SZAKDOLGOZAT

Ondok Ferenc István
Létesítményenergetikai szakirányú
továbbképzési szak

Gödöllő
2023

TITKOSÍTÁSI KÉRELEM

Alulírott **Ondok Ferenc István** (Neptun-kód: **DASGS0**) Szent István Campus, Létesítményenergetikai szakmérnök szak hallgatója kérelmezem, hogy a **Termálvízben lévő kísérőgáz energetikai célú felhasználásának bemutatása és további energetikai célú felújítási alternatívák elemzése középületben** című szakdolgozatom/diplomadolgozatom[1] (konzulens(ek) neve: belső konzulen: Dr. Szabó Márta,) a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Tanulmányi és Vizsgaszabályzat (a továbbiakban: TVSZ) 95. § (5) bek. c) pontja alkalmazásával titkosításra kerüljön. Tudomásul veszem, hogy kérelmem jóváhagyása esetén a dolgozat titkosítása a TVSZ 95. § (5) bek. c) pontja alapján a sikeres védést követő 5 évre szól.

Kelt: Szolnok, 2023.02.13.

Ondok Ferenc
a hallgató aláírása

A titkosítási kérelmet ENGEDÉLYEZEM / NEM ENGEDÉLYEZEM.

Elutasítás esetén indokolás: _____

Kelt: Gödöllő, 2023. május 2.

Szabó Márta
szakfelelős aláírása

[1] A megfelelő kiválasztandó és meghagyandó, a másik törlendő.

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Létesítményenergetikai szakirányú továbbképzési szak

Termálvízben lévő kísérőgáz energetikai célú felhasználásának bemutatása és további energetikai célú felújítási alternatívák elemzése középületben

Belső konzulens:	Dr. Szabó Márta egyetemi docens
Külső konzulens:	Horváth Lajos ügyvezető igazgató
Készítette:	**Ondok Ferenc István** DASGS0 levelező tagozat
Intézet/Tanszék:	**Műszaki Intézet**

Gödöllő
2023

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Szent István Campus, Gödöllő
Cím: 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.
Tel.: +36-28/522-000
Honlap: https://godollo.uni-mate.hu

MŰSZAKI INTÉZET LÉTESÍTMÉNYENERGETIKA SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉSI SZAK

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Ondok Ferenc István (DASGS0)
részére

A szakdolgozat címe:

Termálvízben lévő kísérőgáz energetikai célú felhasználásának bemutatása és további energetikai célú felújítási alternatívák elemzése középületben

Feladatkiírás:

Mutassa be és elemezze a geotermikus energia kitermelésének és energetikai célú felhasználásának lehetőségeit. Elemezze a termálvízből kinyerhető kisérőgáz épületben való közvetlen és közvetett energetikai célú felhasználási lehetőségeit.
Egy választott középületre vonatkozóan (karcagi Kátai Gábor kórház főépülete, Karcag Zöldfa u. 48.; 2849 hrsz.) végezze el az energetikai számításokat, értékelje a termálvíz hasznosítási lehetőségeket. Tegyen javaslatot további energiahatékonysági intézkedésekre és támassza alá gazdasági számításokkal.

Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

Külső konzulens: *Horváth Lajos, ügyvezető igazgató*

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

Beadási határidő: 2022. november 2.

Gödöllő, 2022. október 27.

Jóváhagyom		Átvettem
(tanszékvezető)	(szakfelelős)	(hallgató)

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

Gödöllő, 2022. **október hó 27. nap**

(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1 Bevezetés ... 3

2 A kiválasztott középület - karcagi Kátai Gábor korház főépülete – energetikai célú bemutatása ... 4

2.1 A kiválasztott középület épületszerkezeti bemutatása ... 6

2.2 A kiválasztott középület energiaellátó rendszereinek bemutatása ... 6

2.2.1 gázellátás ... 8

2.2.2 villamosellátás ... 8

2.2.3 Megújuló energiapotenciál ... 8

3 IRODALOMELEMZÉS ... 9

3.1 Geotermikus energia definíciója ... 9

3.2 Magyarország geotermikus adottságainak bemutatása ... 10

3.3 A Geotermikus energia hasznosításának energetikai célú lehetőségei ... 12

3.3.1 Geotermikus energia felhasználása hőtermelésre ... 13

3.4 A geotermikus energia hasznosítása Magyarországon ... 16

3.5 A termálvízből kinyerhető kisérőgáz energetikai célú felhasználásának bemutatása 17

3.5.1 Példa termálvízből leválasztott kisérőgáz energetikai célú felhasználására ... 18

3.5.2 Kisérőgáz felhasználása villamosáramtermelésre ... 19

3.5.3 Kisérőgáz felhasználása épületfűtésre és HMV ellátásra ... 20

3.6 Épületenergetikai alapok ... 20

3.6.1 Épületszerkezeti elemekből adódó veszteségek alapjai ... 21

3.6.2 Épületek energiafelhasználásának hatékonysága ... 25

3.6.3 Egészségügyi létesítmények energiafelhasználásának különlegessége ... 27

4 A szakdolgozat témájául szolgáló középület épületenergetikai szempontú és a rendelkezésre álló megújuló energiapotenciál elemzése ... 33

4.1 A karcagi K-127 jelű kút termálvizéből történő kisérőgáz kitermelése és energetikai célú felhasználása ... 33

4.2 K-127 jelű termálkútból történő kisérőgáz leválasztás folyamata ... 34

4.3 A kiválasztott középület jelenlegi épületszerkezeti állapota és energiafelhasználásának bemutatása ... 37
4.3.1 A Kátai Gábor kórház külső határoló szerkezeteinek bemutatása ... 38
4.3.2 Épületgépészeti rendszerek bemutatása: ... 40
5 A kiválasztott középület jövőben szóba jöhető energiahatékonysági intézkedéseinek bemutatása ... 45
5.1 Épületszerkezetek vonatkozásában szóba jöhető energiahatékonysági intézkedések45
5.1.1 Külső falak, nyílászárók további hőszigetelési lehetőségeinek vizsgálata ... 45
5.1.2 Talajjal érintkező padlózat utólagos hőszigetelésének vizsgálata: ... 46
5.1.3 Lapostető utólagos hőszigetelésének vizsgálata: ... 46
5.1.4 Árkádfödém utólagos hőszigetelésének vizsgálata ... 46
5.2 Energiahatékonyabb épületgépészeti berendezések beépíthetőségének vizsgálata ... 47
5.3 Energiahatékony világítási rendszer kiépítésének vizsgálata ... 47
5.4 A javasolt energiahatékonysági intézkedések hatása az energiafelhasználásra ... 48
6 Összefoglalás ... 51
7 Summary ... 52
FELHASZNÁLT IRODALOM: ... 54
Mellékletek: ... 56

1 Bevezetés

A jelenlegi fosszilis energiahordozó hozzáférési anomália miatt (mely a szomszédunkban zajló háború egyik következménye) az eddig rendelkezésre álló fosszilis energiahordozók ára olyan mértékben emelkedett, hogy rendkívüli mértékben felértékelődött az elérhető megújuló energiahordozók szerepe és azok energetikai célú felhasználása. Magyarország kitűnő geotermikus adottságait már eddig is kihasználták elsősorban balneológiai, gyógyászati célra. Tekintve, hogy a Magyarország területén hozzáférhető geotermikus energiapotenciál jelentős dolgozatom megírásakor a geotermikus energia felhasználás további elterjedésének elősegítése érdekében az állam a geotermikus energiahasznosítást bevette a bányatörvény (1993. évi XLVIII. törvény) hatálya alá és engedélyező hatóságként a Szabályozott Tevékenység Felügyeleti Hatóság Országos Bányakapitányságát jelölte ki.

Dolgozatomban összefoglaló céllal bemutatom Magyarország rendelkezésre álló geotermális lehetőségeit, mint megújuló energiaforrást, azonban a termálvízből leválasztható nagy metán tartalmú kisérőgáz elégetésével elérhető energetikai célú felhasználás (fűtés, HMV ellátás, villamosenergia termelés) lehetőségeire koncentrálok és elemzem néhány kiragadott példán keresztül.

Az általam kiválasztott középület (karcagi Kátai Gábor korház főépülete, Karcag Zöldfa u. 48.; 2849 hrsz.) egy 24-órában működő kórház központi épülete, mely jelenleg is a földgáz mellet felhasznál szeparált és előkészített kisérőgázt fűtés és használati melegvíz előállítására, illetve található egy gázmotor is a kórház területén villamosenergiatermelésre, de ez magántulajdonban és jelenleg leállított állapotban található.

A dolgozatomban elemzem a kórház főépületének épületfizikai tulajdonságait, a fűtésre, HMV előállításra, hűtésre, szellőzésre és világításra rendelkezésre álló épületgépészeti rendszereket és elemzem, hogy milyen további lehetőségekkel lehet számolni a kórház vizsgált épületére a további energiahatékonysági intézkedések vonatkozásában.

2 A kiválasztott középület - karcagi Kátai Gábor korház főépülete – energetikai célú bemutatása

A karcagi Kátai Gábor Kórház története 1945 elején kezdődött. Ekkor egy Romániából, Besztercéről származó hadi kórházat kalandos körülmények között telepítettek le Karcagon, mivel a Szolnok - Debrecen közötti 130 km-es távolságban nem volt kórház. A kórház mai épületét - *mely dolgozatom tárgyát képezi* - 440 ággyal 1967-ben adták át. (https://www.kgkor-haz.hu/dokumentumok/korhaztortenete.pdf). A kórház a létesítés óta több épülettel és épület-szárnnyal is kibővült.

1. ábra – A kórház építési fázisa (Népszabadság 1966.04.13.-i szám)

A dolgozatomban a karcagi Kátai Gábor kórház épületei közül a főépületnek helyet adóépü-letegyüttes épületeit elemzem, azaz a „A”, „B”, „C” és „M” épületeket, melyek egymáshoz vannak építve.

2. ábra – Kórház szakdolgozatban elemezett épületei (e-epites/e-kozmu)

A kórház az idők folyamán a rendelkezésre álló pályázati lehetőségek függvényében igyekezett az épületek vonatkozásában energiahatékonysági felújításokat eszközölni valamennyi épülete számára. A 2007-2008-as években pályázati források bevonásával megvalósult a főépület hőszigetelése (6 cm EPS hőszigetelés), illetve a hotelrészleg új hőszigetelt függönyfalat kapott. Az épület nyílászárói is megújultak, kétrétegű, hőszigetelt műanyag ablakok kerültek beépítésre (4-16-4 üvegezésű U: ~ 1,3-1,5 W/m2K.). Az épületek lapos tető szerkezete is hőszigetelt. A hotelszárnyat nagyméretű üvegfelületek határolják, melynek „Déli" oldala külső árnyékolással van ellátva.

Az elnyert TIOP-2.2.4/09/01-2010-0001 – „Kátai Program" Kórházfejlesztés a Nagykunságiak egészségéért megnevezésű program keretein belül a kórháznak sikerül fejlesztenie a központi diagnosztikai egységeit és ezen egységek belső átalakítása mellett a hűtési, fűtési, HMV gépészeti átalakítások, légkezelő berendezések valamint 4 csöves Fan-coil berendezések telepítése is megtörtént.

A KEOP-4.10.0/K/14-2014-0040 projekt keretében a hotelszárny („A" épület) lapostetőjére 50 kWp-s összteljesítményű napelemes rendszer került telepítésre, mely hozzájárult az energiakereskedőtől vásárlandó elektromos áram mennyiségének csökkentéséhez. A megtermelt villamos energiát a kórház főépületeiének helyet adó épületegyüttes sziget üzemben használja fel.

Az EFOP-2.2.19-17-2017-00036 - Járóbeteg szakellátó szolgáltatások fejlesztése a Kátai Gábor Kórházban megnevezésű projekt keretein belül a főépületben cserélve lettek a hőleadók, korszerű termosztatikus szelepekkel ellátott radiátorokra, új fűtési körök kerültek kialakításra, továbbá inverteres split klímák telepítésére is sor került, valamint a villamos hálózat is megújításra került.

3. ábra - A kórház jelenlegi kialakítása (Ondok F. 2022.10.03. – helyszíni kép)

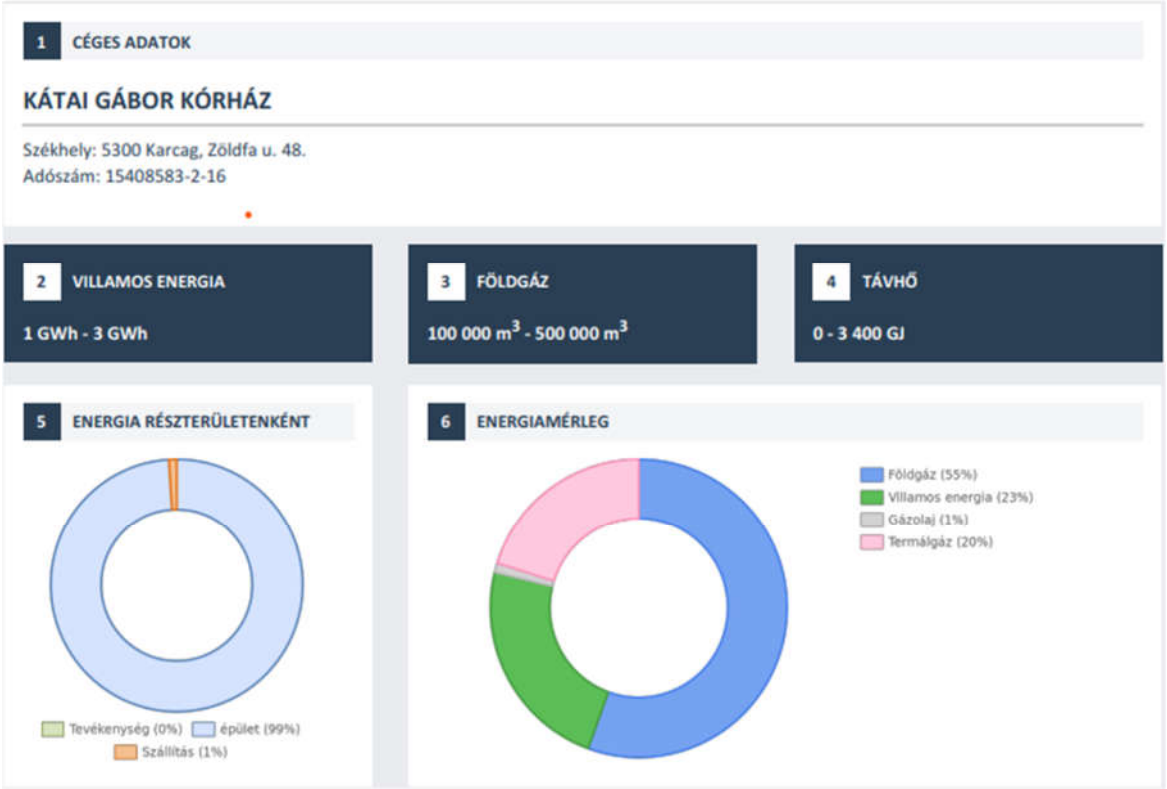
2.1 A kiválasztott középület épületszerkezeti bemutatása

A kórház főépülete pillérvázas vasbeton szerkezetű. Az „A” épület oldalfalai panelos kivitelűek. A többi külső falazat B30-as téglából készült térkitöltő falazattal rendelkezik. A 10 emeletes „A” épületet (hotelszárnyat) nagyméretű üvegfelületek (függönyfal) határolják, melynek „Déli” oldala az épületszerkezeti elemhez (függönyfal) erősített külső árnyékolással lett ellátva.

4. ábra - Északi oldali függönyfal kialakítása (Kátai Gábor Kórház fejlesztések Nagyné László Erzsébet Főigazgató 2017. november 17. előadásának diasorából)

2.2 A kiválasztott középület energiaellátó rendszereinek bemutatása

A kórház energiaellátását biztosító energiahordozók mennyiségi eloszlását az 5. ábra mutatja be, mely 2018-as adat.



5. ábra - energiamérleg (https://www.kgkorhaz.hu/informacio/20190603/eves_szakreferensi_riport_2018_hu_eredeti.pdf)

A fenti energiamérleg a kórház valamennyi épületére vonatkozik, melyből kitűnik, hogy a legnagyobb energiafelhasználást a fűtés és HMV előállítás, valamint a technológiai gőzfejlesztés emészti fel, mely földgázból és földgáz minőségű termálvízből leválasztott kisérőgázból biztosított. A felhasznált villamos energia az épület gépi hűtését, a belső légállapot biztosítását (különös tekintettel a műtők és laboratóriumok légkezelésére), a világításhoz szüksége energiát, valamint a jelentős elektromos áramot felhasználó orvostechnikai berendezések (röntgen, ultrahangos és CT vizsgálatokat végző berendezések) energiaellátását biztosítja. A kórház főépületének energiafelhasználását energiahordozónként az 1. sz táblázat mutatja be.

1. sz. táblázat - A Kátai Gábor kórház főépületének energiamérlege (2018 évi beszámoló adatai)

Éves energiamérleg (Főépület) Energiamérleg (becsült és valós adatok alapján)	**Főmérőn mért felhasználás [kWh; m3]**
Villamos energia (vásárolt)	1 516 052
Villamos energia (termelt)	50 126
Földgáz	397 025
Termálgáz	233 694

2.2.1 gázellátás

A kórház gázellátása mind az engedélyes földgázelosztó gázvezetékéről (OPUS TIGÁZ Zrt. ø110 PE 3 bar-os gázvezeték), mind a karcagi K-127-es kút termálvizéből kinyert termálgázzal (ø160 PE 0,4 bar-os gázvezeték, átlagos fűtőérték 34 MJ/nm3; az átadott gázmennyiség mérése gázmérővel) biztosított. A kazánokba párhuzamosan a földgáz és az előkészített, mért termálvízből leválasztott kisérőgáz párhuzamosan be van kötve.

2.2.2 villamosellátás

A kórház villamosenergia ellátása az elektromos elosztói engedélyes 20 kV-os közép feszültségű kábelével biztosított. A villamosenergia ellátás vonatkozásában figyelembe veendő a hotelépület („A" épület) tetején létesített napelemes rendszer által előállított villamos energia potenciál is, melyet a kórház főépületének helyet adó épületegyüttes sziget üzemben használ fel.

2.2.3 Megújuló energiapotenciál

A vizsgált középület a megújuló energiát közvetlenül és közvetve hasznosítja. A közvetett energiahasznosítás tulajdonképpen a K-127-es termálkút vizéből szeparátorral leválasztott CH gáz melynek fűtőértéke szinte azonos a földgáz átlagos fűtőértékével (34 MJ/m^3) vagy meghaladhatja azt kis mértékben. A fűtőértéket a szolgáltatást nyújtó Karcagi Erőforrás Kft. évente minimum két alkalommal ellenőrzi. A kórház és a szolgáltatást nyújtó Karcagi Erőforrás Kft. között az elszámolás módja méréssel történik (ACTARIS TZ / G 65 NA50 mérőturbinás mérő).

A közvetlen megújuló energiapotenciál a vizsgált épületek vonatkozásában a hotelépület („A" épület) tetején elhelyezett napelemes rendszer, mely a KEOP-4.10.0/K/14-2014-0040 azonosítószámú Európai Unió által támogatott projekt keretében valósulhatott meg.

7. ábra - Napelemek elhelyezése az „A" épületen (Kátai Gábor Kórház fejlesztések Nagyné László Erzsébet Főigazgató 2017. november 17. előadásának diasorából)

A fenti napelemes telepítés egy 50 kW-os naplemes kiserőműhöz kapcsolódik, mely Európai Uniós támogatás alapján került elhelyezésre a hotelépület tetejére külön tartón elhelyezve 35 fokos dőlésszögben. A napelemek által megtermelt villamos energiát szigetüzemben használja fel a kórház.

3 IRODALOMELEMZÉS

A mai nehéz és kiszámíthatatlan gazdasági és politikai légkörben az épületek által igényelt energia vonatkozásban szokványos és elérhető fosszilis alapú vagy abból előállított energiahordozók ára a fentiek miatt erőteljesen emelkedett és beszerzése nehézkessé vált, melynek hatására a geotermális energia felhasználása erőtérbe került.

Az irodalomelemzés fejezetben azon szakirodalmak vizsgálatát helyeztem előtérbe, melyek elsősorban a geotermális energia felhasználását, másodsorban a kiválasztott épület energetikai és funkciójából adódó egyéb speciális energiafelhasználással foglalkoznak, beleértve az épület energetikai veszteségeinek feltárását.

3.1 Geotermikus energia definíciója

Geotermikus energia vagy szép magyar nyelven szólva: Földünk hő energiája az a hőmennyiség, amit pillanatnyi tartózkodási helyünkön szünet nélkül felkínál számunkra. A Föld mélyéből feltartóztathatatlanul áramlik a felszín felé a mélységben tárolt és folyamatosan keletkező, utánpótlódó meleg. Mértéke télen és nyáron, minden évszakban egyforma. [Livó László, 2022.]

Rendelkezésre álló geotermikus energia vonatkozásában megkülönböztethetünk [Dr. Kontra Jenő 2016]:

- kezdeti földtani készletet: A földkéreg teljes exergiája egy adott „A” terület alatt.
- hozzáférhető földtani készletet: Fúrással elérhető tartomány (10-12 km).
- kitermelhető készletet:1-2 km mélységben.
- gazdaságosan kitermelhető energiakészletet: Mely a rendelkezésre álló fosszilis energiahordozókkal felveszi a versenyt.

