

FP7 GEOCOM CONCERTO minta projekt megvalósítása Mórahalmon

(alcím: termálkutak kísérőgáz-hasznosítása)

1. Bevezetés, Előzmények

1.1. A mórachalmi termál (geotermikus) rendszerek kialakulása

Mórahalom város közigazgatási területén három különálló termálvíz alapú geotermikus rendszer működik. Az első a közismert Mórachalmi Szent Erzsébet Gyógyfürdő termálvizes rendszere, a második a Mórachalmi Geotermikus Kaszkádrendszer és harmadikként a város szélén a Norvég geotermikus közműrendszer.

Mint az köztudomású, az Alföld területén ezen belül is a Dél-Alföldön, a megújuló energiák vonatkozásában a napenergia és a geotermikus energia hasznosításának van a legnagyobb jelentősége, mivel ezek állnak rendelkezésre hasznosítható mennyiségben, mértékben.

A mórachalmi geotermikus rendszerek létrejötte, hasonlóan az ország területén létrejött geotermikus rendszerekhez hasonlóan, a szénhidrogén kutatás közben talált termálvíz tartalmú reservoir-oknak köszönhető. A Dél-Alföldi szénhidrogén kutatás közben harántolt geotermikus reservoir-okról (pld. Alsó-Pannon) szerzett adatok alapján fúrták meg a Gyógyfürdő első termálkútját.

Bár a kútfúrési technológia hasonló a szénhidrogén fúrásoknál alkalmazotthoz, azonban a kútszerkezetben már több eltérés is van azoktól. Elsősorban a kút szerkezetében van eltérés, ami azt jelenti, hogy a termálvíz beáramlását Johnson szűrőkkel biztosítják a termálkutakban a szénhidrogén iparban alkalmazott béléscső perforálás helyett, valamint kezdő és befejező átmérőjében térnek el azoktól.

Az első termál kutat 1960-ban fúrták meg B-13 jellel és 660 m talpmélységgel a mórachalmi Gyógyfürdő részére, amely a töltő-ürítő rendszerű termálvizes medencéket látja el friss termálvízzel mind a mai napig.

Másodikként az első, valóban geotermikus energia hasznosításra fúrt termálkút 2004 évben készült el a B-40 jelű kút 1.270,6 m talpmélységgel. A B-40 jelű kút első lépcsőben a Gyógyfürdő, az Egészségház és az Önkormányzat Polgármesteri Hivatal épületeinek fűtését látja el, majd második lépcsőben a gyógyfürdői vízforgató rendszerű medencék temperálását, illetve a töltő-ürítő rendszerű medencék friss vízzel történő ellátását végzi.

Harmadikként a második geotermikus energia hasznosításra mélyített termálkút 2008 évben készült 1260 m-es talpmélységgel, mely a Mórachalmi Geotermikus Kaszkádrendszer termelő kútjaként működik jelenleg is. A rendszer működtetéséhez azonban a hatályos törvények és a releváns KEOP-4.1.0-2007 pályázati kiírás értelmében szükség volt egy visszasajtoló kút fűtésére is, amely 2009 évben készült el 900 m-es talpmélységgel. Maga a teljes geotermikus fűtési rendszer 2010 év szeptemberében készült el, amelynek üzembeállításával létrejött a második geotermikus rendszer. Azonban ez a rendszer gyógyfürdői rendszertől eltérően szinte kizárólag fűtési célra lett létrehozva.

A harmadik városi geotermikus közműrendszer 2010 évben elkészült K-43 jelű 1255 m talpmélységű termelő és a K-44 jelű, 940m talpmélységű visszasajtoló kút, valamint a kapcsolódó felszíni technológia és a kutakat összekötő távvezeték megépítésével jött létre.

Habár azóta 2011 évben fúrtak még egy 660 m talpmélységű termálvíz kutat a mórachalmi Gyógyfürdő részére a B-13 jelű termálkút tartalék kútjaként B-49 jellel, de ez is csak a töltő-ürítő rendszerű termálvizes medencéket látja el friss termálvízzel, azaz kizárólag csak balneológiai célú hasznosítású, nincs energetikai célú hasznosítása a kútvíznek.

Kút megnevezése, jele	Kút helye, helyrajzi száma	Talpmélysége	Vízhozama liter/perc	Kifolyó hőmérséklet	Gázartalom GVV	Fúrás éve
B-13 termálkút	Thermálpanzió, hrsz. 2/5	660,0 m	340	38,0 °C	362liter/m ³	1960
B-40 termálkút	Gyógyfürdő, hrsz. 2/1	1.270,6 m	475	68,0 °C	544liter/m ³	2004
B-45 termálkút	Hunyadi liget, hrsz. 399	1.260,0 m	1.000	63,4 °C	524liter/m ³	2008
B-46 visszasajtoló kút	Ady tér, hrsz. 401	900 m	650	48,2 °C		2009
B-49 termálkút	Tömörkény u. 3, hrsz. 1415	660,0 m	700	38,4 °C	89liter/m ³	2011
K-43 termálkút	Szent János térség, 0406/164	1.255,0 m	1.000	64,9 °C	238liter/m ³	2010
K-44 visszasajtoló kút	Szent János térség, 0406/171	940,0 m	750	45,8 °C		2010

1.2. Termálvíz kísérőgáz: A mórachalmi termál (geotermikus) rendszerek üzemeltetése és fúrása során szerzett adatok

Az Alföld területén feltárt geotermikus források jelentős része a termelt termálvízzel együtt kísérőgáz formájában gázt is a felszínre hoz. Ezek egy része jelentős, hasznosítható mértékben metánt is tartalmaz. Ilyen magas metán tartalmú termálvíz-kísérőgáz források vannak Mórachalom és Hajdúszoboszló területén is, melyek hasznosítását mindkét település megkezdte. Az eltérés a hasznosítás mértéke és módja közt a két településen csupán csak a kísérőgáz mennyiségében és a termálvíz-kísérőgáz arányban mutatkozik.

Az elsőként lemélyített B-40 jelű kút vizsgálatai során, továbbá az üzemeltetés közben szerzett adatok világítottak rá, hogy hasznosítható mértékű és minőségű kísérőgáz forrással rendelkezünk. Ezért már 2008 évben megkezdődtek a részletes vizsgálatok a hasznosítás módjára és finanszírozására vonatkozóan. Azonban ezek az erőfeszítéseink akkor még nem jártak sikerrel.

