

DIPLOMADOLGOZAT

Horváth Márton
Létesítménymérnök

Gödöllő
2023



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Gödöllői Campus
Létesítménymérnöki Szak**

**SZOCIÁLIS ÉPÜLET TELJES REKONSTRUKCIÓJÁNAK ENERGETIKAI
ÉS GAZDASÁGI BEMUTATÁSA**

Belső konzulens:	Benécs József István Tanszéki mérnök
Külső konzulens:	Bata Tibor Energetikai szakértő
Készítette:	Horváth Márton SEA4GQ levelező tagozat
Intézet/Tanszék:	Műszaki Intézet

**Gödöllő
2023**

MŰSZAKI INTÉZET LÉTESÍTMÉNYMÉRNÖK MESTERSZAK
energetika specializáció

DIPLOMADOLGOZAT

feladatlap

Horváth Márton (SEA4GQ)

részére

A diplomadolgozat címe:

Szociális épület teljes rekonstrukciójának energetikai és gazdasági bemutatása

Feladatkiírás:

Diplomamunkám egy meglévő szociális épület teljes felújításának bemutatásáról szól, amelynek keretében vizsgálom az energetikai beruházásból fakadó üzemeltetési költségek csökkenését.

Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

Külső konzulens: Bata Tibor energetikai szakértő, Richter Gedeon Nyrt., 1103 Budapest, Gyömrői út 19-21.

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

Beadási határidő: 2023. május 2.

Gödöllő, 2023. hó nap

Jóváhagyom

(tanszékvezető)

(szakfelelős)

Átvettem

(hallgató)

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

Gödöllő, 2023. 04. hó 14. nap

(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés.....	7
2.	Komfortérzet	8
3.	Hőérzet	8
4.	Belső levegő minősége.....	9
5.	Fűtési rendszerek.....	10
5.1.	Hőtermelés és a hőleadás helyzete szerint	10
5.2.	Felhasznált energia szerint	10
5.3.	Keringő hőhordozó szerint	10
5.4.	Hőtermelő csoportosítása szerint	11
5.5.	Hőleadás módja szerint	11
5.6.	A fűtési rendszerekkel szembeni elvárásaink.....	11
5.7.	A sugárzó fűtések	11
6.	Kondenzációs gázkazán	12
7.	Hőszivattyú.....	16
8.	Vízzel szemben támasztott követelmények.....	22
8.1.	A víz fizikai tulajdonságai.....	22
8.2.	A víz kémiai tulajdonságai.....	22
8.3.	A víz minősítése	22
8.4.	Minőségi osztályok	24
8.5.	Vízkeménység	24
9.	Szennyvíz	26
9.1.	Házi szennyvíz	26
9.2.	Ipari szennyvíz	26
9.3.	Csapadékvíz minősége	26
10.	Szellőzés.....	27

10.1.	Természetes szellőzés	27
10.2.	Gépi szellőzés.....	28
10.3.	Gépi szellőzés lehetőségei.....	28
10.4.	Központi gépházás szellőzőrendszer.....	28
10.5.	Egyedi szellőzőkkel kialakított szellőzőrendszer.....	29
11.	Épület bemutatása	30
11.1.	Energetika.....	31
11.2.	Rétegtrend	32
11.3.	Tervezett állapot.....	34
12.	Célok	35
12.1.	Klímavédelem	35
12.2.	Levegőszennyezés.....	37
12.3.	Vízfelhasználás.....	38
12.4.	Hulladék	39
13.	TAO visszaigénylés.....	40
13.1.	Elszámolható költségek.....	40
13.2.	Nem elszámolható költségek.....	41
14.	EKR.....	42
14.1.	Kötelezettség mértéke	42
14.2.	Milyen beruházási projekteket lehet megvalósítani?	42
14.3.	Milyen energiahatékonysági projektek nem felelnek meg?	42
15.	Számítások	43
15.1.	Erőátvitel energiaigénye.....	43
15.2.	Világítás energiaigénye	46
15.3.	Gőzzel történő fűtés és használati melegvíz energiaigénye	49
15.4.	Fűtés energiaigénye.....	51

15.5.	Használati melegvíz energiaigénye	51
15.6.	Légtechnika energiaigénye.....	52
15.7.	Hűtés energiaigénye	52
16.	Eredmények.....	53
17.	Beruházási költségek.....	56
17.1.	Visszabontás szerkezetig.....	56
17.2.	Beruházás a nulláról	57
17.2.1.	Határidő	57
17.2.2.	Környezetterhelés.....	57
17.2.3.	Anyagi vonzat	58
18.	Összefoglalás.....	60
19.	Summary	61
20.	Források.....	63
20.1.	Irodalomjegyzék.....	63
20.2.	Internetes források.....	64
20.3.	Rendeletek, jogszabályok.....	66
21.	Mellékletek.....	67

1. Bevezetés

Diplomamunkám egy meglévő szociális épület teljes felújításának bemutatásáról szól, amelynek keretében vizsgálom az energetikai beruházásból fakadó üzemeltetési költségek csökkenését.

Az épület alagsorból, földszintből és három emeleti szintből áll. Mindegyik szint azonos alapterülettel, tömbszerűen lett kialakítva, amelynek alapterülete szintenként körülbelül 600 m². A szintmagasság jellemzően 3,40 m. Az épület lapostetős, amelynek a tetején gépészet nem lett telepítve.

Az alagsorban a teljes épületet és a környező épületeket is kiszolgáló gépészeti helyiségek illetve öltözőhelyiségek kerültek kialakításra.

A szint és egyben az épület megközelítése több oldalról történik. Az épület főbejárata a belső tömbudvar felé nyílik. A földszint a kapcsolódó terepszinthez képest 1,80 m-rel magasabban fekszik, így előlépcsővel közelíthető meg. A földszint túlnyomó részét kitöltő rendelő külön megközelíthető egy előlépcsővel az udvar felől. Az rendelő blokk funkciói igen összetettek. A területen szak és üzemorvosi rendelők, és kapcsolódó technológiai helyiségei töltik ki. Emellett a földszinten a rendészethez kapcsolódó irodák, kártyakiadó és tárolóhelyiségek is találhatóak.

Az emeleti szinteket az emberi erőforrás szervezeti egység különféle irodái töltik ki. A térszervezés nehezen átlátható, kusza rendszerű, amely valószínűsíthetően az elmúlt évtizedek többszörös átalakításai miatt következhetett be.

Az épület fűtéséhez szükséges 10 báros gőzt részben a Kőbányai Erőmű, részben saját gőzkazánok biztosították. Az épületbe csőhídról bejövő gőzt fűtésre és használati melegvíz előállítására használták. A fűtést gőz-víz hőcserélő, a használati melegvíz előállítását bojlerok biztosították a felhasználók számára.

Az épület hűtéséről utólagosan telepített oldalfali split klímák gondoskodtak, amelyek ellátták az üzemorvosi rendelőket és az emberi erőforrás irodákat. Ezek azonban a teljes épület hűtéséről nem voltak képesek gondoskodni.

2. Komfortérzet

A komfortérzet egy olyan ideális, tág és egyben szubjektív tartomány, amelyben az ember kellemesen érzi magát az őt körülvevő környezetével kapcsolatban. A komforttartomány határait nem lehet élesen meghatározni. Függ az adott helyiségben uralkodó hőmérsékletétől, nedvességtartalmától, légsebességtől, megvilágítottság mértékétől, de ezek mellett hatást gyakorol az emberre a ruházata, kora, egészségügyi állapota és az általa végzett aktivitás mértéke. (Recknagel, 2000)

3. Hőérzet

Az ember, mint biológiai lény élete jelentős hányadát zárt terekben tölti el (lakóhely, iskola, munkahely, bevásárlóközpont), ezért nagy jelentősége van az őt érő hatásoknak. A hőérzet egyénfüggő, ezért nem is lehet egyetemesen, minden emberre szabva meghatározni. Az adott eltérést a helyiség funkciója, a ruházat mennyisége és az aktivitás mértéke mellett eredményezik:

- akusztikai tényezők,
- szaglás és légzés,
- tapintás és érintés,
- látás és színhatás,
- hőmérséklet, nedvesség és légáramlás,
- épület rezgése, mozgása,
- különleges tényezők (napsütés, ionizáció),
- biztonsági tényezők,
- csoportviselkedés (szeparálódás),
- napi életmenettel kapcsolatos tényezők,
- előre nem várt veszélyek hatása,
- gazdasági tényezők. (Bánhidi, 2017)

4. Belső levegő minősége

Belső levegő minősége alatt minden olyan nemtermikus jellemzőt értünk, amelyek az ember közérzetét befolyásolják zárt tereken belül. (Kalmár, 2013)

A belső levegő minőségét befolyásoló tényezők:

- gázok és gőzök (CO, CO₂, SO₂, NO₂, NO_x, O₃, Radon),
- szaganyagok (szerves anyagok bomlástermékei, burkolóanyagok kipárolgási termékei),
- aerosolok (porok, lebegő anyagok, nehézfémszálak, pollen),
- vírusok,
- baktériumok és spórák (legionella),
- gombák és spóráik. (Kalmár, 2013; Magyar, 2019)

A szennyezőanyagok jelenlétét az ember érzékszerveivel, látás útján a szemével és szaglás útján az orrával érzékeli. A komforttérben keletkező, jelenlévő szennyezőanyagok együttesen adja az érzékelhető belső levegő minőségét. (Kalmár, 2013)

A szennyezőanyagok forráserősségének a mértékegysége: 1 olf. A szennyezőanyag forráserőssége egy átlagos embernek ülő helyzetben, nyugalmi fizikai állapotban, kellemes termikus hőegyensúlyt biztosító környezetben, átlagos tisztálkodási feltételek (0,7 fürdés naponta) esetén.

Az érzékelhető levegőminőség mértékegysége: 1 decipol. A levegő minőség tökéletes keveredés esetén a komforttérben, ha 1 olf a szennyezőanyag forráserőssége és a szellőző levegő térfogatárama 10 l/s, azaz 36 m³/h. (Bánhidi, 2004; Zöld, 2000/b.)

5. Fűtési rendszerek

Manapság számos fűtési megoldás közül választhatunk személyes preferenciánk és pénztárcánk szerint az épület adottságainak figyelembevételével:

- a hőtermelés és a hőleadás helyzete,
- a felhasznált energia,
- a rendszerben keringő hőhordozó,
- továbbá a hőtermelő és hőleadó fajtája szerint is. (Homonnay, 2001)

5.1. Hőtermelés és a hőleadás helyzete szerint

- egyedi fűtés: a hőtermelő a fűtendő térben helyezkedik el (cserépkályha),
- központi fűtés: egyetlen lakás, vagy épület több helyiségének fűtéséről egyetlen hőtermelő gondoskodik (kazán),
- távfűtés: akár, egész városrész, vagy város fűtése megoldható hőtermeléssel, vagy villamos energiatermeléssel egybekötött hőtermelés formájában. (Homonnay, 2001)

5.2. Felhasznált energia szerint

- hagyományos tüzelőanyaggal (szilárd, olaj, gáz),
- különféle, nem hagyományos tüzelőanyagok: biomassza, hulladékanyag,
- elektromos,
- vegyes (hő és villamosenergia),
- megújuló (nap, szél, víz, levegő),
- alternatív megoldások. (Homonnay, 2001)

5.3. Keringő hőhordozó szerint

- vízközegű fűtéseket,
- gőzközegű fűtéseket,
- légfűtéseket. (Homonnay, 2001)

5.4. Hőtermelő csoportosítása szerint

- kandallók, kályhák,
- hagyományos és kondenzációs gázkazánok,
- hőszivattyúk (talaj, víz-víz, levegő-víz). (Homonnay, 2001)

5.5. Hőleadás módja szerint

- konvekciós (radiátoros),
- sugárzó (fal, mennyezet, falfűtés),
- kombinált. (Homonnay, 2001)

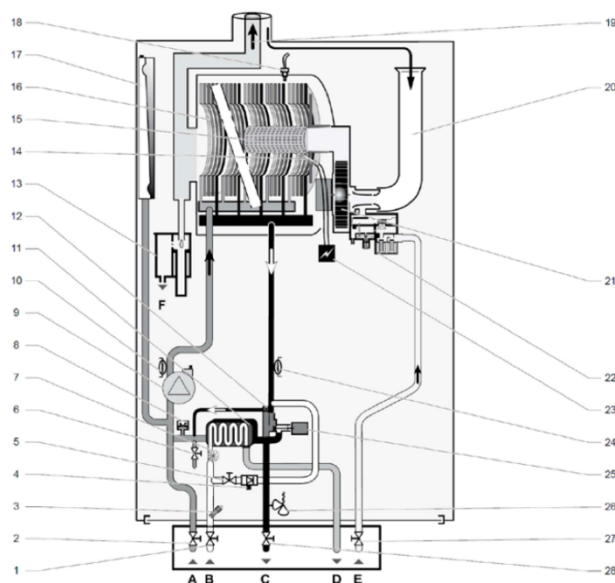
5.6. A fűtési rendszerekkel szembeni elvárásaink

- legyen megbízható,
- legyen könnyen szerelhető,
- legyen zajmentes,
- alacsony helyigényű,
- legyen megfelelő az ellátásbiztonság,
- kialakítása legyen esztétikus. (Dodog, 2018)

5.7. A sugárzó fűtések

- kisebb a helyiség hővesztesége a konvekciós fűtésekkel szemben,
- a hőleadók hasznos térből helyet nem vesznek el,
- a sugárzó fűtések hűtési üzemmódban is alkalmazhatóak,
- egyenletesebb a hőleadása,
- kisebb zárt téri hőmérséklet mellett is el lehet érni a kellemes hőérzetet,
- kombinált fűtési rendszerek beruházási költségei magasabbak a konvekciós fűtésekhez képest,
- nagyobb a rendszerek tehetetlensége,
- kisebb a lehetőség az utólagos változtatásra. (Dodog, 2018)

6. Kondenzációs gázkazán



Jelmagyarázat

- | | |
|---|--|
| 1 Használati hidegvíz elzáró szelep | 19 Égéstermék elvezető |
| 2 Visszatérő fűtővíz elzáró szelep | 20 Zajcsökkentő |
| 3 Bemenő hidegvíz szűrő | 21 Ventilátor |
| 4 Visszacsapó szelep | 22 Gázarmatúra |
| 5 Feltöltő szelep | 23 Gyújtótrafó |
| 6 Leürítő csap | 24 Fűtővíz előremenő ág hőmérséklet érzékelő |
| 7 HMV tömegáram mérő | 25 Háromjártatú szelep |
| 8 Fűtővíz nyomás érzékelő | 26 Fűtőköri biztonsági szelep |
| 9 Fűtőköri szivattyú | 27 Gáz elzáró szelep |
| 10 Fűtővíz visszatérő ág hőmérséklet érzékelő | 28 Előremenő fűtővíz elzáró szelep |
| 11 HMV hőcserélő | |
| 12 By-pass ág | |
| 13 Kondenzátum gyűjtő | A Visszatérő fűtővíz ág |
| 14 Gyújtó- és ionizációs elektróda | B Hidegvíz |
| 15 Égő | C Előremenő fűtővíz ág |
| 16 Fűtési hőcserélő | D Használati melegvíz |
| 17 Fűtési tágulási tartály | E Gázcsatlakozás |
| 18 Biztonsági termosztát | F Kondenzátum leengedése |

1. ábra: gázkazán vázlat (Kazánpont, 2010)

A kondenzációs gázkazán a fűtési rendszerből visszatérő hidegvizet juttatja hőcserélőn keresztül a kondenzátorba a kazán szivattyúja, ahol az elégetett gáz felmelegíti a vizet a kívánt hőmérsékletre. Ma már nem forgalmaznak nyíltégésterű kazánt, így az égéshez szükséges frisslevegőt környezetből nyeri (zártégésterű kazán). A forró égéstermék elvezetéséről ventilátor gondoskodik az erre speciálisan kialakított kéménybe, ahonnan végül a környezetbe távozik.

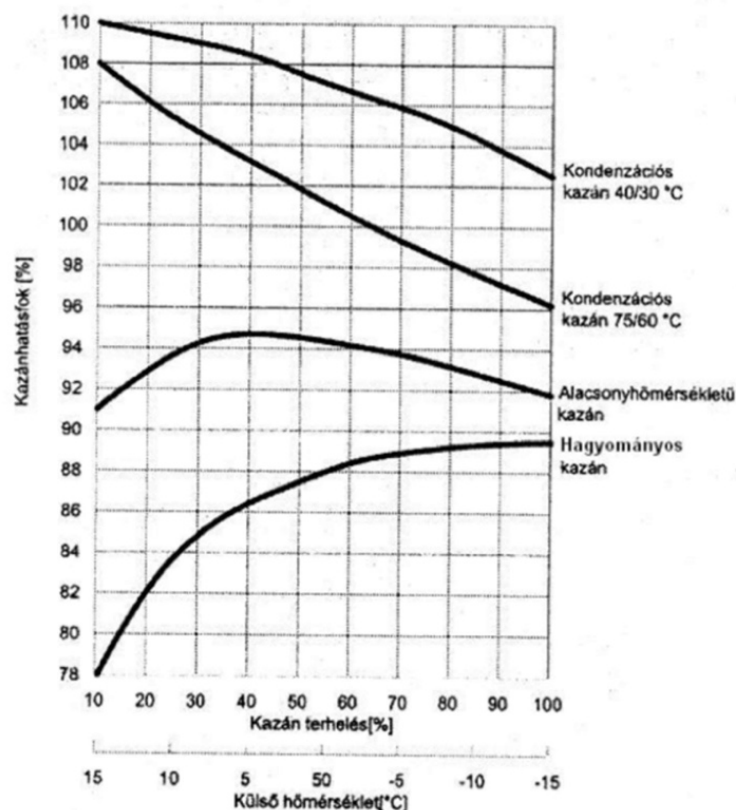
Az alacsony hőmérsékleten távozó füstgáz és a hasznosuló kondenzációs hő jelentős hatásfok javulást eredményez, melyet látenshőnek neveznek. Az utóbbi függ a füstgázban lévő vízgőz mennyiségétől (tüzelőanyag fajtájától, légcsereszámától, az égési levegő

nedvességtartalmától) és a kondenzáció mértékétől. „H” minőségű 1 Nm^3 gáz elégetésekor több mint 1 kg vízgőz keletkezik. A vízgőz rejtett hője 2.500 kJ/kg . A gáz fűtőértékének 11% -t teszi ki a vízgőz hőtartalma. Az olaj tüzelőanyag fűtőértékének közel 6% -át teszi ki a vízgőz hőtartalma. (Ventil, 2014)

A kondenzvíz a hőcserélőben áramló visszavezetett fűtési víz és az égéstermék hőmérséklet különbségéből fakad. Ennek elvezetéséről a csatornahálózatra való kötéssel kell gondoskodni.

Hatásfok javulás feltételei:

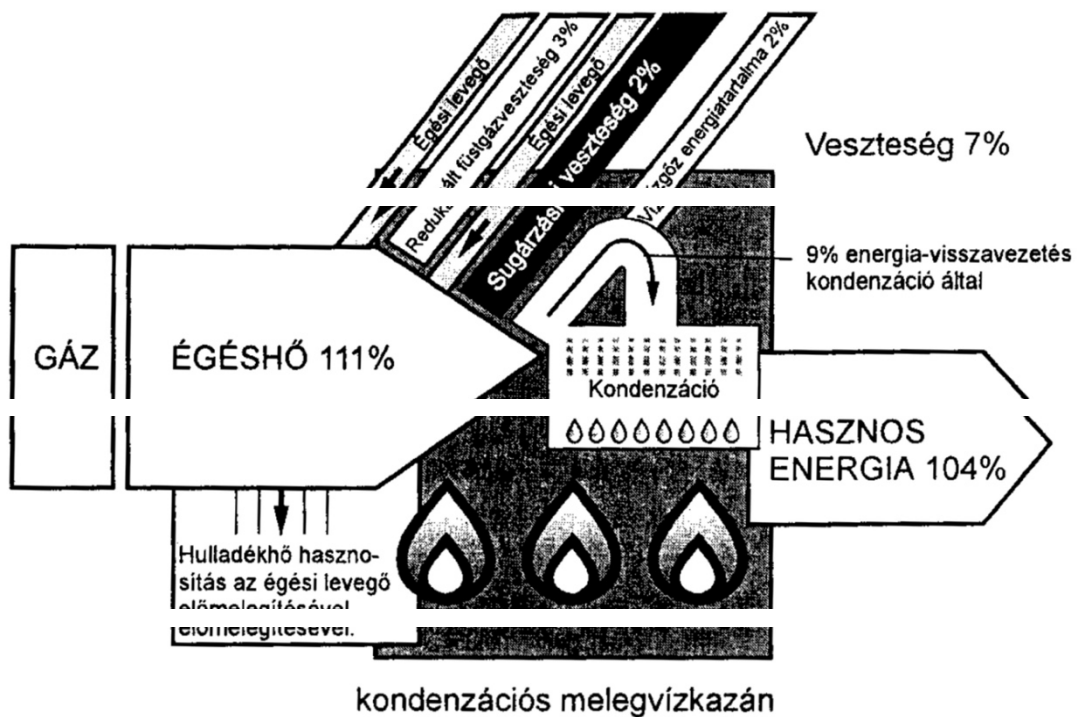
- az előnyös tulajdonság alacsony, 60°C alatti fűtővíz hőmérséklettel tudjuk kihasználni,
- a kazán anyaga fontos, hogy rozsdamentes acélból, vagy korrózióálló ötvözetből készüljön,
- a keletkezett kondenzátum elvezetéséről gondoskodni kell,
- a füstgáz alacsony hőmérséklete miatt gravitációs módon nem képes távozni. Ezt gépi úton (ventilátor) kell megoldani.