A geotermális energia hasznosítása geotermális fluidum felszínre hozásával felveti az exergiával való gazdálkodás lehetőségét. Az adott nagyságú, geotermális fluidummal rendelkező kőzetváz egységnyi térfogatú részének belső energiatartalma:

$$E_H = (1 - \Phi) \cdot \rho_K \cdot c_K \cdot (T_K - T_0) + \Phi \cdot \rho_F \cdot c_F \cdot (T_F - T_{0)}$$

Ez a folyadékkal telített kőzettest EXERGIÁJA, ahol:

- K index a kőzetre;

- F index a fluidumra vonatkozik.
- ρ index a sűrűség,
- Φ index a porozitás,
- T index a hőmérséklet.

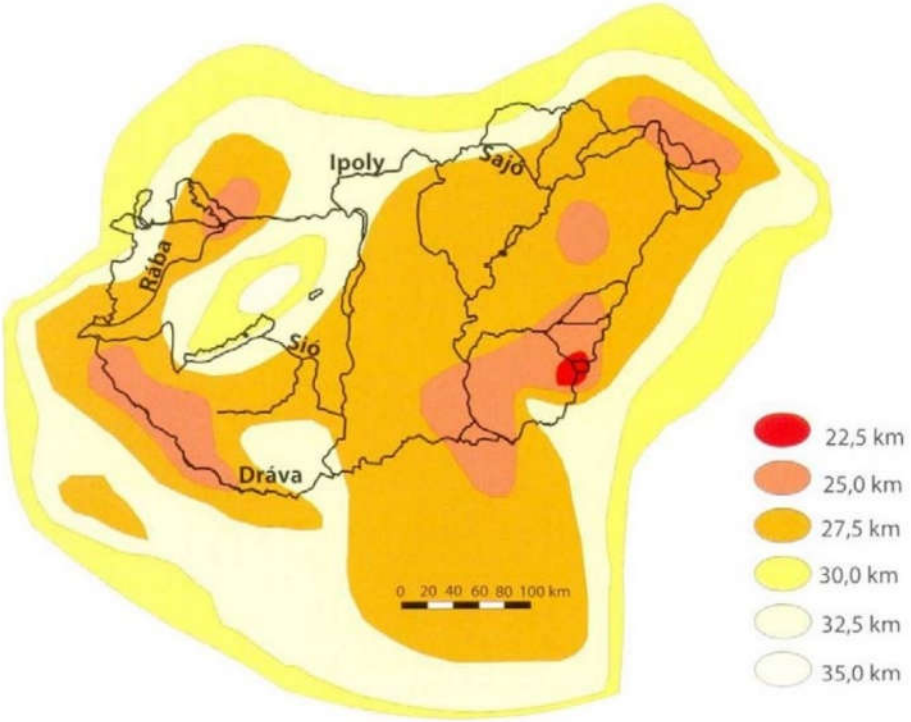
3.2 Magyarország geotermikus adottságainak bemutatása

A Kárpát-medence az egyik nyugodt „forró pont" a Föld felszínén, amely alatt a szilárd kéreg vastagsága az átlagosnál jóval kisebb. Ennek és a kérget itt kitöltő, viszonylag jó hővezető képességű kőzeteknek köszönhetően a mélyből a felszín felé haladó hőáram sebessége az általánosnál gyorsabb. [Livó László, 2022]

A Kárpát Medence felszínének kialakulása során a föld külső, a kéregből és a felső földköpeny merev szilárd részéből álló kőzetburka a litoszféra egy darabja a vízszintes irányú húzófeszültségek hatására elvékonyodott, majd lesüllyedt. Azokon a szegélyterületeken, ahol a gyors süllyedés és az ezzel egyensúlyban levő intenzív törmeléklerakódás történt, zömmel homokos, a delta előtti mélyebb vízben zömmel agyagos rétegek rakódtak le. A felsőpannonban így kialakult homokos-homokköves rétegek képezik Magyarország legjelentősebb hévíztárolóját. A homokos-homokköves hévíztároló Magyarország területén kb. 40.000 km^2 kiterjedésű. A vastag, porózus és permeábilis felső-pannon üledékek alkotják három legnagyobb hévíztárolónkat, az Alföld, a Kisalföld és a Dráva süllyedék területén.

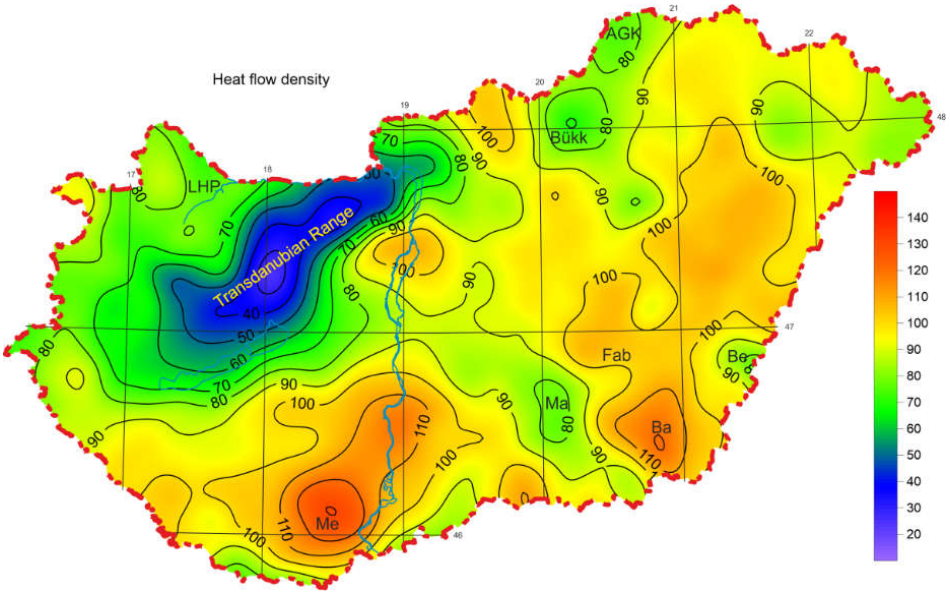
A földtörténeti középkorból származó üledékes kőzetek közül elsősorban a triász kori karsztosodott mészkövek szintén jó víztárolók, melyek Magyarország további hévíztárolóit képzik. Ezek nagy mélységben Zala megyében találhatók, illetve jelentősek még Budapest és az Északi Középhegység peremén Eger, Bükkszék, Bogács, Mályi hévízkútjai.

A Kárpát-medence és azon belül Magyarország olyan térség, ahol a Föld szilárd kérgének vastagsága az átlagosnál jóval kisebb. Ennek és a kérget itt kitöltő viszonylag jó hővezető képességű kőzeteknek köszönhetően a Föld mélyéből a felszín felé haladó hőáram sebessége az általánosnál gyorsabb és tekintve, hogy a Kárpát Medencében sok ezer éve megszűnt vulkáni működés és a földmozgások is ritkák, melynek következtében egyenletes földhő energiatermelést tesznek lehetővé.



8. ábra - Földkéregvastagság Magyarország területén

A földi átlaghoz képest a Kárpát Medence és azon belül Magyarország területén a földünk középpontja felé átlagban 5 C°-al, míg a szakdolgozatomban kielemzett területen az Alföldön 100 méterenként kb. 6-8 C°-al is emelkedhet a Hőmérséklet. Átlag alatti hőmérséklet növekedéssel a Kisalföldön és a hegyvidéki régiókban találkozhatunk.



9. ábra - Magyarország Hőfluxus térképe [mW/m^2]

(L. Lenkey, János Mihályka, Petra Paróczi Published 2020 Proceedings World Geothermal Congress 2020+1)

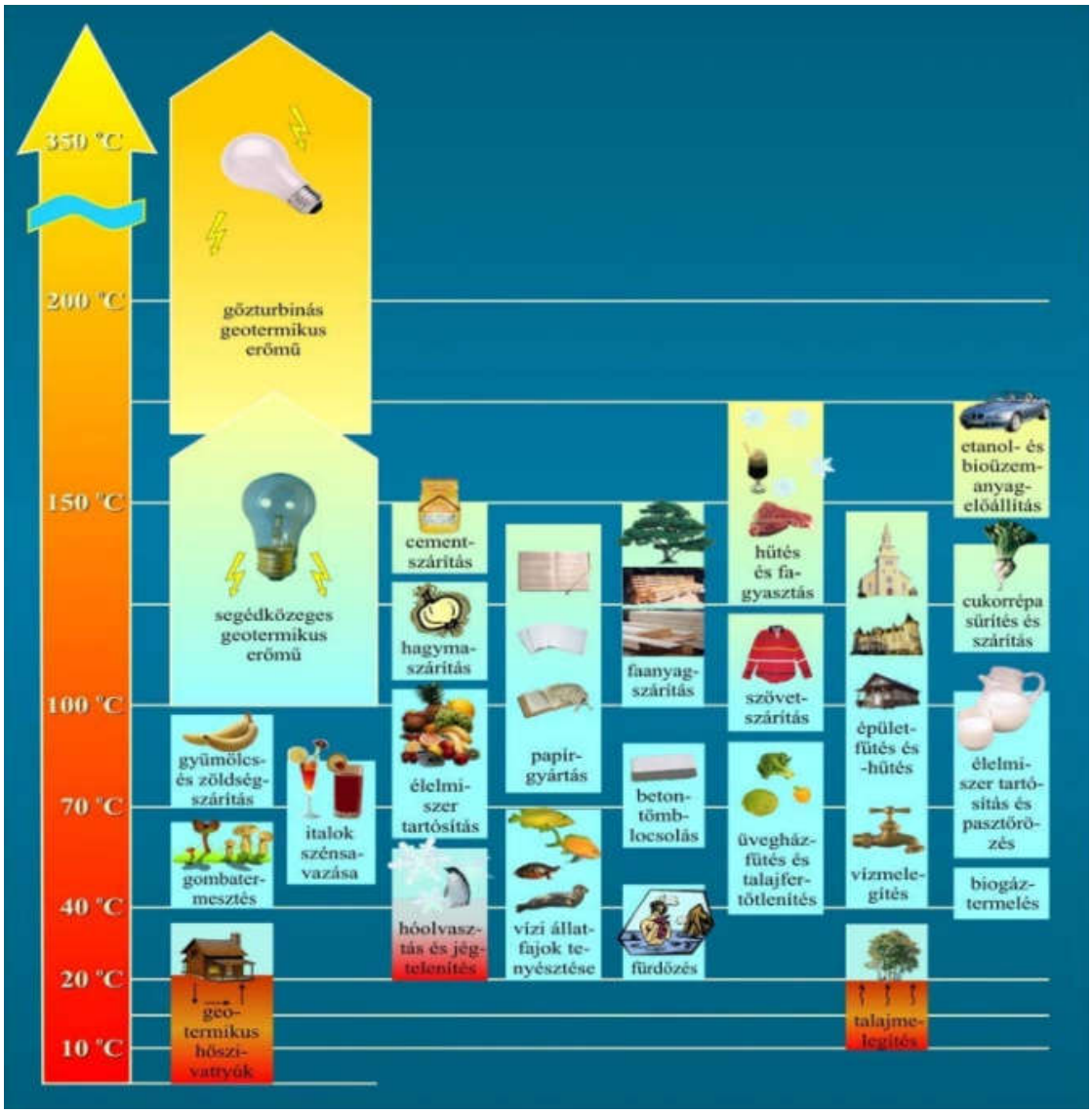
A 9. ábra bemutatásának megfelelően Magyarország területének közel 2/3-án lehet fúrási művelettel 30 C° körüli hőmérsékletű Hévíz kutat kialakítani, több helyen 100 C° fokú termálvíz is felszínre hozható és pár helyen gőz kiaknázására is van lehetőség.

3.3 A Geotermikus energia hasznosításának energetikai célú lehetőségei

A radioaktív kőzetek bomlásából a földkéreg felé jutó geotermikus hőenergiát felhasználhatjuk:

- hőtermelésre (fűtés és használati melegvíz előállítás),
- villamos energia termelésére.

A geotermikus energiafelhasználás széles körű felhasználási lehetőségeit mutatja be a lenti Lindal diagramm.



10. ábra - Lindal diagramm (Livó László Földhőpotenciál és kiaknázási lehetőségei Mérnök Újság 2022. augusztus-szeptember)

A Lindal diagram azt mutatja meg, hogy a rendelkezésre álló geotermikus energiának milyen felhasználási lehetőségei vannak a hőmérséklet függvényében.

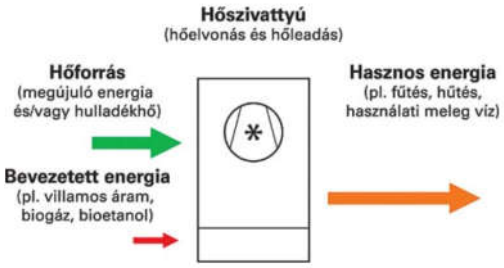
3.3.1 Geotermikus energia felhasználása hőtermelésre

A földhő hőtermelésre való felhasználásának több technikai megoldása áll rendelkezésre, melyek az alábbiak:

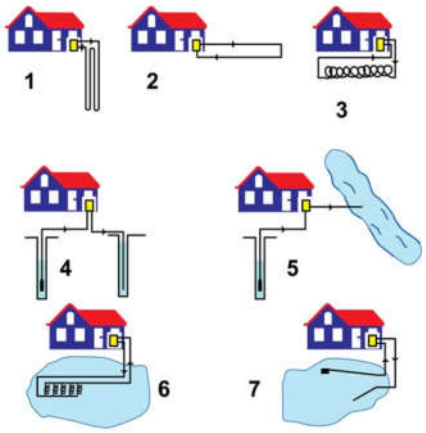
- geotermikus és hidrotermikus hőszivattyúk,
- közvetlen hőhasznosítás,
- EGS rendszerek.

3.3.1.1 Hőtermelés hőszivattyúkkal

A hőszivattyúk a környezetből felvett energiát alakítják át jó hatásfokkal, melynek a lelke az expanziós szelep. Hőforrásként figyelembe vehető a környezetből felvehető légtermikus energia (hő formájában a környezeti levegőben tárolt energia), geotermikus energia (a szilárd talaj felszíne alatt hő formájában található energia) és a hidrotermikus energia (a felszíni vizekben hő formájában tárolt energia). A mai globális felmelegedéssel tarkított időkben a lakóingatlanok vonatkozásában hűtésre és fűtésre egyre inkább előtérbe kerül a levegő-levegő, illetve a levegő-víz hőforrással működő hőszivattyúk alkalmazása (légtermikus üzemű hőszivattyúk). Ezzel szemben a geotermikus talajszondás valamint hidrotermikus hőszivattyúk bekerülési költsége elég jelentős, így nagy részben a beruházásra csak pályázati források bevonásával van lehetőség.



11. ábra - Hőszivattyús rendszer elvi vázlata [Komlós Ferenc, 2012]



12. ábra - Földhő (geotermikus) hőforrású zárt (1, 2, 3) és nyitott rendszerű (4, 5), valamint hidrotermikus hőforrású zárt (6) és nyitott (7) rendszerű hőszivattyúk elvi vázlatai [Komlós Ferenc, 2012]

A geotermikus energiaforrást (talajhőt) használó geotermikus hőszivattyú a talajból veszi el a hőt és adja azt át az épületbe beépített felületi hőleadóknak, amelyek padló, fal- vagy

mennyezetfűtés elemek lehetnek, mivel az előállított fűtővíz alacsony hőfokú, nem haladja meg a 30-35 Celsius-fokot. A talajhő függőleges – vertikális – szondán keresztül jut el a hőszivatytyúhoz. A szonda egy maximum 200 m2-es családi ház esetén kb. 20-120 méter közötti mélységre kerül lefúrásra a talajba, attól függően, mekkora az épület hőenergia szükséglete. Ezt korrekt gépészeti számításokkal kell meghatározni.

13. ábra - Talajhőszonda (rehau.com)

A hidrotermikus üzemű hőszivattyú a felszíni vizekből származó hő formájában tárolt energiát használja fel fűtésre, hűtésre és használati melegvíz előállításra, valamint figyelembe vehető a termválvízzel felszínre hozott hőenergia balneológiai vagy közvetlen hőhasznosítását követően még energiatartalommal rendelkező víz hulladékhőjének hidrotermikus üzemű hőszivattyúval történő felhasználása.

3.3.1.2 Termálvízzel felszínre hozott geotermikus energia közvetlen hőhasznosítása

A földhő speciális lehetősége, ha hévíz segítségével tudjuk a felszínre hozni. Ez esetben olyan geotermikus tárolóval van dolgunk, ahol a kőzetmátrix szabad térfogatát (pórusait) víz tölti ki. Szerencsés eset, ha a tároló mélyen, jó hővezető kőzetben van és víz utánpótlódása is biztosított. Országunkban igen sok lakott település közigazgatási területe alatt nem túl nagy mélységben (150-2000 m-ig) találhatók olyan hévíztárolók, melyek 50-80°C-os vagy még melegebb vizet nagy mennyiségben képesek szolgáltatni. Magyarországon több mint 220 MW-nyi földhőteljesítményt használnak távfűtésre, lakás- és épületfűtésre. A fűtővíz a városfűtések esetében a tárolóba többnyire visszajut, így mód van a hosszú idejű, több évtizedes használatra. Egy-egy új távfűtőrendszerrel 15-25 TJ/év hőenergiát lehet hasznosítani. A legismertebb talán a hódmezővásárhelyi és a miskolci geotermikus távhőszolgáltatás. [Livó László, 2022]

A 65°C-nál alacsonyabb hőmérsékletű vizek felhasználása csak hőszivattyúk, vagy különleges padlófűtési rendszerek, víz-levegő hőcserélők beépítésével biztosítható.

3.3.1.3 EGS rendszerek

EGS: Enhanced Geothermal System technológiák, melyet magyarul mesterséges geotermikus rendszerként azonosíthatunk. A működési rendszer lényege, hogy feltárt forró, száraz kőzetben kerüljön kialakításra mesterséges módon geotermális erőforrás villamosenergia-termelés céljából.

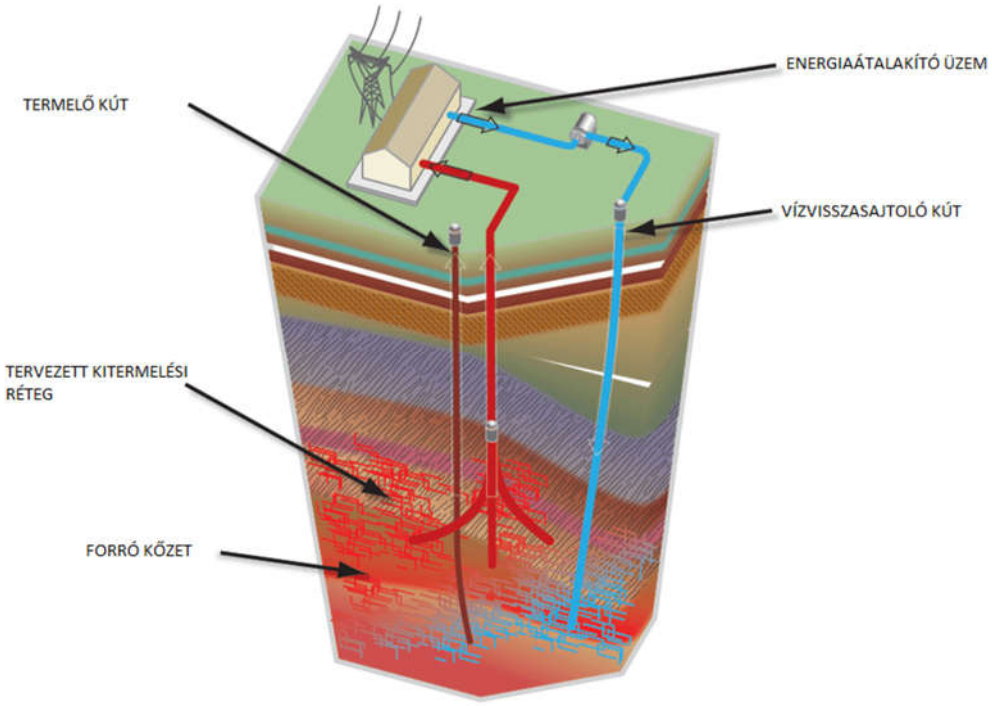
A rendszer előnye, hogy a megújuló energiával működő rendszerekhez hasonlóan a mesterséges geotermikus rendszerek is képesek minimális környezeti hatással működni.

Az EGS-rendszerek mesterségesen juttatnak e mélységekbe hőszállító közeget (pl. vizet), melynek hidraulikus repesztéssel állítanak elő a fluidum felmelegedésére szolgáló repedéshálózatot. A gőzzé melegedett hőszállító közeg, így már a felszínre emelve képes az áramtermelő, nagy teljesítményű turbinákat meghajtani. (Dr. Kulcsár Balázs P.HD. adjunktus A GEOTERMIKUS ENERGIA HASZNOSÍTÁSA HALLGATÓI SZEMINÁRIUM) Az így rendelkezésre álló energia villamosenergia termelésre hasznosítható.

