

BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR
ENERGETIKAI GÉPEK ÉS RENDSZEREK TANSZÉK

HEGYFALVI CSILLA
TDK DOLGOZAT

**Depóniagáz-kapacitás hasznosítási lehetőségek a
Pusztazámori Regionális Hulladékkezelő Központban**

Konzulens:

Orbán Tibor
műszaki vezérigazgató-
helyettes
Főtáv Zrt.

Témavezető:

Dr. Gács Iván
egyetemi docens
*BME Energetikai Gépek és
Rendszerek Tanszék*

Budapest, 2011

Szerzői jog © Hegyfalvi Csilla, 2011.

Szerzői jog © Gács Iván, 2011.

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés.....	0
1.1. Célkitűzések	0
1.2. Áttekintés, elvek és módszerek	1
2. A Pusztazámori Regionális Hulladékkezelő Központ.....	2
2.1. A telep rövid bemutatása [13] [12]	2
2.2. A depóniagáz keletkezése [1][5]	3
2.2.1. Általános	3
2.2.2. A depóniagáz összetétele	4
2.2.3. A depóniagáz kinyerése [1] [5]	6
2.2.4. A telep kapacitása [14].....	8
3. Depóniagáz-kapacitás kiaknázása	9
3.1. Biogázmotor telepítése	9
3.1.1. A rendszer bemutatása	9
3.1.2. Költségek ismertetése	11
3.1.2.1. Beruházási költségek.....	11
3.1.2.2. Évente fellépő költségek és bevételek [9]	13
3.1.3. Környezetvédelmi vonatkozások [9].....	15
3.1.3.1. A projekt következtében a megújuló energia hasznosítás változása	15
3.1.3.2. Elmaradó CO ₂ kibocsátás vizsgálata.....	16
3.2. Gáztisztító berendezés telepítése.....	17
3.2.1. A technológia bemutatása [2][3][4].....	17
3.2.1.1. A tisztítás folyamata.....	18
3.2.2. A rendszerbe illesztés	20
3.2.3. Költségek ismertetése	21
3.2.3.1. Beruházási költségek.....	21
3.2.3.2. Évente fellépő költségek és bevételek.....	21
3.2.4. Környezetvédelmi vonatkozások [9].....	22
3.2.4.1. A projekt következtében a megújuló energia hasznosítás változása	22
3.2.4.2. CO ₂ kibocsátás vizsgálata	22
4. A beruházás gazdaságossága.....	23
4.1. Beruházási költség	23
4.2. Évente fellépő kiadások és bevételek	23
4.3. A beruházás üzleti terve.....	23
4.3.1. Árindexek kialakítása	23
4.3.2. Költségek és bevételek	25
4.3.2.1. Fajlagos értékek	25

4.3.2.2. Bevételek	26
4.3.2.3. Költségek.....	26
4.3.3. Eredményességi mutatók	29
4.4. Projekt érzékenységvizsgálata.....	34
4.4.1. Érzékenység a karbantartási költség változására	34
4.4.2. Érzékenység a biogázköltségre	36
4.4.3. Érzékenység a tisztított gáz fajlagos eladási árára	37
5. Összefoglalás/Eredmények értékelése	39
5.1. Eredmények, következtetések	39
6. Felhasznált források.....	40
6.1. Üzleti terv	41

ÁBRA- ÉS TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. ábra: A Pusztazámori Regionális Hulladékkezelő Központ látképe [12]	2
2. ábra: A biogáz összetételének változása az erjesztés különböző szakaszaiban [1]	5
1. táblázat: Gázféleségek a depóniagázban [1].....	5
3. ábra: A depóniagáz kinyerésének alapsémája [5]	6
4. ábra: A gyűjtő kialakítása [5]	6
5. ábra: A biogázkút kialakítás [1].....	7
2. táblázat: A telep kapacitására vonatkozó legfontosabb adatok.....	8
6. ábra: A telep egyszerűsített alapsémája.....	8
7. ábra: A gázmotoros depónia-hasznosítás alapsémája	9
3. táblázat: A gázmotor fő paraméterei	10
1. egyenlet: A fajlagos villamos energiatermelés	10
4. táblázat: A gázmotor működése.....	10
5. táblázat: A gázmotor energiatermelése	11
6. táblázat: A projektköltségek	11
7. táblázat: A gépek, berendezések, anyagok költségei	12
8. táblázat: A kivitelezési munkák költségei	12
9. táblázat: A gázmotor évente fellépő költségei	13
10. táblázat: Kötelező átvételi árak.....	14
11. táblázat: Értékesítési időszakok munkanapokon.....	14
12. táblázat: Értékesítési időszakok hétvégéken	15
13. táblázat: A gázmotor bevételei	15
8. ábra: A választott berendezés: Malmberg COMPACT GR 12 [4].....	17
14. táblázat: A gáztisztító rendszer kapacitási paraméterei [4]	17
9. ábra: A gáztisztító rendszer [4].....	18
10. ábra: A választott berendezés kapcsolási rajza	18
11. ábra: A telep alapsémája gáztisztító rendszer beépítése esetén.....	20
15. táblázat: A gáztisztító fő paraméterei	20
16. táblázat: Gáztisztító beruházási költségei	21
17. táblázat: Gáztisztító évente fellépő költségei	21
18. táblázat: Gáztisztító bevételei.....	22
19. táblázat: Évente fellépő kiadások és bevételek összefoglalása	23
20. táblázat: A fogyasztói árindex alakulása	24
21. táblázat: A termelői árindex alakulása	24
22. táblázat: A földgáz árának alakulása	24
23. táblázat: A villamos energia árának alakulása	25
24. táblázat: Fajlagos ára, díjak gázmotoros hasznosítás esetén.....	25
25. táblázat: Fajlagos árak, díjak gáztisztító telepítése esetén.....	25

26. táblázat: Bevételek gázmotoros hasznosítás esetén támogatott értékesítés mellett.....	26
27. táblázat: Bevételek gázmotoros hasznosítás esetén támogatás nélküli értékesítés mellett.....	26
28. táblázat: Bevételek gáztisztító telepítése esetén.....	26
29. táblázat: Alapdíj jellegű költségek gázmotoros hasznosítás esetén	27
30. táblázat: Alapdíj jellegű költségek gáztisztító telepítése esetén	27
31. táblázat: Hődíj jellegű költségek mindkét esetben	27
32. táblázat: Számviteli értékcsökkenés gázmotoros hasznosítás esetén.....	27
33. táblázat: Számviteli értékcsökkenés gáztisztító telepítése esetén.....	27
34. táblázat: Adótörvény szerinti értékcsökkenés gázmotoros hasznosítás esetén .	28
35. táblázat: Adótörvény szerinti értékcsökkenés gáztisztító telepítése esetén	28
36. táblázat: Adótörvény szerinti értékcsökkenés elszámolása gázmotoros hasznosítás esetén.....	28
37. táblázat: Adótörvény szerinti értékcsökkenés elszámolása gáztisztító telepítése esetén	28
38. táblázat: További költségek gázmotoros hasznosítás esetén	29
39. táblázat: További költségek gáztisztító telepítése esetén	29
40. táblázat: Eredményességi mutatók gázmotoros hasznosítás esetén támogatott értékesítés mellett	30
41. táblázat: Eredményességi mutatók gázmotoros hasznosítás esetén támogatás nélküli értékesítés mellett	30
42. táblázat: Eredményességi mutatók gáztisztító telepítése esetén	30
43. táblázat: További eredményességi mutatók gázmotoros hasznosítás esetén támogatott értékesítés mellett.....	31
44. táblázat: További eredményességi mutatók gázmotoros hasznosítás esetén támogatás nélküli értékesítés mellett.....	31
45. táblázat: További eredményességi mutatók gáztisztító telepítése esetén.....	32
46. táblázat: Megtérülési mutatók gázmotoros hasznosítás esetén támogatott értékesítés mellett	33
47. táblázat: Megtérülési mutatók gáztisztító telepítése esetén.....	33
48. táblázat: A karbantartási költség változásának hatása	34
12. ábra: Karbantartási költség hatása a BMR-re	35
13. ábra: Karbantartási költség változásának hatása a megtérülési időre	35
49. táblázat: A depóniagáz költség változásának hatása	36
14. ábra: A depóniagáz költség változásának hatása a BMR-re	36
50. táblázat: A tisztított gáz árváltozásának hatása	37
15. ábra: A depóniagáz költség változásának hatása a megtérülési időre.....	37
16. ábra: A tisztított gáz árváltozásának hatása a BMR-re.....	38
17. ábra: A tisztított gáz árváltozásának hatása a megtérülési időre	38

1. BEVEZETÉS

1.1. Célkitűzések

Napjainkban egyre inkább előtérbe kerül Magyarország energiaimport-függősége, amelyre legutóbb a 2009. januári gázkrízis, azaz a földgáz-piac eddig megszokott rendjének felborulása hívta fel a figyelmet. Magyarország esetében ez a probléma még előbbre való, hiszen a primer energiamérlegben a földgáz részaránya meghaladja a 40%-ot. Ez a részarány az elmúlt években még intenzívebben nőtt, mivel a földgáz szerepe nemcsak a villamosenergia-termelésben, hanem a (lakossági és kommunális) fűtési és használati meleg víz igények kielégítésében is jelentős. Ezen igények kielégítésekor energiahatékonyságra kell törekednünk, de emellett a primerenergia-hordozók fokozatos kimerülésének kérdését is figyelemmel kell kísérnünk (és természetesen tennünk kell ellene). Ezen probléma orvoslásának egyik eszköze az Európai Unió, azaz az Európai Parlament és a Tanács által megszabott irányelvek szerint a megújuló energiaforrásokban keresendő. Mára már egyre nagyobb szerepet kapnak a szűkebb értelemben vett megújulók mellett az egyéb biomasszák és biogázok is, ezért ebben a dolgozatban a kommunális hulladéklerakókon keletkező depóniagáz hasznosításának lehetőségeit fogom részletesen bemutatni. Így jelen dolgozat célja, hogy a Pusztazámmori Regionális Hulladékkezelő Központ hulladéklerakóján termelődő biogázmennyiség kiaknázásának lehetőségeit számba vegye, és részletes műszaki, környezetvédelmi és gazdaságossági elemzést adjon a lehetséges technológiákról. A vizsgált létesítmény esetén két útja van az adott kapacitás kihasználásának: egyrészt egyértelmű megoldásnak tűnik egy gázmotor installációja a hulladékkezelő energetikai rendszerébe, másrészt pedig számításba kell venni egy depóniagáz tisztító berendezés telepítésének esetét is. A dolgozat keretein belül mindkét megoldás műszaki sajátosságait részletezem, kitérve a vizsgált telepre való installáció vonatkozásaira is. Emellett mindkét verzió környezetterhelési hatásait is vizsgálom, hiszen egy ilyen projekt esetében ezek a szempontok sem elhanyagolhatók. A dolgozat fontos része a műszaki és környezetvédelmi aspektusok ismertetése mellett a projektek gazdaságosságának részletes taglalása. Ezért a dolgozatban bemutatásra kerül mindkét tervezet 15 éves horizontú, költségvetéssel ellátott üzleti terve (érzékenységvizsgálattal), figyelembe véve a különböző árindexek változásait és a hatályos jogszabályokat.

1.2. Áttekintés, elvek és módszerek

Úgy gondolom, hogy egy ilyen jellegű értékelésnek mindenképpen logikailag felépítettnek kell lennie, ezért erre nagy hangsúlyt fektettem, hiszen ez a legfontosabb eszköze az átláthatóságnak, érthetőségnek. A dolgozatom első részében magát a telepet, és az ott megjelenő még kiaknázatlan kapacitást mutatom be. A következő fejezetben vázolom fel azokat a lehetőségeket, amelyek által a lehető legelőnyösebben hasznosítható a depóniagáz. A fejezet keretein belül történik mindkét technológia jellemzése, a rendszerbe illesztés menete, az egyes megoldások beruházási- és évente fellépő költségeinek, valamint bevételeinek számbavétele. Emellett nem hagyhatóak ki a környezetvédelmi vonatkozások sem, ezért a tervezetek által létrejövő megújuló energia hasznosításbeli változást és szén-dioxid kibocsátást is részletezem. Az utolsó fejezetet az üzleti terv ismertetése képezi, melyet a következő évek gazdasági helyzetét előrejelző mutatók kialakításával kezdem, majd az ez által kialakuló fajlagos költségek és bevételek segítségével bemutatom az elkövetkezendő 15 év mérlegét. Ezeknek az ismertetése után az üzleti terv megtérülési mutatóinak segítségével állapítom meg a projekt sikerességét, majd ezen mutatók változását vizsgálom a fő paraméterek változtatásának hatására.

2. A PUSZTAZÁMORI REGIONÁLIS HULLADÉKKEZELŐ KÖZPONT

2.1. A telep rövid bemutatása [13] [12]

A Fővárosi Közterület-fenntartó Zrt. a Budapestről és agglomerációjából származó települési szilárd hulladékok elhelyezéséről kétféleképpen gondoskodik. A nagyobbik részét Magyarország egyetlen települési szilárd hulladékégetőművében, a Hulladékhasznosító Műben hasznosítja villamos energia- és hőtermelésre. A fennmaradó részt pedig a Dunakeszi 2. sz. hulladéklerakón és a Pusztazámori Regionális Hulladékkezelő Központban lerakással ártalmatlanítják.



1. ábra: A Pusztazámori Regionális Hulladékkezelő Központ látképe [12]

A Pusztazámori Regionális Hulladékkezelő Központ 2000-ben létesült, Budapest szilárd települési hulladékainak mintegy 35%-át, valamint a lerakó közelében található területek hulladékának nagy hányadát – részben közszolgáltatás keretén belül – ártalmatlanítja. Emellett a lakosság által keletkező veszélyes-, és szelektíven gyűjtött hulladék elhelyezéséről is gondoskodik a telep. Ezen belül a zöldhulladék hasznosítására 2005-ben GORE rendszerű komposztáló telep került kiépítésre, amely azóta is 9800 t/év kapacitással működik és az előállított komposzttal elősegíti a lerakó folyamatos rekultivációját.

A hulladéklerakó feltöltése két ütemben történik, az I. ütem 18 hektár alapterületű, 55 m tervezett feltöltési magasságával mintegy 4,3 millió m³ kapacitással bír. Amennyiben az I. ütem teljes mértékben feltöltésre kerül, a telep tovább bővíthető mintegy 60 hektár területre a II. ütem keretén belül.

