SZAKDOLGOZAT

Sára András Zoltán
létesítményenergetikai
szakmérnök

Gödöllő
2023

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus

Épületenergetikai rendszerek fejlesztése a VEIKI-VNL Kft. – nél

Belső konzulens: **Dr. Szabó Márta**
egyetemi docens

Külső konzulens: **Pazdernyik Zoltán**
üzemeltetési mérnök

Készítette: **Sára András Zoltán**
GS2BH6
létesítményenergetikai szakmérnök jelölt

Intézet/Tanszék: **Műszaki Intézet / Épületgépészeti és Energetikai Tanszék**

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 SZAKMÉRNÖK
létesítményenergetika szakmérnök
szakirányú továbbképzés

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Sára András (GS2BH6)

részére

A szakdolgozat címe:

Épületenergetikai rendszerek fejlesztése a VEIKI-VNL Kft.-nél

Feladatkiírás:

A szakdolgozat során cél, hogy a VEIKI-VNL Kft.-nél épületenergetikai rendszereinek bővítése és/vagy új rendszert kiépítése. A szervezet jellege laboratórium, ezért speciális körülményeknek kell megfeleljen.
Tekintse át a létesítményhez kapcsolódó belső környezeti és energetikai követelményeket. Ismertesse a jelenlegi állapotot. Elemezze a fejlesztési javaslatokat energetikai és egyéb szempontból.
Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

Külső konzulens: *Pazdernyik Zoltán üzemeltetési mérnök*, VEIKI-VNL Kft., 1158 Budapest, Vasgolyó utca 2-4.

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

Beadási határidő: 2023. november hó 6. nap

Gödöllő, 2023. szeptember hó 10. nap

Jóváhagyom		**Átvettem**
(tanszékvezető)	(szakfelelős)	(hallgató)

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

Gödöllő, 2023. november 3.

(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés ... 3
2. Szakirodalmi áttekintés ... 4
2.1. Fűtési rendszerek ... 4
2.1.1. Fűtési megoldások csoportosítása ... 4
2.1.2. Központi fűtések kazánjai ... 4
2.1.3. Hőleadók, fűtőtestek ... 7
2.2. Világítástechnika ... 8
2.2.1. Az izzólámpa kiváltása ... 9
2.2.2. Világítótestek (csarnokvilágítás) ... 10
2.2.3. Intelligens világítás (IoT) ... 10
2.3. Napelemes rendszerek ... 11
2.3.1. Története ... 11
2.3.2. A napelemes rendszer fő összetevői ... 12
2.4. Geotermikus energia ... 14
2.4.1. A geotermikus energia hasznosításának formái ... 14
2.4.2. Hőszivattyú ... 15
2.4.3. A geotermikus energia főbb előnyei ... 16
2.4.4. A geotermikus energia felhasználásának problémái és kockázatai ... 16
2.4.5. WeHeat típusú rendszerek ... 17
2.5. A belső környezet minősége ... 19
2.5.1. Hőérzet ... 19
2.5.2. Vizuális komfort ... 20
3. Kiindulási helyzet bemutatása ... 21
3.1. A VEIKI-VNL Kft. ... 21
3.2. Iparág bemutatása ... 23
3.3. Telephely, épületek bemutatása ... 24
3.4. Telephely, épületek fűtési rendszere ... 26
3.4.1. Gázfogyasztási adatok ... 28
3.5. Telephely, épületek, villamosenergia ellátás ... 30
3.5.1. Villamos fogyasztási adatok ... 31
3.6. A belső környezet minősége ... 32

3.6.1. Irodai hőkomfort ... 33
3.6.2. Vizuális komfort ... 34
4. Hatékony energetikai technológiák ... 35
4.1. Hőenergia ellátás elemzése – fűtési rendszer korszerűsítése ... 35
4.1.1. Korszerűsítési javaslatok ... 35
4.1.2. Az A épületi kazánhelyiség felújítása ... 37
4.1.3. Az B épületi kazánhelyiség felújítása ... 38
4.1.4. Fűtési rendszer korszerűsítésének eredményei ... 39
4.2. Világítási rendszer korszerűsítése ... 41
4.2.1. Meglévő rendszer értékelése ... 41
4.2.2. Fényforrások kiválasztása ... 42
4.2.3. Világítási terv elkészítése ... 44
4.2.4. Automatizálás és vezérlés („A” épület 1 emeleti folyosó világítás) ... 45
4.2.5. Automatizálás és vezérlés (kültéri térvilágítás vezérlése) ... 46
4.2.6. Automatizálás és vezérléssel történő energiacsökkentés ... 49
4.3. Napelemes rendszer kialakítási javaslata ... 50
4.3.1. Energiaszükséglet meghatározása ... 50
4.3.2. Helyszín kiválasztása ... 50
4.3.3. Energia-termelési becslés ... 51
4.3.4. Napelem inverter teljesítményre való optimalizálása ... 52
4.3.5. VEIKI-VNL Kft. napelem rendszere ... 53
4.3.6. Napelemes rendszer eredményei ... 54
4.4. Geotermikus energia ... 56
4.5. H (LOCA) épület hőszigetelésének vizsgálata ... 58
4.6. Elért / elérhető eredmények összefoglalása ... 61
5. További lehetőségek, javaslatok ... 62
6. Összefoglaló ... 65
7. Summary ... 67
8. Irodalomjegyzék ... 69
9. Ábrajegyzék ... 72
10. Nyilatkozat ... 74
12. Melléklet ... 75

1. Bevezetés

Az energiahatékonyság és a fenntartható energiamegoldások ma már kulcsfontosságú szerepet játszanak a vállalatok és ipari létesítmények működésében. Ezen túlmenően, az éghajlatváltozás és a környezetvédelem iránti növekvő igény miatt az energetikai infrastruktúra optimalizálása és zöldítése elengedhetetlen az üzleti világban. Ennek a szemléletnek a szerves részét képezi a VEIKI-VNL Kft. esetében is.

Ezen szakdolgozat célja, hogy átfogó képet nyújtson a VEIKI-VNL Kft. jelenlegi energetikai helyzetéről és megvizsgáljam azokat a modern energetikai technológiákat és megoldásokat, amelyekkel a vállalat hosszú távon javíthatja hatékonyságát, csökkentheti környezeti lábnyomát és optimalizálhatja költségeit.

2019. novembere óta dolgozok a VEIKI-VNL Kft. -nél, mint beruházási és üzemeltetési vezető. Munkaköröm egyik része a telephelyen található épületek és az ahhoz tartozó műszaki berendezések üzemeltetése.

A szakdolgozat során először áttekintem a szakirodalmat az energetikai rendszerek terén, a fűtési rendszerek, világítástechnika, napelemes rendszerek és geotermikus energia területek fontosságát. Ezek a területek kulcsfontosságúak a vállalati energetikai hatékonyság javításában és a fenntartható energiamegoldások alkalmazásában.

Ezt követően részletesen bemutatom a VEIKI-VNL Kft.-t, az iparági kontextust és a telephelyet. Kiemelten foglalkozom a meglévő fűtési rendszerekkel, villamosenergiaellátással, valamint a belső környezet minőségével. Ezek az adatok alapozzák meg az energiahatékonysági javaslatokat és lehetőségeket, amelyeket a további fejezetekben részletesen elemezni fogom.

Az energetikai rendszerek korszerűsítésére, a világítástechnika optimalizálására, a napelemes rendszerek telepítésére és a geotermikus energiával való kísérletre vonatkozó konkrét javaslatokat dolgozok ki, és ezeknek az intézkedéseknek az eredményeit is összegzésre kerülnek. Végül, a szakdolgozatom során összefogom foglalni az eredményeket és javaslatokat fogok tenni a VEIKI-VNL Kft. számára a fenntartható energiamegoldások és az energiahatékonyság terén való további fejlődéshez.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. Fűtési rendszerek

2.1.1. Fűtési megoldások csoportosítása

A fűtési megoldások sokféleképpen lehet csoportosítani:

- a hőtermelés forrása, a hőtermelés és a hőleadók elrendezése, illetve a rendszer teljesítménye, elterjedtsége szerint,
    - *egyedi fűtés:* a hőtermelő berendezés a fűtendő térben helyezkedik el
    - *központi fűtés:* lakás vagy épület több helyiségek fűtését egy központi helyen egy vagy több hőtermelővel látják el
    - *távhőszolgáltatás:* épületcsoport vagy akár városrész központosított hőellátása
- a felhasznált energia szerint,
    - *hagyományos tüzelőanyaggal:* szilárd tüzelőanyaggal, olajjal vagy gázzal működtetett,
    - *különféle nem hagyományos anyaggal:* biomassza, hulladékanyagok eltüzelése,
    - *elektromos fűtés*
    - *megújuló energiákkal:* napenergia, hőszivattyú,
- a hőleadók, fűtőtestek hőleadási módja szerinti csoportosítás.

A központi és távfűtési rendszereknél a rendszerben keringő hőhordozó szerint:

- vízközegű
- gőzközegű
- légfűtést

A hőleadók, fűtőtestek hőleadás módja szerint a fűtések lehetnek:

- döntően konvekciós,
- döntően sugárzó fűtések,
- különféle kombinált fűtések. (Homonnay, 2001)

2.1.2. Központi fűtések kazánjai

A gázkazán egy olyan készülék, amelyik valamilyen gáz (földgáz, biogáz) elégetésével hőenergiát szabadít fel és azt egy másik közegnek (pl. víz) átadja. Az átadott hőmennyiséget, ma már szinte kizárólag, egy szivattyú segítségével juttatja el a hőleadókhoz (pl. radiátorok).

Több típusa létezik, az égéstér kialakítása (nyílt vagy zárt égésű), illetve az égéstermék elvezetése szerint különböztetjük meg őket.

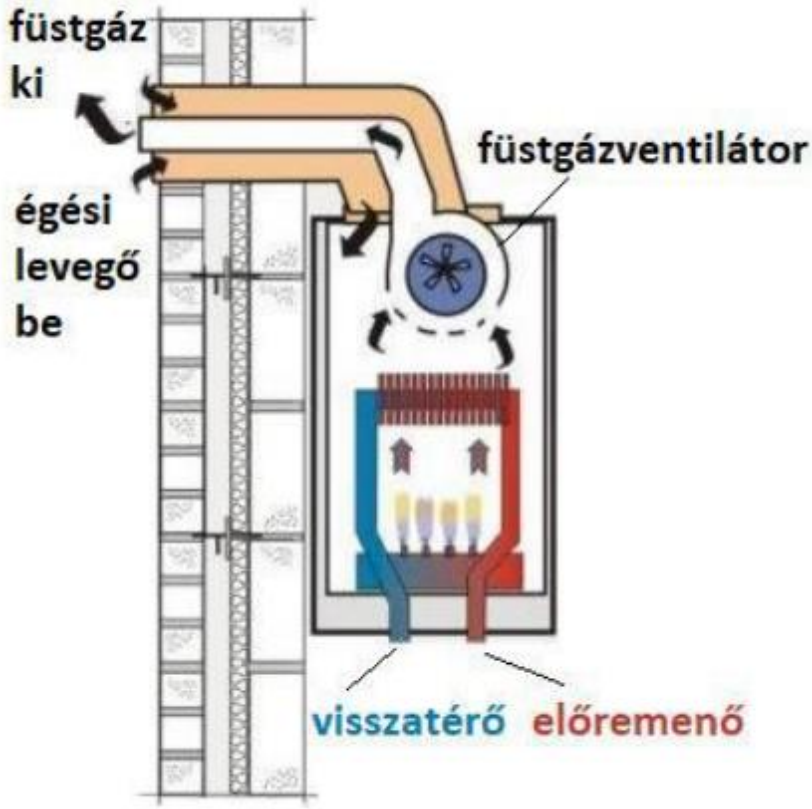
- Nyílt égésterű „kéményes” gázkazán
- Zárt égésterű, „turbós” gázkazán
- Zárt égésterű, kondenzációs kazán

Nyílt égésterű „kéményes” kazán

A hagyományos, kéményes kazán égésterét nem zárja el semmi. Közvetlen környezetéből, a felállítási térből veszi el az égéshez szükséges oxigént. Az égéstermék elvezetés kéményen keresztül történik, ennél a típusnál fordulhat elő, hogy nem megfelelő működés esetén szénmonoxid (CO) visszakerülhet a lakótérbe és mérgezést okozhat. A megfelelő „kémény-huzat” elérése érdekében viszonylag magas a távozó égéstermék hőmérséklete, emiatt a hatásfok már nem teljesíti a mai kor kívánalmait.

Zárt égésterű, „turbós” gázkazán

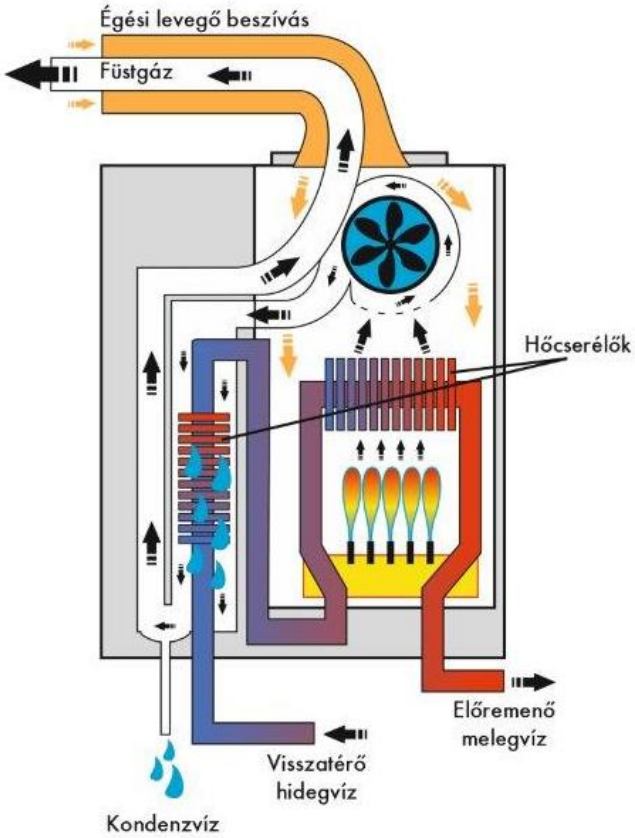
Égéstere a közvetlen környezettől elzárt, az égéshez szükséges oxigént az épületen kívülről nyeri, nem a felállítási térből. Az égéstermék szabadba való juttatásáról már egy ventilátor, ami az égéshez szükséges levegőmennyiség bejuttatásáról is, gondoskodik. A hatásfok a pontosabb gáz-levegő arány és az alacsonyabb távozó égéstermék hőmérséklet miatt magasabb. Az üzem hatékonyabb és biztonságosabb, hiszen mérgező anyagok nem juthatnak vissza a légtérbe. A „turbós” kazánnak (2.1. ábra) általában saját égéstermék elvezető/frisslevegő beszívó rendszere van, de van olyan megoldás is, amikor a meglévő kéményjáratot, benne egy saját béléscsővel használjuk fel.



2.1. ábra: Turbós gázkazán

Zárt égésterű, kondenzációs gázkazán

A kondenzációs készülék (2.2. ábra) hasonlít egy „turbós” kazánra, de mivel ez a készülék az égés során keletkező, az égéstermékben lévő vízgőz energiatartalmát is hasznosítani tudja, még jobb hatásfokkal tud hőenergiát előállítani. Ez a gyakorlatban akár 11% többletet is jelenthet. A kondenzációs készülékek fő ismérve, hogy alacsony hőmérsékletű fűtési rendszereken tudnak hatékonyan működni, mint padló- vagy falfűtés. Radiátorok alkalmazása esetén kellően nagyra méretezett felületekkel lehet elérni, hogy alacsony vízhőmérséklet esetén is megfelelő teljesítményt tudjon leadni a fűtőtest. A kondenzációs kazánnak is általában saját égéstermék elvezető/friss levegő beszívó rendszere van, de van olyan megoldás is, amikor a meglévő kéményjáratot, benne egy saját béléscsővel használjuk fel, illetve eleve kondenzációt elviselő épített kéményt alkalmazunk. (Kazán tudástár, 2023)



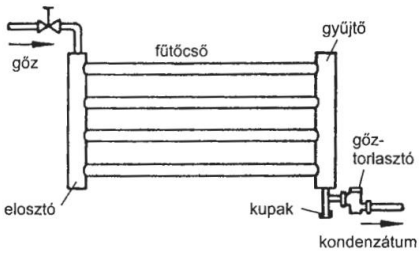
2.2. ábra: Kondenzációs gázkazán

2.1.3. Hőleadók, fűtőtestek

A hőtermelő egységben előállított hőenergiát a hőszállító rendszer (csővezeték) a hőleadóhoz juttatja. A helyiségeket a hőleadók fűtik hétköznapi nyelven ezeket „fűtőtestnek” nevezik. A fűtőtest feladata, hogy a hőhordozó közeg által szállított hőt a helyiségnek átadja.

A fűtőtestek anyag lehet öntöttvas, acél, alumínium vagy beton alapanyagú. A fűtőtestek kialakítása szerint készülhet csőből, tagokból összeállított vagy egyedi kialakításban.

A sima csőből készült fűtőtesteket általában a nyomás tűrése és azon előnyük miatt alkalmazzák, hogy igen sokcélúan illeszthetők a rendelkezésre álló helyhez. Általában osztó-gyűjtőcsőből és ezek között változatosan elhelyezhető csőszálakból (regiszterből) állnak. (2.3. ábra)



2.3. ábra: Csőregiszter víz és gőzfűtéshez

A tagos radiátor (2.4. ábra) a központi fűtéstechnika hagyományos és leggyakrabban használt hőleadó típusa. Az egyes tagokat közcsavarral erősítik egymáshoz. A tagokból való összeállítás miatt széles körben alkalmazzák hiszen a változatos magasság és oszlopszámmal készülnek, így az egymásba rakható tagok száma pedig változtatható.

2.4. ábra: Öntöttvas tagos radiátor

A lapradiátorok (2.5. ábra) nagy előnye, hogy az összetett, sugárzásos és konvekciós hőleadást úgy valósítja meg, hogy a fűtőlap háta és a fal, mint határoló szerkezet között konvekciós, míg a helyiségben tartózkodók felé sugárzásos hőleadás valósul meg. Általában 2-4 mm-es acéllemezből készül.

2.5. ábra: Lapradiátor

2.2. Világítástechnika

Az izzólámpa az egyik legrégebbi elektromos fényforrásunk. Fényét elektromos áram által felizzított vezető szál adja, amely a modern izzókban szinte kizárólag volfrámszál. Az izzószálat az üvegbúrában lévő semleges gáz vagy vákuum óvja meg a levegő oxidáló hatásától.

A halogénlámpa is izzólámpa, a hagyományos izzótól annyiban tér el, hogy az izzószálat kisméretű - többnyire - kvarcüvegből készült búra veszi körül, amelyben valamilyen semleges gáz és kis mennyiségű halogén elem (jód, bróm) található. A halogénelemek jelenléte – az úgynevezett halogén körfolyamat miatt – javítja az izzók fényhasznosítását és élettartamát.

A higanygőzlámpa az izzólámpánál újabb, két-háromszor jobb hatásfokú fényforrás. Főként külső vagy terjedelmes belső terek általános megvilágítására alkalmas. (Izzólámpa, 2023)

2.2.1. Az izzólámpa kiváltása

1970-es évek végén fejlesztették ki az izzólámpák kiváltására a kompakt fénycsöveket (2.6. ábra), – a hagyományos foglalatba becsavarható, integrált elektronikával ellátott fénycső. A kompakt fénycsövek (a minőségi típusok) élettartama akár 10–15-ször nagyobb, mint a hagyományos izzóké, energiaigényük – azonos fényáram mellett – az izzók energiaigényének kb. 20%-a.

2.6. ábra: Fénycső

Az izzókat a 2000-es évektől már LED-lámpákkal is helyettesíthetjük. A LED élettartama ötvenszerese, fényhasznosítása kb. nyolcszorosa az izzóénak. Jelenleg a LED-lámpák ára magas, de a technológia fejlődésével az árcsökkenés folyamatos. Az izzólámpák kiváltására azonos méretű, hagyományos alakú, foglalatú termékek is kaphatók (Izzólámpa, 2023)
Világító eszközként való hasznosításuk során fontos, hogy bár a LED-ek, hasonlóképpen az izzólámpákhoz, pontszerű fényforrások, technológiájukból következően mégsem gömb karakterisztika mentén szórják fényüket. A leggyakoribb kivitelnél optikai úton irányítják a fényt, de az elemi, egyedül álló LED-eknél is legfeljebb 120 fok a sugárzási szög. A kereskedelmi forgalomban kapható egyedi diódák teljesítménye ma már eléri a 100 W-os nagyságrendet,[12] fényhasznosításuk pedig meghaladja a 100 lm/W értéket. Megfelelő áramgenerátoros táplálás esetén ez az egyik legkedvezőbb érték a világítástechnikában. (Világító dióda, 2023)

Fényforrások hasznosítása

Az eltérő elven működő fényforrások fényhasznosítása eltérő. Ezt azt jelenti, hogy azonos fogyasztású fényforrásoknak eltérő a fényárama:

- hagyományos izzó: 13 lm/W
- halogén izzó: 18 lm/W
- energiatakarékos izzó: 50 lm/W
- kompakt fénycső: 60 lm/W
- LED: 35–220 lm/W (Kalmár, 2013)

2.2.2. Világítótestek (csarnokvilágítás)

Termelő- és raktárterületeken, valamint közösségi létesítményekben, mint uszodák vagy zárt sportlétesítményekben, a megfelelő megvilágítás kritikus fontosságú. Ezekben a helyiségekben magas belmagasság lehet, és a megfelelő világítás biztosítása emberi tartózkodás vagy munkavégzés során kihívást jelent.

Például, a precíz gépsorok vagy összeszerelő munkaterületek megfelelő világítása elengedhetetlen. A jó fényviszonyok hiányában növekszik a hibák és balesetek kockázata. Ennek érdekében az ilyen területeken erős és egyenletes világításra van szükség.

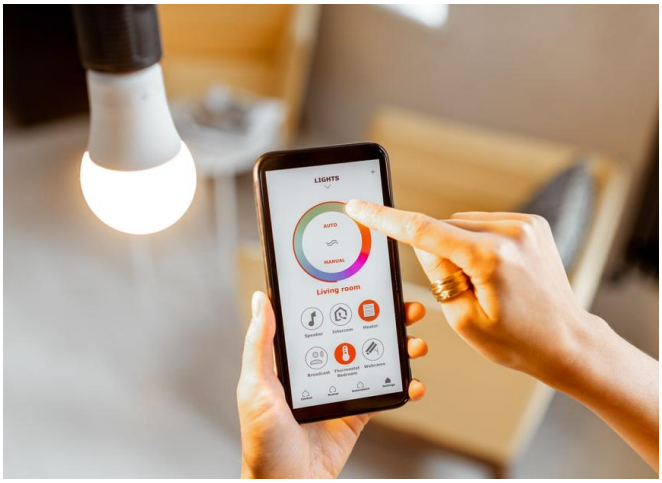
A megfelelő csarnokvilágítás tervezése és kivitelezése nem csupán az energiahatékonyság és a költségmegtakarítás szempontjából fontos, hanem a munkahelyi biztonság és hatékonyság megőrzése miatt is. Ezért szükséges olyan világítási rendszereket alkalmazni, amelyek kielégítik az adott terület speciális igényeit és lehetővé teszik a biztonságos és hatékony tevékenységet.

2.2.3. Intelligens világítás (IoT)

Az 1990-es évek végétől a mikroelektronikai eszközök, valamint a távoli vezérlést lehetővé tevő rendszerek robbanásszerű fejlődése és ezek árainak csökkenése lehetővé tette az okos házak funkcióinak kibővítését. 1998-ban a London melletti Watfordban hozták létre az INTEGER Millenium House-t, az első bemutató házat, amelyben az okosotthon minden (akkori technológiai szintnek megfelelő) lehetőséget felvonultatták. Az épületben bemutatták a különböző automatizálási technikákat, amelyek optimalizálják például a fűtési rendszert, az intelligens világítási (2.7. ábra) és biztonsági rendszert, amely többek között egy mikrochipes programozható kapukulcsot is magába foglalt, valamint a talajnedvességtől függően működő öntözési rendszert. (Okosotthon szócikk, 2022)

A világítási rendszer kialakítása során olyan funkciók építhetők be, mint az, hogy kialszik a lámpa, ha a szoba üres, vagy a változó fényviszonyoknak megfelelően növekszik vagy csökken a világítótestek által adott fényerő. A világítás távirányítóval, vagy interneten keresztül vezérelhető. A természetes fény (napfény) erősségének érzékelése révén

szabályozható az árnyékolók, illetve függönyök helyzete, hogy a természetes fény optimális mértékben kihasználható legyen. (Okos öntözőrendszer, 2022)



2.7. ábra: Okosotthon világítás

2.3. Napelemes rendszerek

2.3.1. Története

Az első modern félvezető napelem szabadalmát a tranzisztorok kutatásával foglalkozó Russel Ohl jegyezte be 1946-ban. Az első hatékony, széles körben alkalmazható, szilícium félvezetőn alapuló napelemet 1954. április 25-én mutatták be a Bell Laboratories szakemberei; kifejlesztői Daryl Chapin, Calvin Souther Fuller és Gerald Pearson amerikai tudósok voltak.

A nyilvánosság csak később figyelt fel a napelemekre, amikor az Amerikai Egyesült Államok Haditengerészete felhasználta azokat a Vanguard-1 műhold megépítésekor 1958-ban. A következő két évtizedben fokozatos fejlesztések történtek, éppen a haladás miatt azonban a napelemek ára magasan maradt. Azokat ugyanis elsősorban az űrtechnológiában történő felhasználás irányába fejlesztették, a lehető legnagyobb hatásfokú megoldást keresve, akár nagy költségek árán is. Így a kevésbé hatékony, egyben kevésbé költséges megoldásokkal ebben az időben nem foglalkoztak a kutatók. Az árakat elsősorban a félvezető ipar határozta meg, s a költségcsökkentést végül azt tette lehetővé, hogy az 1960-as években átálltak az integrált áramkörök használatára. 1971-re egy watt napelemmel történő előállításának költsége 100 dollárra csökkent.

Az ipari-kereskedelmi célú technológiák 1987 után jelentek meg. Jelenleg többféle gyártástechnológia létezik, egymással párhuzamosan, és szinte minden évben jelennek meg újabb technológiák vagy változatok. (A napelemes áramtermelés 2023)

2.3.2. A napelemes rendszer fő összetevői

Napelemek (fotovoltaikus panelek): Ezek a panelok napfényt alakítanak át elektromos energiává. Általában szilícium alapúak és számos típus létezik, mint például a monokristályos, polikristályos és amorf napelemek. (2.8. ábra)

- *Monokristályos napelem*

  A mono, vagyis egy kristályos napelem egy szilícium tömbből épül fel. Az eljárás során ezt az egy tömböt felosztják egyenlő részekre. Többnyire nyolcszögletű darabokra, amitől könnyen felismerhető szabad szemmel is.

  Magyarországon is elterjedt, nagyjából hasonló teljesítményt tud nyújtani, mint a polikristályos napelem. Magyarország éghajlatán a két típus előnyei és hátrányai kiegyenlítik egymást, de valamivel hatékonyabb a polikristályos napelem.

előnyei:

- a legjobb hatásfokkal rendelkezik, kb. 16-19 %
- a direkt napsugárzást jobban tudja hasznosítani, ezért javasolt olyan helyeken használni, ahol több a napos órák száma
- a legrégebbi napelem típus, így több tapasztalattal rendelkezünk a technológiával kapcsolatban

hátrányai:

- előállítása fajlagosan a legköltségesebb
- felhős időben lecsökken a teljesítménye
- ha felforrósodik, szintén lecsökken a teljesítménye
- a dőlésszögre és tájolásra rendkívül érzékeny (Napelemek fajtái, 2023)

2.8. ábra: Napelem

Inverter: Az inverter (2.9. ábra) az elektromos áramot a napelemekből származó egyenáramból váltja át váltóárammá, amelyet a háztartási eszközök használnak. Mivel a cellák által előállított áram egyenáram, és az általunk használt háztartási berendezések, gépek, vagy azok adapterei váltóáramot használnak, így a közvetlen felhasználás nem lehetséges. Inverterek esetén két nagyobb csoportot különböztethetünk meg. Ez a két fő típus név szerint a következő:

- hálózatra visszatápláló inverter
- szigetüzemű inverter

2.9. ábra: Napelem inverter (Solaredge)

Hálózatra visszatápláló inverter

Ez az inverter típus tulajdonképpen biztosítja az összeköttetést jelenti az elektromos közműhálózat és a napelemek között. Ezzel az inverterrel felszerelve a hálózatra termelt

energiát értékesíthetjük a szolgáltató felé, miközben mi magunk is vételezhetünk onnan, ha éppen energia szűkébe kerülnénk.

Sziget üzemű inverter

A szigetüzemű rendszereknél is átalakítás az inverter feladata, itt azonban az akkumulátorokból érkező egyenáramot alakítja hasznosítható váltóárammá a rendszer. Ezzel az inverterrel teljesen függetlenné válhatunk a közüzemű hálózattól.

Az inverterek esetén számos jellemzőt érdemes figyelembe vennünk, amik jelentős részét a gyártók fel is tűntetik számunkra, hogy könnyebben dönthessünk egy-egy vásárlás előtt. Ezek a főbb jellemzők a következők:

- teljesítmény, kimenő AC áramerősség
- munkapont szám
- fázisszám

Tartozékok és vezérlők: Tartozékok, például vezérlők és akkumulátorok segítenek a rendszer hatékony működésében és az energia tárolásában. (Napelem inverter, 2023)

2.4. Geotermikus energia

A geotermikus energia alapja a Föld belsejében termelődő és tárolódó hő. Ennek nyomán olyan energiaforrásról van szó, amely folyamatosan, megszakítás nélkül biztosít hőenergiát, amelyet fűtésre és áramtermelésre is fel lehet használni.

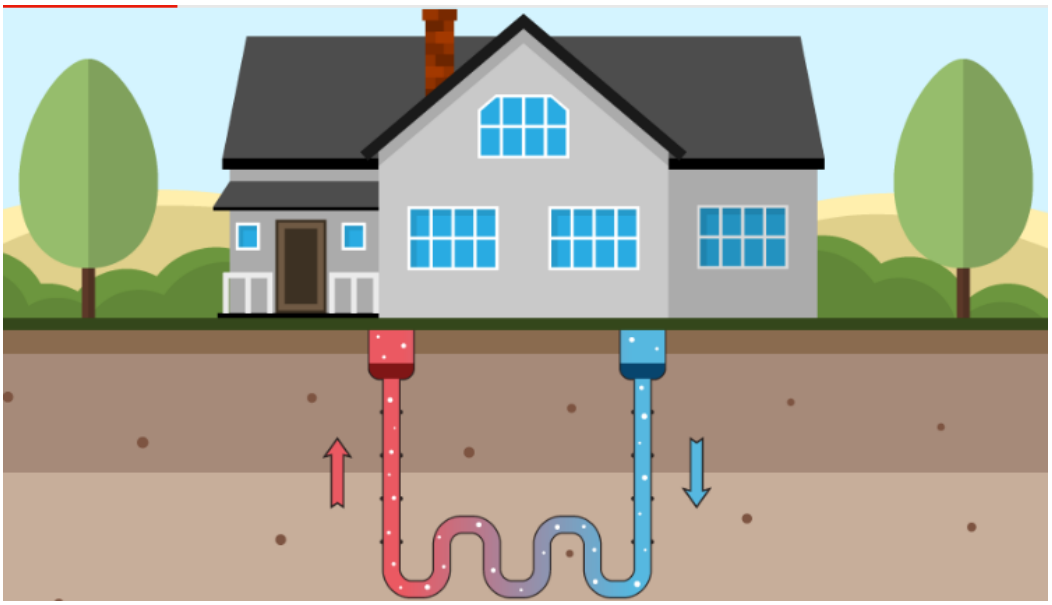
A hőenergia a felszín alatti, olvadt kőzetanyagokból ered. A hőt a különböző kőzetrétegek közvetítik a felszín felé. Ez a hő a bolygónk belsejében folyamatosan termelődik, ezért megújuló energiaforrásnak tekinthető. A földkéregben található hőenergia mennyisége óriási.

A szakértők becslése szerint a megújulóan kinyerhető energia mennyisége 79 millió milliárd hordó olajnak felel meg, vagyis nagyjából 15 000-szer több, mint a világ becsült olajtartaléka.

2.4.1. A geotermikus energia hasznosításának formái

A geotermikus energiát két fő csoportra lehet osztani teljesítményük szerint. Háztartási méretű (hőszivattyú) vagy vállalati (geotermikus erőmű). A kettő között sok különbség van. A hőszivattyú, amely sekély geotermikus energiát használ fel, például nem okoz különösebb geológiai károkat. Egy kertben lefúrt szonda képes ellátni egy ház fűtési-hűtési rendszerét. A jóval nagyobb beruházást igénylő erőmű pedig nagyobb lakóközösségek fűtését, melegvíz-

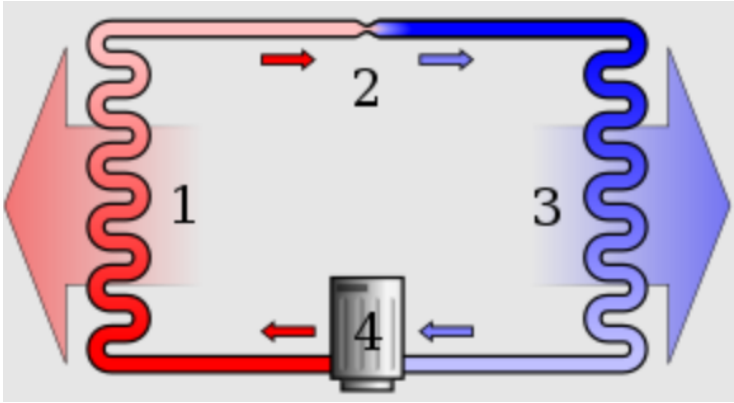
ellátását is szolgálhatja, illetve helyi áramtermelésre is alkalmas. Itt azonban már több hátránnyal szembesülhetünk.



2.10. ábra: Háztartási méretű geotermikus rendszer

2.4.2. Hőszivattyú

A hőszivattyú olyan berendezés – kalorikus gép –, mely arra szolgál, hogy az alacsonyabb hőmérsékletű környezetből hőt vonjon ki és azt magasabb hőmérsékletű helyre szállítsa, és leadja az ottani környezetnek. Használatának célja a hőenergiával való gazdálkodás, melynek során hűtési energiát fűtésben (pl. melegvíz-készítésben) fel lehet használni, illetve környezeti hőt lehet hasznosítani. A hőszivattyú elvileg olyan hűtőgép, melynél nem a hideg oldalon elvont, hanem a meleg oldalon leadott hőt hasznosítják. Minden olyan fizikai elv alapján készülnek hőszivattyúk, melyeket a hűtőgépeknél is használnak. (2.11. ábra) A hőszivattyúk fordított üzemmódban is működnek, ekkor a melegebb hely hűtésére is használhatók. A hőszivattyúk energiamérlegüket tekintve fordított üzemmódban működtetett hőerőgépnek, „erő-hő gépeknek” is felfoghatók. (Hőszivattyú, 2023)



2.11. hőszivattyú körfolyamatának vázlata: 1) kondenzátor, 2) fojtószelep, 3) elpárologtató, 4) kompresszor.

2.4.3. A geotermikus energia főbb előnyei

Fenntarthatósági szempontból a geotermikus energia az egyik legolcsóbb és legkörnyezetkímélőbb energiaforrás. Kicsi a szénlábnyoma, mivel a geotermikus energia előállításához jellemzően nem kapcsolódik bányászat vagy szállítás, és nincs szükség tüzelőanyagra sem a folyamatban. Így hasznosításával jelentősen csökkenthető a környezetterhelés, ezzel kímélhetjük a környezetünket.

A legfőbb előnye talán az, hogy megbízható, folyamatos ellátást biztosít, nincs kitéve az időjárási hatásoknak, mint a szél- és a napenergia. További előnye, hogy a geotermikus fűtési és hűtési rendszerek élettartama hosszú (20 - 50 év), és a rendszer kevés karbantartást igényel. Mindemellett kiemelkedően biztonságos, hiszen sem gázszivárgásból eredő robbanásveszélytől, sem pedig az égéstermékek nem megfelelő elvezetéséből adódó szén-monoxid-mérgezéstől nem kell tartani.

Ami a geotermikus erőműveket illeti, egyik fő előnyük, hogy viszonylag kis területet igényelnek. Mindemellett a geotermikus erőművek körülbelül 99 %-kal kevesebb szén-dioxidot bocsátanak ki, mint a hasonló méretű fosszilis tüzelésű erőművek.

2.4.4. A geotermikus energia felhasználásának problémái és kockázatai

A geotermikus energia felhasználásának egyik problémája az, hogy helyspecifikus. Nem lehet bárhol geotermikus erőművet építeni. A helyszínnek közel kell lennie megfelelő mennyiségű geotermikus aktivitáshoz. Továbbá a geotermikus erőművek telepítésének nagy a beruházási költsége, és hasznosításukhoz nagy mennyiségű vízre lehet szükség.

A hátránya az, hogy a földfelszín alatt sok üvegházhatású gáz (pl. hidrogén-szulfid, szén-dioxid, metán és ammónia) található, amelyek a geotermikus energia kinyerése során a légkörbe kerülhetnek. Ez a kibocsátás azonban jóval alacsonyabb mértékű, mint a fosszilis tüzelőanyagok alkalmazásakor.

A geotermikus energia nem szállítható könnyen, egyrészt költséges, másrészt jelentős energiaveszteséggel jár. Ennélfogva a geotermikus energiát fűtési célra hatékonyan alkalmazni csak helyben lehet.