Az Európai Unió elkötelezett az EGS technológiában, amelyet a geotermia jövőjének tartanak, melyet projektek keretében támogatnak. Az EGS rendszerek óriási potenciállal bírnak a tekintetben, hogy a magyar energia portfólióhoz tiszta, megújuló energiaként jelentős mértékben hozzájárulhatnak.

A hozzáférhető földtani készletnek csupán egy viszonylag kis hányada lesz kitermelhető a belátható jövőben. Magyarországon, a Tiszántúlon megismert nagyszénási és fábiánsebestyéni túlnyomásos tárolók valamint egy EGS kísérlet számára a dk-alföldi nagy hőmérsékletű impermeábilis kőzettartományt lehet a felhasználható kategóriában számításba venni. Ebben a mélységintervallumban már megfelelően jó közelítést jelent a mélység mentén lineáris hőmérsékleteloszlás, amint azt a hazai mélyfúrásokban adódó mért értékek is bizonyítják. A jövőben gazdaságosan kitermelhető készletet tehát a felszíntől 4 km mélységig terjedő kőzettartomány geotermikus energiatartalma jelenti. [MEKH, 2016].

A fenti Dél-alföldi EGS erőmű megnevezésű projekt NER300-as megjelölésű Európai Uniós pályázatból Battonyán valósult volna meg és a tervezett tevékenység nagy hírverést kapott annak idején a sajtóban. Sajnos internetes keresésem alapján pár éve még nem valósult meg a projektből semmi.



14. ábra - EGS rendszer folyamatábra (https://www.researchgate.net)

3.4 A geotermikus energia hasznosítása Magyarországon

A földkéreg minden pontján megtalálható a geotermikus energia azonban ebből csak a felszíni hőmérséklet által meghatározott belsőenergia-szint fölötti rész hasznosítható. Magyarországon a Kárpát medence földtörténeti kialakulásnak köszönhetően jelentős geotermikus energia potenciállal rendelkezik. Magyarországon általánosságban vizsgálva a geotermikus gradiens átlagos értéke 0,04-0,05 °C/m értékek közé esik, melynek következtében 2000 méter mélységben 80-100 C°. Ez európai összehasonlításban kiemelkedően magas. Magyarország területén a pár darab gőzkút kivételével a hévízkutak legfeljebb 100 C°-os vizet adnak. A rendelkezésre álló geotermikus energia Magyarországon elsődlegesen hőenergiaként kerül hasznosításra, illetve alkalmazható lehetne az EGS technológia kiaknázásával villamos áram termelésre is.

Magyarország szinte valamennyi fosszilis energiahordozóból nagymértékű behozatalra szorul. Energiaimportunk meghaladja a 70%-ot. A geotermikus energia viszont teljes egészében hazai, és a 435 PJ-os fűtési-hűtési energiaigények kielégítésére hosszú távon át alkalmas lehet. Így az energiaimport csökkentésének, a független magyar energiaellátás kialakításának hatékony eszközévé válhat. [Nyikos Attila, Tóth Anikó Nóra, 2019]

A hévízkutak száma hazánkban közel 1700. "A Magyar Bányászati és Földtani Hivatal adatközlése alapján 2015-ben a kitermelt hévíz mennyisége 24,608 millió m^3 volt. A termelt hőmennyiség 2509 TJ. Termálkútjaink 40%-a, mintegy 600 kút, balneológiai célú. A balneológiai célú kutak elméleti termálkapacitása 352 MWt, ami 3912 TJ/év mennyiséget jelent. Igen

sajnálatos, hogy ez a hőkapacitás csupán elméleti, mivel fürdőink nagy része energetikai célra csak igen kis mértékben, vagy egyáltalán nem hasznosítja a termálvíz hőtartalmát." [Tóth, 2016].

Azonban a jelenlegi politikiai és gazdasági helyzetben a hőtartalom felhasználása mellett a termálvíz közvetlen és közvetett energetikai célú hőhasznosítása is egyre jobban előtérbe kerül a fürdőkben. Sajnos azonban megjegyzendő, hogy fürdőinkben a felhasznált, de még hőtartalommal bíró termálvíz hőtartalma nem kerül felhasználásra, azt sok esetben nyílt csatornákban kerül elvezetésre (pl.: tiszaföldvári strandfürdő).

3.5 A termálvízből kinyerhető kisérőgáz energetikai célú felhasználásának bemutatása

Hazánkban a termálkutak közel fele metán tartalmú kísérőgázt tartalmaz, ami sokszor a fürdők légterébe, a csőrendszerbe juthat, ami komoly veszélyt jelent. A kísérőgáz főleg metán (CH_4), amit sok esetben leválasztás után a légkörbe engednek. [Dr. Kontra Jenő 2016].

A fentiek miatt a termálvízben lévő kisérőgázt szeparátor segítségével le kell választani. A nagy metán tartalmú kisérőgáz alkalmas lehet gázmotorban villamos áram termelésre, vagy tüzelőberendezésben való elégetéssel fűtési és használati melegvíz ellátására. A kisérőgáz felhasználását eléggé megnehezíti, hogy a leválasztáshoz és a felhasználás előkészítéséhez szükséges technológia egységek telepítési és bekerülési költsége magas.

A kísérőgázok összetevői között döntő hányadban (85,0 – 97,0 tf%) metán (CH4) található. Ezzel az eljárással a termálvíz kutak környezetre gyakorolt metán terhelése nagymértékben csökken, ugyanakkor széndioxid kibocsátás keletkezik.

Metán tökéletes égésének alapegyenlete:

$$CH4 + 2O2 = CO2 + 2H2O$$

A széndioxid és a metán környezetterhelési mutatói között nagyságrendi különbség van. Egy egységnyi metán emissziója húsz egység széndioxid emissziójával egyenértékű.

A fentiek alapján a termálvízből kinyerhető kisérőgáz felhasználása elég szerény országos szinten, azonban Jász-Nagykun-Szolnok vármegyében a kisérőgáz leválasztás elég jelentős, melyről a teljesség igénye nélkül a 2. sz. táblázat ad bemutatást.

2. sz. táblázat - Termálvízből való kisérőgáz hasznosítás bemutatása Jász-Nagykun-Szolnok vármegyében

Helyiség:	Termálvízkút jele:	Kisérőgáz energiafelhasználás célja:
Kisújszállás	B-110	gázmotoros kiserőmű – villamosenergia termelés
Karcag	K-127	- gázmotoros kiserőmű – villamosenergia termelés - közvetlen felhasználás gázkazánban fűtésre és használati melegvíz előállítására
Tiszaföldvár	B-46	gázmotoros kiserőmű – villamosenergia termelés ***jelenleg nem üzemel!***
Berekfürdő	B-192 és K-70	- gázmotoros kiserőmű – villamosenergia termelés - közvetlen felhasználás gázkazánban fűtésre és használati melegvíz előállítására
Túrkeve	K-26	- gázmotoros kiserőmű – villamosenergia termelés - közvetlen felhasználás gázkazánban fűtésre és használati melegvíz előállítására

3.5.1 Példa termálvízből leválasztott kisérőgáz energetikai célú felhasználására

Leválasztott kisérőgáz felhasználásra példa a 2019-es évben átadott Bábolnai termálfüdő, melyet a Bábolna K-52 és K-53 jelű hévízkutak láttnak el. Energetikai célra a két kút közül csak a Bábolna K-53-as jelű hévízkút volt megfelelő (2016. február 3.-i mérések alapján - Geo-Log Kft. végezte el - az 520 l/perc méréskori vízhozam során összesen GVV 126 l/m^3 kísérőgáz szabadul fel, amelynek összes metán tartalma MVV 2,37 l/m^3. A kútból felszabaduló kísérőgázokból összegyűjtött kevert gáz metán tartalma 97,91 tf%, fűtőértéke 33,29 MJ/gNm^3.

A Bábolna K-52-es hévízkút termálvizéből leválasztott metán a környezetbe kerül kiengedésre (21 m^3/h vízmennyiség 15,5 gNm^3/h tartalmú kísérőgáz). Az önkormányzat a TOP-3.2.2-16 Önkormányzati közcélú megújuló energiaellátás növelése megnevezésű pályázatból valósította meg a K-52 jelű kútkörzet kialakítását, a kút üzembehelyezését és a fürdőig létesítendő távvezetéki hálózat kiépítését, a gázleválasztó és gázelőkészítő rendszer és gáztároló létesítését, valamint a Sportcsarnokban és Diák-konyhában történő geotermikus hő hasznosítást (használati melegvíz előmelegítés) és kísérőgáz hasznosítását.

A K-52 termálkútból kísérőgáz egy külön gáztalanító berendezésen leválasztásra kerül. Ezt a gázmennyiséget a beruházáson belül a strandfürdő területén belül létesített 49 kWh névleges

villamos teljesítményű kogenerációs gázmotoros kiserőműben, illetve az Önkormányzati tulajdonban lévő szomszédos sportcsarnokban illetve diák-konyhában meglévő földgáz üzemű gázfogyasztó berendezéseiben kerülnek felhasználásra.

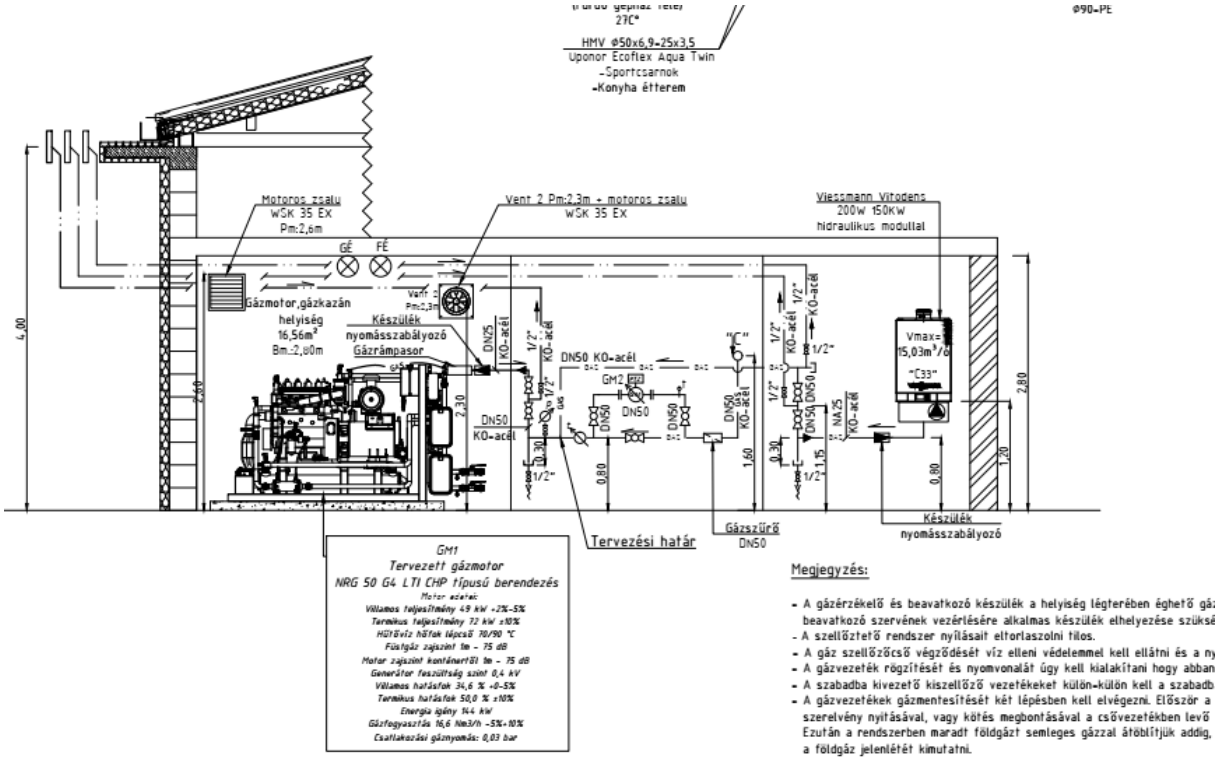
3.5.2 Kisérőgáz felhasználása villamosáramtermelésre

A megújuló energiaforrások vonatkozásában villamos áram termelésre geotermikus energia részaránya igen csekély. A KSH adatai lapján (2. táblázat) tulajdonképpen 2017-ig ez nulla volt. Persze 2017 előtt is voltak ilyen hasznosítások, de a többi villamos energiát termelő megújuló energiát hasznosító berendezésekhez képest (fotovoltikus napelem) elhanyagolhatóak voltak.

A villamos energia megtermelését a termálvízben történő kisérőgáz gázmotorokban történő elégetésével állítják elő, melynek folyamatát mutatja be a 16. számú ábra.

3. sz. táblázat - Megújuló energiaforrásokból termelt villamos energia aránya [%] – KSH adat

Megnevezés	Megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia felhasználásának részaránya a bruttó végső energiafogyasztáson belül	Ezen belül:						
		biomassza	biogáz[a]	szél[b]	víz[b]	nap	kommunális hulladék megújuló része	geotermikus
2000	0,6	4,1	0,0	0,0	73,3	0,0	22,6	–
2001	0,6	2,7	2,7	0,4	72,4	0,0	21,8	–
2002	0,6	2,5	2,5	0,4	81,9	0,0	12,7	–
2003	0,8	32,4	5,4	1,2	50,9	0,0	10,1	–
2004	2,2	72,4	2,2	0,6	21,9	0,0	2,8	–
2005	4,4	84,2	1,3	0,5	10,8	0,0	3,2	–
2006	3,5	75,9	2,5	2,9	12,5	0,0	6,3	–
2007	4,2	73,0	2,5	5,8	11,2	0,0	7,5	–
2008	5,3	74,7	2,9	8,7	9,0	0,0	4,6	–
2009	7,0	73,4	3,3	11,4	7,9	0,0	3,9	–
2010	7,1	67,4	3,9	17,7	6,2	0,0	4,8	–
2011	6,4	56,4	7,9	23,1	8,2	0,0	4,4	–
2012	6,1	50,4	8,0	29,1	8,0	0,3	4,2	–
2013	6,6	51,3	9,6	25,8	7,6	0,9	4,9	–
2014	7,3	54,0	9,1	20,9	9,6	2,1	4,3	–
2015	7,3	51,4	9,1	21,5	7,2	4,4	6,4	–
2016	7,3	45,8	10,2	21,0	7,9	7,5	7,5	–
2017	7,6	47,3	10,0	21,8	6,3	10,0	4,6	0,0
2018	8,1	47,7	8,9	16,1	5,9	16,7	4,3	0,3
2019	10,0	37,7	6,8	15,5	4,7	31,9	2,9	0,4
2020	11,9	30,1	5,9	11,8	4,4	44,5	3,0	0,3



15. ábra - Gázmotor telepítési vázlat (2016/263. sz. kiviteli terv – Horváth és Társa Kft)

3.5.3 Kisérőgáz felhasználása épületfűtésre és HMV ellátásra

Amennyiben a termálvízből leválasztott kisérőgáz összetétele és fütőértéke, olyan minőségű, hogy az földgázüzemű gázkazánban elégethető, abban az esetben az felhasználható az épület fűtésére és használati melegvíz ellátásának biztosítására és így a gázfelhasználó berendezések átállításáról sem kell gondoskodni.

3.6 Épületenergetikai alapok

„Épületenergetika”. Ez a kifejezés 1994–ben jelent meg a hazai szóhasználatban, és számos olyan területre utal, amely kapcsolatban áll az épületek energiamérlegével. A teljesség igénye nélkül ebbe a körbe tartozik az építészeti koncepció, az épületszerkezetek hőtechnikai tulajdonságai, a szoláris energia passzív hasznosítása, az épületgépészeti és épületvillamossági rendszerek, a megújuló energiát hasznosító rendszerek, az épületfelügyeleti rendszerek – a kör bővíthető még a felvonókkal, mozgólépcsőkkel, egyes háztartási berendezésekkel. [Csoknyai Tamás, Zöld András, 2013].

A fentiek alapján az épületenergetika, sok olyan tényezőtől függ, melyet régebben nem az építészek és épületgépész tervezők nem vettek figyelembe, azonban az építési anyagok és épületgépészeti rendszerek fejlődésével, valamint az elérhető energiahordozók megdrágulásával egyre inkább előtérbe kerül az energiatakarékos építkezési mód, tekintettel az energiatakarékos újépítésű ingatlanokra vonatkozó jogszabályi előírásokra (közel nulla energiaigénynek

megfelelő követelmények figyelembevételével történő épülettervezés – azonban a használatbavétel vonatkozásában a közell nulla energiaigény figyelembevételének határidejét a jogalkotó folyamatosan a külső körülmények miatt -pl.: covid – folyamatosan kitolja) és a Nemzeti Bank által támogatott zöld hitel.

Az épületek energetikájának vonatkozásában a szabályozás szintjei az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet határozza meg.

3.6.1 Épületszerkezeti elemekből adódó veszteségek alapjai

Az épület méreteitől és épületszerkezeti elemeitől függő mérőszám a fajlagos hőveszteség tényező, mely a transzmissziós hőáramok és a fűtési idény átlagos feltételei mellett kialakuló (passzív) sugárzási hőnyereség hasznosított hányadának algebrai összege egységnyi belső - külső hőmérséklet-különbségre és egységnyi fűtött térfogatra vetítve.

Részletes számítási módszer szerint számolva:

$$q = \frac{1}{V}\left(\sum AU + \sum \Psi\, l - \frac{Q_{sd} + Q_{sid}}{72}\right) \qquad [W/m^3K]$$

ahol:

V - fűtött térfogat, belméretek szerint számolva [m^3]

A - felület, a belméretek alapján számolva [m2]

U – az épületszerkezetek hátbocsátási tényezői [W/m^2K]

Ψ – vonalmenti hőátbocsátási tényező az élek vagy a kerület hosszegységére vonatkozóan [W/mK]

l - csatlakozási élek hossza [m]

Qsd - a direkt sugárzási hőnyereség vagy hőterhelés [W]

Qsid - az indirekt sugárzási hőnyereség vagy hőterhelés [W]

Egyszerűsített módszerrel számolva:

$$q = \frac{1}{V}\left(\sum AU_R + \sum \Psi\, l - \frac{Q_{sd}}{72}\right) \qquad [W/m^3K]$$

Az összefüggés jobb oldalán a második szorzatösszegben a lábazatok, talajjal érintkező padlók, pincefalak vonalmenti veszteségei mellett a csatlakozási élek is szerepelnek.

A fajlagos hőveszteség tényező tulajdonképpen azt mutatja meg, hogy az épület önmagában a felület/térfogatviszonyok és az épületszerkezetek minősége alapján a rendeleti előírásokat teljesíti-e.

A képlet fontos eleme az épületszerkezeti elemekre vonatkoztatott U – hőátbocsátási tényező, mely A hővezetési ellenállás [R] reciproka.

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

ahol:

d - a szerkezeti réteg vastagsága;

λ - az anyag tervezési hővezetési tényezője, vagy az ISO 10456 szerint számítva, vagy táblázatos értékek alapján.

Régebben a MSZ-04-140-2: 1991 visszavont szabvány alapján az úgynevezett λ_{be} - beépítési hővezetési tényezőt kellett figyelembe venni [Baumann Mihály, Dr. Csoknyai Tamás, Dr. Kalmár Ferenc, Dr. Magyar Zoltán, Dr. Majoros András, Dr. Osztroluczky Miklós, Szalay Zsuzsa, Prof. Zöld András, 2009.], mely a fenti szabvány alapján a beépítendő hőszigetelő képességgel rendelkező építőanyagokat korrekciós tényezővel megnövelve vette figyelembe. Jelenleg több mérnök kamarai továbbképzéseken előadott álláspont alapján a korrekciós tényezők vagy nincsenek figyelembe véve, vagy az építőanyag nem teljes rétegrendi vastagságára kerülnek alkalmazásra (pl.: vázkerámia külső falra rakott EPS szigetelőanyag vonatkozásban a csapódó eső figyelembevétele miatt a tervezett rétegrendből 1 cm vastagság kerül megnövelésre a MSZ-04-140-2: 1991 visszavont szabvány táblázatában szereplő korrekciós tényezővel. Ezen értéket régebben nem adták meg a gyártók, csupán szakkönyvekből lehetett tájékozódni. Manapság a gyártók részére előírás, hogy a hővezetési tényezőt, sőt a hőátbocsátási tényezőt is szerepeltessék a teljesítménynyilatkozatukban.

$$U = \frac{1}{R_T} \frac{1}{R_{Si} + \sum_{j=1}^{n} R_j + R_{Se}} = \frac{1}{\frac{1}{hi} + \sum_{j=1}^{n} \frac{d_j}{\lambda_j} + \frac{1}{he}}$$

ahol:

R_T – eredő hővezetési ellenállás [m^2K/W]

R_{si} – belső hőátadási ellenállás [m^2K/W]

R_{se} – külső hőátadási ellenállás [m^2K/W]

h_i – belső oldali hőátadási tényező [W/m^2K] (MSZ-04-140-2: 1991 visszavont szabványban jelölés α_i)

h_e – külső oldali hőátadási tényező [W/m^2K] (MSZ-04-140-2: 1991 visszavont szabványban jelölés α_e)

d_j – réteg vastagsága [m]

λ_j – réteg tervezett hővezetési tényezője [W/mk]

4. sz. táblázat Hőátadási ellenállások figyelembe vétele – MSZ EN ISO 6946:2017

Hőátadási ellenállás m^2K/W	A hőáram iránya		
	Felfelé	Vízszintes	Lefelé
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04

Az így kapott homogén, vagy inhomogén külső épületburokra számított hőátbocsátási tényező egyszerűsített számítás esetén megnövelendő az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 7/2006. (V. 24.) TNM rendeletben meghatározott, a hőhidasság mértékében meghatározott χ - korrekciós tényezővel (7/2006. (V. 24.) TNM rendelet II.1. táblázat) megnövelve kapjuk meg az épületszerkezeti elem eredő hőátbocsátási tényezőjét. {U_R= U (1+ χ)}.