A beérkezett hulladék természetesen azonosítás, mérlegelés, elektromos regisztráció és ellenőrzés után kerül lerakásra. A központ nagy hangsúlyt fektet a környezetvédelmi szabályok betartására, ezért – a teljes körű műszaki védelem, a csurgalékvíz-

gyűjtő, valamint a légbefúvásos rendszer működésének folyamatos ellenőrzésére – geofizikai szenzorokat, és talajvízfigyelő kutakat alkalmaznak, valamint felszíni vízmintavételi-, zaj- és rezgésvédelmi-, talajvédelmi-, levegőminőség ellenőrző mérőpontokon vett minták – a központban található akkreditált laboratóriumban való – folyamatos vizsgálata és kiértékelése mellett működik a telep.

A dolgozat szempontjából legfontosabb, hogy a gázkutak kiépítése után 2006 őszén megkezdődött a hulladéklerakóban képződő depóniagáz kinyerése. Ezt a mennyiséget kisebb részben a hulladékkezelő központ hőenergiával való ellátására hasznosították, nagyobb részben pedig egy 500 m³/óra teljesítményű, magas hőmérsékletű fáklyán ártalmatlanították. Ennek a depóniagáz kapacitásnak a racionálisabb felhasználására keres megoldást jelen dolgozatom.

2.2. A depóniagáz keletkezése [1][5]

2.2.1. ÁLTALÁNOS

A települési szilárdhulladék-lerakó lényegében egy természetes, nagytérfogatú bioreaktornak fogható fel, ahol anaerob (oxigénmentes) körülmények dominálnak, és a gazdaságossági elemzések alapján megállapítható, hogy előnyösebb, ha a lebomlás mezofil (30-37,5 °C) hőmérséklet-tartományban történik.

A depóniagáz keletkezése szempontjából a települési szilárd hulladék 3 fő vegyületcsoportja: a szénhidrátok, a fehérjék és a zsírok.

A lebontási folyamat igen bonyolult, számos baktérium törzs szimbiotikus kapcsolatán keresztül történik, de alapvetően 2 fő szakaszra osztható:

- Az első egy fermentációs biokémiai folyamat (savas erjedés), amelynek során a nagy molekulájú szerves vegyületek rövid szénláncú zsírokká bomlanak, szén-dioxid és hidrogén keletkezése mellett. A lebontást savképző baktériumok és gombák (tejsav, propionsav és vaj savbaktériumok) végzik.
- A második szakaszban a rövid szénláncú zsírsavak alakulnak át anyagokat oldható zsírsavakra, alkoholokra, szén-dioxidra, hidrogénre, hidrogén-szulfidra a már ismert baktériumok segítségével.

A folyamat végeredménye az energetikai célokra hasznosítható depóniagáz, amelynek összetételét a továbbiakban ismertetem.

Ha a depóniagáz keletkezését akarjuk bemutatni, semmiképpen sem elhanyagolható azoknak a tényezőknek az ismertetése, amelyekről nagyban függ a biogázképződés:

- Tápanyag-tartalom

A lebontást végző mikroszervezetek által felvehető, lebontható szerves anyag, amely valójában a lebontandó hulladékot jelenti. Erre a célra sokféle szerves anyag megfelel, csupán arra kell figyelni, hogy a betáplált hulladék összetételek közel állandó legyen, ezáltal biztosítva a baktériumok, gombák és egyéb lebontó szervezetek kiegyensúlyozott működését.

- Kémhatás

A fent említett fermentív és metanogén szervezetek által történő lebontás számára a semleges (azaz pH=7 körüli) körülmények a legkedvezőbbek. Viszont a folyamat előrehaladtával egyre inkább savasodik a környezet, azaz csökken a pH érték, ezáltal a mikroszervezetek működése lassul.

- Mérgező anyagok

Negatív hatással vannak a baktériumok, gombák tevékenységére, szélsőséges esetben a teljes állomány kipusztulását okozhatják.

- Nedvesség

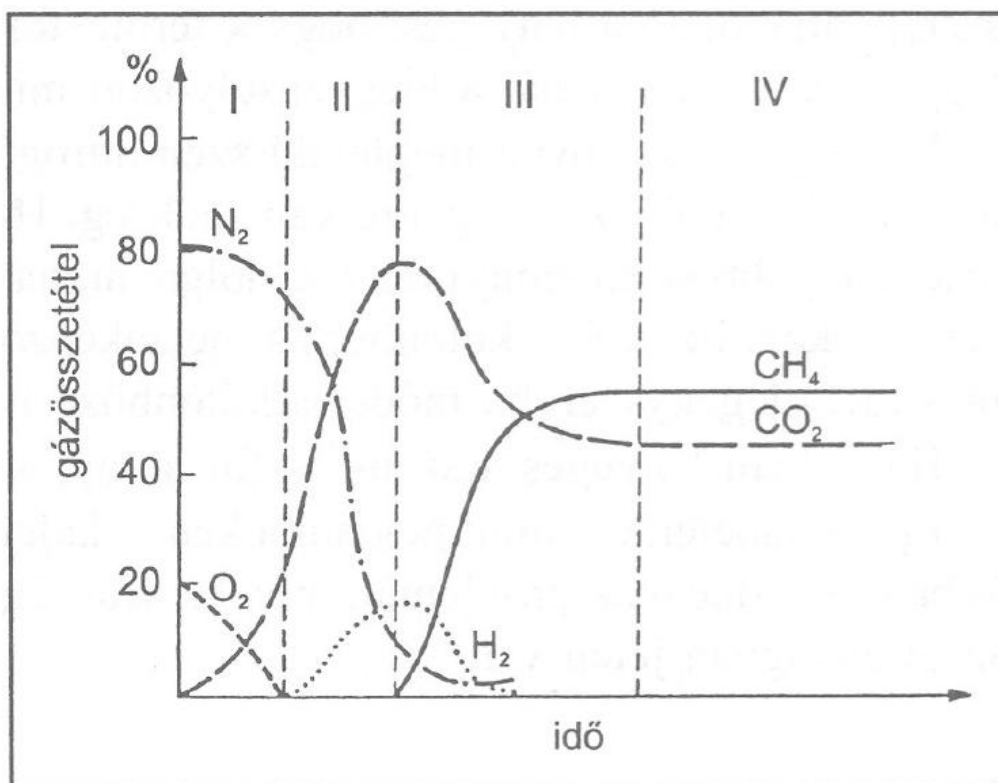
Egyrészt a biokémiai folyamatok közegül szolgál, másrészt a mikroszervezetek anyagcseréjéhez is szükséges, ezáltal a tápanyag nedvességtartalma semmiképpen sem elhanyagolható.

- Hőmérséklet

A gázképződés talán legfontosabb befolyásoló tényezője a hőmérséklet. Ez alapján különböztetjük meg a mezofil (optimális hőmérséklet: 30-35 °C) és a termofil (optimális hőmérséklet: 50-65 °C) eljárást. A fentiekben már említettem, hogy a mezofil körülmények biztosítása gazdaságossági szempontból előnyösebb, mivel a hőmérséklet növelése olyan műszaki megoldásokat követel, amelynek költségei olyan magasra rúgnak, hogy a beruházás nem térül meg az üzemidő alatt.

2.2.2. A DEPÓNIAGÁZ ÖSSZETÉTELE

A keletkező depóniagáz értékét az határozza meg, hogy milyen arányban tartalmaz metánt, azaz CH₄-et. A biogáz összetételének alakulását szemlélteti a 2. ábra:



2. ábra: A biogáz összetételének változása az erjesztés különböző szakaszaiban [1]

A szakaszok a következők:

I.: aerob szakasz

II.: anaerob szakasz, savas szakasz

III.: anaerob, metános szakasz (instabil)

IV. anaerob, metános szakasz (stabil)

Az 1. táblázatban az egyes gázfélések minimális-, maximális- és átlagos arányát tartalmazza.

1. táblázat: Gázfélések a depóniagázban [1]

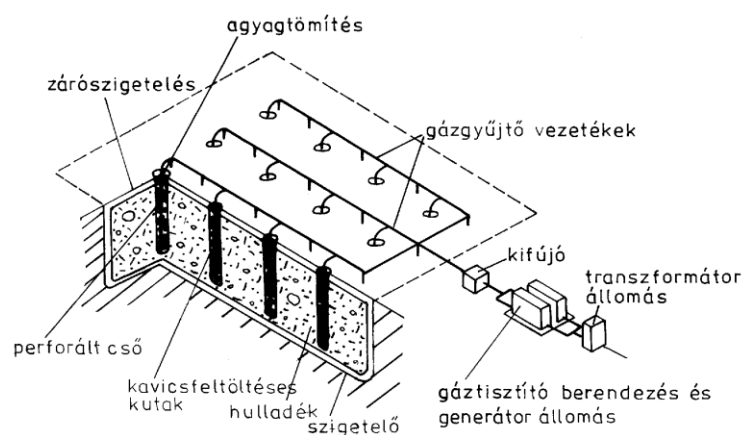
Gázfélések a depóniagázban			maximum [%]	minimum [%]	átlag [%]
Fő komponensek	metán	CH ₄	70	55	66
	szén-dioxid	CO ₂	44	27	31
Mellékgázok	hidrogén	H ₂	4	-	Mellékgázok összesen 3
	oxigén	O ₂	1	-	
	nitrogén	N ₂	1	0,1	
	szén-monoxid	CO	4	-	
	kén-hidrogén	H ₂ S	2	-	

A keletkező depóniagáz fűtőértéke 21-25 MJ/m³ között mozog a táblázatban látható szén-dioxid és metán arány függvényében.

2.2.3. A DEPÓNIAGÁZ KINYERÉSE [1] [5]

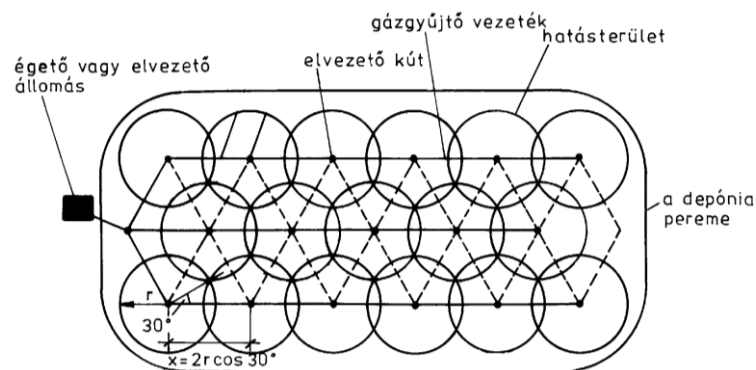
Mára már hazánkban is egyre inkább elterjedt a települési hulladék-lerakóhelyi biogáz termelés, mégpedig a gázkivételi kutak segítségével, amelyek nemcsak újonnan létesített lerakók esetén a feltöltés során folyamatosan, hanem már meglévő lerakó esetén új kutak beépítésével is telepíthetők. A gázkinyerésre, azaz a kutak kialakítására több megoldás is létezik, de két fő csoportot különítünk el: függőleges és vízszintes rendszereket. További csoportosítási lehetőséget jelent az, hogy saját nyomása következtében, vagy valamilyen segédberendezés segítségével jut a gázgyűjtő kutakba. Ez alapján megkülönböztetünk aktív és passzív rendszereket.

A telepen aktív rendszerű, felső elszívású gázkúttal, illetve csőhálózattal történik a depóniagáz kinyerése az 3. ábrának megfelelően.



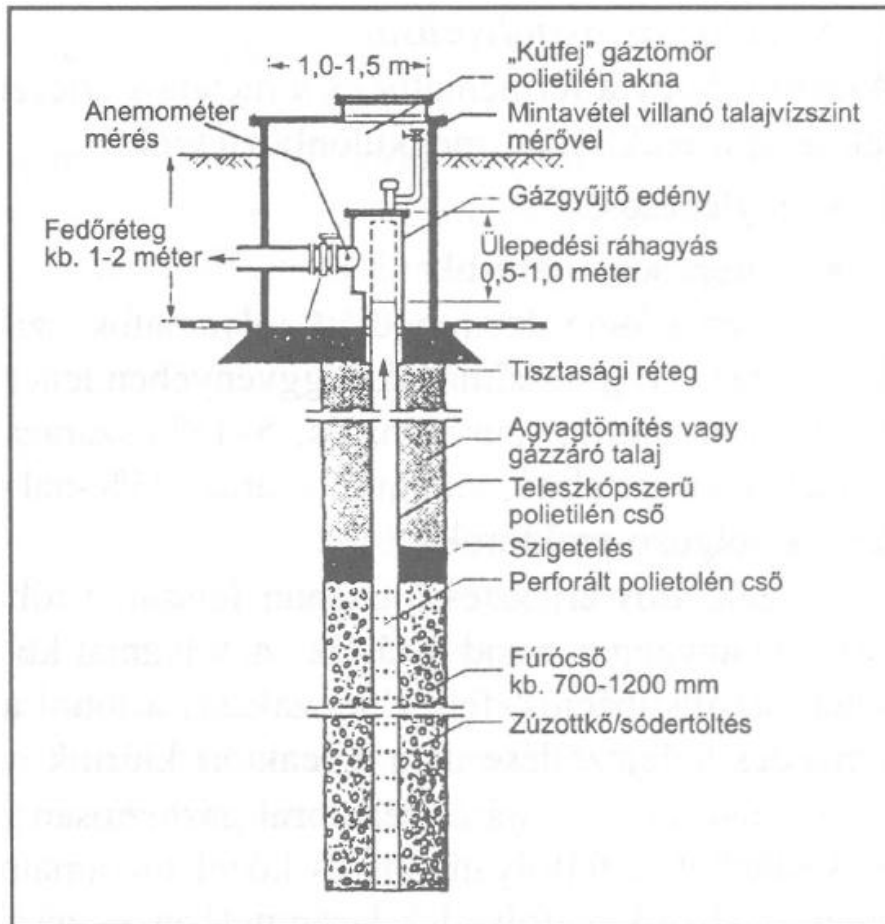
3. ábra: A depóniagáz kinyerésének alapsémája [5]

A kutak elhelyezése úgy történik, hogy a vákuum által generált hatásterületeik teljesen lefedjék a depónia területét. Erre azért van szükség, hogy a keletkező depóniagáz mindenképpen beleessen legalább az egyik kút hatókörébe, így biztosított lesz, hogy a gáz a csővezetéken távozik, ezáltal mértté, ellenőrzöttté válik, és nem szivárog el a légkörbe számbavétel nélkül. A kutak egymástól való távolságát a telepjellemzőktől függően határozzák meg.