A geotermikus telephelyen egy idő után kifogyhat az energia, ha a hőelvétel nagyobb, mint a hő-visszapótlódás. Ez akkor fordulhat elő, ha például a hideg víz visszasajtolása lehűti a kőzeteket. Egy ilyen esemény hatalmas veszteséget okozhat azoknak, akik jelentős összegeket fektettek be ezekbe az erőművekbe. Ennek elkerülésére a geotermikus erőművek létesítése előtt alapos kutatást és körültekintő tervezést kell végezni.

A geotermikus erőművek létesítése befolyásolhatja a talajstruktúrát, ez sok esetben a Föld felszínének süllyedésével jár együtt. A geotermikus energia veszélyei között kell még megemlíteni, hogy a geotermikus energia felhasználása földrengések, mini rengések kialakulásának kockázatával is jár. Ennek oka, hogy a Föld szerkezete megváltozik a gőz- és a vízáramlás következtében. (Geotermikus energia, 2023)

2.4.5. WeHeat típusú rendszerek

Világszerte egyre gyakoribbak a mérnöki megoldásokon alapuló, víztermelés nélküli geotermikus rendszerek az ún. EGS (Enhanced Geothermal Systems) alkalmazása, melyekkel a termikusan felfűtött kőzetek vízkivétel mentesen használhatók hőforrásként. Munkaközeget a mérnöki megoldásokkal kívülről adunk a rendszerhez, így alakítjuk ki a zárt ciklust. Az EG rendszerek széles teljesítményspektrumon mozognak (kW-MW). A WeHeat technológia egy teljesen zárt rendszerben működtetett mély földhőszonda, melyet meddő, vagy termelésből kivont mélyfúrások kútszerkezetében valósítunk meg. A fúrásmentes kivitelezés és a speciális belső hőszigetelési rendszer rendkívül költséghatékonnyá teszi az egyéb geotermikus rendszerekhez képest. A WeHeat rendszerek sikeres telepítésének záloga a megfelelő kútszerkezet, valamint a helyes tervezés. A helyes tervezés figyelembe veszi a mélyfúrás tágabb földtani körzetét, hőtranszport modellel alapozza meg az energetikai rendszer kalkulációit, majd ezt követően adja hozzá a felszíni létesítmények tervezését.

WeHeat technológiája egy mélyfúrásokban megvalósítható nagymélységű hőtermelő rendszer, melynek legnagyobb előnye, hogy a geotermikus energiatermelést felszín alatti víz kitermelése nélkül valósítja meg. Teljesen zárt rendszerű technológia, mely a földhő "bányászatával" közvetlen hőfelhasználást tesz lehetővé a kútkörzet környezetében lévő felhasználók számára.

Ez a technológia költséghatékony módon biztosítja a geotermikus energia felhasználását úgy, hogy használaton kívüli fluidumtermelő mélyfúrásokat hasznosít. A Kárpát-Pannon-térség kimagasló geotermikus adottságai ma már szinte közhelynek számítanak. A geotermikus energiatermelés petrotermális módozatai hasonlóképpen eredményesek lehetnek ebben a térségben, mint a termálenergia termelése és hasznosítása. A mélyfúrások speciális kiképzésével a földi hő tisztán válik elérhetővé számunkra, melyet a megfelelő mérnöki alkalmazásokkal juttatunk a felszíni létesítményekhez. A rugalmasan alkalmazható technológia földtani környezettől függően akár 300 - 900 kW teljesítményű hőtermelő rendszert is jelenthet és kifejezetten felületfűtésű rendszerekhez illeszthető hatékonyan.

2.12. ábra: WeHeat technológia (WeHEAT, 2023)

A WeHeat technológia lehetővé teszi, hogy a meddő, vagy termelésből kivont mélyfúrások energetikai céllal újra hasznosíthatóak legyenek. A WeHeat technológia kialakítása nem jár új mélyfúrással! A meglévő kút kiképzése néhány nap alatt zajlik le. A tesztüzem és a normál üzemmenet csendes, por és kibocsátásmentes. Meglévő és új fűtési rendszerekhez is illeszthető. Működéséhez nincs szükség a jelenlegi fűtési rendszer átalakítására. A rendszerben normál fűtési víz kering. Nem használnak veszélyes és egészségre, környezetre ártalmas anyagokat.

Magyarországon jelenleg több ezer mélyfúrás vár felszámolásra. A szénhidrogén kutatás szükséges és természetes velejárói a meddő, vagy termelésből kivont használaton kívüli

kutak. Felszámolásuk a WeHeat és ehhez hasonló technológiák használatával nemcsak elkerülhető, de a mélyfúrásban kialakított új típusú energiatermelés újabb évtizedekre adhat funkciót a kutaknak, biztosítva a további profittermelés lehetőségét és elkerülve a kútfelszámolás és tájrendezés jelentős költségét.

A fejlesztés eredményeként a szénhidrogénipar, illetve a geotermikus energiahasznosítás területén fluidum bányászattal foglalkozó vállalkozások lehetőséget kapnak arra, hogy a meddő kutakhoz kapcsolódó költségeket csökkentsék, kis átalakítással a mélyfúrásoknak újra funkciót adjanak.

Mindemellett a kút környezetében lévő gazdálkodók és vállalkozások olcsó és tiszta, stabil energiaforrásként tekinthetnek a gyakran "útban lévő" régi objektumokra. (WeHEAT, 2023)

A WeHeat rendszerekkel olyan új hőtermelési módot választhatnak, amely elsősorban nagy alapterületű és nagy energiaigényű épületek fűtésére alkalmazható úgy, hogy a hőtermelés egy környezetbarát, CO_2 kibocsátással nem járó zöldenergia, amely a fosszilis tüzelőanyagokkal történő fűtést kiváltó megoldás.

2.5. A belső környezet minősége

A belső terek megfelelő tervezése elengedhetetlen ahhoz, hogy egészséges mikrokörnyezet, optimális regenerálódási feltételeket, valamint megfelelő munkakörnyezetet biztosítsunk az emberek számára. A tervező és üzemeltető számára ez nem egyszerű feladat, hiszen a peremfeltételek ugyan egyértelműek, de a célértékek (komfort vs energia) ellentétes irányba mutatnak. Elengedhetetlen, hogy a tervező ismerje mindazokat a folyamatokat, műszaki paramétereket és emberi tényezőket, amelyek hatással vannak az ember köz- és komfortérzetére és ezen paraméterek kapcsolatát az energiafogyasztást befolyásoló tényezőkkel.

2.5.1. Hőérzet

A hőérzet egy emberi tudati állapot, amely kifejezi elégedettségünket vagy kellemetlenségünket a környező hőmérséklettel kapcsolatban. Az emberi hőérzet számos tényezőtől függ, de főként azoktól, amelyek befolyásolják a körülöttünk lévő levegő páratartalmát. Vannak olyan időszakok, amikor még 25 °C hőmérsékleten is hidegnek érezzük magunkat, míg más alkalommal 19 °C is kellemesnek tűnhet.

2.5.2. Vizuális komfort

A környezetünk észlelése és érzékelése nagyrészt látás útján történik, ezért alapvető fontosságú, hogy a vizuális észleléshez a látás igényeinek megfelelően optimális körülményeket biztosítsunk. Alapvető kérdés tehát a megfelelő minőségű vizuális környezet megteremtése, amelyre kiemelten kell figyelni munkahelyeken, ahol egy rosszul értelmezett vizuális információ alapján elvégzett cselekmény komoly anyagi és/vagy egészségügyi károkat is okozhat.

A fény fontosabb jellemzői:

- *fényáram:* A fényáram a fényforrás minden irányban szétsugárzott fényteljesítményének összegsége. Mértékegysége: lumen [lm].
- *fényerősség:* A fényerősség egy meghatározott irányban kisugárzott fény mértéke. Mértékegysége: candela [cd].
- *megvilágítás:* A megvilágítás a megvilágított „A" felületre eső fényáram és a megvilágított „A" felület nagyságának hányadosa. Mértékegysége: [lux]
  1 lux=1 lumen/m^2
- *színhőmérséklet:* A színhőmérséklet egy látható fényt kibocsátó fényforrás által az emberben okozott színérzet. Mértékegysége: Kelvin [K]
- *színvisszadási index:* a fényforrás azon képességét méri, hogy különféle tárgyakat megvilágítva vele mennyire képes azok színét visszaadni (Kalmár, 2013)

3. Kiindulási helyzet bemutatása

3.1. A VEIKI-VNL Kft.

A VEIKI-VNL Villamos Nagylaboratóriumok Kft. független, akkreditált Vizsgáló Laboratórium (MSZ EN ISO/IEC 17025) és Terméktanúsítási Iroda (MSZ EN ISO/IEC 17065), az STL nemzetközi szervezet tagja. A VEIKI-VNL Kft. 1996-ban alakult, de a laboratóriumok építése és a vizsgálati tevékenység már az 1950-es években elindult, az állami VEIKI – Villamosenergiaipari Kutatóintézetének egy új főosztályaként (Villamos Berendezések Főosztály).

A Vizsgáló Laboratórium 1994 óta végez akkreditált vizsgálatokat a villamos energiaátviteli hálózaton megtalálható berendezések mindegyikén (pl. transzformátorok, fojtótekercsek, kapcsolóberendezések, biztosítók, túlfeszültségvédelmi eszközök, kábelek, szigetelők, távvezetékek stb.). A vizsgálati tevékenységet 2001-ben terméktanúsítási funkcióval egészítette ki. Mindkét tevékenységet a Nemzeti Akkreditáló Hatóság (NAH – www.nah.gov.hu) akkreditálja, amely hatóság együttműködik a nemzetközi EA, ILAC és IAF szervezetekkel.

Nagyfeszültségű, Nagyáramú és Nagyteljesítményű Laboratóriumok 2014-től az STL szervezet tagja (www.stl-liaison.org). Az STL az elismert vizsgáló laboratóriumok nemzetközi együttműködési szervezete, melynek célja az IEC és a regionális szabványok közös értelmezése, alkalmazása és ezen dokumentumok által nem vagy nem egyértelműen rendezett kérdések egységes megválaszolása, hogy a berendezések típusvizsgálata során minden labor azonos vizsgálati eljárást, kiértékelést és jegyzőkönyvezést használjon.

VEIKI-VNL Kft. a Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) által tanúsított Minőségirányitási (ISO9001) és Környezetirányítási (ISO14001) rendszert működtet.

Laboratórium évek óta a FAM Bizottság (feszültség alatti munkavégzés) által minősített FAM vizsgáló laboratórium, valamint a Paksi Atomerőmű Zrt. minősített vizsgáló és tanúsító szervezete. VEIKI-VNL Kft. LOCA vizsgáló laboratóriuma képes az atomerőművi környezetben előforduló üzemzavar kezeléséhez kapcsolódó villamos berendezések minősítő vizsgálatainak elvégzésére.

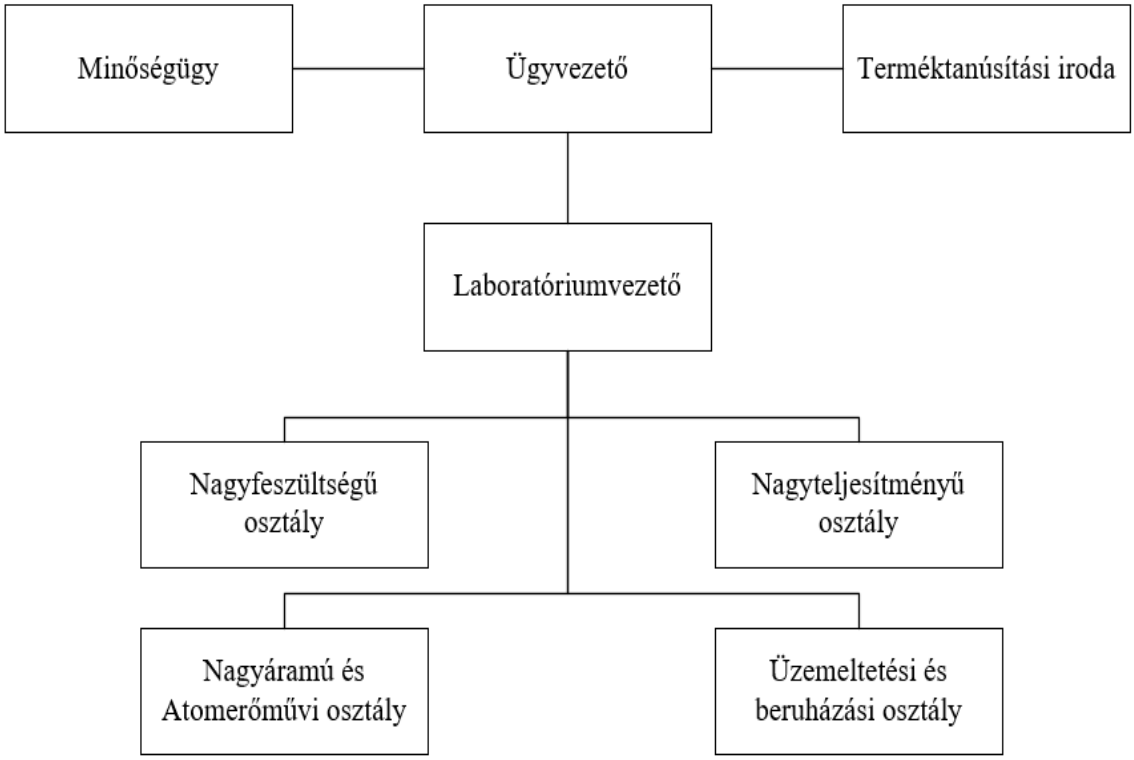
A VEIKI-VNL Kft. 2017 óta a DEKRA csoport tagja. A DEKRA SE Stuttgart-Németország a nemzetközileg elismert és STL tagság felvásárlásával bővítette a saját termékvizsgálati és terméktanúsítási szolgáltatásait.

A DEKRA története 1925-ben autóipari szakértéssel indult (Deutsche Kraftfahrzeug-Überwachungs-Verein – német gépjármű felügyeleti szövetség), mára a DEKRA világszintű szolgáltatási portfóliójába tartozik a járművizsgáztatás (hazánkban nincs jelen), kárszakértés (DEKRA Expert Kft), termékvizsgálat (VEIKI-VNL Kft.), ipari vizsgálatok (DEKRA Akademie Kft – Vizsgálólaboratórium), tanácsadás (hazánkban nincs jelen), auditok-ellenőrzések (DEKRA Certification Kft), felnőttképzés (DEKRA Akademie Kft) és munkaerőközvetítés (DEKRA Arbeit Kft). Jelenleg (2018) mind a 6 kontinensen, közel 60 országban 46.000 kollégánk dolgozik valamelyik DEKRA leányvállalatnál.

A VEIKI-VNL Villamos Nagylabortóriumok Kft. a termékvizsgálat szolgáltatási üzletág egyik fontos szereplőjeként a cégcsoporton belül az alábbi leányvállalatokkal tart napi kapcsolatot:

- DEKRA Certification BV – Arnhem, Hollandia
  ISO 17025 szerint akkreditált vizsgálólabortórium, ISO 17065 szerint akkreditált terméktanúsítási iroda, ISO 17020 szerint akkreditált megfelelősségi ellenőrző intézet. A KEMA Quality 2009-es megvásárlását követően a KEMA-KEUR minőségi védjegy kizárólagos használója a DEKRA.
- DEKRA Middle East FZE – Dubai, Egyesült Arab Emírség
  Az ISO 17025 szabvány szerint akkreditált vizsgálólaboratórium elosztóberendezéseken, kábeleken, burkolt gyűjtősíneken és előregyártott transzformátorállomásokon végez vizsgálatokat regionális és nemzetközi szabványok, valamint egyedi vevői kérések alapján. (VEIKI, 2021)

A VEIKI-VNL Kft. három fő szolgáltató osztályra van osztva (technológia szerint): nagyteljesítményű osztály (NTL), nagyfeszültségű osztály (NFL) és nagyáramú osztály (NAL). A főbb osztályokon kívül párhuzamosan van még az üzemeltetési osztály, terméktanúsítási iroda és a minőségügy. Ezen osztályoknak van osztályvezetője, akik felelnek az adott osztály működésért. Az osztályokhoz tartoznak vizsgálómérnökök, akik a mérésekért felelősek, technikusok, akik a méréseket rögzítik, elektrikusok, akik kapcsolásokat végzik el, és szerelők, akik összeszerelik a vizsgálati tesztelrendezésket.
A VEIKI-VNL Kft. szervezeti struktúrát tekintve lineáris felépítésű, amelyet a 3.1. ábrán látható.



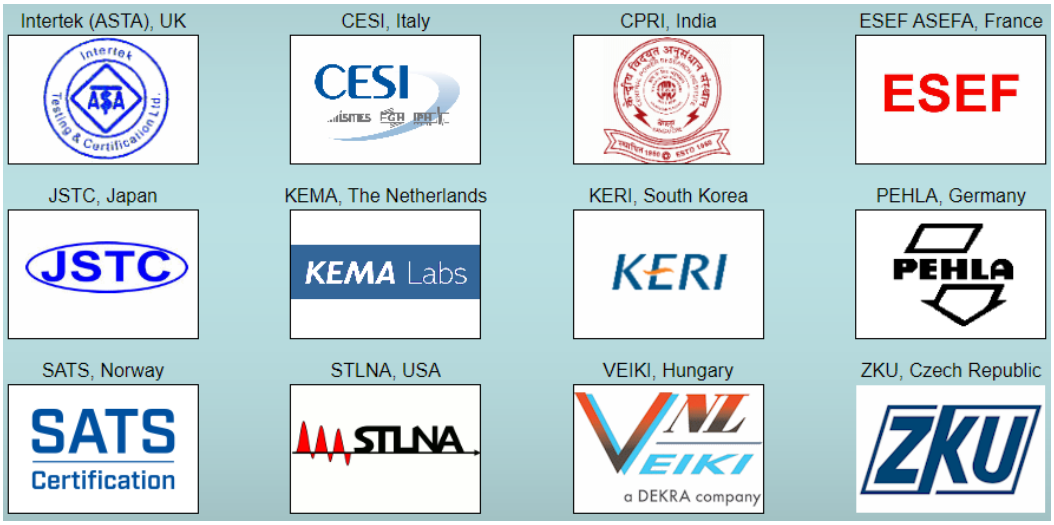
3.1. ábra: VEIKI-VNL Kft. szervezeti felépítése (saját szerkesztés)

3.2. Iparág bemutatása

A villamos energia ma már a mindennapjaink része. Ma már nem tudjuk elképzelni életünket villamos energia nélkül. Villamos energiát használunk az otthoni háztartásokban, iskolákban, iparban, és a közlekedésben (villamos, elektromos autó) egyszóval mindenhol. A villamos energia természetben nem előforduló energiaforrás elő kell állítani. A villamos energia előállítás történhet nem megújuló vagy megújuló energiaforrás alapú termeléssel. A villamosenergia ipar bonyolult technikai felépítésű és nagy tőkeigényű. A villamos energiát erőművekben állítják elő ez lehet nukleáris, szénhidrogén alapú vagy a megújuló energiaforráson alapúló szélerőmű vagy naperőmű. Az előállított villamos energiát el kell juttatni a fogyasztókhoz regionális és helyi hálózatokon keresztül. A villamos áram-termelés és a fogyasztás nap problémája, hogy az villamos energiát nem lehet tárolni. Az erőművek folyamatosan termelnek és a fogyasztás állandóan ingadozik. Ennek problémának a tervezését, irányítását Magyarországon a Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt. végzi el a magyar országos távvezeték-hálózaton. Az irányítást különböző erőműveken, transzformátorokon és kapcsolóállomásokon hajtja végre. Ahhoz, hogy a hálózatra kapcsolt eszközök üzembiztosak, megfelelő minőségűek legyenek és

megfeleljenek az előírt szabvány kritériumoknak ezen eszközök vizsgálatával / tanúsításával foglalkozik a VEIKI-VNL Kft.

A világon nem sok laboratórium létezik, amely létezik több területet lefedő infrastruktúrával és akkreditáltsággal. Az egyik leginkább felhasználók által elfogadott szervezet az STL. Az STL szervezet tagjait az 3.2. ábra mutatja.



3.2. ábra: STL szervezeti tagok (saját szerkesztés)

Mivel a szabványok folyamatosan frissülnek ezért a laboratórium is folyamatos fejlesztéseket hajt végre, hogy továbbra is eltudjon végezni szabványos vizsgálatokat ezáltal elkerüli, hogy csökkenne az akkreditáltsági szabványportfóliója.

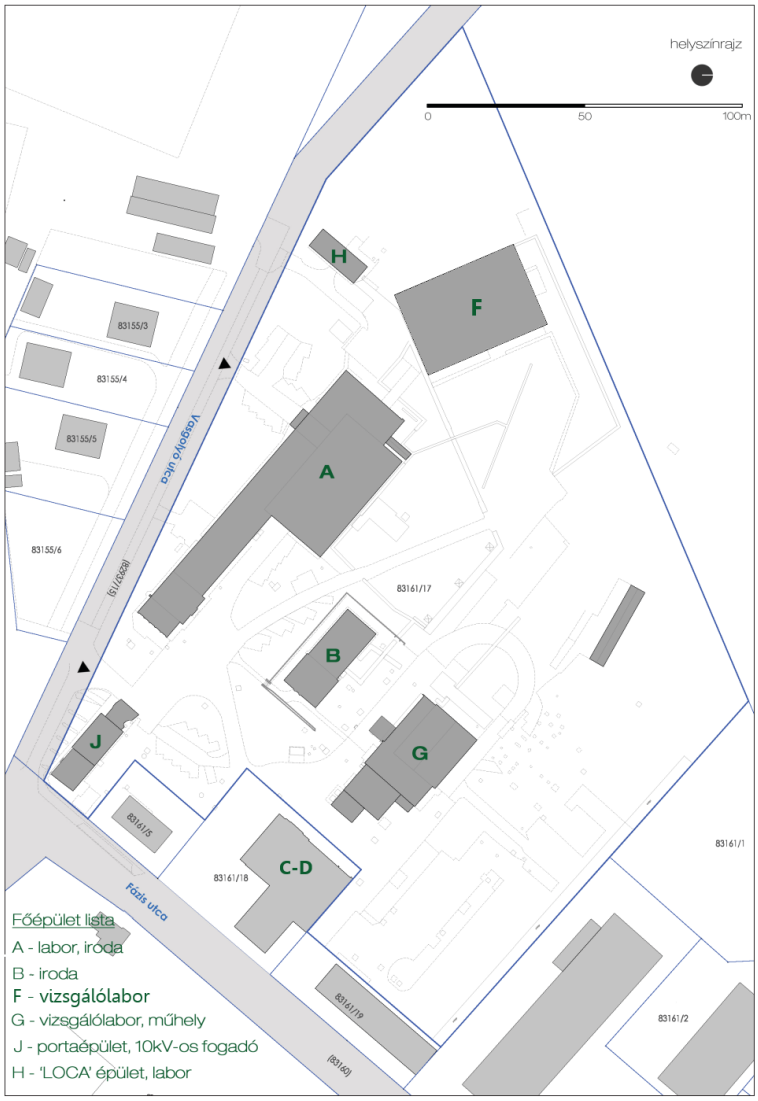
A vizsgálóberendezések, amikre beruház a VEIKI-VNL Kft. az iparági sajátosságától adódóan nagy értékűek, mivel ezek a vizsgálóberendezések csak nagyon kis darabszámban készülnek. Ezeknek a beszerzési árai elérhetik a több száz millió forintot is. Ha ma valaki szeretne alapítani egy ilyen vizsgáló laboratóriumot akkor az több tíz milliárd forintba kerülne és sok engedélyezési eljárásnak kell alávetnie magát.

3.3. Telephely, épületek bemutatása

A VEIKI-VNL Kft. telephelye a Budapest 15. kerület ipari övezetében található. A telephelyen található épületek az 1960-as évek elején épületek. A telek helyrajzi száma 83161/17. A telek teljes területe 35 642 m^2. A telek formáját tekintve északról és délről egyenes szakaszok (kerítés) határolja elhelyezkedése a É-K, D-NY irányú tájolással. A telephely megközelíthetősége aszfaltozott úton Késmárk utca Fázis utcán keresztül. A

telephely közművesítettségét tekintve rendelkezik víz, gáz, csatornaellátottsággal. A telephelyre a hírközlés mikrohullámú vevőn keresztül érkezik.

Az ingatlanon hét nagyobb, a villamosipari műszaki kutatási funkciót elsődlegesen kiszolgáló főépület helyezkedik el, melyek körül számos, ezek rendeltetésszerű használatát, működtetését kiszolgáló – pl. raktározási célú – melléképítmény található. Az épületek összes bruttó szintterülete ~6 500 m^2.



3.3. ábra: VEIKI-VNL Kft. helyszínrajz (saját szerkesztés)

Az épületek többsége többszintes kialakítású és két épület rendelkezik minimális területű pincetérrel. Az épületekben kialakított helyiségeket tekintve vannak irodák és labor helyiségek. A helyiség funkciója szerint az eloszlás a következők szerint alakul ~2 000 m^2 iroda és ~4 500 m^2 vizsgáló helyiség. Az iroda helyiségek átlagos belmagassága 2,8 m. A vizsgáló helyiségek belmagassága nagyon változó. Az A épületben a nagyfeszültségű

laborban, C-D és G épültben a belmagasság 18 m. Az épületek alapozása többnyire pontalapozásúak, de vannak sávalapúak is. Az épületek különösen, ahol technológia helyiségek is vannak monolit vasbeton szerkezetűek, belülről vakolt, kívülről pedig klinker téglával burkolt. A válaszfalak többnyire 10 cm vastagságú téglával készültek, de az irodahelyiségekben a gipszkarton falakkal történtek ez elválasztások. A tetőszerkezet és fedés többnyire lapostető kialakítású és zsindellyel van szigetelve. A nyílászárók fakeretes szerkezetűek 2 rétegű üvegezéssel. Vannak ablakok, amelyek már cserélve lettek ott pedig műanyag szerkezetű 5 légkamrás keretes 2 rétegű hőszigetelő üvegezésű. Burkolatok a laborhelyiségekben csúszásmentes greslap. Az irodákban pedig laminált padlóval vannak burkolva.

3.4. Telephely, épületek fűtési rendszere

Jelenleg a VEIKI-VNL Kft. telephelyére öt helyről érkezik a földgáz, amit csak az épületek fűtési céljára használunk. A telephelyen öt gázóra található. A 3.4.1. pontban található gázfogyasztási adatok a teljes telephelyre vonatkoznak. Az alábbi 3.4. ábra mutatja a gáz betáplálási pontokat. A szakdolgozatom során az A épület irodákhoz tartozó kazánhelyiségét és B épületben található kazánhelyiség felújítását fogom bemutatni. A B épületben található kazánhelyiség látja a G épületet is fűtési céllal.

3.4. ábra: VEIKI-VNL Kft. helyszínrajz gáz betáplálás (saját szerkesztés)

A B G épület fűtési rendszere

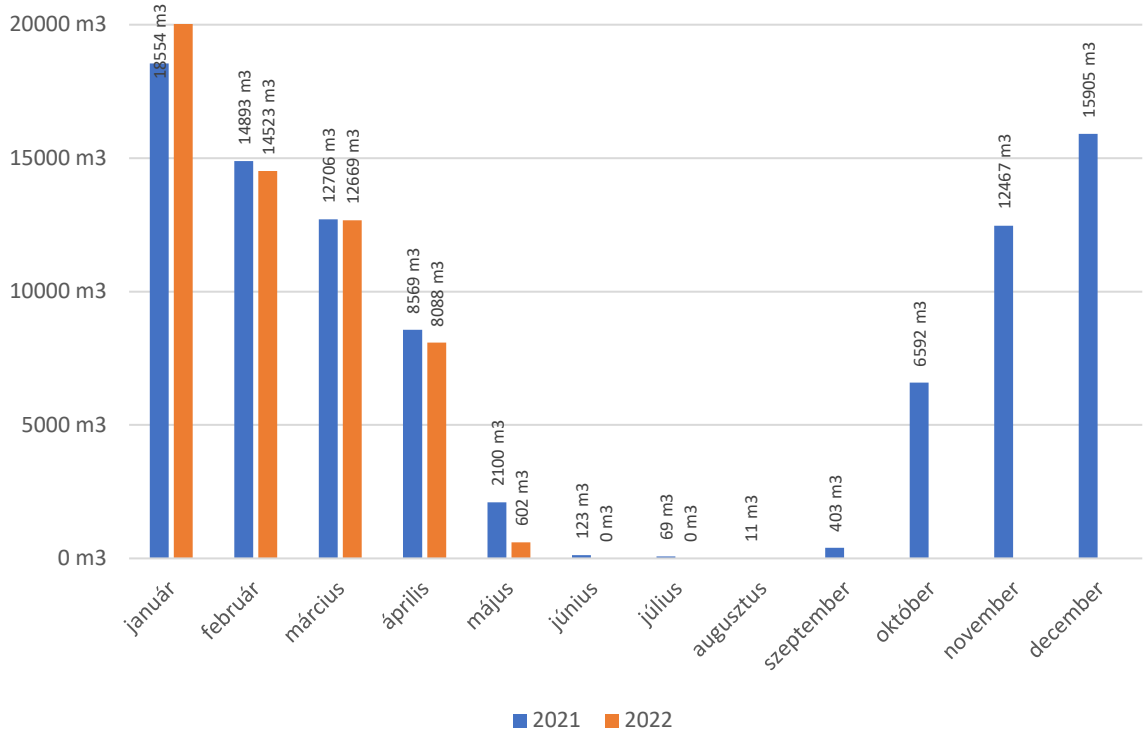
A hőleadó rendszer egy épület fűtési rendszerét szolgálja ki, és A B G épület esetében öntöttvas és lemezradiátorokat használ a hőleadáshoz. A rendszerben több szivattyús kör található, amelyek mindegyike egyedi statikus beszabályozó szelepekkel van felszerelve. Ezek a szelepek felelősek azért, hogy a megfelelő térfogatáramot biztosítsák az egyes körökben, lehetővé téve a fűtés vagy hűtés hatékony működését.

Az automatikus légtelenítő szelepek a rendszer magas pontjain találhatók, és azokra szolgálnak, hogy eltávolítsák a levegőt a fűtési rendszerből. A levegő jelenléte a rendszerben

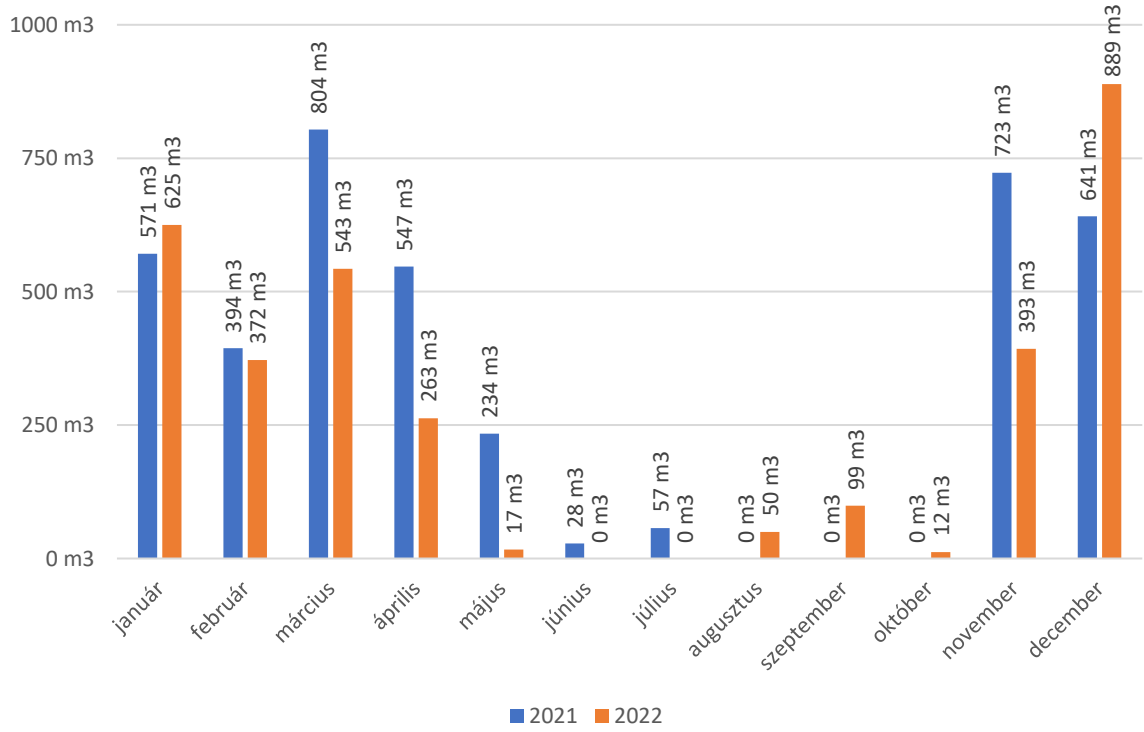
csökkentheti annak hatékonyságát, ezért a légtelenítő szelepek fontos szerepet játszanak a rendszer zavartalan működésében.
A mélypontokon elhelyezett ürítő szerelvények pedig lehetővé teszik a víz eltávolítását a rendszerből, például karbantartás vagy téli leállás során.
A fűtési vezetékek anyaga réz és szénacél.
Ezen összetevők együttesen biztosítják a hőleadó rendszer megbízható működését, valamint lehetővé teszik a karbantartást és a problémamentes üzemeltetést.
Jelenleg az A épület irodáiban 2 db 75 kW-os Termotéka kazán, a B és G épületben 2 db Remeha GAS 100 (45 kW) típusú kazán látja el a fűtést.
A Termotéka és Remeha kazánok 1996-ban lettek telepítve, tehát 26 éves elöregedett szerkezetűek és rossz hatásfokkal működnek. Állandó szervízhálózati gondokkal és cserealkatrész hiánnyal küzdünk velük kapcsolatban, így biztonsági kockázatot is hordozhatnak a közeljövőben, illetve a hatékonyságunk is vitatható az újabb technológiákkal szemben.

3.4.1. Gázfogyasztási adatok

Az gáz fogyasztási adatok fontosak a VEIKI-VNL Kft. energetikai fenntarthatóságának értékelése és optimalizálása szempontjából. Ezek az adatok lehetővé teszik, hogy pontos képet kapjunk a vállalat energiafelhasználásáról, és meghatározzam az energiahatékonyság javításának lehetőségeit.
A gázfogyasztás adatok azokat az információkat szolgáltatják, amelyek a vállalat fűtési igényét mutatják be. A gázfogyasztási adatokat hasonlóképpen havi alapon kerülnek rögzítésre, és a következő 3.5. ábrán látható a 2021 – 2022 augusztus fogyasztási adatok. A szakdolgozatomban további számítás céljából külön bemutatásra kerül a 3.6, ábra, amely a H épület (LOCA) gázfogyasztási adatait mutatja.
Gázév: a tárgyév október 1-jei gáznap kezdetétől a tárgyévet követő év szeptember 30-ai gáznap végéig terjedő időszak. (2008. évi XL. törvény, 2023)
Ez a definíció gyakran használatos a gázszállítási és gázüzemeltetési területeken, például a gázszállító vállalatoknál és az energiaiparban. A gázév meghatározása fontos lehet a gázszállítás és az energiaellátás tervezése és szabályozása szempontjából. Az ilyen időszakok meghatározása és nyomon követése lehetővé teszi az energiaellátási rendszer hatékony működtetését és tervezését.



3.5. ábra: Telephely gázfogyasztása (saját szerkesztés)



3.6. ábra: H (LOCA) épület gázfogyasztása (saját szerkesztés)

Ezen gáz és villamos adatok alapján a szakdolgozat részeként lehetőség van az energiahatékonyság javítására és a fenntarthatóság növelésére. Például az elektromos

energiafogyasztás csökkentése érdekében bevezethetők energiahatékony világítási rendszerek, gépek cseréje, valamint napelemes rendszerek telepítése. A gázfogyasztás csökkentése érdekében pedig hatékonyabb fűtési rendszerek és gázfogyasztás optimalizálási módszerek alkalmazhatók.

Továbbá az energiafogyasztás alapos elemzése és az energiamegtakarítási lehetőségek feltárása hozzájárulhat a VEIKI-VNL Kft. fenntarthatóságának növeléséhez és az energetikai költségek csökkentéséhez.

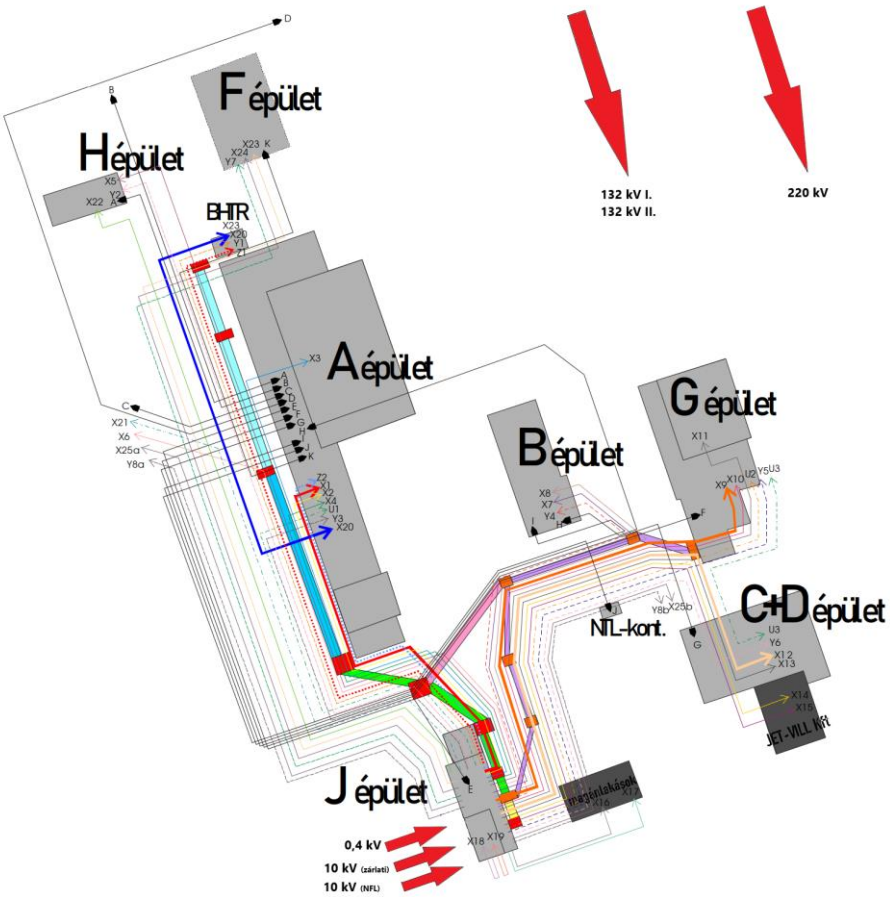
3.5. Telephely, épületek, villamosenergia ellátás

Jelenleg a VEIKI-VNL Kft. telephelyére az alábbi feszültség szinteken érkezik villamosenergia ellátás (3.7. táblázat).