A következő években azonban megkezdődtek az első tisztán energetikai célú geotermikus energia hasznosítási célú mórachalmi rendszer, a Mórachalmi Geotermikus Kaszkádszisztéma kivitelezési munkálatai, mely során lemélyített B-45 jelű termelő kút a várakozásnak megfelelően szintén jelentős mértékű és jó minőségű kísérőgázt hozott a felszínre. Azért elkezdődtek mindkét kútra vonatkozóan a kísérőgáz hasznosítás műszaki és gazdasági feltételeinek biztosítására vonatkozó felmérések, így kerültünk kapcsolatba a **FP7-ENERGY-2008-TREN-1 ENERGY.2008.8.4.1.: CONCERTO communities: the way to the future** programmal, és csatlakozunk hozzá Magyarországot képviselve megvalósítási helyszínként, mint pilotsite a **Geothermal Communities – demonstrating the cascading use of geothermal energy for district heating with small scale RES integration and retrofitting measures** projekthez.

1.3. FP7-ENERGY-2008-TREN-1 ENERGY.2008.8.4.1.: CONCERTO communities: the way to the future program Geothermal Communities – demonstrating the cascading use of geothermal energy for district heating with small scale RES integration and retrofitting measures: A mórachalmi fejlesztési helyszín

A TREN/FP7EN/239515/GEOCOM MUNMOR kódszámú, „Geotermális Közösségek - Geotermikus energia kaszkádszisztéma hasznosításának demonstrálása távfűtési rendszerekben megújuló energiák integrálásával és felújított építményekkel” című projektben, mint megvalósítási helyszín, a geotermikus energia hasznosításhoz kapcsolódó alábbiakban felsorolt innovatív tevékenységek végére hajtását vállaltuk.

A. Termálkutak kísérőgáz hasznosítása

- B. Napkollektoros Használati Melegvíz-ellátó rendszerek a meglévő geotermikus fűtési és HMV előállító rendszerbe való integrálása
- C. Geotermikus fűtésű épületek épületenergetikai korszerűsítés (hőszigetelése és nyílászáró cseréje)
- D. Termálvíz maradékhő hasznosítása hőszivattyús rendszerrel
- E. Napelemes rendszerrel kombinált energiatakarékos (LED-es) közvilágítási rendszer telepítése

1.4. *Kutatási és Technológiai Innovációs Alap EU_BONUS_12 pályázati kiírás: Társfinanszírozási lehetőség a TREN/FP7EN/239515/GEOCOM projekthez*

A TREN/FP7E N/239515/GEOCOM MUNMOR kódszámú, „Geotermális Közösségek - Geotermikus energia kaszkádrendszerű hasznosításának demonstrálása távfűtési rendszerekben megújuló energiák integrálásával és felújított építményekkel” című projekt támogatási intenzitása a nettó költségek 50%-a, így az Önerő igény a nettó költségek 50%-a és a mindenkor érvényes ÁFA kulcs, továbbá az árfolyam kockázatát is a kedvezményezett, azaz az Önkormányzat viseli. Ezért az Önkormányzat terheinek csökkentése érdekében pályázatot nyújtottunk be a Kutatási és Technológiai Innovációs Alap EU_BONUS_12 pályázati kiíráshoz. A sikeres pályázatunkra vonatkozó Támogatási Szerződést 2013. március 27-én kötöttük meg. Az elnyert támogatással a támogatási arány összességében kb. bruttó 50%-ra növekedett.

2. A fejlesztések, rendszerek bemutatása

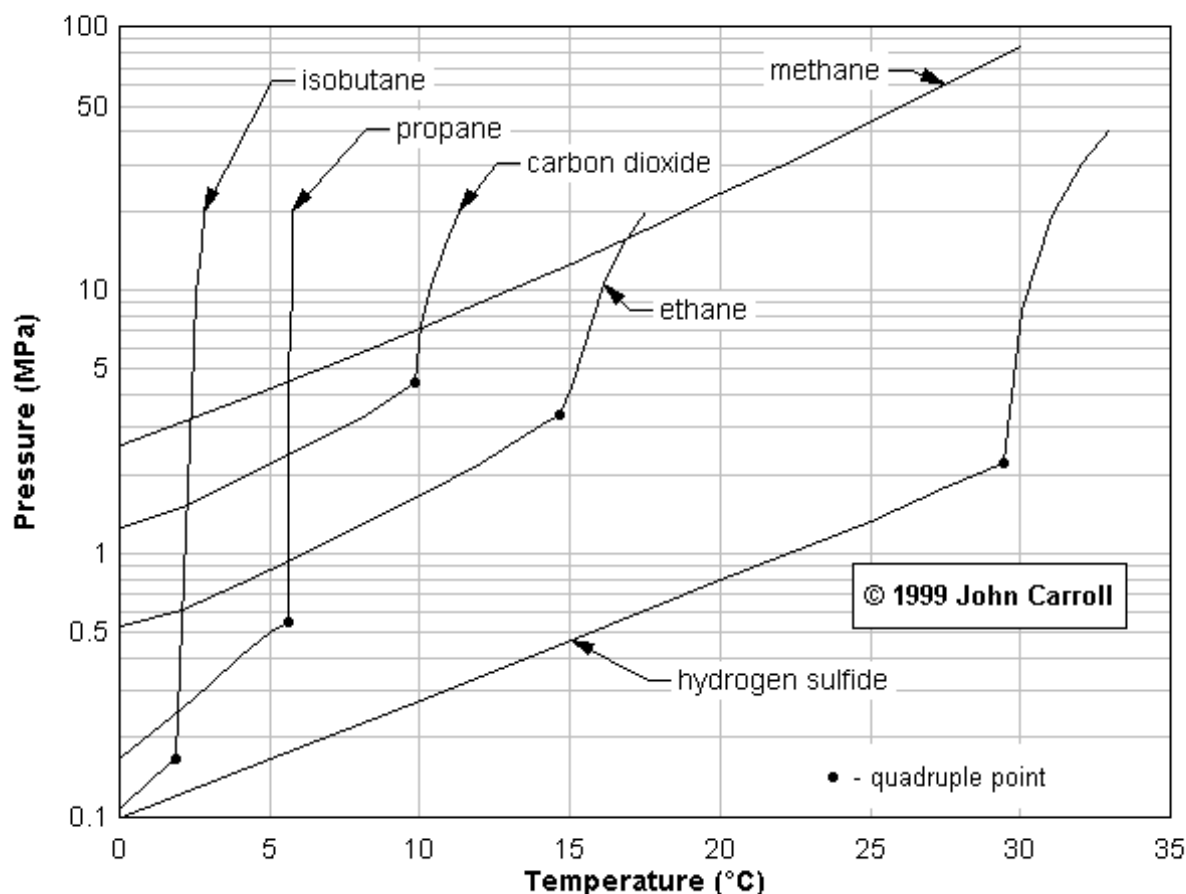
2.1. Termálkutak kísérőgáz hasznosító rendszerek:

A bevezetőben már taglaltuk, hogy az Alföld területén feltárt geotermikus források jelentős része a termelt termálvízzel együtt kísérőgáz formájában gázt is a felszínre hoznak és ezek egy része jelentős, hasznosítható mértékben metánt is tartalmaznak. Valamint például Mórahalom és Hajdúszoboszló területén is magas metán tartalmú termálvíz kísérőgáz források vannak, melyek hasznosítását mindkét település megkezdte. Azonban a két településen ezek hasznosításában jelentős eltérések mutatkoznak.

