

DIPLOMADOLGOZAT

Korpos Andrij
Létesítménymérnöki szak

Gödöllő
2023



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Létesítménymérnöki Szak**

**Budapest Központi Szennyvíztisztító Telep energetikai mérlege
és fejlesztési lehetősége**

Belső konzulens: Benécs József István
tanszéki munkatárs

Külső konzulens: Kővári Tamás
energetikai mérnök

Készítette: Korpos Andrij
b9oav7
(levelező)

Tanszék: Épületgépészeti és
Energetikai

**Gödöllő
2023**

MŰSZAKI INTÉZET LÉTESÍTMÉNYMÉRNÖK MESTERSZAK
épületenergetika specializáció

DIPLOMADOLGOZAT

feladatlap

Korpos Andrij (B9OAV7)

részére

A diplomadolgozat címe:

A Budapesti Központi Szennyvíztisztító Telep energetikai mérlege és fejlesztési lehetősége

Feladatkiírás:

A Budapesti Központi Szennyvíztisztító Telep üzemeltetéséhez szükséges hő és elektromos energia felhasználásának elemzése. Jelenleg a telep energetikai szempontból nem önellátó, ezért olyan fejlesztési lehetőségeket, megoldásokat kell keresni, amivel az energiafüggőség csökkenthető, megszüntethető. Fejlesztési lehetőségek, alkalmazott technológiák megválasztásakor prioritást élvez a megújuló felhasználása, valamint egy szigetüzem létrehozása.

Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

Külső konzulens: *Kóvári Tamás*, BKSZT Budapesti Szennyvíztisztítási Kft., 1211 Budapest, Nagy Duna sor 2.

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

Beadási határidő: 2022. november 2.

Gödöllő, 2022. október 27. nap

[Signature]
(tanszékvezető)

Jóváhagyom

[Signature]
(szakfelelős)

Átvettem

[Signature]
(hallgató)

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

Gödöllő, 2022. okt. hó 27. nap

SZ 251/004
Fővárosi Vízművek Zrt.
BKSZT Üzemeltetőkft.

(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

Bevezetés	3
1. Szakirodalom elemzés	4
1.1. Az EU és Magyarország helyzete energiaellátás szempontjából	4
1.2. Fejlesztési lehetőségek vizsgálata az önellátás elérése érdekében	6
1.2.1. Biogázüzem létesítésének vizsgálata	6
1.2.2. Napenergia hasznosítás	9
1.2.3. Napelem telepítési lehetőségek	10
1.2.3.1. Tetőre telepítve	10
1.2.3.2. Talajra telepítve	11
1.2.4. Napkollektor telepítési lehetőség	13
1.3. Szélenergia hasznosítás	14
1.4. Megújuló hőenergia hasznosítás	16
1.4.1. Új hűtési-fűtési technológia létesítése	17
1.5. Többlet elektromos energia tárolás	18
1.5.1. Közvetlen	18
1.5.2. Közvetett (elektrolízis).....	19
1.6. Épületenergetika	21
1.7. Gazdasági elemzés	21
1.8. Környezetterhelés	22
2. Tervezés	24
2.1. A szennyvíztisztító telep ismertetése, kiindulási adatok	24
2.1.1. Hőenergia felhasználás	28
2.1.2. A szennyvíztisztító telep üzemeltetéséhez szükséges energia fedezés összegzése	32
2.2. A tisztítási folyamat során keletkező és hasznosított energia	33
2.2.1. Hő és elektromos energia (biogáz motor)	34
2.2.2. Elektromos energia - törpe vízerőmű	35
2.3. Meglévő épületek energetikai szempont szerinti ismertetése	36
2.3.1. Szolgálati épület (porta)	38
2.3.2. Karbantartó épület.....	39
2.3.3. Főépület (energetika)	41
2.4. Korszerűsítések tervezése, számítása	44
2.4.1. Meglévő épületek energetikai számítása	45
2.4.1.1. Porta épület energetika	45
2.4.1.2. Karbantartó épület	46
2.4.1.3. Főépület energetika.....	47
2.4.2. Törpe vízerőmű telepítésének számítása	48
2.4.3. Napelemek telepítésének számítása	48
2.4.3.1. Tetőre telepítve	49
2.4.3.2. Talajra telepítve	52
2.4.4. Szélenergia hasznosításának számítása	55
2.4.5. Megújuló hőenergia hasznosításának számítása	58
2.4.5.1. Talajhőszonda tervezése	60
2.4.5.2. Elfolyó tisztított szennyvízből nyerhető hőenergia.....	62

2.4.6.	Többletenergia tárolása, felhasználása.....	63
2.4.7.	Korszerűsítés utáni energetikai számítása.....	68
2.4.7.1.	Porta.....	68
2.4.7.2.	Karbantartó épület.....	69
2.4.7.3.	Főépület.....	70
2.5.	Fejlesztésekből nyerhető hő- és elektromos energia összevetése.....	71
3.	A fejlesztések megtérülési idejének számítása.....	73
4.	Fejlesztésekkel járó szén-dioxid csökkenés számítása.....	76
5.	Konzekvencia.....	77
6.	Összefoglalás.....	79
	Summary.....	81
	Irodalomjegyzék.....	83
	Melléklet.....	88

Bevezetés

A 2021/22 II. félévében Létesítménymérnöki szak, épületenergetika szakirányos végzős hallgatójaként a címben foglalt témát dolgozom fel.

Diplomamunkámban központi szerepet foglal a meglévő szennyvíztisztítási technológiából visszanyerhető közvetlen primer, vagy valamely ismert, innovatív technológia során keletkező közvetett energia hasznosítása.

A telep tulajdonosa a Fővárosi Önkormányzat, üzemeltetője a Fővárosi Vízművek – ebből a bérleményi kapcsolatból adódik az, hogy az egyes beruházások, fejlesztések és korszerűsítések korlátokba ütköznek.

Mivel a szennyvíztisztító telep energetikai szempontból nem önfenntartó, ezért górcső alá veszek számos fejlesztési lehetőséget, hogy a szennyvíztisztító telep külső energiafüggőségét minimalizáljam és-vagy megszüntessem.

Felmerülő fejlesztési lehetőségek között a geológiai, területi és egyéb az elhelyezkedésből eredő telep adottságokat maximálisan kihasználom – azaz egy „szigetüzemet” hozok létre, úgy, hogy a jelenlegi ingatlan jogállás (tulajdonosi, üzemeltetői) viszonyait háttérbe szorítom.

A realitás talaján maradva lokális megoldást keresek a szennyvíztisztító telep önellátására, amely jó alapot nyújthat „globális” értelemben hazánk energetikai helyzetére nézve.

A fejlesztések során a bekerülési költségek mellett a megtérülési időt és a vélhetően keletkező nyereséget is vizsgálom.

Számolom továbbá a fejlesztésekkel járó CO₂ kibocsátás csökkenést.

1. Szakirodalom elemzés

1.1. Az EU és Magyarország helyzete energiaellátás szempontjából

Honfoglaló őseink hazánk területét, fekvését nem az energiaellátás oldaláról közelítették meg. A Vereckei hágón keresztül történő nomád vándorlás, letelepedés - később a teljes Kárpát-medence hadászati, védelmi célt szolgált a hegyláncolatok miatt.

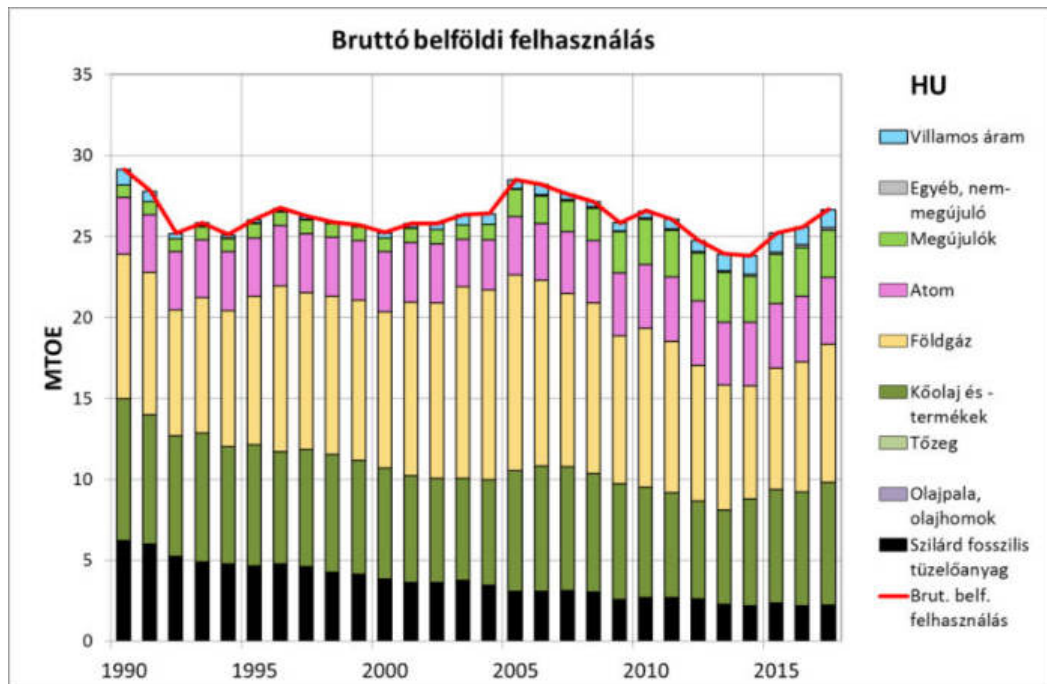
Napjainkban a kialakult országhatárok között megmaradt természeti kincseink közül az édesvíz készleteket, valamint a termálvíz helyzetét lehet kiemelni a témához kapcsolódóan, szomszédjainkkal és az Európai Unió tagállamokkal szemben.

Szót kell ejteni arról is, hogy a kialakult energiafüggő helyzetünk közvetett értelemben szintén az elmúlt század történelméhez köthető.

A Szovjet Unióval ápolt kapcsolatunk eredménye volt a célirányosan kiépített infrastruktúra, és az energiafüggőség létrehozása- ezen belül is a földgázhálózat.

Ma már köztudott, hogy a fosszilis energiahordozó készlet véges, pótlása, helyettesítése akadályokba ütközik.

Az **1. ábrán** látható Magyarország egyes energiahordozóinak felhasználása.



1. ábra Belföldi felhasználás megoszlása

Forrás: Korpos, (2020)

Mivel a hazai fosszilis és megújuló energiatermelés csekély, bel és külpolitikai kapcsolatunk igen fontos közvetett szerepet játszik energia szempontjából a háztartások és az ipar életében. Az energiafüggőség miatt hazánknak törekednie kell az önellátottságra, erre pedig a legjobb megoldás a megújuló vagy a fisszilis (atom) energia részarányának növelése (Korpos, 2020.).

1.2. Fejlesztési lehetőségek vizsgálata az önellátás elérése érdekében

A megújuló, zöldenergia termelési technológiák tárháza, napról-napra bővül, ezért átmenetileg határvonalat kell húzni az egyes technológiák, fejlesztések megválasztásánál, mivel számos technológia még kísérleti fázisban van, ezért az ezekkel való számolást feltételekkel kell kezelni.

Diplomamunkámban azokat a lokális adottságokat vizsgálom, amelyekkel energiaellátás szempontjából szigetüzemet tudok létrehozni.

A szakirodalmi háttérkutatásból azt a következtetést vontam le, hogy a műszaki megoldásoknak legtöbbször a jogi szabályozás és a gazdasági oldal szab határt. Ezen korlátok között kellett környezettudatosan lavírozni és az optimális koncepciót keresni.

A fejlesztéseknek, újításoknak nem csupán anyagi vonzata van, így a teljes önállóság csak bizonyos zöldterületek elvonásával járhat.

Helyszínelés során a szennyvíztisztító telep szomszédságában nagyobb, kihasználatlan területek helyezkednek el, melyek, ha a telep tulajdonába kerülnének zöld fejlesztésbe is be tudnának szállni.

Az egyes technológiákat úgy kellett megválasztani, hogy azok a helyi építési szabályzatnak ne mondjanak ellent. Összhangban kell lennie a kerületi (24/2018. (X.26.) önkormányzati rendelet) és az általános OTÉK rendelettel (253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet).

A folyam közelsége miatt a nagyvízi meder hatályos rendelet előírásait kell betartani, főként a vízbázisra vonatkozó előírásokat (83/2014. (III. 14.) Korm. rendeletet).

1.2.1. Biogázüzem létesítésének vizsgálata

A zöld energiatermelés egyik feltörekvő módja a biogáz hasznosítás.

A szerves anyagokat biológiai úton baktériumok bontják (Barótfi, 1993).

Hőmérséklettől és tartózkodási időtől függően termelődhet a biogáz.

Az **1. táblázatból** látható, hogy az egyes lebontási folyamatokhoz milyen tartózkodási idő tartozik.

1. táblázat: Biogáz termelés módja

Hőmérsékleti tartomány	Jellemző hőmérséklet	Tartózkodási idő
pszichrofil	< 20 °C	70-80 nap
mezofil	25-45 °C	30-40 nap
termofil	43-65 °C	12-20 nap

Forrás: Galyas - Szunyog (2018)

A biogáz termelés alapvető feltételei:

- szerves anyag – fajtája, %-os megoszlása
- fehérjék, szénhidrátok, zsírok
- anaerob körülmény (O₂ mentes)
- baktériumcsaládok és azok szimbiózisa
- hőmérsékleti tartomány
- tartózkodási idő

(Galyas – Szunyog, 2018)

Magyarországon a legtöbb biogázüzem szennyvíztisztító telep mellé épül. A központi szennyvíztisztító közelében (<5 km), egy másik, a Dél-Pesti Szennyvíztisztító Telep üzemel.

A telepen kiépítésre került egy biogáz telep, mely jelenleg is üzemel. Az üzemeltető honlapján közzétett információk alapján élelmiszer hulladék befogadására képes, kapacitása nincs teljes mértékben kihasználva.

Az **1. képen** látható Dél Pesti Szennyvíztisztító telep napi maximális szennyvíz tisztítási kapacitása 80 000 m³/nap. A telep átlagosan évi 6,8 millió m³ biogázt termel, mely fedezi a

telep elektromos energia igényét. A kiépített infrastruktúra lehetővé teszi a biogázból származó többlet elektromos energiát a közhálózatba juttatni.



1. kép: Dél- Pesti Szennyvíztisztító Telep

Forrás: e-közmű rendszer

A telep biogáz termelése arányaiban véve nagy, a közcélú földgázhálózatba biometán betáplálás nem történik (FCSM Zrt., 2012).

A területi adottság lehetővé tenné többlet szerves nyersanyag befogadását, azonban a jelenlegi technológia és a kialakított mikrobiológiai folyamat nem.

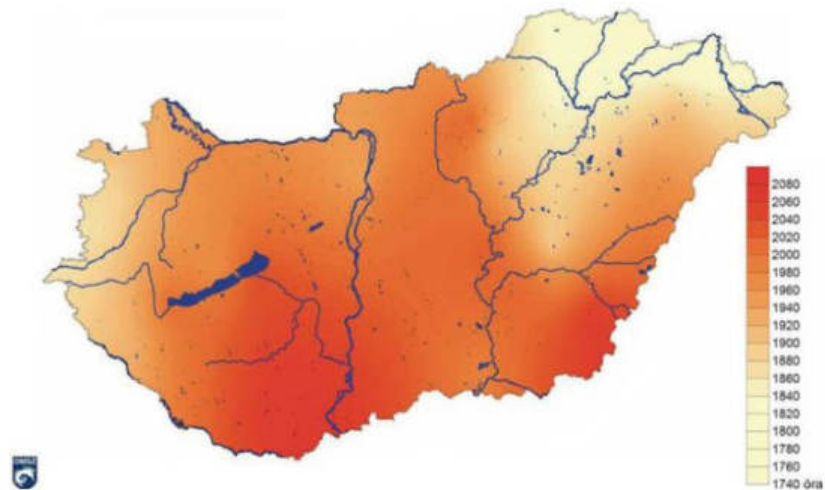
A többlet szervesanyag befogadására új részegységet kellene létrehozni, új technológiát bevezetni – diplomadolgozatom részét nem képezi.

Amennyiben ez a kérdés felmerül a szomszédos, Dél Pesti szennyvíztisztító teleppel célszerű lenne egyeztetni, esetleg együttműködési megállapodást kötni egymás kölcsönös támogatására, mivel az egyes rothasztási folyamatokhoz szükséges alapanyag nem folyamatos ezek fedezésére.

Jelenleg az összes keletkező biogáz felhasználásra (elégetésre) kerül. Jelenlegi biogáz felhasználás mellett nem javasolt, indokolatlan lenne egy új biometán előállítására alkalmas technológia létesítése (Szunyog, 2019).

1.2.2. Napenergia hasznosítás

Széleskörű adatbázissal rendelkezik az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) hazánk időjárásával, köztük a napsugárzással kapcsolatos adatokkal is. A **2. ábrán** 1971 és 2000-s évek közötti átlagos napsütötte óraszámot láthatjuk területi megosztásban.



2. ábra: Évi átlagos napfénytartam az 1971-2000 közötti időszak alapján

Forrás: (OMSZ, 2012)

Az Országos Meteorológiai Szolgálat adatbázisa alapján, területtől függően a napfénytartam 1740 és 2080 óra között változik. Ezen adatok ismerete a napenergia hasznosításából nyerhető energia egyik alapköve (OMSZ, 2012).

A napfénytartam részletesebb szemléltetését a következő, **3. ábra** mutatja be.



3. ábra: A napfénytartam átlagos havi értékei az 1971-2000 közötti időszak alapján

Forrás: (OMSZ, 2012)

A tudomány jelenlegi állása szerint a Föld forgását és keringését nem tudjuk befolyásolni (habár minden hatás, ellenhatást szül, de ezt sem tudjuk mérni), így olyan technológiát kell kidolgozni, finomítani, amely ezekhez a fix adatokhoz alkalmazkodik.

1.2.3. Napelem telepítési lehetőségek

1.2.3.1. Tetőre telepítve

Több szakirodalom, gyártó és kivitelező is a Déli tájolást és 35° beesési szöveget javasolja, mivel a telepített napelem rendszer ilyen feltételek mellett üzemeltetve a legnagyobb határfok érhető el (Innovatív Napelem Kft., 2019).

A tetőszerkezetek vizsgálatát szemrevételezésen kívül több műszeres mérésnek is alá kell vetni, mint pl.: Smith kalapácsos, ultrahangos vizsgálatnak is alá kell vetni (Bálint, 2005), valamint egy statikus tervezőmérnököt is be kell vonni.

Szilárdsági értékek ismeretében a tetőt hajlításra, nyírásra és nyomásra is ellenőrizni kell nagy hangsúlyt kell fektetve a sarokkapcsolatokra és lehajlásra is. Ellenőrizni kell továbbá a felmenő fal szerkezeteket karcsúságra, kihajlásra. Kutatógödrökkel az alapozás is ellenőrizendő teherbírásra, süllyedésre stb. (Bartos – Králik, 1985).

Amennyiben a meglévő szerkezet megfelel a fenti vizsgálatoknak, a napelem telepíthető, ellenkező esetben ezeket a felmerülő szerkezeti akadályokat meg kell oldani.

A telepítési tervet úgy kell elkészíteni, hogy az együtt dolgozzon a meglévő tetőszerkezettel. A napelemek rögzítésénél a szél szívásból és nyomásból lesz az egyik legnagyobb igénybevétel, így az uralkodó szélirányra is figyelemmel kell lenni a rögzítések folyamatos feszültség, később fáradtságból eredő törés elkerülése érdekében.

A hőterhelésből származó dilatációval is számolni kell - a dilatációs hézagok kiosztását, csúsztós rögzítések nem hanyagolhatók el (Deák – Dulácska, 2012).

A mélypontok kialakítása során a vízgyűjtő felület nagysága befolyással van - méretezés során arra kell törekedni, hogy a napelemek fém része minél rövidebb ideig érintkezzen nedvességgel, tartózkodjon víz alatt.

A fémszerkezeteket továbbá passzív kell, aktív korrózióvédelemmel tanácsos védeni.

Passzív védelem érdekében első sorban a kötéseket, csatlakozásokat kell ellátni oxidáció ellen. A passzív védelmet közvetett módon a jól megválasztott tető rétegrendi kialakítása, különös tekintettel a csapadék élvezetes is befolyásolja (Makáry – Vámos, 1980).

Szem előtt kell tartani továbbá az elektrokémiai folyamatokból eredő korróziót - ez ellen leghatásosabb védekezés az aktív korrózióvédelmi hálózat létesítése.

Mivel tervezett napelem rendszerünk föld felett helyezkedik el, villám és túlfeszültség elleni védelemmel, valamint EPH rendszerrel is el kell látni.

1.2.3.2. Talajra telepítve

A napelemeket a telep esetében nem csak a tetőszerkezetre tudjuk telepíteni, hanem a talajra is.

A helyes alapozás megválasztását nem csak a fagykár miatt kell körültekintően megválasztani, de az együttlétezővel, valamint az esetleges árvízzel is számolni kell.

A beépítendő napelemek nagy területet foglalnak, de talajjal való kapcsolata minimális. A területi adottságok lehetővé teszik, hogy az amúgy is szükséges szerviz utakat zöldítsük.

Megfelelő teherbírású gyeprács alkalmazása mellett a tervezett napelem alatti fennmaradó zöldterületet hasznosítani tudjuk.

Hazai példa erre, olyan napelem park, ahol lucernát természetesen a be nem épített területen. Erre vonatkozó szakirodalomban, a lucerna jól tűri a szélsőséges körülményeket, 4-6 évig jó termést hoz (nem termelési céllal telepítjük!), területkiszorító hatása van, évelő, lágyszárú növény (Hidvégi, 2007).

Mind a tető, mind a talajra telepítés esetén a tervezett rendszer geodéziai kitűzése nem elhanyagolható (Kovács – Tokody, 2010).

Napenergia hasznosítására és a technológia fejlődésére jó példa a 2015 júniusában üzembe helyezett **2. képen** látható ~26 ha területen kialakított visontai naperőmű, mely a lakossági elektromos igények kielégítésére épült ki.



2. kép: Visontai naperőmű ortofotó 2018-2020

Forrás: e-közmű rendszer

Hazai viszonylatban a napenergia hasznosításának létjogosultságát a 72 480 db (darabonként 255 Wp teljesítményű), összteljesítményét tekintve 16 MW-os támasztja alá. Ezzel a teljesítménnyel a visontai napelempark volt hazánk legnagyobb fotovoltaikus erőműve.

A hálózatba tápláláshoz két darab, egyenként 8 MW-s hálózati inverter (feladatuk, hogy az egyenáramból váltóáramot alakít át) és egy transzformátort kellett kiépíteni.

Az erőmű által termelt elektromos energia először egy 6 kV-os földkábelben a transzformátorba, majd onnan a nagyfeszültségű, 120 kV-os detki MAVIR távvezetékbe jut (MM Műszaki magazin, 2017).

A napelemek folyamatos fejlődésére jó példa a későbbi számításomhoz használt napelem (405 Wp), mely ugyanekkora területen és napelem darabszámmal nagyobb teljesítményre képes – ez a telepített visontai napelempark esetében 58 %-os többletteljesítményt eredményezne (Pentele Solar Kft., 2022).

Ez a lehetséges többlettermelés a napelemek folyamatos fejlődésének köszönhető.

Figyelembevétel a napi energiaszükségletet, illetve a változó termelés intenzitását a közhálózatba lehet betáplálni – ennek lehetőségét a helyi szolgáltatóval egyeztetni szükséges (273/2007. (X. 19.) Korm. rendelet).

1.2.4. Napkollektor telepítési lehetőség

A napkollektorok alapvető feladata a hőtermelés. Két típust különböztetünk meg, az egyik a sík- kollektor, a másik a vákuumcsöves kollektor.

Működési elvük hasonló, kialakításuknak, elvi felépítésüknek és a keringtetett folyadéknak köszönhetően a vákuumcsöves kollektor hatásfoka jobb (Tóth, 2021).

Választásom a **3. képen** látható vákuumcsöves kollektorra esett, mivel a kollektorok közül modernnek tekinthető, valamint a hazai napsugárzási viszonyokat jól lefedi, valamint kivitelezés szempontjából is egyszerűbb.



3. kép: Hajdu vákuumcsöves kollektor

Forrás: (Hideget-meleget Kft., 2015)

Tervezés során a HAJDU 12VTS vákuumcsöves, 650 kW/m²/év energiahozamú napkollektort választottam (Hideget-meleget Kft., 2015).

A kollektorok telepítése előtt részletesen meg kell vizsgálni a tetőszerkezeteket, főként annak vízzáró rétegfelépítését, mivel a többletterhelés és a szerelési munka során, valamint a bitumenes szigetelés időközben az UV sugárzás öregítő hatása miatt könnyebben sérül (Bálint, 2005).

1.3. Szélenergia hasznosítás

A “szabad tervezést” a helyi és a lakott területekre vonatkozó jogszabályi háttér, (277/2016 (IX. 15.) Korm. rendelet) és a környezetvédelmi előírás korlátozza, ezért a hagyományos horizontális tengelyű, átlagosan 20-25 m magas szélturbinák nem jöhetnek számításba, azonban a szél hasznosításánál **4. képen** látható Halcium kerek telepítésével tudunk számolni (Kádár, 2006).



4. kép: Halcium powerPod

Forrás: (Halcium Energy Inc., 2021).

Egy úttörő technológia méretének és teljesítményének köszönhetően lehetőséget nyújt a telepen jelenleg nem hasznosított szélenergia hasznosítására is (Halcium Energy Inc., 2021).

Mivel ez a szélturbina kevésbé elterjedt, a gyártó által közzétett adatokat közelítési szándékkal lehet kezelni.

Diplomamunkám írása során sikertelen volt a kapcsolatfelvétel a gyártóval, így fentebb írt meglátásomat még jobban alátámasztotta. A szélturbina egyes adatait az interneten fellelhető egyes viszonteladóktól vettem át.

A forgalmazók honlapján közzétett adatok közelítő számításhoz elegendő információt adnak (Nalench Store, 2021).

A **4. ábrán** látható az eddig telepített úttörő Halcium powerpod által nyerhető átlagos energia mennyiség alakulása a napenergiával szemben.

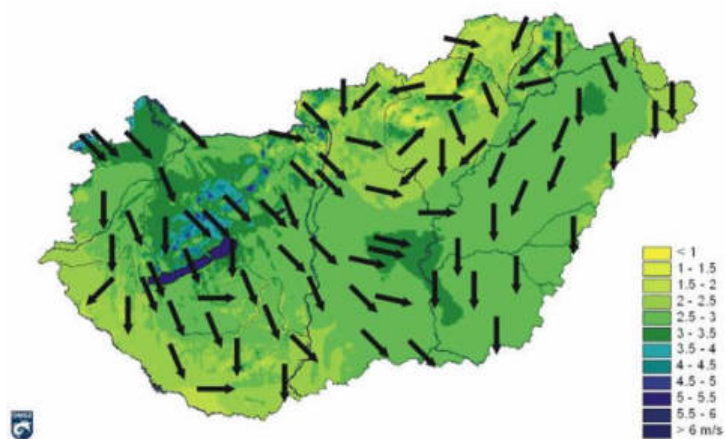


4. ábra: Törpe szélérőmű teljesítménye

Forrás: (Halcium Energy Inc., 2021).

Kialakításának és technikai adottságainak köszönhetően nap-szél öszvér szerkezetek is létrehozható, azáltal, hogy a napelemet és a powerpodot összekötjük. A powerpod telepítési és szerkezeti magassága lehetővé teszi, hogy akár a talajra tervezett napelem alá telepítsük.

Az 5. ábra mutatja hazánk uralkodó szélmozgását, annak átlagos sebességét.



5. ábra: Átlagos szélmozgás Magyarországon

Forrás: met.hu

A szélmozgás jelentőségét pl: a nagyobb települések utcáinak kialakításában játszott szerepet. A gyártó által közzétett (az egyes fővárosokban mért) teljesítmények azt mutatják, hogy a Halcium jobban teljesít, mint a napelem, de ez nincs kifejtve.

Nincs részletezve mely évszakban, napszakban, időjárási körülmény között, napelem m² között zajlott ez az összehasonlítás. A meteorológiai adatszolgáltatásból kivehető, hogy Dunántúlon és a Duna-Tisza köze területén főként az Észak-Keleti, míg Tiszántúlon az Észak-Nyugati az uralkodó szélirány – mindkét esetben elmondható, hogy a hideg szél az uralkodó.

Számításom során a tervezési területen a szél alap adatait ebből a megoszlásból vettem alapul, azaz Észak-Keleti – 2-2,5 m/s.

1.4. Megújuló hőenergia hasznosítás

Habár hazánk területén szomszédjainktól eltérően geotermikus kincseink könnyedén elérhetők, jelen esetben ezt a kiváltságot nem tudjuk teljes mértékben hasznosítani.

A mélyfúrású kutak helyzete sem kedvezőbb, ebben az esetben a termelő és a vissza sajtoló kutak egymástól való távolsága nem elégíti ki az ökölszabályként elfogadott min. 1000 m távolságot.

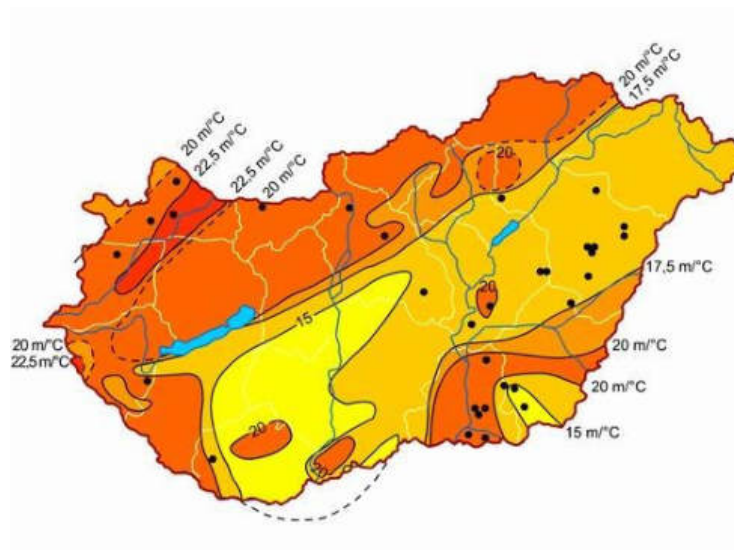
A mélyfúrású kutak ellen a Duna folyó érzékeny vízbázisa is szól, mivel ez a főváros vízvételvezését (parti szűrésű rendszer) kockáztatná (BRÜNNER, 1995).

A fentebb leírtak miatt a nyílt rendszer alkalmazása kizáró ok. A zárt rendszerrel termálhő hasznosítási lehetőségeket vizsgálva azonban, a talajhő egy része hasznosítható. A zárt rendszerű talajhő szivattyúk közül a talajszonda és a talajkollektor a legelterjedtebb. Alkalmazásuknak, elterjedésüknek a területi adottságok szabnak határt. Talajkollektor esetén a csőkígyó telepítési mélysége 2-3 m. Telepítési feltétel továbbá, hogy a telepítendő rendszer felett semmi olyan nem létesíthető, ami a direkt napsugárzást korlátozza, a kollektort árnyékolja.

Mivel nem csak talajhőt hasznosító rendszert, hanem a napelemes rendszert is tervezek, a talajkollektoros megoldást elvettem.

Ugyanakkor zártrendszerű talajhő hasznosító családhoz tartozó talajhőszondás rendszer számításba vettem (Vaszi-Gépszer Kft., 2021).

A **6. ábra** szerint a telep területén igen jó a mélységgel járó hőmérsékleti mutató.



6. ábra: Talajhőmérséklet megoszlás a mélység függvényében

Forrás: met.hu

A talajszondás rendszer helyigénye kisebb, elhelyezkedését tekintve telepítése vertikális (100-150 m) és a hasznosítható hőmennyiség időben közel konstans, időjárástól független.

Figyelembe kell venni a réteg hőegysúlyát, azaz a kitermelt és hasznosított hőt vissza kell termelni (Kömlös, et al. 2009).

A talajhő hasznosításával a földgáz függőségét tudjuk visszaszorítani, minimalizálni.

1.4.1. Új hűtési-fűtési technológia létesítése

A Duna folyam a közelsége miatt a telep hűtése- fűtése alternatíva lehetne.

Későbbi, műszaki és gazdasági elemzés során jelen tanulmányterv szintű munkarész beépítem.

A közelmúltban egy közismert szaklapban egy fiatal magyar csapat ismertette hűtéstechnikai innovációját, miszerint a szervertermek hűtési energiaigénye 20-50%-al csökkenthető.

Említésre méltó a dolog, mivel a szennyvíztisztító telep is rendelkezik szünetmentes szerverteremmel.