A külső határoló szerkezetek vonatkozásában a nyílászárók hőátbocsátási tényezőjének meghatározása az alábbiak szerint végezhető el lent feltüntetett gerébtokos nyílászáró vonatkozásban (Széll Mária Nyílászárók):

<u>egyrétegű üvegezés hőátbocsátási tényezője:</u>

$$U_{nyz} = \frac{A_ü U_ü + A_k U_k + l_ü \Psi_ü}{A_k + A_ü}$$

<u>ahol:</u>

$A_Ü$ [m^2] - az üvegezés felülete;

$U_Ü$ [W/m^2K] - az üveg hőátbocsátási tényezője;

A_K [m^2] a keret – tok és szárny – felülete;

U_K [W/m^2K] - a keret hőátbocsátási tényezője;

$l_Ü$ [m] - az üvegbeépítés kerülete;

$\psi_Ü$ [W/m,K] az üvegbeépítés vonalmenti hőátbocsátási tényezője.

<u>kétrétegű üvegezésű gerébtokos ablak hőátbocsátási tényezője:</u>

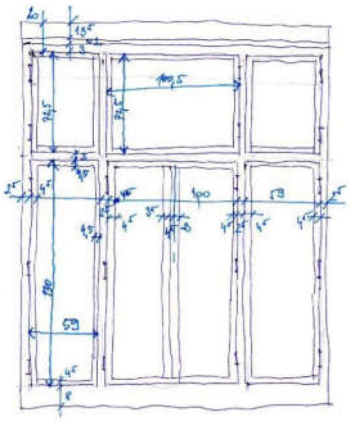
$$U_{nyz} = \frac{1}{U_{nyz1} - h_i + R_{légrés} - h_e + U_{nyz2}}$$

U_{nyz1} [$W/(m^2K)$] - a külső nyílászáró hőátbocsátási tényezője;

U_{nyz2} [$W/(m^2K)$] - a belső nyílászáró hőátbocsátási tényezője;

h_i [m^2K/W] a külső szerkezet belső oldali hőátadási ellenállása (a szerkezetet önállóan alkalmazva ezzel kellene számolni);

h_e [m^2K/W] a belső szerkezet külső oldali hőátadási ellenállása (a szerkezetet önállóan alkalmazva ezzel kellene számolni);
$R_{légrés}$ [m^2K/W] a két nyílászáró által közbezárt légrés hőátbocsátási ellenállása.



16. ábra - Gerébtokos ablak felmérési vázlata (Egri Mátyás - Sándor Eszter, 2020)

A mai elvárásoknak megfelelő kettő vagy három rétegű üvegezéssel ellátott fa vagy műanyag keretű nyílászárók hőátbocsátási tényezőjének számítása a gyártó által megadott értékek alapján a WINWATT programban kétféleképp lehetséges. Vagy a keret szélesség és típus megadása mellett számítható ki egynyílású nyílászárónál a hőátbocsátás nagysága, vagy többnyílású ablaknál összetett módon. Alapvetően a lenti összefüggéssel számítható a több rétegű üvegezésű nyílászárók hőátbocsátási tényezője:

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_f U_f + l_g \Psi_g}{A_g + A_f}$$

<u>ahol:</u>
A_g [m^2] - az üvegezés felülete;
U_g [W/m^2K] - az üveg hőátbocsátási tényezője;
A_f [m^2] a keret – tok és szárny – felülete;
U_f [W/m^2K] - a keret hőátbocsátási tényezője;
l_g [m] - az üvegbeépítés kerülete;
ψ_g [W/m,K] az üvegbeépítés vonalmenti hőátbocsátási tényezője.

Az épületszerkezeti elemekre vonatkozóan a követelményértékeket az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 5. számú melléklet 1. számú táblázata határozza meg (5. számú táblázat).

5. számú táblázat (Hőátbocsátási tényező követelmény értékei - 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet)

Épülethatároló szerkezet	A hőátbocsátási tényező követelményértéke U (W/m^{2}K)
Homlokzati fal	0,24
Fűtött tetőteret határoló szerkezetek	0,17
Padlás és búvótér alatti födém	0,17
Üvegezés	1
Különleges üvegezés	1,2
Fa vagy PVC szerkezetű homlokzati üvegezett nyílászáró	1,15
Fémszerkezetű homlokzati üvegezett nyílászáró	1,4
Homlokzati üvegfal, függönyfal	1,2
Tetőfelülvilágító, füstelvezető kupola	1,7
Tetősík ablak	1,25
Ipari és tűzgátló ajtó és kapu (fütött tér határolására)	2
Homlokzati, vagy fűtött és fűtetlen terek közötti ajtó	1,45
Homlokzati, vagy fűtött és fűtetlen terek közötti kapu	1,8
Fűtött és fűtetlen terek közötti fal	0,26

3.6.2 Épületek energiafelhasználásának hatékonysága

Az épületek energiafelhasználásának hatékonyságát figyelembe vevő mutató az összesített energetikai jellemző, mely alapján a jogszabály által meghatározott referencia értékhez képest kerül besorolásra az adott épület a felhasználási funkció függvényében az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról szóló 176/2008. (VI. 30.) Korm. rendelet alapján.

Az összesített energetikai jellemző meghatározásakor figyelembe veendők:

- az épület tájolása,
- a homlokzatok benapozottsága,
- a szomszédos épületek hatása (pl.: két épület között lévő túloldalon fűtött fal),
- egyéb klimatikus tényezők, az épület hőszigetelő képessége,
- épületszerkezeti és más műszaki tulajdonságok,
- az épülettechnikai berendezések és rendszerek jellemzői,
- a felhasznált energia fajtáját (primerenergiában kifejezve),
- az előírt beltéri légállapot követelményeiből származó energiaigényt,
- a sajátenergia-előállítást (megújuló energiát hasznosító berendezés).

$$E_p = E_F + E_{HMV} + E_{vil} + E_{LT} + E_{\pm} \text{ [kWh/m}^2\text{a]}$$

ahol:

Ep - összesített energetikai jellemző

E_F - fűtési hőszükséglet energiaigény

E_{HMV} – HMV előállítás energiaigénye

E_{vill} – világítás energiaigénye

E_{LT} – légtechnikai rendszer energiaigénye

E_{+-} - épületben előállított saját energia

A fenti energiaigények méretezése az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 7/2006. (V. 24.) TNM rendeletben szereplő formulák alapján történik az energetikai számítások vonatkozásban. A fenti energiaigények persze nem elégítik ki az épület teljes energiafelhasználását, mivel nem számolnak a technológia, az elektromos eszközök, a gépek által felvett energiával, illetve a működésük során termelt hőenergiával.

Az épület üzemeltetéséhez szükséges energiaigények kielégítése, a beépítendő épületgépészeti berendezése kiválasztása és a rendszer tervezése céljából ismerni kell az energiaáramokat. Ezen igények (fűtési hőszükséglet, használati melegvíz energiaigénye, friss levegő igény, stb…) kiszámítása a ma elérhető energetikai programokkal input adatok bevitele mellett könnyen meghatározható, melynek elméleti alapjait a visszavont FŰTÉSI HŐSZÜKSÉGLETSZÁMÍTÁS megnevezésű MSZ-04-140/3-87 szabvány határozott meg:

<u>A külső transzmissziós energiaáram:</u>

$$Q = \sum_{j=1}^{n} A_j \times U_j \times (t_i - t_e)[W]$$

ahol:

Q-transzmissziós energiaáram (W)

A_j-a térelválasztó felület területe (m^2)

U_j-hőátbocsátási tényező (W/m^2K) (korábban jele:k)

t_i-belső hőmérséklet (°C)

t_e-a külső méretezési hőmérséklet (°C)

<u>Talajba irányuló energiaáram:</u>

$$Q = l \times \Psi_l \times (t_i - t_e)[W]$$

ahol:

Q- energiaáram (W)

l -a padló kerületének a külső térelhatárolással érintkező része (m)

Ψ_l-a padló kerületére vonatkozó vonalmenti hőátbocsátási tényező (W/mK)

t_i-belső hőmérséklet (°C)

t_e-a külső méretezési hőmérséklet (°C)

Filtrációs (szellőzési) hőveszteség számítása:

$$Q = L \times \rho_{be} \times c \times (t_i - t_{be})[W]$$

ahol:

Q-filtrációs hőveszteség (W)

L-levegő térfogatárama (m^3/s)

ρ_{be}-belépő levegő sűrűsége (kg/m^3)

c-levegő fajhője (J/kg K)

t_i-belső levegő hőmérséklete (°C)

t_{be}-belépő levegő hőmérséklete (°C)

3.6.3 Egészségügyi létesítmények energiafelhasználásának különlegessége

A kórházak vonatkozásban az összesített energetikai jellemző vonatkozásában a referenciaértékre vonatkozóan az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet előírásokat nem tartalmaz az csak számítással határozható meg az A/V arány függvényében. A fajlagos hőveszteség tényező a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 5. melléklet II. pontja szerint számítandó.

Az egészségügyi intézmény kalkulált energiafelhasználását a TNM rendelet szerint egy referenciaépülethez képest lehet besorolni.

A fűtési energiaigény a TNM rendeletben előírt formulával számítható, azonban figyelemmel kell lenni azon specialitásra, hogy a fekvő betegek nem végeznek fizikai aktivitást, így a megfelelő helyiséghőmérséklettel kell kalkulálni.

A használati melegvíz igény vonatkozásban a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet nem határoz meg nettó hőenergia igényt, így az az épület teljes vízigényéből kalkulálható az alábbiak szerint [Baráth Géza, Egri István, Gyurcsovics Lajos, Dr. Harmathy Norbert, Dr. Magyar Zoltán, Szikra Csaba, Viczai János, 2020]:

Lakó és szállás jellegű építmény átlagos, napi vízigénye:

$$V_l = a\, f \frac{1}{1000} \quad [m^3/nap]$$

ahol:

f^* - fők száma az épületben, összesen

a – napi fejadag [liter/fő].

Egyéb építmények átlagos, napi vízigénye:

$$V_{nl} = f^{*} a \frac{1}{1000} \ [m^3/nap]$$

ahol:

f* - kórház épületben a dolgozók, a fekvőbetegek és a járóbeteg szakrendelésre érkezők száma, a – a dolgozók, a fekvőbetegek és a járóbeteg szakrendelésre érkezők fajlagos fogyasztási értékei [liter/fő].

Egyéb nem fejadagra és főre vonatkozó fogyasztások (takarítás, locsolás stb.)

$$V_e = f^{**} a \frac{1}{1000} \ [m^3/nap]$$

ahol:

f **- locsolás és takarítás esetén az építmény, vagy kert stb. felülete,

a - felületre vonatkozó fajlagos fogyasztási értékek [l/m2,d].

Az építmény teljes átlagos, napi vízigénye:

$$V = V_l + V_{nl} + V_e \ [m^3/nap]$$

Az épület teljes, napi melegvíz igénye:

$$V_m = V \ 0{,}4 \ [m^3/nap]$$

3.6.3.1 Kórházak speciális légtechnikai előírása

A megfelelő szűrőkkel ellátott légtechnikai rendszernek a légállapot, a levegő minőség, illetve higiéniai követelmények teljesítése tekintetében kiemelkedően fontos.

Magyarországon az MSZ-03-190:1987 szabvány szabályozza az „Egészségügyi intézmények mesterséges levegőellátását". A szabványt 1987-ben alkották, és 1989. 02.15-től napjainkig érvényben van. Az elmúlt évtizedekben a gyógyászati eljárások jelentősen megváltoztak, amelyeket a szabvány nem követ. A szabvány a különböző műtéti eljárásokra alkalmas műtőket a levegőben megengedett csírakoncentráció alapján sorolja helyiségcsoportokba. A légtechnikai rendszer elemeire vonatkozó előírások kevésbé részletezettek, mint a helyiségekre vonatkozók. [Turczai Attila, 2023].

Az Állami Tisztifőorvos 2019-ben írt módszertani levelében rávilágított, hogy a műtéti fertőzések egyik oka a műtéti légtechnika nem megfelelő volta. Módszertani levelében az Állami Tisztifőorvos az alábbiakat írta elő:

- A műtéti sebek mikrobiális kontaminációjának egyik legfontosabb terjesztő közege a levegő, ezért a műtő levegőjének speciális követelményeknek kell megfelelnie.
- A műtéteket mesterséges levegőellátó rendszerrel rendelkező műtőben kell elvégezni.

- A műtő és környező területek között pozitív nyomáskülönbséget kell kialakítani.
- A műtők levegőellátó rendszerét steril klímaberendezéssel kell biztosítani, ami képes legyen 20-szoros friss levegős légcserére.
- A műtőben nyáron sem lehet magasabb a hőmérséklet 25 °C-nál (ez az előírás szigorúbb a szabványkövetelménynél), és
- A műtét ideje alatt kerülni kell az ajtónyitással együtt járó mozgást.
- A tervezők nagy többsége jelenleg a hatályban lévő MSZ-03-190:1987 szabvány mellett, ami a csírakoncentráció alapján I-V. osztályba sorolja be a helyiségeket figyelemebe veszik a helyiségbesorolás vonatkozásban a hazai szabvány előírásainál jóval több peremfeltételt tartalmazó DIN 1946-4:2018 szabvány előírásait is.

Úgy gondolom, hogy a kórházi légtechnikai rendszerek felülvizsgálata egy további szakdolgozat anyagát adná, így ezt nem fejteném ki tovább, mivel a szakdolgozatom témája a geotermikus energia közvetett felhasználása középületben.

3.6.3.2 Kórházépületek speciális világítási előírásai

A kórházakban a megvilágításra speciális szabályok vonatkoznak, de előtte bevezetnék pár alapfogalmat mely a világítástechnikával foglalkozik.

Világítástechnika: a fény emberi látásra történő felhasználása [Dodog Z. Világítástechnika előadás 2022.].

Fényerősség: A fényforrást elhagyó és az adott irányt tartalmazó dΦ elemi térszögben terjedő dΦ elemi fényáram és az elemi térszög hányadosa [Dodog Z. Világítástechnika előadás 2022.].

$$I = \frac{d\phi}{d\Omega}\ [cd]$$

Megvilágítás adott pontban: Az adott pontot magába foglaló felületelemre beeső dΦ fényáramnak és a felületelem dA területének hányadosa [Dodog Z. Világítástechnika előadás 2022.].

$$I = \frac{d\phi}{d\mathrm{A}}\ [lx]$$

Fénysűrűség: Egy felületelemet merőlegesen elhagyó elemi dI fényerősségnek és a felületelem dA' területének hányadosa. Ahol dA'=da cosΘ [Dodog Z. Világítástechnika előadás 2022.].

$$I = \frac{dI}{d\mathrm{A}\cos\Theta}\ [\frac{cd}{m^2}]$$

Zavaró káprázás: Egy belső téri világítási berendezés lámpatestei által okozott közvetlen káprázást a CIE egységes káprázás értékelési skála (Unified Glare Rating, UGR) táblázatos módszerével kell értékelni, a következő képlet alapján (MSZ EN 12464-1:2022):

$$UGR = 8\, log_{10}\, (\frac{0{,}25}{L_b} \sum \frac{L^2 \omega}{p^2} [\frac{cd}{m^2}]$$

ahol:

L_b - a háttér fénysűrűsége cd × m^{-2}-ben, melynek számértéke $E_{ind} \times \pi^{-1}$, ahol E_{ind} a vertikális közvetett megvilágítás az észlelő szemének helyén,

L - az egyes lámpatestek világító felületének fénysűrűsége az észlelő szemének irányából nézve, cd × m^{-2}-ben,

ω - az egyes lámpatestek világító felületének térszöge (szteradiánban) az észlelő szemének irányából nézve,

p - a Guth-féle helyzetindex az egyes lámpatestekre, amely a lámpatesteknek a nézési iránnyal bezárt szögétől függ.

Egy kórházépületnél, persze a helyiségek megvilágítása is eltérő használatukból adódóan, tekintve, hogy a műtőkben egy jóval koncentráltabb megvilágítás szükséges, mint egy kórházi betegszobában. Az egészségügyi intézmények vonatkozásában speciális megvilágítási szempontból, még ide tartoznak a járóbeteg ellátó egészségügyi intézmények és a szociális otthonok, de mivel a dolgozatom egy kórházépület épületenergetikai viszonyaira fokuszál, így a továbbiakban csak ezzel foglalkozom irodalomelemzés címén.

Kórházak esetében a világítási berendezés kialakításánál figyelembe kell venni a „különleges légkört". A mesterséges világítás, valamint a belsőtér szín kiképzése itt nem csak a személyzet munkavégzését szolgálja, hanem a páciensek sokféle igényének is meg kell felelnie, sőt a gyógyító folyamatot is befolyásoló tényezőként is megjelenik. Megfelelő kialakítás esetén hozzájárul a beteg nyugalmához, jó irányba befolyásolja a beteg lelki állapotát. Ezért azon területeken, ahol a betegek huzamosabb ideig tartózkodnak, de ott kezelés, vizsgálat jellemzően nem történik, a világítás kialakításánál elsődleges a páciens látási, pszichológiai igénye. (Közlekedő terek, kórtermek, társalgó terek stb.). Azokban a helyiségekben, melyekben a betegek vizsgálata, műtéti beavatkozások történnek, a világításnak kezelő személyzet részére kell optimális környezetet biztosítania (kezelők, vizsgálók, műtők, intenzív kórtermek). [Pelei Imre, 2009.]

A magyar jogforrási rendszerben a munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről szóló 3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM együttes rendelet szabályozza a munkahelyeken megvalósítandó természetes és mesterséges megvilágítást. A fenti jogszabály előírja, hogy a munkahelyeken a dolgozók részére az egészséges és biztonságos munkavégzéshez elegendő

természetes fényt, továbbá a munkavégzés jellegéhez és körülményeihez igazodó mesterséges megvilágítást biztosítani kell, illetve ahol állandó munkavégzés történik ott a munkavégzés jellegének és körülményeinek, a helyiség rendeltetésének és az ott végzett tevékenységnek megfelelő világítást kell biztosítani. A világítás mennyiségi, minőségi jellemzőinek meghatározását a jogszabály nemzeti szabvány hatáskörébe utalja. A belső téri megvilágítással foglalkozó szabány a MSZ EN 12464-1:2022, mely megfogalmaz kritériumokat a megvilágítási szintre, a káprázási fokozatra és a színvisszaadási indexre számszerűsítve.

Kórtermek megvilágítási követelménye [Pelei Imre, 2009]:

A világítást több fokozatban kapcsolhatóan kell kialakítani.

Külön kapcsolhatónak kell lennie:
- az általános világításnak,
- az ágyban végzett kezeléshez használt világításnak,
- az ágyban történő olvasáshoz használt világításnak,
- az őrvilágításnak,
- az éjszakai irányfény világításnak.

Térbeli egyenletesség: A helyiségen belül a vízszintes síkon mért általános világítás egyenletessége 1:3 körüli érték legyen. Gyakorlati tapasztalat szerint a 30-50 lx-nál nagyobb megvilágítású területen való tartózkodás zavarja a beteget a pihenésben, alvásban.

Káprázás korlátozás: Fontos, hogy látómezőben 1000 cd/m2 fénysűrűségnél nagyobb fénysűrűségű felületek ne jelenjenek és mivel betegek a idejük jelentős részét ágyban töltik el, így a mennyezet jelentős területe is a látómezőben jelenik meg, ezért a lámpatestek káprázási adatait erre a nézési állapotra kell vizsgálni.

Megfelelő árnyék és színhatás: A megfelelő térbeli érzékelés érdekében kerülni kell a csak irányított fényekkel történő világítást. Általános esetben az Ra 80, vizsgálatok alkalmával Ra 90 színvisszaadási indexű fényforrásokat kell alkalmazni. Az alacsony megvilágítási szintek miatt 2700-3300 K° a javasolt színhőmérséklet.

Megfelelő kontraszt biztosítása a látási felületen: A megfelelő vizuális komfort elérése érdekében a kórterem fénysűrűségi- és színkontrasztját tudatosan kell tervezni.

A reflexiós tényezők ajánlott értékei:
- mennyezet 0,7
- falak 0,3-0,5
- padló 0,2
- függönyök, redőnyök 0,3-0,5

Ezen kritériumoknak a normál és halogén izzók, a kompakt és normál fénycsövek felelnek meg. Általános világítás esetén a fény szín: Meleg, semleges 2700-3000 K. A megkívánt Ra 90

színvisszaadási index miatt fénycsövek esetén csak a 3 vagy 5 sávos típusok jöhetnek számításba.

Az intenzív kórtermek világításának tervezésekor figyelembe kell, venni, hogy ott a beteg általában tevékenységet nem végez, tehát elsődleges az egészségügyi kontroll biztosítása érdekében megtervezni a helyiség megvilágítását.