Először is Hajdúszoboszlón a felszínre hozott termálvíz gáztartalma olyan magas, hogy gyakorlatilag inkább termálvizes gázkutakról beszélhetünk, mivel a kísérőgáz mennyisége jelentősen meghaladja a felszínre hozott termálvíz mennyiségét, a GVV (Gáz-Víz viszonyyszám) $> 1.000 \text{ liter/m}^3$. Továbbá a termálkutak a Gyógyfürdőtől, azaz a hasznosítás helyszínétől távol helyezkednek el, ezért a termelt és az első lépcsőben szeparált gázt a továbbiakban hasonló mértékben, ún. harmatpontra, kell előkészíteni a vezetéken történő szállításhoz, mint amennyire a vezetékes földgáz esetében is szükséges. Ennek oka az, hogy a vízgőzt és vízcseppeket tartalmazó gáz bizonyos hőmérsékleti és nyomásviszonyok kombinációja között gázhidrátokat képez, amely dugulást hoz létre a távvezetéken, ezt minden körülmények közt el kell kerülni a gáz szállítása közben. Továbbá a kísérőgáz-hasznosító erőmű technológiája sem engedi meg, hogy vizet tartalmazzon a gáz. Azaz a szállított gáz nem tartalmazhat indikálható mennyiségű vizet, ezért a szeparált, leválasztott gázt hűteni (fojtás, mesterséges hűtés, detander alkalmazása), azaz szárítani szükséges, melyhez például hűtőkompresszoros gázsárító berendezést kell telepíteni, a hűtéssel leválasztott gázt pedig a cseppléválasztó szeparátorban fel kell fogni (mint azt a gáz- és olajiparban szokás). Másik lehetőség lehet még, amennyiben nincs lehetőség víztelenítésre és szárításra, például a glikolos szárítóberendezés alkalmazása, azonban a termálvíz gyógyfürdői alkalmazása esetén ez nem megfelelő megoldás, továbbá a környezetvédelmi megfontolások miatt és a gazdasági megfontolások mellett sem javasolt annak alkalmazása.

Mik is azok a gázhidrátok? A gázhidrátok megfelelő hőmérsékleti és nyomásviszonyok között bizonyos gázok víz jelenlétében (ehhez a vízgőz is elegendő) egy szilárd vegyületet képez. A leggyakoribb hidrát képző gázok például a metán, az etán, a kénhidrogén, a széndioxid és a propán. Ugyanakkor a szénhidrogének gázhidrátjaiból a nyomás csökkenés hatására felszabadul a hidrátot alkotó szénhidrogén, ezért azok éghetőek, meg lehet őket gyújtani. A szakirodalomban szereplő, alábbiakban közre adott diagram megmutatja, hogy milyen nyomás és hőmérsékleti viszonyok közt jöhet létre víz jelenlétében néhány gáz esetében gázhidrát.

The Hydrate Loci For Several Components Found In Natural Gas



Az így szállításra előkészített gázt pedig komprimálni kell, hogy eljuthasson a hasznosítási helyszínre.

Azonban Mórahalmon területén található termálkutak esetében erre nincs lehetőség két okból is.

Egyrészt lényegesen alacsonyabb a termelt termálvíz kísérőgáz tartalma, ebben az esetben valóban gázos termálvívről beszélhetünk. Továbbá a termálvízzel együtt termelt gáz mennyisége is elmarad a hajdúszoboszlói kutakból termelt gázmennyiségétől.

Másrészt a termelő kutak a kísérőgáz felhasználási helyéhez közel helyezkednek el, ezért nincs szükség a termelt gáz nagy távolságon történő szállítására, valamint a kísérőgáz-hasznosító berendezések sem igénylik a hajdúszoboszlóihoz hasonló előkészítettségű gáz alkalmazását.

Továbbá a kísérőgáz-hasznosító technológia kiválasztásánál is figyelembe lett véve, hogy a kisebb mennyiségű gáz hasznosítása során el ne vesszen a kísérőgáz meglétéből adódó előny, a hasznosítási folyamat végén a teljes energetikai folyamat pozitív legyen. Azaz a folyamatba befektetett energia mennyisége jóval kisebb legyen, mint a folyamat által termelt energia. Mit is jelent ez valójában? Amennyiben a gázt máshol használtuk volna fel, mint ahol azt megtermeltük és/vagy a gázt Hajdúszoboszlón alkalmazotthoz hasonlóan készítettük volna elő, akkor az ehhez szükséges energia elérte, vagy akár meg is haladta volna kísérőgáz-hasznosítás során termelt energiát. Azaz elveszett volna az összes haszon, ami a gáz hasznosításából adódott volna.

A termálkútjainkból a termálvizet szivattyúzni kell, mert a nyugalmi vízszint alacsonyabb, mint a terepszint, ezért bűvárszivattyút kell alkalmaznunk. A termelés közben a gáz már a kútban részben kiválik a termálvízből, ezért a gáz egy részét a béléscső és a termelő cső között termeljük ki, míg a másik részét még le kell választanunk a termálvízből. Erre a kútfúrásakor telepített LVS típusú gáztalanító nem alkalmas, mivel annak működése közben nem biztosítható, hogy a gáz zárt rendszerben távozzon a termálvízből. Ezért

új gázszeparálási technológiát kellett beépíteni a kút és a termelő tároló tartály közé, de biztonsági tartalékként és a gyógyfürdői alkalmazások miatt továbbra is üzemben kell tartani az LVS gáztalanítót is. Mivel termálvizeink vasat és mangán vegyületeket is tartalmaznak, valamint az LVS gáztalanító a működése során oxigénnel vegyíti el a termálvizet, így az abban található vas és mangán oxidálódik, amely csapadék formájában kiválik a vízből és a csapadékot a Zeolit töltetű szűrőtartályokban le tudjuk választani. Az így kezelt, vas és mangántalanított termálvíz már alkalmas a gyógyfürdői alkalmazásra.