A telep energiafogyasztásához képest az idetartozó energiafogyasztás csekély, de finomhangolás esetén számításba lehet venni.

Az újítás lényege, hogy egy fázisváltó anyag segítségével az éjszakai hidegebb levegőt nappal hasznosítja a szerverterem hűtésére.

Az alkalmazott tároló hőkapacitása 25 kWh, ami 8-10 órán keresztül képes hűteni. A teljesítmény mivoltát a fázisváltó anyag kedvező (19-21 °C-os) olvadási hőmérséklete adja. Méreteit tekintve 520x800x1200 mm (~0,5 m³ nettó térfogat), hűtési teljesítménye 100 kW. Két körös rendszer, mely termo ventilátorokkal végződik (Lantos, 2021).

Mivel egy fejlesztés alatt álló technológiáról van szó, érdemes ezeket az adatokat kellő körültekintéssel kezelni.

1.5. Többlet elektromos energia tárolás

1.5.1. Közvetlen

Mivel a telep nem szigetüzemű, az esetek többségében többlet energia nem áll rendelkezésre. A szükséges mennyiség, mind a hőenergia mind elektromos energia közhálózatból vételezve elégíti ki a felmerülő többlet szükségleteket.

A fejlesztési lehetőségeket körbejárva lehetséges alternatívát mutatok be a probléma minimalizálására, kiiktatására.

Ennek egyik jól ismert közvetlen energiatárolási módja egy nagy kapacitású akkumulátor. Jelenleg egy új, Na- Fe alapú technológiával készült akkumulátor került a piacra, melynek előállítása olcsóbb, élettartama jobb, mint a manapság elterjedt lítium-ion akkumulátoroké.

A szakemberek kutatását, további adatgyűjtését segítve célszerű egy ilyen ipari méretű energiatároló beépítése. Az ilyen típusú akkumulátor előnye, hogy a tárolt elektromos energia azonnal rendelkezésre áll, mennyisége az akkumulátor kapacitásától függ (Papp, 2022).

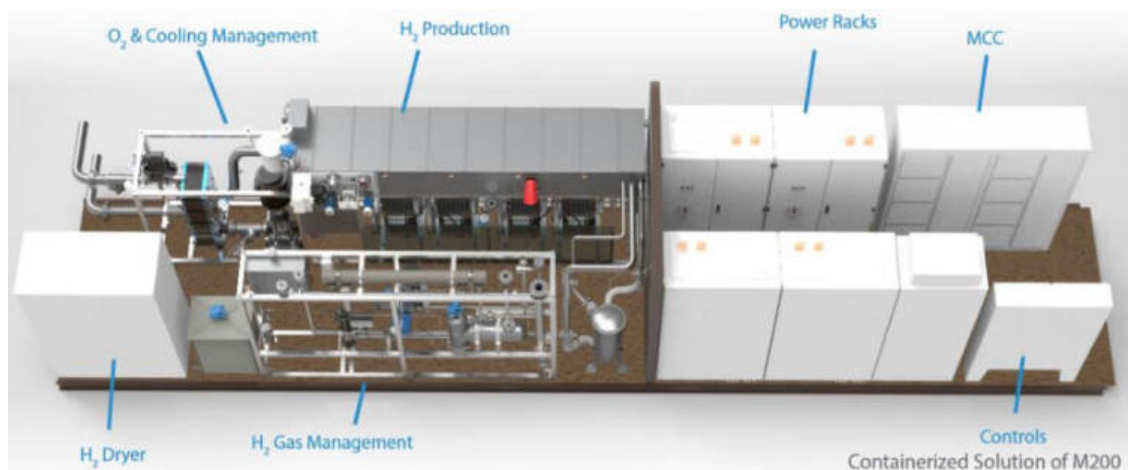
1.5.2. Közvetett (elektrolízis)

A hidrogénfelhasználás életképességét egy Észak hollandiai régió is bizonyítja. Terv szerint 2030-ra, olyan technológiai üzemeket akarnak létrehozni, mely javarészt zöld hidrogént állít elő (Bogányi, et al., 2020).

Habár a hidrogén termelés intenzitását növelik, számolva azzal, hogy konstans a hazai energia felhasználás - ez csak részben valósulhat meg, mivel az egyre energiatakarékosabb termékeket építünk be, használunk.

Mivel hidrogénexportban is gondolkodnak (részben ki van építve az infrastruktúra), így a kieső hazai fogyasztásból származó bevétel az eladott, exportált hidrogénből fedezve van.

Esetünkben a többlet energia tárolásának egyik közvetett módja az elektrolízissel nyerhető. Ennek egyik helytakarékos módja egy az **5. képen** látható hidrogénbontó üzemszámítás (MHT Egyesület, 2020).



5. kép: Elektrolizáló telepítési lehetőség

Forrás: <https://www.hfc-hungary.org/elektrolizis/>

Ez a fajta energiátárolási mód többhasznú, valamint a Nemzetközi Energiaügynökség 2021. novemberében tartott glasgow-i konferencián elhangzottakkal is összhangban van (ENSZ, 2021).

A vízbontó berendezés H₂ és az O₂ előállításához szükséges elektromos energiát a többlettermelésű biogáz kazán, motor és a fel nem használt Nap és szél energiából kapjuk.

Ez a fajta energiatárolás előnyös, mivel 1 m³ H₂ gáz előállításához 3,56 kWh energia szükséges (ГАВРИЛЕНКО, 2021).

A termelt hidrogén tárolását meg kell oldani. A keletkező hidrogéngáz tárolásának legjobb módja a gázra jellemző nyomásnöveléssel járó térfogatcsökkentés. Olyan nyomástartó tartályokat kell létesíteni, melyek folyamatos nyomás és alacsony hőmérsékleten tartásra is képesek (Kemenczés, 1976).

A keletkező tüzelőanyag szükség esetén hő és elektromos zsinór fogyasztás feletti szükségletek fedezésére használható fel.

A 2. táblázatban látható, hogy az előállított hidrogén fűtőértéke 12795 kJ/m³ (3,55 kWh) közel azonos az elektrolízisbe fektetett energiával (Meszléry, 1978).

2. táblázat: Tiszta gázok égéshője

Gásfajta		Mértékegység			
		kcal/Nm ³	kJ/kg	kJ/kmol	kJ/Nm ³
Hidrogén	H ₂	3 056,2	142 380,1	287 024,0	12 795,7
Szén-monoxid	CO	3 025,7	10 144,0	284 156,2	12 680,6
Metán	CH ₄	9 526,8	55 645,7	892 723,3	39 886,8
Etán	C ₂ H ₆	16 852,4	52 033,6	1 564 651,8	70 557,6
Propán	C ₃ H ₈	24 357,6	50 510,4	2 227 355,0	101 980,4
Bután	n-C ₄ H ₁₀	31 692,7	49 090,3	2 853 126,4	132 691,0
Pentán	n-C ₅ H ₁₂	37 768,1	45 741,2	3 300 276,5	158 127,5
Hexán	n-C ₆ H ₁₄	44 784,1	48 828,7	4 207 956,6	187 502,1
Heptán	n-C ₇ H ₁₆	51 144,7	48 022,6	4 812 344,3	214 132,6
Etilén	C ₂ H ₄	15 178,5	50 416,0	1 414 369,0	63 549,3
Benzol	C ₆ H ₆	35 279,4	42 473,7	3 317 832,6	147 707,8

Forrás: Meszléry C., (1978)

Hidrogén felhasználásánál új gázmotor beszerelése indokolt, mivel a hidrogén áramlási sebességét szabályozni kell, hogy a lángleszakadást és a visszagyulladás elkerüljük (UIS, 2022).

Habár a hidrogén tüzelésű turbinák CO₂ kibocsátás szempontjából kedvezőek (nincs), mivel durranógázos technológiáról van szó körültekintően kell eljárni mind a tervezés mind az üzemeltetés során (Erdősi, 2021).

Hidrogén hatékony tárolása ~1000 bar lenne, azonban jelenleg bejáratott nyomástartó „csupán” 680 bar (Balog, 2005).

A hidrogén, mint zöld energiahordozó életképes megoldás, azonban a technológia létesítésének komoly anyagi vonzata van (Bogányi et al. 2020).

Habár kis lépésekkel is, de hazánkban is kezd elterjedni a hidrogén hasznosítása. Egyre nagyobb szerepet kap a karbonmentesítés és egyre nagyobb teljesítményű és hatásfokú gépek terjednek. (Kubus, 2020).

1.6. Épületenergetika

Energetikai számítás során a szakmában ismert excel táblát használtam, amely összhangban van a hatályos rendelet előírásaival (7/2006. (V. 24.) TNM rendelet).

A számítás alapját továbbá a megelőző tanulmányaim, illetve az az és bejáratott excel tábla indokolta (Zöhls, 2008).

A számítási eljárás összhangban van a korábbi tanulmányaim során ismertetett szabványokkal, főként a hőhidakra és a hőáramokra (MSZ EN ISO 10211).

A hőátbocsátások, hővezetési ellenállások számítása megfelel az ide vonatkozó szabványnak (MSZ EN ISO 6946).

1.7. Gazdasági elemzés

A gazdasági elemzés nélkülözhetetlen egy beruházás kapcsán.

Esetemben egy belső megtérülést számoltam, ahol a kiadás oldalon maga a beruházás jelenértéke, bevétel oldalon pedig a megtakarított elektromos és földgáz árából szereplő „bevétel” szerepel (Daróczi M., 2020).

Számításkor a $k=10\%$ -os diszkonttényezővel számolok, földgáz ára 23,02 Ft/MJ - ez az 1 kWh elektromos energia 50%-a (MVM Zrt., 2019).

Jelenleg a megtérülési idő tovább növekedne, mivel a világpiacon az energiaárak csökkennek és csökkenést mutatnak (Eurostat, 2014).

Mivel a hazai földgáz termelés elenyésző a 10 MRD m³-s fogyasztáshoz képest - törekednünk kell az önellátásra és az egyéb megújuló energia alternatívák keresésére.

1.8. Környezetterhelés

A szennyvíztisztító üzem által kibocsátott NO_x, CO, SO₂, NMCH értékek minden kibocsátási pontban megfelel az előírt határértékeknek.

Jelenleg a telep üvegház hatású gáz kibocsátása 16 412 t (CO_{2e}), elkerült üvegház hatású gáz kibocsátás pedig 10 537 t (CO₂).

A CO₂ kibocsátás bolygónkat folyamatos természeti katasztrófa felé sodorja.

Ezek között van a globális felmelegedés, erdőtüzek, a jégsapkák olvadását és az ebből eredő tengerszint emelkedést.

Ennek a problémának a megoldása érdekében jött létre a párizsi klímaegyezmény, valamint kiotói jegyzőkönyv, azonban a várt eredményt egyik kezdeményezés sem érte el.

Európában a jegyzőkönyv kapcsán hozták létre az ETS-t (Emission Trading System - széndioxid-kvóta), ami hatásosnak mondható, de nem tökéletes rendszer a üvegházhatású gázok megfékezésére.

A CO₂-kvóta rendszer minden EU-s tagállamra vonatkozik – melyben több, mint tízezer erőmű és gyár érintett.

A lényege, hogy az EU-n belül az illetékes bizottság megállapít egy keretet, tagállamokra, majd vállalatokra nézve. Az érintett vállalat ezt a megállapított karbon kvótát nem lépheti túl, amennyiben igen a fennmaradó kvótát valamely más vállalattól meg kell vásárolnia.

A rendszer létrehozásának az lett volna a célja, hogy ezeket a hiányzó kvótákat, csak drágán lehetett volna megvásárolni, azonban ez nem így történt.

Ennek az volt az oka, hogy az egyes vállalatok egyre korszerűbb berendezéseket, vagy technológiákat alkalmaztak, amivel kvótatöbblet keletkezett a piacon (MET Magyarország Zrt., 2021)

A kvótatöbblet megjelenését az idézte elő, hogy a kiosztható kvóta darabszámot 3-5 évente osztották ki és nem követték le teljes mértékben a szükségleteket és igényeket.

Jelenleg évenkénti összegzések és felülvizsgálatok vannak a szabad kvótákkal kapcsolatban.

A kvóta ára széles határok között mozog, míg tíz éve 1 tonna CO₂ többlet kibocsátásért 5-10 eurót kellett fizetni, mostanra 90-100 eurót.

A folyamatos szabályozás és finomhangolás eredményesnek mondható, mivel azok a vállalatok, akik gazdasági elemzést készítettek és gazdaságosabb volt számukra megvenni a többlet kvótát kezdenek visszaszorulni (Végh, 2022).

A szén-dioxid megkötésére és feldolgozására a fotoszintetizáló növények képesek.

Nehezíti a dolgot, hogy a szén-dioxid megkötés csak a növények vegetációs időszakában, a földgázfelhasználás legnagyobb hányada pedig, ezen az időszakon kívül - téli időszakban zajlik (Radó, 1996).

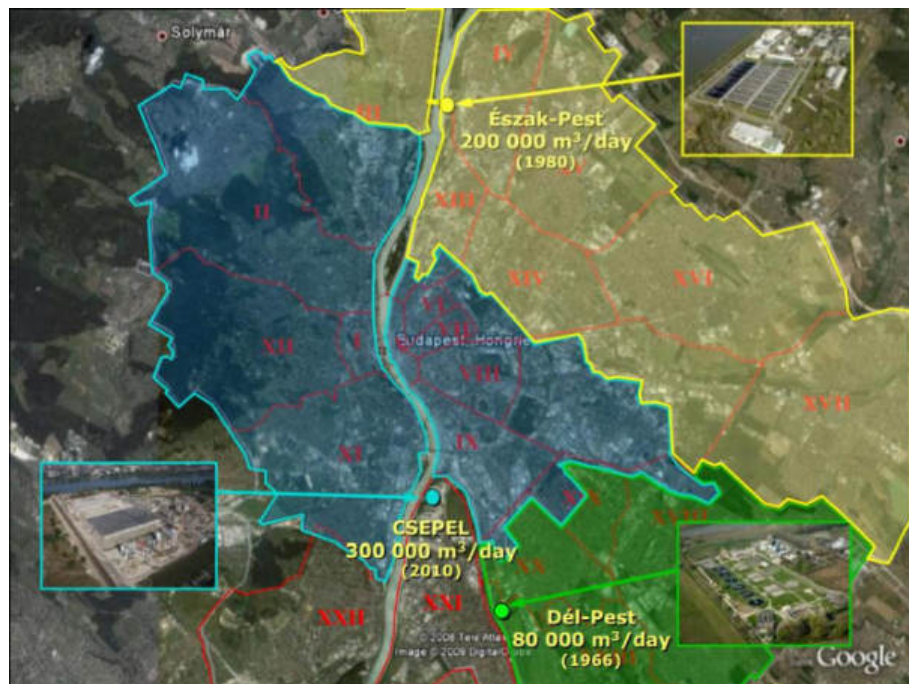
2. Tervezés

2.1. A szennyvíztisztító telep ismertetése, kiindulási adatok

Diplomamunkámban az energetikai elemzéshez szükséges fő kiindulási adatokat a BKSZT Kft. által 2011-ben készített Fenntarthatósági Jelentésből használtam fel, mivel saját mérések készítésére nincs lehetőség.

A szennyvíztisztító telep építését 249 millió euróból az „Élő Duna” projekt keretein belül kezdték építeni 2005-ben, az egy éves próbaüzem után pedig, üzemszerű működtetése, 2010 augusztusában kezdte.

A Budapest Központi Szennyvíztisztító Telep a XXI. kerületben (Csepel) a **7. ábra** szerint helyezkedik el.



7. ábra BKSZT szennyvízgyűjtő területe

Forrás: Kóvári, (2013)

A telephelyre érkező szennyvízmennyiségét két típusra oszthatjuk. Ennek mennyisége: 240 000 m³ / nap (szárazidei) és 360 000 m³ /nap (csapadékos).

A technológiai folyamatok koordinálására, a telep biztonságos működése érdekében három, egymástól különálló emberi tartózkodásra szánt épület került elhelyezésre - ezek a porta, karbantartó épület és a főépület.

A szennyvíztisztító telep részletesebb elrendezését a melléklet, *Átnézeti helyszínrajz* mutatja be.

Energetikai szempontból, a tisztítási folyamat során a 2011-s mérések alapján, a szakirodalom 0,45 kWh/m³ helyett, egy köbméter víz tisztításához 0,20 kWh elektromos energia szükségletet mér – ennek magyarázatára a fejlődő technológiák egyre nagyobb hatásfoka ad választ.

A beérkező szennyvíz teljes mértékben csővezetéken, a Budai főgyűjtőn, majd a Kelenföldi (Déli) és a Ferencvárosi (Északi) átemelőn keresztül érkezik.

Közúton érkező szennyvíz mennyisége elhanyagolható (<1%), intenzitása nem állandó (csak havária, üzemszerű beavatkozás esetén).

A szennyvíz mennyiségétől, összetételétől függően tartalmaz szerves és szervetlen anyagot mely az alkalmazott biológiai tisztítást befolyásolja.

A részlegesen tisztított (durva-, finom rács) szennyvíz áthalad a biológiai kezelő létesítményen, amely 18 egyforma párhuzamos vonalból áll.

A víz kb. 8 óráig tartózkodik a biológiai kezelés szakaszában, mielőtt továbbhaladna az utóülepítési fázishoz, ahol ismét 2 x 9 db hosszanti átfolyású utóülepítő medence választja le a tisztítási maradékanyagokat (iszap) a tisztított víztől.

Míg a rácsszemetet, a homokot és a zsírokat a kezelést követően hulladéklerakóban helyezik el, addig a kevert primer- és biológiai iszap, szennyvíz, valójában az üzem hasznos mellékterméke.

Miután megtörtént az előbbi fölősiszap besűrítése a statikus sűrítőkben, illetve az utóbbié a víztelenítő/ sűrítő asztalokon, a kettő elegyét pasztörizálják (alacsony hő), és három termofil anaerob rothasztó tartályba töltik.

Itt ismét a természetes folyamat lemásolása történik; a folyamat tulajdonképpen az emésztés (lassú égés) modellje:

A bevitt anyagot egy metántermelő baktériumokat tartalmazó kultúra dolgozza fel.

A telepen 55-60 °C hőmérsékleten, 12 napon keresztül zajló rothasztási ciklus végén a centrifugákkal víztelenített iszap kész, a mezőgazdasági felhasználásra (talajtaként és műtrágya-helyettesítő anyagként), illetve rekultiváció során hasznosításra alkalmas

Ennek a víztisztítási eljárásnak köszönhetően a biogázzal az éves hőszükséglet 70,56%-a, míg az elektromos energia szükséglet 46,64 %-a fedezhető. A biogázból nyerhető, a technológiai szükséglet fedezését a **3. táblázat** részletezi.

3. táblázat: Biogáz által termelt energia

	Biogáz alapú fedezés [%]	
	hő	áram
Január	29,10	27,02
Február	50,70	42,53
Március	62,17	49,64
Április	73,86	53,23
Május	83,87	50,09
Június	90,00	43,03
Július	94,64	45,14
Augusztus	98,18	39,69
Szeptember	97,67	46,27
Október	87,89	50,70
November	75,78	53,62
December	59,34	56,60
Összes	75,27	46,46

Forrás: BKSZT Kft. (2011) - Fenntarthatósági Jelentés

A rothasztási folyamat során keletkező és felfogott metán- és széndioxid-keverék (a biogáz) minimális tisztítást, víztelenítést követően éghető elegyet képez és az üzem három gázmotorjában (ezek mindegyike 3,56 MW elektromos energiát képes termelni) égethető el.

A motorok 80%-os hatásfokkal állítanak elő hő- és villamos energiát, ezzel ez a szennyvízből kinyert anyag a szennyvíztisztítás energiaigényének több, mint 50%-át fedezi.

Az energiaigény fennmaradó részét három (biogáz elégetésére is alkalmas) földgáztüzelésű kazán fedezi 90%-os energia hatásfokkal; ezek hőtermelő képessége egyenként 2,8 MW.

A motorok és a kazánok esetében, az egyik mindig tartalék (hideg), melynek jelentősége a karbantartás alatti folyamatos működés biztosítása.

A hőtermelő rendszer kettős funkciójú, a szennyvíz iszap hőntartás kielégítése, másrészt az épületek fűtése a távvezetékkel.

A kazánok és a gázmotorok a meleg vizet ugyanarra a nyomáskülönbség nélküli osztó - gyűjtőre termelik, névleges hőmérséklete 90/70°C. Általános esetben csak a biogázmotorok üzemelnek, ezek az iszap hőigényét fedezik, néhány esetben azonban a gázkazánok fedező szerepet látnak el.

Fűtésidényben az épületek hőszükségletét hőcserélő biztosítja. A hőcserélő primer oldala az osztóra köt, szivattyúja a szekunder oldalon hőmérséklettől függően fordulatszám szabályozással keringtet. A szekunder oldali szivattyú a távvezeték keringtető szivattyúja állandó fordulatszámon üzemel, azonban külső frekvencia váltóval rendelkezik.

A frekvenciaváltó mindig 60%-ra van állítva. A távvezetéki rendszer hőigényét biztosító hőcserélő szekunder oldali szivattyúja télen (fűtési idény) folyamatosan üzemel, a primer oldali szivattyú abban az esetben kapcsol be, amikor a szekunder oldali visszatérő hőmérséklet <56°C.

A primer szivattyú bekapcsolása esetén amennyiben az osztó- gyűjtő között hidraulikai egyensúly volt, az egyensúly felborul, azaz áramlás lesz a gyűjtőről az osztó irányába, ezt a felügyeleti rendszer érzékeli és indítja a kazánt. A kazánok fokozatmentesen szabályozható égővel üzemelnek, de a minimális hőteljesítmény ekkor is kazánonként 750 kW.

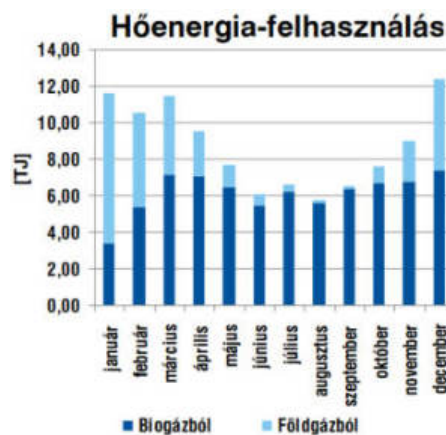
A szennyvíztisztító telep teljes technológiai folyamatábráját a melléklet, **Technológiai folyamatábra** tartalmazza.

A szennyvíztisztító telep üzemeltetéséhez szükséges energia

A beérkező szennyvízmennyiségtől, évszaktól, csapadék intenzitástól függetlenül a szennyvíztisztító telepet folyamatosan üzemeltetni kell. Az üzemeltetéshez szükséges hő- és elektromos zsinor energiafogyasztás alakulása ezen környezeti hatásokkal szoros kapcsolatban áll.

2.1.1. Hőenergia felhasználás

A biológiai szennyvíztisztítás alapvető feltétele a beérkező, kezelendő szennyvíz állandó hőmérsékleten tartása, ezért a hőenergia felhasználás részben évszak függő, a **8. ábra** szerint változik.



8. ábra: Hőenergia felhasználás

Forrás: BKSZT Kft. (2011) - Fenntarthatósági Jelentés

Ugyancsak évszakfüggő a biogáz termelésének mennyisége, ami a saját termelést és a vásárolt energiahordozó hányadát is befolyásolja.

A hőenergia termelése később a biogáz termelését a szennyvíz megtett útja nagymértékben befolyásolja. A biológiai bomlási folyamat már a szennyvíz csatorna vezetékekben megkezdődik. A telepre beérkező nyers szennyvíz minősége, összetétele és mennyisége időszakfüggő, csak megközelítőleg tekinthető állandónak.

Ezekből a változókból adódik, hogy nem csak a tisztítási technológia folyamatos szabályozása és felügyelete szükséges, hanem az ehhez szükséges hőenergia is.

Földgáz fedezése

A földgázellátás a Weiss Manfréd úton üzemelő nagy-középnomású elosztó gázvezetékéről, egy DN 150 acél leágazáson keresztül történik.

A beérkező DN 150 acél (6 bar) primer vezeték a telepen üzemelő 6/ 0,03 nyomásszabályozóba érkezik.

A tisztítási technológia és az meglévő épületek biogáz termelés feletti fogyasztását fedező földgázszükséglete ilyen módon megoldott.

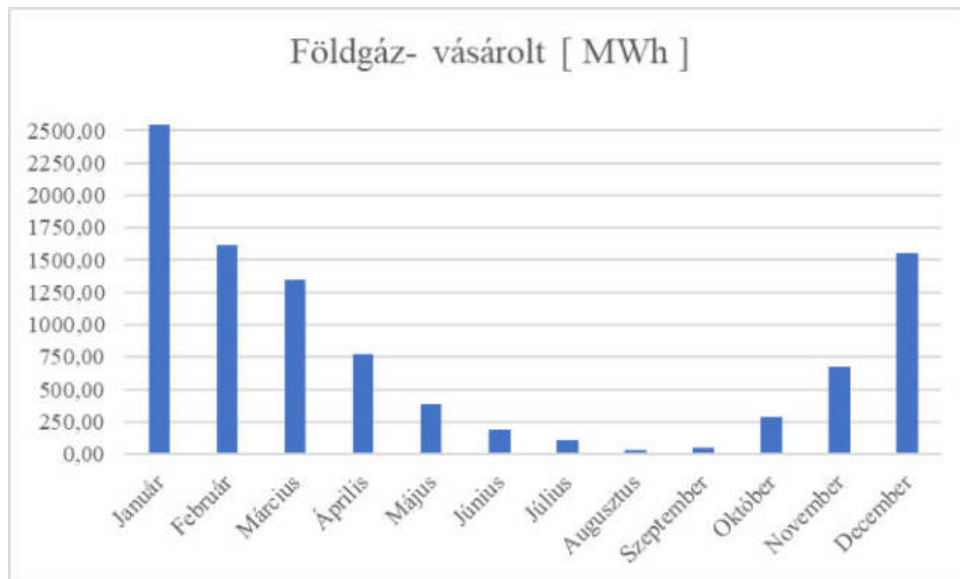
A vásárolt fosszilis energiahordozó megoszlása a **4. táblázat** szerint alakul:

4. táblázat: Földgázfelhasználás megoszlása

	Földgáz- vásárolt
	[MWh]
Január	2.544,44
Február	1.613,89
Március	1.344,44
Április	775,00
Május	386,11
Június	188,89
Július	108,33
Augusztus	33,33
Szeptember	47,22
Október	286,11
November	669,44
December	1.558,33
Összes	9.555,56

Forrás: BKSZT Kft. (2011) - Fenntarthatósági Jelentés

A havi fogyasztási adatok és a táblázat jobb átláthatóság érdekében a **9. ábra** grafikonja mutatja.

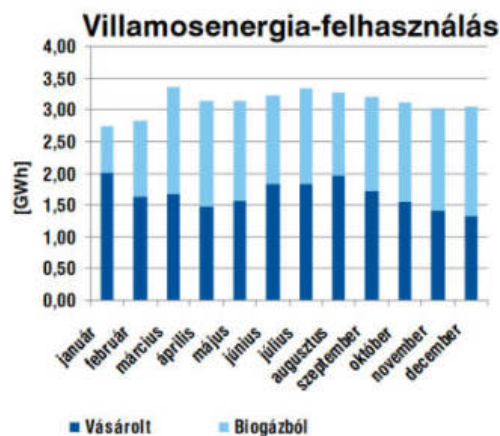


9. ábra: Földgáz felhasználás havi megoszlása

Elektromos energiafelhasználás

A szennyvíztisztító telep teljes mértékben gépesített és automatizált – emberi beavatkozás, csak kis mértékben szükséges.

A szennyvíztisztítási technológiából adódóan az üzemeltetéshez a **10. ábrán** látható villamos energia kell.



10. ábra: Elektromos energiafelhasználás

Forrás: BKSZT Kft. (2011) - Fenntarthatósági Jelentés

A közel zsinórfogyasztás fedezését a biogáz termeléssel és felhasználással lehet összefüggésbe hozni. A termelt, vásárolt kapcsolatot az emberi tartózkodásra szánt épületek hűtése csak kismértékben befolyásolja.

Elektromos (vásárolt)

A telep, valamint annak kiszolgáló épületeinek elektromos szükséglete az **5. táblázat** szerinti szükségletét a Déli oldalon beérkező 3 x 10 kV-os betáplálás elégíti ki.

Kulcsfontosságú szerepet játszik a zsinórfogyasztás feletti energia és havária esetén felmerülő többletenergia fedezésében.

Az egyes ütemezett karbantartási folyamatok során szintén fontos szerepet tölt be a közhálózatról történő villamos energia vételezése.

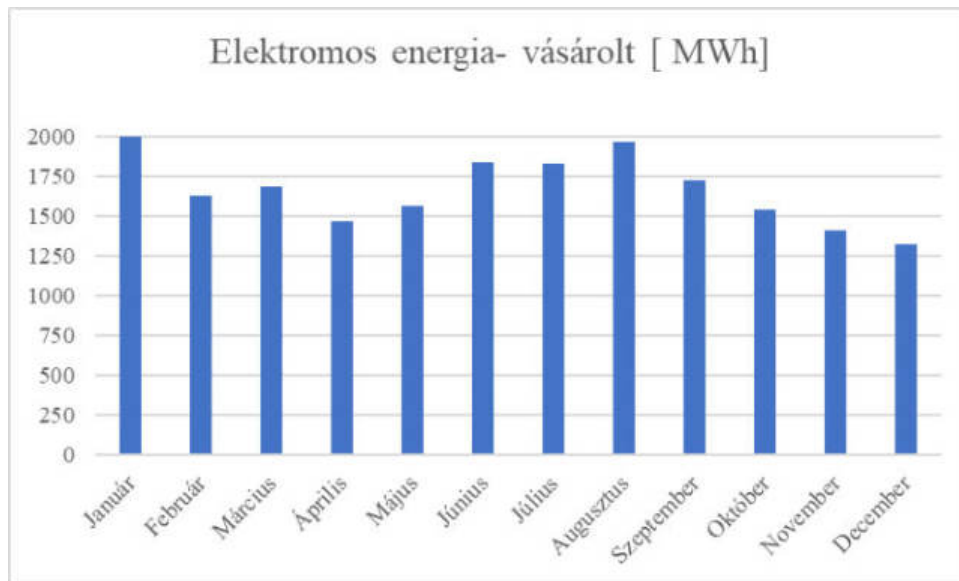
5. táblázat: Elektromos energia megoszlása

	Elektromos energia- vásárolt
	[MWh]
Január	2.002,3
Február	1.628,7
Március	1.687,9
Április	1.469,8
Május	1.567,6
Június	1.835,3
Július	1.828,7
Augusztus	1.968,5
Szeptember	1.725,2
Október	1.538,5
November	1.408,7
December	1.320,4
Összes	19.981,6

Forrás: BKSZT Kft. (2011) - Fenntarthatósági Jelentés

Alakulása szintén évszakhoz kötött, mivel a téli hónapokban a biogáz termelés visszább esik, valamint a melegebb hónapok hűtési igénye sem tekinthető állandónak.

A **11. ábra** jól mutatja, hogy a vásárolt elektromos energia fogyasztásban kiugró értékek nincsenek.

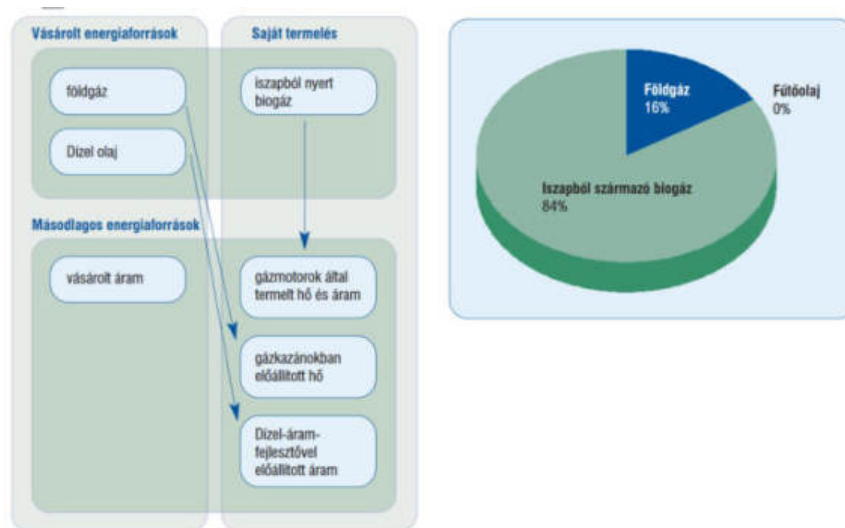


11. ábra: Földgáz felhasználás havi megoszlása

2.1.2. A szennyvíztisztító telep üzemeltetéséhez szükséges energia fedezés összegzése

Jelenleg a szennyvíztisztító telep és annak létesítményeit csak részben lehet saját termelésből fedezni, mivel a termelt hő és elektromos energia mennyisége nem éri el a fogyasztást.