4. ábra: A gyűjtő kialakítása [5]

Az egyes kutak, melyek meghatározott átmérőjűek, állnak egy adott átmérőjű perforált HDPE csőből, az ezt körülvevő adott szemcsenagyságú kavicságyból, illetve a biztonságos üzemeltetés érdekében kötelező építési előírásoknak megfelelő elemekből (kút alja, teteje, lezárása...).



5. ábra: A biogázkút kialakítás [1]

Minden kút külön a depóniába süllyesztett vezetéken kapcsolódik a mező KPE gyűjtő csőrendszeréhez – ez a fővezeték, amelynek a végén egy kompresszor van. Ezzel a kompresszorral hozzák létre a vákuumot. Amikor a vákuum létrejön, akkor alakul ki a kutak hatásterülete, ami lefedi a depónia területét. A nyomáskülönbség hatására a gáz a kutakba kerül, onnan a fővezetékbe, majd megfelelő kezelés után a hasznosító egységhez.

A hulladékkezelő központban a komplett technológiát 2006 szeptemberében helyezték üzembe, azóta is zavartalanul folyik a depóniagáz ártalmatlanítása olyan méréssel kiegészítve, amely megbízható adatokat szolgáltat egy későbbi depóniagáz hasznosító beruházás kialakításához, amelyre jelen dolgozat mutat alternatívákat.

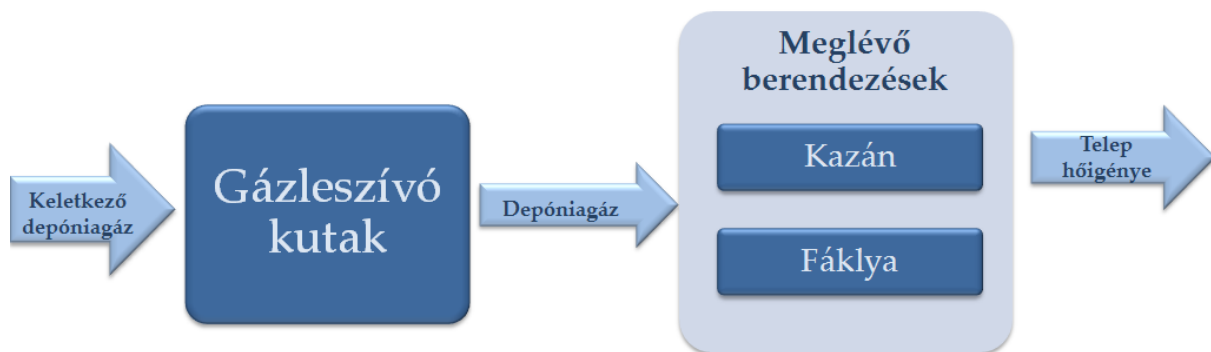
2.2.4. A TELEP KAPACITÁSA [14]

A mérések eredményei alapján megállapítható, hogy a gázleszívó egész éves rendelkezésre állásával, 1000 m³/óra biogáz hozam mellett évente 8 760 000 m³ depóniagáz nyerhető ki, amelynek a metántartalma a korábbi vizsgálatok szerint 50%. A depóniagáz hozammal kapcsolatos fontosabb adatokat a 2. táblázat tartalmazza:

2. táblázat: A telep kapacitására vonatkozó legfontosabb adatok

A telep kapacitása		
Biogáz hozam	m ³ /h	1 000
	m ³ /év	8 760 000
Metántartalom	%	50
Metán	m ³ /h	500
Gázleszívó rendelkezésre állása	%	100
	h/év	8760
Fűtőérték	MJ/m ³	21,99
Depóniagáz teljesítmény	kW	6108

Jelenleg a keletkező depóniagázt a gázleszívó kutakon keresztül nyerik ki, majd kis részét a telep hőigényeinek kielégítésére használják, viszont a fennálló hányadot ártalmatlanítani kell, ezért fáklyára vezetik. A fentiek ismeretében könnyen megrajzolható a telep egyszerűsített alapsémája, amely az 6. ábrán látható:



6. ábra: A telep egyszerűsített alapsémája

3. DEPÓNIAGÁZ-KAPACITÁS KIAKNÁZÁSA

Mivel a korábbiakban már ismertettem, hogy milyen mennyiségű depóniagáz áll rendelkezésre, ennek ismertetében következhet azoknak a technológiáknak a számbavétele, amelyek szóba kerülhetnek a vizsgált telep esetében.

3.1. Biogázmotor telepítése

3.1.1. A RENDSZER BEMUTATÁSA

Amennyiben a korábban elfáklyázott depóniagáz egy részét egy gázmotorban hasznosítjuk, a rendszer a következőképpen alakul:



7. ábra: A gázmotoros depónia-hasznosítás alapsémája

Jól látható, hogy a már meglévő berendezések mellé telepített gázmotor által termelt villamos energiát értékesítjük, a képződő hőt megfelelő hőpiac hiányában kényszerhűtőre kell vezetnünk. Mivel a választott gázmotor teljesítményét a bevált mérnöki gyakorlat alapján úgy célszerű megválasztani, hogy azt a legnagyobb biztonsággal tudjuk tüzelőanyaggal ellátni, így mindenképpen számolnunk kell valamikora fennmaradó depóniagáz-mennyiséggel, amelyet a fáklyán ártalmatlanítunk.

A telepítendő gázmotor 2 MW teljesítményű, amelynek az elvi maximális hatásfoka 84%. Így a betüzelt hőteljesítmény 4762 kW, amelyből 2000 kW (42%) teljesítmény jut villamosenergia termelésre, 2000 kW (42%) hőt kényszerhűtőre vezetünk, a fennmaradó 16%, azaz 476 kW pedig a veszteség. Ezt foglalja össze a 3. táblázat:

3. táblázat: A gázmotor fő paraméterei

Főbb paraméterek		
Villamosteljesítmény	kW	2000
Hőteljesítmény	kW	2000
Bevitt tüzelőhő	kW	4762
σ	-	1
η	%	84

A berendezés egyik legfontosabb jellemzője a fajlagos villamosenergia termelési mutató (σ), ami jelen esetben a termelt villamos energia és az elvonandó hő arányát adja meg, de megállapítható a villamos- és hőteljesítmény hányadosaként is:

$$\sigma = \frac{P_{villamos}}{P_{hő}} = \frac{E_{villamos}}{E_{hő}}$$

1. egyenlet: A fajlagos villamos energiatermelés

A szóba jöhető mérettartományban üzemelő gázmotor fajlagos villamosenergia termelési mutatója 1 körüli érték, azaz egyenlő arányban termelünk villamos- és hőenergiát (sajnos, amint azt már mondtam, ez utóbbi hőigény híján nem hasznosítható).

A gázmotor fő paramétereinek bemutatása után áttérhetünk a gázmotor működésével kapcsolatos kérdések tárgyalására. Mindenekelőtt le kell szögezni, hogy a telepíteni kívánt gázmotor nem üzemelhet egész évben, hiszen karbantartásra mindenképpen sort kell keríteni, valamint a váratlan kiesések lehetőségét is figyelembe kell venni. Ezért műszaki gyakorlatnak megfelelően 95%-os rendelkezésre állást feltételeztem, mégpedig ugyanolyan arányban a csúcs-, völgy- és mélyvölgy időszakokban. Ezt hívatott bemutatni a 4. táblázat:

4. táblázat: A gázmotor működése

Üzemidő 95% rendelkezésre állás mellett		
csúcsidőszak	h/év	3 963
völgyidőszak	h/év	3 046
mélyvölgy-időszak	h/év	1 313
Éves üzemidő	h/év	8 322

Ezáltal és az ismert paraméterek felhasználásával egyszerűen számítható a megtermelt villamos energia (az említett csúcs-, völgy- és mélyvölgy időszakokban), a keletkező hő, a betüzelt hőmennyiség, valamint kiaknázott depóniagázon felül elfáklázott mennyiség.

5. táblázat: A gázmotor energiatermelése

Megtermelt villamos energia összesen	kWh	16 644 000
csúcs	kWh	7 925 714
völgy	kWh	6 092 893
mélyvölgy	kWh	2 625 393
Megtermelt elvonandó hőenergia	GJ	59 918
Motorba betüzelt éves hőmennyiség	GJ	142 663
Motorban eltüzelt biogáz mennyiség	m ³	6 487 624
Elfáklázott biogáz mennyiség	m ³	2 272 376

3.1.2. KÖLTSÉGEK ISMERTETÉSE

3.1.2.1. Beruházási költségek

A beruházási költségeket három csoportra bontva mutatom be. Először is projekt előkészítési, lebonyolítási, illetve tervezési feladatainak kiadásait gyűjtöttem össze, majd a berendezések, gépek, szükséges anyagok, végül pedig a kivitelezés költségeit összesítettem. Ezt foglalja össze a következő három (6., 7. és 8.) táblázat:

6. táblázat: A projektköltségek

Projekt előkészítéséhez, lebonyolításához kapcsolódó költségek		
Közbeszeresztetés	eFt	6 000
Mérnökszolgálat (művezetés, műszaki ellenőr, próbaüzem)	eFt	15 000
Tervezés, megvalósíthatósági tanulmány	eFt	30 000
Összesen:	eFt	51 000

7. táblázat: A gépek, berendezések, anyagok költségei

Gépek, berendezések, anyagok		
Légfúvók	eFt	18 000
Kéntelenítő berendezés	eFt	35 000
Biogáz analizáló rendszer	eFt	7 000
Biogáz analizáló mobil készülék	eFt	1 500
Gázmérő	eFt	2 000
Elzáró szerelvények	eFt	500
Automatikus elzárók	eFt	800
Csővezetékek	eFt	1 000
Betonalaptest kéntelenítőhöz	eFt	600
Villamos kapcsoló szekrény	eFt	2 000
Konténer az elhasznált töltet anyag tárolásához	eFt	500
Térburkolat az új töltet tárolásához	eFt	300
Konténerbeszerelt, biogázmotor segédberendezéseivel kompletten	eFt	500 000
Gázégő biogáz tüzeléshez P=1500 kW	eFt	3 500
3. kazán kémény DN600	eFt	
Transzformátor 10/0,4 kV, 630 kVA	eFt	5 500
HFKV 10 kV 1600kVA	eFt	8 800
10 kV-os kapcsolóberendezés	eFt	27 500
0,4 kV-os kapcsolóberendezés	eFt	18 700
10 kVo-os földkábel	eFt	1 000
Villamos automatika	eFt	7 200
Csővezetékek, szerelvények	eFt	3 500
Gázvezetékek, szerelvények	eFt	3 000
Építészeti anyagok	eFt	5 000
Összesen	eFt	652 900

8. táblázat: A kivitelezési munkák költségei

Kivitelezési munkák		
Technológiai szerelési munkák	eFt	8 000
Villamos és automatika szerelési munkák	eFt	5 000
Építési munkák	eFt	400
Építésselőkészítő munkák	eFt	1 500
Gázvezeték, gázégő beépítés	eFt	2 000
Technológiai gépészet	eFt	1 500
Építészeti munkák	eFt	3 000
Villamos erőátviteli munkák	eFt	12 000
Villamos automatika munkák	eFt	5 500
10 kV-os távvezetési munkák	eFt	3 000
ÉMÁSZ alállomás átalakítás	eFt	12 000
Összesen	eFt	53 900

A táblázatokban szereplő értékek hozzávetőleges adatok, ezeknek megállapításakor „A Miskolci Hőszolgáltató Kft. Futó utcai kazánházában biogázmotoros erőtelep és kazánkorszerűsítés létesítésére, a rekultivált Bogáncs utcai hulladéklerakóból történő biogázellátására vonatkozó műszaki, gazdasági és pénzügyi megvalósíthatósági tanulmány” adataira támaszkodtam.

3.1.2.2. Évente fellépő költségek és bevételek [9]

Kiadások

Az évente fellépő költségeket tartalmazza a 9. táblázat. Ezeknek kialakításakor a beruházási költségekhez hasonlóan „A Miskolci Hőszolgáltató Kft. Futó utcai kazánházában biogázmotoros erőtelep és kazánkorszerűsítés létesítésére, a rekultivált Bogáncs utcai hulladéklerakóból történő biogázellátására vonatkozó műszaki, gazdasági és pénzügyi megvalósíthatósági tanulmány” vonatkozó részeit, valamint a mérnöki gyakorlatban bevált tapasztalatokat alkalmaztam. A biztosítás kiadásait ez alapján a beruházási költség 0,5%-ára, a fajlagos karbantartási költséget pedig 3 Ft/kWh-ra vettem fel, ami reális nagyságrendet jelent évente. Meg kell említeni, hogy egy gázmotor esetében természetesen szükség van adott időszakonként nagykarbantartásra, de az egyszerűség kedvéért ezt beépítettem az éves karbantartási költségelembe. Az előzőekhez hasonlóan az üzemeltetési költség értékét is a szakmai tapasztalat szerint határoztam meg.

9. táblázat: A gázmotor évente fellépő költségei

Állandó és változó költségek		
Biztosítás	%/beruh	0,5
	eFt/év	3 789
Karbantartási ktg. (nagykarbantartást is tart.)	Ft/kWh	3,0
	eFt/év	49 932
Üzemeltetési ktg.	eFt/év	6 658
Töltet pótlás kénytelenítő	eFt/év	4 000
Hulladékelhelyezés kénytelenítő	eFt/év	60 000
Területhasznosítási díj	eFt/év	30 000
Kút beszabályozás	eFt/év	5 000
Depónia karbantartás	eFt/év	6 500
Hálózatellenőrzés	eFt/év	1 000
Biogáz költség	Ft/m ³	25
	eFt/év	162 191
Költségek összesen	eFt/év	329 069

Bevételek

Gázmotor esetében a bevétel két forrásból származik: egyrészt a villamos energia, másrészt pedig a hő értékesítésből. Jelen esetben sajnos megfelelő hőpiac hiányában a megtermelt hőmennyiséget kényszerhűtőre kell vezetnünk, így ezáltal nem javítható a későbbiekben ismertetésre kerülő belső megtérülési ráta értéke.

A mai magyar gazdasági helyzetben a villamos energia értékesítési ára kulcskérdés, hiszen a kötelező átvételi rendszer 2011. július 1-től megszűnt, így a megújuló alapú villamosenergia-termelés (legalábbis új projektek esetén) ma nem támogatott. Emiatt ennek további vizsgálata szükséges, ezért 2 szélső esetet mutatok be, amelyek két különböző bevételi szintet jelentenek. Az egyik lehetőség az, hogy a villamos energiát – mindenféle támogatás nélkül - HUPX Magyar Szervezett Villamosenergia-piac Zrt. által meghatározott tőzsdei árak átlaga alapján 18 Ft/kWh áron értékesítjük. Így a bevétel egyszerűen 299 592 eFt-nak adódik évente.