Milyen is és hogyan is működik a Mórahalmon alkalmazott gázelőkészítő technológia? De először is tekintsük át a működését lehetővé tevő fizikai folyamatokat.

2.1.1 Földgáz – vízrendszerek

2.1.1.1 Szénhidrogén-gázok oldhatósága vízben

A szénhidrogén-gázok molekulárisan oldott, teljesen apoláris anyagok, és mint ilyenek – nyugodtan rögzíthetjük – **NAGYON ROSSZUL oldódnak a vízben!**

A szénhidrogén-gázok **nem lépnek kémiai reakcióba a vízzel**, ezért oldhatóságukat a HENRY – törvény írja le, azaz

$$p_i = H_i x_i$$

akkor, ha a gáz tökéletes gázként viselkedik és

$$f_i = H_i x_i$$

akkor, ha a gáz reális gázként viselkedik

p a nyomás,

f a fugacitás,

x a móltört,

$H = H_{(T)}$ a Henry-állandó,

i pedig tetszőleges komponensre utal,

(pld. p_i az i-edik komponens parciális nyomása.)

A Henry-törvény kifejezésre juttatja azon tartalmat, hogy a vízzel kémiai reakcióba nem lépő, apoláris gázokat – állandó hőmérsékleten – CSAK ÉS KIZÁRÓLAG A FELETTÜK URALKODÓ NYOMÁS TARTJA OLDATBAN!

Kialakítottunk egy olyan képet, hogy a nyomás növelésére bekövetkező térfogatcsökkenés oda vezet, hogy a gázcseppcsek térfogata a buborékpontnyomás elérése előtt már mikroszkópikussá válik. A buborékpontnyomás elérésekor szubmikroszkópikussá zsugorodó gázcseppcsek erőszakkal bekényszerülnek a laza, kvázikristályos szerkezetű víz molekuláris üregeibe, és oda bepréselten láthatatlanul, azaz gázfázisként nem azonosítható módon vannak jelen mindaddig, amíg egy nyomáscsökkenés hatására kipattanva kiszabadulnak ebből a rabságból. Ez a jelenség egy víz alá nyomott és erőszakkal ott tartott labda közismert példáját idézi, amikor a víz alatt tartó erő megszűnésekor a labda azonnal és villámgyorsan kiugrik a vízből úgy, hogy – lendületből – a vízfelszín fölé emelkedik.

Ezt a képet igazolja az oldott szénhidrogén-gázokat tartalmazó víz közismert térfogat növekedése és az is, hogy a szénatom szám – ezzel a molekula -méret és a móltömeg – növekedésével csökken a szénhidrogén -komponensek oldhatósága.

Például két célzatosan megválasztott hőmérsékleten 100 bar túlnyomás maximum az alábbi fajlagos gázmennyiségeket képes oldatba kényszeríteni:

Átlagosnak tekinthető földgázból 105 bar túlnyomás 1,67 gnm³/m³ fajlagos mennyiséget képes oldatba kényszeríteni 100°C hőmérsékleten, mert a széndioxid és a kénhidrogén kémiai reakcióba lépnek a vízzel, ezért jól oldódnak abban. (Az átlagos földgáz tartalmaz széndioxidot és – jóllehet igen kis mennyiségben – kénhidrogént is.)

	100°C-on	40°C-on
- metánból	1,55 gnm ³ /m ³	1,94 gnm ³ /m ³
- etánból	1,00 gnm ³ /m ³	1,00 gnm ³ /m ³
- propánból	0,40 gnm ³ /m ³	0,25 gnm ³ /m ³
- izobutánból		

nyomokban

Ha a nyomást látványosan leejtjük atmoszferikusra, akkor a víz oldott metántartalma 100°C hőmérsékleten hirtelen kevesebb, mint 4 g/tonnára esik le, ami normál állapotban egyben 4g/m³.

Mivel 4g : 0,6773g/gnl = 5,906 gnl,

*az oldott gáztartalom 1550 gnl/m³-ről 5,906 gnl/m³ értékre, azaz kerekítve **NÉGYEZRED RÉSZÉRE ZUHAN LE!!** (Ez a zuhanás 40 °C hőmérsékleten 1940 gnl/m³-ről 23,417 gnl/m³-re, azaz 12 ezred részére történik.)*

A bemutatott drámai zuhanás mindennél jobban igazolja azt, hogy az általunk kialakított fizikai – kémiai kép helyesen közelíti az gázoldódás – gázfelszabadulás folyamatának lényegét.

2.1.1.2 A földgázkomponensek oldhatósága vízben

A mélységi vizekben rezervoárkörülmények között oldva lévő gázok fő komponensei a metán, a széndioxid és a nitrogén. A metán homológ sor többi tagja közül az etán és a propán nem számottevő mennyiségben vannak jelen, míg a bután, a pentán, a hexán és a heptán a gázkromatográfiás eljárásokkal már alig mérhetőek, az oktán és a nála nagyobb szénatomszámúak pedig csak nyomokban mutathatók ki. Bizonyos mélységi vizek esetében a kísérőgáz kénhidrogén tartalma is számottevő lehet; ezeket többnyire vagy gyógyvízként tartják nyilván és így is hasznosítják őket, vagy pedig az extrém magas kénhidrogén tartalom miatt a hasznosításuk nem lehetséges. A széndioxid és a nitrogén inerte, ugyanakkor az atmoszférára sem veszélyesek, mert atmoszféaépítő anyagok. *A szénhidrogének igényelnek csak külön figyelmet, mert*

- éghetőek és jelentős energiatartalommal rendelkeznek,
- a környezetre veszélyt jelenthetnek, mert
 1. potenciálisan tűz – és robbanásveszélyt okozhatnak,
 2. hozzájárulhatnak az atmoszféra üvegházhatásának növeléséhez.

A szénhidrogéneknek a vízben történő oldhatóságát az 2.1.1.1 pontban részletesen tárgyaltuk.

Az alábbiakban a többi releváns földgázkomponens oldhatóságát ismertetjük.