Vizsgáló helyiségek megvilágítási követelménye [Pelei Imre, 2009]:

Itt domináns igény a kezelő személyzet igénye. A szükséges megvilágítási szinteket a helyiségben végzendő vizsgálat, kezelés fajta függvényében az EN12464-1 adja meg. Általános világításként 300-500 lx megvilágítási szintet kell biztosítani a padló szinten. Minden esetben helyi világítást is ki kell alakítani a vizsgálati területen létesített általában 1000 lx megvilágítással. Erre helyi világítások szolgálnak, amik általában nem a helyiség installációjának részei.

Térbeli egyenletesség: A helyiségen belül a vízszintes síkon mért általános világítás egyenletessége 1:3.

Megfelelő színhatás: A világításnak nem szabad jelentősen eltorzítani a test színeket, Ra 90 színvisszaadási indexű fényforrásokat kell alkalmazni. A javasolt színhőmérséklet 3000-4000 K°.

Műtők és kapcsolódó helyiségek megvilágítási követelménye [Pelei Imre, 2009]:

A világítással szembeni igényeket a kezelő személyzet igényei határozzák meg. A személyzet részére a világításnak biztosítania kell a műtétek végrehajtásához szükséges fényviszonyokat. Megfelelő megvilágítási szintek biztosítása a látási feladat felületén A szükséges megvilágítási szinteket a helyiségben az EN12464-1 adja meg. Általános világításként 1000 lx megvilágítási szintet kell biztosítani a padló szinten. A műtéti területen helyi világítást is ki kell alakítani 10.000-100.000 lx megvilágítással. Erre a műtőlámpa szolgálnak, ami nem a helyiség installációjának része.

Térbeli egyenletesség: A helyiségen belül a vízszintes síkon mért általános világítás egyenletessége 1:3.

Megfelelő színhatás: A világításnak nem szabad jelentősen eltorzítani a test színeket, az általános világítás színhőmérséklete jelentősen (+- 500 K°)nem térhet el a műtőlámpa színhőmérsékletétől. Ra 90 színvisszaadási indexű fényforrásokat kell alkalmazni. A javasolt színhőmérséklet 4000-5000 K°.

A megvilágítás értékei csak az épület funkciójától függenek. Az MSZ EN 15251:2007 D melléklete (Annex D, 36 oldal) közli a helyiségek funkciója vonatkozásában szükséges megvilágítás javasolt értékeit. A 6. számú táblázatban csak a kórházra vonatkozó javasolt megvilágítási értékeket szerepeltettem.

6. számú táblázat – megvilágítás ajánlott értékei - EN 15251 D melléklete (Annex D, 36. oldal)

Épület típusa	Tér	Fenntartható megvilágítás, Jm, a tartózkodási zónában lx	UGR	Ra	Megjegyzés
Kórházak	Kórterem	100	19	80	0,8 m
	Egyszerű vizsgálat	300	19	80	0,8 m
	Vizsgálat és művelet (műtők)	1000	19	90	0,8 m

4 A szakdolgozat témájául szolgáló középület épületenergetikai szempontú és a rendelkezésre álló megújuló energiapotenciál elemzése

Dolgozatomban a továbbiakban bemutatom a karcagi K-127 jelű termálkút termálvízből leválasztott gáz kitermelési és felhasználási lehetőségeit. Ezt követően elemzem a kiválasztott középület (karcagi Kátai Gábor korház főépülete, Karcag Zöldfa u. 48.; 2849 hrsz.) jelenlegi épületszerkezeti kialakítását és az energiafelhasználását. A kisérőgáz leválasztásának megtervezése a 12/1997. (VIII.29.) KHVM rendeleten alapult, amely rendelkezett arról, hogy a termálvizek hasznosítása során felszabaduló gázok, a vízfelhasználás helyén, veszélyforrást jelentnek, és a környezetre károsak, ezért a gázokat megfelelő eljárással a hévíz rendszerből el kell távolítani.

4.1 A karcagi K-127 jelű kút termálvizéből történő kisérőgáz kitermelése és energetikai célú felhasználása

Karcag belterületén a Madarasi út 2852/2 hrsz.-ú ingatlan területén belül található a K-127 jelű hévízkút. A kút által felszínre hozott termálvízben jelentős mennyiségű (102,15 m3/h) kísérő gáz van jelen, amely tüzelőanyagként kerül hasznosításra. A kút elsődleges feladata a karcagi fürdő termálvízzel történő ellátása. A leválasztott kisérőgázból a fürdő fűtési és HMV előállítási igényét is részben lefedi, valamint a kisérőgázzal meghajtott gázmotor a karcagi strandfürdő részére elektromos áramot is termel.

Mellette a szerződés alapján átadott és mért kisérőgáz a karcagi Kátai Gábor kórház intézményeinek fűtési és HMV igényét is részben lefedi, valamint található a kórház épületén belül egy Jenbacher JMS 320 GS-N.LC (2607 kW) típusú gázmotor, melyet már nem a kórház üzemeltet és jelenleg leállított állapotban van.

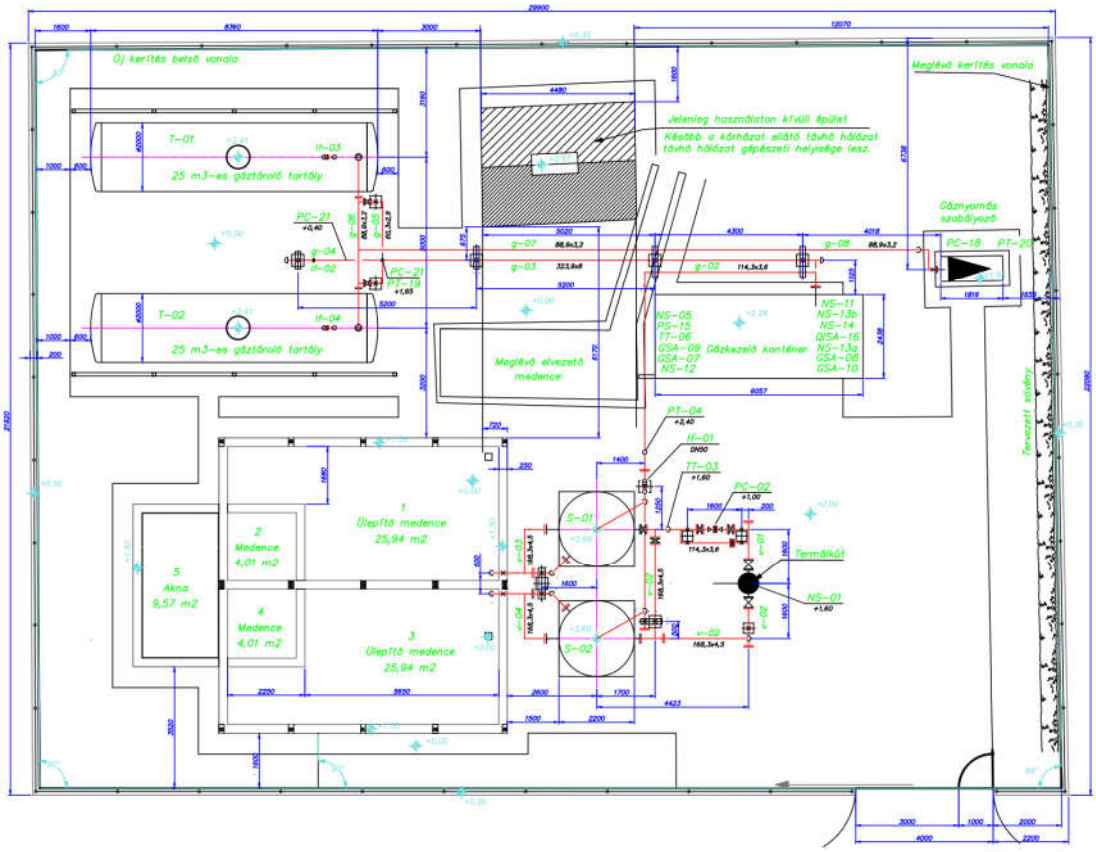
17. ábra - K-127-es jelű termálkút (Ondok F. 2022.10.03. – helyszíni kép)

A termálkút a tervezéshez használt alapadatai az alábbiak voltak (PENNUM Kft Karcag, Strandfürdő K-127 jelű hévízkút Kísérőgáz hasznosítása c. kiviteli terv 2007):

- Közeg (kútáram): hévíz és metángáz
- Vízhozam 60~70 m^3/h
- Gázhozam ~70 m^3/h
- Tervezési nyomás a kompresszorig 6 bar
- Tervezési nyomás a kompresszor után 16 bar
- Tervezési hőmérséklet (ºC): +70 ºC
- Környezeti hőmérséklet (ºC): -20…+40 ºC

4.2 K-127 jelű termálkútból történő kisérőgáz leválasztás folyamata

A karcagi K-127-es jelű termálkút kisérőgázának szeparálásának, tárolásának és előkészítésének technológia berendezéseit és ezek elhelyezkedését mutatja be a 18. ábra.



18. ábra - K-127-es jelű termálkút és gázelőkészítő (34/07. sz. kiviteli terv – Horváth és Társa Kft)

A hévízkútból a felszínre hozott 63 m^3/h víz, 70 m^3/h metángázt hoz magával, mely villamos és hőenergia termeléséhez, gázmotor hajtásához alkalmas. A hévízkútban, a felszínhez közeledve, megkezdődik a víz, az oldott sók és a gáz szétválása. A kút szerkezetének védelme érdekében a fázisokat elválasztó szeparátorig (S-01) az üzemi nyomás 3,0 bar. A megfelelő nyomást, a búvárszivattyú fordulatszám szabályozásával a kútkezelő állítja be. A búvárszivattyú fordulatszámának, és a szabályzó szerelvénynek a beállításával lehet a kívánt mennyiséget és nyomást elérni, a szeparátor előtt.

A termálkút kútáramát az S-01 szeparátorba kerül bevezetésre. A szeparátorban lépő víz tangenciálisan egy henger belső felületének ütközik, ez csillapítja a szeparátoron belüli hullámzást. A víznek az áramlási sebessége a szeparátorban 0,005 m/sec, így a szeparátorból kilépő víz a gázbuboréktól gyakorlatilag mentes. Az oldott gáz mennyisége a víz hőmérsékletétől és a szeparátorban uralkodó nyomástól függ. Henry törvénye szerint 40 mbar nyomáson, és 70 C° hőmérsékleten, már nem marad a vízben annyi gáz, ami a vízfelhasználás helyén veszélyt okozhatna, a szeparátor tehát szétválasztja a vizet és a gázt.

Az S-01 készülék korrózióálló acélból készül. Várhatóan az egyensúly megbomlásának következtében itt fog a vízkő kiválni. Ha a tartály elvízkövesedik, a tisztítás ideje alatt a tartalék ágba

beépített S-02 technológiai jelű szeparátor látja el a gázleválasztási feladatot. Ez a szeparátor szénacélból készült. A szeparátorként működő tartályban a víz gáztartalma (nyomáscsökkentés után) kiválik, és elvezetésre kerül. A gáztér nyomása 2-60 mbar, az üzemi hőmérséklet ~70˚C. A víz és a velejáró gáztermelést PLC irányítja.

A szeparátorban az állandósult vízszint az alsó kifolyócsonk alja és ez alatti 400 mm-es mélység között van üzemszerűen. Ezt az értéket, a szeparátor párnagáz nyomásának beállításával szabályozzák. A gáz elvezetését a kompresszor biztosítja, melynek a szívóoldali nyomása 1,0 és 1,06 barg (abszolút nyomás) között lehet. A kompresszor komplett elektromos kapcsoló szekrénnyel és frekvenciaváltóval van ellátva. Rendelkezik saját védelmi rendszerrel (védelem: fő- és ventilátor túláram, magas kenőfolyadék, alacsony szívóoldali nyomás, magas kilépőoldali nyomás).

Az S-01,-02 szeparátorok nyomását nyomástávadóval felszerelt mérőkkel van figyelemmel kisérve. Az S-01, -02 szeparátorban a nyomás p<60 mbar kell, hogy legyen és 70 mbar-nál felső vész szintjelzést ad a távadó, mivel 80 mbar-nál a vízelvezető ágon is kiszabadulhat a gáz.

P= 2 mbar-nál alsó vész-szintjelet ad a nyomástávadó, mivel 2 mbar-nál a tartályban kevés a gáz. A megengedettnél nagyobb gáznyomás kialakulását g-01, -02, csőszakaszokba beépített Bopp&Reuther biztonsági szelepek akadályozzák meg. A megengedettnél magasabb vízszint esetén a szeparátor felső túlfolyó csonkján távozik a víz, mely atmoszférikus kiszellőzésű, így a víz felhasználási helyére biztosan nem kerülhet gáz.

A termálvíz üzemi hőmérsékletének mérését folyamatosan műszeresen mérve van. Amenyiben a szeparátorból kilépő gáz hőmérséklete megegyezik a hévíz hőmérsékletével, és ezen a hőmérsékleten vízgőzben telített ezért a H-01 hűtőre kerül vezetésre. A gáz hőmérséklete itt +2 ˚C-ra csökken, miközben ~17 liter/h víz kiválására kell számítani. Ez a viz az S-03 cseppfogóban kerül leválasztásra, melyből ARMSTRONG kondenzedénnyel történik a víz elvezetése.

A komprimálás során felmelegedett gázt, a kompresszorok tartozékát képező Kh-01, -02 hűtők, +3 ˚C-ra hűtik le. A kompresszorok előtt és után motorikus elzárószerelvények találhatók, ezek a PLC-ről működtethetők. Egy kompresszor képes elszállítani a kinyert gázt, a másik tartalék. A kompresszorozás célja, nem csak a gáz elszívása a szeparátorból, hanem a megfelelő gázminőség előállításában is fontos szerepe van. A kompresszor utáni hűtő +3 C° fokra állítja be a kisérőgáz harmatpontját 8 bar nyomáson. A fogyasztó felé kiadott gáz nyomása 350 mbar, ezen a vezetékszakaszon már nem kell víz kiválással számolni.

A kezelt gázt a T-01, és T-02 tartályok fogadják. A közös bevezető ágba nyomásszabályozó található, mely a primer oldali nyomást 8 bar-on tartva, a gázt a T-01, T-02 jelű 25 m^3-es 6 bar üzemnyomású tartályokba engedi. A tárolónak az a célja, hogy a gázmotorok üzemszünetében,

~ napi 3 óra, a kinyert gázt ne kelljen lefúvatni. A kompresszor után min. 7 bar nyomást kell tartani a gép védelme érdekében. A H-01 hűtő, S-03 vízleválasztó szeparátor, a K-01, -02 kompresszorok, Kh-01, -02 kompresszorhűtők telepítése konténeres egységben található, melybe a légtér gázszennyezettségének ellenőrzésére, gázkoncentráció érzékelő került beépítésre.

A felhasználó gázmotor felé 350 mbar nyomással kerül a kezelt gáz átadásra szabályozva a 6 bar üzemnyomású T-01, -02 tartályokból. A fent említett nyomásszabályozó típusa: COP-TERM DN65/DN80 A109/MFS160, mely egység szűrőt, gyorszárat, mennyiségmérőt, nyomásszabályozót, túlnyomás-határolót, szagosítót és zárószerelvényeket tartalmaz. A Kátai Gábor kórház részére a 0,2 baron a fenti nyomásszabályozó egységből kerül a kísérőgáz kiadásra.

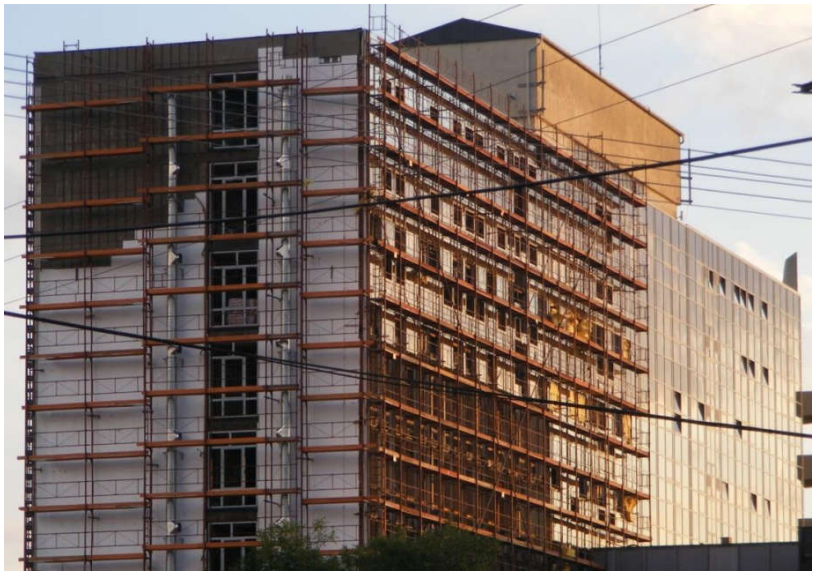
19. ábra - Kisérőgáz kiadási pont (Ondok F. 2022.10.03. – helyszíni kép)

4.3 A kiválasztott középület jelenlegi épületszerkezeti állapota és energiafelhasználásának bemutatása

A karcagi Kátai Gábor Kórház főépülete 1967-ben került átadásra a kor akkori elvárásainak megfelelő épületszerkezeti anyagokból. Általánosan elmondható Magyarországon, hogy a kórházak a rendszerváltás után saját anyagi forrásból nem tudtak végrehajtani épületenergetikai felújításokat, mivel a költségvetésük csupán a mindennapi működést fedezte jóesetben. Ezen segített az Európai Unió által támogatott forrásokból kiírt projektek, melyek keretében az eszközbeszerzésen túl már külső határoló szerkezetek épületenergetikai céllat történő felújítása, valamint az épületgépészeti rendszerek cseréje épületenergetikai szempontból támogatott volt.

Általánosan elmondható, hogy ezen projektek vonatkozásban a meghatározott indikátorokban előírt minimum feltételek kerültek teljesítésre (Pl.: sok esetben a támogatott épületfelújítási projektek a DD besorolási fokozatot írták elő és ennek megfelelően kerültek meghatározásra a beépítendő épületszerkezeti elemek).

A karcagi Kátai Gábor kórház külső határoló szerkezetek épületenergetika célú felújítására 2007-2008 között került sor az épület külső határoló szerkezetének épületenergetikai megújítására, majd a KEOP-4.10.0/K/14-2014-0040 projekt keretében napelemek kerültek telepítésre az „A" épület lapostetőre, melyhez 50kW-os napelemes kierőmű kapcsolódik.

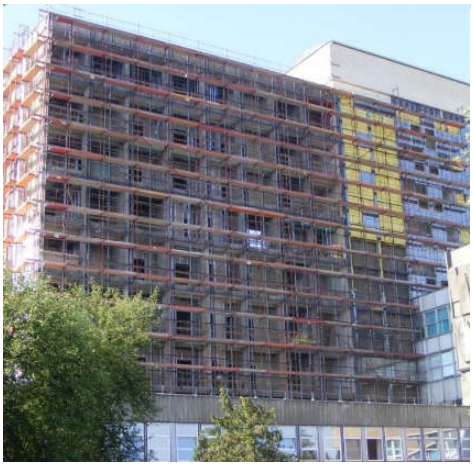


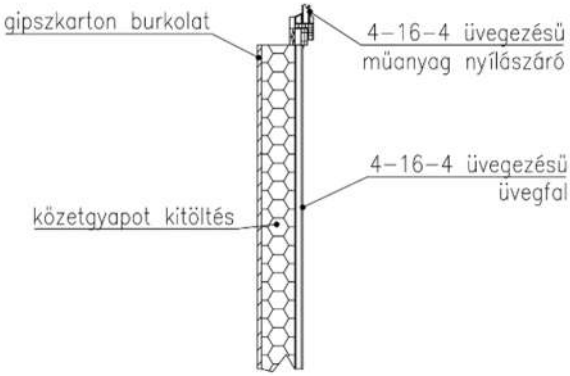
20. ábra - 2007-2008 közötti felújítás (Kátai Gábor Kórház fejlesztések Nagyné László Erzsébet Főigazgató 2017. november 17. előadásának diasorából)

4.3.1 A Kátai Gábor kórház külső határoló szerkezeteinek bemutatása

4.3.1.1 Külső falazat

A kórház „A" épületének északi és déli falazata úgynevezett függönyfal, melynél az üvegtáblák a pillérekhez rögzített acélidomhoz lettek közvetlenül hozzáerősítve és az üvegtáblák elé 10 cm vastagságban kőzetgyapot hőszigetelés került elhelyezésre és a parapett magasságig a belső oldalon gipszkarton burkolattal került lezárásra. Az „A" épület 2. emeleti szintje a gépészeti szint, ahol a függönyfalaknál a belső burkolat gipszkarton lezárás helyett 10 cm vastag válaszfal tégla.





21. ábra - 2007-2008 közötti függönyfal kialakítás (Kátai Gábor Kórház fejlesztések Nagyné László Erzsébet Főigazgató 2017. november 17. előadásának diasorából)

Az „A" épület Déli oldalán árnyékolás céljából külső árnyékoló lemezek kerültek elhelyezésre, az épület keleti és nyugati oldalai előregyártott panelekkel került lezárásra, melyet 2007-2008 közötti felújítás során 6 cm EPS hőszigeteléssel láttak el. A többi épület vonatkozásban a pillérek B30-as feltöltőfalazattal rendelkeznek, melyek szintén 6 cm EPS hőszigetelést kaptak.