A másik szélsőérték elemzése jóval bonyolultabb, mivel a 2012-től – valószínűleg - bevezetésre kerülő METÁR rendszer előzetes szabályozási koncepcióban (a megújuló- és alternatív energiaforrásokból előállított hő- és villamos energia kötelező átvételi rendszerről) nem találhatók pontos ármeghatározások. Így azt feltételeztem, hogy a régi KÁT-rendszer, azaz a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény és a megújuló energiaforrásból vagy hulladékból nyert energiával termelt villamos energia, valamint a kapcsoltan termelt villamos energia kötelező átvételéről és átvételi áráról szóló 389/2007. (XII. 23.) Kormányrendelet alapján az árak a következőképpen alakulnak:

10. táblázat: Kötelező átvételi árak

csúcsidőszak	Ft/kWh	33,35
völgyidőszak	Ft/kWh	29,84
mélyvölgy időszak	Ft/kWh	12,18

Mindenképpen tisztázni kell, hogy mit takar a csúcs-, völgy-, és mélyvölgy időszak fogalma. A Kormányrendelet ezt is definiálja:

- a csúcs-, völgy-, és mélyvölgy időszak alakulása munkanapokon:

11. táblázat: Értékesítési időszakok munkanapokon

Napszak	Téli időszámítás	Nyári időszámítás
Csúcsidőszak	06:00 – 22:00	07:00 – 23:00
Völgyidőszak	22:00 – 01:30 és 05:00 – 06:00	23:00 – 02:30 és 06:00 – 07:00
Mélyvölgy időszak	01:30 – 05:00	02:30 – 06:00

- nem munkanapnak számító napokon az egyes napszakok (zónaidők) időtartamát a következőképpen kell figyelembe venni:

12. táblázat: Értékesítési időszakok hétvégéken

Napszak	Téli időszámítás	Nyári időszámítás
Völgyidőszak	06:00 – 01:30	07:00 – 02:30
Mélyvölgy időszak	01:30 – 06:00	02:30 – 07:00

Az már ismert, hogy az említett időszakokban mennyit termelt a berendezés, így már egyszerűen számítható, hogy milyen bevételeket könyvelhetünk el.

13. táblázat: A gázmotor bevételei

Bevételek		
Villamos energia értékesítés		
csúcs	eFt	264 323
völgy	eFt	181 812
mélyvölgy	eFt	31 977
Villamos energia értékesítés összesen	eFt	478 112
Hő értékesítés		
Hő értékesítés összesen	eFt	0
Bevételek összesen	eFt	478 112

3.1.3. KÖRNYEZETVÉDELMI VONATKOZÁSOK [9]

Ha egy ilyen jellegű projektet vizsgálunk, nem csak a költségoldal vonatkozásait kell figyelembe venni, hanem gondolni kell arra is, hogy az adott műszaki megoldás környezetvédelmi szempontból mennyire megfelelő. Ennek a legjobb mutatója a megújuló energia hasznosításban bekövetkező változás és károsanyag-kibocsátás mértéke.

3.1.3.1. A projekt következtében a megújuló energia hasznosítás változása

Az mindenki számára egyértelmű, hogy a Föld nyersanyagkészletei végesek, ezért ma már egyre inkább előtérbe kerülnek azok a technológiák, amelyek primerenergia-megtakarításra, illetve megújuló energiaforrás hasznosításra törekszenek. Amennyiben a termelődő depóniagáz gázmotorban szekunder energiatermelésre fordítjuk, a korábbiakban részletezett okok miatt nem a teljes mennyiség kerül kiaknázásra, azaz a megújuló energia hasznosításban 6 487 624 m³ (azaz 142 663 GJ) –pozitív- változás történik, a fennmaradó 2 272 376 m³ gázt elfáklázzuk.

3.1.3.2. Elmaradó CO₂ kibocsátás vizsgálata

Az elmaradó ÜHG kibocsátás meghatározásánál feltételeztem, hogy a fáklyázás a korábbiakban is megtörtént.

Az elmaradó ÜHG (az egyszerűség kedvéért CO₂) kibocsátást gázmotoros energia-termelés esetén kétféle fajlagossal határoztam meg:

- egyrészt AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2009/28/EK IRÁNY-ELVE (2009. április 23.) szerint: amelynél a teljes bruttó erőművi struktúra szerinti fajlagos érték 560 kg CO₂/MWh (a hálózatra adott villamos energiára vonatkoztatva). Ez alapján 9 320,64 t CO₂ kibocsátás-megtakarítás adódik évente.
- másrészt a 213/2006. (X. 27.) Kormányrendelet alapján: amely szerint a becsült rendszerszintű közvetett változás szerinti fajlagos érték 930 kgCO₂/MWh (a hálózatra adott villamos energiára vonatkoztatva). Ez alapján 15 478,92 t CO₂ kibocsátás-megtakarítás adódik évente.

3.2. Gáztisztító berendezés telepítése

3.2.1. A TECHNOLOGIA BEMUTATÁSA [2][3][4]

A választott technológia Malmberg COMPACT GR 12, amelynek maximális kapacitása 1000 m³/h, amely teljes mértékben összhangban van a telepen termelődő depóniamennyiséggel. A berendezésre vonatkozó paramétereket és leírásokat a Malmberg vállalat árajánlata és technológiai tájékoztatója alapján ismertetem.

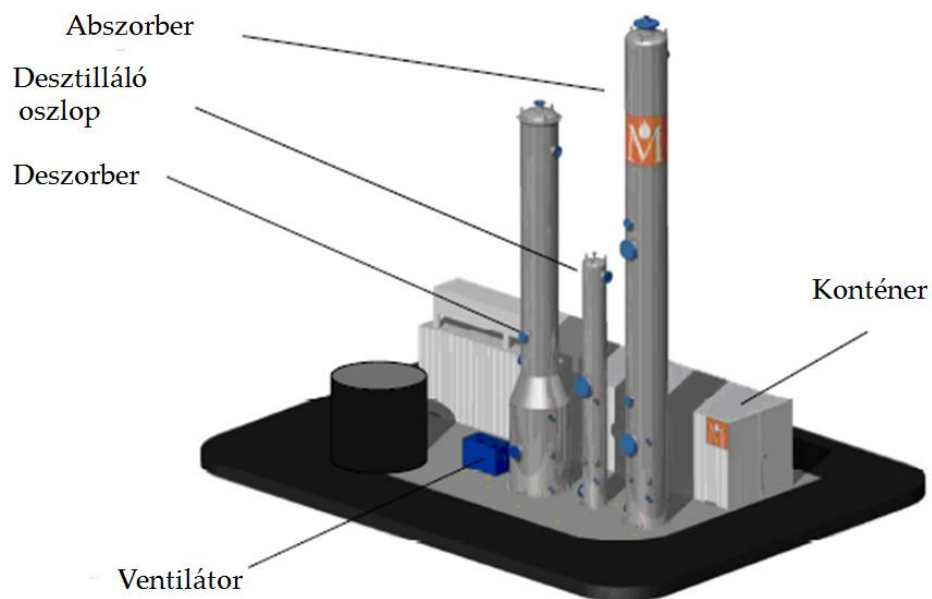


8. ábra: A választott berendezés: Malmberg COMPACT GR 12 [4]

A rendszer fő kapacitási paraméterei a 14. táblázatban találhatók:

14. táblázat: A gáztisztító rendszer kapacitási paraméterei [4]

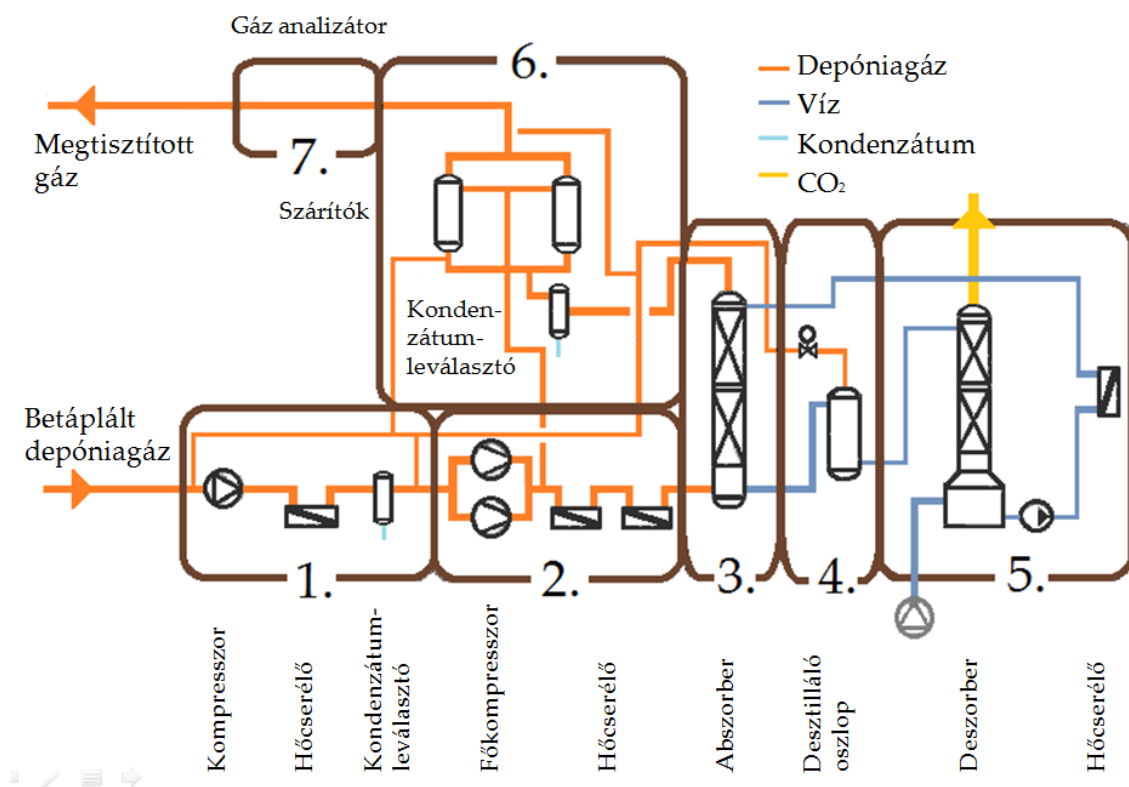
		Névleges	Minimális	Maximális
Nyersgáz térfogatáram	m ³ /h		700	1400
Tisztított gáz térfogatárama (50%-os metántartalommal, 40 °C hőmérsékleten)	m ³ /h	700	377	755



9. ábra: A gáztisztító rendszer [4]

3.2.1.1. A tisztítás folyamata

A tisztítás folyamatának bemutatása a rendszer berendezéseinek elvi kapcsolási sémájának segítségével a legegyszerűbb, ez a 10. ábrán látható:



10. ábra: A választott berendezés kapcsolási rajza¹

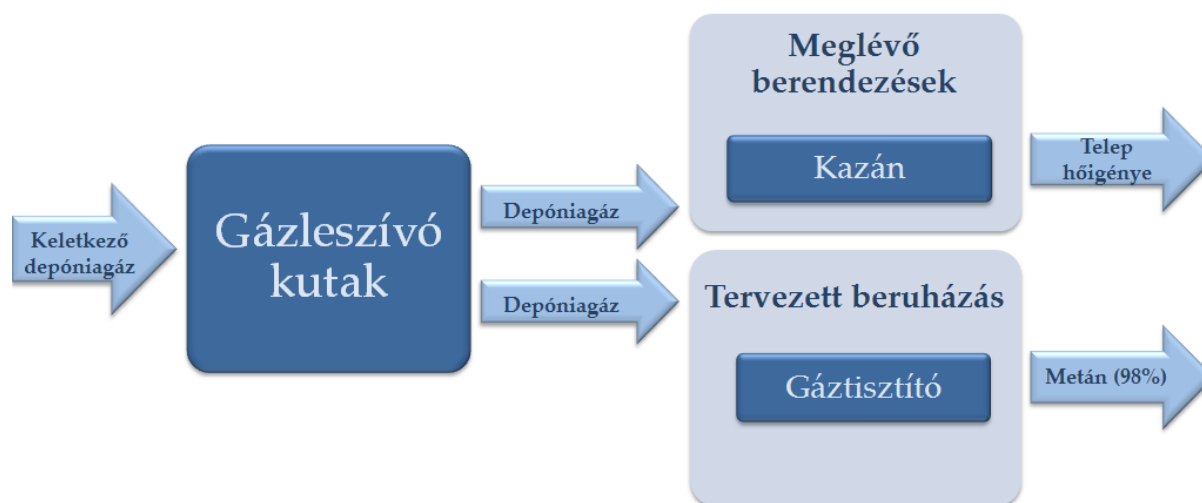
¹ A kapcsolási sémát a gyártó árajánlatában szereplő ábrák és leírások alapján készítettem. [4]

A gáztisztító berendezés működése a következő lépésekből áll:

- 1. lépés: A berendezésbe táplált 50-65%-os metántartalmú depóniagázt először komprimáljuk, majd egy hőcserélőn keresztül a kondenzátum-leválasztóba vezetjük a nedvességtartalom eltávolítására.
- 2. lépés: A már sűrített gázt tovább komprimáljuk a főkompresszorban, utána pedig a fő hőcserélőhöz juttatjuk. Itt lehetőség van a hő elvezetésére és hasznosítására (például épületek fűtésére). Ez megfelelő (a Malmberg vállalat portfóliójában található) hőhasznosító rendszer segítségével valósítható meg.
- 3. lépés: Miután a 2. lépésben megtörtént a gáz kompressziója és lehűtése, belép a töltetes abszorberbe, ahol víz segítségével megkötjük a szén-dioxidot és a kén-hidrogént és 96-98%-os metántartalommal halad tovább a rendszerben.
- 4. lépés: A 3. lépés során alkalmazott víz munkaközeget (amely a CO₂ és H₂S mellett kis mennyiségben metánt is megkötött) desztilláló oszlopon keresztül-cirkuláltatják a lehetséges legnagyobb mennyiségű metán kinyerése érdekében.
- 5. lépés: Ezután egy deszorberbe jut az előző lépésekben használt vízmennyiség, ahol távozik a szén-dioxid. Az így regenerált munkaközeget pedig visszavezethetjük a gáztisztítás folyamatába.
- 6. lépés: Az abszorberből kilépő gáz áthalad a második kondenzátum leválasztón, majd az adszorpció során két szárítóberendezés gondoskodik a maradék nedvességtartalom eltávolításáról.
- 7. lépés: Végül a gázelemző rendszer jelzi, ha a megtisztított gáz nem felel meg az előírt követelményeknek. Ebben az esetben a gázt visszavezetjük a 2. lépés kompresszoraiba, ezáltal fokozva a szennyezők leválasztásának hatékonyságát.