2. ábra: különböző gázkazánok hatásfokának összevetése (Kristályklíma, 2015)

Kazánok veszteségei:

- füstgázvesztesség,
- sugárzásivesztesség,
- el nem égett gázok okozta veszteség,
- korom, pernye,
- kéményvesztesség. (Homonnay, 2001)



3 ábra: kondenzációs gázkazán veszteségei (Homonnay, 2001)

A kazánok hatásfoka a következőképpen számítható:

Tüzeléstechnikai hatásfok:

$$\eta_T = \frac{Q_{Be} - Q_{Füst}}{Q_{Be}}$$

Kazánhatásfok:

$$\eta_T = \frac{Q_{Be} - Q_{Füst} - Q_{Sug}}{Q_{Be}} = \frac{Q_H}{Q_{Be}}$$

Éves hatásfok:

$$\eta_e = \frac{Q_H \text{ éves}}{Q_{Be} \text{ éves}}$$

$$\eta_e = \frac{Q_H \text{ éves}}{Q_{Be} \text{ éves égéshő}}$$

Q_H	hasznos hőáram [kW]
Q_{Sug}	sugárzási veszteség [kW]
$Q_{Füst}$	füstgázveszteség [kW]
Q_{Be}	tüzelőanyaggal bevezetett hőáram [kW]
Q_{Be} éves	éves bevezetett hőáram [kW]
Q_H éves	éves hasznos hőáram [kW] (Homonnay, 2001)

Gazdaságossági és környezetvédelmi igényeket kiszolgálva a kondenzációs gázkazánok megoldások széles skáláját hozta létre. Ezek a csoportosítások az alábbi szempontok figyelembevételével lehetségesek:

Égési levegőellátás módja szerint:

- nyílt égésterű,
- zárt égésterű. (Homonnay, 2001)

Biztosítás módja szerint:

- el van látva égésbiztosítóval,
- nincs ellátva égésbiztosítóval. (Homonnay, 2001)

Légellátás és égéstermék elvezetés módja szerint:

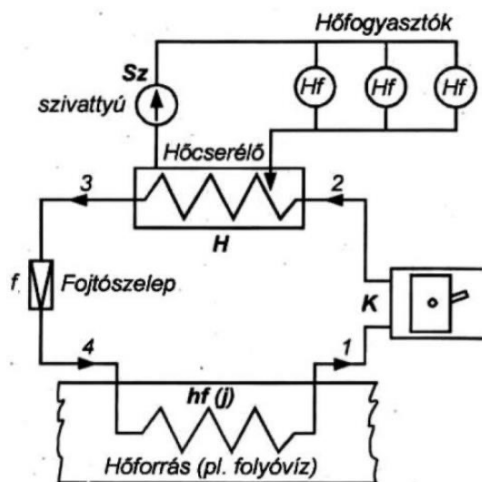
- égési levegőellátás és égéstermék elvezetés helyiségen belül,
- égéstermék elvezetés gyűjtő rendszerben, égési levegőellátás helyiségen belül,
- égéstermék elvezetés egyedi rendszerben, égési levegőellátás helyiségen belül,
- légellátás, égéstermék elvezetés külső falon keresztül azonos nyomású tartományban,
- csatlakozás gyűjtőrendszerű (1 huzamú) levegő égéstermék elvezetésről,
- csatlakozás gyűjtőrendszerű (2 huzamú) levegő égéstermék elvezetésről,
- égési levegőellátás és égéstermék elvezetés különböző nyomású tartományban,
- levegő égéstermék csatlakozás minősített és gyártmányként szállított
- vezetékrendszerekkel. (Homonnay, 2001)

7. Hőszivattyú

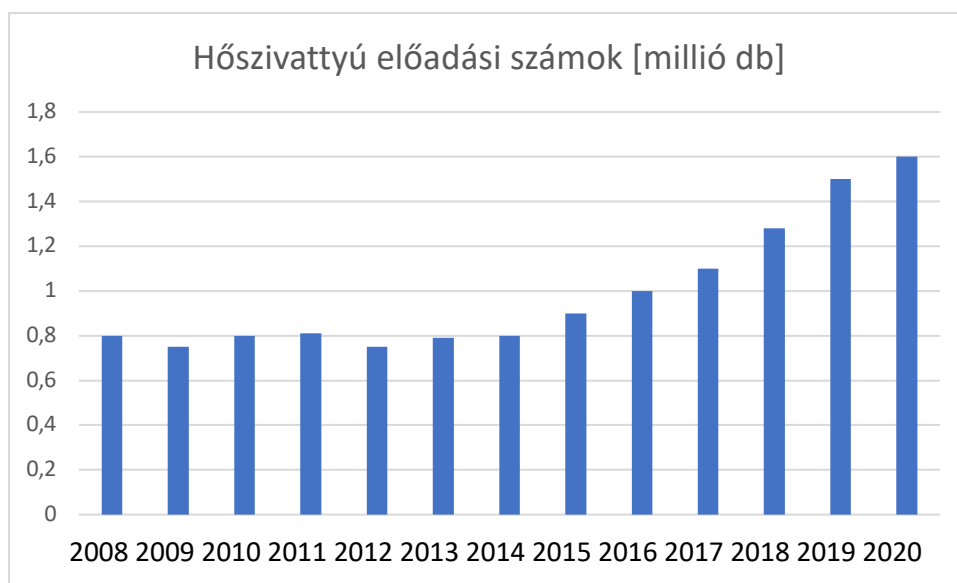
Az Európai Unióban a hőszivattyúk iránti kereslet 2008-hoz képest megduplázódott, amelyet az **5. ábrán** lehet látni. Elterjedését nagymértékben elősegíti:

- környezettudatosság,
- klímavédelem,
- karbonsemlegességre való törekvés.

Az Európai Unió irányelvei szerint 2050-re a nettó üvegházhatású-gázkibocsátása nulla legyen. Cél, hogy a mindennemű energiaigényt megújuló energiaforrás fedezzen. (Kiss-Boros, 2021)



4. ábra: hőszivattyú (Kurják, 2020)



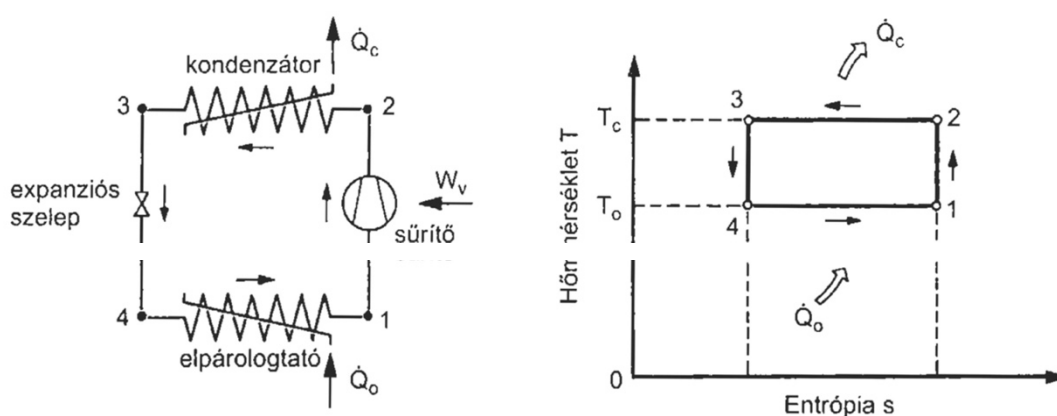
5. ábra: éves hőszivattyú eladások Európában (Kiss-Boros, 2021)

A hőszivattyú kettős üzemállapota (fűtés-hűtés) kitűnő alternatíva lehet a gázkazános fűtési és a split klíma fűtési-hűtési megoldásaival szemben, ha:

- anyagi lehetőségek megengedik,
- gázcsatlakozással az ingatlan nem rendelkezik,
- törekvés a karbonlábnyom-csökkentésre,
- egy rendszert kíván üzemeltetni a felhasználó.

Új és megújuló rendszerekbe jó hatásfokkal építhető be, melyekben alacsony hőmérsékletű hőleadók találhatók (fal, mennyezet, padlófűtés). Az egyre csökkenő gázkazán eladási tendencia arra sarkallja a gyártócégeket, szélesítsék a termékpalettájukat és saját hőszivattyút fejlesszenek. Ezek a készülékek lehetnek levegő-víz, víz-víz és talajszondás típusúak.

A hőszivattyú kalorikus vezetékében áramló hűtőközeg elnyeli a környezet hőjét. Ez a folyamat úgy jöhet létre, hogy a hőszivattyúban áramló közeg hőmérséklete jóval alacsonyabb a környezet hőmérsékletéhez képest. Eközben a folyékony halmazállapotú hűtőközeg alacsony hőmérsékletű sűrítés következtében gáz halmazállapotúvá válik. A keletkezett gázt a kompresszor sűríti, melynek hatására a zárt térben fokozódik a nyomás. Ez a folyamat hőmérséklet-növekedéssel jár. A keletkezett forró gőz hőcserélőn keresztül átadja hőmérsékletét a fűtőkörnek. A hőátadás befejezte után a hűtőközeg újra folyékony halmazállapotúvá válik. A beépített tápulsági szelep csökkenti a keletkezett nyomást, melynek hatására a hűtőközeg újfent meg tudja kötni a környezeti hőt és a folyamat kezdődhet előlről. (Beke, 2000)



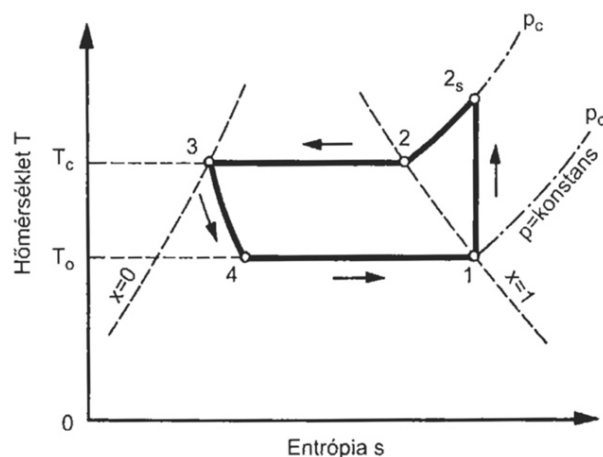
6. ábra: ideális Carnot körfolyamat (Homonnay, 2001)

- 1-2 adiabatikus kompresszió (a kompresszorban megy végbe)
- 2-3 izentropikus hőelvonás (a munkaközeg gőzét állandó nyomáson és hőmérsékleten kondenzáljuk)
- 3-4 izentropikus expánzió (a folyékony munkaközeget expánziós szelepen vezetjük át)
- 4-1 izentropikus hőfelvétel (a folyékony munkaközeget állandó nyomáson és hőmérsékleten elgőzösítjük) (Homonnay, 2001)

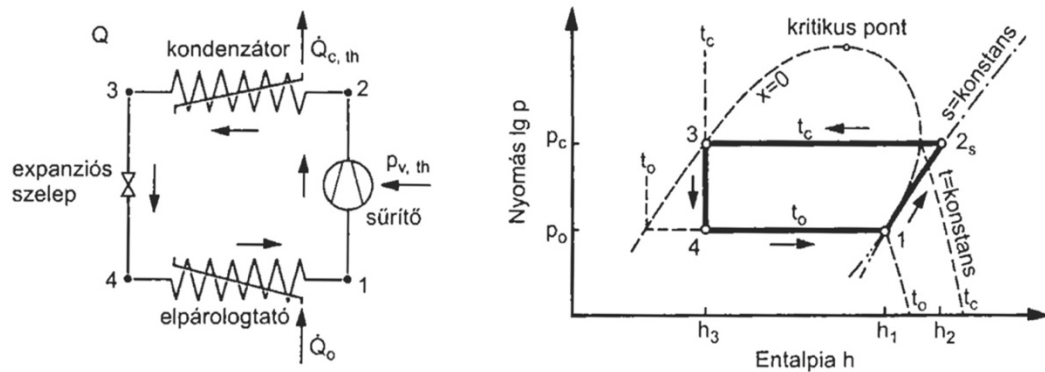
A hőszivattyú ideális körfolyamatának teljesítménymutatóját a következőképpen határozhatjuk meg:

$$E_{\text{HSZ}_c} = \frac{\dot{Q}_c}{W_v} = \frac{T_c}{T_c - T_0}$$

Az E_{HSZ_c} a hasznos teljesítmény és a kompresszorral bevitt teljesítmény viszonya. A hőszivattyú elméleti, veszteségmentes körfolyamatát a Carnot körfolyamat írja le, amely a **6. ábrán** látható. A körfolyamaton belül a legnagyobb veszteség az expánzió során keletkezik. A körfolyamat ezen részén adiabatikus (izentropikus) állapotváltozás jön létre. Ezt azonban a valóságban nem reprodukálható. A valóságos körfolyamatot a **7-8. ábra** mutatja. (Homonnay, 2001)



7. ábra: a hőszivattyú valóságos körfolyamata (Homonnay, 2001)



8. ábra: a hűszivattyú valóságos körfolyamata (Homonnay, 2001)

- 1-2s adiabatikus sűrítés
- 2s-3 izobár kondenzáció
- 3-4 expanszió
- 4-1 izobár és izoterm elgőzölgtetés (Homonnay, 2001)

A vázolt körfolyamatban lejátszódó jelenségek a következő számításokkal határozhatóak meg:

Elgőzölgtési, vagy hűtési teljesítmény:

$$\dot{Q}_0 = \dot{m}_R * (h_1 - h_4)$$

A munkaközeg térfogatárama az elpárológtatóban:

$$\dot{V}_0 = \dot{m}_R * v_1$$

A sűrítő teljesítménye:

$$W_v = \dot{m}_R * (h_{2s} - h_1)$$

A kondenzátor által leadott teljesítmény:

$$\dot{Q}_c = \dot{m}_R * (h_{2s} - h_3) = \dot{Q}_0 + W_v$$

Teljesítménytényező:

$$\varepsilon = \frac{\dot{Q}_c}{W_v}$$

$\dot{m}_R$	munkaközeg tömegárama [kg/s]
h	entalpia [kJ/kg]
v_1	a munkaközeg fajlagos térfogata gőz halmazállapotban (Homonnay, 2001)

COP és SPF

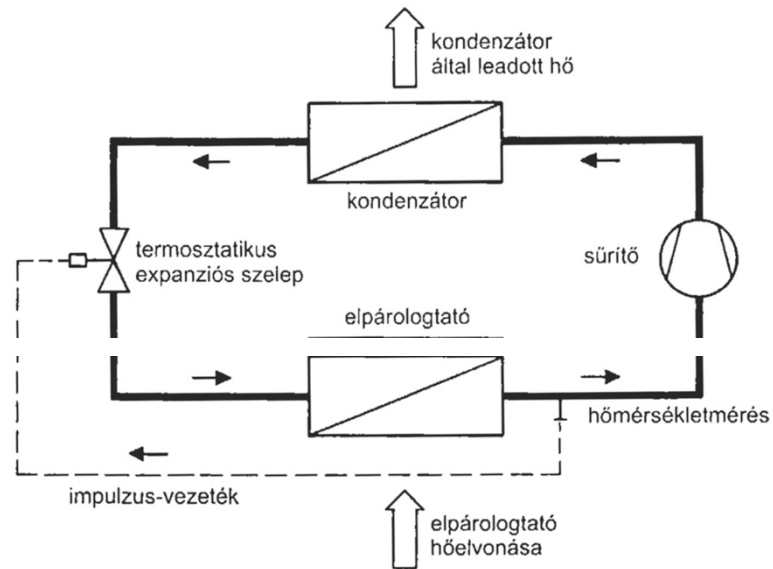
A hőszivattyú hatékonyságát a hasznos fűtőtéljesítmény és az előállításához szükséges gépi effektív teljesítményfelvétel hányadosa adja meg. Ebben az esetben a gép teljes, 100% terhelésen, szabványosított paraméterek és hőmérsékletek mellett üzemel. Ekkor kapjuk a hőszivattyú energetikai hatékonyságát COP (Coefficient of Performance) értéket. A hőszivattyú teljesítménytényezője nem egy fix érték. Teljesítménye az év folyamán a külső hőmérséklet változásától függően drasztikusan változhat. Pontos képet az éves teljesítmény tényező SPF (Seasonal Performance Factor) képes adni. Fontos megjegyezni, hogy ebben az esetben nem teljesítményről, hanem energiáról beszélünk. Az éves hasznos energia és az éves bevitt energia hányadosa adja az éves munkaszámot. (Dodog, 2018)

A hőszivattyú főbb elemei

Az elpárologtató és a kondenzátor tulajdonképpen ugyanaz az elem, egy hőcserélő. Típusa attól függ, hogy a gép milyen halmazállapotú közegből nyeri ki a hőt. Levegő-víz típusú esetében bordázott csőköteges hőcserélőt alkalmaznak. Víz-levegő típusnál pedig koaxiális, vagy bordázott csőköteges hőcserélő kerül beépítésre.

Manapság főként dugattyús kompresszort alkalmaznak. Régen expanziós hengert alkalmaztak hűtési üzemmódban, melyet fojtószelepre cseréltek le. Az expanziós henger mellett a régen alkalmazott hűtőközeget (freon) is lecserélték ózonréteg elvékonyító hatása miatt. A freon alkalmazása mára már törvényileg tiltva lett.

A hűtésre használt anyagok többsége már nem gyakorol hatást az ózonréteg elvékonyodására, azonban a globális felmelegedésre igen. Ennek mérésére két mutató is született: GWP (Global Warming Potential), azaz globális felmelegedési potenciál és TEWI (Total Equivalent Warming Impact), azaz teljes egyenértékű felmelegedési hatás. Utóbbi a GWP-nél pontosabb, mert a hűtőközeg közvetlen környezetterhelő hatása mellett a hűtéshez felhasznált energia előállításához kibocsátott széndioxidot is figyelembe veszi. (Kiss-Boros, 2021)



9. ábra: hűszivattyú főbb részei (Homonnay, 2001)

A manapság alkalmazott két leggyakrabban előforduló hűtőközeg az R32 és az R410A. Mind a két anyagra jellemző, hogy klórmentes. Az R32 egynemű, míg az R410A többnemű, keverék, azaz több egynemű hűtőközeg keveréke. Megfigyelhető, hogy egyre több gyártó cég cseréli le az R410A hűtőközeget R32-re. Egyrésről környezeti, másrésről egészségügyi okai vannak. Hiszen előbbinek magas a GWP értéke. Illetve, esetleges tűz esetén mérgező gázok kerülhetnek a levegőbe. Ezzel szemben az R32 szagtalan és kevésbé gyúlékony. Esetleges tűz esetén kisebb eséllyel fog égni. (Kurják, 2020)

8. Vízrel szemben támasztott követelmények

A víz a mindennapok szerves részét képezi. Felhasználható közvetlen és közvetett célok elérésére (mosakodás, egészségmegőrzés, ipar).

A felhasználás célja meghatározza a vízzel szemben támasztott követelményeinket:

- mekkora mennyiségben álljon rendelkezésre?
- milyen minőségben van rá szükség?
- mekkora nyomással folyjon ki a csapolón?

8.1. A víz fizikai tulajdonságai

- hőmérséklet,
- szín,
- szag,
- zavarosság. (Horváth, 2011)

8.2. A víz kémiai tulajdonságai

- oldott oxigén,
- só,
- szénsav,
- pH,
- mérgező anyagok. (Horváth, 2011)

8.3. A víz minősítése

A víz minősítése a felhasználás céljától függően változhat. Az osztályzás egyik módja:

- sókoncentráció mértéke,
- sókoncentráció minősége,
- szennyezettség,
- mérgezőanyagtartalom. (Horváth, 2011)

Az osztályzás másik módja a gyakorlati cél alapján:

- ivóvízellátásra,
- ipari vízellátásra.

1. táblázat: a vízminőséget jelző komponensek határértékei (Horváth, 2011)

Meghatározott alkatrész	Vízszolgáltató berendezés	Minősítés	
		elfogadható	tűrhető
Oxigénfogyasztás O_2 [mg/l]	egyek kutaknál	2,50	3,50
	vízvezetéknel	2,00	3,00
	felszíni vízfelhasználás esetén	3,00	4,00
Klorid Cl [mg/l]	egyek kutaknál	80,00	120,00
	vízvezetékeknel	50,00	100,00
Ammónium NH_4^+ [mg/l]	egyek kutaknál	0,05	0,20
	vízvezetéknel	igen gyenge nyom	nyom
		0,00	0,10 gyenge nyom
Nitrit NO_2^- [mg/l]	egyek kutaknál	0,20	0,50
	vízvezetéknel	igen gyenge nyom	nyom
		0,00	0,30 gyenge nyom
Nitrát NO_3^- [mg/l]	egyek kutaknál	50,00	80,00
	vízvezetéknel	30,00	50,00
Összes szilárd alkatrész [mg/l]	egyek kutaknál és vízvezetéknel		1000,00
Lúgosság n HCl/l	egyek kutaknál és vízvezetéknel	12,00	16,00
Összes keménység nkf.	egyek kutaknál és vízvezetéknel	30,00	45,00
		20,00	30,00
Szulfát SO_4^{2-} [mg/l]	egyek kutaknál és vízvezetéknel	200,00	300,00
		100,00	200,00
Vas Fe^{++} [mg/l]	egyek kutaknál és vízvezetéknel	0,30	0,40
		0,20	0,30
Mangán Mn^{++} [mg/l]	egyek kutaknál és vízvezetéknel	0,20	0,30
		0,10	0,20
Szulfid S^{2-} [mg/l]	egyek kutaknál és vízvezetéknel	0	igen gyenge nyom
Szabad klór Cl_2 [mg/l]	egyek kutaknál és vízvezetéknel	0,20	0,30
		0,10	0,20
Fenolok [mg/l]	egyek kutaknál és vízvezetéknel	0,20	0,30
		0,001	0,002
Réz Cu^{++} [mg/l]	egyek kutaknál és vízvezetéknel	2,00	
Ólom Pb^{++} [mg/l]	egyek kutaknál és vízvezetéknel	0,10	
Jodid [mg/l]	egyek kutaknál és vízvezetéknel	optimum: 0,20 – 0,10	
Fluorid F^- [mg/l]	egyek kutaknál és vízvezetéknel	optimum: 1,0 – 1,5	

8.4. Minőségi osztályok

I. osztály: tisztavíz:

- kommunális vízellátás,
- élelmiszer és egyéb ivóvízigényű ipari vízellátás,
- maximális igényű fürdés.