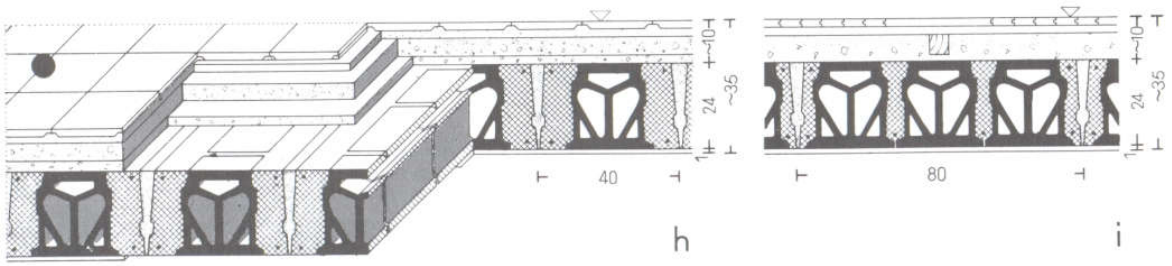
4.3.1.2 Talajjal érintkező padlózat:

Az épületek talajjal érintkező padlózatai általánosságban az alábbi rétegrend szerint kerültek kialakításra belülről kifelé haladva:

- 1,5 - 3 cm burkolat ragasztással (PVC, kőagyaglap, márvány)
- 5 cm aljzatbeton
- 42 cm homokfeltöltés
- 5 cm védőbeton
- 2 réteg talajnedvesség elleni szigetelés
- 8 cm vasalt aljzat
- 15 cm kavicságy

4.3.1.3 Födémek kialakítása

Mind a közbenső mind a lapostető helyszínen készített BOHN födémzettel került kialakításra az épületekben. A födém előregyártott elemeit helyszínen 40 vagy 80 cm szélességben egymás mögé helyezett egy vagy három sor födémtéglából állítják elő. Az egysorosnál a téglák a két oldalán (alul-felül) vasalt, hornyolt betonszegélyt készítenek, míg a háromsorosnál az idomtestek közötti betonbordákat alul és a hornyolt betonszegélyeket (alul-felül) vasalják. A gerendák két végét (9,5-12 cm vastag) tömör betonrésszel zárják le. [Dr. Gábor László, 2006]



22. ábra - BOHN födémzet rétegrendjének kialakítása (Dr. Gábor László Épületszerkezettan 2006)

A felmérés alapján a lapostető rétegrendje a következő kívülről befelé haladva:

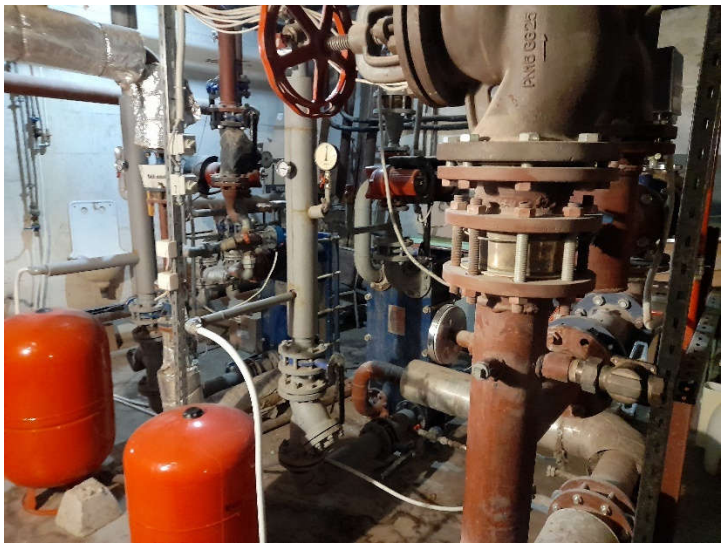
- 2 rtg. bitumenes lemez fedés
- gőznyomást kiegyenlítő réteg
- 10 cm lépésálló hőszigetelés
- 3 rtg. kavicsolt lemez fedés
- 2 cm kiegyenlítő cement simítás
- 5 cm perlitbeton
- 3-24 cm perlitfeltöltés
- 24 cm Bohn födém

4.3.2 Épületgépészeti rendszerek bemutatása:

Általánosan elmondható, hogy az épületgépészeti rendszerek irányítása az épületenergetikai felújítások mellett telepített Johnson gyártmányú épületfelügyeleti rendszerrel van szabályozva, így időjárásfüggő beszabályozás valósul meg (fűtési hőfokhíd 10K) Az épületfelügyeleti rendszeren belül kerülnek beszabályozásra az alábbiak:

- fűtési körök beszabályozása,
- használati meleg víz előállítás beszabályozása,
- Fan-coilok beszabályozása,
- légtechnikai rendszer beszabályozása,
- hűtéstechnikai rendszer beszabályozása.

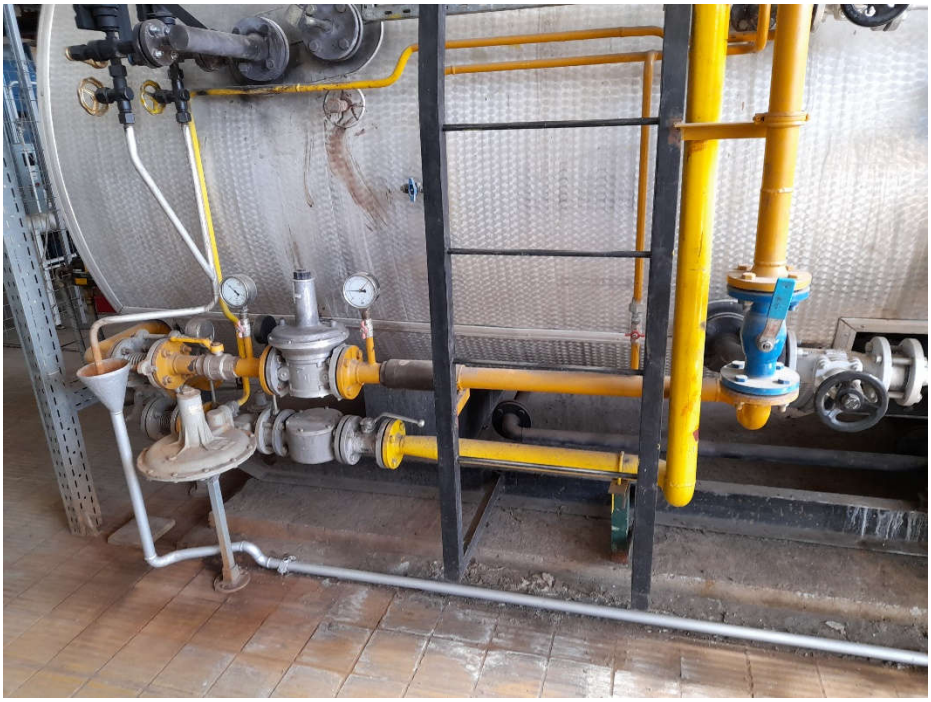
A beszabályozáshoz használt szerelvények és szabályozási körök a főépület 2. emeleti gépészeti szintjén vannak elhelyezve.



23. ábra – „A” épület 2. emeleti gépészeti szint (Ondok F. 2022.10.03. – helyszíni kép)

4.3.2.1 Hőszükséglet kielégítése

A kórház hőszükséglete kettős, egyrészt jelentkezik a belső hőkomfort biztosításához a fűtés hőigény, illetve a technológiához (mosoda, konyha és a központi sterilező) szükséges gőzigény. A kazánokba 2009-ben be lett kötve a K-127-es jelű termálkútból leválasztott és előkészített kisérőgáz párhuzamosan a földgázvezetékkel.



24. ábra – Földgáz és kisérőgáz vezetékek párhuzamos bekötése a kazánba (Ondok F. 2022.10.03. – helyszíni kép)

A fűtési hőszükséglet hőigényét 2 db kazán biztosítja, melyeknek nűszaki paraméterei az alábbiak:

AKH 2500M típus (gáz- és olajtüzelésű- alternatív-)

Teljesítménye: 2500 KW

Égőtípus: WEISHAUPT RGL40/2-A, gyári száma: 4907062

Égőteljesítmény:	legkisebb:	500 kW	(gáztüzelés esetén)
	legnagyobb:	3500 kW	(gáztüzelés esetén)
	legkisebb:	55 kg/h	(olajtüzelés esetén)
	legnagyobb:	290 kg/h	(olajtüzelés esetén)

AKH 2500M típus (gáztüzelésű)

Teljesítménye: 2500 KW

Égőtípus: WEISHAUPT G40/2-A, gyári száma: 4907063

Égőteljesítmény:	legkisebb:	500 kW	(csak gáztüzelés)
	legnagyobb:	3450 kW	(csak gáztüzelés)

Az épületenergetikai felújításokat követően a főépület radiátorai, a gazdasági részleg kivételével teljes egészében rendelkeznek termosztatikus szeleppel (arányait tekintve 95%-ot jelent). Azon a területeken, ahol a radiátorok nem rendelkeznek termosztatikus szelepekkel, helyi szabályzásuk nem megoldott, csak az adott fűtési kör beszabályozott.

25. ábra – jellemző hőleadók a vizsgált épületegyüttesben, illetve az irodákban ki nem cserélt hőleadók (Kátai Gábor Kórház fejlesztések Nagyné László Erzsébet Főigazgató 2017. november 17. előadásának diasorából / Ondok F. 2022.10.03. – helyszíni kép)

A vizsgált épületegyüttesben fűtésre/hűtésre a laborokban, vizsgálati helyiségekben 14 db 4 csöves Fan-coil berendezés lett telepítve.

26. ábra – Telepített Fan-coil (Kátai Gábor Kórház fejlesztések Nagyné László Erzsébet Fő-igazgató 2017. november 17. előadásának diasorából)

4.3.2.2 A vizsgált épületegyüttes gőzigényének kielégítése

A kórháznak a technológiai gőzigényét két db kazán termeli meg, melyekbe 2009-ben be lett kötve a K-127-es jelű termálkútból leválasztott és előkészített kisérőgáz is párhuzamosan a földgázvezetékkel. A gőzkazánok műszaki paraméterei az alábbiak:

<u>AKH 2/12 típus, gyári szám: (gáztüzelésű)</u>

Teljesítménye: 2 t/óra gőz (1320 KW)

Égőtípus: WEISHAUPT 67/1-D/ZMD, gyári száma: 4891677

Égőteljesítmény:	legkisebb:	250 kW	(csak gáztüzelés)
	legnagyobb:	1550 kW	(csak gáztüzelés)

<u>AKH 2/12 típus, gyári szám: (gáz- és olajtüzelésű – alternatív-)</u>

Teljesítménye: 2 t/óra gőz (1320 KW)

Égőtípus: WEISHAUPT RLG7/1-D/ZMD, gyári száma: 4891537

Égőteljesítmény:	legkisebb:	300 kW	(gáztüzelés esetén)
	legnagyobb:	1750 kW	(gáztüzelés esetén)
	legkisebb:	28 kg/h	(olajtüzelés esetén)
	legnagyobb:	147 kg/h	(olajtüzelés esetén)

27. ábra – hőtermelők (Ondok F. 2022.10.03. – helyszíni kép)

4.3.2.3 Használati melegvíz előállítása

A meleg vizes kazánok biztosítják az épületek fűtését 13 db szabályzókörön keresztül, illetve ezen épületek használati meleg víz (HMV) ellátását. A HMV-t 4 db 5000 l-es meleg víztartály biztosítja külső lemezes hőcserélő beiktatásával.

28. ábra – HMV tárolók (Ondok F. 2022.10.03. – helyszíni kép)

4.3.2.4 Hűtési igény

Jelentős hűtési igény csak a Főépületben jelentkezik ~1000-1200 kW. A „B” épület lapostető szerkezetén elhelyezett CIAT LC 1804 típusú folyadékhűtő 510 kW névleges hűtési teljesítményű (ennek megfelelően hűtési teljesítmény hiány van az épületben). A hidegenergiát légtechnikán keresztül szolgáltatják az alábbi területeken: Központi labor, Központi steril, Képalkotó diagnosztika, Endoszkópia, Boncterem, Járóbeteg szakellátás, Élelmezés (konyha), Mosoda, Öltöző, Műtőszárny. Ezenkívül a Hotel szárnyban („A” épület), Központi laborban, Központi sterilben, Képalkotó diagnosztikán, Fan-coil berendezések is működnek a megfelelő belső légállapot biztosítása érdekében. Többi helyiségekben, ahol lehetséges split klímák kerültek elhelyezésre (Kátai Gábor kórház 2018. évi beszámoló).

5 A kiválasztott középület jövőben szóba jöhető energiahatékonysági intézkedéseinek bemutatása

5.1 Épületszerkezetek vonatkozásában szóba jöhető energiahatékonysági intézkedések

5.1.1 Külső falak, nyílászárók további hőszigetelési lehetőségeinek vizsgálata

Az épületszerkezeti elemek közül az Észak-Déli tájolású függönyfalak további hőszigetelésére, nyílászárócserére a szerkezet komplexitása miatt nincs lehetőség, a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 5. számú melléklet 1. táblázatban a külső falra és nyílászárókra előírt követelmények, csak teljes csere mellett valósíthatók meg, mely az épület teljes üzemeltetési funkciójának leállításával járna.

Az „A” épület már hőszigetelt két oldalsó falára a meglévő 6 cm-es EPS hőszigetelés további utólagos hőszigetelésével és a teli üvegezésű ajtók 3 rétegű üvegezésű nyílászáróra való cseréjével az épület funkciójának zavarása nélkül érhetünk el energiamegtakarítást és a külső határoló szerkezetek megfeleltetését a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 5. számú melléklet 1. táblázatban előírt követelményeknek.

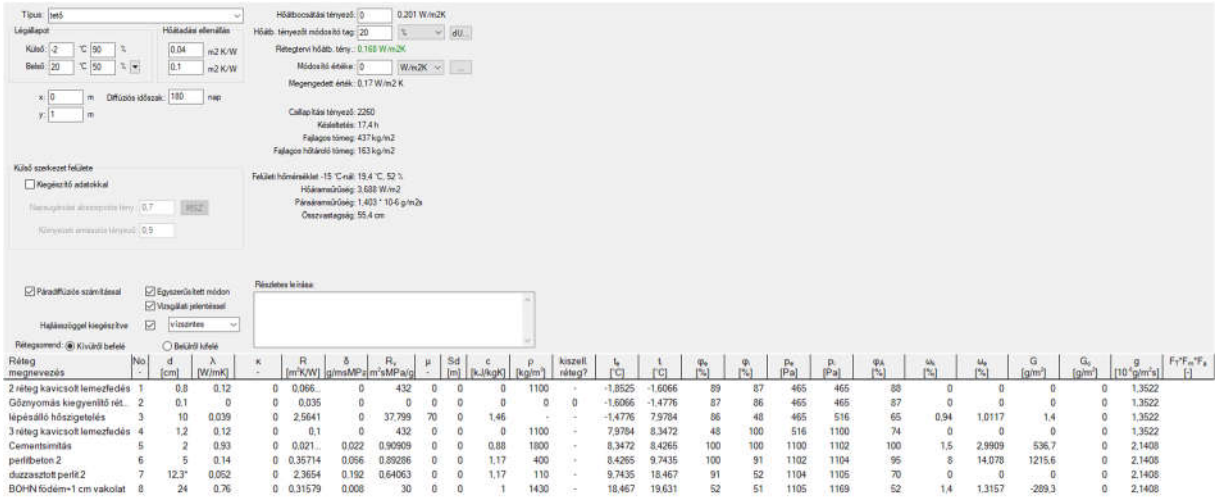
A „B”, „C” és „M” épületek külső falazata 6 cm EPS szigeteléssel ellátott pillérek között lévő B30-as falaztat további utólagos hőszigetelésével és a meglévő két rétegű nyílászárók 3 rétegűre való cseréjével energiamegtakarítás érhető el.

5.1.2 Talajjal érintkező padlózat utólagos hőszigetelésének vizsgálata:

A talajjal érintkező padlózat épületenergetikai célú felújítása az épület üzemeltetési funkciójának teljes leállítása mellett lehetne megvalósítható és mivel, hogy a külső épületburok nagy részét a külső falazat foglalja magába, így a padlózat épületenergetikai felújítást nem vizsgáltam.

5.1.3 Lapostető utólagos hőszigetelésének vizsgálata:

A lapostető rétegrendje rendelkezik 10 cm lépésálló hőszigeteléssel, mely már nem teljesíti a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 5. számú melléklet 1. táblázatban előírt 0,17 W/m^{2}K előírt hőátbocsátási tényező követelményértékét, de megközelíti azt a 4.3.1.3. pontban feltüntetett rétegrend szerint kalkulálva (27. ábra) megadva a perlitfeltöltést változó rétegrenddel (3-24 cm) és a BOHN födém+1 cm vakolatra a szakirodalomban megadott λ=0,76 W/mK hővezetési tényező értékkel számolva. Tekintve, hogy a lapostető számított rétegrendi hőátbocsátási tényezője megfelel a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 5. számú melléklet 1. táblázatban előírt követelményértéknek, így a lapostetőn további energetikai felújításokat nem javaslok.



Réteg megnevezés	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m²K/W]	δ [g/msMPa]	R_v [m²sMPa/g]	μ	Sd [m]	c [kJ/kgK]	ρ [kg/m³]	kiszell. réteg?	t_e [°C]	t [°C]	$φ_e$ [%]	φ [%]	p_e [Pa]	p [Pa]	$φ_k$ [%]	u_k [%]	u_e [%]	G [g/m²]	G_{cr} [g/m²]	g [10⁻⁶g/m²s]	F_T*F_m*F_k [-]
2 réteg kavicsolt lemezfedés	1	0,8	0,12	0	0,066...	0	432	0	0	0	1100	-	-1,8525	-1,6066	89	87	465	465	88	0	0	0	0	1,3522	
Gőznyomás kiegyenlítő rét...	2	0,1	0	0	0,035	0	0	0	0	0	0	0	-1,6066	-1,4776	87	86	465	465	87	0	0	0	0	1,3522	
lépésálló hőszigetelés	3	10	0.039	0	2,5641	0	37,799	70	0	1,46	-	-	-1,4776	7,9784	86	48	465	516	65	0,94	1,0117	1,4	0	1,3522	
3 réteg kavicsolt lemezfedés	4	1,2	0,12	0	0,1	0	432	0	0	0	1100	-	7,9784	8,3472	48	100	516	1100	74	0	0	0	0	1,3522	
Cementsimítás	5	2	0,93	0	0,021...	0,022	0,90909	0	0	0,88	1800	-	8,3472	8,4265	100	100	1100	1102	100	1,5	2,9909	536,7	0	2,1408	
perlitbeton 2	6	5	0.14	0	0,35714	0,056	0,89286	0	0	1,17	400	-	8,4265	9,7435	100	91	1102	1104	95	8	14,078	1215,6	0	2,1408	
duzzasztott perlit 2	7	12,3*	0,052	0	2,3654	0,192	0,64063	0	0	1,17	110	-	9,7435	18,467	91	52	1104	1105	70	0	0	0	0	2,1408	
BOHN födém+1 cm vakolat	8	24	0.76	0	0,31579	0,008	30	0	0	1	1430	-	18,467	19,631	52	51	1105	1169	52	1,4	1,3157	-289,3	0	2,1408	

29. ábra – Lapostető hőátbocsátási tényezőjének számítása (Ondok F.)

5.1.4 Árkádfödém utólagos hőszigetelésének vizsgálata

A korház főépületének helyet adó épületegyüttesének „M” épülete vasbeton oszlopokkal alátámasztott árkádfödémmel rendelkezik. Az árkádfödém rétegrendje a következő belülről kifelé haladva:

- 2 cm cement simítás
- 28 cm alulbordás vb. födém (8 cm vastag vb. lemez)
- dryvit rendszer
- nemesvakolat

Az árkádfödém (hasznos alapterület 270 m^2) utólagos hőszigetelésével energiamegtakarítás érhető el.

5.2 Energiahatékonyabb épületgépészeti berendezések beépíthetőségének vizsgálata

Tekintve, hogy az épületgépészeti rendszerek átalakítása és az épületfelügyeleti rendszer kiépítése, valamint a hőleadók cseréje, Fan-coil-ok beépítése, split klímák telepítése és a napelemes kiserőmű kiépítése a közelmúltban valósult meg és beszabályozásuk épületfelügyeleti rendszerrel megoldott, így az épületgépészeti rendszerek tekintetében energiahatékonysági intézkedést nem javaslok.

5.3 Energiahatékony világítási rendszer kiépítésének vizsgálata

Az épületekben a világítótestek lecserélése a 2007-2008 évben megtörtént teljes körűen az akkori előírásoknak megfelelően. A fentiek alapján a világítás vonatkozásban energiahatékonysági intézkedéseket nem javaslok.

30. ábra – 2007-2008 közötti felújításkor kiépített világítótestek (Kátai Gábor Kórház fejlesztések Nagyné László Erzsébet Főigazgató 2017. november 17. előadásának diasorából)

5.4 A javasolt energiahatékonysági intézkedések hatása az energiafelhasználásra

A mellékeltben szereplő épületenergetikai számítások során felvetődik a belső hőkomfort megfelelő biztosítása a kórházépületben tekintve, hogy az ott lévő emberek nagy része könnyed ruházatban fekszik szinte egész nap (pl.: intenzív ellátottak), vagy a fekvőbetegek, akik szintén könnyed ruházatban vannak a kórházban, de van némi fizikai aktivitásuk. A fentiek mellett a különböző laboroknak és vizsgáló helyiségek (pl. a technológiai hőigény miatt) is eltérően kell meghatározni és biztosítani a megfelelő helyiséghőmérsékletet.