3.2.2. A RENDSZERBE ILLESZTÉS

Amennyiben a termelődő depóniagázt egy gáztisztító berendezésben való megtisztítás után a földgázhálózatba tápláljuk, akkor a rendszert szemléltető séma a következőképpen alakul (11. ábra):



11. ábra: A telep alapsémája gáztisztító rendszer beépítése esetén

A választott berendezéssel megtisztított depóniagáz várható metántartalma 97%, ebből valamint 95%-os rendelkezésre állásból egyszerűen számítható a hálózatba táplálható gáz mennyisége. Természetesen magának a tisztítónak és a gázt keringető kompresszoroknak nem elhanyagolható villamos energia igénye van, ennek szám-szerű értékét a gyártó által megadottak alapján határoztam meg. A fentieket foglalja össze a 15. táblázat:

15. táblázat: A gáztisztító fő paraméterei

Várható metántartalom	%	97
Tisztító rendelkezésre állás	%	95
Kiadott tisztított gáz mennyisége	m ³ /év	4 289 691
Villamosenergia-fogyasztás		
Tisztító	kWh/m ³ biogáz	0,25
	kWh	2 190 000
Kompresszor	kW	30
	kWh	262 800
Villamosenergia-fogyasztás összesen	kWh	2 452 800

3.2.3. KÖLTSÉGEK ISMERTETÉSE

3.2.3.1. Beruházási költségek

A beruházási költségek kialakítása a gyártó árajánlata, valamint a Hulladékkezelő Központ tájékoztatása alapján történt, és a 16. táblázat értékei szerint alakul:

16. táblázat: Gáztisztító beruházási költségei

Beruházási költségek		
Tisztító berendezés	€ ²	1 980 000
	eFt	574 200
Csatlakozási költségek	eFt	20 000
Vezetéképítés	eFt	112 500
Kompresszorok	eFt	27 000
Kromatográf	eFt	30 000
Összesen	eFt	763 700

3.2.3.2. Évente fellépő költségek és bevételek

Költségek

A gáztisztító esetén évente fellépő költségek között – hasonlóan a gázmotoros verzióhoz – a biztosítási kiadásokat a beruházási költség 0,5%-aként állapítottam meg, viszont a karbantartásra vonatkozó adatokat a gyártó biztosította. A telep vételezési villamos energia ára adott, ahogyan a biogáz előállításából származó költség is. Ezeket gyűjti össze a 17. táblázat:

17. táblázat: Gáztisztító évente fellépő költségei

Költségek		
Biztosítás	%/beruh	0,50
	eFt/év	3 819
Karbantartás	€/év	10 000
	eFt/év	2 900
Villamosenergia-fogyasztás	Ft/kWh	28
	eFt/év	68 678
Biogáz költség	Ft/m ³	25
	eFt/év	219 000
Költségek összesen	eFt/év	294 397

² A gyártó árajánlata a berendezés beruházási és egyéb költségeit €-ban adta meg, ezt 290 Ft/€ árfolyamon váltottam a magyar pénzre.

Bevételek

A bevételek a következőképpen alakulnak 88 Ft/m³-es ár mellett (18. táblázat):

18. táblázat: Gáztisztító bevételei

Bevételek		
Tisztított gáz fajlagos eladási ár	Ft/m ³	88
Tisztított gáz eladásából származó bevétel	eFt/év	377 493
Bevételek összesen	eFt/év	377 493

3.2.4. KÖRNYEZETVÉDELMI VONATKOZÁSOK [9]

3.2.4.1. A projekt következtében a megújuló energia hasznosítás változása

Amennyiben a keletkező depóniaigázt nem gázmotorban hasznosítjuk, hanem tisztítás után a földgázhálózatba tápláljuk, jóval nagyobb megújuló energia hasznosításbeli változást értünk el, hiszen így a teljes mennyiség, azaz évente 8 760 000 m³ (21,99 MJ/m³ fűtőérték mellett 192 632,4 GJ) depóniaigáz kerül kiaknázásra minden esetben (ez az érték nem tartalmazza a telep saját hőigényére fordított mennyiséget).

3.2.4.2. CO₂ kibocsátás vizsgálata

Gáztisztító esetében a CO₂ kibocsátás meghatározása lényegesen összetettebb feladat, ám megfelelő egyszerűsítésekkel és elhanyagolásokkal élve az eredmény összehasonlíthatóvá válik a gázmotoros depóniaigáz-hasznosítással. Az egyszerűsítés a következő: a földgázhálózatba táplált tisztított gáz gyakorlatilag ugyanennyi hőegyenértékű földgáz eltüzelését váltja ki. Ekkor az előző számításhoz hasonlóan a 213/2006. (X. 27.) Kormányrendelet az üvegházhatású gázok kibocsátási egységeinek kereskedelméről szóló 2005. évi XV. törvény végrehajtásának egyes szabályairól kormányrendeletre hivatkozva 10 806,7 t CO₂ kibocsátás-megtakarítás jelentkezik. Ebből viszont le kell vonni a rendszer működéséhez szükséges villamos energia előállításával járó CO₂ kibocsátást, ami 1 373,568 t, így a megtakarítás ebben az esetben 9 433,132 t CO₂ évente.

4. A BERUHÁZÁS GAZDASÁGOSSÁGA

4.1. Beruházási költség

A fentiekben már részleteztem, hogy a megadott paraméterekkel rendelkező berendezések, valamint azoknak az installációja milyen beruházási költségekkel jár. Röviden összefoglalva:

- amennyiben a depóniagáz-kapacitás kiaknázása gázmotorban történik, a beruházási költség: 757 800 000 Ft.
- ha az ismert mennyiséget megtisztítás után a gázhálózatba táplálva hasznosítjuk, azaz egy gáztisztító telepítünk a rendszerbe, a beruházási költség: 763 700 000 Ft.

4.2. Évente fellépő kiadások és bevételek

A beruházási költségekhez hasonlóan, az évente fellépő költségeket és kiadásokat is pontosan ismertettem már a korábbi fejezetekben, de a 19. táblázat összesíti a vonatkozó értékeket mindkét hasznosítási lehetőség esetére:

19. táblázat: Évente fellépő kiadások és bevételek összefoglalása

		Gázmotoros hasznosítás		Gáztisztítás
		Értékesítés HUPX áron	Értékesítés támogatott áron	
Évente fellépő költségek	eFt/év	329 069	329 069	294 397
Éves bevételek	eFt/év	299 592	478 112	377 493

4.3. A beruházás üzleti terve

A teljes üzleti terv a 1. mellékletben található, a szemléltetés érdekében a következőkben az első 5 év előrejelzései láthatók a következő pontokban.

4.3.1. ÁRINDEXEK KIALAKÍTÁSA

A fentiekben már bemutattam, hogy a beruházás milyen éves kiadásokkal és bevételekkel valósítható meg, de itt nem vettük figyelembe, hogy az egyes értékesítési árak, valamint a fellépő költségek hogyan fognak módosulni az elkövetkezendő 20 évben. Ezeknek a változásoknak a modellezésére, az infláció mérőszámaként használják a különböző árindexeket. Az árindexek egy adott időszak (általában 1 év) ele-

jén és végén mért árszínvonal hányadosa. Ezeknek a kialakításában Orbán Tibor és Metzing József Főtv Belső Iskola - Tüzelőanyag-, energiagazdálkodási és projekt-elemzési ismeretek című tananyagát használtam segítségül, valamint figyelembe vettem a Magyar Nemzeti Bank 2010 augusztusában kiadott jelentését az infláció alakulásáról. A projekt szempontjából fontos mutatókat a következőkben fogom tárgyalni.

A fogyasztói árindex (CPI, Consumer Price Index) az árszínvonal emelkedését reprezentáló statisztikai mutató, amely meghatározott súlyokkal veszi figyelembe a legfontosabb fogyasztási cikkek árváltozását. A 20. táblázatban a projektre vonatkozó termelői árindex, valamint ennek kumulált értéke látható:

20. táblázat: A fogyasztói árindex alakulása

		2011	2012	2013	2014	2015
fogyasztói árindex	%/év		4,0	3,0	3,0	3,0
kumulált fogyasztói árindex	%	100,0	104,0	107,1	110,3	113,6

A termelői árindex (PPI, Producers Price Index) azt az átlagos árváltozást méri, ami a hazai – belföldre és exportra – termelőket éri. A korábban említett források alapján a fogyasztói- és termelői árindex arányát 85%-ban állapítottam meg, ez alapján a termelői- és kumulált termelői árindex a következőképpen alakult (21. táblázat):

21. táblázat: A termelői árindex alakulása

		2011	2012	2013	2014	2015
termelői árindex	%/év		3,4	2,55	2,55	2,55
kumulált termelői árindex	%	100,0	103,4	106,0	108,7	111,5

Azt mindenképpen kijelenthetjük, hogy a földgáz árának változása a kőolaj árváltozását követi 9 hónap lemaradással. Ettől függetlenül az előrejelzése ugyanannyira nehéz és bizonytalan, mint akármelyik másik mutatóé. (A földgáz és a biogáz árának alakulása között nem tettem különbséget). Ebben az esetben a fogyasztói árindexet 2 százalékponttal meghaladó gázárváltozási tényezővel számoltam (19. táblázat):

22. táblázat: A földgáz árának alakulása

		2011	2012	2013	2014	2015
földgáz	%/év		6,0	5,0	5,0	5,0
kumulált földgáz	%	100,0	106,0	111,3	116,9	122,7

A vásárolt villamos energia árváltozását két összetevőre bontottam: egy gázárfüggő részre, amely 60 %-ban befolyásolja a mutatót, valamint 40%-ban egy fogyasztói árindexszel arányos komponensre. Az értékesített villamos energia árát a jelen modellben tett feltételezések mellett közvetlenül nem befolyásolja a földgáz árának alakulása, a tarifa a fogyasztói árindexszel változik. Ezek alakulása a 23. táblázatban látható:

23. táblázat: A villamos energia árának alakulása

		2011	2012	2013	2014	2015
villamos energia (vásárolt)	%/év		4,8	3,8	3,8	3,8
kumulált villamos energia (vásárolt)	%	100,0	104,8	108,8	112,9	117,2
villamos energia (értékesített)	%/év		3,0	2,0	2,0	2,0
kumulált villamos energia (értékesített)	%	100,0	103,0	105,1	107,2	109,3

4.3.2. KÖLTSÉGEK ÉS BEVÉTELEK

4.3.2.1. Fajlagos értékek

A költségek és bevételek mai, azaz 2011. évi fajlagos értékét már a projekt évente fellépő kiadásai között bemutattam, de ebben a fejezetben ezeknek az áraknak a megfelelő árindexszel korrigált értékeit fogom ismertetni. A fajlagos árak és díjak előrejelzésének kialakításában a korábban meghatározott mutatókat vettem segítségül. A villamos energia (minden részdíjának) módosulásának figyelembevétele a villamosenergia-árváltozási mutatóval történt. Ehhez hasonlóan a karbantartási díjat a termelői árindexszel korrigáltam.

Ezt foglalja össze a 24. és 25. táblázat a két kiaknázási lehetőségre vonatkozóan:

24. táblázat: Fajlagos ára, díjak gázmotoros hasznosítás esetén

Fajlagos árak, díjak		2011	2012	2013	2014	2015
Értékesített villamos energia áramdíja (támogatott esetben)						
csúcs	Ft/kWh	33	34,4	35,0	35,7	36,5
völgy	Ft/kWh	30	30,7	32,46	33,69	34,97
mélyvölgy	Ft/kWh	12	12,5	12,8	13,1	13,3
Értékesített villamos energia áramdíja (HUPX áron)						
Értékesítési ár	Ft/kWh	18	18,5	18,9	19,3	19,7
Kiadott hő ára	Ft/GJ	0	0	0	0	0
Fajlagos karbantartási díj	Ft/kWh _{term}	3,0	3,102	3,181	3,262	3,345

25. táblázat: Fajlagos árak, díjak gáztisztító telepítése esetén

Fajlagos árak, díjak		2011	2012	2013	2014	2015
Tisztított gáz értékesítés						
Értékesített gáz fajlagos díja	Ft/m ³	88	93,3	97,9	102,8	108,0
Értékesített gáz fajlagos teljesítménydíja	Ft/m ³	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vásárolt villamos energia (minden összetevőt tartalmaz)	Ft/kWh	28	29,344	30,459	31,617	32,818
Fajlagos biogáz költség	Ft/m ³	25,0	26,500	27,825	29,216	30,677

4.3.2.2. Bevételek

Az előzőekben bemutatott fajlagos értékesítési árak alapján már meghatározhatók a bevételek, mivel ismertek a megfelelő paraméterek, azaz a kiadott áram (csúcs-, völgy- és mélyvölgy időszakban), valamint a megtisztított gázmennyiség. Gázmotoros esetben a két különböző értékesítés által keletkező bevételek rendre a 26. és 27. táblázatban találhatók:

26. táblázat: Bevételek gázmotoros hasznosítás esetén támogatott értékesítés mellett

Bevételek		2011	2012	2013	2014	2015
Villamos energia értékesítés összesen	eFt/év		492 455	509 072	522 813	536 965
csúcsidőszakban	eFt/év		272 252	277 697	283 251	288 916
völgyidőszakban	eFt/év		187 266	197 779	205 295	213 096
mélyvölgy-időszakban	eFt/év		32 937	33 595	34 267	34 953
Hő értékesítés	eFt/év		0	0	0	0
Árbevétel összesen	eFt/év		492 455	509 072	522 813	536 965

27. táblázat: Bevételek gázmotoros hasznosítás esetén támogatás nélküli értékesítés mellett

Bevételek		2011	2012	2013	2014	2015
Villamos energia értékesítés	eFt/év	299 592	308 580	314 751	321 046	327 467
Hő értékesítés	eFt/év	0	0	0	0	0
Árbevétel összesen	eFt/év		308 580	314 751	321 046	327 467

Gáztisztítás esetén a bevételt a hálózatba táplált biometán adja (28. táblázat):

28. táblázat: Bevételek gáztisztító telepítése esetén

Bevételek		2011	2012	2013	2014	2015
Tisztított gáz értékesítése	eFt/év	377493	400142	420149	441157	463215
Árbevétel összesen	eFt/év		400 142	420 149	441 157	463 215

4.3.2.3. Költségek

Az évente fellépő költségek 2011-es értékeit a korábbi fejezetekben már bemutatam, de a 29. és 30. táblázat összesítve mutatja a tervezet kiadásait, amelyet kettéválaszthatunk alapidj-(állandó) és hódj (változó) jellegű költségekre. Az alapidj jellegű tételek közé sorolhatók a vonatkozó karbantartási- és biztosítási költségek, valamint az egyéb üzemeltetési költségek.