Feszültség szint	Rendelkezésre állás	Használat
0,4 kV	3 X 315 A	folyamatos üzemben
10 kV (nagyfeszültségű vizsgálatok)	400 kVA	folyamatos üzemben
10 kV (zárlati vizsgálatok)	speciális lépcsős görbe alapján	folyamatos üzemben
132 kV (zárlati vizsgálatok I.)	speciális lépcsős görbe alapján	vizsgálati tevékenység esetén
132 kV (zárlati vizsgálatok II.)	speciális lépcsős görbe alapján	vizsgálati tevékenység esetén
220 kV (zárlati vizsgálatok I.)	speciális lépcsős görbe alapján (1100 MVA)	vizsgálati tevékenység esetén

3.7. táblázat: Telephely villamos energia ellátása (saját szerkesztés)

Az alábbi 3.8. ábrán a telephely jelenlegi elektromos hálózata látható. A szolgáltatói mérés és elszámolás 0,4 kV – on és 10 kV történik, a mérőórák helye a J épületben található.



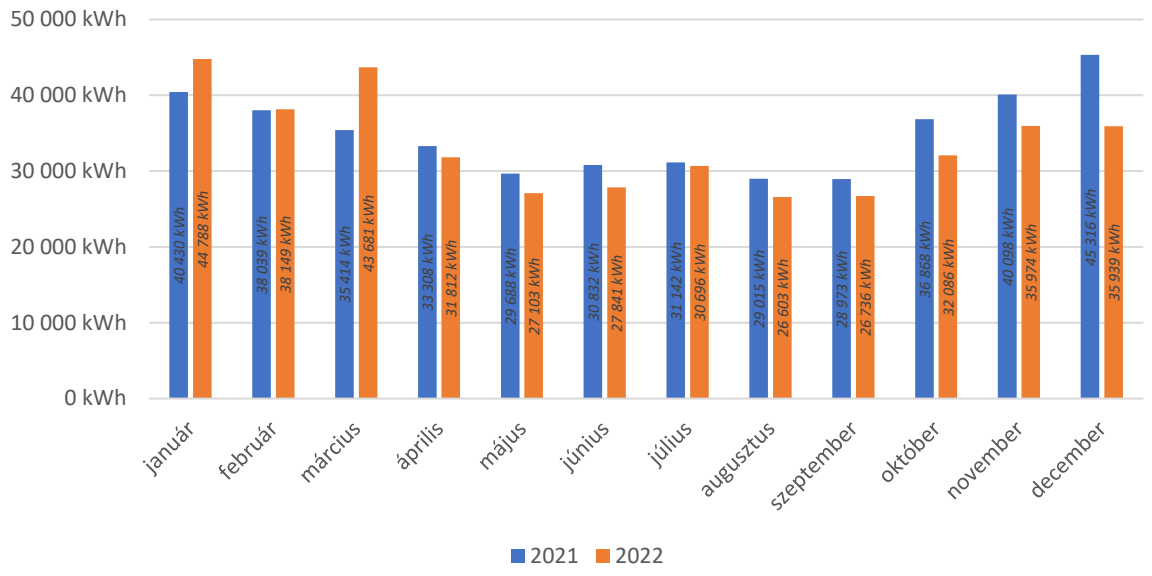
3.8. ábra: Telephely villamos energia ellátása és telephelyen belüli elosztása (saját szerkesztés)

3.5.1. Villamos fogyasztási adatok

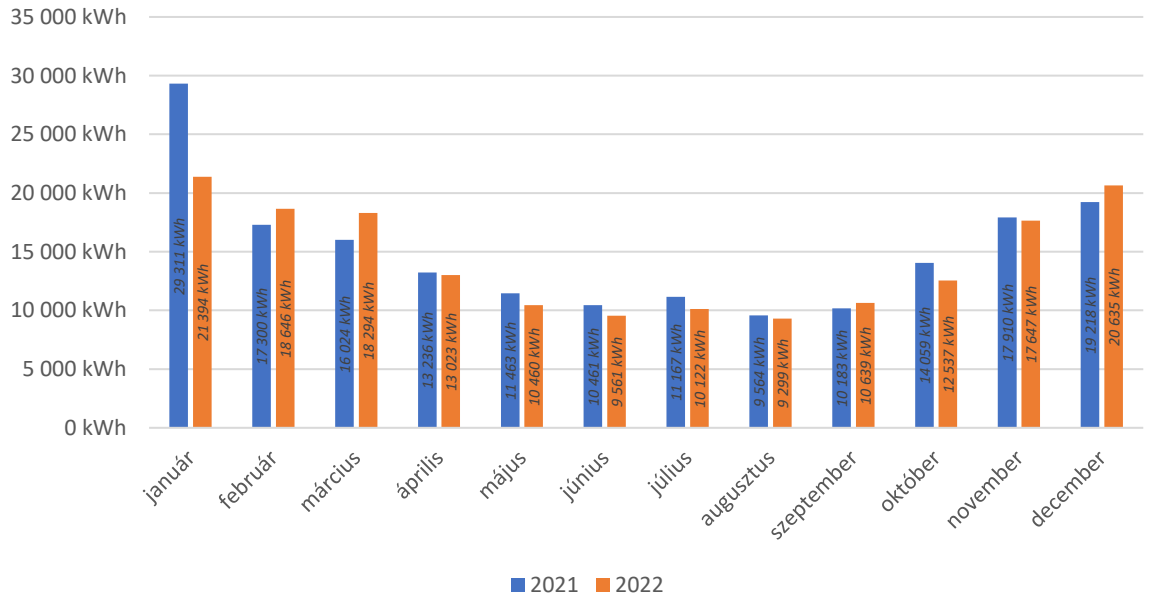
A villamos fogyasztási adatok fontosak a VEIKI-VNL Kft. energetikai fenntarthatóságának értékelése és optimalizálása szempontjából. Ezek az adatok lehetővé teszik, hogy pontos képet kapjunk a vállalat energiafelhasználásáról, és meghatározzam az energiahatékonyság javításának lehetőségeit.

Elektromos energiafogyasztás:

Az elektromos energiafogyasztás adatok segítenek megérteni, hogy mennyi elektromos áramra van szükség a vállalat működéséhez. Ezek az adatok általában havi alapon kerülnek rögzítésre és a 3.9. és 3.10. ábrán látható a 2021 – 2022 fogyasztási adatok.



3.9. ábra: Telephely villamos energia fogyasztás 0,4 kV és 10 kV (saját szerkesztés)



3.10. ábra: Telephely villamos energia fogyasztás 0,4 kV-on (saját szerkesztés)

3.6. A belső környezet minősége

Az épületekben kialakított helyiségeket tekintve vannak irodák és labor helyiségek. A helyiség funkciója szerint az eloszlás a következők szerint alakul ~2 000 m^2 iroda és ~4 500 m^2 vizsgáló helyiség. A laboratóriumi helyiségekben többnyire egyedi szabvány által meghatározott igényeknek kell megfelelni. Az irodai helyiségekben biztosítani kell a kellemes komfortot. Ez magába foglalja a hő- és levegőminőségi, akusztikai, vizuális

komfortot, valamint a rezgések hatását. Az épületek, amelyekben jelenleg az irodák többsége található az 1960-as évek eléjén épültek ezért a helyiségek kialakítása és környezete adottak. Szakdolgozatom során a hő- és vizuális komforttal foglalkozom. A komfort igények szempontjából kiemelt jelentőségük van az irodáknak. Az itt dolgozó emberek fokozott koncentrációt igénylő szellemi munkát végeznek.

3.6.1. Irodai hőkomfort

A hőkomfort igen fontos szerepet játszik a fizikai és szellemi képességek befolyásolásában. Az emberi test hőérzékenysége a termikus egyensúlytól függ. Ezt a termikus egyensúlyt a fizikai aktivitás és a ruházat, valamint a környezeti légköri paraméterek befolyásolják. A hőkomfort, akkor fordul elő, amikor egy ember termikusan semlegesnek érzi magát. A hőkomfort a tevékenység típusától és a ruházattól is függ.

Az épületek irodáinak belső levegő minőségének meghatározására az MSZ CR 1752 szabvány ad iránymutatást. A szabványban a kis irodahelyiségre vonatkozó értékek az alábbi 3.11. táblázat szerint alakul.

Helyiség típusa	Tevé-keny-ség met-ben	Ruházati tényező clo-ban		Kate-gória	Operatív (Globe-) hőmérséklet °C-ban		Max. közepes lég-sebesség m/s-ban	
		Nyár	Tél		Nyár	Tél	Nyár	Tél
Egyterű iroda	1,2	0,5	1,0	B	24,5 ± 1,5	22,0 ± 2,0	0,19	0,16
A legnagyobb közepes légáramlás 40 %-os turbulencia fokon alapszik és olyan levegő hőmérsékleten, mely azonos a globe hőmérséklettel. A nyárra és a télre 60 %-os ill. 40 %-os relatív páratartalmat vesz figyelembe. A legnagyobb átlagos légsebesség meghatározásához mind nyáron, mind pedig télen a tartomány alacsonyabbik hőmérsékletét veszik figyelembe.								

3.11. táblázat: Kis irodahelyiség komfort paraméterei

- A különböző munkavégzés számszerű hőegyenértékének meghatározására a nemzetközi gyakorlatban a „met” metabolikus egységet használják, és 1 met = 58 W/m² (pl.: alvás 0,7 met, lassú séta sík terepen 2 met)
- A ruházat hőszigetelő képességének meghatározására az ún. „clo” egységet használják. 1 clo = 0,155 m²K/W. (pl.: tipikus üzletember-ruházat 1 clo, könnyű nyári ruházat 0,5 clo)

Jelenleg az irodákban arra kérjük a kollégákat, hogy télen 21-22 °C tartsanak az irodákban és nyáron pedig a környezeti hőmérsékletnél 5 °C-al ne hűtsék jobban az irodákat.

3.6.2. Vizuális komfort

A környezetünk észlelése és érzékelése nagyrészt látás útján történik, ezért alapvető fontosságú, hogy a vizuális észleléshez a látás igényeinek megfelelően optimális körülményeket biztosítsunk.

A belsőtéri munkahelyek mesterséges világításával kapcsolatos követelményeket az MSZ EN 12464-1 szabvány tartalmazza. Az alábbi 3.12. táblázat a tartalmazza a szabványban előírt értékeket. A megjegyzés részben a munkafeladatokhoz igazítva eltértünk és jobb megvilágítási értéket alakítunk ki az adott típusú helyiségben.

Helyiség	Megvilágítás [lux]	Színvisszaadás [Ra]	Káprázás [UGR]	Színhőmérséklet [K]	Megjegyzés
Folyosó	100 lux	40 Ra	28 UGR	4000 K	200 lux
Lépcső	150 lux	40 Ra	25 UGR	4000 K	200 lux
Iroda	500 lux	80 Ra	19 UGR	4000 K	-
Tárgyaló	300 lux	80 Ra	19 UGR	4000 K	500 lux
Csarnokvilágítás	500 lux	60 Ra	25 UGR	5000 K	-

3.12. táblázat: Helyiségtípusok megvilágítási jellemzői

4. Hatékony energetikai technológiák

Az energetikai fenntarthatóság növelése és az energiahatékonyság javítása érdekében számos hatékony technológia érhető el. A VEIKI-VNL Kft. esetében kiemelkedő fontosságú a megfelelő technológiák kiválasztása, amelyek csökkenthetik az energiafelhasználást és a környezeti lábnyomot.

4.1. Hőenergia ellátás elemzése – fűtési rendszer korszerűsítése

A fűtési rendszer korszerűsítése valóban arra törekszik, hogy a meglévő rendszert hatékonyabbá és fenntarthatóbbá tegye. Ennek érdekében a régi fűtőberendezések cseréje modern, energiahatékonyabb változatokra rendkívül fontos lépés. Ezek az új berendezések általában hatékonyabbak a hőtermelésben, és kevesebb energiát használnak fel ugyanakkora hőmennyiség előállításához. Ezáltal csökkennek a fűtési költségek és az energiafogyasztás, ami manapság már rövid távon is képes anyagi megtakarítást eredményezni, és környezetbarát megoldás is lehet.

Az okos optimalizálás és a szabályozórendszer is segíthet a fűtési rendszer hatékonyságának növelésében. Az okos termosztátok, okos keringtető szivattyúk és hőmérséklet-szabályozó rendszerek lehetővé teszik, hogy a fűtési rendszert pontosan beállítsák és programozzák, így energiát takarítva meg, amikor nincs szükség fűtésre.

Összességében a fűtési rendszer korszerűsítése nemcsak a hatékonyságot és fenntarthatóságot növeli, hanem hozzájárul a környezetvédelemhez és az energiafogyasztás csökkentéséhez.

4.1.1. Korszerűsítési javaslatok

Jelenleg az A épület irodáiban 2 db 75 kW-os Termotéka kazán, a B és G épületben 2 db Remeha GAS 100 (45 kW) típusú nyílt égésterű kazánok látják el a fűtést.

A csereérett gépek leváltására az alábbi három lehetőség merült fel:

- *Kondenzációs gázkazánok telepítése:*

  A kondenzációs kazánok előnye a hagyományos berendezésekkel szemben, hogy míg a hagyományos az égéshez szükséges levegőt az adott helyiségből szerzik, vagyis a rendszer nyitott, addig a kondenzációs kazánok a szükséges levegőt a kéményen át, kívülről kapják. Vagyis a rendszer zárt, biztonságosabb, nem okozhat szénmonoxid-mérgezést, valamint hatékonyabb is mert a gáz-levegő arány szabályozott.

A két épületi kazán helyiség és a hozzá tartozó kémény felújítási költséges körülbelül 15 m Ft.

- *Elektromos üzemű levegő-víz hőszivattyú telepítés:*

  Ez a rendszer a környezeti levegőből kivont hőt a fűtési rendszer vizének adják át, ezért ez rendkívül környezettudatos választás lenne, viszont a hőszivattyú akkor működik igazán gazdaságosan, ha 40-45 °C fok közötti hőmérséklet előállítását kérjük tőle, de a VEIKI-VNL Kft.-nél hidegebb időjárás esetén szükséges lehet akár 75 °C-os vízhőmérséklet is a radiátorokba a kis hőleadó felületek miatt. Az épületek kialakítása miatt a radiátorok számának növelése vagy padlófűtés telepítése pedig nem lehetséges.

  Az A B G épületek hőszivattyús telepítési költsége körülbelül 50 m Ft.

A felsorolt műszaki, gazdasági és környezetvédelmi szempontok alapján a gázkazánok cseréjét javaslom kondenzációs kazánokra.

A javasolt kondenzációs gázkazán kiválasztásánál számos szempontot kell figyelembe venni annak érdekében, hogy optimálisan működjön és hosszú távon megtérüljön. Az alábbiakban részletezem azokat a tényezőket, amelyek alapján választottam

- Elsődlegesen olyan márkát érdemes választani, amely megfelelő szervízhálózattal rendelkezik. Ennek nagy jelentősége van, mivel a gázkazán rendszeres karbantartása és esetleges javítása nélkülözhetetlen a hatékony működéshez és a hosszú élettartamhoz. Olyan márkát érdemes tehát választani, amelynek széleskörű és megbízható szervízhálózata van, hogy ne merüljünk fel hosszú várakozási idők vagy problémák esetén.
- Fontos szempont továbbá, hogy a kiválasztott kondenzációs gázkazán márkafüggetlen kéménnyel üzemeltethető legyen. Ezáltal nagyobb rugalmasságot élvezhetünk a telepítés során, és nem vagyunk korlátozva egy adott gyártó termékeire.
- A kis lángmoduláció képessége is rendkívül fontos. Ez lehetővé teszi, hogy a kazán alacsony terhelés mellett is hatékonyan működjön, például a fűtés szezon eleje és vége fele. Ezzel energiatakarékosságot érhetünk el, és csökkenthetjük a rezsi költségeinket.
- A jó hatásfok szintén nélkülözhetetlen. A kondenzációs gázkazánok általában magas hatásfokkal működnek, ami azt jelenti, hogy a begyűjtött hőenergia nagy részét valóban felhasználják a fűtés előállításra. Ennek eredményeként kevesebb gáz szükséges a fűtéshez, és csökken a károsanyag-kibocsátás.

- Végül, de nem utolsósorban, a jó ár-értékarány is szempont lehet. A kondenzációs gázkazán vásárlásakor fontos olyan terméket választani, amely megfelel a fent említett szempontoknak, de közben még mindig megfizethető áron elérhető.

Ezen szempontok alapján egy olyan kondenzációs gázkazán választását javaslom, amely rendelkezik megfelelő szervízhálózattal, gyártófüggetlen kéménnyel üzemeltethető, képes kis lángmodulációra, jó hatásfokkal működik, és jó ár-értékarányt kínál.

Javasolt gázkazán márka és típus:

- A épület: BAXI Luna Duo-Tec MP 1.70+ ERP fűtőkazán, kondenzációs, fali, 65 kW
- B épület: BAXI Luna Duo-Tec MP 1.50+ ERP fűtőkazán, kondenzációs, fali, 45 kW

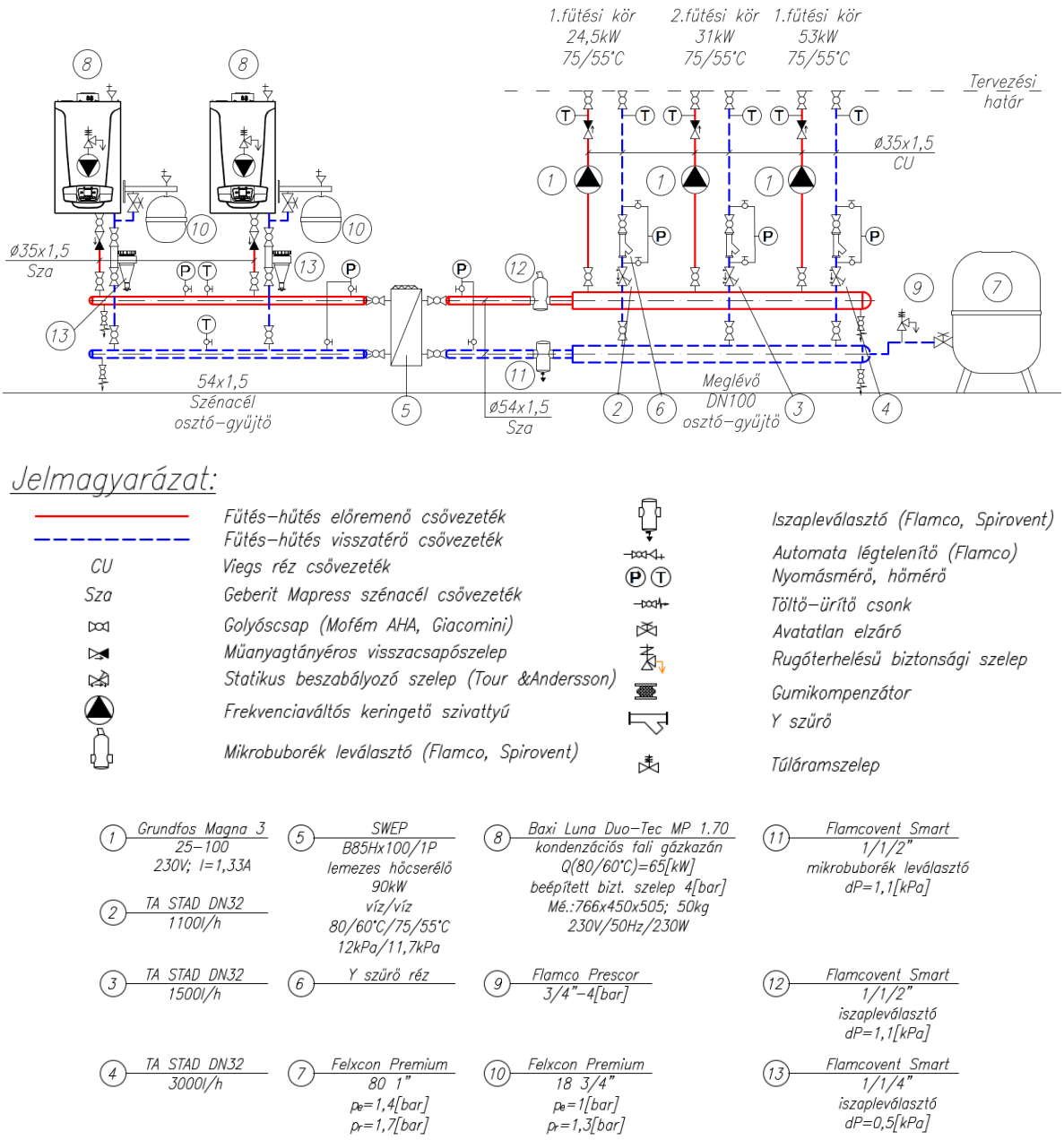
4.1.2. Az A épületi kazánhelyiség felújítása

A rendszerek hőtermelője 2 db Baxi Luna Duo-Tec-MP+ 1.70 típusú kondenzációs gázkazán. A 2 db gázkazán egy közös hőcserélőre dolgozik, kaszkád vezérléssel.

A gázkazán tartozéka a túlfűtés elleni védelmet biztosító rugóterhelésű sarok biztonsági szelep (4 bar) és a töltő szerelvény. A fűtési rendszer zárt, így a fűtési közeg tágulásainak kompenzálására zárt tágulási tartály kerül a rendszerbe. A hőhordozó keringtetésére alacsony fogyasztású, az igényekhez automatikusan igazodó frekvenciaváltós szivattyú kerül kiválasztásra. A hőleadó rendszer meglévő radiátorokkal látja el az épületet. Az egyes szivattyús körök külön-külön statikus beszabályozó szelepekkel vannak ellátva a megfelelő térfogatáram biztosítása érdekében.

A rendszer szabályozására kétszintű szabályozórendszer lett tervezve:

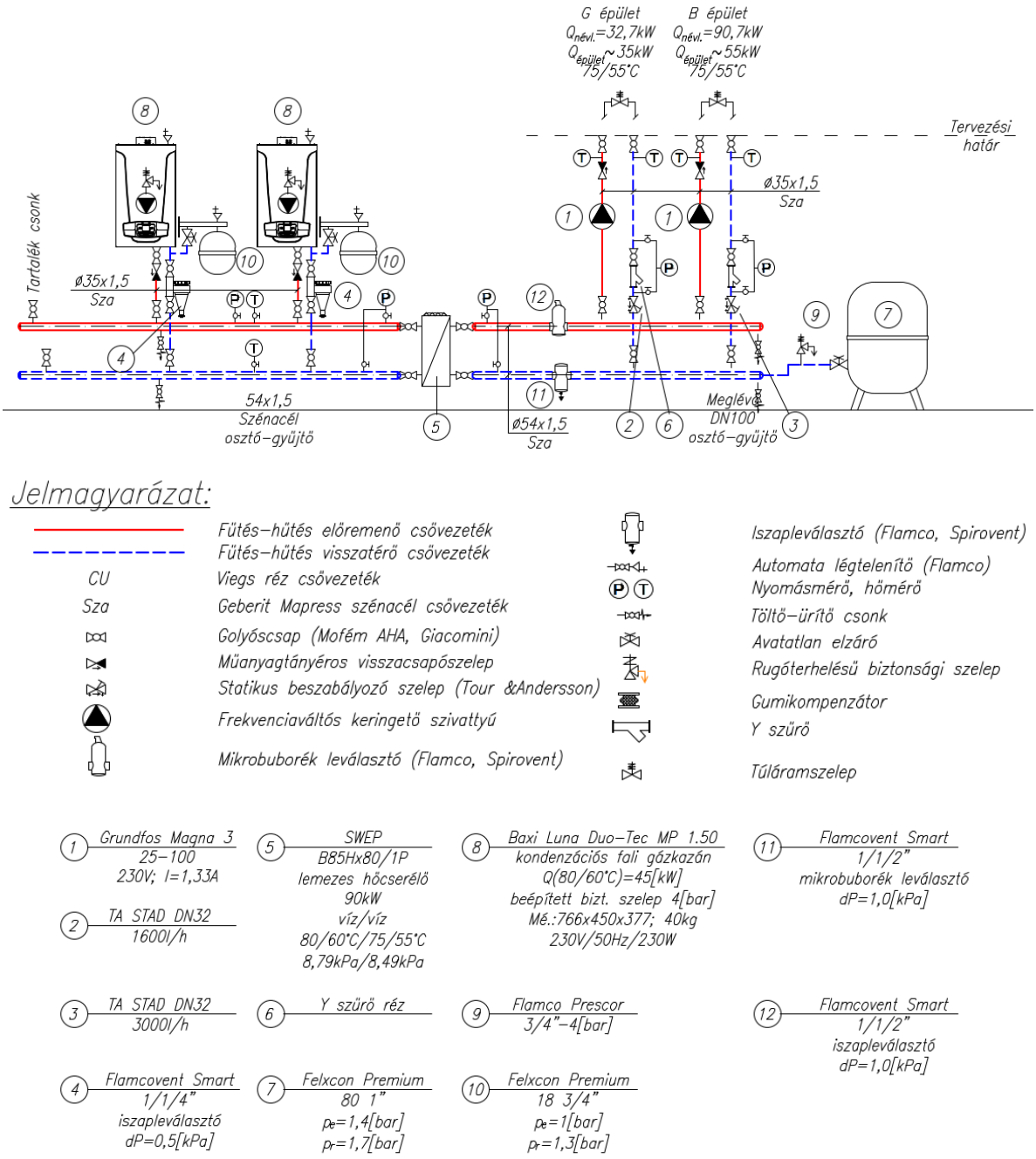
- a fűtőkészülék saját automatika egységeivel időjárás függvényében változó előremenő hőmérsékletű vizet állít elő;
- az épület hőleadóinál pedig vízmennyiségi szabályozással (termosztatikus radiátorszelepekkel) biztosítjuk a helyiségek megfelelő hőmérsékletét.



4.1. ábra: A épület kazánhelyiség kapcsolási rajz (saját szerkesztés)

4.1.3. Az B épületi kazánhelyiség felújítása

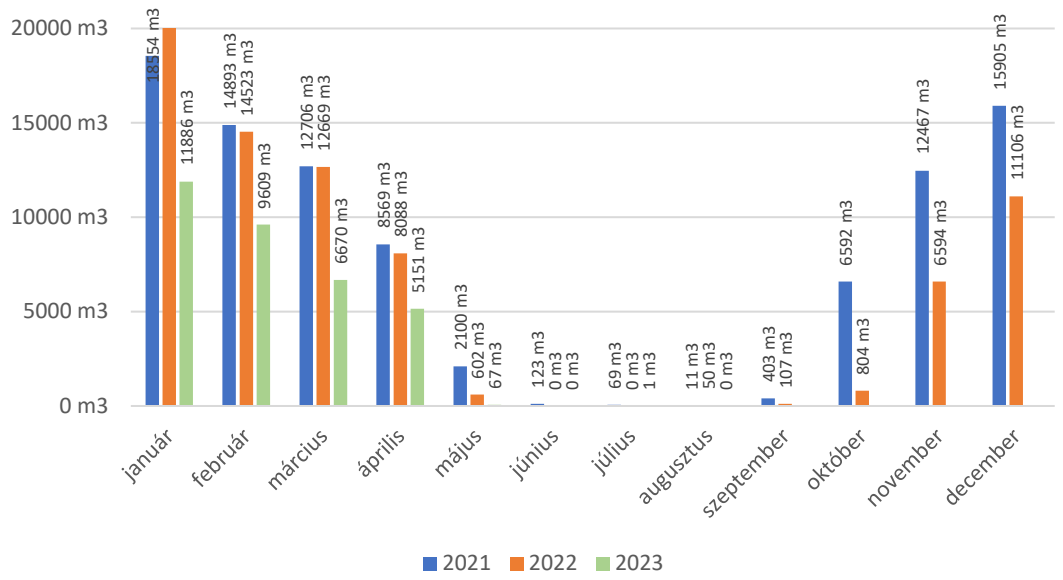
Az A épületi kazánhelyiséghez képest csak annyi a különbség, hogy 65 kW kazán helyett 45 kW kazánok lettek felszerelve. Az elmenő fűtési körök száma 3 helyett 2. Az egyik látja el a B épület irodáit, a másik kör pedig a G épület helyiségeit.



4.2. ábra: B épület kazánhelyiség kapcsolási rajz (saját szerkesztés)

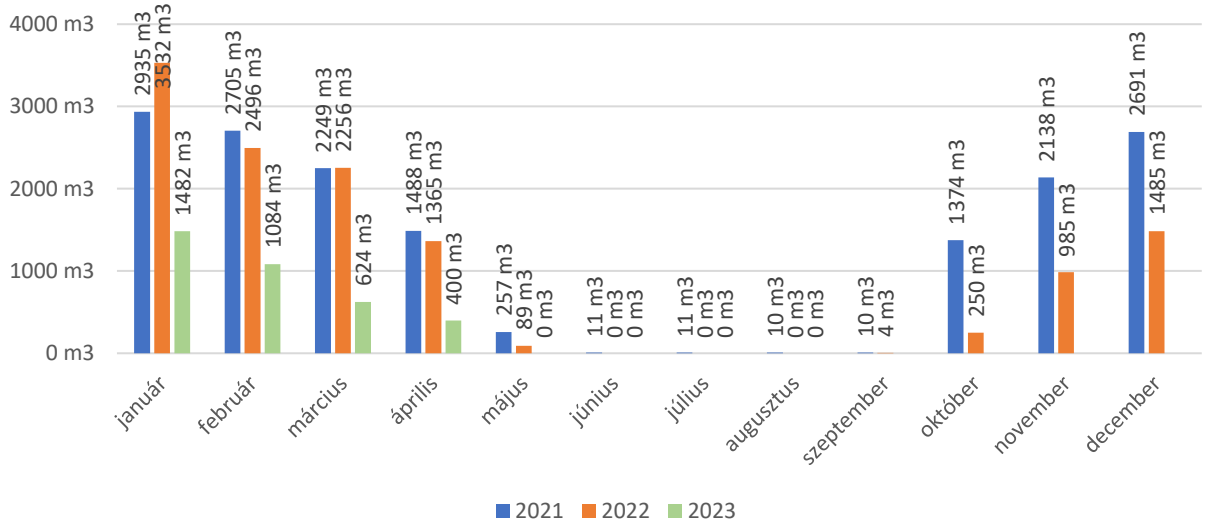
4.1.4. Fűtési rendszer korszerűsítésének eredményei

A kondenzációs gázkazánok telepítésének és a kollégák tudatos fűtési szokásainak köszönhetően a VEIKI-VNL Kft.-nél a gázfogyasztás 45 %-kal csökkent. Ez nemcsak környezetbarát megoldást jelentett, hanem jelentős költségcsökkentést is hozott a vállalatnak, miközben hozzájárult a fenntarthatósági célkitűzések eléréséhez.

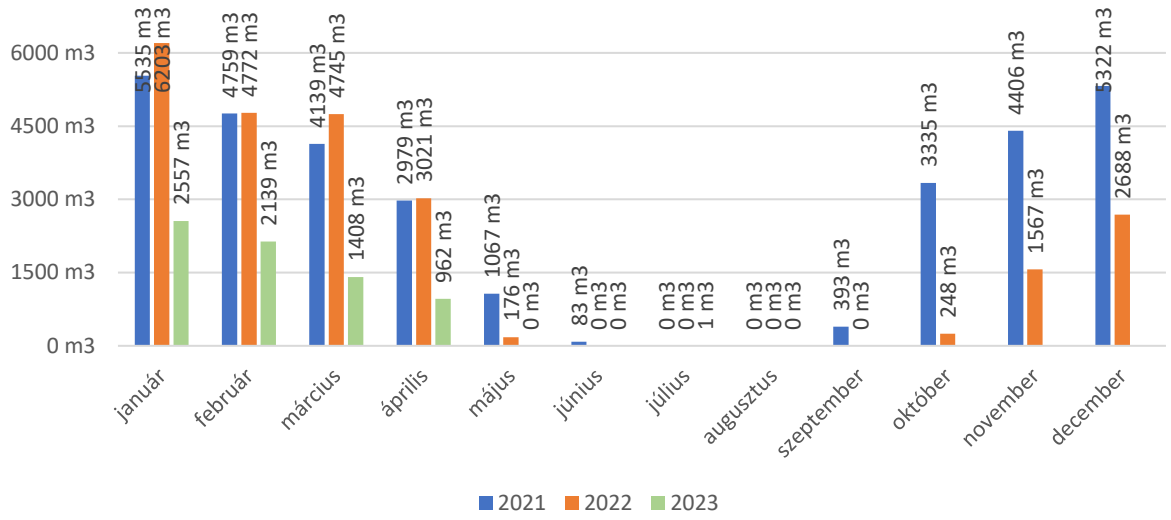


4.3. ábra: VEIKI-VNL Kft. 2021-2023 gázfogyasztási adatok (saját szerkesztés)

Ha megnézzük a 4.4. ábrát akkor látható, hogy az A épületi irodák fűtésére és itt a tudatos kultúra kialakításával több 55 %-kal csökkent a gázfogyasztás.



4.4. ábra: A épületi gázkazánok 2021-2023 gázfogyasztási adatok (saját szerkesztés)



4.5. ábra: B épületi gázkazánok 2021-2023 gázfogyasztási adatok (saját szerkesztés)

4.2. Világítási rendszer korszerűsítése

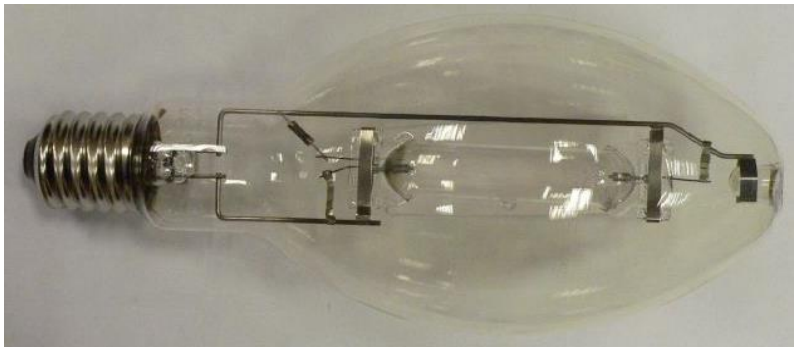
A világítási rendszer korszerűsítése olyan fontos lépés, amely által jelentősen növelhető az energiahatékonyság, javítható a kényelem, és egyúttal hozzájárulhatunk a fenntarthatósághoz. A megfelelő világítás rendkívül meghatározó szerepet játszik mind a lakóhelyeken, mind a munkahelyeken, és a korszerűsítés során rendkívül számos előnyt lehet elérni. Az energiahatékonyság növelése mellett a modern világítási rendszerek gyakran jobb színvisszaadást, hosszabb élettartamot és az egészségre pozitív hatásokat is eredményezhetnek. Emellett a világítási rendszer korszerűsítése elősegítheti a költségek csökkentését, a fenntarthatóságot és a környezetvédelmet.

4.2.1. Meglévő rendszer értékelése

Az irodákban jelenleg hagyományos fénycsöveket használnak, amelyek 36 W teljesítményűek. Ezen lámpák működése általában a nap folyamán zajlik, a munkaidő kezdetétől az esti órákig. A munkaidő átlagosan 8 és 17 óra között tart, ami azt jelenti, hogy a világításnak hosszú órákon keresztül folyamatosan működnie kell. Átlagosan egy világítótest munkanapokon naponta 5,5 órát világít. Egy világító testnek az éves működési órák száma ~1400 óra. Az A épületben körülbelül 200 db tükrös armatúra van. A B épületben további 50 db található. Egy armatúrában 2 db 36 W fénycső van.

4.6. ábra: Fénycsöves tükrös armatúra

További fejlesztési lehetőség az A épületi kiscsarnok világításának rekonstrukciója. A helyiségben 30 db csarnokvilágító lámpa van. A lámpatestekbe 250 W-os higanygőz izzóval történt a csarnokhelyiség megvilágítása. Átlagosan egy világítótest munkanapokon naponta 3 órát világít. Egy világító testnek az éves működési órák száma ~750 óra.



4.7. ábra: Higanygőz izzó lámpa

Ezek az információk alapvetőek az értékelés során, mivel segítenek azonosítani az energiafogyasztást és a működési időt, amelyek kulcsfontosságúak a korszerűsítés tervezése során. Az irodák és csarnok világítási rendszerének korszerűsítése során érdemes figyelembe venni az energiahatékonyságot, hogy még jobban illeszkedjen az irodai tevékenység igényeihez, miközben csökkenti az energiafogyasztást ezáltal a fenntartási költségeket is.

4.2.2. Fényforrások kiválasztása

Az egyik legfontosabb szempont a világítás korszerűsítésében az energiatakarékosság. Célom, hogy olyan energiatakarékos LED fénycsöveket, világítótesteket válasszak ki, amelyek jelentősen kevesebb energiát fogyasztanak, mint a hagyományos izzók vagy fénycsövek.

Irodai világítás korszerűsítése

Az Avide LED Glass Tube 18W G13 1200 mm melegfehér színű fénycsövet választani az irodák világítási rendszerének korszerűsítéséhez jó döntés lehet több okból is. Az alábbiakban összefoglalom az indokokat:

Energiatakarékosság: Az új LED fénycső 18 W-os teljesítménye szignifikánsan alacsonyabb, mint a meglévő hagyományos 36 W-os fénycsövek. Ez az energiafogyasztás csökkentése révén jelentős megtakarítást eredményez az elektromos számlában. Az energiatakarékosság az egyik legfontosabb cél a világítás korszerűsítésekor, és ezáltal hozzájárul a fenntarthatósághoz is.

Magas hatékonyság: A 120 lumen/watt fényhatásfok jelentősen hatékonyabb, mint a hagyományos fénycsövek (~60 lumen/watt) esetében, ami azt jelenti, hogy az új LED fénycső kevesebb energiával ugyanolyan vagy még nagyobb fényerőt biztosít. Ez javítja a megvilágítást és a látási kényelmet.

Melegfehér színű fény: A 3000 K melegfehér színű fény kellemes és meleg hangulatot teremt az irodákban. Ez hozzájárul a munkahelyi komfort növeléséhez és a produktivitáshoz.

Hosszabb élettartam: Az LED fénycsövek általában hosszabb élettartammal rendelkeznek, mint a hagyományos fénycsövek. Ez kevesebb karbantartást és cserét jelent, csökkentve a fenntartási költségeket.

Környezetvédelem: Az alacsonyabb energiafogyasztás és a hosszabb élettartam révén az LED fénycsövek környezetbarát alternatívát kínálnak a hagyományos fénycsövekhez képest, csökkentve az üvegházhatású gázok kibocsátását és az erőforrások felhasználását.

Ezek az indokok azt mutatják, hogy az Avide LED Glass Tube 18W G13 fénycső kiválasztása az energiatakarékosság, a hatékonyság, a kényelem és a fenntarthatóság szempontjából is előnyös lehet az irodák világításának korszerűsítéséhez. A választott fénycső segít csökkenteni az energiafogyasztást és javítani a munkakörnyezetet, miközben hozzájárul a hosszú távú költségmegtakarításhoz és környezetvédelemhez.

„A” épületi kiscsarnok világítás korszerűsítése

Az A épületi kiscsarnok világításának rekonstrukciója és a 250 W-os higanygőz izzók cseréje korszerű LED lámpára egy jövőbe mutató döntés. Az alábbiakban részletesen indokolom a választást:

Energiatakarékosság: Az 250 W-os higanygőz izzók cseréje 250 W-értékű LED lámpákra komoly energia-megtakarítást eredményez. Az LED-ek általában jóval kevesebb energiát fogyasztanak, ami csökkenti az üzemeltetési költségeket és hosszú távon megtakarítást jelent az elektromos számlákban. A kiválasztott TU HB IP20 G1 1S20 4K80 L3 FX ST csarnokvilágító LED lámpa esetében lámpánkként 141W a fogyasztása.

Fényerő és hatékonyság: A kiválasztott TU HB IP20 G1 1S20 4K80 L3 FX ST csarnokvilágító LED lámpa hatékony és sokkal erősebb fényerőt nyújt a kiscsarnok számára. A 131 lumen/watt fényhatásfok jelentősen hatékonyabb, mint a higanygőz izzólámpa (~50-60 lumen/watt) esetében, ami azt jelenti, hogy az új LED fénycső kevesebb energiával ugyanolyan vagy még nagyobb fényerőt biztosít. A 4K80 színhőmérséklet ideális lehet a csarnokban, mivel kellemes fényt nyújt anélkül, hogy túl hideg vagy túl meleg lenne.

Hosszabb élettartam: Az LED lámpák hosszabb élettartammal rendelkeznek, mint a higanygőz izzók. Ez csökkenti a karbantartási igényt, és kevesebb cserére van szükség, ami további költségmegtakarítást eredményez. A kiválasztott TU HB IP20 G1 1S20 4K80 L3 FX ST világítótest esetén több mint 197 000 óra L80/B50 vizsgálati feltételek esetén.

Környezetvédelem: Az LED lámpák környezetbarát alternatívát jelentenek, mivel nem tartalmaznak higanyt vagy más környezetkárosító anyagokat. Ezzel csökken az ökológiai lábnyom és csökkenthető az egészségügyi kockázatok. A kiválasztott TU HB IP20 G1 1S20 4K80 L3 FX ST világítótest rendelkezik RoHS és REACH nyilatkozattal is.

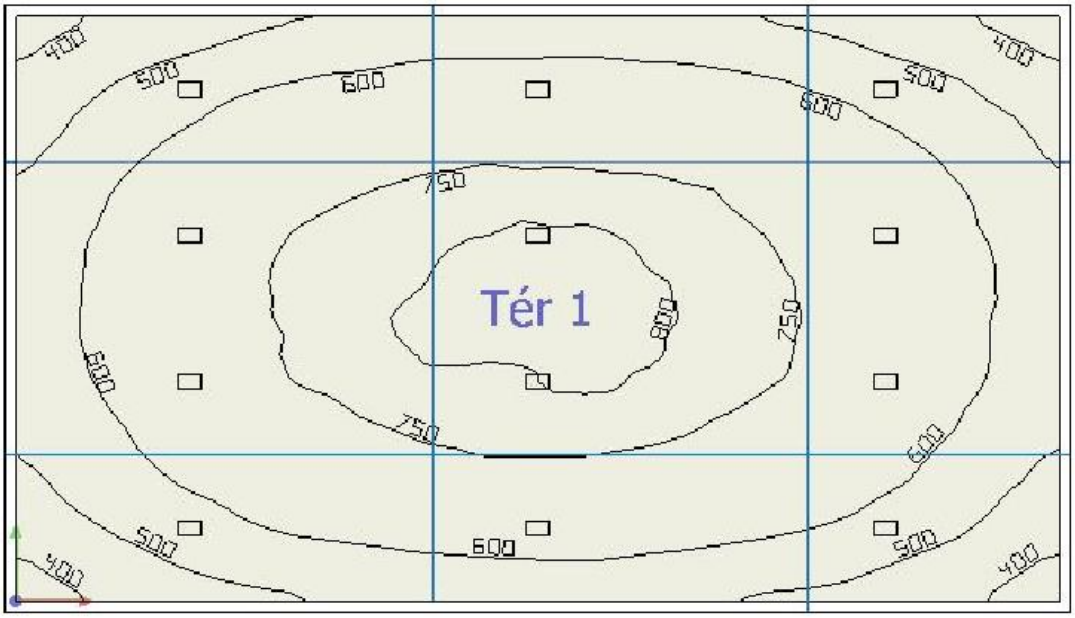
Csarnokbiztonság (munkavédelem): A megfelelően kiválasztott LED lámpák javítják a csarnok belső biztonságát, mivel jobb megvilágítást és egyenletesebb fényeloszlást biztosítanak. Ez csökkenti a baleseti kockázatokat és növeli a munkahelyi komfortot.

A TU HB IP20 G1 1S20 4K80 L3 FX ST csarnokvilágító LED lámpa tehát nemcsak gazdaságos és hatékony választás, hanem hozzájárul a fenntarthatósághoz, a biztonsághoz és a munkahelyi komfort növeléséhez is. A világítás rekonstrukciója nagyobb értéket és jobb környezetet teremt a kiscsarnokban.

4.2.3. Világítási terv elkészítése

DIALux programmal elkészítettem az A épület kiscsarnok világítás tervét. A tervezéshez szükséges alapadatok és célok a következők. A helyiség alapterülete 17,6 m x 9,9 m. A helyiség magassága pedig 9,5m. A közvetlen munkaterület az oldalfalaktól 0.5 m-re kezdődik. A munkafolyamatokat tekintve az elvárt megvilágítás ~500 lux a munkaterületen. Az alábbi 4.8. ábrán a kiscsarnok világítás fotometriai értékei láthatóak lux-ban. A

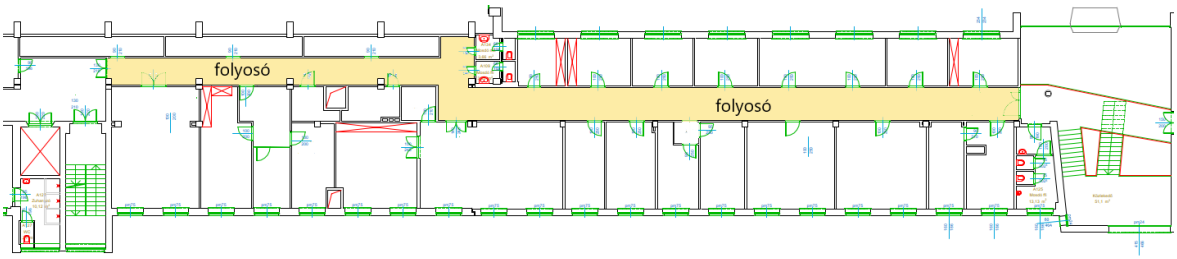
megvilágítást 12 db TU HB IP20 G1 1S20 4K80 L3 FX ST világítótest szolgáltatja az 4.8. ábrán látható elosztás szerint.



4.8. ábra: A épület kiscsarnok megvilágítási térkép (saját szerkesztés)

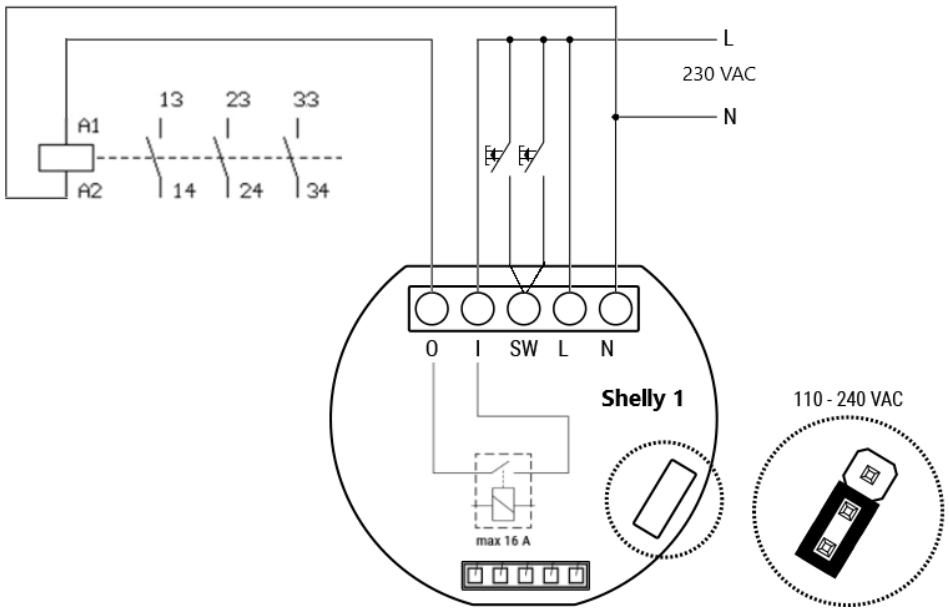
4.2.4. Automatizálás és vezérlés („A” épület 1 emeleti folyosó világítás)

Az A épület első emeletén 22 db 18 W-os LED-es fénycső van elhelyezve. A világítótestek, folyosó elhelyezkedése az alábbi 4.9. ábrán található.



4.9. ábra: A épület 1 emeleti folyosó (saját szerkesztés)

A világítótest működésének kapcsolása 3 fázisú kontaktoron keresztül történik a központi elosztószekrényben. A központi elosztó szekrénybe 1 db Shelly 1 okoskapcsolót kell beépíteni 4.10. ábra szerint.

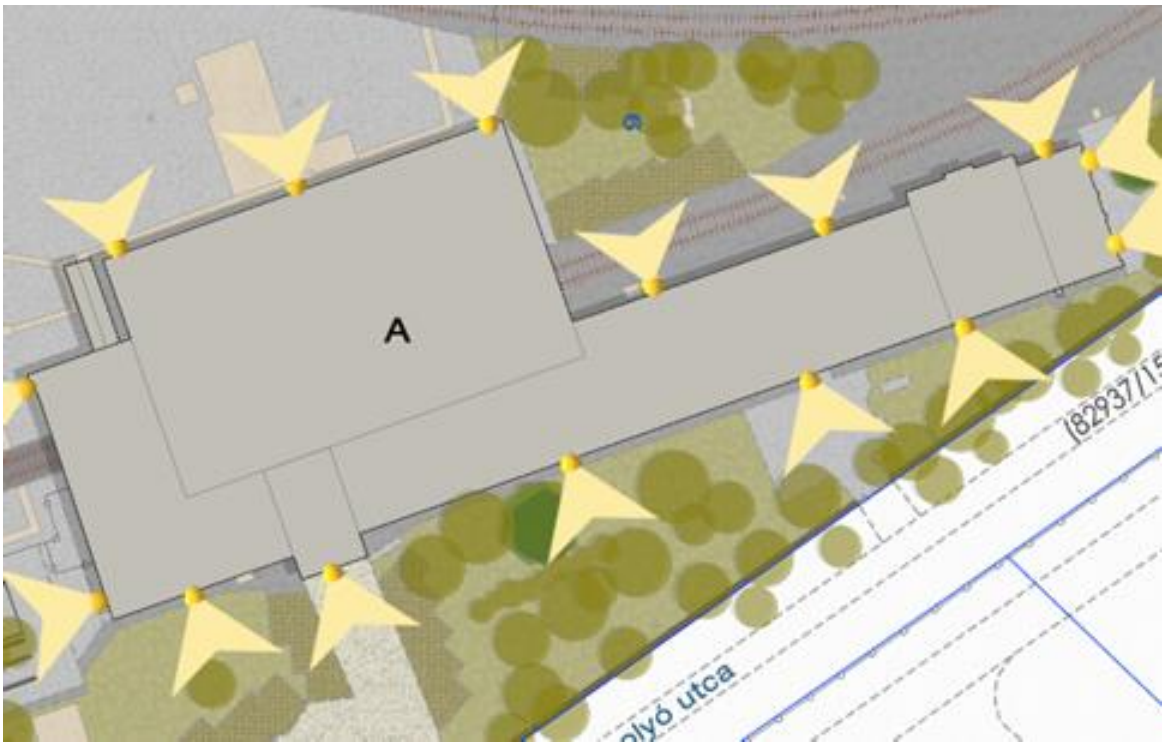


4.10. ábra: A épület folyosó világítás kapcsolási rajz (saját szerkesztés)

A Shelly 1 program okoskapcsolónak a feladata, hogy a nap végén bekapcsolva maradt világítást le lehessen kapcsolni távolról.

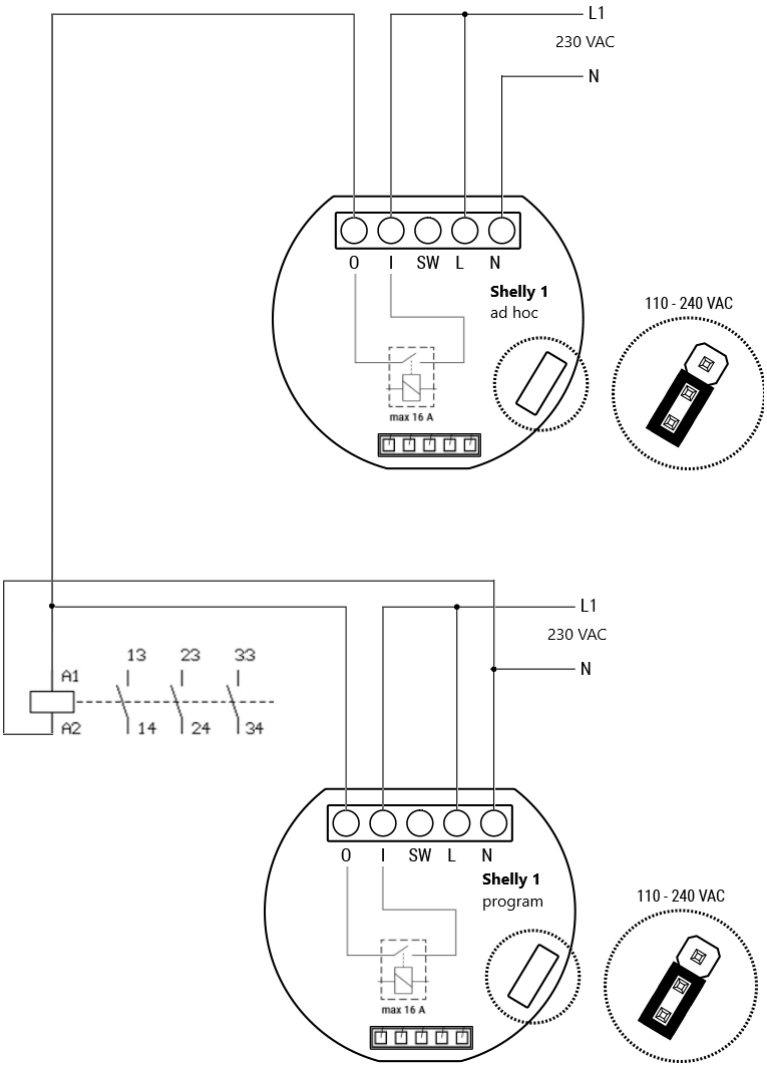
4.2.5. Automatizálás és vezérlés (kültéri térvilágítás vezérlése)

Az A épület körül a tetőn 15db Kanlux Adamo MTH 400W-os halogén világítótest van elhelyezve. Ezen világítótestek működésének célja, hogy sötétedés esetén a szabadtéren tartózkodó kollégákat segítse a közlekedésben. A világítótestek elhelyezkedése az alábbi 4.11. ábrán található.



4.11. ábra: A épület kültéri világítás (saját szerkesztés)

A világítótest működésének kapcsolása 3 fázisú kontaktoron keresztül történik a központi elosztószekrényben. A központi elosztószekrénybe 2 db Shelly 1 okoskapcsolót kell beépíteni 4.12. ábra szerint.



4.12. ábra: A épület kültéri világítás kapcsolási rajz (saját szerkesztés)

A Shelly 1 program okoskapcsolónak a feladata, hogy munkanapokon napnyugta után 20 perccel kapcsolja be a térvilágítást. A térvilágítás kikapcsolása este 8 órakor történik automatikusan a Shelly 1 program okoskapcsoló irányításával. Beépítésre került még egy Shelly 1 ad hoc okoskapcsoló is, amelynek feladata, hogy a vagyonőrök éjszaka esemény esetén fel tudják kapcsolni a kültéri térvilágítást. Ezt a kapcsolást egy Shelly Button 1 wifi-s kapcsoló (4.13. ábra) végzi el, amely a J épületben található. A Shelly Button 1 kapcsoló rendelkezik saját tölthető akkumulátorral, amely kapcsolásoktól függően akár fél évig is képes egy töltéssel működni. A Shelly Button 1 és Shelly 1 ad-hoc kapcsoló szoftveres összekapcsolása http paranccsal működik.

4.13. ábra: Shelly Button 1 (saját szerkesztés)

4.2.6. Automatizálás és vezérléssel történő energiacsökkentés

Leginkább a késő őszi, téli és kora tavaszi időszakban, amikor korán sötétedik odakint, jelentős mértékben megnövekedik az épületek világítás költsége. Egy jól beállított rendszerrel azonban sokat spórolhatunk, ami nemcsak a költséghatékonyságot jelent, hanem környezeti lábnyomunkat is csökkentjük.

Jelenleg két helyen lettek automatizálva a világítás a 4.2.4. pontban található A épület körüli kültéri világítás és a 4.2.5. pontban található A épület első emeleti folyosón.

Az 2021-2022-es energiaválság előtt az A épületen található kültéri világítást egy fényérzékelő irányította és egész éjjel egészen hajnalig a kültéri világító testek világítottak. Egy évben a kültéri lámpák a sötétben ~4 200 órát világítottak. Egy lámpa villamos fogyasztása kb. 400 W.

Az automatizált rendszerhez való csatlakozáskor a világító lámpák számát optimalizáltam. A 15 db lámpa működésének száma 6 db-ra lett csökkentve. Ez a teljesítményben 60 %-os csökkenést jelent. A működés csak munkanapokra lett korlátozva és így az időt lecsökkentettem, hogy a lámpák napnyugta után 20 perccel kapcsolnak be és 20 óráig világítanak. Így az egy évben világított órák száma ~400 óra. Ez 90 %-os csökkenést jelenet működési időben.

A 4.2.5. pontban lévő A épület első emeleti folyosó világítás automatizáláshoz való kapcsolásának gazdasági előnye, hogy esténként, hétvégén biztos lekapcsolásra kerül a világítás. Könnyen előfordulhat, ha este elmegy valaki még azt hiszi, hogy valaki dolgozik még ezért felkapcsolva hagyja a világítást. Ha este 20 órakor nem kerül lekapcsolásra és másnap reggel 8 órakor kezdődik a munkanap akkor a lámpák egy éjszaka alatt ~5 kWh kerül elfogyasztásra feleslegesen. Hétvégére számolva ekkor ~24 kWh kerül feleslegesen elfogyasztásra

4.3. Napelemes rendszer kialakítási javaslata

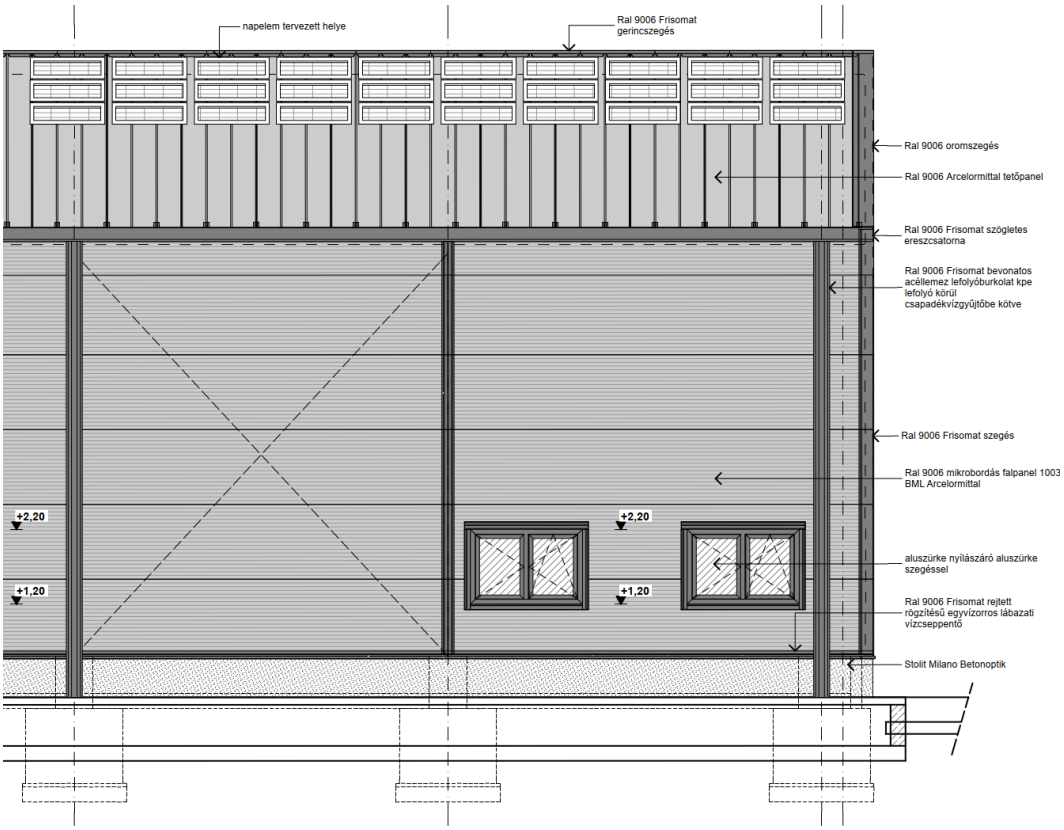
A napelemes rendszerek kiemelkedően hatékonyak az elektromos energia előállításában, különösen a napos területeken. A napelemek segítségével a vállalat saját villamos energiát állíthat elő, és csökkentheti az áramszolgáltatótól történő energiafelvásárlás szükségességét. Fontos azonban a megfelelő napelemes rendszer kiválasztása és telepítése, valamint a megtérülési idő alapos elemzése.

4.3.1. Energiaszükséglet meghatározása

A VEIKI-VNL Kft. működését tekintve a mérésekből adódó villamos fogyasztás ingadozása nagyon volatilis, ezért a napelemes rendszert tekintve a 2022-ben működő szaldó elszámolás volt a legoptimálisabb a vállalat számára. Mivel 2022-ben cégek számára a szaldó kereteken belül csak a havi szaldó volt elérhető ezért elemeztem a villamos fogyasztási adatokat. A napelemes rendszerek Magyarországon júliusban termelik a legtöbb energiát ezért júliusi fogyasztási adatokat vettem figyelembe. Jelenleg a szaldó elszámolás kereten belül csak 0,4 kV-on lehetséges a visszatáplálás, ezért 0.4 kV-on fogyasztási adatokat kell figyelembe venni. A telepítendő napelemes rendszernek július hónapban a ~10 000 kWh kell megtermelnie ahhoz, hogy ne legyen túltermelés és a befektetés a leghamarabb megtérüljön.

4.3.2. Helyszín kiválasztása

A telephelyen belül felmértem az épületek tetejét, hogy hová és milyen kialakításban lenne lehetséges a napelemek telepítése. Az A, C-D és G épület tetejére a telepítés nem lehetséges, mert az épületekben olyan mérések lehetnek, amelyek kárt okozhatnának a napelemekben vagy az inverterben. Illetve a napelem működése a mérésekben is interferenciát, zavart okozhatnak. A B, H és J épület tetőjének felület pedig kevés ahhoz, hogy megfelelő mennyiségű napelem kerüljön oda telepítésre. Végül sokféle szempont szerint az F épület tetejét találtam alkalmasnak arra, hogy a napelem odakerüljön telepítésre. Az F csarnoképület 2021-ben épült és már a tervezés során az építészeti számításokkor is lett tervezve, hogy a napelemek telepíthetőek a tetejére.



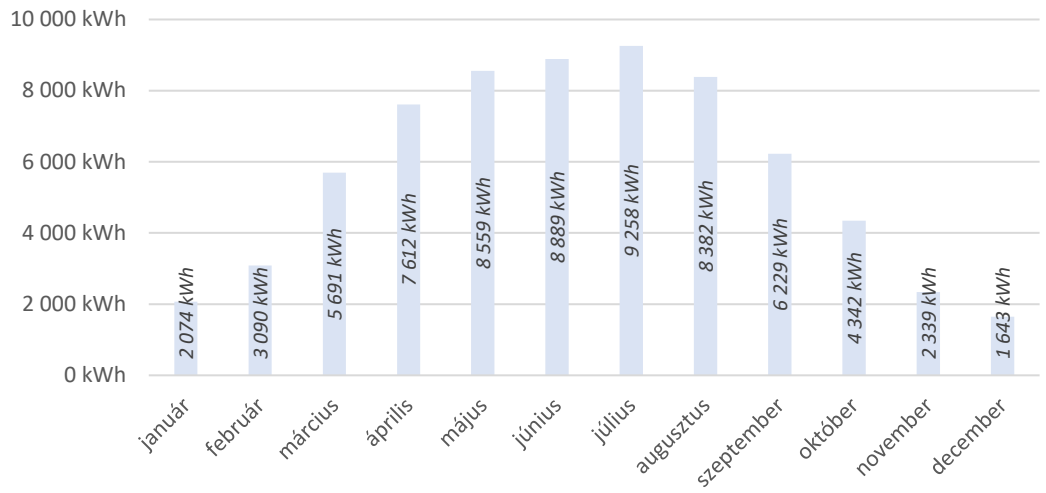
4.14. ábra: F épület napelem terv

4.3.3. Energia-termelési becslés

Az elkövetkező szakaszban a napelemes rendszer tervezésének és az energia-termelés becslésének folyamatát mutatom be az F épület helyszínen a PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) alkalmazásával. A cél az, hogy bemutassam, hogyan alkalmazható a PVGIS a napelemes rendszer tervezésére és az energia-termelés becslésére, valamint, hogy bemutassam a számítások eredményeit.

A kalkulációban a következő helyszínt választottam ki: [Földrajzi koordináták: 47.533, 19.138]. Ezt követően kiválasztottam a napelemek típusát [szilícium kristályos], hatékonyságát, az inverter hatékonyságát, valamint a napelemek dőlésszögét [13 °] és irányát [67 °] a tervezett telepítéshez.

Miután a helyszín és a paraméterek beállításra kerültek, a PVGIS segítségével elvégeztem a számításokat. Az alkalmazás számítási eredményeket adott az éves és havi energia-termelésre vonatkozóan, valamint egyéb fontos információkat szolgáltatott a tervezett napelemes rendszerrel kapcsolatban.



4.15. ábra: Tervezett napelem termelés

Az eredményeket részletesen elemeztem annak érdekében, hogy megértsem a napelemes rendszer potenciális teljesítményét és annak szezonális változásait. Különös figyelmet fordítottam a legnagyobb energia-termelési időszakokra és az esetleges energia-termelési csúcsokra. Az eredmények alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a tervezett napelemes rendszer hatékonyan nagy mértékben kielégítené az energiaigényt a VEIKI-VNL Kft.-nél. A teljes PVGIS riportot a 1. sz. melléklet tartalmazza.

4.3.4. Napelem inverter teljesítményre való optimalizálása

A napelemes rendszer tervezése során fontos, hogy az inverter teljesítménye és a napelemek összteljesítménye megfelelően illeszkedjen egymáshoz. Az, hogy több napelem kerül fel az adott inverter teljesítményéhez képest, azaz az inverter túltervezése, lehetőséget nyújthat a rendszer javítására és hatékonyságának növelésére. Az egyik fő előny az, hogy a napelemek összteljesítményének túltervezése lehetővé teszi a rendszer számára, hogy több energiát termeljen a kevésbé napos napokon is. Ezzel az eljárással el lehet érni, hogy például a dőlésszögből, tájolásból, időjárásból adódó veszteségeket csökkentsük. Viszont van hátránya is a túltervezésnek, ami főleg a nyári napforduló időszakában jöhet elő, amikor a napelemek teljesítménye meghaladja az inverter teljesítményét. Ilyenkor az inverter leszabályoz a névleges teljesítményére. A leszabályozási teljesítmény felletti megtermelt energia az az adott pillanatnyi veszteség. Viszont egy jól tervezett rendszer esetén éves szinten ez a veszteség nem haladja meg a pár tized százalékot.

Ezért a napelemes rendszer napelem DC oldali teljesítményét 66 kW állapítottam meg. Az ehhez tartozó inverter AC oldali teljesítménye 50 kVA. A szaldó elszámoláshoz fontos, hogy

HMKE (Háztartási Méretű Kiserőmű) kereteken belül maradjon a vállalat és szaldó elszámoláshoz a hálózatra csatlakozási teljesítmény nem haladhatja meg a 50 kVA-t.

4.3.5. VEIKI-VNL Kft. napelem rendszere

Az előbbi pontokban meghatározott műszaki paramétereknek megfelelően a tendereztetés megtörtént. Három kivitelező cégtől kaptam árajánlatot. Az árakat és műszaki paramétereket összevetve az alábbi műszaki tartalom szerint meg lett rendelve a napelemes rendszer.

	Típus	**Mennyiség**
Napelem	JA Solar Mono Perc 410 panel	158 db
Inverter	Sola Edge SE 25k	2 db
Optimalizáló	Solar Edge P850 XL	79 db

4.16. táblázat: Napelem berendezések (saját szerkesztés)

A kivitelezés 2023.05.15.-17. történt meg. A készre jelentés után a villanyóra átállítása 2023.06.29. történt meg. A rendszer azóta folyamatosan működik és termeli az elektromosságot.

4.17. ábra: VEIKI-VNL Kft. napelem rendszere I. (saját szerkesztés)

4.18. ábra: VEIKI-VNL Kft. napelem rendszere II. (saját szerkesztés)

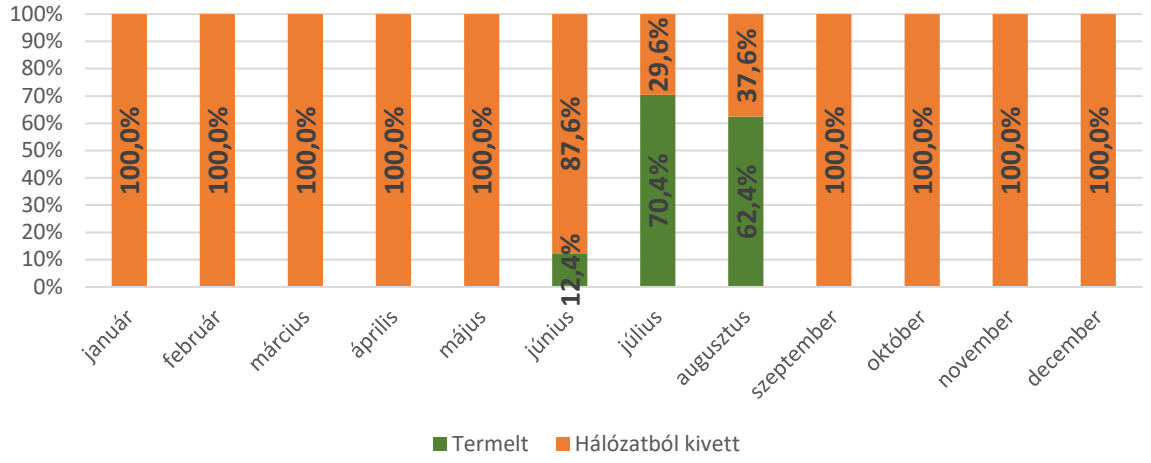
4.3.6. Napelemes rendszer eredményei

Az épületeink üzemeltetésében az egyre növekvő és kiszámíthatatlan primerenergia-árak egyre nagyobb megtakarításra kényszerítettek minket. Ehhez alapvetően két szempontot kell szem előtt tartanunk, egyrészt az energiafelhasználást kell optimalizálni, csökkenteni, illetve a további szükséges energiát lehető legnagyobb mértékben megújuló energiával szükséges előállítani. Mivel a VEIKI-VNL Kft. napelemes rendszere 2023.06.29.-tól termel, ezért sok adatot még nem lehet elemezni, de az első három hónap eredményén már jól látszik a rendszerből származó energia mennyisége és az ebből származó megtakarított költségek.

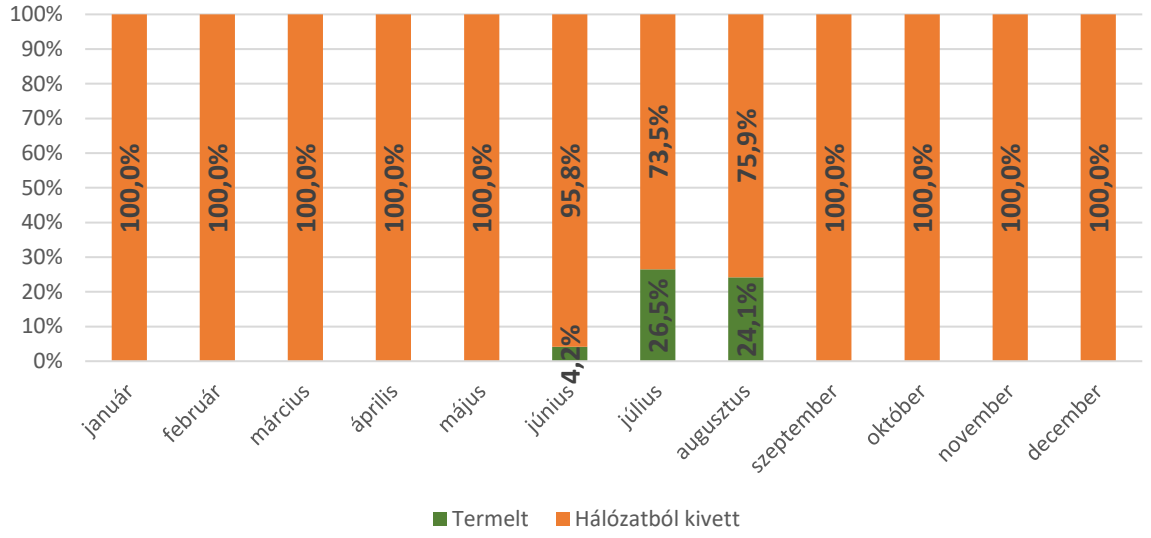
Az alábbi 4.19. ábrán látható, hogy július hónapban a teljes 0,4 kV-os hálózatunkon elfogyasztott villamos energia több mint 70 % a napelemes rendszer termelte meg. Az előzetes számítások szerint az éves 0,4 kV-s hálózati fogyasztásunk körülbelül 45%-át fogja megtermelni a napelemes rendszerünk.

Az alábbi 4.20. ábrán, hogy július hónapban a teljes 0,4 kV és 10 kV-os hálózatunkon elfogyasztott villamos energia több mint 26,5 % a napelemes rendszer termelte meg. Az

előzetes számítások szerint az éves teljes hálózati fogyasztásunk körülbelül 17-19 %-át fogja megtermelni a napelemes rendszerünk.



4.19. ábra: 0,4 kV hálózati fogyasztás, napelemes rendszertermelés aránya (saját szerkesztés)



4.20. ábra: 0,4 kV és 10 kV hálózati fogyasztás, napelemes rendszertermelés aránya (saját szerkesztés)

A napenergia nem bocsát ki semmilyen üvegházhatást okozó gázt, ezért biztonságos és környezetbarát. A rendszer használatával csökken a CO_2 és egyéb szennyezőanyagok kibocsátása, ezzel is tovább javítva életminőségünket és környezetünket. A VEIKI-VNL Kft.-nél telepített rendszer csökkenti a CO_2 kibocsátásunkat évente körülbelül 29.5 tonnával.

4.4. Geotermikus energia

A geotermikus energiának számos előnye van, beleértve a fenntarthatóságot és az energiahatékonyságot. A VEIKI-VNL Kft. számára a geotermikus energia hasznosítása több területen is lehetséges:

- *Fűtés és hűtés:* A geotermikus hőszivattyúk segítségével a VEIKI-VNL Kft. fűtési és hűtési rendszereit geotermikus hőből lehetne működtetni. A föld mélyéből származó hőenergia felhasználása jelentős energiamegtakarítást eredményezhet, különösen hosszútávon.

- *Meleg vízellátás:* A geotermikus rendszerek alkalmasak meleg víz előállítására is. Az alacsonyabb üzemeltetési költségek és a kevesebb környezeti terhelés miatt vonzó lehetőség lehet a VEIKI-VNL Kft. számára.

- *Zöld energia előállítása:* A geotermikus energiát elektromos energiává is lehet alakítani geotermikus erőművek segítségével. Bár a geotermikus erőművek telepítése jelentős beruházási költségekkel járhat, hosszútávon kiszámítható és fenntartható energiaforrást biztosítanak.

Azonban a geotermikus energia hasznosításának lehetséges korlátai is vannak. Például az ingatlan geotermikus potenciálja, a geotermikus fúrások és infrastruktúra telepítésének költségei, valamint az ökológiai hatások mind fontos szempontok.
Felvettem a kapcsolatot MS Energy Solutions Kft.-vel (WeHeat technológia) akik megvizsgálták a terület adottságait és a környéket, a környezet sajátosságait. Az egyeztetések során az alábbi következtetésekre jutottunk:

- 2023. március 01. naptól a geotermikus kutatási engedély (GKE) megszerzése szigorodott és jelentősen átalakult. A lényeg, hogy aki előbb ad be kérelmet nem egy kút fúrására, hanem egy kutatásai területre, annak van joga és elsőbbsége bármilyen geotermikus fejlesztést végezni, illetve, vele kell megegyezni, ha más is ilyen fejlesztésben gondolkozik. A VEIKI-VNL Kft. területe már le van fedve egy beadott GKE-vel, így ezen kutatási jog bírtokosával kell majd első körben egyeztetni (hogy egyáltalán engedi/hozzájárul a kutatáshoz. a kutatáshoz.

- Meddő kút nincs a közelben, így nincs elérhető információ a közeli kútfúrásokról. Az előzetes felmérések azt mutatják, hogy kb. 1600 m mélyen lenne várható 70-75 °C. [https://map.mbfsz.gov.hu/ogre/] Ez a hőmérséklet a MS Energy Solutions Kft. által fejlesztett úgynevezett WeHeat technológiához (víz kivétel nélküli geotermikus energia hasznosítás) kevés. WeHeat technológia kialakítása új kúttal ilyen mélységbe körülbelül 1 Mrd Ft-ba kerülne.

- Hagyományos, vízkivételen alapuló geotermikus energia hasznosítás nehezen lenne megvalósítható a telephely elhelyezkedése miatt. Termelő és visszasajtoló kútpár építése lenne szükséges, amit itt kivitelezni szinte lehetetlen. Egy ilyen projekt 3 Mrd Ft összegből jönne ki valahol. Viszont egy ilyen rendszer sokkal több, nagyobb fogyasztót is el tudna látni vagy akár a környék távhőjéhez is tudna kapcsolódni.

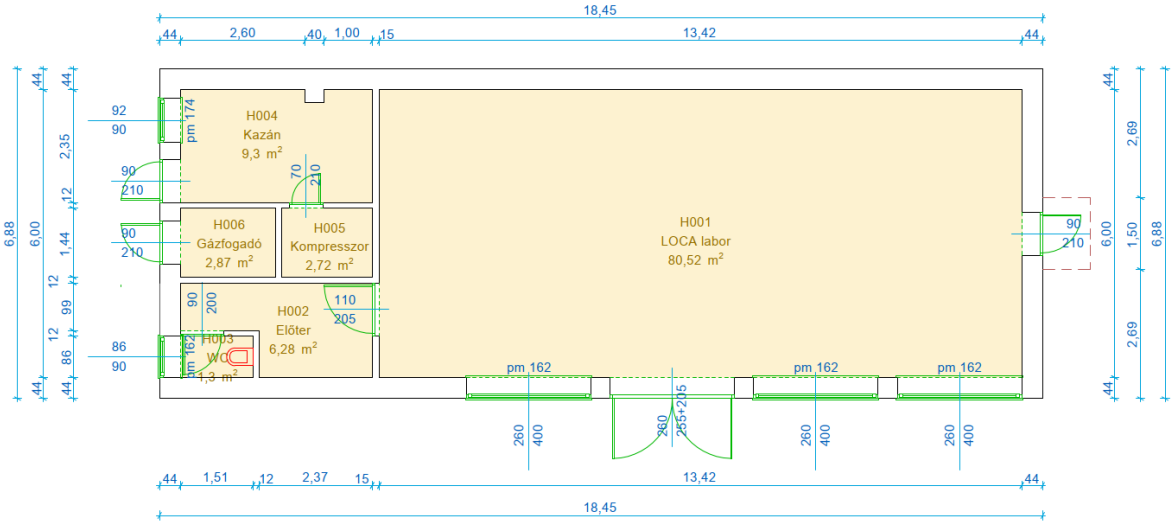
Ezen ismeretek tudatában egyértelmű, hogy a geotermikus energia hasznosítása nem releváns és / vagy gazdaságos megoldás lehet a VEIKI-VNL Kft. számára.
Az elsődleges okok között szerepel a geotermikus kutatási engedély megszerzésének szigorítása és az elsőbbségi jogokkal való versengés lehetősége. Ez a folyamat hosszadalmas és bonyolult lehet, és más potenciális fejlesztések is korlátozhatják a geotermikus projekt megvalósítását.
Másodszor, a területen elérhető geotermikus hőmérséklet nem biztosítja a szükséges hőenergiát a VEIKI-VNL Kft. számára, különösen a vállalat által fejlesztett specifikus WeHeat technológiához. Az új kút fúrása és a technológia kialakítása komoly pénzügyi beruházást igényelne, amely kevésbé gazdaságos, mint más energiaforrásokra való áttérés.
Harmadszor, a telephely elhelyezkedése miatt a hagyományos vízkivételen alapuló geotermikus energiahasznosítás megvalósítása nehézségekbe ütközhetne, és magas költségekkel járna. Az ilyen típusú projekt kivitelezése komplex lenne, és jelentős forrásokat igényelne.
Mindezek alapján a VEIKI-VNL Kft. valószínűleg érdemes lehet más energiahatékony és gazdaságosabb megoldásokat vizsgálni, amelyek jobban illeszkednek a vállalat energiaigényeihez és pénzügyi lehetőségeihez.

4.5. *H (LOCA) épület hőszigetelésének vizsgálata*

A H épület az 1960-as évek elején épület és az 1996-ig kazánhelyiségként funkcionált. Ebben az épületben állították elő a gőzt, amely a telephelyen található épületeket látta el fűtés céljából. 1996-ban a telephelyen kazánkorszerűsítések voltak és az épületek külön kazánokat kaptak így helyben történik a fűtési melegvíz előállítása.

A H épületből így laboratóriumi helyiség lett és így kialakításra kerültek LOCA vizsgálatok berendezések. Az atomerőműveknél a *hűtőközegveszteséggel járó baleset* (LOCA) az atomreaktorok egyik meghibásodási módja; ha nem kezelik hatékonyan, a LOCA következményei a reaktormag károsodásához vezethetnek. Ebben a laborban vizsgálnak minden olyan villamos terméket (kábel, kábelátvezető, relé, kapcsoló, motorok stb…) amelyeket atomerőművekben fognak beépíteni.

Az épület teljes összközműves rendelkezik víz, elektromosság és csatornázottsággal. A fűtést jelenleg kétféle módon lehet megoldani gáz és villamos energiahordozóról. Az épületben található egy 30 kW-os Junkers gázkazán, amely radiátorokon keresztül fűti a helyiségeket. A helyiségbe még telepítésre került egy 7 kW – os Gree Comfort X klímaberendezés, amelynek a célja, hogy nyáron vizsgálatok esetén hűtse, télen enyhe idő esetén hőntartás céllal fűtés a főbb helyiséget. Az épület határolószerkezeteinek méreteit és helyiségek elhelyezkedését az alábbi 4.21. ábra mutatja.



4.21. ábra: H épület alaprajz

A szakdolgozatom egyik célja, hogy kiszámítsam, hogy ha az épületen található korszerűtlen nagy nyílászárók méretét csökkentve és a maradék helyet szendvicspanelre cseréljük akkor

mennyi hűtési és fűtési energiát lehet vele megtakarítani. Illetve a továbbiakban számítást végezzek, hogy mennyi hűtési és fűtési energiát lehet megtakarítani 15 cm-es szigeteléssel.

4.22 ábra: H épület homlokzata (saját szerkesztés)

A fűtési hőszükséglet számítást a Bausoft DanWatt programmal végeztem, mely az MSZ 04-140/2:1991 szabvány figyelembevételével számol, a 7/2006 TNM: 2021. január 1. állapotát vettem alapul, mely a szakdolgozat készítése során az aktuálisan legfrissebb előírás és igazodik a jelenleg érvényben lévő MSZ 24140:2015 „Épületek és épülethatároló szerkezetek hőtechnikai számításai” c. szabványhoz. A számítás az eredeti tervben szereplő rétegrendek alapján készült. Az egyes helyiségek téli hőszükséglete (-13 ºC/+35 ºC külső méretezési hőmérsékletnél), valamint a hőtechnikai méretezéséhez felvett belső hőmérséklet értékeket az alábbi 4.23. táblázat tartalmazza:

Helyiségnév	Funkció	Alapterület [m²]	Mértékadó hőmérséklet [°C]
H001	Laboratórium	80,52	20
H002	Iroda	6,28	21
H003	WC	1,3	18
H004	Kazán	9,3	15
H005	Kompresszor	2,72	15
H006	Gázfogadó	2,87	10

4.23. táblázat: H épület helyiségei és belső hőmérsékletei (saját szerkesztés)

A DanWatt szoftverrel történő energetikai számítás eredményeit a 2.sz. melléklet tartalmazza. A számítások során kiszámítottam a téli hőveszteség maximális értékét, amelyre 38,9 kW bázisértéket kaptam. A kapott érték megmutatja, hogy napi szinten mekkora hőmennyiséget kell bevinni az épületbe, hogy a megfelelő komfortérzetet fenn lehessen tartani. A kiszámolt érték a nap egészére vonatkozik, tehát az egyes órákban különböző mértékű a hőveszteség nagysága: például éjszaka folyamán az üvegezett felületek több hőt adnak le a környezet felé, míg nappali órákban a napsugárzás útján csökkentik az igényeket.

Fejlesztési javaslat:

Az épület passzív hőszigetelésével elérhető, hogy a bázisértéktől a téli hőszükséglet nagysága jelentős mértékben csökkenjen. Így a fűtési költségek is jelentős mértékben csökkenni fognak. Az épületek passzív hőszigetelését két nagy csoportra bonthatjuk fel:

- a határolószerkezetek hőszigetelése
- a nyílászárók hőszigetelése

Az épület passzív hőszigetelésének fő célja a hőveszteség csökkentése a következő két kategóriában: szerkezeti elemek és nyílászárók. A szerkezeti elemek esetében a megfelelő hőátbocsátási tényező (U-érték) elérhető utólagos hőszigetelő réteg hozzáadásával. Azonban a nyílászárók esetében csak speciális hőszigetelő ablakok beszerelésével lehet elérni a kívánt hőátbocsátási tényezőt (U-értéket).

- A feladatom az, hogy Bausoft DanWatt program segítségével az épület jelenlegi hőátbocsátási tényező értékeit valamilyen külső passzív hőszigetelés megoldásával csökkentsem. A határolószerkezetek hőszigetelésére kiválasztottam Extrudált Polisztirol lemez (EPS), mint szervetlen szigetelőanyagot 15 cm vastagságban.
- A nyílászárók hőszigetelésére kiválasztottam 3 rétegű üvegezést (4:-16-4-16-:4 argongázos) 75 mm vastagságú 4-5 kamrás PVC keretet.
- A nyílászárók részleges kiváltására kiválasztottam 15 cm vastagságú rejtett rögzítésű hőszigetelő falpanelt.

A 2. sz. mellékletben bemutatott energetikai számítás során az épület téli hőveszteségé 38,9 kW bázisértéket kaptam. A téli hőigénycsökkenést a nyílászárócsere és a külső hőszigetelő rétegek együttes alkalmazásával érhető el. A 3. sz. mellékletben bemutatott energetikai számítás szerint az épület téli hőveszteségé 16,3 kWh-ra csökkenthető.

4.6. *Elért / elérhető eredmények összefoglalása*

Fűtési rendszer korszerűsítése

A kondenzációs gázkazánok telepítésének és a kollégák tudatos fűtési szokásainak köszönhetően a VEIKI-VNL Kft.-nél a gázfogyasztás 45%-kal csökkent. Amely éves szinten ~40 000 m^3 gáz jelent.

Világítási rendszer korszerűsítése

Az automatizált rendszerhez való csatlakozáskor a világító lámpák számát optimalizáltam. A 15 db lámpa működésének száma 6 db-ra lett csökkentve. Ez a teljesítményben 60 %-os csökkenést jelent. A működés csak munkanapokra lett korlátozva és így az időt lecsökkentettem, hogy a lámpák napnyugta után 20 perccel kapcsolnak be és 20h-ig világítanak. Így az egy évben világított órák száma ~400 óra. Ez 90 %-os csökkenést jelenet működési időben. Amely éves szinten ~24 000 kWh villamos energiát jelent.

Napelemes rendszer

VEIKI-VNL Kft. napelemes rendszere 2023.06.29.-tól termel. Az előzetes számítások szerint az éves 0,4 kV-s hálózati fogyasztás körülbelül 45 %-át fogja megtermelni a napelemes rendszer. További számítások szerint az éves teljes hálózati fogyasztás körülbelül 17-19 %-át fogja megtermelni a napelemes rendszerünk. Ez a mennyiség éves szinten ~ 70 000 kWh jelent.

H (LOCA) épület hőszigetelése

A 2. sz. mellékletben bemutatott energetikai számítás során az épület téli hőveszteségе 38,9 kW bázisértéket kaptam. A téli hőigénycsökkenést a nyílászárócsere és a külső hőszigetelő rétegek együttes alkalmazásával érhető el. A 3. sz. mellékletben bemutatott energetikai számítás szerint az épület téli hőveszteségе 16,3 kWh-ra csökkenthető. Ebből a hőveszteségszámításból adódóan az éves gázfogyasztás körülbelül 1530 m3 (50 %-kal) csökkenthető.

	Felhasznált energiamennyiségek	**Megtakarítási energiamennyiségek**	
Fűtési rendszer korszerűsítése	~ 92 000 m^3 gáz	~ 40 000 m^3 gáz	~ 45 %
Világítási rendszer korszerűsítése	~ 25 200 kWh	~ 24 000 kWh	~ 90 %
Napelemes rendszer	~ 400 000 kWh	~ 70 000 kWh	~ 17 - 19 %
H (LOCA) épület hőszigetelése	~ 3 200 m^3 gáz	~ 1530 m^3 gáz	~ 50 %

4.24. táblázat Elért eredmények (saját szerkesztés)

5. További lehetőségek, javaslatok

A VEIKI-VNL Kft.-nél további energiamegtakarítási lehetőségeket vannak még annak érdekében, hogy tovább javítsa az energiahatékonyságot és csökkentse az energiafelhasználást

Homlokzati szigetelés és nyílászáró csere

Jelenleg az épületek külső burkolata az 1960-as években épített klinker tégla. További energiahatékonysági fejlesztési lehetőség, hogy az épületek homlokzatát hőszigetelő anyaggal bevonni. A homlokzati szigetelés lényege az, hogy az épület külső falait korszerű hőszigetelő anyagokkal burkoljuk be. Ezáltal csökkentjük a hőveszteséget, ami a fűtési rendszerek hatékonyságát növeli. A homlokzati szigetelés során fontos figyelembe venni az épület jellegét, az időjárási viszonyokat és az anyagok kiválasztását a legjobb eredmény érdekében. Az új homlokzati szigetelésnek megfelelően megtervezett és telepítettnek kell lennie, hogy a hőszigetelés optimálisan működjön.

5.1. ábra A épület fal és nyílászáró (saját szerkesztés)

Jelenleg az épületekben többnyire fa keretes kétrétegű ablakok vannak. A régi, rosszul szigetelő nyílászárók cseréje modern, energiahatékony ablakokra és ajtókra lehetőséget teremt az energiafogyasztás csökkentésére. Az energiahatékony ablakok és ajtók speciális üvegezéssel és szigetelő anyagokkal rendelkeznek, amelyek minimálisra csökkentik a

hőveszteséget és a hőáramlást. A nyílászárók cseréje nemcsak az energiahatékonyságot növeli, hanem javítja az épület komfortját is.

A homlokzati szigetelés és nyílászáró csere eredményeként végzett mérések és számítások alapján várhatóan szignifikáns energiamegtakarítás érhető el Az A B G H és J épületekben. Az új szigetelés és nyílászárók révén csökkenteni lehet a fűtési és hűtési költségeket, ami hosszútávon jelentős megtakarítást eredményez az energiaszámlákban. Emellett az épület belső komfortja is javul, mivel kevesebb hőveszteség és hőingadozás tapasztalható.

Ezen lépések végrehajtásával az épületek energiahatékonyságát tovább növelhetjük, és hozzájárulhatunk a fenntartható épületek kialakításához és az energiafogyasztás csökkentéséhez.

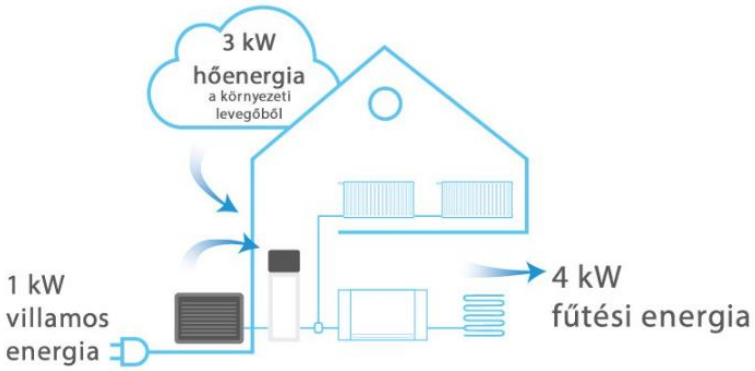
Napkollektor

További lehetőség még a napkollektor, amely olyan eszköz, amelyet napenergia összegyűjtésére és hasznosítására használnak. Ezek a rendszerek napfényből származó hőenergiát alakítanak át hasznos energiává, általában melegvíz előállítására. A VEIKI-VNL Kft. használati melegvíz igénye csak a fizikai dolgozók higiéniai tisztálkodására korlátozódik. Mivel sajnos az épület régi kialakítása miatt központi öltöző kialakítás nem lehetséges ezért távol egymástól 3 öltöző helyiség van kialakítva a fizikai dolgozók számára. Minden öltözőben a zuhanyzási lehetőséghez villamos bojlerrel készül el a használati melegvíz. Előzetes felmérések alapján a helységeként kis mennyiségű használati melegvíz előállításához a napkollektor telepítése nem rentábilis.

Kondenzációs kazán és klíma berendezések fűtési cél használata

További költségmegtakarítást és energiahatékonyságot lehet elérni, ha a kondenzációs kazán működése mellett a helyiségekbe már meglévő klímákat nyári hűtésen kívül fűtésre is használjuk.

A rendkívül hatékony hőszivattyús megoldás sajátossága, hogy 1 kWh villamosáramból 1 kWh hőenergiát ad és a külső környezetből még hozzátesz 3-4 kWh hőenergiát. Így érünk el összesen 4-5 kWh hasznos fűtési energiát.



5.2. ábra Hőszivattyú energetikai működése

A telephelyen lévő klíma berendezések elméleti SCOP (Az SCOP érték mutatja meg a légkondicionáló a teljes fűtési szezonra vonatkoztatott energiahatékonyságát egy egységesített, éghajlat típustól függő mérési ciklus alapján. Azaz, hogy 1 kW elektromos energiából, átlagosan hány kW hőenergiát állít elő a készülék.) értéke 3,7985. Az iparági tapasztalatból adódóan, hogy gyártók által megadott adatok csak ideális laboratóriumi környezetben tudják elérni ezért a továbbiakban az SCOP értéket 3,5-nek tekintem.

Összevetve a VEIKI-VNL Kft. 2023-2024 gázévi és elektromos áram szerződését kiszámítható, hogy a légkondicionáló berendezésekkel való fűtés körülbelül 26 % -al költség hatékonyabb, mint a gázzal való fűtés.

6. Összefoglaló

2019. novembere óta dolgozok a VEIKI-VNL Kft.-nél, mint üzemeltetési és beruházási vezető. Munkaköröm egyik része a telephelyen található épületek és az ahhoz tartozó műszaki berendezések üzemeltetése. Szakdolgozat célja, hogy átfogó képet nyújtson a VEIKI-VNL Kft. jelenlegi energetikai helyzetéről és megvizsgáljam azokat a modern energetikai technológiákat és megoldásokat, amelyekkel a vállalat hosszú távon javíthatja hatékonyságát, csökkentheti környezeti lábnyomát és optimalizálhatja költségeit.

A hazai irodalmi források felhasználásával áttekintettem, a fűtési rendszereket, világítástechnikai megoldásokat, és a hatékony megújuló energiaforrásokat (napelem, geotermikus energia).

A szakdolgozatom során bemutattam a VEIKI-VNL Kft.-t és villamos és gáz energia fogyasztási adatait. Majd ezen adatok felhasználásával első fontos lépésként két kazánhelyiség felújítását terveztem és szerveztem meg. Itt a régi fűtőberendezések cseréjét modern, energiahatékonyabb kondenzációs kazánokra lett cserélve. A kondenzációs gázkazánok telepítésének és a kollégák tudatos fűtési szokásainak köszönhetően a VEIKI-VNL Kft.-nél a gázfogyasztás 45 %-kal csökkent.

A szakdolgozatom következő részében a világítási rendszer korszerűsítése volt a cél, mivel a mai LED-es technológiával nagyban növelhető az energiahatékonyság. Az irodákban a hagyományos fénycsöveket LED-es technológiával működőre cseréltem. Az A épület kültéri világítását felhasználás szempontjából optimalizáltam és okoskapcsolót telepítettem a működtetésére. A világítási rendszer korszerűsítésével éves szinten körülbelül 24 000 kWh-val csökkentettem a villamos energia fogyasztást.

Az energetikai fenntarthatóság növelésére megvizsgáltam a napelemes rendszerek telepítési lehetőségeit. Majd megterveztem a rendszer teljesítményét és kiválasztottam a telephelyen belüli legoptimálisabb helyet annak telepítésére. Elvégeztem a rendszer termelésének becslését. A VEIKI-VNL Kft. napelemes rendszere 2023.06.29.-tól termel. Az előzetes számítások szerint az éves 0,4 kV-s hálózati fogyasztás körülbelül 45%-át fogja megtermelni a napelemes rendszer. További számítások szerint az éves teljes hálózati fogyasztás körülbelül 17-19 %-át fogja megtermelni a napelemes rendszerünk. Ez a mennyiség éves szinten ~ 70 000 kWh jelent.

A továbbiakban elvégeztem a H (LOCA) épület energetikai vizsgálatát (2. sz. mellékletben). A 3. sz. mellékletben bemutatott energetikai számítás szerint, amelyben

nyílászárócsere és a külső hőszigetelő rétegek együttes alkalmazásával az éves gázfogyasztás körülbelül 50 %-kal csökkenthető.

Megvizsgáltam a geotermikus energia hasznosításának lehetőségeit is. Az előzetes felmérések azt mutatták, hogy kb. 1600 m mélyen lenne várható 70-75 °C hőmérsékletű a víz. Ezen ismeretek tudatában egyértelmű, hogy a geotermikus energia hasznosítása nem releváns és / vagy gazdaságos megoldás lehet a VEIKI-VNL Kft. számára.

A VEIKI-VNL Kft.-nél további energiamegtakarítási lehetőségeket vannak még. Jelenleg az épületek külső burkolata az 1960-as években épített klinker tégla. További energiahatékonysági fejlesztési lehetőség, hogy az épületek homlokzatát hőszigetelő anyaggal bevonni.

További költségmegtakarítást és energiahatékonyságot lehet még elérni, ha a kondenzációs kazán működése mellett a helyiségekbe már meglévő klímákat nyári hűtésen kívül fűtésre is használjuk.

Várhatóan a szakdolgozatom megírásával és az abban található megoldásokkal sikerül hozzájárulnom, hogy a VEIKI-VNL Kft. üzemeltetési költségei csökkenjenek és a működési hatékonysága növekedni tudjon. A további lehetőségeket tekintve feltehetően lesz lehetőségem arra, hogy további energiahatékonysági fejlesztéseket végezzek a szervezetnél és ezáltal tovább csökkenthetem a VEIKI-VNL Kft. környezeti lábnyomát és optimalizálhatom a költségeit.

7. Summary

I have been working at VEIKI-VNL Ltd. since November 2019 as Operations and Investment Manager. Part of my job is the operation of the buildings and related technical equipment on the site. The aim of this thesis is to provide a comprehensive overview of the current energy situation at VEIKI-VNL Ltd. and to examine modern energy technologies and solutions that can help the company improve its efficiency, reduce its environmental footprint and optimise its costs in the long term.

Using domestic literature sources, I reviewed heating systems, lighting solutions and efficient renewable energy sources (solar, geothermal).

During my thesis I presented VEIKI-VNL Ltd. and its electricity and gas consumption data. Then, using this data, I planned and organised the renovation of two boiler rooms as a first important step. Here the replacement of the old heating equipment were replaced by modern, more energy-efficient condensing boilers. Thanks to the installation of the condensing gas boilers and the conscious heating habits of the colleagues, gas consumption at VEIKI-VNL Ltd. was reduced by 45%.

In the next part of my thesis, I focused on upgrading the lighting system, as today's LED technology can greatly increase energy efficiency. I replaced the traditional fluorescent tubes in the offices with LED technology. I optimised the outdoor lighting of Building A in terms of usage and installed a smart switch to operate it. By upgrading the lighting system, I reduced electricity consumption by around 24 000 kWh per year.

To increase energy sustainability, I investigated the possibility of installing solar PV systems. I then designed the system's performance and selected the most optimal location for its installation within the site. I estimated the production of the system. The solar PV system of VEIKI-VNL Ltd. will produce from 29.06.2023. According to preliminary calculations, the solar PV system will produce about 45% of the annual 0.4 kV grid consumption. According to further calculations, our solar system will produce about 17-19% of the total annual grid consumption. This represents ~ 70 000 kWh per year.

I then carried out an energy assessment of Building H (LOCA) (Annex 2). The energy calculation shown in Annex 3, which combines the replacement of windows and external insulation layers, shows that annual gas consumption can be reduced by about 50%.

The potential of geothermal energy is also being investigated. Preliminary surveys showed that water temperatures of 70-75 °C could be expected at a depth of about 1600 m.

In the light of this knowledge, it is clear that geothermal energy utilisation may not be a relevant and/or economic option for VEIKI-VNL Ltd.

Further energy saving opportunities are still available at VEIKI-VNL Ltd. Currently the exterior cladding of the buildings is clinker brick built in the 1960s. Another energy efficiency improvement option is to coat the facades of the buildings with thermal insulation material.

Further cost savings and energy efficiency can also be achieved by using the existing air conditioners in the rooms for heating in addition to cooling in summer, in addition to running the condensing boiler.

It is expected that by writing my thesis and the solutions contained in it, I will be able to contribute to the reduction of VEIKI-VNL Ltd.'s operating costs and increase its operational efficiency. Looking further ahead, I will presumably have the opportunity to make further energy efficiency improvements to the organisation and thereby further reduce VEIKI-VNL Ltd's environmental footprint and optimise its costs.

8. Irodalomjegyzék

1. Zöld András: Épületgépészet 2000 Alapismeretek. Épületgépészet kiadó Kft. Budapest, 2000 (Hozzáférés: 2023. szeptember 14.)
2. Homonnay Györgyné: Épületgépészet 2000 Fűtéstechnika. Épületgépészet kiadó Kft. Budapest, 2001 (Hozzáférés: 2023. szeptember 14.)
3. Rudolf Jauschowetz: Hidraulika a melegvízfűtés szíve. Herz Armaturen. Wien, 2007(Hozzáférés: 2023. szeptember 14.)
4. Recknagel, Sprenger, Schramek: Fűtés és klímatechnika 2000 I. kötet. Dialóg Campus Kiadó. Budapest-Pécs, 2000 (Hozzáférés: 2023. szeptember 14.)
5. Recknagel, Sprenger, Schramek: Fűtés és klímatechnika 2000 II. kötet. Dialóg Campus Kiadó. Budapest-Pécs, 2000 (Hozzáférés: 2023. szeptember 14.)
6. Bánhidi László – Kajtár László: Komfortelmélet. BME Szolgáltató Kft. Budapest, 2000 (Hozzáférés: 2023. október 18.)
7. Arató András: Világítástechnika. Holux Kft. Budapest, 2003 (Hozzáférés: 2023. szeptember 14.)
8. Barótfi István: Épületenergetika. Szent István Egyetem. Gödöllő, 2011 (Hozzáférés: 2023. szeptember 14.)
9. Zöld András: Épületenergetika. Műegyetemi Kiadó. Budapest, 1996 (Hozzáférés: 2023. október 18.)
10. Prof. Barótfi István PhD, Halász Györgyné PhD: Irodaépületek épületgépészeti kialakításának energetikai összefüggései. HOF Alapítvány. Gödöllő, 2012 (Hozzáférés: 2023. október 18.)
11. Baumann Mihály: Épületenergetika. Pécsi Tudományegyetem. Pécs, 2009 (Hozzáférés: 2023. október 18.)
12. VEIKI-VNL Kft. (2021.02.07.): Céginformáció. Budapest.
    http://www.vnl.hu/www/bemutatkozas
    Letöltés ideje: 2021. február 7.
13. Dr. Kalmár Ferenc: A belső környezet minősége. TERC Kiadó, Budapest, 2013 (Hozzáférés: 2023. szeptember 14.)
14. Bausoft Pécsvárad Kft. DanWatt 8.64 (2023.04.24.) Fűtéstechnika szoftver
15. 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról
16. MSZ 24140:2015 Épületek és épülethatároló szerkezetek hőtechnikai számítása

17. MSZ CR 1752:2000 Épületek szellőztetése. Épületek belső környezetének tervezési alapjai
18. MSZ EN 15251:2007 Épületek energia-teljesítőképességének tervezésére és becslésére, levegőminőségére, hőmérsékletére, fény- és akusztikai viszonyaira vonatkozó beltéri bemeneti paraméterei
19. MSZ EN ISO 11855-1:2021 Épületek belső környezetének tervezése. Beépített sugárzó fűtő- és hűtőrendszerek. 1. rész: Fogalommeghatározások, jelölések és komfortkritériumok
20. MSZ EN 12464-1:2022 Fény és világítás. Munkahelyi világítás. 1. rész: Belső téri munkahelyek
21. MSZ EN 12464-2:2014 Fény és világítás. Munkahelyi világítás. 2. rész: Szabadtéri munkahelyek
22. WeHEAT típusú rendszerek
    https://www.weheat.systems/technologia
    Letöltés ideje: 2023.szeptember 20.
23. Okosotthon szócikk
    https://hu.wikipedia.org/wiki/Okosotthon
    Letöltés ideje: 2022. november 9.
24. Okos öntözőrendszer
    https://otthonautomatika.blog.hu/2019/08/06/okos_ontozorendszer
    Letöltés ideje: 2022. december 1.
25. A napelemes áramtermelés felfedezése
    https://bze.hu/tudastar/a-napelemes-aramtermeles-felfedezese
    Letöltés ideje: 2023. szeptember.17.
26. Napelemek fajtái
    https://www.mnnsz.hu/napelemek-fajtai/
    Letöltés ideje: 2023. szeptember 17.
27. Mit kell tudni a napelem inverterről?
    https://www.mnnsz.hu/mit-kell-tudni-a-napelem-inverterrol/
    Letöltés ideje: 2023. szeptember 17.
28. Izzólámpa
    https://hu.wikipedia.org/wiki/Izz%C3%B3l%C3%A1mpa
    Letöltés ideje: 2023. szeptember 16.

29. Világító dióda

https://tinyurl.com/vilagito-dioda

Letöltés ideje: 2023. szeptember 16.

30. Geotermikus energia

https://greendex.hu/geotermikus-energia/?gclid=Cj0KCQjw7JOpBhCfARIsAL3bobfWusrvje4Aky5OxWs_k_DyvFtZO4-z3AkdCINdou_nuw_-X89OaQwaAvvYEALw_wcB

Letöltés ideje: 2023. szeptember 16.

31. Kazán tudástár

https://www.kazan-tudastar.hu/

Letöltés ideje: 2023. szeptember 21.

32. Pár gondolat a hőszivattyúról

https://www.meleget.hu/par-gondolat-a-hoszivattyukrol

Letöltés ideje: 2023. szeptember 21.

33. 2008. évi XL. törvény a földgázellátásról

https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0800040.tv

Letöltés ideje: 2023. szeptember 25.

9. Ábrajegyzék

2.1. ábra: Turbós gázkazán 6
2.2. ábra: Kondenzációs gázkazán 7
2.3. ábra: Csőregiszter víz és gőzfűtéshez 7
2.4. ábra: Öntöttvas tagos radiátor 8
2.5. ábra: Lapradiátor 8
2.6. ábra: Fénycső 9
2.7. ábra: Okosotthon világítás 11
2.8. ábra: Napelem 13
2.9. ábra: Napelem inverter (Solaredge) 13
2.10. ábra: Háztartási méretű geotermikus rendszer 15
2.11. hőszivattyú körfolyamatának vázlata: 1) kondenzátor, 2) fojtószelep, 3) elpárologtató, 4) kompresszor. 16
2.12. ábra: WeHeat technológia (WeHEAT, 2023) 18
3.1. ábra: VEIKI-VNL Kft. szervezeti felépítése (saját szerkesztés) 23
3.2. ábra: STL szervezeti tagok (saját szerkesztés) 24
3.3. ábra: VEIKI-VNL Kft. helyszínrajz (saját szerkesztés) 25
3.4. ábra: VEIKI-VNL Kft. helyszínrajz gáz betáplálás (saját szerkesztés) 27
3.5. ábra: Telephely gázfogyasztása (saját szerkesztés) 29
3.6. ábra: H (LOCA) épület gázfogyasztása (saját szerkesztés) 29
3.7. táblázat: Telephely villamos energia ellátása (saját szerkesztés) 30
3.8. ábra: Telephely villamos energia ellátása és telephelyen belüli elosztása (saját szerkesztés) 31
3.9. ábra: Telephely villamos energia fogyasztás 0,4 kV és 10 kV (saját szerkesztés) 32
3.10. ábra: Telephely villamos energia fogyasztás 0,4 kV-on (saját szerkesztés) 32
3.11. táblázat: Kis irodahelyiség komfort paraméterei 33
3.12. táblázat: Helyiségtípusok megvilágítási jellemzői 33
4.1. ábra: A épület kazánhelyiség kapcsolási rajz (saját szerkesztés) 38
4.2. ábra: B épület kazánhelyiség kapcsolási rajz (saját szerkesztés) 39
4.3. ábra: VEIKI-VNL Kft. 2021-2023 gázfogyasztási adatok (saját szerkesztés) 40
4.4. ábra: A épületi gázkazánok 2021-2023 gázfogyasztási adatok (saját szerkesztés) 40
4.5. ábra: B épületi gázkazánok 2021-2023 gázfogyasztási adatok (saját szerkesztés) 41
4.6. ábra: Fénycsöves tükrös armatúra 42

4.7. ábra: Higanygőz izzó lámpa 42
4.8. ábra: A épület kiscsarnok megvilágítási térkép (saját szerkesztés) 45
4.9. ábra: A épület 1 emeleti folyosó (saját szerkesztés) 45
4.10. ábra: A épület folyosó világítás kapcsolási rajz (saját szerkesztés) 46
4.11. ábra: A épület kültéri világítás (saját szerkesztés) 47
4.12. ábra: A épület kültéri világítás kapcsolási rajz (saját szerkesztés) 48
4.13. ábra: Shelly Button 1 (saját szerkesztés) 49
4.14. ábra: F épület napelem terv 51
4.15. ábra: Tervezett napelem termelés 52
4.16. táblázat: Napelem berendezések (saját szerkesztés) 53
4.17. ábra: VEIKI-VNL Kft. napelem rendszere I. (saját szerkesztés) 53
4.18. ábra: VEIKI-VNL Kft. napelem rendszere II. (saját szerkesztés) 54
4.19. ábra: 0,4 kV hálózati fogyasztás, napelemes rendszertermelés aránya (saját szerkesztés) 55
4.20. ábra: 0,4 kV és 10 kV hálózati fogyasztás, napelemes rendszertermelés aránya (saját szerkesztés) 55
4.21. ábra: H épület alaprajz 58
4.22 ábra: H épület homlokzata (saját szerkesztés) 59
4.23. táblázat: H épület helyiségei és belső hőmérsékletei (saját szerkesztés) 59
4.24. táblázat Elért eredmények (saját szerkesztés) 61
5.1. ábra A épület fal és nyílászáró (saját szerkesztés) 62
5.2. ábra Hőszivattyú energetikai működése 64

10.Nyilatkozat

4. sz. függelék – Hallgatói és konzulensi nyilatkozat minta

NYILATKOZAT

Alulírott Sára András Zoltán, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, létesítményenergetikai 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 Szakdolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása

mellett.

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

Kelt: Gödöllő, 2023 év november hó 3. nap

Sára András

Hallgató

NYILATKOZAT

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

A Szakdolgozatot záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

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

Kelt: Gödöllő, 2023 év november hó 3. nap

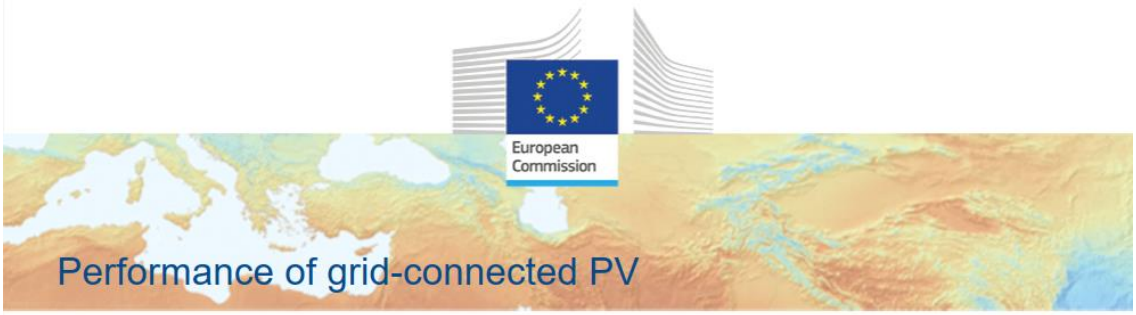
Fabó Mónika

Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

12. Melléklet

1. sz. melléklet – PVGIS riport



PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

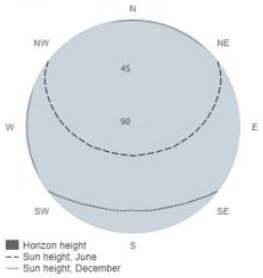
Provided inputs:

Latitude/Longitude:	47.533,19.138
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-SARAH2
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed:	66 kWp
System loss:	14 %

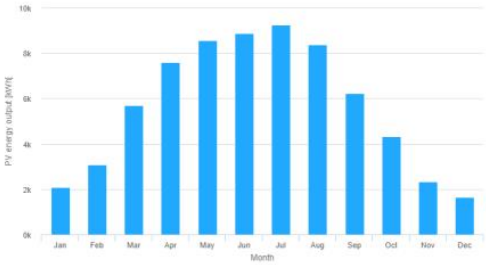
Simulation outputs

Slope angle:	13 °
Azimuth angle:	67 °
Yearly PV energy production:	68113.77 kWh
Yearly in-plane irradiation:	1365.07 kWh/m²
Year-to-year variability:	2601.54 kWh
Changes in output due to:	
Angle of incidence:	-3.75 %
Spectral effects:	1.24 %
Temperature and low irradiance:	-9.78 %
Total loss:	-24.4 %

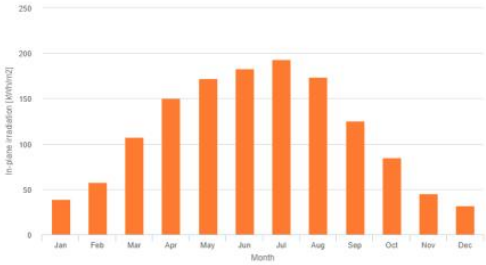
Outline of horizon at chosen location:



Monthly energy output from fix-angle PV system:



Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	2074.9	39.3	358.0
February	3090.7	57.6	527.4
March	5691.6	107.8	850.0
April	7612.6	150.3	893.5
May	8559.9	172.3	955.3
June	8889.3	183.2	757.4
July	9258.4	193.2	563.5
August	8382.4	173.8	698.6
September	6229.6	125.0	634.4
October	4342.4	84.9	607.6
November	2339.1	45.3	305.7
December	1643.0	32.3	255.7

E_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh].

H(i)_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m²].

SD_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

It is our goal to minimise disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

For more information, please visit https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en

Joint Research Centre

PVGIS ©European Union, 2001-2023.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Report generated on 2023/09/16

European Commission

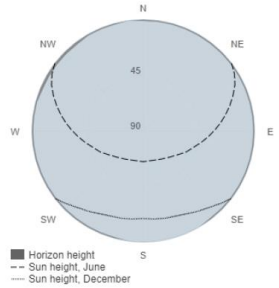
Report generated on

PVGIS-5 geo-temporal irradiation database

Provided inputs

Latitude/Longitude:	47.533,19.137
Horizon:	Calculated
Database used	PVGIS-SARAH2
Start year:	2010
End year:	2020
Variables included in this report:	
Global horizontal irradiation:	Yes
Direct Normal Irradiation:	Yes
Global irradiation optimum angle:	Yes
Global irradiation at angle °	No
Diffuse/global ratio	Yes
Average temperature	Yes

Outline of horizon at chosen location:



Monthly solar irradiation estimates

Global horizontal irradiation

Month	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
January	32.05	33.19	46.66	28.44	32.84	35.53	37.2	44.32	34.4	38.18	33.21
February	41.03	52.11	56.72	41.72	49.82	59.75	51	48.83	46.86	67.13	68.89
March	105.78	108.54	133.39	72.13	114.04	107.27	95.94	116.31	81.77	114.41	113.7
April	134.88	147.79	144.84	147.97	123.98	158.18	146.04	122.42	153.46	143.48	184.17
May	133.6	193.45	182.9	162.86	155.93	166.22	165.34	190.42	198.65	133.38	168.12
June	163.73	173.69	188.74	177.07	195.04	184.63	182.53	208.93	168.31	213.36	154.72
July	189.67	164.44	195.98	215.34	183.93	195.49	185.51	200.94	190.15	194.66	188.32
August	160.8	185.16	190.7	174.44	161.21	169.55	171.27	189.78	183.48	170.89	172.91
September	93.98	138.86	123.15	112.46	105.22	115.64	127.97	109.87	127.08	121.89	129.35
October	79.95	79.83	78.51	87.8	72.73	67.57	57.41	81.14	82	88.24	62.6
November	42.28	48.3	37.48	36.39	37.45	48.88	44.82	39.86	45.02	36.69	31.57
December	25.58	26.9	29.42	29.6	32.73	25.39	34.53	30.66	30.69	32.45	22.82

Direct Normal Irradiation

Month	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
January	38	41.84	93.38	28.91	37.4	50	60.62	91.39	49.27
February	29.7	62.96	66.21	36.91	60.82	86.85	59.61	56.44	51.1
March	110.82	126.87	185.44	59.71	136.58	122.38	89.49	139.65	64.42
April	121.25	134.77	135.64	146.38	94.86	159.47	140.05	100.64	151.14
May	84.06	185.08	166.73	128.31	124.96	138.65	133.77	171.31	191.23
June	131.76	138.33	168.75	145.05	166.35	155.75	151.45	197.96	130.13
July	156.75	136.13	176.91	208.94	156.77	183.07	161.17	191.47	165.24
August	153.9	197.65	204.39	177.12	149.11	172.29	170.23	207.86	189.05
September	81	174.44	130.96	110.2	98.25	121.72	144.7	107.73	146.06
October	111.4	105.02	104.93	120.44	88.21	81.26	59.4	106.55	105.72
November	59.94	90.86	45.1	45.04	42.38	82.14	70	56.04	69.23
December	31.73	40.59	43.82	50.91	62.42	31.09	71.37	55.15	45.61

PVGIS ©European Union, 2001-2023.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Joint Research Centre

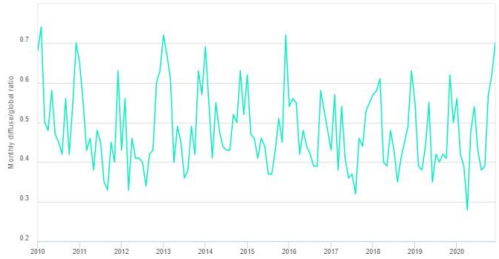
Report generated on 2023/10/22

European Commission

Global irradiation optimum angle

Month	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
January	52.42	55.11	96.58	43.4	52.5	62.14	69.76	94.05	60.51	72.34	62.64
February	52.08	79.49	84.44	56.51	76.54	98.9	77.39	72.85	68.2	112.78	116.29
March	138.17	145.15	190.18	89.92	154.34	143.17	121.18	157.77	100.55	154.45	155.28
April	148.64	167.72	162.6	166.53	136.11	180.48	167.2	135.55	175.2	162.9	218.48
May	132.31	195.77	184.91	163.79	155.75	167.45	163.57	191.27	201.29	131.54	168.15
June	155.77	164.43	179.68	168.78	185.88	176.71	174.56	201.13	161.02	205.27	145.61
July	184.34	159.36	192.81	211.98	180.19	191.9	181.25	197.53	186.07	190.11	183.98
August	173.02	204.91	210.37	187.44	173.77	185.03	186.49	209.38	202.37	186.34	190.38
September	112.49	182.48	154.63	135.91	128.65	143.06	162.98	135.93	163.1	153.63	163.6
October	124.89	120.15	118.99	136.97	107.19	99.47	79.58	122.47	124.53	139.21	86.95
November	73.38	93.79	60.45	59.77	58.2	91.37	81.6	68.28	81.29	60.81	50.85
December	43.37	49.32	54.07	58.12	68.41	41.99	74.61	61.75	56.82	69.39	37.93

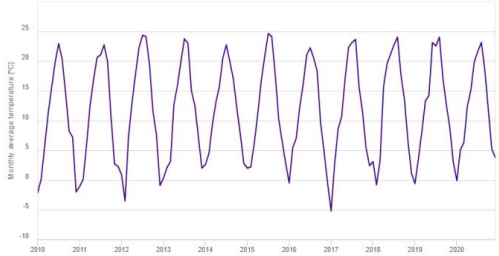
Monthly average diffuse to global ratio



Diffuse/global ratio

Month	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
January	0.68	0.65	0.43	0.72	0.69	0.62	0.54	0.43	0.57	0.55	0.56
February	0.74	0.55	0.56	0.67	0.55	0.47	0.56	0.57	0.58	0.39	0.42
March	0.5	0.43	0.33	0.61	0.41	0.46	0.55	0.38	0.61	0.38	0.39
April	0.48	0.46	0.46	0.4	0.55	0.41	0.42	0.54	0.4	0.44	0.28
May	0.58	0.38	0.41	0.49	0.48	0.46	0.48	0.41	0.39	0.55	0.48
June	0.47	0.48	0.41	0.45	0.44	0.44	0.44	0.36	0.48	0.35	0.54
July	0.45	0.45	0.4	0.36	0.43	0.37	0.42	0.37	0.43	0.42	0.43
August	0.42	0.35	0.34	0.38	0.43	0.37	0.39	0.32	0.35	0.4	0.38
September	0.56	0.33	0.42	0.49	0.52	0.43	0.39	0.46	0.41	0.42	0.39
October	0.42	0.45	0.43	0.42	0.5	0.51	0.58	0.44	0.45	0.41	0.57
November	0.54	0.4	0.6	0.63	0.63	0.45	0.53	0.53	0.49	0.62	0.62
December	0.7	0.63	0.63	0.57	0.52	0.72	0.48	0.55	0.63	0.5	0.7

Monthly average temperature



PVGIS ©European Union, 2001-2023.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Joint Research Centre

Report generated on 2023/10/22

European Commission

Monthly average temperature

Month	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
January	-2.1	-1.1	0.9	0.3	2.6	2	-0.5	-5.2	3.1	-0.6	-0.1
February	0.2	0.1	-3.5	2.1	4.4	2.2	5.4	2.7	-0.8	3.6	5.1
March	5.7	6	7.3	3.1	9.3	6.2	7	8.6	3.2	8.3	6.3
April	11.2	12.6	13	12.7	13	11.1	12.2	10.6	15.6	13.3	12.4
May	15.6	16.9	17.8	15.9	15.7	16.7	16.1	17	19.5	14.2	15.1
June	19.8	20.6	22.2	19.9	20.5	20.8	21	22.3	21.1	23.1	19.9
July	22.9	21	24.3	23.7	22.7	24.6	22.2	23.1	22.7	22.5	21.6
August	20.3	22.7	24.1	23	19.9	24.1	20.5	23.6	24	24	23.1
September	14.5	19.9	19.4	15	17	17.7	18.3	15.6	17.6	17.1	18.5
October	8.2	10.5	11.5	12.5	12.1	10.2	9.5	11.4	13.5	12.6	11.8
November	7.2	2.7	7.6	7.2	7.7	6.4	4.7	5.4	6.5	8.7	5.2
December	-2	2.3	-0.9	2	2.8	2.8	-0.6	2.4	1.2	2.9	3.8

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

It is our goal to minimise disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

For more information, please visit https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en

Joint Research Centre

PVGIS ©European Union, 2001-2023.

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Report generated on 2023/10/22

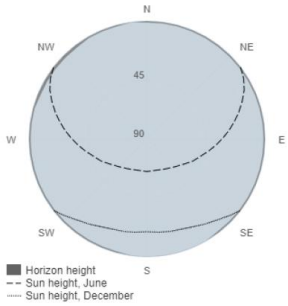
Daily irradiance data

PVGIS-5 geo-temporal irradiation database

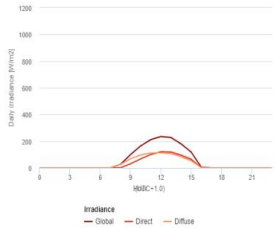
Provided inputs

Latitude/Longitude:	47.533,19.137
Horizon:	Calculated
Database used	PVGIS-SARAH2
Month:	January

Outline of horizon at chosen location:



Daily average irradiance on fixed plane with slope 13° and azimuth 67°

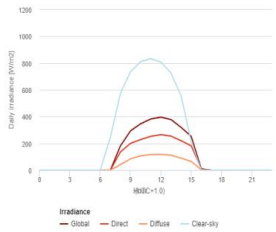


Irradiance on a fixed plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(i)	0	0	0	0	0	0	0	0	27	100	165	212	235	228	180	118	5	0	0	0	0	0	0	0
Gb(i)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	67	100	121	119	96	65	2	0	0	0	0	0	0	0
Gd(i)	0	0	0	0	0	0	0	0	26	69	97	111	113	108	84	53	3	0	0	0	0	0	0	0

G(i): Global irradiance on a fixed plane [W/m2].
Gb(i): Direct irradiance on a fixed plane [W/m2].
Gd(i): Diffuse irradiance on a fixed plane [W/m2].

Daily average irradiance on sun-tracking plane

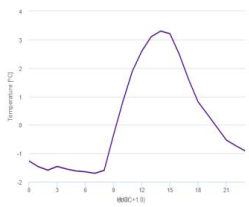


Irradiance on sun-tracking plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(n)	0	0	0	0	0	0	0	0	182	294	346	382	396	378	319	252	9	0	0	0	0	0	0	0
Gb(n)	0	0	0	0	0	0	0	0	136	200	228	253	265	254	220	181	7	0	0	0	0	0	0	0
Gd(n)	0	0	0	0	0	0	0	0	42	85	107	117	118	112	90	65	2	0	0	0	0	0	0	0
Gcs(n)	0	0	0	0	0	0	0	244	574	735	811	833	807	725	555	210	0	0	0	0	0	0	0	0

G(n): Global irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
Gb(n): Direct normal irradiance [W/m2].
Gd(n): Diffuse irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
Gcs(n): Global Clear-sky irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].

Daily average temperature



Daily average temperature

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
T2m	-1.27	-1.47	-1.59	-1.46	-1.55	-1.62	-1.65	-1.7	-1.6	-0.35	0.83	1.89	2.59	3.1	3.3	3.21	2.48	1.59	0.81	0.37	-0.08	-0.53	-0.73	-0.91

T2m: Daily average temperature [°C].

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

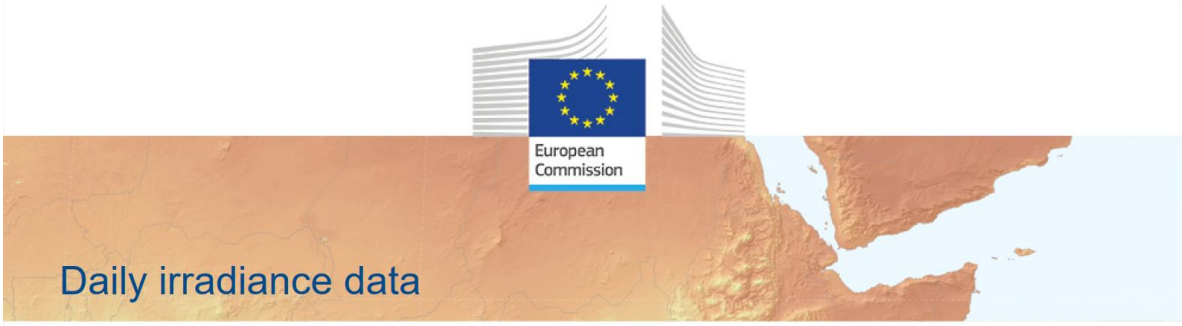
It is our goal to minimise disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

For more information, please visit https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en

PVGIS ©European Union, 2001-2023.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Joint Research Centre

Report generated on 2023/10/22



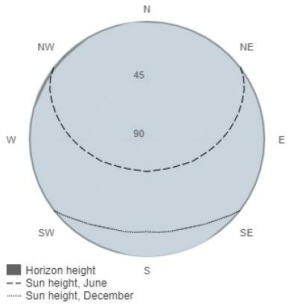
Daily irradiance data

PVGIS-5 geo-temporal irradiation database

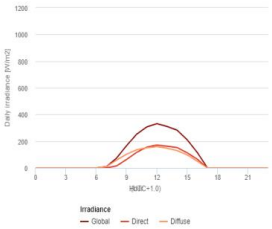
Provided inputs

Latitude/Longitude:	47.533,19.137
Horizon:	Calculated
Database used	PVGIS-SARAH2
Month:	February

Outline of horizon at chosen location:



Daily average irradiance on fixed plane with slope 13° and azimuth 67°

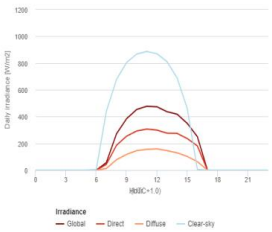


Irradiance on a fixed plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(i)	0	0	0	0	0	0	0	9	73	167	253	307	332	311	283	211	115	0	0	0	0	0	0	0
Gb(i)	0	0	0	0	0	0	0	0	14	63	116	156	171	162	153	113	65	0	0	0	0	0	0	0
Gd(i)	0	0	0	0	0	0	0	9	58	103	136	151	159	148	130	97	49	0	0	0	0	0	0	0

G(i): Global irradiance on a fixed plane [W/m2].
Gb(i): Direct irradiance on a fixed plane [W/m2].
Gd(i): Diffuse irradiance on a fixed plane [W/m2].

Daily average irradiance on sun-tracking plane

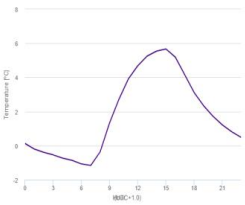


Irradiance on sun-tracking plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(n)	0	0	0	0	0	0	0	56	271	384	453	478	473	437	418	350	250	0	0	0	0	0	0	0
Gb(n)	0	0	0	0	0	0	0	43	185	254	293	307	299	276	275	236	181	0	0	0	0	0	0	0
Gd(n)	0	0	0	0	0	0	0	12	78	118	145	155	159	146	129	102	64	0	0	0	0	0	0	0
Gcs(n)	0	0	0	0	0	0	5	438	677	804	867	887	870	811	689	462	6	0	0	0	0	0	0	0

G(n): Global irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
Gb(n): Direct normal irradiance [W/m2].
Gd(n): Diffuse irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
Gcs(n): Global Clear-sky irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].

Daily average temperature



Daily average temperature

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
T2m	0.13	-0.2	-0.39	-0.54	-0.73	-0.86	-1.07	-1.16	-0.36	1.33	2.72	3.91	4.68	5.25	5.54	5.67	5.19	4.16	3.12	2.35	1.73	1.22	0.82	0.49

T2m: Daily average temperature [°C].

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

It is our goal to minimise disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

For more information, please visit https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en

Joint Research Centre

PVGIS ©European Union, 2001-2023.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Report generated on 2023/10/22

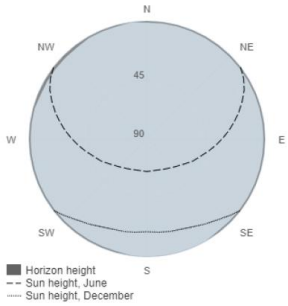
Daily irradiance data

PVGIS-5 geo-temporal irradiation database

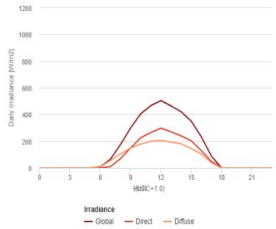
Provided inputs

Latitude/Longitude:	47.533,19.137
Horizon:	Calculated
Database used	PVGIS-SARAH2
Month:	March

Outline of horizon at chosen location:



Daily average irradiance on fixed plane with slope 13° and azimuth 67°

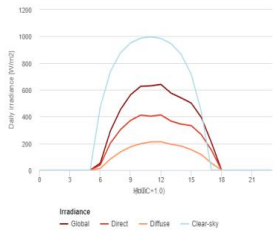


Irradiance on a fixed plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(i)	0	0	0	0	0	0	8	64	175	299	406	467	504	464	421	350	233	87	0	0	0	0	0	0
Gb(i)	0	0	0	0	0	0	0	9	69	149	226	265	298	270	240	204	128	49	0	0	0	0	0	0
Gd(i)	0	0	0	0	0	0	8	55	105	149	179	200	206	193	180	146	104	38	0	0	0	0	0	0

G(i): Global irradiance on a fixed plane [W/m2].
Gb(i): Direct irradiance on a fixed plane [W/m2].
Gd(i): Diffuse irradiance on a fixed plane [W/m2].

Daily average irradiance on sun-tracking plane

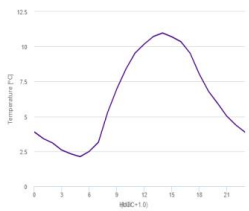


Irradiance on sun-tracking plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(n)	0	0	0	0	0	0	52	292	453	563	626	630	641	576	540	501	394	206	0	0	0	0	0	0
Gb(n)	0	0	0	0	0	0	38	201	303	372	411	403	413	366	344	332	265	149	0	0	0	0	0	0
Gd(n)	0	0	0	0	0	0	12	83	136	174	197	211	212	194	180	153	117	52	0	0	0	0	0	0
Gcs(n)	0	0	0	0	0	0	471	735	876	951	986	996	984	946	866	717	436	0	0	0	0	0	0	0

G(n): Global irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
Gb(n): Direct normal irradiance [W/m2].
Gd(n): Diffuse irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
Gcs(n): Global Clear-sky irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].

Daily average temperature



Daily average temperature

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
T2m	3.89	3.41	3.1	2.59	2.32	2.12	2.5	3.15	5.28	6.96	8.39	9.54	10.18	10.72	10.97	10.7	10.35	9.53	8.04	6.81	5.94	5.02	4.38	3.87

T2m: Daily average temperature [°C].

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

It is our goal to minimise disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

For more information, please visit https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en

PVGIS ©European Union, 2001-2023.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Joint Research Centre

Report generated on 2023/10/22

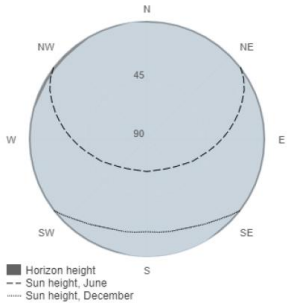
Daily irradiance data

PVGIS-5 geo-temporal irradiation database

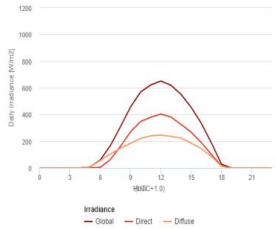
Provided inputs

Latitude/Longitude:	47.533,19.137
Horizon:	Calculated
Database used	PVGIS-SARAH2
Month:	April

Outline of horizon at chosen location:



Daily average irradiance on fixed plane with slope 13° and azimuth 67°

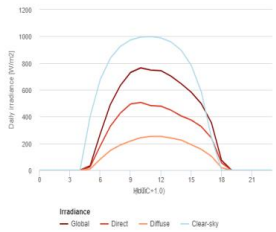


Irradiance on a fixed plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(i)	0	0	0	0	0	7	59	167	309	456	569	622	651	619	550	453	334	186	27	0	0	0	0	0
Gb(i)	0	0	0	0	0	0	4	62	161	271	348	380	403	381	326	267	189	101	14	0	0	0	0	0
Gd(i)	0	0	0	0	0	7	55	104	146	185	220	240	246	237	223	185	144	85	13	0	0	0	0	0

G(i): Global irradiance on a fixed plane [W/m2].
Gb(i): Direct irradiance on a fixed plane [W/m2].
Gd(i): Diffuse irradiance on a fixed plane [W/m2].

Daily average irradiance on sun-tracking plane

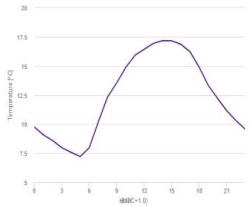


Irradiance on sun-tracking plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(n)	0	0	0	0	0	32	271	491	634	730	764	748	743	702	646	582	496	354	73	0	0	0	0	0
Gb(n)	0	0	0	0	0	23	181	328	427	494	506	482	478	448	405	374	325	240	54	0	0	0	0	0
Gd(n)	0	0	0	0	0	8	81	147	188	218	242	252	252	240	225	191	155	104	18	0	0	0	0	0
Gcs(n)	0	0	0	0	0	400	677	836	926	973	994	999	988	958	896	783	585	243	0	0	0	0	0	0

G(n): Global irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
Gb(n): Direct normal irradiance [W/m2].
Gd(n): Diffuse irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
Gcs(n): Global Clear-sky irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].

Daily average temperature



Daily average temperature

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
T2m	9.75	9.07	8.59	7.97	7.58	7.21	7.97	10.21	12.33	13.55	14.88	15.92	16.42	16.93	17.17	17.15	16.85	16.21	14.87	13.3	12.2	11.15	10.31	9.57

T2m: Daily average temperature [°C].

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

It is our goal to minimise disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

For more information, please visit https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en

PVGIS ©European Union, 2001-2023.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Joint Research Centre

Report generated on 2023/10/22

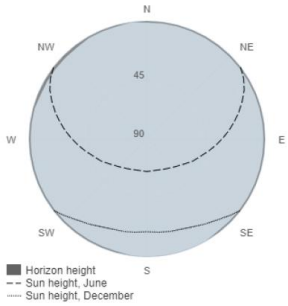
Daily irradiance data

PVGIS-5 geo-temporal irradiation database

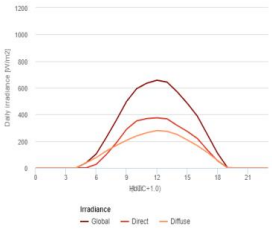
Provided inputs

Latitude/Longitude:	47.533,19.137
Horizon:	Calculated
Database used	PVGIS-SARAH2
Month:	May

Outline of horizon at chosen location:



Daily average irradiance on fixed plane with slope 13° and azimuth 67°

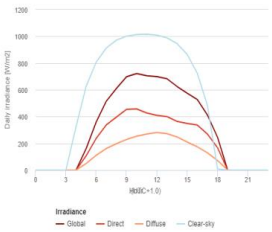


Irradiance on a fixed plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(i)	0	0	0	0	0	38	105	228	359	498	594	635	657	643	570	485	388	249	109	1	0	0	0	0
Gb(i)	0	0	0	0	0	0	27	100	189	290	352	370	375	368	318	274	221	134	53	0	0	0	0	0
Gd(i)	0	0	0	0	0	38	78	127	169	207	240	264	280	274	250	210	167	115	56	1	0	0	0	0

G(i): Global irradiance on a fixed plane [W/m2].
Gb(i): Direct irradiance on a fixed plane [W/m2].
Gd(i): Diffuse irradiance on a fixed plane [W/m2].

Daily average irradiance on sun-tracking plane

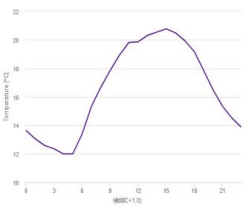


Irradiance on sun-tracking plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(n)	0	0	0	0	0	161	360	516	610	698	721	705	699	683	625	574	527	411	245	0	0	0	0	0
Gb(n)	0	0	0	0	0	107	238	338	397	454	457	427	409	400	364	349	337	269	167	0	0	0	0	0
Gd(n)	0	0	0	0	0	49	111	162	198	229	254	270	281	273	248	210	174	129	72	0	0	0	0	0
Gcs(n)	0	0	0	0	323	626	807	913	971	1001	1014	1016	1008	988	945	864	723	484	8	0	0	0	0	0

G(n): Global irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
Gb(n): Direct normal irradiance [W/m2].
Gd(n): Diffuse irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
Gcs(n): Global Clear-sky irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].

Daily average temperature



Daily average temperature

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
T2m	13.65	13.05	12.59	12.36	12	12	13.39	15.33	16.67	17.85	18.93	19.81	19.86	20.31	20.54	20.76	20.48	19.93	19.17	17.85	16.49	15.36	14.53	13.88

T2m: Daily average temperature [°C].

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

It is our goal to minimise disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

For more information, please visit https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en

Joint Research Centre

PVGIS ©European Union, 2001-2023.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Report generated on 2023/10/22

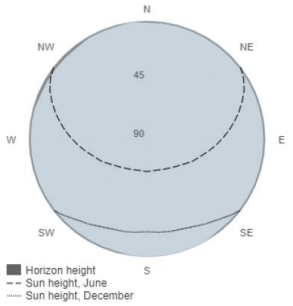
Daily irradiance data

PVGIS-5 geo-temporal irradiation database

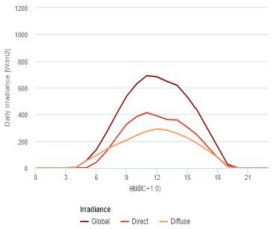
Provided inputs

Latitude/Longitude:	47.533,19.137
Horizon:	Calculated
Database used	PVGIS-SARAH2
Month:	June

Outline of horizon at chosen location:



Daily average irradiance on fixed plane with slope 13° and azimuth 67°

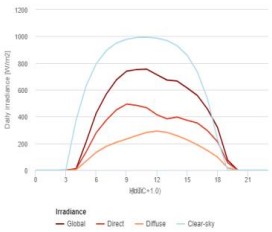


Irradiance on a fixed plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(i)	0	0	0	0	4	53	135	263	403	537	630	691	683	649	619	533	429	295	159	26	0	0	0	0
Gb(i)	0	0	0	0	0	0	41	122	227	327	384	414	390	363	359	305	245	160	79	11	0	0	0	0
Gd(i)	0	0	0	0	4	53	93	139	175	209	244	275	291	284	258	226	183	134	80	15	0	0	0	0

G(i): Global irradiance on a fixed plane [W/m2].
Gb(i): Direct irradiance on a fixed plane [W/m2].
Gd(i): Diffuse irradiance on a fixed plane [W/m2].

Daily average irradiance on sun-tracking plane

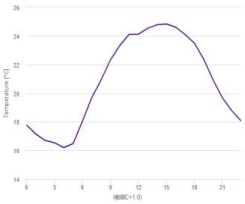


Irradiance on sun-tracking plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(n)	0	0	0	0	10	210	427	569	675	739	752	754	713	673	666	614	558	457	318	74	0	0	0	0
Gb(n)	0	0	0	0	7	136	280	374	451	493	484	466	414	383	396	372	352	295	212	55	0	0	0	0
Gd(n)	0	0	0	0	3	67	133	178	208	233	258	282	293	282	257	226	189	147	97	17	0	0	0	0
Gcs(n)	0	0	0	5	373	631	795	894	950	978	990	993	987	969	930	858	734	534	229	0	0	0	0	0

G(n): Global irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
Gb(n): Direct normal irradiance [W/m2].
Gd(n): Diffuse irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
Gcs(n): Global Clear-sky irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].

Daily average temperature



Daily average temperature

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
T2m	17.78	17.15	16.7	16.54	16.2	16.48	18.04	19.69	20.93	22.32	23.33	24.11	24.12	24.54	24.78	24.83	24.61	24.1	23.5	22.37	20.93	19.68	18.78	18.07

T2m: Daily average temperature [°C].

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

It is our goal to minimise disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

For more information, please visit https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en

PVGIS ©European Union, 2001-2023.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Joint Research Centre

Report generated on 2023/10/22

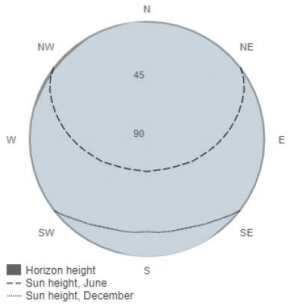
Daily irradiance data

PVGIS-5 geo-temporal irradiation database

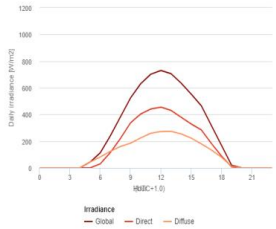
Provided inputs

Latitude/Longitude:	47.533,19.137
Horizon:	Calculated
Database used	PVGIS-SARAH2
Month:	July

Outline of horizon at chosen location:



Daily average irradiance on fixed plane with slope 13° and azimuth 67°

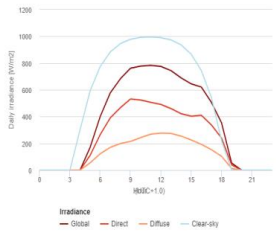


Irradiance on a fixed plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(i)	0	0	0	0	0	44	113	240	383	525	631	702	730	707	636	553	466	317	168	19	0	0	0	0
Gb(i)	0	0	0	0	0	0	30	115	221	338	404	441	455	431	379	329	285	182	88	7	0	0	0	0
Gd(i)	0	0	0	0	0	44	82	124	161	185	225	259	273	274	255	223	180	134	79	11	0	0	0	0

G(i): Global irradiance on a fixed plane [W/m2].
Gb(i): Direct irradiance on a fixed plane [W/m2].
Gd(i): Diffuse irradiance on a fixed plane [W/m2].

Daily average irradiance on sun-tracking plane

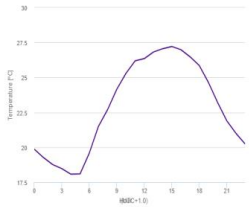


Irradiance on sun-tracking plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(n)	0	0	0	0	0	170	401	578	684	761	777	783	775	744	689	645	621	506	353	52	0	0	0	0
Gb(n)	0	0	0	0	0	111	266	391	467	532	524	507	491	460	422	403	410	337	240	39	0	0	0	0
Gd(n)	0	0	0	0	0	55	123	170	199	215	243	269	277	274	254	226	193	153	104	12	0	0	0	0
Gcs(n)	0	0	0	0	301	592	775	884	946	978	992	995	990	973	936	866	743	541	221	0	0	0	0	0

G(n): Global irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
Gb(n): Direct normal irradiance [W/m2].
Gd(n): Diffuse irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
Gcs(n): Global Clear-sky irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].

Daily average temperature



Daily average temperature

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
T2m	19.87	19.27	18.77	18.48	18.08	18.1	19.58	21.5	22.7	24.15	25.29	26.19	26.35	26.82	27.06	27.22	26.99	26.48	25.86	24.65	23.22	21.91	21.01	20.25

T2m: Daily average temperature [°C].

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

It is our goal to minimise disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

For more information, please visit https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en

PVGIS ©European Union, 2001-2023.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Joint Research Centre

Report generated on 2023/10/22

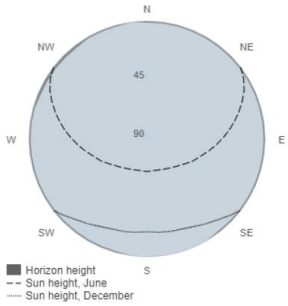
Daily irradiance data

PVGIS-5 geo-temporal irradiation database

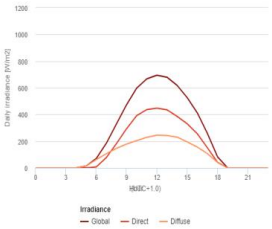
Provided inputs

Latitude/Longitude:	47.533,19.137
Horizon:	Calculated
Database used	PVGIS-SARAH2
Month:	August

Outline of horizon at chosen location:



Daily average irradiance on fixed plane with slope 13° and azimuth 67°

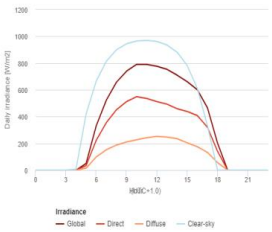


Irradiance on a fixed plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(i)	0	0	0	0	0	14	70	184	330	473	598	668	694	680	618	526	412	258	83	0	0	0	0	0
Gb(i)	0	0	0	0	0	0	7	77	182	293	392	437	447	435	386	330	255	150	42	0	0	0	0	0
Gd(i)	0	0	0	0	0	14	63	106	146	178	205	229	245	243	231	194	156	107	41	0	0	0	0	0

G(i): Global irradiance on a fixed plane [W/m2].
Gb(i): Direct irradiance on a fixed plane [W/m2].
Gd(i): Diffuse irradiance on a fixed plane [W/m2].

Daily average irradiance on sun-tracking plane

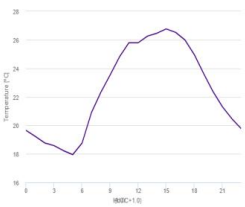


Irradiance on sun-tracking plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(n)	0	0	0	0	0	51	331	523	657	740	790	790	776	753	710	660	601	466	201	0	0	0	0	0
Gb(n)	0	0	0	0	0	34	223	355	451	512	549	535	512	493	459	438	408	320	140	0	0	0	0	0
Gd(n)	0	0	0	0	0	15	99	152	188	211	227	242	252	247	235	204	175	132	56	0	0	0	0	0
Gcs(n)	0	0	0	0	8	420	666	814	899	945	965	970	962	935	881	781	611	332	0	0	0	0	0	0

G(n): Global irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
Gb(n): Direct normal irradiance [W/m2].
Gd(n): Diffuse irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
Gcs(n): Global Clear-sky irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].

Daily average temperature



Daily average temperature

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
T2m	19.65	19.23	18.77	18.58	18.23	17.95	18.76	20.89	22.31	23.53	24.8	25.79	25.79	26.26	26.46	26.76	26.52	25.99	24.96	23.63	22.37	21.31	20.48	19.78

T2m: Daily average temperature [°C].

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

It is our goal to minimise disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

For more information, please visit https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en

PVGIS ©European Union, 2001-2023.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Joint Research Centre

Report generated on 2023/10/22

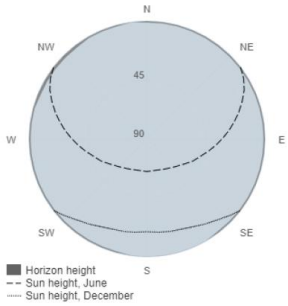
Daily irradiance data

PVGIS-5 geo-temporal irradiation database

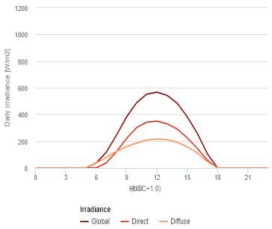
Provided inputs

Latitude/Longitude:	47.533,19.137
Horizon:	Calculated
Database used	PVGIS-SARAH2
Month:	September

Outline of horizon at chosen location:



Daily average irradiance on fixed plane with slope 13° and azimuth 67°

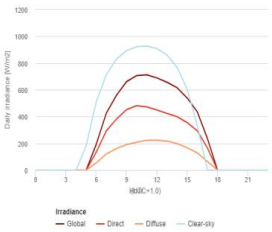


Irradiance on a fixed plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(i)	0	0	0	0	0	0	37	118	246	382	489	553	568	544	485	383	259	105	0	0	0	0	0	0
Gb(i)	0	0	0	0	0	0	0	38	121	221	302	343	350	331	292	225	146	57	0	0	0	0	0	0
Gd(i)	0	0	0	0	0	0	37	79	123	160	186	209	216	212	193	157	112	48	0	0	0	0	0	0

G(i): Global irradiance on a fixed plane [W/m2].
Gb(i): Direct irradiance on a fixed plane [W/m2].
Gd(i): Diffuse irradiance on a fixed plane [W/m2].

Daily average irradiance on sun-tracking plane

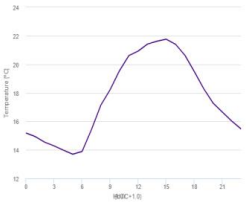


Irradiance on sun-tracking plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(n)	0	0	0	0	0	0	193	426	559	661	707	712	689	657	616	539	435	235	0	0	0	0	0	0
Gb(n)	0	0	0	0	0	0	134	293	381	452	482	473	449	424	400	355	293	166	0	0	0	0	0	0
Gd(n)	0	0	0	0	0	0	54	120	161	191	208	223	224	217	198	167	129	64	0	0	0	0	0	0
Gcs(n)	0	0	0	0	0	180	510	713	830	893	922	927	909	861	768	605	331	0	0	0	0	0	0	0

G(n): Global irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
Gb(n): Direct normal irradiance [W/m2].
Gd(n): Diffuse irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
Gcs(n): Global Clear-sky irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].

Daily average temperature



Daily average temperature

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
T2m	15.19	14.93	14.54	14.28	13.98	13.7	13.89	15.42	17.13	18.22	19.55	20.61	20.93	21.42	21.62	21.76	21.4	20.63	19.49	18.3	17.29	16.65	16.02	15.47

T2m: Daily average temperature [°C].

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

It is our goal to minimise disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

For more information, please visit https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en

PVGIS ©European Union, 2001-2023.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Joint Research Centre

Report generated on 2023/10/22

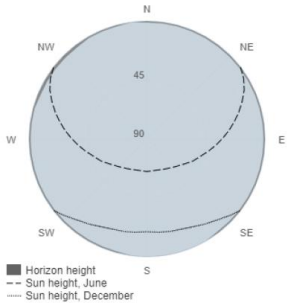
Daily irradiance data

PVGIS-5 geo-temporal irradiation database

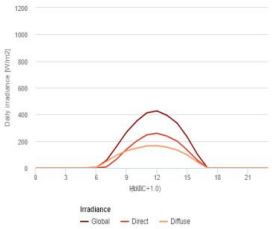
Provided inputs

Latitude/Longitude:	47.533,19.137
Horizon:	Calculated
Database used	PVGIS-SARAH2
Month:	October

Outline of horizon at chosen location:



Daily average irradiance on fixed plane with slope 13° and azimuth 67°

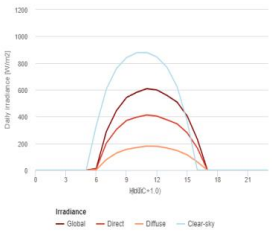


Irradiance on a fixed plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(i)	0	0	0	0	0	0	3	55	159	268	350	412	427	394	335	231	103	0	0	0	0	0	0	0
Gb(i)	0	0	0	0	0	0	0	7	64	140	201	247	260	238	201	133	58	0	0	0	0	0	0	0
Gd(i)	0	0	0	0	0	0	3	48	95	128	148	164	167	155	134	98	45	0	0	0	0	0	0	0

G(i): Global irradiance on a fixed plane [W/m2].
Gb(i): Direct irradiance on a fixed plane [W/m2].
Gd(i): Diffuse irradiance on a fixed plane [W/m2].

Daily average irradiance on sun-tracking plane

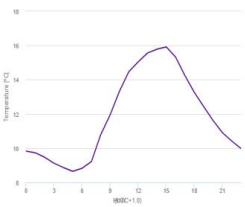


Irradiance on sun-tracking plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(n)	0	0	0	0	0	0	12	288	445	543	581	609	599	558	508	404	231	0	0	0	0	0	0	0
Gb(n)	0	0	0	0	0	0	9	202	304	371	396	412	404	376	346	278	165	0	0	0	0	0	0	0
Gd(n)	0	0	0	0	0	0	3	79	128	156	169	179	178	166	146	114	61	0	0	0	0	0	0	0
Gcs(n)	0	0	0	0	0	0	333	606	759	841	877	879	846	769	624	364	0	0	0	0	0	0	0	0

G(n): Global irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
Gb(n): Direct normal irradiance [W/m2].
Gd(n): Diffuse irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
Gcs(n): Global Clear-sky irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].

Daily average temperature



Daily average temperature

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
T2m	9.83	9.73	9.47	9.12	8.87	8.65	8.83	9.22	10.8	11.95	13.33	14.47	15.04	15.56	15.78	15.92	15.32	14.24	13.26	12.43	11.62	10.91	10.42	9.98

T2m: Daily average temperature [°C].

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

It is our goal to minimise disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

For more information, please visit https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en

Joint Research Centre

PVGIS ©European Union, 2001-2023.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Report generated on 2023/10/22

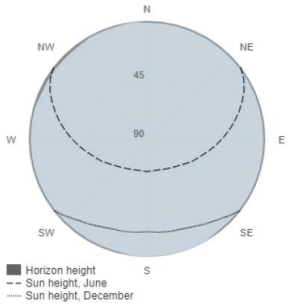
Daily irradiance data

PVGIS-5 geo-temporal irradiation database

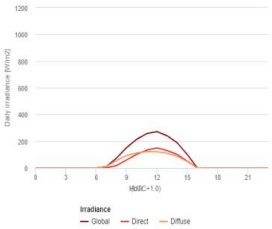
Provided inputs

Latitude/Longitude:	47.533,19.137
Horizon:	Calculated
Database used	PVGIS-SARAH2
Month:	November

Outline of horizon at chosen location:



Daily average irradiance on fixed plane with slope 13° and azimuth 67°

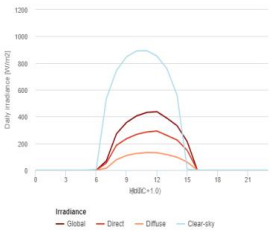


Irradiance on a fixed plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(i)	0	0	0	0	0	0	0	10	73	152	214	257	272	241	189	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Gb(i)	0	0	0	0	0	0	0	0	18	59	102	134	150	130	101	52	0	0	0	0	0	0	0	0
Gd(i)	0	0	0	0	0	0	0	10	55	92	112	123	122	110	88	49	0	0	0	0	0	0	0	0

G(i): Global irradiance on a fixed plane [W/m2].
Gb(i): Direct irradiance on a fixed plane [W/m2].
Gd(i): Diffuse irradiance on a fixed plane [W/m2].

Daily average irradiance on sun-tracking plane

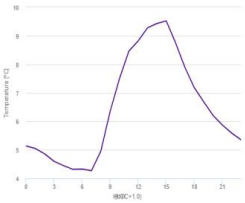


Irradiance on sun-tracking plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(n)	0	0	0	0	0	0	0	69	271	357	406	431	437	388	332	213	0	0	0	0	0	0	0	0
Gb(n)	0	0	0	0	0	0	0	53	186	235	267	285	292	259	225	148	0	0	0	0	0	0	0	0
Gd(n)	0	0	0	0	0	0	0	15	78	110	125	132	130	116	97	60	0	0	0	0	0	0	0	0
Gcs(n)	0	0	0	0	0	0	6	535	744	847	891	893	853	756	560	7	0	0	0	0	0	0	0	0

G(n): Global irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
Gb(n): Direct normal irradiance [W/m2].
Gd(n): Diffuse irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
Gcs(n): Global Clear-sky irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].

Daily average temperature



Daily average temperature

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
T2m	5.14	5.05	4.86	4.6	4.45	4.32	4.33	4.27	4.95	6.35	7.5	8.46	8.82	9.28	9.43	9.52	8.75	7.89	7.18	6.69	6.21	5.87	5.59	5.35

T2m: Daily average temperature [°C].

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

It is our goal to minimise disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

For more information, please visit https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en

PVGIS ©European Union, 2001-2023.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Joint Research Centre

Report generated on 2023/10/22

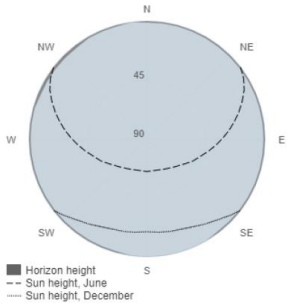
Daily irradiance data

PVGIS-5 geo-temporal irradiation database

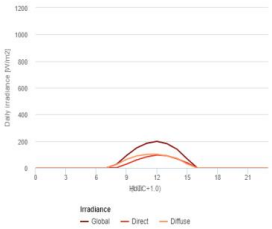
Provided inputs

Latitude/Longitude:	47.533,19.137
Horizon:	Calculated
Database used	PVGIS-SARAH2
Month:	December

Outline of horizon at chosen location:



Daily average irradiance on fixed plane with slope 13° and azimuth 67°

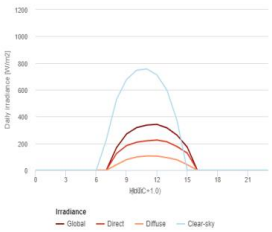


Irradiance on a fixed plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(i)	0	0	0	0	0	0	0	0	27	93	150	185	199	182	139	67	0	0	0	0	0	0	0	0
Gb(i)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	29	60	83	96	91	68	38	0	0	0	0	0	0	0	0
Gd(i)	0	0	0	0	0	0	0	0	25	64	90	101	102	90	71	29	0	0	0	0	0	0	0	0

G(i): Global irradiance on a fixed plane [W/m2].
Gb(i): Direct irradiance on a fixed plane [W/m2].
Gd(i): Diffuse irradiance on a fixed plane [W/m2].

Daily average irradiance on sun-tracking plane

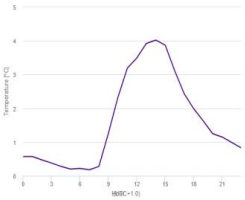


Irradiance on sun-tracking plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(n)	0	0	0	0	0	0	0	0	167	270	318	337	342	316	261	172	0	0	0	0	0	0	0	0
Gb(n)	0	0	0	0	0	0	0	0	124	183	209	219	225	212	176	128	0	0	0	0	0	0	0	0
Gd(n)	0	0	0	0	0	0	0	0	40	79	99	106	105	94	77	41	0	0	0	0	0	0	0	0
Gcs(n)	0	0	0	0	0	0	0	228	527	678	746	756	712	597	368	0	0	0	0	0	0	0	0	0

G(n): Global irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
Gb(n): Direct normal irradiance [W/m2].
Gd(n): Diffuse irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
Gcs(n): Global Clear-sky irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].

Daily average temperature



Daily average temperature

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
T2m	0.57	0.57	0.47	0.38	0.28	0.2	0.22	0.18	0.28	1.26	2.32	3.19	3.49	3.92	4.02	3.87	3.11	2.43	1.99	1.63	1.25	1.15	0.99	0.83

T2m: Daily average temperature [°C].

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

It is our goal to minimise disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

For more information, please visit https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en

Joint Research Centre

PVGIS ©European Union, 2001-2023.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Report generated on 2023/10/22

Épület: VEIKI-VNL Kft.
1158 Budapest
Vasgolyó utca 2-4. H épület
Hrsz: 83161/17
Megrendelő: MATE Energetikai szimulacio
Tervező: Sára András
1154 Budapest, Bezerédj Pál utca 23
andras.sara@gmail.com
Dátum: 2023. 10. 13.
Megjegyzés: építés éve 1959-1960

H épület

Téli hőveszteség: 38.9 kW

Energetikai számítás
Fűtött térfogatot határoló felület: 530.4 m^2
Számított fajlagos veszteség: 1.442 W/m^3K
Használat jellege: folyamatos
Fűtött épület(rész) térfogat: 645.9 m^3
Megengedett fajlagos veszteség: 0.301 W/m^3K

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

Helyiségek:

Helyiség neve	Csoport neve	Funkciója	Épületrész neve	Zóna	A [m^2]	V [m^3]	t_i [°C]	Q_i [W]	q_i [W/m^2]	q_i [W/m^3]	Q_{int} [W]	Q_{emy} [W]	A_k [m^2]	G_A [kg/m^2]	$H_{T,e}$ [W/K]	$H_{T,ue}$ [W/K]	$H_{T,g}$ [W/K]	$H_{T,j}$ [W/K]
H001		Laboratórium			80,52	563,64	20	29586	367,4	52,5	29586	0	390,92	2172,2	692,0	0,0	0,0	0,0
H002		Iroda			6,28	43,96	21	2644	421,0	60,1	2644	0	36,08	2408,4	68,8	0,0	0,0	0,0
H003		WC			1,3	9,1	18	1563	1202,3	171,8	1563	0	19,12	6508,8	46,4	0,0	0,0	0,0
H004		Kazán			9,3	65,1	15	4187	450,2	64,3	4187	0	63,05	2748,8	128,2	0,0	0,0	0,0
H005		Kompresszor			2,72	19,04	15	151	55,5	7,9	151	0	5,44	695	1,7	0,0	0,0	0,0
H006		Gázfogadó			2,87	20,09	10	781	272,1	38,9	781	0	15,82	2000,5	29,1	0,0	0,0	0,0

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	típus	tájolás	Hajlásszög [°]	U [W/m^2K]	U* [W/m^2K]	A [m^2]	Ψ [W/mK]	L [m]	AU*+LΨ [W/K]	$A_{ü}$ [m^2]	Q_{sd} [W]	Q_{sd} [kWh/a]	Q_{sd0} [kWh/a]	$Q_{sdnyár}$ [W]	m [t]	m_t [t]
külső fal	külső fal	ÉK	függőleges	2,759	2,759	40,1	-	-	110,66	0,0	0	0,0	0,0	0	36,7	20,0
külső ajtó személy	ajtó (külső)	ÉK	függőleges	2,5	2,5	1,9	-	-	4,725	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
külső fal	külső fal	DK	függőleges	2,759	2,759	83,1	-	-	229,19	0,0	0	0,0	0,0	0	76,0	41,5
ajtó nagy	kapu (külső, üv	DK	függőleges	2,8	2,8	6,8	-	-	18,928	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
ablak nagy	homlokzati üve	DK	függőleges	3	2,7618	31,2	-	-	86,167	29,6	696	2579,1	8059,0	1827	0,0	0,0
külső fal	külső fal	DNY	függőleges	2,759	2,759	34,9	-	-	96,262	0,0	0	0,0	0,0	0	31,9	17,4
külső ajtó személy	ajtó (külső)	DNY	függőleges	2,5	2,5	3,8	-	-	9,45	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
ablak kicsi	ablak (külső, fa	DNY	függőleges	3	3	0,8	-	-	2,43	0,4	10	35,2	112,1	54	0,0	0,0
külső fal	külső fal	ÉNY	függőleges	2,759	2,759	121,9	-	-	336,43	0,0	0	0,0	0,0	0	111,6	60,8
tető	tető		vízszintes	0,627	0,627	103,0	-	-	64,575	0,0	0	0,0	0,0	0	40,8	39,7
padló	padló (talajra f			-	-	103,0	1,25	0,0	-	0,0	0	0,0	0,0	0	102,4	38,1

Épület: VEIKI-VNL Kft.
1158 Budapest
Vasgolyó utca 2-4. H épület
Hrsz: 83161/17
Megrendelő: MATE Energetikai szimulacio
Tervező: Sára András
1154 Budapest, Bezerédj Pál utca 23
andras.sara@gmail.com
Dátum: 2023. 10. 13.
Megjegyzés: építés éve 1959-1960

H001 Laboratórium

Alapterület:	80.5 m^2	Épület neve:	H épület	
Térfogat:	563.6 m^3	Belmagasság:	7.0 m	
Szerkezet tömege:	174904 kg	Hőtároló tömeg:	187622 kg	
Mértékadó hőmérséklet télen:	20.0 °C	Külső hőmérséklet:	-15.0 °C	
Korrekciós tényező:	1.00	Transzmissziós veszteség:	24220 W	
Filtrációs mód: Légcsereszám alapján		Belépő levegő hőmérséklete:	-15.0 °C	
Légcsereszám:	0.80 1/h	Filtrációs hőveszteség:	5366 W	
		Hőveszteség összesen:	**29586 W**	

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	típus -	db -	x [m]	y [m]	A [m^2]	-A [m^2]	A_{sz} [m^2]	U [W/m^2K]	ΔU_{tb} W/m^2K	U+ΔU_{tb} [W/m^2K]	U* [W/m^2K]	Ψ [W/mK]	Q_t [W]	túloldal [-]	m [kg/m^2]	m_t [kg/m^2]	tájolás -	benapozás -	hajlásszög -	t_{et} [°C]	B_u -	Q_{sd} [W]	Q_{sd} [kWh/a]	$Q_{sdnyár}$ [W]	Q_{sdmin} [W]	Q_{sdmin} [kWh/a]	Q_{sd0} [kWh/a]	ΔΨ [W]	Ü [%]	CAD ID -
külső fal	külső fal	1	13,42	7	93,94	37,96	56,0	2,76	-	2,76	2,759	-	5406	-	915	499	132° (DK)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
külső fal	külső fal	1	13,42	7	93,94	0	93,9	2,76	-	2,76	2,759	-	9071	-	915	499	312° (ÉNY)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
ablak nagy	homlokzati üvc	3	2,6	4	31,2	0	31,2	3	-	3	2,7618	-	3276	-	0	0	132° (DK)	teljes	függőleges	-15	-	1978,8	8059,0	1827,2	696,2	2579,1	8059,0	0,000	95	
külső fal	külső fal	1	6	7	42	1,89	40,1	2,76	-	2,76	2,759	-	3873	-	915	499	42° (ÉK)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
külső ajtó személy	ajtó (külső)	1	0,9	2,1	1,89	0	1,9	2,5	-	2,5	2,5	-	165	-	0	0	42° (ÉK)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
ajtó nagy	kapu (külső, ü	1	2,6	2,6	6,76	0	6,8	2,8	-	2,8	2,8	-	662	-	0	0	132° (DK)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
közfal	belső fal (fűtöt	1	36	7	252	0	252,0	2,16	-	2,16	-	-	-	fűtött	254	127	-	-	-	20	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
padló	padló (talajra f	1	-	-	80,52	0	80,5	-	-	-	-	1,25	-	-	994	370	-	-	-	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
tető	tető	1	80,52	1	80,52	0	80,5	0,627	-	0,627	0,627	-	1767	-	396	385	-	-	vízszintes	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	

H002 Iroda

Alapterület:	6.3 m^2	Épület neve:	H épület
Álmennyezet magasság:	2.7 m	Belmagasság:	7.0 m
Térfogat:	44.0 m^3		
Térfogat álmennyezettel:	17.0 m^3		
Szerkezet tömege:	15125 kg	Hőtároló tömeg:	16478 kg
Mértékadó hőmérséklet télen:	21.0 °C	Külső hőmérséklet:	-15.0 °C
Korrekciós tényező:	1.00	Transzmissziós veszteség:	2478 W
Filtrációs mód: Légcsereszám alapján		Belépő levegő hőmérséklete:	-15.0 °C
Légcsereszám:	0.80 1/h	Filtrációs hőveszteség:	166 W
		Hőveszteség összesen:	**2644 W**

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	típus -	db -	x [m]	y [m]	A [m^2]	-A [m^2]	A_{sz} [m^2]	U [W/m^2K]	ΔU_{tb} W/m^2K	U+ΔU_{tb} [W/m^2K]	U* [W/m^2K]	Ψ [W/mK]	Q_t [W]	túloldal [-]	m [kg/m^2]	m_t [kg/m^2]	tájolás -	benapozás -	hajlásszög -	t_{et} [°C]	B_u -	Q_{sd} [W]	Q_{sd} [kWh/a]	$Q_{sdnyár}$ [W]	Q_{sdmin} [W]	Q_{sdmin} [kWh/a]	Q_{sd0} [kWh/a]	ΔΨ [W]	Ü [%]	CAD ID -
külső fal	külső fal	1	2,37	7	16,59	0	16,6	2,76	-	2,76	2,759	-	1648	-	915	499	132° (DK)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
külső fal	külső fal	1	0,99	7	6,93	0	6,9	2,76	-	2,76	2,759	-	688	-	915	499	222° (DNY)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
tető	tető	1	6,28	1	6,28	0	6,3	0,627	-	0,627	0,627	-	142	-	396	385	-	-	vízszintes	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
padló	padló (talajra f	1	-	-	6,28	0	6,3	-	-	-	-	1,25	-	-	994	370	-	-	-	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	

H003 WC

Alapterület:	1.3 m²	Épület neve:	H épület
Álmennyezet magasság:	2.7 m	Belmagasság:	7.0 m
Térfogat:	9.1 m³		
Térfogat álmennyezettel:	3.5 m³		
Szerkezet tömege:	8461 kg	Hőtároló tömeg:	9225 kg
Mértékadó hőmérséklet télen:	18.0 °C	Külső hőmérséklet:	-15.0 °C
Korrekciós tényező:	1.00	Transzmissziós veszteség:	1531 W
Filtrációs mód: Légcsereszám alapján		Belépő levegő hőmérséklete:	-15.0 °C
Légcsereszám:	0.80 1/h	Filtrációs hőveszteség:	32 W
		Hőveszteség összesen:	**1563 W**

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	típus -	db -	x [m]	y [m]	A [m²]	-A [m²]	A_{sz} [m²]	U [W/m²K]	ΔU_{tb} W/m²K	$U+\Delta U_{tb}$ [W/m²K]	U* [W/m²K]	Ψ [W/mK]	Q_t [W]	túloldal [-]	m [kg/m²]	m_t [kg/m²]	tájolás -	benapozás -	hajlásszög -	t_{et} [°C]	B_u -	Q_{sd} [W]	Q_{sd} [kWh/a]	$Q_{sdnyár}$ [W]	Q_{sdmin} [W]	Q_{sdmin} [kWh/a]	Q_{sd0} [kWh/a]	ΔΨ [W]	Ü [%]	CAD ID -
külső fal	külső fal	1	1,5	7	10,5	0	10,5	2,76	-	2,76	2,759	-	956	-	915	499	132° (DK)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
külső fal	külső fal	1	0,86	7	6,02	0	6,0	2,76	-	2,76	2,759	-	548	-	915	499	22° (DNY)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
padló	padló (talajra f	1	-	-	1,3	0	1,3	-	-	-	-	1,25	-	-	994	370	-	-	-	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
tető	tető	1	1,3	1	1,3	0	1,3	0,627	-	0,627	0,627	-	27	-	396	385	-	-	vízszintes	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	

H004 Kazán

Alapterület:	9.3 m²	Épület neve:	H épület
Álmennyezet magasság:	4.5 m	Belmagasság:	7.0 m
Térfogat:	65.1 m³		
Térfogat álmennyezettel:	41.9 m³		
Szerkezet tömege:	25564 kg	Hőtároló tömeg:	27855 kg
Mértékadó hőmérséklet télen:	15.0 °C	Külső hőmérséklet:	-15.0 °C
Korrekciós tényező:	1.00	Transzmissziós veszteség:	3846 W
Filtrációs mód: Légcsereszám alapján		Belépő levegő hőmérséklete:	-15.0 °C
Légcsereszám:	0.80 1/h	Filtrációs hőveszteség:	341 W
		Hőveszteség összesen:	**4187 W**

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	típus -	db -	x [m]	y [m]	A [m²]	-A [m²]	A_{sz} [m²]	U [W/m²K]	ΔU_{tb} W/m²K	$U+\Delta U_{tb}$ [W/m²K]	U* [W/m²K]	Ψ [W/mK]	Q_t [W]	túloldal [-]	m [kg/m²]	m_t [kg/m²]	tájolás -	benapozás -	hajlásszög -	t_{et} [°C]	B_u -	Q_{sd} [W]	Q_{sd} [kWh/a]	$Q_{sdnyár}$ [W]	Q_{sdmin} [W]	Q_{sdmin} [kWh/a]	Q_{sd0} [kWh/a]	ΔΨ [W]	Ü [%]	CAD ID -
külső fal	külső fal	1	4	7	28	0	28,0	2,76	-	2,76	2,759	-	2318	-	915	499	12° (ÉNY)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
külső fal	külső fal	1	2,35	7	16,45	2,7	13,7	2,76	-	2,76	2,759	-	1138	-	915	499	22° (DNY)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
külső ajtó személy	ajtó (külső)	1	0,9	2,1	1,89	0	1,9	2,5	-	2,5	2,5	-	142	-	0	0	22° (DNY)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
ablak kicsi	ablak (külső, fa	1	0,9	0,9	0,81	0	0,8	3	-	3	3	-	73	-	0	0	22° (DNY)	teljes	függőleges	-15	-	27,8	112,1	54,0	9,5	35,2	112,1	0,000	50	
padló	padló (talajra f	1	-	-	9,3	0	9,3	-	-	-	-	1,25	-	-	994	370	-	-	-	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
tető	tető	1	9,3	1	9,3	0	9,3	0,627	-	0,627	0,627	-	175	-	396	385	-	-	vízszintes	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	

H005 Kompresszor

Alapterület:	2.7 m²	Épület neve:	H épület
Álmennyezet magasság:	4.5 m	Belmagasság:	7.0 m
Térfogat:	19.0 m³		
Térfogat álmennyezettel:	12.2 m³		
Szerkezet tömege:	1890 kg	Hőtároló tömeg:	2054 kg
Mértékadó hőmérséklet télen:	15.0 °C	Külső hőmérséklet:	-15.0 °C
Korrekciós tényező:	1.00	Transzmissziós veszteség:	51 W
Filtrációs mód: Légcsereszám alapján		Belépő levegő hőmérséklete:	-15.0 °C
Légcsereszám:	0.80 1/h	Filtrációs hőveszteség:	100 W
		Hőveszteség összesen:	**151 W**

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	típus -	db -	x [m]	y [m]	A [m²]	-A [m²]	A_{sz} [m²]	U [W/m²K]	ΔU_{tb} W/m²K	U+ΔU_{tb} [W/m²K]	U* [W/m²K]	Ψ [W/mK]	Q_t [W]	túloldal [-]	m [kg/m²]	m_t [kg/m²]	tájolás -	benapozás -	hajlásszög -	t_{et} [°C]	B_u -	Q_{sd} [W]	Q_{sd} [kWh/a]	$Q_{sdnyár}$ [W]	Q_{sdmin} [W]	Q_{sdmin} [kWh/a]	Q_{sd0} [kWh/a]	ΔΨ [W]	Ü [%]	CAD ID -
tető	tető	1	2,72	1	2,72	0	2,7	0,627	-	0,627	0,627	-	51	-	396	385	-	-	vízszintes	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
padló	padló (talajra f	1	-	-	2,72	0	2,7	-	-	-	-	1,25	-	-	994	370	-	-	-	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	

H006 Gázfogadó

		Épület neve:	H épület
Alapterület:	2.9 m²	Belmagasság:	7.0 m
Álmennyezet magasság:	2.7 m		
Térfogat:	20.1 m³		
Térfogat álmennyezettel:	7.7 m³		
Szerkezet tömege:	5742 kg	Hőtároló tömeg:	6254 kg
Mértékadó hőmérséklet télen:	10.0 °C	Külső hőmérséklet:	-15.0 °C
Korrekciós tényező:	1.00	Transzmissziós veszteség:	728 W
Filtrációs mód: Légcsereszám alapján		Belépő levegő hőmérséklete:	-15.0 °C
Légcsereszám:	0.80 1/h	Filtrációs hőveszteség:	53 W
		Hőveszteség összesen:	**781 W**

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	típus -	db -	x [m]	y [m]	A [m²]	-A [m²]	A_{sz} [m²]	U [W/m²K]	ΔU_{tb} W/m²K	U+ΔU_{tb} [W/m²K]	U* [W/m²K]	Ψ [W/mK]	Q_t [W]	túloldal [-]	m [kg/m²]	m_t [kg/m²]	tájolás -	benapozás -	hajlásszög -	t_{et} [°C]	B_u -	Q_{sd} [W]	Q_{sd} [kWh/a]	$Q_{sdnyár}$ [W]	Q_{sdmin} [W]	Q_{sdmin} [kWh/a]	Q_{sd0} [kWh/a]	ΔΨ [W]	Ü [%]	CAD ID -
külső fal	külső fal	1	1,44	7	10,08	1,89	8,2	2,76	-	2,76	2,759	-	565	-	915	499	22° (DNY)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
külső ajtó személy	ajtó (külső)	1	0,9	2,1	1,89	0	1,9	2,5	-	2,5	2,5	-	118	-	0	0	22° (DNY)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
padló	padló (talajra f	1	-	-	2,87	0	2,9	-	-	-	-	1,25	-	-	994	370	-	-	-	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
tető	tető	1	2,87	1	2,87	0	2,9	0,627	-	0,627	0,627	-	45	-	396	385	-	-	vízszintes	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	

Épület: VEIKI-VNL Kft.
1158 Budapest
Vasgolyó utca 2-4. H épület
Hrsz: 83161/17
Megrendelő: MATE Energetikai szimulacio
Tervező: Sára András
1154 Budapest, Bezerédj Pál utca 23
andras.sara@gmail.com
Dátum: 2023. 10. 13.
Megjegyzés: építés éve 1959-1960

ablak kicsi

Típusa:	ablak (külső, fém)
x méret:	0,9 m
y méret:	0,9 m
Hőátbocsátási tényező:	3.000 W/m^{2}K
Megengedett értéke:	1.400 W/m^{2}K

A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Üvegezési arány:	50 %

ablak nagy

Típusa:	homlokzati üvegfal
x méret:	2,6 m
y méret:	4 m
Hőátbocsátási tényező:	3.000 W/m^{2}K
Megengedett értéke:	1.400 W/m^{2}K

A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Üvegezési arány:	95 %
Üvegezés g értéke:	0.870
Éjszaka társított szerkezet hőv. ellen.:	0.120 m^{2}K/W
Árnyékolás módja nyáron:	belső
Árnyékolás napteny ezője nyáron:	0.450

ajtó beltéri 110

Típusa:	ajtó (belső, fűtött terek közt)
x méret:	1,1 m
y méret:	2,05 m
Hőátbocsátási tényező:	3.000 W/m^{2}K

ajtó beltéri 70

Típusa:	ajtó (belső, fűtött terek közt)
x méret:	0,7 m
y méret:	2,1 m
Hőátbocsátási tényező:	3.000 W/m^{2}K

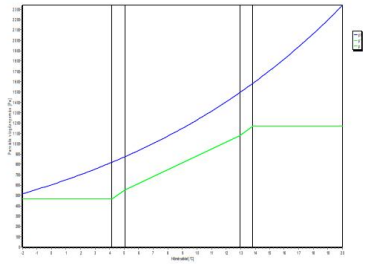
ajtó nagy

Típusa:	kapu (külső, üvegezetlen)
x méret:	2,6 m
y méret:	2,65 m
Hőátbocsátási tényező:	2.800 W/m^{2}K
Megengedett értéke:	1.800 W/m^{2}K

A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

közfal

Típusa: belső fal (fűtött terek közt)
Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 2.157 W/m²K
Hőátbocsátási tényező: 2.157 W/m²K
Csillapítási tényező: 6.14
Késleltetés: 5.2 h
Fajlagos tömeg: 254 kg/m²
Fajlagos hőtároló tömeg: 127 / 127 kg/m²
Légállapot kívül: -2.0 °C 90 %
Légállapot belül: 20.0 °C 50 %
Hőátadási ellenállás kívül: 0.13 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]	δ g/msMPa	R_v m²sMPa/g	μ -	Sd [m]	c [kJ/kgK]	ρ [kg/m³]	kiszell. réteg?	t_e [°C]	t_i [°C]	φ_e [%]	φ_i [%]	p_e [Pa]	p_i [Pa]	φ_A [%]	ω_K [%]	ω_e [%]	G [g/m²]	G_c [g/m²]	g [10⁻⁶g/m²s]	F_T*F_m*F_a [-]
mészvakolat	1	1,5	0,81	0,018519	0,024	0,625	0	0	0,92	1650	-	4,1677	5,0463	57	63	465	555	60	0	0	0	0	144,22	
kism. tömör agyagtégla	2	12	0,72	0,16667	0,033	3,6364	0	0	0,88	1700	-	5,0463	12,954	63	72	555	1079	70	0,2	0,24993	101,9	0	144,22	
mészvakolat	3	1,5	0,81	0,018519	0,024	0,625	0	0	0,92	1650	-	12,954	13,832	72	74	1079	1169	73	0	0	0	0	144,22	

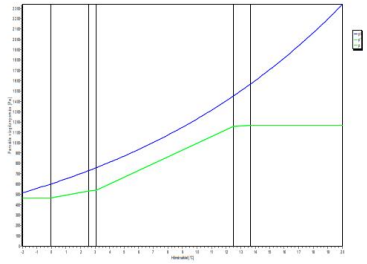
Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

külső ajtó személy

Típusa: ajtó (külső)
x méret: 0,9 m
y méret: 2,1 m
Hőátbocsátási tényező: 2.500 W/m²K
Megengedett értéke: 1.450 W/m²K
A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

külső fal

Típusa: külső fal
Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 2.207 W/m²K
Megengedett értéke: 0.240 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
Eredő hőátbocsátási tényező: 2.759 W/m²K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 25 %
Csillapítási tényező: 18.18
Késleltetés: 10.6 h
Fajlagos tömeg: 915 kg/m²
Fajlagos hőtároló tömeg: 499 kg/m²
Felületi légállapot -15 °C-nál: 10.0 °C 95 %
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	No.	d	λ	R	δ	R_v	μ	Sd	c	ρ	kiszell.	t_e	t_i	φ_e	φ_i	p_e	p_i	$\varphi_{Á}$	ω_k	ω_e	G	G_c	g	F_T*F_m*F_a
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	[m^2K/W]	g/msMPa	m^2sMPa/g	-	[m]	[kJ/kgK]	[kg/m^3]	réteg?	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[Pa]	[Pa]	[%]	[%]	[%]	[g/m^2]	[g/m^2]	[10^{-6}g/m^2s]	[-]
klinker tégla	1	7	0,93	0,05415	0,017	4,1176	0	0	0,88	2050	-	-0,058007	2,571	77	73	465	532	75	0,28	0,40138	174,2	0	16,425	
Cementvakolat	2	1	0,93	0,010753	0,022	0,45455	0	0	0,88	1800	-	2,571	3,093	73	71	532	540	72	1,5	1,8675	66,1	0	16,425	
vasbeton	3	30	1,55	0,19355	0,008	37,5	0	0	0,84	2400	-	3,093	12,49	71	80	540	1156	79	1,35	1,6893	2442,8	0	16,425	
mészvakolat	4	2	0,81	0,024691	0,024	0,83333	0	0	0,92	1650	-	12,49	13,689	80	75	1156	1169	77	0	0	0	0	16,425	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ
Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt nem tud kialakulni (feltöltési idő: 1891 nap). Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.
4. (mészvakolat)75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz KELLENEK a szorpciós izoterma ADATOK!

padló

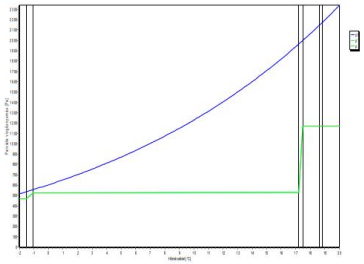
Típusa:	padló (talajra fektetett)	
y méret:	1	m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	1.039	W/m^2K
Megengedett értéke:	0.300	W/m^2K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!		
Vonalmenti hőátbocsátási tényező:	1.250	W/mK
Csillapítási tényező:	103.95	
Késleltetés:	16.5	h
Fajlagos tömeg:	994	kg/m^2
Fajlagos hőtároló tömeg:	370	kg/m^2
Padló hőelnyelési tényező:	1.369	kJ/m^2K$s^{1/2}$
Padló besorolás:	hideg	
Felületi légállapot -15 °C-nál:	13.8 °C	74 %
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	m
Diffúziós időszak:	180	nap

Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d	λ	R	δ	R_v	μ	Sd	c	ρ	kiszell.	t_e	t_i	φ_e	φ_i	p_e	p_i	$\varphi_{Á}$	ω_k	ω_e	G	G_c	g	F_T*F_m*F_a
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	[m^2K/W]	g/msMPa	m^2sMPa/g	-	[m]	[kJ/kgK]	[kg/m^3]	réteg?	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[Pa]	[Pa]	[%]	[%]	[%]	[g/m^2]	[g/m^2]	[10^{-6}g/m^2s]	[-]
Csempe	1	1,2	1,05	0,011429	0,017	0,70588	0	0	0,88	1800	-	15,852	16,113	64	64	1153	1169	64	0	0	0	0	22,717	
kavicsbeton	2	10	1,28	0,078125	0,012	8,3333	0	0	0,84	2200	-	14,066	15,852	60	64	964	1153	62	1,6	1,6419	92,1	0	22,717	
homokfeltöltés	3	2	0,58	0,034483	0,044	0,45455	0	0	0,84	1600	-	13,277	14,066	62	60	954	964	61	0	0	0	0	22,717	
vasbeton	4	15	1,55	0,096774	0,008	18,75	0	0	0,84	2400	-	11,065	13,277	40	62	528	954	52	1,35	1,2789	-256,1	0	22,717	
kavicsfeltöltés	5	20	0,35	0,57143	0,072	2,7778	0	0	0,84	1800	-	-2	11,065	90	40	465	528	61	0	0	0	0	22,717	

tető

Típusa:	tető
y méret:	1 m
Rétegtervi módosító érték:	0.0391859 W/m²K
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.570 W/m²K
Megengedett értéke:	0.170 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!	
Eredő hőátbocsátási tényező:	0.627 W/m²K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	10 %
Csillapítási tényező:	61.22
Késleltetés:	6.4 h
Fajlagos tömeg:	396 kg/m²
Fajlagos hőtároló tömeg:	385 kg/m²
Felületi légállapot -15 °C-nál:	18.1 °C 56 %
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



Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No. -	d [cm]	λ [W/mK]	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_i [°C]	φ_e [%]	φ_i [%]	p_e [Pa]	p_i [Pa]	φ_A [%]	ω_k [%]	ω_e [%]	G [g/m²]	G_c [g/m²]	g [10⁻⁶g/m²s]	F_T*F_m*F_a [-]
Villatop DUO	1	0,5	0,12	0,041667	0	755,9828	000	0	0	1100	-	-1,5327	-1,0458	87	94	465	525	91	0	0	0	0	0,080335	
Extrudált PS hab	2	5	0,032	1,5625	0	40,499	150	0	1,4	30	-	-1,0458	17,21	94	27	525	529	53	0,55	0,43755	-1,7	0	0,080335	
Alu. betétes párazáró lemez	3	0,4	0,17	0,023529	0	7956	0	0	0	1100	-	17,21	17,485	27	58	529	1168	43	0	0	0	0	0,080335	
vasbeton	4	15	1,55	0,096774	0,008	18,75	0	0	0,84	2400	-	17,485	18,615	58	54	1168	1169	56	1,35	1,3142	-129	0	0,080335	
mészvakolat	5	1,5	0,81	0,018519	0,024	0,625	0	0	0,92	1650	-	18,615	18,832	54	54	1169	1169	54	0	0	0	0	0,080335	
Beltéri Diszperziós Festék Fo	6	0,01	0	0	0	0,21599	400	0	0	1550	-	18,832	18,832	54	54	1169	1169	54	0	0	0	0	0,080335	

Rétegtervi hőátbocsátási tényező korrekciók

Megnevezés	Típusa	Mérete	Értéke	dU [W/m²K]
gerenda	Eltérő U értékű felü	0,2 m2/m2	0,727 W/m2K	0,039

Vizsgálati jelentés: A szerkezetben páralecsapódás nem alakul ki.

