

GÁZÁTADÓ ÁLLOMÁSOK FÖLDHŐ ALAPÚ ENERGETIKAI KORSZERŰSÍTÉSE

VADÁSZI Marianna, tanszékvezető egyetemi docens

marianna.vadaszi@uni-miskolc.hu

SZUNYOG István, intézetigazgató egyetemi docens

istvan.szunyg@uni-miskolc.hu

Miskolci Egyetem

Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar

Bányászat és Energia Intézet

Készült az FGSZ Zrt. engedélyével

TARTALOM

- **Célkitűzés**
- **A földhő alkalmazásának lehetősége
gázátadó állomásokon**
- **Konkrét eredmények**

The background of the slide is a lush, dense forest of ferns. The lighting is dramatic, with a strong light source from the right, creating a bright green glow on the ferns in the foreground and deep shadows in the background. On the far left, there is a solid, bright green vertical bar that runs the full height of the slide. The text 'CÉLKITŰZÉS' is positioned on the left side, overlapping the green bar and the ferns.

CÉLKITŰZÉS



ABSZTRAKT

- Az FGSZ Földgázszállító Zrt. elkötelezett a szállítórendszer üzemeltetésének egyre nagyobb mértékben **megújuló energia alapra** történő helyezésében. Ezen elkötelezettségét számos kutatómunka, projekt és fejlesztés támasztja alá. A **Miskolci Egyetemmel közös munkában** arra keresték a választ, hogy milyen lehetőségek vannak a **gázátadó állomások gázmelegítő egységeinek földhővel történő fűtésére**.
- A kérdés összetett, hiszen egy hagyományosan fosszilis energiával üzemeltetett rendszert kell finomra hangolni egy megújuló energia alapú, **szűkebb teljesítmény tartományban üzemeltethető rendszerrel**. További probléma, hogy a **földhő szondákat** a térszint alatt nagynyomású vezetékekkel sűrűn átszótt területen kell lefúrni. A szondák számossága viszont a **leadható hőteljesítménnyel**, azaz a gáz előmelegítésére használható energia nagyságával arányos.
- Az előadásban két eltérő teljesítményű gázátadó állomás gázmelegítési hőigényének földhővel történő kiváltási lehetőségeit vizsgáljuk.



FELADAT

Állomás típusa	Engedélyezett állomási kapacitás (em ³ /h)	Kiadási nyomás (bar)	Várható primer nyomás tartomány (bar)	Max. kapacitás kazánteljesítmény meghatározásához (m ³ /h)
ÉP-RMG	25,6	16	32 - 55	13.500
SZEK-FIO	23	6,0	25 - 45	17.000

- Két gázátadó állomás fűtési rendszerének rekonstrukciója talajszondás hőszivattyú telepítésével
- Szondafuratok telepítése (helyszíni adottságok!)
- Hőszivattyú telepítése meglévő kazánhelyiségbe, illetve önálló hőszigetelt konténerbe
- Elvart COP teljesítménytényező
- Állomási maximális hőigények meghatározása
- Állapot: BKG kazán-hőcserélő és hagyományos kazánok rossz hatásfokkal, túlméretezéssel
- Primer oldali gáznyomás 63, illetve 47 bar, szekunder oldali 25, illetve 6 bar
- Hőcserélők méretezése az új előremenő víz hőmérséklet függvényében (max. 60 °C)
- RB zónáknak megfelelő berendezések és vezetékezés kiválasztása
- Cél: folyamatos és biztonságos gázellátás állandó, 0 °C fölötti kiadási gáz hőmérsékleten
- Tartalék hőszivattyú kapacitás nem szükséges, de bővíthetőségét lehetővé kell tenni



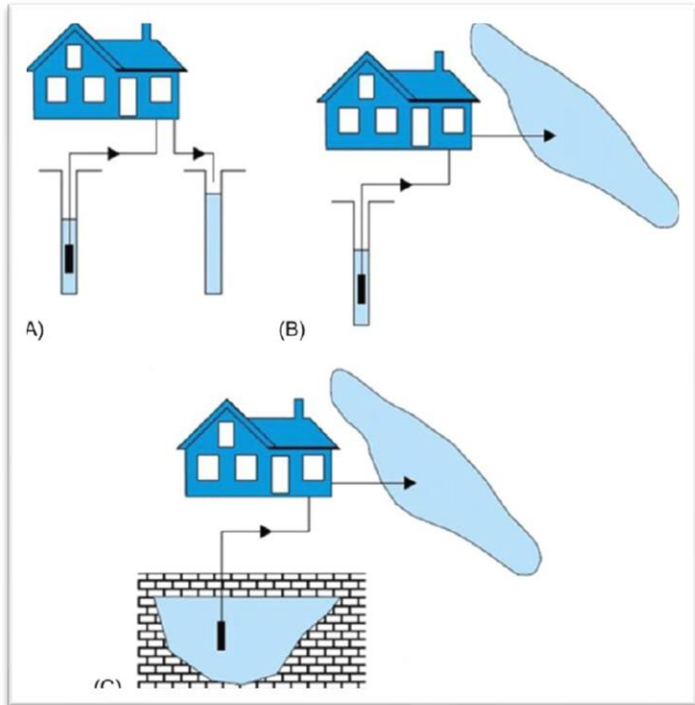
FELADAT

- Az egész fűtési rendszer hőtechnikai és áramlástanai méretezése
- Gázmelegítés szabályozása: kimenő gázhőmérsékletről
- +5 °C-os érkező gázhőmérséklet és +2 °C-os kimenő gázhőmérséklet biztosítása
- Víz-gáz rendszerű, álló elrendezésű csőköteges hőcserélő telepítési igénye
 - Egyik állomásnál új hőcserélő, a másiknál a meglévők vizsgálata, szükség esetén cseréje
 - Lemezes hőcserélő konstrukció is vizsgálatra került
- A földgáz melegítését a kiválasztott / ellenőrzött hőcserélőkkel min. 2 db azonos teljesítményű hőszivattyúval kell megoldani
- Hőszivattyúk és szivattyúk villamos megváplálása szünetmentes áramforrással kiegészítve