29. táblázat: Alapdíj jellegű költségek gázmotoros hasznosítás esetén

Alapdíj jellegű költségek		2011	2012	2013	2014	2015
Karbantartás	eFt/év	49 932	51 630	52 946	54 296	55 681
Biztosítás	eFt/év	3 789	3 941	4 059	4 181	4 306
Egyéb költségek	eFt/év	106 500	110 121	112 929	115 809	118 762
Alapdíj jellegű költségek összesen	eFt/év		165 691	169 934	174 286	178 749

30. táblázat: Alapdíj jellegű költségek gáztisztító telepítése esetén

Alapdíj jellegű költségek		2011	2012	2013	2014	2015
Karbantartás	eFt/év	2 900	2 999	3 075	3 153	3 234
Biztosítás	eFt/év	3 819	3 971	4 090	4 213	4 339
Villamos energia fogyasztás	eFt/év	68 678	71 975	74 710	77 549	80 496
Alapdíj jellegű költségek összesen	eFt/év		78 945	81 875	84 916	88 069

A hődíj jellegű kiadásokat mindkét esetben a biogáz költsége teszi ki, ezt mutatja a 31. táblázat:

31. táblázat: Hődíj jellegű költségek mindkét esetben

Hődíj jellegű költségek		2011	2012	2013	2014	2015
Biogáz költsége	eFt/év	219 000	232 140	243 747	255 934	268 731
Hődíj jellegű költségek összesen	eFt/év		232 140	243 747	255 934	268 731

A fenti költségek mellett kiadásként jelenik meg a helyi adó, valamint költségként írható le a számviteli értékcsökkenés is. Ezt a legegyszerűbb módon vettem figyelembe, mégpedig úgy, hogy a projekt teljes beruházási költségét leosztottam a működési évek számával, így megkapható az évente leírható számviteli értékcsökkenés. A jellemző értékeket mutatják a 32. és 33. táblázatok:

32. táblázat: Számviteli értékcsökkenés gázmotoros hasznosítás esetén

Számviteli értékcsökkenés meghatározása	Összesen	2011	2012	2013	2014	2015
Teljes projekt	757 800		50 520	50 520	50 520	50 520
Összesen	757 800		50 520	50 520	50 520	50 520

33. táblázat: Számviteli értékcsökkenés gáztisztító telepítése esetén

Számviteli értékcsökkenés meghatározása	Összesen	2011	2012	2013	2014	2015
Teljes projekt	763 700		50 913	50 913	50 913	50 913
Összesen	763 700		50 913	50 913	50 913	50 913

A számviteli értékcsökkenés számítása mellett az adótörvény szerinti értékcsökkenés alakulását is be kell mutatni, hiszen ennek jelentős szerepe lesz a későbbiekben az adóalap meghatározásakor. Az adótörvény szerinti értékcsökkenés számítása a társasági adó törvény 2. sz. mellékletében meghatározott kulcsok alapján történik, ezt látható a 34. és 35. táblázatban. A leírási kulcsok melletti százalékos érték az adott termékcsoport beruházási költségének arányát jelenti a teljes beruházási költséghez képest.

34. táblázat: Adótörvény szerinti értékcsökkenés gázmotoros hasznosítás esetén

Adótörvény szerinti értékcsökkenés meghatározása	leírási kulcs	%
Épületek, vezetékek	10,00%	10,0
Gépek berendezések	14,50%	80,0
Irányítástechnika	33,33%	10,0

35. táblázat: Adótörvény szerinti értékcsökkenés gáztisztító telepítése esetén

Adótörvény szerinti értékcsökkenés meghatározása	leírási kulcs	%
Épületek, vezetékek	10,00%	15,0
Gépek berendezések	14,50%	80,0
Irányítástechnika	33,33%	5,0

A 36. és 37. táblázat mutatja az adótörvény szerinti értékcsökkenés elszámolását a különböző termékcsoportokra és összesen:

36. táblázat: Adótörvény szerinti értékcsökkenés elszámolása gázmotoros hasznosítás esetén

	Összesen	2011	2012	2013	2014	2015
Épületek, vezetékek	75 780		7 578	7 578	7 578	7 578
Gépek, berendezések	606 240		87 905	87 905	87 905	87 905
Irányítástechnika	75 780		25 260	25 260	25 260	
Összesen	757 800		120 743	120 743	120 743	95 483

37. táblázat: Adótörvény szerinti értékcsökkenés elszámolása gáztisztító telepítése esetén

	Összesen	2011	2012	2013	2014	2015
Épületek, vezetékek	114 555		11 456	11 456	11 456	11 456
Gépek, berendezések	610 960		88 589	88 589	88 589	88 589
Irányítástechnika	38 185		12 728	12 728	12 728	
Összesen	763 700		112 773	112 773	112 773	100 045

Az üzleti tervben a számviteli értékcsökkenés évi értékét tüntettem fel.

További költségek kategóriájába soroltam a helyi adót is, amely az adó, amelyet az önkormányzat a törvényben kapott felhatalmazás alapján, az illetékességi területen

szedhet, és értéke a nettó árbevétel 2%-ka, tehát az egyszerűség kedvéért az összes árbevétel és az anyagjellegű költségek különbségének 2%-ka. Ide tartozna még ezen felül a kamat- és tőketörlesztés is, de az üzleti terv elkészítésénél azzal a feltételezéssel éltem, hogy a beruházásokat teljes mértékben saját tőkéből finanszírozza a vállalat.

A további költségeket a 38. és 39. táblázat foglalja össze:

38. táblázat: További költségek gázmotoros hasznosítás esetén

További költségek		2011	2012	2013	2014	2015
Számviteli értékcsökkenés összesen	eFt/év		50 520	50 520	50 520	50 520
Helyi adó	eFt/év		3 097	3 172	3 180	3 184

39. táblázat: További költségek gáztisztító telepítése esetén

További költségek		2011	2012	2013	2014	2015
Számviteli értékcsökkenés összesen	eFt/év		50 913	50 913	50 913	50 913
Helyi adó	eFt/év		1 781	1 891	2 006	2 128

A további költségek között természetesen nem jelennek meg a kamatok, hiszen a beruházást 100%-ban önerőből finanszírozza a beruházó.

4.3.3. EREDMÉNYESSÉGI MUTATÓK

Mivel már minden bevételt, költséget tárgyaltam, így rátérhetek az üzemi-, pénzügyi- és szokásos vállalkozási eredmény részletezésére. Az üzemi (üzleti) tevékenység eredménye a normális (mindennapi) gazdasági tevékenység nyereségességét jellemzi, kétféle módon állapítható meg: összköltség- és forgalmi költség eljárással. Az összköltség eljárás az üzleti évben elszámolt értékesítés nettó árbevételének, az eszközök között állományba vett saját teljesítmények értékének, az egyéb bevételeknek, valamint az üzleti évben elszámolt anyagjellegű ráfordítások, személyi jellegű ráfordítások, értékcsökkenési leírás és egyéb ráfordítások együttes összegének különbözeteként számítja az üzemi eredményt. Ezzel szemben én a forgalmi költség eljárást választottam, amely az üzleti évben elszámolt értékesítés nettó árbevételének és az értékesítés közvetlen és közvetett költségei különbözetének, valamint az egyéb bevételek és az egyéb ráfordítások különbözetének összevont értékeként adtam meg az üzemi eredményt. A **pénzügyi műveletek eredménye** a vállalkozás pénzügyi befektetéseiből, pénzügyi műveleteiből keletkezik. Az **üzemi tevékenység eredménye** és a vállalkozás pénzügyi műveleteinek eredménye alkotják együttesen a szokásos vállalkozási eredményt.

A fentieket foglalja össze a 40. és 41. táblázat a gázmotoros depóniagáz hasznosítás esetére a két eladási mintára:

40. táblázat: Eredményességi mutatók gázmotoros hasznosítás esetén támogatott értékesítés mellett

		2011	2012	2013	2014	2015
Üzemi eredmény	eFt/év	0	101 225	104 927	105 284	105 491
Pénzügyi eredmény	eFt/év	0	0	0	0	0
Szokásos vállalkozási eredmény	eFt/év	0	101 225	104 927	105 284	105 491

41. táblázat: Eredményességi mutatók gázmotoros hasznosítás esetén támogatás nélküli értékesítés mellett

		2011	2012	2013	2014	2015
Üzemi eredmény	eFt/év	0	-78 973	-85 507	-92 448	-99 817
Pénzügyi eredmény	eFt/év	0	0	0	0	0
Szokásos vállalkozási eredmény	eFt/év	0	-78 973	-85 507	-92 448	-99 817

Gáztisztító berendezés beépítésekor az eredmények a következőképpen alakulnak (42. táblázat):

42. táblázat: Eredményességi mutatók gáztisztító telepítése esetén

		2011	2012	2013	2014	2015
Üzemi eredmény	eFt/év	0	36 363	41 723	47 388	53 373
Pénzügyi eredmény	eFt/év	0	0	0	0	0
Szokásos vállalkozási eredmény	eFt/év	0	36 363	41 723	47 388	53 373

A 43., 44. és 45. táblázat az összes olyan jellemzőt tartalmazza, amelyet fentiek ismeretében részleteznünk kell üzleti terv elkészítésekor. Először is tisztáznunk kell, hogy az adózás előtti eredmény megegyezik a már korábban kiszámított szokásos vállalkozási eredménnyel. Ezt korrigáljuk a fent kiszámított adótörvény szerinti értékcsökkenéssel, és ezeknek összege adja az adóalapot. A következő fontos pont a társasági adó, ami egy olyan jövedelemadó, amelyet a tevékenységből származó jövedelem alapján az a belföldi és külföldi illetőségű személy fizet, aki jövedelem- és vagyonszerzésre irányuló, vagy ezt eredményező gazdasági tevékenységet folytat. Amennyiben az adóalap pozitív, ennek az értéke az adóalap 10%-a, ahogyan a táblázatban is látható. A társasági adó levonása után kapjuk az adózás utáni eredményt, amely ezután alapot jelent a cash flow meghatározásához. A cash flow - az általánosan elfogadott értelmezés szerint - nem más, mint pénzforrások képződésének és felhasználásának folyamata egy meghatározott időszak alatt, tehát az értéke megegyezik a pénzbevételek és a pénzkiadások különbségével, végső soron a pénzeszközök állományváltozását jelzi. Ebben az esetben a cash flow értékét kiszámíthatjuk, ha az

adózás utáni eredmény és a számviteli értékcsökkenés összegéből kivonjuk a tőketörlesztést. A táblázatban feltüntettem cash flow kumulált értékét is.

43. táblázat: További eredményességi mutatók gázmotoros hasznosítás esetén támogatott értékesítés mellett

		2011	2012	2013	2014	2015
Árrés	eFt/év	0	151 745	155 447	155 804	156 011
Adózás előtti eredmény (=szokásos vállalkozási eredmény)	eFt/év	0	101 225	104 927	105 284	105 491
Adózás előtti eredmény kor- rekciója	eFt/év	0	-69 541	-69 541	-69 541	-44 281
Adóalap	eFt/év	0	31 684	35 387	35 743	61 210
Társasági adó	eFt/év	0	3 168	3 539	3 574	6 121
Adózás utáni eredmény	eFt/év	0	98 057	101 389	101 710	99 370
Adózás utáni eredmény + Számviteli ÉCs - Tőketörlesz- tés (=CF)	eFt/év	0	148 577	151 909	152 230	149 890
CF (reál)	eFt/év	0	142 862	141 812	137 972	131 895
CF (reál, kumulált)³	eFt/év	0	142 862	284 674	422 646	554 541

44. táblázat: További eredményességi mutatók gázmotoros hasznosítás esetén támogatás nélküli értékesítés mellett

		2011	2012	2013	2014	2015
Árrés	eFt/év	0	-28 453	-34 987	-41 928	-49 297
Adózás előtti eredmény (=szokásos vállalkozási eredmény)	eFt/év	0	-78 973	-85 507	-92 448	-99 817
Adózás előtti eredmény kor- rekciója	eFt/év	0	-70 223	-70 223	-70 223	-44 963
Adóalap	eFt/év	0	-149 196	-155 730	-162 670	-144 779
Társasági adó	eFt/év	0	0	0	0	0
Adózás utáni eredmény	eFt/év	0	-78 973	-85 507	-92 448	-99 817
Adózás utáni eredmény + Számviteli ÉCs - Tőketörlesz- tés (=CF)	eFt/év	0	-28 453	-34 987	-41 928	-49 297
CF (reál)	eFt/év	0	-27 359	-32 661	-38 001	-43 378
CF (reál, kumulált)	eFt/év	0	-27 359	-60 020	-98 021	-141 399

³ A reál cash-flow 8%-os diszkonttényezővel lett meghatározva.

