:		KÖZPONTI FÜTÉS, KIVITELI TERV PINCESZINT ALAPRAJZ	

Alap adatok					Javaslat	Padlófűtés					Teljesítmények	
Általános adatok				Aktív felület [m^2]		csőosztás [mm]	csőhossz [m]	körök száma [db]	telj. [W]	Fűtési teljesítmény		
Alapterület	Mé. hőm.	hővesztesség								[W]	[%]	
Helyiség	[m^2]	[°C]	[W]									
P1.01	lépcsőház	12,4	20	351	PF	12,4					0%	
P1.02	Előtér	4,7	20	143	PF	4,7	150	68	1	685	520	364%
P1.03	könyvtár	162,41	21	5092	PF	162,4	150	1064	17	11244	7190	141%
P1.05	Szellőző gép	20,6	18	785	PF							
P1.06	raktár	38,69	18	1457	PF	38,7	300	97	1	2346	2800	192%
P1.07	Légutánpótlás	5,8	18	172	PF							0%
P1.08	előkészítő	19,9	20	643	PF	11,2	150	75	1	1225	810	126%
P1.11	lépcsőház	1,53	20	125	PF	1,5					405	324%
P1.12	iroda	3,24	20	260	PF	3,2	150	57	1	580	365	140%
P1.13	élelem rak	5,94	20	235	PF	5,9					255	109%
P1.14	öltöző	5,18	20	194	PF	5,2	150	48	1	485	310	160%
P1.15	mosdó	1,35	22	36	PF	1,4			~	165	131	364%
P1.16	WC	1,35	22	52	PF	1,4			~	165	131	252%
P1.17	zuhanyzó	2,55	22	121	PF	2,6	100	57	1	305	245	202%
P1.18	hús előkés	7	20	254	PF	7,0	150	49	1	800	615	242%
P1.19	szállítóedény	5,6	20	230	PF	5,6	150	42	1	545	345	150%
P1.20	zöldség elők	6,8	20	251	PF	6,8	150	54	1	880	680	271%

Megjegyzés:

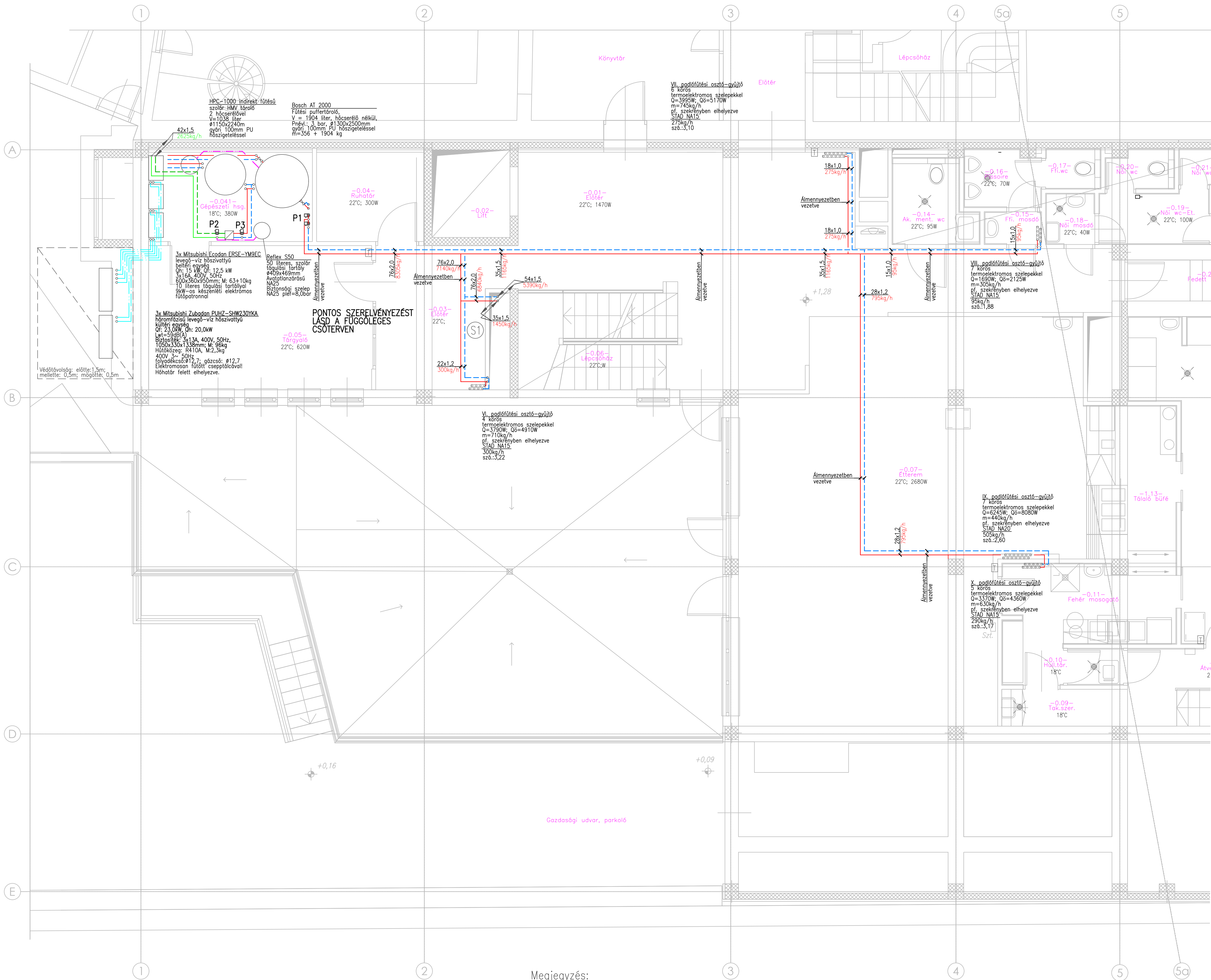
- A tervek együtt kezelendők az építész, statikus és elektromos tervekkel, a költségvetéssel és a műszaki leírással.
- A terven szereplő műszaki megoldások a Megrendelői igényeket figyelembe véve készültek.
- A fűtési vezetékek anyaga PE-Xa műanyagcső és Geberit Mapress szénacél vagy vele azonos minőségű csőrendszer.
- A felületfűtéssel rendelkező helyiségek helyiségenkénti hőmérséklet szabályozással rendelkeznek.
- A fűtési osztó-gyűjtők Rehau gyártmányúak.
- A padlófűtési vezetékek anyaga 17x2,0 mm méretű Rehau Rautherm S padlófűtési cső
- A épületben szabadon szerelt fűtési vezetékeket 13 mm vastag, a padlóban vezetett csővezetékeket 4 mm vastag Armaflex AC csőhéj szigeteléssel kell ellátni,
- A padlóban szerelt fűtési vezetékeket védőcsőben kell szerelni.
- Magas pontokon légtelenítési, alacsony pontokon ürítési lehetőséget kell biztosítani.
- A hőszivattyús kalorikus rendszer vezetéke anyaga klímatechnikai rézvezeték, kültérben és fűtetlen területeken 19 mm vastag Armaflex AC csőhéj szigeteléssel.
- A napkollektorok kalorikus vezetékeit 19mm vastag EPDM szigetelésű rozsdamentes, bordás, acél, szálröccéből szerelendők.
- Az épületen kívüli vezetékeket aulemez borítással vagy aluszalaggal kell ellátni.



Jelmagyarázat:

- | | | | | | |
|--|---------------------------------|--|-----------------------------------|--|------------------------------|
| | Fűtés előremenő vezeték | | Hőmérő | | Szűrő |
| | Fűtés visszatérő vezeték | | Helyiség-hőmérséklet érzékelő | | Szivattyú |
| | Napk. fűtési előremenő vezeték | | Gömbcsap | | Termosztátfej |
| | Napk. fűtési visszatérő vezeték | | TA-STAD típusú szabályozó szelep, | | Légtelenítő szelep, légedény |
| | Kalorikus csővezeték (gáz) | | Üritőcsap | | Nyomásmérő |
| | Kalorikus csővezeték (folyadék) | | Háromjratú motoros szelep | | Lejtési irány |
| | Szigetelt vezeték | | Visszacsapó szelep | | |

ÉPÍTÉSZET MŰVEKEZÉSE:		OKTATÁSI INTÉZMÉNY	
ÉPÍTÉSZET HELYE:			
1086 BUDAPEST, DANKÓ UTCA 11-13. HRSZ.: 35303			
RAJZ MŰVEKEZÉSE:			
KÖZPONTI FŰTÉS, MUNKAKÖZI TERV			
PINCESZINT PADLÓFŰTÉS KIÖRÖLTÉS ALAPRAJZ			
LEPTÉK:		M1:50	
DÁTUM:		2023.03.10.	
RAJZSZÁM:		GF-2	
REVÍZIÓS SZÁM:			
TERVEZŐ:		Schlenk Dániel	
		G-99-99999	