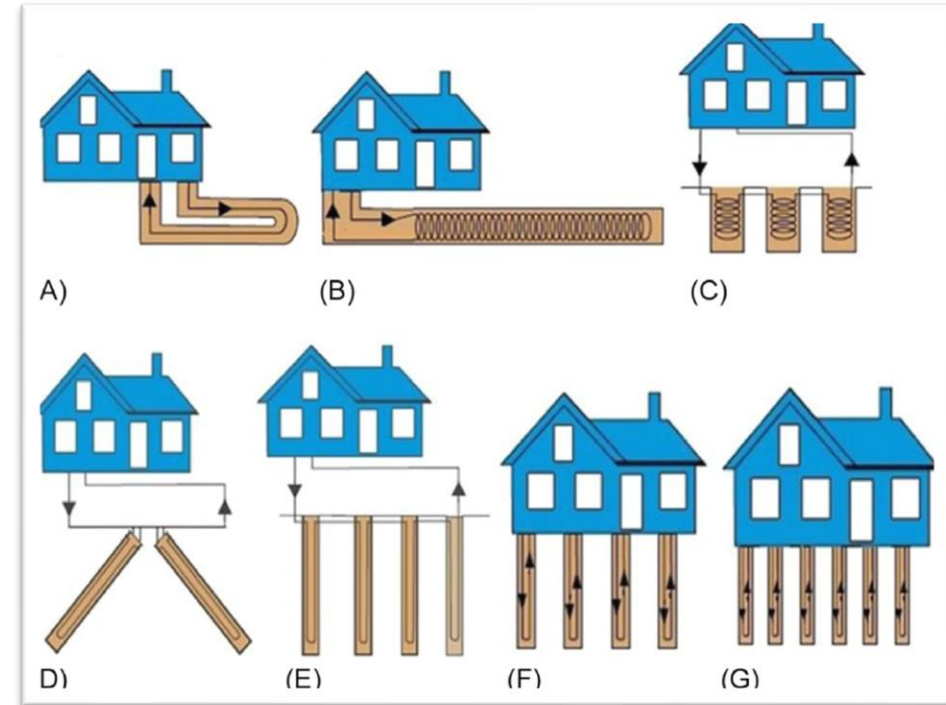
**FÖLDHŐ ALKALMAZÁSÁNAK
LEHETŐSÉGE
GÁZÁTADÓ ÁLLOMÁSON**

FÖLD-VÍZ HŐSZIVATTYÚ



Nyitott földhős rendszerek változatai

A; vízkút páros rendszer, B; vízkút – felszíni víztest rendszer, C; egyéb felszín alatti víz – felszíni víztest rendszer



Zárt földhős rendszerek változatai

A; horizontális taljkkollektor egyenes kivitel, B; horizontális taljkkollektor spirálkollektoros kivitel, C; energiakosár (földhőkosár), D; taljzsonda ferdtített fúrással, **E; hagyományos taljzsonda**, F; energiacölöp nagy átmérővel, G; energiacölöp kis átmérővel

MAXIMÁLISAN KINYERHETŐ FAJLAGOS ENERGIA

» Vízszintes talajkollektorok esetében

Talaj típus	Maximálisan kinyerhető fajlagos energia	
	1800 óra / év	2400 óra / év
Száraz talaj	10 W / m ² és 5W / m cső	8 W / m ² és 4W / m cső
Összetartó föld, nedves	20-30 W / m ² és 15W / m cső	16-24 W / m ² és 12 W / m cső
Telített kavics, homok telített	40 W / m ² és 20 W / m cső	32 W / m ² és 16 W / m cső

» Függőleges talajszondák esetében

Talaj típus	Maximálisan kinyerhető fajlagos energia	
	1800 óra / év	2400 óra / év
Általános irányadó értékek		
gyenge talaj (száraz üledék, $\lambda < 1,5$ W / m.k)	25W / m	20W / m
Tömör szikla telített üledék ($\Lambda = 1,5-3,0$ W / m.k)	60W / m	50W / m
Tömör szikla nagy termikus vezetőképesség ($\lambda > 3,0$ W / m.k)	84W / m	70W / m
kőzettípus		
Száraz kavics, száraz homokkal	<25W / m	<20W / m
Telített kavics, homok telített	65-80W / m	55-65W / m
Nedves agyag	35-50W / m	30-40W / m
Kompakt lime	55-70W / m	45-60W / m
Homokkő	65-80W / m	55-65W / m
Savas eruptív kőzet (pl gránit, gneisz)	65-85W / m	55-70W / m
Alapvető eruptív kőzet (pl bazalt)	40-65W / m	35-55W / m