2.1.1.2.1 Nitrogén

Az etán molttömege 30,068 kg/kmol, a nitrogéné pedig 28,013 kg/kmol, és egyik sem lép kémiai reakcióba a vízzel. Ezért az a tény, hogy 100 bar túlnyomás 100°C-on is és 40°C-on is ugyanúgy 1 gnm³ nitrogént képes beleprésselni 1 m³ vízbe, amint ez az etán esetében is történik, **újabb kézzelfogható bizonyítéka annak, hogy elméleti fejtegetéseink jó úton járnak.**

1.2.2 A vízzel reakcióba lépő komponensek

Ezek a széndioxid és a kénhidrogén, amelyeknek vízben való oldhatósága – minthogy a vízzel savat képeznek - **nagyságrenddel nagyobb**, mint a szénhidrogéneké; oldhatóságukra a **Henry – törvény nem is érvényes**. Az összehasonlíthatóság érdekében a szénhidrogéneknél választott állapotjelzőknél maradva mutatjuk be azokat a gázmennyiségeket, amelyeket 1 m³ víz oldatban tartani képes:

	Széndioxid			Kénhidrogén		
	10°C	40°C	100°C	10°C	40°C	104,4°C
100 bar	37	28	18	nem értelmezhető	170	70
Atmoszferikus nyomáson	1,25	0,52	0	112,74	37,62	nyomokban

A fentiekben röviden taglalt fizikai folyamat teszi lehetővé számunkra, hogy az alkalmazott új gáz-szeperálási és gáz-előkészítési technológia roppant egyszerűen, a bűvárszivattyú által előállított nyomáson kívül, a centrifugális erőn, nyomáscsökkenésen és a gravitáción kívül más segédenergiát nem igényel.

A bűvárszivattyúval felszínre hozott termálvízből két lépcsőben választjuk le a gázt, az első lépcső egy centrifugális szeperátor, melyben az érintő irányban a hengerpalást falán a termálvíz a gravitáció hatására lefolyik és az alsó csőcsatlakozáson keresztül távozik, míg a gáz a nyomáscsökkenés hatására kiválik a vízből és az edény közepén a felső csőcsatlakozáson keresztül távozik a termelő szeperátorba. A termelő

szeparátorban a szeparált gáz és a bélésű-termelőcső közből termelt gáz áram találkozik, ahol a gázból a vízcseppek távoznak, a vízcseppektől megszabadított gázt egy csőregiszteren (kondenzátoron) a levegő lehűti, a hűtés hatására a gázban lévő vízgőz cseppek formájában kiválik. A vízcseppeket a termelő szeparátor melletti utószeparátorban leválasztjuk, melyből a kísérőgázt a gázmotorba vezetjük hasznosításra.

A. Mórakalmi Szent Erzsébet Gyógyfürdő B-40 jelű termálkút 2008 évben elvégzett részletes gázvizsgálata alapján a kísérőgáz összetétele az alábbiak szerint alakul:

B-40 termálkút

Talpmélység: 1270m

Vízadó képesség: 30 m³/h búvárszivattyúval

Kifolyó hőmérséklet: 69 °C

Gázösszetétel: Metán 83,8%, Széndioxid 9,3%, Nitrogéndioxid 6,9%

A búvárszivattyúra kiadott frekvencia: 48,7 Hz

A szeparátor folyadékkielépőjén távozó /gázatlanított / vízmennyiség: 25 m³/h, azaz 417, - dm³/min

A szeparátor gázkielépőjén távozó, a termelvényből szeparált gázmennyiség:

9,73 Nm³/h, amelynek CH – tartalma 7,63 Nm³/h

A kút csőközéről távozó gázmennyiség: 3,87 Nm³/h, amelynek CH-tartalma 3,63 Nm³/h

Az összes levegőbe engedett gázmennyiség: 13,6 Nm³/h , amelynek CH-tartalma 11,26 Nm³/h

GVV: 544 dm³/Nm³, CHVV: 450,4 Ndm³/m³

A fenti mennyiségmérési - és az azokból származtatott – eredményekhez az alábbi gázvizsgálati eredményeket adta meg a laboratórium:

a) Szeparált gáz

C1: 76,117 mol%

C2: 1,944

C3: 0,238

I - C4: 0,024

N – C4: 0,029

I – C5: 0,009

N – C5: 0,008

C6: 0,009

C7: 0,013

C8+: 0,009

CO₂: 7,785

N₂: 13,815

Összesen: 100,000

Fűtőérték: 27,417 MJ/Nm³

b) A csőköz gáza

91,140 mol%

2,304

0,273

0,020

0,018

0,002

0,002

0,003

0,007

0,007

2,084

4,140

100,000

32,178 MJ/Nm³

Az ebből alkotott keverék fűtőértéke:

$(9,73 : 13,6) \times 27,417 + (3,87 : 13,6) \times 32,178 = 28,772 \text{ MJ/Nm}^3$

A jelenleg levegőbe engedett gáz teljesítmény – egyenértéke: 8 kWh / Nm³ x 13,6 Nm³/h = **108,8 kW**

A 40 % -os gázmotor, - és 90 % -os generátor – hatásfok 36 % -os összehatásfokot eredményez a kinyerhető wattos villamos teljesítmény tekintetében.

Ez 108,8 x 0,36 = 39,168 kW -ot jelent, azaz maximálisan 40 kW villamos teljesítmény érhető el, ami azt jelenti, hogy az általunk leggyakrabban alkalmazott üzemállapotban a B – 40 sz. kút gázának hasznosításával ennyi elektromos energia termelhető. Azonban a gyakorlatban csak egy maximum kb. 30 kW elektromos teljesítményű gázmotoros egység telepítése javasolt.

B. *B-40 gázmotoros CHP HMKE erőmű*

NRG MINI P30 SP NG típusú CHP egység

A CHP egység műszaki specifikációja

Motor Típusa:

NRG 30 G4L

Kialakítás, rendszer:

Soros 4 hengeres

Villamos teljesítmény: 30kW
 Termikus teljesítmény: 60kW
 Hűtővíz hőfoklépcső: 70/90°C
 Füstgáz zajszint (1m, spektrálisan): 75dB(A)
 Motor zajszint (1m, spektrálisan): 75dB(A)
 Generátor feszültségszint: 0,4kV
 Villamos hatásfok: 30,3%
 Termikus hatásfok: 60,61%
 Teljes hatásfok: 90,91%
 Energia igény: 99 kW
 Gázfogyasztás: 10,5 Nm³/h
 Csatlakozási gáznyomás: 25- 50 mbar
 5% oxigéntartalmú füstgázra vonatkoztatott kibocsátási értékek:
 Nitrogéndioxid kibocsátás: 490mg/Nm³
 Szénmonoxid kibocsátás: 640mg/Nm³
 Nem metán szénhidrogének: 140mg/Nm³