Sajnos sem a MSZ CR 1752-es szabvány, sem a MSZ EN 15251 szabvány a kórház funkciójú helyiségek (kivéve az irodahelyiségek, közlekedők, stb..) belső operatív hőmérsékletének vonatkozásában, sem a szükséges frisslevegőigény térfogatáramára nem tartalmaz előírásokat.

A kórház különböző funkciójú helyiségei vonatkozásban a KÓRHÁZTERVEZÉS ÚJ SZEMPONTJAI A 21. SZÁZADBAN megnevezésű, a Magyar Mérnöki Kamara Egészségügyi-Műszaki Tagozat 2021-ben megjelent módszertani útmutatóban közölt az MSZ-04-140-2 szabvány alapján közölt táblázatot vettem alapul a mellékletben szereplő energetikai számításnál (7. számú táblázat)

7. számú táblázat – kórházi helyiségek operatív hőmérséklete

Helyiség	Hőmérséklet °C	Páratartalom %	Helyiség	Hőmérséklet °C	Páratartalom %
Előcsarnok	18	50	Műtőelőkészítő	22	50
Váróhelyiség	18	50	Műtő	25	50
Folyosó	20	50	Intenzív szoba	24	50
Étterem, étkező	20	65	Röntgenszoba	22	50
Kórterem	22	50	Öltözők	22	50
Fürdő, zuhanyzó	24	75	Személyzeti szoba	20	50
Kötöző	22	50	Sterilizáló, műszerszoba	20	50
Orvosi rendelő	22	50	Boncterem	15	65

A különböző funkciójú kórházi helyiségek vonatkozásában a friss levegő igényeket az energetikai számításban a TROX technik 20141110 Application-brochure-Hospital HU leírásában foglaltakat vettem alapul (8. táblázat).

8. számú táblázat – kórházi helyiségek friss levegő igénye

Tervezési kritérium	A legkritikusabb paraméterek jellemző értékei a kiválasztott kórházi területeken, az alábbiak alapján: EN 15251, DIN 1946-4, DGKH (német kórházi higiéniai szövetség), SGSH (svájci kórházi higiéniai szövetség), ÖGHMP (ausztriai higiéniai, mikrobiológiai és megelőző gyógyászati szövetség), valamint a szellőző és légkondicionáló rendszerek bizottsága.				
	Helyiség	Friss levegő igény [m³/(h $_{fő}$)]	Friss levegő áramlás [l/(s $_{fő}$)]	Jellemző minimális helyiséghőmérséklet fűtési idényben (télen)	Jellemző maximális helyiséghőmérséklet hűtés esetén (nyár)
Ia. osztályú helyiségek	Műtők	800 – 1200 m³/h	222 – 333 l/s	18-26 °C	
	Légzsilipek				
	Biztonsági területek / Műszer elők.	50 m³(h $_{fő}$)	14 l/(s $_{fő}$)		
	Folyosók				
Ib. osztályú helyiségek	Műtő helyiségek				
	Konzultációs helyiségek				
	Kisebb műtét				
	Kötöző				
	Folyosók				
	Laborok	25 m³ $_{m2}$)	7 l/(s $_{m2}$)	25 °C	25 °C
	Gyógyszertár				
	Elkülönítő szeptikus / antiszeptikus	50 (m³/ h $_{fő}$)	14 l/(s $_{fő}$)	22-24 °C	25-26 °C
II. oszt. Helyiségek	Konzultációs helyiségek			18-24 °C	
	Műtők / Egynapos műtő / Kötöző				
	Ébredő szoba	150 -200 (m³/ h $_{fő}$)	42-56 l/(s $_{fő}$)		
Fekvőbeteg osztály	Betegszobák	50 (m³/ h $_{fő}$)	14 l/(s $_{fő}$)	22-24 °C	25-26 °C
	Nővérszoba	>25 (m³/ h $_{fő}$)	>14 l/(s $_{fő}$)		26 °C
Nyilvános területek	Várótermek/Recepció	>25 (m³/ h $_{fő}$)	>14 l/(s $_{fő}$)	20 °C	
	Üzemi étkező	>25 (m³/ h $_{fő}$)	>14 l/(s $_{fő}$)		
	Folyosók				
Üzemi tartomány	Betegfelvétel / Egyedi vagy nyílt területű irodák	40 - 60 (m³/ h $_{fő}$)	11 - 17 l/(s $_{fő}$)	20 °C	26 °C
	Konyha				
	Raktár				

Az energetikai számítás során hőhidakat és a sugárzási nyereséget egyszerűsített módon számoltam (valamennyi üvegezést északra nézőnek vettem). Tekintettel, hogy épületenergetikai szempontból csupán az „A” épület K-i és Ny-i oldalainak külső falazata és nyílászárói, valamint a „B”, „C” és „M” épületek vonatkozásában a külső határoló falak utólagos további hőszigetelése, a külső nyílászárók cseréje és az M épület árkád feletti födém utólagos hőszigetelése releváns a vizsgálatok alapján, így hőszükséglet számítást készítettem, melyet a mellékletek tartalmaznak.

A számítások alapján az épület fajlagos hőveszteségtényezője q= 0,113 W/m^{3}K értékről q=0,097 W/m^{3}K értékre csökkenne. Az épületek fűtési hőszükséglete a meglévő és az általam javasolt energiahatékonysági intézkedése alapján elkészített energetikai számítás szerit Q=642,511 kW értékről Q= 614,15 kW értékre csökkenne.

6 Összefoglalás

A mai változó politikai és gazdasági helyzetben a fosszilis alapú energiahordozók ára jelentősen megemelkedett, ezért a geotermális energia felhasználása jelentősen felértékelődött, mellyel már nemcsak helyenként, hanem országos viszonylatban is számolnak.

Dolgozatomban bemutatom, hogy Magyarország milyen geotermális lehetőséggel rendelkezik és a balneológiai felhasználáson kívül ezt épületenergetikai szempontból miként lehet hasznosítani közvetlenül vagy közvetett módon.

Részletesen elemeztem a termálvízben lévő a földgáz fűtőértékét elérő, sőt meg is haladható kisérőgáz leválasztásának és előkészítésének módját. Bizakodással teli, hogy a karcagi termálfürdő fejlesztése miatt a fürdő üzemeltetője új termálkutat kíván fúrni, melyről a leválasztandó kisérőgáz további középület és a fürdőben megvalósítandó új épületeinek fűtési és használati melegvíz igényének kielégítéséhez hozzájárulhat.

Választásom a karcagi Kátai Gábor kórház főépületére esett, melyet négy épület alkot. Vizsgáltam az épületek hőtechnikai jellemzőit, épületgépészeti berendezéseit, világítási rendszerét és a légtechnikai berendezéseit. A felmérés alapja a helyszíni bejárás, a rendelkezésre bocsátott építészeti dokumentációk és a saját mérési eredményim (belső méretek ellenőrzése lézeres távolságmérővel, rétegrendek mérése mérőszalaggal) voltak.

A kiválasztott épületegyüttes vonatkozásban bemutattam, hogy jelenleg, milyen módon használja fel a termálvízből leválasztott kisérőgázt a fűtési és használati melegvíz igényeinek ellátására.

A dolgozat végén ésszerű és a vizsgált épületek működésének megzavarása nélkül végrehajtható energiahatékonysági javaslatokat fogalmaztam meg. Az általam meghatározott energiahatékonysági intézkedések megtérülésével nem számoltam, tekintve, hogy a mai gazdasági helyzetben mind az alapanyagok ára, mind a kivitelezési költség napról napra változik többnyire kiszámíthatatlan módon.

7 Summary

The cost of fossil energy source has increased highly in today's unforeseeable political and financial situation, thus the usage of geothermal energy has risen in value greatly. People consider geothermal energy not only on local places, but also all over the country.

In my thesis I am going to present what kinds of geothermical possibilities are available in our country, Hungary, how we can use the energy directly or indirectly for balneological purposes from the viewpoint of energy performance. Also, I have analysed in details the way of separating and preparing of side gas which can be found in thermal water. The calorific value of side gas can reach the level of natural gas or more. It is welcoming that the operator is going to mine a new thermal well because of the development of the Thermal Bath and Spa in Karcag. The side gas reached from the surfaced thermal water can contribute to the meeting of the claim to the running and heating hot water in public buildings and newly built buildings in the thermal bath.

I have chosen the main building of Kátai Gábor Hospital in Karcag. There are four buildings under one roof. I have analyzed the system of the lighting and the ventillation system. I established my survey on visiting the buildings personally, architectural documents and my own measuring results. (checking of internal measures with laser distance meter, measuring of wall-layers with measure tape.)

I have demonstrated that how the hospital is using up the side gas reached from thermal water to supply running and heating hot water.

At the end of my thesis I have suggested reasonable ideas for saving energy in the (public) buildings completing them without any troubles in ensuring the service. I did not take into consideration of affording the measures of energy saving regarding the quickly changing basic material and implementation costs.

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Szent István Campus, Gödöllő
Cím: 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.
Tel.: +36-28/522-000
Honlap: https://godollo.uni-mate.hu

NYILATKOZAT

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

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

Kelt: 2022. év október hó 27. nap

Ondok Ferenc

Hallgató

NYILATKOZAT

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

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

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

Kelt: 2023. év I. május hó 2 nap

Szabó Mónika

Belső konzulens

***Kérjük a megfelelőt aláhúzni!**

FELHASZNÁLT IRODALOM:

[1.] Nyikos Attila, Tóth Anikó Nóra A GEOTERMIKUS ENERGIA SZEREPE A MAGYAR HŐELLÁTÁSBAN Magyar Tudomány 180(2019)12, 1772–1777

[2.] Buday Tamás A geotermikus energiában rejlő potenciál használhatóságának kérdései II. Észak-Alföldi Önkormányzati Energia Nap előadási anyag, 2011

[3.] Livó László Földhő potenciálunk és kiaknázási lehetőségei OMBKE Hírlevél 2022/31. 14-24.

[4.] Szalai Gyula Termálvíz-kutak kísérőgáz hasznosítási lehetőségei Konferenciai előadás

[5.] Magyarország Geotermikus Felmérése 2016 Magyar Energetikai és Közműszabályozási Hivatal szakmai kiadvány

[6.] Megújuló energiák hasznosítása Magyar Tudományos Akadémia, 2010.

[7.] Juhász Árpád Lang István Nagy Zoltán Dobi Ildikó Szépszó Gabriella Horányi András Blaskovics Gyula Mika János MEGUJULÓ ENERGIAK Sprinter Kiadó, 2009.

[8.] dr. Mádlné Szőnyi Judit: A geotemikus energia. Készletek, kutatás, hasznosítás. Grafon Kiadó. Nagykovácsi, 2006.

[9.] http://www.mgte.hu/geotermalis.php?cikkek=36

[10.] Cservenyák Gábor Nagy Gyula Épületenergetikai diagnosztika Épületgépészeti módszertani útmutató MMK FAP 5/2015/1 kiadvány

[11.] Baumann Mihály Épületenergetika segédlet MMK, 2016.

[12.] https://www.kgkorhaz.hu/dokumentumok/korhaztortenete.pdf

[13.] Komlós Ferenc Geotermikus, hidrotermikus, légtermikus és hulladék hőforrások hasznosítása hőszivattyúval Magyar Épületgépészet, LXI. évfolyam, 2012/7-8. szám

[14.] Livó László Földhőpotenciál és kiaknázási lehetőségei Mérnök Újság 2022. augusztus-szeptember

[15.] L. Lenkey, János Mihályka, Petra Paróczi Published 2020 Proceedings World Geothermal Congress, 2020+1

[16.] Dr. Kulcsár Balázs P.HD. adjunktus A GEOTERMIKUS ENERGIA HASZNOSÍTÁSA HALLGATÓI SZEMINÁRIUM, 2013.

[17.] Nagyné László Erzsébet Főigazgató Kátai Gábor Kórház fejlesztések 2017. november 17. előadása

[18.] Dr. KONTRA Jenő XXVI. Nemzetközi Építéstudományi Konferencia – ÉPKOEMT Termál-víz metán kísérőgázának hasznosítása, 2016.

[19.] Csoknyai Tamás, Zöld András Épületenergetika TERC Kft. Budapest, 2013.

[20.] az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet

[21.] Baumann Mihály, Dr. Csoknyai Tamás, Dr. Kalmár Ferenc, Dr. Magyar Zoltán, Dr. Majoros András, Dr. Osztroluczky Miklós, Szalay Zsuzsa, Prof. Zöld András ÉPÜLET-ENERGETIKA SEGÉDLET, 2009.

[22.] MSZ-04-140-2: 1991 FŰTÉSI HŐSZÜKSÉGLETSZÁMÍTÁS - visszavont szabvány

[23.] MSZ EN ISO 6946:2017 Épületszerkezetek és épületelemek. Hővezetési ellenállás és hőátbocsátás. Számítási módszerek. - szabvány

[24.] MSZ EN 15251:2007 Épületek energia-teljesítőképességének tervezésére és becslésére, levegőminőségére, hőmérsékletére, fény- és akusztikai viszonyaira vonatkozó beltéri bemeneti paramétereiről. - szabvány

[25.] MSZ CR 1752:2000 Épületek szellőztetése. Épületek belső környezetének tervezési alapjai szabvány

[26.] Egri Mátyás - Sándor Eszter Kapcsolt gerébtokos ablak felújítása Az elmélet és a lehetőségek összefeszülése egy konkrét XIX. sz. végi nyílászáró kapcsán, 2020.

[27.] Baráth Géza Baráth Géza Egri István Gyurcsovics Lajos Dr. Harmathy Norbert Dr. Magyar Zoltán Szikra Csaba Viczai János KOMPLEX és DIPLOMA tervezési segédlet, 2020.

[28.] Turczai Attila Műtők klimatizálása MMK Mérnök Újság, 2023. január-február

[29.] Dodog Z. Világítástechnika előadás, 2022.

[30.] Pelei Imre BELSŐTÉRI VILÁGÍTÁS ELŐADÁS BMF-KKVFK, 2009.

[31.] Dodog Zoltán Világítástechnika előadás, 2022.

[32.] 3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM együttes rendelet

[33.] MSZ EN 12464-1:2022 Fény és világítás. -szabvány

[34.] 12/1997. (VIII.29.) KHVM rendelet

[35.] Dr. Gábor László Épületszerkezettan, 2006.

[36.] KÓRHÁZTERVEZÉS ÚJ SZEMPONTJAI A 21. SZÁZADBAN MMK Egészségügyi-Műszaki Tagozat 2021

[37.] TROX Technik 20141110 Application-brochure-Hospital HU

Mellékletek:

1 sz. melléklet – energetikai számítás meglévő állapotra

Épület: Kórházépület
5300 Karcag
Zöldfa utca 48.
Hrsz: 2849

Számítást készítette: Ondok Ferenc István
Számításhoz felhasznált szoftver: WinWatt cinege 8.64 (2023. 4. 24.) Copyright © Bausoft Pécsvárad Kft.

Szerkezet típusok:

2_rétegű_üvegfal

Típusa:	üvegezés	
y méret:	2,65	m
Hőátbocsátási tényező:	1.400	W/m²K
Megengedett értéke:	1.000	W/m²K

A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Üvegezési arány:	90	%

2_rétegű_üvegfal_ szig_burk.

Típusa:	külső fal	
y méret:	0,9	m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.320	W/m²K
Megengedett értéke:	0.240	W/m²K

A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Eredő hőátbocsátási tényező:	0.416	W/m²K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	30	%
Csillapítási tényező:	24.88	
Késleltetés:	1.7	h
Fajlagos tömeg:	35	kg/m²
Fajlagos hőtároló tömeg:	13	kg/m²
Felületi légállapot -15 °C-nál:	18.5 °C	55 %
Légállapot kívül:	-2.0 °C	90 %
Légállapot belül:	20.0 °C	50 %
Hőátadási ellenállás kívül:	0.04	m²K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.13	m²K/W
Diffúziós időszak:	180	nap

Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No. -	d [cm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]
táblaüveg	1	0,4	0,760	0,0053	2500	0,84	0
Zárt légréteg Visszav. Függ.	2	1,6	-	0,3300	-	-	0
táblaüveg	3	0,4	0,760	0,0053	2500	0,84	0
Rockwool Multirock	4	10	0,039	2,5640	28	0,84	0
gipszkarton	5	1,25	0,240	0,0521	1000	0,84	0

2_rétegű_üvegfal_tégla_burk.

Típusa: külső fal
Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.306 W/m²K
Megengedett értéke: 0.240 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
Eredő hőátbocsátási tényező: 0.398 W/m²K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
Csillapítási tényező: 48.22
Késleltetés: 5.9 h
Fajlagos tömeg: 155 kg/m²
Fajlagos hőtároló tömeg: 103 kg/m²
Felületi légállapot -15 °C-nál: 18.6 °C 55 %
Légállapot kívül: -2.0 °C 90 %
Légállapot belül: 20.0 °C 50 %
Hőátadási ellenállás kívül: 0.04 m²K/W
Hőátadási ellenállás belül: 0.13 m²K/W
Diffúziós időszak: 180 nap
Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No. -	d [cm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]
táblaüveg	1	0,4	0,760	0,0053	2500	0,84	0
Zárt légréteg Visszav. Függ.	2	1,6	-	0,3300	-	-	0
táblaüveg	3	0,4	0,760	0,0053	2500	0,84	0
Rockwool Multirock	4	10	0,039	2,5640	28	0,84	0
válaszfal tégla	5	10	0,520	0,1923	1320	0,88	0

árkád feletti födém

Típusa: árkád feletti födém
y méret: 1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.215 W/m²K
Megengedett értéke: 0.170 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
Eredő hőátbocsátási tényező: 0.236 W/m²K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 10 %
Csillapítási tényező: 1532.92
Késleltetés: 16.7 h
Fajlagos tömeg: 457 kg/m²
Fajlagos hőtároló tömeg: 72 kg/m²
Padló hőelnyelési tényező: 1.538 kJ/m²Ks$^{1/2}$
Padló besorolás: hideg
Felületi légállapot -15 °C-nál: 18.7 °C 54 %
Légállapot kívül: -2.0 °C 90 %
Légállapot belül: 20.0 °C 50 %
Hőátadási ellenállás kívül: 0.04 m²K/W
Hőátadási ellenállás belül: 0.17 m²K/W
Diffúziós időszak: 180 nap
Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No. -	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]
Baumit open Struktúra Vakolat 2K	1	0,3	0,760	-	0,0039	1600	1,08
Baumit open Alapozó	2	0,01	-	-	-	1000	-
dryvit dörzsvakolat	3	0,2	0,990	-	0,0020	1800	0,88
NC (EPS) 100 hőszigetelő	4	1	0,040	0,420	0,1761	20	1,46
NC (EPS) 100 hőszigetelő	5	5	0,040	-	1,2500	20	1,46
BOHN födém+1 cm vakolat	6	24	0,760	-	0,3158	1430	1,00
dryvit Primus ragasztó	7	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88
duzzasztott perlit 2	8	12*	0,052	-	2,3080	110	1,17
perlitbeton 2	9	5	0,140	-	0,3571	400	1,17
Cementsimítás	10	2	0,930	-	0,0215	1800	0,88
flexragasztó	11	0,3	0,800	-	0,0038	1800	0,88
gresslap	12	1	2,040	-	0,0049	2400	0,92

külső fal - A ép oldalfal

Típusa: külső fal
Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.289 W/m²K
Megengedett értéke: 0.240 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
Eredő hőátbocsátási tényező: 0.375 W/m²K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
Csillapítási tényező: 523.31
Késleltetés: 11.2 h
Fajlagos tömeg: 424 kg/m²
Fajlagos hőtároló tömeg: 264 kg/m²
Felületi légállapot -15 °C-nál: 18.7 °C 54 %
Légállapot kívül: -2.0 °C 90 %
Légállapot belül: 20.0 °C 50 %
Hőátadási ellenállás kívül: 0.04 m²K/W
Hőátadási ellenállás belül: 0.13 m²K/W
Diffúziós időszak: 180 nap
Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No. -	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]
Baumit open Struktúra Vakolat 2K	1	0,3	0,760	-	0,0039	1600	1,08
Baumit open Alapozó	2	0,01	-	-	-	1000	-
dryvit dörzsvakolat	3	0,2	0,990	-	0,0020	1800	0,88
NC (EPS) 100 hőszigetelő	4	1	0,040	0,420	0,1761	20	1,46
NC (EPS) 100 hőszigetelő	5	5	0,040	-	1,2500	20	1,46
dryvit Primus ragasztó	6	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88
vasbeton	7	6	1,550	-	0,0387	2400	0,84
polisztirolhab 1	8	7	0,040	-	1,7500	15	1,46
vasbeton	9	11	1,550	-	0,0710	2400	0,84

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

külső fal_B30_hőszig

Típusa: külső fal
Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.464 W/m²K
Megengedett értéke: 0.240 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
Eredő hőátbocsátási tényező: 0.603 W/m²K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
Csillapítási tényező: 186.36
Késleltetés: 12.4 h
Fajlagos tömeg: 469 kg/m²
Fajlagos hőtároló tömeg: 135 kg/m²
Felületi légállapot -15 °C-nál: 17.9 °C 57 %
Légállapot kívül: -2.0 °C 90 %
Légállapot belül: 20.0 °C 50 %
Hőátadási ellenállás kívül: 0.04 m²K/W
Hőátadási ellenállás belül: 0.13 m²K/W
Diffúziós időszak: 180 nap
Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	ɔ. -	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]
Baumit open Struktúra Vakolat 2K	1	0,3	0,760	-	0,0039	1600	1,08
Baumit open Alapozó	2	0,01	-	-	-	1000	-
dryvit dörzsvakolat	3	0,2	0,990	-	0,0020	1800	0,88
NC (EPS) 100 hőszigetelő	4	1	0,040	0,420	0,1761	20	1,46
NC (EPS) 100 hőszigetelő	5	5	0,040	-	1,2500	20	1,46
dryvit Primus ragasztó	6	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88
B 30-as tégla	7	30	0,570	-	0,5263	1400	0,88
javított mészvakolat	8	2	0,870	-	0,0230	1700	0,92

Vizsgálati jelentés: A szerkezetben páralecsapódás nem alakul ki.

lapostető

Típusa:	tető	
y méret:	1	m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.168	W/m²K
Megengedett értéke:	0.170	W/m²K

A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.

Eredő hőátbocsátási tényező:	0.201	W/m²K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	20	%
Csillapítási tényező:	2259.51	
Késleltetés:	17.4	h
Fajlagos tömeg:	437	kg/m²
Fajlagos hőtároló tömeg:	163	kg/m²
Felületi légállapot -15 °C-nál:	19.4 °C	52 %
Légállapot kívül:	-2.0 °C	90 %
Légállapot belül:	20.0 °C	50 %
Hőátadási ellenállás kívül:	0.04	m²K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.10	m²K/W
Diffúziós időszak:	180	nap

Kiszellőztetés hőtechnikai hatása.
A számításhoz hiányoznak az adatok.
Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No. -	d [cm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]
2 réteg kavicsolt lemezfedés	1	0,8	0,120	0,0667	1100	-
Gőznyomás kiegyenlítő réteg	2	0,1	-	0,0350	-	-
lépésálló hőszigetelés	3	10	0,039	2,5640	-	1,46
3 réteg kavicsolt lemezfedés	4	1,2	0,120	0,1000	1100	-
Cementsimítás	5	2	0,930	0,0215	1800	0,88
perlitbeton 2	6	5	0,140	0,3571	400	1,17
duzzasztott perlit 2	7	12,3*	0,052	2,3650	110	1,17
BOHN födém+1 cm vakolat	8	24	0,760	0,3158	1430	1,00

műa. ablak_2_rtg

Típusa:	ablak (külső, fa vagy PVC)	
x méret:	1	m
y méret:	1,5	m
Hőátbocsátási tényező:	1.400	W/m²K
Megengedett értéke:	1.150	W/m²K

A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Üvegezési arány:	80 %
Üvegezés g értéke:	0.870
Árnyékolás módja nyáron:	belső
Árnyékolás naptényezője nyáron:	0.700

műa_üvegezett_ajtó

Típusa:	üvegezett ajtó (külső, fa vagy PVC)	
x méret:	0,9	m
y méret:	2,1	m
Hőátbocsátási tényező:	1.600	W/m²K
Megengedett értéke:	1.150	W/m²K

A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Üvegezési arány:	60 %

padló_beton

Típusa:	padló (talajra fektetett)	
y méret:	1	m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.683	W/m^2K
Megengedett értéke:	0.300	W/m^2K

A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Vonalmenti hőátbocsátási tényező:	1.300	W/mK
Csillapítási tényező:	1213.24	
Késleltetés:	25.7	h
Fajlagos tömeg:	1348	kg/m^2
Fajlagos hőtároló tömeg:	213	kg/m^2
Padló hőelnyelési tényező:	1.538	$kJ/m^2Ks^{1/2}$
Padló besorolás:	hideg	
Felületi légállapot -15 °C-nál:	15.9 °C	65 %
Légállapot kívül:	-2.0 °C	90 %
Légállapot belül:	20.0 °C	50 %
Hőátadási ellenállás kívül:	0.00	m^2K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.17	m^2K/W
Padlószint magassága:	0.45	m
Diffúziós időszak:	180	nap

Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No. -	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m^2K/W]	ρ [kg/m^3]	c [kJ/kgK]
kavicsfeltöltés	1	15	0,350	-	0,4286	1800	0,84
Vasbeton (2 % acél)	2	8	2,500	-	0,0320	2400	1,00
szigetelés	3	0,4	0,120	-	0,0333	1100	-
védőbeton	4	5	1,350	-	0,0370	2000	0,84
homokfeltöltés	5	42	0,580	-	0,7241	1600	0,84
kavicsbeton	6	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84

padló_kerámia

Típusa:	padló (talajra fektetett)	
y méret:	1	m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.679	W/m^2K
Megengedett értéke:	0.300	W/m^2K

A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Vonalmenti hőátbocsátási tényező:	1.300	W/mK
Csillapítási tényező:	1356.08	
Késleltetés:	26.1	h
Fajlagos tömeg:	1378	kg/m^2
Fajlagos hőtároló tömeg:	234	kg/m^2
Padló hőelnyelési tényező:	1.751	$kJ/m^2Ks^{1/2}$
Padló besorolás:	hideg	
Felületi légállapot -15 °C-nál:	16.0 °C	64 %
Légállapot kívül:	-2.0 °C	90 %
Légállapot belül:	20.0 °C	50 %
Hőátadási ellenállás kívül:	0.00	m^2K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.17	m^2K/W
Padlószint magassága:	0.45	m
Diffúziós időszak:	180	nap

Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No. -	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m^2K/W]	ρ [kg/m^3]	c [kJ/kgK]
kavicsfeltöltés	1	15	0,350	-	0,4286	1800	0,84
Vasbeton (2 % acél)	2	8	2,500	-	0,0320	2400	1,00
szigetelés	3	0,4	0,120	-	0,0333	1100	-
védőbeton	4	5	1,350	-	0,0370	2000	0,84
homokfeltöltés	5	42	0,580	-	0,7241	1600	0,84
kavicsbeton	6	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84
csemperagasztó	7	0,3	0,800	-	0,0038	1800	0,88
gresslap	8	1	2,040	-	0,0049	2400	0,92

padló_linóleum

Típusa:	padló (talajra fektetett)	
y méret:	1	m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.677	W/m^2K
Megengedett értéke:	0.300	W/m^2K

A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Vonalmenti hőátbocsátási tényező:	1.300	W/mK
Csillapítási tényező:	1326.52	
Késleltetés:	25.9	h
Fajlagos tömeg:	1357	kg/m^2
Fajlagos hőtároló tömeg:	217	kg/m^2
Padló hőelnyelési tényező:	1.174	$kJ/m^2Ks^{1/2}$
Padló besorolás:	hideg	
Felületi légállapot -15 °C-nál:	16.0 °C	64 %
Légállapot kívül:	-2.0 °C	90 %
Légállapot belül:	20.0 °C	50 %
Hőátadási ellenállás kívül:	0.00	m^2K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.17	m^2K/W
Padlószint magassága:	0.45	m
Diffúziós időszak:	180	nap

Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No. -	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m^2K/W]	ρ [kg/m^3]	c [kJ/kgK]
kavicsfeltöltés	1	15	0,350	-	0,4286	1800	0,84
Vasbeton (2 % acél)	2	8	2,500	-	0,0320	2400	1,00
szigetelés	3	0,4	0,120	-	0,0333	1100	-
védőbeton	4	5	1,350	-	0,0370	2000	0,84
homokfeltöltés	5	42	0,580	-	0,7241	1600	0,84
kavicsbeton	6	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84
Linóleum	7	0,5	0,380	-	0,0132	1800	1,47

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés		U	U*	A	Ψ	L	AU*+ LΨ	$A_ü$	Q_{sd}
		[W/m²K]	[W/m²K]	[m²]	[W/mK]	[m]	[W/K]	[m²]	[kWh/a]
2_rétegű_üvegfal_ szig_burk.	É	0,416	0,416	505,0	-	-	210,1	-	-
2_rétegű_üvegfal_tégla_burk.	É	0,398	0,398	228,4	-	-	90,9	-	-
külső fal_B30_hőszig	É	0,603	0,603	431,0	-	-	259,9	-	-
műa. ablak_2_rtg	É	1,4	1,4	390,5	-	-	546,7	312,4	29856,0
műa_üvegezett_ajtó	É	1,6	1,6	26,9	-	-	43,1	16,2	1545,4
2_rétegű_üvegfal	É	1,4	1,4	1539,5	-	-	2155,3	1385,6	1,3242E5
külső fal - A ép oldalfal	K	0,375	0,375	235,7	-	-	88,4	-	-
külső fal_B30_hőszig	K	0,603	0,603	186,1	-	-	112,2	-	-
műa. ablak_2_rtg	K	1,4	1,4	40,6	-	-	56,9	32,5	4728,3
műa_üvegezett_ajtó	K	1,6	1,6	63,0	-	-	100,8	37,8	5498,8
2_rétegű_üvegfal_ szig_burk.	D	0,416	0,416	615,7	-	-	256,1	-	-
2_rétegű_üvegfal_tégla_burk.	D	0,398	0,398	271,3	-	-	108,0	-	-
külső fal_B30_hőszig	D	0,603	0,603	335,6	-	-	202,4	-	-
műa. ablak_2_rtg	D	1,4	1,4	409,0	-	-	572,6	327,2	1,0813E5
műa_üvegezett_ajtó	D	1,6	1,6	19,6	-	-	31,3	11,7	3879,1
2_rétegű_üvegfal	D	1,4	1,4	1821,9	-	-	2550,7	1639,7	5,4183E5
külső fal - A ép oldalfal	NY	0,375	0,375	415,7	-	-	155,9	-	-
külső fal_B30_hőszig	NY	0,603	0,603	296,9	-	-	179,0	-	-
műa. ablak_2_rtg	NY	1,4	1,4	56,4	-	-	79,0	45,1	9444,5
műa_üvegezett_ajtó	NY	1,6	1,6	6,1	-	-	9,8	3,7	772,1
lapostető		0,201	0,201	3129,0	-	-	628,9	-	-
padló_beton		-	-	102,8	1,3	27,4	35,6	-	-
padló_kerámia		-	-	2733,3	1,3	237,3	308,5	-	-
padló_linóleum		-	-	1100,6	1,3	178,5	232,1	-	-
árkád feletti födém		0,236	0,236	142,4	-	-	33,6	-	-

Épület tömeg besorolása: nehéz (mt > 400 kg/m2)

ε: 0.75 (Sugárzás hasznosítási tényező)

A: 15103.1 m² (Fűtött épület(rész) térfogatot határoló összfelület)

V: 49332.7 m³ (Fűtött épület(rész) térfogat)

A/V: 0.306 m²/m³ (Felület-térfogat arány)

$Q_{sd}+Q_{sid}$: (838106 + 0) * 0,75 = 628580 kWh/a (Sugárzási hőnyereség)

ΣAU + ΣlΨ: 9047.9 W/K

q = [ΣAU + ΣlΨ - (Q_{sd} + Q_{sid})/72]/V = (9047,9 - 628580 / 72) / 49332,7

q: **0.113 W/m³K** (Számított fajlagos hőveszteségtényező)

$q_{max,kn}$: **0.162 W/m³K** (Közel nulla energiaigényű épületek megengedett fajlagos hőveszteségtényező)

Az épület összes hővesztesége: **642,511 kW**

2. sz. melléklet – energetikai számítás kivonat tervezett állapotra – tervezett külső határoló szerkezetek rétegrendi megadásával

Épület: Kórházépület
5300 Karcag
Zöldfa utca 48.
Hrsz: 2849

Számítást készítette: Ondok Ferenc István

Számításhoz felhasznált szoftver: WinWatt cinege 8.64 (2023. 4. 24.) Copyright © Bausoft Pécsvárad Kft.

árkád feletti födém terv

Típusa:	árkád feletti födém	
y méret:	1	m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.143	W/m^2K
Megengedett értéke:	0.170	W/m^2K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.		
Eredő hőátbocsátási tényező:	0.157	W/m^2K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	10	%
Csillapítási tényező:	3980.47	
Késleltetés:	17.6	h
Fajlagos tömeg:	459	kg/m^2
Fajlagos hőtároló tömeg:	72	kg/m^2
Padló hőelnyelési tényező:	1.538	$kJ/m^2Ks^{1/2}$
Padló besorolás:	hideg	
Felületi légállapot -15 °C-nál:	19.2 °C	53 %
Légállapot kívül:	-2.0 °C	90 %
Légállapot belül:	20.0 °C	50 %
Hőátadási ellenállás kívül:	0.04	m^2K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.17	m^2K/W
Diffúziós időszak:	180	nap

Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No. -	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m^2K/W]	ρ [kg/m^3]	c [kJ/kgK]
Baumit open Struktúra Vakolat 2K	1	0,3	0,760	-	0,0039	1600	1,08
Baumit open Alapozó	2	0,01	-	-	-	1000	-
dryvit dörzsvakolat	3	0,2	0,990	-	0,0020	1800	0,88
NC (EPS) 100 hőszigetelő	4	1	0,040	0,420	0,1761	20	1,46
NC (EPS) 100 hőszigetelő	5	14	0,040	-	3,5000	20	1,46
BOHN födém+1 cm vakolat	6	24	0,760	-	0,3158	1430	1,00
dryvit Primus ragasztó	7	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88
duzzasztott perlit 2	8	12,5*	0,052	-	2,4040	110	1,17
perlitbeton 2	9	5	0,140	-	0,3571	400	1,17
Cementsimítás	10	2	0,930	-	0,0215	1800	0,88
flexragasztó	11	0,3	0,800	-	0,0038	1800	0,88
gresslap	12	1	2,040	-	0,0049	2400	0,92

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

külső fal - A ép oldalfal terv

Típusa: külső fal
Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.175 W/m²K
Megengedett értéke: 0.240 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.
Eredő hőátbocsátási tényező: 0.227 W/m²K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
Csillapítási tényező: 1327.80
Késleltetés: 12.0 h
Fajlagos tömeg: 426 kg/m²
Fajlagos hőtároló tömeg: 264 kg/m²
Felületi légállapot -15 °C-nál: 19.2 °C 53 %
Légállapot kívül: -2.0 °C 90 %
Légállapot belül: 20.0 °C 50 %
Hőátadási ellenállás kívül: 0.04 m²K/W
Hőátadási ellenállás belül: 0.13 m²K/W
Diffúziós időszak: 180 nap
Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No. -	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]
Baumit open Struktúra Vakolat 2K	1	0,3	0,760	-	0,0039	1600	1,08
Baumit open Alapozó	2	0,01	-	-	-	1000	-
dryvit dörzsvakolat	3	0,2	0,990	-	0,0020	1800	0,88
NC (EPS) 100 hőszigetelő	4	1	0,040	0,420	0,1761	20	1,46
NC (EPS) 100 hőszigetelő	5	14	0,040	-	3,5000	20	1,46
dryvit Primus ragasztó	6	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88
vasbeton	7	6	1,550	-	0,0387	2400	0,84
polisztirolhab 1	8	7	0,040	-	1,7500	15	1,46
vasbeton	9	11	1,550	-	0,0710	2400	0,84

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

külső fal_B30_hőszig terv

Típusa: külső fal
Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.227 W/m²K
Megengedett értéke: 0.240 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.
Eredő hőátbocsátási tényező: 0.295 W/m²K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
Csillapítási tényező: 459.69
Késleltetés: 13.2 h
Fajlagos tömeg: 471 kg/m²
Fajlagos hőtároló tömeg: 135 kg/m²
Felületi légállapot -15 °C-nál: 19.0 °C 53 %
Légállapot kívül: -2.0 °C 90 %
Légállapot belül: 20.0 °C 50 %
Hőátadási ellenállás kívül: 0.04 m²K/W
Hőátadási ellenállás belül: 0.13 m²K/W
Diffúziós időszak: 180 nap
Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No. -	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]
Baumit open Struktúra Vakolat 2K	1	0,3	0,760	-	0,0039	1600	1,08
Baumit open Alapozó	2	0,01	-	-	-	1000	-
dryvit dörzsvakolat	3	0,2	0,990	-	0,0020	1800	0,88
NC (EPS) 100 hőszigetelő	4	1	0,040	0,420	0,1761	20	1,46
NC (EPS) 100 hőszigetelő	5	14	0,040	-	3,5000	20	1,46
dryvit Primus ragasztó	6	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88
B 30-as tégla	7	30	0,570	-	0,5263	1400	0,88
javított mészvakolat	8	2	0,870	-	0,0230	1700	0,92

Vizsgálati jelentés: A szerkezetben páralecsapódás nem alakul ki.

műa. ablak_3_rtg terv

Típusa:	ablak (külső, fa vagy PVC)	
x méret:	1	m
y méret:	1,5	m
Hőátbocsátási tényező:	1.100	W/m^2K
Megengedett értéke:	1.150	W/m^2K

A hőátbocsátási tényező megfelelő.

Üvegezési arány:	80 %
Üvegezés g értéke:	0.870
Árnyékolás módja nyáron:	belső
Árnyékolás naptényezője nyáron:	0.700

műa_üvegezett_ajtó terv

Típusa:	üvegezett ajtó (külső, fa vagy PVC)	
x méret:	0,9	m
y méret:	2,1	m
Hőátbocsátási tényező:	1.150	W/m^2K
Megengedett értéke:	1.150	W/m^2K

A hőátbocsátási tényező megfelelő.

Üvegezési arány:	60 %

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés		U	U*	A	Ψ	L	AU*+LΨ	$A_ü$	Q_{sd}
		[W/m² K]	[W/m² K]	[m²]	[W/ mK]	[m]	[W/K]	[m²]	[kWh/a]
2_rétegű_üvegfal_ szig_burk.	É	0,416	0,416	505,0	-	-	210,1	-	-
2_rétegű_üvegfal_tégla_burk.	É	0,398	0,398	228,4	-	-	90,9	-	-
külső fal_B30_hőszig terv	É	0,295	0,295	431,0	-	-	127,1	-	-
műa. ablak_3_rtg terv	É	1,1	1,1	390,5	-	-	429,5	312,4	29856,0
műa_üvegezett_ajtó terv	É	1,15	1,15	26,9	-	-	31,0	16,2	1545,4
2_rétegű_üvegfal	É	1,4	1,4	1539,5	-	-	2155,3	1385,6	1,3242E 5
külső fal - A ép oldalfal terv	K	0,227	0,227	235,7	-	-	53,5	-	-
külső fal_B30_hőszig terv	K	0,295	0,295	186,1	-	-	54,9	-	-
műa. ablak_3_rtg terv	K	1,1	1,1	40,6	-	-	44,7	32,5	4728,3
műa_üvegezett_ajtó terv	K	1,15	1,15	63,0	-	-	72,4	37,8	5498,8
2_rétegű_üvegfal_ szig_burk.	D	0,416	0,416	615,7	-	-	256,1	-	-
2_rétegű_üvegfal_tégla_burk.	D	0,398	0,398	271,3	-	-	108,0	-	-
külső fal_B30_hőszig terv	D	0,295	0,295	335,6	-	-	99,0	-	-
műa. ablak_3_rtg terv	D	1,1	1,1	409,0	-	-	449,9	327,2	1,0813E 5
műa_üvegezett_ajtó terv	D	1,15	1,15	19,6	-	-	22,5	11,7	3879,1
2_rétegű_üvegfal	D	1,4	1,4	1821,9	-	-	2550,7	1639,7	5,4183E 5
külső fal - A ép oldalfal terv	NY	0,227	0,227	415,7	-	-	94,4	-	-
külső fal_B30_hőszig terv	NY	0,295	0,295	296,9	-	-	87,6	-	-
műa. ablak_3_rtg terv	NY	1,1	1,1	56,4	-	-	62,1	45,1	9444,5
műa_üvegezett_ajtó terv	NY	1,15	1,15	6,1	-	-	7,1	3,7	772,1
lapostető		0,201	0,201	3129,0	-	-	628,9	-	-
padló_beton		-	-	102,8	1,3	27,4	35,6	-	-
padló_kerámia		-	-	2733,3	1,3	237,3	308,5	-	-
padló_linóleum		-	-	1100,6	1,3	178,5	232,1	-	-
árkád feletti födém terv		0,157	0,157	142,4	-	-	22,4	-	-

Épület tömeg besorolása: nehéz (mt > 400 kg/m2)

ε: 0.75 (Sugárzás hasznosítási tényező)

A: 15103.1 m² (Fűtött épület(rész) térfogatot határoló összfelület)

V: 49332.7 m³ (Fűtött épület(rész) térfogat)

A/V: 0.306 m²/m³ (Felület-térfogat arány)

$Q_{sd}+Q_{sid}$: (838106 + 0) * 0,75 = 628580 kWh/a (Sugárzási hőnyereség)

ΣAU + ΣlΨ: 8234.8 W/K

q = [ΣAU + ΣlΨ - (Q_{sd} + Q_{sid})/72]/V = (8234,8 - 628580 / 72) / 49332,7

q: **0,097 W/m³K** (Számított fajlagos hőveszteségtényező)

$q_{max,kn}$: **0.162 W/m³K** (Közel nulla energiaigényű épületek megengedett fajlagos hőveszteségtényező)

Az épület összes hővesztesége: **614,185 kW**