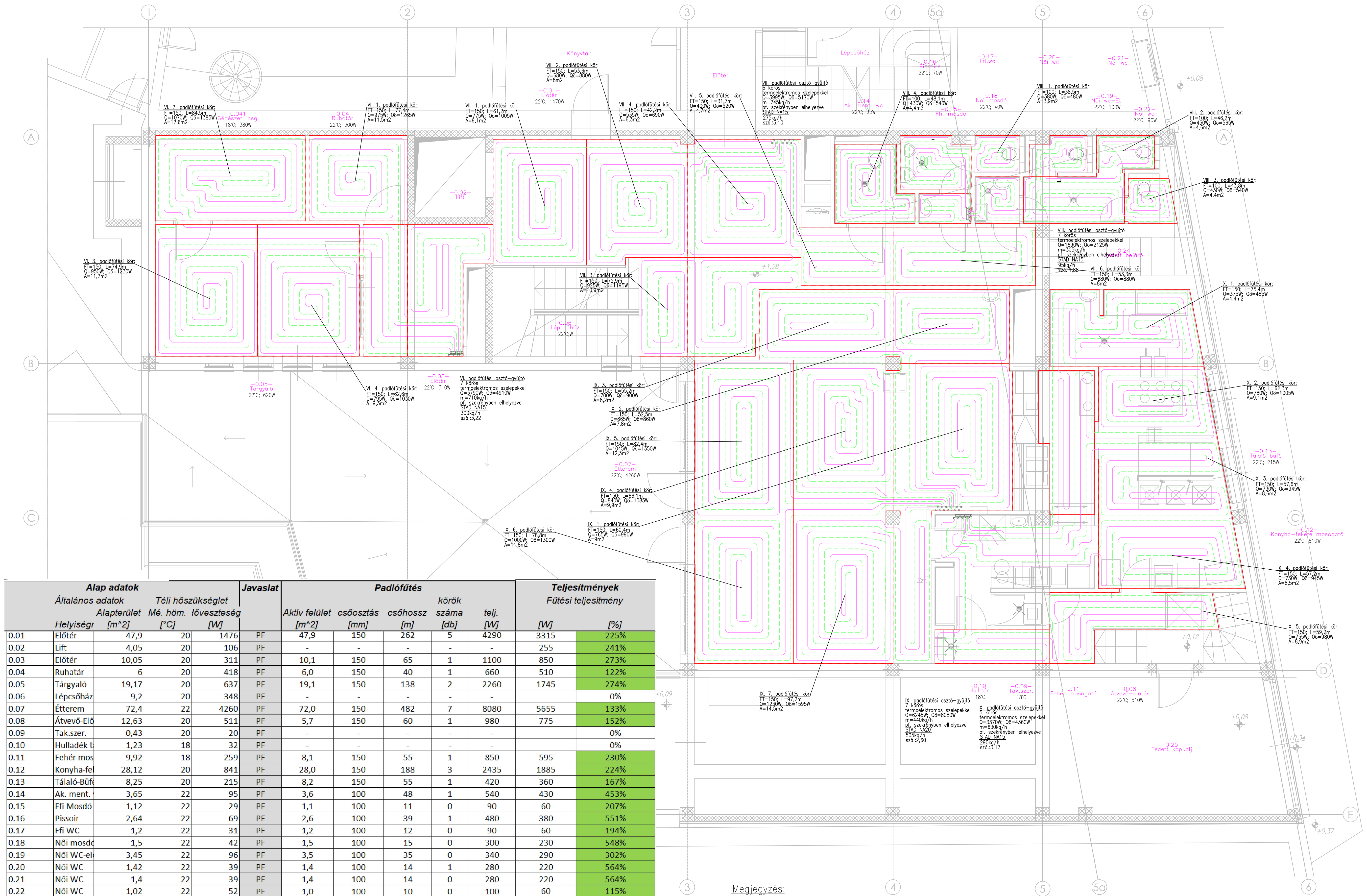
Jelmagyarázat:

	Fűtés előremenő vezeték		Hőmérő		Szűrő
	Fűtés visszatérő vezeték		Helyiséghőmérséklet érzékelő		Szivattyú
	Napk. fűtési előremenő vezeték		Gömbcsap		Termosztátfej
	Napk. fűtési visszatérő vezeték		TA-STAD típusú beszabályozó szelep,		Légtelenítő szelep, légedény
	Kalorikus csővezeték (gáz)		Háromjáratú motoros szelep		Üritőcsap
	Kalorikus csővezeték (folyadék)		Visszacsapó szelep		Nyomásmérő
	Szigetelt vezeték				Lejtés iránya

Megjegyzés:

- A tervek együtt kezelendők az építész, statikus és elektromos tervekkel, a költségvetéssel és a műszaki leírással.
- A terven szereplő műszaki megoldások a Megrendelői igényeket figyelembe véve készültek.
- A fűtési vezetékek anyaga PE-Xa műanyagcső és Geberit Mapress szénacél vagy vele azonos minőségű csőrendszer.
- A felületfűtéssel rendelkező helyiségek helyiségenkénti hőmérséklet szabályozással rendelkeznek.
- A fűtési osztó-gyűjtők Rehau gyártmányúak.
- A padlófűtési vezetékek anyaga 17x2,0 mm méretű Rehau Rautherm S padlófűtési cső
- A épületben szabadon szerelt fűtési vezetékeket 13 mm vastag, a padlóban vezetett csővezetékeket 4 mm vastag Armaflex AC csőhéj szigeteléssel kell ellátni,
- A padlóban szerelt fűtési vezetékeket védőcsőben kell szerelni.
- Magas pontokon légtelenítési, alacsony pontokon ürítési lehetőséget kell biztosítani.
- A hőszivattyú kalorikus rendszer vezetékek anyaga klimatechnikai rézvezeték, kültérben és fűtetlen területeken 19 mm vastag Armaflex AC csőhéj szigeteléssel.
- A napkollektorok kalorikus vezetékeit 19mm vastag EPDM szigetelésű rozsdamentes, bordás, acél, szolárscsőből szerelendők.
- Az épületen kívüli vezetékeket alulvezetéssel vagy aluszalaggal kell ellátni.

ÉPÍTÉZÉS MEGNEVEZÉSE:		OKTATÁSI INTÉZMÉNY	
ÉPÍTÉZÉS HELYE:		1086 BUDAPEST, DANKÓ UTCA 11-13. HRSZ.: 35303	
RAJZ MEGNEVEZÉSE:		KÖZPONTI FŰTÉS, KIVITELI TERV FÖLDSZINT ALAPRAJZ	
LEPTÉK:	M1:50	TERVEZŐ:	
DÁTUM:	2023.03.10.		
RAJZSZÁM:	GF-3	REVÍZIÓS SZÁM:	
			Schlénk Dániel G-99-99999



Alap adatok					Javaslat	Padlófűtés					Teljesítmények	
Általános adatok				Téli hőszükséglet					Fűtési teljesítmény			
Alapterület				Aktív felület								
Helyiség	[m²]	Mé. hőm. [°C]	hővesztesség [W]		[m²]	csőosztás [mm]	csőhossz [m]	körök száma [db]	telj. [W]	[W]	[%]	
0.01	Előtér	47,9	20	1476	PF	47,9	150	262	5	4290	3315	225%
0.02	Lift	4,05	20	106	PF	-	-	-	-	-	255	241%
0.03	Előtér	10,05	20	311	PF	10,1	150	65	1	1100	850	273%
0.04	Ruhátár	6	20	418	PF	6,0	150	40	1	660	510	122%
0.05	Tárgyaló	19,17	20	637	PF	19,1	150	138	2	2260	1745	274%
0.06	Lépcsőház	9,2	20	348	PF	-	-	-	-	-		0%
0.07	Étterem	72,4	22	4260	PF	72,0	150	482	7	8080	5655	133%
0.08	Átvéő-Elő	12,63	20	511	PF	5,7	150	60	1	980	775	152%
0.09	Tak.szer.	0,43	20	20	PF	-	-	-	-	-		0%
0.10	Hulladék t	1,23	18	32	PF	-	-	-	-	-		0%
0.11	Fehér mos	9,92	18	259	PF	8,1	150	55	1	850	595	230%
0.12	Konyha-fel	28,12	20	841	PF	28,0	150	188	3	2435	1885	224%
0.13	Tároló-Büfé	8,25	20	215	PF	8,2	150	55	1	420	360	167%
0.14	Ak. ment.	3,65	22	95	PF	3,6	100	48	1	540	430	453%
0.15	Ffi Mosdó	1,12	22	29	PF	1,1	100	11	0	90	60	207%
0.16	Pissoir	2,64	22	69	PF	2,6	100	39	1	480	380	551%
0.17	Ffi WC	1,2	22	31	PF	1,2	100	12	0	90	60	194%
0.18	Női mosdó	1,5	22	42	PF	1,5	100	15	0	300	230	548%
0.19	Női WC-ek	3,45	22	96	PF	3,5	100	35	0	340	290	302%
0.20	Női WC	1,42	22	39	PF	1,4	100	14	1	280	220	564%
0.21	Női WC	1,4	22	39	PF	1,4	100	14	0	280	220	564%
0.22	Női WC	1,02	22	52	PF	1,0	100	10	0	100	60	115%

Jelmagyarázat:

- Fűtés előremenő vezeték

Fűtés visszatérő vezeték

Napk. fűtési előremenő vezeték

Napk. fűtési visszatérő vezeték

Kalorikus csővezeték (gáz)

Kalorikus csővezeték (folyadék)

Szigetelt vezeték
- Hőmérő

Helyiséghőmérséklet érzékelő

Gömbcsap

TA-STAD típusú szabályozó szelep,

Háromjártású motoros szelep

Visszacsapó szelep
- Szűrő

Szivattyú

Termosztátfej

Légtelenítő szelep, légedény

Üritőcsap

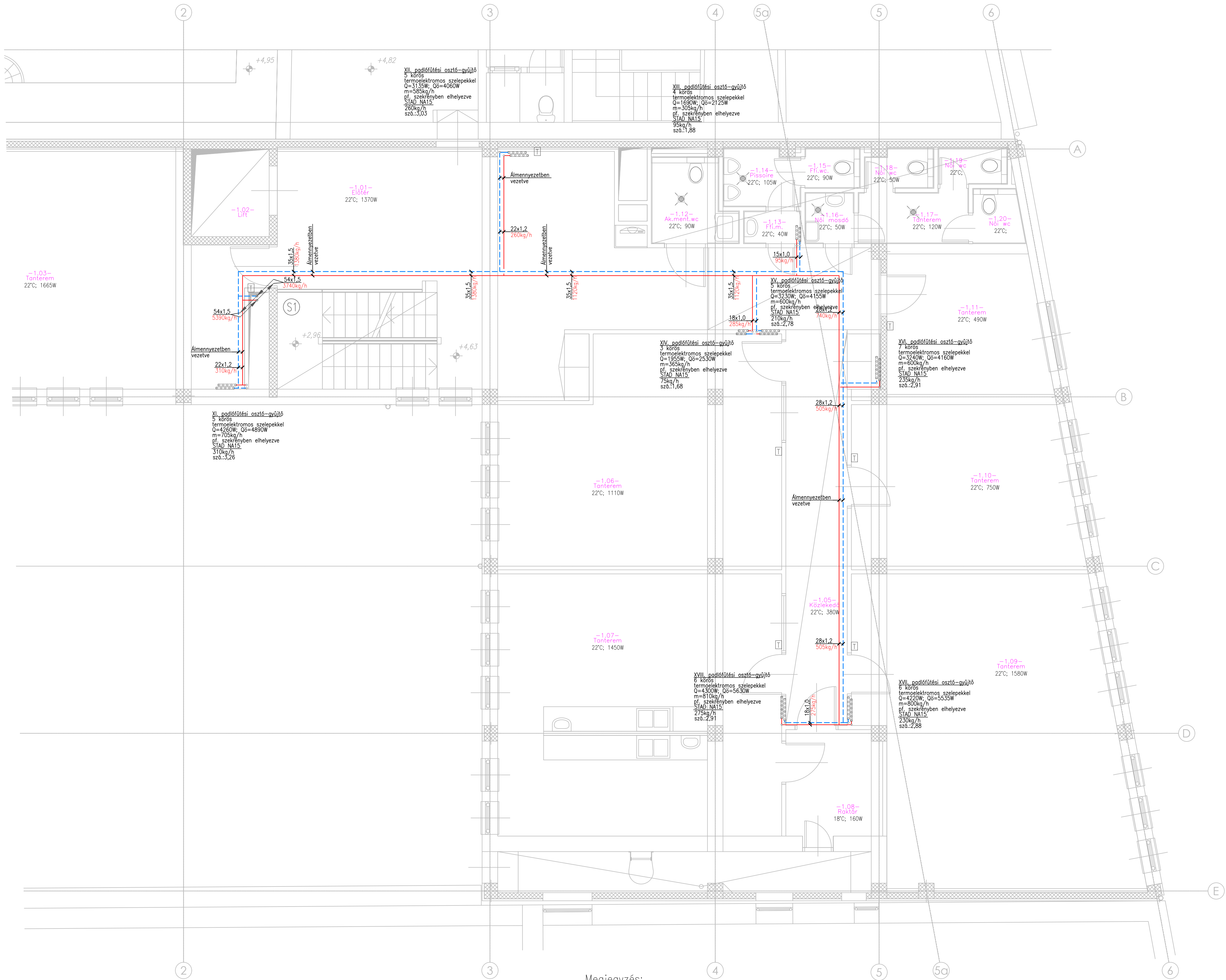
Nyomásmérő

Lejtés iránya

Megjegyzés:

- A tervek együtt kezelendők az építész, statikus és elektromos tervekkel, a költségvetéssel és a műszaki leírással.
- A terven szereplő műszaki megoldások a Megrendelői igényeket figyelembe véve készültek.
- A fűtési vezetékek anyaga PE-Xa műanyagcső és Geberit Mapress szénacél vagy vele azonos minőségű csőrendszer.
- A felületfűtéssel rendelkező helyiségek helyiségenkénti hőmérséklet szabályozással rendelkeznek.
- A fűtési osztó-gyűjtők Rehau gyártmányúak.
- A padlófűtési vezetékek anyaga 17x2,0 mm méretű Rehau Rautherm S padlófűtési cső
- Az épületben szabadon szerelt fűtési vezetékeket 13 mm vastag, a padlóban vezetett csővezetékeket 4 mm vastag Armaflex AC csőhéj szigeteléssel kell ellátni,
- A padlóban szerelt fűtési vezetékeket védőcsőben kell szerelni.
- Magas pontokon légtelenítési, alacsony pontokon ürítési lehetőséget kell biztosítani.
- A hőszivattyús kalorikus rendszer vezetékek anyaga klimatechnikai rézvezeték, kültérben és fűtetlen területeken 19 mm vastag Armaflex AC csőhéj szigeteléssel.
- A napkollektorok kalorikus vezetékeit 19mm vastag EPDM szigetelésű rozsdamentes, bordás, acél, szolárcsőből szerelendőek.
- Az épületen kívüli vezetékeket alulemez borítással vagy aluszalaggal kell ellátni.

ÉPÍTKEZÉS MEGNEVEZÉSE:		OKTATÁSI INTÉZTMÉNY	
ÉPÍTKEZÉS HELYE:		1086 BUDAPEST, DANKÓ UTCA 11-13. HRSZ.: 35303	
RAJZ MEGNEVEZÉSE:		KÖZPONTI FŰTÉS, KIVITELI TERV FÖLDSZINT PADLÓFŰTÉS KIÖSZTÁS ALAPRAJZ	
LEPTÉK:	M1:50	TERVEZŐ:	
DÁTUM:	2023.03.10.		
RAJZSZÁM:	GF-4	REVÍZIÓS SZÁM:	
		Schlenk Dániel G-99-99999	



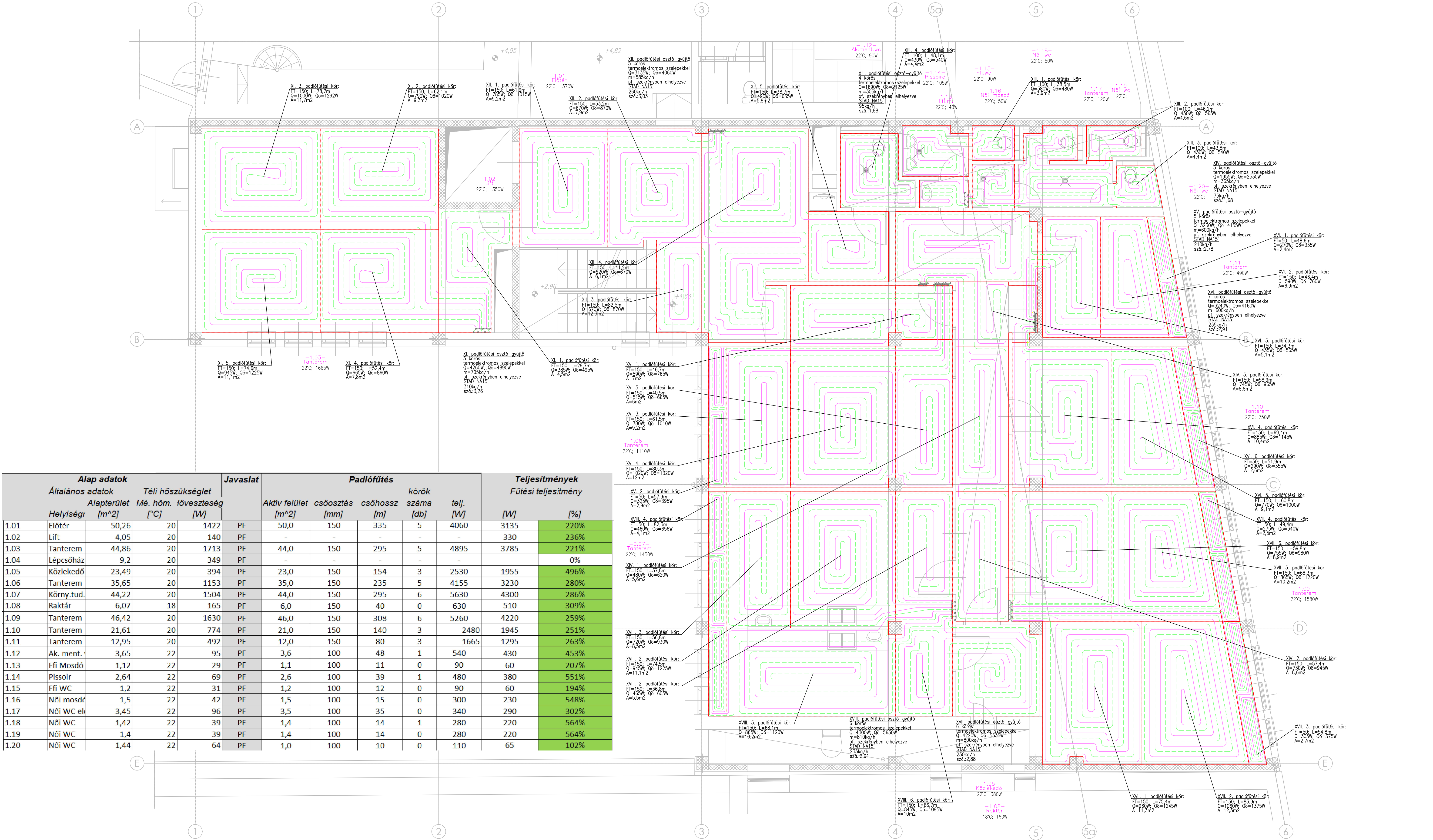
Jelmagyarázat:

	Fűtés előremenő vezeték		Hőmérő		Szűrő
	Fűtés visszatérő vezeték		Gömbcsap		Szivattyú
	Napk. fűtési előremenő vezeték		TA-STAD típusú szabályozó szelep, mérőcsónkokkal		Termosztátfej
	Napk. fűtési visszatérő vezeték		Háromjártatú motoros szelep		Légtelenítő szelep, légedény
	Kalorikus csővezeték (gáz)		Visszacsapó szelep		Üritőcsap
	Kalorikus csővezeték (folyadék)				Nyomásmérő
	Szigetelt vezeték				Lejtés iránya

Megjegyzés:

- A tervek együtt kezelendők az építész, statikus és elektromos tervekkel, a költségvetéssel és a műszaki leírással.
- A terven szereplő műszaki megoldások a Megrendelői igényeket figyelembe véve készültek.
- A fűtési vezetékek anyaga PE-Xa műanyagcső és Geberit Mapress szénacél vagy vele azonos minőségű csőrendszer.
- A felületfűtéssel rendelkező helyiségek helyiségenkénti hőmérséklet szabályozással rendelkeznek.
- A fűtési osztó-gyűjtők Rehau gyártmányúak.
- A padlófűtési vezetékek anyaga 17x2,0 mm méretű Rehau Raurtherm S padlófűtési cső
- A épületben szabadon szerelt fűtési vezetékeket 13 mm vastag, a padlóban vezetett csővezetéseket 4 mm vastag Armaflex AC csőhéj szigeteléssel kell ellátni.
- A padlóban szerelt fűtési vezetékeket védőcsőben kell szerelni.
- Magas pontokon légtelenítési, alacsony pontokon ürítési lehetőséget kell biztosítani.
- A hőszivattyú kalorikus rendszer vezetékek anyaga klimatechnikai rézvezeték, kültérben és fűtetlen területeken 19 mm vastag Armaflex AC csőhéj szigeteléssel.
- A napkollektorok kalorikus vezetékeit 19mm vastag EPDM szigetelésű rozsdamentes, bordás, acél, szálacsőből szerelendőek.
- Az épületen kívüli vezetékeket alumínium borítással vagy aluszalaggal kell ellátni.

EPTKEZÉS MEGNEVEZÉSE:	OKTATÁSI INTÉZMÉNY	
EPTKEZÉS HELYE:	1086 BUDAPEST, DANKÓ UTCA 11-13. HRSZ.: 35303	
RAJZ MEGNEVEZÉSE:	KÖZPONTI FÜTÉS, KIVITELI TERV 1. EMELETI ALAPRAJZ	
LEPTÉK:	M1:50	TERVEZŐ:
DÁTUM:	2023.03.10.	 Schlenk Dániel G-99-99999
RAJZSZÁM:	GF-5	
REVIZIÓS SZÁM:		



Alap adatok					Javaslat	Padlófűtés					Teljesítmények	
Általános adatok		Téli hőszükséglet				Aktív felület [m^2]	csőosztás [mm]	csőhossz [m]	körök száma [db]	telj. [W]	Fűtési teljesítmény	
Helyiség	Alapterület [m^2]	Mé. hőm. [°C]	lővesztesség [W]	[W]							[%]	
1.01	Előtér	50,26	20	1422	PF	50,0	150	335	5	4060	3135	220%
1.02	Lift	4,05	20	140	PF	-	-	-	-	-	330	236%
1.03	Tanterem	44,86	20	1713	PF	44,0	150	295	5	4895	3785	221%
1.04	Lépcsőház	9,2	20	349	PF	-	-	-	-	-		0%
1.05	Közlekedő	23,49	20	394	PF	23,0	150	154	3	2530	1955	496%
1.06	Tanterem	35,65	20	1153	PF	35,0	150	235	5	4155	3230	280%
1.07	Körny.tud.	44,22	20	1504	PF	44,0	150	295	6	5630	4300	286%
1.08	Raktár	6,07	18	165	PF	6,0	150	40	0	630	510	309%
1.09	Tanterem	46,42	20	1630	PF	46,0	150	308	6	5260	4220	259%
1.10	Tanterem	21,61	20	774	PF	21,0	150	140	3	2480	1945	251%
1.11	Tanterem	12,95	20	492	PF	12,0	150	80	3	1665	1295	263%
1.12	Ak. ment.	3,65	22	95	PF	3,6	100	48	1	540	430	453%
1.13	Ffi Mosdó	1,12	22	29	PF	1,1	100	11	0	90	60	207%
1.14	Pissoir	2,64	22	69	PF	2,6	100	39	1	480	380	551%
1.15	Ffi WC	1,2	22	31	PF	1,2	100	12	0	90	60	194%
1.16	Női mosdó	1,5	22	42	PF	1,5	100	15	0	300	230	548%
1.17	Női WC-ek	3,45	22	96	PF	3,5	100	35	0	340	290	302%
1.18	Női WC	1,42	22	39	PF	1,4	100	14	1	280	220	564%
1.19	Női WC	1,4	22	39	PF	1,4	100	14	0	280	220	564%
1.20	Női WC	1,44	22	64	PF	1,0	100	10	0	110	65	102%

Jelmagyarázat:

- Fűtés előremenő vezeték

Fűtés visszatérő vezeték

Napk. fűtési előremenő vezeték

Napk. fűtési visszatérő vezeték

Kalorikus csővezeték (gáz)

Kalorikus csővezeték (folyadék)

Szigetelt vezeték
- 1

Hőmérő
- 2

Gömbcsap
- 3

TA-STAD típusú szabályozó szelep, mérőcsónakkal
- 4

Háromfázisú motoros szelep
- 5

Visszacsapó szelep

Szűrő

Szivattyú

6

Termosztátfej

7

Légtelenítő szelep, légedény

8

Úritőcsap

9

Nyomásmérő

10

Lejtés iránya

Megjegyzés:

- A tervek együtt kezelendők az építész, statikus és elektromos tervekkel, a költségvetéssel és a műszaki leírással.
- A terven szereplő műszaki megoldások a Megrendelői igényeket figyelembe véve készültek.
- A fűtési vezetékek anyaga PE-Xa műanyagcső és Geberit Mapress szénacél vagy vele azonos minőségű csőrendszer.
- A felületfűtéssel rendelkező helyiségek helyiségenkénti hőmérséklet szabályozással rendelkeznek.
- A fűtési osztó-gyűjtők Rehau gyártmányúak.
- A padlófűtési vezetékek anyaga 17x2,0 mm méretű Rehau Rautherm S padlófűtési cső.
- Az épületben szabadon szerelt fűtési vezetékeket 13 mm vastag, a padlóban vezetett csővezetéseket 4 mm vastag Armaflex AC csőhéj szigeteléssel kell ellátni.
- A padlóban szerelt fűtési vezetékeket védőcsőben kell szerelni.
- Magas pontokon légtelenítési, alacsony pontokon ürítési lehetőséget kell biztosítani.
- A hőszivattyú kalorikus rendszer vezetéke anyaga klimatechnikai rézvezeték, kültérben és fűtetlen területeken 19 mm vastag Armaflex AC csőhéj szigeteléssel.
- A napkollektorok kalorikus vezetékeit 19mm vastag EPDM szigetelésű rozsdamentes, bordsós, acél, szálacsból szerelendők.
- Az épületen kívüli vezetékeket alulemez borítással vagy aluszalaggal kell ellátni.

ÉPÍTÉZÉS MEGNEVEZÉSE:

OKTATÁSI INTÉZMÉNY

ÉPÍTÉZÉS HELYE:

1086 BUDAPEST, DANKÓ UTCA 11-13. HRSZ.: 35303

RAJZ MEGNEVEZÉSE:

KÖZPONTI FŰTÉS, KIVITELI TERV
1. EMELET PADLÓFŰTÉS KIÖZSÍTÉS ALAPRAJZ

LEPTÉK:

M1:50

DÁTUM:

2023.03.10.

RAJZSZÁM:

GF-6

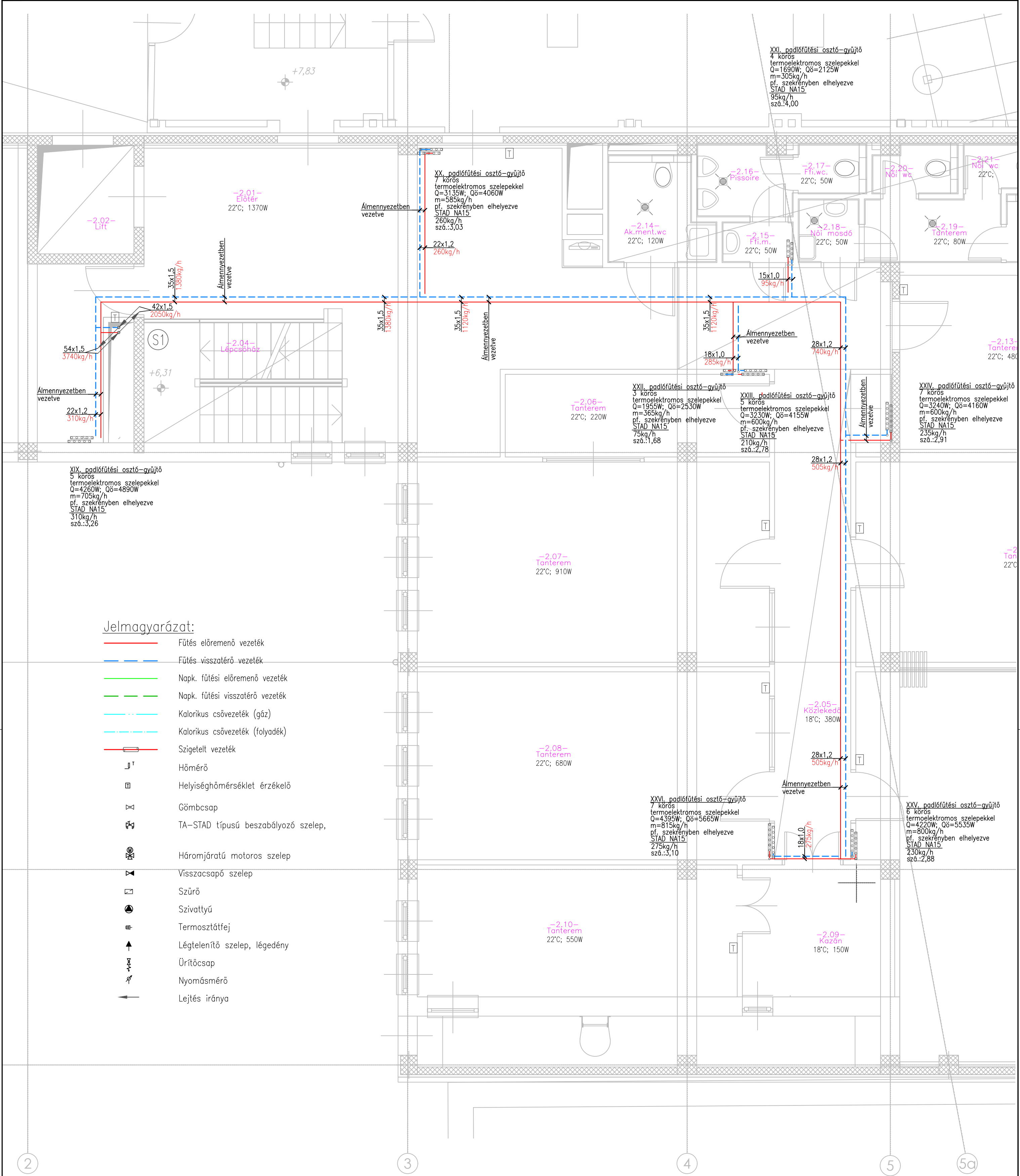
REKVISZT SZÁM:

TERVEZŐ:

Schlenk Dániel

Schlenk Dániel

G-99-99999



Jelmagyarázat:

- Fűtés előremenő vezeték
- Fűtés visszatérő vezeték
- Napk. fűtési előremenő vezeték
- Napk. fűtési visszatérő vezeték
- Kálorikus csővezeték (gáz)
- Kálorikus csővezeték (folyadék)
- Szigetelt vezeték
- Hőmérő
- Helyiség hőmérséklet érzékelő
- Gömbcsap
- TA-STAD típusú beszabályozó szelep,
- Háromjártatú motoros szelep
- Visszacsapó szelep
- Szűrő
- Szivattyú
- Termosztátfej
- Légtelenítő szelep, légedény
- Üritőcsap
- Nyomásmérő
- Lejtés iránya

Megjegyzés:

- A tervek együtt kezelendők az építész, statikus és elektromos tervekkel, a költségvetéssel és a műszaki leírással.
- A terven szereplő műszaki megoldások a Megrendelői igényeket figyelembe véve készültek.
- A fűtési vezetékek anyaga PE-Xa műanyagcső és Geberit Mapress szénacél vagy vele azonos minőségű csőrendszer.
- A felületfűtéssel rendelkező helyiségek helyiségenkénti hőmérséklet szabályozással rendelkeznek.
- A fűtési osztó-gyűjtők Rehau gyártmányúak.
- A padlófűtési vezetékek anyaga 17x2,0 mm méretű Rehau Rautherm S padlófűtési cső
- A épületben szabadon szerelt fűtési vezetékeket 13 mm vastag, a padlóban vezetett csővezetékeket 4 mm vastag Armaflex AC csőhéj szigeteléssel kell ellátni,
- A padlóban szerelt fűtési vezetékeket védőcsőben kell szerelni.
- Magas pontokon légtelenítési, alacsony pontokon ürítési lehetőséget kell biztosítani.
- A hőszivattyús kálorikus rendszer vezetéke anyaga klimatechnikai rézvezeték, kültérben és fűtetlen területeken 19 mm vastag Armaflex AC csőhéj szigeteléssel.
- A napkollektorok kálorikus vezetékeit 19mm vastag EPDM szigetelésű rozsdamentes, bordás, acél, szálacsőből szerelendők.
- Az épületen kívüli vezetékeket alulemez borítéssal vagy aluszalaggal kell ellátni.