Épület: VEIKI-VNL Kft.
1158 Budapest
Vasgolyó utca 2-4. H épület
Hrsz: 83161/17
Megrendelő: MATE Energetikai szimulacio
Tervező: Sára András
1154 Budapest, Bezerédj Pál utca 23
andras.sara@gmail.com
Dátum: 2023. 10. 13.
Megjegyzés: építés éve 1959-1960

H épület

Téli hőveszteség: **16.3 kW**

Energetikai számítás
Fűtött térfogatot határoló felület: 537.2 m^2
Számított fajlagos veszteség: 0.447 W/m^3K
Használat jellege: folyamatos
Fűtött épület(rész) térfogat: 645.9 m^3
Megengedett fajlagos veszteség: 0.304 W/m^3K

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

Helyiségek:

Helyiség neve	Csoport neve	Funkciója	Épületrész neve	Zóna	A [m^2]	V [m^3]	t_t [°C]	Q_t [W]	q_t [W/m^2]	q_t [W/m^3]	Q_{mt} [W]	Q_{munv} [W]	A_k [m^2]	G_A [kg/m^2]	$H_{T,e}$ [W/K]	$H_{T,ue}$ [W/K]	$H_{T,g}$ [W/K]	$H_{T,i}$ [W/K]
H001		Laboratórium			80,52	563,64	20	14128	175,5	25,1	14128	0	397,68	2212,3	250,3	0,0	0,0	0,0
H002		Iroda			6,28	43,96	21	511	81,4	11,6	511	0	36,08	2408,4	9,6	0,0	0,0	0,0
H003		WC			1,3	9,1	18	190	146,2	20,9	190	0	19,12	6508,8	4,8	0,0	0,0	0,0
H004		Kazán			9,3	65,1	15	1032	111,0	15,9	1032	0	63,05	2748,8	23,0	0,0	0,0	0,0
H005		Kompresszor			2,72	19,04	15	151	55,5	7,9	151	0	5,44	695	1,7	0,0	0,0	0,0
H006		Gázfogadó			2,87	20,09	10	265	92,3	13,2	265	0	15,82	2000,5	8,5	0,0	0,0	0,0

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	típus	tájolás	Hajlásszög [°]	U [W/m^2K]	U* [W/m^2K]	A [m^2]	Ψ [W/mK]	L [m]	AU*+LΨ [W/K]	$A_ü$ [m^2]	Q_{sd} [W]	Q_{sd} [kWh/a]	Q_{sd0} [kWh/a]	$Q_{sdnyár}$ [W]	m [t]	m_t [t]
külső fal	külső fal	ÉK	függőleges	2,759	2,759	40,1	-	-	110,66	0,0	0	0,0	0,0	0	36,7	20,0
külső ajtó személy	ajtó (külső)	ÉK	függőleges	2,5	2,5	1,9	-	-	4,725	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
külső fal	külső fal	DK	függőleges	0,24	0,24	89,8	-	-	21,559	0,0	0	0,0	0,0	0	82,2	44,8
szendvicspanel	külső fal	DK	függőleges	0,195	0,195	23,4	-	-	4,563	0,0	0	0,0	0,0	0	0,3	0,0
ajtó nagy	kapu (külső, üv	DK	függőleges	2,8	2,8	6,8	-	-	18,928	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
ablak nagy	homlokzati üve	DK	függőleges	3	2,7618	7,8	-	-	21,542	7,4	174	644,8	2014,7	457	0,0	0,0
külső fal	külső fal	DNY	függőleges	0,24	0,24	34,9	-	-	8,3736	0,0	0	0,0	0,0	0	31,9	17,4
külső ajtó személy	ajtó (külső)	DNY	függőleges	2,5	2,5	3,8	-	-	9,45	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
ablak kicsi	ablak (külső, fe	DNY	függőleges	3	3	0,8	-	-	2,43	0,4	10	35,2	112,1	54	0,0	0,0
külső fal	külső fal	ÉNY	függőleges	0,24	0,24	121,9	-	-	29,266	0,0	0	0,0	0,0	0	111,6	60,8
tető	tető		vízszintes	0,627	0,627	103,0	-	-	64,575	0,0	0	0,0	0,0	0	40,8	39,7
padló	padló (talajra f			-	-	103,0	1,25	0,0	-	0,0	0	0,0	0,0	0	102,4	38,1

Épület: VEIKI-VNL Kft.
1158 Budapest
Vasgolyó utca 2-4. H épület
Hrsz: 83161/17
Megrendelő: MATE Energetikai szimulacio
Tervező: Sára András
1154 Budapest, Bezerédj Pál utca 23
andras.sara@gmail.com
Dátum: 2023. 10. 13.
Megjegyzés: építés éve 1959-1960

H001 Laboratórium

Alapterület:	80.5 m^2	Épület neve:	H épület
Térfogat:	563.6 m^3	Belmagasság:	7.0 m
Szerkezet tömege:	178137 kg	Hőtároló tömeg:	191042 kg
Mértékadó hőmérséklet télen:	20.0 °C	Külső hőmérséklet:	-15.0 °C
Korrekciós tényező:	1.00	Transzmissziós veszteség:	8762 W
Filtrációs mód: Légcsereszám alapján		Belépő levegő hőmérséklete:	-15.0 °C
Légcsereszám:	0.80 1/h	Filtrációs hőveszteség:	5366 W
		Hőveszteség összesen:	**14128 W**

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	típus -	db -	x [m]	y [m]	A [m^2]	-A [m^2]	A_{sz} [m^2]	U [W/m^2K]	ΔU_{tb} W/m^2K	$U+\Delta U_{tb}$ [W/m^2K]	U* [W/m^2K]	Ψ [W/mK]	Q_t [W]	túloldal [-]	m [kg/m^2]	m_t [kg/m^2]	tájolás -	benapozás -	hajlásszög -	t_{et} [°C]	B_u -	Q_{sd} [W]	Q_{sd} [kWh/a]	$Q_{sdnyár}$ [W]	Q_{sdmin} [W]	Q_{sdmin} [kWh/a]	Q_{sd0} [kWh/a]	ΔΨ [W]	Ü [%]	CAD ID -
külső fal	külső fal	1	13,42	7	93,94	31,2	62,7	0,24	-	0,24	0,24	-	527	-	915	499	132° (DK)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
külső fal	külső fal	1	13,42	7	93,94	0	93,9	0,24	-	0,24	0,24	-	789	-	915	499	312° (ÉNY)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
ablak nagy	homlokzati üve	3	2,6	1	7,8	0	7,8	3	-	3	2,7618	-	819	-	0	0	132° (DK)	teljes	függőleges	-15	-	494,7	2014,7	456,8	174,1	644,8	2014,7	0,000	95	
szendvicspanel	külső fal	3	2,6	3	23,4	0	23,4	0,195	-	0,195	0,195	-	160	-	12	2	132° (DK)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
külső fal	külső fal	1	6	7	42	1,89	40,1	2,76	-	2,76	2,759	-	3873	-	915	499	42° (ÉK)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
külső ajtó személy	ajtó (külső)	1	0,9	2,1	1,89	0	1,9	2,5	-	2,5	2,5	-	165	-	0	0	42° (ÉK)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
ajtó nagy	kapu (külső, üv	1	2,6	2,6	6,76	0	6,8	2,8	-	2,8	2,8	-	662	-	0	0	132° (DK)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
közfal	belső fal (fütöt	1	36	7	252	0	252,0	2,16	-	2,16	-	-	-	fűtött	254	127	-	-	-	20	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
padló	padló (talajra f	1	-	-	80,52	0	80,5	-	-	-	-	1,25	--		994	370	-	-	-	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
tető	tető	1	80,52	1	80,52	0	80,5	0,627	-	0,627	0,627	-	1767	-	396	385	-	-	vízszintes	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	

H002 Iroda

Alapterület:	6.3 m^2	Épület neve:	H épület
Álmennyezet magasság:	2.7 m	Belmagasság:	7.0 m
Térfogat:	44.0 m^3		
Térfogat álmennyezettel:	17.0 m^3		
Szerkezet tömege:	15125 kg	Hőtároló tömeg:	16478 kg
Mértékadó hőmérséklet télen:	21.0 °C	Külső hőmérséklet:	-15.0 °C
Korrekciós tényező:	1.00	Transzmissziós veszteség:	345 W
Filtrációs mód: Légcsereszám alapján		Belépő levegő hőmérséklete:	-15.0 °C
Légcsereszám:	0.80 1/h	Filtrációs hőveszteség:	166 W
		Hőveszteség összesen:	**511 W**

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	típus -	db -	x [m]	y [m]	A [m^2]	-A [m^2]	A_{sz} [m^2]	U [W/m^2K]	ΔU_{tb} W/m^2K	$U+\Delta U_{tb}$ [W/m^2K]	U* [W/m^2K]	Ψ [W/mK]	Q_t [W]	túloldal [-]	m [kg/m^2]	m_t [kg/m^2]	tájolás -	benapozás -	hajlásszög -	t_{et} [°C]	B_u -	Q_{sd} [W]	Q_{sd} [kWh/a]	$Q_{sdnyár}$ [W]	Q_{sdmin} [W]	Q_{sdmin} [kWh/a]	Q_{sd0} [kWh/a]	ΔΨ [W]	Ü [%]	CAD ID -
külső fal	külső fal	1	2,37	7	16,59	0	16,6	0,24	-	0,24	0,24	-	143	-	915	499	132° (DK)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
külső fal	külső fal	1	0,99	7	6,93	0	6,9	0,24	-	0,24	0,24	-	60	-	915	499	222° (DNY)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
tető	tető	1	6,28	1	6,28	0	6,3	0,627	-	0,627	0,627	-	142	-	396	385	-	-	vízszintes	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
padló	padló (talajra f	1	-	-	6,28	0	6,3	-	-	-	-	1,25	--		994	370	-	-	-	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	

H003 WC

Alapterület:	1.3 m^2	Épület neve:	H épület
Álmennyezet magasság:	2.7 m	Belmagasság:	7.0 m
Térfogat:	9.1 m^3		
Térfogat álmennyezettel:	3.5 m^3		
Szerkezet tömege:	8461 kg	Hőtároló tömeg:	9225 kg
Mértékadó hőmérséklet télen:	18.0 °C	Külső hőmérséklet:	-15.0 °C
Korrekciós tényező:	1.00	Transzmissziós veszteség:	158 W
Filtrációs mód: Légcsereszám alapján		Belépő levegő hőmérséklete:	-15.0 °C
Légcsereszám:	0.80 1/h	Filtrációs hőveszteség:	32 W
		Hőveszteség összesen:	**190 W**

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	típus -	db -	x [m]	y [m]	A [m^2]	-A [m^2]	A_{sz} [m^2]	U [W/m^2K]	ΔU_{tb} W/m^2K	$U+\Delta U_{tb}$ [W/m^2K]	U* [W/m^2K]	Ψ [W/mK]	Q_t [W]	túloldal [-]	m [kg/m^2]	m_t [kg/m^2]	tájolás -	benapozás -	hajlásszög -	t_{et} [°C]	B_u -	Q_{sd} [W]	Q_{sd} [kWh/a]	$Q_{sdnyár}$ [W]	Q_{sdmin} [W]	Q_{sdmin} [kWh/a]	Q_{sd0} [kWh/a]	ΔΨ [W]	Ü [%]	CAD ID -
külső fal	külső fal	1	1,5	7	10,5	0	10,5	0,24	-	0,24	0,24	-	83	-	915	499	132° (DK)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
külső fal	külső fal	1	0,86	7	6,02	0	6,0	0,24	-	0,24	0,24	-	48	-	915	499	22° (DNY)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
padló	padló (talajra f	1	-	-	1,3	0	1,3	-	-	-	-	1,25	--		994	370	-	-	-	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
tető	tető	1	1,3	1	1,3	0	1,3	0,627	-	0,627	0,627	-	27	-	396	385	-	-	vízszintes	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	

H004 Kazán

Alapterület:	9.3 m^2	Épület neve:	H épület
Álmennyezet magasság:	4.5 m	Belmagasság:	7.0 m
Térfogat:	65.1 m^3		
Térfogat álmennyezettel:	41.9 m^3		
Szerkezet tömege:	25564 kg	Hőtároló tömeg:	27855 kg
Mértékadó hőmérséklet télen:	15.0 °C	Külső hőmérséklet:	-15.0 °C
Korrekciós tényező:	1.00	Transzmissziós veszteség:	691 W
Filtrációs mód: Légcsereszám alapján		Belépő levegő hőmérséklete:	-15.0 °C
Légcsereszám:	0.80 1/h	Filtrációs hőveszteség:	341 W
		Hőveszteség összesen:	**1032 W**

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	típus -	db -	x [m]	y [m]	A [m^2]	-A [m^2]	A_{sz} [m^2]	U [W/m^2K]	ΔU_{tb} W/m^2K	$U+\Delta U_{tb}$ [W/m^2K]	U* [W/m^2K]	Ψ [W/mK]	Q_t [W]	túloldal [-]	m [kg/m^2]	m_t [kg/m^2]	tájolás -	benapozás -	hajlásszög -	t_{et} [°C]	B_u -	Q_{sd} [W]	Q_{sd} [kWh/a]	$Q_{sdnyár}$ [W]	Q_{sdmin} [W]	Q_{sdmin} [kWh/a]	Q_{sd0} [kWh/a]	ΔΨ [W]	Ü [%]	CAD ID -
külső fal	külső fal	1	4	7	28	0	28,0	0,24	-	0,24	0,24	-	202	-	915	499	312° (ÉNY)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
külső fal	külső fal	1	2,35	7	16,45	2,7	13,7	0,24	-	0,24	0,24	-	99	-	915	499	22° (DNY)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
külső ajtó személy	ajtó (külső)	1	0,9	2,1	1,89	0	1,9	2,5	-	2,5	2,5	-	142	-	0	0	22° (DNY)	-	függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
ablak kicsi	ablak (külső, fa	1	0,9	0,9	0,81	0	0,8	3	-	3	3	-	73	-	0	0	22° (DNY)	teljes	függőleges	-15	-	27,8	112,1	54,0	9,5	35,2	112,1	0,000	50	
padló	padló (talajra f	1	-	-	9,3	0	9,3	-	-	-	-	1,25	--		994	370	-	-	-	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
tető	tető	1	9,3	1	9,3	0	9,3	0,627	-	0,627	0,627	-	175	-	396	385	-	-	vízszintes	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	

H005 Kompresszor

Alapterület:	2.7 m^2	Épület neve:	H épület
Álmennyezet magasság:	4.5 m	Belmagasság:	7.0 m
Térfogat:	19.0 m^3		
Térfogat álmennyezettel:	12.2 m^3		
Szerkezet tömege:	1890 kg	Hőtároló tömeg:	2054 kg
Mértékadó hőmérséklet télen:	15.0 °C	Külső hőmérséklet:	-15.0 °C
Korrekciós tényező:	1.00	Transzmissziós veszteség:	51 W
Filtrációs mód: Légcsereszám alapján		Belépő levegő hőmérséklete:	-15.0 °C
Légcsereszám:	0.80 1/h	Filtrációs hőveszteség:	100 W
		Hőveszteség összesen:	**151 W**

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	típus -	db -	x [m]	y [m]	A [m²]	-A [m²]	A_{sz} [m²]	U [W/m²K]	ΔU_{tb} W/m²K	U+ΔU_{tb} [W/m²K]	U* [W/m²K]	Ψ [W/mK]	Q_t [W]	túloldal [-]	m [kg/m²]	m_t [kg/m²]	tájolás -	benapozás -	hajlásszög -	t_{et} [°C]	B_u -	Q_{sd} [W]	Q_{sd} [kWh/a]	$Q_{sdnyár}$ [W]	Q_{sdmin} [W]	Q_{sdmin} [kWh/a]	Q_{sd0} [kWh/a]	ΔΨ [W]	Ü [%]	CAD ID -
tető	tető	1	2,72	1	2,72	0	2,7	0,627	-	0,627	0,627	-	51	-	396	385	-	-	vízszintes	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
padló	padló (talajra f	1	-	-	2,72	0	2,7	-	-	-	-	1,25	--		994	370	-	-	-	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	

H006 Gázfogadó

Épület neve:	H épület		
Belmagasság:	7.0 m		
Alapterület:	2.9 m²		
Álmennyezet magasság:	2.7 m		
Térfogat:	20.1 m³		
Térfogat álmennyezettel:	7.7 m³		
Szerkezet tömege:	5742 kg	Hőtároló tömeg:	6254 kg
Mértékadó hőmérséklet télen:	10.0 °C	Külső hőmérséklet:	-15.0 °C
Korrekciós tényező:	1.00	Transzmissziós veszteség:	212 W
Filtrációs mód: Légcsereszám alapján		Belépő levegő hőmérséklete:	-15.0 °C
Légcsereszám:	0.80 1/h	Filtrációs hőveszteség:	53 W
		Hőveszteség összesen:	**265 W**

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	típus -	db -	x [m]	y [m]	A [m²]	-A [m²]	A_{sz} [m²]	U [W/m²K]	ΔU_{tb} W/m²K	U+ΔU_{tb} [W/m²K]	U* [W/m²K]	Ψ [W/mK]	Q_t [W]	túloldal [-]	m [kg/m²]	m_t [kg/m²]	tájolás -	benapozás -	hajlásszög -	t_{et} [°C]	B_u -	Q_{sd} [W]	Q_{sd} [kWh/a]	$Q_{sdnyár}$ [W]	Q_{sdmin} [W]	Q_{sdmin} [kWh/a]	Q_{sd0} [kWh/a]	ΔΨ [W]	Ü [%]	CAD ID -
külső fal	külső fal	1	1,44	7	10,08	1,89	8,2	0,24	-	0,24	0,24	-	49	-	915	499	22° (DNY)		- függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
külső ajtó személy	ajtó (külső)	1	0,9	2,1	1,89	0	1,9	2,5	-	2,5	2,5	-	118	-	0	0	22° (DNY)		- függőleges	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
padló	padló (talajra f	1	-	-	2,87	0	2,9	-	-	-	-	1,25	--		994	370	-	-	-	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	
tető	tető	1	2,87	1	2,87	0	2,9	0,627	-	0,627	0,627	-	45	-	396	385	-	-	vízszintes	-15	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0	

Épület: VEIKI-VNL Kft.
1158 Budapest
Vasgolyó utca 2-4. H épület
Hrsz: 83161/17
Megrendelő: MATE Energetikai szimulacio
Tervező: Sára András
1154 Budapest, Bezerédj Pál utca 23
andras.sara@gmail.com
Dátum: 2023. 10. 13.
Megjegyzés: építés éve 1959-1960

ablak kicsi
Típusa: ablak (külső, fém)
x méret: 0,9 m
y méret: 0,9 m
Hőátbocsátási tényező: 3.000 W/m²K
Megengedett értéke: 1.400 W/m²K
A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
Üvegezési arány: 50 %

ablak nagy
Típusa: homlokzati üvegfal
x méret: 2,6 m
y méret: 1 m
Hőátbocsátási tényező: 0.960 W/m²K
Megengedett értéke: 1.400 W/m²K
A hőátbocsátási tényező megfelelő.

Nyílászáró számítás az összetevők alapján
Üvegezés: 4:-16-4-16-:4 argongázas U_g = 0.60 W/m²K g = 0.520
Keret, tok (körben): PVC 75 mm-es 4-5 kamrás U_f = 1.40 W/m²K szélesség = 75 mm
Távtartó: Alumínium távtartó Ψ_g = 0.080 W/mK
Üvegezési arány: 80 %
Üvegezés g értéke: 0.520
Éjszaka társított szerkezet hőv. ellen.: 0.120 m²K/W
Árnyékolás módja nyáron: belső
Árnyékolás naptényezője nyáron: 0.450

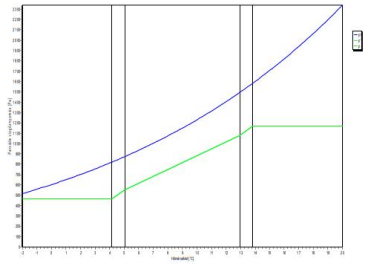
ajtó beltéri 110
Típusa: ajtó (belső, fűtött terek közt)
x méret: 1,1 m
y méret: 2,05 m
Hőátbocsátási tényező: 3.000 W/m²K

ajtó beltéri 70
Típusa: ajtó (belső, fűtött terek közt)
x méret: 0,7 m
y méret: 2,1 m
Hőátbocsátási tényező: 3.000 W/m²K

ajtó nagy
Típusa: kapu (külső, üvegezetlen)
x méret: 2,6 m
y méret: 2,65 m
Hőátbocsátási tényező: 2.800 W/m²K
Megengedett értéke: 1.800 W/m²K
A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

közfal

Típusa: belső fal (fűtött terek közt)
Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 2.157 W/m²K
Hőátbocsátási tényező: 2.157 W/m²K
Csillapítási tényező: 6.14
Késleltetés: 5.2 h
Fajlagos tömeg: 254 kg/m²
Fajlagos hőtároló tömeg: 127 / 127 kg/m²
Légállapot kívül: -2.0 °C 90 %
Légállapot belül: 20.0 °C 50 %
Hőátadási ellenállás kívül: 0.13 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]	δ g/msMPa	R_v m²sMPa/g	μ -	Sd [m]	c [kJ/kgK]	ρ [kg/m³]	kiszell. réteg?	t_e [°C]	t_i [°C]	φ_e [%]	φ_i [%]	p_e [Pa]	p_i [Pa]	$\varphi_Á$ [%]	ω_k [%]	ω_e [%]	G [g/m²]	G_c [g/m²]	g [10⁻⁶g/m²s]	F_T*F_m*F_a [-]
mészvakolat	1	1,5	0,81	0,018519	0,024	0,625	0	0	0,92	1650	-	4,1677	5,0463	57	63	465	555	60	0	0	0	0	144,22	
kism. tömör agyagtégla	2	12	0,72	0,16667	0,033	3,6364	0	0	0,88	1700	-	5,0463	12,954	63	72	555	1079	70	0,2	0,24993	101,9	0	144,22	
mészvakolat	3	1,5	0,81	0,018519	0,024	0,625	0	0	0,92	1650	-	12,954	13,832	72	74	1079	1169	73	0	0	0	0	144,22	

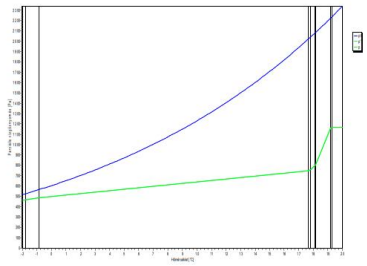
Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

külső ajtó személy

Típusa: ajtó (külső)
x méret: 0,9 m
y méret: 2,1 m
Hőátbocsátási tényező: 2.500 W/m²K
Megengedett értéke: 1.450 W/m²K
A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

külső fal

Típusa: külső fal
Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.240 W/m²K
Megengedett értéke: 0.240 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
Eredő hőátbocsátási tényező: 0.300 W/m²K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 25 %
Csillapítási tényező: 761.97
Késleltetés: 13.9 h
Fajlagos tömeg: 974 kg/m²
Fajlagos hőtároló tömeg: 499 kg/m²
Felületi légállapot -15 °C-nál: 18.9 °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]	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_i [°C]	φ_e [%]	φ_i [%]	p_e [Pa]	p_i [Pa]	φ_k [%]	ω_k [%]	ω_e [%]	G [g/m²]	G_c [g/m²]	g [10⁻⁶g/m²s]	F_T*F_m*F_a [-]
dryvit dörzsvakolat	1	0,2	0,99	0,0020202	0,02	0,1	0	0	0,88	1800	-	-1,7886	-1,778	89	89	465	466	89	1,5	2,4569	34,5	0	9,5513	
NC D (EPS 80) hőszigetelő	2	1	0,04	0,17606	0,0051	1,9608	0	0	1,46	15	-	-1,778	-0,84767	89	86	466	484	87	1,451	2,0696	0,9	0	9,5513	
NC D (EPS 80) hőszigetelő	3	14	0,04	3,5	0,0051	27,451	0	0	1,46	15	-	-0,84767	17,646	86	37	484	747	58	1,451	1,2709	-3,8	0	9,5513	
dryvit Primus ragasztó	4	3	0,93	0,032258	0,022	1,3636	0	0	0,88	1800	-	17,646	17,817	37	37	747	760	37	1,5	1,1708	-177,8	0	9,5513	
klinker tégla	5	7	0,93	0,05415	0,017	4,1176	0	0	0,88	2050	-	17,817	18,103	37	38	760	799	38	0,28	0,17347	-152,9	0	9,5513	
Cementvakolat	6	1	0,93	0,010753	0,022	0,45455	0	0	0,88	1800	-	18,103	18,16	38	39	799	803	38	1,5	1,177	-58,1	0	9,5513	
vasbeton	7	30	1,55	0,19355	0,008	37,5	0	0	0,84	2400	-	18,16	19,183	39	52	803	1161	46	1,35	1,2286	-874	0	9,5513	
mészvakolat	8	2	0,81	0,024691	0,024	0,83333	0	0	0,92	1650	-	19,183	19,313	52	52	1161	1169	52	0	0	0	0	9,5513	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

padló

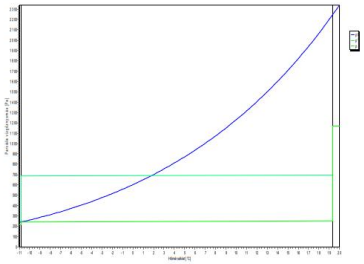
Tipusa:	padló (talajra fektetett)
y méret:	1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	1.039 W/m²K
Megengedett értéke:	0.300 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!	
Vonalmenti hőátbocsátási tényező:	1.250 W/mK
Csillapítási tényező:	103.95
Késleltetés:	16.5 h
Fajlagos tömeg:	994 kg/m²
Fajlagos hőtároló tömeg:	370 kg/m²
Padló hőelnyelési tényező:	1.369 kJ/m²Ks$^{1/2}$
Padló besorolás:	hideg
Felületi légállapot -15 °C-nál:	13.8 °C 74 %
Légállapot kívül:	-2.0 °C 90 %
Légállapot belül:	20.0 °C 50 %
Hőátadási ellenállás kívül:	0.00 m²K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.17 m²K/W
Padlószint magassága:	0 m
Diffúziós időszak:	180 nap

Rétegek belülről kifelé

Réteg megnevezés	No. -	d [cm]	λ [W/mK]	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_i [°C]	φ_e [%]	φ_i [%]	p_e [Pa]	p_i [Pa]	φ_k [%]	ω_k [%]	ω_e [%]	G [g/m²]	G_c [g/m²]	g [10⁻⁶g/m²s]	F_T*F_m*F_a [-]
Csempe	1	1,2	1,05	0,011429	0,017	0,70588	0	0	0,88	1800	-	15,852	16,113	64	64	1153	1169	64	0	0	0	0	22,717	
kavicsbeton	2	10	1,28	0,078125	0,012	8,3333	0	0	0,84	2200	-	14,066	15,852	60	64	964	1153	62	1,6	1,6419	92,1	0	22,717	
homokfeltöltés	3	2	0,58	0,034483	0,044	0,45455	0	0	0,84	1600	-	13,277	14,066	62	60	954	964	61	0	0	0	0	22,717	
vasbeton	4	15	1,55	0,096774	0,008	18,75	0	0	0,84	2400	-	11,065	13,277	40	62	528	954	52	1,35	1,2789	-256,1	0	22,717	
kavicsfeltöltés	5	20	0,35	0,57143	0,072	2,7778	0	0	0,84	1800	-	-2	11,065	90	40	465	528	61	0	0	0	0	22,717	

szendvicspanel

Típusa:	külső fal
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.156 W/m²K
Megengedett értéke:	0.240 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.	
Eredő hőátbocsátási tényező:	0.195 W/m²K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	25 %
Csillapítási tényező:	51.87
Késleltetés:	2.0 h
Fajlagos tömeg:	12 kg/m²
Fajlagos hőtároló tömeg:	2 kg/m²
Felületi légállapot -15 °C-nál:	19.3 °C 52 %
Légállapot kívül:	-11.0 °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



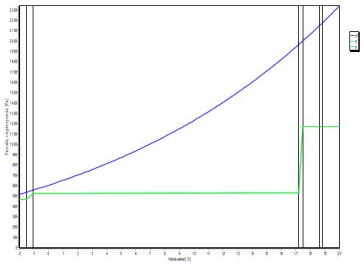
Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No. -	d [cm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	δ g/ms	R_v MPa/m²s	μ -	Sd [m]	c [kJ/kgK]	ρ [kg/m³]	kiszell. réteg?	t_e [°C]	t_i [°C]	φ_e [%]	φ_i [%]	p_e [Pa]	p_i [Pa]	φ_A [%]	ω_k [%]	ω_e [%]	G [g/m²]	G_c [g/m²]	g [10⁻⁶g/m²s]	F_T*F_m*F_a [-]
fémek acél	1	0,05	58,1	059E-006	0	2699,9	E006	0	0,46	7850	-	-10,807	-10,807	88	100	214	242	95	0	0	0	0	0	0,010408
BACHL PIR MV 14-24 cm v	2	15	0,024	6,25	0	32,399	40	0	1,4	30	-	-10,807	19,372	100	11	242	253	38	0	0	0	0	0	0,3393
fémek acél	3	0,05	58,1	059E-006	0	2699,9	E006	0	0,46	7850	-	19,372	19,372	11	52	253	1169	27	0	0	0	0	0	0,3393

Vizsgálati jelentés: A vizsgálathoz KELLENEK a szorpciós izoterma ADATOK!
Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: 0 nap). Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.
1. (fémek acél)75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz KELLENEK a szorpciós izoterma ADATOK!
2. (BACHL PIR MV 14-24 cm vtg.)75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz KELLENEK a szorpciós izoterma ADATOK!

tető

Típusa:	tető
y méret:	1 m
Rétegtervi módosító érték:	0.0391859 W/m²K
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.570 W/m²K
Megengedett értéke:	0.170 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!	
Eredő hőátbocsátási tényező:	0.627 W/m²K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	10 %
Csillapítási tényező:	61.22
Késleltetés:	6.4 h
Fajlagos tömeg:	396 kg/m²
Fajlagos hőtároló tömeg:	385 kg/m²
Felületi légállapot -15 °C-nál:	18.1 °C 56 %
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



Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No. -	d [cm]	λ [W/mK]	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_i [°C]	φ_e [%]	φ_i [%]	p_e [Pa]	p_i [Pa]	$\varphi_{Á}$ [%]	ω_k [%]	ω_n [%]	G [g/m²]	G_c [g/m²]	g [10⁻⁶g/m²s]	F_T*F_m*F_a [-]
Villatop DUO	1	0,5	0,12	0,041667	0	755,9828	000	0	0	1100	-	-1,5327	-1,0458	87	94	465	525	91	0	0	0	0	0,080335	
Extrudált PS hab	2	5	0,032	1,5625	0	40,499	150	0	1,4	30	-	-1,0458	17,21	94	27	525	529	53	0,55	0,43755	-1,7	0	0,080335	
Alu. betétes párazáró lemez	3	0,4	0,17	0,023529	0	7956	0	0	0	1100	-	17,21	17,485	27	58	529	1168	43	0	0	0	0	0,080335	
vasbeton	4	15	1,55	0,096774	0,008	18,75	0	0	0,84	2400	-	17,485	18,615	58	54	1168	1169	56	1,35	1,3142	-129	0	0,080335	
mészvakolat	5	1,5	0,81	0,018519	0,024	0,625	0	0	0,92	1650	-	18,615	18,832	54	54	1169	1169	54	0	0	0	0	0,080335	
Beltéri Diszperziós Festék Fo	6	0,01	0	0	0	0,21599	400	0	0	1550	-	18,832	18,832	54	54	1169	1169	54	0	0	0	0	0,080335	

Rétegtervi hőátbocsátási tényező korrekciók

Megnevezés	Típusa	Mérete	Értéke	dU [W/m²K]
gerenda	Eltérő U értékű felü	0,2 m2/m2	0,727 W/m2K	0,039

Vizsgálati jelentés: A szerkezetben páralecsapódás nem alakul ki.

5. sz. melléklet – Tartalmi kivonat minta

A ZÁRÓDOLGOZAT/SZAKDOLGOZAT/DIPLOMADOLGOZAT TARTALMI KIVONATA

Épületenergetikai rendszerek fejlesztése a VEIKI-VNL Kft. – nél.

Sára András Zoltán

Létesítményenergetikai szakmérnök
Műszaki Intézet

Belső témavezető: Dr. Szabó Márta, egyetemi docens, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Külső témavezető: Pazdernyik Zoltán, üzemeltetési mérnök, VEIKI-VNL Kft.

A szakdolgozatom során bemutattam a VEIKI-VNL Kft.-t és villamos és gáz energia fogyasztási adatait. Majd ezen adatok felhasználásával első fontos lépésként két kazánhelyiség felújítását terveztem és szerveztem meg. Itt a régi fűtőberendezések cseréjét modern, energiahatékonyabb kondenzációs kazánokra lett cserélve.
A szakdolgozatom következő részében a világítási rendszer korszerűsítésé volt a cél, mivel a mai LED-es technológiával nagyban növelhető az energiahatékonyság.
Az energetikai fenntarthatóság növelésére megvizsgáltam a napelemes rendszerek telepítési lehetőségeit. Majd megterveztem a rendszer teljesítményét és kiválasztottam a telephelyen belüli legoptimálisabb helyet annak telepítésére.
A továbbiakban elvégeztem a H (LOCA) épület energetikai vizsgálatát (2. sz. mellékletben). A 3. sz. mellékletben bemutatott energetikai számítás szerint, amelyben nyílászárócsere és a külső hőszigetelő rétegek együttes alkalmazásával.
Megvizsgálat a geotermikus energia hasznosításának lehetőségeit is.