45. táblázat: További eredményességi mutatók gáztisztító telepítése esetén

		2011	2012	2013	2014	2015
Árrés	eFt/év	0	87 276	92 636	98 301	104 286
Adózás előtti eredmény (=szokásos vállalkozási eredmény)	eFt/év	0	36 363	41 723	47 388	53 373
Adózás előtti eredmény kor- rekciója	eFt/év	0	-61 860	-61 860	-61 860	-49 131
Adóalap	eFt/év	0	-25 497	-20 137	-14 472	4 242
Társasági adó	eFt/év	0	0	0	0	424
Adózás utáni eredmény	eFt/év	0	36 363	41 723	47 388	52 949
Adózás utáni eredmény + Számviteli ÉCs - Tőketörlesz- tés (=CF)	eFt/év	0	87 276	92 636	98 301	103 862
CF (reál)	eFt/év	0	83 920	86 479	89 094	91 393
CF (reál, kumulált)	eFt/év	0	83 920	170 399	259 493	350 886

A legfontosabb projektfinanszírozási pénzügyi mutató az ADSCR (Annual Debt Service Coverage Ratio – éves adósságszolgálati fedezeti mutató). Az adós szabad rendelkezésű pénzállományát mutatja az adókötelezettség figyelembevételével; azaz, hogy a rendelkezésre álló szabad pénzmennyiség hogyan viszonyul az aktuális időszak tőke- és kamatfizetési kötelezettségeihez. Jelen beruházás esetében az ADSCR mutató nem számítható, hiszen a vállalat nem vett igénybe banki hitelt. Az 58. táblázatban tüntettem fel az EBITDA (Earnings Before Interest, Tax, Depreciation and Amortization) mutatót, valamint ennek (fogyasztói árindexszel korrigált) reálértékét is. Ez a vállalat aktuális üzleti eredményességét tükrözi, mivel független attól, hogy milyen annak tőkeszerkezete (kamatot fizet-e, vagy osztalékot); hogy veszteséges vagy nyereséges-e az adott vagy a megelőző években (az adó változhat a nyereségből leírható előző években felhalmozott veszteségek miatt); és hogy mennyit költött beruházásokra a múltban (értékcsökkenési leírás). Az EBITDA nem hivatalos eredménykategória, nincs rá definíció sem a Magyar Számviteli Törvényben, sem a Nemzetközi Pénzügyi Beszámolási Szabványokban, sem az amerikai számviteli előírásokban, ezért pontos számítása eltérő lehet a különböző vállalatoknál. Az üzleti tervben én az EBITDA értékét a szokásos vállalkozási eredmény, a számviteli értékcsökkenés és a kamatok összegeként határoztam meg, hiszen erről az oldalról egyszerűbb megközelíteni a problémát. Egy projekt eredményességének másik mutatója a BMR vagy IRR, azaz a belső megtérülési ráta, ami azt mutatja meg, hogyha a költségeket fedező pénzt nem a projektre költjük, hanem bankba tesszük, akkor az mekkora kamatot hozott volna. Minél nagyobb ez az érték, annál kedvezőbb a projekt megítélése. A következő pont a beruházás megtérülési ideje, amely azt fejezi ki, hogy a beruházás (befektetés) összege a beruházás élettartama alatt keletkezett jövedelemből mikorra térül meg. Végül mindenképpen ki kell számítanunk a tervezet nettó jelenértékét, hiszen ez azt fejezi ki, hogy a beruházás teljes élettartama alatt képződő pénz-

áramot diszkontált összegből levonva a befektetett pénzáramot mekkora nettó jövedelem képződik.

A számításaim alapján kijelenthető, hogy amennyiben a gázmotorban termelt villamos energiát a HUPX tőzsdei árain értékesítjük, a projekt gazdaságossági mutatói értelmezhetetlenek, hiszen a bevételek nem fedezik a fellépő költségeket. Ezért a csak a támogatott árakon történő gázmotoros energiatermelésre és a gáztisztítóra vonatkozó megtérülési mutatókat közlöm:

46. táblázat: Megtérülési mutatók gázmotoros hasznosítás esetén támogatott értékesítés mellett

ADSCR			0	0	0	0
EBITDA (=Árrés)		0	151 745	155 447	155 804	156 011
EBITDA (=Árrés; reál)		0	145 909	145 115	141 212	137 281
BMR _{reál}	14%					

Megtérülési idő (év)	5,6
Nettó jelenérték (eFt)	241 622

47. táblázat: Megtérülési mutatók gáztisztító telepítése esetén

ADSCR			0	0	0	0
EBITDA (=Árrés)		0	87 276	92 636	98 301	104 286
EBITDA (=Árrés; reál)		0	83 920	86 479	89 094	91 766
BMR _{reál}	9,0%					

Megtérülési idő (év)	8,3
Nettó jelenérték (eFt)	45 324

A megtérülési mutatók alapján a gázmotoros tervezet tűnik előnyösebbnek abban az esetben, ha a METÁR rendszer támogatott értékesítési árai nem maradnak el a „régí” kötelező átvételi áráktól. De ahogyan azt már az értékesítési lehetőségek vizsgálatakor kiemelttem, megfelelő információk hiányában, csak feltételezésekbe bocsátkozhatunk. Ezen felül a mai magyar gazdasági helyzet bizonytalansága miatt sem építhetünk arra, hogy a termelt villamos energiát támogatott keretek között tudjuk eladni. A fentiekben azt is részleteztem, hogy amennyiben a termelt villamos energia csak a tőzsdén értékesíthető, a projekt nagy valószínűséggel sikertelennek nyilvánítható, hiszen a gazdaságossági mutatói értékelhetetlenek.

Így a bizonytalansági faktor minimálisra csökkentése végett úgy gondolom, hogy a gáztisztító telepítése mutatkozik kézenfekvőbbnek, mivel a projektünk megtérülési ideje 8,3 év, a nettó jelenérték pozitív (45 324 000 Ft), ami a jelenlegi piaci helyzetben valós és megfelelő érték.

4.4. Projekt érzékenységvizsgálata

Az előző fejezetben bizonyításra került, hogy a gáztisztító telepítése nemcsak műszakilag és környezetvédelmileg előnyös, de a jelen helyzetben a gazdasági kockázatok mérlegelése után is ezt nyilváníthatjuk kedvezőbbnek. Ezért ennek tervezetnek az érzékenységvizsgálatát végeztem el, azaz elemeztem az, hogy bizonyos paraméterek változtatása hogyan hat a legfontosabb mutatókra. Tehát a három fő megtérülési jellemzőnek: a belső megtérülési rátának, a nettó jelenértéknek, valamint a megtérülési időnek a módosulását mutatom be a következő pontokban tárgyalt esetekben.

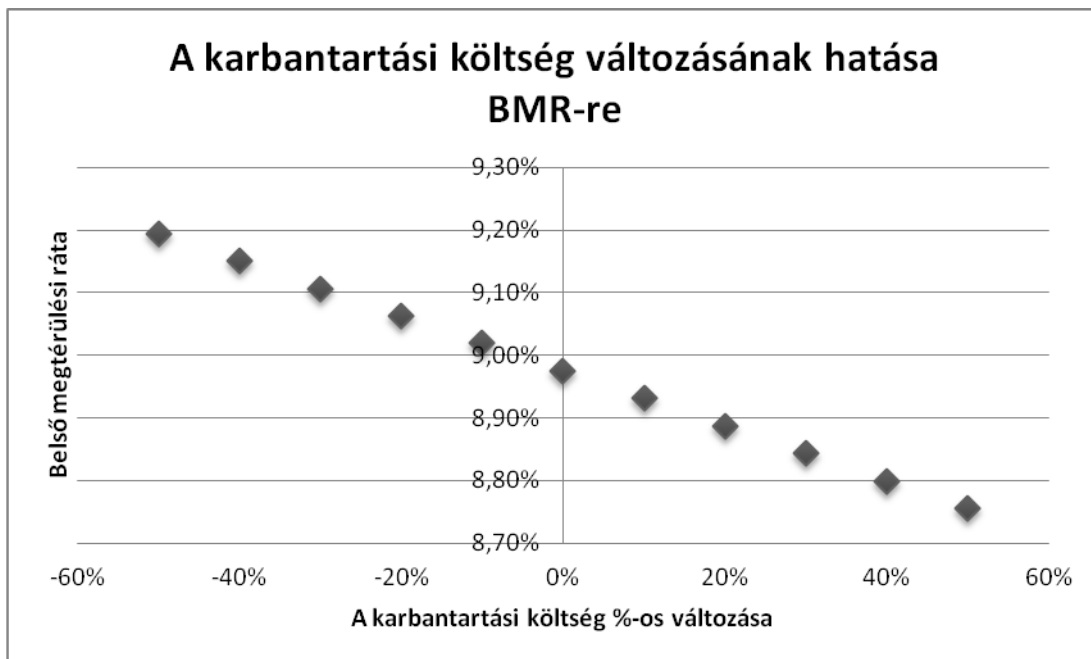
4.4.1. ÉRZÉKENYSÉG A KARBANTARTÁSI KÖLTSÉG VÁLTOZÁSÁRA

A projekt egyik lényeges pontja a karbantartási költség, hiszen az évente fellépő kiadások között ez az egyik jelentős tétel. A következő táblázat és a két grafikon szemlélteti a karbantartási költség változásának hatását:

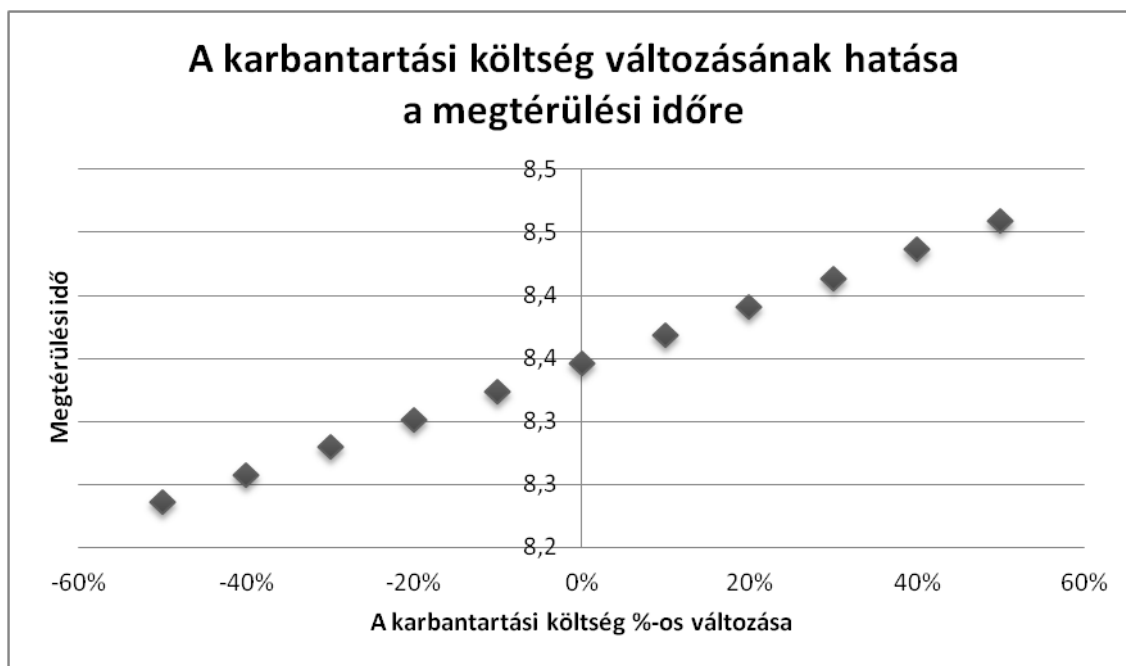
48. táblázat: A karbantartási költség változásának hatása

A karbantartási költség változása		-50%	-40%	-30%	-20%
Karbantartási költség		1450	1740	2030	2320
BMR _{reál}	%	9,19%	9,15%	9,11%	9,06%
Megtérülési idő	év	8,2	8,3	8,3	8,302
Nettó jelenérték	eFt	55 128	53 087	51 045	49 004

-10%	0%	10%	20%	30%	40%	50%
2610	2900	3190	3480	3770	4060	4350
9,02%	8,98%	8,93%	8,89%	8,84%	8,80%	8,76%
8,324	8,3	8,369	8,391	8,414	8,437	8,46
46 963	44 921	42 880	40 839	38 797	36 756	34 714



12. ábra: Karbantartási költség hatása a BMR-re



13. ábra: Karbantartási költség változásának hatása a megtérülési időre

Megállapítható, hogy – a várakozással ellentétben – a projekt csak kevésbé érzékeny a karbantartási költség változására, hiszen 60 %-os változása a mutatókat 1 %-ot alig elérő mértékben befolyásolja.

4.4.2. ÉRZÉKENYSÉG A BIOGÁZKÖLTSÉGRE

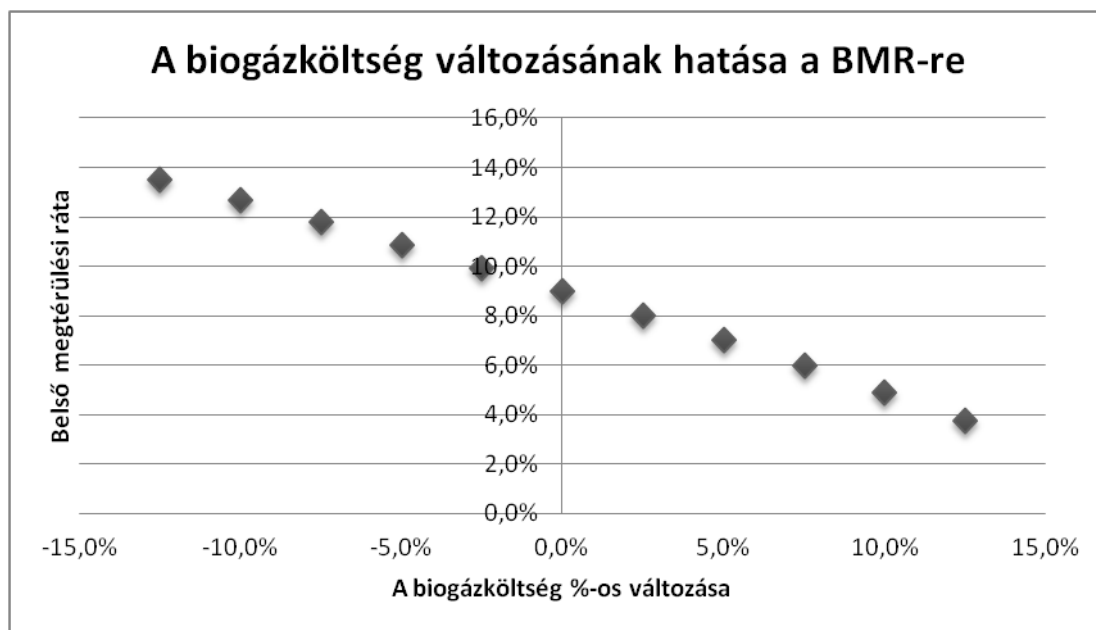
Mivel magának a depóniagáz előállításának is van költsége, ez az érték nagyban befolyásolja a projekt sikerességét. A következő táblázat mutatja a jellemző számértékeket:

49. táblázat: A depóniagáz költség változásának hatása

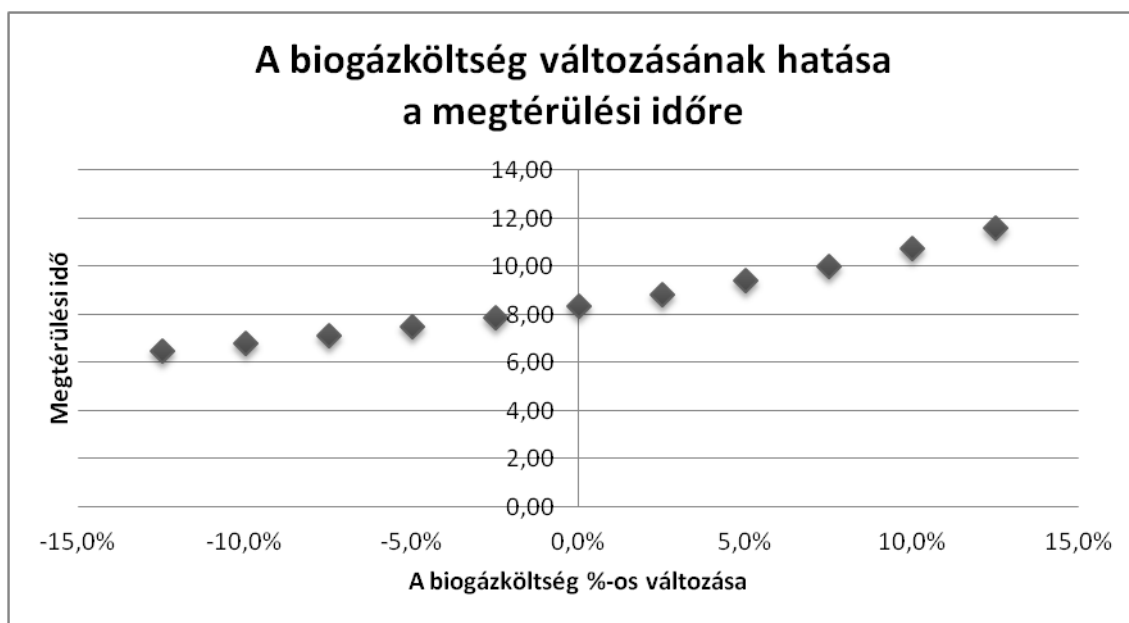
Depóniagáz-költség százalékos változása		-12,5%	-10%	-7,5%	-5%
Fajlagos biogáz költség	Ft/m ³	21,875	22,5	23,125	23,75
Vételezett biogázteljes díja	eFt/év	191 625	197 100	202 575	208 050
BMRreál	%	13,5%	12,6%	11,8%	10,9%
Megtérülési idő	év	6,52	6,81	7,13	7,49
Nettó jelenérték	eFt	267 311	223 550	179 375	134 787

-2,5%	0%	2,5%	5%	7,5%	10%	12,5%
24,375	25	25,625	26,25	26,875	27,5	28,125
213 525	219 000	224 475	229 950	235 425	240 900	246 375
9,9%	9,0%	8,0%	7,0%	6,0%	4,9%	3,7%
7,90	8,35	8,85	9,40	10,04	10,78	11,63
89 854	44 921	-12	-44 971	-90 390	-136 292	-182 343

A 14. és 15. grafikon pedig a fenti eredményeket érzékelteti:



14. ábra: A depóniagáz költség változásának hatása a BMR-re



15. ábra: A depóniagáz költség változásának hatása a megtérülési időre

Megállapítható, hogy – a karbantartási költségekkel ellentétben – depóniagáz előállításának költségek kis arányú változása is fenyegetheti a projekt sikerességét.

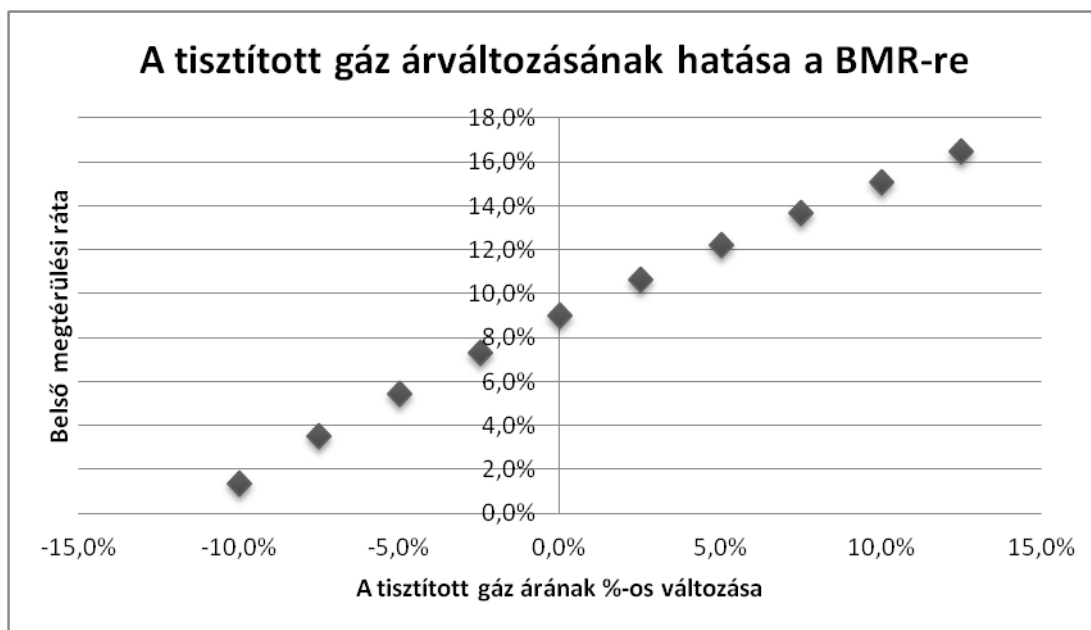
4.4.3. ÉRZÉKENYSÉG A TISZTÍTOTT GÁZ FAJLAGOS ELADÁSI ÁRÁRA

A projekt egyetlen bevételi forrása a kiadott tisztított gáz eladása, így a projekt eredményessége szempontjából meg kell vizsgálni azt is, hogy az értékesítési ár változása milyen hatással van a megtérülési mutatókra. Ennek szemléltetésére készítettem el az 50. táblázatot, valamint a 16. és 17. grafikonokat:

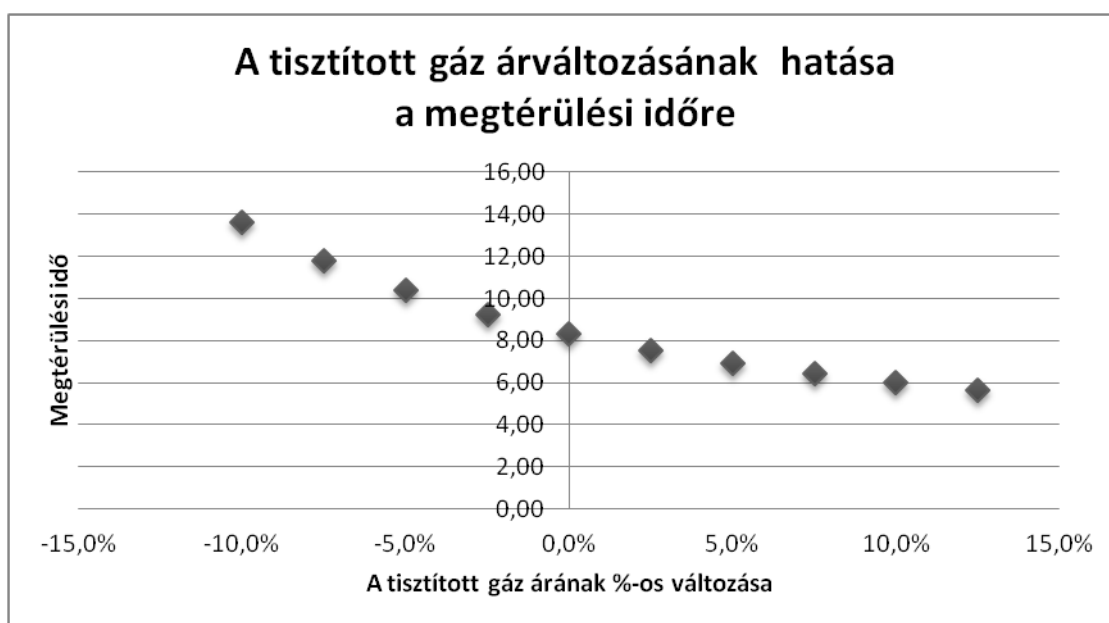
50. táblázat: A tisztított gáz árváltozásának hatása

Tisztított gáz árának változása			-10%	-7,5%	-5%
Tisztított gáz fajlagos ára	Ft/m ³	88	79,2	81,4	83,6
Tisztított gázból származó bevétel	eFt	377 493	339 744	349 181	358 618
BMRreál	%	9,0%	1,4%	3,5%	5,4%
Megtérülési idő	év	8,33	13,66	11,83	10,38
Nettó jelenérték	eFt	45 324	-271 484	-191 534	-111 821

-2,5%	0%	2,5%	5%	7,5%	10%	12,5%
85,8	88	90,2	92,4	94,6	96,8	99
368 056	377 493	386 930	396 368	405 805	415 242	424 680
7,3%	9,0%	10,6%	12,2%	13,6%	15,1%	16,4%
9,24	8,33	7,58	6,95	6,45	6,03	5,65
-32 626	45 324	122 775	199 717	275 363	350 523	425 683



16. ábra: A tisztított gáz árváltozásának hatása a BMR-re



17. ábra: A tisztított gáz árváltozásának hatása a megtérülési időre

Az adatok alapján egyértelműen látható, hogy 10%-os árváltozás (mind pozitív, mind negatív irányban) radikálisan megváltoztatja az eredményességi mérőszámokat. Ez bizonyítja, hogy a tervezet gazdaságosságát legnagyobb mértékben a hálózatba táplált biometán eladási ára befolyásolja.

5. ÖSSZEFOGLALÁS/EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

5.1. Eredmények, következtetések

Úgy gondolom, hogy egy energetikai beruházás elemzésekor a fő feladatot az jelenti, hogy részletekbe menően megvizsgáljuk a következő három tényezőt: a műszaki megvalósíthatóságot, a környezettel való összeférhetőséget, valamint a gazdaságossági szempontokat. Ezért igyekeztem mindhárom szempont jelentőségét kihangsúlyozni, és összegyűjteni egy mindenre kiterjedő tanulmányban. Ebben a dolgozatban a Pusztazámori Regionális Hulladékkezelő Központ hulladéklerakóján keletkező depóniagáz hasznosítására két alternatívát hasonlítottam össze. Ezen összevetés alapján, nem lehet egyértelműen állást foglalni egyik lehetőség javára sem. Az mindenképpen kijelenthető, hogy amennyiben gázmotor telepítése mellett döntünk, nem tudjuk teljes mértékben kihasználni a termelődő gázmennyiséget, viszont (adott fajlagos értékek figyelembevételével) magasabb CO₂ megtakarítást érhetünk el a gáztisztító rendszeréhez képest. A gázmotor telepítésének legfőbb hátránya, hogy hőpiac hiányában a termelt hőt kényszerhűtőre kell vezetnünk. Emellett a bizonytalan villamosenergia-értékesítést is meg kell említenünk a negatívumok között, hiszen nem tudjuk, hogy a jövőben milyen támogatási kereteket biztosít az állam. Annak ellenére, hogy nem tudok rámutatni a két megoldás közül a minden szempontból előnyösebb változatra, a jelen gazdasági helyzetben a gáztisztító rendszer megépítését tartom célszerűbbnek, mivel kevesebb kockázatot rejt a bevételi oldalon.

Ezért a gáztisztító telepítésének vizsgálati tapasztalatait összefoglalva elmondható, hogy a tervezet műszakilag megalapozott, hiszen a választott berendezés paramétereire összhangban vannak a keletkező depóniagáz-mennyiséggel, és megfelelő minőségű biometánt tudunk általa a hálózatba táplálni. A dolgozathoz kiderül, hogy a beruházás a környezetvédelmi irányelvekkel is teljes mértékben összeegyeztethető, mivel a beruházás által egyrészt növekedés következik be a megújuló energiahasznosításban, másrészt pedig kibocsátás-csökkenés történik. Emellett a fentiekben részletesen bemutatott és mellékelte [1. melléklet] üzleti terv eredményei alapján a projekt a gazdaságossági követelményeknek is eleget tesz, hiszen megtérülési mutatói kedvezőek.

6. FELHASZNÁLT FORRÁSOK

1. BARÓTFI ISTVÁN (2000): *Környezettechnika*, Mezőgazda Kiadó
2. MALMBERG VÁLLALAT AJÁNLATTÉTELE (2011): Plant specific design data for GR 12 (max 1000 Nm³)
3. MALMBERG VÁLLALAT AJÁNLATTÉTELE (2011): Technical data GR 14 (2011-05-31)
4. MALMBERG VÁLLALAT AJÁNLATTÉTELE (2011): Budget offer & technical description (Fővárosi Gázművek Zrt. számára)
5. ZÖLD ZSÓFIA (2009): *Környezeti hatásvizsgálat tartalmi vázlata a depóniagázok hasznosítása beruházáshoz*, Budapest
6. KEITH A. BROWN - DAVID H. MAUNDER (1994): *Using landfill gas: A UK perspective*, ETSU, Harwell Oxfordshire
7. ORBÁN TIBOR, METZING JÓZSEF (2009): *Főtáv Belső Iskola - Tüzelőanyag-, energiagazdálkodási és projektelemzési ismeretek (tanulmány)*, Budapest, 2009
8. HORVÁTH ZOLTÁN - KORONCZAI GYÖNGYI - LAKATOS TIBOR (2008): *A Miskolci Hőszolgáltató Kft. Futó utcai kazánházában biogázmotoros erőtelep és kazánkorszerűsítés létesítésére, a rekultivált Bogáncs utcai hulladéklerakóból történő biogázellátására vonatkozó műszaki, gazdasági és pénzügyi megvalósíthatósági tanulmány*, Budapest
9. COMPLEX KIADÓ JOGI ÉS ÜZLETI TARTALOMSZOLGÁLTATÓ: *CompLex Jogtár*, Budapest
10. PÉNZÜGYSZIGET - www.penzugysziget.hu Számviteli, adózási, pénzügyi, üzleti szakweblap
11. VIZSGÁZZ.HU - Számviteli-Szakügyintéző Vizsgaportál
http://www.vizsgazz.hu/index.php?option=com_content&task=category§ionid=29&id=220&Itemid=221 - Mérlegképes számvitel tételek (7.a, 7.b, 12.b, 13.a, 13.b, 14.b, 22.a tételek)
12. <http://www.panoramio.com/photo/48544162>
13. <http://www.fkf.hu/portal/page/portal/fkf/fkfzrt/Vallalat/Telephelyek/Hulladeklerak>
14. <http://www.erbe.hu/hun/pusztazamor.html>

6.1. Üzleti terv

Az üzleti terv a dolgozathoz mellékelt CD-n található.