A NRG 30 G4L motor adatai:

Építési adatok:		
A működés módszere	4-ütemű szikragyújtású motor turbó-feltöltő nélküli, szívómotor	
Forgásirány a lendkerék irányába nézve	órmutató járásával ellenkező irányú	
Henger-elrendezés		soros
Hengerszám		4
Furat	mm	100
Löket	mm	127
Teljes lökettérfogat	l	3,99
Mechanikai teljesítmény	kW	35
Sűrítési arány (70-nél nagyobb MR értékű gázoknál)	Epsi-lon	12

Szabványos referencia feltételek:

Légnyomás	mbar	1000*)
Levegő hőmérséklete	°C	25
Relatív páratartalom	%	30

*) ill. az átlagos tengerszint fölött 100 m

Üzemviteli adatok:

A motor névleges sebessége	ford./perc	1500
A dugattyúk átlagos sebessége a motor normál sebessége mellett	m/s	6,35
Kenőolaj üzemi nyomás	bar	3 – 4
Kenőolaj minimális nyomás ¹⁾	bar	2
Hűtővíz kilépő hőmérséklete teljes terhelés mellett	°C	90

Gázfogyasztás

Fölgáz az alapüzemanyag, min. 98%-os metántartalom az alábbi paraméterekkel:

Min. metánszám	80
Fűtőérték	34MJ/m ³
Minimális gáznyomás	2kPa
Nyomásváltozás	< 10%

A gázfogyasztás számlázási feltételekkel kerül megállapításra, azaz:

Gázhőmérséklet	15 °C
Abszolút gáznyomás	101,325 kPa

A gázfogyasztásra vonatkozó adatokat illetően az érvényes tűréshatárok $\pm 5\%$ 100%-os teljesítménynél és $\pm 8\%$ 75 vagy 50%-os teljesítménynél.

4. Veszélyesanyag-kibocsátás

A kogenerációs egységek a következő kibocsátási értékeknek felelnek meg (átszámítva 5% O₂-re):

NO _x	500mg/Nm ³
CO	650mg/Nm ³
nem metános C _x H _y	150mg/Nm ³

A nem metános C_xH_y kibocsátás értékét akkor veszik figyelembe, ha a pillanatnyi fogyasztás 3kg/óránál magasabb.

- C. Mórahalmi Geotermikus Kaszkádrendszer B-45 jelű termálkút 2011 évben elvégzett részletes gázvizsgálata alapján a kísérőgáz összetétele az alábbiak szerint alakul:

B-45 (T-1) jelű termelő kút

Talpmélység: 1260m

Vízadó képesség: 55,2 m³/h búvárszivattyúval, 132 m³/h kompresszoros termeléssel

Kifolyó hőmérséklet: 62,1 °C

Gázösszetétel: Metán 83,8%, CO₂ 9,3%, N₂ 6,9%

Hőigény: Télen 60 m³/h, nyáron 15 m³/h

A Geo-Log Kft. mérőcsoportja végezte el a KHVM. 12/1997. (VIII.29.) sz. rendelet előírása szerinti gáztartalom vizsgálatot, és az elvégzett vizsgálatok alapján az alábbi eredményeket közölte:

Kút helye, száma: Mórahalom, Hunyadi Liget, B-45 jelű hévízkút

Fúrás éve: 2008 Kataszteri száma: B-45

Talpmélység: 1260,0 m Szűrőzés: 1079,5-1232,5 m között

Helyszíni vizsgálat időpontja: 2011. július 21.

Szeperator csatlakozási helye: a búvárszivattyú nyomóágán

Szeperálás módja, időtartama: főáramkörű, átfolyásos, 2 óra, a gyűrűstérből kiváló gáz is be volt vezetve a szeperatorba

Mintavétel helye: szeperator után

Laboratórium munkaszáma: **34489**

Víz kivétel: búvárszivattyús

Gázszeparálás

Vízhozam: 790 [l/min] Gázhozam: 444 [l/min]

Víz hőmérséklet: 63,0 [°C] Gáz hőmérséklet: 47,7 [°C] Légn nyomás: 1003 [hPa]

Gázvizsgálati eredmény

Szeparált gáztartalom:

GVV_{sz} 508 [l/m³]

Szeparált metántartalom:

MVV_{sz} 446 [l/m³]

Oldott gáztartalom: GVV_o 15,6 [l/m³]

Oldott metántartalom: MVV_o 9,4 [l/m³]

Összes gáztartalom:

GVV 524 [l/m³]

Összes metántartalom: MVV 455 [l/m³]

A 12/1997. (VIII.29.) KHVM rendelet szerint a kút vize **metántartalma szerint a "C" fokozatba tartozik.**

A kút metánhozama 790 liter/perc vízhozam termelés mellett: 359,4 liter/perc

D. *B-45 gázmotoros CHP HMKE erőmű*

NRG MINI P50 SP NG típusú CHP egység

A CHP egység műszaki specifikációja

Motor Típusa:	NRG 50 G4LTI
Kialakítás, rendszer:	Soros 4 hengeres, turbófeltöltős
Villamos teljesítmény:	45kW
Termikus teljesítmény:	66kW
Hűtővíz hőfoklépcső:	70/90°C
Füstgáz zajszint (1m, spektrálisan):	75dB(A)
Motor zajszint (1m, spektrálisan):	75dB(A)
Generátor feszültség szint:	0,4kV
Villamos hatásfok:	34%
Termikus hatásfok:	50%
Teljes hatásfok:	84%
Energia igény:	132 kW
Gázfogyasztás:	13,9 Nm ³ /h
Csatlakozási gáznyomás:	25- 50 mbar

5% oxigéntartalmú füstgázra vonatkoztatott kibocsátási értékek:

Nitrogéndioxid kibocsátás: 490mg/Nm³

Szénmonoxid kibocsátás: 640mg/Nm³

Nem metán szénhidrogének: 140mg/Nm³

(A fent jelzett gázfogyasztás adatok 9,32 kW/Nm³(földgáz) fűtőértéknél valósulnak meg, kísérőgáz üzemben a fogyasztás változhat.)