II. osztály: kissé szennyezett víz, bizonyos vízellátásra és egyes ipari célokra csak megfelelő előkészítést követően használható, előkészítés nélkül az alábbi célokra használható:

- haltenyésztés,
- üdülés,
- állattenyésztés vízellátása.

III. osztály: szennyezett víz, még számos célra használható:

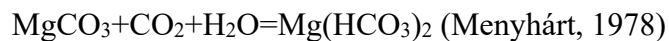
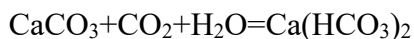
- mezőgazdasági öntözés,
- ipar.

IV. osztály: nagyon szennyezett víz. Felhasználása egyedi vizsgálatot igényel.

Magyarországon az MSZ 12749 szabvány írja elő az osztályozási és határérték rendszert. (Horváth, 2011)

8.5. Vízkeménység

A vízben oldott kalcium és magnéziumvegyületek okozzák a víz keménységét. A víz jó oldóképességének köszönhetően szén-dioxidot vesz fel a levegőből. A vízben elnyelt oxigén a szerves anyagokat is szén-dioxiddá alakítja, mely elősegíti sok szervesetlen só oldását. (Menyhárt, 1978)



2. táblázat: vízkeménység (Vízművek, 2020)

Nagyon lágy	< 40 mg/l
Lágy	40-80 mg/l
Közepesen kemény	80-180 mg/l
Kemény	180-300 mg/l
Nagyon kemény	> 300 mg/l

3. táblázat: az I-III osztály minőségi előírásai (Horváth, 2011)

Mutatók	Mértékegység	Osztály		
		I.	II.	III.
a/ Oxigénháztartás mutatói				
1. oldott oxigén	mg/l	> 6	5-6	3-5
2. oxigén telítettség	%	> 75	50-75	30-50
3. BOI ₅	mg/l	< 5	5-10	10-15
4. oxigénfogyasztás	mg/l	< 10	10-15	15-25
5. kénhidrogén	mg/l	0	0	0,01
b/ Ásványi anyagforgalom mutatói				
1. klorid-ion	mg/l	<200	200-300	400
2. szulfát-ion	mg/l	<150	150-250	300
3. összes keménység	nk°	<20	20-30	40
4. kalcium-ion	mg/l	<150	150-200	300
5. magnézium-ion	mg/l	<50	50-100	200
6. összes oldott só	mg/l	<50	500-800	1200
7. lebegő anyag	mg/l	<20	20-30	50
c/ Különleges mutatók				
1. ammónium-ion	mg/l	<1	1-3	10
2. nitrát-ion	mg/l	<13	13-30	-
3. pH érték	mg/l	6,5-	6,0-8,5	5,5-9,0
4. összes vastartalom	mg/l	8,5	0,5-1	1,5
5. mangán	mg/l	<0,5	0,3	0,8
6. vízgőzzel illanó fenolok	mg/l	0,1	0,02	-
7. detergenssek	mg/l	0,002	2	3
8. clanid-ion	mg/l	1	0,02	0,1
9-14. hőmérséklet, szag- és íz, szín, olaj, koli-titer, kórokozó csírák		0,01		

9. Szennyvíz

Az elfolyó szenny és csapadékvizet a következőképpen lehet csoportosítani:

- háziszennyvíz: szállodák, éttermek fürdő és zuhanyzóhelyiségeiből származik,
- ipari szennyvíz: gyártástechnológiai eljárás során keletkezik,
- locsolóvíz: egy része a csatornába folyik. (Menyhárt, 1978)

9.1. Házi szennyvíz

A házi szennyvíz napi mennyisége számos tényezőtől függ:

- a csatornázott terület lakosságától,
- a csatornázott terület jellegétől (ipari, mezőgazdasági település),
- beépítés jellege (magas, alacsony épületek, családházak). (Menyhárt, 1978)

9.2. Ipari szennyvíz

Az ipari szennyvíz nagyságának mértéke komplex feladat. Ismerni kell:

- az ipari üzemeket,
- a gyártógépek által keletkezett szennyvíz nagyságát.

Az üzem technológusaival együttesen kell egyeztetni. (Menyhárt, 1978)

9.3. Csapadékvíz minősége

Az elfolyó csapadékvíz szennyezettségének mértéke a benne lévő szennyezőanyagok fajtáitól, helyi adottságaitól változhat. A tetőfelületek, útburkolatok a csapadékvíz szerves és szervetlen anyagokat juttat a csatornába. A szerves anyagok nagysága függ:

- időjárási tényező (falevél),
- állati vonatkozású járművek. (Menyhárt, 1978)

10. Szellőzés

A különböző gyártási folyamatok kisebb-nagyobb mértékben szennyezik a környezetük légterét. Ezek a szennyezők lehetnek:

- cseppfolyós,
- szilár,
- por halmazállapotú,

melyek koncentrációjuktól függően veszélyesek lehetnek az élővilágra (növények, állatok, emberek) illetve az épületekre. Az ipari szellőztetőberendezések feladata ezen veszélyes anyagok koncentrációját a megengedett határérték alá való csökkentése. A munkahelyeken megengedett koncentrációértéket az Általános Balesetelhárítási és Óvórendszabály tartalmazza. (Menyhárt, 1978)

10.1. Természetes szellőzés

A természetes szellőzés esetén a környezeti hatásokat használjuk ki. Alapja:

- a hőmérséklet,
- szintkülönbség,
- külső levegő mozgás hatására létrejövő nyomáskülönbség. (Barótfi, 2008)

A külső levegő mozgását kihasználó szellőztetést szellőzésnek, a hőmérsékletkülönbséget kihasználó szellőzést gravitációs szellőzésnek hívjuk. (Barótfi, 2008)

Szellőzés

$$\Delta p = k * \frac{1}{2} * v^2 * \rho$$

Δp	szél dinamikus nyomása [Pa]
k	aerodinamikai tényező [-]
v^2	szél sebessége [m/s]
ρ	levegő sűrűsége [kg/m ³] (Barótfi, 2008)

Gravitációs szellőzés

$$\Delta p = H * \Delta \rho = H * (\rho_1 - \rho_2)$$

Δp	szél dinamikus nyomása [Pa]
H	szellőzőnyílások szintkülönbsége [m]
ρ_1	levegő sűrűsége a helyiség hőmérséklete alapján [kg/m ³]
ρ_2	levegő sűrűsége a környezet hőmérséklete alapján [kg/m ³] (Barótfi, 2008)

10.2. Gépi szellőzés

Mesterséges szellőztetés esetén ventilátorokkal biztosítható a levegő mozgása. Gépi szellőztetésre szükség lehet, ha:

- természetesen úton a légcseré nem biztosítható,
- a technológia megköveteli,
- a beszívott, elszívott levegő kezelésére van szükség. (Barótfi, 2008)

10.3. Gépi szellőzés lehetőségei

- túlnyomásos,
- kiegyenlített,
- elszívásos. (Barótfi, 2008)

10.4. Központi gépházás szellőzőrendszer

Előnyei:

- jobb átszellőzés biztosítható vele,
- a levegő elő és utókezelése könnyebben és gazdaságosabban kivitelezhető.

Hátrányai:

- nagyobb beruházási költség,
- egyedi kialakítást igényel. (Barótfi, 2008)

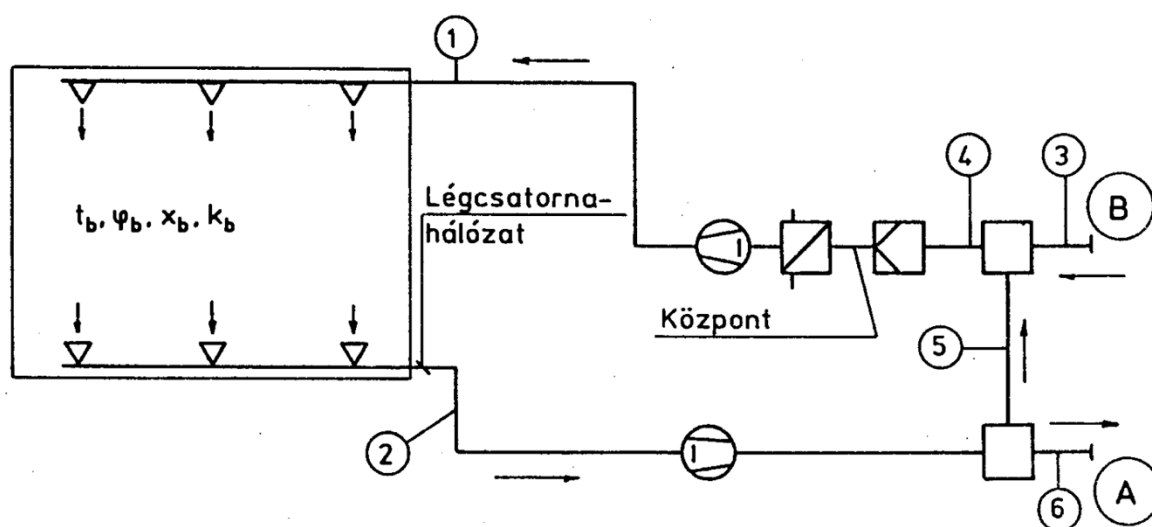
10.5. Egyedi szellőzőkkel kialakított szellőzőrendszer

Előnyei:

- kedvezőbb beruházási költségek,
- nem igényel egyedi kialakítást.

Hátrányai:

- egyenletes átöblítést nem biztosít,
- a levegő elő és utókezelés költséges. (Barótfi, 2008)



10. ábra: szellőztetőberendezés működési vázlata (Menyhárt-Marcsó, 1997)

- I. Befúvó és elszívó szerkezetek
- II. Légcsatornahálózat
- III. Levegő előkészítő központ. (Menyhárt-Marcsó, 1997)

11. Épület bemutatása

Az épület Kőbánya szívében, a Gyömrői út két oldalán elterülő gyógyszergyártó cég területén található. 1962-ben tervezték az akkori korra jellemző anyagok felhasználásával. Az épület külsőfalazatát vörös klinkertéglaburkolat fedte. A homlokzatokat tagoló monolit kiváltógerendák szigeteletlen vasbeton szerkezetek. Tartószerkezete monolit vasbeton pillérváz három hajós szerkezettel az épület hosszanti oldalán párhuzamosan futva. A pillérek között két hosszanti gerendasor futott végig. A vasbetongerendás előregyártott tálcás (béléstartest) födém ezekre a gerendasorokra terhelte.

Az épületben hőszigetelés alkalmazása nem volt jellemző. Falakban, koszorúgerendáknál, nyílászáróknál egyáltalán nem volt.

Vízszigetelésről tervdokumentáció nem áll rendelkezésemre. Építéstörténetből következtetve az alagsorban bitumenes lemezszigetelés volt valószínűsíthető. Jelentős vizesedés nem volt tapasztalható. A zárófödém csapadékszigetelése feltehetően az elmúlt évtizedek alatt fel lett újítva. Erre az eredeti szigetelőlemezre utólagosan lefektetett plusz réteg engedett következtetni.

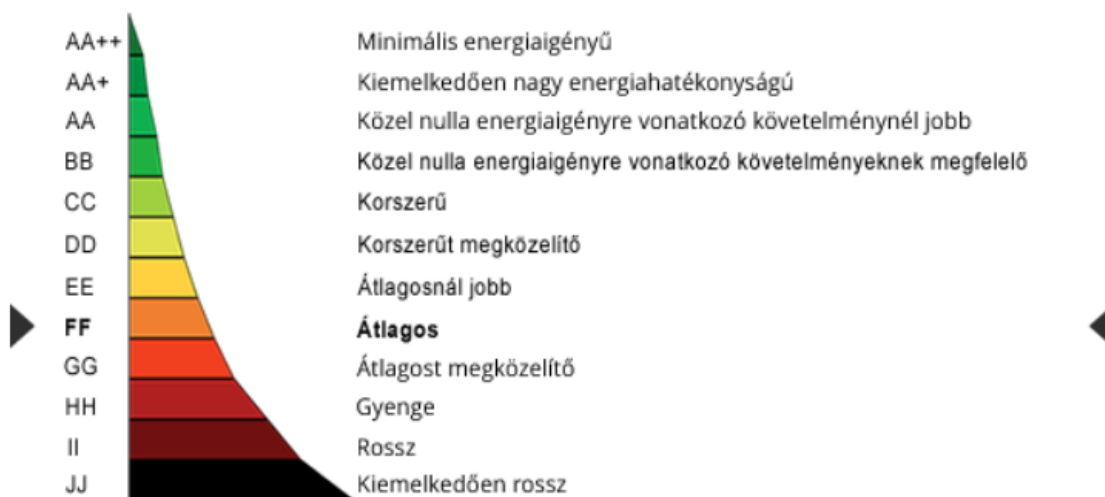
Az eredeti hőhidas szerkezetek egyes szinteken hőszigetelő műanyag nyílászárókra lettek cserélve. Az átalakítások során az esetleges új funkciójú helyiségekhez új ablakméretet alkalmaztak. Jellemzően a parapetmagasságokat lecsökkentve felbővített nyílásmérettel.

A homlokzati kitöltőfalak valószínűleg tömör nagyméretű téglából készültek. Jellemző vastagságuk 50 cm vakolattal együtt. A falak szintenként a pillérek közötti homlokzati monolit gerendákra terheltek.

Az épület vízfogyasztását az udvari vízhálózatra csatlakozó DN100 méretű ivóvíz bekötésén biztosított, amely az alagsorban csatlakozott az épülethez. Ez a gerincvezeték látta el hidegvízzel és közvetve használati melegvízzel a szociális épületet, a portát és a szomszédos épületeket is.

11.1. Energetika

Az épület eredeti állapotának rétegrendjének ismeretében elvégeztem az épület energetikai számításait WinWatt program segítségével. A kapott eredmények alapján az épület energetikai besorolása FF, amely a **11. ábrán** látható.



11. ábra: épület energetikai besorolása (www.otk.hu, 2023.03.28)

Az FF osztály hivatalos elnevezése „átlagos, az ebbe a kategóriába tartozó ingatlanok energiahatékonysága már nem elégíti ki teljesen a mai elvárásokat, ugyanakkor energiapazarlónak sem számítanak., melynek értelmében az fogyasztás mértéke 201-251 kWh/m²/a érték közé esik. (www.otk.hu, 2023.03.28)

Viszonytásképpen egy a mai kornak megfelelő ingatlan energetikai besorolása BB energiasztályú, amelynek értelmében az energiafogyasztás 81-100 kWh/m²/a közé esik. (www.otk.hu, 2023.03.28)

A tervezett állapot energetikai számításhoz szintén a Bausoft Pécsvárad Kft. WinWatt programja volt segítségemre. A felvett szerkezeti elemek és a hozzájuk tartozó hőátbocsátási tényező (U) illetve vonalmenti hőátbocsátási tényező (Ψ) minden szerkezetre megfelel a jelenleg hatályban lévő 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2021. III. 10-i, közel nulla energiaigényű követelményeinek.

Az eredeti állapot energetikai számításait az **1. számú** melléklet tartalmazza.

A tervezett állapot energetikai számításait a **2. számú** melléklet tartalmazza.

11.2. Rétegrend

Zárófödém

kavicsleterhelés	5 cm
ragasztott szigetelés	0,15 cm
extrudált polisztirolhab hőszigetelés	22 cm
ragasztott szigetelés	0,15 cm
kavicsbeton	6 cm
salakfeltöltés	16 cm
vasbeton gerendásfödém	10 cm
vakolat	1 cm

Padló

greslap	1 cm
vasalt aljzatbeton	6 cm
PE fólia	0,1 cm
hőszigetelés	2 cm
ragasztott szigetelés	0,2 cm
vasbeton	10 cm
kavicsfeltöltés	20 cm

Külső falazat

falburkoló téglá	10 cm
kiszellőztetett légrés	4 cm
hőszigetelés	20 cm
vasbeton	20 cm
zártlégrés	5 cm
gipszkarton	2,5 cm

Zárfödém	$U = 0,164 \text{ W/m}^2\text{K}$
Padló	$\Psi = 1,05 \text{ W/mK}$
Külső falazat	$U = 0,183 \text{ W/m}^2\text{K}$
Nyílászáró	$U = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$

A hőátbocsátási tényező kiszámítása a külső falazat példáján keresztül:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}}$$

U	hőátbocsátási tényező [W/m ² K]
α_i	belső hőátadási tényező [W/m ² K]
d	falvastagság [m]
λ	hővezetési tényező [W/mK]
α_e	külső hőátadási tényező [W/m ² K]

$$U = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,1}{0,93} + \frac{0,2}{0,036} + \frac{0,2}{1,55} + \frac{0,25}{0,3} + \frac{1}{24}} = 0,183 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

A vonalmenti hőátbocsátási tényező meghatározása:

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

R	hővezetési ellenállás [m ² K/W]
d	falvastagság [m]
λ	hővezetési tényező [W/mK]

$$R = \frac{0,01}{1,05} + \frac{0,06}{1,55} + \frac{0,001}{0,2} + \frac{0,02}{0,037} + \frac{0,1}{1,55} + \frac{0,2}{0,35} = 1,23 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

4. táblázat: vonalmenti hőátbocsátási tényező (TNM rendelet, 2023.03.28)

z [m] A padlószint és a talajszint közötti magasságkülönbség	A padlószerkezet hővezetési ellenállása a kerület mentén legalább 1,5					
	Szigetetlen	0,20- -0,35	0,40- -0,55	0,60- -0,75	0,80- -1,00	1,05- -1,50
-20...+20	1,75	1,45	1,35	1,25	1,15	1,05

11.3. Tervezett állapot

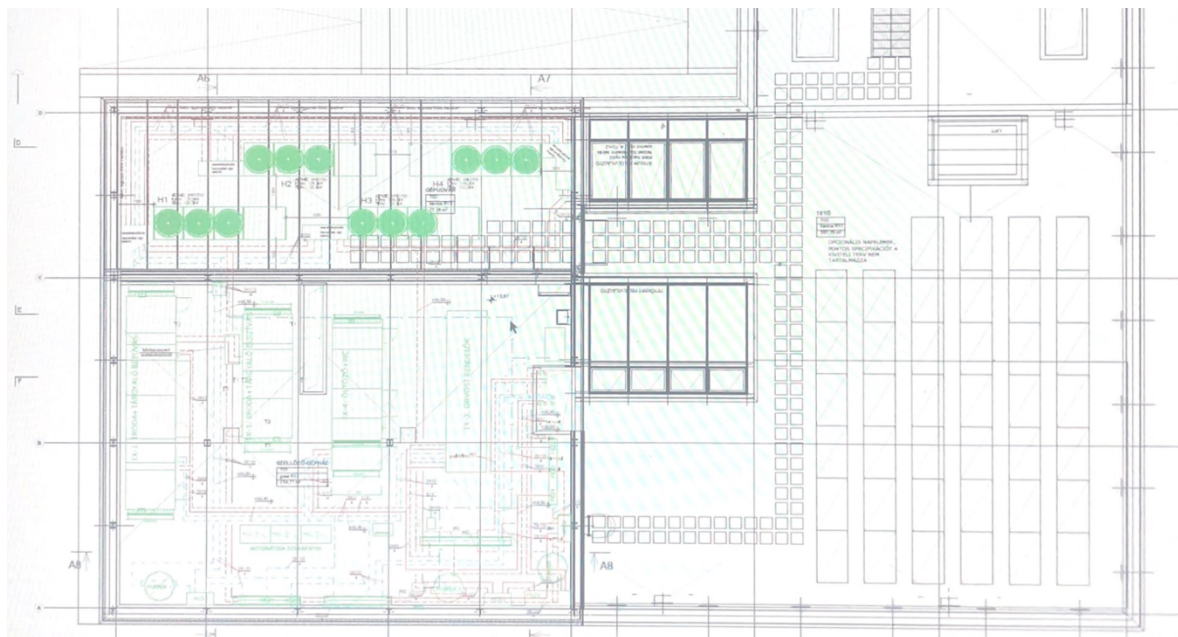
Az eredeti állapotban az épület napi vízfogyasztása 8,57 m³/nap volt. Az átalakítással egy korszerű, víztakarékos csaptelepekkel felszerelt épület jön létre a régi, korszerűtlen, vízpazarló szaniterekkel felszerelt épület helyett. Az épületből továbbra is biztosítva lesz a hideg és melegvíz a porta és a szomszédos épületek számára.

A használati melegvíztermelő központ ugyanúgy a pincébe fog kerülni. Az ehhez szükséges energiát gőz helyett a tetőre telepített 4 db levegő-víz típusú hőszivattyúból 3 db fogja biztosítani. A 2 db használati melegvíz tartály közül a kisebb (900 l) fogja ellátni a portát és a szociális épületet, míg a másik (1.000 l) a kapcsolódó épületek használati melegvizéről fog gondoskodni.

Az épület fűtéséről és hűtéséről együttesen 1 db nagyteljesítményű levegő-víz hőszivattyú fog gondoskodni, amely szintén a tetőn kerül telepítésre. Ez a termelt hő 4 csöves fan-coilnak és padlófűtésnek fogja leadni.

A szervertermek, orvosirendelők fűtése-hűtése egyénileg lesz megoldva. Ezekben a terekben oldalfali split klímák fogják biztosítani az állandó, ideális hőmérsékletet.

Az épület szellőzéséről 3 db légkezelőgép fog gondoskodni, amelyek szintén a tetőn, a hőszivattyúk mellett zárt gépházba fognak kerülni. Az egyes gépek a hozzájuk rendelt helyiségek frisslevegő ellátásáról és elszívásáról fogják biztosítani. A tetőn elhelyezésre kerülő gépészeti berendezések felülnézeti rajzát a **12. ábra** szemlélteti.