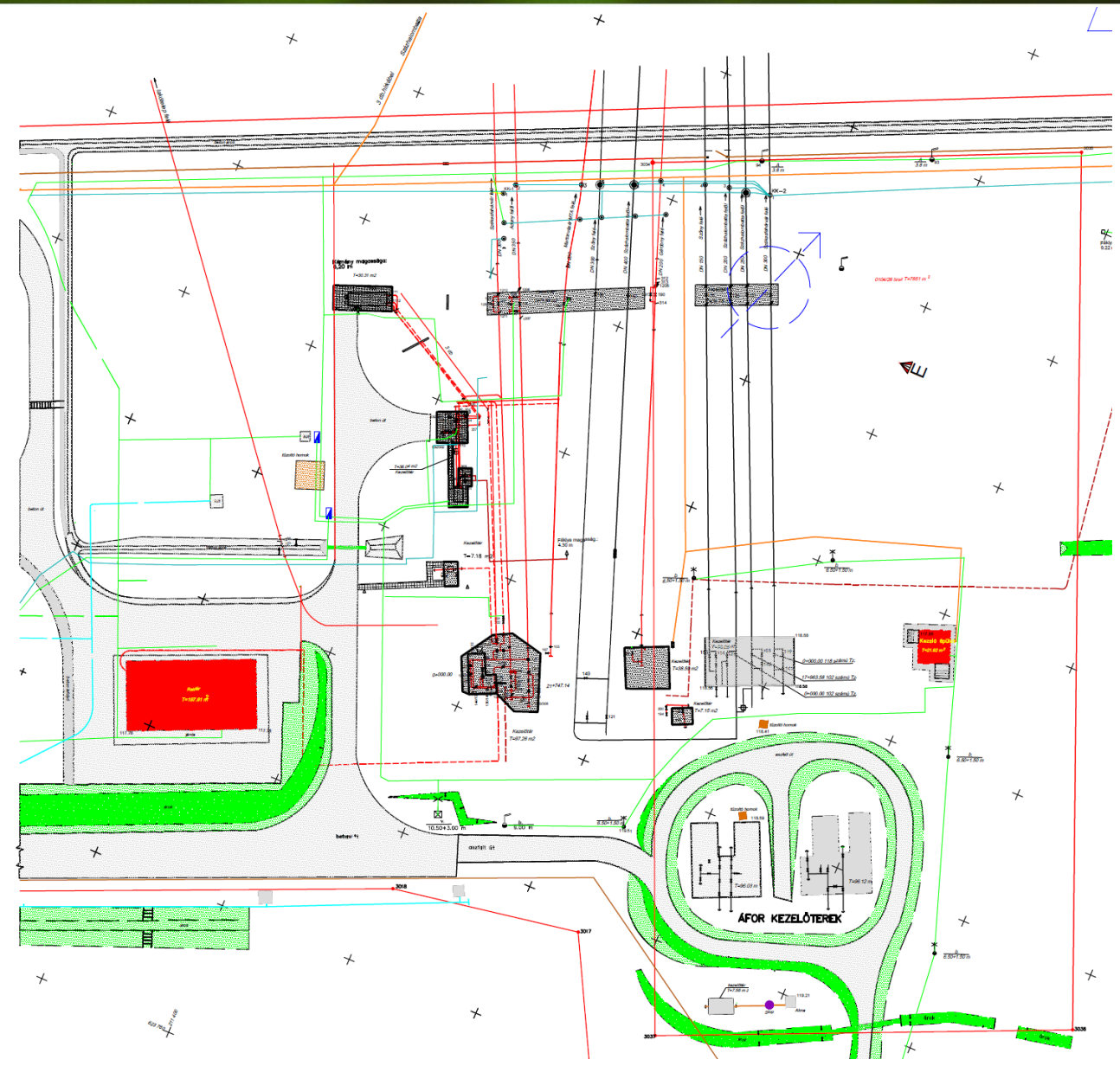


ÁLTALÁNOS ISMERETEK

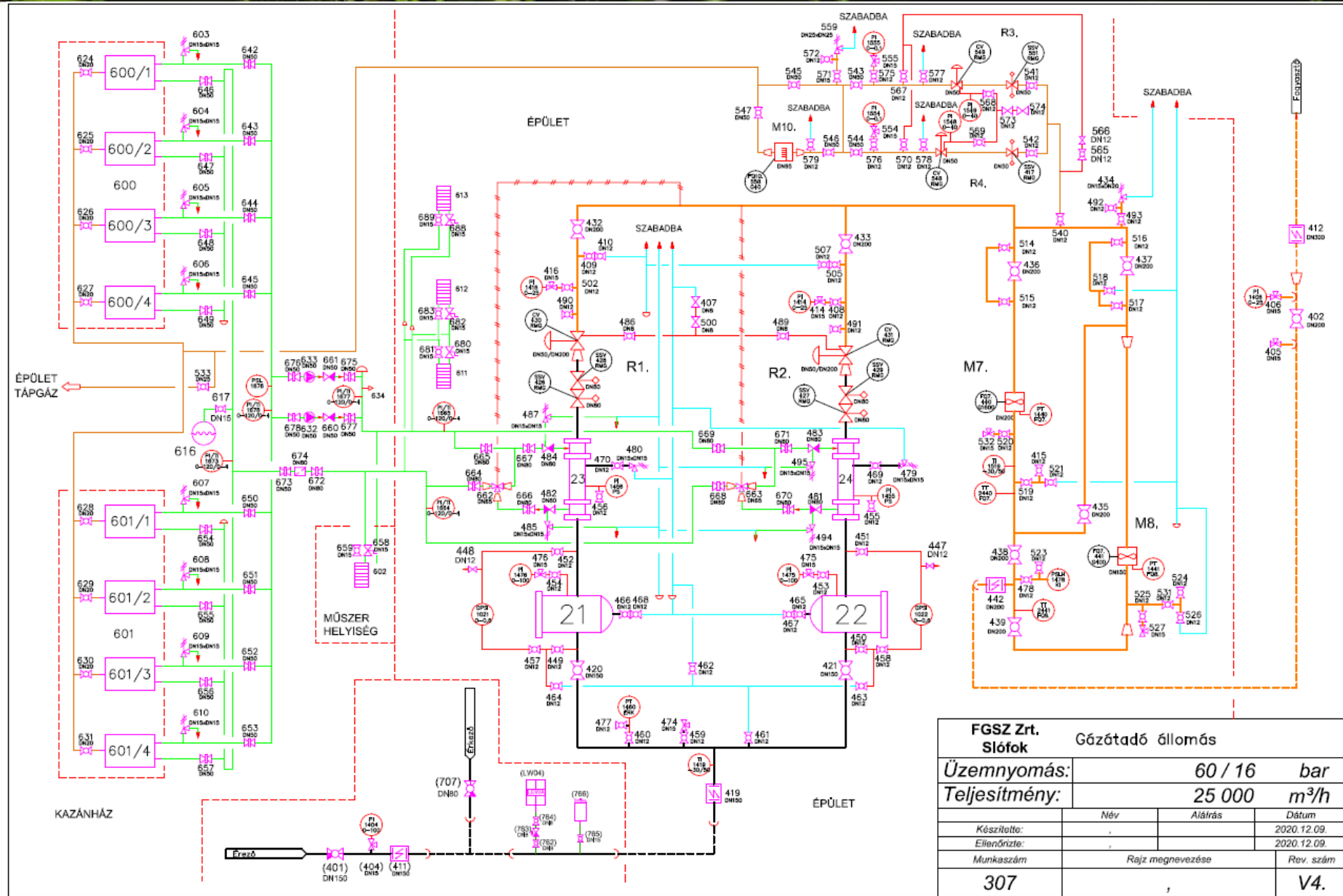
- Legelterjedtebb a fúrt szondás földhő hasznosítás
- A lefúrt szondákat bentonit, cement és homok keverékével tömedékelik
- Többféle szondakiosztás lehetséges, szimpla U, dupla U, négycsöves és koaxiális szondacső
- Legkedvezőbb hőátadás a hőhordozó közeg turbulens áramlási tartományában valósul meg
- A talajszonda furat mélyítése során 20-200 m mélységű, 100-200 mm átmérőjű furatokat készítenek
- A magyarországi földtani viszonyok mellett egy **100 méter mély** szonda furat esetén átlagosan **4,5-5,0 kW hőenergia** kinyerésére van lehetőség
- A fúrások egymástól mért távolsága minimum 6 m
- A német **VDI 4640 szabvány** alapján kis és nagy rendszereket különböztetünk meg (30 kW)
 - MSZ EN 15450:2008 Épületek fűtési rendszerei. Hőszivattyús fűtőrendszerek tervezése
 - Nagy rendszerek méretezését **helyszíni geotermikus szondateszt** elvégzésével kell kezdeni