ÉPÍTÉZÉS MEGNEVEZÉSE:		OKTATÁSI INTÉZMÉNY	
ÉPÍTÉZÉS HELYE:		1086 BUDAPEST, DANKÓ UTCA 11-13. HRSZ.: 35303	
RAJZ MEGNEVEZÉSE:		KÖZPONTI FÜTÉS, KIVITELI TERV 2. EMELET ALAPRAJZ	
LEPTÉK:	M1:50	TERVEZŐ:	
DÁTUM:	2023.03.10.	Schlenk Dániel	
RAJZSZÁM:	GF-7	REVIZIÓS SZÁM:	G-99-99999

Alap adatok					Javaslat	Padlófűtés					Teljesítmények	
Általános adatok		Téli hőszükséglet				Aktív felület [m^2]	csőosztás [mm]	csőhossz [m]	körök száma [db]	telj. [W]	Fűtési teljesítmény	
Helyiség	[m^2]	Mé. hőm. [°C]	lővesztesség [W]	[W]							[W]	[%]
2.01	Előtér	50,26	20	1422	PF	50,0	150	335	5	4055	3130	220%
2.02	Lift	4,05	20	140	PF	-	-	-	-	-		0%
2.03	Tanterem	44,86	20	1706	PF	44,0	150	295	5	4890	3788	222%
2.04	Lépcsóház	9,2	20	349	PF	-	-	-	-	-		0%
2.05	Közlekedő	14,49	20	394	PF	23,0	150	154	3	2530	1955	496%
2.06	Megfigyelő	8,37	20	228	PF	8,0	150	54	1	765	590	259%
2.07	Tanterem	27,84	20	940	PF	27,0	150	180	4	3390	2370	252%
2.08	Tanterem	25,66	20	875	PF	25,0	150	170	4	3135	2945	337%
2.09	Kazán	6,07	18	158	PF	6,0	150	40	1	510	410	259%
2.10	Tanterem	16,26	20	564	PF	16,0	150	107	2	960	1280	227%
2.11	Tanterem	46,42	20	1630	PF	46,0	150	308	6	5260	4220	259%
2.12	Tanterem	22,1	20	787	PF	21,0	150	140	3	2480	1945	247%
2.13	Tanterem	12,95	20	492	PF	12,0	150	80	3	1665	1295	263%
2.14	Ak. ment.	3,65	22	95	PF	3,6	100	48	1	540	430	453%
2.15	Ffi Mosdó	1,12	22	29	PF	1,1	100	11	0	90	60	207%
2.16	Pissoir	2,64	22	69	PF	2,6	100	39	1	480	380	551%
2.17	Ffi WC	1,2	22	31	PF	1,2	100	12	0	90	60	194%
2.18	Női mosdó	1,5	22	42	PF	1,5	100	15	0	300	230	548%
2.19	Női WC-ek	3,45	22	96	PF	3,5	100	35	0	340	290	302%
2.20	Női WC	1,42	22	39	PF	1,4	100	14	1	280	220	564%
2.21	Női WC	1,4	22	39	PF	1,4	100	14	0	280	220	564%
2.22	Női WC	1,44	22	64	PF	1,0	100	10	0	110	65	102%

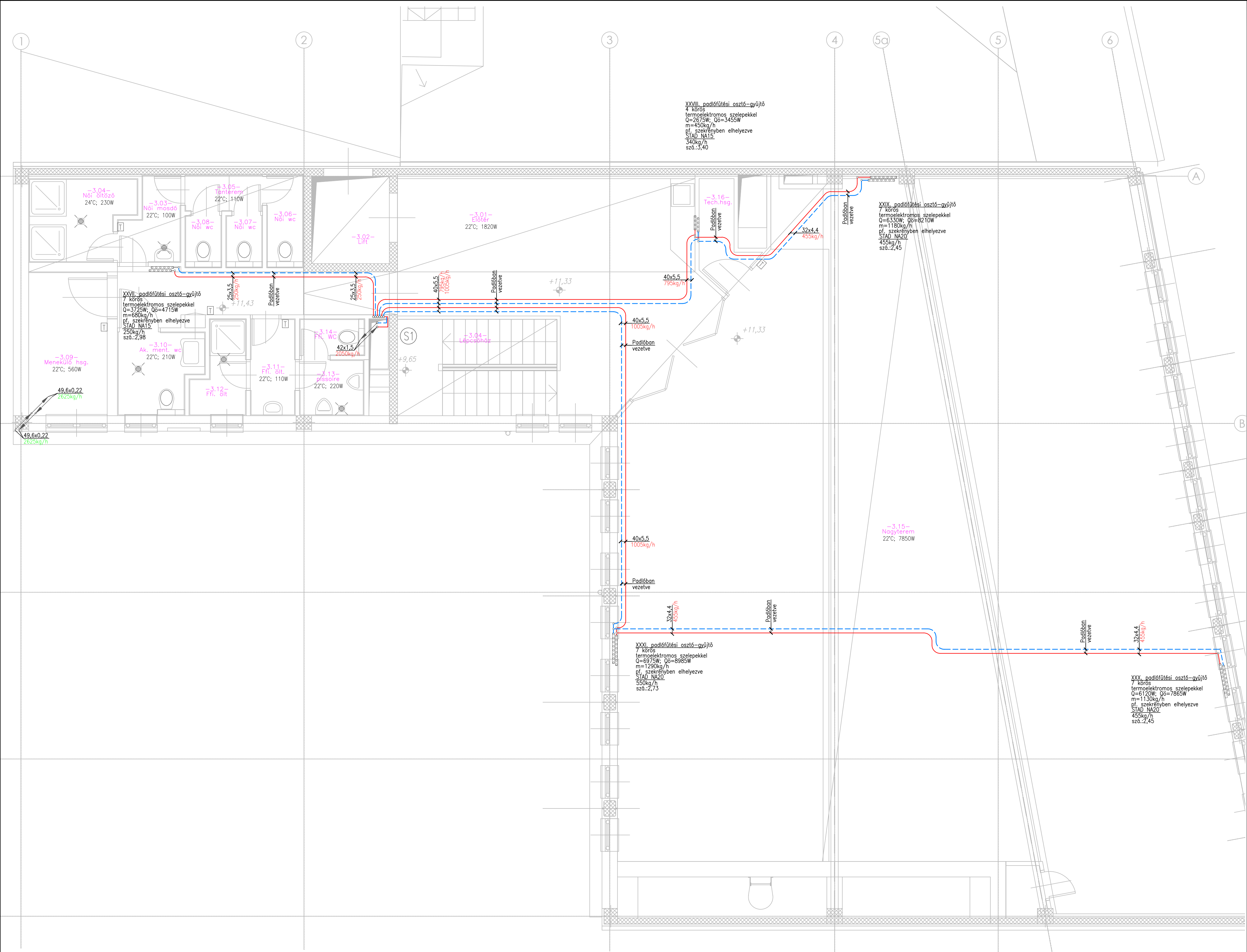
Jelmagyarázat:

	Fűtés előremenő vezeték		Hőmérő		Szűrő
	Fűtés visszatérő vezeték		Helyiség hőmérséklet érzékelő		Szivattyú
	Napk. fűtési előremenő vezeték		Gömbcsap		Termosztátfej
	Napk. fűtési visszatérő vezeték		TA-STAD típusú beszabályozó szelep,		Légelentítő szelep, légedény
	Kalorikus csővezeték (gáz)		Örítőcsap		Nyomásmérő
	Kalorikus csővezeték (folyadék)		Háromjratú motoros szelep		Lejtés iránya
	Szigetelt vezeték		Visszacsapó szelep		

Megjegyzés:

- A tervek együtt kezelendők az építész, statikus és elektromos tervekkel, a költségvetéssel és a műszaki leírással.
- A terven szereplő műszaki megoldások a Megrendelői igényeket figyelembe véve készültek.
- A fűtési vezetékek anyaga PE-Xa műanyagcső és Geberit Mapress szénacél vagy vele azonos minőségű csőrendszer.
- A felülfűtéssel rendelkező helyiségek helyiségenkénti hőmérséklet szabályozással rendelkeznek.
- A fűtési osztó-gyűjtők Rehau gyártmányúak.
- A padlófűtési vezetékek anyaga 17x2,0 mm méretű Rehau Rautherm S padlófűtési cső
- A épületben szabadon szerelt fűtési vezetékeket 13 mm vastag, a padlóban vezetett csővezetékeket 4 mm vastag Armaflex AC csőhő szigeteléssel kell ellátni.
- A padlóban szerelt fűtési vezetékeket védőcsőben kell szerelni.
- Magas pontokon légelentítés, alacsony pontokon ürítési lehetőséget kell biztosítani.
- A hőszivattyú kalorikus rendszer vezetékek anyaga klimatechnikai rézvezeték, kültérben és fűtetlen területeken 19 mm vastag Armaflex AC csőhő szigeteléssel.
- A napkollektorok kalorikus vezetékeit 19mm vastag EPDM szigetelésű rozsdamentes, bordás, acél, szálacsból szerelendők.
- Az épületen kívüli vezetékeket alulemez borítással vagy aluszalaggal kell ellátni.

ÉPÍTKEZÉS MEGNEVEZÉSE:		OKTATÁSI INTÉZMÉNY	
ÉPÍTKEZÉS HELYE:		1086 BUDAPEST, DANKÓ UTCA 11-13. HRSZ.: 35303	
RAJZ MEGNEVEZÉSE:		KÖZPONTI FŰTÉS, KIVITELI TERV 2. EMELETI PADLÓFŰTÉS KIOSZTÁS ALAPRAJZ	
LEPTÉK:	M1:50	TERVEZŐ:	
DÁTUM:	2023.03.10.		
RAJZSZÁM:	GF-8	REVÍZIÓS SZÁM:	
			Schlenk Dániel G-99-99999



Jelmagyarázat:

- | | | | | | |
|--|---------------------------------|---|-------------------------------------|---|------------------------------|
| — | Fűtés előremenő vezeték | H | Hőmérő | | Szűrő |
| — | Fűtés visszatérő vezeték | | Helyiség hőmérséklet érzékelő | | Szivattyú |
| — | Napk. fűtési előremenő vezeték | | Gömbcsap | | Termoszátlat |
| - - - | Napk. fűtési visszatérő vezeték | | TA-STAD típusú beszabályozó szelep, | | Légtelenítő szelep, légedény |
| - - - | Kalorikus csővezeték (gáz) | | Háromjáratú motoros szelep | | Üritőcsap |
| - - - | Kalorikus csővezeték (folyadék) | | Visszacsapó szelep | | Nyomásmérő |
| — | Szigetelt vezeték | | | | Lejtés iránya |

Megjegyzés:

- A tervek együtt kezelendők az építész, statikus és elektromos tervekkel, a költségvetéssel és a műszaki leírással.
- A terven szereplő műszaki megoldások a Megrendelői igényeket figyelembe véve készültek.
- A fűtési vezetékek anyaga PE-Xa műanyagcső és Geberit Mapress szénacél vagy vele azonos minőségű csőrendszer.
- A felületfűtéssel rendelkező helyiségek helyiségenkénti hőmérséklet szabályozással rendelkeznek.
- A fűtési osztó-gyűjtők Rehau gyártmányúak.
- A padlófűtési vezetékek anyaga 17x2,0 mm méretű Rehau Rautherm S padlófűtési cső
- A fűtési osztó-gyűjtők fűtési vezetékeket 13 mm vastag, a padlóban vezetett csővezetéseket 4 mm vastag Armaflex AC csőhő szigeteléssel kell ellátni,
- A padlóban szerelt fűtési vezetékeket védőcsőben kell szerelni.
- Magas pontokon légtelenítési, alacsony pontokon ürítési lehetőséget kell biztosítani.
- A hőszivattyús kalorikus rendszer vezetékek anyaga klimatechnikai rézvezeték, kültérben és fűtetlen területeken 19 mm vastag Armaflex AC csőhő szigeteléssel.
- A napkollektorok kalorikus vezetékeit 19mm vastag EPDM szigetelésű rozsdamentes, bordás, acél, szálröcsből szerelendők.
- Az épületen kívüli vezetékeket alulemez borítéssal vagy aluszalaggal kell ellátni.

ÉPÍTÉZÉS MEGNEVEZÉSE:		OKTATÁSI INTÉZMÉNY	
ÉPÍTÉZÉS HELYE:		1086 BUDAPEST, DANKÓ UTCA 11-13. HRSZ.: 35303	
RAJZ MEGNEVEZÉSE:		KÖZPONTI FŰTÉS, KIVITELI TERV 3. EMELET ALAPRAJZ	
LEPTÉK:	M1:50	TERVEZŐ:	<i>Schlenk Dániel</i>
DÁTUM:	2023.03.10.	Schlenk Dániel G-99-99999	
RAJZSZÁM:	GF-9	REVÍZIÓS SZÁM:	

Alap adatok					Javaslat	Padlófűtés					Teljesítmények	
Általános adatok		Téli hőszükséglet				Aktív felület [m^2]	csőosztás [mm]	csőhossz [m]	körök száma [db]	telj. [W]	Fűtési teljesítmény	
Helyiség	Alapterület [m^2]	Mé. hőm. [°C]	fővesztesség [W]	[W]							[%]	
3.01	Előtér	38,82	20	1357	PF	38,0	150	255	4	3455	2675	197%
3.02	Lift	4,05	20	157	PF	-	-	-	-	-		0%
3.03	Ffi.mosdó	2,67	22	100	PF	2,6	100	26	1	320	250	250%
3.04	Női öltöző	4,78	22	231	PF	4,7	100	47	0	560	450	195%
3.05	NőiWC	1,71	22	106	PF	1,7	100	17	1	205	165	156%
3.06	NőiWC	1,92	22	58	PF	1,9	100	19	0	230	180	310%
3.07	NőiWC	1,02	22	31	PF	1,0	100	10	0	120	100	323%
3.08	NőiWC	1,02	22	31	PF	1,0	100	10	0	120	100	323%
3.09	Menekülő	6,72	20	360	PF	6,0	150	40	1	780	600	167%
3.10	Ak.ment.V	3,81	20	176	PF	3,8	100	38	1	450	350	199%
3.11	Ffi.öltöző	2,61	22	99	PF	2,6	100	26	1	310	240	242%
3.12	Ffi.öltöző	3,12	22	150	PF	3,0	100	30	0	360	280	187%
3.13	Pissior	2,16	22	94	PF	2,0	100	20	0	240	180	191%
3.14	Ffi. WC	1,31	22	40	PF	1,3	100	13	0	160	120	300%
3.15	Előadóter	227,8	20	8637	PF	227,0	150	1520	23	25060	19425	225%
3.16	Technikai	2,46	18	93	PF	-	-	-	-	-		0%
3.17	Technikai	1,13	18	53	PF	-	-	-	-	-		0%

Jelmagyarázat:

- Fűtés előremenő vezeték
- Fűtés visszatérő vezeték
- Napk. fűtési előremenő vezeték
- Napk. fűtési visszatérő vezeték
- Kalorikus csővezeték (gáz)
- Kalorikus csővezeték (folyadék)
- Szigetelt vezeték

HőmérőHelyiség hőmérséklet érzékelőGömbcsapTA-STAD típusú beszabályozó szelep,Háromjártatú motoros szelepVisszacsapó szelepSzűrőSzivattyúTermoszifonLégtelenítő szelep, légedényÚritőcsapNyomásmérőLejtés iránya

Megjegyzés:

- A tervek együtt kezelendők az építész, statikus és elektromos tervekkel, a költségvetéssel és a műszaki leírással.

- A terven szereplő műszaki megoldások a Megrendelői igényeket figyelembe véve készültek.

- A fűtési vezetékek anyaga PE-Xa műanyagcső és Geberit Mapress szénacél vagy vele azonos minőségű csőrendszer.

- A felületfűtéssel rendelkező helyiségek helyiségenkénti hőmérséklet szabályozással rendelkeznek.

- A fűtési osztó-gyűjtők Rehau gyártmányúak.

- A padlófűtési vezetékek anyaga 17x2,0 mm méretű Rehau Rautherm S padlófűtési cső

- Az épületben szabadon szerelt fűtési vezetékeket 13 mm vastag, a padlóban vezetett csővezetékeket 4 mm vastag Armaflex AC csőhéj szigeteléssel kell ellátni,

- A padlóban szerelt fűtési vezetékeket védőcsőben kell szerelni.

- Magas pontokon légtelenítési, alacsony pontokon ürítési lehetőséget kell biztosítani.

- A hőszivattyús kalorikus rendszer vezetékek anyaga klimatechnikai rézvezeték, kültérben és fűtetlen területeken 19 mm vastag Armaflex AC csőhéj szigeteléssel.

- A napkollektorok kalorikus vezetékeit 19mm vastag EPDM szigetelésű rozsdamentes, bordás, acél, szolárcsőből szerelendők.

- Az épületen kívüli vezetékeket alullemez borítással vagy aluszalaggal kell ellátni.

ÉPÍTKEZÉS MEGNEVEZÉSE:

OKTATÁSI INTÉZTMÉNY

ÉPÍTKEZÉS HELYE:

1086 BUDAPEST, DANKÓ UTCA 11-13. HRSZ.: 35303

RAJZ MEGNEVEZÉSE:

KÖZPONTI FŰTÉS, KIVITELI TERV
3. EMELET PADLÓFŰTÉS KIÖSZTÁS ALAPRAJZ

LEPTÉK:

M1:50

DÁTUM:

2023.03.10.

RAJZSZÁM:

GF-10

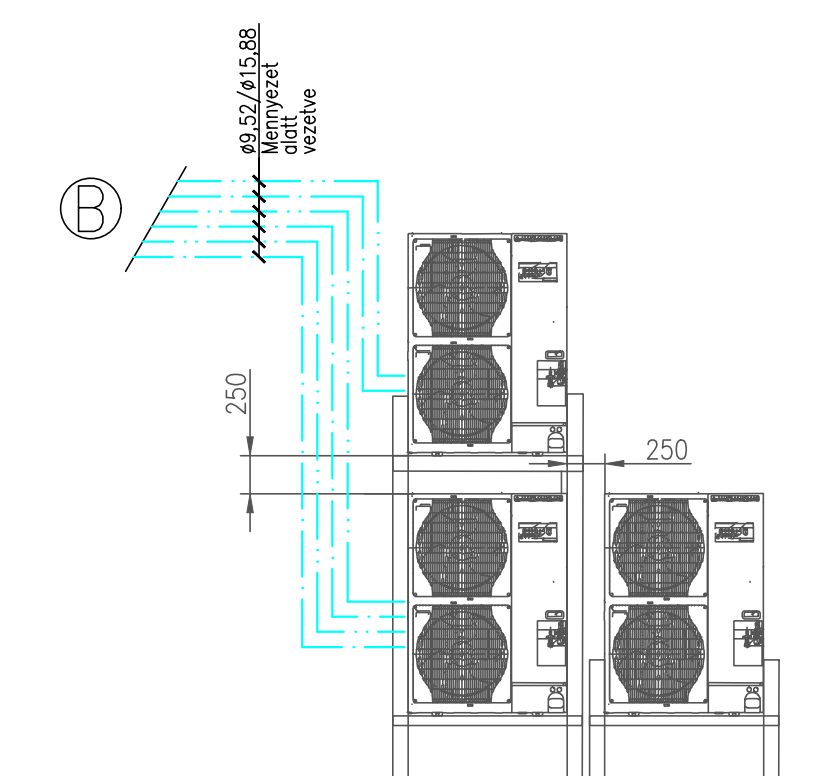
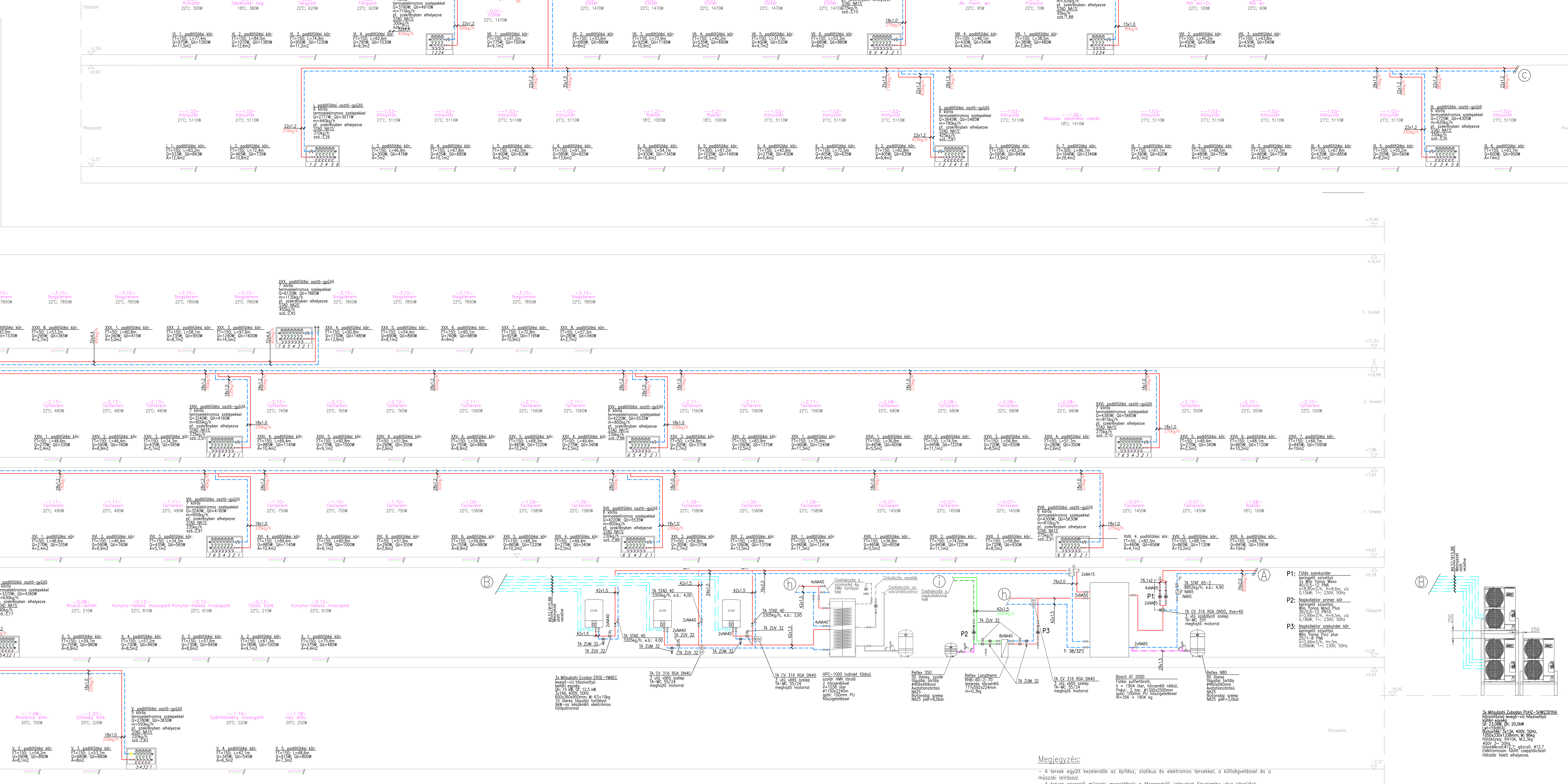
REVÍZIÓS SZÁM:

TERVEZŐ:

Schlenk Dániel

Schlenk Dániel

G-99-99999



3x Mitsubishi Zubadan FUH2-SHW237KA
 háromfázisú levegő-víz hőszivattyú
 kültéri egység
 Q_h: 23,0kW, Q_c: 20,6kW
 η_h = 2,24
 Belső kör: 2x13A, 400V, 50Hz,
 1150x500x138mm; lé: 60kg
 Hűtőközeg: R410A, M2,3kg
 400V 3~ 50Hz
 fűtővezérlő: 012,7; gázcső: 012,7

[illegible]

-  Fűtés hőmérséklet vezérlés
-  Fűtés visszatérő vezérlés
-  Napk. fűtési előremenő vezérlés
-  Napk. fűtési visszatérő vezérlés
-  Kálcikus csővezeték (gáz)
-  Kálcikus csővezeték (folyadék)
-  Szigetelt vezeték

	Hőmérő
	Helyiség hőmérséklet érzékelő
	Gömbcsap
	TA-STAD típusú beszabályozó
	Háromjórátú motoros szelep
	Visszacsapó szelep

Szűrő
Szivattyú
Termosztátfej
Légtelenítő szelep, légedény
Drótcsap
Nyomósmérő
Lejtés irányja

- A felületülési rendszerek helyiségek helyiségkénti hőmérséklet szabályozásánál rendelkeznek.
- A fűtési szektoroknál Renou Györgymű.
- A fűtési szektoroknál Renou Györgymű, 1000 m² méretű Renou Raoulher 5 szobrászati cse.
- A földellen szabadon szerelt fűtési vezetékekkel 13 mm vastag, a padlón szerelt csövezetékekkel 4 mm vastag Armflex AC csőből szigeteléssel kell ellátni,
- A padlón szerelt fűtési vezetékekkel védődobozban kell szerelni.
- Magas pontokon légtelenítési, dobozban ponton ürítési lehetőségek kell biztosítani.
- A fűtési szektoroknál Renou Györgymű, 1000 m² méretű Renou Raoulher 5 szobrászati cse.
- A fűtési szektoroknál Renou Györgymű, 1000 m² méretű Renou Raoulher 5 szobrászati cse.
- A napkollektoros kaloriazók esetében 19mm vastag EPDM szigetelési rozsdamentes, bordás, acél, szigetelődoboz szerelendők.
- A fűtési szektoroknál Renou Györgymű, 1000 m² méretű Renou Raoulher 5 szobrászati cse.

EPTŐZÉS MEGNEVEZÉSE		OKTATÁSI INTÉZMÉNY	
EPTŐZÉS HEVÉLE		1086 BUDAPEST, DANKÓ UTCA 11-13. HRSZ.: 35303	
PAZI MEGNEVEZÉSE		KÖZPONTI FÜTÉS, KIVITELI TERV FÜGŐGÉLES CSŐTERV	
LEFÜTT	M1-50	ÁRRAJZ	
TEREM	2023.03.10.		
BAJCSKAI	GF-11	BEJÁRÓK SZÁMA	Schlier Dániel 6-99-99999