12. ábra: gépészet

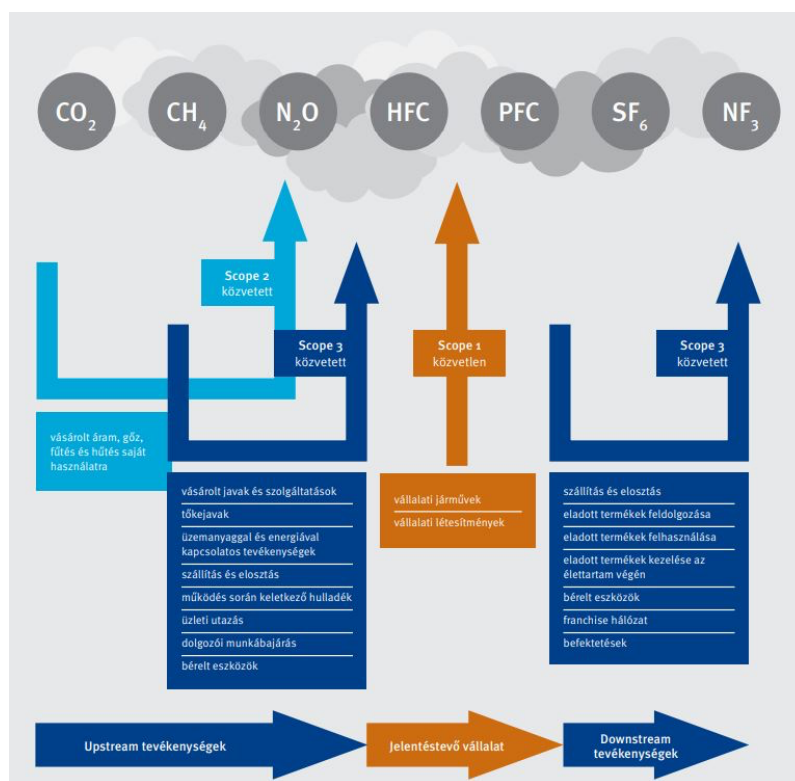
12. Célok

A Richter küldetése a betegek gyógyítása mellett egyben a környezet megóvása is. Ennek eszköze a környezetre gyakorolt negatív hatások minimalizálása. A vállalat környezeti terhelésének jelentős része a magas energiaigényű gyógyszergyártáshoz kapcsolódó villamosenergia felhasználásából ered. Csatlakozva az Európai Unió (Fit for 55) programjához cél a karbonlábnyom csökkentése, valamint a felhasznált energia mixen belül folyamatosan növelni a megújuló erőforrásból származó energia arányát.

A vállalat rövidtávú céljai:

- csökkenteni az üvegházhatású gázok kibocsátást 2030-ra 55%-kal az 1990-es szinthez képest,
 - 5% alatti illékony szerves vegyület (VOC) kibocsátása a felhasznált oldószerek arányában,
 - 60% arányban megújuló forrásból származó villamosenergia felhasználás 2030-tól.
- (www.richter.hu, 2023.03.28)

12.1. Klímavédelem



13 ábra: a vállalat közvetlen és közvetett kibocsátása (www.richter.hu, 2023.03.28)

A **13. ábráról** leolvasható, hogy a vállalat közvetlen és közvetett módon:

- szén-dioxidot,
- metánt,
- nitrogén-oxidot,
- HFC-t,
- PFC-t,
- SF₆-ot
- NF₃ juttat a levegőbe.

Közvetlen (scope 1) károsanyagkibocsátásért egyedülként a vállalati gépjárművek a felelősek. Közvetett módon (scope 2 és scope 3) a vásárolt energia (villamos áram, gőz), szállítás, fuvarozás, dolgozói munkába járás a felelősek.

Az ezekből fakadó éves CO₂ kibocsátás mértékét az **5. táblázat** adatai tartalmazzák.

5. táblázat: éves CO₂ termelés (www.richter.hu, 2023.03.28)

tCO ₂ ekv.	2018	2020	2021
Scope 1	37 359	33 104	33 197
Scope 2	73 452	68 050	66 524
Scope 3			
 Vásárolt anyagok és szolgáltatások	57 540	72 235	68 755
 Logisztika (beszállítás és elszállítás)	24 347	24 457	17 983
 Hulladékok szállítása és kezelése	13 590	13 809	9 160
 Dolgozói munkába járás, üzleti utak	6 746	4 966	5 031
 Termelési eszközök (pl. járművek, berendezések, épületek stb.)	2 387	1 957	2 519
 End of life (lejárt gyógyszerek)	363	150	352
Összes Scope 3 kibocsátás	104 973	117 574	103 800

Az adatokból kiolvasható, hogy 2018-hoz képest a vállalat 2020-as szén-dioxid termelése jelentős mértékben növekedett. Látható, hogy 2021-re a kibocsátott károsanyag mértéke markánsan csökkent, túlszárnyalva a 2018-as adatokat. Ezzel az ábrával azt kívánja prezentálni a cég, hogy komoly lépéseket tesz annak érdekében, hogy ezt a mennyiséget minimalizálja.

12.2. Levegőszennyezés

A levegőszennyezés mértékének a minimalizálása szintén a vállalat céljai közt szerepel. Mint minden jelentős környezetterheléssel bíró anyagot, a cég nyomon követi, hogy esetlegesen fellépő probléma esetén mihamarabb megtörténjen a szükséges intézkedés.

A levegőszennyezést okozó anyagokat 3 kategóriába soroljuk:

- illékony szerves vegyületek (VOC),
- egyéb légszennyező anyagok,
- ózonkárosító anyagok. (www.richter.hu, 2023.03.28)

6. táblázat: illékony szerves vegyületek mértéke (www.richter.hu, 2023.03.28)

	Budapest	Dorog	Debrecen	GR Romania	GR RUS	GR Polska	RTML	Richter-Helm
VOC veszteség levegőbe (%)	2,59	1,52	-	67,20	8,00	36,00	0,83	-
VOC veszteség levegőbe (t)	138,20	173,70	-	21,00	6,51	36,00	19,60	-
Nitrogén-oxidok (NOx) (t/év)	0,63	0,02	0,19	1,72	4,78	1,57	1,98	-
Szén-monoxid (CO) (t/év)	0,23	0,01	0,07	0,34	0,38	0,23	-	-
Szálló por (particulate matter – PM) (t/év)	0,00	0,00	0,00	-	-	0,02	42,18	-

7. táblázat: ózonkárosító anyagok mértéke (www.richter.hu, 2023.03.28)

	Budapest	Dorog	Debrecen	GR Romania	GR RUS	GR Polska	RTML	Richter-Helm
Gyártás	0	0	0	0	0	0	0	-
Hűtés	317	0	47	270	52	0	0	-

A **6. és 7. táblázat** számszerűsítik az egyes telephelyek 2021-ben a levegőbe kibocsátott károsanyagok mértékét. Jól látható, hogy a legszennyezőbbek a gyártáshoz szükséges hűtési energia és a gyártásból fakadó illékony anyagok.

A magyarországi telephelyeken folyamatosan korszerűsítik a gyártóberendezéseket, hogy a versenyképesség mellett csökkenteni tudják a károsanyagok levegőbe jutását. Legfőképpen ez az illékony anyagok koncentrációjára igaz.

12.3. Vízfelhasználás

Hazai vizeink védelme nem csupán Richter érdek, hanem országos stratégiai kérdés. A vállalat vízgazdálkodási stratégiájának célja a vízbázisok terhelésének minimalizálása, így mind a felhasznált víz mennyiségére, mind pedig a szennyezés mértékére figyelmet fordít. A vízfelhasználás csökkentésének egyik módja a folyamatok optimalizálása mellett az újra felhasználás:

- hűtési célú frissvíz,
- kondenzvíz esetében. (www.richter.hu, 2023.03.28)

8. táblázat: vállalat vízforrásai (www.richter.hu, 2023.03.28)

	Budapest	Dorog	Debrecen	GR Romania	GR RUS	GR Pol-ska	RTML	Richter-Helm	Összesen
Felszíni vízforrásból	1 308	273	120	82	0	0	90	0	1 872
Felszín alatti vízforrásból	2	176	4	0	42	34	0	14	272
Összesen	1 310	449	124	82	42	34	90	14	2 144

9. táblázat: keletkezett szennyvíz (www.richter.hu)

		Budapest	Dorog	Debrecen	GR Romania	GR RUS	GR Pol-ska	RTML	Richter-Helm
Technológiai szennyvíz	élővíz	0	585 483	0	0	43 580	0	0	5 500
	közcatorna	352 628	0	0	52 428	11 560	50 496	92 103	12 231
Egyéb szennyvíz	élővíz	0	0	0	-	0	0	0	0
	közcatorna	780 271	23 963	92 155	-	0	0	0	0

A **8. táblázat** adataiból leolvasható, hogy a telephelyek összes édesvíz igénye éves szinten 2.144.000 m³. A budapesti fióktelep szennyvíztermelése (technológiai, kommunális) 780.271 m³/év volt.

A csökkenetés hatására 2021-ben a felhasznált vízmennyiség lényeges változást mutatott:

- Dorogon 21,5%-kal,
- Romániában 7,9%-kal,
- Lengyelországban 8,1%-kal csökkent az az előző évhez képest.

12.4. Hulladék

A vállalat számára fontos feladat a gyógyszergyártásból származó hulladék mennyiségének csökkentése, illetve minél nagyobb mértékű újra hasznosítása. Ennek elérése érdekében:

- fejlesztésre került a szelektív hulladékgyűjtés rendszere,
- újra szervezték a kommunális hulladékgyűjtést,
- kiépítésre került egy központi hulladékgyűjtő rendszer.

A veszélyes anyagoknak titulált hulladékok kezelése ártalmatlanítással történik.

Hasznosítás lehet:

- oldószeres hulladékok esetében a külső partnernél történő regenerálás, akik újra terméket állítanak elő belőle,
- az energetikai hőhasznosítással történő égetés (jól égő hulladékok esetében) komposztálás pl. szennyvíziszap és egyéb jól bontható hulladékok,
- komposztálás.

Ártalmatlanítás lehet:

- égetés hőhasznosítás nélkül,
- lerakás: csak a más módon nem ártalmatlanítható veszélyes hulladék esetén.
(www.richter.hu, 2023.03.28)

10. táblázat: keletkező hulladék mennyisége (www.richter.hu, 2023.03.28)

		Budapest	Dorog	Debrecen	GR Romania	GR RUS	GR Polska	RTML	Richter -Helm	Összesen
Veszélyes hulladék (t/év)	ártalmatlanítás	2 790	1 470	86	16	91	21	80	52	4 606
	hasznosítás	5 143	6 873	24	0	298	0	652	0	12 990
Nem veszélyes ipari hulladékok (t/év)		1 063	487	35	148	147	210	0	10	2 100
Kommunális hulladék (m ³ /év)		1 250	438	128	467	512	466	0	28	3 289

13. TAO visszaigénylés

„Minden olyan szervezetnek, amely jövedelem- és vagyonszerzésre irányuló vállalkozási tevékenységet végez, társasági adó fizetési kötelezettsége van.” (www.audit-info.hu, 2022.10.15)

A társasági adó legfeljebb 70%-a igényelhető vissza adókedvezmény formájában, amely energiahatékonyságot növelő beruházásokra költhető el. Ennek mértéke függ a vállalkozás besorolásától és annak földrajzi elhelyezkedésétől:

- kisvállalatok esetében 50%,
- középvállalkozások esetében 40%,
- nagyvállalkozások esetében 30% takarítható meg a beruházás teljes költségéből. (www.audit-info.hu, 2022.10.15)

Az 1996. évi LXXXI. törvény [Tao. tv.] 22/E. §-a értelmében az adókedvezmény igénybevehető minden olyan eszközberuházás esetén, mely energiahatékonyságot szolgál. A 2015. évi LXXVII. törvény szerint energiahatékonyság növekedését eredményező beruházásnak minősül az, melynek eredményeképpen a végsőenergia-fogyasztás csökkenését eredményező energiamegtakarításra sor kerül [Tao. tv. 4. § 11a. pont]. Az adókedvezmény a 2017. január 1-jét követően megkezdett, energiahatékonysági célokat szolgáló beruházásokra tekintettel érvényesíthető.

13.1. Elszámolható költségek

Olyan fűtési-hűtési hőtermelők, amelyek a szükséges energiát megújuló energiaforrásból biztosítják és villamosenergia termelésre nem képesek:

- talajvizes hőszivattyú,
- levegős hőszivattyú,
- gázmotoros hőszivattyú,
- napkollektor,
- saját hulladékból származó biogázt és biomasszát hasznosító berendezés.

Ezen berendezéseken felül az olyan tárgyi eszközök számolhatóak el, amelyek az energiahatékonysági célokat közvetlenül szolgáló beruházás részét képezik és kevésbé hatékony, a beruházáshoz viszonyítva többletköltséggént jelentkeznek. (www.audit-info.hu, 2022.10.15)

13.2. Nem elszámolható költségek

Idesorolhatóak az olyan energiatermelő berendezések, amelyeknek képesek megújuló energiaforrásból villamosenergiát előállítani:

- napelem,
- szélturbina,
- vízerőmű,
- atomerőmű. (www.audit-info.hu, 2022.10.15)

Az energiahatékonysági célokat szolgáló beruházás adókedvezményének végrehajtási szabályairól a 176/2017. (VII. 4.) Korm. rendelet értekezik.

14. EKR

Az EKR az Energiahatékonysági Kötelezettségi Rendszer rövidítését jelenti. Ennek célja, hogy az országok csökkentsék energiafelhasználásukat.

Magyarország célul tűzte ki a Nemzeti Energia és Klímatervben, hogy végsőenergia-felhasználása 2030-ban ne haladja meg a 2005-ös értéket, a 785 PJ-t. Ennek elérése érdekében 2021-től kezdődően 2030-ig szükséges a 0,8%-os energiamegtakarítás.

Richter követve a kitűzött célt, a szociális épület beruházásának esetében is szem előtt tartja az energiamegtakarítást, amellyel egyben csökkentheti karbonlábnyomát is. (www.mekh.hu, 2023.10.23)

14.1. Kötelezettség mértéke

A kötelezett:

- a 2021-ben az általa megtermelt 2019 energiamennyiség 0,05%-t kell csökkenteni,
 - a 2022-ben az általa megtermelt 2020 energiamennyiség 0,1%-t kell csökkenteni,
 - a 2023-ban az általa megtermelt 2021 energiamennyiség 0,3%-t kell csökkenteni,
 - a 2024-2027-ben az általa egyes éveket megelőző második évben megtermelt energiamennyiség 0,5%-t kell csökkenteni,
 - a 2028-ban az általa megtermelt 2026 energiamennyiség 0,35%-t kell csökkenteni,
 - a 2029-ben az általa megtermelt 2027 energiamennyiség 0,15%-t kell csökkenteni,
 - a 2030-ban az általa megtermelt 2028 energiamennyiség 0,05%-t kell csökkenteni.
- (www.audit-info.hu, 2022.10.15)

14.2. Milyen beruházási projekteket lehet megvalósítani?

Olyan beruházások esetében alkalmazható, ahol a fűtési-hűtési rendszer, a hőtermelő, világítás korszerűsítésen esik át (napkollektor, hőszivattyú, szigetelés).

14.3. Milyen energiahatékonysági projektek nem felelnek meg?

Nem felelnek meg energiaátalakítási ágazatok (erőmű, olajfinomítás, távhőellátás).

15. Számítások

Számításaim során az MVM villany és gőz áraival fogok kalkulálni, mellyel forintositom az üzemeltetésből fakadó kiadásokat.

15.1. Erőátvitel energiaigénye

11. táblázat: az erőátvitel villamosenergia-fogyasztása

Hónap	2018 [kWh]	2019 [kWh]	2020 [kWh]	2021 [kWh]	2022 [kWh]
Január	6.480	5.040	5.520	5.280	1.448
Február	5.760	4.800	5.040	4.800	1.331
Március	4.800	5.280	5.040	5.520	1.606
Április	3.600	5.520	4.560	5.040	1.364
Május	3.840	5.520	4.800	5.040	1.084
Június	4.800	6.000	5.280	4.560	400
Július	5.280	4.320	5.760	4.320	981
Augusztus	4.560	3.840	4.560	2.640	157
Szeptember	4.800	4.320	4.080	1.200	-
Október	5.040	5.280	5.040	1.049	-
November	4.560	5.520	5.280	2.626	-
December	4.800	5.280	4.800	1.473	-
Összesen:	58.320	60.720	59.760	43.548	11.971

A **11. számú táblázat** adataiból jól látszik, hogy a vizsgált időtartamban 2018-2020 között közel azonos az egy évre jutó villamosenergia fogyasztás. Drasztikus csökkenés 2021-ben és 2022-ben volt tapasztalható. 2021 augusztusában kezdődött meg az épület kiürítése, a dolgozók kiköltöztetése a beruházás megkezdése előtt. Szeptembertől kezdve az épület villamosenergia-igénye az építkezésen használt gépek és a szomszédos épületek fűtésére, használati melegvíz előállítására korlátozódott.

Az is jól látszik, hogy 2022-ben a hónapok előrehaladtával közel nullára redukálódott az épület villamosenergia-igénye. Ez annak volt köszönhető, hogy nem volt szükséges a szomszédos épületek fűtéséről gondoskodni. A minimális fogyasztást az építkezésen alkalmazott gépek villamosenergia-igénye és a szomszédos épület használati melegvíz termelése eredményezte. Ezeket az adatokat augusztus közepén kértem le. Emiatt nem áll rendelkezésemre több adat az évből.

Az épület teljes villamosenergia fogyasztását a vizsgált időtartamban a **12. számú táblázat** tartalmazza.

12. táblázat: az erőátvitel villamosenergia-fogyasztása

Év	2018 [kWh]	2019 [kWh]	2020 [kWh]	2021 [kWh]	2022 [kWh]
Összesen:	58.320	60.720	59.760	43.548	11.971

Az aktuális energia beszerzési árak üzleti titoknak minősülnek. A vállalati energia beszerzési szerződések futamidejét figyelembe véve az MVM Démász Áramhálózati Kft. területén nem lakossági ügyfeleknek szánt 2019 január 1-jétől hatályos egységárait vettem alapul. És ezzel biztosítható a földgáz és villamos energia beszerzési árak aránya a valós helyzetet tükrözve. A1 árszabás mellett a villamosenergia ára nettó 42,28 Ft.

A 2019-es adatokat alapul véve az épület erőátvitelre szánt villamosenergia 1 éves viszonylatban a vállalat számára 2.567.242 Ft-ba került.

Az épület 2023 januárjával visszakerült a villamos osztály felügyeleti rendszerébe, így konkrét adatok állnak rendelkezésemre:

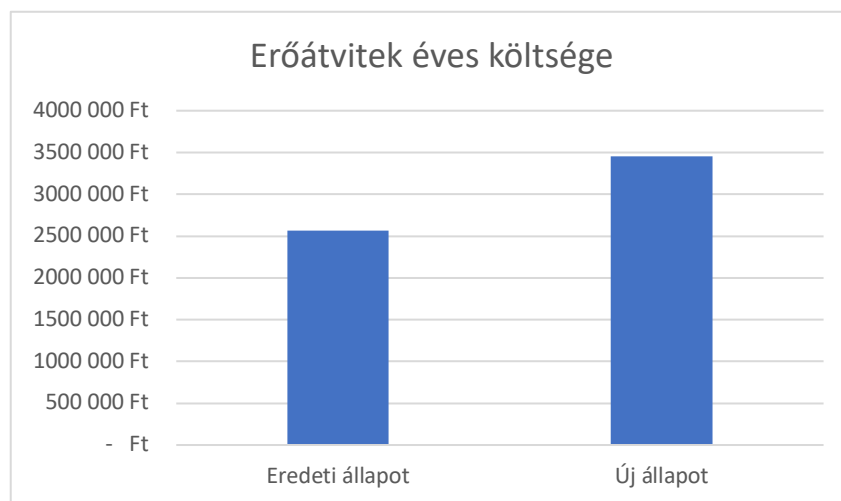
13. táblázat: a tervezett állapot erőátvitel villamos fogyasztása

Hónap	Január [kWh]	Február [kWh]	Március [kWh]
Összesen:	35.427	13.399	6.806

A kapott mérési adatok közül a márciusi adattal számolok, mert a megelőző hónapok a felvonulási területen a kivitelezők által elfogyasztott villamosáram mértékét mutatják. Fogyasztási linearitást feltételezve az épület átépített állapotának erőátvitelre szánt éves villamosenergia-fogyasztása 81.672 kWh/a-re emelkedett.

Az aktuális energia beszerzési árak üzleti titoknak minősülnek. A vállalati energia beszerzési szerződések futamidejét figyelembe véve az MVM Démász Áramhálózati Kft. területén nem lakossági ügyfeleknek szánt 2019 január 1-jétől hatályos egységárait vettem alapul. És ezzel biztosítható a földgáz és villamos energia beszerzési árak aránya a valós helyzetet tükrözve. A1 árszabás mellett a villamosenergia ára nettó 42,28 Ft.

A 2023-as adatokat alapul véve az erőátvitelre szánt villamosenergia 1 éves viszonylatban a vállalat számára 3.453.092 Ft-ba kerül.



14. ábra: erőátvitel éves költsége

Ez az adat csupán tájékoztató jellegű, mert jelen pillanatban nem áll rendelkezésemre éves normál használatból fakadó villamosenergia-fogyasztás mérési adat. Továbbiakban nem veszem alapul számításaim során.

15.2. Világítás energiaigénye

14. táblázat: világítás villamosenergiafelhasználása

Hónap	2018 [kWh]	2019 [kWh]	2020 [kWh]	2021 [kWh]	2022 [kWh]
Január	9.120	7.560	6.660	7.080	540
Február	7.320	6.060	5.880	6.120	-
Március	7.500	5.940	5.820	6.000	-
Április	6.480	5.640	5.340	5.580	-
Május	7.140	5.880	5.280	5.280	-
Június	7.320	6.420	4.980	3.300	-
Július	7.920	6.780	6.300	3.720	-
Augusztus	9.240	5.700	6.000	3.360	-
Szeptember	7.560	5.760	5.760	2.940	-
Október	7.740	6.300	6.600	5.742	-
November	7.680	6.240	7.560	300	-
December	7.140	6.180	6.840	1.020	-
Összesen:	92.160	74.460	73.020	50.442	540

A **14. számú táblázat** adataiból leolvasható, hogy 2018-ban kiugróan magas volt az épület világításának energiafogyasztása. Feltehetőleg azzal magyarázható, hogy 2019 februárjában világítás korszerűsítésen esett át az épület, amellyel megközelítőleg 20.000 kWh/a villamosenergiát spórolt meg a cég. 2021-ben ugyanekkora mértékben redukálódott le a fogyasztás. Ez a beruházás megkezdésével magyarázható biztosan. Az is jól látszik, hogy a hónapok előrehaladtával drasztikusan lecsökkent a fogyasztás, amely a bontási munkálatok előrehaladtával, a világítás megszüntetésével magyarázható. 2022 január hónapjában teljes egészében megszűnt a világításra szánt villamosenergia-igény. További adat nem áll rendelkezésemre.

Az épület teljes villamosenergia fogyasztását a vizsgált időtartamban a **15. számú táblázat** tartalmazza.

15. táblázat: a világítás villamosenergia-fogyasztása

Év	2018 [kWh]	2019 [kWh]	2020 [kWh]	2021 [kWh]	2022 [kWh]
Összesen:	92.160	74.460	73.020	50.442	540

Az épület átépítés utáni állapotáról készült energetikai tanúsítvány, amelynek számított adatait fogom alapul venni. Az épület mindegyik szintje azonos alapterülettel, tömbszerűen lett kialakítva, amelynek szintenkénti alapterülete körülbelül 600 m², ahogyan erről az **1. pontban** írtam. Ezek alapján az épület bruttó alapterülete 3.000 m². Kapott adatok alapján a hasznos alapterület 2.660 m².

Energetikai számítások alapján a tervezett épület világítási rendszerének energiaigénye 19,25 kWh/m²a.

$$E_{\text{vill}} = 19,25 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

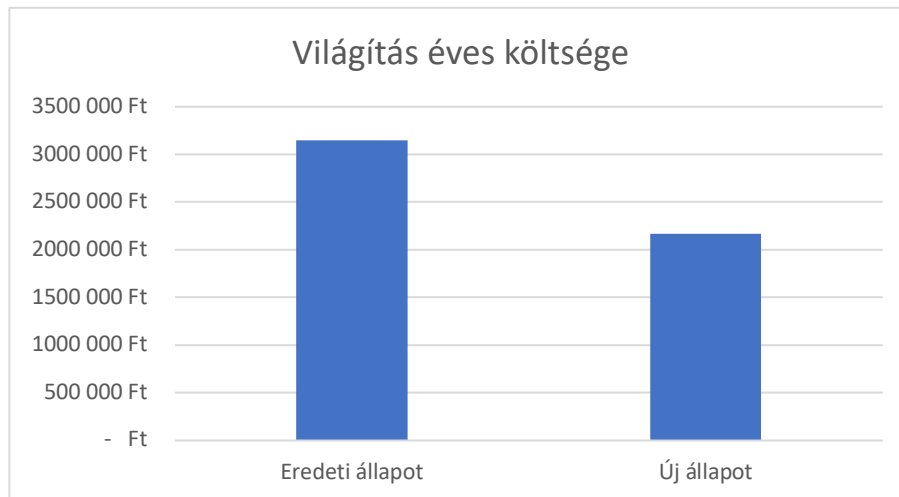
$$A_N = 2.660 \text{ m}^2$$

$$E_{\text{vill(t)}} = E_{\text{vill}} * A_N = 51.205 \text{ kWh/a}$$

Az aktuális energia beszerzési árak üzleti titoknak minősülnek. A vállalati energia beszerzési szerződések futamidejét figyelembe véve az MVM Démász Áramhálózati Kft. területén nem lakossági ügyfeleknek szánt 2019 január 1-jétől hatályos egységárait vettem alapul. És ezzel biztosítható a földgáz és villamos energia beszerzési árak aránya a valós helyzetet tükrözve. A1 árszabás mellett a villamosenergia ára nettó 42,28 Ft.

A 2019-es adatokat alapul véve az épület világításra szánt villamosenergia 1 éves viszonylatban a vállalat számára 3.148.169 Ft-ba került.

Energetikai számításokat figyelembe véve az épület világításra szánt villamosenergia nagysága a vállalat számára éves viszonylatban 2.164.947 Ft-ra csökken a beruházásnak köszönhetően.



15. ábra: világítás éves költségek

15.3. Gőzzel történő fűtés és használati melegvíz energiaigénye

16. táblázat: 2019-ben termelt gőzmennyiség

Termelt gőzmennyiség			
2019	2. számú gőzkazán	3. számú gőzkazán	4. számú gőzkazán
Mértékegység	m ³	m ³	m ³
I. negyedév	1.191.393	1.138.652	785.482
II. negyedév	1.225.563	546.381	137.826
III. negyedév	584.071	333.467	297.160
IV. negyedév	1.113.229	459.459	66.842
Összesen:	4.114.257	2.477.959	1.287.311

17. táblázat: 2020-ban termelt gőzmennyiség

Termelt gőzmennyiség			
2020	2. számú gőzkazán	3. számú gőzkazán	4. számú gőzkazán
Mértékegység	m ³	m ³	m ³
I. negyedév	947.091	562.721	1.514.404
II. negyedév	1.346.694	196.840	50.146
III. negyedév	324.383	148.692	4.176
IV. negyedév	750.846	274.902	864.867
Összesen:	3.369.014	1.183.154	2.433.593

cal

Termelt gőzmennyiség			
2021	2. számú gőzkazán	3. számú gőzkazán	4. számú gőzkazán
Mértékegység	m ³	m ³	m ³
I. negyedév	254.440	205.132	536
II. negyedév	93.746	1.571	922
III. negyedév	364.215	374.968	361.013
Összesen:	3.444.466	1.471.139	1.260.076

Gőzt a telephelyen 3 db gőzkazán állít elő a **16., 17. és 18. táblázatok** szerinti arányban. Látható, hogy csökken a gyár gőzigénye. Ez azzal magyarázható, hogy a cég célul tűzte ki a karbonlábnyom csökkentését. Kezdetben a komfort épületekben szünteti meg a gőzzel való

fűtést, használati melegvíz előállítást. A későbbiekben a technológiai területek gőzellátásának megszüntetése is megvalósul 2050-ig.

A szociális épületnek eredeti állapotában a fűtése és a használati melegvíz előállítása is gőzzel történt.

Az elvégzett energetikai számítások alapján az épület fűtéséhez szükséges energia nagysága 164,41 kWh/m²a volt.

Az épület alapterülete 2.660 m².

$$E_F = Q * A = 164,41 * 2.660 = 437.331 \text{ kWh/a}$$

Az eredeti állapotban a használati melegvizet 4 db egyenként 3.000 l kapacitású bojler állította elő. Számítások segítségével meghatároztam az épület használati melegvíz előállításának fajlagos energiaigényét, mely 20,47 kWh/m²a volt.

$$E_{H MV} = Q * A = 20,47 * 2.660 = 54.450 \text{ kWh/a}$$

Ezek alapján az épület éves használati melegvíz energiaigénye 54.450 kWh/a volt.

Összesített energiaigény:

$$E = E_F + E_{H MV} = 437.331 + 54.450 = 491.781 \text{ kWh/a}$$

A 491.781 kWh fogyasztás 46.614 m³ gáznak felel meg. 80%-os kazántelevi hatásfokot feltételezve az épület gőz (gáz) fogyasztása 58.268 m³ volt.

Az MVM nem lakossági ügyfeleknek szánt 2022. október 1-től érvényben lévő II. árkategóriába eső díjszabása (nettó 92,76 Ft/m³) alapján az épület fűtése és használati melegvíz előállítása egy éves viszonylatban 5.404.940 Ft-ba került.

15.4. Fűtés energiaigénye

$$E_F = 34,32 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$A_N = 2.660 \text{ m}^2$$

$$E_{F(t)} = E_F * A_N = 91.291 \text{ kWh/a}$$

15.5. Használati melegvíz energiaigénye

$$E_{H MV} = 8,37 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$A_N = 2.660 \text{ m}^2$$

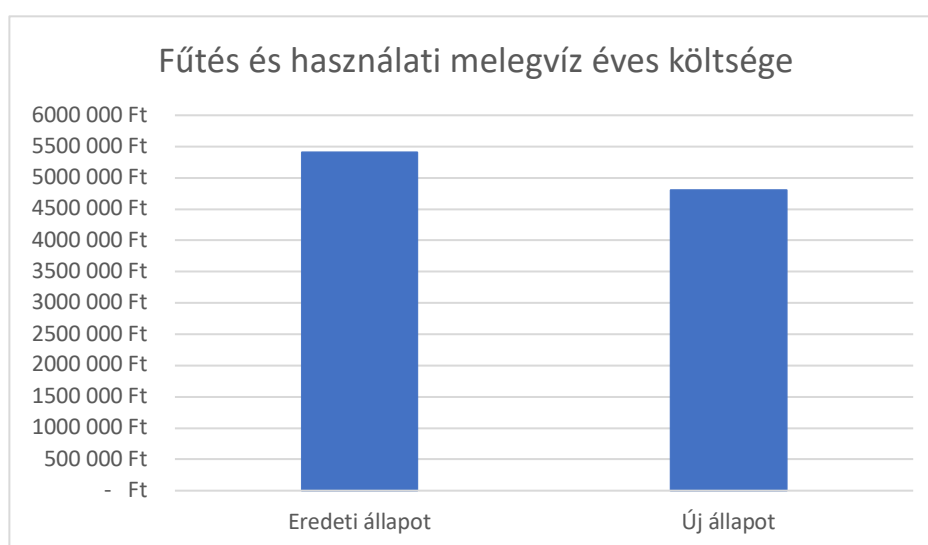
$$E_{H MV(t)} = E_{H MV} * A_N = 22.264 \text{ kWh/a}$$

Összesített energiaigény:

$$E = E_{F(t)} + E_{H MV(t)} = 91.291 + 22.264 = 113.555 \text{ kWh/a}$$

Az aktuális energia beszerzési árak üzleti titoknak minősülnek. A vállalati energia beszerzési szerződések futamidejét figyelembe véve az MVM Démász Áramhálózati Kft. területén nem lakossági ügyfeleknek szánt 2019 január 1-jétől hatályos egységárait vettem alapul. És ezzel biztosítható a földgáz és villamos energia beszerzési árak aránya a valós helyzetet tükrözve. A1 árszabás mellett a villamosenergia ára nettó 42,28 Ft.

Ezen adatok ismeretében a tervezett állapot fűtésre és használati melegvíz előállításra szánt villamosenergia a vállalat számára 4.801.105 Ft-ba került.



16. ábra: fűtés és használati melegvíz éves költsége

15.6. Légtechnika energiaigénye

$$E_{LT} = 26,41 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$A_N = 2.660 \text{ m}^2$$

$$E_{LT(t)} = E_{LT} * A_N = 70.251 \text{ kWh/a}$$

15.7. Hűtés energiaigénye

$$E_{H\ddot{U}} = 9,77 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$A_N = 2.660 \text{ m}^2$$

$$E_{H\ddot{U}(t)} = E_{H\ddot{U}} * A_N = 25.988 \text{ kWh/a}$$

Összesített energiaigény:

$$E_{\ddot{O}} = E + E_{H\ddot{M}V(t)} + E_{LT(t)} + E_{H\ddot{U}(t)} = 113.555 + 70.251 + 25.988 = 209.794 \text{ kWh/a}$$

Az aktuális energia beszerzési árak üzleti titoknak minősülnek. A vállalati energia beszerzési szerződések futamidejét figyelembe véve az MVM Démász Áramhálózati Kft. területén nem lakossági ügyfeleknek szánt 2019 január 1-jétől hatályos egységárait vettem alapul. És ezzel biztosítható a földgáz és villamos energia beszerzési árak aránya a valós helyzetet tükrözve. A1 árszabás mellett a villamosenergia ára nettó 42,28 Ft.

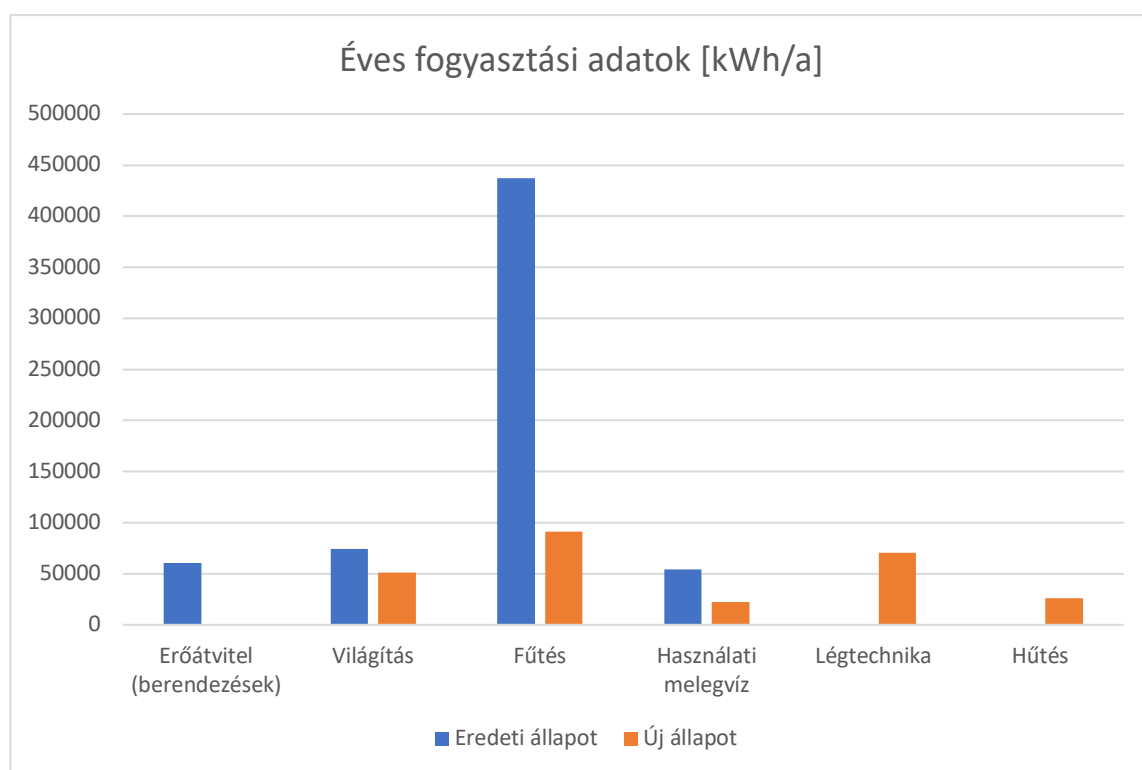
Az energetikai számításokat figyelembe véve az épület erőátvitelre szánt villamosenergia-felhasználásának költsége 1 éves viszonylatban a vállalat számára 8.870.090 Ft-ra változott.

16. Eredmények

19. táblázat: energiaigény naturáliákban kifejezve

	Eredeti állapot	Új állapot
Erőátvitel (berendezések)	60.720 kWh/a	-
Világítás	74.460 kWh/a	51.205 kWh/a
Fűtés	437.331 kWh/a	91.291 kWh/a
Használati melegvíz	54.450 kWh/a	22.264 kWh/a
Légtechnika	-	70.251 kWh/a
Hűtés	-	25.988 kWh/a
Összesen:	543.756 kWh/a	342.671 kWh/a

A fogyasztási adatokból kivehető, hogy drasztikus mértékben, két nagyságrenddel kevesebb az épület fűtésre szánt energiaigénye a tervezett állapotban. A fűtés mellett csökkent a világításra és használati melegvíz előállítás energiaigénye, míg megugrott az erőátvitel energiaigénye.



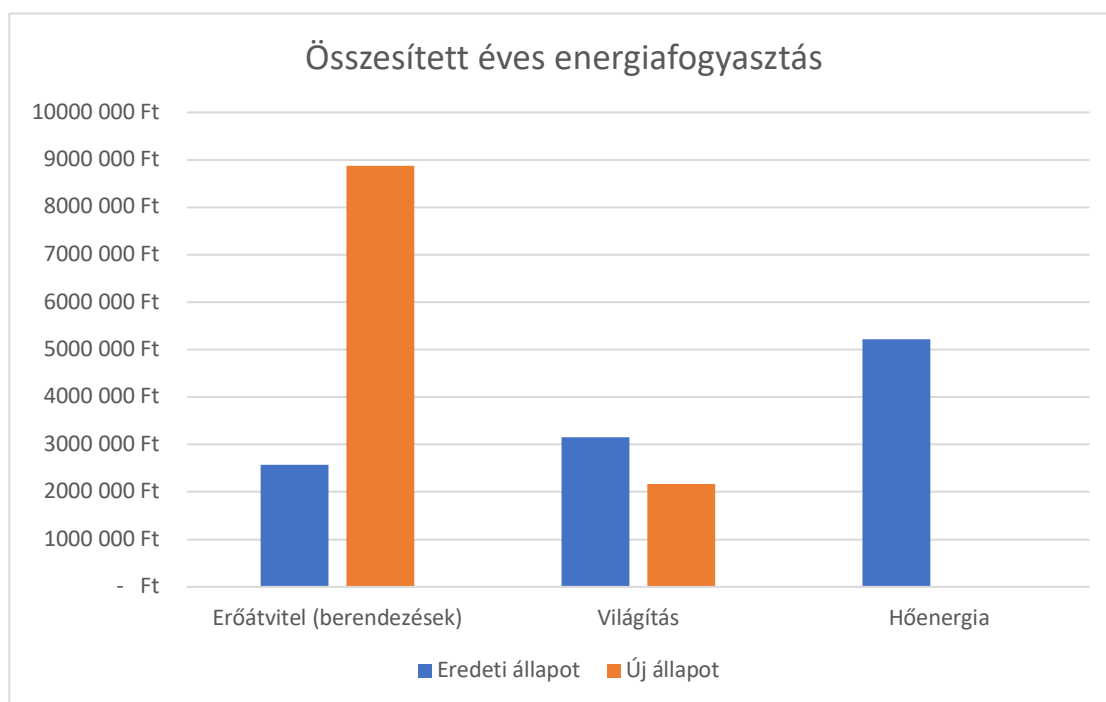
17. ábra: energiaigény naturáliákban kifejezve

20. táblázat: összesített energiaigény

	Eredeti állapot	Új állapot
Erőátvitel (berendezések)	2.567.242 Ft	-
Világítás	3.148.169 Ft	2.164.947 Ft
Fűtés	3.845.180 Ft	3.859.783 Ft
Használati melegvíz	1.376.837 Ft	941.322 Ft
Légtechnika	-	2.970.212 Ft
Hűtés	-	1.098.773 Ft
Összesen:	10.937.428 Ft	11.035.037 Ft

A kapott fogyasztási adatokat átszámítottam forintra, melyet oszlopdiagramba foglalva szemléltettem. Lásd: **18 ábra**. Az eredeti állapotban a fűtést és használati melegvizet gőzzel állítottuk elő, ezért ezt összesítve tűntettem fel a diagramban.

A tervezett állapotban a fűtést-hűtést, használati melegvizet és légtechnikát villamosárammal állítjuk elő, így ezeket az összegeket együtt kezeltem az erőátvitellel.



18. ábra: összesített energiaigény

A diagram adataiból leolvasható, hogy jelentősen lecsökkent a világításra felhasznált villamosenergia fogyasztás mértéke. Ez köszönhető az energiatakarékos LED lámpák beépítésének, amely kevesebb veszteséggel képes az adott helységet megvilágítani.

A gőzzel történő fűtést és használati melegvíz előállítását teljes egészében kiváltjuk a tervezett állapotban, így annak értéke nullára redukálódott le.

Ezzel ellentétben az erőátvitelre szánt villamosenergia mértéke drasztikusan megnőtt a tervezett állapotban.

Az épület éves fenntartási, működési költsége drasztikus mértékben nem változott meg, miközben magasabb a komfortfokozata.

17. Beruházási költségek

Ebben a fejezetben szemléltetek két esetet, melyben vizsgálom a költségeket, a környezetterhelő hatás mértékét és ezzel együtt az ütemterv esetleges csúszását.

17.1. Visszabontás szerkezetig

Ennek értelmében az épületet nem rombolták le teljes egészében, hanem megmaradtak:

- merevítőfalak,
- pillérek,
- tartógerendák,
- tálcás födémek.

Ennek a megoldásnak számos előnye származott, melyek a következők voltak:

- határidő: minimum félévvel korábban lehet az épületet a felhasználók számára visszaadni,
- környezetterhelés: a pluszban keletkezett építési törmelék elszállíttatásáról gondoskodni kellett volna. Ezzel kapcsolatos számításokat a **17.2. fejezet** tartalmazza,
- anyagi természetű: a pluszban keletkezett törmelék plusz költséget jelent a beruházónak. Ezzel kapcsolatos számításokat a **17.2. fejezet** tartalmazza.

Mindezek ellenére számos előnnyel járt volna, ha az egész épület elbontásra került volna.

Ezek a következők voltak:

- határidő: az épület az átépítés alatt működő épületeket látott el hidegvízzel, használati melegvízzel és tűzivízzel. Ezek nyomvonalának korrekciója számtalan ember jóváhagyása után következhetett be, mely összességében hetekbe is belekerült,
- határidő: ebben az esetben energia betáplálásokat ki lehetett volna előzetesen helyezni másik épületbe, így a beruházásra érzéketlenné válhatott volna az üzem.

17.2. Beruházás a nulláról

Mint arról az előző fejezetben értekeztem, számos előnnyel járt volna, ha a teljes épület lebontásra kerül és a semmiből kerül újra felhúzásra a szerkezetig való visszabontás helyett.

17.2.1. Határidő

Az előzetes statikai vizsgálatok kimutatták, hogy a tartószerkezetek jó állapotban vannak, pillérerősítéssel, plusz vasbeton merevítőfalak alkalmazásával a beruházás kivitelezhető. A teljes épület elbontása nem vált indokolttá.

17.2.2. Környezetterhelés

Pontos adatok nem állnak a rendelkezésemre, így csupán becsülni tudom a mennyiségeket. Ebben a fejezetben a pluszban keletkező építési törmelék mennyiségét fogom megbecsülni. Az épület szintenként megközelítőleg 600 m², ezt fogom alapul venni. A teljes földémszerkezet 3.000 m². A födémek vastagsága jellemzően 0,4 m. A födemből keletkező törmelék nagysága szabályos téglatesteket feltételezve:

$$V_1 = A * m = 3.000 * 0,4 = 1.200 \text{ m}^3$$

A szintek jellemzően 3,40 m belmagasságúak. A födémek vastagsága jellemzően 0,4 m. A teljes pillér hossz 19 m az összes szintre vetítve. Ezekből szintenként 16 db található meg. Ezek együttes hossza 304 m. Egy pillér alapterülete 0,16 m². Az ebből keletkező törmelék nagysága:

$$V_2 = A * m = 0,16 * 304 = 48,64 \text{ m}^3$$

Az épület körül 1 m távolságban 2 m mélységben ki kell ásni a földet a lábazati hőszigetelés felvitele érdekében. Az ebből keletkező törmelék nagysága a következőkből számítható ki: az épület rövidebb oldala 20 m, míg a hosszabb 30 m. Ezek ismeretében a keletkező építési törmelék nagysága:

$$V_3 = A * m = (20 * 1) * 2 = 40 \text{ m}^3$$

$$V_4 = A * m = (30 * 1) * 2 = 60 \text{ m}^3$$

A keletkező törmelék nagysága összesen:

$$V_0 = \sum V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = 1.200 + 48,64 + 44 + 64 = 1.356,64 \text{ m}^3$$

A keletkezett többlet törmelék részben vagy egészben újrahasznosítható. A hulladékot szeparálni a kezelőnek (aprítás, osztályozás) való átadásig szükséges. A nem hasznosítható bontásianyag elszállíttatása mellett a szabályos lerakásról is gondoskodni kell, melynek költségei az építetöt terhelik. (www.nive.hu, 2023.04.13)

A keletkezett 1.356,64 m³ vasbeton az elbontást követően részben plusz terhet fog jelenteni a környezet számára. A fel nem használható építési törmeléket újra létre kell hozni, mellyel csak a karbonlábnyomot növeljük meg.

17.2.3. Anyagi vonzat

A keletkezett építési hulladék elszállításáról lerakásáról gondoskodni kell. A céggel keretszerződött partner árlistáját nem ismerem, weboldalukon nem találtam erre vonatkozó dokumentumot, így egy általam talált cég szállítási díjait veszem alapul.

A Koncz 2004 Bt. nettó 10.000 Ft/m³ áron szállítja el az inert (építési) hulladékot. A jelenlegi számítással ez a beruházást 13.566.400 Ft-tal drágította volna meg, amely nem foglalja magában a bontás díját. (www.sittszallitas-lombtalanitas.hu, 2023.04.02)

A bontás díját szintén csak becsülni tudom, mert konkrét adatok nem állnak a rendelkezésemre:

- 10 fővel számolok,
- 1 fő órás foglalkoztatottsága rezsiárakat figyelembevéve nettó 5.070 Ft az ÉVOSZ adatai alapján,
- napi 8 órás munkarendben,
- heti 5 napos munkavégzést feltételezve 6 hónapon (24 héten) át.

Napi költség 10 embert feltételezve:	405.600 Ft
Heti költség:	2.028.000 Ft
Havi költség:	8.112.000 Ft
Fél évi költség:	48.672.000 Ft

A keletkezett törmelékkel együtt a legkedvezőbb óradíjakat figyelembe véve ez a megoldás a teljes beruházás összegét minimum nettó 62.238.400 Ft-tal emelné meg, mely nem foglalja magában:

- merevítőfalak,
- pillérek,
- tartógerendák,
- födémek kialakításának díját.

18. Összefoglalás

Diplomamunkám egy a Richter Gedeon budapesti telephelyén található szociális épület teljes felújításának bemutatásáról szól, amelynek keretében vizsgáltam az energetikai beruházásból fakadó üzemeltetési költségek csökkenését.

Az épületet 1962-ben tervezték az akkori kor építőanyagainak felhasználásával, mely megfelelt a múlt energetikai követelményeknek, amely a kiindulási pontot adta számomra. A hőszigetetlen épület a korszerűtlen hőtermelőkkal, hőleadókkal a mai szemlélet szerint energiapazarlóvá vált.

Számításaim során sorra vettem az eredeti épület fűtéséhez és használati melegvíz előállításához szükséges gőz/gáz mellett az erőátvitelhez, világításhoz szükséges villamosenergia nagyságát. A kapott eredményeket összehasonlítottam a tervezett állapot villamosenergia-igényeivel, melyeket táblázatba foglalva szemléltettem.

A vizsgálat kimutatta, hogy a beruházással üzemeltetési költség nem takarítható meg.

Vizsgálatom másik része az épület szerkezetig való visszabontása helyett teljes mértékben való lebontása és újra felépítése volt. A környezetterhelő hatások, többletköltségek mellett a határidőcsúszásokat vettem figyelembe. A kapott eredmények ismeretében számomra indokolatlan lett volna emellett a döntés mellett letenni a voksot.

Fontos, hogy ezt csupán pár szempont szerint vizsgáltam csak meg. Egy ilyen mértékű beruházást sokkal több, alaposabb kutatás, számítás előzött meg. Amely ennél is fontosabb, hogy a Richter célja volt csatlakozva az Európai Unió (Fit for 55) programjához, a karbonlábnyom csökkentése, valamint a felhasznált energia mixen belül folyamatosan növelni a megújuló erőforrásból származó energia arányát.

Harmadik szempont alapján a cég számára az is prioritást élvezett, hogy munkavállalóinak egy a 21. század követelményeinek megfelelő épületet adhasson vissza.

Véleményem szerint eldönteni, hogy egy beruházás megéri-e vagy sem, nem lehet csupán a fogyasztási adatok alapján. Fontos szempont lehet az épület szerkezetének ismerete mellett a komfortelemek figyelembevétele is. A felhasználó számára az egyik legfontosabb aspektus, hogy élhető környezetben dolgozhasson. Ezen szempontokat vizsgálva, a beruházás indokolt volt és egyben meg is érte.

19. Summary

My thesis was about the presentation of the complete renovation of a social building located at Gedeon Richter in Budapest, in the framework of which I examined the reduction of operating costs resulting from the energy investment.

The building was designed in 1962 using the building materials of that time, meeting the energetic requirements, which gave me the starting point. Uninsulated buildings with outdated heat generators and emitters have become energy wasters.

During my calculations, in addition to the steam/gas required for the heating of the original building and the production of domestic hot water, I took into account the amount of electricity required for power transmission and lighting. I compared the obtained results with the electricity requirements of the planned state, which were illustrated in a table.

The investigation showed that operating costs cannot be saved with the investment. Another part of my investigation was to completely demolish and rebuild the building instead of taking it down to its structure. In addition to environmental burdens and additional costs, I took into account deadlines. Given the results obtained, it would also have been unreasonable for me to vote in favor of the decision.

It is important that I only examined this from a few points of view. An investment of this magnitude was preceded by much more thorough research and calculations. What is even more important is that, by joining the European Union's (Fit for 55) program, Richter's goal was to reduce the carbon footprint and continuously increase the proportion of energy from renewable resources within the energy mix used.

Based on a third point of view, it was also a priority for the company to give back to its employees a building that meets the requirements of the 21st century.

In my opinion, deciding whether an investment is worth it or not cannot be based only on consumption data. In addition to knowing the structure of the building, consideration of the comfort elements can also be an important aspect. One of the most important aspects for the user is to be able to work in a livable environment. Examining these aspects, the investment was justified and at the same time worth it.

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Horváth Márton
A Hallgató Neptun kódja: SEA4GQ
A dolgozat címe: Szociális épület teljes rekonstrukciójának energetikai és gazdasági bemutatása
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszék neve: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: Gödöllő év 2023 hó 04 nap 30


Hallgató aláírása

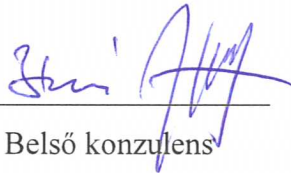
KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

Horváth Márton (Neptun azonosítója: SEA4GQ) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfólió¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: 2023 év május hó 1 nap


Belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

20. Források

20.1. Irodalomjegyzék

Barótfi István (2008), Épületgépészet, egyetemi jegyzet.

Beke János (2000), Műszaki hőtan mérnököknek, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.

Bánhidi László (2004), Épületgépészet a gyakorlatban I. kötet, Verlag Dashöfer Szakkiadó, Budapest.

Bánhidi László-Kajtár László (2017), Válogatott fejezetek a komfortelmélet témaköréből, Akadémia Kiadó, Budapest, Válogatott tankönyv.

Dodog Zoltán (2018), Fűtéstechnika előadás, Gödöllő

Homonnay Györgyné (2001), Épületgépészet 2000 Fűtéstechnika II. kötet, Épületgépészet kiadó, Budapest.

Horváth Imre et al. (2011), Vízellátás és csatornázás, Szent István Egyetem.

Kalmár Ferenc (2013), A belső környezet minősége, TERC kiadó, Budapest, 162.

Kiss Pál – Boros Márton (2021), A hőszivattyúzás várható tendenciái a következő években, Épületgépész, X. évfolyam. 2021/1. 24.

Kurják Zoltán (2020), Hűtéstechnika előadás, Gödöllő

Magyar Zoltán, 2019, Belső levegő minőség alapfogalmak, BME Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék, Budapest

Menyhárt József (1978), Az épületgépészet kézikönyve, Műszaki Könyvkiadó, Budapest.

Menyhárt József – Marcsó Sándor (1997), Légtechnika I., Egyetemi jegyzet, Debrecen.

Recknagel, Hermann et al. (2000), Fűtés és klimatechnika I. kötet, Dialóg Campus Kiadó, Pécs.

Vajda József (2020), Hőtermelés az épületekben Németországban és Magyarországon, Épületgépész, IX. évfolyam. 2020/6.

Zöld András, 2000, Épületgépészet 2000 Alapismeretek I., Épületgépészet Kiadó Kft., Budapest

20.2. Internetes források

- Audit (2022), TAO kedvezmény, [www.audit-info.hu](http://www.audit-info.hu/tao-kedvezmeny.html), 2022 <https://audit-info.hu/tao-kedvezmeny.html>, (letöltve 2022.10.15)
- Kazánpont (2010), Tervezési segédlet, www.kazanpont.com, 2010., http://kazanpont.com/dokumentumok/thema_condens_prospektus.pdf, (letöltve 2023.03.12.)
- Kristályklíma (2015), A kazántípusok kazánhatásfok változása a kazánterhelés függvényében, www.kristalyklima.hu, 2015.05.26., <https://kristalyklima.hu/kazan-hatasfok/>, (letöltve 2023.03.13.)
- MEKH (2022), Energiahatékonysági kötelezettségi rendszer, www.enhat.mekh.hu, 2022., <https://www.enhat.mekh.hu/ekr>, (letöltve 2022.10.23)
- MVM (2019), Villamos energiadíjak az egyetemes szolgáltatásban nem lakossági ügyfeleknek 2019 január 1-jétől, www.mvmnext.hu, 2022., <https://www.mvmnext.hu/aram/servlet/download?type=file&id=14163>, (letöltve 2023.04.12)
- NIVE (2008), Az építési tevékenység alkalmával keletkező hulladékok és helyes kezelésük, www.nive.hu, 2008., https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepzesi_dokumentumok/Bemeneti_kompetenciak_meresi_ertekelesi_eszkozrendszerenek_kialakitasa/9_0681_019_100915.pdf, (letöltve 2023.04.13)
- Otk (2022), FF energetikai besorolási osztály, www.otk.hu, 2022., <https://otk.hu/blog/energetikai-osztaly-ff>, (letöltve 2023.03.28)
- Richter Gedeon (2021), Fenntarthatósági jelentés, www.rgwebsite-prod-media-cdn.azureedge.net, 2021., https://rgwebsite-prod-media-cdn.azureedge.net/-/media/sites/hq/documents/sustainability/hu/richter_fenntarthatosagijelentes_2021.pdf?rev=d114b03ee8c74dfdaf4643b31960a8f5&hash=BFF55DC7BCF4A74330AE56DD8551D303, (letöltve 2022.11.18)
- Sitt szállítás (2023), Sitt szállítás – lombtalanítás, www.sittszallitas-lombtalanitas.hu, 2023.04.02., https://sittszallitas-lombtalanitas.hu/?gclid=Cj0KCQjwz6ShBhCMARIsAH9A0qXqdN8dyGpFDij8ucgZ_0es0A7XGj6ZLNSJ2acXiUahuJzf0HthqxaAjcaEALw_wcB, (letöltve 2023.04.02)

Ventil (2014), Kondenzációs gázkazán működése, www.ventil.hu, 2014.,
<https://www.ventil.hu/cikkek/2014/04/04/kondenzacios-kazan-mukodese.62.ahtml>,
(letöltve 2023.03.12.)

Vízművek (2020), Vízkeménység, www.vizmuvek.hu,
<https://www.vizmuvek.hu/hu/kezdolap/informaciok/vizminoseg-vizkemenysege>,
(letöltve 2023.03.13.)

20.3. Rendeletek, jogszabályok

MSZ 12749 szabvány Felszíni vizek minősége, minőségi jellemzők és minősítés

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2021. III. 10-i Az épületek energetikai jellemzőinek meghatározása

176/2017. (VII. 4.) Korm. rendelet az energiahatékonysági célokat szolgáló beruházás adókedvezményének végrehajtási szabályairól

1996. évi LXXXI. törvény [Tao. tv.] 22/E. § a társasági adóról és az osztalékadóról

2015. évi LXXVII. törvény egyes egészségügyi és egészségbiztosítási tárgyú törvények módosításáról

21. Mellékletek

Épület: RG IX-es épület
1103 Budapest Kőbánya
Megrendelő: Minta Zoltán
1103 Budapest, Kőrösi Csoma Sándor utca 7
Tervező: Horváth Márton
7400 Kaposvár, Hajnóczy József utca 1
regisztrációs szám: 0000
Dátum: 2023.04.20

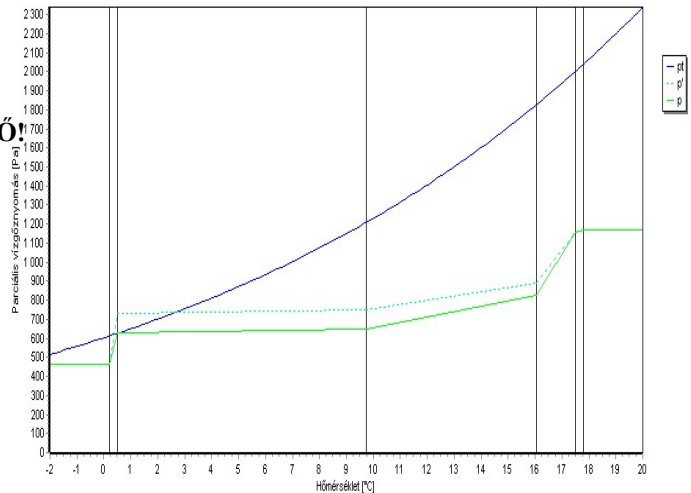
Szerkezet típusok:

Ablak

Típusa: ablak (külső, fa vagy PVC)
Hőátbocsátási tényező: $2.400 \text{ W/m}^2\text{K}$
Megengedett értéke: $1.150 \text{ W/m}^2\text{K}$
A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
Üvegezési arány: 85 %

Födém

Típusa: padlásfödém
y méret: 1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $1.007 \text{ W/m}^2\text{K}$
Megengedett értéke: $0.170 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
Hőátbocsátási tényező: $1.007 \text{ W/m}^2\text{K}$
Fajlagos tömeg: 502 kg/m^2
Fajlagos hőtároló tömeg: $311 / 21 \text{ kg/m}^2$
Hőátadási ellenállás kívül: $0.10 \text{ m}^2\text{K/W}$
Hőátadási ellenállás belül: $0.10 \text{ m}^2\text{K/W}$



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T^* F_m^* F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
Linóleum	1	0,5	0,380	-	0,0132	1800	1,47	0	
perlitbeton 1	2	5	0,120	-	0,4167	300	1,17	0	
kazánsalak beton 1	3	16	0,560	-	0,2857	1400	0,88	0	
vasbeton	4	10	1,550	-	0,0645	2400	0,84	0	
YTONG Hvb 8 belső vakolat	5	1	0,750	-	0,0133	1430	0,88	0	

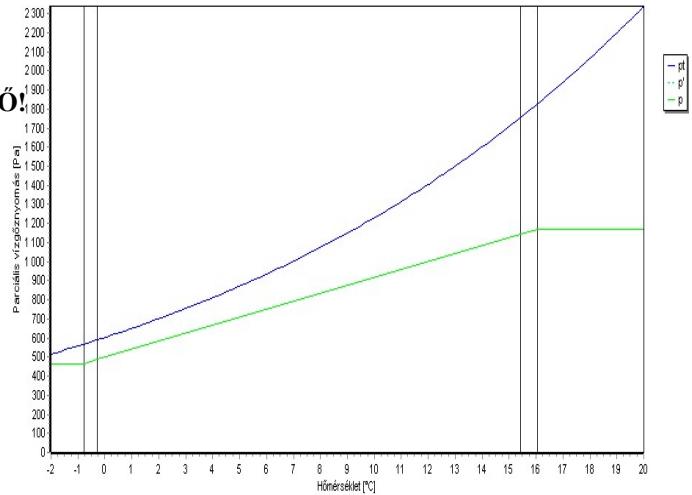
Vizsgálati jelentés: A vizsgálatához KELLENEK a szorpciós izoterma ADATOK!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: 69 nap). Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

- (Linóleum)75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálatához KELLENEK a szorpciós izoterma ADATOK!
- (perlitbeton 1)a metszés ágon a nedvességtartalom a kondenzációs zóna szerint megnövekedve; a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;

Külső falszerkezet

Típusa: külső fal
Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $1.382 \text{ W/m}^2\text{K}$
Megengedett értéke: $0.240 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
Hőátbocsátási tényező: $1.382 \text{ W/m}^2\text{K}$
Fajlagos tömeg: 862 kg/m^2
Fajlagos hőtároló tömeg: 225 kg/m^2
Hőátadási ellenállás kívül: $0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$
Hőátadási ellenállás belül: $0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$



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]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
klinker téglá	1	1,5	0,930	-	0,0161	2050	0,88	0	
tömör mészhomok téglá	2	45	0,870	-	0,5172	1800	0,88	0	
YTONG Hvb 8 belső vakolat	3	1,5	0,750	-	0,0200	1430	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

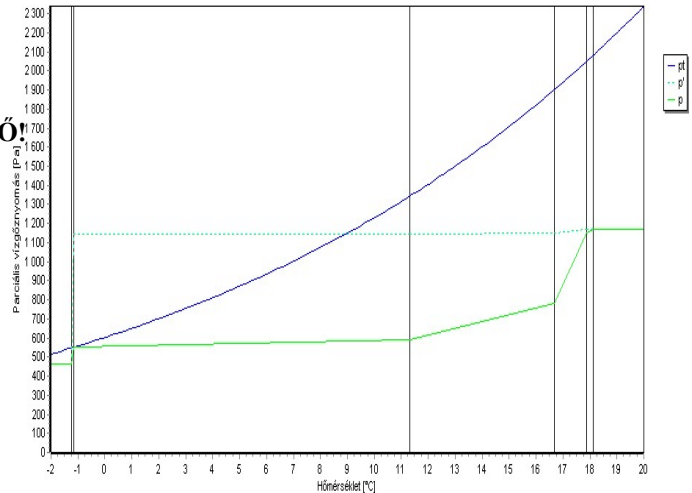
Padló

Típusa: padló (talajra fektetett)
y méret: 1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $1.505 \text{ W/m}^2\text{K}$
Megengedett értéke: $0.300 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
Vonalmenti hőátbocsátási tényező: 1.350 W/mK
Fajlagos tömeg: 264 kg/m^2
Fajlagos hőtároló tömeg: 21 kg/m^2
Hőátadási ellenállás kívül: $0.00 \text{ m}^2\text{K/W}$
Hőátadási ellenállás belül: $0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$
Padlószint magassága: 0m
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]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
Linóleum	1	0,5	0,380	-	0,0132	1800	1,47	0	
perlitbeton 1	2	5	0,120	-	0,4167	300	1,17	0	
vasbeton	3	10	1,550	-	0,0645	2400	0,84	0	

Zárófödém

Típusa: tető
y méret: 1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.851 W/m²K
Megengedett értéke: 0.170 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
Hőátbocsátási tényező: 0.851 W/m²K
Fajlagos tömeg: 503 kg/m²
Fajlagos hőtároló tömeg: 311 kg/m²
Hőátadási ellenállás kívül: 0.04 m²K/W
Hőátadási ellenállás belül: 0.10 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 [-]
Vedaform FUN	1	0,04	-	-	-	500	-	0	
Isoflex ALU alutükrös PE fólia	2	0,1	0,200	-	0,0050	-	-	0	
perlitbeton 1	3	8	0,120	-	0,6667	300	1,17	0	
kazánsalak beton 1	4	16	0,560	-	0,2857	1400	0,88	0	
vasbeton	5	10	1,550	-	0,0645	2400	0,84	0	
YTONG Hvb 8 belső vakolat	6	1	0,750	-	0,0133	1430	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A vizsgálathoz KELLENÉK a szorpciós izoterma ADATOK!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: 30 nap). Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

3. (perlitbeton 1)a metszés ágon a nedvességtartalom a kondenzációs zóna szerint megnövekedve; a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	tájolás	Hajlásszög [°]	U [W/m ² K]	U* [W/m ² K]	A [m ²]	Ψ [W/mK]	L [m]	AU*+LΨ [W/K]	A _ü [m ²]	Q _{sd} [kWh/a]
Külső falszerkezet	ÉK	függőleges	1,38	1,38	137,8	-	-	190,4	-	-
Ablak	ÉK	függőleges	2,4	2,4	134,4	-	-	322,6	114,2	11422,0
Külső falszerkezet	DK	függőleges	1,38	1,38	87,2	-	-	120,6	-	-
Ablak	DK	függőleges	2,4	2,4	149,8	-	-	359,4	127,3	31907,0
Külső falszerkezet	DNY	függőleges	1,38	1,38	121,4	-	-	167,8	-	-
Ablak	DNY	függőleges	2,4	2,4	119,3	-	-	286,3	101,4	24677,0
Külső falszerkezet	ÉNY	függőleges	1,38	1,38	225,5	-	-	311,7	-	-
Ablak	ÉNY	függőleges	2,4	2,4	192,8	-	-	462,6	163,8	16852,0
Padló			-	-	540,0	1,35	92,7	125,2	-	-
R4.3			-	-	244,9	1,85	92,7	171,5	-	-

Hőtároló tömegek:

Megnevezés	A [m ²]	m _t [kg/m ²]	M _t [t]
Külső falszerkezet	572,0	225	128,69
Padló	540,0	21	11,34
Zárófödém	484,2	311	150,59
R4.3	244,9	231	56,56
Összesen	-	-	347,18
m _t :	117 kg/m ²	(Fajlagos hőtároló tömegek számított értéke)	

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

ε:	0.50	(Sugárzás hasznosítási tényező)
A:	1953.0 m ²	(Fűtött épület(rész) térfogatot határoló összfelület)
V:	8175.7 m ³	(Fűtött épület(rész) térfogat)
A/V:	0.239 m ² /m ³	(Felület-térfogat arány)
Q _{sd} +Q _{sid} :	(84858 + 0) * 0,5 = 42429 kWh/a	(Sugárzási hőnyereség)
ΣAU + ΣΨ:	2517.4 W/K	
q = [ΣAU + ΣΨ - (Q _{sd} + Q _{sid})/72]/V = (2517,4 - 42429 / 72) / 8175,7		
q:	0.236 W/m³K	(Számított fajlagos hővesztégtényező)
q _{max,kn} :	0.120 W/m³K	(Közel nulla energiaigényű épületek megengedett fajlagos hővesztégtényező)

Az épület fajlagos hővesztégtényezője a közel nulla energiaigényű épületek követelményszintnek NEM FELEL MEG!

Energia igény tervezési adatok

Épület(rész) jellege: Irodaépület

A _N :	2659.53 m ²	(Fűtött alapterület)
n:	0.80 1/h	(Átlagos légcsereszám a fűtési időben)
σ:	0.80	(Szakaszos üzem korrekciós szorzó)
Q _{sd} +Q _{sid} :	(20,7 + 0) * 0,5 = 10,35 kW	(Sugárzási nyereség)
q _b :	7.00 W/m ²	(Belső hőnyereség átlagos értéke)
E _{vil,n} :	11.00 kWh/m ² a	(Világítás fajlagos éves nettó energia igénye)
q _{HMV} :	9.00 kWh/m ² a	(Használati melegvíz fajlagos éves nettó hőenergia igénye)
n _{nyár} :	3.00 1/h	(Légcsereszám a nyári időben)
Q _{sdnyár} :	24,04 kW	(Sugárzási nyereség)

Fajlagos értékekből számolt igények

Q _b = ΣA _N q _b :	18617 W	(Belső hőnyereségek összege)
Q _{b,e} = ΣA _N q _b ε:	9308 W	(Belső hőnyereségek összege a hasznosítással)
ΣE _{vil,n} = ΣA _N E _{vil,n} :	29255 kWh/a	(Világítás éves nettó energia igénye)
Q _{HMV} = ΣA _N q _{HMV} :	23936 kWh/a	(Használati melegvíz éves nettó hőenergia igénye)
V _{átl} = ΣVn:	6540.6 m ³ /h	(Átlagos levegő térfogatáram a fűtési időben)
V _{LT} = ΣVn _{LT} *Z _{LT} /Z _F :	0.0 m ³ /h	(Levegő térfogatáram a használati időben)
V _{inf} = ΣVn _{inf} *(1-Z _{LT} /Z _F):	0.0 m ³ /h	(Levegő térfogatáram a használati időn kívül)
V _{dt} = Σ(V _{átl} + V _{LT} (1-η) + V _{inf}):	6540.6 m ³ /h	(Légmennyiség a téli egyensúlyi hőm. különbséghez.)
V _{nyár} = ΣVn _{nyár} :	24527.1 m ³ /h	(Levegő térfogatáram nyáron)

Fűtés éves nettó hőenergia igényének meghatározása

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

$$\Delta t_b = (10349 + 9308,36) / (2517,4 + 0,35 * 6540,56) + 2 = 6,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_i: 22,0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{Átlagos belső hőmérséklet})$$

$$H: 85425 \text{ hK/a} \quad (\text{Fűtési hőfokhíd})$$

$$Z_F: 5107 \text{ h/a} \quad (\text{Fűtési időny hossza})$$

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

$$Q_F = 85,425 * (8175,7 * 0,236 + 0,35 * 6540,6) * 0,8 - 0 * 5,107 - 5,107 * 9308,36 = 240,8 \text{ MWh/a}$$

$$q_F: 90,53 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{Fűtés éves fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

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

$$\Delta t_{bnyár} = (24044 + 18616,7) / (2517,4 + 0,35 * 24527,1) = 3,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

$$n_{hü}: 23,39 \text{ nap} \quad (\text{Hűtési napok száma})$$

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

$$Q_{hü} = 24/1000 * 23,39 * (24044 + 18616,7) = 23,949 \text{ MWh/a}$$

A nyári felmelegedés olyan mértékű, hogy gépi hűtést igényel. Hatékonyabb, lehetőleg külső árnyékolók alkalmazása javasolt!

Fűtési rendszer

$$A_N: 2659,53 \text{ m}^2 \quad (\text{a rendszer alapterülete})$$

$$q_f: 90,53 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{a fűtés fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

Távfűtés

$$e_f: 1,26 \quad (\text{fűtőművi távfűtés (gáz, szén, olaj, nukl.)})$$

$$e_{sus}: 0,00$$

$$C_k: 1,01 \quad (\text{a hőtermelő teljesítménytényezője})$$

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

Kétcsöves radiátoros és beágyazott fűtés, egy központi szabályozóval

$$q_{f,h}: 9,60 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség})$$

Elosztó vezetékek a fűtött téren kívül, vízhőmérséklet 90/70

$$q_{f,v}: 3,60 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{az elosztóvezetékek fajlagos vesztesége})$$

Állandó fordulatszámú szivattyú, hőlépcső 10 K

$$E_{FSz}: 0,45 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{a keringtetés fajlagos energia igénye})$$

Tárolási veszteség nincs

$$q_{f,t}: 0,00 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{a hő tárolás fajlagos vesztesége és segédenergia igénye})$$

$$E_{FT}: 0,00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

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

$$E_F = (90,53 + 9,6 + 3,6 + 0) * 1,273 + (0,45 + 0 + 0) * 2,5 = 133,13 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

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

$$E_{F \text{ sus}} = (90,53 + 9,6 + 3,6 + 0) * 0 + (0,45 + 0 + 0) * 0,1 = 0,04 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Melegvíz-termelő rendszer

A_N : 2659.53 m² (a rendszer alapterülete)
 q_{HMV} : 9.00 kWh/m²a (a melegvíz készítés nettó energia igénye)

Gázüzemű boiler

e_{HMV} : 1.26 (fűtőművi távfűtés (gáz, szén, olaj, nukl.))
 e_{sus} : 0.00
 C_k : 1.22 (a hőtermelő teljesítménytényezője)
 E_k : 0.00 kWh/m²a (segédenergia igény)

Elosztó vezetékek a fűtött téren kívül, cirkulációval

$q_{HMV,v}$: 13.00 % (a melegvíz elosztás fajlagos vesztesége)
 E_C : 0.22 kWh/m²a (a cirkulációs szivattyú fajlagos energia igénye)

Elhelyezés a fűtött téren kívül, gázüzemű boiler

$q_{HMV,t}$: 31.00 % (a melegvíz tárolás fajlagos vesztesége)

$$E_{HMV} = q_{HMV}(1 + q_{HMV,v}/100 + q_{HMV,t}/100) \sum (C_k \alpha_k e_{HMV}) + (E_C + E_k) e_v$$

$$E_{HMV} = 9 * (1 + 0,13 + 0,31) * 1,537 + (0,22 + 0) * 2,5 = 20.47 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{HMV\text{ sus}} = q_{HMV}(1 + q_{HMV,v}/100 + q_{HMV,t}/100) \sum (C_k \alpha_k e_{HMV\text{ sus}}) + (E_C + E_k) e_{v\text{ sus}}$$

$$E_{HMV\text{ sus}} = 9 * (1 + 0,13 + 0,31) * 0 + (0,22 + 0) * 0,1 = 0.02 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Világítási rendszer

A_N : 2659.53 m² (a rendszer alapterülete)
 u : 0.97 (a világítás korrekciós szorzója)

$$E_{vil} = (\sum E_{vil,n} / A_N) u e_v$$

$$E_{vil} = 11 * 0,97 * 2,5 = 26.68 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{vil\text{ sus}} = (\sum E_{vil,n} / A_N) u e_{v\text{ sus}}$$

$$E_{vil\text{ sus}} = 11 * 0,97 * 0,1 = 1.07 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Az épület(rész) összesített energetikai jellemzője

$$E_P = E_F + E_{HMV} + E_{vil} + E_{LT} + E_{hű} + E_{+,-} = 133,13 + 20,47 + 26,67 + 0 + 0 + 0$$

$$E_P: 180.28 \text{ kWh/m}^2\text{a} \text{ (az összesített energetikai jellemző számított értéke)}$$

$$E_{Pmax}: 90.00 \text{ kWh/m}^2\text{a} \text{ (az összesített energetikai jellemző megengedett értéke)}$$

Az épület(rész) az összesített energetikai jellemző alapján NEM FELEL MEG!

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

$$E_{sus} = 0,04 + 0,02 + 1,07 + 0 + 0 + 0 = 1.13 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$MER = E_{sus} / E_P = 1,13 / 180,28 = 0.6 \% \text{ (Megújuló részarány)}$$

A megújuló részarány a közel nulla energiaigényű épületek követelményszintnek NEM FELEL MEG!

Becsült éves fogyasztás energiahordozók szerint

Energiahordozó típusa	E [MWh/a]	e [-]	E _{prim} [MWh/a]	e _{CO2} [g/kWh]	E _{CO2} [t/a]	H	F [a]
elektromos áram	30,16	2,50	75,40	365	11,01	-	30,2 MWh
fűtőművi távfűtés (gáz, szén, olaj,	320,68	1,26	404,06	273	87,55	-	1154,4 GJ
Összesen			479,45		98,55		

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

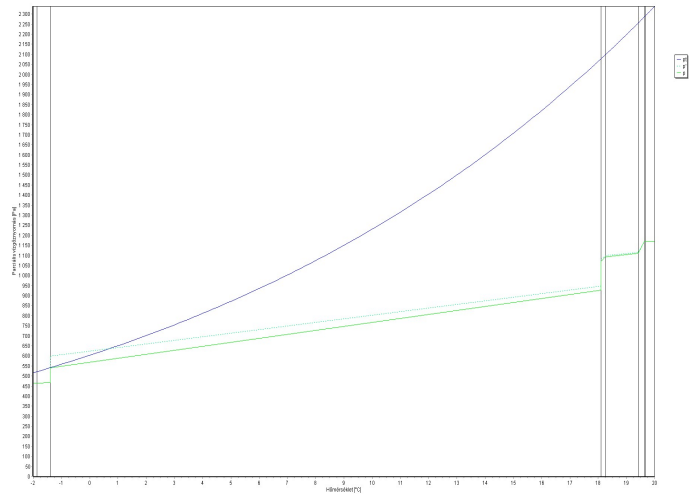
A közel nulla energiaigényű épületek követelményszint (6. melléklet) szerint.

.....
aláírás

Szerkezet típusok:

R 1.1

Típusa:	tető
y méret:	1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.149 W/m ² K
Megengedett értéke:	0.170 W/m ² K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.	
Eredő hőátbocsátási tényező:	0.164 W/m ² K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	10 %
Fajlagos tömeg:	724 kg/m ²
Fajlagos hőtároló tömeg:	308 kg/m ²
Hőátadási tényező kívül:	24.00 W/m ² K
Hőátadási tényező belül:	10.00 W/m ² K



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m²K/W]	[kg/m³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
kavicsleterhelés	1	5	0,350	-	0,1429	1800	0,84	0	
Ragasztott szigetelés	2	0,15	-	-	-	-	-	0	
Austrotherm AT-N100	3	22	0,037	-	5,9460	-	1,46	0	
Ragasztott szigetelés	4	0,15	-	-	-	-	-	0	
kavicsbeton	5	6	1,280	-	0,0469	2200	0,84	0	
salakfeltöltés	6	16	0,450	-	0,3556	1500	0,75	0	
vasbeton gerendás födém	7	10	1,550	-	0,0645	2400	0,84	0	
vakolat	8	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	

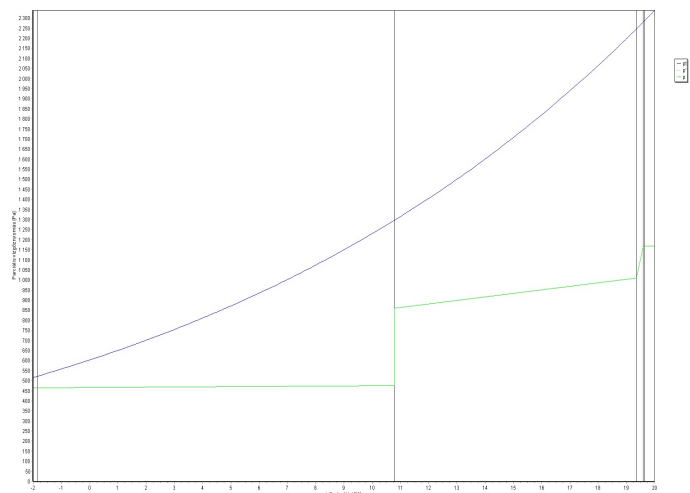
Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Egyensúlyi állapotban páralecsapódás van, de a diffúziós időszak alatt nem tud kialakulni (feltöltési idő: 29571 nap). Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

- (kavicsleterhelés)a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;
- (Austrotherm AT-N100)a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;

R 1.2

Típusa:	tető
y méret:	1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.168 W/m ² K
Megengedett értéke:	0.170 W/m ² K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.	
Eredő hőátbocsátási tényező:	0.185 W/m ² K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	10 %
Fajlagos tömeg:	311 kg/m ²
Fajlagos hőtároló tömeg:	259 kg/m ²
Hőátadási tényező kívül:	24.00 W/m ² K
Hőátadási tényező belül:	10.00 W/m ² K



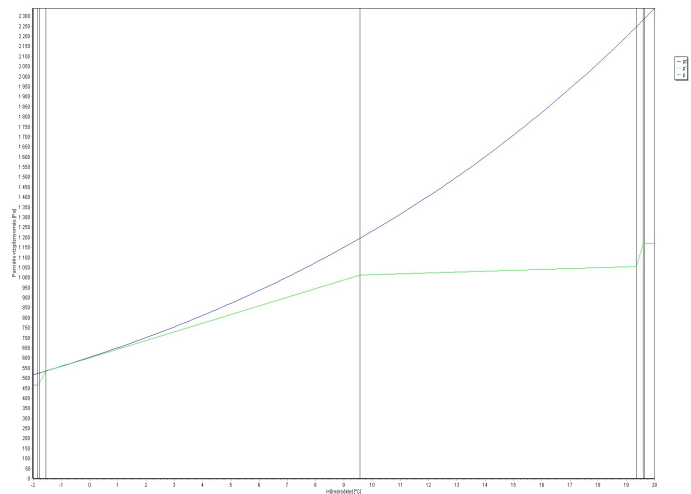
Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T * F_m * F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
Rockwool Dachrock	1	13	0,038	-	3,4210	165	0,84	0	
Ragasztott szigetelés	2	0,15	-	-	-	-	-	0	
Könnnyűbeton 200 kg/m ³	3	16	0,069	-	2,3190	200	0,84	0	
vasbeton gerendás födém	4	10	1,550	-	0,0645	2400	0,84	0	
vakolat	5	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

R 1.2*

Típusa:	tető
y méret:	1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.167 W/m ² K
Megengedett értéke:	0.170 W/m ² K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.	
Eredő hőátbocsátási tényező:	0.183 W/m ² K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	10 %
Fajlagos tömeg:	569 kg/m ²
Fajlagos hőtároló tömeg:	261 kg/m ²
Hőátadási tényező kívül:	24.00 W/m ² K
Hőátadási tényező belül:	10.00 W/m ² K



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T * F_m * F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
kerámia	1	2	1,050	-	0,0190	1800	0,88	0	
kavicsbeton	2	8	1,280	-	0,0625	2200	0,84	0	
Austrotherm AT-N200	3	10	0,033	-	3,0300	-	1,46	0	
perlitbeton	4	32	0,120	-	2,6670	300	1,17	0	
vasbeton gerendás födém	5	10	1,550	-	0,0645	2400	0,84	0	
vakolat	6	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	

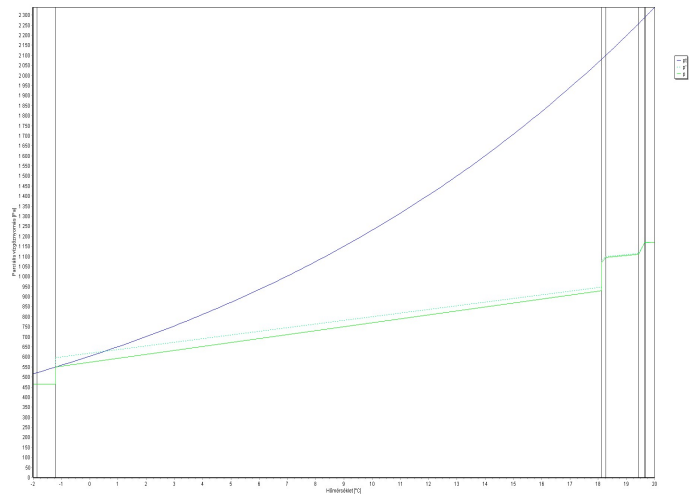
Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt nem tud kialakulni (feltöltési idő: 8567 nap).

1. (kerámia)a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;

R 1.3

Típusa: tető
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.148 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.170 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.
 Eredő hőátbocsátási tényező: $0.163 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 10 %
 Fajlagos tömeg: 794 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 308 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $10.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



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	-			-					
Növényültető talajkeverék	1	20	-	-	0,2000	800	-	0	
Ragasztott szigetelés	2	0,15	-	-	-	-	-	0	
Austrotherm AT-N100	3	22	0,037	-	5,9460	-	1,46	0	
Ragasztott szigetelés	4	0,15	-	-	-	-	-	0	
kavicsbeton	5	6	1,280	-	0,0469	2200	0,84	0	
salakfeltöltés	6	16	0,450	-	0,3556	1500	0,75	0	
vasbeton gerendás födém	7	10	1,550	-	0,0645	2400	0,84	0	
vakolat	8	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Egyensúlyi állapotban páralecsapódás van, de a diffúziós időszak alatt nem tud kialakulni (feltöltési idő: 67918 nap). Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

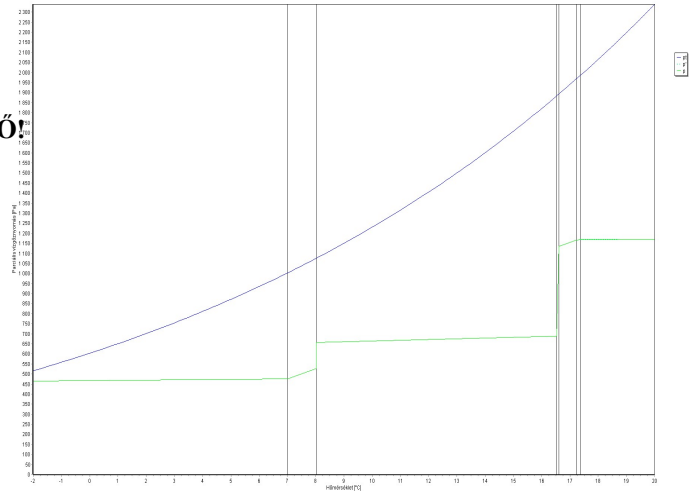
- (Növényültető talajkeverék)a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;
- (Austrotherm AT-N100)a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;

R0

Típusa: ablak (külső, fém)
 Hőátbocsátási tényező: $1.400 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $1.400 \text{ W/m}^2\text{K}$
A hőátbocsátási tényező megfelelő.
 Üvegezési arány: 85 %
 Üvegezés g értéke: 0.783
 Árnyékolás módja nyáron: belső
 Árnyékolás naptényezője nyáron: 0.450

R3.1

Típusa: padló (talajra fektetett)
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.716 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.300 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Vonalmenti hőátbocsátási tényező: 1.050 W/mK
 Fajlagos tömeg: 762 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 162 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $0.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $6.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Padlószint magassága: 0m



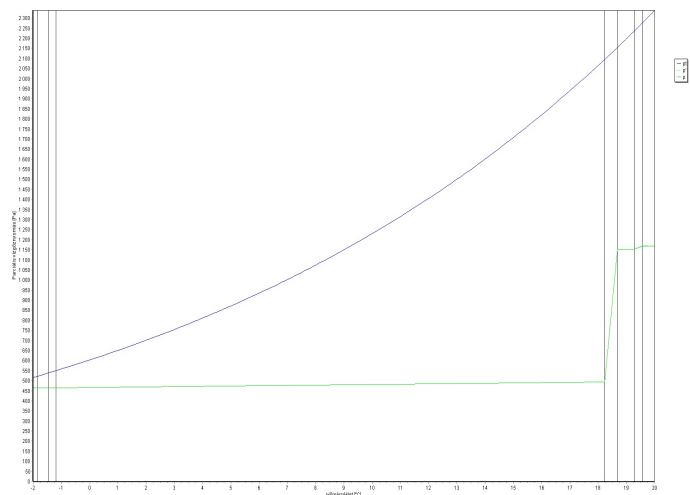
Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T * F_m * F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
greslap	1	1	1,050	-	0,0095	1800	0,88	0	
vasalt aljzatbeton	2	6	1,550	-	0,0387	2400	0,84	0	
Masterfol-BLUE Sd20 PE fólia	3	0,1	0,200	-	0,0050	-	-	0	
Austrotherm AT-N100	4	2	0,037	-	0,5405	-	1,46	0	
Ragasztott szigetelés	5	0,2	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	6	10	1,550	-	0,0645	2400	0,84	0	
kavicsfeltöltés	7	20	0,350	-	0,5714	1800	0,84	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

R4.1

Típusa: külső fal
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.159 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.240 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.
 Eredő hőátbocsátási tényező: $0.183 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 15 %
 Fajlagos tömeg: 712 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 273 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



Rétegek kívülről befelé

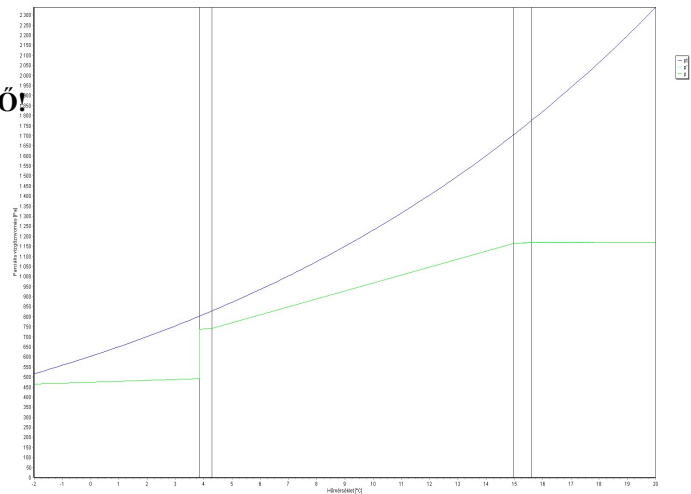
Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T * F_m * F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
falburkoló tégl	1	10	0,930	-	0,1075	1800	0,88	0	
Kiszell. légr. Szokv. Függőleg.	2	4	-	-	0,0800	-	-	0	
Rockwool Frontrock MAX E	3	20	0,036	-	5,5560	135	0,84	0	
vasbeton	4	20	1,550	-	0,1290	2400	0,84	0	
Zárt légréteg Szokv. Függőleg.	5	5	-	-	0,1700	-	-	0	
gipszkarton	6	2,5	0,300	-	0,0833	1000	0,75	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

1. (falburkoló tégl)a kiszellőztetés utáni rétegek páraellenállása nincs beszámítva.
2. (Kiszell. légr. Szokv. Függőleg.)a kiszellőztetés utáni rétegek páraellenállása nincs beszámítva.

R4.3

Típusa: talajjal érintkező fal
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 1.598 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.300 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 15 %
 Vonalmenti hőátbocsátási tényező: 2.200 W/mK
 Fajlagos tömeg: 1373 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 514 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 0.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 8.00 W/m²K
 Padlószint magassága: -3.4 m



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	-			-					
kism. tömör agyagtégla	1	12	0,720	-	0,1667	1700	0,88	0	
Bitumenkenés hidegen	2	0,2	-	-	-	-	-	0	
Ragasztott szigetelés	3	0,4	-	-	-	-	-	0	
Baumit Lábazati Alapvakolat	4	1	0,800	-	0,0125	1650	0,88	0	
vasbeton	5	47	1,550	-	0,3032	2400	0,84	0	
mészvakolat	6	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

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]
R4.1	ÉK	függőleges	0,183	0,183	137,8	-	-	25,2	-	-
R0	ÉK	függőleges	1,4	1,4	134,4	-	-	188,2	114,2	11422,0
R4.1	DK	függőleges	0,183	0,183	87,2	-	-	16,0	-	-
R0	DK	függőleges	1,4	1,4	149,8	-	-	209,7	127,3	31907,0
R4.1	DNY	függőleges	0,183	0,183	121,4	-	-	22,2	-	-
R0	DNY	függőleges	1,4	1,4	119,3	-	-	167,0	101,4	24677,0
R4.1	ÉNY	függőleges	0,183	0,183	225,5	-	-	41,3	-	-
R0	ÉNY	függőleges	1,4	1,4	192,8	-	-	269,9	163,8	16852,0
R 1.1		vízszintes	0,164	0,164	236,5	-	-	38,8	-	-
R 1.2		vízszintes	0,185	0,185	137,4	-	-	25,4	-	-
R 1.3		vízszintes	0,163	0,163	110,3	-	-	18,0	-	-
R3.1			-	-	540,0	1,05	92,7	97,3	-	-
R4.3			-	-	244,9	2,2	92,7	204,0	-	-

Hőtároló tömegek:

Megnevezés	A [m²]	m _t [kg/m²]	M _t [t]
R4.1	572,0	273	156,15
R3.1	540,0	162	87,48
R 1.1	236,5	308	72,85
R 1.2	137,4	259	35,58
R 1.3	110,3	308	33,98
R4.3	244,9	514	125,86
Összesen	-	-	511,88
m _t :	163 kg/m²	(Fajlagos hőtároló tömegek számított értéke)	

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

ε:	0.50	(Sugárzás hasznosítási tényező)
A:	2437.2 m²	(Fűtött épület(rész) térfogatot határoló összfelület)
V:	8175.7 m³	(Fűtött épület(rész) térfogat)
A/V:	0.298 m²/m³	(Felület-térfogat arány)
Q _{sd} +Q _{sid} :	(84858 + 0) * 0,5 = 42429 kWh/a	(Sugárzási hőnyereség)
ΣAU + ΣLΨ:	1322.5 W/K	
q = [ΣAU + ΣLΨ - (Q _{sd} + Q _{sid})/72]/V =	(1322,5 - 42429 / 72) / 8175,7	
q:	0.090 W/m³K	(Számított fajlagos hővesztégtényező)
q _{max, kn'} :	0.120 W/m³K	(Közel nulla energiaigényű épületek megengedett fajlagos hővesztégtényező)

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

Energia igény tervezési adatok

Épület(rész) jellege: Irodaépület

A_N :	2659.53 m ²	(Fűtött alapterület)
n :	0.80 1/h	(Átlagos légcsereszám a fűtési időben)
σ :	0.80	(Szakaszos üzem korrekciós szorzó)
$Q_{sd}+Q_{sid}$:	(20,7 + 0) * 0,5 = 10,35kW	(Sugárzási nyereség)
q_b :	7.00 W/m ²	(Belső hőnyereség átlagos értéke)
$E_{vil,n}$:	11.00 kWh/m ² a	(Világítás fajlagos éves nettó energia igénye)
q_{HMV} :	9.00 kWh/m ² a	(Használati melegvíz fajlagos éves nettó hőenergia igénye)
$n_{nyár}$:	3.00 1/h	(Légcsereszám a nyári időben)
$Q_{sdnyár}$:	24,04 kW	(Sugárzási nyereség)

Fajlagos értékekből számolt igények

$Q_b = \Sigma A_N q_b$:	18617 W	(Belső hőnyereségek összege)
$Q_{b,\epsilon} = \Sigma A_N q_{b,\epsilon}$:	9308 W	(Belső hőnyereségek összege a hasznosítással)
$\Sigma E_{vil,n} = \Sigma A_N E_{vil,n}$:	29255 kWh/a	(Világítás éves nettó energia igénye)
$Q_{HMV} = \Sigma A_N q_{HMV}$:	23936 kWh/a	(Használati melegvíz éves nettó hőenergia igénye)
$V_{\text{átl}} = \Sigma V n$:	0.0 m ³ /h	(Átlagos levegő térfogatáram a fűtési időben)
$V_{LT} = \Sigma V n_{LT} * Z_{LT} / Z_F$:	9175.0 m ³ /h	(Levegő térfogatáram a használati időben)
$V_{inf} = \Sigma V n_{inf} * (1 - Z_{LT} / Z_F)$:	2043.9 m ³ /h	(Levegő térfogatáram a használati időn kívül)
$V_{dt} = \Sigma (V_{\text{átl}} + V_{LT} (1 - \eta) + V_{inf})$:	4796.4 m ³ /h	(Légmennyiség a téli egyensúlyi hőm. különbséghez.)
$V_{nyár} = \Sigma V n_{nyár}$:	24527.1 m ³ /h	(Levegő térfogatáram nyáron)

Fűtés éves nettó hőenergia igényének meghatározása

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

$$\Delta t_b = (10349 + 9308,36) / (1322,5 + 0,35 * 4796,42) + 2 = 8.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_i: 22.0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{Átlagos belső hőmérséklet})$$

$$H: 84179 \text{ hK/a} \quad (\text{Fűtési hőfokhíd})$$

$$Z_F: 4918 \text{ h/a} \quad (\text{Fűtési időny hossza})$$

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

$$Q_F = 84,179 * (8175,7 * 0,09 + 0,35 * 3695,4) * 0,8 - 64 * 4,918 - 4,918 * 9308,36 = 91,19 \text{ MWh/a}$$

$$q_F: 34.29 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{Fűtés éves fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

$$Q_{LT,h}: 34,11 \text{ MWh/a}$$

$$q_{LT,h}: 12.83 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{A légtechnikai rendszer éves fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

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

$$\Delta t_{bnyár} = (24044 + 18616,7) / (1322,5 + 0,35 * 24527,1) = 4.3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{bnyármax}: 2.0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{A nyári felmelegedés elfogadható értéke})$$

$$n_{hű}: 28.80 \text{ nap} \quad (\text{Hűtési napok száma})$$

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

$$Q_{hű} = 24/1000 * 28,80 * (24044 + 18616,7) = 29,491 \text{ MWh/a}$$

A nyári felmelegedés olyan mértékű, hogy gépi hűtést igényel. Hatékonyabb, lehetőleg külső árnyékolók alkalmazása javasolt!

Fűtési rendszer

A_N : 2659.53 m² (a rendszer alapterülete)

q_f : 34.29 kWh/m²a (a fűtés fajlagos nettó hőenergia igénye)

Elektromos üzemű hőszivattyú, levegő hőforrással, fűtővíz hőmérséklet 55/45

e_f : 2.50 (elektromos áram)

e_{sus} : 0.10

C_k : 0.37 (a hőtermelő teljesítménytényezője)

$q_{k,v}$: 0.00 kWh/m²a (segédenergia igény)

$$\alpha_k(C_k e_{sus} + (1 - C_k)) = 1 * (0,37 * 0,1 + (1 - 0,37)) = 0,667$$

Kétcsöves radiátoros és beágyazott fűtés, elektronikus szabályozó optimalizálási funkcióval

$q_{f,h}$: 0.40 kWh/m²a (a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség)

Elosztó vezeték a fűtött téren belül, vízhőmérséklet 55/45

$q_{f,v}$: 1.20 kWh/m²a (az elosztóvezeték fajlagos vesztesége)

Állandó fordulatszámú szivattyú, hőlépcső 10 K

E_{FSz} : 0.45 kWh/m²a (a keringtetés fajlagos energia igénye)

Tárolási veszteség nincs

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

E_{FT} : 0.00 kWh/m²a

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

$$E_F = (34,29 + 0,4 + 1,2 + 0) * 0,925 + (0,45 + 0 + 0) * 2,5 = 34.32 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

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

$$E_{F \text{ sus}} = (34,29 + 0,4 + 1,2 + 0) * 0,667 + (0,45 + 0 + 0) * 0,1 = 23.98 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Melegvíz-termelő rendszer

A_N : 2659.53 m² (a rendszer alapterülete)
 q_{HMV} : 9.00 kWh/m²a (a melegvíz készítés nettó energia igénye)

Levegős hőszivattyú

α_k : 0.95 (a hőtermelő által lefedett energiaarány)
 e_{HMV} : 2.50 (elektromos áram)
 e_{sus} : 0.10
 C_k : 0.26 (a hőtermelő teljesítménytényezője)
 E_k : 0.00 kWh/m²a (segédenergia igény)
 $\alpha_k(C_k e_{sus} + (1 - C_k)) = 0,95 * (0,26 * 0,1 + (1 - 0,26)) = 0,7277$

Elektromos fűtőpatron

α_k : 0.05 (a hőtermelő által lefedett energiaarány)
 e_{HMV} : 2.50 (elektromos áram)
 e_{sus} : 0.10
 C_k : 1.00 (a hőtermelő teljesítménytényezője)
 E_k : 0.00 kWh/m²a (segédenergia igény)

Elosztó vezetékek a fűtött téren belül, cirkulációval

$q_{HMV,v}$: 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

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

$$E_{HMV} = q_{HMV}(1 + q_{HMV,v}/100 + q_{HMV,t}/100) \sum (C_k \alpha_k e_{HMV}) + (E_C + E_k) e_v$$

$$E_{HMV} = 9 * (1 + 0,12 + 0,05) * 0,7425 + (0,22 + 0) * 2,5 = 8.37 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{HMV\text{ sus}} = q_{HMV}(1 + q_{HMV,v}/100 + q_{HMV,t}/100) \sum (C_k \alpha_k e_{HMV\text{ sus}}) + (E_C + E_k) e_{v\text{ sus}}$$

$$E_{HMV\text{ sus}} = 9 * (1 + 0,12 + 0,05) * 0,7327 + (0,22 + 0) * 0,1 = 7.74 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Légtechnikai rendszer

A_{LT} : 2659.5 m² (a rendszer alapterülete)

n_{LT} : 2.24 1/h (Légcsereszám a használati időben)
 n_{inf} : 0.50 1/h (Légcsereszám a használati időn kívül)
 $V_{LT} = V_{nLT}$: 18350.0 m³/h (Levegő térfogatáram a használati időben)
 η_r : 70.0 % (Légtechnikai rendszer hővisszanyerőjének hatásfoka)
 Z_{LT}/Z_F : 0.300 (Üzemidő arány (csak hővisszanyerő))
 t_{bef} : 22.0 °C (Beépített léghevítő befűvási hőmérséklete)
 Z_{LTbef}/Z_F : 0.200 (Üzemidő arány (léghevítővel))

$$P_{LT} = 0,35 V_{LT} (t_{bef} - t_i) Z_{LTbef} / Z_F$$

$$P_{LT} = 0,35 * 18350 * (22 - 22) * 0,2 = -64 \text{ W}$$

$$Q_{LT,h} = 0,35 V_{LT} (1 - \eta_r) (t_{bef} - 4) Z_{LTbef} / Z_F * Z_F$$

$$Q_{LT,h} = 0,35 * 18350 * (1 - 0,7) * (22 - 4) * 0,2 * 4,918 = 34,11 \text{ MWh/a}$$

$$q_{LT,h}: 12.83 \text{ kWh/m}^2\text{a} \text{ (A légtechnikai rendszer éves fajlagos nettó hőenergia igénye)}$$

Elektromos üzemű hőszivattyú, levegő hőforrással, fűtővíz hőmérséklet 55/45

e_{LT} : 2.50 (elektromos áram)
 e_{sus} : 0.10
 C_k : 0.37 (a hőtermelő teljesítménytényezője)

Épületenergetikai számítás

$E_{LT,k}$: 0.00 kWh/m²a (segédenergia igény)

$$\alpha_k(C_k e_{sus} + (1 - C_k)) = 1 * (0,37 * 0,1 + (1 - 0,37)) = 0,667$$

20 °C feletti befűvási hőmérséklet, központi előszabályozás

$f_{LT,sz}$: 10.00 % (a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség)

V_{LT} : 18350.0 m³/h (a levegő térfogatárama)

Δp_{LT} : 300 Pa (a rendszer áramlási ellenállása)

η_{vent} : 55.0 % (a ventilátor összhatéfoka)

$Z_{a,LT}$: 5110 h (a légtechnikai rendszer egész évi működési ideje)

$$E_{vent} = V_{LT} \Delta p_{LT} / 3600 / \eta_{vent} Z_{a,LT} / 1000$$

$$E_{vent} = 18350 * 300 / 3600 / 0,55 * 5110 / 1000 = 14207 \text{ kWh/a}$$

$Q_{LT,v}$: 0,322 kWh/a (a levegő elosztás hővesztesége)

$$E_{LT} = (q_{LT,n}(1 + f_{LT,sz}) + Q_{LT,v}/A_N) \Sigma C_k \alpha_k e_{LT} + [(E_{vent} + E_{LT,s})/A_N + E_{LT,k} Z_{LT}/Z_F] e_v$$

$$E_{LT} = (12,83 * (1 + 0,1) + 0,322 / 2660) * 0,925 + ((14207 + 0) / 2660 + 0 * 0,2) * 2,5 = \mathbf{26.41 \text{ kWh/m}^2\text{a}}$$

$$E_{LT \text{ sus}} = (q_{LT,n}(1 + f_{LT,sz}) + Q_{LT,v}/A_N) \Sigma C_k \alpha_k e_{LT \text{ sus}} + [(E_{vent} + E_{LT,s})/A_N + E_{LT,k} Z_{LT}/Z_F] e_{v \text{ sus}}$$

$$E_{LT \text{ sus}} = (12,83 * (1 + 0,1) + 0,322 / 2660) * 0,667 + ((14207 + 0) / 2660 + 0 * 0,2) * 0,1 = 9.95 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Légcsatorna szakaszok:

Méret	v_{sz}	λ_{sz}	L	t_i	t_e	$U_{kör}$	U_{nsz}	Q	Q_a
[mm]	[mm]	[W/mK]	[m]	[°C]	[°C]	[W/mK]	[W/m ² K]	[W]	[kWh/a]
1 x 2	20	0,040	200	22	20	-	1,091	0,327	0,32198

Hűtési rendszer

$A_{hű}$:	2659.5 m ²	(a rendszer alapterülete)
$Q_{hű,n}$:	30000 kWh/a	(a gépi hűtés éves nettó energiaigénye)
$Z_{hű}$:	800 h	(a hűtési idény hossza)
$V_{hű}$:	18350.0 m ³ /h	(a levegő térfogatárama)

Légűtő kompakt és osztott kivitelű (távkonkondenzátoros) folyadékűtő EER=3,0

e_f :	2.50	(elektromos áram)
e_{sus} :	0.10	
C_k :	0.33	(a hűtőgép teljesítménytényezője)
$Q_{hű,k}$:	0.00 kW	(segédenergia igény)
$\alpha_k(C_k e_{sus} + (1 - C_k)) = 1 * (0,33 * 0,1 + (1 - 0,33)) = 0,703$		
$\Delta p_{hű}$:	0 Pa	(a rendszer áramlási ellenállása)
η_{vent} :	50.0 %	(a ventilátor összehatásfoka)

$$E_{vent} = V_{LT} \Delta p_{LT} / 3600 / \eta_{vent} Z_{a,LT} / 1000$$

$$E_{vent} = 18350 * 0 / 3600 / 0,5 * 800 / 1000 = 0 \text{ kWh/a}$$

helyiségenkénti szabályozás

$f_{hű,sz}$:	5.00 %	(a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség)
---------------	--------	--

$$E_{hű} = (Q_{hű,n}(1 + f_{hű,sz}) + Q_{hű,v}) / A_N * \Sigma C_k \alpha_k e_{hű} + (E_{vent} + E_{hű,s} + Q_{hű,k} Z_{hű}) e_v / A_N$$

$$E_{hű} = (30000 * (1 + 0,05) + 0) / 2660 * 0,825 + (0 + 0 + 0 * 800) / 2660 * 2,5 = 9.77 \text{ kWh/m}^2 \text{a}$$

$$E_{hű \text{ sus}} = (Q_{hű,n}(1 + f_{hű,sz}) + Q_{hű,v}) / A_N * \Sigma C_k \alpha_k e_{hű \text{ sus}} + (E_{vent} + E_{hű,s} + Q_{hű,k} Z_{hű}) e_{v \text{ sus}} / A_N$$

$$E_{hű \text{ sus}} = (30000 * (1 + 0,05) + 0) / 2660 * 0,703 + (0 + 0 + 0 * 800) / 2660 * 0,1 = 8.33 \text{ kWh/m}^2 \text{a}$$

Világítási rendszer

A_N :	2659.53 m ²	(a rendszer alapterülete)
u :	0.70	(a világítás korrekciós szorzója)

$$E_{vil} = (\Sigma E_{vil,n} / A_N) u e_v$$

$$E_{vil} = 11 * 0,7 * 2,5 = 19.25 \text{ kWh/m}^2 \text{a}$$

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

$$E_{vil \text{ sus}} = 11 * 0,7 * 0,1 = 0.77 \text{ kWh/m}^2 \text{a}$$

Az épület(rész) összesített energetikai jellemzője

$$E_P = E_F + E_{HVM} + E_{vil} + E_{LT} + E_{hű} + E_{+} = 34,32 + 8,37 + 19,25 + 26,41 + 9,77 + 0$$

$$E_P: \quad \quad \quad 98.12 \text{ kWh/m}^2 \text{a} \quad (\text{az összesített energetikai jellemző számított értéke})$$

$$E_{Pmax}: \quad \quad \quad 100.00 \text{ kWh/m}^2 \text{a} \quad (\text{az összesített energetikai jellemző megengedett értéke})$$

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

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

$$E_{sus} = 23,98 + 7,74 + 0,77 + 9,95 + 8,33 + 0 = 50.76 \text{ kWh/m}^2 \text{a}$$

$$MER = E_{sus} / E_P = 50,76 / 98,12 = 51.7 \% \quad (\text{Megújuló részarány})$$

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 [a]
elektromos áram	104,38	2,50	260,95	365	38,10	-	104,4 MWh
Összesen			260,95		38,10		

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

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

.....
aláírás