A NRG 50 G4L TI motor adatai:

Építési adatok:	
A működés módszere	4-ütemű szikragyújtású motor turbó-feltöltős, szívómotor
Forgásirány a lendkerék irányába nézve	óramutató járásával ellenkező irányú
Henger-elrendezés	soros
Hengerszám	4

Furat	mm	100
Löket	mm	127
Teljes lökettérfogat	l	3,99
Mechanikai teljesítmény	kW	50
Sűrítési arány (70-nél nagyobb MR értékű gázoknál)	Epsi-lon	12

Szabványos referencia feltételek:

Légnyomás	mbar	1000*)
Levegő hőmérséklete	°C	25
Relatív páratartalom	%	30

*) ill. az átlagos tengerszint fölött 100 m

Üzemviteli adatok:

A motor névleges sebessége	ford./perc	1500
A dugattyúk átlagos sebessége a motor normál sebessége mellett	m/s	6,35
Kenőolaj üzemi nyomás	bar	3 – 4
Kenőolaj minimális nyomás ¹⁾	bar	2
Hűtővíz kilépő hőmérséklete teljes terhelés mellett	°C	90
Kenőolaj fogyasztás (átlagos érték teljes terhelés mellett)	g/kWh	0,2

¹⁾ A kenőolaj minimum nyomása a motorolaj hőmérsékletétől és a motor hőmérsékletétől függ, és a 2-4 bar tartományban helyezkedik el.

Gázfogyasztás

Fölgáz az alapüzemanyag, min. 98%-os metántartalom az alábbi paraméterekkel:

Min. metánszám	80
Fűtőérték	34MJ/m ³
Minimális gáznyomás	2kPa
Nyomásváltozás	< 10%

A gázfogyasztás számlázási feltételekkel kerül megállapításra, azaz:

Gázhőmérséklet	15□C
Abszolút gáznyomás	101,325 kPa

A gázfogyasztásra vonatkozó adatokat illetően az érvényes tűréshatárok $\pm 5\%$ 100%-os teljesítménynél és $\pm 8\%$ 75 vagy 50%-os teljesítménynél.

4. Veszélyesanyag-kibocsátás

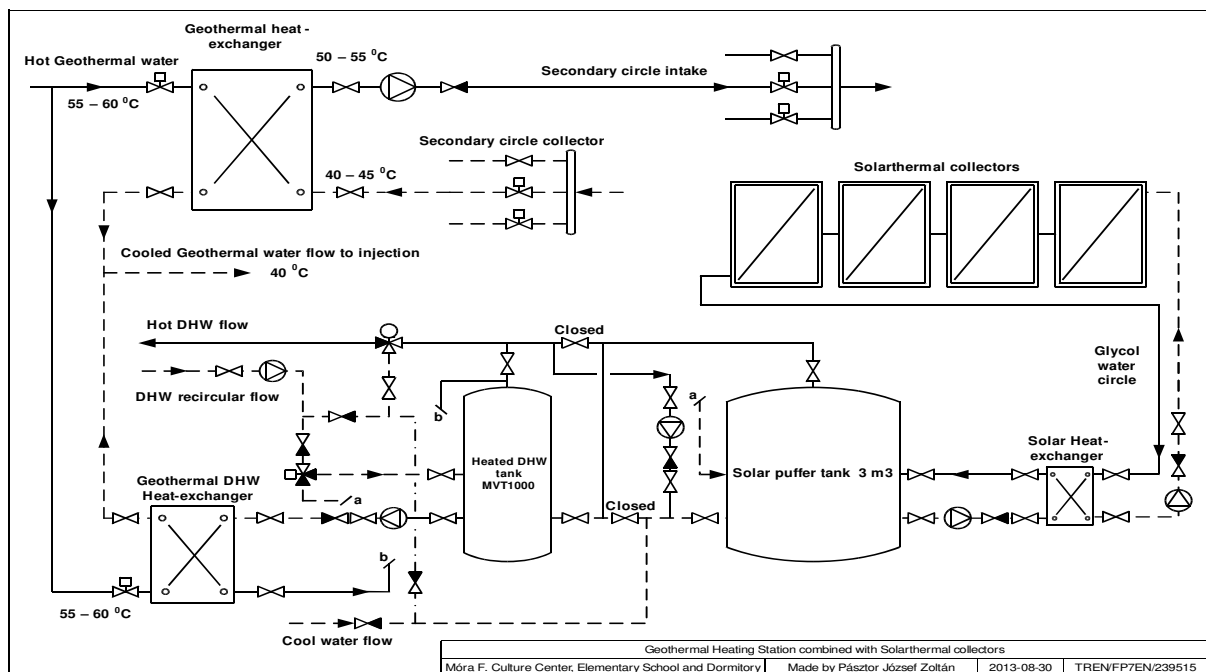
A kogenerációs egységek a következő kibocsátási értékeknek felelnek meg (átszámítva 5% O₂-re):

NO _x	500mg/Nm ³
CO	650mg/Nm ³
nem metános C _x H _y	150mg/Nm ³

A nem metános C_xH_y kibocsátás értékét akkor veszik figyelembe, ha a pillanatnyi fogyasztás 3kg/óránál magasabb.

2.2. Napkollektoros Használati Melegvíz-ellátó rendszerek a meglévő geotermikus fűtési és HMV előállító rendszerbe való integrálása

Már a Móraalmi Geotermikus Kaszkárendszer üzembe helyezését követően felmerült az igény, hogy tovább csökkentsük a használati melegvíz előállítás földgázigényét. Ugyanis a fűtési szezon lezárását követően az óvoda és az iskola épületében üzemelő konyhák abban az időszakban is igényelnek. Továbbá a termálvizeink hőmérséklete miatt a konyhai alkalmazáshoz szükséges 50-55 C fokos használati melegvíz igény kielégítése nem minden üzemállapotban lehetséges, azaz csak az előmelegítést képes biztosítani a rendszer. Így a szükséges hőfokú víz előállítása továbbra is igényel vezetékes földgázt. Mindezek együttesen tették indokoltá a napkollektorokkal kombinált használati melegvíz-ellátó rendszerek létrejöttét. A napkollektoros rendszer első sorban a fűtési szezonon kívüli időszakban biztosítja a melegvíz szükségletet. A fűtési szezon elején és végén (április és október hónapok) a napkollektoros rendszer a geotermikus rendszerrel együttműködve, egymást kiegészítve látja el a melegvíz előállítási feladatot mindkét helyszínen. Míg a fűtési szezon többi hónapjában csak rásegít a melegvíz előállítási feladatra, azaz csak elő melegíti a vizet a geotermikus rendszer részére, hogy beállítható legyen a szükséges hőfokú víz.



A fenti folyamatábra mutatja be a Napkollektorokkal kombinált használati melegvíz-ellátó rendszer működését az egyik megvalósítási helyszínrre vonatkozóan.