VEZETÉK ELHELYEZKEDÉSEK



ÁLLOMÁS KAPCSOLÁSI RAJZA





JOGSZABÁLYI HÁTTÉR

- 12/2022. (I. 28.) SZTFH rendelet 1. melléklet 4.2. pontja értelmében a **120 m-nél nem mélyebb** szondafúrások építési engedély nélkül létesíthetők
- Bejelentés alapján végezhető építési tevékenységek körébe tartozik a **felszín alatti víz kitermelését nem igénylő** energetikai célú hasznosítás
- Használatbavételi engedély kérelemre nincs szükség, elegendő egy készre jelentés és kivitelezői nyilatkozat beküldése

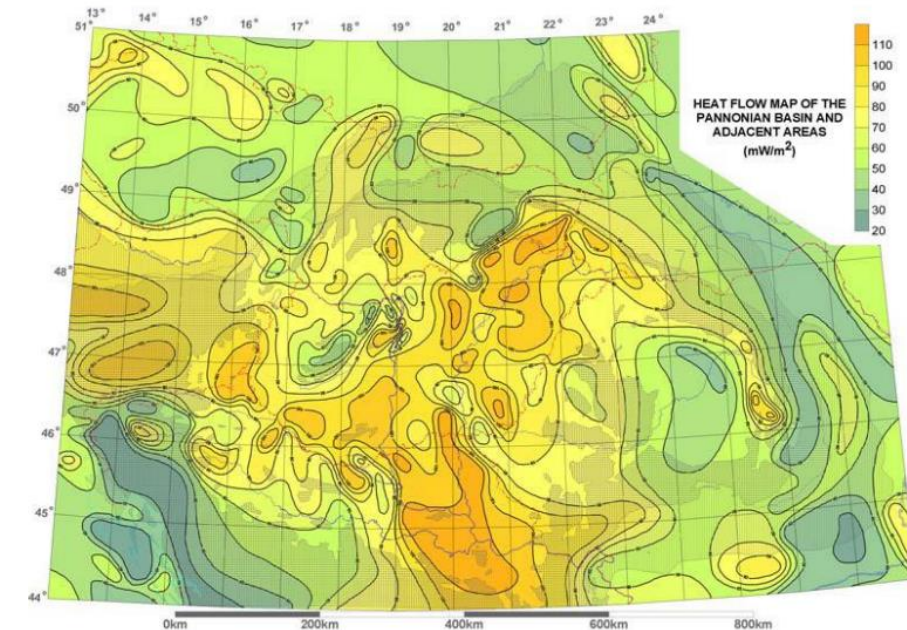


BIZTONSÁGI ÖVEZET

- 26/2022. (I.31.) SZTFH rendelet a szénhidrogén szállítóvezetékek biztonsági követelményeiről és a Szénhidrogén Szállítóvezetékek Biztonsági Szabályzatáról
- „6.1. A szállítóvezeték és a **tartozékát képező létesítmények** és azok környezetének védelmére, valamint a szállítóvezeték zavartalan üzemeltetésére (ellenőrzésére, karbantartására, javítására és üzemzavar-elhárítására) minimálisan a következő **táblázatok szerinti biztonsági övezetet** kell biztosítani. Amennyiben a vezeték nyomvonala vagy a vezeték tartozékát képező létesítmény tartós emberi tartózkodásra szolgáló építmények, és 50 millió forint értéket meghaladó létesítmények (a továbbiakban: nagy értékű létesítmények) 100 m-es távolságán belül helyezkedik el, abban az esetben a táblázatokban megadottnál nagyobb méretű biztonsági övezet is meghatározható az üzemeltető kérésére.”
- A **talajszondák** jelen esetben a **gázátadó állomás technológiai részét fogják képezni**
 - véleményünk szerint azok az állomás telekhatárán belül, és akár a szállítóvezeték biztonsági övezetén belül is elhelyezhetők.
 - A tervezés során ajánlott ettől függetlenül a biztonsági övezeten kívül elhelyezni a talajszondákat

MAGYARORSZÁG GEOTERMIKUS LEHETŐSÉGEI

- 80-110 mW/m² hőáram sűrűség (az európai átlag 70-90 mW/m²)
- A Dél-Dunántúlon és az Alföldön számolhatunk a geotermikus gradiens legmagasabb értékével
- A Kisalföldön és a hegyvidéki területeken még az átlagos értéknél is kevesebb az értéke
- Regionális értékelés szemléltetésére a mélységi izotermák
- Ezek több tízezer pannon üledéksort áthatoló fúrás eredményiből származnak
- Minél közelebb található a felszínhez egy izoterma, értéke annál magasabb geotermikus gradiens értéket képvisel





A KÉT HELYSZÍN FÖLDTANI LEHETŐSÉGEI

Az átfúrt réteg			
felső alsó határa m-től m-ig	vastagsága m	anyaga	kora
0.0-0.5	0.5	Feltalaj	Holocén
0.5-2.3	1.8	Löszös agyag	Pleisztocén
2.3-13.3	11.0	Homok	
13.3-16.4	3.1	Iszapos homok	
16.4-26.4	10.0	Homokos agyag	
26.4-37.5	11.1	Agyag	
37.5-41.5	4.0	Agyagos homok	Felsőpannon
41.5-43.0	1.5	Agyag	
43.0-51.0	8.0	Homok	
51.0-54.3	3.3	Homokos agyag	
54.3-57.8	3.4	Homok	
57.8-61.4	3.6	Homokos agyag	
61.4-64.0	2.6	Homok	
64.0-67.5	3.5	Homokos agyag	
67.5-69.2	1.7	Homok	
69.2-73.8	4.6	Homokos agyag	
73.8-77.8	4.0	Agyagos homok	
77.8-80.6	2.8	Homokos agyag	
80.6-84.8	4.2	Agyagos homok	
84.8-94.2	9.4	Homok	
94.2-95.7	1.5	Agyag	
95.7-106.8	10.1	Homok	
106.8-108.8	2.0	Agyag	
108.8-110.0	1.2	Agyagos homok	
110.0-111.5	1.5	Homokos agyag	
111.5-113.4	2.9	Iszapos agyag	
113.4-114.0	0.6	Homokos agyag	
114.0-115.2	1.2	Agyagos homok	
115.2-120.0	4.8	Agyag	

Az átfúrt réteg		
felső alsó határa m-től m-ig	vastagsága m	anyaga
0.0-1.7	1.7	Barna löszös termőföld
1.7-8.0	6,3	Sárgás agyag
8.0-17.0	9	Sárgás agyag
17.0-27.0	10	Sárgás agyag
27.0-39.0	12	Sárgás vöröses agyag
39.0-46.0	7	Sárgás iszapos agyag
46.0-50.0	4	Kavicsos agyag
50.0-55.0	5	Sárgás agyag
55.0-58.0	3	Homok
58.0-65.0	7	Agyag
65.0-76.0	11	Homok
76.0-83.0	7	Homok
83.0-92.0	9	Sárgás agyag
	K-1	K-2
Mélység [m]	1550,3	856,0
Jelleg	aktív, fürdő, gyógyászat	hévíz
Megjegyzés	Strand (Tó-3)	Városi Önkormányzat I. sz. hévízkút
Kifolyóvíz- hőmérséklet [°C]	48,0	40,2
Talpheőmérséklet [°C]	52,0	44,0
Talpheő mélysége [m]	842,0	784,4



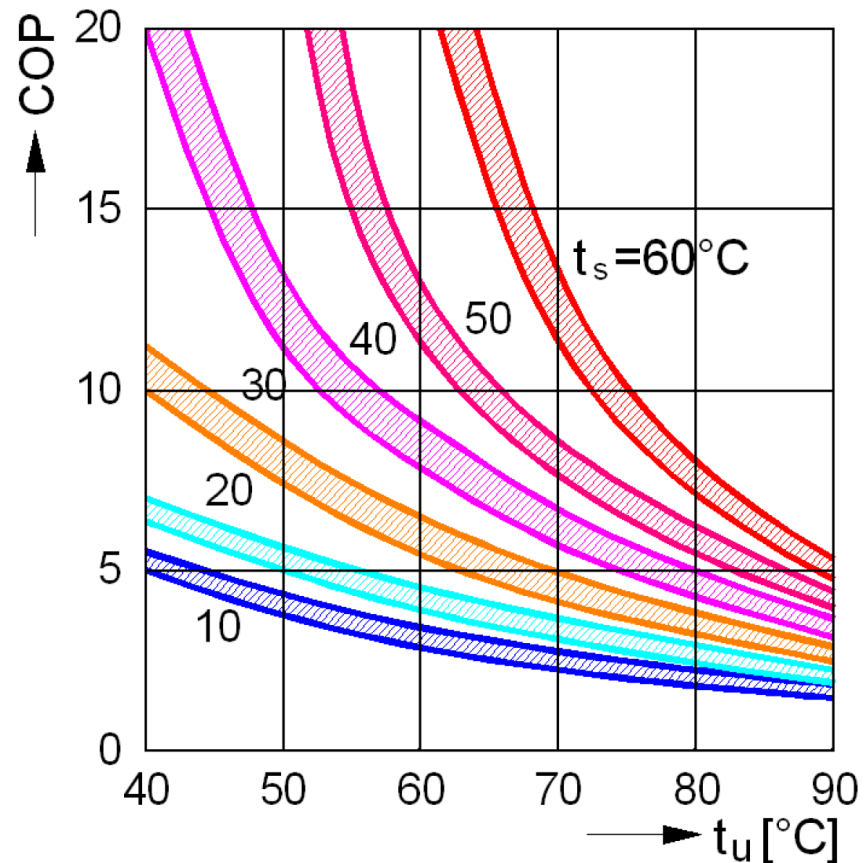
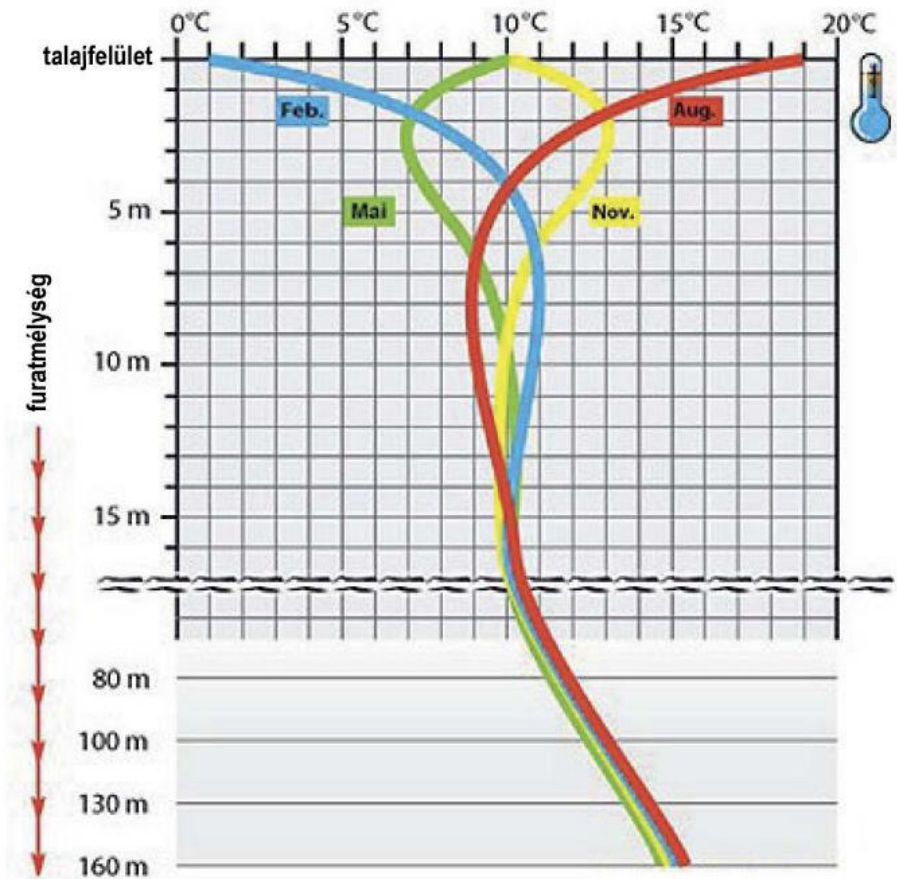
MŰSZAKI MEGOLDÁS

- Fűtési maximális teljesítmény igény (állomás kapacitás)
 - 164 kW (I. állomás)
 - 263 kW (II. állomás)
- Várható teljesítmény igények (méretezési alapadatok)
 - 148,81 kW (I. állomás)
 - 110,81 kW (II. állomás)



Forrás: <https://www.vaillant.hu/downloads/08-hoszivattyuk/vaillant-hoszivattyuk-termekinformatiok-2021-2093512.pdf>

HŐMÉRSÉKLET A TALAJKÉREGBEN, COP, SCOP





TALAJSZONDÁS RENDSZEREK TERVEZÉSE

- „A hőszivattyú felé vezetett hőhordozó folyadék hőmérséklet-változása a talajkéreg hőmérsékletéhez képest nem lépheti át +/- 11 K értéket. Ebben az esetben a talajszonda csekély mértékben van hatással az őt körülvevő talajkéregre.” Forrás: Vaillant hőszivattyú tervezési segédlet, 2020.
- A T_0 hőforrás értékét a talaj hőmérsékletének és a geotermikus gradiens figyelembe vételével szondateszt hiányában 12,5 °C értéken határoztuk meg
- Ötven méter mély szondák esetén a furatok távolságát 5 méternek, **100 méter szondahossz felett 6 méternek** javasolják
- A szondák fúrásakor a szakmai gyakorlat által elfogadott 2,5-3,0 méter távolságot kell hagyni a telekhatártól (gyártói telepítési előírások tartalmaznak ide vonatkozó információkat)
 - 3,0 méter telekhatártól; 2,0 méter épület alaptól; 1,5 méter víz és szennyvíz vezetéktől



JAVASOLT KIALAKÍTÁSOK

» 149 kW kiadható fűtési teljesítményhez

» **3 db talajhő-víz hőszivattyú** ($Q_f=166,96$ kW B2/W50°C), a névleges szondaszám: 30 db 100 m talpmélységű Ø32x3,0 PE-RC duo vagy Ø40x3,7 PE-RC szimpla szonda

» Amennyiben a hőszivattyúk üzemórája eltér az átlag tervezett 1600-1800 órától (a szonda teszt alapján lesz megállapítható), akkor a szondák számát akár jelentősen meg kell növelni

» Mindösszesen **53 589 400 HUF + Áfa (2022 évi áron)** (Benne van: hőszivattyú, építőkészlet, vezérlés, távszabályozó, keringtető szivattyú, puffertároló, hőszigetelés, elosztószekrény, beüzemelés, földhőszonda telepítése)

» 111 kW kiadható fűtési teljesítményhez

» **2 db talajhő-víz hőszivattyú** ($Q_f=133,28$ kW B2/W50°C), a névleges szondaszám: 24 db 100 m talpmélységű Ø32x3,0 PE-RC duo vagy Ø40x3,7 PE-RC szimpla szonda

» A gyártó 1 db ilyen teljesítményű készülékhez 12 db 100 méter talpmélységű földhőszondát ajánl abban az esetben, ha az éves üzemórák száma kevesebb, mint 1800 h.

» Ha az üzemórák száma több mint 1800 h, akkor 1,6-os szorzószámot javasol.

» Amennyiben az üzemórák száma eléri a 3000 h/évet, akkor 2,0-es szorzóval írja elő a szondák számát.

» Mindösszesen: **42 076 900 HUF + Áfa (2022 évi áron)**



JAVASOLT KIALAKÍTÁSOK

Input values

Heat source	Brine	
Quantity Type heat pump	1	WPF 52 WPF 27 HT
Function	Heating	
Forward flow	50 °C	
source temperature	10 °C	
Rotational speed in percent	100%	

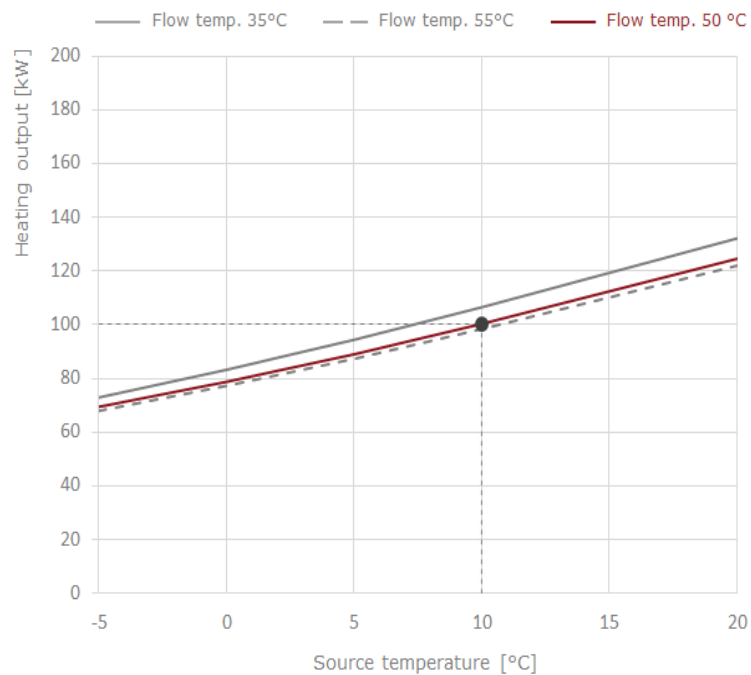
Results

Heating output	100,35 kW
COP	4,06
Power consumption	24,69 kW

Heating output

COP

Power consumption





JAVASOLT KIALAKÍTÁSOK

Input values

Heat source	Brine
Quantity Type heat pump	1 WPF 52 WPF 27 HT
Function	Heating
Forward flow	50 °C
source temperature	10 °C
Rotational speed in percent	100%

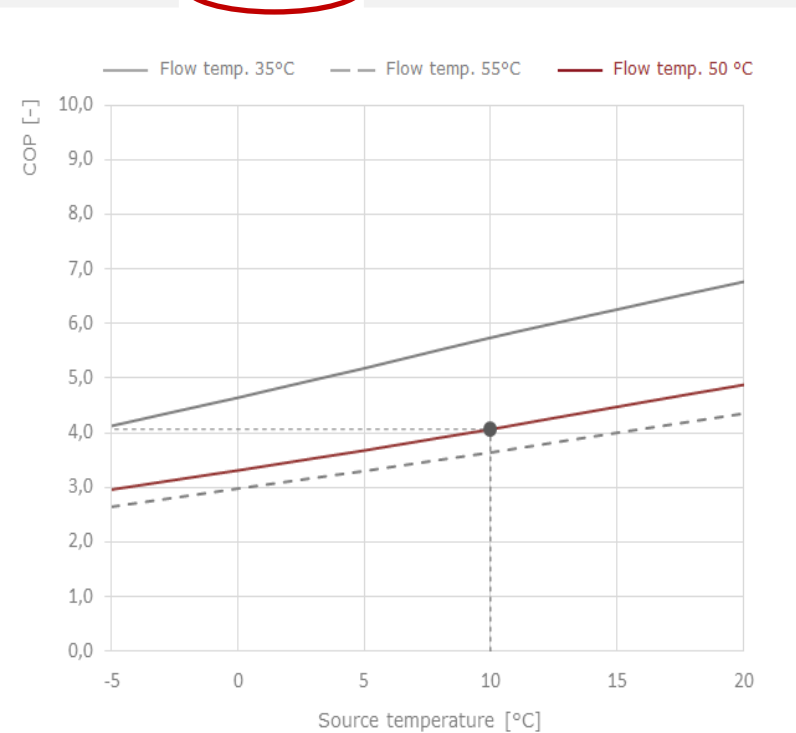
Results

Heating output	100,35 kW
COP	4,06
Power consumption	24,69 kW

Heating output

COP

Power consumption





JAVASOLT KIALAKÍTÁSOK

Input values

Heat source	Brine	
Quantity Type heat pump	1	WPF 52 WPF 27 HT
Function	Heating	
Forward flow	50 °C	
source temperature	10 °C	
Rotational speed in percent	100%	

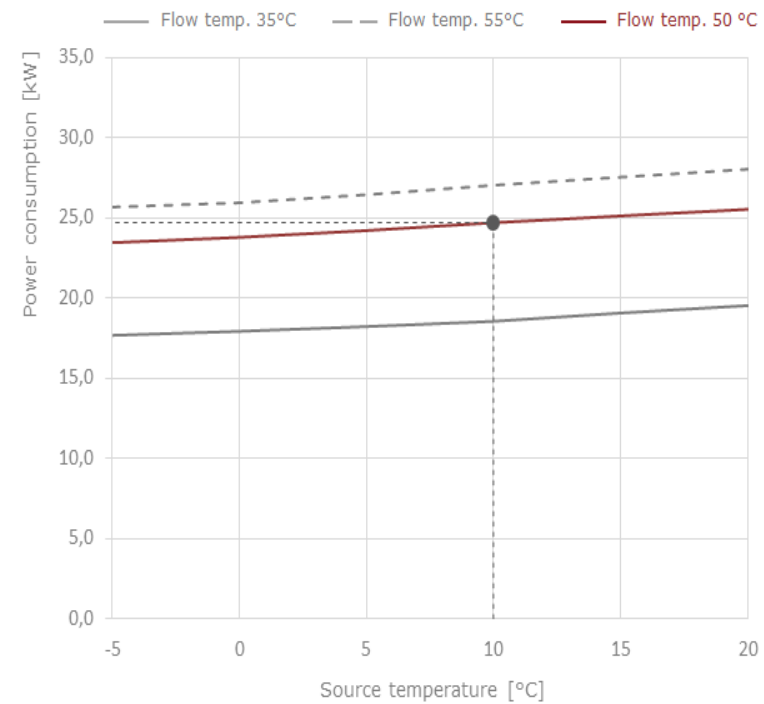
Results

Heating output	100,35 kW
COP	4,06
Power consumption	24,69 kW

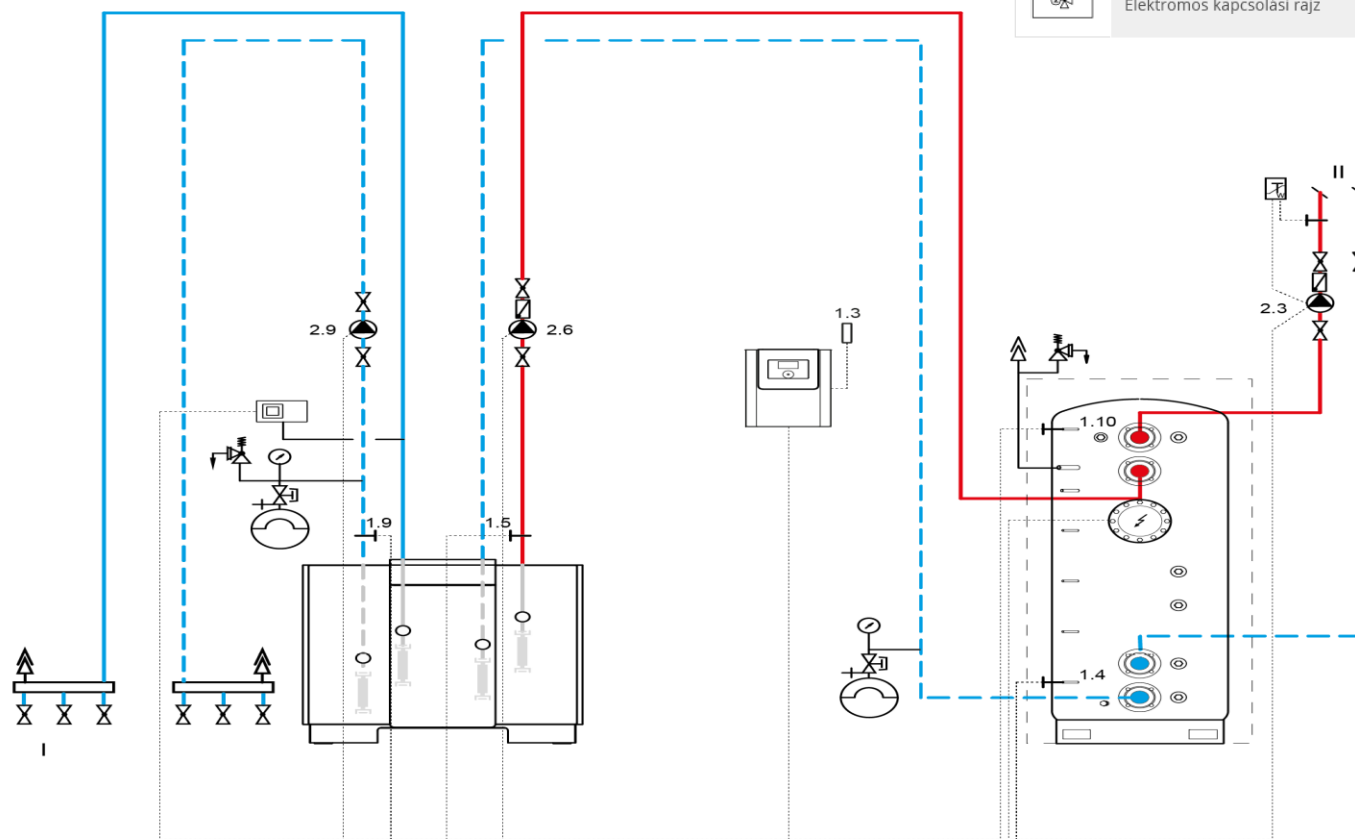
Heating output

COP

Power consumption




KAPCSOLÁSI VÁZLAT



	WPF 20/27 Hőszivattyú		SBP 1000/1500 Fűtési puffer		WPKI-HK E Fűtési kör radiátor
	WPSF Hőhordozó-töltőegység		WPSV kizárólagos forgalmazója		WPMsystem Hőszivattyú vezérlő
	FET/FEK távvezérlő		ház csatlakozás Elektromos kapcsolási rajz		váltószelep Elektromos kapcsolási rajz
	keverőszelep Elektromos kapcsolási rajz		keringtető szivattyú Elektromos kapcsolási rajz		termostát Elektromos kapcsolási rajz

The image features a dense, lush background of green ferns. The lighting is soft and directional, highlighting the intricate, feathery structure of the fronds. A prominent, bright green vertical bar runs along the left edge of the frame. The overall color palette is dominated by various shades of green, from deep forest greens to bright, vibrant greens.

ÖSSZEGEZVE

- 
- A gázátadó állomások „zöldítése” reális igény, melyre a földhő valós megoldást kínál
 - A pontos méretezés kiemelt fontosságú
 - A szondafuratok telepítése az állomásokon nagyfokú tervezést és figyelmet igényel
 - A várható üzemórák becslése elsőrendű fontosságú a szondalyukak számának meghatározásakor
 - 30 kW teljesítmény felett a szondalyukak meghatározásához Response-teszt szükséges
 - A teljes fűtési rendszer felülvizsgálata / újraméretezése szükséges (kiemelten a hőcserélők)
 - Alacsonyabb előremenő hőmérséklet, ez által nagyobb hőcserélő felület szükséges
 - A megtérülés az átadó kapacitásától függ
 - Az állomás villamos betáplálási teljesítménye korlátot jelenthet



KÖSZÖNJÜK A FEGYELMEZETT FIGYELMET!

Dr. Bencs Péter, egyetemi docens¹⁾
Dr. Petrik Máté, adjunktus¹⁾
Dr. Szamosi Zoltán, egyetemi docens¹⁾
Dr. Szepesi L. Gábor, egyetemi docens¹⁾
Dr. Szunyog István, egyetemi docens²⁾
Dr. Vadászi Marianna, egyetemi docens²⁾

Miskolci Egyetem

*²⁾Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar
Bányászat és Energia Intézet*

<https://bei.uni-miskolc.hu>

¹⁾Gépészmérnöki és Informatikai Kar

Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet

<http://geik.uni-miskolc.hu/intezetek/EVG/index.php>

Csonka Norbert, műszer- és irányítástechnikai szakértő
Horváth Zoltán, K+F szakértő
Karabinszky Krisztina, felszíni technológia szakértő
Révész Zoltán, erősáramú szakértő
Robonyi András, technológia szakértő
Simon Richárd Ferenc, senior projektmenedzser
Szeszák-Páll Laura, technológia szakértő
Wagner Péter Csaba, FF & Energetikai szakértő

FGSZ Földgázszállító Zrt.

<https://fgsz.hu>