A **12. ábra** a jelenlegi energiamegoszlást szemlélteti. A táblázatos forma megmutatja a vásárolt és a saját termelésből származó, valamint a másodlagos energiaforrásokat.



12. ábra: Energiafelhasználás megoszlása

Forrás: BKSZT Kft. (2011) - Fenntarthatósági Jelentés

Látható, hogy a vásárolt földgáz hőenergia termelésre fordítódik, ez főként a téli időszakra jellemző, mikor is a biogáz termelés lecsökken.

Ugyanehhez az ábrához tartozó kördiagramon, látható a saját termelésű biogáz (84 %) és a vásárolt (16%) földgáz hányada.

Jelenleg a biogáz termelés további növelése nem megoldható, mivel ez maximálisan kihasznált.

2.2. A tisztítási folyamat során keletkező és hasznosított energia

Hőenergia (biológiai)

Jelen esetben a legjobb hőszivattyús hőhasznosítást a szennyvíztisztítótelep belépési, befogadási pontjánál érünk el. Ennek a hőhasznosításnak akadályát a szennyvíz szilárdanyag tartalma (nem az emberi szervezet által termelt) hiúsítja meg.

Üzemeltetői beszámolók szerint, a befogadó oldalon nagy százalékban szemét és egyéb hulladék is beérkezik. A szilárd hulladék mellett a beérkező szennyvíz kémiai hatása sem tenne jót a hőcserélő egységnek.

Fentebb ismertetett okok miatt erre a szakaszra hőcserélő berendezést nem ajánlott telepíteni.

Habár befogadói oldalon ezt a hőt nem hasznosítjuk, a biológiai tisztítási folyamat során érzékelhető és fontos, mivel így kevesebb hőenergia bevitel szükséges a biológiai folyamatok elindításához, lejátszódásához.

2.2.1. Hő és elektromos energia (biogáz motor)

Jelenleg az összes keletkező biogáz hasznosításra kerül. A biogáz elégetésével **6. táblázat** szerinti elektromos energiát termel a rendszer, a „fölös” hőenergia pedig, az iszap melegítésére, technológiai folyamatoknál kerül hasznosításra.

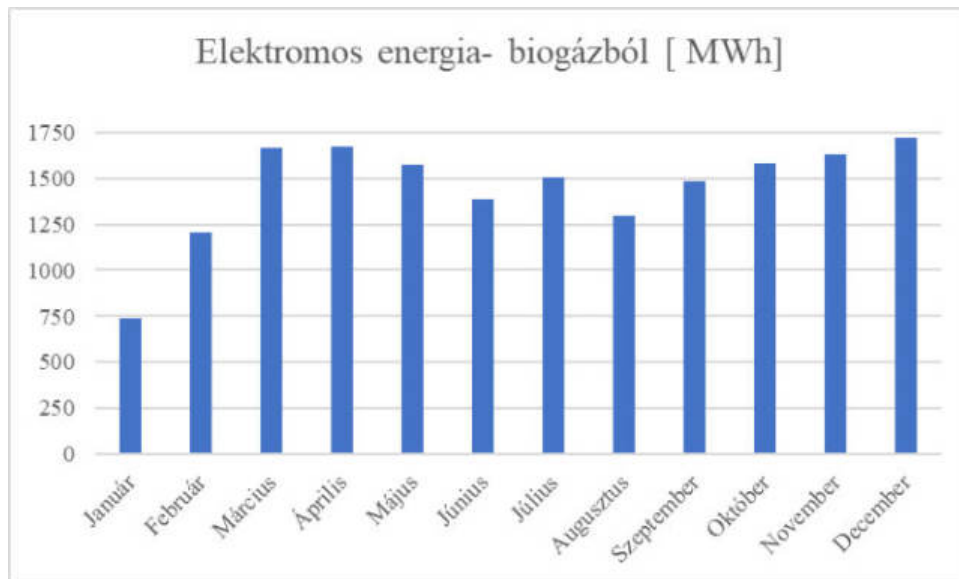
6. táblázat: Biogáz által termelt elektromos energia

	Elektromos energia- biogázból
	[MWh]
Január	741,64
Február	1.205,22
Március	1.664,03
Április	1.673,33
Május	1.573,83
Június	1.386,44
Július	1.504,98
Augusztus	1.295,34
Szeptember	1.486,55
Október	1.582,65
November	1.628,96
December	1.722,43
Összes	17.465,4

Forrás: BKSZT Kft. (2011) - Fenntarthatósági Jelentés

Mennyiségi megoszlása szintén évszak, de főként időjárásfüggő mutató.

A **13. ábráról** leolvasható, hogy a biogázból nyert elektromos energia hőmérsékletfüggő tényező.



13. ábra: Földgáz felhasználás havi megoszlása

Habár a januári a legkritikusabb hónap, ekkor is a termelt elektromos energia közel 750 MWh.

2.2.2. Elektromos energia - törpe vízerőmű

A meglévő törpe vízerőmű teljesítmény adata, üzemeltetése 2013-ban, A Budapesti Központi Szennyvíztisztító telep energiagazdálkodása és energiatermelésének gazdasági mutatói – előadás során volt ismertetve (Kővári, 2013).

A kilépő, tisztított szennyvíz kihasználva a telep és a befogadó szintkülönbségét egy az **6. képen** látható vízturbinán keresztül hagyja el a telepet – ezzel energiát termelve.

A törpe vízerőmű 100%-os hatásfokon üzemeltetve 75 kW elektromos energiát lenne képes termelni, de jelenleg napi 56 kW elektromos energiát termel 75%-s hatásfok mellett.



6. kép: Törpe vízerőmű (időszakos karbantartás)

A törpe vízerőmű energiatermelésének módja a fordított archimédeszi csiga elvén alapszik. A turbina napi 230 000 m³/nap átfolyó tisztított vízhozam mellett, 290 napos éves rendelkezésre állással üzemel.

Az erőmű teljesítménye 75 kW, azonban nem teljes fordulatszámon van üzemeltetve, mindössze 75%-on – ezzel az üzemeltetéssel az éves energiatermelés $E_{365(290)} = 488795$ kWh.

A 75%-os kihasználást a törpe vízerőmű viselkedése (100 %-on a rá engedett víz kilép az aknából) indokolja. A rendelkezésre állást az üzemszerű karbantartás indokolja, mivel a turbina nem rendelkezik „hideg tartalékkal”.

A tisztítási folyamatból származó vízmennyiség adott és korlátozott, újabb törpevíz erőmű telepítésével újabb elektromos energia nyerhető.

2.3. Meglévő épületek energetikai szempont szerinti ismertetése

Az emberi tartózkodásra szánt épületeket a szennyvíztisztító teleppel együtt építették az akkori építési szabályozásoknak, korszerű és gazdaságos technológiáknak megfelelően.

Az épületek helyét, tájolását a mellékletek, Átnézeti helyszínrajzon tüntettem fel.

Jelenlegi építési technológiával, korszerűbb építőanyag választással az építményeket energetikai szempontból magasabb energetikai besorolásba lehetne megépíteni.

Energiafelhasználás szempontjából az emberi tartózkodásra szánt épületek energiaszükséglete a teljes energiafelhasználás 3 %-a, azonban a választott technológiákból kifolyólag nem hagyhattam figyelmen kívül.

Az építmények rétegrendjét energetikai számításhoz az építéskor használatos anyagokat és rétegrendet választottam, mivel ez már túlmutat a telep biztonságpolitikáján.

A rétegrendi kialakítás a három épület esetében a következő:

Falszerkezet:

- 3 mm kiegyenlítő vakolat
- 0,5 cm vakolat
- 38 cm POROTHERM falazat
- 5 mm EPS/XPS ragasztó
- 10 cm EPS hőszigetelés
- mechanikai rögzítés (dűbelezés)
- 1 mm üvegszövet háló (5x5 mm)
- 3 mm felületkiegyenlítés, felület előkészítés, kellősítés
- 8 mm flexibilis (üvegszálas) csemperagasztó
- 1,5 cm beton téglaburkolat
- fugázás

Padlószerkezet:

- 5 mm kerámia padlóburkolat
- 3 mm flexibilis ragasztó
- 10 cm aljzatbeton
- 2 rtg. PE fólia
- 10 cm EPS hőszigetelés
- 2 rtg. bit. lemez szigetelés
- kellősítés
- 12 cm szerelőbeton
- 2 rtg. PE fólia
- 20 cm homokoskavics feltöltés
- termett talaj

Tetőszerkezet:

- 3 mm kiegyenlítő, simító vakolat
- B60/30 béléstest
- vízzáró réteg
- 10 cm EPS lépésálló hőszigetelés
- 2x 3 mm bit. lemez vízszigetelés
- 10 cm frakcióhiányos homokoskavics leterhelés (D16)

A tető kialakításának és méretének köszönhetően, felszínére napkollektor telepíthető. A karbantartó, illetve a porta meglévő tetőfelületére HAJDU 12VTS vákuumcsöves, 650 kW/m²/év energiahozamú napkollektort terveztem.

Arányaiban nézve az alacsony költségű beruházással tovább növelhetjük a megújuló részarányt, azonban energetikai besorolása a funkciója és alapterülete miatt vélhetően nem változik.

2.3.1. Szolgálati épület (porta)

A Weiss Manfréd úti bejáratnál lévő porta alapterülete 76 m² – helyiségeket tekintve: felügleleti szoba, konyha, öltöző, zuhanyzó, WC.

A porta, tájolását tekintve ÉNy-i, így energetikai oldalról, csak minimálisan vehető számításba a Déli oldalon nyílászárók felülete.

A **7.képen** látható portaépület 60x40 cm sávalappal készült, energetikai szempontból fontos és nem elhanyagolható a vonalmenti hőhidak, valamint a talaj-épület kapcsolat miatt.

Továbbá szempont a nyílászárók mérete, fajtája fontos tényező – esetünkben 6 db ablak és 2 db a kültéri ajtó van.

A tető szerkezetét tekintve e-gerendás, béléstestes, egyenes rétegrendű nem járható födém.



7. kép: *Porta épület*

Az épület hőszükségletét két db 3,5 kW/db teljesítményű hűtő/fűtő split klíma, míg a használati melegvíz szükségletet egy 120 l-s elektromos vízmelegítő fedezi.

2.3.2. Karbantartó épület

A karbantartó épület alapterülete 766 m², melynek része egy 318 m² garázs és szerelőműhely, a fennmaradó 448 m² helyiségeket tekintve: tárgyaló, öltöző, felügyeleti szoba, konyha, öltöző, zuhanyzó, WC.

A karbantartó épület szintén 60x40 cm sávalappal készült, ami energetikai szempontból fontos és nem elhanyagolható a vonalmenti hőhidak miatt.

A tető kialakításának és méretének köszönhetően a portaépülethez hasonlóan napkollektor telepíthető, ezzel részben kiváltható a **8. képen** látható földgáz üzemű gázkazán (500 l vizes tartály).



8. kép: *Karbantartó épület (0,5 m³ HMV)*

Továbbá szempont a nyílászárók mérete, fajtája fontos tényező – esetünkben 6 db ablak és 2 db a kültéri ajtó van.

A tető szerkezetét tekintve e-gerendás, béléstestés, egyenes rétegrendű nem járható födém.

A garázs és a műhely különálló épületrészként kezelendő, a garázs vázas szerkezetű szendvicspanel.

A karbantartó épület Északról a **9. képen** látható.



9. kép: *Karbantartó épület*

2.3.3. Főépület (energetika)

A főépület alapterülete 1489 m², az **10. képen** látható, hogy az épület többszintes helyiségeket tekintve: öltöző, felügyeleti szoba, konyha, öltöző, zuhanyzó, WC, irodák, tárgyalók találhatóak az épületben – az energetikai számítások elvégzéséhez több részegységre kellett bontani a főépületet.

Az egyes szintek, azok csomóponti és rétegrendi kialakítását a mellékletek fejezet tartalmazza.

A főépület esetében az összefüggő szerkezetet átláthatóság érdekében több részegységre kellett bontanom, majd meghatározni az egész besorolását.

A főépület pont és sávalappal készült, korábbi energetikai számításokhoz hasonlóan itt sem hanyagolható el a vonalmenti hőhidak miatt.

Továbbá szempont a nyílászárók mérete, fajtája fontos tényező – esetünkben 6 db ablak és 2 db a szabadba nyíló ajtó van.

A tető szerkezetét tekintve e-gerendás, béléstest, egyenes rétegrendű nem járható födém.



10. kép: *Főépület*

Jelenleg a **11. képen** látható a 12 db (2x6 db) glikol folyadékú 17 kW összteljesítményű napkollektor üzemel, teljesítménye kielégíti az 1 m³ használati melegvíz szükségletet – ezzel a beüzemelésével 491 m³ földgázfelhasználás lett kiváltva.

A telepített napkollektor teljesítmény adatai 2013-ban, A Budapesti Központi Szennyvíztisztító telep energiagazdálkodása és energiatermelésének gazdasági mutatói – előadás során volt ismertetve.

A hőcserélő folyadékot két szivattyú keringteti, az egyik a használati melegvíz melegítését szolgálja, a másik hőcserélő előmelegített vizét keringteti.



11. kép: Főépület (2x6 db Napkollektor)

Napos időben az előremenő víz hőmérséklete 44 °C, visszatérő 36 °C. Hideg időben ez 41°C előremenőt, 33 °C visszatérőt jelent.

Az üzemelő napkollektor segítségével a 4 műszakos állandó személyzet HMV szükséglete megoldott, de a földgáz ellátás teljes mértékben nem iktatható ki, ennek oka a klímák harmatponton tartása.

Nyári időszakban, azonban ez a 4 m³/napos fogyasztás elenyésző az épület méreteihez képest.

Az akkori technológia miatt kialakított **12. képen** látható rendszer napjainkra kissé elavult.



12. kép: *Főépület (2x0,5 m³ HMV)*

Jelenkori technológia lehetőséget ad a szivattyú rendszer másfajta kialakítására – mégpedig úgy, hogy a két szivattyú helyet 1 db-t üzemeltetünk sűrűbb csőkígyót alkalmazva.

Ezzel a kisebb átalakítással további elektromos energia takarítható meg.

2.4. Korszerűsítések tervezése, számítása

A szennyvíztisztítási technológiába tartozó egyes berendezéseket energetikához kapcsolódóan vizsgáltam felül, azok teljesítményeit az energetikához tartozó adatait vettem alapul.

A szennyvíztisztító telep korszerűnek tekinthető, azonban az üzembehelyezése óta több mint egy évtized telt el, így tíz év alatt az egyes készülékek, gépek teljesítménye, energiafelhasználása, hatásfokán lehetne javítani, ezzel csökkentve az energiafelhasználást.

2.4.1. Meglévő épületek energetikai számítása

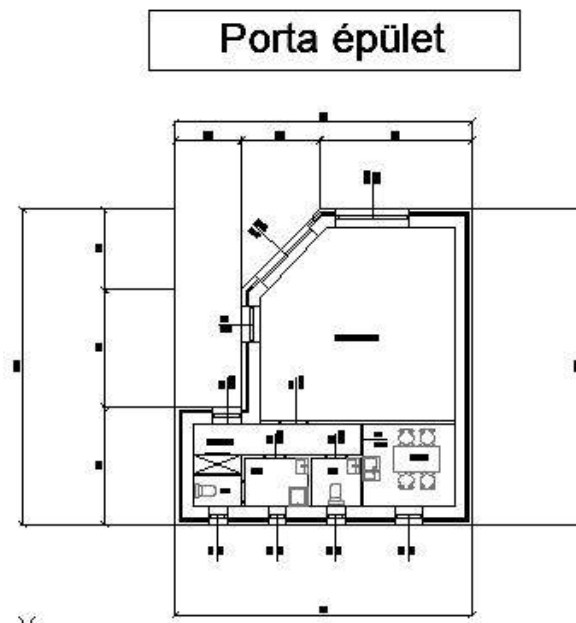
Habár energetikai fejlesztések során az elsődleges szempont az energiafogyasztások csökkentése, javaslatot a meglévő, üzemelő rendszer nagy léptékű módosítására, cseréjére nem teszek, mivel akkor lényegesen eltérnék a diplomamunka témájától, helyette az energiafüggőség csökkenésére összpontosítok.

2.4.1.1. Porta épület energetika

A porta besorolásának alakulását főleg a primer energiahordozók felhasználása indokolja.

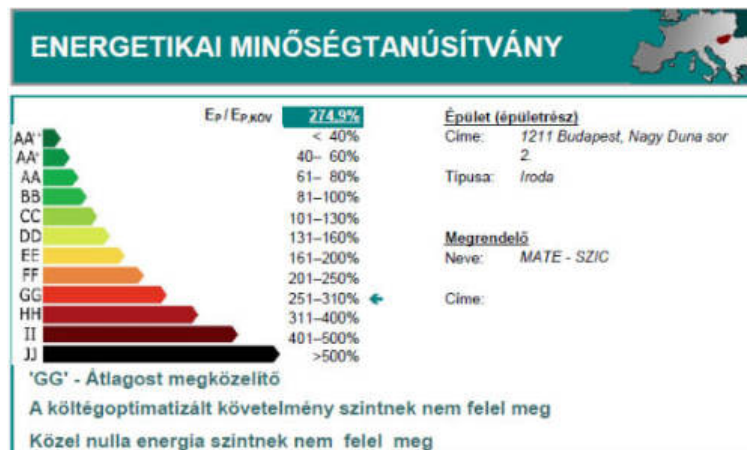
További alakulása a nyílászárók mérete miatt alakul kedvezőtlenül, mivel a nagyobb nyílászáró felület Északi fekvésű.

A Portaépület energetikai besorolásának számításához a **14. ábrán** látható elrendezést használtam, részletesebb elrendezést a mellékletek: *Porta alaprajz* tartalmazza.



14. ábra: Talajhőmérséklet megoszlás a mélység függvényében

Korszerűsítések nélkül a porta besorolása **12. ábra** szerint, GG osztályú.

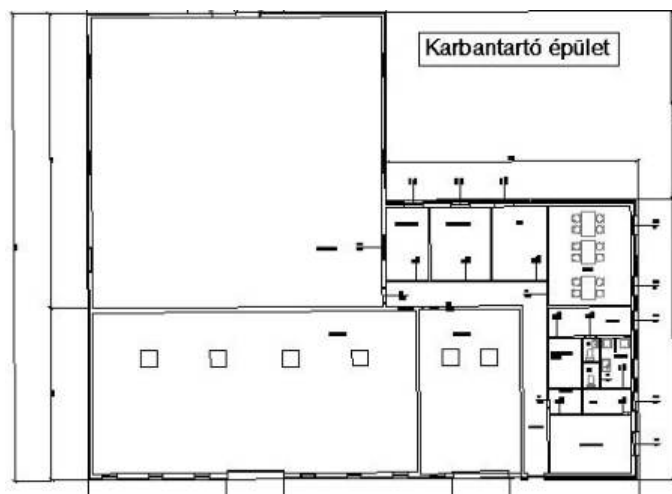


15. ábra: Porta épület energetikai tanúsítványa

Az energetikai besorolás részletes számítását a *Porta épület energetikai számítás* – melléklet tartalmazza.

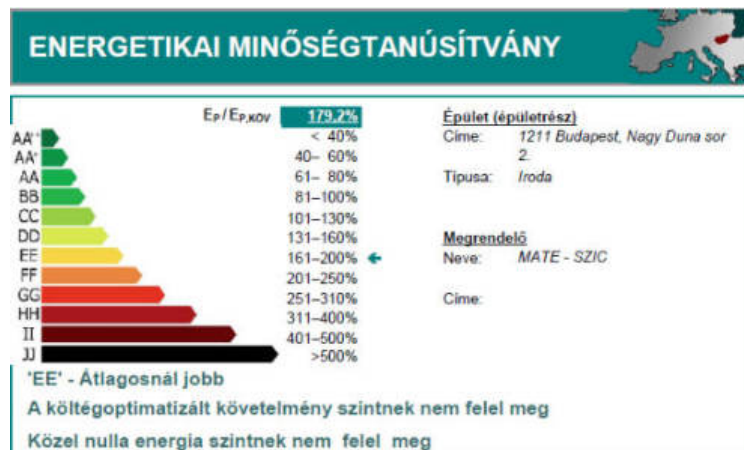
2.4.1.2. Karbantartó épület

A Karbantartó energetikai besorolásának számításához a **16. ábrán** látható elrendezést használtam, részletesebb elrendezést a mellékletek: *Karbantartó épület alaprajz* tartalmazza.



16. ábra: Talajhőmérséklet megoszlás a mélység függvényében

Korszerűsítés nélkül a **17. ábrán** látható jelen épületünk EE minőségű, ez részben méretének köszönhető.

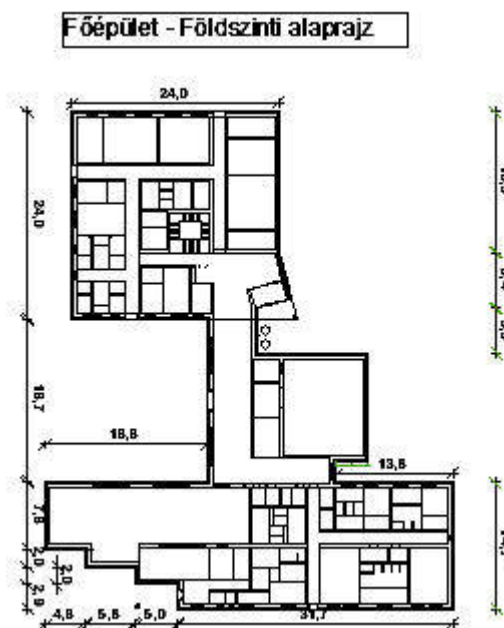


17. ábra: Karbantartó épület energetikai tanúsítványa

A karbantartó épület részletes számítását mellékletek: Karbantartó épület tartalmazza.

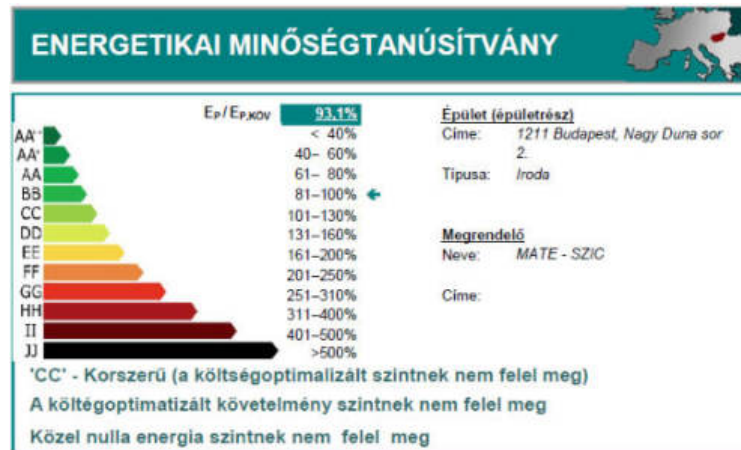
2.4.1.3. Főépület energetika

A főépület többszintes épület, melynek egyes részei különböző szintűek. A jobb átláthatóság és a számítás egyszerűsítése érdekében a főépületet szintekre bontottam. A 18. ábrán a főépület földszinti alaprajza látható.



18. ábra: Talajhőmérséklet megoszlás a mélység függvényében

Korszerűsítések nélkül, meglévő állapottal számolva a Főépület energetikai besorolása a **19. ábrán** látható, CC besorolást kapott.



19. ábra: Főépület energetikai tanúsítványa

A Főépület számítását és részletes alaprajzát a **Mellékletek** fejezet tartalmazza.

Fejlesztések nélkül a három egységből álló épület a fentebb ismertett energetikai besorolásba tartozik.

A másik két épülettől eltérően kedvezőnek tekinthető besorolását méretének, valamint az egységek egymáshoz kapcsolódásának köszönheti.

A tervezett fejlesztések után ezt az energetikai számítást ismét elvégzem.

2.4.2. Törpe vízerőmű telepítésének számítása

A csapadékos időben 360 000 m³ /nap többlet víz érkezik a telepre. Azon a meglévő vízerőmű rendelkezésreállítás idején kívül eső időszakban (75 nap) további energiatermelés, és ezáltal 126,41 MWh többletenergia termelés érhető el.

2.4.3. Napelemek telepítésének számítása

A megújuló energia részarány növelése mind a tető, mind a talajra telepítés esetén a zöldfelületi részarány rovására valósítható meg. Jelenleg a tisztítótelep beépítetlen területén

rendszerint $\varnothing 10-20$ cm fák találhatók, melyeket a napelemek telepítése előtt át kell helyezni. A telep területe lehetőséget ad ezen fák áthelyezésére.

Tető tekintetében a megrendelő kikötése a **13. képen** szemléltetett zöldtető létesítése volt a zöld részhányad növelése érdekében.

Napjainkban azonban már csak elburjázott növények maradtak meg.



13. kép: Zöldtető (utóülepítő)

Forrás: e-közmű Ortofotó

A telepítési tervek készítése során a jobb átláthatóság és a számítás egyszerűsítése érdekében a telepítendő a telepítendő területből tető esetében 3x 4; talaj esetében Északi 5x13 és Déli 4x4 mátrixot készítettem

2.4.3.1. Tetőre telepítve

A **14. képen** a két utóülepítő (2x 2,24 ha) tetőfelülete látható, alkalmas a napelemek telepítésére. A fentebb leírt ideális tájolás és beesési szög megválasztásával, a napelem

kiválasztásával, darabszám meghatározásával előzetes telepítési tervet kell készíteni, annak érdekében, hogy a keletkező többletterheléssel a meglévő tetőszerkezetre számolni tudjunk.



14. kép: Utőülepítő ortofotó 2018-2020

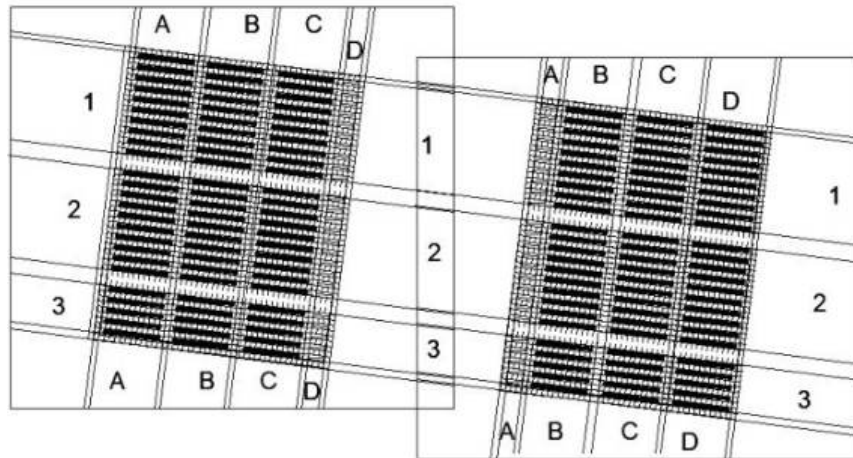
Forrás: e-közmű rendszer

Az utőülepítőök teljes tetőfelülete $2 \times 22\,000 \text{ m}^2$. A napelemek szerelési, karbantartási távolságát figyelembevéve $2 \times 20\,000 \text{ m}^2$. Erre a hasznos tetőfelületre risen típusú, 405 Wp teljesítményű, $1754 \times 1096 \times 30 \text{ mm}$ (21 kg/ db) Σ 3250 darab napelem telepíthető a **17. ábra** alapján.

Telepítési terv készítése során fő szempont a Déli tájolás, valamint a tetőfelület minél nagyobb százaléku kihasználása volt.

Üzemeltetési, szerelési távolságként a napelem sorok (20 db $1,8 \times 1,1 \text{ m}$ $\Sigma=8,1 \text{ kWp}$) között az ajánlott 3 m távolságot vettem alapul. A **20. ábrán** az utőülepítő tetőfelületén a napelemek elvi elrendezése látható. A részletes telepítési tervét a melléklet tartalmazza.

Napelem elvi elrendezése (utóülepítő)



20. ábra: Napelemek elvi elrendezése

Ezzel az elrendezéssel, a kiválasztott típusú napelem a gyártó által közzétett termék adatlap alapján, a területre jellemző napsütöttség óraszámával számolva évi 2,4 GWh elektromos energia nyerhető. A fix dőlésszögű napelemek teljesítménye tovább növelhető, ha változtatható beesési szöggel, iránnyal számolunk.

A mélypontok kialakítása során a **15. képen** látható vízgyűjtő felület nagysága befolyással van - méretezés során arra kell törekedni, hogy a napelemek tartószerkezeti része minél rövidebb ideig tartózkodjon víz alatt, érintkezzen nedvességgel.



15. kép: Utóülepítő tető panoráma

2.4.3.2. Talajra telepítve

A területi adottságnak köszönhetően 155489 m² zöld, be nem épített terület áll rendelkezésünkre. Helyszíni bejárás során, valamint a **13. kép** ortofotón is látható, hogy a zöldterület nincs teljes mértékben erdősítve.

A talajra telepítés esetén az alapozásra és a Duna folyam közelségét kell elsősorban figyelni.



13. kép: Ortofotó 2018-2020

Forrás: e-közmű rendszer

További napelem rendszer kiépítésére lehetőséget ad a jelenleg kihasználatlan, a szennyvíztisztító telephez tartozó nagyobb zöldterület.

A tetőre tervezett napelemekhez hasonlóan a talajra szintén risen típusú, 405 Wp teljesítményű napelemet választottam.

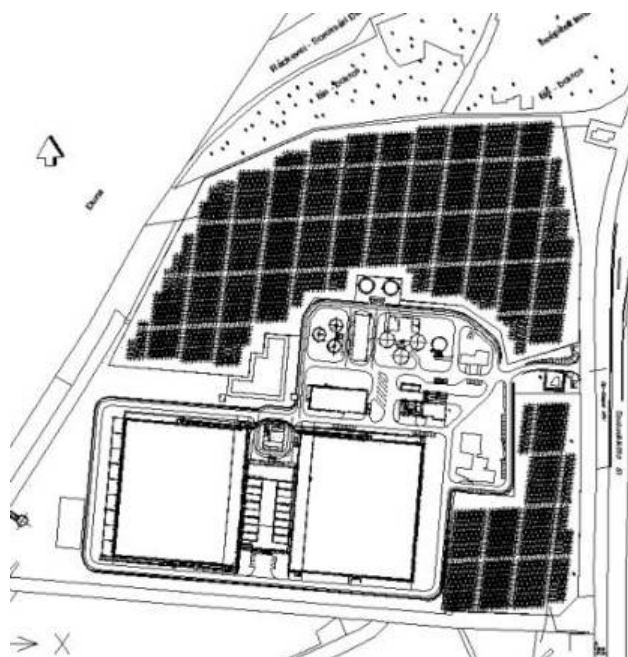
A talajra telepítendő napelem rendszer esetében az egyik fő szempont a meglévő, $\leq \varnothing 15$ cm fák megléte, megóvása, áthelyezése. A **16. kép** szemlélteti, hogy tereprendezés után a napelem rendszer telepíthető.

A tetőfelület telepítési tervétől, a talajra telepítés minimálisan eltér. Ebben az esetben a sorok kialakítása teljes mértékben Déli tájolású. A későbbi kezelhetőség érdekében a tetőtéri kialakításhoz hasonlóan itt is biztosítottam kezelő utat. A kezelő utak fontossága nem csak a telepítendő tervezett növénykultúra miatt fontos, hanem a későbbi fejezetekben tárgyalt további energiatermelő egységek telepítése és továbbítása miatt is lényeges.



16. kép: *Beépítetlen zöld terület*

A **21. ábra** szerinti elrendezéssel további 53952 m², 28065 db napelem telepíthető. Ezzel a további napelem mennyiséggel a területre jellemző napos óraszámot figyelembevéve 20,75 GWh / év termelhető.



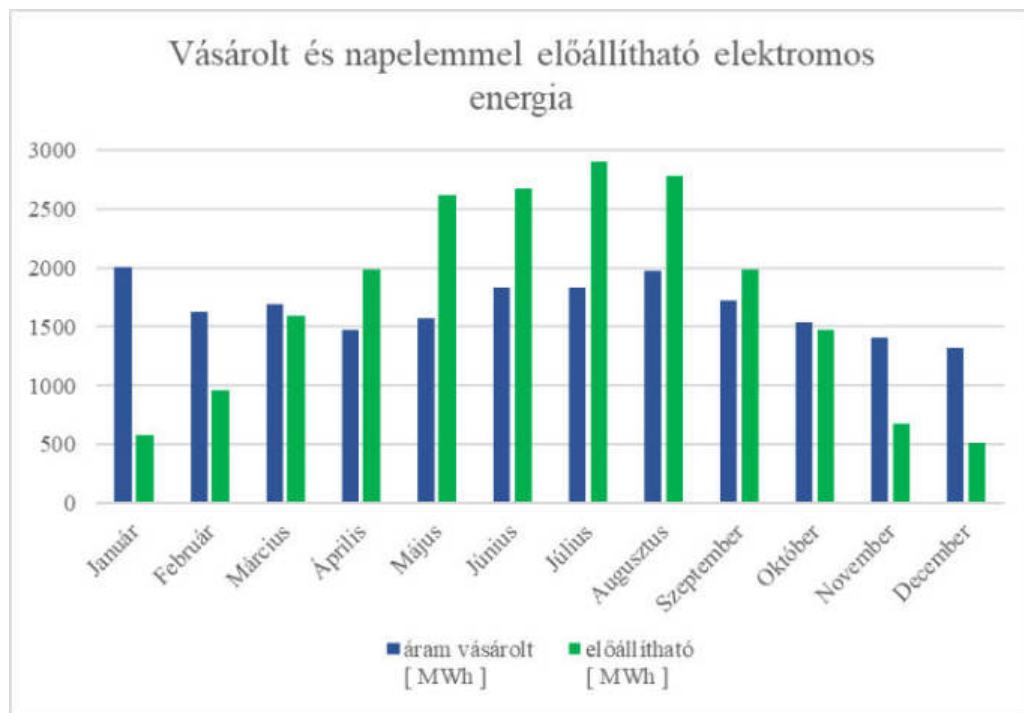
21. ábra: Napelemek elvi elrendezése

A napelemek részletes elrendezéséhez telepítési tervet készítettem, ami a mellékletek *Napelem telepítési terve* tartalmaz.

7. táblázat: A vásárolt és a termelt elektromos energia viszonya

	Átl. napfénytartam [óra]	áram vásárolt [MWh]	előállítható [MWh]	hiány/többlet [MWh]
Január	51,00	2.002,3	579,68	-1.422,62
Február	85,00	1.628,7	966,14	-662,56
Március	140,00	1.687,9	1.591,29	-96,61
Április	175,00	1.469,8	1.989,11	519,31
Május	230,00	1.567,6	2.614,25	1.046,65
Június	235,00	1.835,3	2.671,09	835,79
Július	255,00	1.828,7	2.898,41	1.069,71
Augusztus	245,00	1.968,5	2.784,75	816,25
Szeptember	175,00	1.725,2	1.989,11	263,91
Október	130,00	1.538,5	1.477,62	-60,88
November	60,00	1.408,7	681,98	-726,72
December	45,00	1.320,4	511,48	-808,92
Összes	1.826,00	19.981,60	20.754,91	773,31

A fentebb részletezett táblázat adatait a **22. ábra** szemlélteti.



22. ábra: Földgáz felhasználás havi megoszlása

A kiugró értékek a nyári időszakban keletkeznek.

A keletkező többletenergia későbbi felhasználásának másik lehetősége az elektromos energia közvetlen, vagy közvetett tárolására az akkumulátor és elektrolízis fejezetben térek ki.

2.4.4. Szélergia hasznosításának számítása

A rendelkezésre álló terület miatt kisméretű powerpodokat terveztem a talajra telepítve.

A jogszabály szerinti méretkorlátozások és az éghajlati viszonyok miatt ez jó választás lenne, mivel szerkezeti kialakításának köszönhetően már a 3,0 m/sec sebességű szélergiát is tudja hasznosítani.

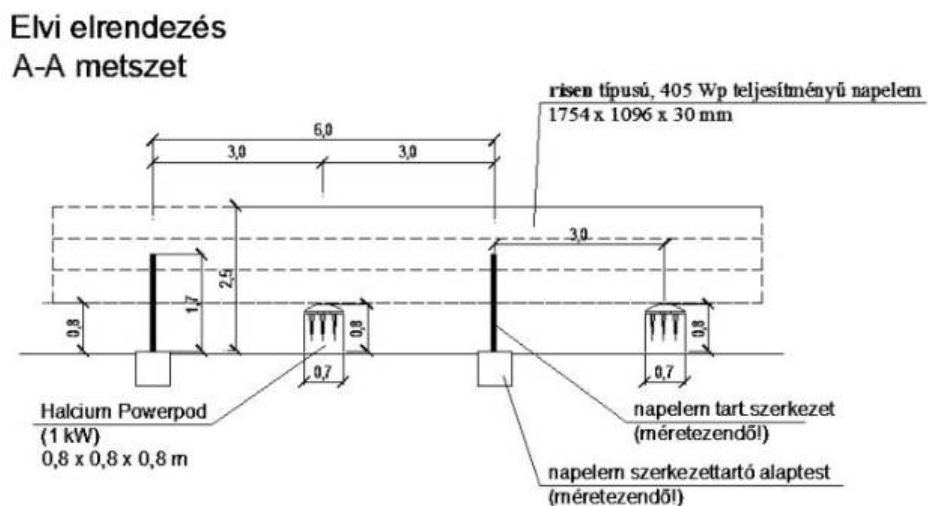
Helyszínelés során a **16. képen** látható területi adottság fogadott. Minimális tereprendezéssel lehet megvalósítani a tervezett zöldenergia termelő berendezéseket.



16. kép: Beépítetlen zöld terület

Diplomamunkámban erre a zöldterületre elsősorban napelemet terveztem, így a powerpodokat a tervezett napelemek vonalában, kerülnek elhelyezésre. A napelemek telepítési magasságánál figyelembevettem a szélárnyék hatást.

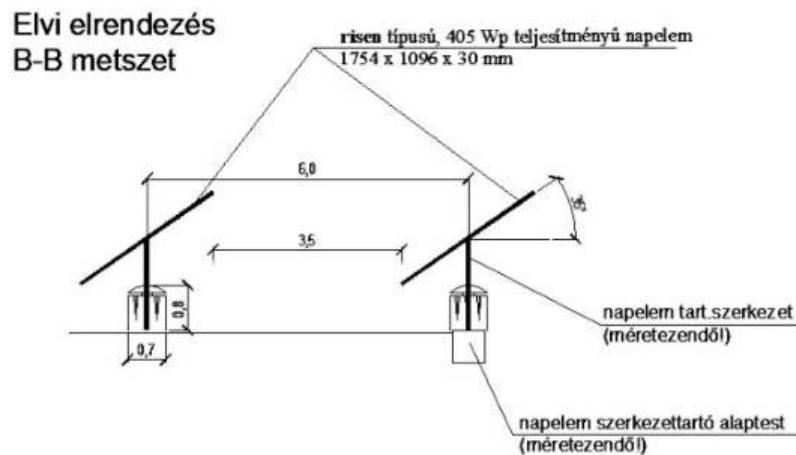
Kiszervezve **23. ábrán** látható kialakítást kaptam, így a napelemek alsó síkja maximum 0,8 m-re lehet a talajszinttől. Ezzel a magassággal a powerpod nem kerül szélárnyékba.



23. ábra: Elvi elrendezés A-A metszet

A párhuzamos elhelyezéshez hasonlóan a merőleges telepítést is meg kellett vizsgálnom, ki kellett szerkesztenem, hogy az illeszkedjen a Magyarországra és a területre jellemző széljárásra.

A **24. ábrán** ábrázoltam a napelemek és a powerpodok viszonyát.



24. ábra: Elvi elrendezés B-B metszet

A két metszetrajzból leolvasható, hogy a 35°-os (beesési szög) napelem telepítésével 6 x 6 m-s négyzetes kiosztás alkalmazandó.

Ezzel az elrendezéssel 4276 db PowerPod telepíthető, a biztonság javára való lefelé kerekítéssel napi átlag 2 óra szélmozgást (3,5 m/s) feltételeztem, amivel évi 3,121 GWh/a elektromos energia nyerhető a **8. táblázat** szerinti megoszlással.

8. táblázat: Halcium által nyerhető elektromos energia

	Széljárás [óra]	elektromos vásárolt [MWh]	előállítható [MWh]	hiány/többlet [MWh]
Január	62,00	2.002,30	265,11	-1.737,19
Február	56,00	1.628,70	239,46	-1.389,24
Március	62,00	1.687,90	265,11	-1.422,79
Április	60,00	1.469,80	256,56	-1.213,24
Május	62,00	1.567,60	265,11	-1.302,49
Június	60,00	1.835,30	256,56	-1.578,74
Július	62,00	1.828,70	265,11	-1.563,59
Augusztus	62,00	1.968,50	265,11	-1.703,39
Szeptember	60,00	1.725,20	256,56	-1.468,64
Október	62,00	1.538,50	265,11	-1.273,39
November	60,00	1.408,70	256,56	-1.152,14
December	62,00	1.320,40	265,11	-1.055,29
Összes	730,00	19.981,60	3.121,48	-16.860,12

A táblázatból látjuk, hogy önmagában egyik hónapban sem fedezi az elektromos szükségletet, de további rendszerekkel kiegészítve ígéretes.

A napelemekhez hasonlóan részletestelepítési tervet készítettem, ami a mellékletek *Halcium PowerPod telepítési tervén* látható.

2.4.5. Megújuló hőenergia hasznosításának számítása

A hőenergia hasznosításának egyik módja a talajszonda telepítése. Telepítésével a később szemléltetett táblázat szerinti hőenergia nyerhető.

Számításom során a fellelhető irodalomra támaszkodtam, mivel egy pontos érték meghatározásához próbafúrásokat, méréseket kell végezni, majd legalább egy egyéves

próbaüzemet kell készíteni. A próbaüzem szükségessége a finomhangoláshoz is elengedhetetlen.

Esetünkben, azonban az elfolyó, tisztított szennyvízből hatásosabban tudjuk visszanyerni a hűtésre és fűtésre szánt energiát.

Az elfolyó tisztított szennyvíz állandó hőmérséklete miatt ez a megoldás kedvezőbb, mivel a technológiai folyamatban során keletkezik, valamint a tisztított víz hőmérséklete is közel állandónak tekinthető.

A hőszivattyús megoldással kapcsolatban 2013-ban, a Fővárosi Vízművek Zrt. megbízta a KIPTERV TMT Kft.-t, hogy készítsen egy tanulmánytervet, mely körbejárta, a technológiai újítást, azonban ez csak tanulmányterv szinten maradt, mivel a bérelő- tulajdonos viszony, valamint a hosszú megtérülési idő (10 év) nem volt elfogadható.

Mérésekkel és modellezéssel alátámasztott, a tervezők által készített tanulmánytervben, 2 db, 830 kW/db névleges teljesítményű hőszivattyús rendszerrel volt vizsgálva a telep lehetséges fejlesztése.

A hőszivattyúk beépítésével a földgáz függőség 3400 MWh-val csökkenthető, ám ezzel a hőnyereséggel számolva a kritikus hónapokban így is szükség van a többlet hőforrásra.

A tanulmányterv kitér továbbá az építmények kedvezőtlen elhelyezkedésére, valamint a meglévő fűtő és hűtő rendszerre.

Vizsgálatukban kiderül, hogy az ellátandó ingatlanok a hőszivattyúktól 250-300 méterre helyezkednek el, valamint a jelenleg üzemelő rendszerbe is körülményes beépíteni, mivel a technológiai rendszer hőfoklépcsője 90/70 °C – ezt a termelt biogáz hatásosan fedezi, kiváltani nem célszerű.

A hőszivattyúk fűtési üzemmódban való alkalmazása ellen a telep meglévő fűtési rendszere (központi kazános, fan coil és radiátoros) szól, mivel a hőszivattyúk hőfoklépcsője kívül esik a távvezetéki fűtési rendszer névleges (90/70 °C) hőfoklépcsőjén.

A Kipterv Kft. a hőszivattyú hőfoklépcső illesztésére több változatot javasol, diplomámban az alábbi releváns:

A teljes telep átállítását ~59/45 °C-ra, ekkor a hőszivattyúk a távvezeték szekunder oldali vezetékére kapcsolnák, ez átmenne a hőcserélőn és szükség esetén tovább melegíti az előremenő primer kört.

A korábbi túlméretezésnek köszönhetően a meglévő termoventilátorokhoz nem kell nyúlni, viszont a légkezelők fűtőkalorifer és annak szabályozója cserélendő. Jelen változatban az egyes radiátoros fogyasztók hőleadója cserélendő, viszont ezek száma minimális (Molnár – Pánfi, 2013).

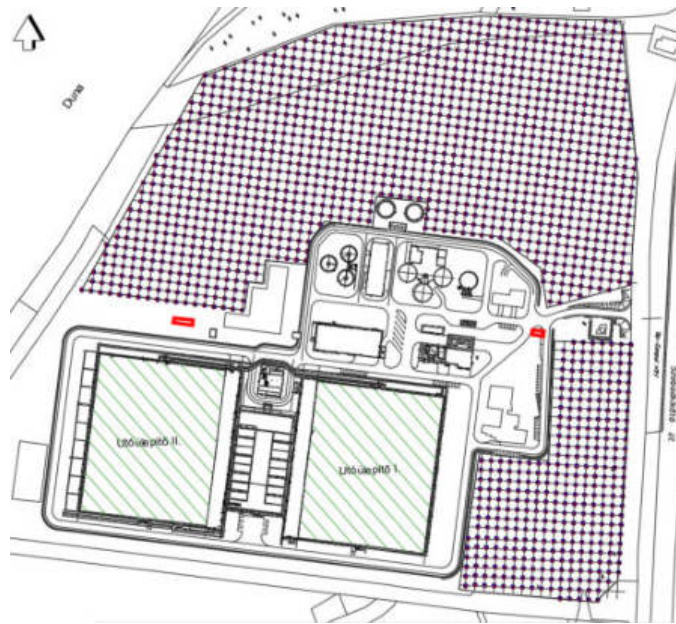
2.4.5.1. Talajhőszonda tervezése

A talajkollektor ellen szól továbbá, hogy a telep területe az 1990-s évekig hulladéklerakóként üzemelt, ebből következik, hogy a sekély fúrású kutak telepítése esetén közel 3 m mélységig talajcserét kellene alkalmazni.

Területre jellemző szeizmikus és geotermikus értékekkel számolva 4-5 kWh/h hőenergiát lehet nyerni 100 méteres kúttalp mélységgel.

A számításba vett U- hurokcső, haszoncső átmérője 40 mm, amihez 160 mm-s fúróluk tartozik.

A talajföldhőszondát a **25. ábrán** látható, többi (nap, szél) megújuló rendszerrel összhangban terveztem, ez a tervezett közművek szempontjából ideális, az ellátandó ingatlanok és tisztítási technológia szempontjából viszont kevésbé.



25. ábra: Talajszonda telepítése

Talajföldhő szondák tekintetében évi 1800-2400 üzemórával lehet számolni.

Ezekkel a becsült adatokkal, a biztonság javára a kisebb értékekkel (4 kWh/h; 1825 üő/év éves üzemóra) számolva évi 11,88 GWh hőenergia nyerhető 1628 db szonda telepítésével. A szondák telepítését a **Mellékletek - Talajhőszonda telepítési terv** tartalmazza.

A talajszondák egymás közötti távolságát 10 m-re terveztem, mivel ennél a távolságnál a szondák egymásra hatása már nem érvényesül.

Az éves termelismegoszlást időarányosnak véve az **9. táblázat** mutatja a vásárolt energiahordozó és a talajhőszonda kapcsolatát.

9. táblázat: Földgázszükséglet és a talajszonda által termelt hőenergia

	Földgáz- vásárolt	T.hő szonda	Fedezés
	[MWh]	[MWh]	[MWh]
Január	2.544,44	990,37	-1.554,08
Február	1.613,89	990,37	-623,52
Március	1.344,44	990,37	-354,08
Április	775,00	990,37	215,37
Május	386,11	990,37	604,26
Június	188,89	990,37	801,48
Július	108,33	990,37	882,03
Augusztus	33,33	990,37	957,03
Szeptember	47,22	990,37	943,14
Október	286,11	990,37	704,26
November	669,44	990,37	320,92
December	1.558,33	990,37	-567,97
Összes	9.555,56	11.884,40	2.328,84

A számításból látható, hogy a szondák telepítésével a hőtermelésre fordítandó földgázszükségletet áprilistól novemberig terjedő hónapokban meghaladom.

A területi adottság lehetővé teszi, ha a napelemekkel megegyezően zöld területre telepítenénk.

Habár a kapott értékek kedvezőek a telep jelenlegi működésébe a talajhőszondával nyert energiát, csak körülményesen (nagyobb átalakításokkal) lehetne beilleszteni, mivel a termelési és a felhasználási hely között nagy a távolság és a hőfoklépcső sem túl kedvező (max. 55/40) az üzemelő rendszerhez képest.

2.4.5.2. Elfolyó tisztított szennyvízből nyerhető hőenergia

A korábban készített tanulmánytervben, 2 db, 830 kW/db névleges teljesítményű hőszivattyús rendszerrel volt vizsgálva a telep lehetséges fejlesztése.

A hőszivattyúk beépítésével a földgáz függőség 3400 MWh-val csökkenthető, ám ezzel a hőnyereséggel számolva a kritikus hónapokban így is szükség van a többlet hőforrásra.

A teljes rendszerre nézve a **10. táblázat** szerint alakul a hőenergiára fordítandó energiaigény:

10. táblázat: Hőszivattyú – földgáz viszonya

	Földgáz- vásárolt	Hőszivattyú	Fedezés
	[MWh]	[MWh]	[MWh]
Január	2.544,44	283,33	-2261,11
Február	1.613,89	283,33	-1330,56
Március	1.344,44	283,33	-1061,11
Április	775,00	283,33	-491,67
Május	386,11	283,33	-102,78
Június	188,89	283,33	94,44
Július	108,33	283,33	175,00
Augusztus	33,33	283,33	250,00
Szeptember	47,22	283,33	236,11
Október	286,11	283,33	-2,78
November	669,44	283,33	-386,11
December	1.558,33	283,33	-1.275,00
Összes	9.555,56	3.400,00	-6.155,56

Látható, hogy az elfolyó tisztított szennyvízből visszanyert energia csak a nyári hónapokban biztosítható, amikor a fűtési energiaigény alacsony és a hőszivattyú hűtőrendszer funkcióját látja el.

2.4.6. Többletenergia tárolása, felhasználása

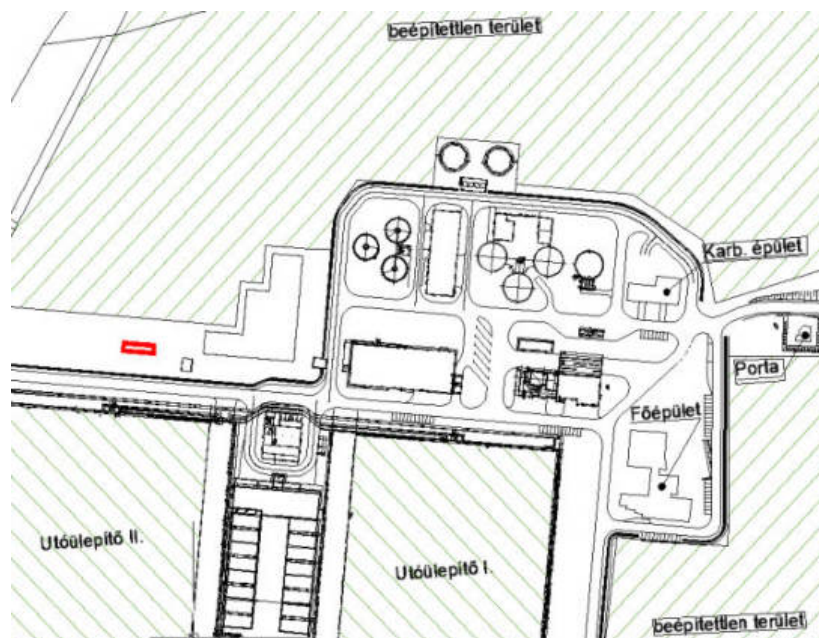
Közvetlen tárolásra lehetőséget adhatna egy új, Fe-NaCl akkumulátor, amely a hagyományos lítium- ion elődjével szemben költséghatékonyabb és az energiatároló kapacitás, időbeli energiavesztesége is kedvezőbb.

Az akkumulátorok kapacitásától függően, az e feletti energiatöbbletet pedig H₂ formában (elektrolízis) közvetett módon is lehet tárolni.

A víz elektromossággal történő bontása oxigénre és hidrogénre, csak azokon a napokon történhet, amikor a közvetlen energia tárolású akkumulátor töltöttségi szintje megközelíti a maximumot (az átláthatóbb termelés érdekében közvetlen tárolással nem számolok).

Az alapanyagot, azaz a vizet a már tisztított szennyvízből vételezettnek feltételezem.

A vízbontó készülék telepítését a **26. ábrán** pirossal jelölt helyre terveztem műszaki, üzembiztonsági szempontokat figyelembe véve.



26. ábra: Elektrolizáló telepítési lehetőség

A keletkező többletenergia a szél, illetve a napenergiából származik. Ezt akkor lehet a vízbontó berendezésre irányítani, ha a termelés meghaladja a vásárolt elektromos energiát.

A **11. táblázatban** számoltam ki, hogy melyek azok az időszakok, amikor többletenergia keletkezik.

11. táblázat: Vásárolt elektromos- termelhető elektromos energia viszonya

	elektromos vásárolt [MWh]	előállítható (Nap) [MWh]	előállítható (szél) [MWh]	hiány/többség [MWh]
Január	2.002,30	579,68	265,11	-1.157,51
Február	1.628,70	966,14	239,46	-423,11
Március	1.687,90	1.591,29	265,11	168,50
Április	1.469,80	1.989,11	256,56	775,87
Május	1.567,60	2.614,25	265,11	1.311,77
Június	1.835,30	2.671,09	256,56	1.092,35
Július	1.828,70	2.898,41	265,11	1.334,82
Augusztus	1.968,50	2.784,75	265,11	1.081,36
Szeptember	1.725,20	1.989,11	256,56	520,47
Október	1.538,50	1.477,62	265,11	204,23
November	1.408,70	681,98	256,56	-470,16
December	1.320,40	511,48	265,11	-543,80
Összes	19.981,60	20.754,91	3.121,48	3.894,79

Összevettem a vásárolt és a Nap-szél által termelhető elektromos energiát.

Számításom szerint (kedvezőtlen feltételekkel számolva) az év 75%-ban saját termeléssel fedezhető az elektromos energia szükséglet.

Március- október közötti időszakban 3,89 GWh többletenergiát termelünk.

A **12. táblázatban** számoltam, hogy az egyes hónapokban mennyi hidrogéngázt tudonánk előállítani:

12. táblázat: Elektromos energiátöbbletből nyerhető H₂

	el. energiátöbblet (Nap+szél) [MWh]	előállítható H ₂ [m ³]
Március	168,50	47.330,76
Április	775,87	217.940,13
Május	1.311,77	368.473,81
Június	1.092,35	306.838,87
Július	1.334,82	374.950,81
Augusztus	1.081,36	303.753,27
Szeptember	520,47	146.198,56
Október	204,23	57.369,17
Összes		1.822.855,37

A fel nem használt és így már közvetett módon tárolt energiát egy hidrogén motor, vagy hidrogén kazán beépítésével tudjuk hasznosítani.

Az évi termelési mennyiség normál légköri nyomást takar – ekkora állandó termelés mellett a gázt hűteni és komprimálni kell.

A **13. táblázatban** összehasonlítottam a szükséges földgáz és a termelt hidrogénből nyerhető adatokat.

13. táblázat: Földgáz- hidrogén viszonya

	Földgáz- vásárolt [MWh]	H ₂ termelt [m ³]	[MWh]
Január	2.544,44		
Február	1.613,89		
Március	1.344,44	47.331	168,23
Április	775,00	217.940	774,64
Május	386,11	368.474	1.309,69
Június	188,89	306.839	1.090,62
Július	108,33	374.951	1.332,71
Augusztus	33,33	303.753	1.079,65
Szeptember	47,22	146.199	519,64
Október	286,11	57.369	203,91
November	669,44		
December	1.558,33		
Összes	9.555,56		6.479,09

Jól látható, hogy a hidrogénből származó energia fedezés, akkor valósul meg, amikor kevésbé van rá szükség, azaz a tavaszi és a nyári időszakban.

Ebben az időszakban az **14. táblázat** szerinti gáztöbbletünk van.

14. táblázat: Hidrogén többlet a nyári időszakban

	Földgáz- vásárolt	H ₂ termelt		hiány/többlet	többlet
	[MWh]	[m ³]	[MWh]	[MWh]	[m ³]
Január	2.544,44			-2.544,44	
Február	1.613,89			-1.613,89	
Március	1.344,44	47.331	168,23	-1.176,21	
Április	775,00	217.940	774,64	-0,36	
Május	386,11	368.474	1.309,69	923,58	259.844
Június	188,89	306.839	1.090,62	901,73	253.696
Július	108,33	374.951	1.332,71	1.224,38	344.472
Augusztus	33,33	303.753	1.079,65	1.046,32	294.375
Szeptember	47,22	146.199	519,64	472,42	132.913
Október	286,11	57.369	203,91	-82,20	
November	669,44			-669,44	
December	1.558,33			-1.558,33	
Összes	9.555,56		6.479,09	-3.076,47	

Jelen számításból azt a következtetést vontam le, hogy teljes mértékben ezekkel a kapott értékekkel nem tudjuk függetleníteni a telepet a földgáztól.

Éves viszonylatban további 11,08 TJ hőenergia szükséges, ami 3076 MWh-t jelent.

Hidrogénnel teljes mértékben nem helyettesíthető, mivel az éves szükséglet földgázból 34,4 TJ, viszont a tervezett technológiával mindössze 23,32 TJ előállítására képes.

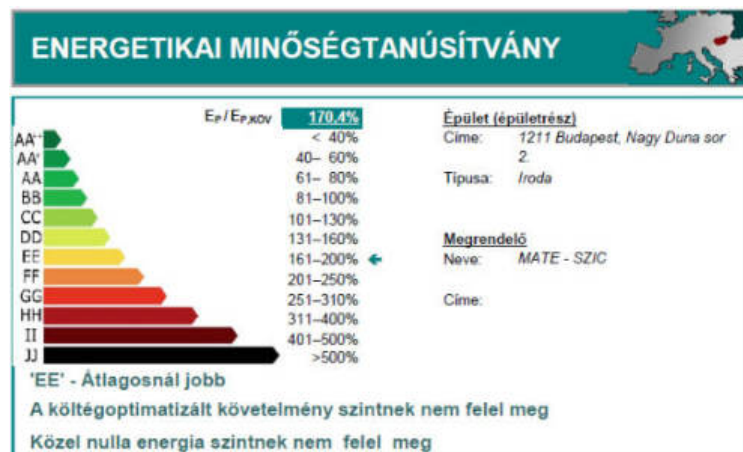
2.4.7. Korszerűsítés utáni energetikai számítása

Tervezés kimeneteleként a teljes szennyvíztisztító telep átállítását terveztem alacsonyabb hőfoklépcsőre.

Az energetikai számítás alátámasztotta, hogy a tervezett fejlesztésekkel a meglévő épületek energetikai besorolása kedvezőbb.

2.4.7.1. Porta

Az energetikai besorolás **27. ábra** szerinti, a részletes számítást a melléklet, **Porta épület** tartalmazza.

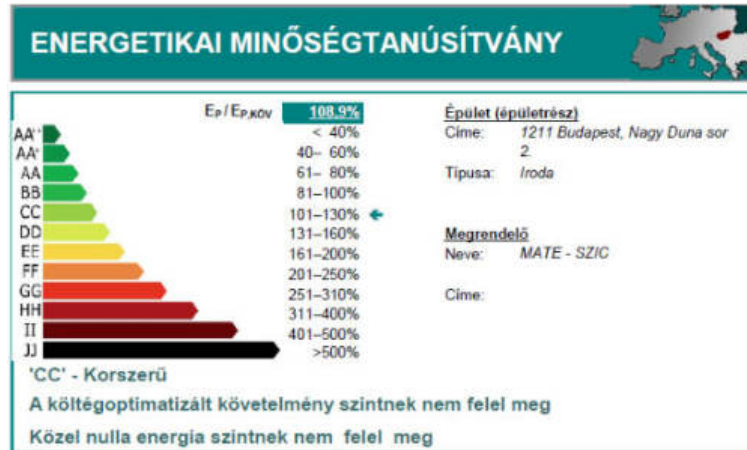


27. ábra: Porta épület energetikai tanúsítványa

Korszerűsítéssel, meglévő szerkezeti állapottal számolva a Porta energetikai besorolása EE osztályba emelkedik.

2.4.7.2. Karbantartó épület

A meglévő alapadatokkal és a zöldenergia fejlesztéssel számolva az épület energetikai besorolása, **28. ábrán** látható, CC minőségű, ez részben méretének köszönhető.

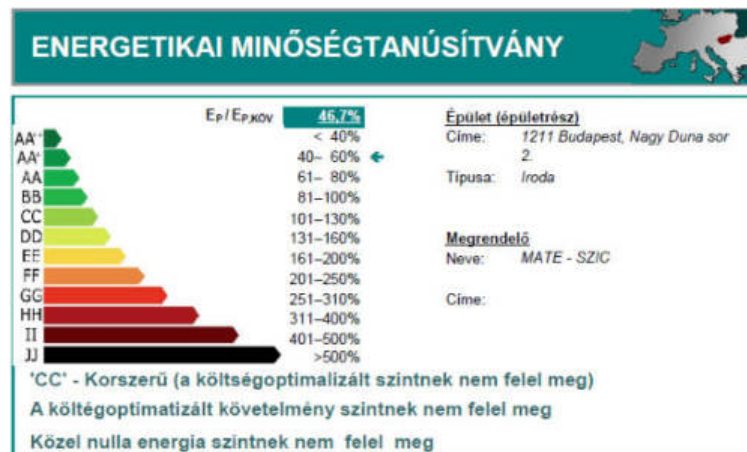


28. ábra: Karbantartó épület energetikai tanúsítványa

A karbantartó épület részletes számítását és részletes alaprajzát a mellékletek, **Karbantartó épület** fejezet tartalmazza.

2.4.7.3. Főépület

A meglévő alapadatokkal és a zöldenergia fejlesztéssel számolva a Főépület energetikai besorolása a **29. ábrán** is látható CC minőségű, ez főként méretének, valamint a megújulóknak köszönhető.



29. ábra: Főépület energetikai tanúsítványa

A Főépület számítását és részletes alaprajzát a **Mellékletek** fejezet tartalmazza.

Fejlesztések nélkül a három épület a fentebb ismertetett energetikai besorolásba tartozik.

2.5. Fejlesztésekből nyerhető hő- és elektromos energia összevetése

A telep teljes fűtési (technológiai és épületek) rendszerét a talajhőszondához és a tisztított szennyvizes hőcserélőhöz igazítjuk.

A törpevízerőmű, napelem, szélturbina által termelt többlet elektromos energiát közvetlenül és közvetve tároljuk.

Az elektrolízis által előállított H₂-ből a **15. táblázat** szerint szükséges hónapokban (január - március; november - december) hő és elektromos energiát termelünk.

15. táblázat: Hidrogéngázzal fedezendő energiaszükségletek

	Földgáz- vásárolt	H ₂ termelt		Együttes fedezés (hő)	Együttes fedezés (elektromos)
	[MWh]	[m ³]	[MWh]	[MWh]	[MWh]
Január	2.544,44			-1.268,74	-1.157,51
Február	1.613,89			-338,19	-423,11
Március	1.344,44	47.330,76	168,23	-68,74	168,50
Április	775,00	217.940,13	774,64	500,70	775,87
Május	386,11	368.473,81	1309,69	889,59	1.311,77
Június	188,89	306.838,87	1090,62	1.086,81	1.092,35
Július	108,33	374.950,81	1332,71	1.167,37	1.334,82
Augusztus	33,33	303.753,27	1079,65	1.242,37	1.081,36
Szeptember	47,22	146.198,56	519,64	1.228,48	520,47
Október	286,11	57.369,17	203,91	989,59	204,23
November	669,44			606,26	-470,16
December	1.558,33			-282,63	-543,80
Összes	9.555,56	1.822.855,37	6.479,09	5.752,84	3.894,79

Összegezve ezekben a hónapokban 1,958 GWh hő és 2,594 GWh elektromos energiát kell biztosítani – a termelt és tárolt 6,479 GWh H₂ ezeket a szükségleteket fedezi, 1,926 GWh többlet mellett.

Az energia termelő egységeket a legkritikusabb, azaz a januári hónapra kell tervezni, ahol a legmagasabb hő és elektromos energiaszükséglet merül fel.

A napi, illetve az órai lebontás a **16. táblázatban** látható.

16. táblázat:

	Tervezési adatok		
	Havi energia szüks.	napi energiaigény	órai energiaigény
	[MWh]	[MWh]	[MWh]
hő	1268,74	40,93	1,71
elektromos	1157,51	37,34	1,56

A szükségletek fedezése 2-2 db 2-2 MW teljesítményű gázmotor és gázkazán telepítendő.

A telepített energiatermelők közül mindkét esetben az egyik állandó üzemű, míg a másik csak a januári többletek fedezésékor működik.

3. A fejlesztések megtérülési idejének számítása

A megtérülési időszámítás központi tényezője a kiadás (beruházás) oldalon jelentkeznek, diplomámban ismertetett fejlesztési beruházások szerepelnek, megtérülési oldalon, pedig a saját felhasználású energia hasznosítása, értékesítése áll.

Környezetvédelmi szempontokat szem előtt tartva az egyes megtérülések a jelenlegi technológiák miatt hosszabb időintervallumot öleltek fel, azonban ezekkel a fejlesztésekkel a lehetővé tehető biológiai lábnyomunk csökkentése.

Számításom alapját az energiafelhasználás és annak fedezése adja. Első lépésként külön kellett választanom a hőtermelésre használt földgáz energiát és a vásárolt elektromos energiát.

Az egyes energia szükségleteket a korábbi fogyasztások adatai alapján választottam - feltételezve, hogy ezek a fogyasztások állandóak.

Az elektromos energiát termelő berendezések (Nap, szél, törpe vízerőmű) megtérülését a **17. táblázat**ban részletezem:

17. táblázat: Az elektromos szükséglet fedezésének megtérülése

Év	Diszkont tényező	Beruházási ktsg. [M Ft]	Nyereség [M Ft]	Beruházási ktsg. jelenértéke [M Ft]	Nyereség jelenértéke [M Ft]	Halmozott nyereség jelenértéke [M Ft]
2022	0,909090909	11108,8	1265,54752	10098,90909	1150,497745	1150,497745
2023	0,826446281	0	1265,54752	0	1045,907041	2196,404787
2024	0,751314801	0	1265,54752	0	950,824583	3147,22937
2025	0,683013455	0	1265,54752	0	864,3859846	4011,615354
2026	0,620921323	0	1265,54752	0	785,8054405	4797,420795
2027	0,56447393	0	1265,54752	0	714,3685823	5511,789377
2028	0,513158118	0	1265,54752	0	649,4259839	6161,215361
2029	0,46650738	0	1265,54752	0	590,3872581	6751,602619
2030	0,424097618	0	1265,54752	0	536,7156892	7288,318308
2031	0,385543289	0	1265,54752	0	487,9233538	7776,241662
2032	0,350493899	0	1265,54752	0	443,5666853	8219,808347
2033	0,318630818	0	1265,54752	0	403,2424411	8623,050789
2034	0,28966438	0	1265,54752	0	366,5840374	8989,634826
2035	0,263331254	0	1265,54752	0	333,2582158	9322,893042
2036	0,239392049	0	1265,54752	0	302,9620144	9625,855056
2037	0,217629136	0	1265,54752	0	275,4200131	9901,275069
2038	0,197844669	0	1265,54752	0	250,3818301	10151,6569

A fenti számítás alapján, $k=10\%$ -os diszkonttényezővel számolva az elektromos energiára vetítve a beruházás **15 év** alatt térül meg.

Jelen számítás megtérülésénél a hidrogén üzemegység beruházási oldalon jelenik meg, termelésben (nyereségben) ebben a számításban nem játszik szerepet.

Mivel a korábbi számítás megmutatta, hogy az üzemegység telepítésével további fedezet keletkezik, így ennek működését bele kell számítani későbbi a gazdasági elemzésembe.

A talajhőszonda és a tisztított szennyvíz hőcserélő telepítését vizsgálva a 2,56 MRD Ft-os beruházás a ####. ábrán látható 100 éves időintervallumot vizsgálva, mindössze 8%-os megtérülést érek el, abban az esetben, ha a jelenlegi kereskedelmi árat alkalmazzuk – ebben a becslés számításban nincs benne az éves karbantartás, időszakos csere és az üzem olyan szintű átépítése, amely a szonda és a hőcserélő alkalmazását tenné lehetővé.

Mivel a telep ki van szolgáltatva a vásárolt földgáznak – a megtérülés érzékeny az árváltozásra. Abban az esetben, ha 1 kWh földgázért 23,02 Ft-ot (ez az 1 kWh elektromos energia 50%-a) kell fizetni a megtérülés 15 évre csökken.

A jelenlegi piaci árakkal számolva, a vásárolt elektromos energiával előállított, majd cseregázként alkalmazott H₂ kielégíti a telep szükségleteit.

4. Fejlesztésekkel járó szén-dioxid csökkenés számítása

Habár a fosszilis energia hordozók közül, ez a legtisztább energia, a világ karbonosodásába mégis jelentős szerepet játszik.

Mint hazánk 99%-ban, Budapesten is az elosztói engedélyes - 2H minőségű földgázt értékesít. Ezzel a minőséggel számolva (jó hatásfokú kazánokkal; NO_x nem keletkezik), az felhasznált földgázzal, azaz $V = 955\,556 \text{ m}^3/\text{év} \text{ — } 92\,689 \text{ m}^3 \text{ CO}_2$ termelődik (9,7 t%-os füstgázzal számolva).

A keletkező térfogatú égéstermékot visszszámolva a CO₂ sűrűségével ($\rho = 1,98 \text{ kg/m}^3$) $m = 183,524 \text{ t CO}_2$ kerül a levegőbe.

Ekkora mennyiségű CO₂ megkötésére 453 db fa szükséges (50 éves!).

Az általam felvázolt és energiatermelés szempontjából számítással alátámasztott technológiákkal közel 185 t CO₂-től óvnánk meg a Földet.

Mivel ezt a mennyiségű szén-dioxidot nem bocsájtjuk ki, annak tőzsdéjén tudunk kereskedni ezzel a megmaradt kvóta darabszámmal, ennek összege megtérülés oldalon jelentkezik.

5. Konzekvencia

A jelenlegi szennyvíztisztító telep, akkor válhat szigetüzemmé, ha az elektromos igények fedezésére napelemet, szél és vízturbinát telepítünk.

A telep elektromos energiaszükséglet kielégítése után a többletenergiát elektrolízises eljárással hidrogén formájában tároljuk.

A felmerülő hőenergia egy részének fedezésére talajhőszondákat és hőszivattyút kell beépíteni, a hidegebb hónapok hőigényét, pedig a nyári hónapokban termelt H₂-nel kell fedezni. A **18. táblázat**ban látható, hogy az egyes fejlesztésekkel mennyi energiát kell előállítani, hogy a szennyvíztisztító telep külső energiafüggősége megszűnjön.

18. táblázat: Energiatermelés és beruházási költség

Megnevezés	Termelt energia [MWh]	Beruh. ktsg [E Ft]
Archimédeszi törpe vízerőmű 75 kW (56 kW)	126,41	5.000
Napelem (tető + talaj) risen típusú, 405 Wp teljesítményű, 1754 x 1096 x 30 mm (21 kg/ db)	20.754,91	6.263.000
Halcium (PowerPod) 1 kW teljesítményű szélturbina	6.243	3.420.800
Talajhőszonda "U" ø40 (100 m mélységig) 4 kWh	11.880	2.442.000
H₂ üzemegység (H₂ termelés)	6.479	100.000
HAJDU 12VTS vákuumcsöves kollektor	4,6	1.800
2 db, 830 kW/db névleges teljesítményű hőszivattyú	3.400	214.026,8

A talajhőszondás és vízszivattyús technológiát csak akkor tudjuk beépíteni rendszerünkbe, ha a telep technológiai és az épületek hőleadóit, valamint a hőfoklépcsőket módosítjuk, egységesítjük.

A fejlesztések léptékére való tekintettel a megvalósítás csak valamilyen támogatással valósítható meg.

Azonban nem hagyhatjuk figyelmen kívül a beépítendő termékek előállításának hatásait.

Teljes ökociklus elemzéséhez számba kell venni a termék avulási idejét, valamint azt is, hogy mennyi CO₂ kibocsátással járna volna ugyanezen energia előállítása a beépítendő nélkül.

Diplomamunkám mozgatórugója főként kettő idevágó és meghatározó mondás volt, melyek már-már mottóvá nőttek ki magukat:

„A Földet nem apáinktól örököltük, hanem unokáinktól kaptuk kölcsön.”

„Gondolkodj globálisan, cselekedj lokálisan.”

6. Összefoglalás

Diplomadolgozatomban a Budapest Központi Szennyvíztisztító telep energetikai mérlegét vizsgáltam, oly módon, hogy a külső energiafüggőséget minimalizáljam.

Figyelembevétel a területre jellemző helyi adottságokat és korlátozásokat számos megújuló energiatermelési technológiát elemeztem, fejlesztési javaslatot tettem, melyeket műszaki és gazdasági oldalról alátámasztottam.

A téma kidolgozása során alkalmazott technológiák miatt a szigetüzem létrehozása csak a meglévő zöldterület részleges beépítésével, valamint az egyes hőleadók cseréjével valósulhat meg.

Fő feladat a vásárolt elektromos energia, valamint a fosszilis energiahordozóból előállított közvetlen vagy közvetett módon előállított hőenergia csökkentése volt.

Tervezés során ismerttettem a telepíthető napelemek számát, tetőre, és talajra telepítve. Kitértem az egyes fejlesztések előnyeire, hátrányaira.

Hasznosítottam továbbá azt a nyerhető szélenergiát, amit a helyi adottságok biztosítanak, valamint vizsgáltam azt az esetet, amikor a meglévő törpevízerőművet bővítem.

Az elektromos energia előállítása mellett a hűtésre és fűtésre szánt hőenergia hasznosítását szintén vizsgáltam.

Vizsgálatom a talajhőszondára, valamint az elfolyó tisztított szennyvízből nyerhető hőenergiára szintén kitért.

Figyelembevétel a szennyvíztisztítási technológia energiaszükségletét és az emberi tartózkodásra szánt épületek energetikai számítását javaslatot tettem a meglévő rendszer fejlesztésére.

Tervezés és számítás során kiderült, hogy az egyes termelhető energiamennyiség és energiafajta nem a megfelelő helyen és időben keletkezik. Megoldásként közvetlen és közvetett energiátárolási javaslatokat tettem.

A vizsgált területen törekedtem ezt a meglévő zöldhányadot megtartani, azzal, hogy a meglévő fákat áthelyeztem, a napelemek alatti területet másodlagosan hasznosítottam.

A tervezett fejlesztéseknek köszönhetően energetikai számításokat végeztem a telep épületeire.

Fejlesztéseknek köszönhetően diplomamunkámban nem csak szigetüzemet hoztam létre, de csökkentettem a telep energiafelhasználásából eredő biológiai lábnyomát, amit számítással alátámasztottam.

Gazdasági, azon belül belső megtérülést számoltam az egyes, valamint a teljes fejlesztésre.

Summary

In my thesis, I studied the energy balance of the Budapest Central Wastewater Treatment Plant in order to minimize the external energy dependency.

Taking into account the local conditions and constraints of the area, I analysed several renewable energy technologies, proposed their development and justified them from the technical and economic point of view.

Given the technologies used in the development of this topic, the island plant can only be created by partially incorporating the existing green area and by installing individual heat emitters.

The main task was to reduce the amount of electricity purchased and the amount of heat energy produced directly or indirectly from fossil fuels.

During the design phase, I described the number of solar panels that could be installed on roofs and on the ground. I explained the advantages and disadvantages of each development.

I have also used the wind energy that can be generated from the local conditions and examined the case of expanding the existing dwarf hydroelectric power plant.

In addition to electricity generation, I also looked at the use of thermal energy for cooling and heating.

I have also looked at ground source heat and the thermal energy from treated effluent.

Taking into account the energy demand of the wastewater treatment technology and the energy calculation of the buildings for human occupancy, I proposed improvements to the existing system.

The design and calculation showed that the amount and type of energy that can be produced is not generated at the right place and time. As a solution, I proposed direct and indirect energy storage.

In the study area, I have tried to preserve this existing green space by relocating the existing trees and using the area under the solar panels as a secondary use.

I have carried out energy calculations for the buildings on the site as a result of the planned improvements.

Thanks to my improvements, my thesis not only created an island plant, but also reduced the biological footprint of the plant from its energy use, which I supported with calculations.

I calculated the economic, including internal, rate of return for each development and for the overall development.



AVDH SIGN



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

4. sz. függelék – Hallgatói és konzulensi nyilatkozat minta

NYILATKOZAT

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

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

Kelt: Budapest, 2023 év április hó 17. nap


Hallgató

NYILATKOZAT

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

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

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

Kelt: 2023 év május hó 2 nap


Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

Irodalomjegyzék

- 24/2018. (X.26.) önkormányzati rendelet Budapest XXI. Kerület Csepel Építési Szabályzatáról [24_2018_X.26.kt.rend.CSESZ_egyseges_2021_09.30-tol_hatalyos_002.pdf (csepel.hu)]
- 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet az országos településrendezési és építési követelményekről, [253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet - Nemzeti Jogszabálytár (njt.hu)]
- 273/2007. (X. 19.) Korm. rendelet a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról [<https://njt.hu/jogszabaly/2007-273-20-22>]
- 277/2016. (IX. 15.) Korm. rendelet a szélerőművekre vonatkozó szabályok módosításáról [<https://njt.hu/jogszabaly/2016-277-20-22.0#CI>]
- 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról [<https://njt.hu/jogszabaly/2006-7-20-6F>]
- 83/2014. (III. 14.) Korm. rendelet a nagyvízi meder, a parti sáv, a vízjárta és a fakadó vizek által veszélyeztetett területek használatáról, hasznosításáról, valamint a folyók esetében a nagyvízi mederkezelési terv készítésének rendjére és tartalmára vonatkozó szabályokról [83/2014. (III. 14.) Korm. rendelet - Nemzeti Jogszabálytár (njt.hu)]
- Balog K., (2005): A hidrogén tárolása és annak korlátai, BME OMIKK - Energiaellátás, energiatakarékosság világszerte, 44. k. 2005/7. 41-52. p.
- Bálint J., (2005) – Építőanyagok I., SZIE-YMÉK Könyvkiadó, Budapest 153.p.
- Barótfi I., (1993) – Energia felhasználói kézikönyv. Kézikönyv, Széchenyi Nyomda, Győr 817.p.
- Bartos - Králik (1985) – Mélyépítés III. - Alapozás, SZIE-YMÉK Könyvkiadó, Budapest 398.p.
- BKSZT Kft. (2011) - Fenntarthatósági Jelentés - a Globális Jelentéstételi Kezdeményezés (GRI) keretrendszer szerint, In: www.docplayer.hu; 2016.02.24., <https://docplayer.hu/10247504-Fenntarthatosagi-jelentes-a-globalis-jelentesteteli-kezdemenyezés-gri-keretrendszer-szerint.html>, (letöltve:2021.10.08)

Bogányi Gy., Mayer Z., Margitfalvi J. (2020): Hidrogénvölgy: teljes ipari ökoszisztéma demonstrációja, H2 - hidrogén hírlevél, 2020/1. - április, 2-4. p.

BRÜNNER, Hans (1995) – Víz- és gázvezeték- szerelés, Magyar Mediprint Szakkiadó, Budapest 65.p.

Daróczi M., (2020): Mérnöki / műszaki menedzsment – (e-jegyzet) 13. tanulási egység, SZIE Nyomda, Gödöllő, 2-20. p.

Deák - Dulácska (2012) – Vasbeton szilárdságtan az EUROCODE figyelembevételével, BME Printer Nonprofit Kft, Budapest 170.p.

ENSZ, (2021): Az ENSZ Glasgow-ban (Egyesült Királyság) megrendezendő éghajlatváltozási konferenciája (COP26), In: www.europarl.europa.eu, 2021.10.21., https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2021-0437_HU.html (letöltve:2022.05.01.)

Erdősi Cs., (2021): Jönnek a hidrogénkazánok?, Víz, Gáz, Fűtéstechnika és Hűtő, Klíma, Légtechnika szaklap, XXII. évf. 2021/7-8. 44-49. p.

Eurostat, (2014): Eurostat – Database, In:www.ec.europa.eu, 2014.12.17., <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>, (letöltve:2022.10.09.)

FCSM Zrt., (2012) - Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep, In: www.fcsm.hu, 2022.01.20., http://www.fcsm.hu/szolgáltatások/szennyvitztisztítás/delpesti_szennyvitztisztito_telep/, (letöltve:2022.10.13.)

Galyas A. B., Szunyog. (2018) – Biogáz – előkészítés I. – oktatási segédlet, ME Nyomda, Miskolc

Halcium Energy Inc., (2021), Powerpod - Safe, Innovative Wind Energy, In:www.halcium.com; 2022. 07.18., <https://www.halcium.com/faqs>, (letöltve: 2022.08.20.)

Hideget-meleget Kft. (2015) - HAJDU 12VTS vákuumcsöves kollektor, In:www.meleget.hu, 2015.11.29., <https://www.meleget.hu/hajdu-12vts-vakuumcsoves-kollektor-3183>, (letöltve:2022.12.04)

- Hidvégi Sz. (2007) Növénytermesztés, E tankönyv, Kiadó: Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma - Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar, Nyomda, 103. p. [http://nttt.mkk.szie.hu/oktatas/jegyzet/nt_jegz.pdf]
- Innovatív Napelem Kft., (2019): Napelem tájolója, In:www.innovativnapelem.hu, 2019.05.31., <https://innovativnapelem.hu/napelem-tajolasa.html>, (letöltve: 2022.11.20.)
- Kádár P., (2006): Szélturbinák villamosenergia termelése, Jegyzet, ÓE, Nyomda, Budapest, 2-12. p.
- Kemenczés J., (1976) – A nyomástartó edények biztonságtechnikája, Táncsics Könyvkiadó, Budapest 18.p.
- Komlós F., Fodor Z., Kapros Z., Vajda J., Vaszil L. (2009): Hőszivattyús rendszerek Magánkiadás, Dunaharaszti 63-67. p.
- Korpos A., (2020) – Fánimajori fáklya méretezése a hatályban lévő hazai szabályozás és az amerikai API szabvány alkalmazása mellett. Diplomamunka, ME Nyomda, Miskolc, 10.p.
- Kovács - Tokody (2010) – Geodéziai alapismeretek, SZIE-YMÉK Könyvkiadó, Budapest 376.p.
- Köteles T., Szunyog I., (2018) – Biogáz – előkészítés II. – oktatási segédlet, ME Nyomda, Miskolc 8. p.
- Kővári T., (2013): A Budapesti Központi Szennyvíztisztító telep energiagazdálkodása és energiatermelésének gazdasági mutatói Tanulmányterv prezentáció
- Kubus P., (2020): Hidrogén az Energetikában, In:www.ete-net.hu, 2021.01.20., http://web.archive.org/web/20210501000000*/http://ete-net.hu/wp-content/uploads/2020/12/Kubus-P%C3%A9ter-Hidrog%C3%A9n-az-Energetik%C3%A1ban.pdf, (letöltve:2023.01.28.)
- Lantos T., (2021): Energiamegtakarítás a hűtéstechnikában, Víz, Gáz, Fűtéstechnika és Hűtő, Klíma, Légtechnika szaklap, XXII. évf. 2021/7-8. 72-77p.
- Makáry - Vámos., (1980) – Földalatti fém szerkezetek korrózióvédelme, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 19-37.p.
- Meszléry C., (1978) – Gáz technikai példatár, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 55.p.

MET Magyarország Zrt. (2021): A szén-dioxid (CO₂) kvóta működése és jövője, In: www.hugas.met.com/hu, 2021.01.26., <https://hugas.met.com/hu/fyouture/zold-gazdasag/szen-dioxid-co2-kvota/1158>, (letöltve:2022.11.28.)

MHT Egyesület (2020): Előállítás, elektrolízis - Magyar Hidrogén és Tüzelőanyag-cella Egyesület, In: www.hfc-hungary.org, 2020.08.12, <https://www.hfc-hungary.org/elektrolizis/>, (letöltve: 2022.12.02)

MM Műszaki magazin (2017): Visontai naperőmű, In: www.muszaki-magazin.hu 2017.08.27., <https://www.muszaki-magazin.hu/2017/08/27/visontai-naperomu/>, (letöltve:2022.03.21)

Molnár Gy.,- Pánfi Sz., (2013) Budapesti Központi Szennyvíztisztító Telep hőszivattyús energiatermelés lehetőségeinek vizsgálata, Tanulmányterv

MSZ EN ISO 10211 Hőhidak az épületszerkezetekben, Hőáramok és hőmérsékletek, Részletes számítások (ISO 10211:2017)

MSZ EN ISO 6946 Épületszerkezetek és épületelemek. Hővezetési ellenállás és hőátbocsátás. Számítási módszerek (ISO 6946:2017)

MVM Zrt. (2019): Aktuális árak, In: www.mvmnext.hu; 2021.01.16., <https://www.mvmnext.hu/foldgaz/Egyetemes-Szolgalatas/Ugyintezes/Arak-dijszabasok/Aktualis-arak>, (letöltve:2022.09.08.)

MVM Zrt. (2019): Villamos energia díjak az egyetemes szolgáltatásban nem lakossági ügyfeleknek 2022. augusztus 1-jétől, In: www.mvmnext.hu; 2021.01.16., <https://www.mvmnext.hu/aram/servlet/download?type=file&id=15559>, (letöltve:2022.09.08.)

Nalench Store, (2021): Портативная ветряная турбина Powerpod Halcium, In: www.nalench.com, 2021.08.14 - <https://nalench.com/portativnaya-vetryanaya-turbina-powerpod-halcium>, (letöltve:2022.01.14)

OMSZ, (2012): Magyarország napsugárzás, napfénytartam és felhőzet viszonyai, In: www.met.hu, 2022.08.06., https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/sugarzas/ (letöltve: 2022.11.16.)

- OMSZ, (2012): Magyarország szél viszonyai, In: www.met.hu, 2022.08.06.,
https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/szel/,
(letöltve: 2022.11.16.)
- Papp L. (2022): Így válthatja le az akkumulátorokban a nátrium a lítiumot, In:
www.villanyautosok.hu, 2022.03.12., <https://villanyautosok.hu/2022/03/12/igy-valthatja-le-az-akkumulatorokban-a-natrium-a-litiumot/>, (letöltve: 2022.08.20)
- Pentele Solar Kft. (2022): Napelem rendszer árak In: www.pentelesolar.hu, 2022.11.18.,
<https://pentelesolar.hu/napelem-rendszer-arak.html>, (letöltve: 2022.11.18.)
- Radó D., (1996): A fák környezeti haszna, Levegő munkacsoport In:www.levego.hu,
2019.01.17., <https://www.levego.hu/sites/default/files/kiadvany/fak.htm>,
(letöltve:2023.02.01)
- Szunyog I. (2009): A biogázok földgáz közszolgáltatásban történő alkalmazásának
minőségi feltételrendszere Magyarországon – Disszertáció, ME Nyomda, Miskolc 19. p.
- Tóth L. (2021): Energetika - (e-jegyzet), MATE Nyomda, Gödöllő 178-182. p.
- UIS, (2022): First gas turbine powered by pure hydrogen - Researchers at the University of
Stavanger (UiS) have managed to run a gas turbine on 100 percent hydrogen. ,
In:www.uis.no, 2022.05.31. <https://www.uis.no/en/energy/first-gas-turbine-powered-by-pure-hydrogen>,
(letöltve:2022.07.14)
- Vaszi-Gépszér Kft. (2021): Geotermikus talajszonda kivitelezés,
In:www.geoszondafuras.hu, 2021.07.19, <https://geoszondafuras.hu/araink/>, (letöltve:
2022.10.04)
- Végh Zs, (2022): Elszállt a karbon kvóta ára – tovább drágítja a gyártócégek és az
erőművek működését, In:www.novekedes.hu, 2022.04.20.,
<https://novekedes.hu/elemzesek/elszallt-a-karbon-kvota-ara-tovabb-dragitja-a-gyartocegek-es-az-eromuvek-mukodeset> (letöltve:2022.07.14)
- Zöhls A. (2008), Épületgépész tervezési segédlet, In:www.za958.extra.hu 2008.04.06.
<http://www.za958.extra.hu/>, (letöltve:2021.02.04.)
- ГАВРИЛЕНКО, Георгий (2021): Водородные перспективы, Журнал “Энергобизнес”,
№18-19 (1211-1212.)

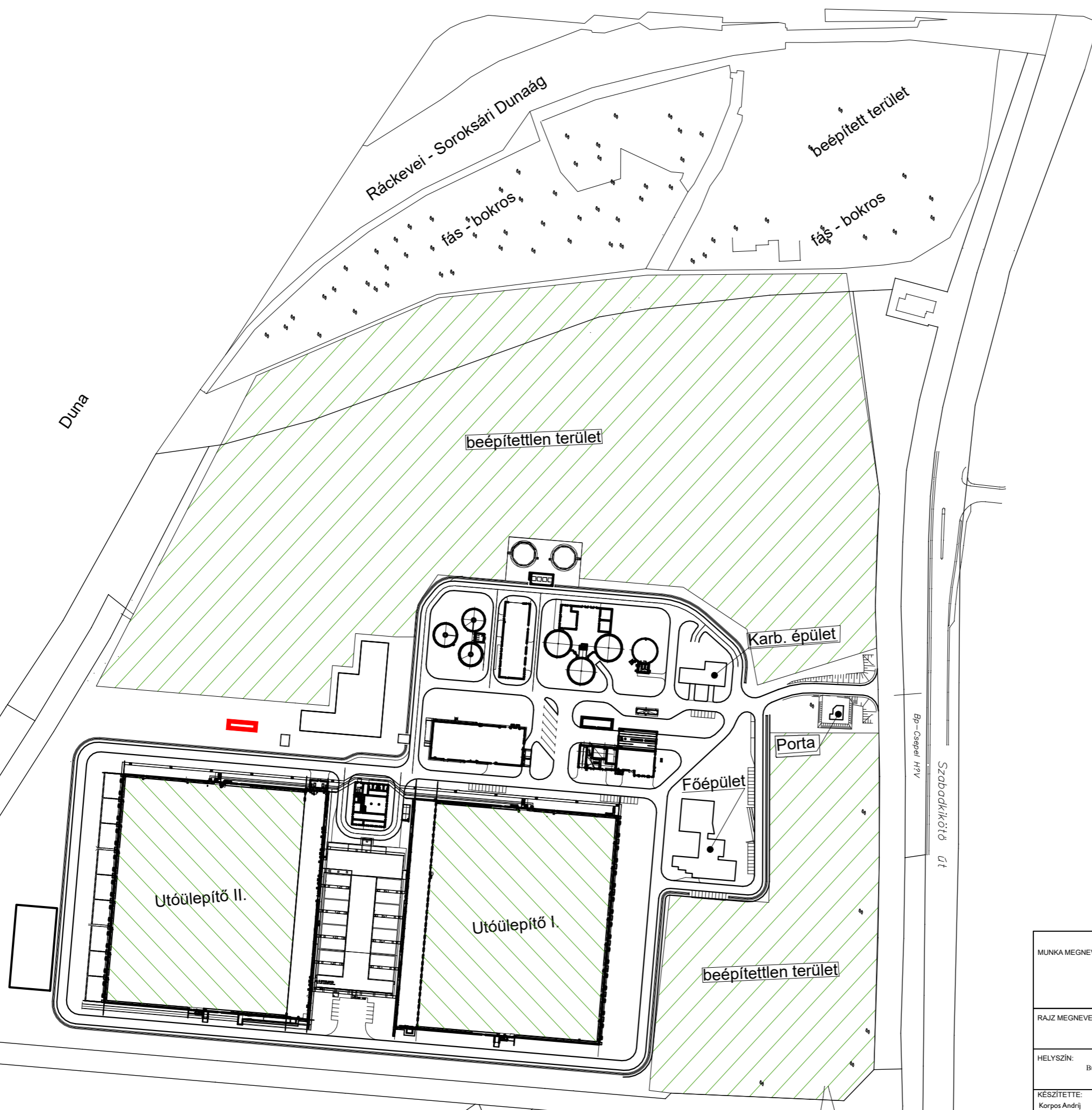
Melléklet

Rajz

Átnézeti helyszínrajz	M=LN	
Technológiai folyamatábra	M=LN	
Napelem telepítési terv	M=1:2000	
Halcium PowerPod telepítési terv	M=1:2000	
Talajhőszonda telepítési terv	M=1:2000	
Porta alaprajz	M=1:100	
Karbantartó épület alaprajz	M=1:100	
Főépület	Földszint	M=1:100
	1. emelet	M=1:100
	2. emelet	M=1:100

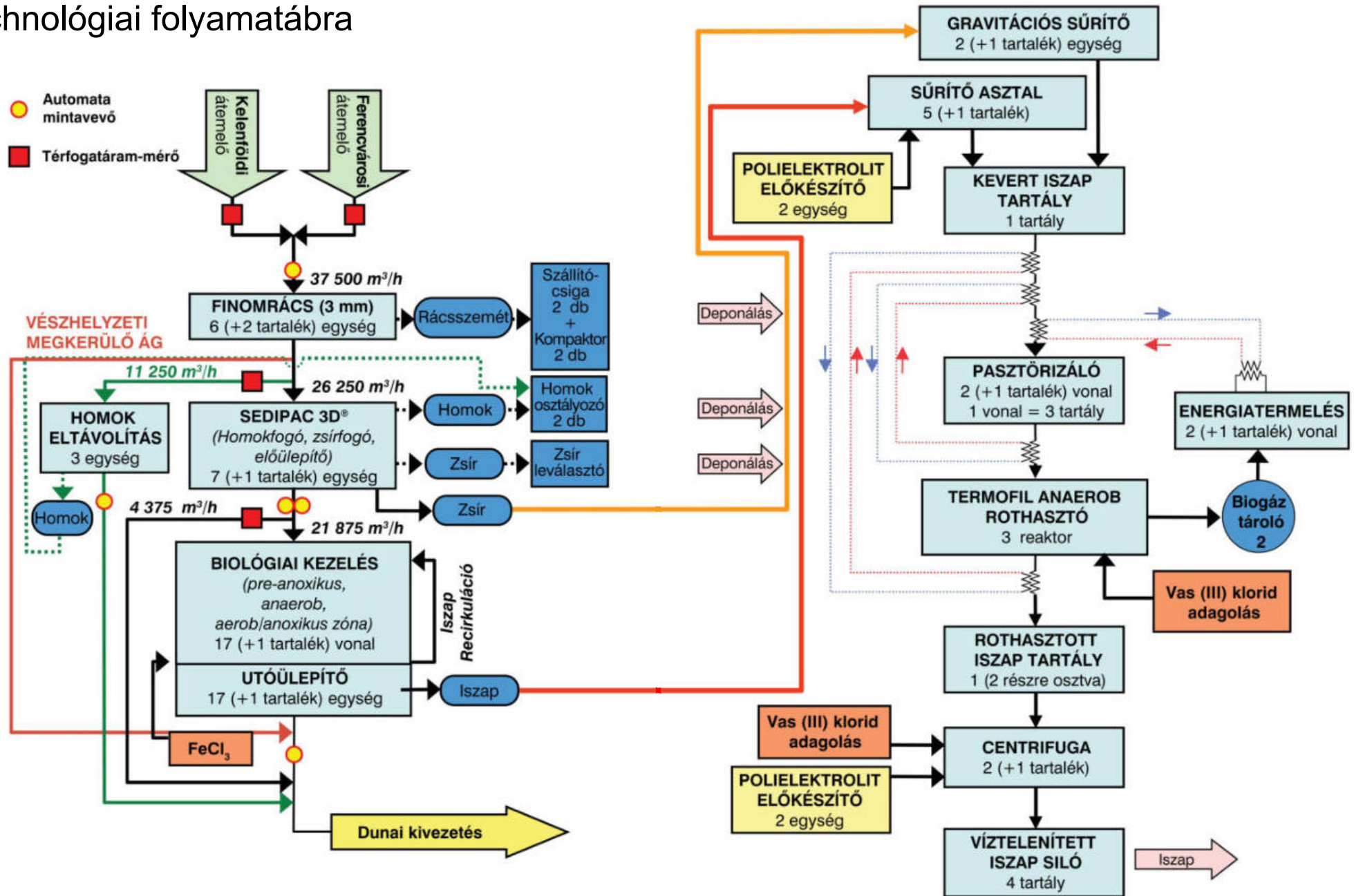
Irat

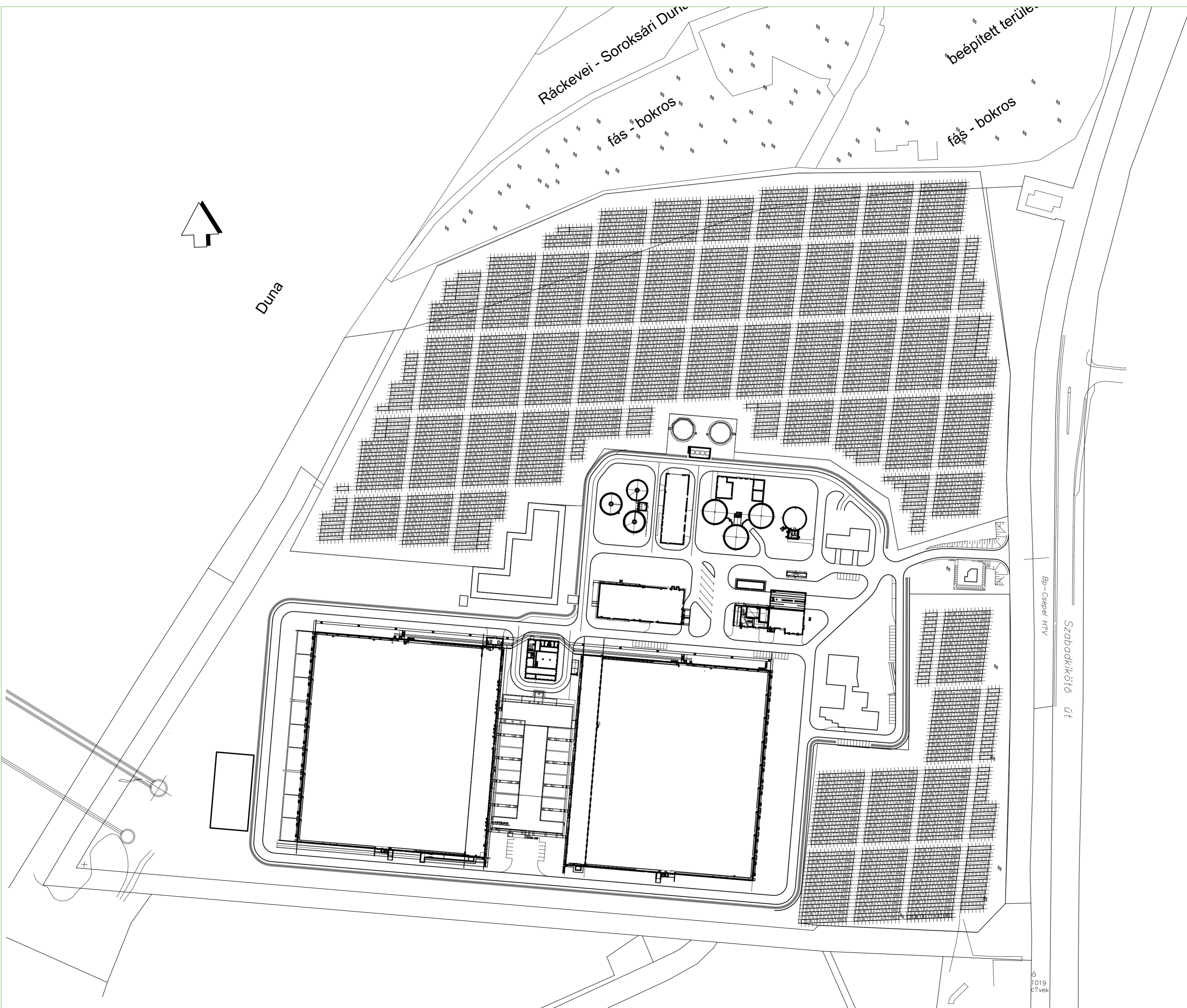
Energetikai számítás (meglévő állapot):	Porta
	Karbantartó épület
	Főépület
Napelem telepítés meghatározás	
Szélenergia, Halcium (PowerPod) telepítés számítás	
Napenergia számítás	
Szélenergia számítás	
Talajhőszondával nyerhető energia számítás	
Energetikai számítás (korszerűsítés utáni állapot):	Porta
	Karbantartó épület
	Főépület



MUNKA MEGNEVEZÉSE: Budapest Központi Szennyvíztisztító Telep energia mérlege és fejlesztési lehetősége		
RAJZ MEGNEVEZÉSE: Átnézeti helyszínrajz	RAJZSZÁM: RT-0	
HELYSZÍN: Budapest, XXI. ker. Budapest Központi Szennyvíztisztító Telep	LÉPTÉK: LN	
KÉSZÍTETTE: Korpos Andrij NK: B90A7	BELSŐ KONZULENS: Benécs József István	KÜLSŐ KONZULENS: Kővári Tamás
DÁTUM: 2022. június hó		

Technológiai folyamatábra





MUNKA MEGNEVEZÉSE: Budapest Központi Szennyvíztisztító Telep energia mérlege és fejlesztési lehetősége		 <small>MAZDAR ALGÁR- ÉS ELEKTROMÁNYI EGYSÉGEM</small>	
RAJZ MEGNEVEZÉSE: Napólem telepítési terv		RAJZSZÁM: RT-1	
HELYSZÍN: Budapest, XXI. ker. Budapest Központi Szennyvíztisztító Telep		LÉPTÉK: LN	
KÉSZÍTETTE: Körpös András 16.40.007	BELSO KONZULENS: Benécs József István	KÜLSŐ KONZULENS: Kővári Tamás	DÁTUM: 2022. június hó



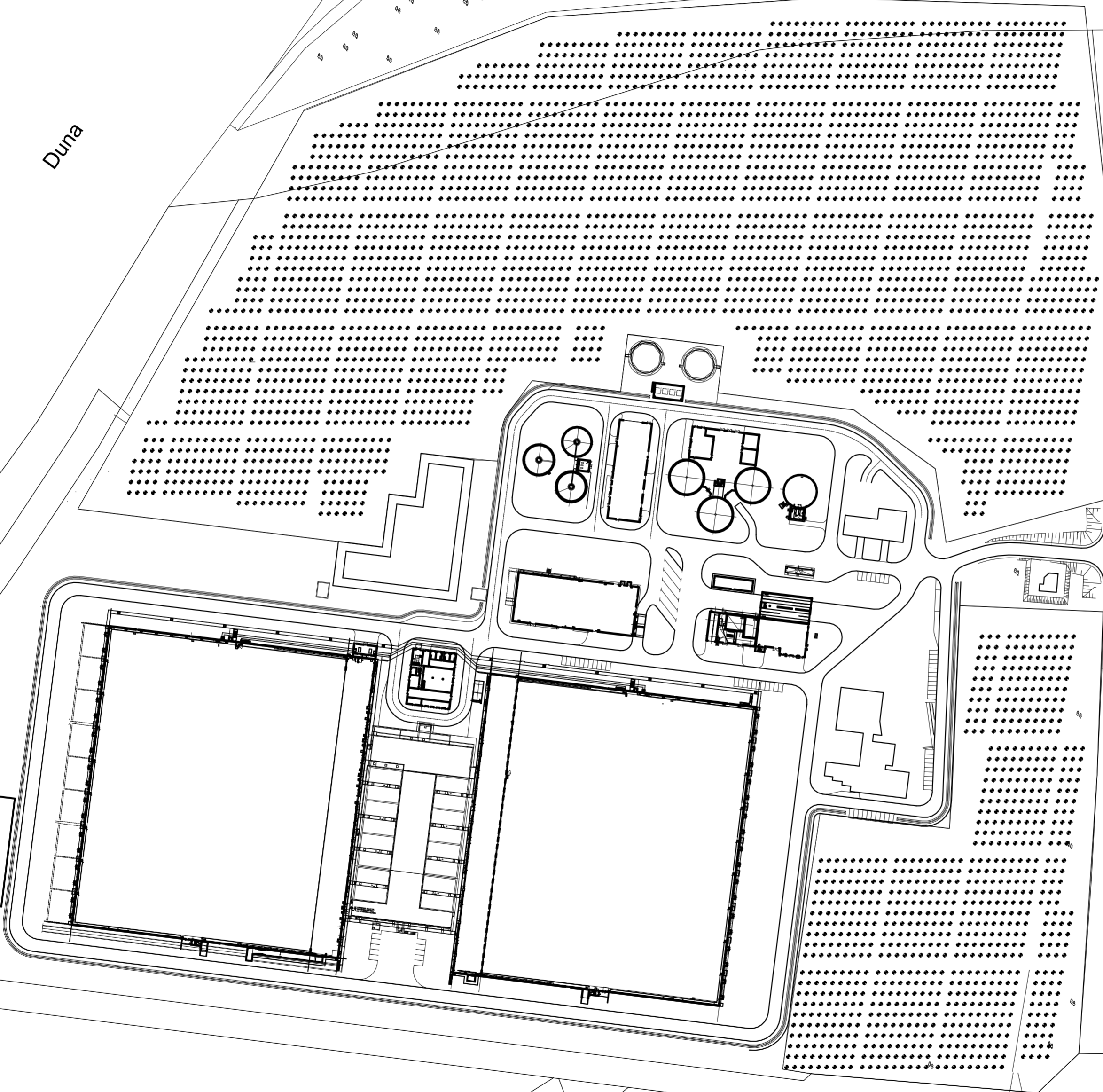
Duna

Ráckevei - Sorok

fás - bokros

beépített


fás - bokros

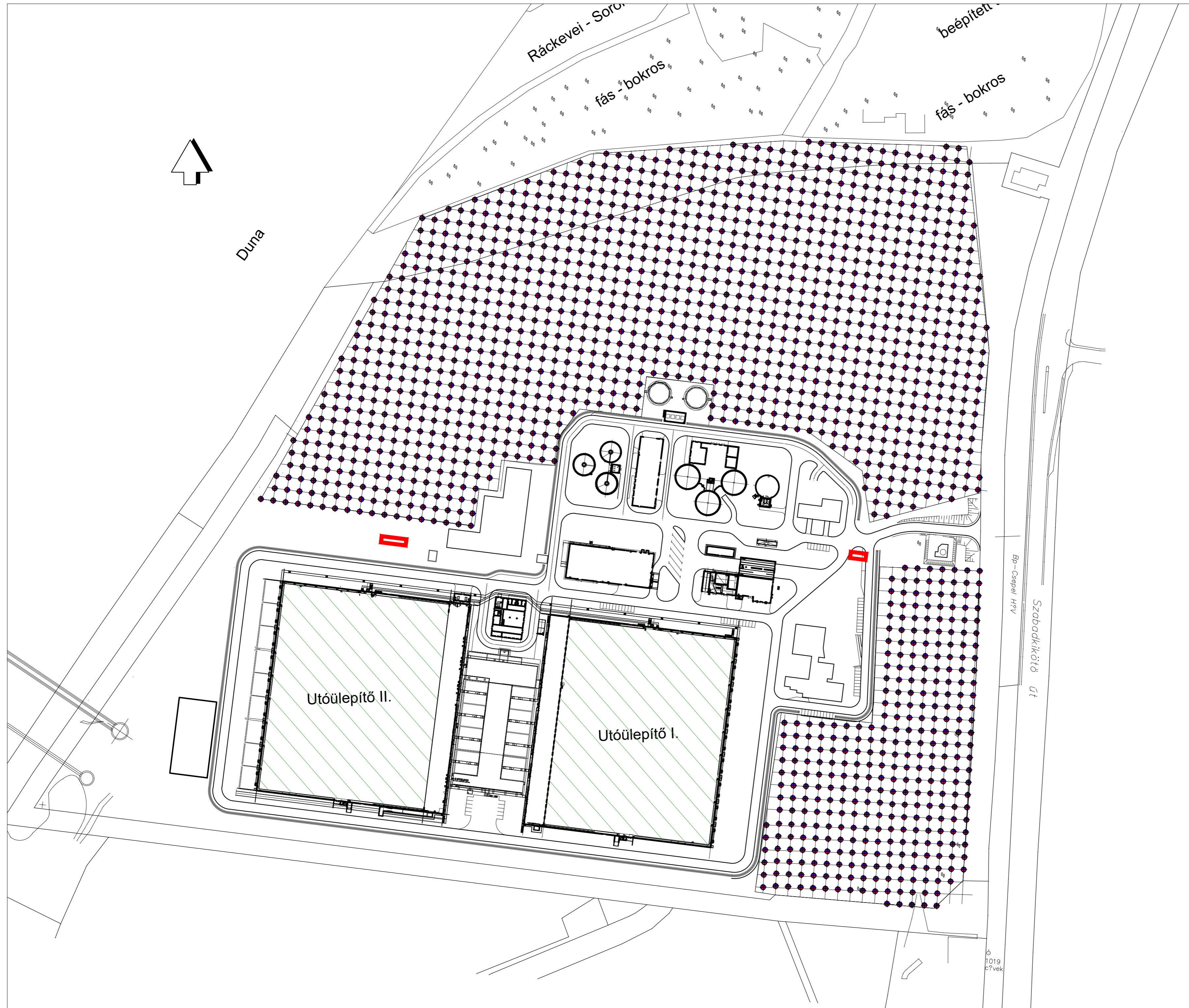



Bp - Csepel Hpv

Szabadkikötő út

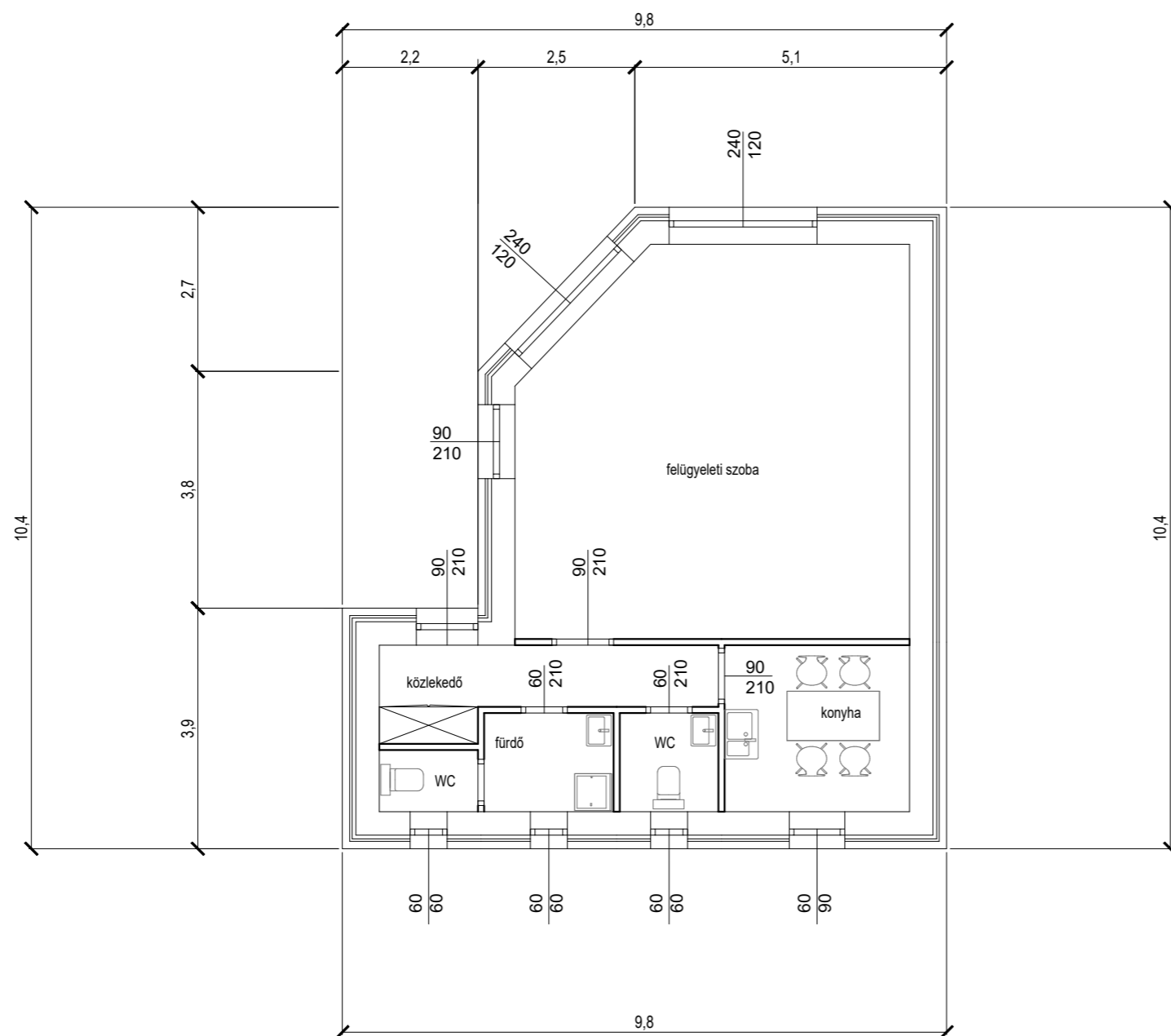
6
1019
c?vek


MUNKA MEGNEVEZÉSE: Budapest Központi Szennyvíztisztító Telep energia mérlege és fejlesztési lehetősége		 MATE MAGYAR AGRÁR- ÉS ELEKTROKIMIAI EGYESÜLET	
RAJZ MEGNEVEZÉSE: Halcium PowerPod telepítési terv		RAJZSZÁM: RH-1	
HELYSZÍN: Budapest, XXI. ker. Budapest Központi Szennyvíztisztító Telep		LÉPTÉK: 1:2000	
KÉSZÍTETTE: Körösi András nr. 810617	BELSO KONZULENS: Benécs József István	KÜLSŐ KONZULENS: Kövári Tamás	DÁTUM: 2022. június hó

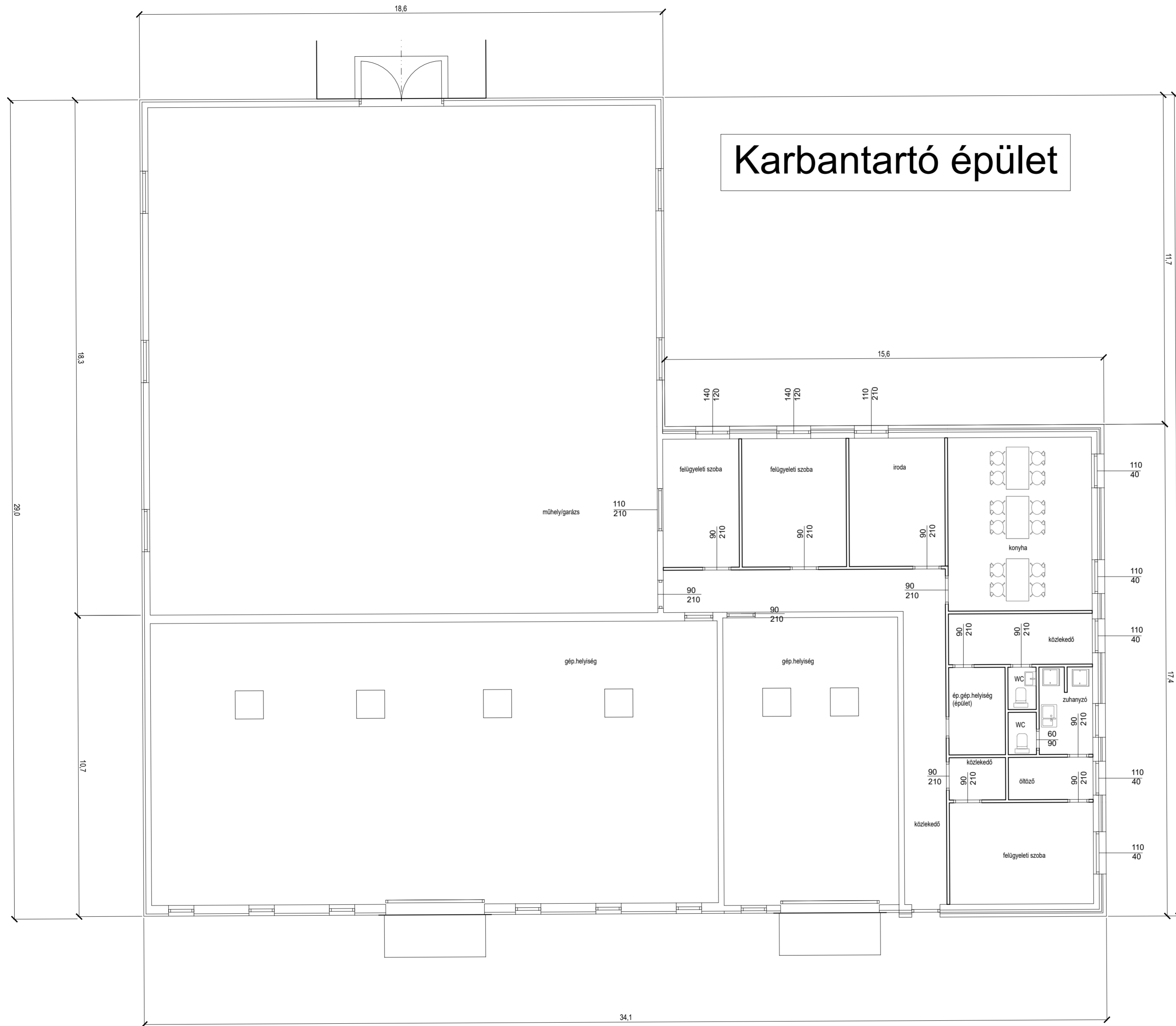


MUNKA MEGNEVEZÉSE: Budapest Központi Szennyvíztisztító Telep energia mérlege és fejlesztési lehetősége		 MATE MŰSZAKI ALKALMI ÉS ELTUDOMÁNYI EGYESÜLET	
RAJZ MEGNEVEZÉSE:	Talajfőszonda telepítési terv		RAJZSZÁM: RTH.1
HELYSZÍN: Budapest, XXI. ker. Budapest Központi Szennyvíztisztító Telep		LÉPTÉK: 1:2000	
KÉSZÍTETTE: Korpos András nr. 8904/07	BELSŐ KONZULENS: Benécs József István	KÜLSŐ KONZULENS: Kovács Tamás	DÁTUM: 2022. június hó


Porta épület



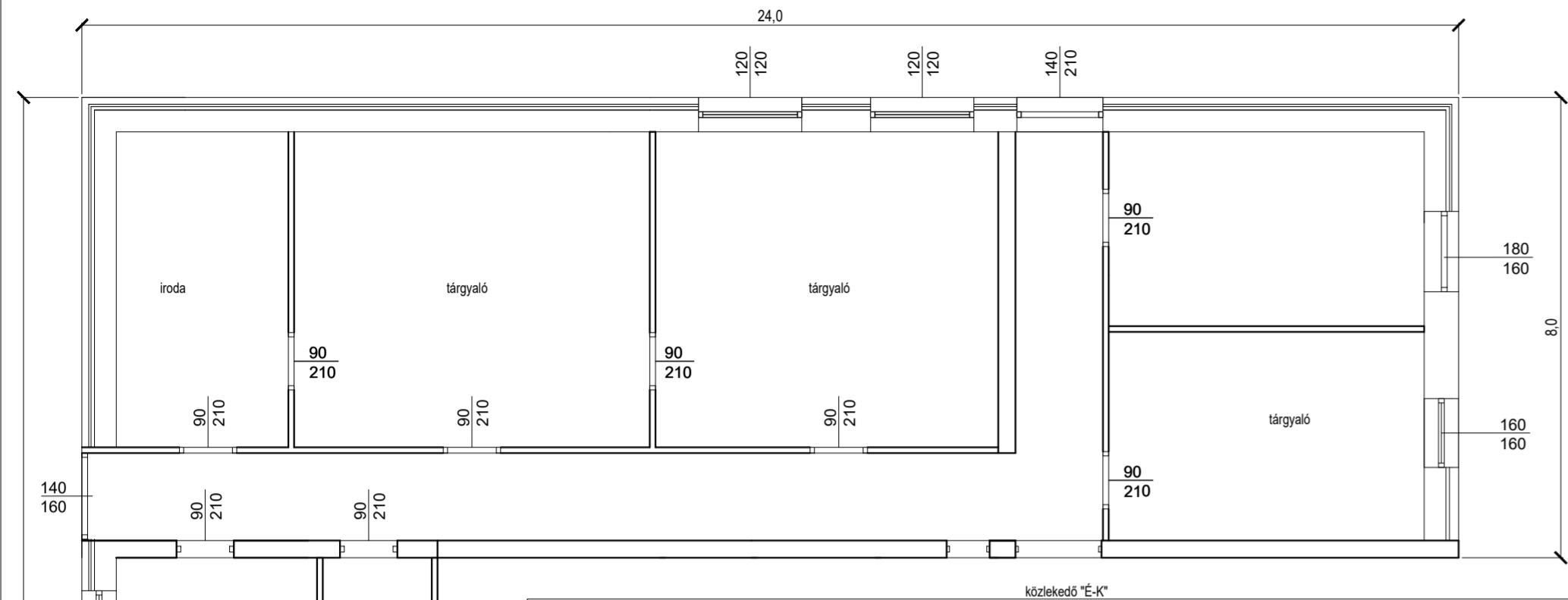
MUNKA MEGNEVEZÉSE: Budapest Központi Szennyvíztisztító Telep energia mérlege és fejlesztési lehetősége		 MATE MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM	
RAJZ MEGNEVEZÉSE: Porta alaprajz		RAJZSZÁM: EN-1	
HELYSZÍN: Budapest, XXI. ker. Budapest Központi Szennyvíztisztító Telep		LÉPTÉK: 1:100	
KÉSZÍTETTE: Korpos Andrj NK.8904/7	BELSŐ KONZULENS: Benécs József István	KÜLSŐ KONZULENS: Kövári Tamás	DÁTUM: 2022. június hó



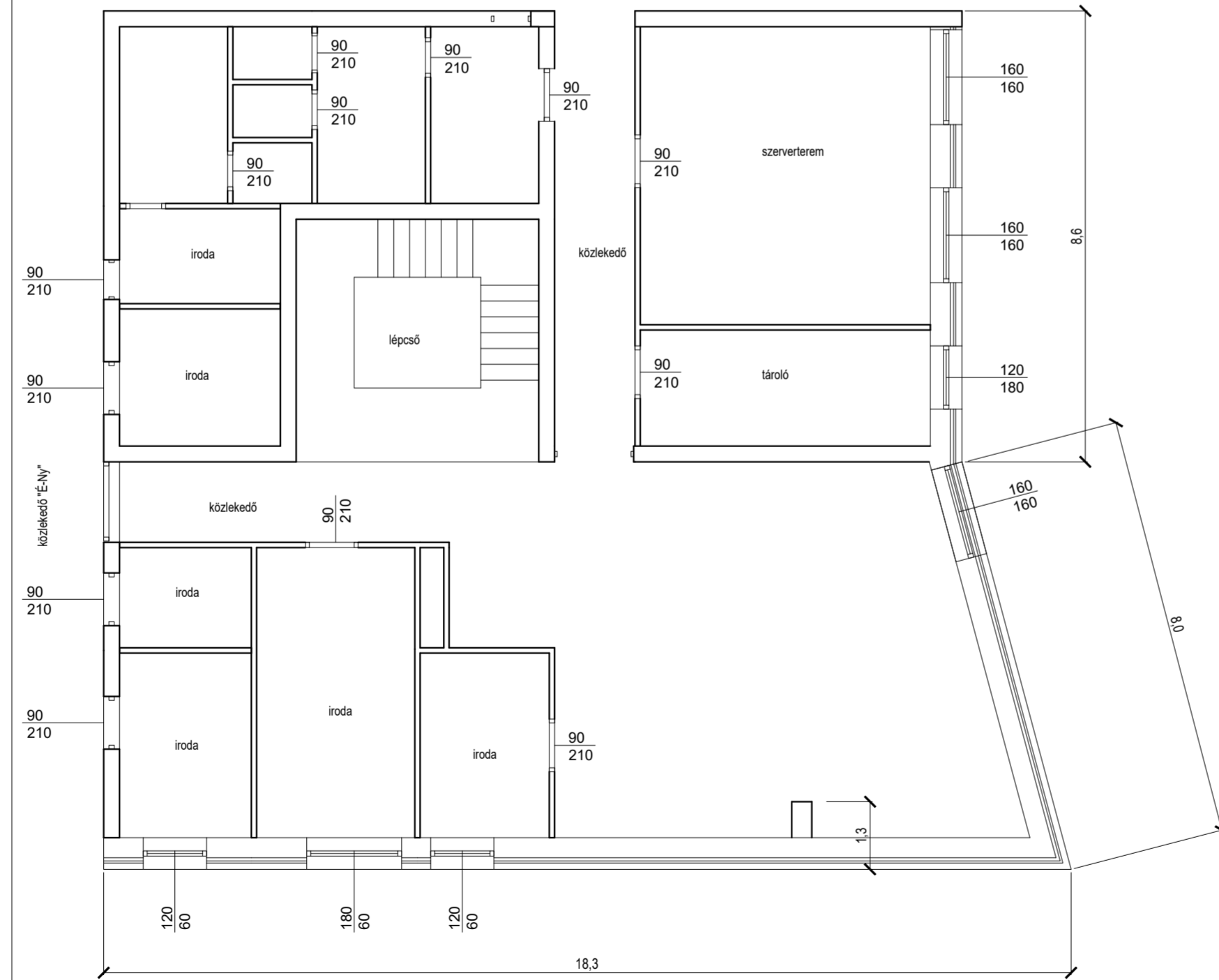
Karbantartó épület

MUNKA MEGNEVEZÉSE: Budapest Központi Szennyvíztisztító Telep energia mérlege és fejlesztési lehetősége		 MAGYAR AGÉRSZAK- ÉS ÉPÍTÉSZMÉRNÖKI EGYESÜLET	
RAJZ MEGNEVEZÉSE:	Karbantartó épület alaprajz		RAJZSZÁM: EN-2
HELYSZÍN:	Budapest, XXI. ker. Budapest Központi Szennyvíztisztító Telep	LÉPTÉK: 1:100	
KÉSZÍTETTE:	BELSO KONZULENS:	KÜLSŐ KONZULENS:	DÁTUM: 2022. június hó
Korpos Andri N.C. 89047	Benics József István	Kővári Tamás	

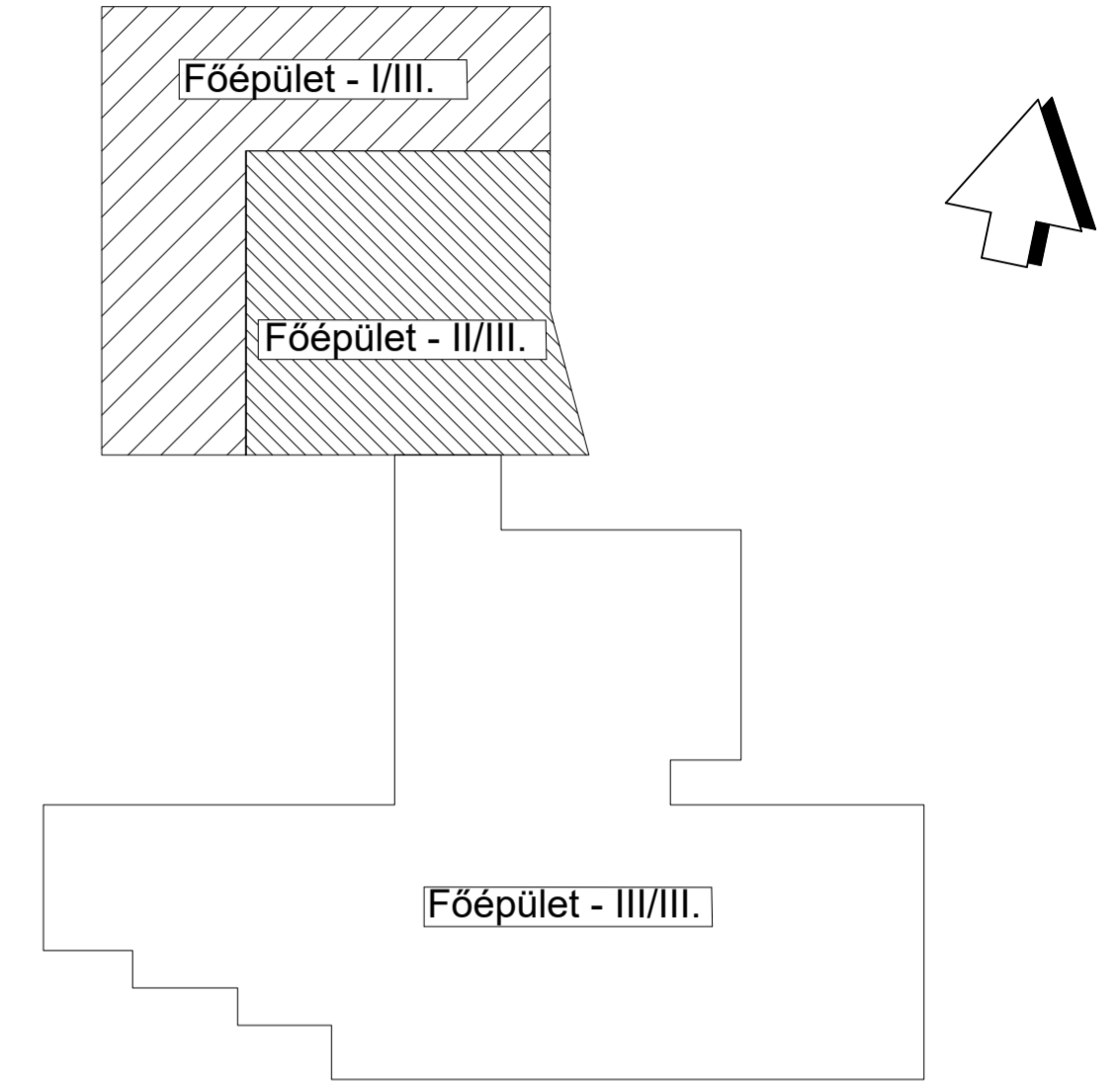
Főépület - emelet I/III.




Főépület - 1. em. II/III.

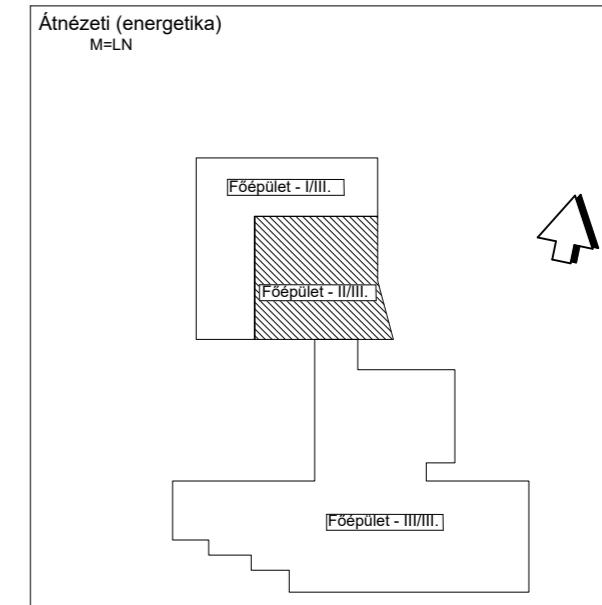
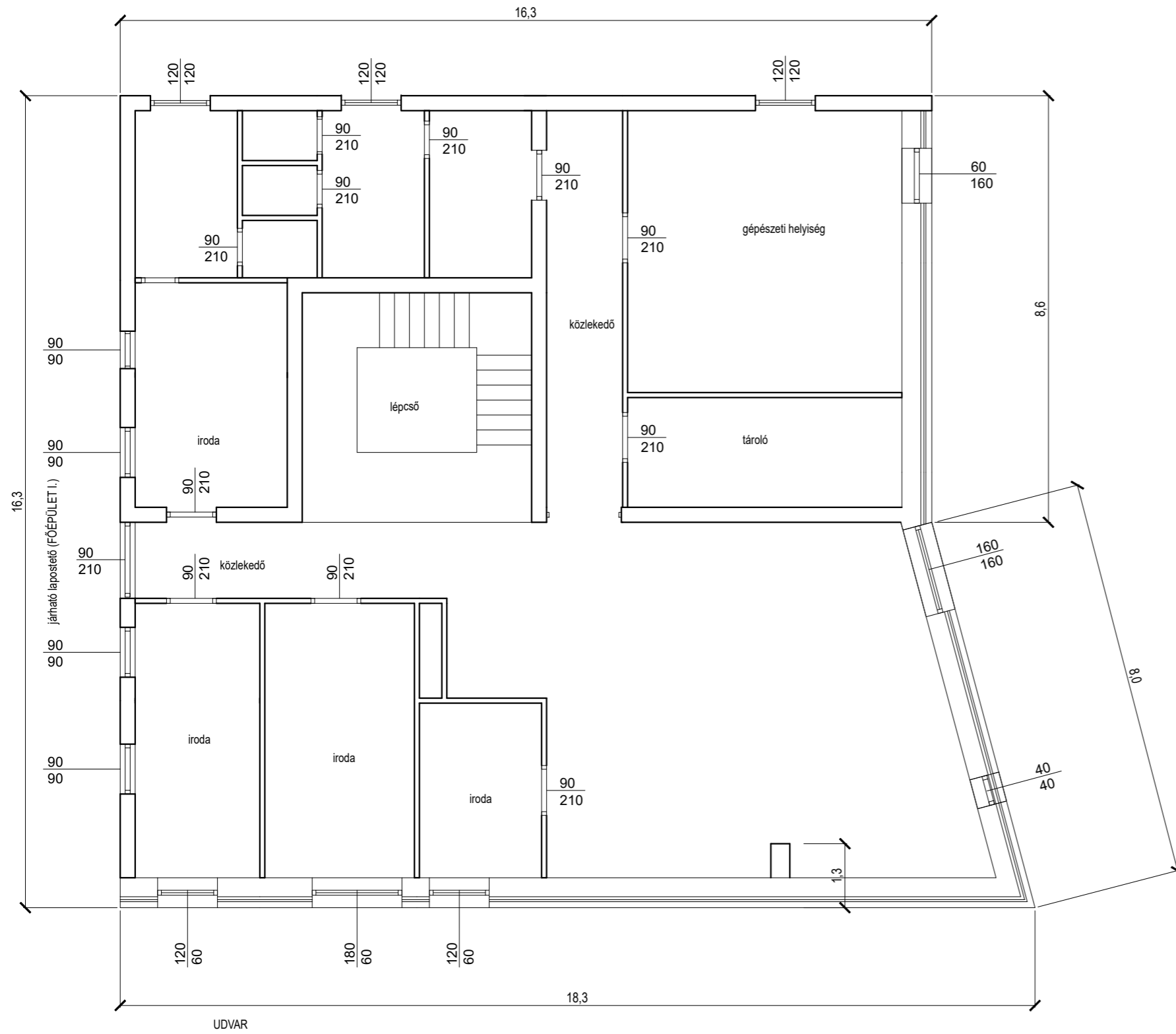



Átnézeti (energetika) M=LN



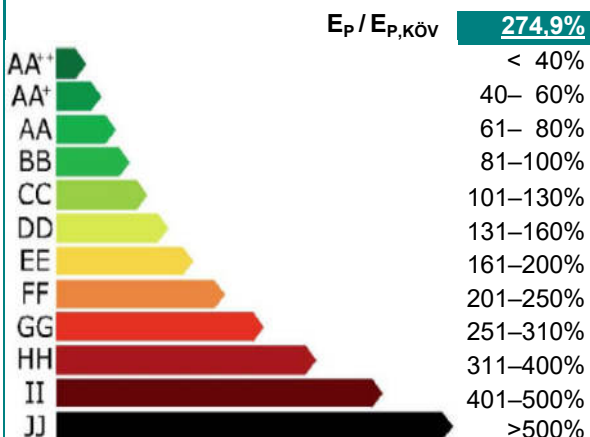
MUNKA MEGNEVEZÉSE: Budapest Központi Szennyvíztisztító Telep energia mérlege és fejlesztési lehetősége		 <small>MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYESÜLET</small>	
RAJZ MEGNEVEZÉSE: Főépület - 1. emelet	RAJZSZÁM: EN-3.2/3	HELYSZÍN: Budapest, XXI. ker. Budapest Központi Szennyvíztisztító Telep	
KÉSZÍTETTE: Korposz András NE: BK0407	BELSŐ KONZULENS: Benécs József István	KÜLSŐ KONZULENS: Kóvári Tamás	DÁTUM: 2022. június hó
UDVAR		6,2	

Főépület - 2. em. II/III.



MUNKA MEGNEVEZÉSE: Budapest Központi Szennyvíztisztító Telep energia mérlege és fejlesztési lehetősége			
RAJZ MEGNEVEZÉSE: Főépület - 2. emelet		RAJZSZÁM: EN-3 3/3	
HELYSZÍN: Budapest, XXI. ker. Budapest Központi Szennyvíztisztító Telep		LÉPTÉK: 1:100	
KÉSZÍTETTE: Korpos Andrij NK: B90AV7	BELSŐ KONZULENS: Benécs József István	KÜLSŐ KONZULENS: Kövári Tamás	DÁTUM: 2022. június hó

ENERGETIKAI MINŐSÉGTANÚSÍTVÁNY



Épület (épületrész)

Címe: 1211 Budapest, Nagy Duna sor
2.

Típusa: Iroda

Megrendelő

Neve: MATE - SZIC

Címe:

'GG' - Átlagost megközelítő

A költségoptimizált követelmény szintnek nem felel meg

Közel nulla energia szintnek nem felel meg

0

Energetikai adatok

Az épület A/V aránya: 1,20 m²/m³

Fajlagos hővesztésgtényező

értéke: 0,39 W/m³K

követelményértéke: 0,28 W/m³K

Fajlagos primer energiafogyasztása

számított értéke: 247,4 kWh/m²a

követelményértéke: 157,2 kWh/m²a

referencia értéke: 90,0 kWh/m²a

megújuló energia részaránya: 2,54 %

Fajlagos primer energiafogyasztás a referencia százalékában

$E_p / E_{p,REF}$: **274,9** %

Nyáron nincs túlmelegedés veszély

Megjegyzés:

Porta épület - korszerűsítés előtt

A tanúsítás

A tanúsító neve:

A tanúsító címe:

A tanúsító telefonszáma:

Jogosultsági száma:

Tanúsítás időpontja:

Tanúsítás azonosítója:

.....
Aláírás

Épületszerkezetek adatai

szerkezet megnevezése	mérete [m ²]	szerkezetek hőátbocsátási tényezői			
		számított U [W/m ² K]	előírt max. U _k [W/m ² K]	hőhid pótlék χ	korrigált U _R [W/m ² K]
–					
talajon fekvő padló, 1,5m szélességben		0,28	0,30		
külső fal 1	92,4	0,20	0,24	0,40	0,28
padlástér alatti födém 1	76,0	0,25	0,17	0,10	0,27
–					
–					
–					
–					
–					

Nyílászárók adatai

nyílászáró szerkezet megnevezése	Üvegezett felület tájolás szerint [m ²]		
	ÉK-É-Ény	DK-D-DNy	K-Ny
Homlokzati üvegezett nyílászáró (fa vagy PVC keretszerkezettel)	6,09	0,91	1,44
–			
–			
–			
–			
Összes nyílászáró felület :	11,2 [m ²]	Az üvegezett és a névl. méret aránya: 0,76	
Átlagos hőátbocsátási tényezőjük :	0,6 [W/m ² K]	(az üvegezetlen ajtók nélkül)	

Tervezési alapadatok

Légcserezszám télen :	0,8 [1/h]	a rendelet táblázata alapján
Légcserezszám nyáron:	6 [1/h]	-"-
HMV éves hőigénye :	9 [kWh/m ² a]	-"-
Fajlagos belső hőnyereség q _b :	5,25 [W/m ²]	-"-
Szakaszos üzem korrekciója, σ :	0,8 [–]	-"-
Világítás fajlagos éves energia :	11 [kWh/m ² a]	-"-
Világítás korrekciója, u :	1 [–]	-"-
Számított éves nettó fűtési hőigény :	6 396 [kWh/a].	

Ellátó rendszerekRendszerek fajl. éves egyenértékű primer energiaigénye **E [kWh/m² a]**

Fűtési rendszerek	212,2
–	
–	
Elektromos hőszugárzó termosztáttal	
HMV rendszerek	7,8
Elektromos fűtőpatron, vagy átfolyós vízmelegítő, tároló	
–	
Légtechnikai rendszer	–
Hűtési rendszer	–
Világítás	27,5
Fotovoltaikus elemmel termelt energia	–
ÖSSZESEN	247,4

1900.01.00

1900.01.00

CO₂ kibocsátás

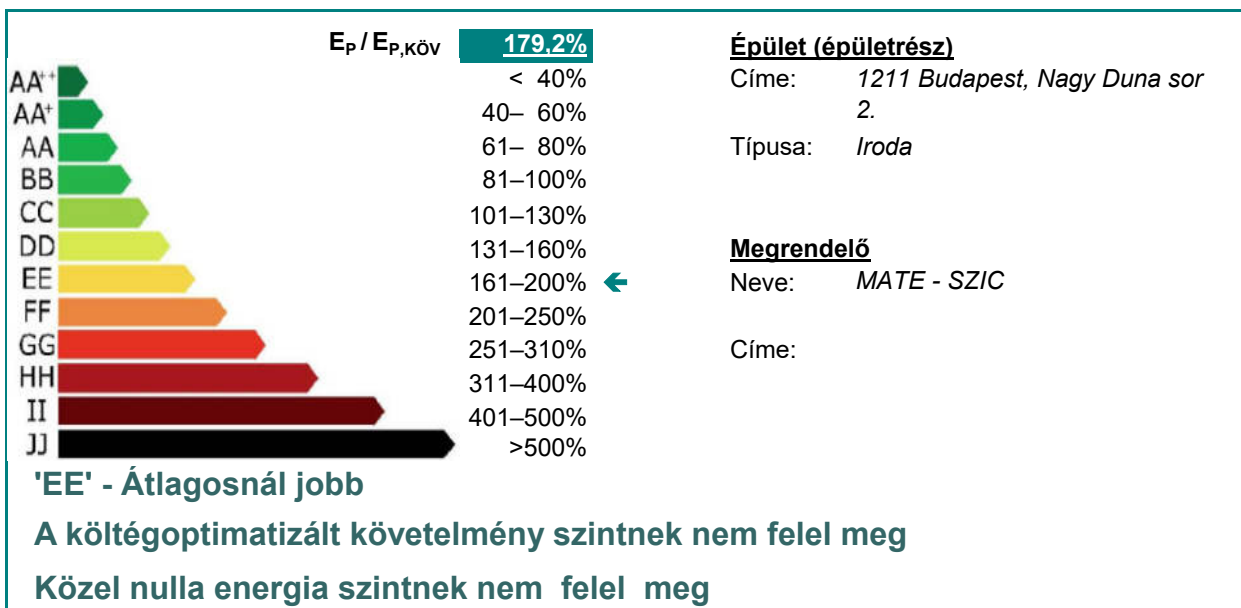
épület összesített energiafogyasztása	MJ/év	kWh/év	kgCO _{2eq} /kWh	kgCO _{2eq} /év
megújuló tűzifa, biomassza				
távfűtés			0,273	
szén			0,377	
földgáz, vagy olaj, ebből:				
gáz			0,203	
olaj			0,279	
elektromos áram	24361	6767	0,365	2470,0
Összesen:	24361	6767	0,365	2470,0
Elektromos áram kiváltása (napelem):				
fűtés+HMV segédenergia			0,365	
egyéb elektromos fogyasztás			0,365	
CO ₂ kibocsátás mindösszesen:				2470,0

A 7/2006. TNM rendelet szerint felhasznált számítási módszerek

szomszédos terek hőmérséklete	részletes módszer
vonali menti hőátbocsátási tényezők	részletes módszer
hőhídvesztések	részletes módszer
transzparens szerkezetek benapozása	részletes módszer
fajlagos hőtároló tömegének számítás	részletes módszer
direkt sugárzási nyereség	részletes módszer
egyensúlyi hőmérséklet-különbség számítása	részletes módszer
napsugárzás intenzitás	részletes módszer
sugárzási hőterhelés	részletes módszer
indirekt sugárzási nyereség	nincs passzív hőnyerő felület
fajlagos hővesztés-tényező	részletes módszer
a fűtés éves nettó hőenergia igénye	részletes módszer
melegvíz-ellátás primerenergia-igénye	részletes módszer
szellőzési rendszerek primer energia igénye	részletes módszer
a hőhidak megadása	a rendelet tényezőivel
Épületszerkezetek azonosítása:	Helyszíni felmérés
Nyílászárók azonosítása:	Helyszíni felmérés
Fűtési rendszerek azonosítása:	Helyszíni felmérés
Használati melegvíz ellátási rendszerek azonosítása:	Helyszíni felmérés
Hűtési rendszerek azonosítása:	-
Légtechnikai rendszerek azonosítása:	-

A tanúsítvány tíz évig hatályos. Ha a tanúsítvány hatálya alatt az épületre irányadó jogszabályban meghatározott követelményérték megváltozik, az épület energetikai minőségi osztályba sorolását ismételten el kell végezni, ha a tanúsítvány hatálya alatt eladás, vagy bérbeadás történik. Új tanúsítvány készítésével az előző hatályát veszti.

ENERGETIKAI MINŐSÉGTANÚSÍTVÁNY



Energetikai adatok		Az épület A / V aránya:	1,07 m ² /m ³
Fajlagos hővesztésgtényező			
értéke:	0,30 W/m ³ K	követelményértéke:	0,28 W/m ³ K
Fajlagos primer energiafogyasztása			
számított értéke:	161,3 kWh/m ² a	követelményértéke:	153,7 kWh/m ² a
referencia értéke:	90,0 kWh/m ² a	megújuló energia részaránya:	10,56 %
Fajlagos primer energiafogyasztás a referencia százalékában		$E_p / E_{p,REF}$:	179,2 %
Nyáron nincs túlmelegedés veszély			
Megjegyzés:	Karbantartó épület - korszerűsítés előtt		

A tanúsítás

A tanúsító neve:

A tanúsító címe:

A tanúsító telefonszáma:

Jogosultsági száma:

Tanúsítás időpontja:

Tanúsítás azonosítója:

.....
Aláírás

Épületszerkezetek adatai

szerkezet megnevezése	mérete [m ²]	szerkezetek hőátbocsátási tényezői			
		számított U [W/m ² K]	előírt max. U _k [W/m ² K]	hőhid pót- lék χ	korrigált U _R [W/m ² K]
–					
talajon fekvő padló, 1,5m szélességben		0,28	0,30		
külső fal 1	165,5	0,20	0,24	0,40	0,28
padlástér alatti födém 1	183,0	0,25	0,17	0,10	0,27
–					
–					
–					
–					
–					

Nyílászárók adatai

nyílászáró szerkezet megnevezése	Üvegezett felület tájolás szerint [m ²]			
	ÉK-É-Ény	DK-D-DNy	K-Ny	
Homlokzati üvegezett nyílászáró (fa vagy PVC keretszerkezettel)		4,40	1,82	7,92
–				
–				
–				
–				
Összes nyílászáró felület :	19,3 [m ²]	Az üvegezett és a névl. méret aránya: 0,73		
Átlagos hőátbocsátási tényezőjük :	0,4 [W/m ² K]	(az üvegezetlen ajtók nélkül)		

Tervezési alapadatok

Légcserezszám télen :	0,8 [1/h]	a rendelet táblázata alapján
Légcserezszám nyáron:	6 [1/h]	–"
HMV éves hőigénye :	9 [kWh/m ² a]	–"
Fajlagos belső hőnyereség q _b :	5,25 [W/m ²]	–"
Szakaszos üzem korrekciója, σ :	0,8 [–]	–"
Világítás fajlagos éves energia :	11 [kWh/m ² a]	–"
Világítás korrekciója, u :	1 [–]	–"
Számított éves nettó fűtési hőigény :	12 898 [kWh/a].	

Ellátó rendszerekRendszerek fajl. éves egyenértékű primer energiaigénye **E [kWh/m² a]**

Fűtési rendszer	106,5
Fűtött térben elhelyezett állandó hőmérsékletű olaj-, vagy gázüzemű kazán	
–	
–	
HMV rendszer	27,3
Állandó hőmérsékletű kazán (olaj, vagy gáz)	
–	
Légtechnikai rendszer	–
Hűtési rendszer	–
Világítás	27,5
Fotovoltaikus elemmel termelt energia	–
ÖSSZESEN	161,3

1900.01.00

1900.01.00

CO₂ kibocsátás

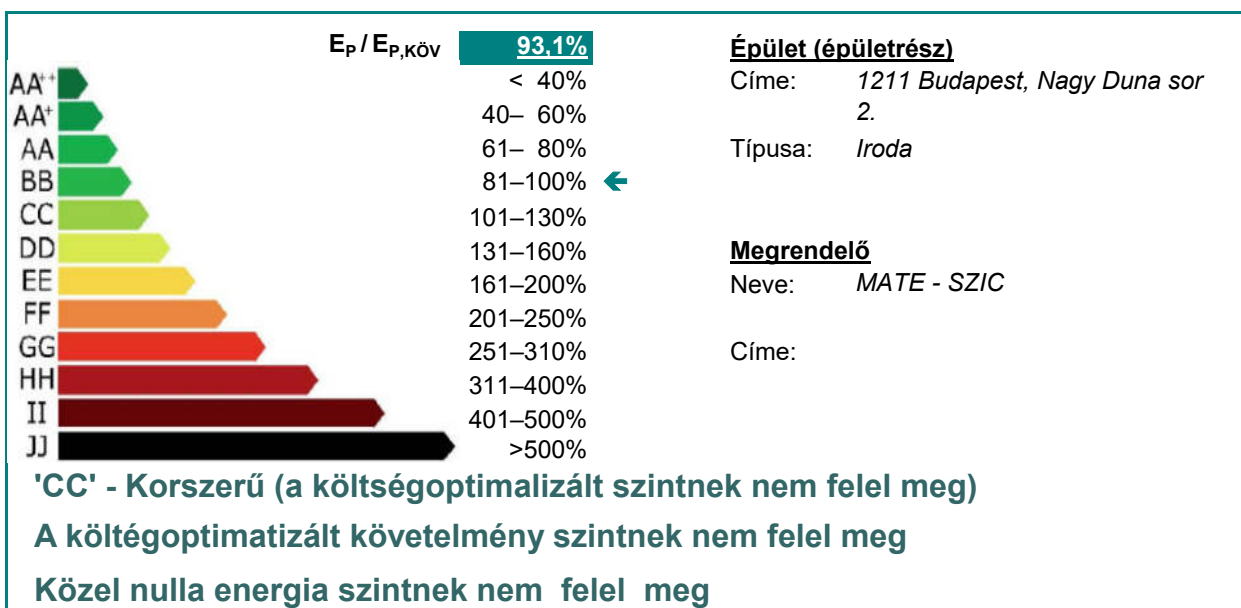
épület összesített energiafogyasztása	MJ/év	kWh/év	kgCO _{2eq} /kWh	kgCO _{2eq} /év
megújuló tűzifa, biomassza távfűtés szén			0,273 0,377	
földgáz, vagy olaj, ebből:	80670	22408		
gáz	80670	22408	0,203	4548,8
olaj			0,279	
elektromos áram	2984	829	0,365	302,6
Összesen:	83654	23237	0,209	4851,4
Elektromos áram kiváltása (napelem):				
fűtés+HMV segédenergia			0,365	
egyéb elektromos fogyasztás			0,365	
CO ₂ kibocsátás mindösszesen:				4851,4

A 7/2006. TNM rendelet szerint felhasznált számítási módszerek

szomszédos terek hőmérséklete	részletes módszer
vonali menti hőátbocsátási tényezők	részletes módszer
hőhídvesztések	részletes módszer
transzparens szerkezetek benapozása	részletes módszer
fajlagos hőtároló tömegének számítás	részletes módszer
direkt sugárzási nyereség	részletes módszer
egyensúlyi hőmérséklet-különbség számítása	részletes módszer
napsugárzás intenzitás	részletes módszer
sugárzási hőterhelés	részletes módszer
indirekt sugárzási nyereség	nincs passzív hőnyerő felület
fajlagos hővesztés-tényező	részletes módszer
a fűtés éves nettó hőenergia igénye	részletes módszer
melegvíz-ellátás primerenergia-igénye	részletes módszer
szellőzési rendszerek primer energia igénye	részletes módszer
a hőhidak megadása	a rendelet tényezőivel
Épületszerkezetek azonosítása:	Helyszíni felmérés
Nyílászárók azonosítása:	Helyszíni felmérés
Fűtési rendszerek azonosítása:	Helyszíni felmérés
Használati melegvíz ellátási rendszerek azonosítása:	Helyszíni felmérés
Hűtési rendszerek azonosítása:	-
Légtechnikai rendszerek azonosítása:	-

A tanúsítvány tíz évig hatályos. Ha a tanúsítvány hatálya alatt az épületre irányadó jogszabályban meghatározott követelményérték megváltozik, az épület energetikai minőségi osztályba sorolását ismételten el kell végezni, ha a tanúsítvány hatálya alatt eladás, vagy bérbeadás történik. Új tanúsítvány készítésével az előző hatályát veszti.

ENERGETIKAI MINŐSÉGTANÚSÍTVÁNY



Energetikai adatok		Az épület A / V aránya:	0,63 m ² /m ³
Fajlagos hővesztésgtényező			
értéke:	0,15 W/m ³ K	követelményértéke:	0,20 W/m ³ K
Fajlagos primer energiafogyasztása			
számított értéke:	83,8 kWh/m ² a	követelményértéke:	141,3 kWh/m ² a
referencia értéke:	90,0 kWh/m ² a	megújuló energia részaránya:	7,35 %
Fajlagos primer energiafogyasztás a referencia százalékában		$E_p / E_{p,REF}$:	93,1 %
Nyáron nincs túlmelegedés veszély			
Megjegyzés:	Főépület - korszerűsítés előtt		

A tanúsítás

A tanúsító neve:

A tanúsító címe:

A tanúsító telefonszáma:

Jogosultsági száma:

Tanúsítás időpontja:

Tanúsítás azonosítója:

.....
Aláírás

Épületszerkezetek adatai

szerkezet megnevezése	mérete [m ²]	szerkezetek hőátbocsátási tényezői			
		számított U [W/m ² K]	előírt max. U _k [W/m ² K]	hőhid pótlék χ	korrigált U _R [W/m ² K]
–					
talajon fekvő padló, 1,5m szélességben		0,28	0,30		
külső fal 1	1045,4	0,20	0,24	0,40	0,28
padlástér alatti födém 1	1489,0	0,25	0,17	0,10	0,27
–					
–					
–					
–					
–					

Nyílászárók adatai

nyílászáró szerkezet megnevezése	Üvegezett felület tájolás szerint [m ²]			
		ÉK-É-Ény	DK-D-DNy	K-Ny
Homlokzati üvegezett nyílászáró (fa vagy PVC keretszerkezettel)		36,25	21,61	45,85
–				
–				
–				
–				
Összes nyílászáró felület :	133,4 [m ²]	Az üvegezett és a névl. méret aránya: 0,78		
Átlagos hőátbocsátási tényezőjük :	1,3 [W/m ² K]	(az üvegezetlen ajtók nélkül)		

Tervezési alapadatok

Légcserezszám télen :	0,8 [1/h]	a rendelet táblázata alapján
Légcserezszám nyáron:	6 [1/h]	–"
HMV éves hőigénye :	9 [kWh/m ² a]	–"
Fajlagos belső hőnyereség q _b :	5,25 [W/m ²]	–"
Szakaszos üzem korrekciója, σ :	0,8 [–]	–"
Világítás fajlagos éves energia :	11 [kWh/m ² a]	–"
Világítás korrekciója, u :	1 [–]	–"
Számított éves nettó fűtési hőigény :	109 203 [kWh/a].	

Ellátó rendszerekRendszerek fajl. éves egyenértékű primer energiaigénye **E [kWh/m² a]**

Fűtési rendszerek	46,1
Fűtött térben elhelyezett állandó hőmérsékletű olaj-, vagy gázüzemű kazán	
Fűtött térben elhelyezett állandó hőmérsékletű olaj-, vagy gázüzemű kazán	
–	
HMV rendszerek	13,7
Állandó hőmérsékletű kazán (olaj, vagy gáz)	
Állandó hőmérsékletű kazán (olaj, vagy gáz)	
Légtechnikai rendszer	–
Hűtési rendszer	–
Világítás	27,5
Fotovoltaikus elemmel termelt energia	-3,6
ÖSSZESEN	83,8

1900.01.00

1900.01.00

CO₂ kibocsátás

épület összesített energiafogyasztása	MJ/év	kWh/év	kgCO _{2eq} /kWh	kgCO _{2eq} /év
megújuló tűzifa, biomassza távfűtés szén			0,273 0,377	
földgáz, vagy olaj, ebből:	305731	84925		
gáz	305731	84925	0,203	17239,8
olaj			0,279	
elektromos áram	17330	4814	0,365	1757,1
Összesen:	323061	89739	0,212	18996,9
Elektromos áram kiváltása (napelem):				
fűtés+HMV segédenergia	12092	3359	0,365	1226,0
egyéb elektromos fogyasztás			0,365	
CO ₂ kibocsátás mindösszesen:				17770,9

A 7/2006. TNM rendelet szerint felhasznált számítási módszerek

szomszédos terek hőmérséklete	részletes módszer
vonali menti hőátbocsátási tényezők	részletes módszer
hőhídvesztések	részletes módszer
transzparens szerkezetek benapozása	részletes módszer
fajlagos hőtároló tömegének számítás	részletes módszer
direkt sugárzási nyereség	részletes módszer
egyensúlyi hőmérséklet-különbség számítása	részletes módszer
napsugárzás intenzitás	részletes módszer
sugárzási hőterhelés	részletes módszer
indirekt sugárzási nyereség	nincs passzív hőnyerő felület
fajlagos hővesztés-tényező	részletes módszer
a fűtés éves nettó hőenergia igénye	részletes módszer
melegvíz-ellátás primerenergia-igénye	részletes módszer
szellőzési rendszerek primer energia igénye	részletes módszer
a hőhidak megadása	a rendelet tényezőivel
Épületszerkezetek azonosítása:	Helyszíni felmérés
Nyílászárók azonosítása:	Helyszíni felmérés
Fűtési rendszerek azonosítása:	Helyszíni felmérés
Használati melegvíz ellátási rendszerek azonosítása:	Helyszíni felmérés
Hűtési rendszerek azonosítása:	-
Légtechnikai rendszerek azonosítása:	-

A tanúsítvány tíz évig hatályos. Ha a tanúsítvány hatálya alatt az épületre irányadó jogszabályban meghatározott követelményérték megváltozik, az épület energetikai minőségi osztályba sorolását ismételten el kell végezni, ha a tanúsítvány hatálya alatt eladás, vagy bérbeadás történik. Új tanúsítvány készítésével az előző hatályát veszti.

Terület név

Északi terület:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	X	X	X	X		55	100	120	120	140	140	140	X
2	X	X		95	200	200	200	200	200	200	200	200	70
3	X		65	200	200	200	200	200	200	200	200	200	170
4		5	185	200	200	200	95	40	X	55	120	170	200
5	50	120	140	140	X	X	X	X	X	X	X	80	125

1 sor 7480 db 3 sor 22440 db
 0,405 kWh
 4 h
 3

napó. Szám 109058,4 kWh/nap
 sorok száma 3271752 kWh/hó
 39806,32 kWh/év
 39806,32 MWh/év
39,80632 GWh/év

Dél-keleti terület:

	A	B	C	D
1	X		50	X
2	X	X		50
3	200	200	200	75
4	200	200	200	100

1 sor 1875 db 3 sor 5625 db
 0,405 kWh

napó. Szám földi napel 28065 1,922384 1 db napetem m2
 sorok száma 3 53951,71 napetem m2
 34171,88 kWh/nap
 1025156 kWh/hó
 12472734 kWh/év
12,47273 GWh/év

É és D terület 28065

Utóülepítő tető:

Ny

	A	B	C	D
1	200	200	200	50
2	200	200	200	50
3	100	100	100	25

1625 0,405 kWh
 5 h

napó. Szám 3250 2403473
 sorok száma 3 2,403473
 3290,625 kWh/nap
 98718,75 kWh/hó
 1201078 kWh/év
1,201078 GWh/év

K

	A	B	C	D
1	50	200	200	200
2	50	200	200	200
3	25	100	100	100

1625 0,405 kWh
 5 h

napó. Szám 3290,625 kWh/nap
 sorok száma 1 98718,75 kWh/hó
 1201078 kWh/év
1,201078 GWh/év

3,813953 kWh/h

Telepíthető db. Szám 28065 e-on 1800 üzemóra
 Ft/10 db 2000000 35,33 Ft/kWh 4 kWh/h
 Ft/db 200000 gáz 3,379 Ft/MJ 7200
 Telepítés Ft 5613000000
 MRD 5,613
 Termelés éves kWh 52279050,4 52,27905038 GWh/a
 kWh ft 1847018850
 MRD 1,84701885

Terület név 4,5 m tengelytáv

Északi terület:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	X	X	X	X		25	45	54	54	63	63	63	X
2	X	X		62	90	90	90	90	90	90	90	90	38
3	X		34	90	90	90	90	90	90	90	90	90	78
4		3	84	90	90	90	45	20	X	27	54	75	90
5		26	54	63	64	X	X	X	X	X	X		40
5		26	54	63	64	X	X	X	X	X	X		40

napelem/sor	pod/sor
20	9
15	7
10	5
5	3

3411 db
1 kWh
2 h
1

6822 kWh/nap
204660 kWh/hó
2490030 kWh/év
2,49003 GWh/év

e-on 35,33 Ft/kWh

Dél-keleti terület:

	A	B	C	D
1	X		30	90
2	X	X		90
3		90	90	90
4		90	90	90

865
1 kWh
2 h
1
1730 kWh/nap
51900 kWh/hó
631450 kWh/év
0,63145 GWh/év

Telepíthető db. Szám 4276 db \$ to Ft
\$/db 2000 \$ 422,97
Ft/db 845940
Telepítés Ft 3617239440
MRD 3,61723944
Termelés éves kWh 3121480
kWh ft 110281888,4
MRD 0,110281888

	Átlagos napfénytartam			
	Á. napfénytartam [óra]	áram vásárolt [GWh]	előállítható [GWh]	hiány/többlet [GWh]
Január	51,00	2,0023	0,579682575	-1,422617425
Február	85,00	1,6287	0,966137625	-0,662562375
Március	140,00	1,6879	1,5912855	-0,0966145
Április	175,00	1,4698	1,989106875	0,519306875
Május	230,00	1,5676	2,61425475	1,04665475
Június	235,00	1,8353	2,671086375	0,835786375
Július	255,00	1,8287	2,898412875	1,069712875
Augusztus	245,00	1,9685	2,784749625	0,816249625
Szeptember	175,00	1,7252	1,989106875	0,263906875
Október	130,00	1,5385	1,47762225	-0,06087775
November	60,00	1,4087	0,6819795	-0,7267205
December	45,00	1,3204	0,511484625	-0,808915375
Összes	1826,00	19,98	20,75	0,77330945

Napelem db szám (talajra telepített 3 sor + 2 üi. Tetőfelületre)

28065

Napelem teljesítménye:

0,405

	Széljárás			
	Széljárás [óra]	áram vásárolt [GWh]	előállítható [GWh]	hiány/többlet [GWh]
Január	62,00	2,0023	0,26511	-1,73719
Február	56,00	1,6287	0,23946	-1,38924
Március	62,00	1,6879	0,26511	-1,42279
Április	60,00	1,4698	0,25656	-1,21324
Május	62,00	1,5676	0,26511	-1,30249
Június	60,00	1,8353	0,25656	-1,57874
Július	62,00	1,8287	0,26511	-1,56359
Augusztus	62,00	1,9685	0,26511	-1,70339
Szeptember	60,00	1,7252	0,25656	-1,46864
Október	62,00	1,5385	0,26511	-1,27339
November	60,00	1,4087	0,25656	-1,15214
December	62,00	1,3204	0,26511	-1,05529
Összes	730,00	19,98	3,12	-16,86

Halcus db szám (talajra telepített 1)

4276

Powerpod teljesítménye:

1

	áram vásárolt [GWh]	előállítható (Nap) [GWh]	előállítható (szél) [GWh]	hiány/többlet [GWh]	
Január	2,0023	0,5797	0,26511	1,15751	
Február	1,6287	0,9661	0,23946	0,42311	
Március	1,6879	1,5913	0,26511	-0,16850	0,16850
Április	1,4698	1,9891	0,25656	-0,77587	0,77587
Május	1,5676	2,6143	0,26511	-1,31177	1,31177
Június	1,8353	2,6711	0,25656	-1,09235	1,09235
Július	1,8287	2,8984	0,26511	-1,33482	1,33482
Augusztus	1,9685	2,7847	0,26511	-1,08136	1,08136
Szeptember	1,7252	1,9891	0,25656	-0,52047	0,52047
Október	1,5385	1,4776	0,26511	-0,20423	0,20423
November	1,4087	0,6820	0,25656	0,47016	6,48937
December	1,3204	0,5115	0,26511	0,54380	
Összes	19,98	20,75	3,12	-3,89	

időszak	el. energiátöbblet (Nap+szél) [GWh]	el. energiátöbblet (Nap+szél) [kWh]	előállítható H ₂ [m ³]
Március	0,1684975	168497,5000	47330,75843
Április	0,775866875	775866,8750	217940,13343
Május	1,31176675	1311766,7500	368473,80618
Június	1,092346375	1092346,3750	306838,86938
Július	1,334824875	1334824,8750	374950,80758
Augusztus	1,081361625	1081361,6250	303753,26545
Szeptember	0,520466875	520466,8750	146198,56039
Október	0,20423425	204234,2500	57369,17135
Összes			1822855

	Földgáz- vásárolt [TJ]	[GWh]	H ₂ termelt [m ³]	[TJ]	[GWh]
Január	9,16	2,5444			
Február	5,81	1,6139			
Március	4,84	1,3444	47331	0,605630186	0,168231
Április	2,79	0,7750	217940	2,788696565	0,774638
Május	1,39	0,3861	368474	4,714880282	1,309689
Június	0,68	0,1889	306839	3,926218121	1,090616
Július	0,39	0,1083	374951	4,797758049	1,332711
Augusztus	0,12	0,0333	303753	3,886735659	1,079649
Szeptember	0,17	0,0472	146199	1,870712919	0,519642
Október	1,03	0,2861	57369	0,734078706	0,203911
November	2,41	0,6694			
December	5,61	1,5583			
Összes	34,4	9,5556		23,32471049	6,479086

	Földgáz- vásárolt	H2 termelt		hiány/többlet	többlet
	[TJ]	[m3]	[TJ]	[TJ]	[m3]
Január	9,16			-9,16	
Február	5,81			-5,81	
Március	4,84	47330,75843	0,605630186	-4,234369814	
Április	2,79	217940,1334	2,788696565	-0,001303435	
Május	1,39	368473,8062	4,714880282	3,324880282	259843,6
Június	0,68	306838,8694	3,926218121	3,246218121	253696
Július	0,39	374950,8076	4,797758049	4,407758049	344471,8
Augusztus	0,12	303753,2654	3,886735659	3,766735659	294375,1
Szeptember	0,17	146198,5604	1,870712919	1,700712919	132912,8
Október	1,03	57369,17135	0,734078706	-0,295921294	
November	2,41			-2,41	
December	5,61			-5,61	
				-11,07528951	

	Széljárás [óra]	áram vásárolt [GWh]	előállítható [GWh]	hiány/többlet [GWh]
Január	62,00	2,0023	0,26511	-1,73719
Február	56,00	1,6287	0,23946	-1,38924
Március	62,00	1,6879	0,26511	-1,42279
Április	60,00	1,4698	0,25656	-1,21324
Május	62,00	1,5676	0,26511	-1,30249
Június	60,00	1,8353	0,25656	-1,57874
Július	62,00	1,8287	0,26511	-1,56359
Augusztus	62,00	1,9685	0,26511	-1,70339
Szeptember	60,00	1,7252	0,25656	-1,46864
Október	62,00	1,5385	0,26511	-1,27339
November	60,00	1,4087	0,25656	-1,15214
December	62,00	1,3204	0,26511	-1,05529
Összes	730,00	19,98	3,12	-16,86

Halcus db szám (talajra telepített 1)

4276

Powerpod teljesítménye:

1

	db	kWh/h	éves üó	éves hőe. GWh	éves hőe. TJ
Talajhőszonda	1628		4	1825	11,8844
Északi	1306				0,990366667
Déli	322				
Hőszivattyú	2		3,4	0,283333333	

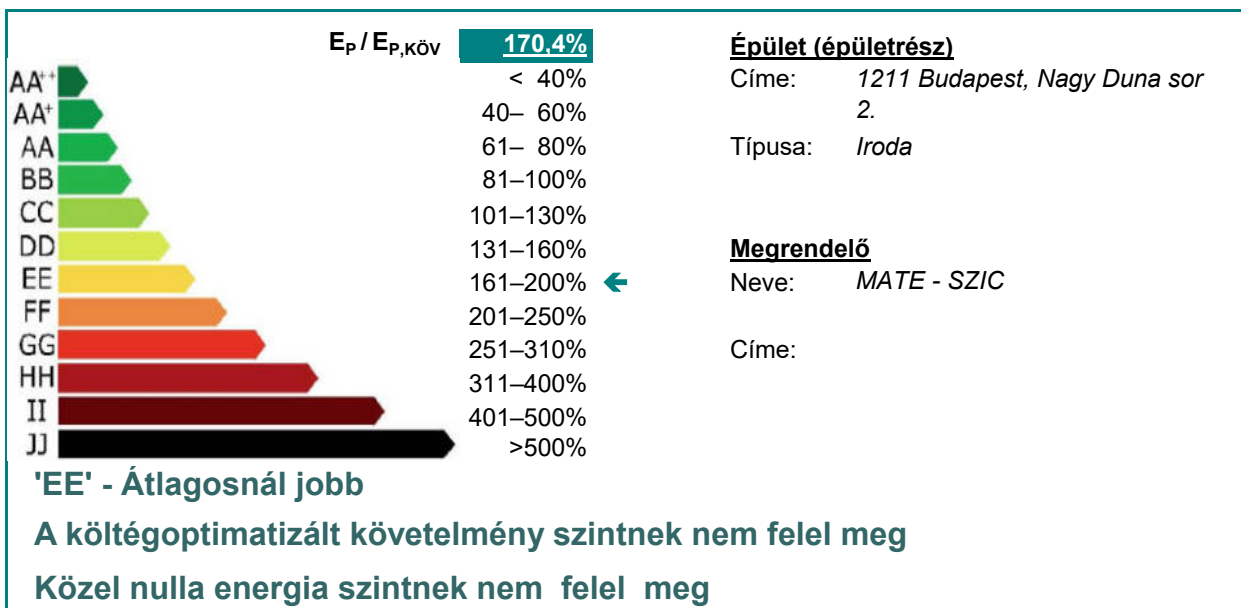
	Földgáz- vásárolt		T.hő szonda	Fedezés	Hőcserélő	Együttes fedezés	Együttes fedezés
	[TJ]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[TJ]
Január	9,16	2,5444	0,990366667	-1,5541	0,283333333	-1,2707	-4,5747
Február	5,81	1,6139	0,990366667	-0,6235	0,283333333	-0,3402	-1,2247
Március	4,84	1,3444	0,990366667	-0,3541	0,283333333	-0,0707	-0,2547
Április	2,79	0,7750	0,990366667	0,2154	0,283333333	0,4987	1,7953
Május	1,39	0,3861	0,990366667	0,6043	0,283333333	0,8876	3,1953
Június	0,68	0,1889	0,990366667	0,8015	0,283333333	1,0848	3,9053
Július	0,39	0,1083	0,990366667	0,8820	0,283333333	1,1654	4,1953
Augusztus	0,12	0,0333	0,990366667	0,9570	0,283333333	1,2404	4,4653
Szeptember	0,17	0,0472	0,990366667	0,9431	0,283333333	1,2265	4,4153
Október	1,03	0,2861	0,990366667	0,7043	0,283333333	0,9876	3,5553
November	2,41	0,6694	0,990366667	0,3209	0,283333333	0,6043	2,1753
December	5,61	1,5583	0,990366667	-0,5680	0,283333333	-0,2846	-1,0247
Összes	34,4	9,5556	11,8844	2,3288		5,728844444	20,62384

	Földgáz- vásárolt		Hőcserélő	Fedezés
	[TJ]	[GWh]	[GWh]	[GWh]
Január	9,16	2,5444	0,283333333	-2,2611
Február	5,81	1,6139	0,283333333	-1,3306
Március	4,84	1,3444	0,283333333	-1,0611
Április	2,79	0,7750	0,283333333	-0,4917
Május	1,39	0,3861	0,283333333	-0,1028
Június	0,68	0,1889	0,283333333	0,0944
Július	0,39	0,1083	0,283333333	0,1750
Augusztus	0,12	0,0333	0,283333333	0,2500
Szeptember	0,17	0,0472	0,283333333	0,2361
Október	1,03	0,2861	0,283333333	-0,0028
November	2,41	0,6694	0,283333333	-0,3861
December	5,61	1,5583	0,283333333	-1,2750
Összes	34,4	9,5556	3,4	-6,1556

sorszám	Megnevezés	Egységár [Eft/db]	Tervezett db szám	Energiaterme				Termelt energia m. [GWh]	Beruh. ktsg [E Ft]	
				lés [kWh]	Üzemidő [óra]	Üzemidő [éves ó.]	Üzemidő [nap]			
víz	Archimédészai törpe vízerőmű 75 kW (56 kW)	5000	1	70,22	24		70	0,118	5000	
tető	risen típusú, 405 Wp teljesítményű, 1754 x 1096 x 30 mm (21 kg/ db)	200	3250	0,405	hónap függ.		1826	365	2,403	650000
talaj	risen típusú, 405 Wp teljesítményű, 1754 x 1096 x 30 mm (21 kg/ db)	200	28065	0,405	hónap függ.		1826	365	20,755	5613000
szél	Halcium (PowerPod) 1 kW teljesítményű szélturbina	800	4276	1	2		730	365	6,243	3420800
talajhő	Talajhőszonda "U" ø40 (100 m mélységig) 4 kWh	1500	1628	4			5	365	11,8844	2442000
H2	Hidrogén üzemegység	100000								100000
hőcserélő		107013,4	2	1700000					3,4	214026,8

Beruh.
ktsg
[M Ft]
5
650
5613
3420,8
2442
100
214,0268

ENERGETIKAI MINŐSÉGTANÚSÍTVÁNY



Épület (épületrész)

Címe: 1211 Budapest, Nagy Duna sor
2.

Típusa: Iroda

Megrendelő

Neve: MATE - SZIC

Címe:

0

Energetikai adatok

Az épület A/V aránya: 1,20 m²/m³

Fajlagos hővesztésgtényező

értéke: 0,39 W/m³K

követelményértéke: 0,28 W/m³K

Fajlagos primer energiafogyasztása

számított értéke: 153,4 kWh/m²a

követelményértéke: 157,2 kWh/m²a

referencia értéke: 90,0 kWh/m²a

megújuló energia részaránya: 87,21 %

Fajlagos primer energiafogyasztás a referencia százalékában

$E_p / E_{p,REF}$: **170.4** %

Nyáron nincs túlmelegedés veszély

Megjegyzés:

Porta épület - korszerűsítés után

A tanúsítás

A tanúsító neve:

A tanúsító címe:

A tanúsító telefonszáma:

Jogosultsági száma:

Tanúsítás időpontja:

Tanúsítás azonosítója:

.....
Aláírás

Épületszerkezetek adatai

szerkezet megnevezése	mérete [m ²]	szerkezetek hőátbocsátási tényezői			
		számított U [W/m ² K]	előírt max. U _k [W/m ² K]	hőhid pótlék χ	korrigált U _R [W/m ² K]
–					
talajon fekvő padló, 1,5m szélességben		0,28	0,30		
külső fal 1	92,4	0,20	0,24	0,40	0,28
padlástér alatti födém 1	76,0	0,25	0,17	0,10	0,27
–					
–					
–					
–					
–					

Nyílászárók adatai

nyílászáró szerkezet megnevezése	Üvegezett felület tájolás szerint [m ²]			
	ÉK-É-Ény	DK-D-DNy	K-Ny	
Homlokzati üvegezett nyílászáró (fa vagy PVC keretszerkezettel)		6,09	0,91	1,44
–				
–				
–				
–				
Összes nyílászáró felület :	11,2 [m ²]	Az üvegezett és a névl. méret aránya: 0,76		
Átlagos hőátbocsátási tényezőjük :	0,6 [W/m ² K]	(az üvegezetlen ajtók nélkül)		

Tervezési alapadatok

Légcserezszám télen :	0,8 [1/h]	a rendelet táblázata alapján
Légcserezszám nyáron:	6 [1/h]	–"
HMV éves hőigénye :	9 [kWh/m ² a]	–"
Fajlagos belső hőnyereség q _b :	5,25 [W/m ²]	–"
Szakaszos üzem korrekciója, σ :	0,8 [–]	–"
Világítás fajlagos éves energia :	11 [kWh/m ² a]	–"
Világítás korrekciója, u :	1 [–]	–"
Számított éves nettó fűtési hőigény :	6 396 [kWh/a].	

Ellátó rendszerekRendszerek fajl. éves egyenértékű primer energiaigénye **E [kWh/m² a]**

Fűtési rendszerek	70,0
Talajhő/víz hőszivattyú, 55/45°C fűtővíz előállításra, hőtárolás a fűtött térben	
–	
Elektromos hőszugárzó termosztáttal	
HMV rendszer	55,9
Elektromos fűtőpatron, vagy átfolyós vízmelegítő, tároló	
Távfűtés kapcsolt energiatermelés	
Légtechnikai rendszer	–
Hűtési rendszer	–
Világítás	27,5
Fotovoltaikus elemmel termelt energia	–
ÖSSZESEN	153,4

1900.01.00

1900.01.00

CO₂ kibocsátás

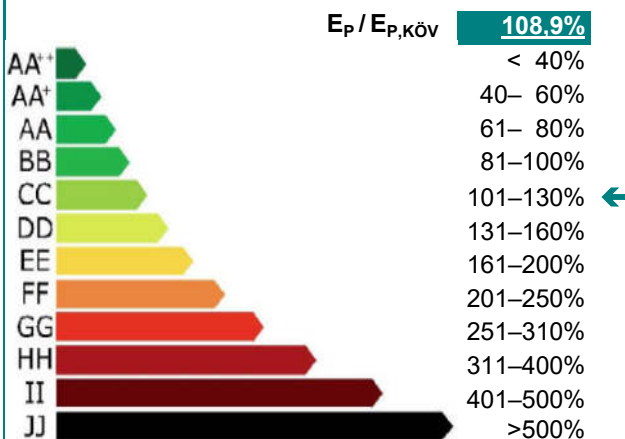
épület összesített energiafogyasztása	MJ/év	kWh/év	kgCO _{2eq} /kWh	kgCO _{2eq} /év
megújuló				
tűzifa, biomassza				
távfűtés			0,273	
szén			0,377	
földgáz, vagy olaj, ebből:				
gáz			0,203	
olaj			0,279	
elektromos áram	15804	4390	0,365	1602,4
Összesen:	15804	4390	0,365	1602,4
Elektromos áram kiváltása (napelem):				
fűtés+HMV segédenergia			0,365	
egyéb elektromos fogyasztás			0,365	
CO ₂ kibocsátás mindösszesen:				1602,4

A 7/2006. TNM rendelet szerint felhasznált számítási módszerek

szomszédos terek hőmérséklete	részletes módszer
vonali menti hőátbocsátási tényezők	részletes módszer
hőhídvesztések	részletes módszer
transzparens szerkezetek benapozása	részletes módszer
fajlagos hőtároló tömegének számítás	részletes módszer
direkt sugárzási nyereség	részletes módszer
egyensúlyi hőmérséklet-különbség számítása	részletes módszer
napsugárzás intenzitás	részletes módszer
sugárzási hőterhelés	részletes módszer
indirekt sugárzási nyereség	nincs passzív hőnyerő felület
fajlagos hővesztés-tényező	részletes módszer
a fűtés éves nettó hőenergia igénye	részletes módszer
melegvíz-ellátás primerenergia-igénye	részletes módszer
szellőzési rendszerek primer energia igénye	részletes módszer
a hőhidak megadása	a rendelet tényezőivel
Épületszerkezetek azonosítása:	Helyszíni felmérés
Nyílászárók azonosítása:	Helyszíni felmérés
Fűtési rendszerek azonosítása:	Helyszíni felmérés
Használati melegvíz ellátási rendszerek azonosítása:	Helyszíni felmérés
Hűtési rendszerek azonosítása:	-
Légtechnikai rendszerek azonosítása:	-

A tanúsítvány tíz évig hatályos. Ha a tanúsítvány hatálya alatt az épületre irányadó jogszabályban meghatározott követelményérték megváltozik, az épület energetikai minőségi osztályba sorolását ismételten el kell végezni, ha a tanúsítvány hatálya alatt eladás, vagy bérbeadás történik. Új tanúsítvány készítésével az előző hatályát veszti.

ENERGETIKAI MINŐSÉGTANÚSÍTVÁNY



'CC' - Korszerű

A költségoptimizált követelmény szintnek nem felel meg

Közel nulla energia szintnek nem felel meg

Épület (épületrész)

Címe: 1211 Budapest, Nagy Duna sor
2.

Típusa: Iroda

Megrendelő

Neve: MATE - SZIC

Címe:

0

Energetikai adatok

Az épület A/V aránya: 1,07 m²/m³

Fajlagos hővesztésgtényező

értéke: 0,30 W/m³K

követelményértéke: 0,28 W/m³K

Fajlagos primer energiafogyasztása

számított értéke: 98,0 kWh/m²a

követelményértéke: 153,7 kWh/m²a

referencia értéke: 90,0 kWh/m²a

megújuló energia részaránya: 87,74 %

Fajlagos primer energiafogyasztás a referencia százalékában

$E_p / E_{p,REF}$: **108,9** %

Nyáron nincs túlmelegedés veszély

Megjegyzés:

Karbantartó épület - korszerűsítés után

A tanúsítás

A tanúsító neve:

A tanúsító címe:

A tanúsító telefonszáma:

Jogosultsági száma:

Tanúsítás időpontja:

Tanúsítás azonosítója:

.....
Aláírás

Épületszerkezetek adatai

szerkezet megnevezése	mérete [m ²]	szerkezetek hőátbocsátási tényezői			
		számított U [W/m ² K]	előírt max. U _k [W/m ² K]	hőhid pót- lék χ	korrigált U _R [W/m ² K]
–					
talajon fekvő padló, 1,5m szélességben		0,28	0,30		
külső fal 1	165,5	0,20	0,24	0,40	0,28
padlástér alatti födém 1	183,0	0,25	0,17	0,10	0,27
–					
–					
–					
–					
–					

Nyílászárók adatai

nyílászáró szerkezet megnevezése	Üvegezett felület tájolás szerint [m ²]			
	ÉK-É-Ény	DK-D-DNy	K-Ny	
Homlokzati üvegezett nyílászáró (fa vagy PVC keretszerkezettel)		4,40	1,82	7,92
–				
–				
–				
–				
Összes nyílászáró felület :	19,3 [m ²]	Az üvegezett és a névl. méret aránya: 0,73		
Átlagos hőátbocsátási tényezőjük :	0,4 [W/m ² K]	(az üvegezetlen ajtók nélkül)		

Tervezési alapadatok

Légcserezszám télen :	0,8 [1/h]	a rendelet táblázata alapján
Légcserezszám nyáron:	6 [1/h]	-"
HMV éves hőigénye :	9 [kWh/m ² a]	-"
Fajlagos belső hőnyereség q _b :	5,25 [W/m ²]	-"
Szakaszos üzem korrekciója, σ :	0,8 [–]	-"
Világítás fajlagos éves energia :	11 [kWh/m ² a]	-"
Világítás korrekciója, u :	1 [–]	-"
Számított éves nettó fűtési hőigény :	12 898 [kWh/a].	

Ellátó rendszerekRendszerek fajl. éves egyenértékű primer energiaigénye **E [kWh/m² a]**

Fűtési rendszer	59,9
Talajhó/víz hőszivattyú, 55/45°C fűtővíz előállításra, hőtárolás a fűtött térben	
–	
–	
HMV rendszer	10,7
Levegő/víz hőszivattyú	
–	
Légtechnikai rendszer	–
Hűtési rendszer	–
Világítás	27,5
Fotovoltaikus elemmel termelt energia	–
ÖSSZESEN	98,0

1900.01.00

1900.01.00

CO₂ kibocsátás

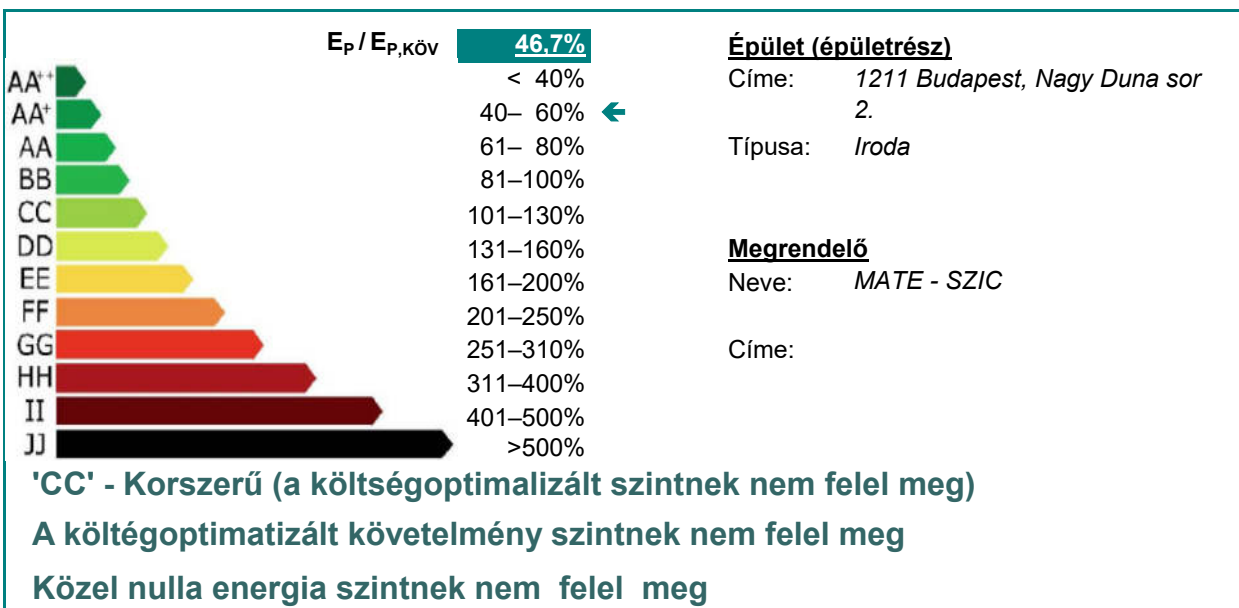
épület összesített energiafogyasztása	MJ/év	kWh/év	kgCO _{2eq} /kWh	kgCO _{2eq} /év
megújuló tűzifa, biomassza távfűtés szén földgáz, vagy olaj, ebből: gáz olaj			0,273 0,377 0,203 0,279	
elektromos áram	18587	5163	0,365	1884,5
Összesen:	18587	5163	0,365	1884,5
Elektromos áram kiváltása (napelem): fűtés+HMV segédenergia egyéb elektromos fogyasztás			0,365 0,365	
CO ₂ kibocsátás mindösszesen:				1884,5

A 7/2006. TNM rendelet szerint felhasznált számítási módszerek

szomszédos terek hőmérséklete	részletes módszer
vonali menti hőátbocsátási tényezők	részletes módszer
hőhídvesztések	részletes módszer
transzparens szerkezetek benapozása	részletes módszer
fajlagos hőtároló tömegének számítás	részletes módszer
direkt sugárzási nyereség	részletes módszer
egyensúlyi hőmérséklet-különbség számítása	részletes módszer
napsugárzás intenzitás	részletes módszer
sugárzási hőterhelés	részletes módszer
indirekt sugárzási nyereség	nincs passzív hőnyerő felület
fajlagos hővesztés-tényező	részletes módszer
a fűtés éves nettó hőenergia igénye	részletes módszer
melegvíz-ellátás primerenergia-igénye	részletes módszer
szellőzési rendszerek primer energia igénye	részletes módszer
a hőhidak megadása	a rendelet tényezőivel
Épületszerkezetek azonosítása:	Helyszíni felmérés
Nyílászárók azonosítása:	Helyszíni felmérés
Fűtési rendszerek azonosítása:	Helyszíni felmérés
Használati melegvíz ellátási rendszerek azonosítása:	Helyszíni felmérés
Hűtési rendszerek azonosítása:	-
Légtechnikai rendszerek azonosítása:	-

A tanúsítvány tíz évig hatályos. Ha a tanúsítvány hatálya alatt az épületre irányadó jogszabályban meghatározott követelményérték megváltozik, az épület energetikai minőségi osztályba sorolását ismételten el kell végezni, ha a tanúsítvány hatálya alatt eladás, vagy bérbeadás történik. Új tanúsítvány készítésével az előző hatályát veszti.

ENERGETIKAI MINŐSÉGTANÚSÍTVÁNY



Energetikai adatok		Az épület A / V aránya:	0,63 m ² /m ³
Fajlagos hővesztésgtényező			
értéke:	0,15 W/m ³ K	követelményértéke:	0,20 W/m ³ K
Fajlagos primer energiafogyasztása			
számított értéke:	42,0 kWh/m ² a	követelményértéke:	141,3 kWh/m ² a
referencia értéke:	90,0 kWh/m ² a	megújuló energia részaránya:	100,00 %
Fajlagos primer energiafogyasztás a referencia százalékában		$E_p / E_{p,REF}$:	46.7 %
Nyáron nincs túlmelegedés veszély			
Megjegyzés:	Főépület - korszerűsítés után		

A tanúsítás

A tanúsító neve:

A tanúsító címe:

A tanúsító telefonszáma:

Jogosultsági száma:

Tanúsítás időpontja:

Tanúsítás azonosítója:

.....
Aláírás

Épületszerkezetek adatai

szerkezet megnevezése	mérete [m ²]	szerkezetek hőátbocsátási tényezői			
		számított U [W/m ² K]	előírt max. U _k [W/m ² K]	hőhid pótlék χ	korrigált U _R [W/m ² K]
–					
talajon fekvő padló, 1,5m szélességben		0,28	0,30		
külső fal 1	1045,4	0,20	0,24	0,40	0,28
padlástér alatti födém 1	1489,0	0,25	0,17	0,10	0,27
–					
–					
–					
–					
–					

Nyílászárók adatai

nyílászáró szerkezet megnevezése	Üvegezett felület tájolás szerint [m ²]			
	ÉK-É-Ény	DK-D-DNy	K-Ny	
Homlokzati üvegezett nyílászáró (fa vagy PVC keretszerkezettel)		36,25	21,61	45,85
–				
–				
–				
–				
Összes nyílászáró felület :	133,4 [m ²]	Az üvegezett és a névl. méret aránya: 0,78		
Átlagos hőátbocsátási tényezőjük :	1,3 [W/m ² K]	(az üvegezetlen ajtók nélkül)		

Tervezési alapadatok

Légcserezszám télen :	0,8 [1/h]	a rendelet táblázata alapján
Légcserezszám nyáron:	6 [1/h]	–"
HMV éves hőigénye :	9 [kWh/m ² a]	–"
Fajlagos belső hőnyereség q _b :	5,25 [W/m ²]	–"
Szakaszos üzem korrekciója, σ :	0,8 [–]	–"
Világítás fajlagos éves energia :	11 [kWh/m ² a]	–"
Világítás korrekciója, u :	1 [–]	–"
Számított éves nettó fűtési hőigény :	96 843 [kWh/a].	

Ellátó rendszerekRendszerek fajl. éves egyenértékű primer energiaigénye **E [kWh/m² a]**

Fűtési rendszerek	13,4
Talajhő/víz hőszivattyú, 55/45°C fűtővíz előállításra, hőtárolás a fűtött térben	
Talajhő/víz hőszivattyú, 55/45°C fűtővíz előállításra, hőtárolás a fűtött térben	
–	
HMV rendszerek	0,4
Levegő/víz hőszivattyú	
–	
Légtechnikai rendszer	7,7
Hűtési rendszer	0,2
Világítás	27,5
Fotovoltaikus elemmel termelt energia	-7,2
ÖSSZESEN	42,0

1900.01.00

1900.01.00

CO₂ kibocsátás

épület összesített energiafogyasztása	MJ/év	kWh/év	kgCO _{2eq} /kWh	kgCO _{2eq} /év
megújuló				
tűzifa, biomassza				
távfűtés	77193	21443	0,273	5853,9
szén			0,377	
földgáz, vagy olaj, ebből:				
gáz			0,203	
olaj			0,279	
elektromos áram	57694	16026	0,365	5849,5
Összesen:	134887	37469	0,312	11703,4
Elektromos áram kiváltása (napelem):				
fűtés+HMV segédenergia	4896	1360	0,365	496,4
egyéb elektromos fogyasztás	19282	5356	0,365	1954,9
CO ₂ kibocsátás mindösszesen:				9252,1

A 7/2006. TNM rendelet szerint felhasznált számítási módszerek

szomszédos terek hőmérséklete	részletes módszer
vonali menti hőátbocsátási tényezők	részletes módszer
hőhídvesztések	részletes módszer
transzparens szerkezetek benapozása	részletes módszer
fajlagos hőtároló tömegének számítás	részletes módszer
direkt sugárzási nyereség	részletes módszer
egyensúlyi hőmérséklet-különbség számítása	részletes módszer
napsugárzás intenzitás	részletes módszer
sugárzási hőterhelés	részletes módszer
indirekt sugárzási nyereség	nincs passzív hőnyerő felület
fajlagos hővesztés-tényező	részletes módszer
a fűtés éves nettó hőenergia igénye	részletes módszer
melegvíz-ellátás primerenergia-igénye	részletes módszer
szellőzési rendszerek primer energia igénye	részletes módszer
a hőhidak megadása	a rendelet tényezőivel
Épületszerkezetek azonosítása:	Helyszíni felmérés
Nyílászárók azonosítása:	Helyszíni felmérés
Fűtési rendszerek azonosítása:	Helyszíni felmérés
Használati melegvíz ellátási rendszerek azonosítása:	Helyszíni felmérés
Hűtési rendszerek azonosítása:	-
Légtechnikai rendszerek azonosítása:	-

A tanúsítvány tíz évig hatályos. Ha a tanúsítvány hatálya alatt az épületre irányadó jogszabályban meghatározott követelményérték megváltozik, az épület energetikai minőségi osztályba sorolását ismételten el kell végezni, ha a tanúsítvány hatálya alatt eladás, vagy bérbeadás történik. Új tanúsítvány készítésével az előző hatályát veszti.