2.3. Geotermikus fűtésű épületek épületenergetikai korszerűsítés (hőszigetelése és nyílászáró cseréje)

Már a Mórahalmi Geotermikus Kaszkádrendszer tervezése és megvalósítása közben tudomásunk volt arról, hogy a rendszer nem felel majd meg korszerű, energiatakarékos rendszerek kritériumainak, mivel a KEOP-4.1.0-2007 pályázati kiírás nem teszi lehetővé számunkra az épületek építészeti és belső épületgépészeti korszerűsítését. Ezért a jó gazda gondosságával megkezdtük a jövőbeli fejlesztési elképzeléseink összeállítását, hogy a projekt által érintett épületek épület energetikáját korszerűsítsük (építészet és gépészet), azaz a megújuló energiával is gazdálkodjunk. Nem engedhető meg ugyanis annak pazarlása sem. Így saját forrás igénybevételével a geotermikus energiaellátás technológiai igényeihez igazodó, nagyobb felületű-teljesítményű hőleadó berendezésekre (radiátorok) cseréljük a meglévőket, mivel hőcserélő kb. 55 °C-os előre menő hőmérsékletet képes csak biztosítani a beérkező 60 °C-os termálvízből, ami elmarad a vezetékes földgáz fűtésű fűtési rendszerben alkalmazottól. Mindezek együttesen indokolták, hogy az elavult nyílászárókat lecseréljük és az épületeket hőszigeteléssel lássuk el. Ezáltal csökkent a fejlesztéssel érintett épületek hőigénye, tágabb hőmérséklet tartományban képes a geotermikus energiával kielégíteni a fűtési igényt és mindehhez kevesebb termálvizet igényel a rendszertől.

2.4. Termálvíz maradék hő hasznosító hőszivattyús rendszer

Mint az előző pontban láthattuk a megújuló energiával is gazdálkodni kell és a rendszereket minél energiatakarékosabbá kell tenni, továbbá növelni kell a rendszerben hasznosítható tartományt is. Ez azt jelenti, hogy a hőcserélő betáplálási oldalán beérkező termálvíz hőjének minél nagyobb részét kell hasznosítani a rendszerben, minél alacsonyabb hőfokkal kell elengedni a visszasajtoló rendszerbe. Erre több technikai lehetőség is van, ezek a következők: Az épületekben alacsony hőfokigényű felületfűtési (padló-, mennyezet- és falfűtés) rendszert kell kialakítani vagy a rendszer legvégén vegetációs fűtési rendszerben kell utolsóként hasznosítani a maradék hőt. Ez a meglévő épületek esetében a régi fűtési rendszer és az épület ilyen mértékű átalakítása mellett egyrészt rendkívül költséges és időigényes feladat, másrészt ezekre a KEOP-os forrásból a megvalósítás során nincs lehetőség. Továbbá a KEOP-os projektek fenntartási időszak alatt sincs rá lehetőség a rendszer végpontján a vegetációs fűtés alkalmazására sem. A másik lehetőség az utolsó hőközpontban a maradék hő hőszivattyús rendszerben való hasznosítása, mellyel a hasznosítható hőt hasznosítható hőfokú fűtési vízzé alakíthatunk elektromos energia befektetésével.

A Rendszerek és projektek megtérülési ideje

A Mórahalmi Geotermikus Kaszkádrendszer megtérülési ideje:

Egyszerű megtérülési idő:

Évi 442.300,- m³ földgáz kiváltás eredményeként évi nettó 65.415.000,- Ft megtakarítást értünk el eddig, az évi nettó 12.000.000,- Ft üzemeltetési költség mellett, azaz összesen bruttó 67.837.000,-Ft megtakarítást realizáltunk.

Mindezek alapján a megtérülési idő 8,015 év, ha az amortizációs költséggel nem számolunk.

Megtérülési idő az amortizáció figyelembe vételével:

Évi 10.875.620,- Ft amortizációs költség mellett, így valójában csak összesen bruttó 56.961.380,-Ft megtakarítást realizáltunk.

Mindezek alapján a megtérülési idő 9,5465 év, ha az amortizációs költséggel is számolunk.

FP7-ENERGY-2008-TREN-1 ENERGY.2008.8.4.1.: CONCERTO communities: the way to the future program **Geothermal Communities – demonstrating the cascading use of geothermal energy for district heating with small scale RES integration and retrofitting measures megtérülési ideje:**

Egyszerű megtérülési idő:

Az eddigi adatok alapján évi nettó 24.073.224,- Ft megtakarítást értünk el eddig, az évi nettó 1.887.840,- Ft üzemeltetési költség mellett, azaz összesen nettó 22.185.384,-Ft megtakarítást realizáltunk.

Mindezek alapján a megtérülési idő 10,881 év, ha az amortizációs költséggel nem számolunk.

Megtérülési idő az amortizáció figyelembe vételével:

Az évi 3.665.893,- Ft amortizációs költség mellett, így valójában csak összesen bruttó 18.519.491,-Ft megtakarítást realizáltunk.

Mindezek alapján a megtérülési idő 13,035 év, ha az amortizációs költséggel is számolunk.

Kutatási és Technológiai Innovációs Alap **EU BONUS 12 pályázati kiírás társfinanszírozásával a **TREN/FP7EN/239515/GEOCOM MUNMOR** kódszámú, „**Geotermális Közösségek - Geotermikus energia kaszkádrendszerű hasznosításának demonstrálása távfűtési rendszerekben megújuló energiák integrálásával és felújított építményekkel**” projekt megtérülési ideje:**

Egyszerű megtérülési idő:

Az előbbi adatok alapján az évi nettó 24.073.224,- Ft megtakarítást és az évi nettó 1.887.840,- Ft üzemeltetési költség mellett, azaz összesen kb. nettó 22.185.384,-Ft megtakarítást realizáltunk.

Mindezek alapján a megtérülési idő 8,16 év-re módosul, ha az amortizációs költséggel nem számolunk.

Megtérülési idő az amortizáció figyelembe vételével:

Míg az évi 3.665.893,- Ft amortizációs költség mellett, az összesen bruttó 18.519.491,- megtakarítást realizáltunk.

Mindezek alapján a megtérülési idő 9,776 év-re módosul, ha az amortizációs költséggel is számolunk.

Mórahalom, 2014. december 16.

Pásztor József Zoltán

okl. olajmérnök, „CEM”

Mórahalom Városi Önkormányzat projekt menedzsere,

fejlesztési referens

és

Móra-Solar Energia Kft.

ügyvezetője

Irodalom jegyzék: