

Optimering af gasindvinding på deponeringsanlæg i Danmark

H. C. Willumsen
LFG Consult

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

FORORD	9
SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER	11
SUMMARY AND CONCLUSIONS	17
1 INDLEDNING	20
1.1 BAGGRUND	20
1.2 FORMÅL	20
1.3 DEN DANSKE KLIMAPLAN	21
1.4 MÅLGRUPPE	21
1.5 PROJEKTUDFØRELSE	22
1.5.1 <i>ERFA Gruppe for deponigasanlæg</i>	22
1.5.2 <i>Anlægsbesøg og undersøgelser</i>	22
1.5.3 <i>Forberedelse af webside for deponigasanlæg i Danmark</i>	24
1.5.4 <i>Internationale samarbejds muligheder om informationsudveksling</i>	24
1.5.5 <i>Rapportering</i>	25
2 ERFA GRUPPE FOR DEPONIGAS	26
2.1 ERFA GRUPPE	26
2.2 DATAINDSAMLING	26
3 WEBSITE FOR DEPONIGASANLÆG I DANMARK	27
3.1 INDDATA FRA ANLÆG	27
3.2 WEBSIDENS INDHOLD	29
4 INTERNATIONALT SAMARBEJDE	31
5 OPTIMERING AF EKSISTERENDE DEPONIGASANLÆG	33
5.1 AUNSØGÅRD	34
5.1.1 <i>Resume</i>	34
5.1.2 <i>Data for deponeringsanlægget</i>	34
5.1.3 <i>Data for deponigasanlægget</i>	34
5.1.4 <i>Estimeret fremtidig CO₂ reduktion</i>	36
5.2 BOBØL	37
5.2.1 <i>Resume</i>	37
5.2.2 <i>Data for deponeringsanlægget:</i>	37
5.2.3 <i>Data for deponigasanlægget</i>	37
5.2.4 <i>Estimeret fremtidig CO₂ reduktion</i>	39
5.3 DYBDAL	41
5.3.1 <i>Resume</i>	41
5.3.2 <i>Ejerforhold for deponeringsanlægget</i>	41
5.3.3 <i>Data for deponeringsanlægget:</i>	41
5.3.4 <i>Data for deponigasanlægget</i>	42
5.3.5 <i>Forslag til optimering</i>	44
5.3.6 <i>Estimeret ekstra CO₂ reduktion</i>	47
5.4 EDSLEV	48
5.4.1 <i>Resume</i>	48
5.4.2 <i>Ejerforhold</i>	48

5.4.3	<i>Data for deponiet:</i>	48
5.4.4	<i>Data for deponigasanlægget</i>	49
5.4.5	<i>Forslag til optimering</i>	51
5.4.6	<i>Estimeret ekstra CO₂ reduktion</i>	54
5.4.7	<i>Estimeret økonomi ved optimering af anlæg</i>	55
5.5	ESØ	56
5.5.1	<i>Resume</i>	56
5.5.2	<i>Data for deponeringsanlægget:</i>	56
5.5.3	<i>Data for deponigasanlægget</i>	56
5.5.4	<i>Estimeret fremtidig CO₂ reduktion</i>	58
5.6	FELTENGÅRD	59
5.6.1	<i>Resume</i>	59
5.6.2	<i>Data for deponeringsanlægget:</i>	59
5.6.3	<i>Data for deponigasanlægget</i>	59
5.6.4	<i>Estimeret fremtidig CO₂ reduktion</i>	60
5.7	FORLEV	62
5.7.1	<i>Resume</i>	62
5.7.2	<i>Data for deponeringsanlægget:</i>	62
5.7.3	<i>Data for deponigasanlægget</i>	62
5.7.4	<i>Estimeret fremtidig CO₂ reduktion</i>	64
5.8	FÅRUP	65
5.8.1	<i>Resume</i>	65
5.8.2	<i>Data for deponeringsanlægget:</i>	65
5.8.3	<i>Data for deponigasanlægget</i>	65
5.8.4	<i>Estimeret fremtidig CO₂ reduktion</i>	67
5.9	GLATVED	68
5.9.1	<i>Resume</i>	68
5.9.2	<i>Ejerforhold</i>	68
5.9.3	<i>Data for deponiet:</i>	68
5.9.4	<i>Data for deponigasanlægget</i>	68
5.9.5	<i>Forslag til optimering</i>	70
5.9.6	<i>Estimeret ekstra CO₂ reduktion</i>	72
5.10	GRINDSTED	73
5.10.1	<i>Resume</i>	73
5.10.2	<i>Ejerforhold for deponeringsanlægget</i>	73
5.10.3	<i>Data for deponeringsanlægget:</i>	73
5.10.4	<i>Data for deponigasanlægget</i>	74
5.10.5	<i>Forslag til optimering</i>	76
5.10.6	<i>Estimeret ekstra CO₂ reduktion</i>	78
5.11	HEDELAND	80
5.11.1	<i>Resume</i>	80
5.11.2	<i>Data for deponeringsanlægget</i>	80
5.11.3	<i>Data for deponigasanlægget</i>	80
5.11.4	<i>Estimeret fremtidig CO₂ reduktion</i>	82
5.12	HØJER	83
5.12.1	<i>Resume</i>	83
5.12.2	<i>Data for deponeringsanlægget</i>	83
5.12.3	<i>Data for deponigasanlægget</i>	83
5.12.4	<i>Estimeret fremtidig CO₂ reduktion</i>	85
5.13	KÅSTRUP	86
5.13.1	<i>Resume</i>	86
5.13.2	<i>Ejerforhold for deponeringsanlægget</i>	86
5.13.3	<i>Data for deponeringsanlægget:</i>	86
5.13.4	<i>Data for deponigasanlægget</i>	86
5.13.5	<i>Forslag til optimering</i>	89
5.13.6	<i>Estimeret ekstra CO₂ reduktion</i>	90

5.14	MÅDE	92
5.14.1	<i>Resume</i>	92
5.14.2	<i>Ejerforhold for deponeringsanlægget</i>	92
5.14.3	<i>Data for deponeringsanlægget:</i>	92
5.14.4	<i>Data for deponigasanlægget</i>	93
5.14.5	<i>Forslag til optimering</i>	94
5.14.6	<i>Estimeret ekstra CO₂ reduktion</i>	96
5.14.7	<i>Estimeret økonomi ved optimering af anlæg</i>	97
5.15	NOVEREN	99
5.15.1	<i>Resume</i>	99
5.15.2	<i>Ejerforhold</i>	99
5.15.3	<i>Data for deponiet:</i>	99
5.15.4	<i>Data for deponigasanlægget</i>	99
5.15.5	<i>Forslag til optimering</i>	102
5.15.6	<i>Estimeret ekstra CO₂ reduktion</i>	104
5.16	OUDRUP	106
5.16.1	<i>Resume</i>	106
5.16.2	<i>Ejerforhold for deponeringsanlægget</i>	106
5.16.3	<i>Data for deponeringsanlægget:</i>	106
5.16.4	<i>Data for deponigasanlægget</i>	106
5.16.5	<i>Forslag til optimering</i>	109
5.16.6	<i>Estimeret ekstra CO₂ reduktion</i>	111
5.17	PILLEMARK	112
5.17.1	<i>Resume</i>	112
5.17.2	<i>Data for deponeringsanlægget</i>	112
5.17.3	<i>Data for deponigasanlægget</i>	112
5.17.4	<i>Estimeret fremtidig CO₂ reduktion</i>	113
5.18	RANDERS	114
5.18.1	<i>Resume</i>	114
5.18.2	<i>Ejerforhold for deponeringsanlægget</i>	114
5.18.3	<i>Data for deponeringsanlægget:</i>	114
5.18.4	<i>Data for deponigasanlægget</i>	115
5.18.5	<i>Forslag til optimering</i>	117
5.18.6	<i>Estimeret ekstra CO₂ reduktion</i>	118
5.18.7	<i>Estimeret økonomi ved optimering af anlæg</i>	119
5.19	SANDHOLT-LYNDELSE	121
5.19.1	<i>Resume</i>	121
5.19.2	<i>Ejerforhold for deponeringsanlægget</i>	121
5.19.3	<i>Data for deponeringsanlægget:</i>	121
5.19.4	<i>Data for deponigasanlægget</i>	121
5.19.5	<i>Forslag til optimering</i>	123
5.19.6	<i>Estimeret ekstra CO₂ reduktion</i>	126
5.19.7	<i>Estimeret økonomi ved optimering af anlæg</i>	127
5.20	SDR. HOSTRUP	129
5.20.1	<i>Resume</i>	129
5.20.2	<i>Ejerforhold for deponeringsanlægget</i>	129
5.20.3	<i>Data for deponeringsanlægget:</i>	129
5.20.4	<i>Data for deponigasanlægget</i>	129
5.20.5	<i>Forslag til optimering</i>	132
5.20.6	<i>Estimeret ekstra CO₂ reduktion</i>	133
5.21	SKODSBØL	135
5.21.1	<i>Resume</i>	135
5.21.2	<i>Ejerforhold for deponeringsanlægget:</i>	135
5.21.3	<i>Data for deponeringsanlægget:</i>	135
5.21.4	<i>Data for deponigasanlægget</i>	135
5.21.5	<i>Forslag til optimering</i>	137

5.21.6	<i>Estimeret ekstra CO₂ reduktion</i>	138
5.22	STIGE Ø	140
5.22.1	<i>Resume</i>	140
5.22.2	<i>Ejerforhold</i>	140
5.22.3	<i>Data for deponiet:</i>	140
5.22.4	<i>Data for deponigasanlægget</i>	141
5.22.5	<i>Forslag til optimering</i>	143
5.22.6	<i>Estimeret ekstra CO₂ reduktion</i>	145
5.22.7	<i>Estimeret økonomi ved optimering af anlæg</i>	146
5.23	TANDSKOV	148
5.23.1	<i>Resume</i>	148
5.23.2	<i>Ejerforhold for deponeringsanlægget</i>	148
5.23.3	<i>Data for deponeringsanlægget:</i>	148
5.23.4	<i>Data for deponigasanlægget</i>	149
5.23.5	<i>Forslag til optimering</i>	151
5.23.6	<i>Estimeret ekstra CO₂ reduktion</i>	152
5.23.7	<i>Estimeret økonomi ved optimering af anlæg</i>	153
5.24	UBBERUP	155
5.24.1	<i>Resume</i>	155
5.24.2	<i>Data for deponeringsanlægget:</i>	155
5.24.3	<i>Data for deponigasanlægget</i>	155
5.24.4	<i>Estimeret fremtidig CO₂ reduktion</i>	157
5.25	VIBORG	158
5.25.1	<i>Resume</i>	158
5.25.2	<i>Data for deponeringsanlægget</i>	158
5.25.3	<i>Data for deponigasanlægget</i>	158
5.25.4	<i>Estimeret fremtidig CO₂ reduktion</i>	160
5.26	ØSTDEPONI	161
5.26.1	<i>Resume</i>	161
5.26.2	<i>Data for deponeringsanlægget:</i>	161
5.26.3	<i>Data for deponigasanlægget</i>	161
5.26.4	<i>Estimeret fremtidig CO₂ reduktion</i>	163
6	NYE ANLÆGSMULIGHEDER	164
6.1	FAKSE	165
6.1.1	<i>Resume</i>	165
6.1.2	<i>Ejerforhold for deponeringsanlægget</i>	165
6.1.3	<i>Data for deponeringsanlægget:</i>	165
6.1.4	<i>Deponigas:</i>	167
6.1.5	<i>Gas- og energipotentiale:</i>	169
6.1.6	<i>Afsætningsmuligheder for energi:</i>	170
6.1.7	<i>Estimeret CO₂ reduktion</i>	171
6.1.8	<i>Økonomi :</i>	172
6.2	GERRINGE	173
6.2.1	<i>Resume</i>	173
6.2.2	<i>Ejerforhold for deponeringsanlægget</i>	173
6.2.3	<i>Data for deponeringsanlægget:</i>	173
6.2.4	<i>Deponigas:</i>	174
6.2.5	<i>Gas- og energipotentiale:</i>	175
6.2.6	<i>Afsætningsmuligheder for energi:</i>	177
6.2.7	<i>Estimeret CO₂ reduktion</i>	178
6.2.8	<i>Økonomi:</i>	178
6.3	HVALSØ (STENGÅRDENS DEPONI)	179
6.3.1	<i>Resume</i>	179
6.3.2	<i>Ejerforhold for deponeringsanlægget</i>	179
6.3.3	<i>Data for deponeringsanlægget:</i>	179

6.3.4	<i>Deponigas:</i>	181
6.3.5	<i>Gas- og energipotentiale:</i>	182
6.3.6	<i>Afsætningsmuligheder for energi:</i>	184
6.3.7	<i>Estimeret CO₂ reduktion</i>	184
6.4	LYNGE ESKILDSTRUP	186
6.4.1	<i>Resume</i>	186
6.4.2	<i>Ejerforhold for deponeringsanlægget</i>	186
6.4.3	<i>Data for deponeringsanlægget:</i>	186
6.4.4	<i>Deponigas:</i>	188
6.4.5	<i>Gas- og energipotentiale:</i>	188
6.4.6	<i>Afsætningsmuligheder for energi:</i>	190
6.4.7	<i>Estimeret CO₂ reduktion</i>	190
6.5	SKIBSTRUP	192
6.5.1	<i>Resume</i>	192
6.5.2	<i>Ejerforhold for deponeringsanlægget</i>	192
6.5.3	<i>Data for deponeringsanlægget:</i>	192
6.5.4	<i>Deponigas:</i>	193
6.5.5	<i>Gas- og energipotentiale:</i>	195
6.5.6	<i>Afsætningsmuligheder for energi:</i>	197
6.5.7	<i>Estimeret CO₂ reduktion</i>	197
BILAG 1		199
BILAG 1.1.	DRIFTSSTATUS FOR DEPONIGASANLÆG 2002	200
BILAG 1.2.	DRIFTSSTATUS FOR DEPONIGASANLÆG 2003	201
BILAG 1.3.	DRIFTSSTATUS FOR DEPONIGASANLÆG 2004	202
BILAG 2		203
BILAG 2.1.	METAN (CH ₄) INDVINDING FRA EKSISTERENDE DEPONIER	204
BILAG 2.2.	CO ₂ REDUKTION VED INDVINDING FRA EKSISTERENDE DEPONIER	205
BILAG 3		207
BILAG 3.1.	FREMTIDIG CO ₂ REDUKTION FRA INDVINDING AF DEPONIGAS208	
BILAG 3.2.	FREMTIDIG CO ₂ REDUKTION FRA 14 EKSISTERENDE ANLÆG209	
BILAG 3.3.	FREMTIDIG CO ₂ REDUKTION VED OPTIMERING AF 14 EKSISTERENDE ANLÆG	210
BILAG 4		211
BILAG 4.1.	CASH FLOW DEPONIGASANLÆG VED EDSLEV DEPONI	212
BILAG 4.2.	CASH FLOW DEPONIGASANLÆG VED MÅDE DEPONI	213
BILAG 4.3.	CASH FLOW DEPONIGASANLÆG VED RANDERS DEPONI	214
BILAG 4.4.	CASH FLOW DEPONIGASANLÆG VED SANDHOLT-LYNDELSE DEPONI	215
BILAG 4.5.	CASH FLOW DEPONIGASANLÆG VED STIGE Ø DEPONI	216
BILAG 4.6.	CASH FLOW DEPONIGASANLÆG VED TANDSKOV DEPONI	217
BILAG 5		219
BILAG 4.1.	CASH FLOW DEPONIGASANLÆG VED FAKSE DEPONI	220
BILAG 4.2.	CASH FLOW DEPONIGASANLÆG VED GERRINGE DEPONI	221
BILAG 4.3.	CASH FLOW DEPONIGASANLÆG VED GERRINGE DEPONI MED TILSKUD	222

Forord

Denne rapport omhandler en undersøgelse af muligheder for optimering af eksisterende danske deponigasanlæg samt eventuelle muligheder for etablering af nye deponigasanlæg i Danmark. Herved vil en større mængde af den metan (CH_4), der ellers emitterer til atmosfæren, kunne indvindes og ved afbrænding konverteres til CO_2 og vand.

Da drivhuseffekten fra 1 tons CH_4 svarer til effekten af ca. 21 tons CO_2 vil en øget indvinding og destruktion af deponigas fra danske deponier, bidrage til at reducere Danmarks CO_2 manko, der ifølge regeringens klimaplan skal reduceres med 21 % i forhold til udledningen af drivhusgasser i 1990.

LFG Consult har i perioden september 2004 til januar 2005 udført undersøgelsen for Miljøstyrelsen. Samtlige danske deponigasanlæg er undersøgt og 14 af disse besøgt med henblik på undersøgelse af mulighederne for forbedringer af anlæggene, der kan medføre en optimering af gasindvindingen. 6 affaldsdeponier er desuden besøgt med henblik på eventuel etablering af nye deponigasanlæg. Den mulige CO_2 reduktion fra optimering såvel som fra nye anlæg, er estimeret for en fremtidig 5-årig periode.

Undersøgelsen har endvidere bestået i afholdelse af møder med en ERFA gruppe for deponigas, for at få genoptaget nogle aktiviteter denne gruppe varetog indtil 2002, bl.a. med indberetning og registrering af driftsdata fra anlæggene. Der er i samarbejde med denne gruppe og Vitus Bering Danmark (tidligere Ingeniørhøjskolen i Horsens) forberedt og planlagt en webside til indberetning af driftsdata i fremtiden. Websiden vil blive udarbejdet i forbindelse med et afgangprojekt på IT-uddannelsen ved Vitus Bering.

Undersøgelsen er udført med stor velvilje og bistand fra ejerne af danske deponigasanlæg, der er repræsenteret ved ERFA gruppen, og desuden ejere af de deponier der er undersøgt for muligheden for etablering af nye deponigasanlæg. ERFA gruppen har i forbindelse med projektet været repræsenteret ved:

- Driftsleder Mogens Thude, Østdeponi a.m.b.a
- Driftsleder Tommy Falk-Petersen, Esø 90 i/s
- Driftsleder Egon Gindler, Måde deponi, Esbjerg

I forbindelse med websidens forberedelse har der været et samarbejde med Vitus Bering Danmark repræsenteret ved:

- Uddannelsesleder Jens Cramer Alkjærsg
- Studerende Bruno Lyngsø Madsen
- Studerende Henrik E. Emborg

Projektet er finansieret af Miljøstyrelsen og registreret under j.nr. 4049-0016/04 med titlen: Optimering af gasindvinding på deponeringsanlæg i Danmark.

Udførende:
H. C. Willumsen
LFG Consult Aps.

Sammenfatning og konklusioner

Sammenfatning

I affaldsdeponier med indhold af organisk materiale foregår en anaerob nedbrydning af affaldet med en gasproduktion til følge. Ca. 50 % af den producerede gas er metan (CH_4), der ved emission fra deponierne bidrager til drivhuseffekten. Af de såkaldte drivhusgasser i atmosfæren udgør CH_4 ca. 19 % og af denne mængde kommer ca. 8 % ved emission fra deponier, hvilket betyder, at ca. 1,5 % af drivhusgasserne kommer fra deponier.

For ca. 30 år siden begyndte man i USA at indvinde den producerede gas fra deponier, dels af miljømæssige årsager for at undgå lugt, m.v., og dels for at undgå eksplosioner fra udsivende gas, der i bestemte blandinger med atmosfærisk luft er eksplosionsfarlig. Samtidig begyndte også anvendelse af gassen til energiformål, da brændværdien svarer til ca. halvdelen af naturgas.

I dag er der ca. 1.200 deponigasanlæg i verden, hvorfra gassen udnyttes til energiformål. Fra disse indvindes der i alt ca. 13 milliarder m^3 deponigas per år, der udnyttes til energiformål. Dette svarer til en indvinding på ca. 4,7 millioner tons CH_4 /år, hvilket er ækvivalent til ca. 100 millioner ton CO_2 /år, der ellers ville emitte til atmosfæren og bidrage til at øge drivhuseffekten.

I Danmark er der siden 1985 etableret 26 deponigasanlæg, der alle udnytter gassen til energiformål, primært i gasmotor/generator anlæg til produktion af el og varme, eller i kedelanlæg til produktion af varme. Fra disse anlæg blev der i år 2004 indvundet ca. 24 millioner m^3 deponigas. Dette svarer til ca. 7.700 tons CH_4 /år, hvilket er ækvivalent til ca. 160.000 ton CO_2 /år.

I den danske klimastrategi kræves en reduktion i udledning af drivhusgasser på 21 % i forhold til udledningen i 1990. Ca. halvdelen bliver pålagt store selskaber, men den resterende del skal findes på anden vis. Det kan f.eks. være ved køb af CO_2 kvoter i udlandet, men det kan også være ved at begrænse udledning fra de områder i Danmark, der ikke er kvotebelagte som f.eks. affald og herunder emission af deponigas. Det betyder, at den gevinst i mindre emission af CH_4 fra deponier, der vil blive, såfremt der foretages en optimering af gasindvindingen fra eksisterende deponigasanlæg eller fra etablering af nye, vil kunne godskrives i klimaregnskabet.

Miljøstyrelsen har derfor med nærværende projekt ønsket en undersøgelse af mulighederne for en optimering af gasindvinding fra de eksisterende danske anlæg, og desuden en vurdering af potentialet ved eventuel etablering af nye deponigasanlæg. LFG Consult har i perioden september 2004 til januar 2005 udført undersøgelsen, der er beskrevet i nærværende rapport, som indeholder følgende afsnit:

- Forord
- Sammenfatning og konklusioner:
 - Et summarisk overblik over projektets indhold, samt konklusioner og resultater for de undersøgelser, der er udført i projektet.

- Summary and Conclusions:
 - En forkortet engelsk version af den danske sammenfatning og konklusion er gengivet.
- 1. Indledning:
 - Baggrund for projektet, dets formål, den danske klimaplan samt målgruppen er beskrevet. Desuden projektets udførelse kort gennemgået.
- 2. ERFA gruppe for deponigas:
 - En beskrivelse af ERFA gruppen for deponigasanlæg i Danmark, der med støtte fra Energistyrelsen, afholdt møder og indberettede månedlige driftsresultater fra anlæggene. Efter at støtten bortfaldt i 2002, har det ikke været muligt at opretholde aktiviteterne, men med dette projekt forsøges aktiviteterne opstartet igen.
- 3. Webside for deponigasanlæg i Danmark:
 - En webside for indberetning af driftsdata beskrives, idet en sådan gennem projektet forberedes udført som et afgangspjekt på Vitus Bering i Horsens (tidligere Ingeniørhøjskolen i Horsens).
- 4. Internationalt samarbejde:
 - En kort beskrivelse af de muligheder, der er undersøgt for et eventuelt internationalt samarbejde om fælles webside for driftsresultater.
- 5. Optimering af eksisterende deponigasanlæg:
 - Samtlige danske deponigasanlæg er beskrevet, og 14 af disse er besøgt og beskrevet yderligere, samtidig med undersøgelser og forslag til ændringer, der kan give en optimering af gasindvindingen fra disse deponier. CO₂ reduktionen fra gasindvindingen er estimeret.
- 6. Nye anlægsmuligheder:
 - Her er beskrevet 6 eksisterende deponier uden gasindvinding, der er besøgt og undersøgt med henblik på eventuel etablering af nye deponigasanlæg. CO₂ reduktionen fra en eventuel gasindvinding er estimeret.

Konklusion

I Danmark findes i år 2004 i alt 26 deponigasanlæg, hvorfra der fra de enkelte indvindes mellem 30 og 700 m³ deponigas/time, hvilket giver en årlig indvinding på i alt ca. 24 millioner m³ deponigas. Gassen anvendes til energiformål primært som brændstof i gasmotor/generator anlæg med el- og varmeproduktion eller for nogle anlægs vedkommende kun el-produktion. Fra enkelte anlæg anvendes gassen som brændsel i et gasfyret kedelanlæg til opvarmning.

I Bilag 1 findes driftsdata for anlæggenes produktion for årene 2002 – 2004. I nedenstående tabel er en oversigt over de eksisterende danske deponigasanlæg i 2004.

Eksisterende deponigasanlæg i Danmark						
Anlæg	Affaldsmængde m. gasindvinding tons	Etablering år	Gasindvinding 2004 m ³ /h	El-produktion kWh	Varme produktion kWh	Energi produktion
Viborg, Viborg	1.100.000	1985	186	2.610.720	4.373.000	Kraft/Varme
Grindsted	1.000.000	1985	103	0	2.141.000	Varme
Måde, Esbjerg	1.000.000	1987	188	2.955.621	4.222.316	Kraft/Varme
Østdeponi, Fasterholdt	1.500.000	1989	246	3.360.170	4.800.242	Kraft/Varme
Sandholt-Lyndelse, Fåborg	1.700.000	1992	223	1.787.730	0	Elektricitet
Højer	300.000	1992	84	793.090	0	Elektricitet
Edslev, Århus	1.400.000	1993	279	818.310	1.260.000	Kraft/Varme
Randers	1.700.000	1994	238	1.303.449	2.901.226	Kraft/Varme
ESØ, Tarm	1.000.000	1994	160	1.212.376	39.130	Elektricitet
Dybdal, Vojens	350.000	1995	52	413.292	360.000	Kraft/Varme
Aunsøgård, Svebølle	1.100.000	1996	159	960.000	1.790.000	Kraft/Varme
Stige Ø, Odense	4.000.000	1996	690	10.873.000	13.939.000	Kraft/Varme
Tandskov, Silkeborg	995.000	1997	205	2.741.075	0	Elektricitet
Vindblæs, Løgstør	400.000	1998	36	500.000	676.000	Kraft/Varme
Forlev, Slagelse	1.000.000	1998	133	1.649.063	0	Elektricitet
Kåstrup, Skive	800.000	1998	48	485.103	35.000	Kraft/Varme
Glatved, Grenå	1.100.000	1998	187	1.422.670	1.654.920	Kraft/Varme
Fårup, Bjerringbro	130.000	1999	14	20.844	0	Elektricitet
Sdr. Hostrup, Åbenrå	700.000	2001	106	523.217	0	Elektricitet
Novoren, Gisløge	400.000	2001	27	178.702	0	Elektricitet
Ubberup, Kalundborg	385.000	2001	77	336.503	0	Elektricitet
Bobøl, Holsted	635.000	2001	56	94.000	0	Elektricitet
Hedeland, Roskilde	1.000.000	2002	130	263.018	0	Elektricitet
Skodsbøl, Sønderborg	540.000	2002	62	332.998	0	Elektricitet
Feltengård, Hadsten	500.000	2002	31	219.797	0	Elektricitet
Pillemark, Samsø	150.000	2002	-	0	0	Elektricitet
I alt år 2004	24.885.000		3.719	35.854.748	38.191.835	

Tabel med eksisterende danske deponigasanlæg med resultater fra 2004

I Bilag 2 findes endvidere en oversigt over gasproduktionen fra de år, hvor der er registreret data fra de enkelte anlæg. Desuden er der i samme bilag beregnet den CO₂ reduktion der er opnået gennem årene ved indvinding af deponigassen, idet der regnes med, at hele den indvundne mængde ellers ville emitte fra deponiet og bidrage til drivhuseffekten. For 2004 udgør dette i alt ca. 160.000 tons CO₂.

Af de 26 eksisterende anlæg er 14 besøgt, og sammen med anlægsejere og driftspersonale er der fundet frem til adskillige forslag, der vil kunne optimere mange af anlæggene, og dermed øge gasindvindingen. De specifikke forslag er beskrevet ved de enkelte anlæg i afsnit 5, men typisk foreslåede ændringer er nævnt i følgende punkter:

- Efterhånden som deponierne bliver ældre og gasproduktionen aftager, ses med tiden også en nedgang i gaskvaliteten, der ofte bliver for ringe til, at en gasmotor kan køre på det, hvorfor en del anlæg kun kører nogle timer ad gangen og så stoppes, idet kvaliteten da normalt øges igen efter nogle timers stop. Det foreslås derfor, at de anvendte gasmotorer skal have ændret styringen, så de eventuelt kan køre på en lavere CH₄ procent. Men i nogle tilfælde er dette ikke nok, og der må findes en anden løsning for anvendelse af gassen. En mulighed der foreslås for nogle anlæg er, at udskifte gasmotoren med en Dual-Fuel motor, der kan køre på både diesel og biogas. Motoren bruger da under alle omstændigheder en vis mængde dieselolie, men det betyder samtidig, den vil køre uanset, hvor ringe gaskvaliteten er.
- Ved nogle deponier kan der være stor forskel på gaskvaliteten i forskellige områder på grund af forskellig alder eller omsætning af affaldet. Ved enkelte anlæg foreslås derfor at samle ledninger fra gasboringer, der giver en god gaskvalitet i ét system, som kan være det

eksisterende, og boringer med en dårlig kvalitet samles i et andet system. Herved kan den dårlige gas anvendes i et udnyttelsesanlæg beregnet for en ringere gaskvalitet.

- Etablering af supplerende boringer eller vandrette faskiner til indvinding af gas.
- Indvinding af gas fra perkolatbrønde.
- Etablering af vandlænsningssystem, der kan anvendes til tømning af boringer for opstuvet vand, der i nogle tilfælde nedsætter eller helt hindrer gasindvindingen.
- Etablering af vandudladere på vandrette ledninger der på grund af sætninger har fået lunger, hvor kondens samler sig, og forhindrer eller besværliggør gasindvinding. I nogle tilfælde anbefales i stedet at returlæse gas i de vandrette ledninger for bagskylning af den opstuede kondensat.
- Etablering af flowmetre eller på anden måde mulighed for måling af gasflow fra de enkelte boringer.
- Kalibrering af gasanalyseinstrumenter.
- Kalibrering af gasflowmålere.
- Daglig kontrol og tjek af anlæg for at undgå længere perioder med ineffektiv gasindvinding.

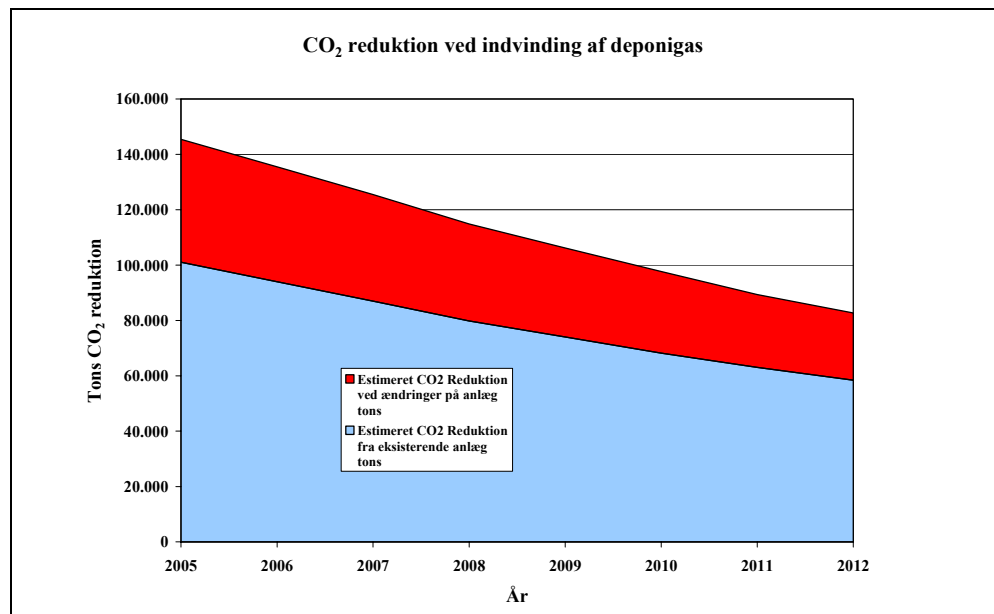
Hvis de foreslåede forandringer skal gennemføres, vil de fleste kræve investeringer, der måske ikke umiddelbart vil blive foretaget, hvorfor det kan blive nødvendigt at finde virkemidler, der kan gøre det interessant at udføre investeringerne.

For anlæggene er den fremtidige CO₂ reduktion ved fortsat indvinding af gassen estimeret, og for de besøgte anlæg er det estimeret hvor stor CO₂ reduktionen vil blive, hvis de foreslåede ændringer udføres. Denne ekstra CO₂ reduktion er angivet i nedenstående tabel, og i Bilag 3 kan reduktionerne ses i detaljer.

Fremtidige CO ₂ Reduktioner fra indvinding af deponigas estimeret for 14 besøgte anlæg									
	Fremtidig CO ₂ reduktion ved optimering af anlæg								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	I alt
Anlæg	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år
Dybdal, Vojens	290	290	248	243	202	198	158	158	1.787
Edslev, Århus	3.960	3.730	3.499	3.196	3.011	2.862	2.620	2.512	25.389
Glatved, Grenå	2.884	2.653	2.422	2.156	1.970	1.821	1.673	1.561	17.139
Grindsted	977	955	882	861	791	772	706	688	6.632
Kåstrup, Skive	1.447	1.399	1.351	1.270	1.223	1.176	1.129	1.082	10.078
Måde, Esbjerg	3.653	3.319	3.045	2.781	2.602	2.397	2.266	2.072	22.135
Novoren, Gisløng	1.592	1.496	1.399	1.303	1.206	1.082	988	894	9.960
Oudrup, Løgstør	451	451	400	390	342	333	285	285	2.937
Randers	3.754	3.504	3.172	2.977	2.711	2.568	2.362	2.223	23.271
Sandholt-Lyndelse, Fåborg	4.599	4.380	4.205	3.811	3.417	2.850	2.478	2.148	27.887
Sdr. Hostrup, Åbenrå	1.031	971	937	879	847	814	760	728	6.968
Skodsbøl, Sønderborg	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stige Ø, Odense	15.560	14.393	13.226	11.657	10.529	9.589	7.988	7.262	90.205
Tandskov, Silkeborg	4.180	3.952	3.724	3.515	3.306	3.079	2.891	2.703	27.351
I alt	44.379	41.493	38.513	35.041	32.156	29.540	26.302	24.315	271.740

Tabel med estimeret CO₂ reduktion ved optimering af 14 besøgte anlæg

I følgende figur er den fremtidige estimerede CO₂ reduktionen over en 8-årig periode vist for de besøgte anlæg ved uændret drift, og den ekstra reduktion der opnås ved optimering af anlæggene.



Figur med estimeret CO₂ reduktion ved gasindvinding og optimering af 14 besøgte anlæg

For de 6 eksisterende deponigasanlæg, der giver den største CO₂ reduktion ved de foreslåede ændringerne, er økonomien undersøgt. For alle anlæggene viser økonomien en positiv nutidsværdi, hvoraf især 3 af disse viser en solid rentabilitet. Estimerede beregninger af cash flow findes i Bilag 4, men i nedenstående tabel er hovedtallene for investering, samlede indtægter og udgifter over perioden 2005 – 2012 og desuden forrentning af den investerede kapital såvel som nutidsværdien ved 6% rentefod.

Estimeret økonomi over årene 2005-2012 ved ændringer på anlæg						
	Edslev	Måde	Randers	Sandholt-Lyndelse	Stige Ø	Tandskov
Investering ved ændringer (Kr.)	1.550.000	1.240.000	350.000	1.390.000	4.250.000	895.000
Indtægter ved energisalg (Kr.)	4.275.000	2.995.000	2.105.000	3.775.000	19.680.000	1.655.000
Driftsudgifter (Kr.)	1.800.000	1.190.000	0	1.510.000	3.830.000	660.000
Netto indtægter (Kr.)	2.475.000	1.805.000	2.105.000	2.265.000	15.850.000	995.000
Intern rente (%)	23,4	10,3	89,0	14,4	54,7	16,9
Nutidsværdi ved 6 % rente (Kr.)	1.010.000	185.000	1.250.000	400.000	7.980.000	225.000

Tabel der viser den estimerede økonomi for de foreslåede ændringer.

Blandt andre eksisterende deponier, der ikke har et gasindvindingsanlæg, er 6 besøgt og mulighederne for etablering af deponigasanlæg undersøgt. En kort beskrivelse af et eventuelt anlæg er udført for 5 af disse inklusive en gasprognose for den forventede indvinding, og den deraf følgende CO₂ reduktion er estimeret. Ved et af deponierne viste de indsamlede data, at der ikke er potentiale for et anlæg. I nedenstående tabel er den estimerede CO₂ reduktion angivet for de 5 besøgte deponier.

Fremtidig CO ₂ reduktion ved 5 nye deponigasanlæg									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	I alt
Anlæg	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år
Fakse	8.507	8.081	7.623	7.169	6.730	6.310	5.911	5.536	55.867
Gerringe, Lolland	4.027	3.783	3.550	3.329	3.120	2.924	2.741	2.569	26.043
Hvalsø	5.009	4.773	4.550	4.339	4.139	3.949	3.769	3.598	34.126
Lyng Eskillstrup, Sorø	6.292	5.863	5.467	5.102	4.765	4.454	4.167	3.902	40.014
Skibstrup, Helsingør	7.329	6.839	6.380	5.952	5.555	5.186	4.843	4.526	46.610
I alt	31.165	29.340	27.571	25.892	24.309	22.823	21.431	20.130	202.660

Tabel med estimeret CO₂ reduktion ved etablering af 5 nye deponigasanlæg

Af de 5 undersøgte muligheder er økonomien i 2 anlæg ligeledes undersøgt. Generelt vil det være svært at få deponiejere til at investere i deponigasanlæg uden støtte til en prøvepumpning, der kan verificere de estimerede gasmængder.

Såfremt den estimerede gasmængde er til stede, vil det ene anlæg netop have en positiv nutidsværdi, mens det andet har en negativ, dvs. der må findes virkemidler, der kan gøre det interessant at investere i et deponigasanlæg. En mere nøjagtig beregning af nutidsværdien ud fra den endelige investering og salgsindtægter, samt udgifter til drifts og vedligehold bør tilvejebringes efter en prøvepumpning. Beregninger af cash flow for de 2 anlæg findes i Bilag 5.

Virkemidler til fremme af ændringer der kan optimere de eksisterende deponigasanlæg såvel som fremme etablering af nye, kan f.eks. være et direkte tilskud til investeringen, men det kunne også være et tilskud i lighed med ordningen fra JI (Joint Implementation) og CDM (Clean Development Mechanism) projekter, hvor der betales et nærmere defineret tilskudsbeløb pr. tons CO₂ reduktion, der sker ved indvinding og afbrænding af CH₄ fra deponiet. Denne metode er demonstreret i Bilag 5, hvor det ses at der kræves et tilskud på 120,- kr./tons CO₂ for at der fås en positiv nutidsværdi for det ene anlæg.

Summary and conclusions

Summary

In landfills which contain organic material an anaerobic decomposition takes place, and landfill gas (LFG) is produced. The LFG contains approximately 50 % of methane (CH_4), which contributes to the greenhouse effect when emitting from the landfill. Approximately 19 % of the greenhouse gasses in the atmosphere are CH_4 and approx. 8 % of this is emission from landfills, which means that roughly 1.5 % of the global warming are related to emission from landfills.

For environmental reasons and explosion risks, extraction of LFG was started 30 years ago in the USA. At the same time utilization of LFG for energy purposes was started, as the calorific value is approximately half of natural gas. Worldwide exists approximately 1,200 LFG plants today, utilizing the LFG for energy purposes. From these roughly 13 billion m^3 of LFG are recovered per year, which means that it does not contribute to the greenhouse effect anymore, but prevent the emission of an equivalent of roughly 100 million ton CO_2 per year.

In Denmark 26 LFG plants are established since 1985 from which the gas is utilized for energy in gas engine/generator units for CHP production (Combined Heat and Power) or just power production. In some cases the LFG is used in gas burners in connection to boilers for district heating systems. 24 million m^3 of LFG was recovered in 2004, which is equivalent to a CO_2 reduction of 160,000 tons of CO_2 /year.

According to the Danish Climate Strategy, Denmark has to reduce the greenhouse gas emission with 21 % compared to the emission from 1990. Large companies have to take care of approximately 50 % of the reduction and the other 50 % has to be purchased as CO_2 quotes abroad or found from other domestic sources. One of the possibilities are to optimize the extraction of LFG from existing LFG plants or establish new LFG plants on landfills, where its not required to have extraction system.

The Danish Environmental Protection Agency (DEPA) has therefore decided to carry out an investigation of the possibility for optimizing LFG extraction and establishing LFG plants. During the period from September 2004 and until January 2005 LFG Consult has made this investigation, there is described in the present report.

The report includes the following paragraphs:

- Summary and Conclusion:
 - An overview of the project and furthermore the conclusions and results from the investigation.
- Introduction:
 - Background for the project, the aims of the project, the Danish Climate Strategy and the target group are described.

- ERFA Group for LFG (group of operation managers from the individual LFG plants):
 - A description of a group of primarily O&M managers there until year 2002, have exchanged experience and reported monthly operation result from the Danish LFG plants. The intension is to start up these activities again.
- Website for LFG plants in Denmark:
 - Prepare a new website for monthly reporting data for gas extraction and energy production from the plants. The website will be made by students as their final examination project at the Technical College in Horsens.
- International Cooperation:
 - A short description of the possibility for cooperation on a website for plant operation data.
- Optimizing of existing LFG plants in Denmark:
 - All existing Danish LFG plants are described. 14 of these are visited, investigated and suggestions for optimizing of the gas extraction described. The resulting extra CO₂ reduction is estimated.
- New possibilities for LFG plants in Denmark:
 - 6 existing landfills are chosen and visited concerning establishing LFG plants for further CO₂ reduction from Danish landfills.

Conclusion

Denmark has in total 26 LFG plants in 2004. From the individual plants are extracted between 30 and 700 m³ of LFG per hour, which result in an extraction of approximately 3,700 m³/h or 24 million m³ in total per year. This corresponds to 160,000 tons of CO₂ reduction of the contribution to the greenhouse effect, when expected that the total gas amount would emit from the landfill if no LFG extraction took place. The total electricity production is 36,000 MWh and the heat production 38,000 MWh for 2004.

In Annex 1 the details of the production and operation data for year 2002 – 2004 can be found. In Annex 2 gas production and the corresponding CO₂ reduction are shown for all the year where registration for the individual plants have taken place.

For the 14 LFG plants visited and investigated, suggestions for optimizing the extraction are made in collaboration with the operation managers at the plants. Some typical suggestions are mentioned in the following:

- When the landfill becomes old the gas quality decrease and in some cases it's so low that a gas engine can not run on this anymore. In some cases the LFG plant is stopped in some hours or a day before starting up again, when the quality normally increase after some hours. The result of this on-off situation is, that a lot of gas is not extracted, but emitted to the atmosphere. The suggestion can be to change the use of the LFG in another system, for example a Dual-Fuel engine, which use a mix of diesel oil and gas. This mix can allow gas with a poor quality, and still be running continuously. Some of the existing gas engines can probably also be adjusted to a lower gas quality, even though they can not be running on the same very low quality as a Dual-Fuel engine.

- In some landfills the quality vary a lot in different areas, and therefore it is suggested to connect all the wells with a good quality in one system and the other with a bad quality in another system. Then each of the systems can be used for different utilization systems or purposes.
- Establish supplementary gas wells and/or horizontal fascines for gas extraction.
- Extraction of gas from the leachate system.
- High water level in the well can prevent gas extraction and has to be removed with water pumps.
- Installation of condensate trap at low points on horizontal gas pipelines to secure that condensate doesn't hinder the gas extraction.
- Installation of flow meters or other measurement system on the gas pipes from the individual wells.
- Calibration of gas analyser and gas flow meters.
- Daily control of the LFG plant to avoid longer periods with inefficient operation and extraction at the plant.

Most of the suggestions will require new investments, of which many probably not will be done without some means of economic support or other initiatives, there can make it interesting for the owners to invest in improvements for optimizing the plants.

The future CO₂ reduction for the 14 visited plants is estimated, if the suggested improvements are carried out. In Annex 3 the detail for the CO₂ reduction from the plants is shown over a five year period from 2005 to 2012. The total yearly reduction from the improvement of the plants is between 24,000 and 44,000 ton of CO₂.

The economy for 6 of the visited plants is estimated and a cash flow sheet can be seen in Annex 4. All the of these have a positive Net Present Value (NPV).

Among other existing Danish landfills without LFG plants, 6 of them are visited and for 5 of these the possibility for establishing an LFG plant is investigated. The total yearly CO₂ reduction from extraction LFG is estimated to be between 20,000 and 31,000 tons of CO₂.

The economy for two of the new LFG plants is estimated and a cash flow sheet can be seen in Annex 5. One of the plants will just have a positive NPV after teen years, but the other need economic support to have a positive NPV. If the support is given for the Emission Reduction (ER), it requires approximately 120,- kr./tons CO₂ to give a positive NPV. In general it will be difficult to start up new plants without a test pumping to verify the gas prognoses for the LFG extraction. The test pumps probably needs a great deal of economic support to be executed.

1 Indledning

1.1 Baggrund

Der er gennem de seneste 20 år etableret 26 deponigasanlæg i Danmark, der alle indvinder gassen og anvender den til energiformål, primært som brændstof i et motor/generatoranlæg, eller som brændsel i kedelanlæg for opvarmning af f.eks. fjernvarmesystemer.

Driften af anlæggene foretages i nogle tilfælde af personale med en driftsmæssig uddannelse og baggrund, hvor andre anlæg måske drives af personale der har størst erfaring og ekspertise i driften af selve deponiet, hvorfor der ikke i alle tilfælde er oparbejdet den fornødne viden til at forestå en optimal drift af et deponigasanlæg. Der kan derfor let opstå situationer, hvor anlæggene ikke indvinder så meget gas som de kunne ved en optimeret drift af disse.

Der har fra 1997 til 2002 eksisteret en ERFA gruppe bestående primært af driftsfolk fra de enkelte anlæg, hvor disse mødtes og udvekslede driftserfaringer et par gange årligt. Desuden indberettede de månedlige resultater, idet det dog kun var de sidste par år, at alle anlæg var med i indberetningen. For driftspersonalet var det en stor fordel at mødes og udveksle erfaringer, og af stor værdi at kunne følge med i de månedlige resultater fra andre anlæg, hvorved disse kunne sammenlignes med egne resultater. Det betød generelt en bedre og mere optimal drift af anlæggene.

Ved en gennemgang af de eksisterende deponigasanlæg med henblik på forbedringer eller ændringer der eventuelt kan give en yderligere optimering og øge gasindvindingen, kan dette nedbringe metan emissionen til atmosfæren og på denne måde bidrage til en yderligere CO₂ reduktionen i Danmark.

I forbindelse med en tidligere rapport fra 1998 om potentialet for deponigasanlæg i Danmark¹, er der udført en prioritering af de deponier, der ansås for at have en gasproduktion, der kunne overvejes indvundet til energiproduktion, eller indvundet af miljømæssige årsager herunder ændringer af drivhuseffekten. Ved en revurdering af disse muligheder såvel som vurdering af eventuelle andre deponier, kan nye anlæg med gasindvinding ligeledes bidrage til CO₂ reduktionen i Danmark.

1.2 Formål

Formålet med nærværende projekt er, at optimere indvinding af deponigas fra eksisterende deponigasanlæg i Danmark samt eventuel at øge antallet af gasanlæg i Danmark. Desuden at få et overblik over, hvorvidt styringsmekanismer eventuelt skal tages i anvendelse.

¹ Fremme af lossepladsgas-udnyttelse i Danmark.(1998 af LFG Consult for Energistyrelsen)

1.3 Den danske klimaplan

Den danske regerings klimastrategi kræver 21 % reduktion af drivhusgasudledningen i forhold til år 1990. Dette betyder en årlig reduktion på 25 mio. tons CO₂. Godt halvdelen bliver det pålagt store selskaber at sørge for, som f.eks. el-selskaberne. Den resterende del skal findes på anden vis. Det meste er kvotebelagt, men nogle udledninger dog ikke, så som udledninger fra fast affald og herunder deponigas. Dvs. at hvis der kan findes yderligere reduktioner fra f.eks. emission af deponigas, enten ved optimering af eksisterende anlæg eller ved etablering af nye, vil dette kunne medregnes og godskrives i Danmarks klimaregnskab.

Der er forskellige andre muligheder for opfyldelse af klimastrategien, bl.a. køb af CO₂ kvoter i udlandet, og det kan f.eks. også være fra deponigasanlæg. Men for Danmark vil det bl.a. være et spørgsmål om, hvor vi får mest for de penge, vi under alle omstændigheder skal investere for at reducere drivhuseffekten.

Tabel 1.1 viser de forskellige drivhusgassers bidrag til drivhuseffekten. Tallene må anvendes med et forbehold på grund af en vis usikkerhed omkring størrelserne.

	Koncentration i atmosfæren ppm	Årlig vækst i atmosfæren %	Levetid i atmosfæren år	Relativ effekt til CO ₂	Relativt bidrag
CO ₂ (Kuldioxid)	346	0,4	40,0	1	50
CH ₄ (Metan)	1,7	1,0	10,0	21	19

Tabel 1.1: Drivhusgasser

Som det fremgår af tabel 2.1 bidrager CH₄ med en relativ stor andel til drivhuseffekten. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPPC), har i 1992 estimeret en årlig CH₄ emission på ca. 360 millioner tons. Ved indvinding og afbrænding eller udnyttelse af deponigas til energiformål opnås en miljømæssig forbedring, eftersom IPCC regner med at 20-70 millioner tons forventes at komme fra affaldsdeponier.

Ifølge Energistyrelsens rapport fra maj 2001: "Omkostninger ved CO₂-reduktion for udvalgte tiltag" udgør den totale emission i 2002 fra danske deponier 66.000 ton CH₄ svarende til 1,32 mio. CO₂ ækvivalenter. Da Danmarks totale udledning er 70 mio. tons CO₂ udgør deponigas herved 1,88 %.

I forbindelse med emission til atmosfæren vil der normalt finde en oxidation af CH₄ sted, når den passerer gennem lossepladsens øverste jordlag. Forskellige undersøgelser tyder på, at der i gennemsnit vil ske en 10 procents reduktion af CH₄ emissionen ved oxidation, men der mangler bedre dokumentation for at verificere, hvor stor en del der rent faktisk bliver oxideret.

1.4 Målgruppe

Målgruppen er ejere af deponeringsanlæg så som kommuner og affaldsselskaber. Desuden de private firmaer der arbejder med etablering og eventuel drift af lossepladsgasanlæg.

1.5 Projektudførelse

Projektet er gennemført i perioden fra september 2004 til januar 2005 ved afholdelse af møde med ERFA gruppen for deponigasanlæg, besøg og gennemgang af 14 eksisterende deponigasanlæg, besøg og gennemgang af 6 potentielle deponier, forberedelse af webside til registrering af driftsdata fra deponigasanlæg i Danmark samt undersøgelse af muligheder for internationalt samarbejde om registrering af driftsresultater. Desuden rapportering inklusive beregninger og estimering af mulig fremtidig CO₂ reduktion ved indvinding af deponigas fra eksisterende deponier og eventuelle nye anlæg.

1.5.1 ERFA Gruppe for deponigasanlæg

Samtlige deponigasanlæg i Danmark blev kontaktet for at vurdere interessen for deltagelse i et møde i ERFA gruppen igen. Gruppen har ikke haft nogen aktiviteter siden i starten af 2003. Der var stor interesse for deltagelse, og et møde afholdtes i september 2004.

Gruppen blev på mødet orienteret om nærværende projekt og Miljøstyrelsens interesse i, at der indvindes så meget gas som muligt fra de danske deponier, for at begrænse emission af CH₄ til atmosfæren, med henblik på CO₂ reduktion. Desuden blev planerne om en webside til inddatering af driftsdata præsenteret og diskuteret, og der var enighed om fortsættelse af projektet som et afgangprojekt for IT-studerende ved Vitus Bering i Horsens. Med hensyn til websiden, blev der også givet tilsagn om inddatering af driftsdata, når siden er klar. På mødet blev der også orienteret om deponigasanlæggenes driftssituation p.t.

Der blev endvidere givet udtryk for interesse i at fortsætte aktiviteterne i ERFA gruppen, og der blev aftalt et nyt møde i foråret 2005, hvor websiden vil blive præsenteret, og hvor mulighederne for økonomiske midler til videreførelse af ERFA gruppen og dens aktiviteter vil blive diskuteret.

1.5.2 Anlægsbesøg og undersøgelser

I perioden oktober og november 2004 blev 14 eksisterende deponigasanlæg besøgt med henblik på vurdering af mulighederne for optimering af gasindvinding. Anlæggene blev gennemgået med driftspersonalet, data for årlig gasindvinding og energiproduktion blev indsamlet, målinger og analyser blev udført og eventuelle forslag til optimering af gasindvinding blev drøftet.

I tabel 1.2 er alle eksisterende deponigasanlæg i Danmark vist med angivelse af aktuel gasindvinding og energianvendelse. Af tabellen fremgår ligeledes, hvilke anlæg der er besøgt i forbindelse med projektet og hvilke der er kort beskrevet ud fra tidligere informationer, hvorfra estimering af fremtidig CO₂ reduktion er foretaget.

Eksisterende besøgte deponigasanlæg i Danmark				
Anlæg	Affaldsmængde m. gasindvinding tons	Etablering år	Gasind- vinding 2004 m ³ /h	Energi produktion
Grindsted	1.000.000	1985	103	Varme
Måde, Esbjerg	1.000.000	1987	188	Kraft/Varme
Sandholt-Lyndelse, Fåborg	1.700.000	1992	223	Elektricitet
Edslev, Århus	1.400.000	1993	279	Kraft/Varme
Randers	1.700.000	1994	238	Kraft/Varme
Dybdal, Vojens	350.000	1995	52	Kraft/Varme
Stige Ø, Odense	4.000.000	1996	690	Kraft/Varme
Tandskov, Silkeborg	995.000	1997	205	Elektricitet
Vindblæs, Løgstør	400.000	1998	36	Kraft/Varme
Kåstrup, Skive	800.000	1998	48	Kraft/Varme
Glatved, Grenå	1.100.000	1998	187	Kraft/Varme
Sdr. Hostrup, Åbenrå	700.000	2001	106	Elektricitet
Novoren, Gisløge	400.000	2001	27	Elektricitet
Skodsbøl, Sønderborg	540.000	2002	62	Elektricitet
I alt år 2004	24.885.000		2.444	

Tabel 1.2: Eksisterende besøgte deponigasanlæg i Danmark.

Efter besøgene er de aktuelle CO₂ reduktioner fra de enkelte anlæg beregnet, tillige med en prognose for den fremtidige CO₂ reduktion, hvis anlæggene kører videre som nu, og hvis anlæggene får udført ændringer, der kan øge gasindvindingen. Af tabel 1.3. fremgår de årlige CO₂ reduktioner.

Estimeret CO₂-reduktion ved eksisterende og ved ændringer på anlæg			
År	Estimeret CO ₂ Reduktion fra eksisterende anlæg tons	Estimeret CO ₂ Reduktion ved ændringer på anlæg tons	efter udførelse af ændringer på anlæg tons
2005	101.011	44.379	145.390
2006	93.967	41.493	135.460
2007	86.943	38.513	125.456
2008	79.800	35.041	114.841
2009	74.003	32.156	106.160
2010	68.165	29.540	97.705
2011	62.999	26.302	89.301
2012	58.398	24.315	82.713
I alt:	625.286	271.740	897.026

Tabel 1.3: Estimeret CO₂ reduktion fra eksisterende deponigasanlæg samt ved ændringer der optimerer anlæggene.

I december 2004 blev 6 eksisterende deponier besøgt med henblik på vurdering af mulighederne for eventuel etablering af et deponigasanlæg. Nogle af disse deponier var med i undersøgelsen i rapporten¹ fra 1998 og en del informationer indsamlet på dette tidspunkt. Andre deponier er udvalgt efter en revurdering af situationen. Informationer om deponiernes størrelse, affaldsmængde og -sammensætning blev indsamlet og gennemgået med driftspersonalet ved besøgene, og i nogle tilfælde blev der tillige udført målinger og analyser.

En oversigt over de besøgte deponier kan ses i tabel 1.4. I tabellen er anført den deponerede affaldsmængde og deponiets driftsperiode fremgår ligeledes.

Besøgte eksisterende deponianlæg i Danmark		
Anlæg	Deponeret affaldsmængde tons	Driftsperiode for deponi år
Fakse	790.000	1981 -
Gerringe, Lolland	800.000	1974 -
Hasselø Nor, Falster	725.000	1983 -
Hvalsø	825.000	1972 - 1984
Lynge Eskilstrup, Sorø	700.000	1950 - 1993
Skibstrup, Helsingør	1.335.000	1966 - 2009
I alt år 2004	5.175.000	

Tabel 1.4: Besøgte eksisterende deponier i Danmark

Efter besøgene er der udført prognoser for en mulig gasindvinding fra de enkelte deponier, samt den energimængde der kan produceres, hvis gassen udnyttes til energiformål. Desuden er den fremtidige CO₂ reduktion estimeret, såfremt der etableres et deponigasanlæg.

I beregningerne for både de eksisterende deponigasanlæg og eventuelle nye, er der regnet med, at hele den indvundne gasmængde ellers ville emitte fra deponiet og bidrage til drivhuseffekten. Der er altså ikke fratrukket den del af metanen der eventuel bliver oxideret i deponiets toplag. Som nævnt tidligere i punkt 1.3 er der undersøgelser der peger på, at der i gennemsnit sandsynligvis oxideres ca. 10 % af metanen på denne måde, men da dette er usikkert, er det ikke taget med i beregningerne i denne rapport. Til gengæld er den CO₂ besparelse, der vil være ved, at deponigassen erstatter fossil brændsel heller ikke taget til indtægt. Dette udgør normalt også omkring 10 %, hvorfor disse 2 i princippet ophæver hinanden, men er altså ikke indregnet i rapportens beregninger.

1.5.3 Forberedelse af webside for deponigasanlæg i Danmark

Som forberedelse til en webside for deponigasanlæg i Danmark, er der afholdt møder med ERFA gruppen for at definere, hvilke data websiden skal indeholde og dermed også, hvilke driftsdata der skal inddateres fra de enkelte anlæg.

Dernæst er der afholdt møder mellem ERFA gruppen og studerende ved IT-ingeniør uddannelsen på Vitus Bering i Horsens (tidligere Ingeniørhøjskole i Horsens). De studerende skal udføre en webside for ERFA gruppen i forbindelse med et afgangsprøveprojekt i foråret 2005.

1.5.4 Internationale samarbejdsmuligheder om informationsudveksling

I projektfasen er det undersøgt, hvorvidt der kunne være mulighed for et internationalt samarbejde, hvis der i andre lande findes databaser med driftsdata for deponigasanlæg. Via mangeårige kontakter til firmaer, universiteter, myndigheder, m.v., har LFG Consult tidligere undersøgt sådanne muligheder, men for at revurdere situationen har der i forbindelse med andre møder været kontakt til EPA (Environmental Protection Agency) i USA, der har indsamlet data for deponigasanlæg. Det viser sig dog ikke at være driftsdata som det ønskes i det danske system.

1.5.5 Rapportering

Projektet afsluttes med nærværende rapport, der belyser mulighederne for optimering af gasindvinding fra eksisterende deponigasanlæg såvel som muligheder for eventuel etablering af nye deponigasanlæg. I forbindelse med disse anlæg er det fremtidige potentiale for CO₂ reduktion fra de undersøgte anlæg estimeret, hvilket giver et billede af de muligheder sådanne løsninger kan bidrage med, i forbindelse med Danmarks opfyldelse af kravene i den danske klimastrategi og Kyoto aftalen.

2 ERFA Gruppe for deponigas

Med støtte fra Energistyrelsen blev der fra 1997 til slutningen af 2002 indsamlet driftsdata fra deponigasanlæggene i Danmark og desuden blev der dannet en ERFA Gruppe for deponigasanlæggene.

2.1 ERFA Gruppe

I 1999 blev der dannet en ERFA Gruppe for deponigas i Danmark, hvor primært driftsledere for deponigasanlæg i Danmark mødtes 1 – 2 gange årligt til uformelle drøftelser og erfaringsudveksling om etablering og drift af deponigasanlæg.

Møderne blev afholdt hos et af de eksisterende deponigasanlæg, hvor der om formiddagen normalt var faglige indlæg samt orientering om de enkelte anlæg og i den forbindelse almindelig erfaringsudveksling. Om eftermiddagen blev deponigasanlægget præsenteret og besøgt, hvorved kendskabet til forskellige anlægstyper og teknikker blev udbredt til en større gruppe.

Da støtten fra Energistyrelsen til sekretariatsfunktionerne ophørte med udgangen af 2002, gik ERFA gruppen i en slags "hvileposition" med henblik på eventuel videreførelse senere.

I forbindelse med nærværende undersøgelse bevilgede Miljøstyrelsen støtte til, at ERFA gruppen afholdt et møde i oktober 2004, hvor indsamling af driftsdata for de seneste år, samt eventuel fremtidig dataindsamling ved indrapportering til en database, såvel som ERFA gruppens videreførelse, skulle drøftes.

2.2 Dataindsamling

Allerede fra 1997 blev der med støtte fra Energistyrelsen finansierede et sekretariat, der indsamlede månedlige driftsdata for de enkelte deponigasanlæg i det meste af perioden indtil udgangen af år 2002.

Driftsdata for gas- og energiproduktion, metan procent og eventuelle driftsmæssige forstyrrelser blev indrapporteret på skemaer til sekretariatet, der da samlede disse i et enkelt skema, som indeholdt driftsresultater fra samtlige anlæg for en enkelt måned. Skemaet blev rundsendt til alle i ERFA gruppen, så udviklingen kunne følges for samtlige de anlæg, der indleverede data. I starten var det kun få anlæg der afleverede data, men til slut indleveredes driftsdata fra næsten alle anlæg.

I forbindelse med nærværende projekt er der indsamlet månedlige driftsdata fra alle anlæg for årene 2002, 2003 og 2004. De månedsvise data er summeret til årlige driftsresultater, der kan ses i Bilag 1. Disse skemaer indeholder nogenlunde de samme informationer som de der tidligere blev indberettet på.

3 Webside for deponigasanlæg i Danmark

Indtil udgangen af 2002 har de enkelte deponigasanlæg indsendt et udfyldt skema med månedlige registreringer af gas- og energiproduktionen fra de enkelte anlæg. I forbindelse med nærværende projekt er disse registreringer blevet opdateret for de seneste år til og med 2004.

Til afløsning af dette indberetningssystem ønsker ERFA Gruppen udført en webside, hvor driftsdata kan inddateres månedlig, hvilket vil gøre registreringen hurtigere og mere effektiv end ved at notere det i skemaer, der skal indsendes.

I nærværende projekt indgår forberedelsen af en webside, som studerende ved IT-ingeniør uddannelsen på Vitus Bering i Horsens (tidligere Ingeniørhøjskolen i Horsens) udarbejder i forbindelse med et afgangprojekt i foråret 2005. Der er afholdt møder mellem ERFA gruppen og de studerende for fastlæggelse af ønsker og muligheder for websiden. I det følgende er beskrevet hvilke data der tænkes indberettet, samt hvorledes data behandles og præsenteres på websiden.

3.1 Inddata fra anlæg

Med udgangspunkt i de tidligere indberetningsskemaer er omfanget af indberetningen diskuteret på et møde mellem repræsentanter for ERFA gruppen og de studerende samt studievejlederen fra Vitus Bering. Ved et senere møde mellem hele ERFA gruppen og de studerende, blev deres oplæg til websiden præsenteret og diskuteret.

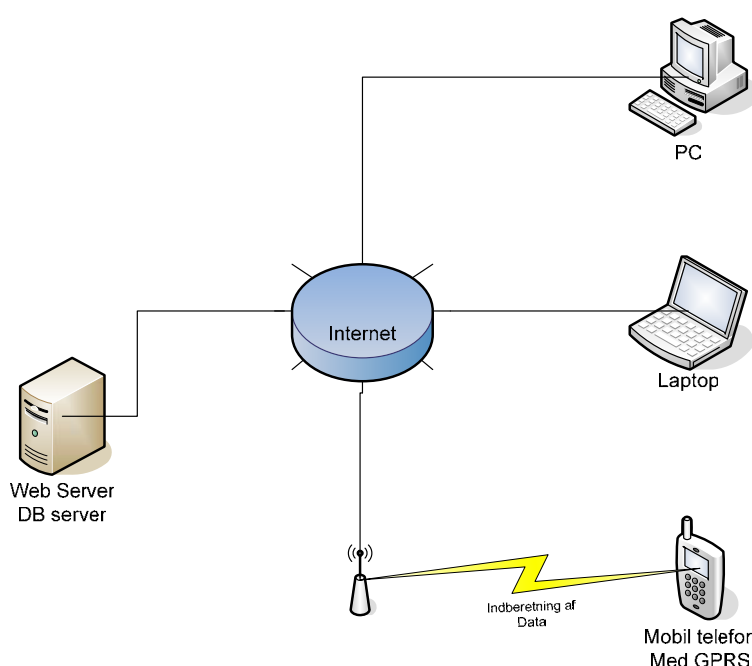
Det aftaltes at følgende grunddata indberettes for hvert anlæg:

- deponiets navn
- etableringsår for deponigasanlægget
- affaldsmængde i tons, hvorfra gasindvinding foretages
- indvindingsområde i ha., hvorfra gasindvinding foretages
- ca. andel af dagrenovation i %
- el-effekt i kW fra generator, hvis deponigassen udnyttes til el-produktion
- varme-effekt i kW fra varmeveksler, hvis spildvarmen fra f.eks. en gasmotor udnyttes til varmeproduktion
- varme-effekt i kW fra kedelanlæg, hvis deponigassen udnyttes til varmeproduktion
- som en separat præsentationsside udføres en kort beskrivelse af de enkelte anlæg, svarende til ca. en A4 side inklusive 1 - 2 billeder fra anlægget

Desuden aftaltes at følgende data skal indrapporteres månedlig fra de enkelte anlæg:

- gasproduktion i m³/måned
- gaskvalitet i form af gennemsnitlig CH₄ % over måneden
- el-produktion i kWh/måned
- varme produktion i kWh/måned
- driftstimer/måned
- specielle erfaringer, uheld eller andre informationer der kan forbedre anlæggenes muligheder for en optimal drift.

Indberetningen foretages fra de enkelte anlæg, idet websiden åbnes på Internettet og den enkelte bruger kan da med et brugernavn og et password logge sig ind på den side der vedrører indberetning fra det specifikke anlæg. Inddatering kan ske fra en almindelig computer eller en bærbar, og endelig kan det også ske via en mobil telefon med GPRS. Systemets netværk er vist i følgende figur 3.1.



Figur 3.1: Oversigt over netværksarkitektur for kommunikation via Internettet.

De indberettede data skal også kunne anvendes til andre og nuværende indberetninger, der kræves af det offentlige, som f.eks. amt, Energistyrelsen, Miljøstyrelsen, m.v.

Miljøstyrelsen har netop ladet udarbejde en internetside kaldet ERISDA til indberetning af data fra lossepladser, der i øjeblikket er i en testfase. ERISDA er primært udarbejdet med henblik på de parametre der skal tages i betragtning, når der skal registreres og indberettes i henhold til affaldsdirektivet, men ikke specielt med henblik på de energimæssige parametre i et lossepladsgasanlæg, såvel som de resultater og sammenligninger, der vil kunne hjælpe med en optimering af lossepladsgasanlæggenes drift. Desuden ejes og drives en del deponigasanlæg af private virksomheder eller energiselskaber, der ikke har umiddelbart interesse i de forholdsvis store datamængder på affald, grundvand, osv., der findes i ERISDA, men kun på data vedrørende deponigasanlæggene, og disse vil være mere overskuelige i et system af mindre omfang.

Websiden for deponigasanlæggene vil blive forberedt så det har et linksystem, der eventuelt senere kan tilkobles f.eks. ERISDA, så de indtastede data der ønskes overført til ERISDA automatisk vil blive overført, og omvendt de data der eventuelt indtastes via ERISDA vedrørende deponigas vil kunne videresendes til websiden for deponigas.

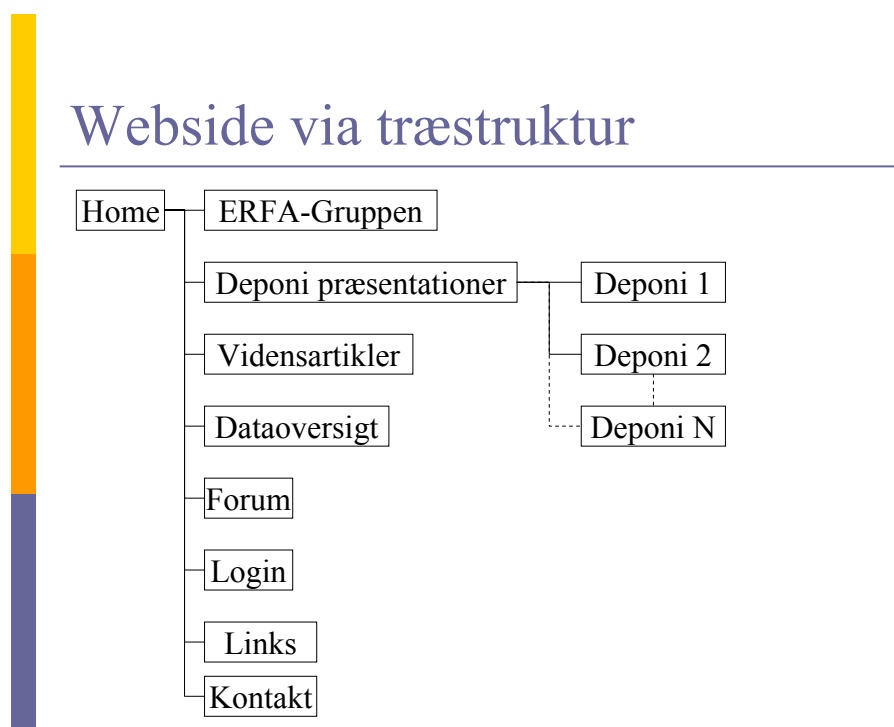
3.2 Websidens indhold

Når driftsdataene er indberettet bliver de gemt i en database, hvor der automatisk udregnes forskellige værdier for det enkelte deponi, såvel som overordnede værdier for de danske anlæg der er tilknyttet websiden. Dataene kan herefter "klikkes" frem på websiden, enten i grafisk form som kurver og diagrammer eller i numerisk form, hvor dataene er opstillet i tabeller. Dataene kan være aktuelle eller historiske data fra anlæggene.

Ud over de indtastede data der er anført i ovenstående punkt 3.1. vil websiden bl.a. indeholde:

- gasindvinding i m^3/h
- metanindvinding i m^3/h
- gasproduktionsraten i m^3 deponigas/tons affald/år
- el-produktion i kWh/m^3 deponigas
- varme produktion i kWh/m^3 deponigas
- gasindvinding i $m^3/år$
- el-produktion i $MWh/år$
- varme produktion i $MWh/år$

Ud fra de krav der er stillet fra ERFA gruppen, vil den overordnede struktur i websiden være som vist i figur 3.2.

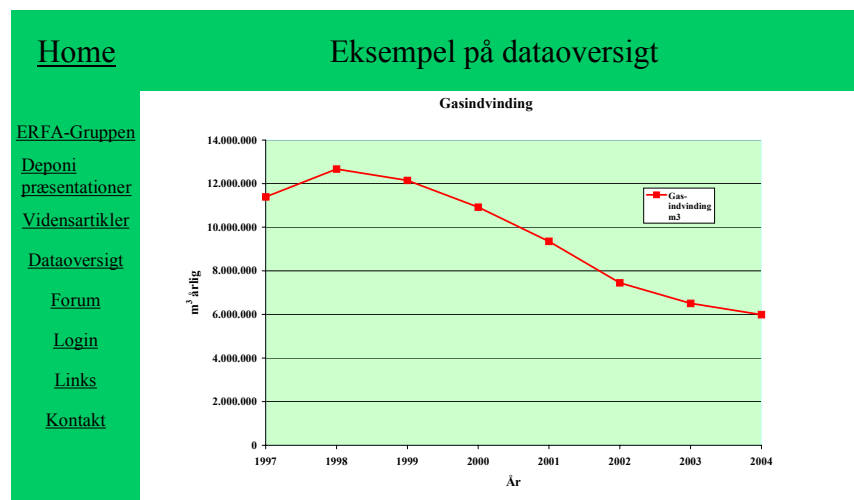


Figur 3.1: Struktur for Websiden

Efter de foreløbige planer skal siden være tilgængelig for alle interesserede på Internettet, hvor beskrivelser af anlæggene kan læses, udvalgte kurver og data med resultater kan ses, adresser og kontaktpersoner kan findes, osv. ERFA gruppens medlemmer kan via et brugernavn og et password gå længere ind i systemet, og de enkelte ejere af deponigasanlæg kan gå ind på deres egne sider, hvor indtastning af data foretages.

Som et eksempel på en præsentation fra websiden af gasindvindingen over årene fra et af deponigasanlæggene, viser figur 3.3., hvorledes en sådan præsentation kan se ud.

Eksempel på webside

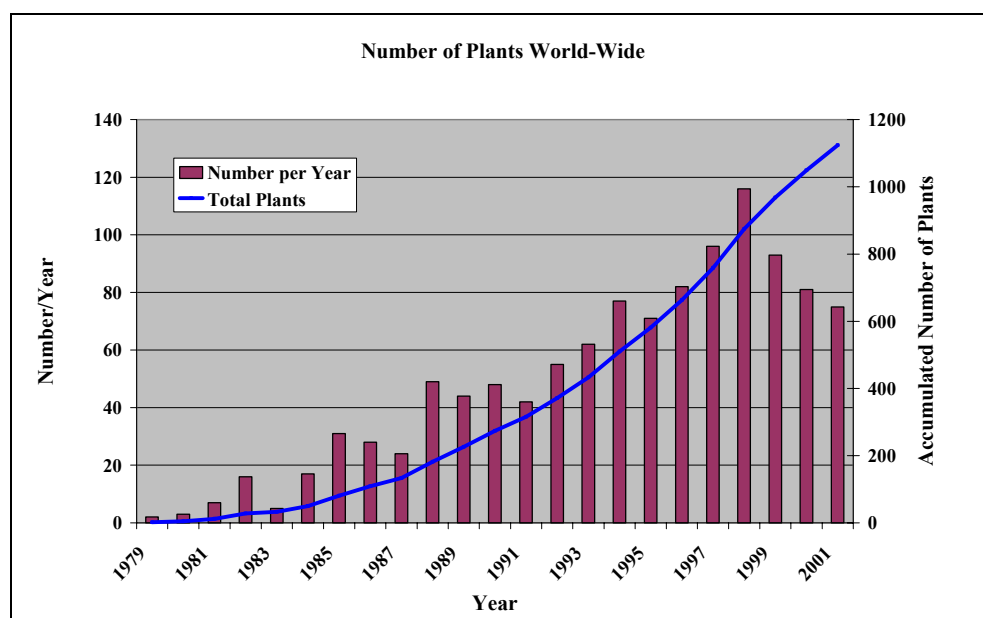


Figur 3.3: Eksempel på præsentation fra websiden

4 Internationalt samarbejde

Såfremt et internationalt samarbejde om registrering af driftsdata fra deponigasanlæg blev etableret, ville der blive adgang til at følge data på mange anlæg og sammenligne disse med egne resultater. Samtidig ville der fås et indblik i, hvad der sker på området såvel som en større indsigt driften, der i den sidste ende kan hjælpe den enkelte anlægsejer til en mere optimal drift på sit anlæg. Eventuelle muligheder for et internationalt samarbejde om registrering og optimering af deponigasanlæg ved udveksling af informationer og driftsdata, er derfor overordnet vurderet i forbindelse med dette projekt.

Gennem en del år har LFG Consult med mellemrum forsøgt at indsamle informationer om deponigasanlæg worldwide. Sidst i forbindelse med et indlæg på Sardinia 2003², og en artikel i 2004 i ISWA's magasin³. I figur 4.1 ses den sidste opgørelse af deponigasanlæg fra ².



Figur 4.1: Antal deponigasanlæg etableret per år og total (Willumsen 2004)

Bl.a. i den forbindelse med disse opgørelser har der gennem en årrække været kontakt til forskellige kilder i de fleste lande der har lossepladsgasanlæg.

Der er desværre ikke mange lande, der har en samlet oversigt over deres anlæg samt anlæggenes gas- og energiproduktion. En af de få er Environmental Protection Agency (EPA) i USA, som har en database over US anlæg. Det er tilsyneladende også det eneste sted hvor en systematisk, men alligevel frivillig registrering finder sted. Det er dog ikke er en løbende registrering af månedlige driftsdata, som ERFA gruppen i Danmark ønsker i sin database,

² Sardinia 2003. Ninth International Waste Management and Landfill Gas Symposium: "Landfill Gas Plant – Number and Types Worldwide"

³ Waste Management World, July – August 2004, published by ISWA: "Landfill gas recovery plants. Looking at types and numbers worldwide"

hvorfor det umiddelbart ikke vil være særlig interessant med et samarbejde på dette område.

EPA i USA har på det sidste også startet et projekt de kalder "The Methane to Markets Partnership Project", hvor de forsøger at få et samarbejde med andre lande om nedbringelse af metan emission fra forskellige kilder, herunder deponier. Her vil man forsøge at registrere deponier, sandsynligvis for at få et overblik over, hvor der er et potentiale for deponigasanlæg. Selv om der også er lagt op til, at fremtidige deponigasanlæg skal indgå i registreringen, vil det sandsynligvis blive en tilsvarende registrering, som den EPA har for anlæggene i USA. Da dette projekt er i sin vorden, vil det heller ikke være egnet til et samarbejde om fælles registrering af driftsdata.

På lidt længere sigt vil der i forbindelse med CDM (Clean Development Mechanism) og JI (Joint Implementation) deponigas - projekternes måleprogrammer blive tilgang til nogle driftsdata, der sandsynligvis kan være interessante at følge, men dette kan til den tid f.eks. være i form af links til ERFA gruppens database.

5 Optimering af Eksisterende deponigasanlæg

I dette afsnit er samtlige 26 danske deponigasanlæg omtalt, idet dog kun 14 er undersøgt nærmere ved et besøg på anlæggene. Ved disse anlæg er eventuelle muligheder for en optimering undersøgt og drøftet med driftspersonalet.

For de øvrige 12 anlæg er potentialet for en optimering umiddelbart vurderet at være mindre, men der kan dog stadig være muligheder for ekstra gasindvinding fra en del af disse deponier, hvis alle anlæg undersøges på tilsvarende måde, som de der er besøgt.

I resumeet for hvert anlæg er anført, hvorledes gassen anvendes, og om anlægget er besøgt og undersøgt nøjere eller blot beskrevet ud fra indhentede data. Dernæst er ejerforhold og faktuelle data for deponiet og deponigasanlægget beskrevet. Kurver for gas- og energiproduktion er udført for de år, hvor sådanne data kunne fremskaffes. For de anlæg der er besøgt, er der udført undersøgelse af forhold omkring deponigas. Desuden udarbejdet en prognose for gasindvinding over årene såvel som en prognose for energiproduktionen over de næste 20 år og mulighederne for afsætning af denne. Endelig er CO₂ reduktionen estimeret for en fremtidig 5-årig periode fra år 2005 til 2009.

5.1 Aunsøgård

5.1.1 Resume

På Aunsøgård deponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som anvender gassen i et decentralt kraftvarmeanlæg, der består af en gasmotor/generator enhed. Den producerede elektricitet leveres til el-nettet og spildvarmen til det lokale fjernvarmenet.

Deponigasanlægget er ikke besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, hvorfor en eventuel optimering af gasindvindingen ikke er vurderet for deponigasanlægget på Aunsøgård. I 2004 udgør CO₂ reduktion fra det eksisterende anlæg ca. 4.600 tons CO₂/år.

5.1.2 Data for deponeringsanlægget

Deponiets adresse: Aunsøgård Hovedgård
Aunsøgård Alle 10
4470 Svebølle

Driftsperiode: 1975 – 1995.

Areal med
gasindvinding: Ca. 9 ha

Dybde: Ca. 12 m i geensnit

Affaldsmængde: Ca. 1.100.000 tons

- Dagrenovation
- Industriaffald
- Bygningsaffald
- Haveaffald
- Slam

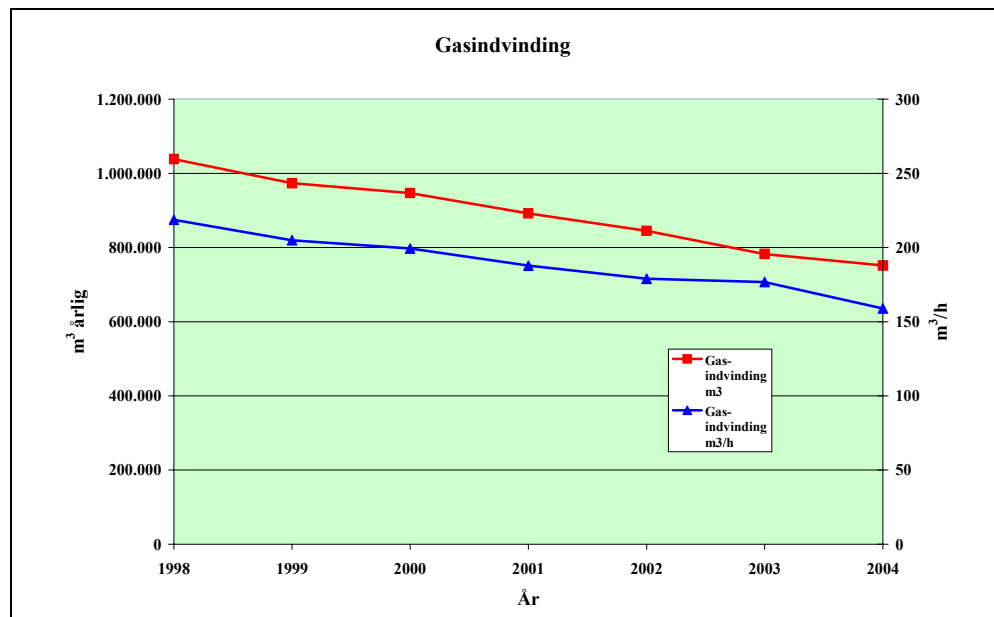
5.1.3 Data for deponigasanlægget

Ejer: ESCO International A/S
Sødalsparken 20
8220 Brabrand

Drift af anlæg: DDH Contractors A/S
Sofiendalsvej 7
9200 Ålborg SV

Driftsperiode: Gasanlægget startet i 1996

Årlig gasindvinding: Nedenstående figur 5.1. viser gasindvindingen over årene.

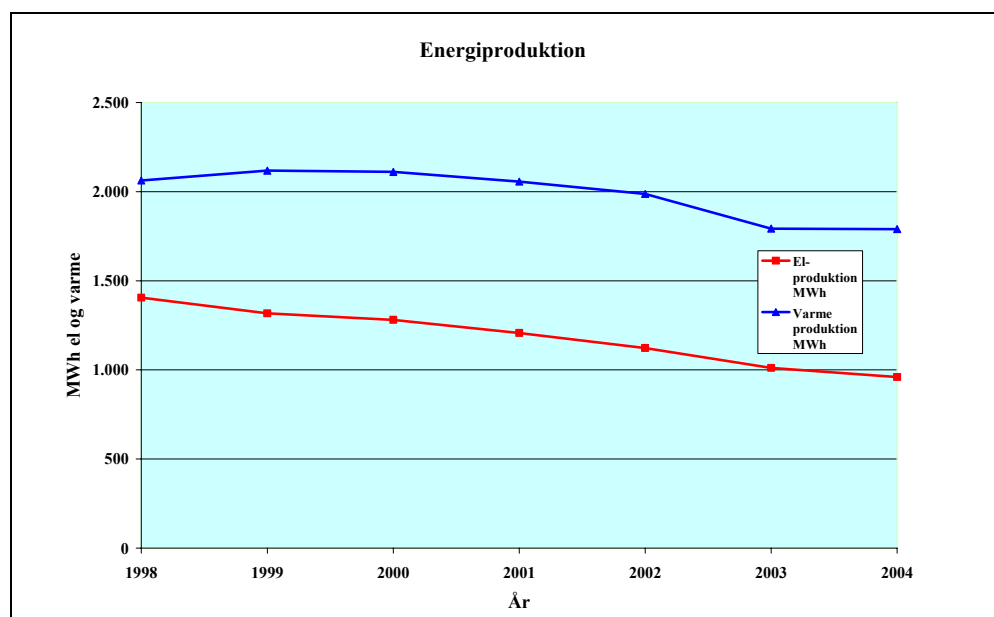


Figur 5.1: Gasindvinding årligt og per driftstime for indvindingsanlægget på Aunsøgård deponi.

Indvindingsanlæg: Indvindingsanlægget består af 40 lodrette boringer der enkeltvis er tilsluttet et MPR Modul (Måle-Pumpe- og Regulerings Modul), der har et automatisk styrings- og reguleringsystem. Gassen pumpes herfra i en ca. 4 km. transmissionsledning til udnyttelsesanlægget.

Udnyttelsesanlæg: Deponigassen udnyttes i et gasmotor/generatoranlæg der er placeret ved Svebølle-Viskinge fjernvarmeanlæg. Den producerede elektricitet leveres til el-nettet og spildvarmen afsættes til fjernvarmesystemet.

Årlig energiproduktion: Den årlige el- og varmeproduktion fremgår af nedenstående figur 5.2

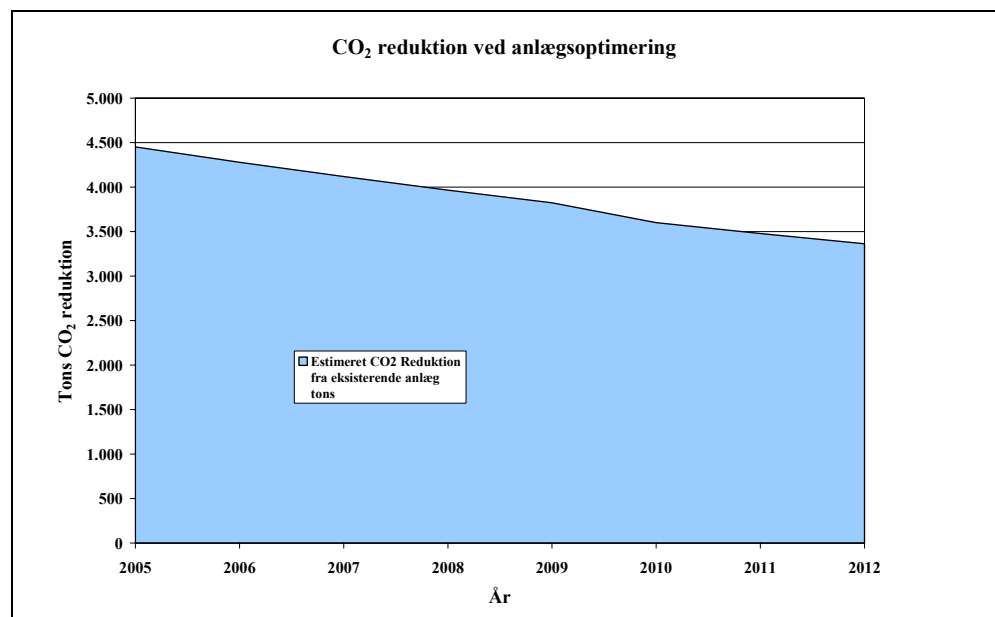


Figur 5.2: Årlig el- og varmeproduktion fra deponigasanlægget ved Aunsøgård deponi

5.1.4 Estimeret fremtidig CO₂ reduktion

CO₂ reduktion: Den nuværende gasindvinding udgør ca. 715.000 m³/år. Når der regnes med, at metanen fra den indvundne gas ellers ville emittere fra deponiet som en drivhusgas, vil dette svare til, at indvindingen bidrager til en ækvivalent CO₂ reduktion på ca. 4.650 tons CO₂ for år 2004.

Af figur 5.3 fremgår den estimerede CO₂ reduktion fra anlægget i fremtiden, hvis der ikke foretages nogen form for optimering af indvindingen. Dette ses årligt at udgøre 3.400 – 4.500 tons CO₂, hvilket giver en samlet estimeret CO₂ reduktion over årene fra 2005 til 2012 på i alt ca. 31.000 tons CO₂.



Figur 5.3: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra det eksisterende deponigas anlæg ved Ausøgård deponi

5.2 Bobøl

5.2.1 Resume

På Bobøl deponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som anvender gassen i et gasmotor/generator anlæg, der producerer elektricitet.

Deponigasanlægget er ikke besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, hvorfor en eventuel optimering af gasindvindingen ikke er vurderet for deponigasanlægget på Bobøl. I 2005 vil CO₂ reduktion fra det eksisterende anlæg udgøre ca. 1.600 tons CO₂/år.

5.2.2 Data for deponeringsanlægget:

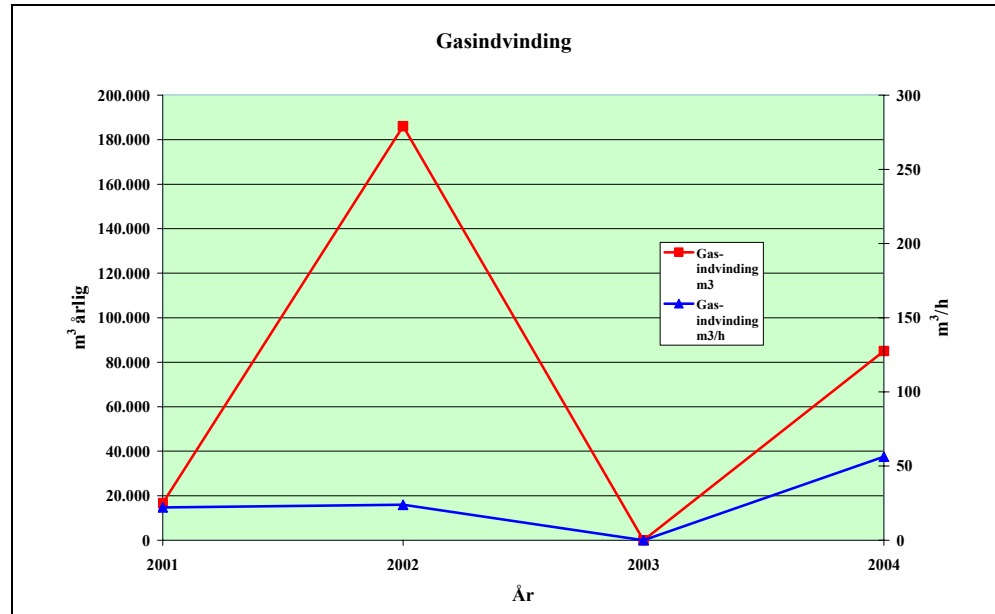
Deponiets adresse:	Bobølmarkvej 8 6683 Føvling
Driftsperiode:	Start i 1976 og er stadig i brug.
Areal med gasindvinding:	Ca. 12 ha
Dybde:	1-12 m. Ca. 6 m i gennemsnit
Affaldsmængde:	Ca. 635.000 tons
Affaldstyper:	<ul style="list-style-type: none">• Dagrenovation• Industriaffald• Kontor & Erhverv• Storskrald• Slam• Jordfyld

5.2.3 Data for deponigasanlægget

Ejer:	Sydjysk Miljøfællesskab I/S Bobølmarkvej 8 6683 Føvling
Drift af anlæg:	Ejer
Driftsperiode:	Gasanlægget startet i 2001
Årlig gasindvinding:	Anlægget blev startet i slutningen af år 2001, hvorfor der kun blev indvundet gas over en kort periode. I 2002 kørte anlægget hele året, men i 2003 var der problemer med motoranlægget, hvorfor der ikke blev indvundet nævneværdige gasmængder. I 2004 har anlægget kørt i ca. 8 måneder, men ikke optimalt. Efter udskiftning af motoren i december 2004 skulle anlægget kunne indvinde omkring 240.000 m ³ gas/år.

Nedenstående figur 5.4. viser gasindvindingen over

årene.



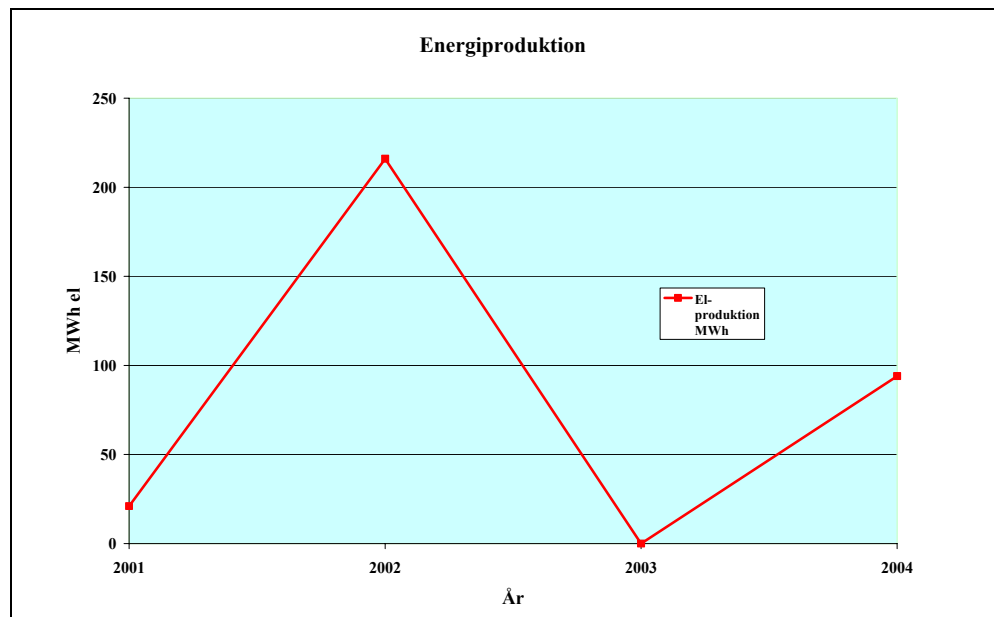
Figur 5.4: Gasindvinding årligt og per driftstime for indvindingsanlægget på Bobøl deponi.

Indvindingsanlæg: Indvindingsanlægget består af 12 vandrette 50-200 m lange grusfaskiner, hvor et gasindvindingsrør er placeret inden i. Gasledninger fra de enkelte faskiner er forsynet med en reguleringsventil og et gasmålepunkt før tilslutning til en manifold, hvorfra gassen ledes til udnyttelsesanlægget via en transmissionsledning.

Udnyttelsesanlæg: Oprindeligt blev anlægget etableret med en 30 kW_{el} gasmotor/generatoranlæg der producerede elektricitet som blev leveret til el-nettet.

Da der kunne indvindes mere gas end motoranlægget kunne anvende, blev en større Dual-Fuel motor installeret med en el effekt på 120 kW. Da denne motor har voldt en del problemer, er den i slutningen af 2004 udskiftet med en gasmotor/generator enhed, der kan producere 60 kW elektricitet.

Årlig energiproduktion: På grund af den ustabile drift indtil nu, varierer el-produktion selvfølgelig på samme måde som gasindvindingen. Produktionen fremgår af nedenstående figur 5.5



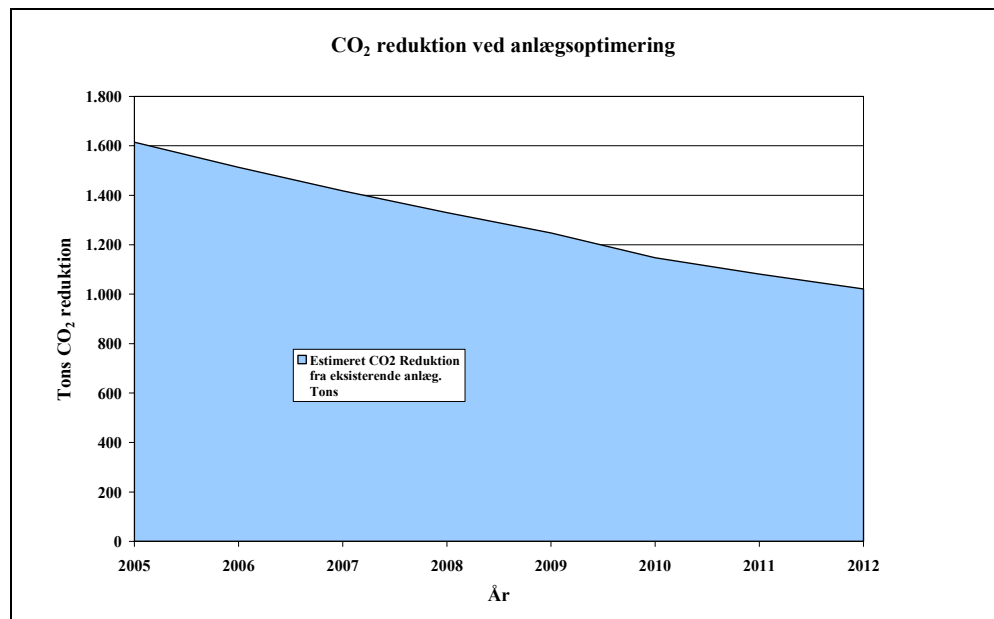
Figur 5.5: Årlig el- og varmeproduktion fra deponigas anlægget ved Bobøl deponi

5.2.4 Estimeret fremtidig CO₂ reduktion

CO₂ reduktion:

Efter etablering af den nye motor/generator enhed forventes det, at gasindvinding udgør ca. 240.000 m³ i år 2005. Når der regnes med, at metanen fra den indvundne gas ellers ville emittere fra deponiet som en drivhusgas, vil dette svare til, at indvindingen bidrager til en ækvivalent CO₂ reduktion på ca. 1.600 tons CO₂ for år 2005.

Af figur 5.6 fremgår den estimerede CO₂ reduktion fra anlægget i fremtiden, hvis der ikke foretages nogen form for optimering af indvindingen. Dette ses årligt at udgøre 1.000 – 1.600 tons CO₂, hvilket giver en samlet estimeret CO₂ reduktion over årene fra 2005 til 2012 på i alt ca. 10.000 tons CO₂.



Figur 5.6: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra det eksisterende deponigasanlæg ved Bobøl deponi

5.3 Dybdal

5.3.1 Resume

På Dybdal deponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som anvender gassen i et gasmotor/generator anlæg, der producerer elektricitet.

Deponigasanlægget er besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, og undersøgelser på anlægget indikerer, at der sandsynligvis kan udføres forbedringer, som kan optimere gasindvindingen med yderligere ca. 7 m³ deponigas/h i 2005 og dermed bidrage til en yderligere CO₂ reduktion fra deponiet på ca. 290 tons/år.

5.3.2 Ejerforhold for deponeringsanlægget

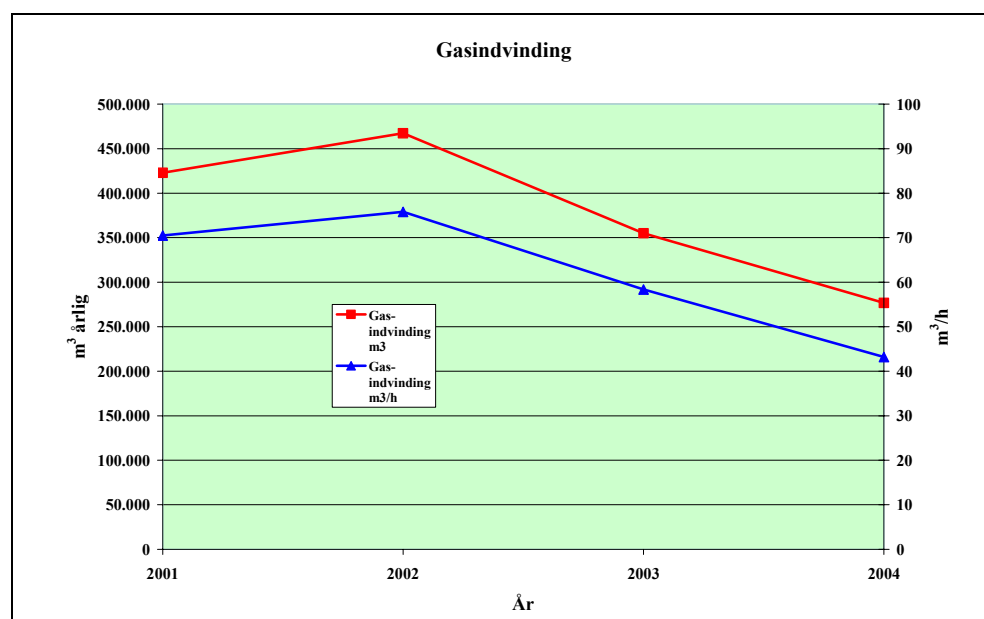
Ejer	Affaldsregion Nord I/S Tingvejen 1 6500 Vojens
Deponiets adresse:	Ribe Landevej 9B 6500 Vojens
Ledelse:	Betina Skjøth Lorenzen
Drift	Ejer

5.3.3 Data for deponeringsanlægget:

Driftsperiode:	Deponiet på Dybdal er påbegyndt i 1983 og lukket i 2001er stadig i drift.
Areal med gasindvinding:	Ca. 3,8 ha.
Dybde:	8 - 20 m. Gennemsnit ca. 10 m
Affaldsmængde:	På Dybdal deponi er der total: ca. 500.000 tons Der indvindes gas fra ca. 350.000 tons
Affaldstyper:	<ul style="list-style-type: none">• Dagrenovation• Industriaffald• Bygningsaffald• Haveaffald• Storskrald• Spildevandsslam• Jordfyld• Flyveaske og slagger
Afdækning:	Ca. 0,2 m muld, sandlag som rodspærre og 0,8 m muld.

5.3.4 Data for deponigasanlægget

Ejer:	Affaldsregion Nord I/S Tingvejen 1 6500 Vojens
Drift af anlæg:	Ejer
Driftsperiode:	Gas anlægget på Dybdal er startet i juni 1995 og indvindingsområdet udvidet i 1998 og 2001.
Årlig gasindvinding:	Gasindvindingen er registreret fra anlæggets start i 1995, men dataene indtil den sidste udvidelse er svært tilgængelige, hvorfor nedenstående figur 4.2. indeholder data fra og med 2001, der da også er lettere sammenlignelige, idet registreringen da er foretaget fra det samme indvindingsområde. Hvis gasmængden beregnes ud fra den registrerede el-produktion og CH ₄ kvalitet, samt en brændværdi på 10 kWh for 1 m ³ ren CH ₄ , og en virkningsgrad for el-produktionen fra motor/generatoranlægget på 35 %. er der imidlertid en divergens fra den registrerede gasproduktion på + 25% til - 20%. Det vurderes derfor at der er fejl i gasmåleudstyret, og figur 5.7 må tages med forbehold.



Figur 5.7: Gasindvinding årligt og per driftstime for indvindingsanlæg på Dybdal deponi

Indvindingsanlæg: Gasindvindingsanlægget er etableret med 17 lodrette borer der er udført med et 600 mm sneglebor. I borerne er placeret et perforeret 110 eller 160 mm PEH gasrør i midten, hvor der er fyldt op med grus omkring røret. De øverste 3 m er udført af et 200 mm ikke perforeret PEH gasrør. Ved bund af dette rør er afsluttet med 1 m bentonit for tætning af boringen. Desuden er der etableret 1 stk. horisontal

grusfaskine der suges gas fra. Boringer og faskine er forbundet med vandrette rør, der er nedgravet til ca. 60 cm dybde, og tilsluttet et MPR-Modul (Måle-, Pumpe- og Regulerings Modul), der er opbygget i en container.

I MPR Modulet føres rørene ind i begge sider, hvor de enkelte rørledninger er tilsluttet en manifold i hver side af containeren. Ledningerne er forsynet med afspærrings- og reguleringsventiler, flowmåler samt udtag til et gasanalyseinstrument, der analyserer CH_4 indholdet. Fra manifoldene føres gasrørene med den samlede gasmængde til en gasblæser, der suger gassen fra pladsen og trykker den videre til udnyttelsesanlægget, der er placeret i en anden container umiddelbart ved siden af MPR Modulet. Pumpens kapacitet er $200 \text{ m}^3/\text{h}$. Der findes et system til returblæsning af eventuel kondensat i rørene til de enkelte boringer, hvilket udføres 1 – 2 gange månedlig.

MPR Modulet har installeret et gasanalyse-system for de enkelte boringer såvel som for den samlede gasmængde. Normalt udtages der gasprøver kontinuerlig fra manifolden, der analyseres for CH_4 . Et ventilarrangement gør det muligt manuelt at skifte fra manifolden til den rørledning (boring) der ønskes taget en gasanalyse fra.

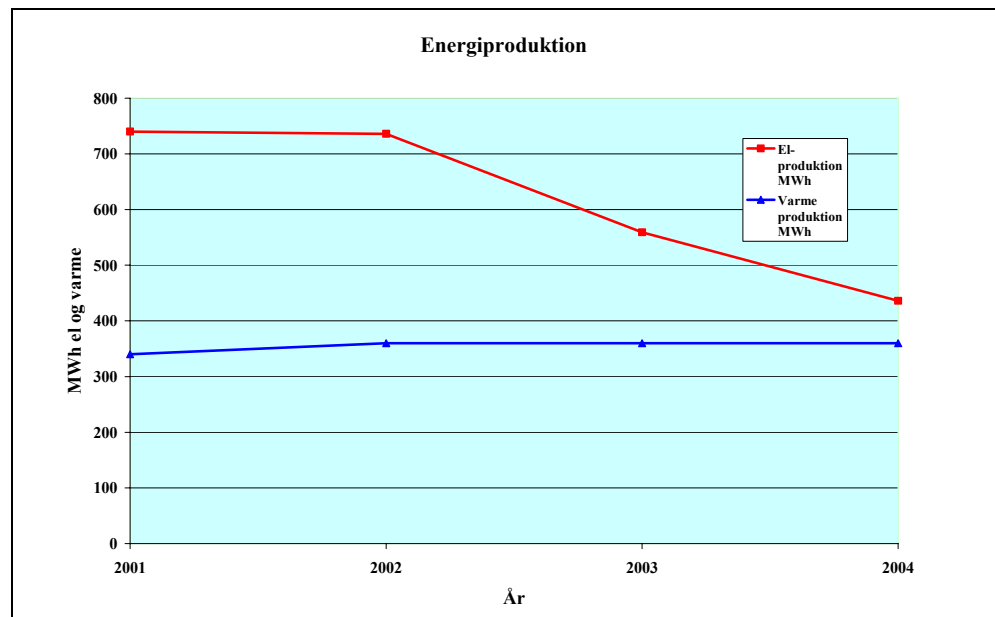
Udnyttelsesanlæg:

Gassen udnyttes i et gasmotor/generatoranlæg af fabrikat Caterpillar, type 3406. El-effekten er på $175 \text{ kW}_{\text{el}}$ og varmeeffekten på $280 \text{ kW}_{\text{varme}}$. Motor/generatoranlægget er placeret i en container på deponiet ved siden af MPR Modulet. Strømmen leveres til el-nettet, mens en del af spildvarmen leveres via fjernvarmerør til et gartneri der findes på nabogrunden ca. 75 m fra motor/generatoranlægget. Gartneriet kan dog ikke anvende al varmen, hvorfor den største del af varmen må køles ned med luftkøling.

Årlig energiproduktion:

El-produktionen er registreret fra anlæggets start i 1997, men dataene indtil den sidste udvidelse er svært tilgængelige er det den årlige produktion fra 2001 der fremgår af nedenstående figur 5.8.

Ligeledes er den registrerede varmeproduktion ikke let tilgængelig, men en nogenlunde korrekt størrelsesorden af den solgte varmeenergi til gartneriet, fremgår dog af nedenstående figur 5.8.



Figur 5.8: Årlig el- og varmeproduktion fra deponigas anlægget ved Dybdal deponi

5.3.5 Forslag til optimering

Undersøgelse:

Ved gennemgang af anlægget blev følgende undersøgt eller oplyst:

- Anlæggets opbygning og funktion.
- Gaskvaliteten for CH_4 , CO_2 , O_2 og H_2S blev analyseret i MPR modulet fra de enkelte boringer og manifold med et bærbart analyseinstrument, der endvidere beregner N_2 . Gaskvaliteten kunne tyde på der suges atmosfærisk luft ned gennem pladsen og ind i gassystemet, da der er højt N_2 indhold og lavt O_2 (iltens omsættes, hvorimod kvælstoffet ikke omsættes). Et højt sugetryk kan forårsage luftindtrængning, men dette kunne ikke umiddelbart registreres.
- CH_4 kvaliteten bliver som tidligere nævnt målt med et stationært analyseinstrument, men det tyder på at instrumentet viser ca. 6 % for lavt.
- Flow for de enkelte gasrør i MPR modulet blev aflæst på flowmålerne. Disse er en type der registrere gasmængden ved et signal fra en flyder i gasstrømmen til instrumentet, hvor en viser fortæller på en skala fra 0 – 35 m^3/h , hvor stor gasmængden er.
- Det totale flow måles med en gasmåler på hovedledningen fra MPR modulet til Motor containeren.
- De analyser og registreringer der blev udført i MPR modulet, fremgår af nedenstående tabel, idet gasanalyser og flow dog kun er anført for den totale gasmængde :

CH₄ %: 40%

CO₂ %: 27 %

O₂ %: 0 %

N₂ %: 33 %

H₂S ppm: 16 ppm

Total flow (sammertælling af enkelt registreringer fra flowmålere):

78 m³/h

Total flow (gasmåler): 60 m³/h

Sug fra plads: - 50 mbar

Tryk i transmissionsledning: 70 mbar

El-ydelse: 80 kW

- Der findes en Grundfos dykpumpe, type SP, til lænsning af vand i borer, hvis dette støver op og lukker perforeringen i gasrørene, så der ikke kan suges gas ud. Pumpen har imidlertid for stor en diameter til, at den kan anvendes i alle borer.
- For boring 12 og 14 blev en returblesning af gas til borerne gennemført, hvilket forbedrede gaskvaliteten med 1 %, men indvindingsmængden forblev den samme.
- Det blev oplyst, at anlægget besøges 2 gange ugentlig, hvor driftstal noteres og eventuelle justeringer foretages.
- Det blev oplyst, at motoren normalt er stoppet ca. 12 timer i løbet af hver uge, da gaskvaliteten bliver for dårlig til at motoren kan køre. Efter et stop i indvindingen øges kvaliteten og anlægget kan da køre igen i ca. 6 dage.

Forslag:

For optimering af anlægget foreslås følgende:

1. Vanddybden i samtlige borer bør undersøges, da der bør være minimum ca. 4 meter fri i den perforerede del af gasrøret. Hvis der er mindre foreslås det at pumpe vandet op over en periode, og finde frem til om der kan suges mere gas ud af de enkelte borer.
2. Da det kun er i de borer med den største diameter, den eksisterende dykpumpe for

- vandlænsning kan bruges, foreslås det at anskaffe en mindre pumpe, der kan anvendes til de øvrige boringer. Nogle pladser har adskillige pumper, hvoraf enkelte endog kan være placeret mere permanent i en boring.
3. Det foreslås, at der over en periode prøves at returlblæse i samtlige boringer hver dag, for at konstatere om det vil øge gasindvindingen. Der er adskillige deponigasanlæg der returlblæser en gang daglig for at tømme eventuelle lunger med kondensat i de vandrette gasledninger fra boringerne, hvor de pågældende har en tydelig positiv effekt på gasindvindingen. Som det fremgår af vort forsøg på 2 boringer, kom der dog ikke megen effekt ud af det for disse 2, men det bør prøves for alle, og over en længere periode.
 4. Gasanalyseinstrumentet foreslås kalibreret, da den tilsyneladende viser ca. 15 % forkert.
 5. Flowmåleren på hovedledningen foreslås kalibreret, da den som nævnt ser ud til at vise +25 % til -20 % forkert, hvilket gør driftspersonalets vurderinger af anlæggets aktuelle driftsmæssige stand, for noget usikker.
 6. Det fremgår af registreringerne, at indvindingen er aftaget uforholdsmæssig meget, efter at deponiet er lukket og der ikke er dagligt opsyn med anlægget. Det foreslås derfor at der anvendes daglig driftstid på anlægget, bl.a. ud fra ovennævnte forslag, men selvfølgelig også en nøjere fastlagt driftsplan, hvorved indvindingen sandsynligvis vil kunne øges. Det er svært at vide, hvor stor betydning det vil have, men der er eksempler fra en tilsvarende situation på en anden plads, hvor der ved øget indsats (mere tid) fra driftspersonalet, blev en merproduktion fra 200.000 kWh_{el} til 275.000 kWh_{el} per måned.
 7. På længere sigt vil gaskvaliteten aftage yderligere, hvorfor stop af længere varighed kan påregnes i fremtiden for at have tilstrækkelig gaskvalitet for motoren. Det foreslås, at få undersøgt om motoren kan justeres til at køre på lavere gaskvalitet. Yderligere kan det være en løsning, at udskifte den eksisterende gasmotor med en motor af Dual-Fuel typen, der kan anvende et mix af dieselolie og deponigas med en lav CH₄ %. Der kan da vælges et gasmotor/generatoranlæg i en mindre størrelse, så motoren kan køre med fuld last i døgndrift.

5.3.6 Estimeret ekstra CO₂ reduktion

Estimeret ekstra gasindvinding:

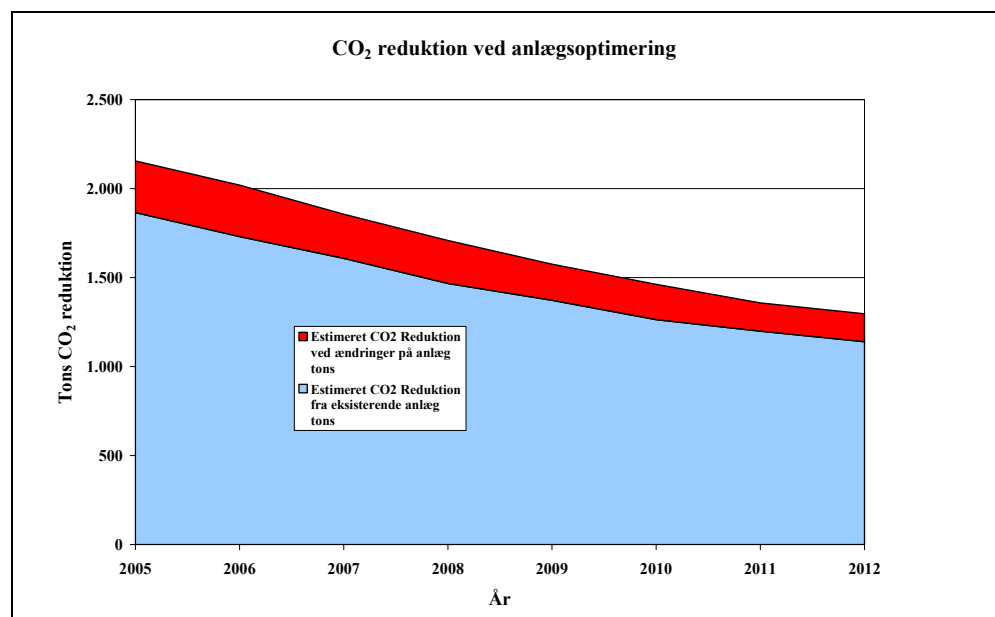
Ovennævnte forslag er af den type der skal undersøges og afprøves, inden det er let at fastslå, i hvilken størrelsesorden det vil være muligt at indvinde ekstra gas. Det vurderes dog at der kan indvindes ca. 15 % ekstra gas fra pladsen, men specielt for dette deponi anbefales at undersøge forslagene nøjere.

Med de 15 % ekstra indvinding, vil det betyde ca. 7 m³/h, der kan give en ekstra el-produktion på ca. 12 kW.

CO₂ reduktion:

Fra det eksisterende anlæg bidrager den indvundne metanmængde årligt med en CO₂ reduktion på ca. 1.800 tons CO₂. Ved udførelse af de foreslåede forslag til optimering af anlægget og med de 15 % ekstra gas, estimeres der at kunne reduceres yderligere med ca. 290 tons CO₂ i 2005.

Af figur 5.9 fremgår den estimerede CO₂ reduktion i fremtiden, såvel som den ekstra reduktion fra optimeringen. Over den viste 8 – årige periode indtil 2012 udgør reduktionen fra optimeringen ca. 1.800 tons CO₂.



Figur 5.9: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra eksisterende anlæg og fra foreslåede ændringer ved anlæg.

5.4 Edslev

5.4.1 Resume

På Edslev deponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som anvender gassen i et decentralt kraftvarmeanlæg, der består af en gasmotor/generator enhed. Den producerede elektricitet leveres til el-nettet og spildvarmen leveres til det lokale fjernvarmenet.

Deponigasanlægget er besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, og undersøgelser på anlægget indikerer, at der sandsynligvis kan udføres forbedringer, som kan optimere gasindvindingen med yderligere ca. 100 m³ deponigas/h i 2005 og dermed bidrage til en yderligere CO₂ reduktion fra deponiet på ca. 3.900 tons/år.

5.4.2 Ejerforhold

Ejer: Århus Kommune
Ølstedvej 20
8200 Århus N

Deponiets adresse: Pindsmøllevej 11
Edslev
8362 Hørning

Ledelse: Erik Bech

Drift: Ejer

5.4.3 Data for deponiet:

Driftsperiode:	Deponiet blev startet i 1983 og anvendes stadig, men den del hvor gassen indvindes fra blev afsluttet i 1998.
Areal med gasindvinding:	11,5 ha.
Dybde:	11 - 18 m. Gennemsnit 15 m
Affaldsmængde:	Ca. 2.000.000 tons. Der indvindes gas fra ca. 1.400.000 tons
Affaldstyper:	<ul style="list-style-type: none">• Dagrenovation (i perioder, hvor forbrændingsanlæg ikke har kørt).• Industriaffald• Bygge og anlægsaffald• Brændbart affald• Slagger og flyveaske• Sand og forurenede jord• Aspestaffald
Afdækning:	Ca. 0,7 m ler og 0,3 m råjord og kompost.

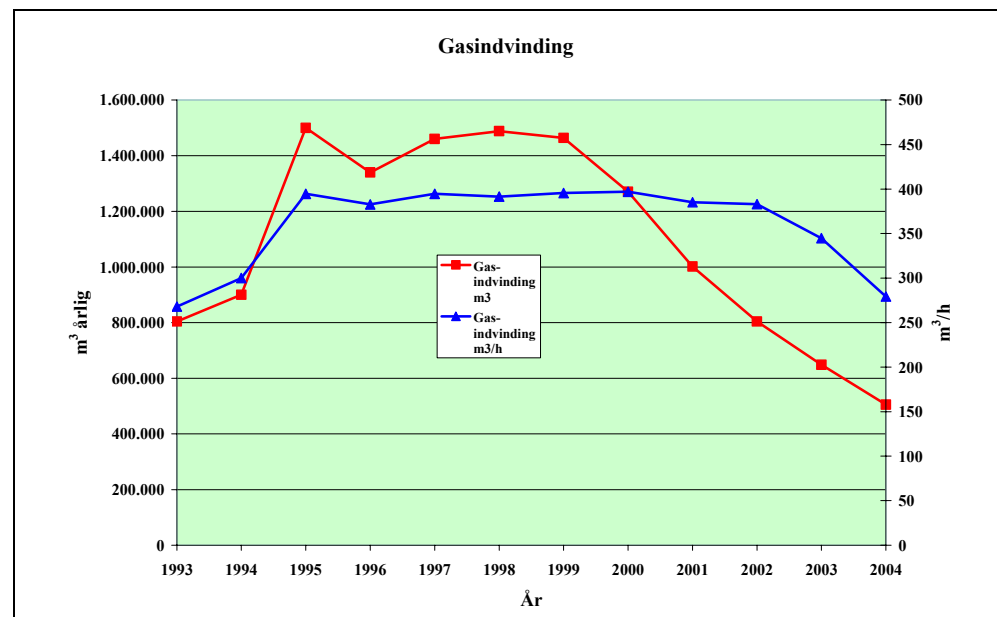
5.4.4 Data for deponigasanlægget

Ejer: Århus Kommune
Ølstedvej 20
8200 Århus N

Drift af anlæg: Ejer

Driftsperiode: Gasanlægget er startet i 1993

Årlig gasindvinding: Gasindvindingen er registreret fra anlæggets start, med undtagelse år 1997 og 2003, hvor indvindingen er beregnet ud fra el-produktionen. Nedenstående figur 5.10. viser gasindvindingen over årene.
Det er dog vigtigt at bemærke, at anlægget ikke kører i døgndrift. I 2003/2004 køres ca. 1850 timer/år og i de år hvor der er kørt mest er den årlige driftstid omkring 4.000 timer. I figuren er m^3/h angivet i de timer anlægget kører.
Det kan konstateres at der er en uforholdsmæssig stor nedgang i det årlige gasflow over de seneste år.



Figur 5.10: Gasindvinding årligt og per driftstime for indvindingsanlægget på Edslev deponi

Indvindingsanlæg: Oprindeligt blev gasindvindingsanlægget etableret med 40 lodrette borer og er siden udvidet med 19 borer og 2 vandrette sugeledninger.

De 40 borer er udført med et 600 mm sneglebor. I borerne er placeret et perforeret 110 mm PEH gasrør i midten. Ved top er afsluttet med bentonit. Borerne er forbundet med vandrette rør, der er nedgravet til 60 cm dybde, og tilsluttet et MPR-Modul (Måle-, Pumpe- og Regulerings Modul). Rørene føres ind i modulet, hvor de enkelte

rørledninger er tilsluttet en manifold. Ledningerne er forsynet med afspærrings- og reguleringsventiler, udtag beregnet for gasanalyser, m.v. Fra manifolden føres gasrøret med den samlede gasmængde til en skruekompressor, der suger gassen fra pladsen og trykker den videre til udnyttelsesanlægget ca. 4 km. fra deponiet. Efter kompressoren køles gassen ned så kondens undgås i transmissionsledningen.

De senere tilsluttede 19 borer er udført på samme måde, men samlet i 5 reguleringsbrønde. De enkelte ledninger kan reguleres med en manuel betjent ventil inden sammenkoblingen. De 19 borerne er enkeltvis tilsluttet en af de oprindelige, således at der er 19 gasrør der føres til MPR modulet med 2 borer tilsluttet.

De 2 vandrette sugeledninger (faskiner) er nedgravet til en dybde af 2-5 m og via 2 ventilreguleringsbrønde koblet til det eksisterende indvindingsystem.

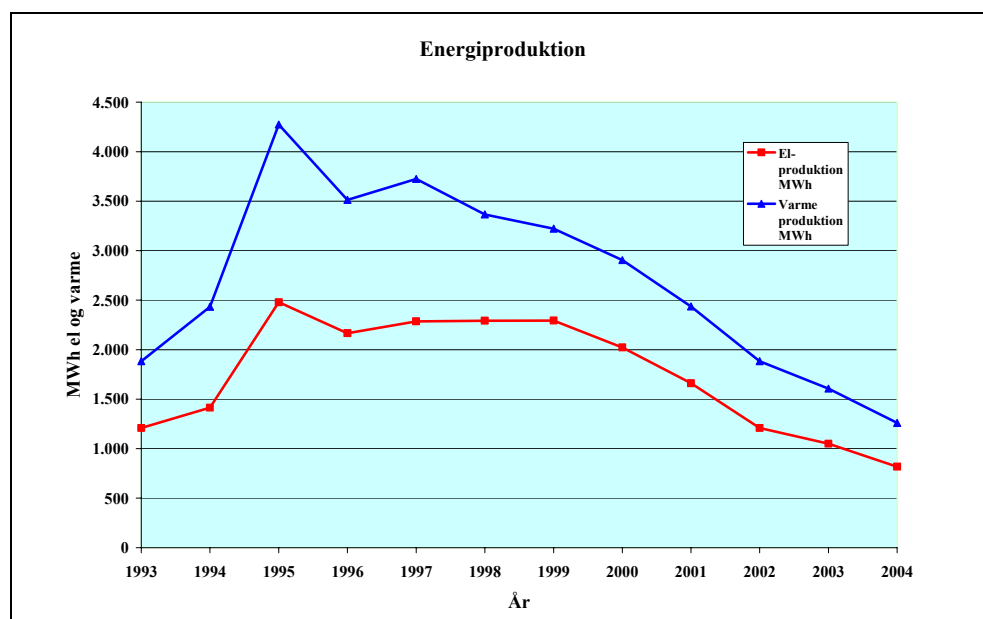
Ud over ovennævnte, er der i 1997/98 udført nogle forsøg på 3 forskellige områder. I et område er etableret yderligere 3 borer, for i det område at undersøge om mindre afstand mellem borerne ville forøge gasindvindingen. I et andet område, hvor aktiviteten var nedsat, blev temperatur og affaldet undersøgt. I det tredje område blev installeret sivedræn for recirkulering af perkolat.

MPR Modulet har installeret en automatisk måling og regulering for de enkelte borer, idet der automatisk udtages gasprøver, der analyseres for CH_4 , CO_2 , O_2 og N_2 kan herefter beregnes. Via PLC og computerstyring kan de enkelte borer reguleres ved at automatikken åbner mere for reguleringsventilen på den enkelte ledning såfremt gaskvaliteten forbedres, og modsat lukker lidt ned hvis gaskvaliteten forringes. Dog er automatikken for de enkelte borer taget fra og gasanalysesystemet er i uorden i øjeblikket.

Udnyttelsesanlæg: Gassen udnyttes i et kraftvarmeanlæg der består af et gasmotor/generatoranlæg fabrikat Jenbacher type 6280, med en el-effekt på $557 \text{ kW}_{\text{el}}$ og $865 \text{ kW}_{\text{varme}}$. Strømmen leveres til el-nettet og spildvarmen til Kolt Fjernvarmecentral, der ejes og drives af Århus Kommune Værker.

Årlig energiproduktion: El- og varmeproduktionen er registreret over hele perioden fra anlæggets start i 1998. Nedenstående figur 5.11. viser el- og varmeproduktionen over årene. I det gasindvindingen er gået uforholdsmæssig meget ned over de seneste år, er

det samme selvfølgelig tilfældet for energiproduktionen.



Figur 5.11: Årlig el- og varmeproduktion fra deponigasanlægget ved Edslev deponi

5.4.5 Forslag til optimering

Undersøgelse:

Ved gennemgang af anlægget blev følgende undersøgt:

- Anlæggets opbygning og funktion.
- Gaskvaliteten blev analyseret på samtlige gasrør i MPR modulet fra de enkelte borerer med et bærbart analyseinstrument.
- Flow for de enkelte gasrør i MPR modulet blev aflæst på flowglassene.
- Åbningen for motorventilerne blev aflæst for de enkelte gasrør i MPR modulet.
- Det automatiske gasanalyse-system, der er beregnet til at analysere gassen fra de enkelte borerer og manifolden, er koblet fra , så der kun analyseres fra manifolden. Det oplyses, at dette er gjort for at være sikker på at motoren stopper når gaskvaliteten kommer under setpunktet på ca. 40 % CH₄ for manifolden. Den normale situation er, at alle borerer og manifold analyseres kontinuerligt, og det tager ca. et par timer, hvilket oplyses at være for lang tid, hvis gaskvaliteten er for dårlig til motoren.
- Som oplyst tidligere kan det konstateres at gasanalyseinstrumentet i kontrolrummet ikke viser korrekt for måling af CH₄ og O₂, og det oplyses, at instrumentet efter en reparation ikke har fungeret korrekt. Derfor bruges den heller ikke til at stoppe motoren i øjeblikket. Dette gøres nu via et ur, der starter motor/generatoranlægget hver mandag og

torsdag morgen og stopper det igen om aftenen, hvilket betyder, at motoren kun kører ca. 150 timer/måned ud af de mulige 720 timer/måned.

- De analyser og registreringer der blev udført i MPR modulet, fremgår af nedenstående tabel (kun gasanalyser fra manifold er anført, selv om de blev foretaget på samtlige gasrør fra borerne):

CH₄ %: 47 %

CO₂ %: 31 %

O₂ %: 0,1 %

N₂ %: 22 %

Total flow (aflæsning af flowglas, der er usikker):
289 m³/h

Total flow (flowmeter): 360 m³/h

Sug fra plads: 48 mbar

Tryk efter kompressor: 1,26

Tryk i transmissionsledning: 0,93

Gas temperatur fra plads: 12,3°C

Gas temperatur efter kompressor: 25°C

Gas temperatur efter køling: 5,4°C

- Det oplyses at der ikke anvendes tid til daglig drift af anlægget, og at regulering af indvindingsanlægget i MPR modulet ikke foretages.
- Det oplyses at der recirkuleres meget perkolat tilbage i lossepladsen, hvorved det delvis renses i den biologiske proces. Der ud over har recirkulering normalt en positiv indvirkning på gasproduktionens hastighed, idet fugten fremmer bakterieaktiviteten. Det er nødvendigt at rense de vandrette recirkuleringsrør en gang i mellem, da de klogger til.
- Motor/generatoranlægget blev besigtiget. Her findes også en PC-er der er tilsluttet SCADA systemet på lossepladsen, så MPR modulet kan overvåges i motoranlæggets kontrolrum.

Forslag:

For optimering af anlægget foreslås følgende:

1. Anlæggets gasanalyzesystem er i uorden, så det ikke kan bruges til styring af anlægget, hvorfor en udbedring bør foretages. Det er for nylig, der er opstået fejl på systemet, hvorfor det også forventes at blive udbedret inden længe.
2. Motoren udskiftes med en mindre gasmotor/generatorenhed, der har en størrelse, så den kan køre i døgndrift. Det bør overvejes at anskaffe en motor, der er beregnet til at køre på en lavere CH_4 %. Dette kunne også være et nyt gasmotor/generatoranlæg af Dual-Fuel typen, der kan anvende et mix af dieselolie og deponigas med en lav CH_4 %. På denne måde kan motoren køre 570 timer mere per måned. Det giver bedre driftsbetingelser for motoren, da den altid vil være varm og køre mere stabilt. Desuden vil der ikke være så stor en emission fra pladsen, idet der i de ca. 5 dage om ugen motoren står stille, alt andet lige, vil ske en forøget emission fra pladsen, selv om denne har en bufferkapacitet, der kan tilbageholde noget af gassen i en kortere periode.
3. I stedet for at udskifte motoren til en anden, kan det selvfølgelig også overvejes at udskifte den med et nyt kedelanlæg forsynet med en gasbrænder, der kan anvende en ringere gaskvalitet. Det må selvfølgelig undersøges, hvilken løsning der giver den bedste anlægsøkonomi, idet motoranlægget kræver større investering, men til gengæld er indtægter ved salg af energi væsentlig større.
4. Gasanalyzesystemet er udført med instrumenter af rimelig høj kvalitet, og har fra starten været anvendt til at analysere de enkelte boringers gaskvalitet og ud fra disse, da at regulere motorventilens åbning, og dermed gasindvindingen fra boringerne. Det foreslås at analysesystemet justeres og tilkobles igen, når den eksisterende motor er udskiftet, så det regulerer og herved også optimerer indvindingen fra de enkelte boringer.
5. Efter ændringer og udskiftninger foreslås, at der afsættes tid til daglig drift af anlægget.
6. For at bestemme den mulige gasmængde der kan indvindes ekstra, kunne en prøvepumpning overvejes, hvor der suges fra alle boringer, så også gassen med den ringere gaskvalitet anvendes og den maximale energimængde indvindes. På den måde kan den rette størrelse for en ny gasmotor eller

Dual-Fual motor bestemmes, såvel som størrelsen for et nyt fyringsanlæg kan bestemmes.

5.4.6 Estimeret ekstra CO₂ reduktion

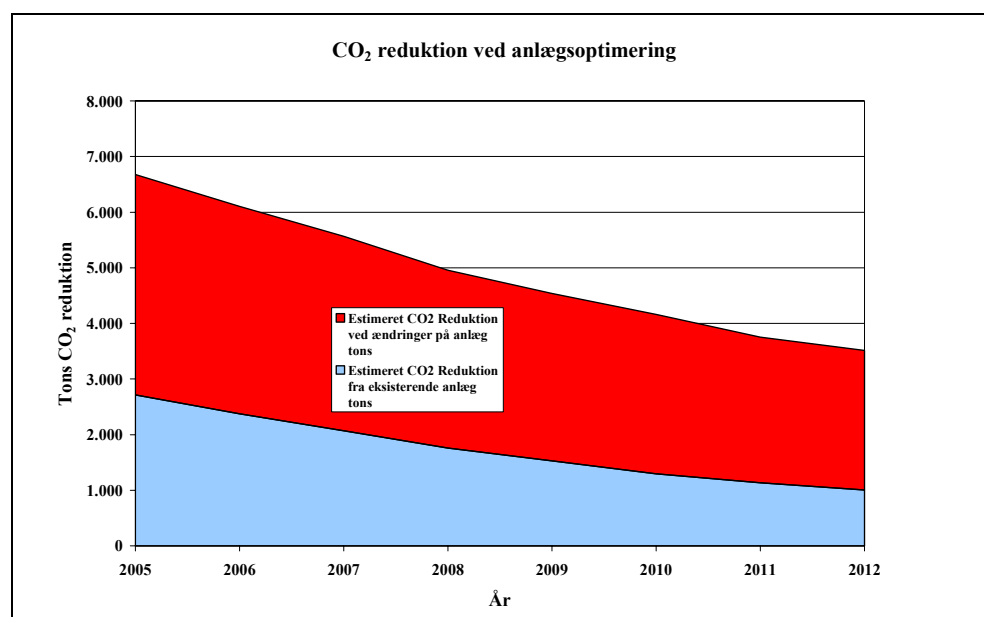
Estimeret ekstra gasindvinding:

Det vurderes, at en ændring som foreslået ca. vil halvere mængden af den indvundne gas per driftstime, dvs. fra ca. 360 m³/h til ca. 180 m³/h, samtidig med en ændring af gaskvaliteten fra ca. 45 % CH₄ ned til 30 – 35 % CH₄. På årsbasis giver dette en forøgelse af indvindingen med godt 100 m³/h ved en skønnet CH₄ kvalitet på ca. 30 %, hvilket nok er pessimistisk. Det vurderes at en ændring af motor/generator anlægget til en størrelse med en el-produktion på knap 200 kW, vil være passende for den gasmængde der kan indvindes. Dette vil give en ekstra el-produktion på ca. 70 kW_{el}, eller 610.000 kWh/år og ligeledes ca. 875.000 kWh i varme per år.

CO₂ reduktion:

Fra det eksisterende anlæg bidrager den indvundne metanmængde årligt med en CO₂ reduktion på ca. 2.700 tons CO₂. Ved udførelse af de foreslåede forslag til optimering af anlægget, estimeres der at kunne reduceres yderligere med ca. 3.900 tons CO₂.

Af figur 5.12 fremgår den estimerede CO₂ reduktion i fremtiden, såvel som den ekstra reduktion fra optimeringen. Over den viste 8 – årige periode indtil 2012 udgør reduktionen fra optimeringen ca. 25.000 tons CO₂.



Figur 5.12: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra eksisterende anlæg og fra foreslåede ændringer ved anlæg.

5.4.7 Estimeret økonomi ved optimering af anlæg:

Anlægsændringer: Med henblik på optimering af anlægget forudsættes i den estimerede beregning for økonomien, at ovenstående forslag nr. 1, dele af 2, 4 og 5 udføres.

Dette betyder, at den eksisterende motor udskiftes med en Dual-Fuel motor med en påbygget el-generator, der da skal være med en noget mindre kapacitet, så den netop bruger den gasmængde, der kan suges ud af pladsen, og derved kan køre i døgndrift alle ugens dage. Motoren installeres hvor den nuværende motor er placeret. Generatorens effekt forudsættes for den nye motor til 200 kW_{el} og den producerede strøm leveres til fortsat til nettet, ligesom den producerede spildvarme afsættes til fjernvarmeselskabet.

Der foretages en reparation af det eksisterende gasanalyseudstyr og den automatiske styring tilkobles systemet igen.

Endelig regnes der med at det er nødvendigt med yderligere tidsforbrug til driftspersonale, således der afsættes 1 time daglig ekstra til driften.

Energipriser: Salgspris for elektricitet: 0,60 kr./kWh
Salgspris for varme: 0,20 kr./kWh

Estimeret økonomi Af Bilag 4.1 fremgår detaljer og cash flow for den estimerede økonomi. I det følgende er hovedtallene angivet:

Total investering, ca.:	Kr. 1.550.000
Ekstra salg af elektricitet, 2006 ca.:	Kr. 505.000
Ekstra salg af varme, 2006 ca.:	Kr. 250.000
Drift og vedligehold, årligt ca.:	Kr. 140.000
Driftsudgifter til dieselolie, årligt ca.:	Kr. 130.000
Nutidsværdi ved 8 års drift og en kalkulationsrente på 6%, ca.:	Kr. 1.010.000
Intern rente (IRR):	23 %

5.5 ESØ

5.5.1 Resume

På ESØ deponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som anvender gassen i et decentralt kraftvarmeanlæg, der består af en gasmotor/generator enhed. Den producerede elektricitet leveres til el-nettet og en mindre del af spildvarmen anvendes til affaldsselskabets kontorer og øvrige bygninger.

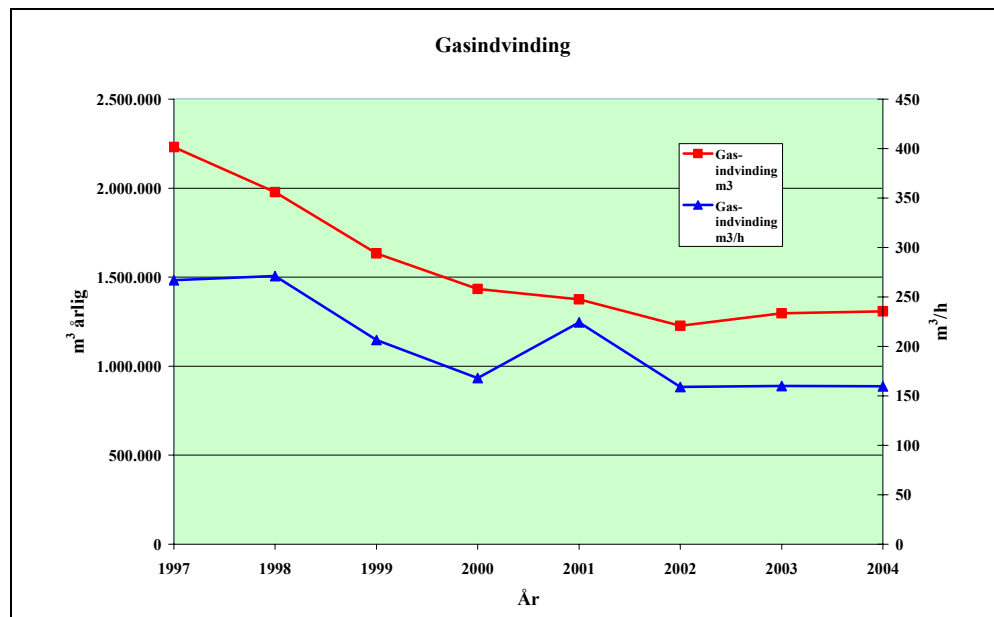
Deponigasanlægget er ikke besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, hvorfor en eventuel optimering af gasindvindingen ikke er vurderet for deponigasanlægget på ESØ. I 2004 udgør CO₂ reduktion fra det eksisterende anlæg udgør ca. 7.800 tons CO₂/år.

5.5.2 Data for deponeringsanlægget:

Deponiets adresse:	Vardevej 83 A 6880 Tarm
Driftsperiode:	Start i 1976 og stadig i drift.
Areal med gasindvinding:	Ca. 10 ha
Dybde:	Ca. 11 m i gennemsnit
Affaldsmængde:	Ca. 1.000.000 tons
Affaaldstyper:	<ul style="list-style-type: none">• Dagrenovation• Industriaffald• Haveaffald• Storskrald• Slam

5.5.3 Data for deponigasanlægget

Ejer:	ESØ 90 I/S Vardevej 83 A 6880 Tarm
Drift af anlæg:	Ejer
Driftsperiode:	Gasanlægget startet i 1994
Årlig gasindvinding:	Nedenstående figur 5.13. viser gasindvindingen over årene fra 1997

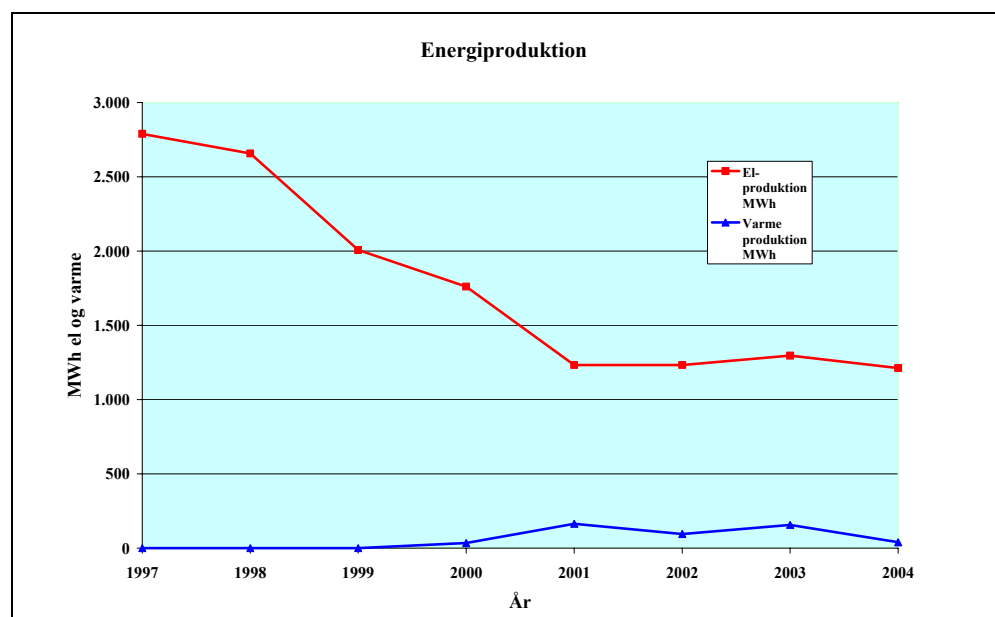


Figur 5.13: Gasindvinding årligt og per driftstime for indvindingsanlægget på ESØ deponi.

Indvindingsanlæg: Indvindingsanlægget består af 30 lodrette boringer, samt indvinding fra 20 perkolatbrønde der enkeltvis er tilsluttet 7 regulatorstationer, hvor manuel indregulering er mulig. Fra disse suges gassen via 2 gaskompressorer til udnyttelsesanlægget.

Udnyttelsesanlæg: Deponigassen udnyttes i et gasmotor/generatoranlæg der er placeret i en container på deponiet. Den producerede elektricitet leveres til el-nettet og en mindre del af spildvarmen anvendes til opvarmning af affaldsselskabets kontorer og bygninger.

Årlig energiproduktion: Den årlige el- og varmeproduktion fremgår af nedenstående figur 5.14

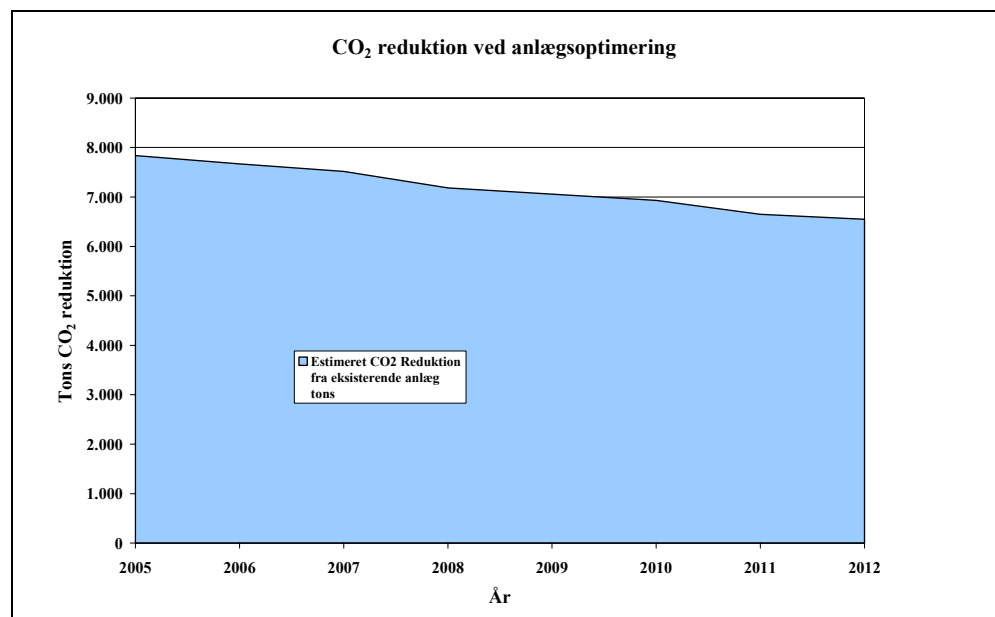


Figur 5.14: Årlig el- og varmeproduktion fra deponigasanlægget ved ESØ deponi

5.5.4 Estimeret fremtidig CO₂ reduktion

CO₂ reduktion: Den nuværende gasindvinding udgør ca. 1.310.000 m³/år. Når der regnes med, at metanen fra den indvundne gas ellers ville emittere fra deponiet som en drivhusgas, vil dette svare til, at indvindingen bidrager til en ækvivalent CO₂ reduktion på ca. 7.900 tons CO₂ for år 2004.

Af figur 5.15 fremgår den estimerede CO₂ reduktion fra anlægget i fremtiden, hvis der ikke foretages nogen form for optimering af indvindingen. Dette ses årligt at udgøre 7.800 – 6.500 tons CO₂, hvilket giver en samlet estimeret CO₂ reduktion over årene fra 2005 til 2012 på i alt ca. 57.000 tons CO₂.



Figur 5.15: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra det eksisterende deponigasanlæg ved ESØ deponi

5.6 Feltengård

5.6.1 Resume

På Feltengård deponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som anvender gassen i en gasmotor/generator enhed. Den producerede elektricitet leveres til el-nettet og en mindre del af spildvarmen anvendes i deponiets bygninger.

Deponigasanlægget er ikke besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, hvorfor en eventuel optimering af gasindvindingen ikke er vurderet for deponigasanlægget på Feltengård. I 2004 udgør CO₂ reduktion fra det eksisterende anlæg udgør ca. 1.700 tons CO₂/år.

5.6.2 Data for deponeringsanlægget:

Deponiets adresse:	Feltengård Losseplads Randersvej 65A 8370 Hadsten.
Driftsperiode:	Start i 1983 og er stadig i brug.
Areal med gasindvinding:	Ca. 5 ha.
Dybde:	0 – 18 m. Ca. 10 m i gennemsnit
Affaldsmængde:	Ca. 500.000 tons
Affaldstyper:	<ul style="list-style-type: none">• Dagrenovation (meget små mængder)• Industriaffald• Bygningsaffald• Storskrald• Slagger

5.6.3 Data for deponigasanlægget

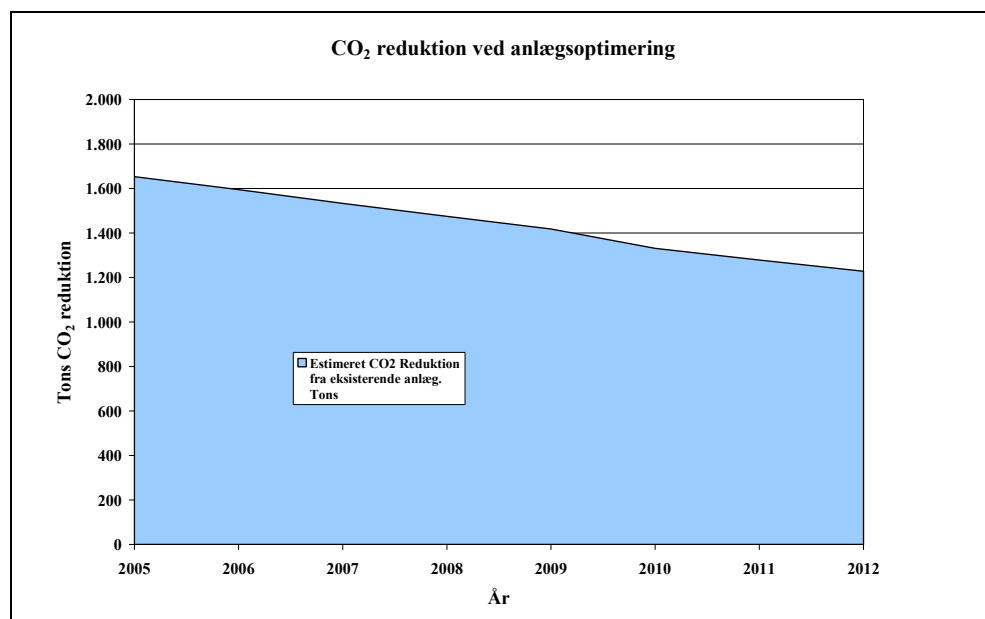
Ejer:	Reno Syv I/S Randersvej 65A 8370 Hadsten.
Drift af anlæg:	Ejer
Driftsperiode:	Gasanlægget startet i 2003
Årlig gasindvinding:	Da anlægget først er startet i slutningen af 2003, er det kun resultatet for 2004 der er relevant som et årsresultat.
	Gasindvinding i alt for 2004: 265.800 m ³ .

Indvindingsanlæg:	Indvindingsanlægget består af 6 borer, der oprindeligt blev anvendt til en prøvepumpning. Desuden indvindes gassen fra 2 perkolatbrønde. Gassen suges herfra i vandrette nedgravede rør til anlæggets pumpe- og motorhus, hvor de tilsluttes en manifold. I huset findes gasblæseren, der suger gassen ind med et undertryk og trykker det til gasmotoren.
Udnyttelsesanlæg:	Deponigassen udnyttes i et gasmotor/generatoranlæg der er placeret i huset på deponiet. El effekten er 30 kW, og den producerede elektricitet leveres til el-nettet. En del af spildvarmen fra motoren anvendes til opvarmning af deponiets bygninger.
Årlig energiproduktion:	Da anlægget som nævnt, først er startet i 2003 er el-produktion registreret for 2004. El-produktion i alt for 2004: 219.797 kWh. Varmeproduktionen er ikke registreret.

5.6.4 Estimeret fremtidig CO₂ reduktion

CO₂ reduktion: Den nuværende gasindvinding udgør ca. 265.000 m³/år. Når der regnes med, at metanen fra den indvundne gas ellers ville emittere fra deponiet som en drivhusgas, vil dette svare til, at indvindingen bidrager til en ækvivalent CO₂ reduktion på ca. 1.720 tons CO₂ for år 2004.

Af figur 5.16 fremgår den estimerede CO₂ reduktion fra anlægget i fremtiden, hvis der ikke foretages nogen form for optimering af indvindingen. Dette ses årligt at udgøre 1.200 – 1.650 tons CO₂, hvilket giver en samlet estimeret CO₂ reduktion over årene fra 2005 til 2012 på i alt ca. 11.500 tons CO₂.



Figur 5.16: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra det eksisterende deponigasanlæg ved Feltengård deponi

5.7 Forlev

5.7.1 Resume

På Forlev deponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som anvender gassen i en gasmotor/generator enhed. Den producerede elektricitet leveres til el-nettet.

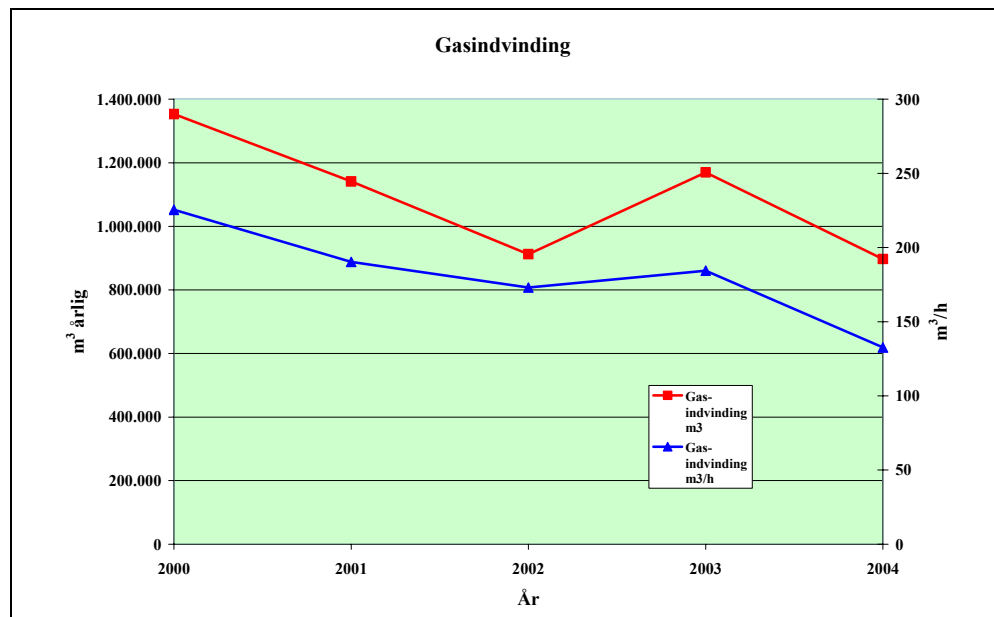
Deponigasanlægget er ikke besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, hvorfor en eventuel optimering af gasindvindingen ikke er vurderet for deponigasanlægget på Forlev deponi. CO₂ reduktion fra det eksisterende anlæg udgør ca. 5.500 tons CO₂/år.

5.7.2 Data for deponeringsanlægget:

Deponiets adresse:	Forlev Miljøanlæg Vejlagervej 4A 4241 Vemmelev
Driftsperiode:	Start i 1978 og er stadig i drift.
Areal med gasindvinding:	Ca. 9 ha
Dybde:	Ca. 12 m i gennemsnit
Affaldsmængde:	Ca. 980.000 tons
Affaldstyper:	<ul style="list-style-type: none">• Dagrenovation• Industriaffald• Erhvervsaffald• Storskrald• Slam• Slagger

5.7.3 Data for deponigasanlægget

Ejer:	Kavo ENERGIEN Dalsvinget 11 4200 Slagelse
Drift af anlæg:	Ejer
Driftsperiode:	Gasanlægget startet i 1998
Årlig gasindvinding:	Nedenstående figur 5.17 viser gasindvindingen over årene fra 2000.

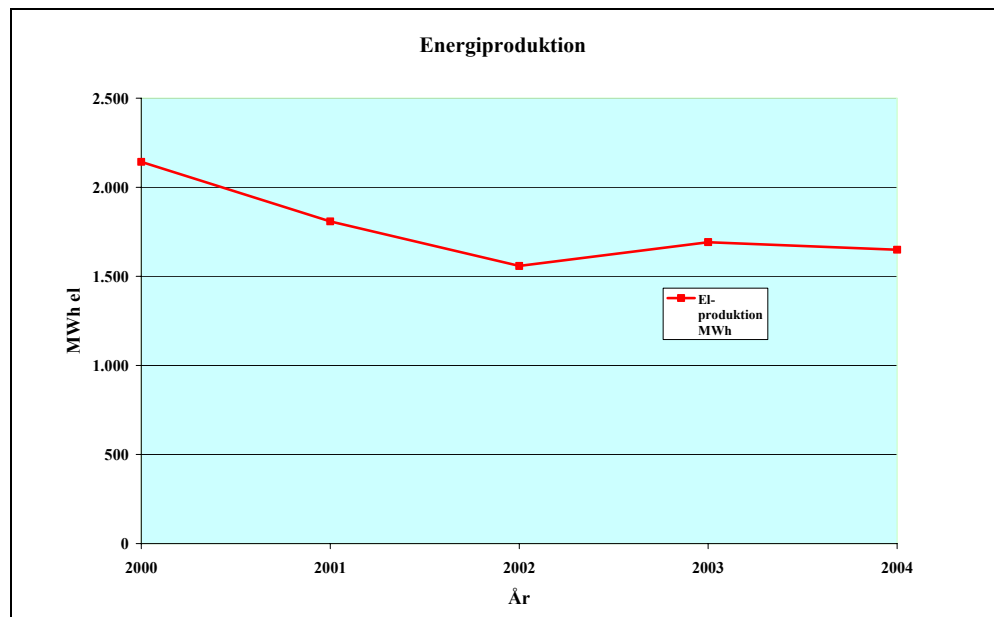


Figur 5.17: Gasindvinding årligt og per driftstime for indvindingsanlægget på Forlev deponi.

Indvindingsanlæg: Indvindingsanlægget består af 38 lodrette boringer der enkeltvis er tilsluttet et MPR Modul (Måle-Pumpe- og Regulerings Modul), der har et manuelt reguleringsystem, mens gasanalyser tages automatisk en gang i døgnet fra de enkelte boringer. Gassen suges ind med en gasblæser, der samtidig trykker den videre til udnyttelsesanlægget.

Udnyttelsesanlæg: Deponigassen udnyttes i et gasmotor/generatoranlæg der er placeret på deponiet i forlængelse af MPR Modulet. El-effekten er 311 kW, og den producerede elektricitet leveres til el-nettet. En mindre del af spildvarmen anvendes til opvarmning af deponiets bygninger.

Årlig energiproduktion: Den årlige el- produktion over de seneste 5 år fremgår af nedenstående figur 5.18

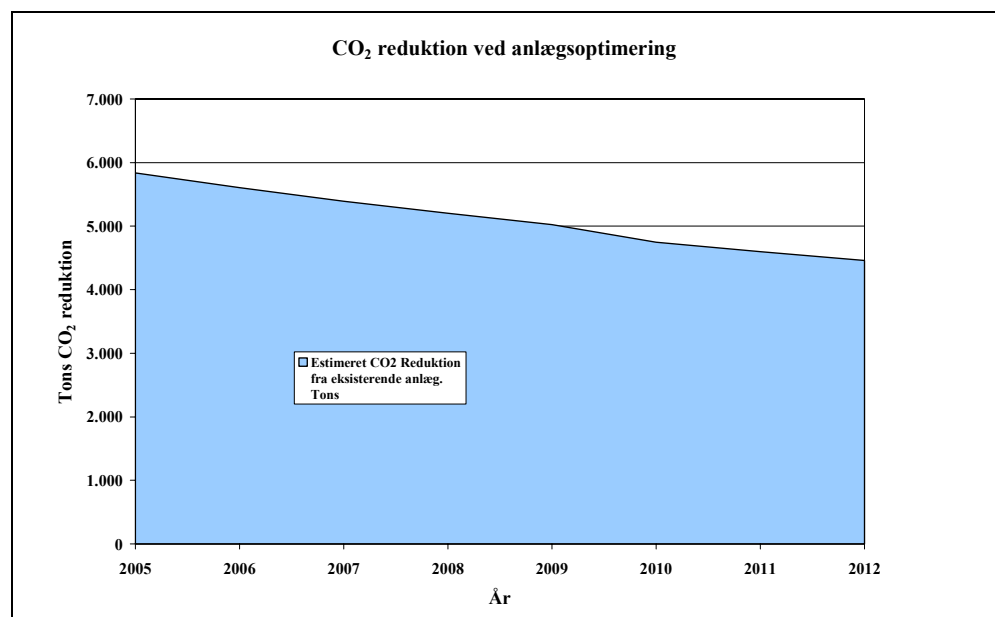


Figur 5.18: Årlig el- og varmeproduktion fra deponigasanlægget ved Forlev deponi

5.7.4 Estimeret fremtidig CO₂ reduktion

CO₂ reduktion: Den nuværende gasindvinding udgør ca. 900.000 m³/år. Når der regnes med, at metanen fra den indvundne gas ellers ville emittere fra deponiet som en drivhusgas, vil dette svare til, at indvindingen bidrager til en ækvivalent CO₂ reduktion på ca. 6.000 tons CO₂ for år 2004.

Af figur 5.19 fremgår den estimerede CO₂ reduktion fra anlægget i fremtiden, hvis der ikke foretages nogen form for optimering af indvindingen. Dette ses årligt at udgøre 4.500 – 6.000 tons CO₂, hvilket giver en samlet estimeret CO₂ reduktion over årene fra 2005 til 2012 på i alt ca. 41.000 tons CO₂.



Figur 5.19: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra det eksisterende deponigasanlæg ved Forlev deponi

5.8 Fårup

5.8.1 Resume

På Fårup deponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som anvender gassen i en gasmotor/generator enhed. Den producerede elektricitet leveres til el-nettet.

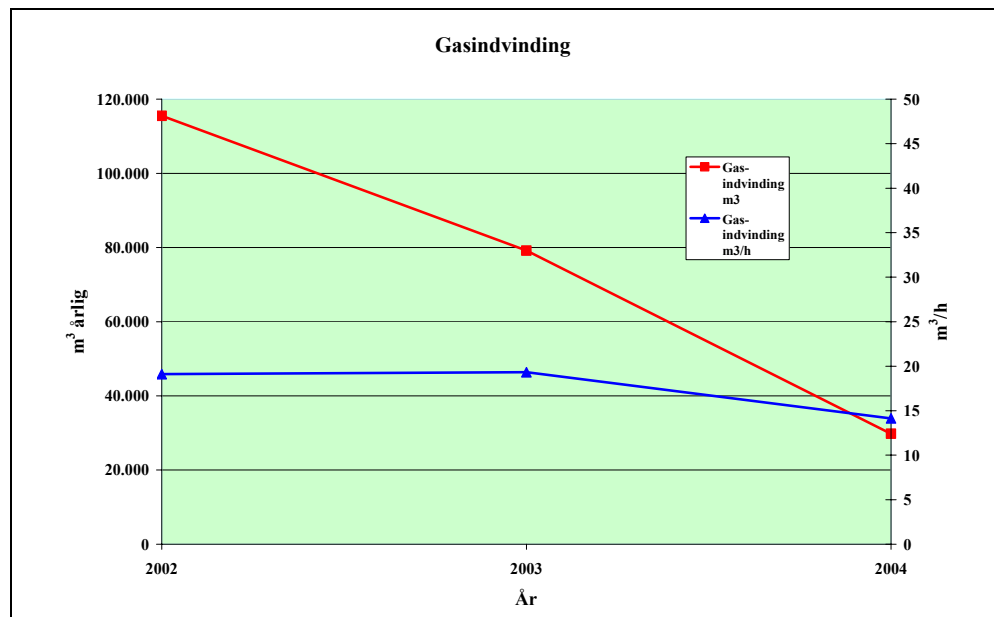
Deponigasanlægget er ikke besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, hvorfor en eventuel optimering af gasindvindingen ikke er vurderet for deponigasanlægget på Fårup. I 2005 vil CO₂ reduktion fra det eksisterende anlæg udgøre ca. 180 tons CO₂/år.

5.8.2 Data for deponeringsanlægget:

Deponiets adresse:	Bjerrevej 92 A 8840 Rødkjærsbro
Driftsperiode:	1973 - 1985.
Areal med gasindvinding:	Ca. 1,0 ha
Dybde:	8 – 10 m. Ca. 9 m i gennemsnit
Affaldsmængde:	Ca. 130.000 tons
Affaldstyper:	<ul style="list-style-type: none">• Dagrenovation• Industriaffald• Kontor & Handel• Haveaffald• Storskrald• Bygge & anlæg• Jordfyld

5.8.3 Data for deponigasanlægget

Ejer:	Deponigas Aps Skovstien 22 8800 Viborg
Drift af anlæg:	Ejer
Driftsperiode:	Gasanlægget startet i 1999
Årlig gasindvinding:	Nedenstående figur 5.20. viser gasindvindingen over årene.

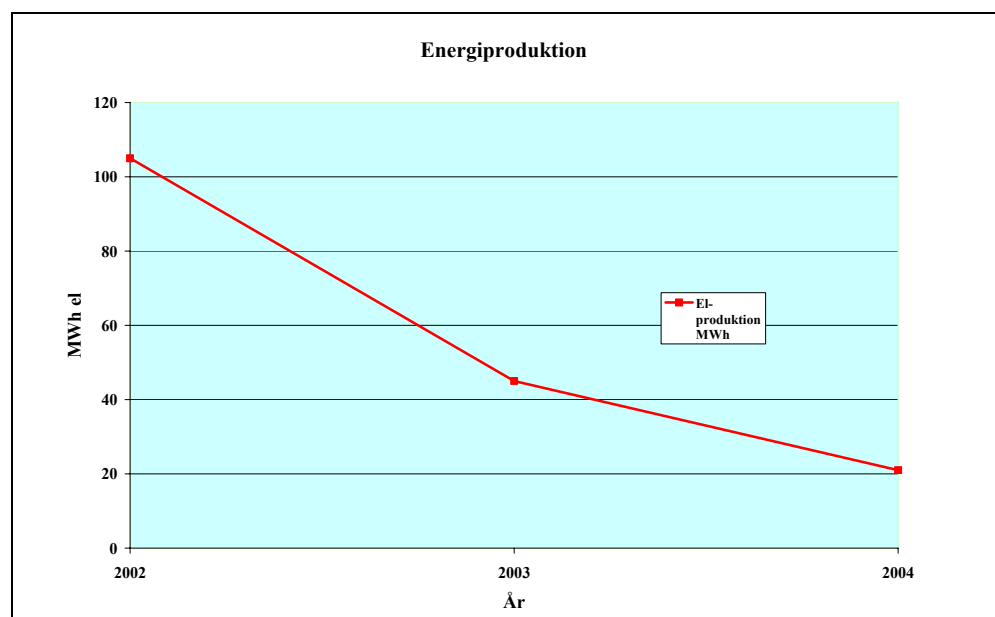


Figur 5.20: Gasindvinding årlig og per driftstime for indvindingsanlægget på Fårup deponi.

Indvindingsanlæg: Indvindingsanlægget består af ca. 25 lodrette boringer, der er sat forholdsvis tæt. Der er udført 75 mm huller med en rambuk, og hullet er forsynet med et 32 mm perforeret gas-sugerør. Boringerne er tilsluttet vandrette sugerør, som er koblet sammen og ender i et fælles sugeledning der er ført til anlægscontainer med gaspumpe og udnyttelsesanlæg.

Udnyttelsesanlæg: Deponigassen udnyttes i et gasmotor/generatoranlæg der er placeret anlægscontaineren på deponiet. El effekten er 15 kW, og den producerede elektricitet leveres til el-nettet.

Årlig energiproduktion: Den årlige el- og varmeproduktion fremgår af nedenstående figur 5.21

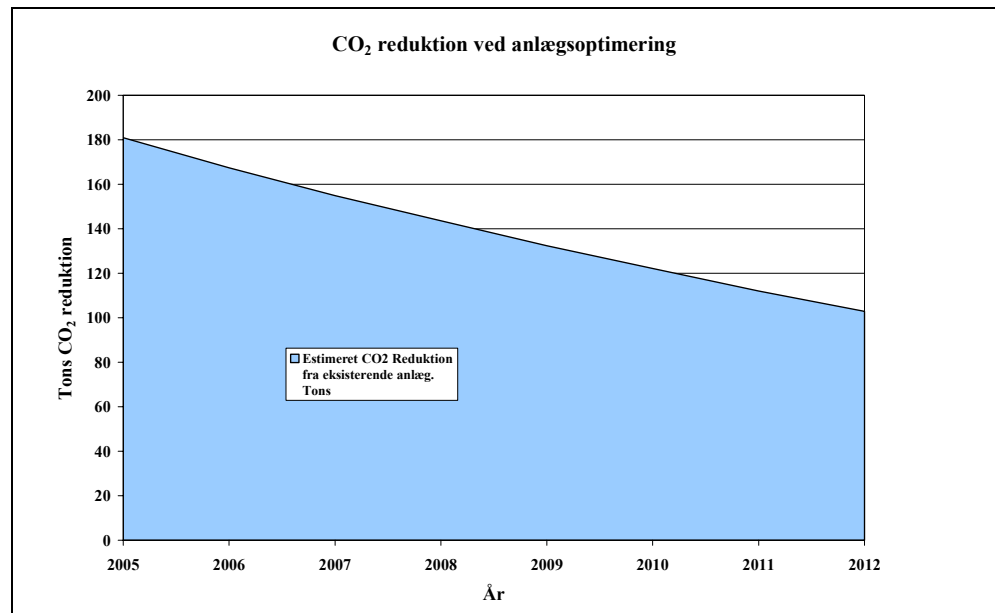


Figur 5.21: Årlig el- og varmeproduktion fra deponigasanlægget ved Fårup deponi

5.8.4 Estimeret fremtidig CO₂ reduktion

CO₂ reduktion: Gasindvinding udgør i 2004 kun ca. 35.000 m³, men anlægget har været ude af drift og fået udskiftet motor/generator enheden. Derfor er et realistisk skøn, at anlægget vil kunne indvinde ca. 80.000 m³/år. Når der regnes med, at metanen fra den indvundne gas ellers ville emittere fra deponiet som en drivhusgas, vil dette svare til, at indvindingen bidrager til en ækvivalent CO₂ reduktion på ca. 180 tons CO₂.

Af figur 5.22 fremgår den estimerede CO₂ reduktion fra anlægget i fremtiden, hvis der ikke foretages nogen form for optimering af indvindingen. Dette ses årligt at udgøre 100 - 180 tons CO₂, hvilket giver en samlet estimeret CO₂ reduktion over årene fra 2005 til 2012 på i alt ca. 1.100 tons CO₂.



Figur 5.22: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra det eksisterende deponigasanlæg ved Fårup deponi

5.9 Glatved

5.9.1 Resume

På Glatved deponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som anvender gassen i et decentralt kraftvarmeanlæg, der består af en gasmotor/generator enhed. Den producerede elektricitet leveres til el-nettet og spildvarmen leveres til det lokale fjernvarmenet.

Deponigasanlægget, der er besøgt flere gange tidligere, blev gennemgået og drøftet på et møde med driftsledelsen og undersøgelser på anlægget indikerer, at der kan udføres forbedringer, som kan optimere gasindvindingen med yderligere ca. 75 m³ deponigas/h i 2005 og dermed bidrage til en yderligere CO₂ reduktion fra deponiet på ca. 2.800 tons/år.

5.9.2 Ejerforhold

Ejer Reno Djurs I/S
Nymansvej 11
8444 Balle

Deponiets adresse: Nymansvej 11
8444 Balle

Ledelse:

Drift Ejer

5.9.3 Data for deponiet:

Driftsperiode: Deponiet blev startet i 1983 og anvendes stadig, men den del hvor gassen indvindes fra blev afsluttet i 1995.

Areal med
gasindvinding: 5 ha.

Dybde: 15 – 20 m

Affaldsmængde: Ca. 1.200.000 tons.
Der indvindes fra ca. 1.000.000 tons

Affaldstyper:

- Dagrenovation
- Erhvervsaffald
- Bygningsaffald
- Haveaffald
- Storskrald
- Spildevandsslam
- Slagger og aske

Afdækning: Ca. 0,5 m ler og 0,3 m muld

5.9.4 Data for deponigasanlægget

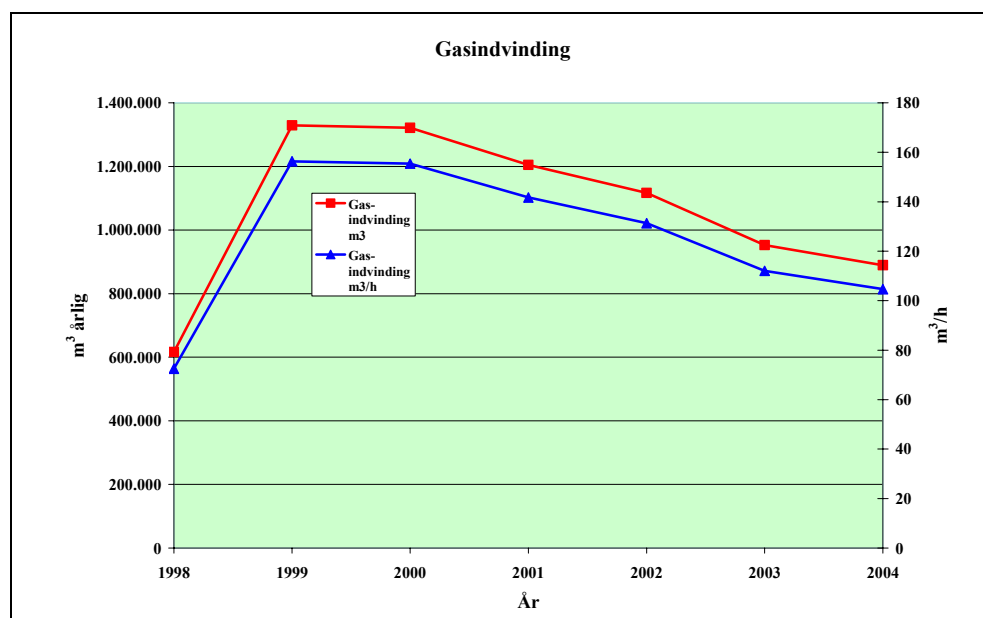
Ejer: ESCO International A/S

Sødalsparken 20
8220 Brabrand

Drift af anlæg: DDH Contractors A/S
Sofiendalsvej 7
9200 Ålborg SV

Driftsperiode: Gasanlægget er startet i 1998

Årlig gasindvinding: Gasindvindingen er kun registreret fra 2002, men el og varmeproduktionen er registreret over hele perioden fra anlæggets start i 1998. Derfor er nedenstående figur 5.23. udregnet ved at regne med en CH₄ kvalitet på 45 % og regne med at 1 m³ ren CH₄ har en brændværdi på 10 kWh. Desuden at virkningsgraden for el-produktion fra motor/generatoranlægget er 37 %.



Figur 5.23: Gasindvinding årligt og per driftstime for indvindingsanlæg

Indvindingsanlæg: På deponiet findes et MPR-Modul (Måle-, Pumpe- og Regulerings Moduler) der blev installeret sammen med det øvrige deponigasanlæg i 1997.

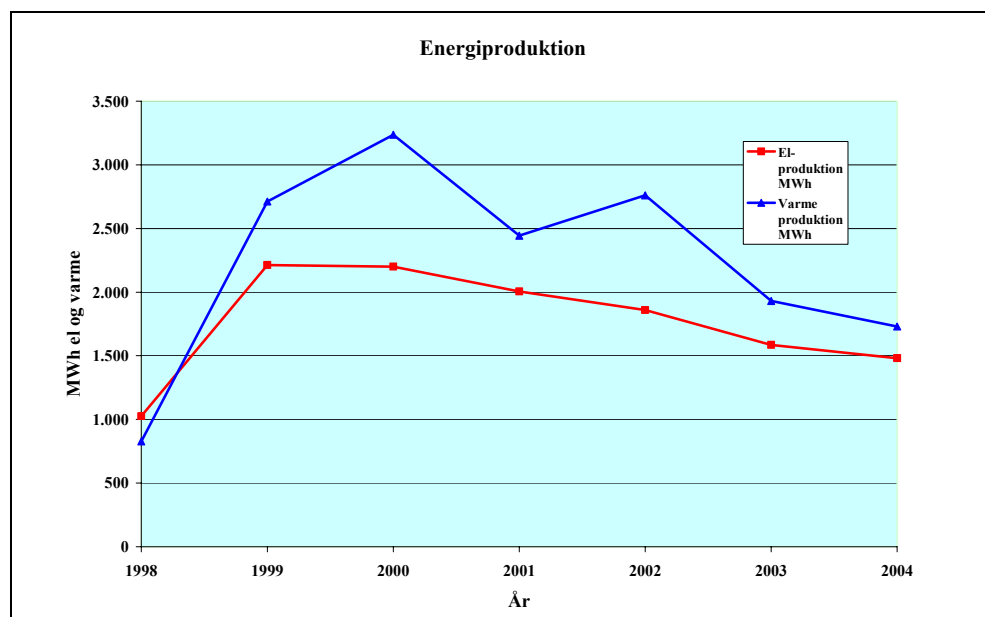
Til MPR Module er i alt tilsluttet 41 lodrette gasboringer der er udført med et 600 mm sneglebor. I borerne er placeret et perforeret 100 mm PEH gasrør i midten samt et 150 mm ikke perforeret lænsrør for oppumpning af vand. Ved top er afsluttet med bentonit. Boringerne er forbundet med vandrette rør, der er nedgravet til 60 cm dybde, og tilsluttet MPR Modulen. Rørene føres ind i modulet, hvor de enkelte rørledninger er tilsluttet en manifold. Ledningerne er forsynet med afspærrings- og reguleringsventiler, udtag beregnet for gasanalyser, m.v. Fra manifolden føres gasrøret med den samlede gasmængde til en skruekompressor, der suger gassen

fra pladsen og trykker den videre til udnyttelsesanlægget ca. 4 km. fra deponiet. Efter kompressoren køles gassen ned så kondens undgås i transmissionsledningen.

MPR Modulet har installeret en automatisk måling og regulering for de enkelte boringer, idet der automatisk udtages gasprøver, der analyseres for CH_4 , CO_2 , O_2 og N_2 kan herefter beregnes. Via PLC og computerstyring reguleres nu de enkelte boringer ved at automatikken åbner mere for reguleringsventilen på den enkelte ledning såfremt gaskvaliteten forbedres, og modsat lukker lidt ned hvis gaskvaliteten forringes.

Udnyttelsesanlæg: Gassen udnyttes i et kraftvarmeanlæg der består af et gasmotor/generatoranlæg med en el-effekt på 550 kW_{el} og 785 kW_{varme} . Strømmen leveres til el-nettet og spildvarmen til Balle Hoed Fjernvarmeværk. Motor/generatoranlægget er placeret ved fjernvarmeværket i Balle.

Årlig energiproduktion: El og varmeproduktionen er registreret over hele perioden fra anlæggets start i 1998. Nedenstående figur 5.24 viser el- og varmeproduktionen over årene.



Figur 5.24: Årlig el- og varmeproduktion

5.9.5 Forslag til optimering

Undersøgelse: Anlægget kendes fra tidligere besøg og blev gennemgået og drøftet på et møde med driftsledelsen:

- Deponiet er opdelt i område A, B, C og D. I område A, B og C er placeret i alt 41 gasboringer, mens der ikke er boringer i område D, der er under opfyldning med ikke

organisk affald.

- 15 af borerne er lukkede, da de giver så dårlig gaskvalitet, at det ikke kan anvendes som brændstof for motoren.
- Registreringer for gaskvalitet og flow foretages automatisk i PLC og computersystemet. I øjeblikket er der følgende aktuelle værdier:
CH₄ = 46 %
Ca. 100 m³/h
Ca. 350 kW_{el} leveres i ca. 15½ time/døgn

Forslag:

For optimering af anlægget foreslås følgende:

1. Da der er 15 af de 41 borer, der er lukket på grund af for dårlig gaskvalitet, foreslås det at udskifte den eksisterende gasmotor med et nyt gasmotor/generatoranlæg af Dual-Fuel typen, der kan anvende et mix af diesellole og deponigas med en lav CH₄ %. På denne måde kan der suges fra alle borer og den dårligere gas fra de 15 vil blive blandet med gas der har en bedre kvalitet. Motoren kan placeres samme sted som den eksisterende. Den eksisterende motorenhed har for stor en effekt til at køre i døgndrift med den gasmængde der er til rådighed, hvorfor den i øjeblikket kun kører 15½ time/døgn. På denne måde kan der suges kraftig over en periode, hvor gaskvaliteten da forringes, men ved et stop i nogle timer vil kvaliteten igen stige. Hvis den eksisterende motor udskiftes kan den nye motor vælges i en størrelse der passer til, at anlægget igen kan køre i døgndrift. Det giver bedre driftsbetingelser for motoren, da den altid vil være varm og køre mere stabilt. Desuden vil der ikke være så stor en emission fra pladsen, idet der i de 8½ time motoren står stille, alt andet lige, vil ske en vis emission fra pladsen, selv om denne har en bufferkapacitet, der kan tilbageholde noget af gassen i en kortere periode.
2. En anden mulighed for udnyttelse af deponigassen med en samlet dårligere kvalitet, vil være at ændre styringen af den eksisterende gasmotor, så den kan anvende gas med en CH₄ kvalitet ned til 30 %. Dette vil specielt kunne lade sig gøre ved deponigasanlæg med en automatisk måle- og reguleringssystem for gasindvindingen, som det findes i MPR Modulet. Men det kræver en ændring af systemet, idet det sandsynligvis vil være påkrævet, at der kan vælges forskellige og individuelle setpunkter for gaskvaliteten for de enkelte borer.

Det skal dog bemærkes, at løsning nr. 1, som nævnt ovenfor, har den fordel, at motoren der udskiftes med en der har en mindre og mere passende størrelse.

3. For at bestemme den mulige gasmængde der kan indvindes ekstra, kunne en prøvepumpning overvejes, hvor der suges fra alle borer, så også gassen med den ringere gaskvalitet anvendes. På den måde kan den rette størrelse for en ny Dual-Fuel motor bestemmes, såvel som baggrunden for en evt. ændring af det eksisterende system, hvis den løsning foretrækkes.

5.9.6 Estimeret ekstra CO₂ reduktion

Estimeret ekstra gasindvinding:

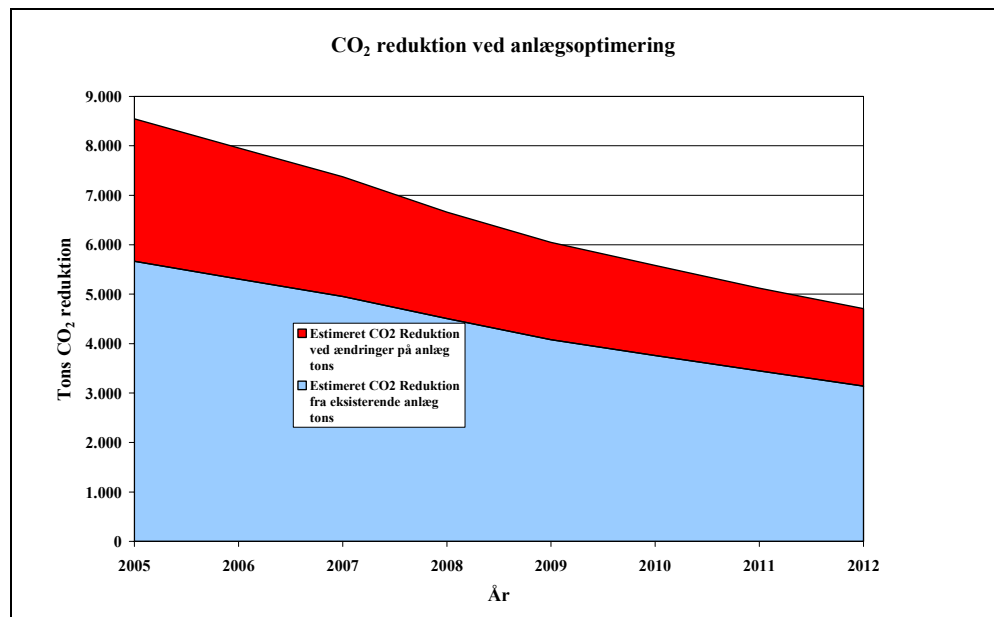
Det vurderes at de 15 borer der i øjeblikket er lukket vil kunne bruges i en Dual-Fuel motor eller ved ændringer af det eksisterende reguleringsanlæg og motorstyring, hvorved disse borer også vil kunne anvendes.

Det skønnes at der i gennemsnit kan indvindes ca. 5 m³/h fra hver af 15 borer. Herved kan indvindingen øges med ca. 75 m³/h i 2005 ved en skønnet CH₄ kvalitet på ca. 30 %. Dette vil give en ekstra el-produktion på ca. 80 kW_{el}.

CO₂ reduktion:

Fra det eksisterende anlæg bidrager den indvundne metanmængde årligt med en CO₂ reduktion på ca. 5.500 tons CO₂. Ved udførelse af de foreslåede forslag til optimering af anlægget, estimeres der at kunne reduceres yderligere med ca. 2.800 tons CO₂ i 2005

Af figur 5.25 fremgår den estimerede CO₂ reduktion i fremtiden, såvel som den ekstra reduktion fra optimeringen. Over den viste 8 – årige periode udgør reduktionen fra optimeringen ca. 17.000 tons CO₂.



Figur 5.25: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra eksisterende anlæg og fra foreslåede ændringer ved anlæg.

5.10 Grindsted

5.10.1 Resume

På Grindsted deponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som anvender gassen i et gasfyr ved en af kedlerne hos Grindsted Fjernvarmeværk.

Deponigasanlægget er besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, og undersøgelser på anlægget indikerer, at der sandsynligvis kan udføres forbedringer, som kan optimere gasindvindingen med yderligere ca. 18 m³ deponigas/h i 2005 og dermed bidrage til en yderligere CO₂ reduktion fra deponiet på ca. 950 tons/år

5.10.2 Ejerforhold for deponeringsanlægget

Ejer Grindsted Kommune
Jorden Rundt 1
7200 Grindsted

Deponiets adresse: Ribe Landevej 6
7200 Grindsted

Driftleder: Peter Skov

Drift Ejer

5.10.3 Data for deponeringsanlægget:

Driftsperiode: Deponiet er påbegyndt i 1978 og forventes afsluttet i 2043.

Areal med

gasindvinding: 7 ha.
 Dybde: Max. 25 m. gennemsnit ca. 15 m
 Affaldsmængde: Total deponeret: 1.200.000 tons
 Der indvindes gas fra ca. 1.000.000 tons

- Affaldstyper:
- Dagrenovation
 - Industriaffald
 - Handel & kontoraffald
 - Haveaffald
 - Storskrald
 - Bygningsaffald
 - Slam

Afdækning: Ca. 0,2 m sand, 0,5 m ler og 0,2 m muld

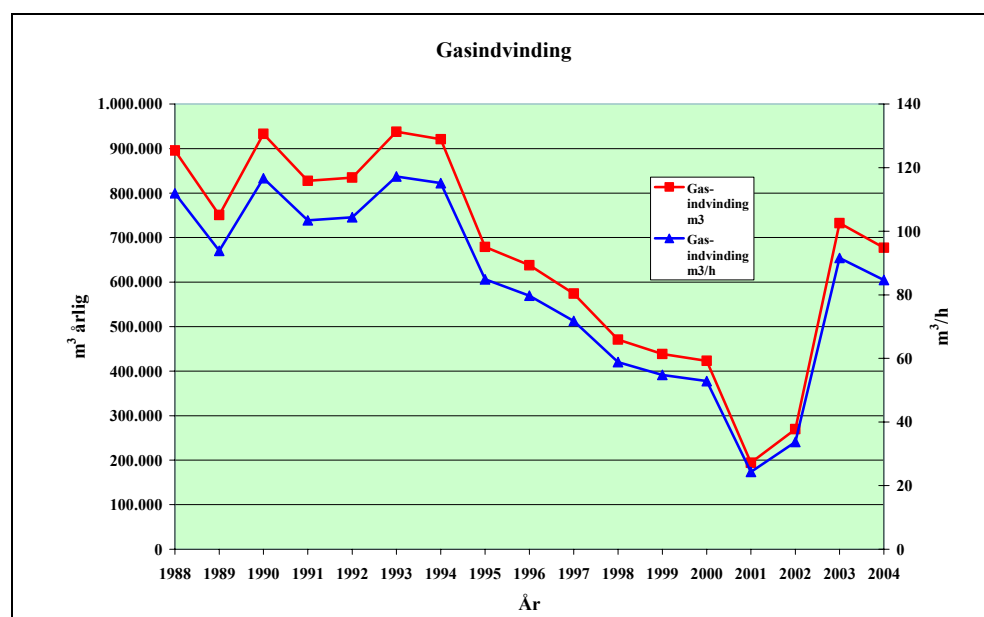
5.10.4 Data for deponigasanlægget

Ejer: Grindsted Kommune
 Jorden Rundt 1
 7200 Grindsted

Drift af anlæg: Ejer

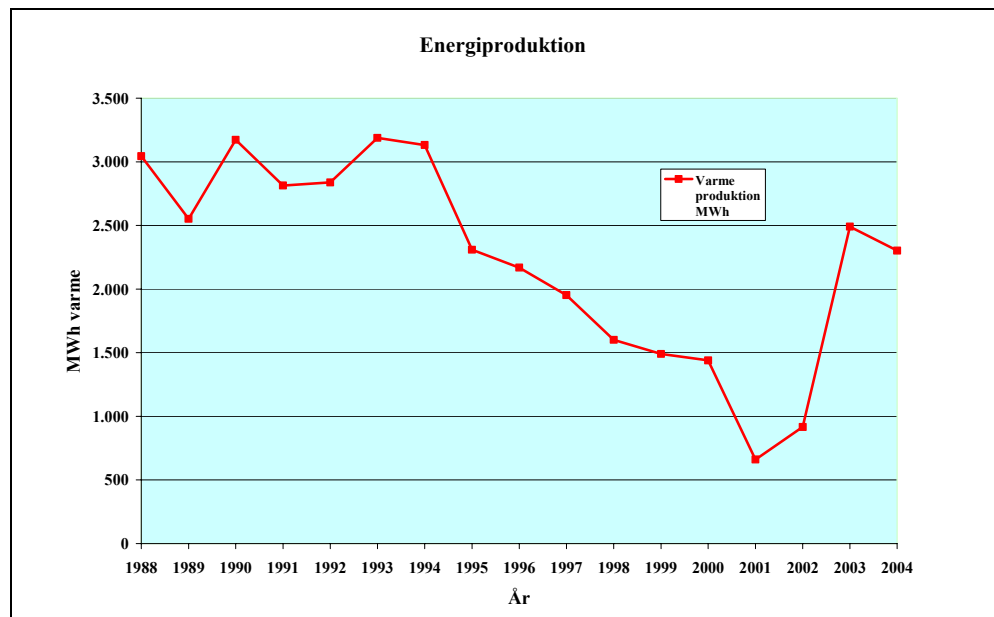
Driftsperiode: Gasanlægget er startet i 1985

Årlig gasindvinding: Registrering af gasindvindingen er ikke nøjagtig før 2002, men Grindsted kommune har solgt gassen til Grindsted Varmeværk, hvor der er afregnet efter den varmemængde der er leveret til nettet. Derfor er nedenstående figur 5.26 udregnet ved at regne med en CH₄ kvalitet på 40 % og regne med at 1 m³ ren CH₄ har en brændværdi på 10 kWh. Desuden at virkningsgraden for kedlen er ca. 85 %.



Figur 5.26: Gasindvinding årligt og per driftstime for indvindingsanlægget ved Grindsted deponi

Indvindingsanlæg:	<p>På deponiet findes 2 MR-Moduler (Måle- og Regulerings Moduler).</p> <p>MR-Modul A er det første modul, der blev installeret ved anlæggets etablering i 1985. Her er tilsluttet 32 lodrette gasboringer. Boringerne er udført med et 800 mm sneglebor. I boringerne er placeret et perforeret 150 mm PEH gasrør i midten og grus er fyldt omkring røret. Ved top er afsluttet med bentonit. Boringerne er forbundet med vandrette rør der er nedgravet til 60 cm dybde. Disse er ført ind i MR Modulet, hvor de er forsynet med kuglehaner til afspærring og regulering af gasflow, udtag beregnet for gasanalyser, samt en trykmåler til aflæsning af suget på de enkelte boringer. Rørledningerne er tilsluttet en manifold, hvorfra en transmissionsledning føres til pumpehuset, der er placeret ved deponiets indkørsel, ca. 500 m fra pladsen.</p> <p>MR-Modul B er det andet modul, der blev installeret i 1992. På dette tidspunkt blev der etableret og tilsluttet 5 nye boringer til modulet, af samme type som de første. I 2002 blev etableret yderligere 15 boringer, der også er tilsluttet modul B. Opbygning og tilslutning af rør i modulet er tilsvarende modul A, blot er der i B monteret gasreguleringsventiler der regulerer bedre, og desuden findes der flow-måleglas på de enkelte ledninger.</p> <p>I pumpehuset findes gaspumpen (Roots pumpe), der suger gassen ind med et undertryk på 20 mbar og trykker det med 0,3 bar via en 4 km transmissionsledning til fjernvarmeværket. Pumpen omdrejningstal reguleres, så der er et konstant negativ tryk til pladsen. I pumpehuset findes desuden filtre, temperatur- og trykmåleinstrumenter, gasmåler, gasalarm, m.v.</p>
Udnyttelses anlæg:	<p>Gassen udnyttes i en fjernvarmekedel hos Grindsted El- og Varmeværk på værkets varmecentral på Sydtoften.</p>
Årlig energiproduktion:	<p>Kommunen har siden 1988 registreret de solgte Gcal der er produceret fra den kedel, der anvender deponigassen som brændsel. Af figur 5.27 fremgår den årlige varmeproduktion MWh til fjernvarmenettet.</p>



Figur 5.27: Årlig varmeproduktion ved Grindsted deponi

5.10.5 Forslag til optimering

Undersøgelse:

Ved gennemgang af anlægget blev følgende undersøgt:

- Anlæggets opbygning og funktion;
- Gaskvaliteten fra de 2 manifolde og pumpehuset.

I modul A er metanprocenten for de fleste boringer omkring 60 %, hvilket indikerer der kan suges lidt mere gas fra disse. I modul B er kvaliteten for de fleste 40 – 50 % CH₄, men enkelte har en meget dårlig kvalitet og en suger tilsyneladende kun atmosfærisk luft ind, hvilket så er med til at give en forholdsvis dårlig gaskvalitet for den samlede gasmængde i pumpehuset. Målingerne kan ses i nedenstående tabel (ved Modul A og B blev der udført målinger ved alle boringer, hvor nedenstående tal kun indikerer området for de enkelte moduler og pumpehus):

CH ₄ %:	
Modul A:	40-67
Modul B:	0-60
Pumpehus:	40,2

CO ₂ %:	
Modul A:	26-36
Modul B:	8-37
Pumpehus:	30,4

O ₂ %:	
Modul A:	0-4
Modul B:	0-9

Pumpehus: 0,3

N₂ %

Modul A: 0-31

Modul B: 0-78

Pumpehus: 29,1

Tryk mbar

Modul A: +8/-16

Modul B: -2/-14

Pumpehus: -20

Flow

Modul A: Ingen registrering

Modul B: 50

Pumpehus: 73

- Gasanalyser blev foretaget på en perkolatbrønd der tilføres perkolat fra den nyeste del af pladsen, men der kunne ikke registreres metan.

Forslag:

For optimering af anlægget foreslås følgende:

1. Modul A har en rimelig god gaskvalitet for næsten alle boringer, hvorfor en indregulering sandsynligvis vil kunne give en lidt større indvinding.
2. Modul B har enkelte boringer, hvor der suges næsten ren atmosfærisk luft ind, hvorfor en indregulering sandsynligvis vil kunne give en lidt større indvinding.
3. Fra pumpehuset suges der kun med max. ca. 15 mbar på de enkelte boringer, hvilket er et meget lille undertryk. Det kunne evt. forsøges at suge lidt hårdere, vel vidende at der så er nogle af boringerne der skal lukkes mere ned for, men der vil sandsynligvis være andre der vil give mere gas.
4. Den nye del af deponiet indeholder ca. 100.000 tons affald, dog med forholdsvis begrænsede mængder af organisk materiale. Afsnittet er netop afsluttet og det foreslås at der etableres en faskine til gasindvinding, der da tilsluttes Modul B, hvor der er ledig rørtilslutning til manifolden.
5. På den ældste del af deponiet er der en del af boringerne der er ude af funktion, hvorfor det foreslås, at der etableres 2 eller 3 faskiner til gasindvinding, der da tilsluttes Modul A, hvor der er ledig rørtilslutning til manifolden.
6. Det kan overvejes at anskaffe en kompressor

der anvendes til at "bagskylle" gasledningerne for at fjerne vand fra lunger på de vandrette ledninger.

Af hensyn til økonomien i anlægget anbefales en vurdering af en ændret udnyttelse af gassen fra ren varmeproduktion til Kraft/Varmeproduktion ved at etablere et gasmotor/generatoranlæg ved fjernvarmecentralen. Herved kan el-produktionen, der udgør ca. 35 % af energien, sælges til en pris på ca. 0,60 kr./kWh. Det vurderes at investeringen vil have en meget kort tilbagebetalingstid.

5.10.6 Estimeret ekstra CO₂ reduktion

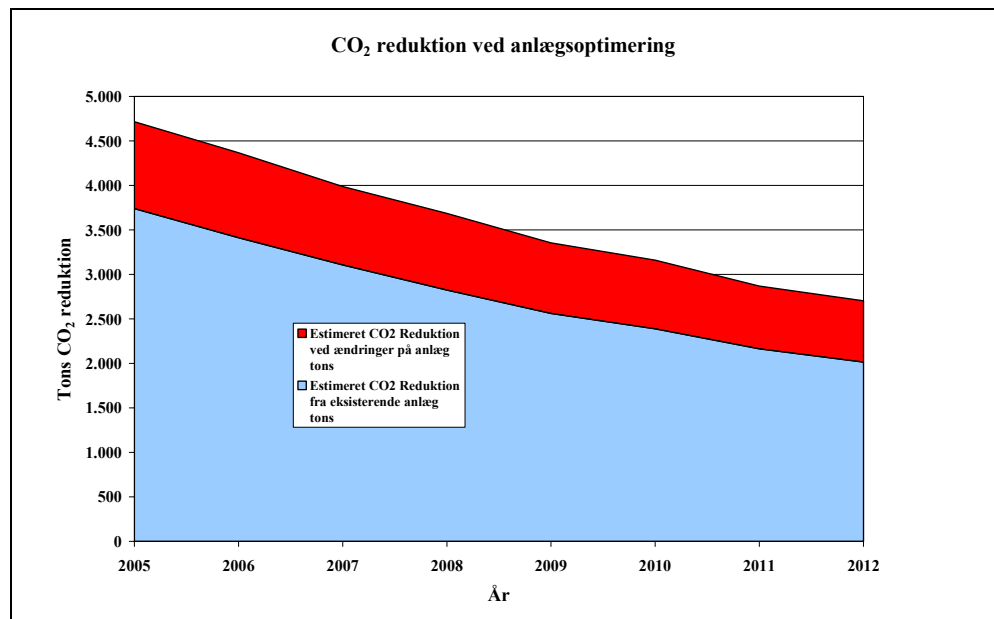
Estimeret ekstra gasindvinding:

Det vurderes at de foreslåede reguleringer i Modul A og B kan indvinde yderligere 8 m³/h, idet der er regnet med 0,1 - 0,2 m³/h i snit for de 52 boringer, vel vidende at nogle af disse ikke giver nogen gasmængde, mens andre vil kunne give mere. Desuden vurderes, at der ved en faskine i det nye område, årligt (2005) vil kunne indvindes 0,5 m³/tons affald, hvilket vil bidrage med 5 m³/h, ligesom der vil kunne indvindes yderligere ca. 5 m³/h fra faskiner etableret i det ældste deponeringsområde.

CO₂ reduktion:

Fra det eksisterende anlæg bidrager den indvundne metanmængde årligt med ca. 3.700 tons CO₂. Ved udførelse af de foreslåede forslag til optimering af anlægget, estimeres der at kan reduceres yderligere med ca. 1.000 tons CO₂ i 2005.

Af figur 5.28 fremgår den estimerede CO₂ reduktion i fremtiden, såvel som den ekstra reduktion fra optimeringen. Over den viste 8 – årige periode udgør reduktionen fra optimeringen ca. 6.600 tons CO₂.



Figur 5.28: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra eksisterende anlæg og fra foreslåede ændringer ved anlæg.

5.11 Hedeland

5.11.1 Resume

På Hedeland deponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som anvender gassen i en gasmotor/generator enhed. Den producerede elektricitet leveres til el-nettet.

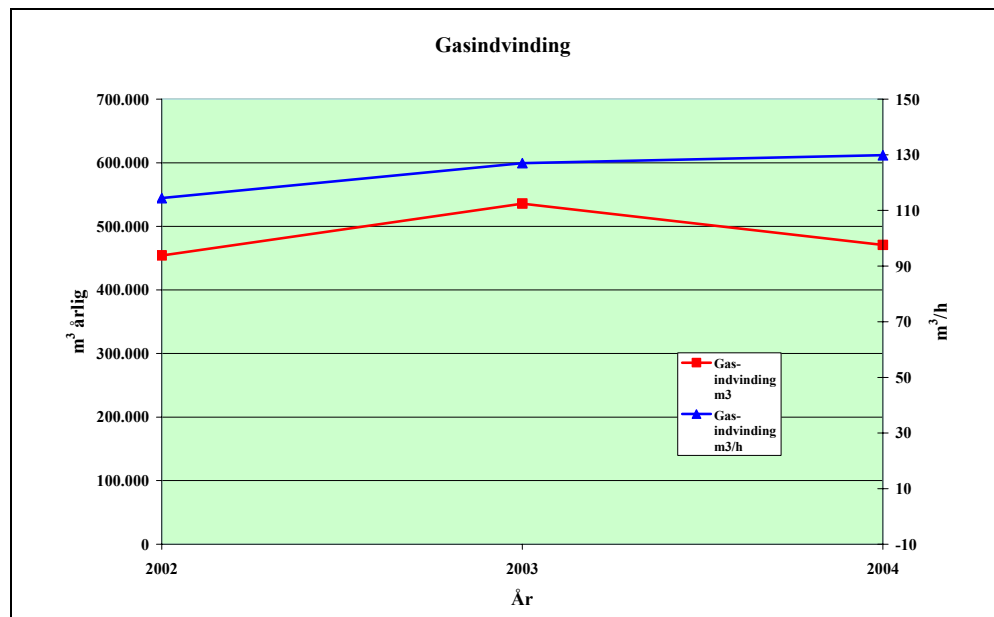
Deponigasanlægget er ikke besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, hvorfor en eventuel optimering af gasindvindingen ikke er vurderet for deponigasanlægget på Hedeland. I 2004 udgør CO₂ reduktion fra det eksisterende anlæg udgør ca. 900 tons CO₂/år.

5.11.2 Data for deponeringsanlægget

Deponiets adresse:	Tokhøjvej 4 4000 Roskilde
Driftsperiode:	1972 – 1979.
Areal med gasindvinding:	Ca. 6,5 ha
Dybde:	15 – 35 m. Ca. 20 m i gennemsnit
Affaldsmængde:	Ca. 1.000.000 tons
Affaldstyper:	<ul style="list-style-type: none">• Dagrenovation• Industriaffald• Handel & Kontor• Bygningsaffald• Haveaffald• Storskrald• Slam• Jordfyld

5.11.3 Data for deponigasanlægget

Ejer:	Deponigas Aps Skovstien 22 8800 Viborg
Drift af anlæg:	Ejer
Driftsperiode:	I 1987 blev det oprindelige gasanlæg startet på deponiet. Det blev imidlertid stoppet i 1989. Det nuværende anlæg, der er en ombygning af det oprindelige blev startet i 2002.
Årlig gasindvinding:	Nedenstående figur 5.29. viser gasindvindingen over årene fra 2002.

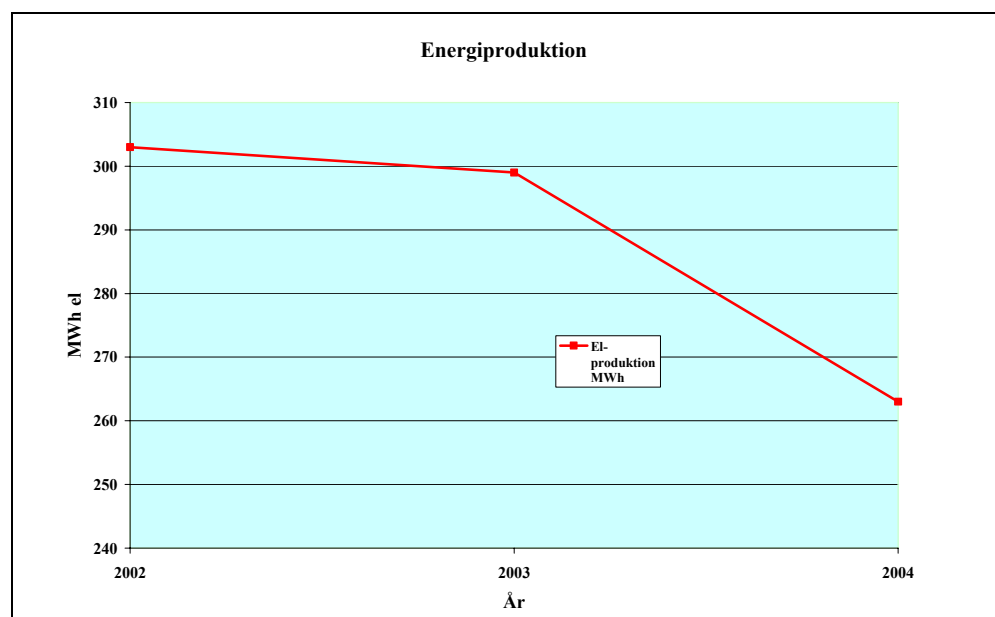


Figur 5.29: Gasindvinding årligt og per driftstime for indvindingsanlægget på Hedeland deponi.

Indvindingsanlæg: Indvindingsanlægget består af det oprindelige system fra 1987 med 52 lodrette borer der enkeltvis er tilsluttet 2 MR brønde (Måle- og Regulerings brønde), der hver indeholder en manifold, som de enkelte ledninger er tilsluttet. Der er prøveudtag og manuel reguleringsventil på de enkelte ledninger. Gassen suges herfra til udnyttelsesanlægget.

Udnyttelsesanlæg: Deponigassen udnyttes i et gasmotor/generatoranlæg, der er placeret på deponiet. Den producerede elektricitet leveres til el-nettet.

Årlig energiproduktion: Den årlige el- produktion fremgår af nedenstående figur 5.30.

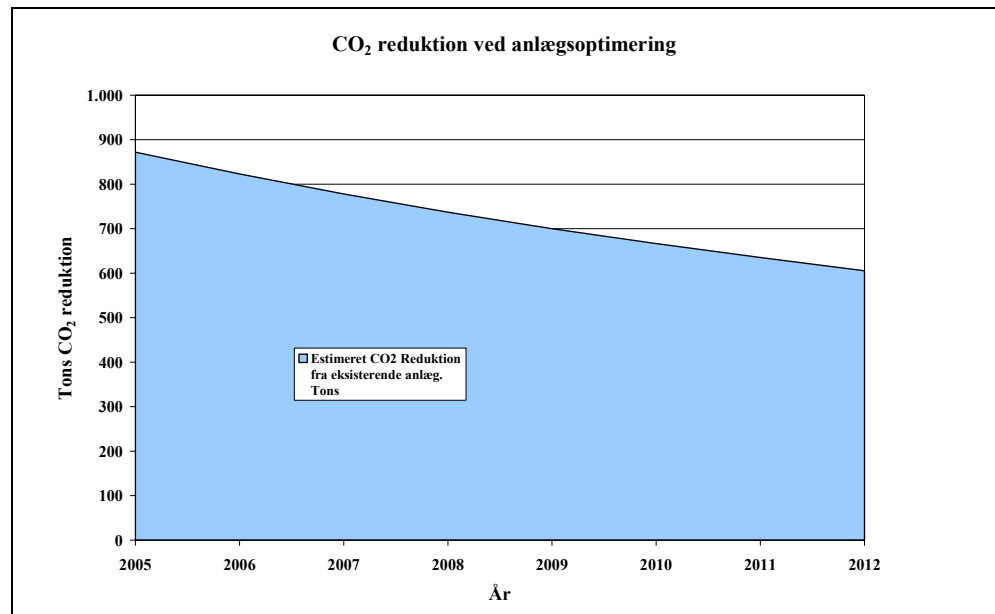


Figur 5.30: Årlig el- og varmeproduktion fra deponigasanlægget ved Hedeland deponi

5.11.4 Estimeret fremtidig CO₂ reduktion

CO₂ reduktion: Den nuværende gasindvinding udgør ca. 470.000 m³/år. Gaskvaliteten er dog meget dårlig med kun ca. 13 % CH₄. Når der regnes med, at metanen fra den indvundne gas ellers ville emittere fra deponiet som en drivhusgas, vil dette svare til, at indvindingen bidrager til en ækvivalent CO₂ reduktion på ca. 925 tons CO₂ for år 2004.

Af figur 5.31 fremgår den estimerede CO₂ reduktion fra anlægget i fremtiden, hvis der ikke foretages nogen form for optimering af indvindingen. Dette ses årligt at udgøre 600 - 870 tons CO₂, hvilket giver en samlet estimeret CO₂ reduktion over årene fra 2005 til 2012 på i alt ca. 5.800 tons CO₂.



Figur 5.31: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra det eksisterende deponigasanlæg ved Hedeland deponi

5.12 Højer

5.12.1 Resume

På Højer deponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som anvender gassen i en gasmotor/generator enhed. Den producerede elektricitet leveres til el-nettet.

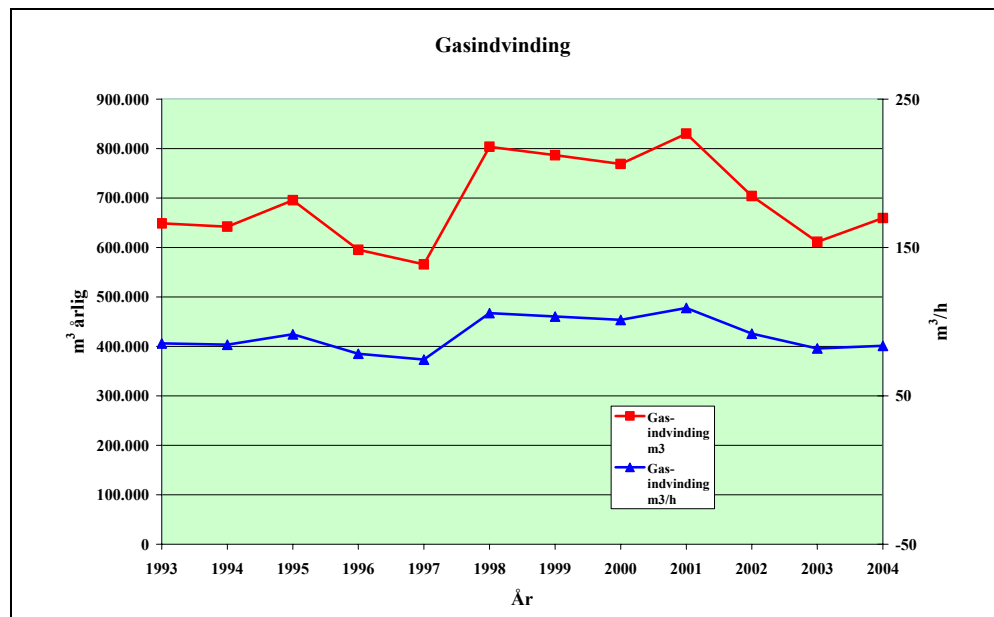
Deponigasanlægget er ikke besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, hvorfor en eventuel optimering af gasindvindingen ikke er vurderet for deponigasanlægget på Højer. I 2004 udgør CO₂ reduktion fra det eksisterende anlæg ca. 4.500 tons CO₂/år.

5.12.2 Data for deponeringsanlægget

Deponiets adresse:	Affaldselskab Vest Nyhedevej 1 6280 Højer
Driftsperiode:	Start i 1984 og er stadig i drift.
Areal med gasindvinding:	Ca. 6 ha
Dybde:	6 – 10 m. Ca. 7 m i gennemsnit
Affaldsmængde:	Ca. 350.000 tons
Affaldstyper:	<ul style="list-style-type: none">• Dagrenovation• Industriaffald• Bygningsaffald• Haveaffald• Storskrald• Slam

5.12.3 Data for deponigasanlægget

Ejer:	ESCO International A/S Sødalsparken 20 8220 Brabrand
Drift af anlæg:	DDH Contractors A/S Sofiendalsvej 7 9200 Ålborg SV
Driftsperiode:	Gasanlægget startet i 1993
Årlig gasindvinding:	Nedenstående figur 5.32. viser gasindvindingen over årene.

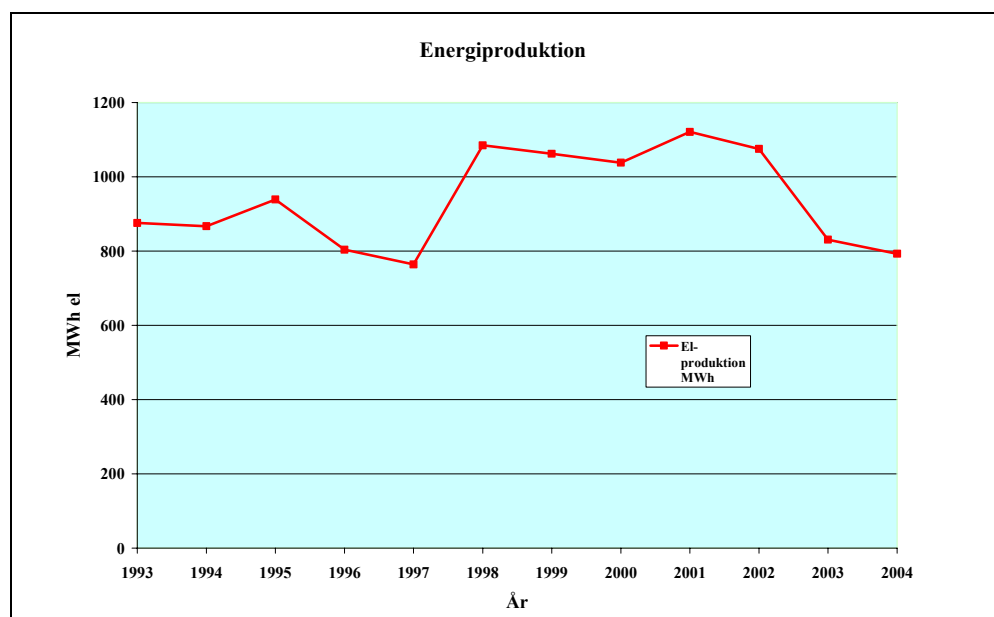


Figur 5.32: Gasindvinding årligt og per driftstime for indvindingsanlægget på Højer deponi.

Indvindingsanlæg: Indvindingsanlægget består af 41 lodrette boringer og 3 vandrette faskiner, der enkeltvis er tilsluttet et MPR Modul (Måle- Pumpe- og Regulerings Modul). Modulet har et automatisk registrerings- og kontrolsystem, men et manuelt reguleringsystem. Gassen pumpes herfra til udnyttelsesanlægget.

Udnyttelsesanlæg: Deponigassen udnyttes i et gasmotor/generatoranlæg der er placeret i en container ved Højer deponi. El effekten er 165 kW, og den producerede elektricitet leveres til el-nettet.

Årlig energiproduktion: Den årlige el- produktion fremgår af nedenstående figur 5.33.

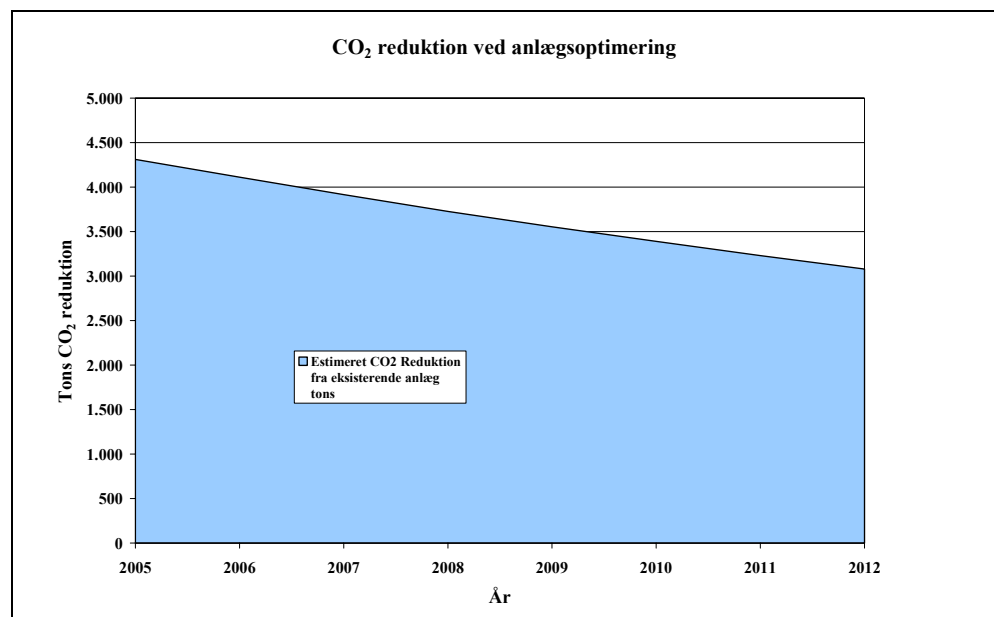


Figur 5.33: Årlig el- og varmeproduktion fra deponigasanlægget ved Højer deponi

5.12.4 Estimeret fremtidig CO₂ reduktion

CO₂ reduktion: Den nuværende gasindvinding udgør ca. 660.000 m³/år. Når der regnes med, at metanen fra den indvundne gas ellers ville emittere fra deponiet som en drivhusgas, vil dette svare til, at indvindingen bidrager til en ækvivalent CO₂ reduktion på ca. 4.500 tons CO₂ for år 2004.

Af figur 5.34 fremgår den estimerede CO₂ reduktion fra anlægget i fremtiden, hvis der ikke foretages nogen form for optimering af indvindingen. Dette ses årligt at udgøre 3.000 – 4.300 tons CO₂, hvilket giver en samlet estimeret CO₂ reduktion over årene fra 2005 til 2012 på i alt ca. 29.300 tons CO₂.



Figur 5.34: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra det eksisterende deponigasanlæg ved Højer deponi

5.13 Kåstrup

5.13.1 Resume

På Kåstrup deponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som anvender gassen i et decentralt kraftvarmeanlæg, der består af en gasmotor/generator enhed. Den producerede elektricitet leveres til el-nettet og en del af spildvarmen anvendes i affaldsselskabets forskellige bygninger ved deponiet.

Deponigasanlægget er besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, og undersøgelser på anlægget indikerer, at der sandsynligvis kan udføres forbedringer, som kan optimere gasindvindingen med yderligere ca. 30 m³ deponigas/h i 2005 og dermed bidrage til en yderligere CO₂ reduktion fra deponiet på ca. 1.400 tons/år

5.13.2 Ejerforhold for deponeringsanlægget

Ejer Skive-Egnens Renovationssekab I/S
Kåstrupvej 20-22
7860 Spøttrup

Deponiets adresse: Kåstrupvej 20-22
7860 Spøttrup

Ledelse: Direktør Svend Pedersen

Drift Ejer

5.13.3 Data for deponeringsanlægget:

Driftsperiode: Deponiet er påbegyndt i 1976 og er stadig i drift.

Areal med gasindvinding: 7 ha.

Dybde: 7-15 m. Gennemsnit ca. 10 m

Affaldsmængde: Total: 1.000.000 tons
Der indvindes gas fra ca. 800.000 tons

Affaldstyper:

- Dagrenovation
- Industri- og erhvervsaffald
- Byggeaffald
- Haveaffald
- Storskrald
- Spildevandsslam

Afdækning: Ca. 0,5 m ler og 0,2 m muld

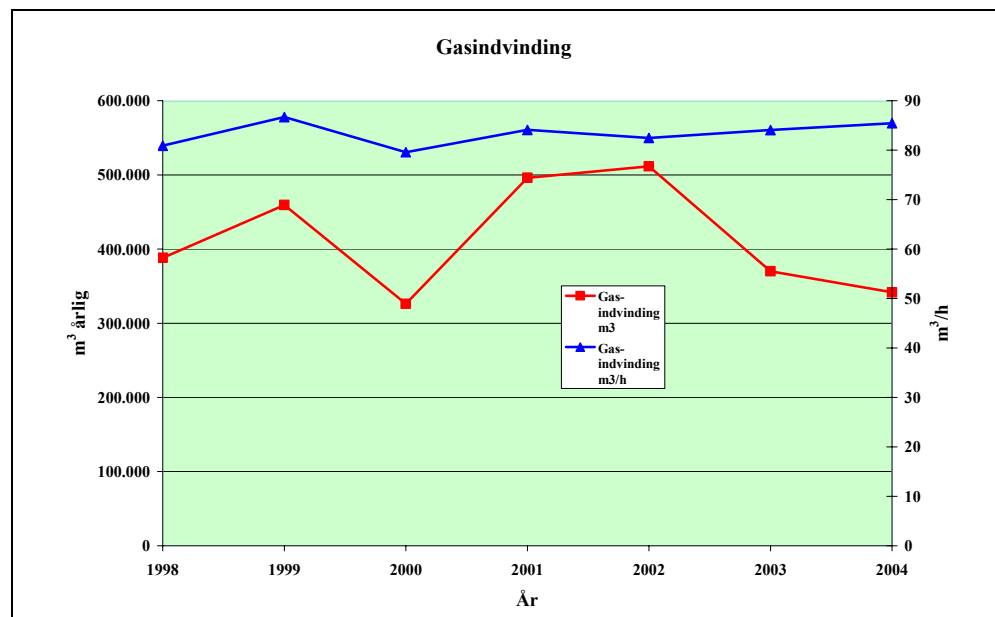
5.13.4 Data for deponigasanlægget

Ejer: Skive-Egnens Renovationssekab I/S
Kåstrupvej 20-22
7860 Spøttrup

Drift af anlæg: Ejer af anlægget siden 15. februar 2004. Tidligere ejet af ESCO International A/S.

Driftsperiode: Gasanlægget er startet i 1998

Årlig gasindvinding: Gasindvindingen er ikke registreret, men el-produktionen er registreret over hele perioden fra anlæggets start i 1998. Derfor er nedenstående figur 5.35 for gasindvindingen per driftstime udregnet ved at regne med en CH₄ kvalitet på 43 % og regne med at 1 m³ ren CH₄ har en brændværdi på 10 kWh. Desuden at virkningsgraden for el-produktion fra motor/generatoranlægget er 33 %.



Figur 5.35: Gasindvinding årligt og per driftstime for indvindingsanlægget ved Kåstrup deponi

Indvindingsanlæg: På deponiet findes et P-Modul (Pumpe- Modul). Der er ført 4 gasledninger ind i P-Modulet, hvor de enkelte rørledninger er tilsluttet en manifold. Ledningerne er forsynet med afspærrings- og reguleringsventiler, udtag beregnet for gasanalyser, flowglas til aflæsning af gasflow, m.v. Fra manifolden føres gasrøret med den samlede gasmængde til en kapselbæser (gaspumpe), der suger gassen fra pladsen og trykker den videre til udnyttelsesanlægget ca. 200 m fra P-Modulet.

De 4 gasledninger ind i modulet kaldes streng A, B, C og D. Disse er hver ført til forskellige områder af pladsen og fungerer som en hovedledning for de enkelte borer i de forskellige områder, hvor borerne da er tilsluttet. Streng A har 9 borer tilsluttet, B har 10 borer, C har 10 borer og D har 6 borer, dvs. i alt 35 borer. Borerne er udført med et 600 mm sneglebor. I borerne er

placeret et perforeret 110 mm PEH gasrør i midten og grus er fyldt omkring røret. Ved top er afsluttet med bentonit. Boringerne er forbundet med vandrette rør, der er nedgravet til 60 cm dybde, og tilsluttet de enkelte hovedledninger (streng).

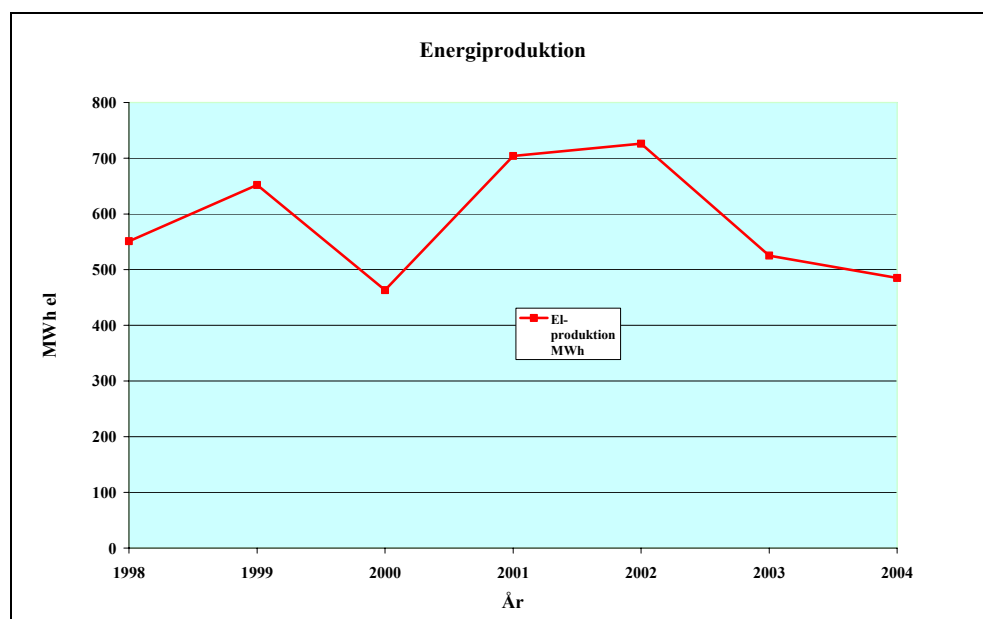
Ud over boringerne er der i år 2001 etableret 9 horisontale gasindvindingsrør. Disse blev primært etableret for at sikre en mere effektiv indvinding for at undgå lugtproblemer omkring deponiet. Ledningerne er boret ind med boregrej beregnet til underføringer og er anbragt i ca. 3 meters dybde med ca. 20 meters mellemrum. 5 ledninger går til en samlebox, hvor de er tilsluttet en manifold. Ledningerne er forsynet med afspærrings- og reguleringsventiler, udtag beregnet for gasanalyser, flowglas til aflæsning af gasflow, m.v. De andre 4 ledninger er på tilsvarende vis ført til en anden samlebox. Fra de 2 samleboxe er der ført 2 hovedledninger til P-Modulet, hvor de er tilsluttet uden for denne til henholdsvis hovedstreng D og C.

Udnyttelses anlæg:

Deponigassen anvendes som brændstof i et gasmotor/generator anlæg, med en el-effekt på 260 kW_{el}. Motorene af fabrikat IVECO. El-produktionen sælges til nettet, og indtil for nylig har motoren været luftkølet, hvor spildvarmen ikke blev udnyttet, men nu er anlægget blevet forsynet med et varmevekslersystem, hvorfra varmen anvendes til opvarmning af samtlige bygninger på affaldscentret.

Årlig energiproduktion:

Den tidligere ejer af anlægget har foretaget registrering af el-produktionen siden start af anlægget i 1998. Nedenstående figur 5.36. viser el-produktionen over årene.



Figur 5.36: Årlig el- produktion ved Kåstrup deponi

5.13.5 Forslag til optimering

- Undersøgelse: Ved gennemgang af anlægget blev følgende undersøgt:
- Anlæggets opbygning og funktion;
 - Gaskvaliteten og flow i P-Modulets 4 gasledninger fra de forskellige områder på pladsen. Desværre var gasmotor/generatoranlægget stoppet pga. for lav CH_4 , hvorfor flowmålingen var usikker, da pumpen blot blev startet og blæste ud i det fri i en kort periode.
 - Fra streng A og B er den indvundne gasmængde normalt ret lille, og ind i mellem næsten ingenting. Det har vist sig, at der er lunger på rørledningerne pga. sætninger i affaldet. Dette betyder at rørene bliver fyldt op med kondensvand fra gassen når dette nedkøles i rørene og herved kan det blive næsten umuligt at indvinde gassen.
 - Motor/generatoranlægget var som nævnt stoppet, men det oplyses, at det normalt stoppes torsdag eftermiddag og startes igen fredag eftermiddag. Ved start er CH_4 procenten normalt omkring 67 % og ved stop nede på ca. 35 %, hvorfor motoren da stopper pga. for dårlig gaskvalitet.
 - Det blev oplyst at deponigasanlægget i øjeblikket leverer ca. 100 – 120 kW ca. 6 dage ugentlig.
 - Analyser og registreringer der blev foretaget ved besøget er anført i nedenstående tabel.

	Streng A	Streng B	Streng C	Streng D	Total
CH_4 %	38	38	41	13	34
CO_2 %	29	25	28	11	35
O_4 %	0,2	0,7	0	4,0	0
N_2 %	33	38	30	72	40
Flow m^3/h	25	25	45	35	120

- Forslag: For optimering af anlægget foreslås følgende:
1. De lunger der findes specielt i streng A og B pga. sætninger i pladsen bør findes, hvorefter der graves op omkring rørene, og disse rettes ud så de får ensidigt fald mod drænpunkterne.
 2. I deponiets Etape 3 mod vest foreslås 3 vandrette boringer af samme type som de 9, der er udført i pladsens Etape 1 mod øst. Disse bores ind i en dybde af 3-4 m fra deponiets top. Samtidig bores en fjerde boring ind i ca. 10 meters dybde, med en placering så den dækker et område med flest mulige af de eksisterende boringer. Dette rør skal primært fungere som dræn for pladsen

- og borerne, men vil samtidig kunne bruges til indvinding af gas. Ved at dræne området, vil der sandsynligvis kunne indvindes mere gas fra de eksisterende borer, idet der i lang tid har været problemer med opstuvning af vand i disse.
3. Når ovennævnte er udført, foreslås det at den eksisterende motor udskiftes med en mindre der passer i størrelse til at anvende hele gasproduktionen fra deponiet og samtidig køre i døgndrift med fuld effekt. En anden mulighed vil være, at påbygge et reguleringssystem på den eksisterende motor, således at der kan blandes naturgas i deponigassen, hvorved motoren kan køre i døgndrift med fuld belastning.
 4. En anden mulighed for ændring af motor/generatoranlægget, er at udskifte det med et nyt og mindre anlæg af Dual-Fuel typen, der kan anvende et mix af dieselolie og deponigas med en lav CH_4 %. Herved kan den dårlige gas, der med tiden vil blive produceret, lettere anvendes.

5.13.6 Estimeret ekstra CO_2 reduktion

Estimeret ekstra gasindvinding:

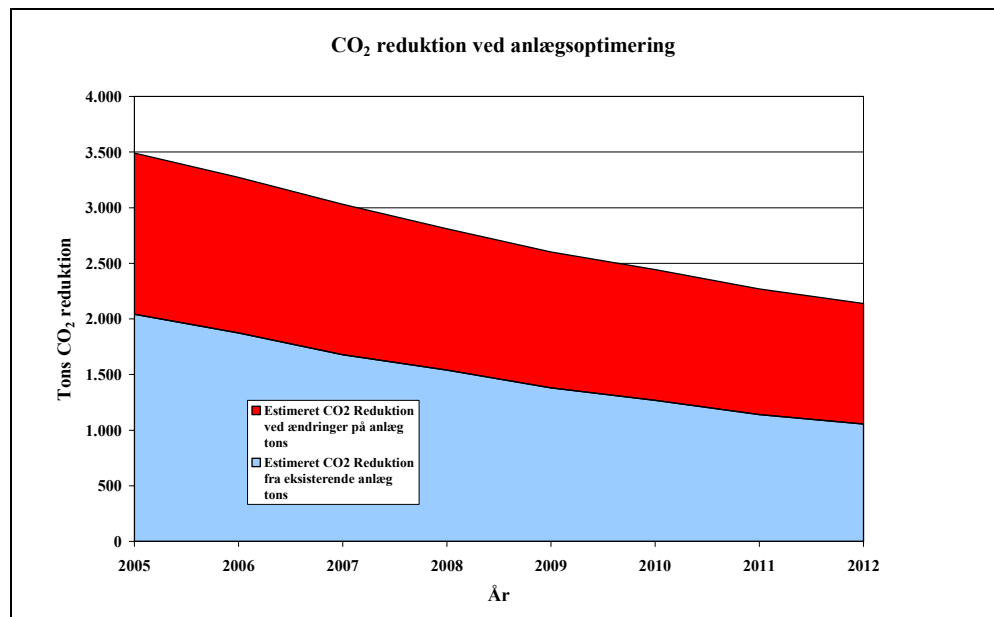
Det vurderes at der i gennemsnit kan indvindes ca. 6-8 m^3/h fra hver af de 3 nye gasboringer og drænledningen. Desuden kan anlægget køre i døgndrift ved ændringer af styring eller udskiftning af gasmotor/generatoranlæg.

Det vurderes derfor at anlægget kan øge indvindingen med ca. 30 m^3/h over hele året ved en CH_4 kvalitet på ca. 40 %. Dette vil give en ekstra el-produktion på ca. 40 kW_{el} .

CO_2 reduktion:

Fra det eksisterende anlæg bidrager den indvundne metanmængde årligt med ca. 2.000 tons CO_2 . Ved udførelse af de foreslåede forslag til optimering af anlægget, estimeres der at kunne reduceres yderligere med ca. 1400 tons CO_2 i 2005.

Af figur 5.37 fremgår den estimerede CO_2 reduktion i fremtiden, såvel som den ekstra reduktion fra optimeringen. Over den viste 8 – årige periode udgør reduktionen fra optimeringen ca. 10.000 tons CO_2 .



Figur 5.37: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra eksisterende anlæg og fra foreslåede ændringer ved anlæg.

5.14 Måde

5.14.1 Resume

På Måde deponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som anvender gassen i et kraftvarmeanlæg, der består af en gasmotor/generator enhed.

Kraftvarmeanlægget er placeret ved Ebjerg Kommunes rensningsanlæg, hvor den producerede elektricitet leveres til el-nettet og spildvarmen anvendes til opvarmning af rådnetankene på rensningsanlægget.

Deponigasanlægget er besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, og undersøgelser på anlægget indikerer, at der sandsynligvis kan udføres forbedringer, som kan optimere gasindvindingen med yderligere ca. 75 m³ deponigas/h i 2005 og dermed bidrage til en yderligere CO₂ reduktion fra deponiet på ca. 3.600 tons/år

5.14.2 Ejerforhold for deponeringsanlægget

Ejer	Esbjerg Kommune Torvegade 74 6700 Esbjerg
Deponiets adresse:	Mådevej 93 6700 Esbjerg
Ledelse:	Palle Fur Andersen
Drift	Ejer

5.14.3 Data for deponeringsanlægget:

Driftsperiode:	Deponiet er påbegyndt i 1986 og er stadig i drift.
Areal med gasindvinding:	11,5 ha.
Dybde:	Max. 25 m. Gennemsnit ca. 15 m
Affaldsmængde:	Total: 1.500.000 tons Der indvindes gas fra ca. 1.000.000 tons
Affaldstyper:	<ul style="list-style-type: none">• Dagrenovation• Industriaffald• Handel & kontoraffald• Haveaffald• Storskraldh• Spildevandsslam
Afdækning:	Ca. 0,5 m ler og 0,2 m muld

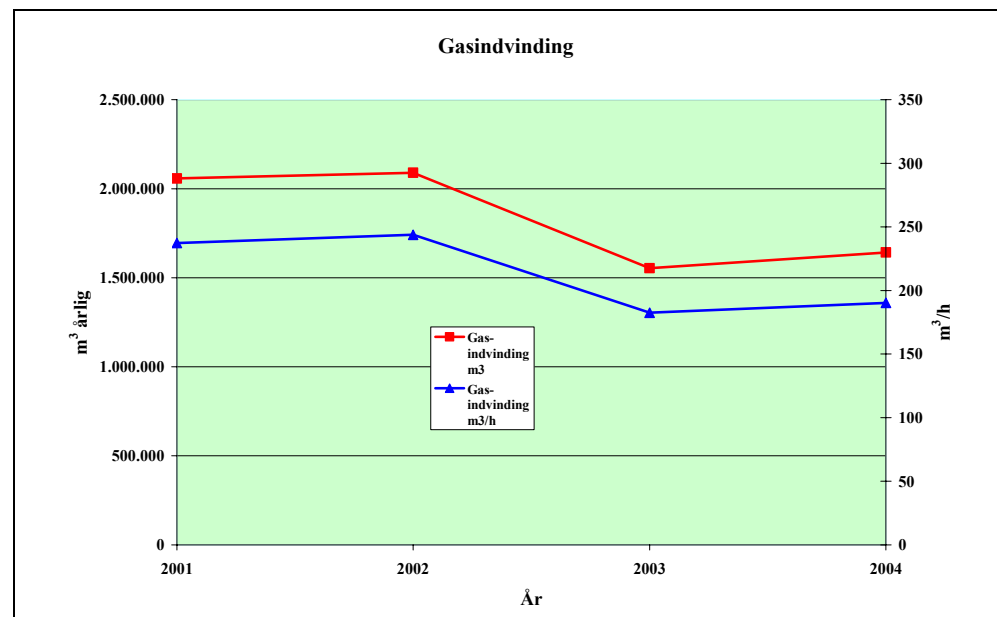
5.14.4 Data for deponigasanlægget

Ejer: Esbjerg Kommune
Torvegade 74
6700 Esbjerg

Drift af anlæg: Ejer

Driftsperiode: Gasanlægget er startet i 1993

Årlig gasindvinding: Gasindvindingen er kun registreret fra midten af år 2000. Af nedenstående figur 5.38 ses den årlige gasindvinding fra og med år 2001.



Figur 5.38: Gasindvinding årligt og per driftstime for indvindingsanlægget på Måde deponi

Indvindingsanlæg: På deponiet findes 2 MPR-Moduler (Måle-, Pumpe- og Regulerings Moduler) der blev installeret sammen med det øvrige deponigasanlæg i 1993. Det oprindelige Modul A er dog i år 2000 flyttet til et andet område og kaldes nu MPR-Modul C, hvorfor der i dag er et modul B og C.

Til det oprindelige MPR Modul A var tilsluttet 24 lodrette gasboringer, men de fleste af disse er nu tilsluttet MPR Modul B, der samtidig har tilsluttet en del af de oprindelige 24 boringer for Modul B. Boringerne er udført med et 600 mm sneglebor. I boringerne er placeret et perforeret 150 mm PEH gasrør i midten og grus er fyldt omkring røret. Ved top er afsluttet med bentonit. Boringerne er forbundet med vandrette rør, der er nedgravet til 60 cm dybde, og tilsluttet MPR Modulet. Rørene føres ind i modulet, hvor de enkelte rørledninger er tilsluttet en manifold. Ledningerne er forsynet med

afspærrings- og reguleringsventiler, udtag beregnet for gasanalyser, m.v. Fra manifolden føres gasrøret med den samlede gasmængde til en skruekompressor, der suger gassen fra pladsen og trykker den videre til udnyttelsesanlægget ca. 2 km. fra deponiet. Efter kompressoren køles gassen ned så kondens undgås i transmissionsledningen.

MPR-Modul C er det andet modul (tidligere Modul A), der indvinder fra deponiets vestlige og nyeste del, kaldet Etape 2. Her er tilsluttet 23 borer. Opbygning og tilslutning af rør i modulet er tilsvarende Modul B.

MPR Modulerne har installeret en automatisk måling og regulering for de enkelte borer, idet der automatisk udtages gasprøver, der analyseres for CH_4 , CO_2 , O_2 og N_2 kan herefter beregnes. Via PLC og computerstyring reguleres nu de enkelte borer ved at automatikken åbner mere for reguleringsventilen på den enkelte ledning såfremt gaskvaliteten forbedres, og modsat lukker lidt ned hvis gaskvaliteten forringes.

- Udnyttelsesanlæg: Oprindelig blev gassen ført til Vestkraft og anvendt i kraftværkets kedelanlæg. I år 2000, da MPR Modul A blev flyttet og ændret til Modul C, blev der samtidig ændret på gasudnyttelsen, idet gassen blev ført til Esbjerg rensningsanlæg, hvor den nu bliver anvendt som brændstof i et gasmotor/generatoranlæg. El-produktionen sælges til nettet, mens spildvarmen anvendes til opvarmning af rensningsanlæggets reaktortanke, sammen med den spildvarme der kommer fra gasmotorerne der kører på rensningsanlæggets biogas.
- Årlig energiproduktion: Der er ikke foretaget registrering af energiproduktionen, hvorfor disse data ikke er tilgængelige.

5.14.5 Forslag til optimering

- Undersøgelse: Ved gennemgang af anlægget blev følgende undersøgt:
- Anlæggets opbygning og funktion;
 - Gaskvaliteten og flow i MPR Modul B. I modulet er metanprocenten 45 - 60 % for 10 af de 24 gasboringer (nogle er sluttet sammen 2 og 2 ude i pladsen). Disse har samtidig med et rimeligt flow fra 3 m³/h til over 20 m³/h. De resterende 14 borer har enten et ringe flow, eller en dårlig gaskvalitet dvs. for lav CH_4 eller for højt O_2 indhold.
 - Gaskvaliteten og flow i MPR Modul C.

I modulet er metanprocenten i gennemsnit 52 %. Der kan tilsluttes i alt 24 gasboringer til modulet, men der er kun tilsluttet 16, hvorfor 8 strenge er ledige for nye tilslutninger. Af de 16 tilsluttede boringer er der 2 der ikke giver gas, hvorfor der reelt kun er 14 der giver godt 100 m³/h.

Registreringerne foretages automatisk i PLC og computersystemet, men i nedenstående tabel ses de overordnede tal der blev registreret ved besøget. Gennemsnit er angivet i parentes.

CH ₄ %:	
Modul B:	45-60 (51,7)
Modul C:	45-65 (52,1)

CO ₂ %:	
Modul B:	30-45
Modul C:	30-45

O ₂ %:	
Modul B:	0-10(0,22)
Modul C:	0-9 (0,23)

N ₂ %	
Modul B:	0-30
Modul C:	0-25

Sug mbar	
Modul B:	80
Modul C:	66

Tryk bar	
Modul B:	1,0
Modul C:	1,0

Flow	
Modul B:	97
Modul C:	105

Forslag:

For optimering af anlægget foreslås følgende:

1. Da der ønskes en relativ høj og konstant gaskvalitet til det eksisterende gasmotoranlæg, og der af den grund er ca. 15 boringer ved Modul B der ikke suges fra, foreslås at dele boringerne i gode og dårlige, og så føre de ca. 10 gode boringer fra Modul B i separate ledninger til Modul C, hvor de kan tilsluttes de 8 frie og 2 ineffektive boringer, der alligevel ikke giver gas i C-

modulet.

I Modul B tages nu den dårligere gas fra de ca. 15 boringer der er tilbage og pumpes til et nyt gasmotor/generatoranlæg af Dual-Fual typen, der kan anvende et mix af diesellole og deponigas med en lav CH_4 %. Motoren kan evt. placeres i umiddelbar nærhed af Modul B, eller et andet sted på deponiet. Herved kan den dårlige gas der ikke udnyttes i dag komme til anvendelse.

2. En anden mulighed for udnyttelse af deponigassen med en samlet dårligere kvalitet, vil være at ændre styringen af den eksisterende gasmotor, så den kan anvende gas med en CH_4 kvalitet ned til 30 %. Dette vil specielt kunne lade sig gøre ved deponigasanlæg med en automatisk måle- og reguleringssystem for gasindvindingen, som det findes i de 2 indvindingsmoduler. Men det kræver en ændring af systemet, idet det sandsynligvis vil være påkrævet, at der kan vælges forskellige og individuelle setpunkter for gaskvaliteten for de enkelte boringer.
3. For at bestemme den mulige gasmængde der kan indvindes ekstra foreslås, at der udføres en prøvepumpning fra de 15 boringer der i givet fald anvendes med en ringere gaskvalitet. På den måde kan den rette størrelse for en ny Dual-Fual motor bestemmes, såvel som baggrunden for en evt. ændring af det eksisterende system.

5.14.6 Estimeret ekstra CO_2 reduktion

Estimeret ekstra gasindvinding:

Det vurderes at de 15 boringer der i øjeblikket ikke anvendes fra Modul B på grund af for ringe gaskvalitet vil kunne bruges i en Dual-Fual motor eller ved ændringer af det eksisterende reguleringsanlæg og motorstyring, hvorved disse boringer kan anvendes.

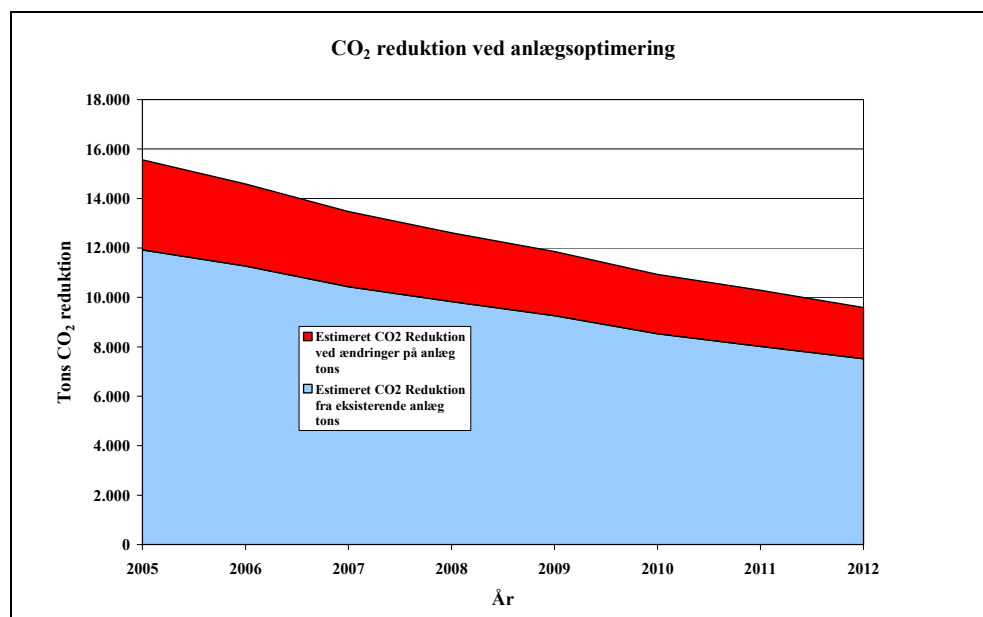
Det skønnes at der i gennemsnit kan indvindes ca. 5 m^3/h fra hver af disse 15 boringer, hvorved anlægget kan øge indvindingen med ca. 75 m^3/h i 2005 ved en CH_4 kvalitet på ca. 38 %. Dette vil give en ekstra el-produktion på ca. 100 kW_{el} .

CO_2 reduktion:

Fra det eksisterende anlæg bidrager den indvundne metanmængde årligt med ca. 12.000 tons CO_2 . Ved udførelse af de foreslåede forslag til optimering af anlægget, estimeres der at kunne reduceres yderligere med ca. 3.600 tons CO_2 i 2005

Af figur 5.39 fremgår den estimerede CO_2 reduktion

i fremtiden, såvel som den ekstra reduktion fra optimeringen. Over den viste 8 – årige periode udgør reduktionen fra optimeringen ca. 22.000 tons CO₂.



Figur 5.39: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra eksisterende anlæg og fra foreslåede ændringer ved anlæg.

5.14.7 Estimeret økonomi ved optimering af anlæg:

Anlægsændringer: Med henblik på optimering af anlægget forudsættes i den estimerede beregning for økonomien, at ovenstående forslag nr. 1 og 2 udføres.

Dette betyder, at de 2 MPR moduler deles op, så 10 boringer med den bedste gaskvalitet ved MPR modul B føres i vandrette rørledninger til MPR modul C. De resterende 15 boringer i modul B tilsluttes nu en ny Dual-Fuel gasmotor med en påbygget el-generator der etableres i umiddelbar nærhed af MPR modul B og forbindes med en kort transmissionsledning til denne. Motoren opbygges og leveres i en container.

Generatorens effekt forudsættes til 100 kW_{el} og den producerede strøm leveres til nettet via et kabel, der tilsluttes en transformator på deponiet. En lille del af spildvarmen fra motoren kunne evt. udnyttes, såfremt motoren blev etableret i nærheden af deponiets bygninger, men det regnes der ikke med i denne beregning.

Energipriser: Salgspris for elektricitet: 0,60 kr./kWh

Estimeret økonomi Af Bilag 4.2 fremgår detaljer og cash flow for den estimerede økonomi. I det følgende er hovedtallene

angivet:

Total investering inkl. projekt., ca.:	Kr.	1.240.000
Salg af elektricitet, 2006 ca.:	Kr.	450.000
Drift og vedligehold, årligt ca.:	Kr.	115.000
Driftudgift til dieselolie, årligt ca.:	Kr.	65.000
Nutidsværdi ved 8 års drift og		
en kalkulationsrente på 6 %, ca.:	Kr.	185.000
Intern rente (IRR):		10,3 %

5.15 Noveren

5.15.1 Resume

På Noverens deponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som anvender gassen i et decentralt kraftvarmeanlæg, der består af en gasmotor/generator enhed. Den producerede elektricitet leveres til el-nettet og en del af spildvarmen anvendes i affaldsselskabets forskellige bygninger og kontorer ved deponiet.

Deponigasanlægget er besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, og undersøgelser på anlægget indikerer, at der sandsynligvis kan udføres forbedringer, som kan optimere gasindvindingen med yderligere ca. 33 m³ deponigas/h i 2005 og dermed bidrage til en yderligere CO₂ reduktion fra deponiet på ca. 1.600 tons/år.

5.15.2 Ejerforhold

Ejer NOVEREN I/S
Hageholmvej 7
4532 Gislinge

Deponiets adresse: Hageholmvej 7
4532 Gislinge

Ledelse: Ebbe Mondrup

Drift Ejer

5.15.3 Data for deponiet:

Driftsperiode: Deponiet blev startet i 1990 og anvendes stadig.

Areal med gasindvinding: 3,5 ha.

Dybde: Gennemsnit 13 m

Affaldsmængde: Der er i alt deponeret ca. 580.000 tons, hvoraf der indvindes gas fra ca. 400.000 tons

Affaldstyper:

- Dagrenovation
- Erhvervsaffald
- Bygningsaffald
- Storskrald
- Spildevandsslam

Afdækning: Grus som rodspærre og ca. 0,3 m muld

5.15.4 Data for deponigasanlægget

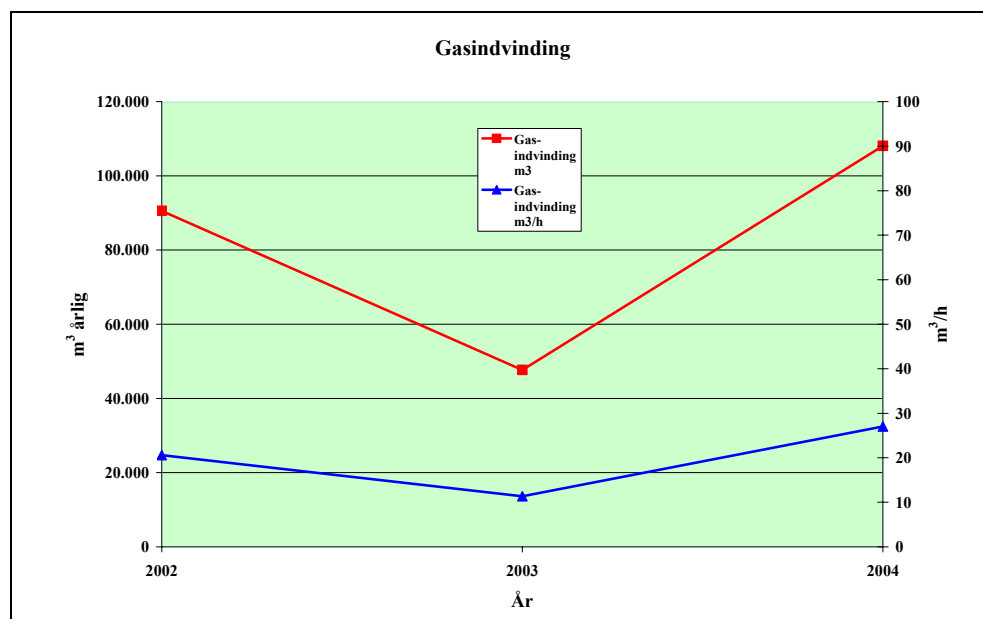
Ejer: NOVEREN I/S
Hageholmvej 7

4532 Gislinge

Drift af anlæg: Ejer

Driftsperiode: Gasanlægget er startet i 2001

Årlig gasindvinding: Gasindvindingen er registreret fra 2002, men der er tilsyneladende fejl i registreringen, hvorfor nedenstående figur 5.40 er udregnet ved at regne med en CH₄ kvalitet på 45 % og regne med at 1 m³ ren CH₄ har en brændværdi på 10 kWh. Desuden at virkningsgraden for el-produktion fra motor/generatoranlægget er 36 %.



Figur 5.40: Gasindvinding årligt og per driftstime for indvindingsanlægget ved Noverens deponi

Indvindingsanlæg: På deponiet findes et MPR-Modul (Måle-, Pumpe- og Regulerings Modul) der blev installeret sammen med det øvrige deponigasanlæg i 2001.

Til MPR Module er i alt tilsluttet 8 lodrette gasboringer der er udført med et 600 mm sneglebor. I boringerne er placeret et perforeret 150mm PEH gasrør i midten fyldt op med grus omkring. Ved top er afsluttet med bentonit. Boringerne er forbundet med vandrette rør, der er nedgravet til 60 cm dybde, og tilsluttet MPR Modulet. Der er desuden forsøgsmæssigt tilsluttet en perkolatbrønd for at undersøge muligheden for at indvinde gas fra dette system.

I MPR Modulet føres rørene ind i begge sider, hvor de enkelte rørledninger er tilsluttet en manifold i hver side af containeren. Ledningerne er forsynet med afspærrings- og reguleringsventiler, flowmåler samt udtag til et gasanalyseinstrument. Fra

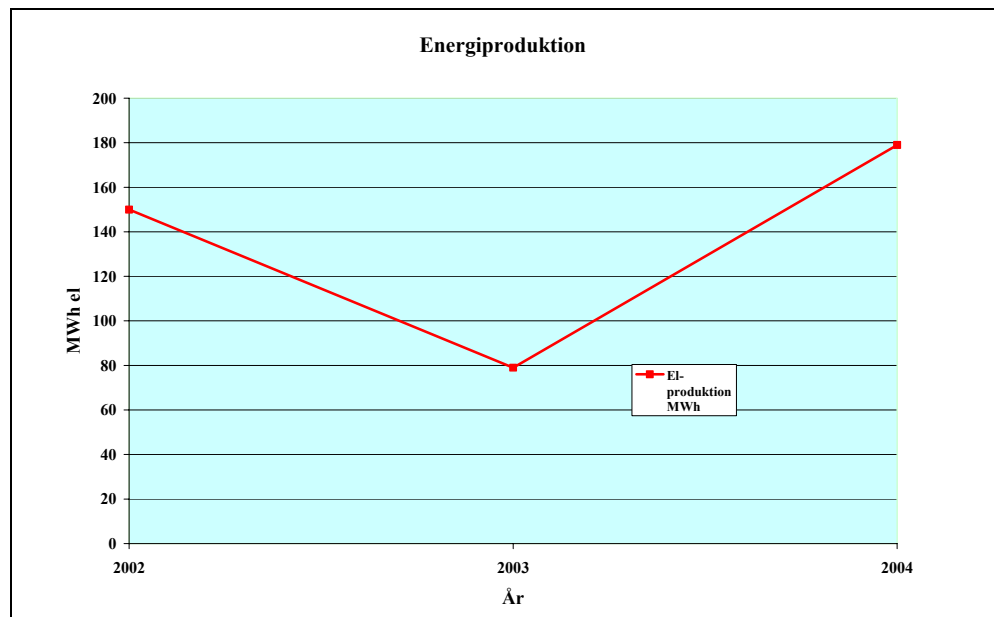
manifoldene føres gasrørene med den samlede gasmængde til en kapselblæser, der suger gassen fra pladsen og trykker den videre til udnyttelsesanlægget, der er placeret i en anden container umiddelbart ved siden af MPR Modulet. Pumpens kapacitet er 150 m³/h.

Rørene føres ind i modulet, hvor de enkelte rørledninger er tilsluttet en manifold. Ledningerne er forsynet med afspærrings- og reguleringsventiler, by-pass hvor en automatisk ventil en gang i døgnet leder gassen fra den enkelte boring til en målesektion, hvor der udtages prøver for gasanalyser, og gasflowet registreres. Fra manifolden føres gasrøret med den samlede gasmængde til en skruekompressor, der suger gassen fra pladsen og trykker den videre i en ca. 700 m lang transmissionsledning til udnyttelsesanlægget der er placeret ved deponiets øvrige bygninger.

MPR Modulet har som nævnt ovenfor, installeret et måle- og analyseudstyr for de enkelte boringer, idet der automatisk udtages gasprøver en gang daglig, der analyseres for CH₄, CO₂ og O₂. Dette registreres anlæggets SCADA system, hvor aktuelle såvel som historiske data kan ses på PC skærmen.

Udnyttelsesanlæg: Gassen udnyttes i et kraftvarmeanlæg der består af et gasmotor/generatoranlæg af fabrikat Deutz. El-effekt på 170 kW_{el} og 250 kW_{varme}. Strømmen leveres til el-nettet og en lille del af varmen anvendes til opvarmning af Noverens kontorer, værksteder og garager.

Årlig energiproduktion: El produktionen er registreret siden år 2002. Nedenstående figur 5.41 viser el- produktionen over årene.



Figur 5.41: Årlig el- produktion ved Noverens deponi

5.15.5 Forslag til optimering

Undersøgelse:

Ved gennemgang af anlægget på blev følgende undersøgt eller oplyst:

- Anlæggets opbygning og funktion.
- Gaskvaliteten for CH_4 , CO_2 , O_2 og H_2S blev analyseret i MPR modulet fra de enkelte boringer og manifold med et bærbart analyseinstrument, der endvidere beregner N_2 . Gaskvaliteten fra boring 4 er meget dårlig, men 5 af boringerne giver en CH_4 kvalitet på 40 – 60 %. Efter at ventilen på den dårlige boring er lukket lidt til og gasflowet herfra dermed reduceret, stiger kvaliteten i den samlede gasmængde fra 42 til 49 % CH_4 . Den ekstrem dårlige gaskvalitet fra boring 4 skyldes sandsynligvis indtrængning af atmosfærisk luft i pladsen omkring boringen. Analyserne for det samlede flow, er anført i nedenstående tabel.
- Gaskvaliteten for CH_4 , CO_2 og O_2 blev endvidere aflæst i gasanalyseeskabet, hvorfra dataoverføres til PC skærmen.
- Flow for de enkelte gasrør, der som nævnt ovenfor, bliver målt en gang daglig, men det tyder på at disse målinger ikke er nøjagtige.
- Det blev oplyst, at motoren normalt er stoppet hver nat fra kl. 18:00 til 6:00, da gaskvaliteten bliver for dårlig til at motoren kan køre. Efter et stop i indvindingen øges kvaliteten og anlægget kan da køre igen om dagen.
- De analyser og registreringer der blev udført i MPR og motor modulet, fremgår af

nedenstående tabel, idet gasanalyser og flow dog kun er anført for den totale gasmængde:

CH₄ %: 50 %

CO₂ %: 29 %

O₂ %: 0 %

N₂ %: 21 %

H₂S ppm: 400 ppm

Total flow* (gasmåler): 25 m³/h

Sug fra plads: - 65 mbar

El-ydelse: 100 kW

* Det totale flow aflæst og noteret i ovenstående skema er tilsyneladende ret unøjagtigt, idet en el-produktion på ca. 100 kW kræver ca. 60 m³/h

- Gaskvaliteten blev endvidere undersøgt med et bærbart gasanalyseinstrument i 2 perkolatbrønde. I den ene, hvorfra der forsøgmæssigt suges var der 8 % CH₄, hvor der i den anden ikke kunne registreres gas, men betonbrøndene er også meget utætte, og det kunne ikke konstateres hvor langt perkolatet stod op i disse. findes en

Forslag:

For optimering af anlægget foreslås følgende:

1. Da det er vigtig for den manuelle indregulering, at vide hvor stort et gasflow der er fra de enkelte borer, foreslås at rørene fra borerne i MPR Modulet forsynes med flowglas der viser det aktuelle flow i m³/h.
2. Den eksisterende flowmåler bør kalibreres
3. Det eksisterende gasanalyseinstrument bør regelmæssigt kalibreres.
4. Det foreslås, at der anskaffes et bærbart gasanalyseinstrument, evt. af typen med en flowmåler indbygget.
5. Det undersøges i øjeblikket om der kan indvindes gas fra perkolatsystemet. Det foreslås at gøre dette flere steder, men det er uden tvivl nødvendigt at tætte perkolatbrøndene i samlinger over jorden samt ved dæksler.
6. Det foreslås at udvide anlægget med 4-5 borer i celle 4, da der på nuværende tidspunkt er en større gasproduktion herfra end der vil være i fremtiden.
7. Motoranlægget foreslås justeret så det kan

køre længere ned i kvalitet for gassen, hvorved der kan køres flere timer i løbet af døgnet, selv om kvaliteten kommer under 40 % CH₄.

8. Motor/generatoranlægget kunne evt. udskiftes til en størrelse der kunne køre i døgndrift. Selv om der er en vis bufferkapacitet i deponiet, vil der dog ske nogen emission i de 12 timer daglig, hvor anlægget er stoppet. Det fremgik dog af diskussionen, at der er et andet biogasanlæg under opbygning, specielt for husholdningsaffald, som tilsyneladende vil bidrage med så meget ekstra gas, at anlægget på denne måde kan køre i døgndrift. Hvis dette bliver tilfældet er problemet med emission om natten løst.

5.15.6 Estimeret ekstra CO₂ reduktion

Estimeret ekstra gasindvinding:

Det vurderes at anlægget kan indreguleres betydelig bedre, hvis ovennævnte gasanalyse- og flowmåleudstyr anskaffes og herved øge gasindvindingen. Det vurderes, at en ændring i motorens styring vil bidrage med gas i den periode hvor anlægget nu står stille, dog med en ringere gaskvalitet. Det skønnes at gasproduktionen vil gå ned fra de nuværende ca. 50 m³/h ved 45 % CH₄ til ca. 40 m³/h ved kun 40 % CH₄. Men da anlægget så vil køre i kontinuerlig drift, vil dette betyde en forøgelse af indvindingen med ca. 15 m³/h over hele året.

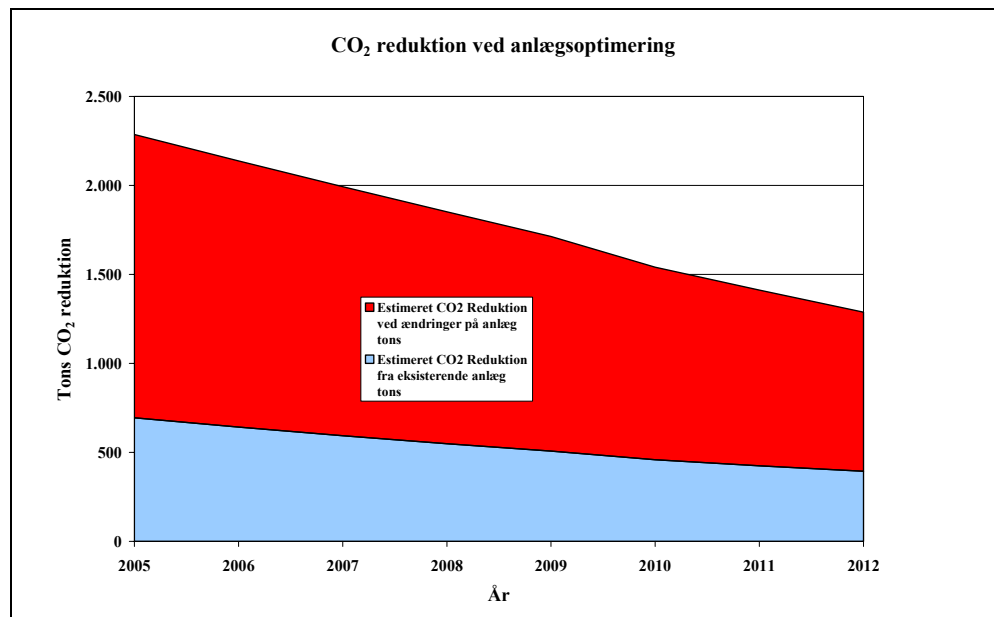
Det skønnes endvidere at der i gennemsnit kan indvindes ca. 3 m³/h fra hver af de 4 nye boringer i celle 4 og tilsvarende fra 2 perkolatbrønde, hvilket i alt giver 18 m³/h, ligeledes over hele året.

Herved kan indvindingen øges med ca. 33 m³/h i 2005 ved en skønnet CH₄ kvalitet på ca. 40 %. Dette vil give en ekstra el-produktion på ca. 45 kW_{el}.

CO₂ reduktion:

Fra det eksisterende anlæg bidrager den indvundne metanmængde årligt med en CO₂ reduktion på ca. 700 tons CO₂. Ved udførelse af de foreslåede forslag til optimering af anlægget, estimeres der at kunne reduceres yderligere med ca. 1.600 tons CO₂.

Af figur 5.42 fremgår den estimerede CO₂ reduktion i fremtiden, såvel som den ekstra reduktion fra optimeringen. Over den viste 8 – årige periode indtil 2012 udgør reduktionen fra optimeringen ca. 10.000 tons CO₂.



Figur 5.42: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra eksisterende anlæg og fra foreslåede ændringer ved anlæg.

5.16 Oudrup

5.16.1 Resume

På Oudrup deponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som anvender gassen i et decentralt kraftvarmeanlæg, der består af en gasmotor/generator enhed. Den producerede elektricitet leveres til el-nettet og spildvarmen leveres til det lokale fjernvarmenet i Vindblæs.

Deponigasanlægget er besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, og undersøgelser på anlægget indikerer, at der sandsynligvis kan udføres forbedringer, som kan optimere gasindvindingen med yderligere ca. 9 m³ deponigas/h i 2005 og dermed bidrage til en yderligere CO₂ reduktion fra deponiet på ca. 450 tons/år

5.16.2 Ejerforhold for deponeringsanlægget

Ejer	I/S Renovest Stengårdsvej 33 9670 Løgstør
Deponiets adresse:	Stengårdsvej 33 9670 Løgstør
Ledelse:	Direktør Henning Christensen
Drift	Ejer

5.16.3 Data for deponeringsanlægget:

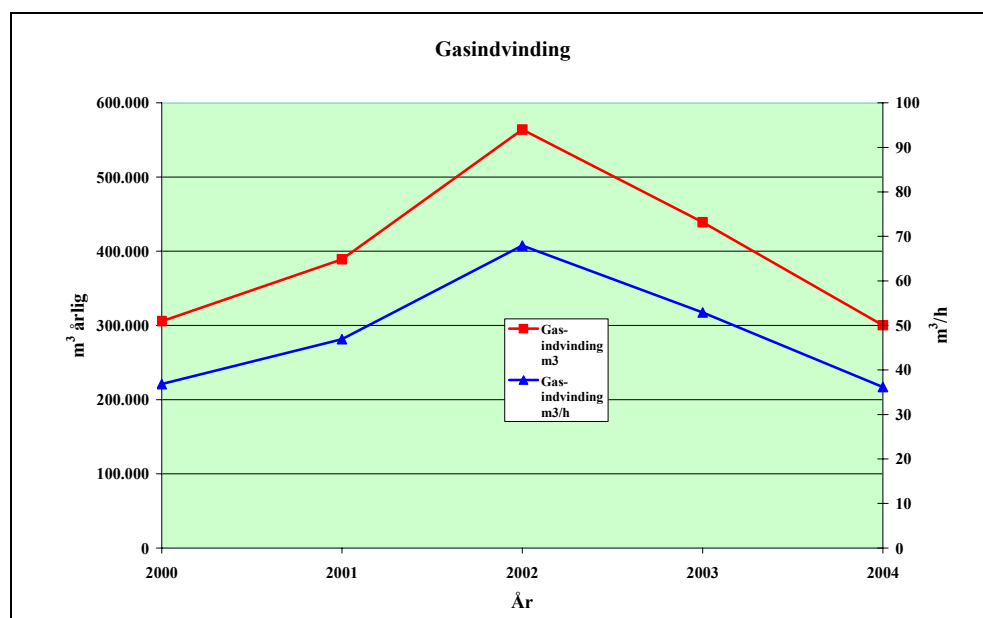
Driftsperiode:	Deponiet er påbegyndt i 1979 og er stadig i brug.
Areal med gasindvinding:	Ca. 3,3 ha.
Dybde:	Gennemsnit ca. 15 m
Affaldsmængde:	Total: 600.000tons Der indvindes gas fra ca. 480.000 tons
Affaldstyper:	<ul style="list-style-type: none">• Dagrenovation• Industriaffald• Haveaffald• Storskrald• Bygningsaffald• Spildevandsslam
Afdækning:	0,5 m ler og 0,3 m muld

5.16.4 Data for deponigasanlægget

Ejer:	Vindblæs Kraftvarme Amba Sparevej 7
-------	--

Drift af anlæg: Ejer
 Driftsperiode: Gasanlægget er startet i 1998

Årlig gasindvinding: Gasforbruget i kraftvarmeanlægget er et mix af naturgas og deponigas, og gasindvindingen fra deponiet kan ikke umiddelbart oplyses, men ved at regne baglæns ud fra de udbetalte CO₂ tilskud for henholdsvis deponigas og naturgas er gasmængden for deponigas udregnet for årene 2000 til og med 2004. Af nedenstående figur 5.43 ses gasindvindingen over disse år samt den tilhørende gasmængde per driftstime for selve indvindingsanlægget, der kører i kontinuerlig drift.



Figur 5.43: Gasindvinding årligt og per driftstime for indvindingsanlægget ved Oudrup deponi

Indvindingsanlæg: På deponiet findes et P-Modul (Pumpe- Modul). Der er ført 4 gasledninger ind i P-Modulet, hvor de enkelte rørledninger er tilsluttet en manifold. Ledningerne er forsynet med afspærrings- og reguleringsventiler, udtag beregnet for gasanalyser, flowglas til aflæsning af gasflow, m.v. Fra manifolden føres gasrøret med den samlede gasmængde til en kapselblæser (gaspumpe), der suger gassen fra pladsen og trykker den videre til et gaslager der består af 2 stk. 500 m³ plastposer (udført i polyethylen).

De 4 gasledninger ind i modulet kaldes streng A, B, C og D. Disse er hver ført til forskellige områder af pladsen og fungerer som en hovedledning for de enkelte boringer i de forskellige områder, hvor

boringerne da er tilsluttet. Der er 6 boringer tilsluttet hver streng, dvs. i alt 24 boringer. Boringerne er udført med et 600 mm sneglebor. I boringerne er placeret et perforeret 110 mm PEH gasrør i midten og grus er fyldt omkring røret. Ved top er afsluttet med bentonit. Boringerne er forbundet med vandrette rør, der er nedgravet til 60 cm dybde, og tilsluttet de enkelte hovedledninger (strengene).

Ud over disse boringer er der i år 2001 etableret 8 nye gasboringer udført med rambuk. Diameter for boring er 150 mm med et 50 mm PEL gasindvindingsrør perforeret fra 2 m. under deponiets overflade. Grus er opfyldt omkring gasrøret og øverst er tætnet med bentonit. Fra toppen af røret føres gassen i et vandret 50 mm PEL rør til en reguleringsboks med en manifold, hvor ledningerne er tilsluttet. Ledningerne er forsynet med kuglehaner til afspærring og regulering af gasflow, udtag beregnet for gasanalyser, m.v.

Ud over boringer er der udført 3 faskiner, hvor en rende er gravet ned i affaldet. Renden er fyldt op med grus, hvori et dobbeltvægget drænrør er placeret. Gassen indvindes nu via et tilkoblet vandret 50 mm PEL rør der føres til ovennævnte reguleringsboks.

Streng C og D er nu koblet sammen og føres ind i P-Modulet som streng C, mens de nye boringer og faskiner er koblet på streng D.

Udnyttelses anlæg:

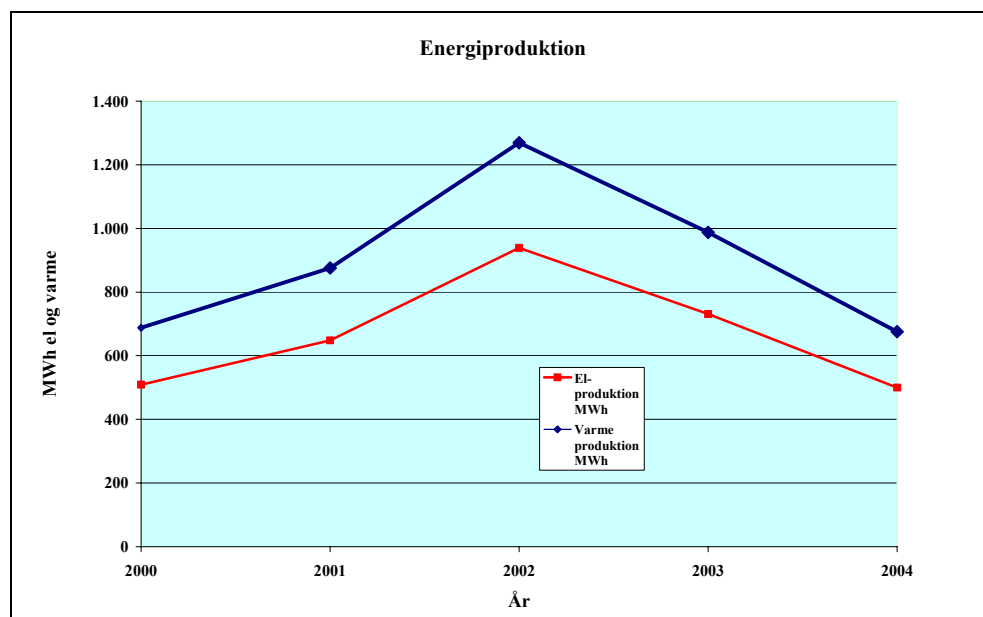
Det omtalte gaslager på i alt 1.000 m³ anvendes til oplagring af deponigassen, der så anvendes i udnyttelses anlægget ca. halvdelen af døgnet for at få en bedre afregningspris i spids- og højlastperioder.

Fra gaslageret pumpes gassen til udnyttelses anlægget i Vindblæs, hvor et kraftvarmeanlæg er etableret ved byens fjernvarmeselskab.

Gassen udnyttes i et gasmotor/generator anlæg, der er beregnet til at kunne køre på både deponigas og naturgas. Motoren er af fabrikat Jenbacher, type 212, med en generatoreffekt på 664 kW_{el}

Årlig energiproduktion:

Anlægget har produceret omkring 2000 MW el per år med en blanding af deponigas og naturgas. Ca. 25 % af produktionen hidrører fra deponigassen. Det er beregnet for de enkelte år, hvor stor en del der kommer fra deponigassen, og i nedenstående figur 5.44 ses el- og varmeproduktionen over årene hidrørende fra deponigassen.



Figur 5.44: Årlig el- og varmeproduktion ved Oudrup deponi

5.16.5 Forslag til optimering

Undersøgelse:

Ved gennemgang af anlægget blev følgende undersøgt eller oplyst:

- Anlæggets opbygning og funktion;
- Gaskvalitet, flow, m.v. fra de 4 manifolde. Der er en relativ dårlig gaskvalitet på måletidspunktet. Gaskvaliteten tyder på der suges atmosfærisk luft ned gennem pladsen og ind i gassystemet, da der er højt N_2 indhold og lavt O_2 (ilten omsættes, hvorimod kvælstoffet ikke omsættes). For højt sugetryk kan forårsage luftindtrængning. Det oplyses, at sugetrykket skal være specielt højt ved de nye boringer, hvilket sandsynligvis skyldes deres meget lille sugeoverflade, idet diameteren for disse boringer kun er 150 mm, i forhold til de tidligere med en diameter på 600 mm.
- Det oplyses, at der normalt kommer en del gas fra området med de nye boringer, hvor der også er deponeret en del organisk affald. Dette er dog ikke tilfældet i øjeblikket, jf. nedenstående skema med målinger. Kapselblæseren kan max. suge 90 mbar, og der suges i øjeblikket med 70 mbar.
- Anlægget har som det eneste i Danmark, et $1.000 m^3$ gaslager, der gør at gassen kan lagres og anvendes i gasmotoren på de mest fordelagtige tidspunkter. Dette kræver imidlertid 2 gaspumper, idet der er en ekstra pumpe, der presser gassen fra lageret til motoren.

Det oplyses at der ofte ses en lavere CH₄ kvalitet i begyndelsen af perioden, hvor gassen pumpes fra lageret til udnyttelsesanlægget.

- Gasmotoren anvender som nævnt et mix af deponigas og naturgas, men det oplyses, at deponigassen skal indeholde mindst 46% CH₄ for at motoren kan køre på det.
- Analyser og registreringer der blev foretaget ved besøget er anført i nedenstående tabel.

	Streng A	Streng B	Streng C	Streng D	Total
CH ₄ %	36	39	35	37	37
CO ₂ %	29	25	17	30	25
O ₄ %	0	0	0	0	0
N ₂ %	35	36	48	33	38
Flow m ³ /h	8	13	8	8	37
Sug fra plads:					70 mbar
Gastemperatur fra plads:					13°C

Forslag:

For optimering af anlægget foreslås følgende:

1. Kapselblæseren der suger fra pladsen kan evt. udskiftes, til en der har et større sug, hvorved der sandsynligvis kan indvindes mere fra de nye borer. Det bør dog først undersøges om den eksisterende kan justeres op i sugetryk.
2. Det bør undersøges om de nye borer er fyldt med vand og derfor eventuelt kræver et stort sugetryk.
3. Den dårlige gaskvalitet i starten af pumpeperioden fra gaslageret kan eventuelt skyldes lagdeling af gassen, hvor metanen pga. sin ringe massefylde stiger til toppen og kuldioxiden til bunden. Da der suges ud fra bunden af lageret, kan det derfor tænkes, at dette forhold er skyld i den ringere kvalitet i starten. Det foreslås derfor, at røret til udsugning af gassen evt. hæves inde i gaslageret.
4. Gasmotoren er beregnet til at kunne køre på ren naturgas, ren deponigas, eller en blanding af disse gasser. Da det er oplyst, at motoren tilsyneladende ikke kan køre på lavere CH₄ kvalitet end 46 %, tyder det på, at der er noget galt med justeringen af motoren, afhængig af gassens brændværdi, da der normalt ikke er problemer med brug af deponigas, hvor CH₄ procenten er nede på 40 % eller endog lavere. I dette tilfælde, hvor deponigassen suppleres med naturgas, skulle kvaliteten kunne være betydelig

ringere.

Derfor foreslås en ændring af styringen, så gas med en lavere kvalitet kan anvendes.

5.16.6 Estimeret ekstra CO₂ reduktion

Estimeret ekstra gasindvinding:

Da det er oplyst, at deponigassen normalt har en højere CH₄ kvalitet, end de gasanalyser der er taget ved besøget, vurderes det at der kan suges en større gasmængde fra deponiet med en tilstrækkelig kvalitet, hvis pumpen justeres eller udskiftes, så et større vacuum opnås. Fra de eksisterende 30 borer suges kun ca. 40 m³/h svarende til et gennemsnit på 1,3 m³/h fra hver boring.

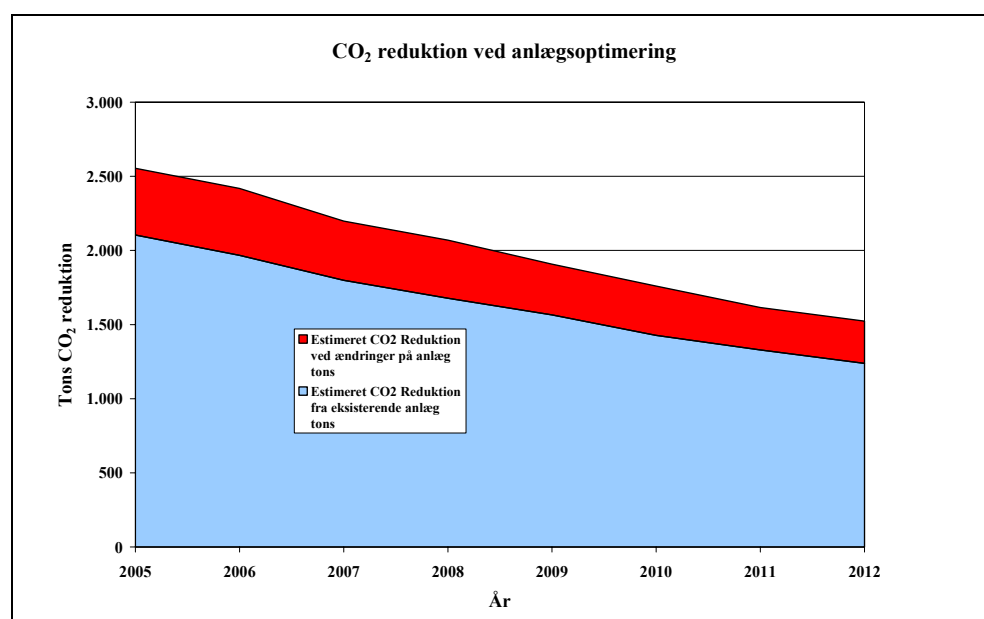
Det er noget usikkert, hvor stor en ekstra gasmængde der eventuelt vil kunne indvindes, men sandsynligvis et gennemsnit på ca. 0,3 m³/h fra hver boring.

Det skønnes derfor at anlægget totalt kan øge indvindingen med ca. 9 m³/h i 2005 ved en CH₄ kvalitet på ca. 40 %.

CO₂ reduktion:

Fra det eksisterende anlæg bidrager den indvundne metanmængde årligt med ca. 2.000 tons CO₂. Ved udførelse af de foreslåede forslag til optimering af anlægget, estimeres der at kunne reduceres yderligere med ca. 450 tons CO₂ årligt.

Af figur 5.45 fremgår den estimerede CO₂ reduktion i fremtiden, såvel som den ekstra reduktion fra optimeringen. Over den viste 8 – årige periode udgør reduktionen fra optimeringen ca. 2.900 tons CO₂.



Figur 5.45: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra eksisterende anlæg og fra foreslåede ændringer ved anlæg.

5.17 Pillemark

5.17.1 Resume

På Pillemark deponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som anvender gassen i en gasmotor/generator enhed. Den producerede elektricitet leveres til el-nettet.

Deponigasanlægget er ikke besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, hvorfor en eventuel optimering af gasindvindingen ikke er vurderet for deponigasanlægget på Pillemark. Anlægget har ikke kørt over længere perioder, men hvis det eksisterende anlæg kommer i kontinuerlig drift, vil CO₂ reduktion fra det eksisterende anlæg udgøre ca. 700 tons CO₂/år.

5.17.2 Data for deponeringsanlægget

Deponiets adresse:	Pillemark 8305 Samsø
Driftsperiode:	Starten er sandsynligvis omkring 1940 og deponiet er lukket i 1985.
Areal med gasindvinding:	Ca. 2 ha
Dybde:	4 – 12 m. Ca. 8 m i gennemsnit
Affaldsmængde:	Ca. 150.000 tons

5.17.3 Data for deponigasanlægget

Ejer:	Samsø Deponigaslav Thorup Møllevej 8 8305 Samsø
Drift af anlæg:	Ejer
Driftsperiode:	Gasanlægget er startet i 2000
Årlig gasindvinding:	Der har indtil for nylig været forskellige problemer med anlægget, så som vand i boringer, indtrængning af atmosfærisk luft, m.v., hvorfor det kun er i korte perioder der er foretaget indvinding, og kun med ca. 5 – 10 m ³ deponigas/h. Der er derfor ikke tilgængelige data for årlig gasproduktion.
Indvindingsanlæg:	Indvindingsanlægget består af ca. 29 lodrette boringer, der er sat forholdsvis tæt. Der er udført 75 mm huller med en rambuk, og hullet er forsynet med et 32 mm perforeret gas-sugerør. Boringerne er tilsluttet vandrette sugerør, som er koblet sammen og ender i et fælles sugeledning der er ført til anlægscontainer med gaspumpe og udnyttelsesanlæg.
Udnyttelsesanlæg:	Deponigassen udnyttes i et Dual-Fual

gasmotor/generatoranlæg der er placeret i anlægscontaineren på deponiet. El effekten er 15 kW, og den producerede elektricitet leveres til el-nettet.

Årlig

energiproduktion:

På grund af de problemer der er nævnt ovenfor under årlig gasproduktion, er der heller ikke tilgængelige data for årlig el-produktion.

5.17.4 Estimeret fremtidig CO₂ reduktion

CO₂ reduktion:

Hvis anlægget kommer til at køre og producere f. eks. 10 kW elektricitet, som er generatorens effekt, vil dette kræve en gasindvinding på 7 – 10 m³ gas, afhængig af CH₄ procenten.

Hvis der regnes med, at metanen fra den indvundne gas ellers ville emittere fra deponiet som en drivhusgas, vil dette svare til, at indvindingen bidrager til en ækvivalent CO₂ reduktion på ca. 700 tons CO₂ for år 2004.

5.18 Randers

5.18.1 Resume

Randers kommune har 2 deponier med gasindvinding, hvor deponigassen fra begge anvendes i det samme energi-udnyttelsesanlæg på kraftvarmeanlægget i Randers, hvor det indfyres i en af de store kedler sammen med øvrigt brændsel. Indvindingsanlæggene på Romalt og Suderholmen deponier er næsten identiske.

Deponigasanlægget er besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, og undersøgelser på anlægget indikerer, at der sandsynligvis kan udføres forbedringer, som kan optimere gasindvindingen med yderligere ca. 75 m³ deponigas/h og dermed bidrage til en yderligere CO₂ reduktion fra deponiet på ca. 3.700 tons/år.

5.18.2 Ejerforhold for deponeringsanlægget

Ejer	Randers Kommune Østergade 12 8900 Randers
Deponiets adresse:	Romalt Deponi Ørneborgvej 8900 Randers
	Suderholmen Deponi Suderholmen 8900 Randers

Ledelse:

Drift	Ejer
-------	------

5.18.3 Data for deponeringsanlægget:

Driftsperiode:	Deponiet på Suderholmen er påbegyndt i 1946 og afsluttet i 1982. Romalt er påbegyndt i 1983 og er stadig i drift.
----------------	--

Areal med gasindvinding:	Romalt har ca. 3,0 ha. Suderholmen har ca. 5 ha.
--------------------------	---

Dybde:	Romalt ca. 8 - 40 m. Gennemsnit ca. 26 m
--------	--

Affaldsmængde:	På Romalt er der total: ca. 900.000 tons Der indvindes gas fra ca. 800.000 tons På Suderholmen er der total: ca. 1.000.000 tons Der indvindes gas fra ca. 900.000 tons
----------------	---

Affaldstyper:	<ul style="list-style-type: none">• Dagrenovation• Erhvervsaffald• Bygningsaffald
---------------	---

- Haveaffald
- Storskrald
- Spildevandsslam
- Slagger og flyveaske

Afdækning: Ca. 0,5 m ler og 0,3 m muld

5.18.4 Data for deponigasanlægget

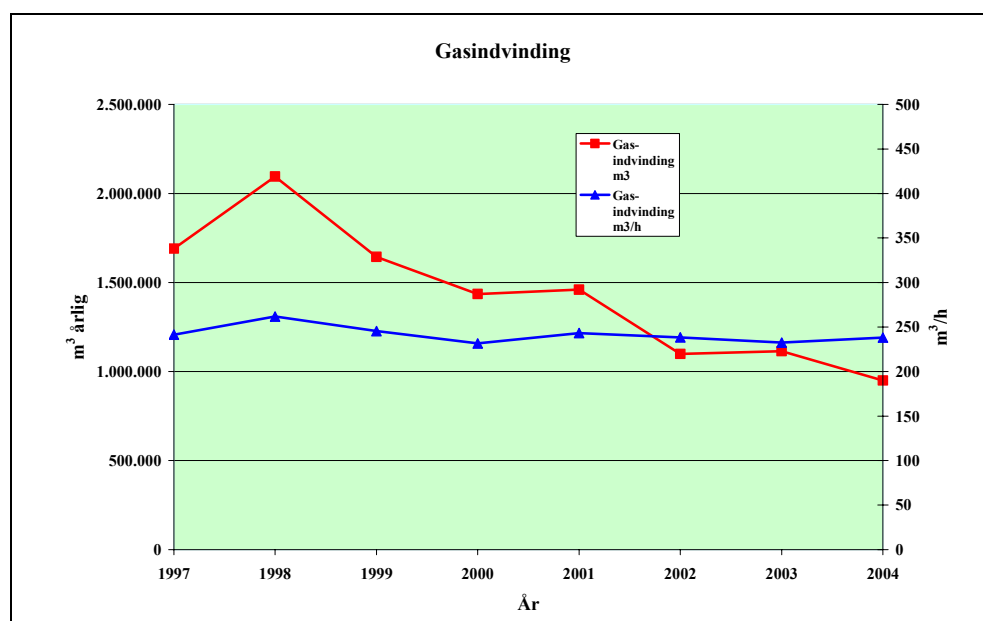
Ejer: Randers Kommune
Østergade 12
8900 Randers

Drift af anlæg: Energi Randers
Agerskellet 7
8900 Randers

Driftsperiode: Gasanlægget på Romalt er startet i 1994 og på Suderholmen i 1996

Årlig gasindvinding: Gasindvindingen er registreret fra 1997, hvor begge indvindingsanlæg har været sat i drift. Gasmængde og kvalitet er registreret samlet for de 2 pladser inde på kraftvarmeanlægget, hvor gassen anvendes. Nedenstående figur 5.46 viser gasindvindingen over årene.

Det er dog vigtigt at bemærke, at anlægget ikke kører i døgndrift. I figuren er m³/h angivet i de driftstimer anlægget kører.



Figur 5.46: Gasindvinding årligt og per driftstimer for begge indvindingsanlæg i Randers

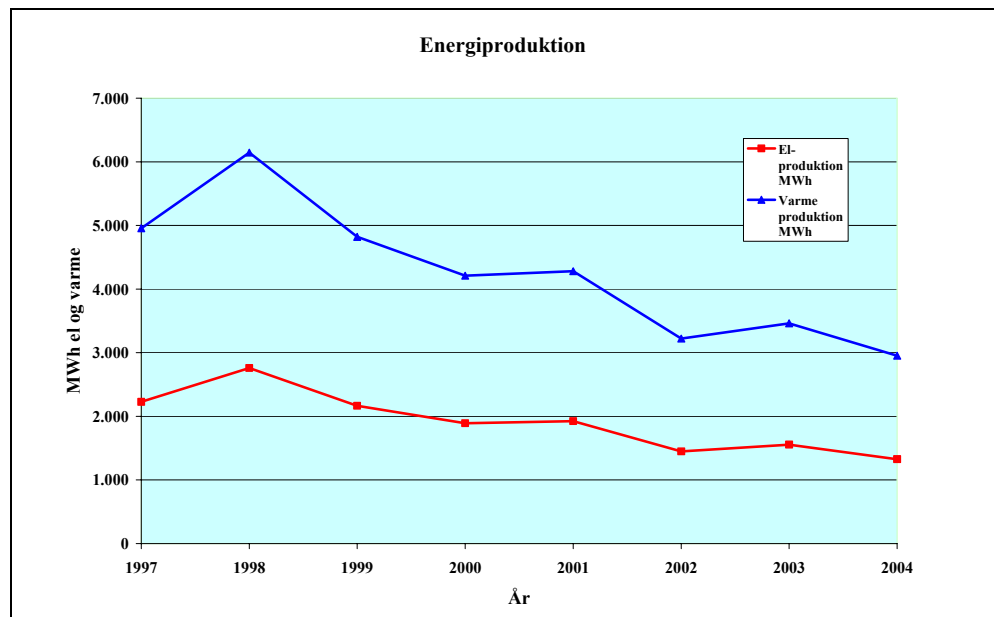
Indvindingsanlæg: Gasindvindingsanlægget er på begge pladser etableret med 40 lodrette borer der er udført med et 600 mm sneglebor. I borerne er placeret et perforeret 110 mm PEH gasrør i midten. Ved top er

afsluttet med bentonit. Boringerne er forbundet med vandrette rør, der er nedgravet til 60 cm dybde, og tilsluttet et MPR-Modul (Måle-, Pumpe- og Regulerings Modul). Rørene føres ind i modulet, hvor de enkelte rørledninger er tilsluttet en manifold. Ledningerne er forsynet med afspærrings- og reguleringsventiler, udtag beregnet for gasanalyser, m.v. Fra manifolden føres gasrøret med den samlede gasmængde til en skruekompressor, der suger gassen fra pladsen og trykker den videre til udnyttelsesanlægget ca. 3 km. fra deponierne. Efter kompressoren køles gassen ned så kondens undgås i transmissionsledningen.

MPR Modulet har installeret en automatisk måling og regulering for de enkelte boringer, idet der automatisk udtages gasprøver, der analyseres for CH_4 , CO_2 , O_2 og N_2 kan herefter beregnes. Via PLC og computerstyring kan de enkelte boringer reguleres ved at automatikken åbner mere for reguleringsventilen på den enkelte ledning såfremt gaskvaliteten forbedres, og modsat lukker lidt ned hvis gaskvaliteten forringes.

Udnyttelsesanlæg: Gassen udnyttes i et kedelanlæg på Randers Kraftvarmeværk. Her er monteret et fyr beregnet for biogas/deponigas på en af de store kedler, hvor der som primært brændsel anvendes kul og endvidere flis, olivenrester, m.m. Men en lille del på godt 0,5 % kommer fra deponigassen.

Årlig energiproduktion: Kedeleffekten i dampkedlen, hvor deponigassen anvendes som brændsel er ca. 85 %. El- og varmeproduktionen fra dampturbinen fordeler sig ved fuld belastning med 52 MW el og 116 MW varme, hvilket giver en alfa værdi på 0,46. Af den producerede energimængde omsættes 31 % til el og 69 % til varme. Nedenstående figur 5.47 viser el- og varmeproduktionen over årene fra den del af brændslet der hidrører fra deponigassen.



Figur 5.47: Årlig el- og varmeproduktion fra begge deponigasanlæg i Randers

5.18.5 Forslag til optimering

Undersøgelse:

Det var kun anlægget på deponiet Romalt der blev undersøgt, men anlægget på Suderholmen er nogenlunde identisk. Ved gennemgang af anlægget på Romalt blev følgende undersøgt eller oplyst:

- Anlæggets opbygning og funktion.
- Gaskvaliteten blev aflæst på PC skærmen, hvor analyser for gassen fra de enkelte borer, såvel som ventilåbningen på disse kan registreres. Enkelte borer og manifold blev endvidere også analyseret med et bærbart analyseinstrument.
- Flow for de enkelte gasrør i MPR modulet blev aflæst på flowglassene.
- Det automatiske gasanalyse-system og den efterfølgende regulering af motorventilerne ser ud til at fungere efter hensigten.
- De analyser og registreringer der blev udført i MPR modulet, fremgår af nedenstående tabel (kun gasanalyser fra manifold er anført, selv om de blev foretaget på samtlige gasrør fra borerne):

CH₄ %: 49,3 %

CO₂ %: 39,3 %

O₂ %: 0 %

N₂ %: 11,4 %

Total flow (aflæsning af flowglas, der er usikker):
123 m³/h

Total flow (gasmåler): 107 m³/h

Sug fra plads: 5 mbar

Tryk i transmissionsledning: 0,837

Gas temperatur fra plads: 25°C

Gas temperatur efter køling: 2,6°C

Det oplyses at kraftvarmeanlægget har monteret en biogasbrænder der skal have gassen med minimum 46 % CH₄.

Forslag:

For optimering af anlægget foreslås følgende:

1. Anlægget kører tilsyneladende rimelig optimalt. Men da anlægget er stoppet fra fredag middag til mandag morgen, er der 66 timer ud af 168 ugentlige timer, hvor anlægget ikke kører.

Det oplyses at anlægget står stille i weekenden for at forbedre gaskvaliteten, der som nævnt kræves at indeholde et minimum på 46 % CH₄. Det foreslås at udskifte brænderen, så den kan køre med en mindre brændværdi, hvorved gasanlægget kan køre i døgndrift.

Selv om gaskvaliteten vil blive lidt ringere, vil driften hele døgnet uden tvivl give betydelig mere energi. Desuden vil der ikke være så stor en emission fra pladsen, idet der i de ca. 2½ dag om ugen anlægget er stoppet, alt andet lige, vil ske en forøget emission fra pladsen, selv om denne har en bufferkapacitet, der kan tilbageholde noget af gassen i en kortere periode.

5.18.6 Estimeret ekstra CO₂ reduktion

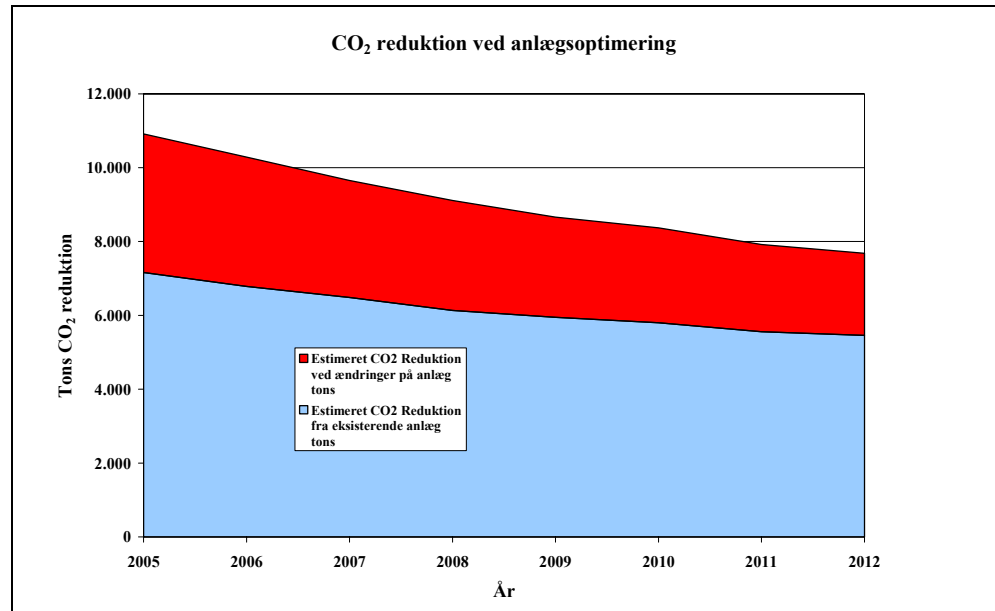
Estimeret ekstra gasindvinding:

Det vurderes, at en ændring som foreslået vil bidrage med gas i den periode hvor anlægget nu står stille, dog med en ringere gaskvalitet. Det skønnes at gasproduktionen vil gå ned fra de nuværende ca. 210 m³/h ved 50 % CH₄ til ca. 190 m³/h ved kun 40 % CH₄. Men da anlægget så vil køre i kontinuerlig drift, vil dette betyde en forøgelse af indvindingen med ca. 70 m³/h over hele året.

CO₂ reduktion:

Fra det eksisterende anlæg bidrager den indvundne metanmængde årligt med en CO₂ reduktion på ca. 7.000 tons CO₂. Ved udførelse af de foreslåede forslag til optimering af anlægget, estimeres der at kunne reduceres yderligere med ca. 3.700 tons CO₂.

Af figur 5.48 fremgår den estimerede CO₂ reduktion i fremtiden, såvel som den ekstra reduktion fra optimeringen. Over den viste 8 – årige periode indtil 2012 udgør reduktionen fra optimeringen ca. 23.000 tons CO₂.



Figur 5.48: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra eksisterende anlæg og fra foreslåede ændringer ved anlæg.

5.18.7 Estimeret økonomi ved optimering af anlæg:

Anlægsændringer: Med henblik på optimering af anlægget forudsættes i den estimerede beregningen for økonomien, at ovenstående forslag nr. 1 udføres.

Dette betyder, at det eksisterende fyr på kedelanlægget udskiftes med et mindre, der kan justeres til en lavere gaskvalitet.

Det er desuden nødvendigt at udskifte kompressorerne, da de ikke kan yde så lille en gasmængde som der kræves ved ændring af anlægget til døgndrift. De kan evt. udføres et omløb, men der regnes i økonomiberegningen med en udskiftning, da det også vil give en besparelse på driften af anlæggets el-forbrug.

Energipriser: Salgspris for gas: 0,682 kr./m³ deponigas ved 50% CH₄

Estimeret økonomi Af Bilag 4.3 fremgår detaljer og cash flow for den estimerede økonomi. I det følgende er hovedtallene angivet:

Total investering inkl. projekt., ca.:Kr. 350.000

Ekstra salg af varme, 2006 ca.:	Kr.	317.000
Ingen ekstra drift og vedligehold:	Kr.	0,00
Nutidsværdi ved 8 års drift og en kalkulationsrente på 6 %, ca.:	Kr.	1.250.000
Intern rente (IRR):		89 %

5.19 Sandholt-Lyndelse

5.19.1 Resume

På Sandholt Lyndelse deponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som anvender gassen i et gasmotor/generator anlæg, der producerer elektricitet.

Deponigasanlægget er besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, og undersøgelser på anlægget indikerer, at der sandsynligvis kan udføres forbedringer, som kan optimere gasindvindingen med yderligere ca. 135 m³ deponigas/h i 2005 og dermed bidrage til en yderligere CO₂ reduktion fra deponiet på ca. 4.500 tons/år.

5.19.2 Ejerforhold for deponeringsanlægget

Ejer	Fyns Affalds Koordineringsselskab Landevejen 5 5672 Broby
Deponiets adresse:	Landevejen 5 5672 Broby
Ledelse:	Morten Bonde
Drift	Ejer

5.19.3 Data for deponeringsanlægget:

Driftsperiode:	Deponiet er påbegyndt i 1977 og lukket i 2002. Deponiet er i øjeblikket under retablering med beplantning.
Areal med gasindvinding:	I alt ca. 20 ha. med gasindvinding fra ca. 14 ha.
Dybde:	9-26 m. Gennemsnit ca. 15 m
Affaldsmængde:	Total: 1.700.000 tons Der indvindes gas fra ca. 1.700.000 tons
Affaldstyper:	<ul style="list-style-type: none">• Dagrenovation• Industriaffald• Bygningsaffald• Jord• Storskrald• Spildevandsslam
Afdækning:	Ca. 1,0 m ler og 0,2 m muld

5.19.4 Data for deponigasanlægget

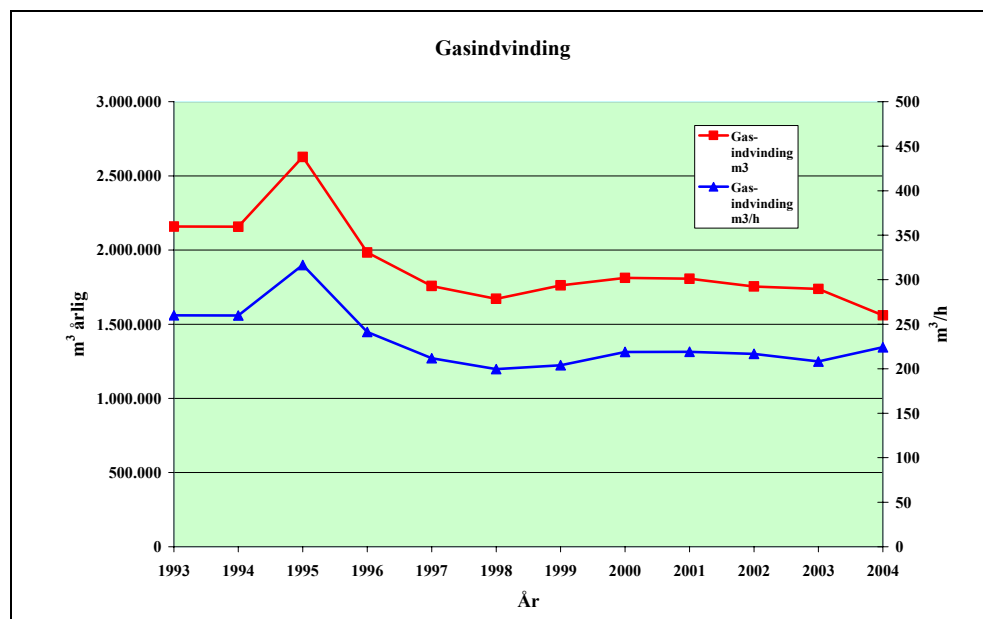
Ejer:	Fyns Affalds Koordineringsselskab Landevejen 5
-------	---

5672 Broby

Drift af anlæg: Marius Pedersen A/S
Sandholt Lyndelse Miljøcenter
Landevejen 5
5672 Broby

Driftsperiode: Gasanlægget er startet i 1992

Årlig gasindvinding: Gasindvindingen er registreret fra år 1993. Af nedenstående figur 5.49 ses gasindvinding fra dette tidspunkt.



Figur 5.49: Gasindvinding årligt og per driftstime for indvindingsanlægget på Sandholt Lyndelse deponi

Indvindingsanlæg: På deponiet findes 2 MPR-Moduler (Måle-, Pumpe- og Regulerings Moduler) der blev installeret sammen med det øvrige deponigasanlæg i 1992 og benævnes henholdsvis MPR Modul A og B.

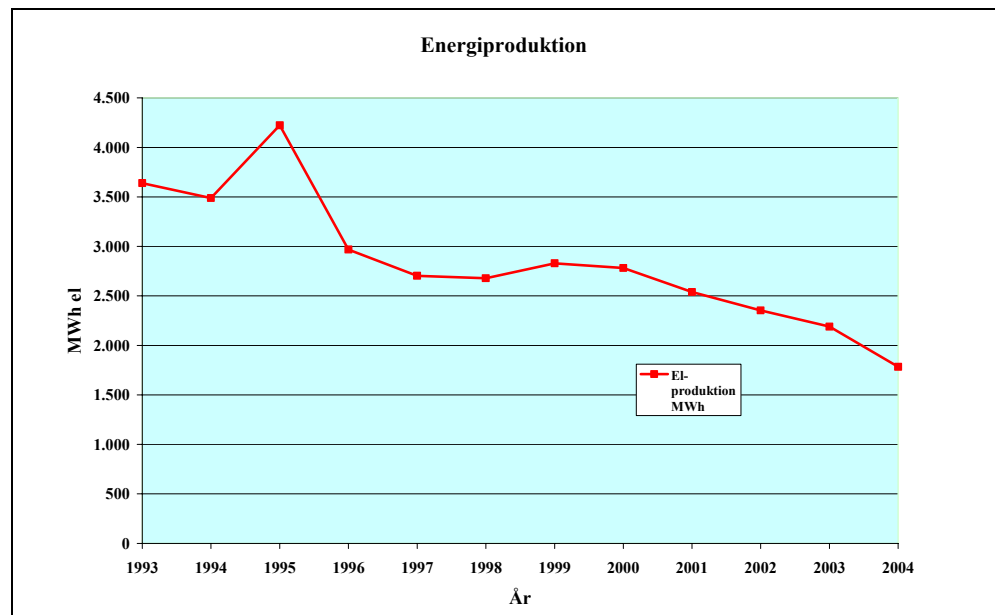
Til MPR Modul A er tilsluttet 34 lodrette gasboringer og til Modul B 37. Boringerne er udført med et 600 mm sneglebor. I boringerne er placeret et perforeret 150 mm PEH gasrør i midten og grus er fyldt omkring røret. Ved top er afsluttet med bentonit. Boringerne er forbundet med vandrette rør, der er nedgravet til 60 cm dybde, og tilsluttet MPR Modulerne. Rørene føres ind i modulerne, hvor de enkelte rørledninger er tilsluttet en manifold. Ledningerne er forsynet med afspærrings- og reguleringsventiler, udtag beregnet for gasanalyser, m.v. Fra manifolden føres gasrøret med den samlede gasmængde til en skruekompressor, der suger gassen fra pladsen og trykker den videre til udnyttelsesanlægget der er placeret lige uden for deponiets aktive areal. De 2 skruekompressorer har

hver en kapacitet på 300 m³/h

MPR Modulerne har installeret en automatisk måling og regulering for de enkelte boringer, idet der automatisk udtages gasprøver, der analyseres for CH₄, CO₂, O₂ og N₂ kan herefter beregnes. Via PLC og computerstyring kan de enkelte boringer nu reguleres, ved at automatikken åbner mere for reguleringsventilen på den enkelte ledning såfremt gaskvaliteten forbedres, og modsat lukker lidt ned hvis gaskvaliteten forringes.

Udnyttelses anlæg: Gassen udnyttes i et gasmotor/generatoranlæg af fabrikat Caterpillar, type 3508, der har en el-effekt på 477 kW_{el}. Strømmen leveres til el-nettet.

Årlig energiproduktion: El produktionen er registreret over hele perioden fra anlæggets start i 1992. Nedenstående figur 5.50 viser el- produktionen over årene fra 1993.



Figur 5.50: Årlig el-produktion fra deponigasanlægget på Sandholt Lyndelse deponi

5.19.5 Forslag til optimering

Undersøgelse: Ved gennemgang af anlægget blev følgende undersøgt:

- Anlæggets opbygning og funktion;
- Gaskvaliteten og flow i MPR Modul A. Af modulets i alt 34 boringer er de 14 aktive og producerer gas med en tilstrækkelig gaskvalitet for motordrift. Desuden er der 5 andre, der giver lidt gas ind i mellem.
- Gaskvaliteten og flow i MPR Modul B. Af modulets i alt 37 boringer er de 17 aktive og producerer gas med en tilstrækkelig gaskvalitet for motordrift. Desuden er der 5 andre, der giver lidt gas ind i mellem.

- Registreringerne foretages automatisk i PLC og computersystemet, og i nedenstående tabel ses de overordnede tal der blev registreret ved besøget, idet dog gasanalyser i tabellen er fra det bærbare instrument.

CH ₄ %:	
Modul A:	40
Modul B:	46
CO ₂ %:	
Modul A:	24
Modul B:	26
O ₂ %:	
Modul A:	2,2
Modul B:	0
N ₂ %:	
Modul A:	34
Modul B:	28
H ₂ S ppm:	
Modul A:	6
Modul B:	13
Sug mbar:	
Modul A:	50
Modul B:	66
Temperatur fra plads °C:	
Modul A:	13
Modul B:	16
Flow m ³ /h:	
Modul A:	70
Modul B:	140

- Ved motor/genratoranlægget registreres CH₄ kvaliteten kontinuerlig af et gasanalyseinstrument. Gasanalyser blev endvidere taget med et bærbart instrument. I nedenstående tabel ses de tal, der blev registreret ved besøget.

Modul A

CH₄ % ved stationær gasanalyseinstrument: 58

CH₄ % ved bærbart instrument: 47

CO₂ % ved bærbart instrument: 26

O₂ % ved bærbar instrument: 0

N₂ ved bærbar instrument %: 27

H₂S ved bærbar instrument ppm: 19

Tryk før motor, bar: 1,7

El-produktion kW: 275

Forslag:

For optimering af anlægget foreslås følgende:

1. Da der ønskes en relativ høj og konstant gaskvalitet til det eksisterende gasmotoranlæg, og der bl.a. af den grund er 30 – 40 boringer der ikke suges fra, foreslås at dele boringerne i gode og dårlige, og så føre de dårlige boringer fra f.eks. MPR Modul B i separate ledninger til Modul A. Tilsvarende føres de gode boringer fra Modul A i separate ledninger til Modul B og tilsluttes hvor de dårlige boringer i øjeblikket er tilsluttet.
Fra Modul A tages den dårligere gas fra de ca. 35 boringer der nu er tilsluttet og pumpes til et nyt gasmotor/generatoranlæg af Dual-Fuel typen, der kan anvende et mix af dieselolie og deponigas med en lav CH₄ %. Herved kan den dårlige gas der ikke udnyttes i dag komme til anvendelse. Motoren kan evt. placeres i umiddelbar nærhed af den eksisterende motor container.
2. En anden mulighed for udnyttelse af deponigassen med en samlet dårligere kvalitet, vil være at ændre styringen af den eksisterende gasmotor, så den kan anvende gas med en lavere CH₄ kvalitet ned i nærheden af 30 %. Dette vil specielt kunne lade sig gøre ved deponigasanlæg med en automatisk måle- og reguleringsystem for gasindvindingen, som det findes i de 2 indvindingsmoduler. Men det kræver en ændring af systemet, idet det sandsynligvis vil være påkrævet, at der kan vælges forskellige og individuelle setpunkter for gaskvaliteten for de enkelte boringer.
3. En anden mulighed vil også være at anvende gassen med den dårligere gaskvalitet i et perkolat fordampningsanlæg, så den producerede perkolat fra deponiet ikke skal sendes til rensning. I fremtiden vil en sådan rensning beløbe sig til ca. 24,- kr./m³, og da der er ca. 30.000 m³/år bliver den årlige

omkostning ca. 700.000 kr.

Der findes i dag ca. 20 anlæg af denne type i verden, og da gassen her anvendes dels i en brænder, og dels i en lukket gasfakkel, der begge kan bruge en dårligere gaskvalitet, kan dette system bruge den del af gassen og herved spare udgiften til rensning af perkolatet.

4. En mulighed kunne også være at udskifte den eksisterende motor med en ny Dual-Fuel motor, der kan anvende al gassen fra deponiet med en lavere gaskvalitet.
5. For at bestemme den mulige gasmængde der kan indvindes ekstra foreslås, at der udføres en prøvepumpning fra de 15 boringer, der i givet fald anvendes med en ringere gaskvalitet. På den måde kan den rette størrelse for en ny Dual-Fuel motor bestemmes, såvel som baggrunden for en evt. ændring af det eksisterende system. Det kan samtidig undersøges om gasmængden er passende til at fordampe den perkolatmængde der i dag føres til rensningsanlægget.

5.19.6 Estimeret ekstra CO₂ reduktion

Estimeret ekstra gasindvinding:

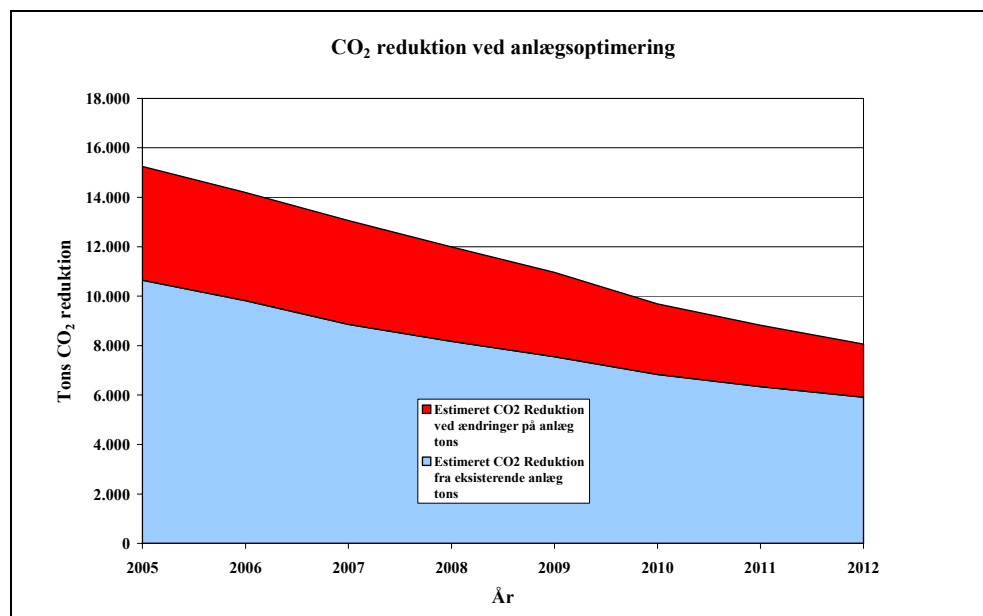
Det vurderes at de 30 – 40 boringer der i øjeblikket ikke anvendes, bl.a. på grund af for ringe gaskvalitet, vil kunne bruges i en af de løsninger der er nævnt i ovenstående.

Det skønnes at der i gennemsnit kan indvindes ca. 3 m³/h fra hver af disse ca. 35 boringer, hvorved anlægget kan øge indvindingen med ca. 105 m³/h i 2005 ved en CH₄ kvalitet der skønnes til ca. 35 %. Dette vil give en ekstra el-produktion på ca. 130 kW_{el}.

CO₂ reduktion:

Fra det eksisterende anlæg bidrager den indvundne metanmængde årligt med ca. 10.000 tons CO₂. Ved udførelse af de foreslåede forslag til optimering af anlægget, estimeres der at kunne reduceres yderligere med ca. 4.500 tons CO₂ i 2005.

Af figur 5.51 fremgår den estimerede CO₂ reduktion i fremtiden, såvel som den ekstra reduktion fra optimeringen. Over den viste 8 – årige periode indtil 2012 udgør reduktionen fra optimeringen ca. 27.800 tons CO₂.



Figur 5.51: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra eksisterende anlæg og fra foreslåede ændringer ved anlæg.

5.19.7 Estimeret økonomi ved optimering af anlæg:

Anlægsændringer: Med henblik på optimering af anlægget forudsættes i den estimerede beregning for økonomien, at ovenstående forslag nr. 1 udføres.

Dette betyder, at de 2 MPR moduler deles op, så ca. 17 borerer med den dårligste gaskvalitet fra MPR modul A føres i vandrette rørledninger til MPR modul B, hvor de tilsluttes systemet med de dårlige borerer i MPR modul B. Herfra føres de i en ny transmissionsledning til en ny Dual-Fuel motor/generator enhed, der etableres ved siden af den eksisterende gasmotor-container.

For de resterende ca. 20 borerer med en god gaskvalitet i MPR modul B udføres en ekstra manifold, hvorfra gassen føres i en ny vandret hovedledning til MPR modul A og tilsluttes manifolden her.

Generatorens effekt forudsættes til ca. 105 kW_{el} og den producerede strøm leveres til nettet via et kabel, der tilsluttes en transformer på deponiet.

Energipriser: Salgspris for elektricitet: 0,60 kr./kWh

Estimeret økonomi Af Bilag 4.4 fremgår detaljer og cash flow for den estimerede økonomi. I det følgende er hovedtallene angivet:

Total investering inkl. projekt., ca.:	Kr.	1.390.000
Salg af elektricitet, 2006 ca.:	Kr.	620.000
Drift og vedligehold, årligt ca.:	Kr.	115.000

Driftsudgifter til diesel, årligt ca.	Kr.	87.000
Nutidsværdi ved 8 års drift og en kalkulationsrente på 6 %, ca.:	Kr.	400.000
Intern rente (IRR):		14,4 %

5.20 Sdr. Hostrup

5.20.1 Resume

På Sdr. Hostrup deponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som anvender gassen i et gasmotor/generator anlæg, der producerer elektricitet.

Deponigasanlægget er besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, og undersøgelser på anlægget indikerer, at der sandsynligvis kan udføres forbedringer, som kan optimere gasindvindingen med yderligere ca. 30 m³ deponigas/h i 2005 og dermed bidrage til en yderligere CO₂ reduktion fra deponiet på ca. 1.000 tons/år.

5.20.2 Ejerforhold for deponeringsanlægget

Ejer	Åbenrå Kommune og Den Fælleskommunale Losseplads Flensborgvej 353 6200 Åbenrå
Deponiets adresse:	Flensborgvej 353 6200 Åbenrå
Driftsleder:	Peder Lunding
Drift	Ejer

5.20.3 Data for deponeringsanlægget:

Driftsperiode:	Deponiet er påbegyndt i 1972 og er stadig i brug.
Areal med gasindvinding:	6 ha.
Dybde:	Ca. 18 m
Affaldsmængde:	Total: 900.000 tons Der indvindes gas fra ca. 700.000 tons
Affaldstyper:	<ul style="list-style-type: none">• Dagrenovation• Industriaffald• Handel & kontoraffald• Haveaffald• Storskrald• Bygningsaffald
Afdækning:	0,3 m muld

5.20.4 Data for deponigasanlægget

Ejer:	Åbenrå Kommune og Den Fælleskommunale Losseplads Flensborgvej 353 6200 Åbenrå
-------	--

Drift af anlæg:

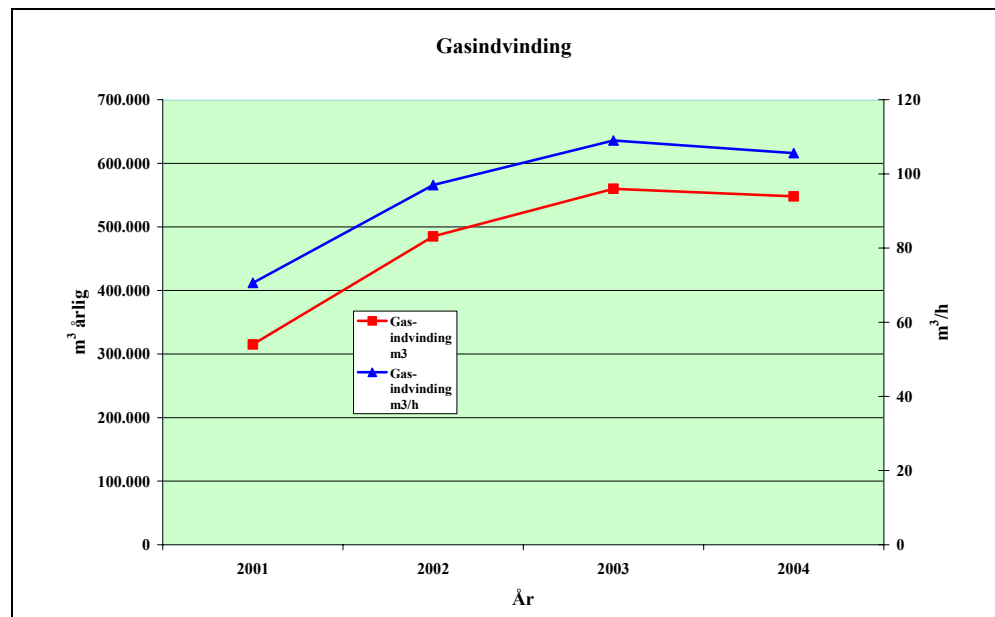
Ejer

Driftsperiode:

Gasanlægget er startet i februar 2001

Årlig gasindvinding:

Af nedenstående figur 5.52 ses at gasindvindingen var ca. 300.000 m³ i år 2001 fra det første afsnit af gasindvindings - systemet. I 2002 er 2. og 3. afsnit af gasindvindings-systemet etableret og gasindvindingen ses at være 485.000 m³. I 2003 er 4. afsnit af gasindvindings-systemet etableret og gasindvindingen er på 560.000 m³.



Figur 5.52: Gasindvinding årligt og per driftstime for indvindingsanlægget ved Sdr. Hostrup deponi

Indvindingsanlæg:

14 gasboringer er etableret fra år 1989 til 1998 i forbindelse med 2 prøvepumpninger på deponiet. Boringerne er udført med et 600 mm sneglebor. I boringerne er placeret et perforeret 100 mm PEH gasrør i midten og grus er fyldt omkring røret. Ved top er afsluttet med bentonit. Boringerne er forbundet med vandrette rør der er placeret oven på deponiet og ført til Manifold M1, der blev udført i år 2001. Her forbindes de enkelte rørledninger til en manifold, hvorfra en transmissionsledning føres til udnyttelsesanlægget. Ledningerne er forsynet med kuglehaner til afspærring og regulering af gasflow, udtag beregnet for gasanalyser, m.v.

8 gasboringer er udført med rambuk i 2002. Diameter for boring er 150 mm med et 50 mm PEL gasindvindingsrør perforeret fra 2 m. under deponiets overflade. Grus er opfyldt omkring gasrøret og øverst er tætnet med bentonit. Fra toppen af rørene føres gassen i vandrette 50 mm PEL rør til Manifold M2. Ledningerne er forsynet

med kuglehaner til afspærring og regulering af gasflow, udtag beregnet for gasanalyser, m.v. Fra M2 føres et gasrør til M1, hvor det er tilsluttet denne manifold, og da via dette system videre til udnyttelsesanlægget.

Yderligere 6 gasboringer er udført med rambuk i 2002 på samme måde som beskrevet ovenfor og tilsluttet manifold M3. Til denne er endvidere tilsluttet en perkolatbrønd, hvorfra gassen indvindes. Fra M3 føres gassen via en transmissionsledning til udnyttelsesanlægget

I 2003 blev der etableret yderligere 8 gasboringer med rambuk på samme måde som beskrevet ovenfor og tilsluttet manifold M4. Fra M4 føres gassen via en transmissionsledning til udnyttelsesanlægget.

Transmissionsledningerne fra M1/M2 og M3 er forbundet til en kondensudskiller lige før udnyttelsesanlægget. Transmissionsledningerne fra M4 er forbundet til en anden kondensudskiller før udnyttelsesanlægget.

Gasanalyser udført ved besøg på anlæg gav følgende resultat:

CH₄ %:

M1:	29
M2:	20
M3:	34
M4:	32

CO₂ %:

M1:	31
M2:	25
M3:	29
M4:	29

O₂ %:

M1:	0
M2:	0
M3:	0,7
M4:	0,1

N₂ %:

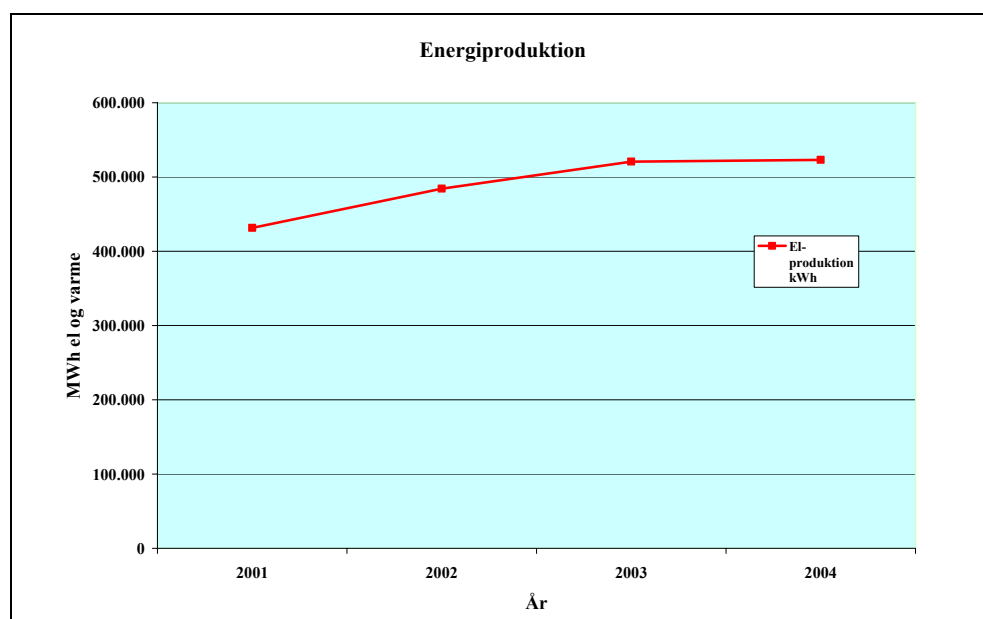
M1:	40
M2:	55
M3:	36
M4:	39

Tidligere gasanalyser viser højere gaskvalitet, specielt for det nyeste afsnit ved M4, der ofte har et CH₄ indhold på ca. 50 %.

I motor/generator containeren findes gasblæseren, der suger gassen ind med et undertryk og trykker det til gasmotoren.

Udnyttelses anlæg: Gassen udnyttes i en Dual-Fuel motor af fabrikat MAN type D2866 LE. Der anvendes dieselolie og deponigas som brændstof. Af det grønne regnskab fremgår hvor meget diesel og gas der er brugt som brændstof i motoren. Dette viser at dieselolien udgør 10 % af den totale energi i brændstoffet, hvilket er relativt højt. Motoren er luftkølet og trækker en påbygget synkron el-generator med en effekt på 112 kW.

Årlig energiproduktion: Anlægget har produceret mellem 430.000 og 520.000 kWh/år som det ses af følgende figur 5.53.



Figur 5.53: Årlig el- og varmeproduktion fra deponigasanlægget ved Sdr. Hostrup deponi

5.20.5 Forslag til optimering

Undersøgelse: Ved gennemgang af anlægget blev følgende undersøgt:

- Anlæggets opbygning og funktion;
- Gaskvaliteten fra de 4 manifolde.

Der er en relativ dårlig gaskvalitet, specielt fra M2 området. Gaskvaliteten kunne tyde på der suges atmosfærisk luft ned gennem pladsen og ind i gassystemet, da der er højt N_2 indhold og lavt O_2 (ilten omsættes, hvorimod kvælstoffet ikke omsættes). For højt sugetryk kan forårsage luftindtrængning, men dette kunne ikke umiddelbart registreres.

Tidligere gasanalyser viser også en bedre kvalitet, hvorfor specielle forhold måske gør sig gældende i dag.

- Det samlede gasflow registreres før motoren, men der er ikke flowmålere/indikatorer monteret, så indvindingen fra de enkelte borerer umiddelbart kan registreres, hvorfor det ikke kunne konstateres, hvor meget gas der kommer fra de enkelte borerer og faskiner.
- Det vides ikke om der er vand/perkolat opstuvning i borererne, der evt. kan forhindre gasindvinding, og rørene skal skilles ad for at kunne se dette ved borererne.
- Der findes ingen reguleringsventil for gasflowet til M2 og M3.
- Hvor transmissionsledningen fra M3 og M4 er ført under vejen er der ingen kondensudskiller, hvorfor vand i ledningen uden tvivl forhindrer en effektiv indvinding af gas fra disse områder. Der er dog planlagt at montere kondensbeholdere på dette sted i løbet af den næste måned.

Forslag:

For optimering af anlægget foreslås følgende:

1. Montere de planlagte kondensbeholdere på transmissionsledningen fra M3 og M4.
2. Montere reguleringsventiler på transmissionsledninger til M3 og M2, så indvindingen fra de 4 områder kan justeres.
3. Anskaffe flowmåleudstyr, så flowet fra de enkelte ledninger, såvel som fra de 4 transmissionsledninger kan bestemmes og systemet indreguleres efter dette.
4. Anskaffe trykmåleudstyr så sugetrykket i de enkelte ledninger, såvel som fra de 4 transmissionsledninger kan bestemmes og systemet indreguleres efter dette.
5. Afdækning af pladsens kanter, såvel som områder der endnu ikke er afdækket.

5.20.6 Estimeret ekstra CO₂ reduktion

Estimeret ekstra gasindvinding:

Det vurderes at gassen fra M3 og M4 området kun delvis indvindes, hvorfor der ved installation af kondensbeholdere skønnes at kunne indvindes yderligere ca. 14 m³/h fra disse områder (~1m³/h fra hver boring).

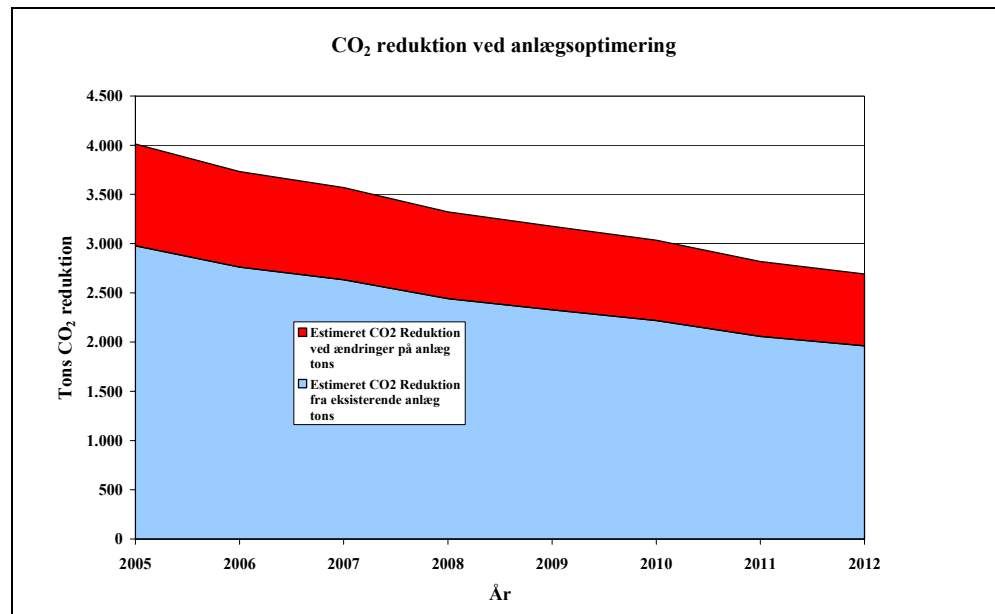
Desuden skønnes det, at der i gennemsnit kan indvindes ca. 0,5 m³/h ekstra fra hver af de 36 borerer, ved en mere effektiv indregulering, dvs. ca. 18 m³/h.

Det skønnes derfor at anlægget totalt kan øge indvindingen med ca. 30 m³/h i 2005 ved en CH₄ kvalitet på ca. 38 %.

CO₂ reduktion:

Fra det eksisterende anlæg bidrager den indvundne metanmængde årligt med ca. 3.000 tons CO₂. Ved udførelse af de foreslåede forslag til optimering af anlægget, estimeres der at kunne reduceres yderligere med ca. 1.000 tons CO₂.

Af figur 5.54 fremgår den estimerede CO₂ reduktion i fremtiden, såvel som den ekstra reduktion fra optimeringen. Over den viste 8 – årige periode indtil 2012 udgør reduktionen fra optimeringen ca. 7.000 tons CO₂.



Figur 5.54: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra eksisterende anlæg og fra foreslåede ændringer ved anlæg.

5.21 Skodsbøl

5.21.1 Resume

På Skodsbøl deponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som anvender gassen i et gasmotor/generator anlæg, der producerer elektricitet.

Deponigasanlægget er besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, og undersøgelser på anlægget indikerer, at der sandsynligvis kan udføres et par forbedringer, der måske kan optimere gasindvindingen, men da der er en rimelig stor grad af usikkerhed i forslagene, vil de ikke blive indregnet som et bidrag der giver en CO₂ reduktion.

5.21.2 Ejerforhold for deponeringsanlægget:

Ejer I/S Alssund Affald
Nørrekobbel 7
6400 Sønderborg

Deponiets adresse: I/S Alssund Affald
Nybølnorvej 26
6310 Broager

Ledelse: Jette Bøjskov

Drift Ejer

5.21.3 Data for deponeringsanlægget:

Driftsperiode: Deponiet påbegyndt i 1983 og den del hvor gasanlægget findes forventes afsluttet i 2030.

Areal med gasindvinding: 4,0 ha.

Dybde: Max. 30 m. Gennemsnit ca. 18 m

Affaldsmængde: Total: 600.000 tons
Der indvindes gas fra ca. 540.000 tons

Affaldstyper:

- Dagrenovation
- Industriaffald
- Haveaffald
- Storskrald
- Slagger & Flyveaske
- Jordfyld
- Små mængder slam og bygge & anlæg

Afdækning: 0,8 m jordfyld + 0,2 m muld

5.21.4 Data for deponigasanlægget

Ejer: Indvindingsanlægget (boringer, faskiner, samleledninger, gaspumpe, m.v.) ejes af:
I/S Alssund Affald

Nørrekobbel 7
6400 Sønderborg

Energi-udnyttelses anlægget
(gasmotor/generator anlæg ejes af:
Deponigas Aps
Skovstien 22
Birgittelyst
8800 Viborg

- Drift af anlæg: Ejerne
- Driftsperiode: Gasanlægget er startet i nov. 2002 og kører fra årsskiftet 2002/2003.
- Årlig gasindvinding: Da anlægget først er i drift fra januar 2003, er der ikke registreret flere års data, men hvis månedsproduktionen skønnes for sidste kvartal i 2004, er resultatet for de 2 år følgende:

2003
Gasindvinding m3: 307.811
Gasindvinding m3/h: 51
Metan%: 22

2004
Gasindvinding m3: 472.403
Gasindvinding m3/h: 61
Metan%: 20

- Indvindingsanlæg: 19 gasboringer udført med rambuk.
Diameter for boring er 150 mm med et 50 mm PEL gasindvindingsrør perforeret fra 2 m. under deponiets overflade. Grus er opfyldt omkring gasrøret og øverst er tætnet med bentonit. Fra toppen af røret føres gassen i et vandret 40 mm PEL rør til pumpe- og motorhuset.

Ud over boringer er der udført 5 faskiner, hvor en rende er gravet ned i affaldet. Renden er fyldt op med grus, hvori et dobbeltvægget drænrør er placeret. Gassen indvindes nu via et tilkøbet vandret 40 mm PEL rør der føres til pumpe- og motorhus. Endelig foretages der gasindvinding fra en perkolatbrønd.

Alle vandrette rørledninger er placeret oven på deponiet. Dog er en del blevet dækket til af nyt affald, der er placeret oven på det gamle. Da der ikke er organisk materiale af betydning i det nye affald, foretages der ingen indvinding herfra.

De enkelte gasrør føres ind i pumpehuset og tilsluttes en manifold. Gasrørene har kuglehaner til afspærring og regulering af gasflow, udtag beregnet for gasanalyser, m.v. Gasanalyser udført ved besøg på anlæg gav følgende resultat:

CH ₄ %:	
Manifold:	18,5
Boringer:	4 – 17
CO ₂ %:	
Manifold:	13,0
Boringer:	10 – 17
O ₂ %:	
Manifold:	0,2
Boringer:	0 – 6
N ₂ %:	
Manifold:	78,0
Boringer:	66 – 82

Fra manifolden suges gassen via en kondensudskiller til gasblæseren. Der suges med et undertryk der ikke registreres, men trykket efter blæseren kan aflæses på en pressostat til 20 mbar.

Udnyttelses anlæg: Gassen udnyttes i en Dual-Fuel motor af fabrikat IVECO. Der anvendes dieselolie og deponigas som brændstof. Diesel oplyses at udgøre ca. 10 % af den indfyrede energi. Motoren er luftkølet og trækker en påbygget synkron el-generator med en effekt på 60 kW.

Årlig energiproduktion: Da anlægget blev startet i januar 2003, er der ikke registreret flere års data for energiproduktionen, men hvis månedsproduktionen skønnes for sidste kvartal i 2004, er resultatet for de 2 år følgende:

2003	
El-produktion kWh:	256.000
2004	
El-produktion kWh:	333.000

5.21.5 Forslag til optimering

Undersøgelse på deponigasanlægget: Ved gennemgang af anlægget blev følgende undersøgt:

- Anlæggets opbygning og funktion;
- Gaskvaliteten fra de enkelte boringer. Den ringe gaskvalitet kan betyde at den anaerobe omsætning er ved at være i slutfasen. Umiddelbart lyder det dog ikke helt sandsynligt at gaskvaliteten er så dårlig, da deponiet blev startet for kun 20 år siden. Gaskvaliteten kunne tyde på der suges atmosfærisk luft ned gennem pladsen og ind i gassystemet, da der er højt N_2 indhold og lavt O_2 (iltens omsættes, hvorimod kvælstoffet ikke omsættes). Det ser dog underligt ud, at der i så fald suges luft ind ved alle boringer. For højt sugetryk kan forårsage luftindtrængning, men dette kunne ikke umiddelbart registreres.
- Det samlede gasflow registreres, men der er ikke flowmålere/indikatorer monteret, så indvindingen fra de enkelte boringer umiddelbart kan registreres, hvorfor det ikke kunne konstateres, hvor meget gas der kommer fra de enkelte boringer og faskiner.
- Det vides ikke om der er vand/perkolat opstuvning i boringerne, der evt. kan forhindre gasindvinding, og rørene skal skilles ad for at kunne se dette ved boringerne. En del af boringerne er også dækket med mange meter affald, hvorfor der under alle omstændigheder ikke kan gøres noget ved disse boringer.

Forslag:

Følgende forslag til optimering kan overvejes:

1. Undersøge om der umiddelbart er steder, der kan give anledning til indtrængning af atmosfærisk luft.
2. Der findes 3 nye lodrette grusfaskiner opbygget fra bund af losseplads og ”trukket” med op i en 80 cm stålcyllinder. Der ses tydelig biologisk aktivitet omkring en af disse. Det kan foreslås at afdække cylinderen og finde frem til om der produceres metangas. I givet fald kan disse faskiner/boringer tilsluttes til gassystemet.

5.21.6 Estimeret ekstra CO_2 reduktion

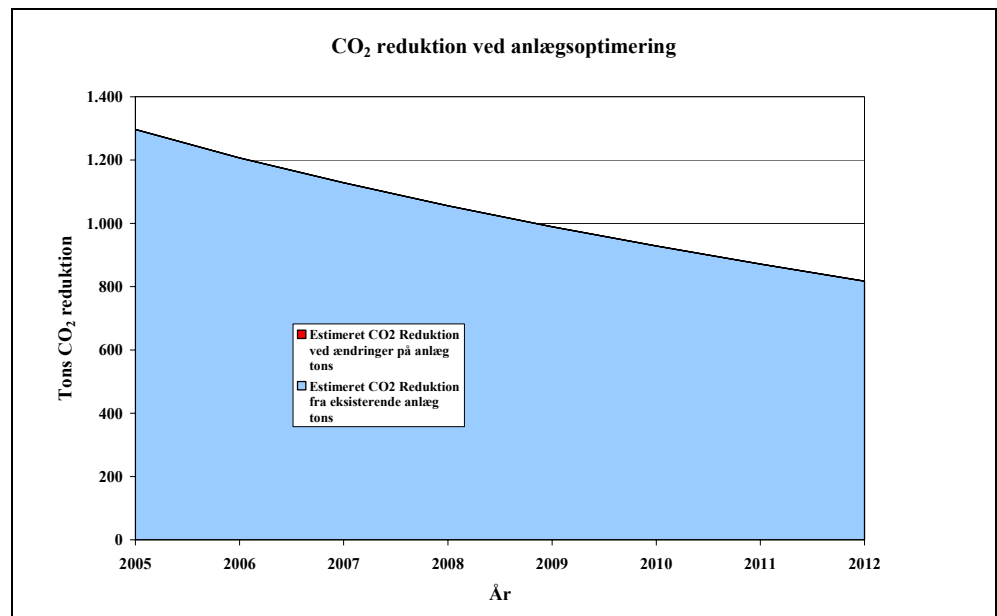
Estimeret ekstra gasindvinding:

Selv om der i ovenstående er angivet et par forslag til optimering af anlægget, må disse dog anses for så usikre, at det ikke vil være forsvarligt at indregne dem med en ekstra gasindvinding fra anlægget.

CO_2 reduktion:

Af figur 5.55 fremgår den estimerede CO_2 reduktion i fremtiden, men da der ikke indregnes ekstra gasindvinding, er der heller ingen ekstra CO_2

reduktion. Over den viste 8 – årige periode udgør reduktionen fra anlægget uden optimering ca. 8.300 tons CO₂.



Figur 5.55: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra eksisterende anlæg.

5.22 Stige Ø

5.22.1 Resume

På Stige Ø deponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som anvender gassen i et decentralt kraftvarmeanlæg, der består af 3 gasmotor/generator enheder. Den producerede elektricitet leveres til el-nettet og spildvarmen leveres til Odense Fjernvarme.

Deponigasanlægget, der er besøgt flere gange tidligere, blev gennemgået og drøftet på et møde med driftsledelsen og undersøgelser på anlægget indikerer, at der kan udføres forbedringer, som kan optimere gasindvindingen med yderligere ca. 400 m³ deponigas/h i 2005 og dermed bidrage til en yderligere CO₂ reduktion fra deponiet på ca. 15.000 tons/år.

5.22.2 Ejerforhold

Ejer	Odense Renovationselskab A/S Snapindvej 21 5200 Odense V
Deponiets adresse:	Østre Kanalvej 23 5000 Odense C
Ledelse:	Thomas Jørgensen
Drift	Ejer

5.22.3 Data for deponiet:

Driftsperiode:	1967 - 1997
Areal med gasindvinding:	Ca. 30 ha.
Dybde:	Max. Ca. 30 m. Gennemsnit ca. 15 m
Affaldsmængde:	Ca. 6.000.000 tons Der indvindes gas fra ca. 4.000.000 tons
Affaldstyper:	<ul style="list-style-type: none">• Dagrenovation• Industriaffald• Handel & kontoraffald• Bygningsaffald• Haveaffald• Storskrald• Spildevandsslam
Afdækning:	Ca. 1,0 m ler og 0,3 m muld

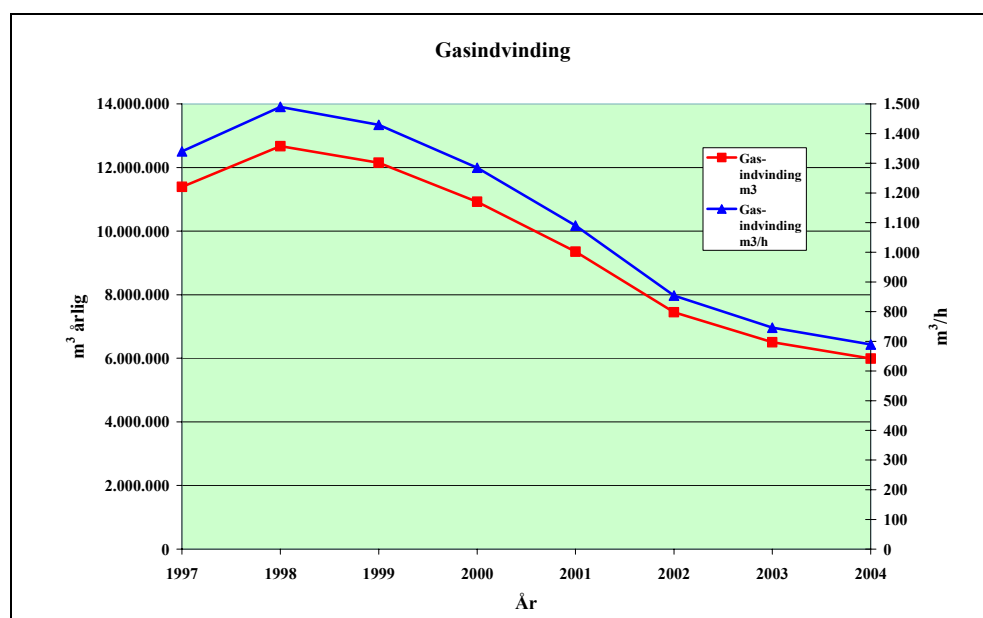
5.22.4 Data for deponigasanlægget

Ejer: ESCO International A/S
Sødalsparken 20
8220 Brabrand

Drift af anlæg: DDH Contractors A/S
Sofiendalsvej 7
9200 Ålborg SV

Driftsperiode: Gasanlægget er startet i 1997

Årlig gasindvinding: Gasindvindingen er kun registreret fra 2002, men el og varmeproduktionen er registreret over hele perioden fra anlæggets start i 1997. Derfor er nedenstående figur 5.56 udregnet ved at regne med en CH_4 kvalitet på 45 % og regne med at 1 m^3 ren CH_4 har en brændværdi på 10 kWh. Desuden at virkningsgraden for el-produktion fra motor/generatoranlægget er 37 %.



Figur 5.56: Gasindvinding årligt og per driftstime for indvindingsanlægget på Stige Ø deponi

Indvindingsanlæg: På deponiet findes 4 MPR-Moduler (Måle-, Pumpe- og Regulerings Moduler) der blev installeret sammen med det øvrige deponigasanlæg i 1997.

Til de 4 MPR Moduler, kaldet Modul A, B, C og D er i alt tilsluttet 173 lodrette gasboringer der er udført med et 600 mm sneglebor. I borerne er placeret et perforeret 100 mm PEH gasrør i midten samt et 150 mm ikke perforeret lænserrør for oppumpning af vand. Ved top er afsluttet med bentonit. Boringerne er forbundet med vandrette rør, der er nedgravet til 60 cm dybde, og tilsluttet de

4 MPR Moduler. Rørene føres ind i modulet, hvor de enkelte rørledninger er tilsluttet en manifold. Ledningerne er forsynet med afspærrings- og reguleringsventiler, udtag beregnet for gasanalyser, m.v. Fra manifolden føres gasrøret med den samlede gasmængde til en skruekompressor, der suger gassen fra pladsen og trykker den videre til udnyttelsesanlægget ca. 4 km. fra deponiet. Efter kompressoren køles gassen ned så kondens undgås i transmissionsledningen.

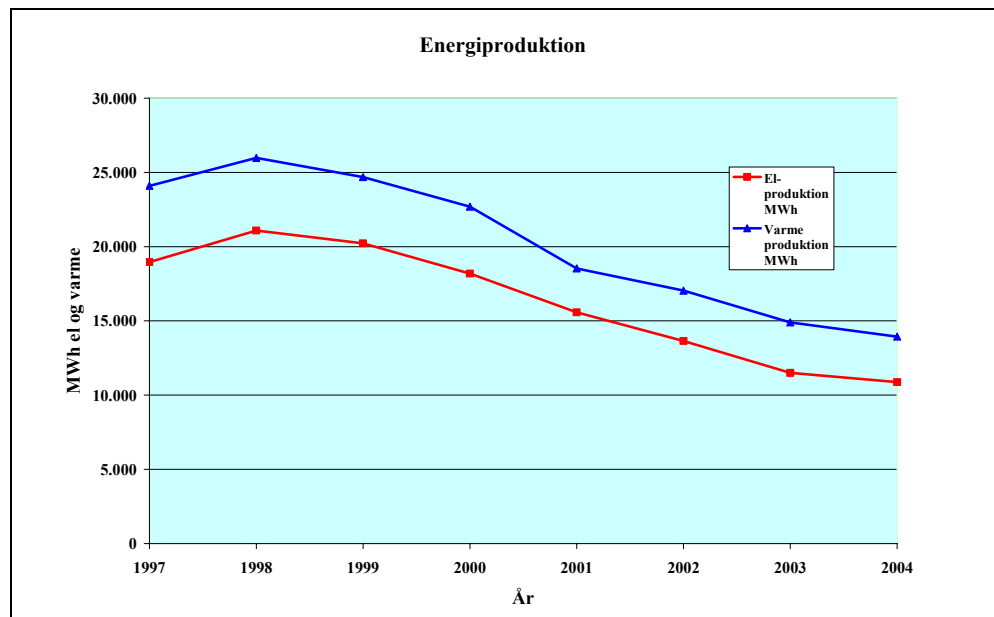
På den anden side af Østre Kanalvej ligger Odense Renovationsselskabs nuværende deponi, hvor der dog ikke i princippet tilføres organisk materiale. Det er selvfølgelig ikke muligt helt at undgå, hvorfor der da også indvindes gas. På deponiet er der et MPR Modul der suger gas fra 23 gasboringer og 3 perkolatbrønde som er tilkoblet pladsens drænsystem. Dette modul kaldes MPR Modul N. Gassen føres via en transmissionsledning til deponigasanlæggets udnyttelsessystem

MPR Modulerne har installeret en automatisk måling og regulering for de enkelte boringer, idet der automatisk udtages gasprøver, der analyseres for CH_4 , CO_2 , O_2 og N_2 kan herefter beregnes. Via PLC og computerstyring reguleres nu de enkelte boringer ved at automatikken åbner mere for reguleringsventilen på den enkelte ledning såfremt gaskvaliteten forbedres, og modsat lukker lidt ned hvis gaskvaliteten forringes.

Udnyttelsesanlæg: Gassen udnyttes i et kraftvarmeanlæg der består af 3 gasmotor/generatoranlæg der hver har en el-effekt på $736 \text{ kW}_{\text{el}}$ og $1.000 \text{ kW}_{\text{varme}}$. Strømmen leveres til el-nettet og spildvarmen til Odense Fjernvarmeforsyning. De 3 kraftvarmeenheder er placeret i hver deres lyddæmpede rum. De har hver deres el- og styretavle, der er monteret i et fælles område uden for motorrummet.

I forbindelse med anlægget findes også kontor og kontrolrum, hvorfra hele indvindingsanlægget, såvel som udnyttelsesanlægget kan overvåges og styres via SCADA anlæggets computersystem. Anlægget kan endvidere overvåges fra en computer der tilsluttes telefonnettet og kobler på systemet via et modem.

Årlig energiproduktion: El og varmeproduktionen er registreret over hele perioden fra anlæggets start i 1997. Nedenstående figur 5.57 viser el- og varmeproduktionen over årene.



Figur 5.57: Årlig el- og varmeproduktion fra deponigasanlægget ved Stige Ø deponi

5.2.2.5 Forslag til optimering

Undersøgelse:

Anlægget kendes fra adskillige besøg og blev gennemgået og drøftet på et møde med driftsledelsen:

- Af de 173 borer er kun 17 effektive med en rimelig god gaskvalitet til brændstof for motorerne. Disse borer er tilsluttet MPR Modul A og D
- 94 af borerne bidrager med lidt gas, men hvis der suges hårdere så en større gasmængde indvindes, bliver gaskvaliteten for dårlig til motorerne. Det er også forsøgt at åbne disse borer meget forsigtigt manuelt, men da vil den automatiske regulering som sørger for tilstrækkelig gaskvalitet, begynde at lukke reguleringsventilerne igen. Disse er tilsluttet Modul A, C og D
- 62 af borerne er koblet fra, da de giver så dårlig gaskvalitet, at det ikke kan anvendes. Disse er primært tilkoblet Modul B, som det derfor er valgt at stoppe helt. De resterende af disse borer er tilkoblet de andre moduler.
- Registreringer for gaskvalitet og flow foretages automatisk i PLC og computersystemet. Modul B er dog nu koblet til Modul A ligesom Modul C er tilkoblet Modul D, hvorfor der i nedenstående tabel kun ses de overordnede tal og ca. gennemsnitsværdier for Modul A og D. Desuden er der enkelte registreringsdata for Modul N.

CH ₄ %:	
Modul A:	38
Modul D:	45
Modul N:	55
CO ₂ %:	
Modul A:	45
Modul D:	43
Modul N:	-
O ₂ %:	
Modul A:	3
Modul D:	1
Modul N:	-
N ₂ %:	
Modul A:	14
Modul D:	11
Modul N:	-
Sug mbar:	
Modul A:	100
Modul D:	100
Modul N:	100
Tryk bar:	
Modul A:	1,0
Modul D:	1,0
Modul N:	1,0
Flow:	
Modul A:	260
Modul D:	250
Modul N:	156

- Pladsen tildækkes i øjeblikket med yderligere dæklag, hvilket kan betyde mindre vandtilførsel til det organiske materiale med langsommere omsætning til følge.

Forslag:

For optimering af anlægget foreslås følgende:

1. Da der kun er 17 af borerne eller ca. 10 % af det totale antal, der bidrager væsentlig til gasindvindingen primært fordi gaskvaliteten er for dårlig fra de fleste af de øvrige 156 borer, foreslås at dele borerne så de 17 gode stadig anvendes til motorerne som nu og de øvrige 156 dårlige anvendes i et nyt

gasmotor/generatoranlæg af Dual-Fual typen, der kan anvende et mix af diesellole og deponigas med en lav CH_4 %. Motoren kan placeres i et af de motorrum, hvor de eksisterende gasmotorer er installeret, idet en af disse fjernes, da den alligevel ikke anvendes længere.

Da der er 4 MPR moduler, hvoraf 1 er stoppet, vil det være muligt, at anvende f.eks. Modul D til de gode borer, og de øvrige moduler til de dårlige. Endvidere kan det arrangeres således at ikke alle 4 kompressorer behøves at være i drift.

Deponigassen ledes i øjeblikket via en 160 mm transmissionsledning de ca. 4 km fra deponiet til udnyttelsesanlægget. Ved at dele gassen i en god og en dårlig kvalitet, vil det være nødvendigt at have separate transmissionsledninger. For at undgå nedgravning af en ny ledning foreslås det at fremføre en ny og mindre ledning inde i den nuværende, da den totale gasmængde under alle omstændigheder er noget mindre end ledningen oprindeligt var dimensioneret til.

2. En anden mulighed for udnyttelse af deponigassen med en samlet dårligere kvalitet, vil være at ændre styringen af de eksisterende gasmotorer, så de kan anvende gas med en CH_4 kvalitet ned til 30 %. Dette vil specielt kunne lade sig gøre ved deponigasanlæg med en automatisk måle- og reguleringssystem for gasindvindingen, som det findes i de 4 indvindingsmoduler. Men det kræver en ændring af systemet, idet det sandsynligvis vil være påkrævet, at der kan vælges forskellige og individuelle setpunkter for gaskvaliteten for de enkelte borer.
3. For at bestemme den mulige gasmængde der kan indvindes ekstra kunne en prøvepumpning overvejes fra de 156 borer der i givet fald anvendes med en ringere gaskvalitet. På den måde kan den rette størrelse for en ny Dual-Fual motor bestemmes, såvel som baggrunden for en evt. ændring af det eksisterende system.

5.22.6 Estimeret ekstra CO_2 reduktion

Estimeret ekstra gasindvinding:

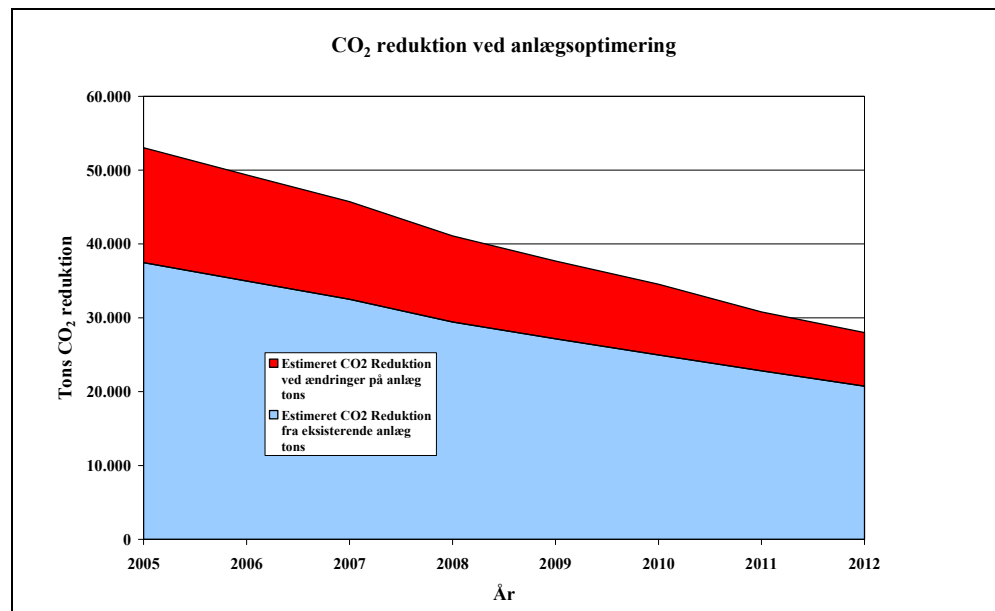
Det vurderes at de 94 borer der i øjeblikket kun bidrager lidt til gasindvindingen på grund af for ringe gaskvalitet, samt en del af de 62 der er lukket ned af samme årsag, vil kunne bruges i en Dual-Fual motor eller ved ændringer af det eksisterende reguleringsanlæg og motorstyring, hvorved de fleste af disse borer kan anvendes.

Det skønnes at der i gennemsnit kan indvindes ca. 5 m³/h fra hver af ca. 100 af de 156 borer. Herved kan indvindingen øges med ca. 500 m³/h i 2005 ved en skønnet CH₄ kvalitet på ca. 30 %. Dette vil give en ekstra el-produktion på ca. 525 kW_{el}.

CO₂ reduktion:

Fra det eksisterende anlæg bidrager den indvundne metanmængde årligt med en CO₂ reduktion på ca. 37.000 tons CO₂. Ved udførelse af de foreslåede forslag til optimering af anlægget, estimeres der at kunne reduceres yderligere med ca. 15.000 tons CO₂.

Af figur 5.58 fremgår den estimerede CO₂ reduktion i fremtiden, såvel som den ekstra reduktion fra optimeringen. Over den viste 8 – årige periode indtil 2012 udgør reduktionen fra optimeringen ca. 90.000 tons CO₂.



Figur 5.58: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra eksisterende anlæg og fra foreslåede ændringer ved anlæg.

5.22.7 Estimeret økonomi ved optimering af anlæg:

Anlægsændringer:

Med henblik på optimering af anlægget forudsættes i den estimerede beregning for økonomien, at ovenstående forslag nr. 1 udføres.

Dette betyder, at de 17 borer fra MPR modul A og D, der har en god gaskvalitet og hvorfra gassen i dag indvindes og anvendes i de eksisterende motorer, leverer gassen som hidtil.

De borer der har en dårligere gaskvalitet fra MPR modul A føres i en ny hovedledning til modul D og C, hvorfra ligeledes den dårligere gas samles og føres til en ny 4 km lang transmissionsledning.

5.23 Tandskov

5.23.1 Resume

På Tandskov deponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som anvender gassen i et gasmotor/generator anlæg, der producerer elektricitet.

Deponigasanlægget er besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, og undersøgelser på anlægget indikerer, at der sandsynligvis kan udføres forbedringer, som kan optimere gasindvindingen med yderligere ca. 100 m³ deponigas/h i 2005 og dermed bidrage til en yderligere CO₂ reduktion fra deponiet på ca. 4.000 tons/år.

5.23.2 Ejerforhold for deponeringsanlægget

Ejer	Silkeborg Kommune Forsyningsafdelingen Tietgensvej 3 8600 Silkeborg
Deponiets adresse:	Tandskov Losseplads Tandskovvej 17 C 8600 Silkeborg
Ledelse:	Michael Herold
Drift	Ejer

5.23.3 Data for deponeringsanlægget:

Driftsperiode:	Deponiet på Tandskov er påbegyndt i 1972 og er stadig i drift.
Areal med gasindvinding:	Ca. 7,2 ha.
Dybde:	8 - 20 m. Gennemsnit ca. 14 m
Affaldsmængde:	På Tandskov deponi er der total: ca. 1.100.000 tons Der indvindes gas fra ca. 900.000 tons
Affaldstyper:	<ul style="list-style-type: none">• Dagrenovation• Industriaffald• Bygningsaffald• Haveaffald• Storskrald• Spildevandsslam• Jordfyld
Afdækning:	Ca. 0,8 m ler og 0,5 m muld og kompost.

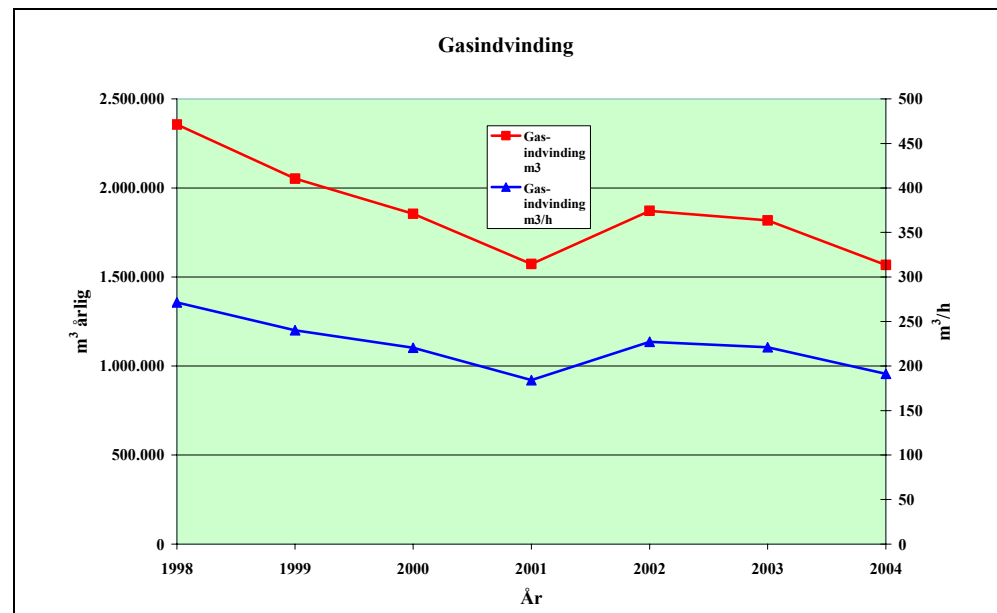
5.23.4 Data for deponigasanlægget

Ejer: Silkeborg Kommune
Forsyningsafdelingen
Tietgensvej 3
8600 Silkeborg

Drift af anlæg: Ejer

Driftsperiode: Gasanlægget på Tandskov er startet i juni 1997

Årlig gasindvinding: Gasindvindingen er registreret fra anlæggets start i 1997, men dataene er ret omfattende, hvorfor nedenstående figur 5.59 er beregnet ud fra el-produktionen, som findes i lettere tilgængelige registreringer. Der er regnet med en CH₄ kvalitet på 46 % og en brændværdi på 10 kWh for 1 m³ ren CH₄. Desuden en virkningsgrad for el-produktionen fra motor/generatoranlægget på 38 %.



Figur 5.59: Gasindvinding årligt og per driftstime for indvindingsanlægget på Tandskov deponi

Indvindingsanlæg: Gasindvindingsanlægget er etableret med 56 lodrette borerer der er udført med et 600 mm sneglebor. I borererne er placeret et perforeret 160 mm PEH gasrør i midten, hvor der er fyldt op med grus omkring røret. De øverste 3,5 m er udført af et 200 mm ikke perforeret PEH gasrør. Ved bund af dette rør er afsluttet med 1 m bentonit for tætning af boreren. Borererne er forbundet med vandrette rør, der er nedgravet til ca. 60 cm dybde, og tilsluttet et MPR-Modul (Måle-, Pumpe- og Regulerings Modul), der er opbygget i en container.

I MPR Modulet føres rørene ind i begge sider, hvor

de enkelte rørledninger er tilsluttet en manifold i hver side af containeren. Ledningerne er forsynet med afspærrings- og reguleringsventiler, udtag beregnet for gasanalyser, m.v. Fra manifoldene føres gasrørene med den samlede gasmængde til en centrifugalpumpe, der suger gassen fra pladsen og trykker den videre til udnyttelsesanlægget, der er placeret i en anden container umiddelbart ved siden af MPR Modulet. Pumpens kapacitet er 300 m³/h. Der findes et system til returblæsning af eventuel kondensat i rørene til de enkelte boringer, hvilket udføres en gang daglig.

MPR Modulet har installeret et gasanalyse-system for de enkelte boringer såvel som for den samlede gasmængde, idet der automatisk udtages gasprøver, der analyseres for CH₄, CO₂ og O₂ en gang i døgnet. Der registreres ligeledes en gang i døgnet flow fra de enkelte boringer. Det samlede flow registreres af en separat gasmåler. Målinger og analyser registreres i anlæggets SCADA system.

Ud over ovennævnte findes der et gasafværgesystem i deponiets østlige ende, idet der findes en nærliggende bebyggelse, der skal sikres mod eventuel diffusion af gas fra deponiet. Hvis deponigassen eventuel trænger ind i lukkede rum i bebyggelsen, hvor den blandes med atmosfærisk luft, vil den eksplodere ved antændelse af en gnist, såfremt der er mellem 5 og 15 % CH₄ i blandingen. For at undgå diffusion af gassen, er der derfor placeret 4 afværgeboring i kanten af deponiet og ud for bebyggelsen. Fra disse samt fra 4 andre boringer lidt inde på pladsen, føres gassen via rørledninger til et separat pumpehus, hvor en centrifugalpumpe suger gassen ind fra disse 8 boringer med et relativt stort vacuum, der sikrer at gassen ikke diffunderer. Til gengæld suges der så meget luft ned i pladsen, at gaskvaliteten kun er ca. 15 % CH₄, hvorfor den ikke kan anvendes i den eksisterende gasmotor. Derfor ledes gassen fra pumpen og gennem i et kompostfilter, hvorfra den emitterer til atmosfæren, idet det meste af gassen dog formodes at blive oxideret i kompostfiltret.

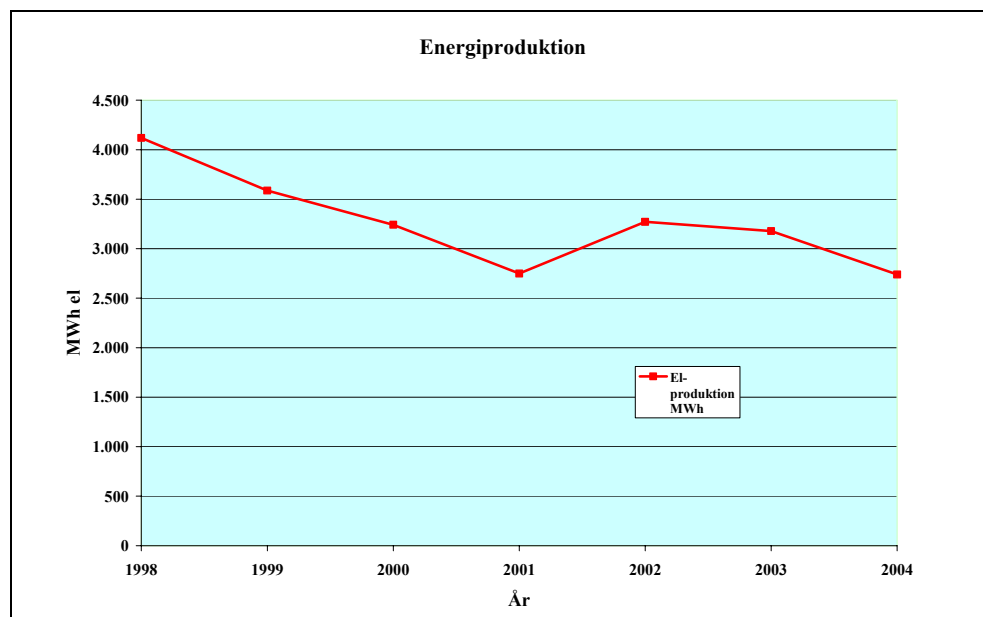
Udnyttelsesanlæg:

Gassen udnyttes i et gasmotor/generatoranlæg af fabrikat Jenbacher, type 312. El-effekten er på 550 kW_{el} og strømmen leveres til el-nettet. Motor/generatoranlægget er placeret i en container på deponiet ved siden af MPR Modulet.

Hvis motoren er stoppet pga. eftersyn eller på anden måde ude af drift, afbrændes gassen i en fakkellampe, der har en kapacitet på 200 m³/h.

Årlig

energiproduktion: El-produktionen er registreret fra anlæggets start i 1997, og har årligt været 3.000 – 4.000 MWh. Nedenstående figur 5.60 viser el-produktionen over årene.



Figur 5.60: Årlig el-produktion fra deponigasanlægget ved Tandskov deponi

5.23.5 Forslag til optimering

Undersøgelse: Ved gennemgang af anlægget blev følgende undersøgt eller oplyst:

- Anlæggets opbygning og funktion.
- Gaskvaliteten for den samlede gasmængde blev aflæst på PC skærmen. Her registreres også de daglige analyser af gassen fra de enkelte borer, hvorfra der blev udleveret en rapport for gasanalyser og flow målinger fra disse d. 22.11.2004. Gasmåleren der registrerer flow fra de enkelte borer er dog meget unøjagtig ved så små gasmængder, hvorfor målingerne kun kan indikere en størrelsesorden.
- Det totale flow samt generatorens ydelse blev aflæst på PC skærmen.
- De analyser og registreringer der blev udført i MPR modulet, fremgår af nedenstående tabel:

CH4 %: 45,7 %

CO2 %: 30,9 %

O2 %: 0 %

Total flow (sammenlægning af enkelt registreringer,

der dog er meget unøjagtige):
418 m³/h

Total flow (gasmåler): 174 m³/h

Sug fra plads: - 50 mbar

Tryk i transmissionsledning: 70 mbar

Gas temperatur fra plads: 20°C

El-ydelse: 282 kW

- I forbindelse med driften af anlægget havde man i 2002 gjort en interessant, idet der efterhånden var skåret ned på tidsforbruget til drift af anlægget og gasindvindingen aftog usædvanlig meget i forhold til tidligere. Det blev nu besluttet at øge indsatsen igen med ca. ¼ mand, hvilket i løbet af ca. et halvt år forøgede indvindingen og dermed el-salget med ca. 75.000 kWh/måned.

Forslag:

For optimering af anlægget foreslås følgende:

1. Der er et område i midten af deponiet, hvor det foreslås at placere 8 nye borer, der tilsluttes det eksisterende anlæg.
2. Gasmåleren der registrerer flow fra de enkelte borer foreslås udskiftet, således at det korrekte flow vises. Herved vil der være større mulighed for driftspersonalet, for at indregulere de enkelte borer og derved indvinde den optimale gasmængde.
3. Gassen der suges ud i forbindelse med de 8 borer for afværgeforanstaltninger har som nævnt så ringe kvalitet, at det ikke kan anvendes i den eksisterende motor. Det foreslås derfor at etablere et nyt gasmotor/generatoranlæg af Dual-Fuel typen, der kan anvende et mix af dieselolie og deponigas med en lav CH₄ %. Motoren kan placeres i umiddelbar nærhed af den eksisterende. Herved kan den dårlige gas der ikke udnyttes i dag komme til anvendelse. Da der ikke er nogen flow måling ved disse borer, skal dette tillige undersøges, tillige med gassens samlede kvalitet, således motoren kan bestemmes ud fra dette.

5.23.6 Estimeret ekstra CO₂ reduktion

Estimeret ekstra gasindvinding:

Det skønnes at der i gennemsnit kan indvindes ca. 5 m³/h fra hver af de 8 nye borer, hvorved anlægget

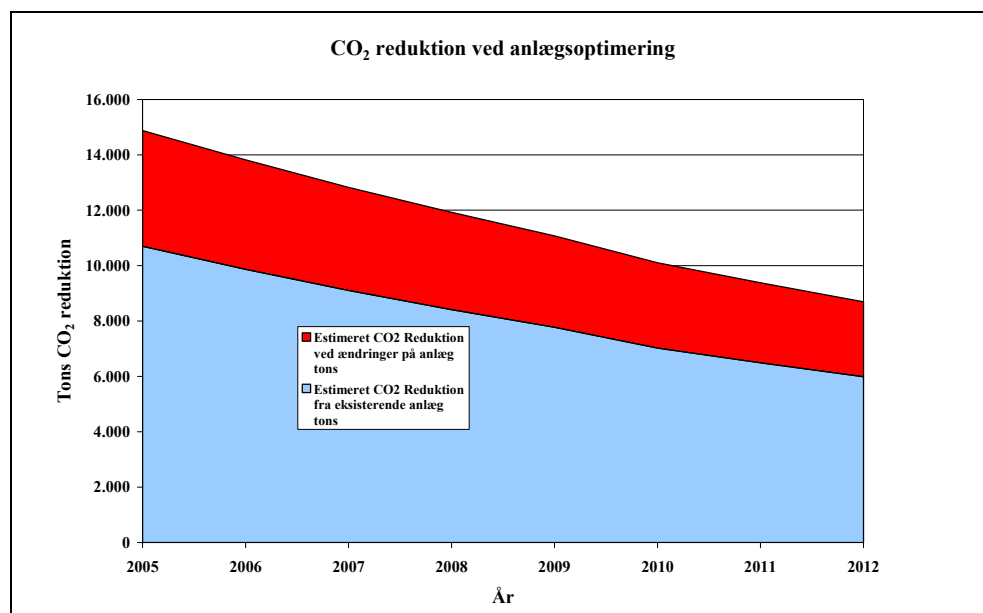
kan øge indvindingen med ca. 40 m³/h.

Det vurderes endvidere, at de 8 borerer hvorfra gassen i øjeblikket ikke anvendes på grund af for ringe gaskvalitet vil kunne bruges i en Dual-Fuel motor. Gasmængden skønnes at være ca. 100 m³/h med en CH₄ kvalitet på ca. 15 %. Dette vil give en ekstra el-produktion på ca. 50 kW.

CO₂ reduktion:

Fra det eksisterende anlæg bidrager den indvundne metanmængde årligt med en CO₂ reduktion på ca. 11.000 tons CO₂. Ved udførelse af de foreslåede forslag til optimering af anlægget, estimeres der at kan reduceres yderligere med ca. 4.000 tons CO₂.

Af figur 5.61 fremgår den estimerede CO₂ reduktion i fremtiden, såvel som den ekstra reduktion fra optimeringen. Over den viste 8 – årige periode indtil 2012 udgør reduktionen fra optimeringen ca. 27.000 tons CO₂.



Figur 5.61: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra eksisterende anlæg og fra foreslåede ændringer ved anlæg.

5.23.7 Estimeret økonomi ved optimering af anlæg:

Anlægsændringer:

Med henblik på optimering af anlægget forudsættes i den estimerede beregning for økonomien, at ovenstående forslag nr. 1, 2 og 3 udføres.

Dette betyder, at der etableres 8 nye borerer, der hver tilsluttes en af de eksisterende borerers vandrette ledning til MPR modulet. For stadig at kunne opnå en individuel regulering monteres en manuel betjent reguleringsventil ude ved de enkelte borerer.

Den eksisterende gasmåler udskiftes.

Fra de boringer der anvendes til gasafværgeforanstaltninger, føres gassen i en ny transmissionsledning til en ny Dual-Fual motor med en påbygget el-generator.

Motoren installeres i en container, der placeres ved siden af den nuværende motor-container. Generatorens effekt forudsættes for den nye motor til 50 kW_{el} og den producerede strøm leveres til nettet.

Energipriser:

Salgspris for elektricitet: 0,60 kr./kWh

Estimeret økonomi

Af Bilag 4.6 fremgår detaljer og cash flow for den estimerede økonomi. I det følgende er hovedtallene angivet:

Total investering inkl. projekt. ca.:	Kr. 895.000
Ekstra salg af elektricitet, 2006 ca.:	Kr. 535.000
Drift og vedligehold, årligt ca.:	Kr. 60.000
Driftsudgifter til dieselolie, årligt ca.:	Kr. 35.000
Nutidsværdi ved 8 års drift og en kalkulationsrente på 6%, ca.:	Kr. 1.420.000
Intern rente (IRR):	44,5 %

Hvis kun forslag 3 med Dual-Fual motoren udføres er økonomien følgende:

Total investering inkl. projekt. ca.:	Kr. 550.000
Ekstra salg af elektricitet, 2006 ca.:	Kr. 240.000
Drift og vedligehold, årligt ca.:	Kr. 60.000
Driftsudgifter til dieselolie, årligt ca.:	Kr. 35.000
Nutidsværdi ved 8 års drift og en kalkulationsrente på 6%, ca.:	Kr. 225.000
Intern rente (IRR):	16,9 %

5.24 Ubberup

5.24.1 Resume

På Ubberup deponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som anvender gassen i en gasmotor/generator enhed. Den producerede elektricitet leveres til el-nettet.

Deponigasanlægget er ikke besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, hvorfor en eventuel optimering af gasindvindingen ikke er vurderet for deponigasanlægget på Ubberup. CO₂ reduktion fra det eksisterende anlæg udgør i ca. 1.700 tons CO₂ i 2005

5.24.2 Data for deponeringsanlægget:

Deponiets adresse: Holbækvej 169
4400 Kalundborg

Driftsperiode: 1975 – 1995.

Areal med
gasindvinding: Ca. 6 ha

Dybde: Ca. 7 m i gennemsnit

Affaldsmængde: Ca. 385.000 tons

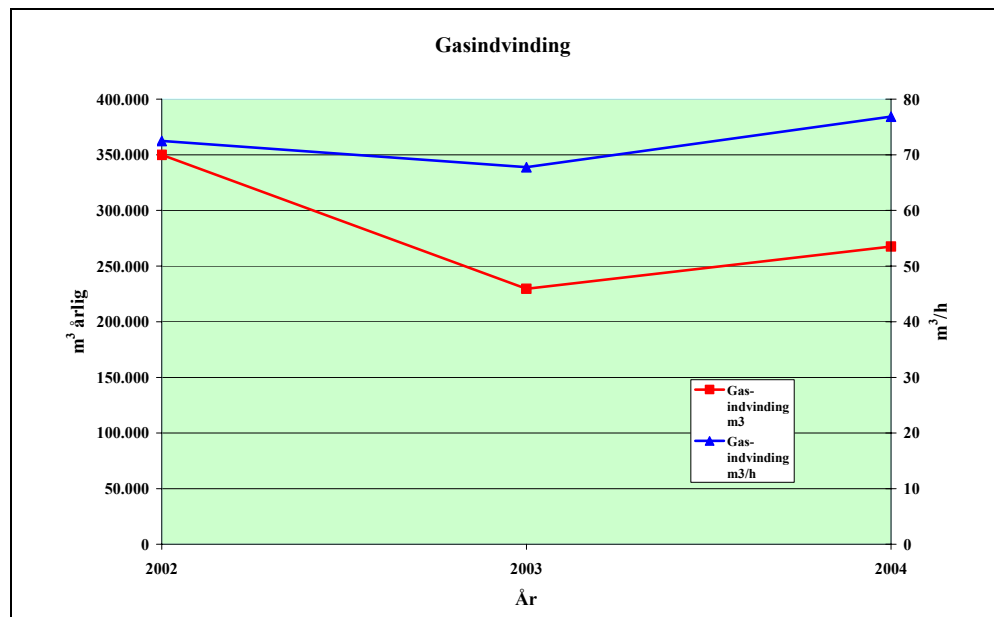
5.24.3 Data for deponigasanlægget

Ejer: NISSEN energi teknik a/s
Byvej 25
8654 Bryrup

Drift af anlæg: Ejer

Driftsperiode: Gasanlægget startet i 2001

Årlig gasindvinding: Nedenstående figur 5.62 viser gasindvindingen over årene.

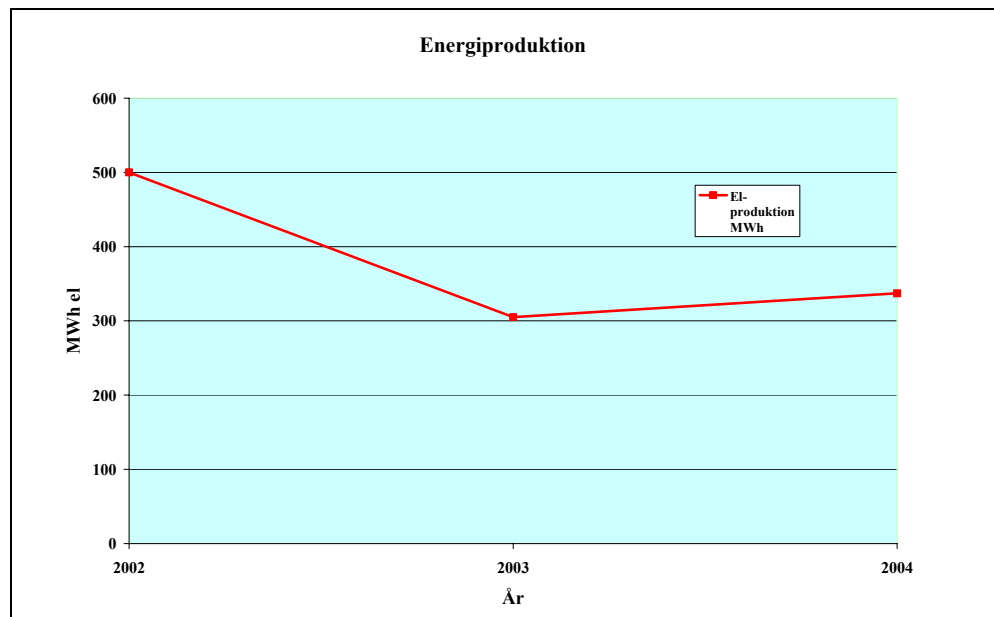


Figur 5.62: Gasindvinding årligt og per driftstime for indvindingsanlægget på Ubberup deponi.

Indvindingsanlæg: I forbindelse med en gasafværgeforanstaltning, der blev udført for at undgå eksplosionsrisiko i nærliggende bygninger, blev der i midten af 90-erne udført 28 grusfaskiner på deponiet. Disse består af 6 x 6 m områder fyldt op med grus, hvorfra gassen blev udluftet og ført op gennem et biofilter (kompostfilter). På alle 28 rør under kompostfiltrene, er der nu en tilslutning, som føres til deponigasanlæggets bygning. Ligeledes er der tilsluttet 12 perkolatbrønde via 3 gas-samleledninger. I bygningen suges gassen ind med en gasblæser og pumpes til udnyttelsesanlægget.

Udnyttelsesanlæg: Deponigassen udnyttes i et Dual-Fuel gasmotor/generatoranlæg der er placeret i anlæggets bygning på Ubberup deponi. El-effekten er 110 kW, og den producerede elektricitet leveres til el-nettet.

Årlig energiproduktion: Den årlige el-produktion fremgår af nedenstående figur 5.63

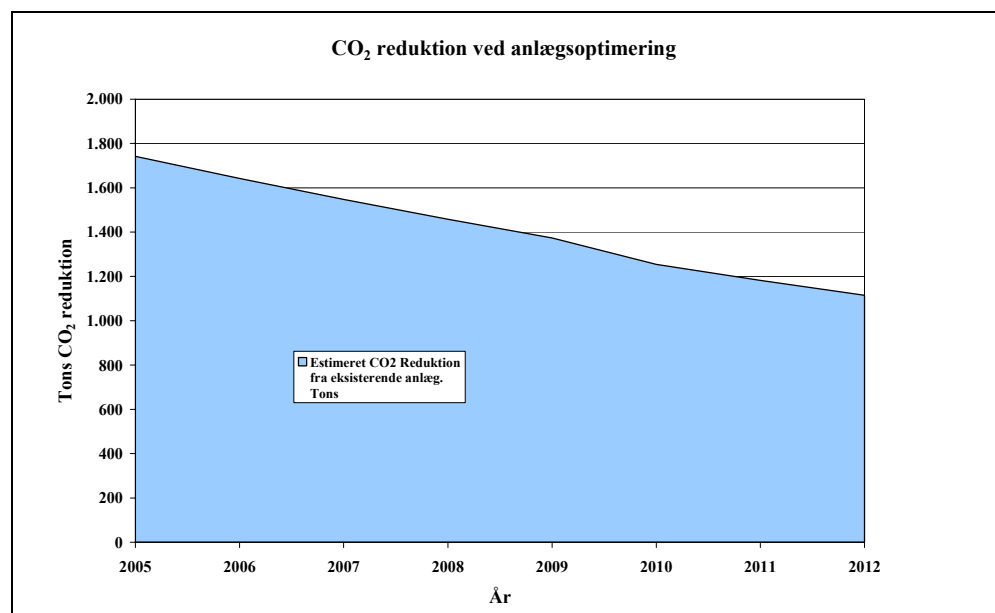


Figur 5.63: Årlig el- og varmeproduktion fra deponigasanlægget ved Ubberup deponi

5.24.4 Estimeret fremtidig CO₂ reduktion

CO₂ reduktion: Den nuværende gasindvinding udgør ca. 270.000 m³/år. Når der regnes med, at metanen fra den indvundne gas ellers ville emittere fra deponiet som en drivhusgas, vil dette svare til, at indvindingen bidrager til en ækvivalent CO₂ reduktion på ca. 1.350 tons CO₂ for år 2004.

Af figur 5.64 fremgår den estimerede CO₂ reduktion fra anlægget i fremtiden, hvis der ikke foretages nogen form for optimering af indvindingen. Over den viste 8 – årige periode indtil 2012 udgør reduktionen uden optimering i alt ca. 11.000 tons CO₂.



Figur 5.64: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra det eksisterende deponigasanlæg ved Ubberup deponi

5.25 Viborg

5.25.1 Resume

På Viborg deponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som indtil 2002 anvendte gassen i et kedelanlæg, men nu anvender gassen i et decentralt kraftvarmeanlæg, der består af en gasmotor/generator enhed. Den producerede elektricitet leveres til el-nettet og spildvarmen til det lokale fjernvarmenet.

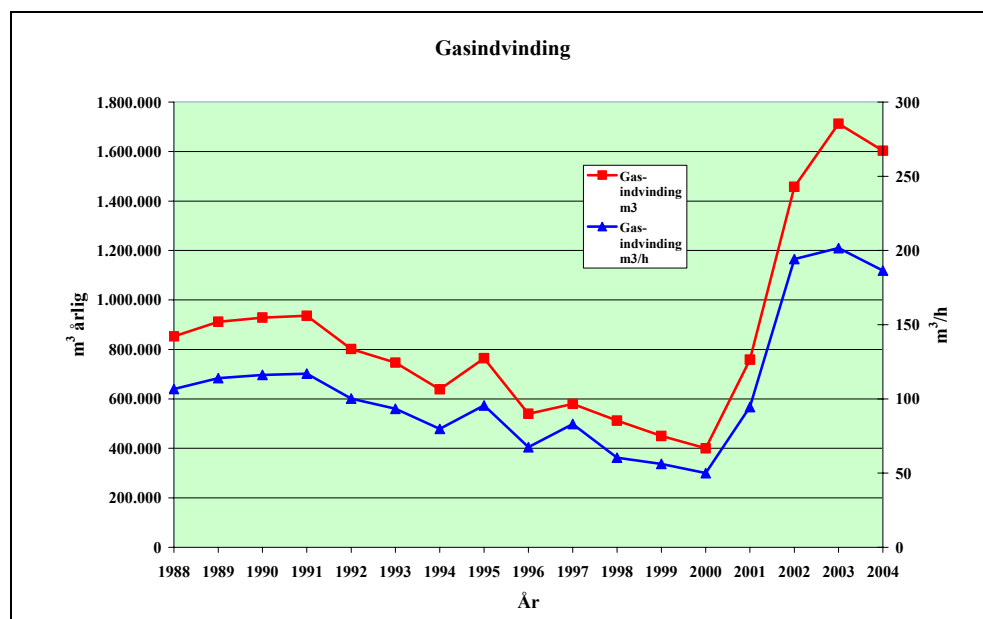
Deponigasanlægget er ikke besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, hvorfor en eventuel optimering af gasindvindingen ikke er vurderet for deponigasanlægget på Viborg deponi. CO₂ reduktion fra det eksisterende anlæg udgør ca. 10.000 tons CO₂ i år 2005

5.25.2 Data for deponeringsanlægget

Deponiets adresse:	I/S Revas Kirkebækvej 136 8800 Viborg
Driftsperiode:	Start i 1972 og er stadig i drift.
Areal med gasindvinding:	Ca. 12 ha
Dybde:	6 – 15 m. Ca. 12 m i gennemsnit
Affaldsmængde:	Ca. 1.100.000 tons
Affaldstyper:	<ul style="list-style-type: none">• Dagrenovation• Industriaffald• Kontor & Erhvervsaffald• Bygge & Anlæg• Haveaffald• Storskrald• Slam

5.25.3 Data for deponigasanlægget

Ejer:	I/S Revas og Energi Viborg A/S Bøssebogervej 8 8800 Viborg
Drift af anlæg:	Ejer
Driftsperiode:	Gasanlægget blev startet som det første i Danmark i 1985.
Årlig gasindvinding:	Nedenstående figur 5.65 viser gasindvindingen over årene. Når gasindvindingen stiger kraftigt fra 2002 skyldes det at indvindingsområdet blev udvidet til det ca. dobbelte.

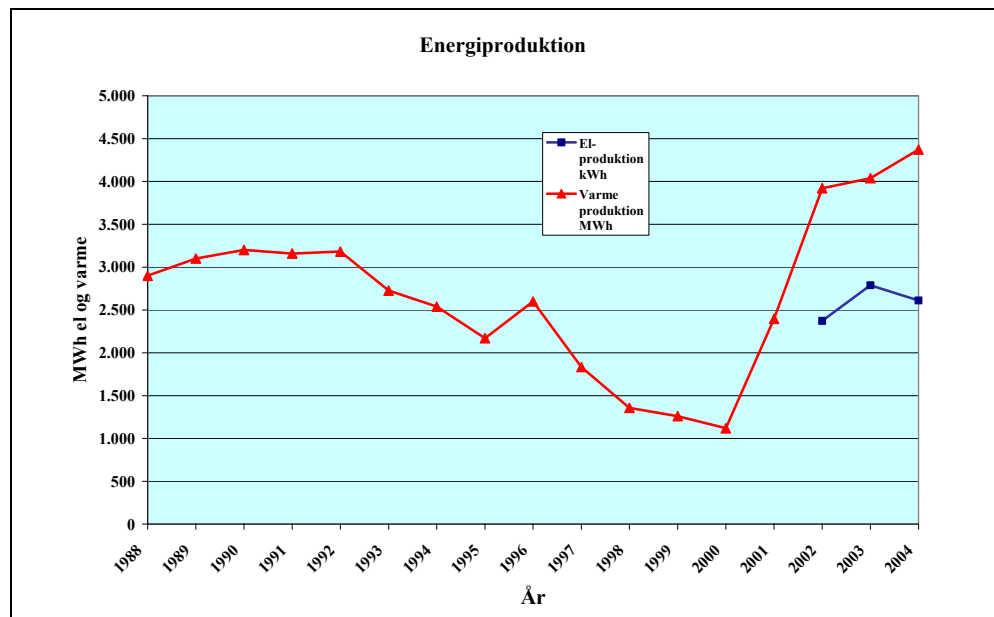


Figur 5.65: Gasindvinding årligt og per driftstime for indvindingsanlægget på Viborg deponi.

Indvindingsanlæg: Indvindingsanlægget består af 44 lodrette boringer fra det oprindelige anlæg og 40 nye fra udvidelsen i 2001. De oprindelige boringer er enkeltvis tilsluttet 3 MPR Moduler, der tidligere var med et automatisk styrings- og reguleringsystem, men nu reguleres manuelt. De nye boringer er tilsluttet enkeltvis til et nyt MPR Modul (Måle- Pumpe- og Regulerings Modul), der har et automatisk styrings- og reguleringsystem. Gassen pumpes fra det samlede anlæg i en 3 km. transmissionsledning til udnyttelses anlægget.

Udnyttelses anlæg: Deponigassen udnyttedes fra starten til 1988 primært i et kedelanlæg og et lille kraftvarmeanlæg. Herefter frem til 2001/2002 kun i kedelanlægget. Fra og med 2002 udnyttes gassen i et kraftvarmeanlæg bestående af en gasmotor/generator enhed, der er placeret i en satellit central for Viborg Fjernvarme. El-effekten er 388 kW og varme-effekten 480 kW. Den producerede elektricitet leveres til el-nettet og spildvarmen afsættes til fjernvarmesystemet.

Årlig energiproduktion: Den årlige el- og varmeproduktion fremgår af nedenstående figur 5.66

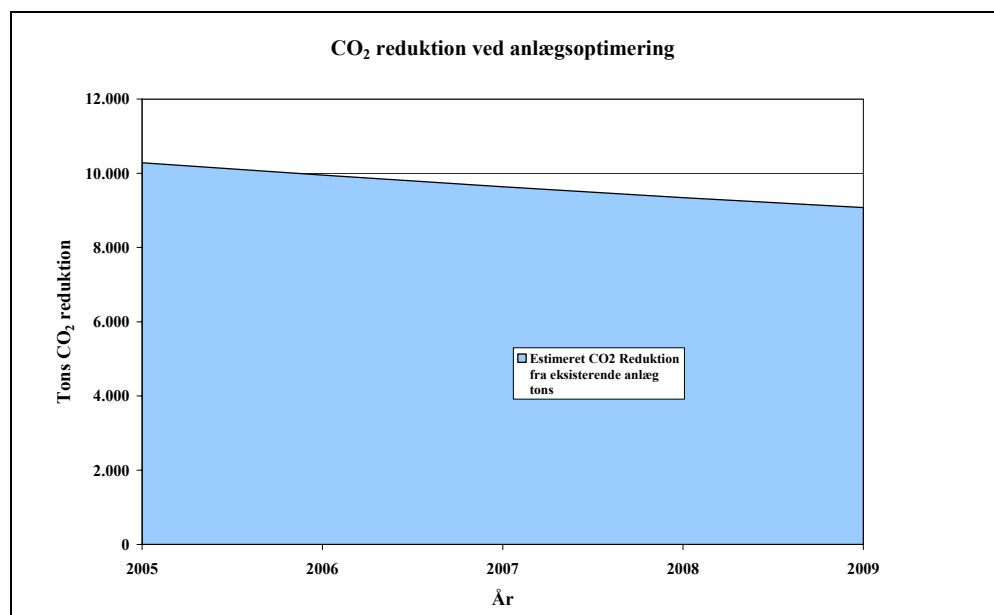


Figur 5.66: Årlig el- og varmeproduktion fra deponigasanlægget ved Viborg deponi

5.25.4 Estimeret fremtidig CO₂ reduktion

CO₂ reduktion: Den nuværende gasindvinding udgør ca. 1.600.000 m³/år. Når der regnes med, at metanen fra den indvundne gas ellers ville emittere fra deponiet som en drivhusgas, vil dette svare til, at indvindingen bidrager til en ækvivalent CO₂ reduktion på ca. 10.500 tons CO₂ for år 2004.

Af figur 5.67 fremgår den estimerede CO₂ reduktion fra anlægget i fremtiden, hvis der ikke foretages yderligere optimering af indvindingen. Over den viste 8 – årige periode indtil 2012 udgør reduktionen i alt ca. 66.000 tons CO₂.



Figur 5.67: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra det eksisterende deponigasanlæg ved Viborg deponi

5.26 Østdeponi

5.26.1 Resume

På Østdeponi findes et eksisterende deponigasanlæg, som anvender gassen i 2 decentrale kraftvarmeanlæg, der består af gasmotor/generator enheder. Den producerede elektricitet leveres til el-nettet og spildvarmen til de lokale fjernvarmenet i 2 landsbyer. Desuden findes et gasmotor/generator anlæg på selve deponiet. Herfra leveres den producerede elektricitet til el-nettet.

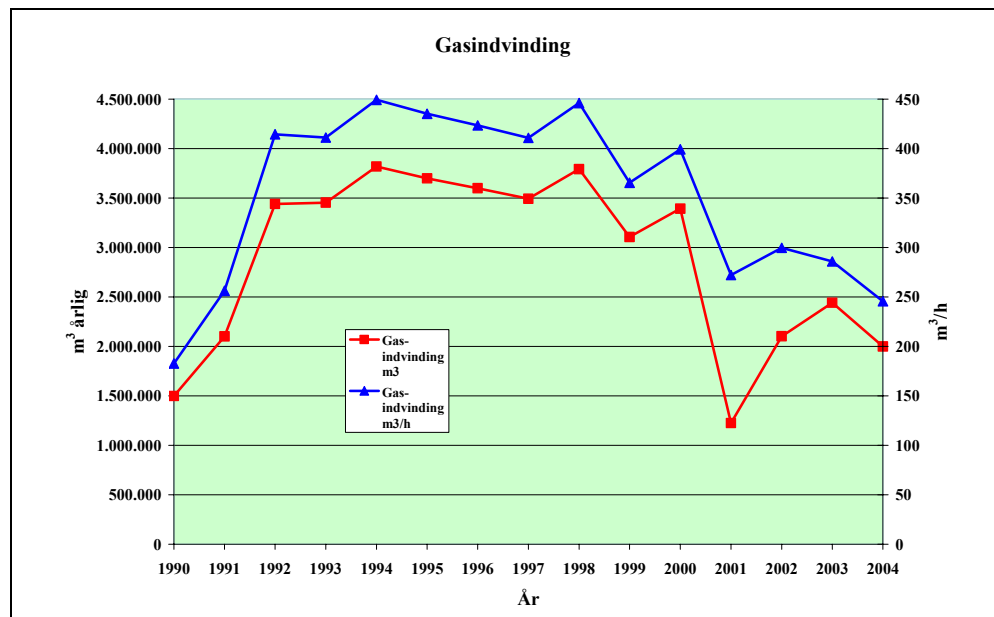
Deponigasanlægget er ikke besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, hvorfor en eventuel optimering af gasindvindingen ikke er vurderet for deponigasanlægget på Østdeponi. CO₂ reduktion fra det eksisterende anlæg udgør ca. 13.000 tons CO₂ i 2005.

5.26.2 Data for deponeringsanlægget:

Deponiets adresse:	Fasterholtgårdsvej 10 7400 Herning
Driftsperiode:	Start i 1980 og er stadig i drift.
Areal med gasindvinding:	Ca. 13 ha
Dybde:	Ca. 13 m i gennemsnit
Affaldsmængde:	Ca. 1.500.000 tons
Affaldstyper:	<ul style="list-style-type: none">• Dagrenovation• Industriaffald• Erhvervsaffald• Bygningsaffald• Storskrald• Slam• Slagger

5.26.3 Data for deponigasanlægget

Ejer:	Østdeponi a.m.b.a. Fasterholtgårdsvej 10 7400 Herning
Drift af anlæg:	Ejer
Driftsperiode:	Gasanlægget startet i 1989
Årlig gasindvinding:	Nedenstående figur 5.68 viser gasindvindingen over årene.

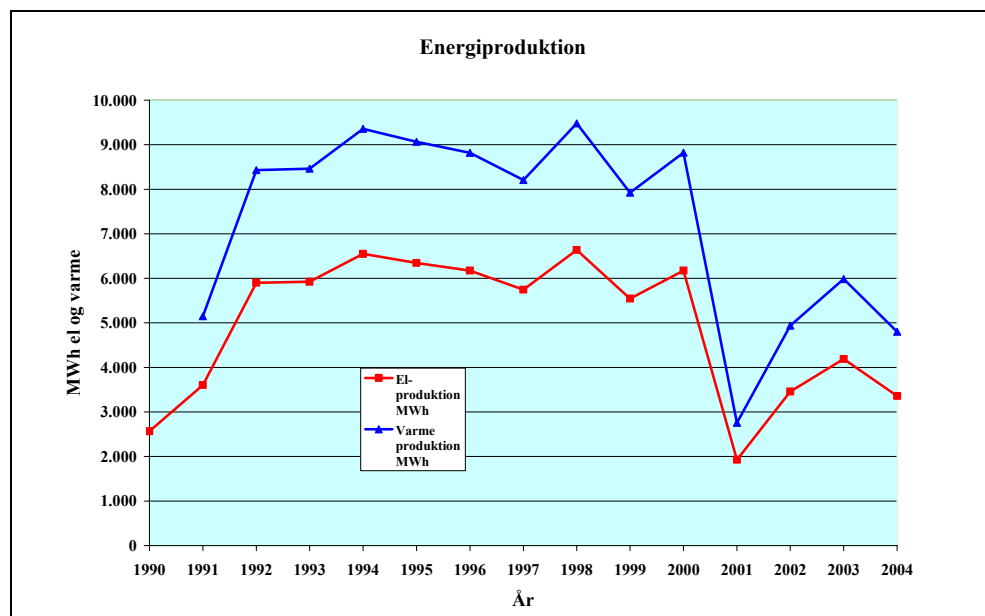


Figur 5.68: Gasindvinding årligt og per driftstime for indvindingsanlægget på Østdeponi.

Indvindingsanlæg: Indvindingsanlægget består af 50 lodrette boringer der enkeltvis er tilsluttet 2 stk. MPR Moduler (Måle-Pumpe- og Regulerings Moduler), der har et automatisk styrings- og reguleringsystem. Gassen pumpes herfra primært i 2 transmissionsledninger på hver 4-5 km til udnyttelsesanlæggene, men oprindeligt til et udnyttelsesanlæg på selve deponiet.

Udnyttelsesanlæg: Deponigassen udnyttedes oprindeligt i et gasmotor/generatoranlæg på deponiet, hvor den producerede elektricitet blev leveret til el-nettet. I 1992 og 1994 blev der installeret decentrale kraftvarmeværker i henholdsvis Arnborg og FASTERHOLT, bestående af gasmotor/generator anlæg, der leverer elektricitet til el-nettet og spildvarmen anvendes i de lokale fjernvarmenet.

Årlig energiproduktion: Østdeponi leverer gassen til Herning Kommunale værker, der ejer og driver kraftvarmeanlæggene. Data for den årlige el- og varmeproduktion er ikke indhentet til nærværende projekt, men er beregnet ud fra normal produktion for et gasmotor/generatoranlæg og fremgår af nedenstående figur 5.69

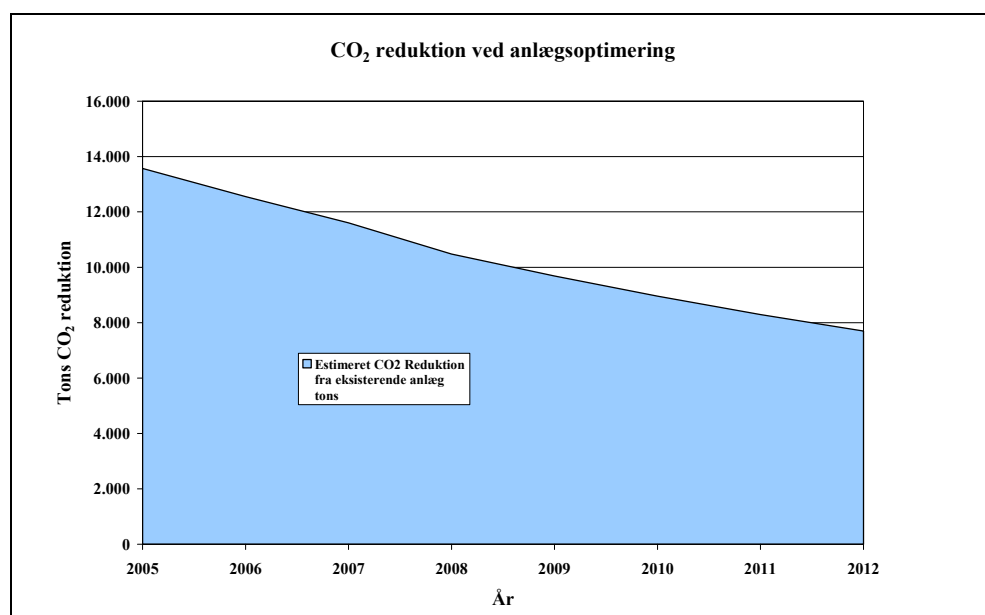


Figur 5.69: Årlig el- og varmeproduktion fra deponigasanlægget ved Østdeponi

5.26.4 Estimeret fremtidig CO₂ reduktion

CO₂ reduktion: Den nuværende gasindvinding udgør ca. 2.000.000 m³/år. Når der regnes med, at metanen fra den indvundne gas ellers ville emittere fra deponiet som en drivhusgas, vil dette svare til, at indvindingen bidrager til en ækvivalent CO₂ reduktion på ca. 14.000 tons CO₂ for år 2004.

Af figur 5.70 fremgår den estimerede CO₂ reduktion fra anlægget i fremtiden, hvis der ikke foretages nogen form for optimering af indvindingen. Over den viste 8 – årige periode indtil 2012 udgør reduktionen uden optimering i alt ca. 83.000 tons CO₂.



Figur 5.70: Fremtidig estimeret CO₂ reduktion fra det eksisterende deponigasanlæg ved Østdeponi

6 Nye Anlægsmuligheder

I forbindelse med en tidligere undersøgelse af potentialet for deponigasanlæg i Danmark, blev rapporten ¹: "Fremme af lossepladsgas udnyttelse i Danmark" i 1998 udarbejdet for Energistyrelsen. I denne er der udført undersøgelse af 27 deponier, hvoraf de 19 ansås for potentielle muligheder med henblik på etablering af deponigasanlæg.

Blandt disse blev foretaget en prioritering fra 1 til 4. Etablering af et deponigasanlæg på et af de 7 deponier med en 1. prioritet blev på daværende tidspunkt anset for at være økonomisk rentable. 6 deponier fik en 2. prioritet, der angav at de muligvis kunne være rentable, hvis energien kunne afsættes under de rette betingelser. 2 deponier fik en 3. prioritet, der betød, at det ikke var rentabelt, med mindre helt specielle incitamenter var til stede. 4 deponier fik en 4. prioritet, der betød, at det må anses for overordentlig vanskeligt at etablere rentable anlæg ved disse deponier, med mindre mere effektive eller billigere systemer kom på markedet.

I det følgende er 3 af de deponier der fik en 1. prioritet undersøgt. Desuden er 3 andre undersøgt, hvoraf dog kun 2 er indeholdt i følgende beskrivelse, da beregninger hurtig viste, at deponiet ikke havde et gaspotentiale af betydning.

I resumeet for hvert af de besøgte anlæg er anført, om der er basis for etablering af et deponigasanlæg, og hvorledes gassen eventuelt kan anvendes til energiformål. Dernæst er ejerforhold og data for deponiet beskrevet. Endvidere forhold omkring deponigas, udarbejdelse af en prognose for gasindvinding over årene såvel som en prognose for energiproduktionen over de næste 20 år og mulighederne for afsætning af denne. Endelig er CO₂ reduktionen estimeret for en fremtidig 8-årig periode.

6.1 Fakse

6.1.1 Resume

Deponiet er besøgt i forbindelse med nærværende rapport, og undersøgelser indikerer, at der kan være basis for etablering af et deponigasanlæg, hvor gassen anvendes til energiformål i et kraftvarmeanlæg for eksempel på Fakse Sygehus. Den producerede strøm leveres da til el-nettet, og det meste af spildvarmen kan anvendes til opvarmning af sygehuset.

Der er udført en overslagsmæssig økonomisk beregning der viser at projektet sandsynligvis vil være rentabelt.

Ud fra de beregnede prognoser vil der i 2005 være et gasindvindingspotentiale på ca. 130 m³ deponigas/h. Ved at indvinde gassen og udnytte den til energiformål, vil dette over årene frem til 2012 bidrage til en årlig CO₂ reduktion fra deponiet på 5.500 – 8.500 tons/år, hvilket giver en samlet reduktion på ca. 56.000 tons CO₂.

6.1.2 Ejerforhold for deponeringsanlægget

Ejer	I/S Fasan Ved Fjorden 20 4700 Næstved
Deponiets adresse:	Præstøvej 105 B 4640 Fakse
Ledelse	Teknisk chef Jens Strandgaard, I/S Fasan Kontaktperson: Sektionsleder Bente Munk, I/S Fasan
Drift af deponi:	Ejer

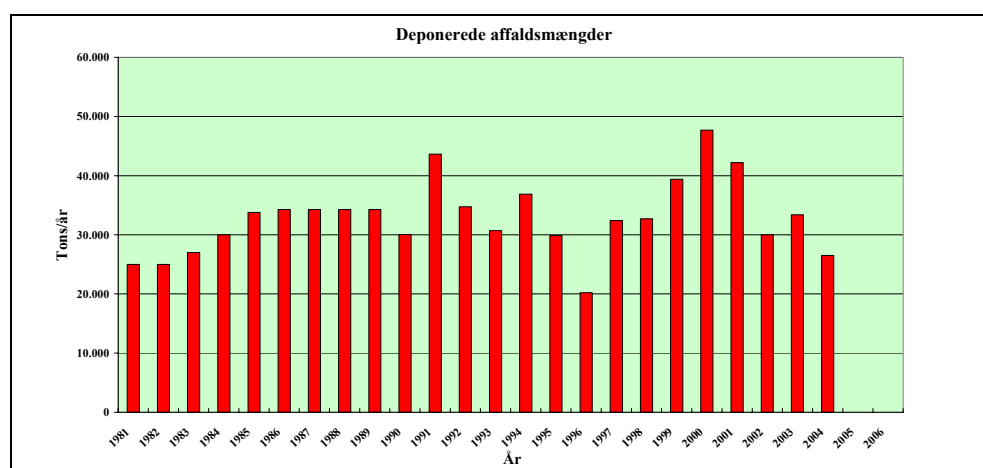
6.1.3 Data for deponeringsanlægget:

Driftsperiode:	1981-1996 for afsnit I 1996-ca. 2040 for afsnit II
Areal:	Total 13 ha. for afsnit I heraf 12,5 ha. med deponi Total 15 ha. for afsnit II heraf 2,5 ha. med deponi på nuværende tidspunkt.
Dybde:	4-11 m. Gennemsnit: 6 m
Affaldsmængde:	I forbindelse med rapporten "Fremme af lossepladsgas-udnyttelse i Danmark" /1/ udarbejdet i 1998, er der undersøgt en del materiale og indhentet informationer om affaldsmængden. Disse informationer er opdateret med nærværende rapport.

Pladsen er opdelt i 2 afsnit. Den østlige del af deponiet er afsluttet i 1996 og udgør afsnit I med 7 deletaper. Hvis der udføres en simpel beregning af affaldets volumen, udgør dette ca. 750.000 m³. Den vestlige del der udgør afsnit II er opdelt med 14 delafsnit, hvoraf 1 er opfyldt og 2 næsten opfyldt. Hvis der udføres en simpel beregning af affaldets volumen, udgør dette ca. 200.000 m³.

De deponerede affaldsmængder er registreret i perioden fra 1989 til 2004, idet der både er registreret de affaldsmængder der er tilført pladsen, og det der er frakørt igen til genbrug, kompostering eller forbrænding. I perioden 1981 til 1988 er mængderne skønnet. Den totale affaldsmængde udgør da ca. 790.000 tons.

Af figur 6.1 fremgår den affaldsmængde over de enkelte år der er deponeret på Fakse losseplads, som er anvendt i de efterfølgende beregninger.



Figur 6.1: Årlige deponerede affaldsmængder på Fakse deponi

Affaldstyper:

I forbindelse med den allerede omtalte rapport /1/ er det forsøgt at finde frem til affaldssammensætningen. En nøjagtig opgørelse over affaldets sammensætning i perioden fra 1981 til 1988 har det ikke været muligt at finde frem til. Derimod er der en nøjagtig registrering fra Fasan over affaldets sammensætning fra 1989 og fremefter.

Over årene er der således deponeret følgende affaldstyper:

- Dagenovation
- Industriaffald
- Kontor & erhvervsaffald
- Haveaffald
- Storskrald

- Brændbart
- Slam
- Jordfyld & olieforurennet jord
- Sten & brokker
- Inorganisk

Sammensætningen fra /1/ med aktuelle opdateringer er anvendt i de efterfølgende beregninger.

Afdækning: Afdækket med 1 m jord og 0,2 m muld/råkompost.

6.1.4 Deponigas:

Forhold omkring gas: Der findes hverken passive eller aktive anlæg til ventilering, indvinding eller udnyttelse af deponigas.

I 1992 lod Storstrøms Amt udføre en række undersøgelser for gaseksplosionsrisikoen ved losse- og fyldpladser i amtet. I den forbindelse blev der også udført en risikovurdering af Fakse deponi, men denne gav ikke anledning til videre tiltag.

I forbindelse med overgangsplaner for deponiet er der efterfølgende udført undersøgelser med henblik på metan emissionens omfang fra deponiet. Således udførte COWI i 2003 rapporten "Undersøgelse af gaspotentiale i Fakse Losseplads", hvor der er udført poreluftmålinger i deponiets toplag samt udført flux-kammermålinger adskillige steder på deponiets overflade, alt sammen for at undersøge i hvilken udstrækning metan emission kunne konstateres fra pladsens overflade.

I de undersøgte punkter/områder kunne der ikke konstateres metan emission. Der vil uden tvivl stadig være emission fra revner og sprækker og mindre godt afdækkede områder eller skrænter, hvilket også nævnes i rapporten. Der blev desuden udført en meget kort prøvepumpning over 1 – 6 timer fra 3 gasboringer, hvor der i denne periode pumpedes fra de enkelte boringer i mængder fra 5 – 108 m³/h med CH₄ procenter fra 32- 50 %. Dette bekræfter tilstedeværelsen af gas i visse mængder, selv om disse må tages med et rimeligt forbehold, da en prøvepumpning skal løbe over flere uger før indvindingen har stabiliseret sig, og kan vide den reelle indvindingsmulighed. Det er i øvrigt interessant at de største mængder (108 m³/h) er suget ud af deponiets afsnit II, der er den del af deponiet med det mindste indhold af organisk materiale, dog er det også det sidst deponerede.

Specielle myndighedskrav: Efter ovennævnte undersøgelser har amtet fremsendt et udkast til ny miljøgodkendelse, der ikke stiller nogen krav til hverken monitorering, passiv eller

aktiv udluftning af pladsen. Dog stilles der krav om løbende afdækning der sikrer oxidering af den dannede deponigas.

Gasmålinger:

Der er i forbindelse med ovennævnte undersøgelse for gaspotentialet, udført målinger fra de 12 gasboringer der blev etableret i forbindelse med undersøgelsen. Resultaterne er anført i nedenstående tabel, idet boringsnumrene henviser til en tegning som blev anvendt i undersøgelsen. Boring 1-10 er i afsnit I, der er den ældste del, og 11-12 i det nye afsnit II.

Boring Nr.	Dybde m	Overtryk mbar	CH ₄ %	CO ₂ %	O ₂ %
1	6,5	10,0	70	30	0
2a	7	0,6	57	40	1,9
2b	3,5	0,0	58	42	0
3	8	3,6	58	42	0
4	5	0,2	63	36	0
5a	7	0,1	61	39	0
5b	1,9	0,0	54	34	3,2
6	4,5	0,0	59	40	0
7	7	3,2	60	41	0
8	7,5	0,4	65	35	0
9	6	1,0	58	41	0
10a	7,6	0,0	75	21	0
10b	2,8	-0,1	55	35	0
11	6	0,1	54	35	0
12	6	0,1	59	11	0

Ved besøget i forbindelse med nærværende undersøgelse blev gasmålinger udført i de af ovenstående boringer der kunne findes. Resultaterne er anført i nedenstående tabel.

Boring Nr.	Overtryk mbar	CH ₄ %	CO ₂ %	O ₂ %	N ₂ %	H ₂ S ppm
1a	4,5	63	37	0	0	5
1b	0	0	0,3	17	83	0
2a	0	62	29	0,9	8	0
2b	0	58	40	0	2	0
3a	14,6	72	24	0	4	0
3b	3,0	59	34	0,9	7	0
8a	0	64	36	0	0	0
8b	0	10	10	12	68	0
9	1,0	65	31	0,1	4	27
10a	0	62	9	4	25	830
10b	0	41	15	0	44	650

Ovennævnte målinger antyder meget klart en god gaskvalitet, der produceres i et deponi der overalt ser

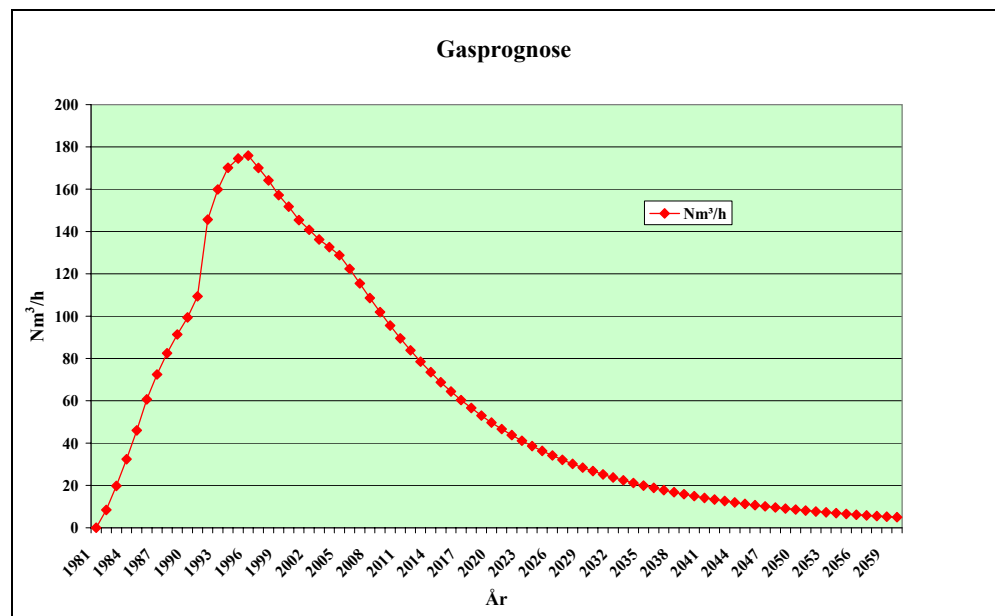
ud til at befinde sig i den anaerobe fase. Røren i boring 1b og 8b formodes at være ødelagt i toppen af boringen, hvorved atmosfærisk luft trænger ind i røret. Gasmængden er ikke muligt at bestemme ud fra ovenstående, selv om prøvepumpningen bekræfter tilstedeværelse af en vis gasmængde over en periode.

6.1.5 Gas- og energipotentialer:

Skønnet

indvindingsmulighed: Da der er usikkerhed om affaldssammensætningen i deponiets første opfyldningsperiode, betyder det en tilsvarende usikkerhed omkring gaspotentialer.

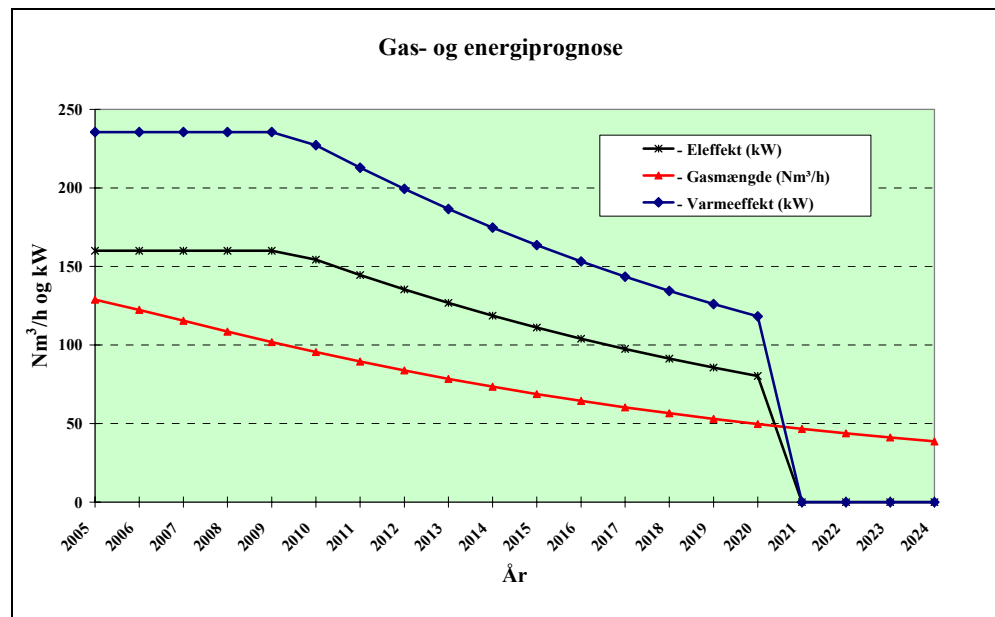
Af figur 6.2 fremgår den estimerede prognose for den gasmængde der skønnes at kunne indvindes over årene fra det affald der er deponeret på nuværende tidspunkt.



Figur 6.2: Gasprognose for indvindingsmulighed fra Fakse deponi

Skønnet fremtidig energipotentialer:

Med de samme forbehold som anført for ovenstående, fremgår det af figur 6.3, hvilken gasmængde der er til rådighed de kommende ca. 20 år, og hvilken el- og varmeproduktion der kan produceres, såfremt lossepladsgassen indvindes og anvendes som brændstof i en gasmotor i forbindelse med et kraftvarmeanlæg.



Figur 6.3: Gas og energipotentiale i forbindelse med et kraftvarmeanlæg ved Fakse deponi.

Prøvepumpning:

Som nævnt under 5.1.3 er der i 2003 udført en meget kortvarig prøvepumpning fra 3 gasboringer der bekræfter tilstedeværelsen af gas i en vis mængde. Men for at fastslå størrelsesordenen af gasmængden foreslås det at gennemføre en grundig tilrettelagt prøvepumpning på deponiet over en længere periode til verifikation af de estimerede gasmængder.

Efter en eventuel prøvepumpning må beregningerne revideres og da lægges til grund for en endelig vurdering og beslutning om etablering af et eventuelt deponigasanlæg.

6.1.6 Afsætningsmuligheder for energi:

Generelt

Gassen kan anvendes på flere måder, men det mest oplagte er at etableres et gasmotor/generator anlæg, hvorfra den producerede elektricitet kan leveres og sælges til el-nettet. Spildvarmen fra anlægget kan eventuelt leveres til et varmemeforbrugende anlæg, som f.eks. et fjernvarmesystem, offentlige bygninger eller en industri. Gassen kan også anvendes i et kedelanlæg, som brændsel for et gasfyr.

Energiafsætning:

I forbindelse med tidligere omtalte rapport /1/ blev forskellige muligheder som for eksempel anvendelse af varmen hos Faxe Fjernvarmeselskab A.M.B.A. undersøgt. Det var dog ikke muligt at afsætte varmen, idet fjernvarmeselskabet i fremtiden ville få så store mængder spildvarme fra Faxe Kalk, at det dækker det totale forbrug i nettet med undtagelse af en lille mængde i vintermånederne.

Derimod blev der i 1998 udført en undersøgelse for I/S Fasan: "Udnyttelse af lossepladsgas fra Fakse Losseplads på Amtssygehuset i Fakse." Undersøgelsen viste umiddelbart, at det på daværende tidspunkt ville være et rentabelt projekt. Hvorvidt det stadig er tilfældet kræver en ny gennemgang af situationen på sygehuset, samt en verifikation af de estimerede gasmængder

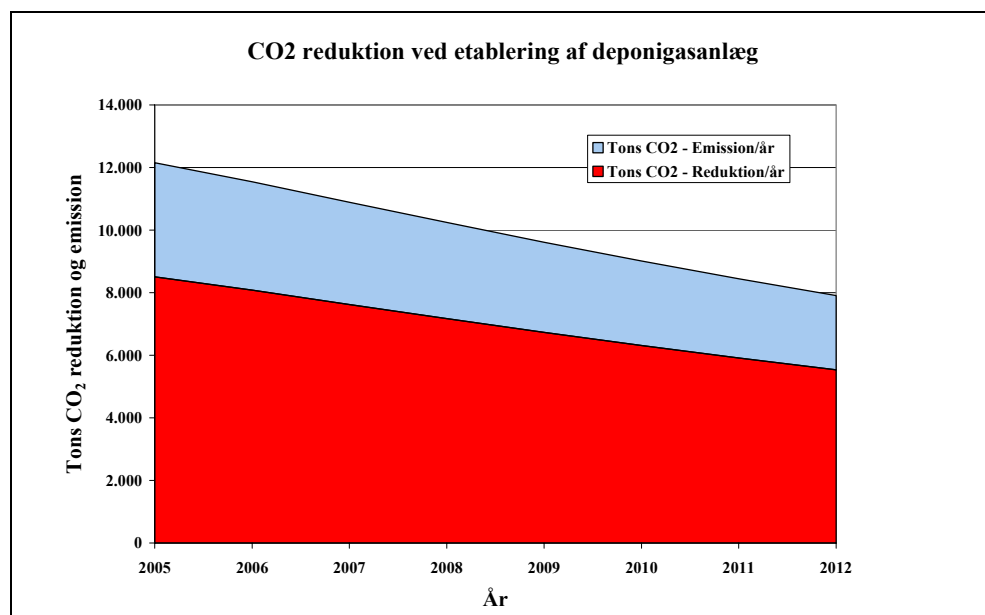
Endelig kan der etableres et kraftvarmeanlæg på lossepladsen, som leverer elektricitet, der kan sælges via el-nettet og da anvender en lille del af den producerede spildvarme i deponiets bygninger.

6.1.7 Estimeret CO₂ reduktion

Reduktion i

CO₂ ækvivalenter : Når den estimerede CH₄ produktion fra deponiet omregnes til CO₂ ækvivalenter, vil dette svare til den øverste kurve vist i figur 6.4. Af dette regnes med en indvindingsgrad på ca. 70 %, der da udgør den årlige CO₂ reduktion når gassen enten afbrændes i en fakkel eller anvendes til energiformål. I beregningerne for emission og CO₂ reduktion, er der ikke taget hensyn til en eventuel oxidering af CH₄ i deponiets afdækningslag.

Som det ses vil den årlige reduktion udgøre ca. 8.000 tons CO₂. Over årene fra 2005 til 2012 vil den samlede CO₂ reduktion udgøre ca. 56.000 tons CO₂.



Figur 6.4: Fremtidig estimeret CO₂emission samt CO₂ reduktion ved etablering af anlæg til indvinding af deponigas.

6.1.8 Økonomi :

Energipriser: Salgspris for elektricitet: 0,60 kr./kWh
 Salgspris for varme: 0,30 kr./kWh

Estimeret økonomi	Total investering inkl. projekt, ca.:	Kr.	6.800.000
	Salg af elektricitet, 2006 ca.:	Kr.	770.000
	Salg af varme, årligt ca.:	Kr.	565.000
	Drift og vedligehold, årligt ca.:	Kr.	320.000
	Nutidsværdi ved 10 års drift og en kalkulationsrente på 6 %, ca.:	Kr.	51.000
	Intern rente, ca.:		6 %

6.2 Gerringe

6.2.1 Resume

Deponiet er besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, og undersøgelser indikerer, at der kan være basis for etablering af et deponigasanlæg, hvor gassen anvendes til energiformål i et kraftvarmeanlæg. Den producerede strøm leveres da til el-nettet, og en lille del af spildvarmen kan eventuelt leveres til varmesystemet i deponiets bygninger.

Der er udført en overslagsmæssig økonomisk beregning der viser at projektet ikke være rentabelt, med mindre der skabes ændrede forudsætninger for anlæggets indtjeningsmuligheder eller størrelsen af ejerens investering.

Ud fra de beregnede prognoser vil der i 2005 være et gasindvindingspotentiale på ca. 60 m³ deponigas/h. Ved at indvinde gassen og udnytte den til energiformål, vil dette over årene frem til 2012 bidrage til en årlig CO₂ reduktion fra deponiet på 2.500 - 4.000 tons/år, hvilket giver en samlet reduktion på ca. 26.000 tons CO₂.

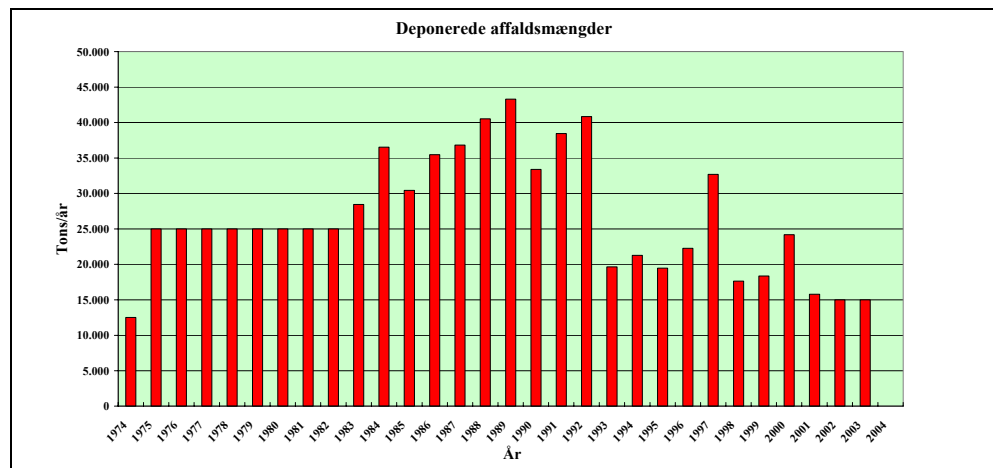
6.2.2 Ejerforhold for deponeringsanlægget

Ejer	I/S REFA Energivej 4 4800 Nykøbing F
Deponiets adresse:	Gerringevej 15 4970 Rødby
Ledelse	Bjørn L. Stender
Drift af deponi:	Ejer

6.2.3 Data for deponeringsanlægget:

Driftsperiode:	Start i 1974 og er stadig i drift.
Areal:	12 ha., hvoraf der på nuværende tidspunkt er deponeret på ca. 9 ha.
Dybde:	6 - 13 m. Gennemsnit: ca. 10 m
Affaldsmængde:	De deponerede affaldsmængder er registreret fra 1984, hvor vægten blev etableret. Mængder fra deponiets start i 1974 til 1984 er vurderet af REFA bl.a. ud fra informationer fra medarbejdere der har deltaget i opbygningen af deponiet fra starten. Den totale affaldsmængde skønnes således af REFA til ca. 800.000 tons affald.

Af figur 6.5 fremgår den affaldsmængde over de enkelte år, som er anvendt i de efterfølgende beregninger.



Figur 6.5: Årlige deponerede affaldsmængder på Gerringe deponi

Affaldstyper:

REFA angiver, at der over årene er deponeret følgende affaldstyper:

- Dagrenovation
- Industriaffald
- Slam fra kommune og industrier
- Storskrald
- Bygningsaffald
- Asbest
- Ikke brændbart
- Jord- og stenfyld

Affaldets sammensætning kendes rimelig godt efter at registreringen startede i 1984, men før denne tid er det, som nævnt tidligere under affaldsmængder, en vurdering der er gjort bl.a. ud fra informationer fra medarbejdere, der har deltaget i opbygningen af deponiet fra starten.

Dagrenovation er deponeret indtil år 2000, industriaffald til 1985, bygge og anlæg til 1984, storskrald til 1988 og slam til 2001. Disse affaldstyper udgør i alt ca. 50 % af affaldet, mens de resterende 50 % er uorganisk og bidrager derfor ikke til gasproduktionen.

Afdækning:

Deponiets østlige del, der blev afsluttet i 1987 er afdækket med 1-1,5 ler.

6.2.4 Deponigas:

Forhold omkring gas: Der findes passiv ventilering i 2 punkter i deponiets vestlige del, idet der fra bund af pladsen er etableret 2 stk. ventilationsskakter, bestående af Ø100 brøndringe successivt fyldt op med grus, således at gassen kan trænge ind i disse ventilationsskakter og derefter diffundere op til atmosfæren gennem skakten.

Specielle myndighedskrav: I forbindelse med miljøgodkendelse af deponiet, har Storstrøms Amt i 1999 krævet ovennævnte passive ventilering.

Gasmålinger: I 1996 har Geoteknisk Institut (GI) udført poreluftmålinger på deponiet ved analyse af gassen i 21 stk. nedrammede jordspyd. En ny poreluftmåling fra de samme jordspyd suppleret med yderligere 6 blev foretaget i 1997.

Analyseresultaterne bærer tydelig præg af problemer med et højt sekundært vandspejl adskillige steder, hvilket GI også omtaler. I deponiets nordøstlige del måles atmosfærisk luft i næsten alle målinger. Dette skyldes uden tvivl at jordspydene er fyldt med vand i bunden, så gassen ikke kan trænge ind. I deponiets sydlige og østlige del måles de fleste steder en god gaskvalitet mellem 40 og 67 % CH₄.

Ud fra deponiets alder, den mængde og de typer af affald der er deponeret, vil det være usandsynligt, hvis ikke der findes en anaerob omsætning med en god gaskvalitet til følge i det meste af deponiet, og ikke blot enkelte steder med gas i den ene halvdel og modsat i den anden halvdel med enkelte steder uden gas. Manglende gas enkelte steder i 2. måling kan imidlertid også skyldes, at målingerne er taget på et ugunstigt tidspunkt for gasmålinger, nemlig ved skift i det atmosfæriske tryk fra et lavtryk til et højtryk, hvorved gassen i en vis udstrækning "holdes" tilbage i pladsen.

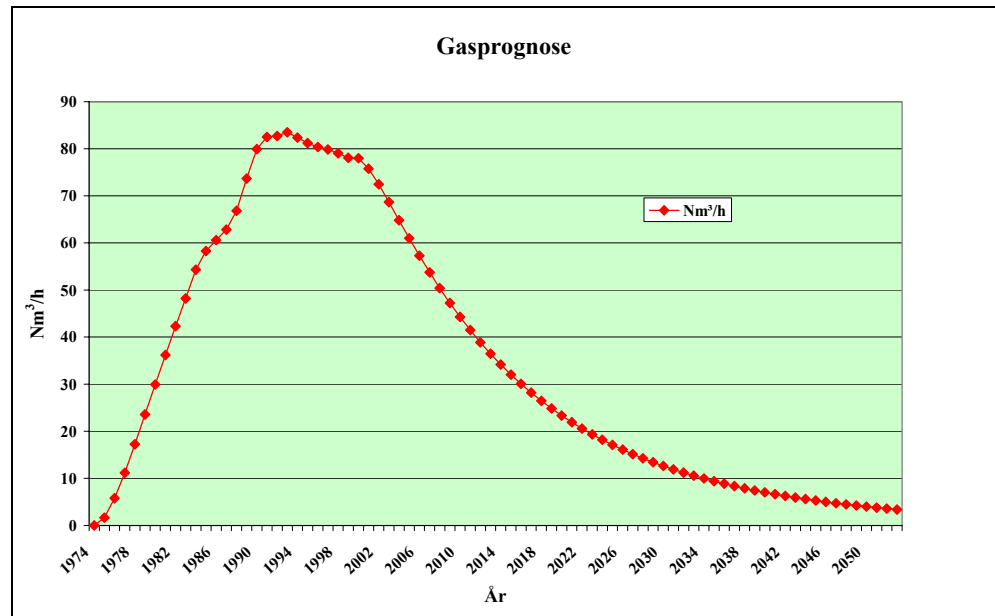
6.2.5 Gas- og energipotentialer:

Skønnet indvindingsmulighed: Ifølge REFA's opgørelser indeholder deponiet omkring 800.000 tons affald, men kun ca. 50 % af affaldet indeholder organisk materiale, hvor de øvrige 50 % udgør jord og stenfyld samt ikke brændbart materiale. Af de ca. 400.000 tons der indeholder organisk materiale, er ca. 10 % dagrenovation, 10 % industriaffald, 35 % storskrald og 37 % slam.

Selv om dagrenovation normalt bidrager mest til gasproduktionen, viser erfaringen dog, at der er et ikke helt ubetydeligt gaspotentialer i mange andre affaldstyper, så som industri- og erhvervsaffald, storskrald og diverse slamprodukter, som alle er tilført deponiet. Der er dog usikkerhed om nogle af slamtyperne, og det er vanskeligt at vurdere nøjagtigt, hvor stor en gasproduktion der vil være tale om fra storskraldet.

Af figur 6.6 fremgår den estimerede prognose for

den gasmængde der skønnes at kunne indvindes over årene. I forhold til deponiets totale affaldsmængde på ca. 800.000 tons er den estimerede indvinding relativt lille, men det skyldes som nævnt den forholdsvis beskedne mængde af organisk materiale der er indregnet.

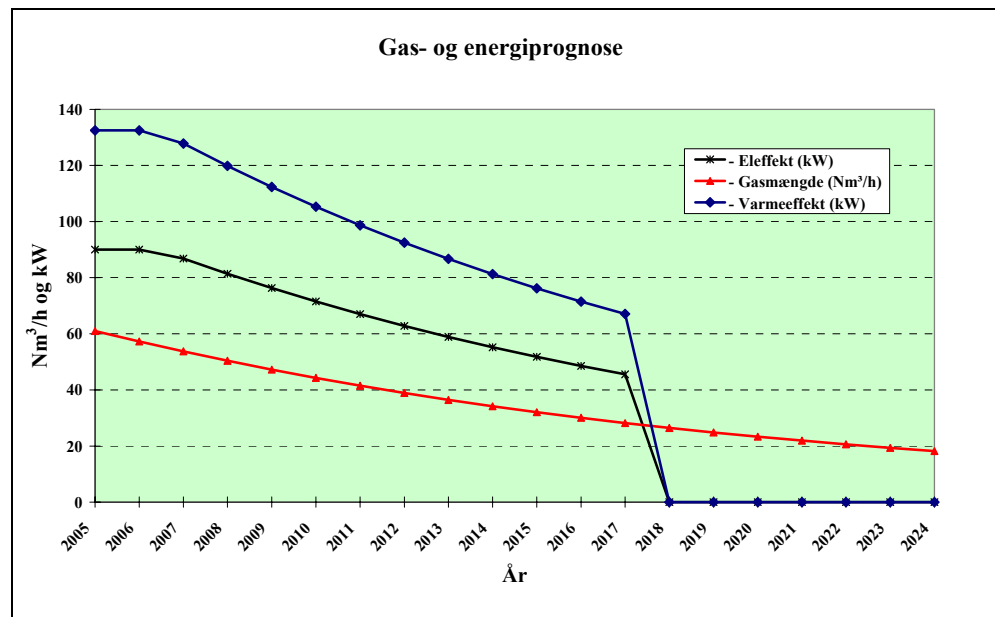


Figur 6.6: Gasprognose for indvindingsmulighed fra Gerringe deponi

Skønnet fremtidig energipotentiale:

Af figur 6.7 fremgår hvilken gasmængde, der er til rådighed de kommende ca. 20 år, og hvilken el- og varmeproduktion der kan produceres, såfremt deponigassen indvindes og anvendes som brændstof i en gasmotor i forbindelse med et kraftvarmeanlæg.

Når det af figuren fremgår at energiproduktionen ophører i år 2018, betyder det, at et 90 kW motor/generatoranlæg ikke kan køre med en produktion der er så lav. Imidlertid kan det vælges at udskifte motoren til en med en mindre ydelse, hvorved gassen da kan anvendes i yderligere et antal år.



Figur 6.7: Gas og energipotentiale i forbindelse med et kraftvarmeanlæg ved Gerringe deponi.

Prøvepumpning:

Med de usikkerhedsmomenter der er forbundet med estimering af fremtidige gaspotentialer, foreslås det at gennemføre en grundig tilrettelagt prøvepumpning på deponiet til verifikation af de estimerede gasmængder.

Efter en eventuel prøvepumpning må beregningerne revideres og da lægges til grund for en endelig vurdering og beslutning om etablering af et eventuelt deponigasanlæg.

6.2.6 Afsætningsmuligheder for energi:

Generelt

Gassen kan anvendes på flere måder, men det mest oplagte er at etableres et gasmotor/generator anlæg, hvorfra den producerede elektricitet kan leveres og sælges til el-nettet. Spildvarmen fra anlægget kan eventuelt leveres til et varmemeforbrugende anlæg, som f.eks. et fjernvarmesystem eller en industri. Gassen kan også anvendes i et kedelanlæg, som brændsel for et gasfyr.

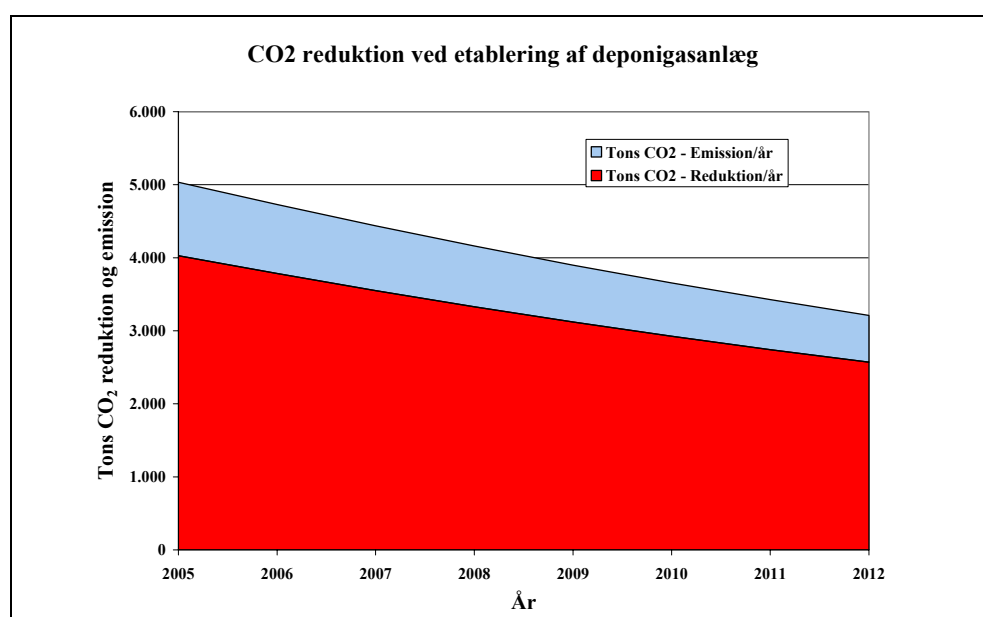
Energiafsætning:

Deponiet er placeret relativt langt fra energiforbrugende anlæg, såsom fjernvarme eller større industrier, hvorfor det umiddelbart ser ud, som om den mest oplagte mulighed vil være at anvende deponigassen i et gasmotor/generator anlæg, hvorfra den producerede elektricitet kan leveres og sælges til el-nettet. Spildvarmen fra anlægget kan eventuelt anvendes i deponiets bygninger eller tilbydes til for eksempel et gartneri eller lignende, hvis en investor skulle være interesseret i etablering af en virksomhed ved siden af deponiet.

6.2.7 Estimeret CO₂ reduktion

Reduktion i CO₂ ækvivalenter : Når den estimerede CH₄ produktion fra deponiet omregnes til CO₂ ækvivalenter, vil dette svare til den øverste kurve vist i figur 6.8. Af produktionen regnes med en indvindingsgrad der regnes at være ca. 70 %, der da udgør den årlige CO₂ reduktion når gassen enten afbrændes i en fakkel eller anvendes til energiformål. I beregningerne for emission og CO₂ reduktion, er der ikke taget hensyn til en eventuel oxidering af CH₄ i deponiets afdækningslag.

Som det ses vil den årlige reduktion udgøre ca. 3.500 tons CO₂. Over årene fra 2005 til 2012 vil den samlede CO₂ reduktion udgøre i alt ca. 26.000 tons CO₂.



Figur 6.8: Fremtidig estimeret CO₂emission samt CO₂ reduktion ved etablering af anlæg til indvinding af deponigas.

6.2.8 Økonomi:

Energipriser: Der regnes kun med salg af elektricitet

Salgspris for elektricitet: 0,60 kr./kWh

Estimeret økonomi	Total investering, ca.:	Kr. 3.150.000
	Salg af elektricitet, 2006 ca.:	Kr. 400.000
	Drift og vedligehold, årligt ca.:	Kr. 245.000
	Nutidsværdi ved 10 års drift og en kalkulationsrente på 6 %, ca.:	Kr. -2.130.000

Evt. nødvendigt tilskud per tons CO₂ for at nutidsværdi NPV = 0: Kr. 120/tons CO₂

6.3 Hvalsø (Stengårdens Deponi)

6.3.1 Resume

Deponiet er besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, og undersøgelser indikerer, at der kan være basis for etablering af et deponigasanlæg, hvor gassen anvendes til energiformål i et kraftvarmeanlæg. Den producerede strøm kan da leveres til el-nettet, og spildvarmen eventuel til fjernvarmesystemet i Hvalsø.

Ud fra de beregnede prognoser vil der i 2005 være et gasindvindingspotentiale på ca. 95 m³ deponigas/h. Ved at indvinde gassen og udnytte den til energiformål, vil dette over årene frem til 2012 bidrage til en årlig CO₂ reduktion fra deponiet på 3.500 - 5.000 tons/år, hvilket giver en samlet reduktion på ca. 34.000 tons CO₂.

6.3.2 Ejerforhold for deponeringsanlægget

Ejer	Palle Hyveled Sengeløse Losseplads Kohøjvej 1 2640 Hedehusene
Deponiets adresse:	Roskildevej 17 4330 Hvalsø
Ledelse	Gammel og afsluttet del af deponi: Ole Hegelund
Drift af deponi:	Ole Hegelund Kallerup Grusgrav Baldersbuen 16A 2640 Hedehusene

6.3.3 Data for deponeringsanlægget:

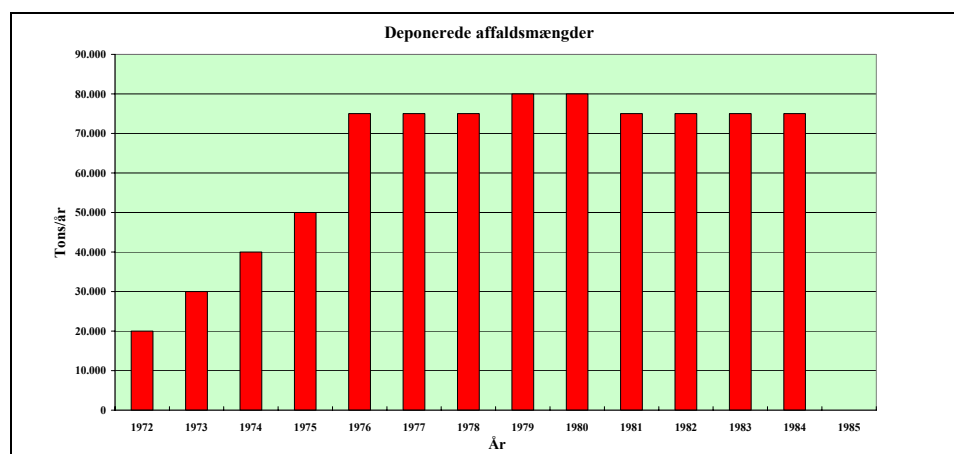
Driftsperiode:	Afsluttet del: 1972-1984
Areal:	Afsluttet del: 4,5 ha.
Dybde:	15-25 m. Ca. 18 m i gennemsnit
Affaldsmængde:	I forbindelse med rapporten "Fremme af lossepladsgas-udnyttelse i Danmark" /1/ udarbejdet i 1998, er der undersøgt en del materiale og indhentet informationer om affaldsmængden. Da der ikke er deponeret yderligere affald på deponiet siden da, er disse informationer anvendt i nærværende rapport. I forbindelse med udarbejdelse af /1/ var det ikke muligt at finde nøjagtige data for affaldsmængderne på den gamle del af deponiet, idet der ikke er

foretaget indvejning af affaldet. Men i forbindelse med en forureningssag i 1984, blev der udført en del undersøgelser af Amtet, Miljøstyrelsen og forskellige rådgivere. Ud fra disse undersøgelser og optegnelser i øvrigt, kunne Roskilde Amt give oplysninger om affaldsmængder.

Desuden har deponiets ejer et indgående kendskab til pladsen og dens opfyldning, hvorfor der også derfra blev indsamlet værdifulde oplysninger om affaldet.

På den nye og aktive del af lossepladsen er der fra dens start i 1991 deponeret ca. 200.000 tons affald med et forholdsvis lille indhold af organisk materiale. Da det kan være tvivlsomt, hvor meget gas der vil blive produceret fra affaldet i den aktive del, er der i beregninger kun indregnet data fra den gamle del.

Den totale affaldsmængde deponeret på den afsluttede del skønnes til 825.000 tons. Af figur 6.9 fremgår affaldsmængden over de enkelte år, som er anvendt i de efterfølgende beregninger.



Figur 6.9: Årlige deponerede affaldsmængder på Stengårdens losseplads ved Hvalsø

Affaldstyper:

Over årene er der deponeret følgende affaldstyper:

- Dagenovation
- Industriaffald
- Haveaffald
- Storskrald
- Træaffald
- Bygge & anlægsaffald

I forbindelse med den allerede omtalte rapport /1/, er det forsøgt at finde frem til affaldssammensætningen, hvilket dog er vanskeligt og derfor ikke kan anses for særlig præcis. Men sammensætningen fra /1/ er anvendt i de efterfølgende beregninger.

I starten hvor affaldet primært var fra 2 kommuner, er

der tilført en del dagrenovation tillige med industri- og bygningsaffald. Fra Hovedstadsområdet er der tilført forskellige affaldstyper, med en rimelig stor del organisk affald. I de sidste år før deponiets afslutning, er der også tilført en del træaffald fra Junkers Industri.

Afdækning: 1 m jord

6.3.4 Deponigas:

Forhold omkring gas: I 1984 blev der konstateret problemer med afgrøder hos en nabo som eventuelt kunne skyldes udsivende gas, hvorfor der de følgende år blev overvejet et gasudluftningssystem, der blev udført i 1988. Systemet består af et antal boringer i pladsen, der giver en passiv ventilation i de områder, hvor boringerne er placeret.

Specielle myndighedskrav: Ovennævnte gasudluftningssystem blev udført med baggrund i et myndighedskrav.

Gasmålinger: Ved besøget i forbindelse med nærværende undersøgelse blev gasmålinger udført i 8 af de boringer, der er udført for den passive ventilation af pladsen. Hvorvidt der eventuel har været flere boringer vides ikke.

Boring 1, 2 og 3 er placeret tæt på grunden til det beboelseshus, der er placeret i det nordvestlige hjørne af deponiet. Boring 4 – 8 er placeret langs deponiets østlige side, oprindelig til kontrol af gas der kunne blive presset til nabogrunden og ødelægge afgrøderne på marken. Resultaterne er anført i nedenstående tabel.

Boring 1:	
CH4%:	36
CO2%:	29
O2%:	0
N2%:	36

Boring 2:	
CH4%:	0
CO2%:	0
O2%:	15
N2%:	85

Boring 3:	
CH4%:	0
CO2%:	0
O2%:	15
N2%:	85

Boring 4:	
CH4%:	20
CO2%:	25

O ₂ %:	0
N ₂ %:	55
Boring 5:	
CH ₄ %:	4
CO ₂ %:	4
O ₂ %:	10
N ₂ %:	82
Boring 6:	
CH ₄ %:	38
CO ₂ %:	29
O ₂ %:	0
N ₂ %:	0
Boring 7:	
CH ₄ %:	3
CO ₂ %:	11
O ₂ %:	6
N ₂ %:	80
Boring 8:	
CH ₄ %:	0
CO ₂ %:	0
O ₂ %:	12
N ₂ %:	88

Det ses, at der ikke er nogen høj gaskvalitet ved den udførte måling. Kun 3 af borerne antyder en nævneværdig CH₄ procent. Deponiets overflade var meget fugtig, og nogle steder stod der næsten blank vand. Derfor er det vanskeligt at sige, om nogle af borerne blot er fyldt af vand så gassen ikke kan trænge ind i plastrørene, hvor gasmålingerne blev foretaget.

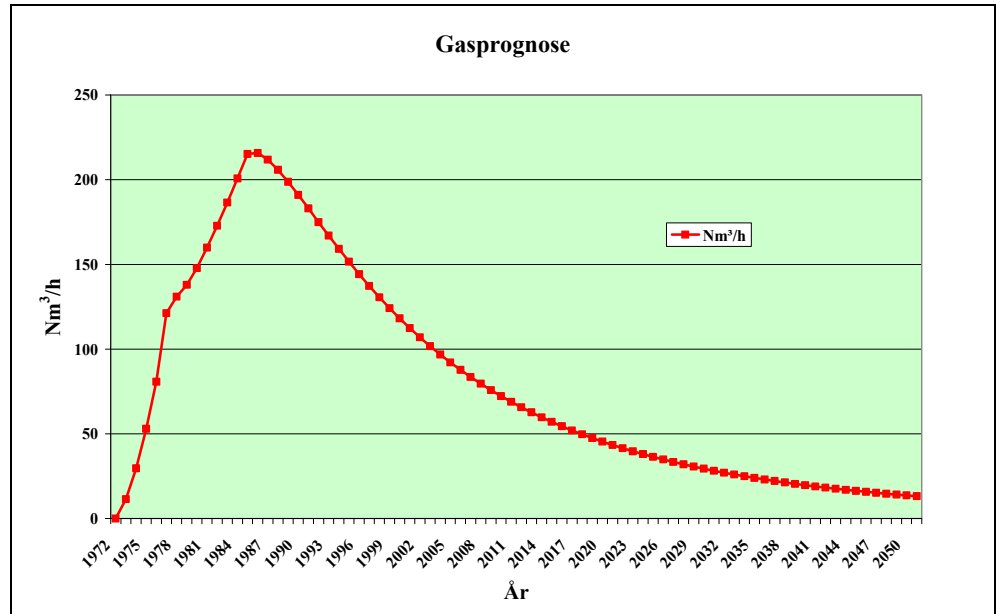
6.3.5 Gas- og energipotentialer:

Skønnet

indvindingsmulighed: Da der er usikkerhed om affaldets sammensætning, betyder det også usikkerhed om gaspotentialer. Men med de formodede ca. 825.000 tons affald der er deponeret på pladsen, er det en af de større pladser set ud fra danske forhold.

Selv om der er en del industriaffald deponeret på pladsen, er det efter de tilgængelige informationer alligevel affald med et relativt stort indhold af organisk materiale, og ydermere en del træaffald der er langsomt omsættelig, hvorfor der sandsynligvis også produceres en del gas over årene.

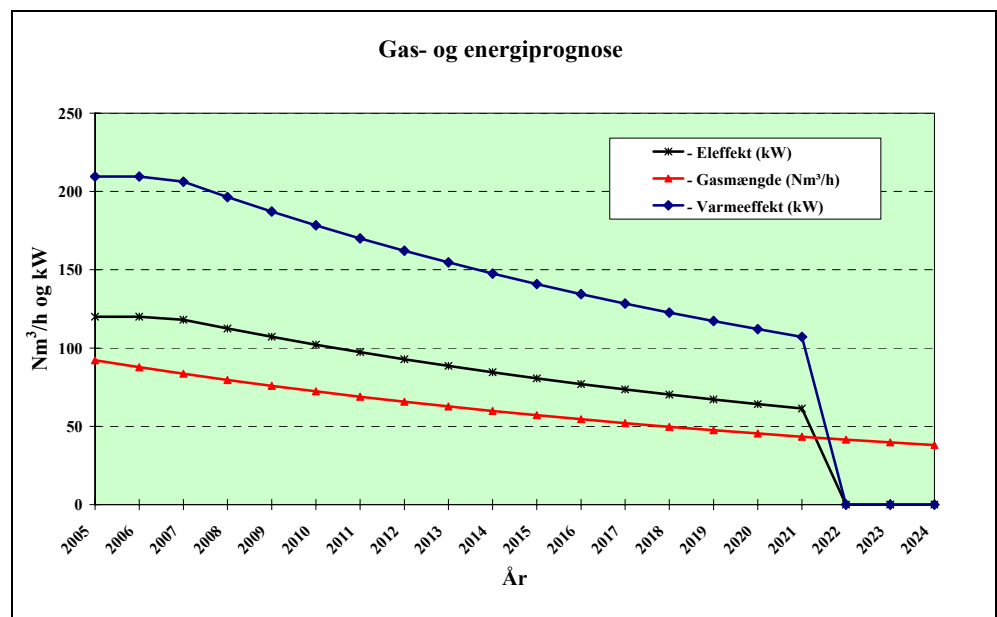
Af figur 6.10 fremgår den estimerede prognose for den gasmængde, der vil kunne forventes indvundet i pladsens gasproducerende periode.



Figur 6.10: Gasprognose for indvindingsmulighed fra Stengårdens deponi ved Hvalsø

Skønnet fremtidig energipotentiale:

Med de samme forbehold som anført for ovenstående, fremgår det af figur 6.11, hvilken gasmængde der er til rådighed de kommende ca. 20 år, og hvilken el- og varmeproduktion der kan produceres, såfremt lossepladsgassen indvindes og anvendes som brændstof i en gasmotor i forbindelse med et kraftvarmeanlæg.



Figur 6.11: Gas og energipotentiale i forbindelse med et kraftvarmeanlæg ved Stengårdens deponi ved Hvalsø.

Prøvepumpning: Med de usikkerhedsmomenter der er forbundet med

estimering af fremtidige gaspotentialer, foreslås det at gennemføre en prøvepumpning på deponiet til verifikation af de estimerede gasmængder. Prøvepumpningen bør tilrettelægges grundigt, men inden der eventuelt laves nye boringer for en pumpning, kunne en opgravning omkring f.eks. boring 5 og 6 overvejes. Herved kan de eksisterende boringers funktion og affaldet omkring disse vurderes.

Efter en eventuel prøvepumpning må beregningerne revideres og da lægges til grund for en endelig vurdering og beslutning om etablering af et eventuelt deponigasanlæg.

6.3.6 Afsætningsmuligheder for energi:

Generelt

Gassen kan anvendes på flere måder, men det mest oplagte er at etableres et gasmotor/generator anlæg, hvorfra den producerede elektricitet kan leveres og sælges til el-nettet. Spildvarmen fra anlægget kan eventuelt leveres til et varmemeforbrugende anlæg, som f.eks. et fjernvarmesystem eller en industri. Gassen kan også anvendes i et kedelanlæg, som brændsel for et gasfyr.

Forslag til energiafsætning:

Der kan eventuelt føres en gasledning fra et indvindingsanlæg på deponiet ca. 300 m til det sydøstlige hjørne af Hvalsø, og da placere et kraftvarmeanlæg i det område. Via en transformer kan den producerede elektricitet leveres til nettet, og spildvarmen fra motoren kan anvendes i fjernvarmenettet, ved tilslutning til fjernvarmeledningen i gaden.

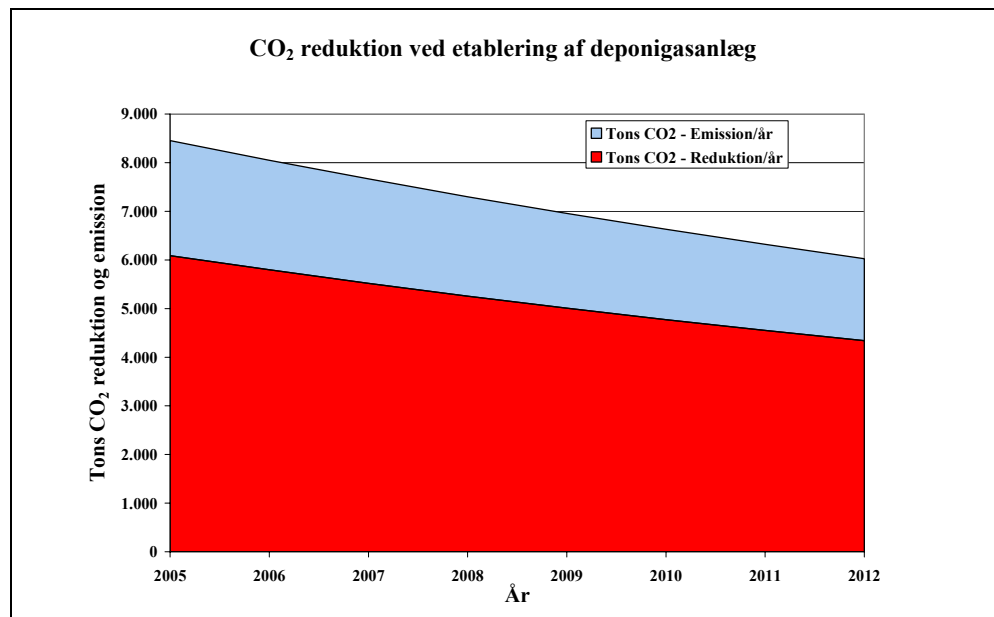
6.3.7 Estimeret CO₂ reduktion

Reduktion i

CO₂ ækvivalenter :

Når den estimerede CH₄ produktion fra deponiet omregnes til CO₂ ækvivalenter, vil dette svare til den øverste kurve vist i figur 6.12 Af produktionen regnes med en indvindingsgrad, der på grund af den store dybde i deponiet, regnes at være op mod 80 %, der da udgør den årlige CO₂ reduktion når gassen enten afbrændes i en fakkell eller anvendes til energiformål. I beregningerne for emission og CO₂ reduktion, er der ikke taget hensyn til en eventuel oxidering af CH₄ i deponiets afdækningslag.

Som det ses vil den årlige reduktion udgøre ca. 4.500 tons CO₂. Over årene fra 2005 til 2012 vil den samlede CO₂ reduktion udgøre ca. 34.000 tons CO₂.



Figur 6.12: Fremtidig estimeret CO₂emission samt CO₂ reduktion ved etablering af anlæg til indvinding af deponigas.

6.4 Lynges Eskildstrup

6.4.1 Resume

Deponiet er besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, og undersøgelser indikerer, at der kan være basis for etablering af et deponigasanlæg, hvor gassen anvendes til energiformål i et kraftvarmeanlæg. Den producerede strøm kan da leveres til el-nettet, og spildvarmen eventuelt til varmesystemet på Kongskilde Friluftsgård i Lynges Eskildstrup.

Ud fra de beregnede prognoser vil der i 2005 være et gasindvindingspotentiale på ca. 95 m³ deponigas/h. Ved at indvinde gassen og udnytte den til energiformål, vil dette over årene frem til 2012 bidrage til en årlig CO₂ reduktion fra deponiet på 3.900 - 6.300 tons/år, hvilket giver en samlet reduktion på ca. 40.000 tons CO₂.

6.4.2 Ejerforhold for deponeringsanlægget

Ejer	Bjerget Aps Østerskovvej 15 Seest 6000 Kolding
Deponiets adresse:	Skelskørvej 50 B 4180 Sorø
Ledelse	Søren Madsen
Drift af deponi:	Ejer, men deponiet er afsluttet.

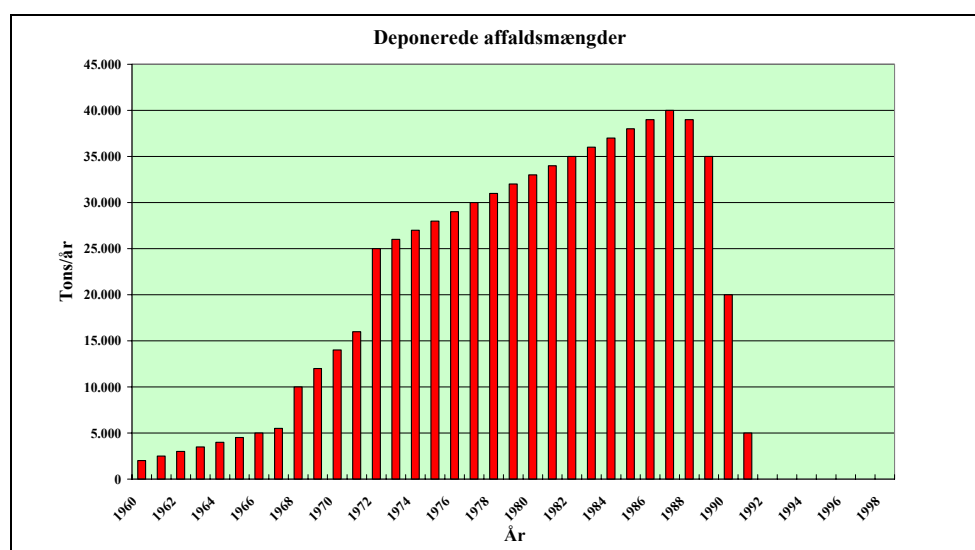
6.4.3 Data for deponeringsanlægget:

Driftsperiode:	1950-1993
Areal:	3,2 ha.
Dybde:	20 - 30 m. Ca. 25 m i gennemsnit
Affaldsmængde:	Det har ikke været muligt at finde opgørelser over de deponerede affaldsmængder. Der er dog et rimeligt stort arkivmateriale i Vestsjællands Amt, idet der har været forskellige sager mellem det offentlige og den private ejer af deponiet, hvorfor det fra noget af dette materiale har været muligt at finde forskellige informationer om deponiet og dets opbygning.

Deponering er startet allerede omkring 1950, men det har formodentlig ikke været særlig store mængder. Fra 1968 er deponiet benyttet af Lynges - Broby kommune, og fra ca. 1974 af Sorø kommune.

Deponeringen er ophørt i 1992.

Deponiets areal er opmålt og haves rimelig nøjagtig. I 1992 er der udført et nivellement der angiver topkoter for deponiet, men de oprindelige bundkoter kendes ikke hvorfor disse er skønnet ud fra det omliggende terræn. Det vurderes herefter, at den gennemsnitlige dybde er 25 m, hvilket da giver et samlet volumen for deponiet på ca. 800.000 m³ svarende til en total mængde på ca. 700.000 tons affald. Af figur 6.13 fremgår affaldsmængden over de enkelte år, som er anvendt i de efterfølgende beregninger.



Figur 6.13: Årlige deponerede affaldsmængder på Lynge Eskilstrup deponi.

Affaldstyper:

Som allerede nævnt under affaldsmængder, findes der ikke specifikke data for disse. Ligeledes findes der ikke data for affaldets sammensætning, men fra de samme kilder som nævnt under affaldsmængder, er sammensætningen skønnet, idet der i disse er omtalt affaldstyper der må deponeres og andre der ikke må deponeres.

Over årene skønnes der således at være deponeret følgende affaldstyper:

- Dagrenovation (25 %)
- Industri- og erhvervsaffald (35 %)
- Bygge & anlægsaffald (17 %)
- Storskrald (10 %)
- Slam (3 %)
- Andet (10 %)

Denne sammensætning er anvendt i de følgende beregninger.

Afdækning:

1 m jord på top og skrænter.
På deponiets top er der senere fyldt 5 – 10 m jord på

bl.a. fra udgravninger i forbindelse med storebæltsbroen.

6.4.4 Deponigas:

Forhold omkring gas: Omkring 1991/92 er der udført gasdræn (passive udluftninger) på den sydlige side af deponiet. Efter afslutning og afdækning af deponiet blev der i 1994 udført 9 kontrolmålepunkter sydøst for pladsen omkring et skur og det nærmeste hus, der er beliggende ved vejen der fører ind på deponiet. Her blev der udført gasmålinger med henblik på at undersøge eksplosionsrisikoen fra udsivende gas fra deponiet. Der blev herefter i 1994/95 også udført gasdræn på deponiets østlige side.

Specielle myndighedskrav: Ovennævnte målinger og gasudluftningssystem blev udført med baggrund i et myndighedskrav fra amtet.

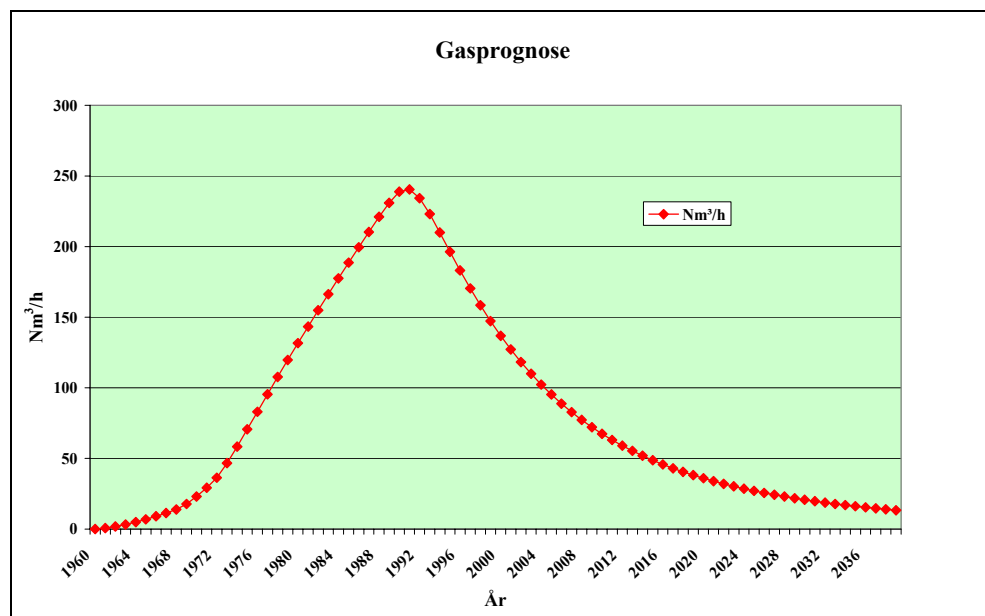
Gasmålinger: Ved de nævnte gasmålinger udført uden for deponiet i 1994/95 blev der i en af borerne fundet 6 % CH₄, hvorimod der ikke blev fundet noget i de øvrige.

Ved besøget i forbindelse med nærværende undersøgelse blev gasmålinger udført i 1 af de udluftningsrør der er udført ved deponiets sydlige side, men her kunne ikke konstateres analyseres deponigas i form af CH₄ eller CO₂. Der kunne ikke umiddelbart findes flere udluftningsrør.

6.4.5 Gas- og energipotentialer:

Skønnet indvindingsmulighed: Da der er usikkerhed om både affaldsmængde og i høj grad sammensætning, betyder det også usikkerhed om gaspotentialer. Men med de formodede ca. 700.000 tons affald, hvoraf en del er dagrenovation og industriaffald er det givet, at der vil blive produceret betydelige mængder deponigas fra pladsen.

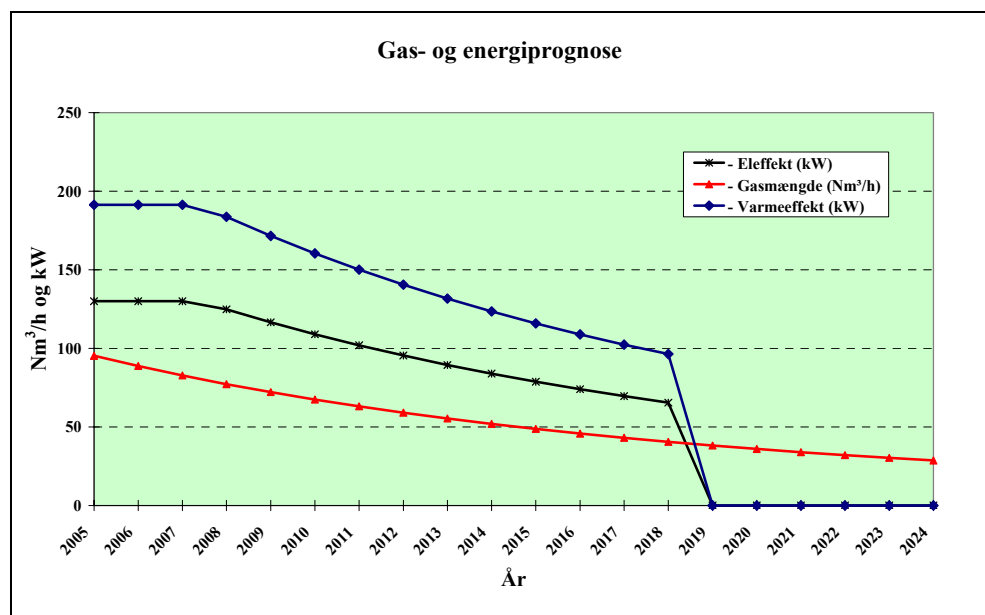
Af figur 6.14 fremgår den estimerede prognose for den gasmængde, der vil kunne forventes indvundet i pladsens gasproducerende periode.



Figur 6.14: Gasprognose for indvindingsmulighed fra Lyngø Eskilstrup deponi.

Skønnet fremtidig energipotentiale:

Med de samme forbehold som anført for ovenstående, fremgår det af figur 6.15, hvilken gasmængde der er til rådighed de kommende ca. 20 år, og hvilken el- og varmeproduktion der kan produceres, såfremt lossepladsgassen indvindes og anvendes som brændstof i en gasmotor i forbindelse med et kraftvarmeanlæg.



Figur 6.15: Gas og energipotentiale i forbindelse med et kraftvarmeanlæg ved Lyngø Eskilstrup deponi.

Prøvepumpning:

Med de usikkerhedsmomenter der er forbundet med estimering af fremtidige gaspotentialer, foreslås det at

gennemføre en grundig tilrettelagt prøvepumpning på deponiet til verifikation af de estimerede gasmængder.

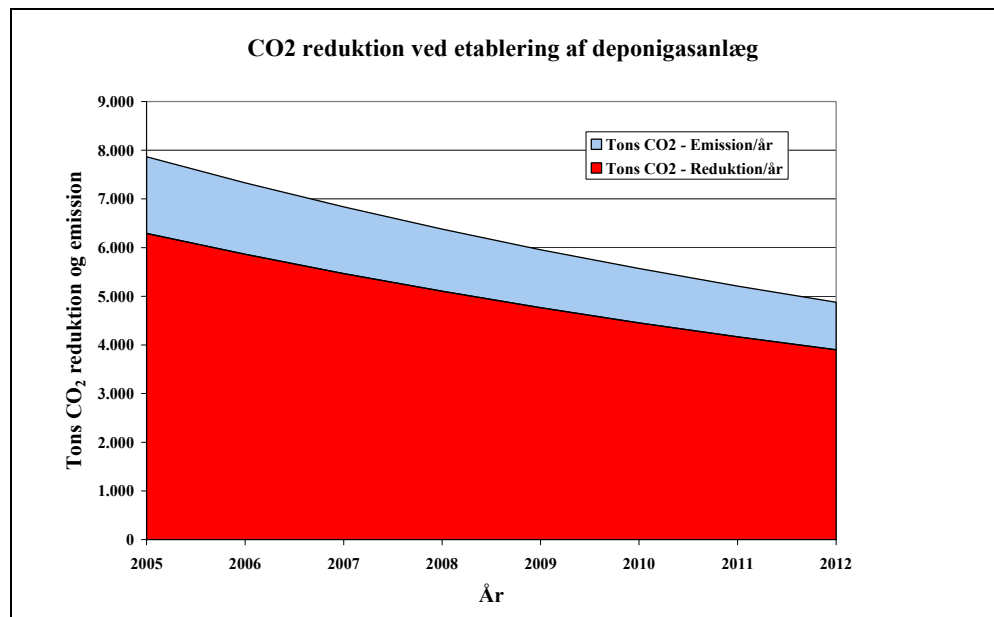
Efter en eventuel prøvepumpning må beregningerne revideres og da lægges til grund for en endelig vurdering og beslutning om etablering af et eventuelt deponigasanlæg.

6.4.6 Afsætningsmuligheder for energi:

Generelt	Gassen kan anvendes på flere måder, men det mest oplagte er at etableres et gasmotor/generator anlæg, hvorfra den producerede elektricitet kan leveres og sælges til el-nettet. Spildvarmen fra anlægget kan eventuelt leveres til et varmemeforbrugende anlæg, som f.eks. et fjernvarmesystem eller en industri. Gassen kan også anvendes i et kedelanlæg, som brændsel for et gasfyr.
Forslag til energiafsætning:	Der kan eventuelt føres en gasledning fra et indvindingsanlæg på deponiet ca. 200 m til Kongskilde Friluftsgård, hvor et kraftvarmeanlæg kan placeres. Via en transformer kan den producerede elektricitet leveres til nettet, og en del af spildvarmen fra motoren kan da anvendes i varmeanlægget for Kongskilde Friluftsgård, hvor man i øjeblikket har årlige varmeudgifter for ca. 100.000 kr. En nærmere undersøgelse af varmemeforbruget over året såvel som andre muligheder bør dog udføres.

6.4.7 Estimeret CO₂ reduktion

Reduktion i CO ₂ ækvivalenter :	Når den estimerede CH ₄ produktion fra deponiet omregnes til CO ₂ ækvivalenter, vil dette svare til den øverste kurve vist i figur 6.16 Af produktionen regnes med en indvindingsgrad, der på grund af den store dybde i deponiet, regnes at være op mod 80 %, der da udgør den årlige CO ₂ reduktion når gassen enten afbrændes i en fakkell eller anvendes til energiformål. I beregningerne for emission og CO ₂ reduktion, er der ikke taget hensyn til en eventuel oxidering af CH ₄ i deponiets afdækningslag.
	Som det ses vil den årlige reduktion udgøre ca. 5.500 tons CO ₂ . Over årene fra 2005 til 2012 vil den samlede CO ₂ reduktion udgøre ca. 40.000 tons CO ₂ .



Figur 6.16: Fremtidig estimeret CO₂emission samt CO₂ reduktion ved etablering af anlæg til indvinding af deponigas.

6.5 Skibstrup

6.5.1 Resume

Deponiet er besøgt i forbindelse med udarbejdelse af nærværende rapport, og undersøgelser indikerer, at der kan være basis for etablering af et deponigasanlæg, hvor gassen anvendes til energiformål i et kraftvarmeanlæg der for eksempel kan etableres ved fjernvarmesystemet for Helsingør og Horserød. Den producerede strøm kan da leveres til el-nettet, og spildvarmen til fjernvarmesystemet, idet der tilsluttes fjernvarmeledningen mellem Helsingør og Horserød.

Ud fra de beregnede prognoser vil der i 2005 være et gasindvindingspotentiale på ca. 110 m³ deponigas/h. Ved at indvinde gassen og udnytte den til energiformål, vil dette over årene frem til 2012 bidrage til en årlig CO₂ reduktion fra deponiet på 4.500 - 7.300 tons/år, hvilket giver en samlet reduktion på ca. 46.000 tons CO₂.

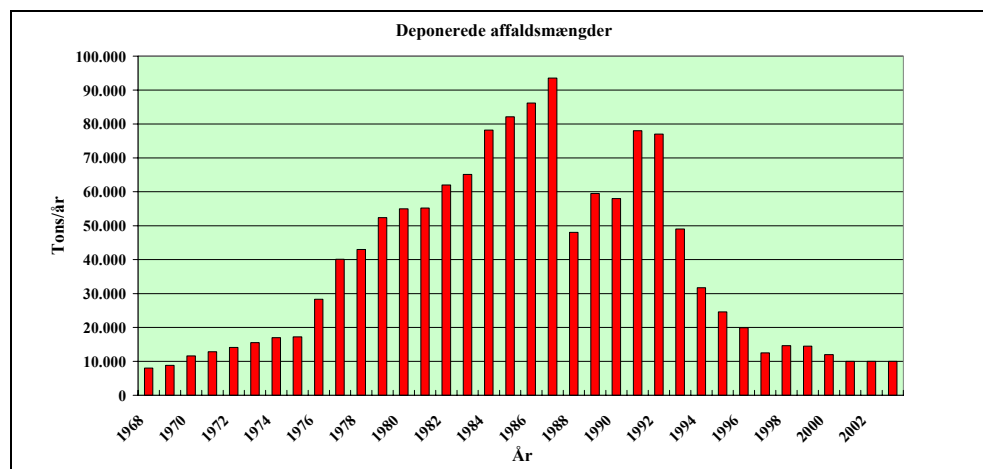
6.5.2 Ejerforhold for deponeringsanlægget

Ejer	Helsingør Kommune Mørdrupvej 15 3060 Espergærde
Deponiets adresse:	Skibstrup Affaldscenter Gørlundevej 4 3140 Ålsgårde
Ledelse	Peter Kjær Madsen
Drift af deponi:	Ejer

6.5.3 Data for deponeringsanlægget:

Driftsperiode:	Oprindelig fra 1966 til 2005, men forlænges til juli 2009.
Areal:	13,4 ha.
Dybde:	8-17 m. Gennemsnit: 11,5 m
Affaldsmængde:	I forbindelse med rapporten "Fremme af lossepladsgas-udnyttelse i Danmark" /1/, udarbejdet i 1998, samt "Redegørelse for udvikling af lossepladsgas på Skibstrup Affaldscenter" /2/, udarbejdet i 2000 er affaldsmængden vurderet. I /2/ er der undersøgt en del materiale og indhentet informationer fra tidligere medarbejdere, og affaldsmængden vurderes indtil år 2000 at udgøre i alt ca. 1.335.000 tons affald.

Af figur 6.17 fremgår affaldsmængden over de enkelte år, der er anvendt i de efterfølgende beregninger.



Figur 6.17: Årlige deponerede affaldsmængder på Skibstrup deponi

Affaldstyper:

Over årene er der deponeret følgende affaldstyper:

- Dagenovation
- Industriaffald
- Kontor & erhvervsaffald
- Haveaffald
- Storskrald
- Slam & ristestof
- Bygge & anlægsaffald
- Slagger

I forbindelse med de allerede omtalte rapporter /1/ og /2/, er det forsøgt at finde frem til affaldssammensætningen, hvilket dog er meget vanskeligt og derfor ikke kan anses for særlig præcis. Men sammensætningen fra /2/ er anvendt i de efterfølgende beregninger.

Afdækning:

6.5.4 Deponigas:

Forhold omkring gas: Der findes hverken passive eller aktive anlæg til ventilering, indvinding eller udnyttelse af deponigas.

Specielle myndighedskrav:

I forbindelse med miljøgodkendelsen af affaldscenteret på Skibstrup losseplads i 2000 forlangte amtet en redegørelse vedrørende udvikling og spredning af deponigas fra affaldscentret inklusiv en vurdering, af om gassen skal/kan opsamles og eventuel udnyttes til energiformål. Efter undersøgelsen i 2000 /2/ er der ikke gjort yderligere krav gældende fra amtet.

Gasmålinger:

I forbindelse med etablering af et mellemdeponi for midlertidig oplagring af dagrenovation, blev der i 1998 udført 13 monitoringsboringer bl.a. for prøveudtagning af gas i deponiets nordøstlige del. I en dybde af 1,5 m blev der fra 7 af disse målt CH_4 koncentrationer på ca. 68 %, hvorimod der fra de øvrige ikke kunne registreres CH_4 .

Ved besøget i forbindelse med nærværende undersøgelse blev gasmålinger udført i samme område. Resultaterne er anført i nedenstående tabel, idet boringsnumrene henviser til tegning nr. 2, "Situationsplan med placering ad boringer m.m.", der er en tegning som affaldscentret anvender til deres kontrolmålinger.

Boring P8:

CH4%:	0
CO2%:	0
O2%:	15
N2%:	85

Boring P9:

CH4%:	65
CO2%:	35
O2%:	0
N2%:	0

Boring FB3:

CH4%:	58
CO2%:	34
O2%:	0
N2%:	8

Boring KB15:

CH4%:	55
CO2%:	38
O2%:	0
N2%:	7

Boring KB16:

CH4%:	62
CO2%:	32
O2%:	0
N2%:	6

Boring KB17:

CH4%:	31
CO2%:	29
O2%:	0
N2%:	40

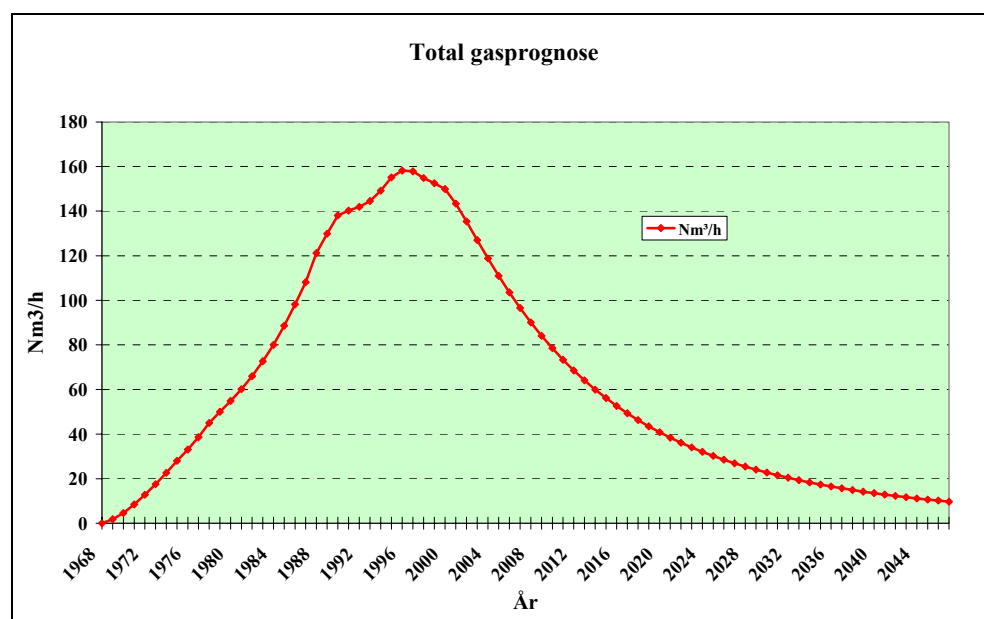
Med undtagelse af P8 ses der at være en god

gaskvalitet med et relativt højt CH_4 indhold, hvilket indikerer at omsætningsprocessen i disse områder er i den anaerobe fase. I P8 ses gas analysen at indikere ren atmosfærisk luft, men da det oplyses, at der er slam i boringen, er det sandsynligvis årsagen til at den producerede deponigas ikke kommer ind i borerøret.

6.5.5 Gas- og energipotentiale:

Skønnet indvindingsmulighed: Da der er relativ stor usikkerhed om affaldsmængde og affaldssammensætning, betyder det også usikkerhed omkring gaspotentialet. Men med de forventede ca. 1,3 mio. tons affald der er deponeret på Skibstrup losseplads, er det en af landets største lossepladser, og selv om der ikke er tilført betydelige mængder dagrenovation efter ca. 1975, viser erfaringen dog, at der er et ikke helt ubetydeligt gaspotential i mange andre affaldstyper, så som industri- og erhvervsaffald, haveaffald, storskrald og diverse slamprodukter, som alle er tilført Skibstrup losseplads.

Af figur 6.18 fremgår den estimerede prognose for den gasmængde der skønnes at kunne indvindes over årene.



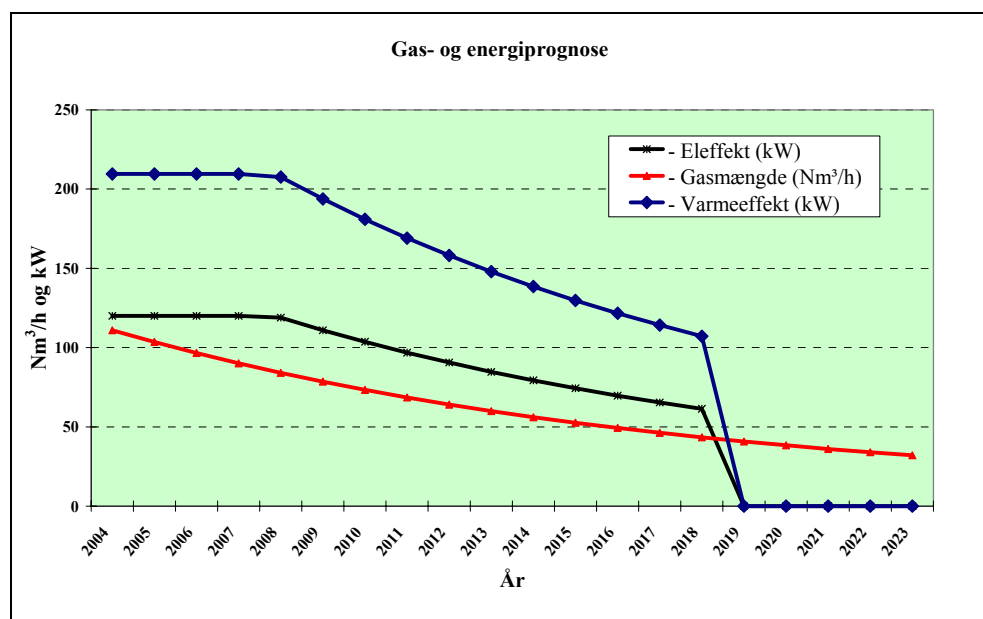
Figur 6.18: Gasprognose for indvindingsmulighed fra Skibstrup deponi

Skønnet fremtidig energipotentiale:

Med de samme forbehold som anført for ovenstående, fremgår det af figur 6.19, hvilken gasmængde der er til rådighed de kommende ca. 20 år, og hvilken el- og varmeproduktion der kan produceres, såfremt deponigassen indvindes og anvendes som brændstof i en gasmotor i forbindelse

med et kraftvarmeanlæg.

Når det af figuren fremgår at energiproduktionen ophører i år 2019, betyder det at et 120 kW motor/generatoranlæg ikke kan køre med en produktion der er så lav. Imidlertid kan det vælges at udskifte motoren til en med en mindre ydelse, hvorved gassen da kan anvendes i yderligere et antal år.



Figur 6.19: Gas og energipotentiale i forbindelse med et kraftvarmeanlæg ved Skibstrup deponi.

Prøvepumpning:

Med de usikkerhedsmomenter der er forbundet med estimering af fremtidige gaspotentialer, foreslås det at gennemføre en prøvepumpning på deponiet til verifikation af de estimerede gasmængder.

I de estimerede gasmængder er indvinding fra hele affaldsmængden indregnet. Det vil sandsynligvis primært være området benævnt "Enhed I" der vil være interessant, idet "Enhed III", hvor bygninger, genbrugsstation, m.v. er beliggende, ikke er så dyb og indeholder det ældste affald fra 1968 – 1973. En prøvepumpning der koncentrerer om bestemmelse af gasmængder i den nordvestlige halvdel af pladsen, vil derfor være vigtigst.

Hvis området for Enhed I ikke medregnes i gasindvindingen, vil denne selvfølgelig blive lidt mindre, men det er dog ikke af væsentlig betydning, da affaldsmængden ikke er så stor for området og desuden er deponeringen sket så langt tilbage, at det ikke bidrager væsentligt til gasproduktionen længere.

Efter en eventuel prøvepumpning må beregningerne

revideres og da lægges til grund for en endelig vurdering og beslutning om etablering af et eventuelt deponigasanlæg.

6.5.6 Afsætningsmuligheder for energi:

Generelt

Der findes fjernvarmeanlæg i Helsingør og Hornbæk, hvorfor det kan være en mulighed at afsætte varmen hertil, men afstanden vil uden tvivl udgøre et problem for projektets rentabilitet.

Endelig kan der etableres et kraftvarmeanlæg på lossepladsen, som kun leverer elektricitet, der kan sælges via el-nettet, og en lille del af spildvarmen kan eventuel anvendes i deponiets bygninger.

Forslag til energiafsætning:

Fra det eksisterende kraftvarmeanlæg i Helsingør er der ført en fjernvarmeledning til Hornbæk. Denne ledning ligger ca. 1,5 km fra lossepladsen, hvorfor det kunne være en mulighed at afsætte varmen hertil.

Gassen kan da føres i en ca. 1,5 km lang transmissionsledning til et nyt satellitværk med et kraftvarmeværk placeret i en container omkring Horserød, hvor spildvarmen fra motoren i så fald kan afsættes til fjernvarmeledningen.

Da beregningerne viser en varmeproduktion på ca. 100 - 200 kW over årene, vil denne løsning sandsynligvis være at foretrække både set ud fra et energimæssigt, såvel som et økonomisk synspunkt.

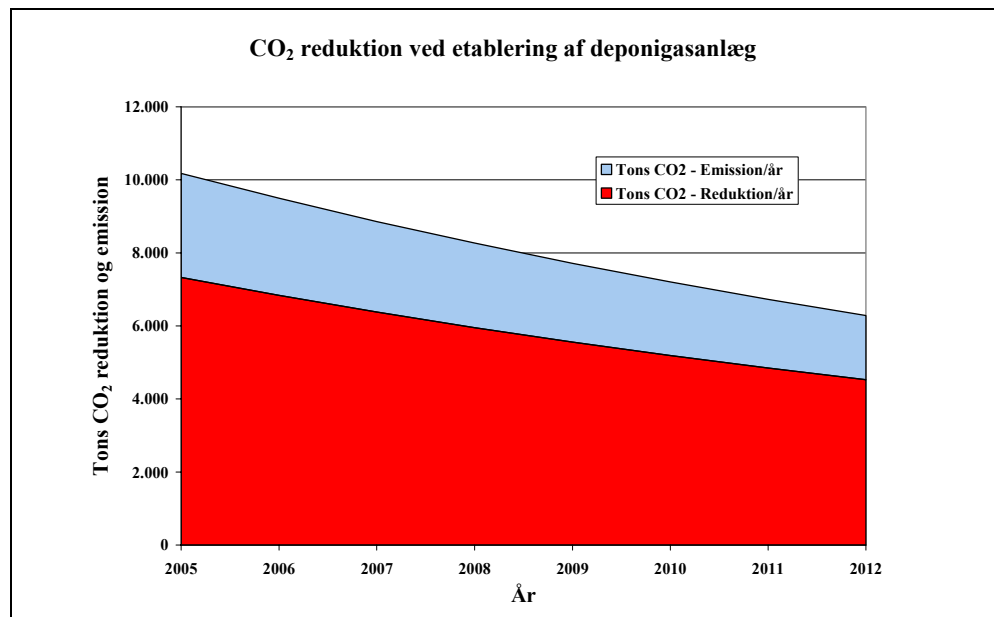
6.5.7 Estimeret CO₂ reduktion

Reduktion i

CO₂ ækvivalenter :

Når den estimerede CH₄ produktion fra deponiet omregnes til CO₂ ækvivalenter, vil dette svare til den øverste kurve vist i figur 6.20. Af produktionen regnes med en indvindingsgrad på ca. 70 %, der da udgør den årlige CO₂ reduktion når gassen enten afbrændes i en fakkell eller anvendes til energiformål. I beregningerne for emission og CO₂ reduktion, er der ikke taget hensyn til en eventuel oxidering af CH₄ i deponiets afdækningslag.

Som det ses vil den årlige reduktion udgøre ca. 7.000 tons CO₂. Over årene fra 2005 til 2012 vil den samlede CO₂ reduktion udgøre ca. 46.000 tons CO₂.



Figur 6.20: Fremtidig estimeret CO₂emission samt CO₂ reduktion ved etablering af anlæg til indvinding af deponigas.

Bilag 1

Bilag 1 indeholder følgende:

- Bilag 1.1. Driftsstatus for deponigasanlæg år 2002
- Bilag 1.2. Driftsstatus for deponigasanlæg år 2003
- Bilag 1.3. Driftsstatus for deponigasanlæg år 2004

Bilag 1.1. Driftsstatus for deponigasanlæg 2002

DEPONIGASANLÆG				DRIFTSSTATUS									Året 2002	
Anlæg	Affaldsmængde m. gasindvinding tons	Etablering år	Dag- renovation ca. %	Gas- indvinding m ³	Gas- indvinding m ³ /h	Metan %	Gas/ton (ved 50% CH ₄) m ³ /tons/år	El-effekt kW	Varme effekt kW	Driftstimer h	El- produktion kWh	Varme produktion kWh	El/metan (ren metan) kWh/m ³	Varme/metan (ren metan) kWh/m ³
Viborg, Viborg	1.100.000	1985	30	1.457.209	194	44	1,17	388	480	7.502	2.372.336	3.921.000	3,70	6,12
Grindsted	1.000.000	1985	30	646.801	87	58	0,75	0	0	7.420	0	1.323.096	0,00	3,55
Måde, Esbjerg	1.000.000	1987	0	2.089.983	244	51	2,15	0	0	8.574	3.755.003	5.364.290	3,50	5,00
Østdeponi, FASTERHOLDT	1.500.000	1989	30	2.101.919	300	47	1,30	0	0	7.015	3.457.657	4.939.510	3,54	5,05
Sandholt-Lyndelse, Fåborg	1.700.000	1992	25	1.765.973	216	50	1,05	477	750	8.174	2.335.898	0	2,63	0,00
Højer	300.000	1992	30	704.303	92	45	2,11	165	0	7.662	1.075.080	0	3,40	0,00
Edslev, Århus	1.400.000	1993	5	812.382	390	43	0,50	557	865	2.085	1.190.200	1.756.000	3,41	5,04
Randers	1.700.000	1994	20	1.099.172	238	50	0,64	0	0	4.610	1.439.535	3.204.126	2,63	5,85
ESØ, Tarm	1.000.000	1994	18	1.226.899	159	41	1,00	175	325	7.718	1.232.597	95.310	2,47	0,19
Dybdal, Vojens	350.000	1995	5	457.417	74	49	1,29	170	280	6.164	750.457	330.000	3,32	1,46
Aunsøgård, Svebølle	1.100.000	1996	25	845.023	179	41	0,63	551	725	4.723	1.123.200	1.987.000	3,24	5,74
Stige Ø, Odense	4.000.000	1996	25	7.450.090	847	45	1,66	2944	3780	8.795	13.571.800	17.155.000	4,08	5,16
Tandskov, Silkeborg	995.000	1997	30	1.913.304	231	48	1,84	515	0	8.279	3.270.967	0	3,57	0,00
Vindblæs, Løgstør	400.000	1998	15	563.964	68	46	1,30	495	659	8.300	939.000	1.269.000	3,62	4,89
Forlev, Slagelse	1.000.000	1998	35	912.212	173	44	0,80	312	0	5.271	1.558.030	0	3,87	0,00
Kåstrup, Skive	650.000	1998	5	461.080	69	44	0,62	240	0	6.709	725.851	0	3,60	0,00
Glatved, Grenå	1.100.000	1998	20	993.449	134	38	0,69	551	725	7.398	1.570.860	2.514.000	4,13	6,62
Fårup, Bjerringbro	130.000	1999	20	115.491	19	28	0,50	15	0	6.047	104.580	0	3,19	0,00
Sdr. Hostrup, Åbenrå	700.000	2001	<10	559.003	113	39	0,62	112	0	4.926	495.593	0	2,28	0,00
Novoren, Gislinge	257.000	2001	20	220.908	53	46	0,79	0	0	4.200	365.824	0	3,60	0,00
Ubberup, Kalundborg	385.000	2001	25	349.901	73	36	0,66	110	0	4.826	500.361	0	3,94	0,00
Bobøl, Holsted	635.000	2001	30	186.037	24	39	0,23	30	50	7.768	216.110	0	2,95	0,00
Hedeland, Roskilde	1.000.000	2002	30	454.233	114	14	0,13	100	0	3.970	302.835	0	4,65	0,00
Skodsbøl, Sønderborg	540.000	2002	10	10.821	43	3	0,00	60	0	250	13.000	0	38,96	0,00
Feltengård, Hadsten	500.000	2002	3	0	-	0	0,00	0	0	0	0	0	-	-
Pillemark, Samsø	150.000	2002	30	0	-	0	0,00	0	0	0	0	0	-	-
I alt år 2002	24.592.000			27.397.575	4.134			7967	8639		42.366.773	43.858.331		

Bilag 1.2. Driftsstatus for deponigasanlæg 2003

DEPONIGASANLÆG				DRIFTSSTATUS									Året 2003	
Anlæg	Affaldsmængde m. gasindvinding tons	Etablering år	Dag- renovation ca. %	Gas- indvinding m ³	Gas- indvinding m ³ /h	Metan %	Gas/ton (ved 50% CH ₄) m ³ /tons/år	El-effekt kW	Varme effekt kW	Driftstimer h	El- produktion kWh	Varme produktion kWh	El/m ³ metan (ren metan) kWh/m ³	Varme/metan (ren metan) kWh/m ³
Viborg, Viborg	1.100.000	1985	30	1.712.741	202	44	1,37	388	480	8.496	2.788.342	4.037.000	3,70	5,36
Grindsted	1.000.000	1985	30	723.783	88	40	0,58	0	0	8.246	0	2.356.000	0,00	8,14
Måde, Esbjerg	1.000.000	1987	0	1.554.193	182	51	1,60	0	0	8.518	2.793.500	3.990.714	3,50	5,00
Østdeponi, FASTERHOLDT	1.500.000	1989	30	2.442.309	286	49	1,59	0	0	8.540	4.188.560	5.983.657	3,52	5,03
Sandholt-Lyndelse, Fåborg	1.700.000	1992	25	1.737.542	208	50	1,02	477	750	8.345	2.188.780	0	2,53	0,00
Højer	300.000	1992	30	611.476	75	46	1,88	165	0	8.177	830.630	0	2,95	0,00
Edslev, Århus	1.400.000	1993	5	648.344	345	45	0,42	557	865	1.880	1.050.270	1.607.000	3,60	5,51
Randers	1.700.000	1994	20	1.114.338	233	53	0,69	0	0	4.790	1.544.073	3.436.807	2,63	5,85
ESØ, Tarm	1.000.000	1994	18	1.297.440	160	37	0,97	175	325	8.109	1.296.185	155.687	2,68	0,32
Dybdal, Vojens	350.000	1995	5	267.460	44	43	0,66	170	280	6.079	558.799	360.000	4,81	3,10
Aunsøgård, Svebølle	1.100.000	1996	25	782.576	177	45	0,64	551	725	4.429	1.010.600	1.793.000	2,87	5,09
Stige Ø, Odense	4.000.000	1996	25	6.505.000	740	45	1,46	2944	3780	8.787	11.659.700	13.818.000	3,98	4,72
Tandskov, Silkeborg	995.000	1997	30	1.918.567	222	46	1,77	515	0	8.640	3.177.147	0	3,60	0,00
Vindblæs, Løgstør	400.000	1998	15	439.039	53	46	1,01	495	659	8.300	731.000	988.000	3,62	4,89
Forlev, Slagelse	1.000.000	1998	35	1.169.910	184	45	1,05	312	0	6.343	1.692.263	0	3,23	0,00
Kåstrup, Skive	650.000	1998	5	339.147	50	43	0,45	240	0	6.720	525.000	0	3,60	0,00
Glatved, Grenå	1.100.000	1998	20	870.853	196	45	0,71	551	725	4.439	1.585.173	1.929.990	4,05	4,92
Fårup, Bjerringbro	130.000	1999	20	79.160	19	18	0,21	15	0	4.098	45.121	0	3,26	0,00
Sdr. Hostrup, Åbenrå	700.000	2001	<10	559.003	113	39	0,62	112	0	4.926	520.828	0	2,40	0,00
Novoren, Gisløge	257.000	2001	20	48.004	11	46	0,17	0	0	4.200	79.495	0	3,60	0,00
Ubberup, Kalundborg	385.000	2001	25	229.512	68	36	0,43	110	0	3.387	305.710	0	3,70	0,00
Bobøl, Holsted	635.000	2001	30	0	0	0	0,00	30	50	0	0	0	-	-
Hedeland, Roskilde	1.000.000	2002	30	535.709	127	15	0,16	100	0	4.218	299.279	0	3,81	0,00
Skodsbøl, Sønderborg	540.000	2002	10	307.811	51	22	0,25	60	0	6.024	255.514	0	3,79	0,00
Feltengård, Hadsten	500.000	2002	3	11.716	24	45	0,02	0	0	495	13.824	0	2,62	0,00
Pillemark, Samsø	150.000	2002	30	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	-	-
I alt år 2003	24.592.000			25.905.634	3.859			7967	8639		39.139.793	40.455.855		

Bilag 1.3. Driftsstatus for deponigasanlæg 2004

DEPONIGASANLÆG				DRIFTSSTATUS									Året 2004	
Anlæg	Affaldsmængde m. gasindvinding tons	Etablering år	Dag- renovation ca. %	Gas- indvinding m ³	Gas- indvinding m ³ /h	Metan %	Gas/ton (ved 50% CH ₄) m ³ /tons/år	El-effekt kW	Varme effekt kW	Driftstimer h	El- produktion kWh	Varme produktion kWh	El/m ³ metan (ren metan) kWh/m ³	Varme/metan (ren metan) kWh/m ³
Viborg, Viborg	1.100.000	1985	30	1.603.636	186	44	1,28	388	480	8.600	2.610.720	4.373.000	3,70	6,20
Grindsted	1.000.000	1985	30	808.477	103	42	0,69	0	0	7.820	0	2.141.000	0,00	6,24
Måde, Esbjerg	1.000.000	1987	0	1.613.624	188	52	1,69	0	0	8.595	2.955.621	4.222.316	3,50	5,00
Østdeponi, FASTERHOLDT	1.500.000	1989	30	2.000.101	246	48	1,28	0	0	8.140	3.360.170	4.800.242	3,50	5,00
Sandholt-Lyndelse, Fåborg	1.700.000	1992	25	1.563.816	223	51	0,94	477	750	7.018	1.787.730	0	2,25	0,00
Højer	300.000	1992	30	659.590	84	46	2,01	165	0	7.879	793.090	0	2,63	0,00
Edslev, Århus	1.400.000	1993	5	505.127	279	45	0,32	557	865	1.809	818.310	1.260.000	3,60	5,54
Randers	1.700.000	1994	20	949.625	238	53	0,59	0	0	3.986	1.303.449	2.901.226	2,61	5,81
ESØ, Tarm	1.000.000	1994	18	1.308.190	160	40	1,05	175	325	8.197	1.212.376	39.130	2,32	0,07
Dybdal, Vojens	350.000	1995	5	332.194	52	39	0,74	180	280	6.407	413.292	360.000	3,19	2,78
Aunsøgård, Svebølle	1.100.000	1996	25	751.409	159	41	0,56	551	725	4.728	960.000	1.790.000	3,12	5,81
Stige Ø, Odense	4.000.000	1996	25	5.993.000	690	45	1,35	2944	3780	8.690	10.873.000	13.939.000	4,03	5,17
Tandskov, Silkeborg	995.000	1997	30	1.671.706	205	46	1,53	515	0	8.142	2.741.075	0	3,59	0,00
Vindblæs, Løgstør	400.000	1998	15	300.300	36	46	0,69	495	659	8.300	500.000	676.000	3,62	4,89
Forlev, Slagelse	1.000.000	1998	35	897.140	133	44	0,78	312	0	6.766	1.649.063	0	4,22	0,00
Kåstrup, Skive	800.000	1998	5	320.835	48	42	0,34	240	0	6.650	485.103	35.000	3,60	0,26
Glatved, Grenå	1.100.000	1998	20	713.121	187	45	0,58	551	725	3.821	1.422.670	1.654.920	4,43	5,16
Fårup, Bjerringbro	130.000	1999	20	29.766	14	13	0,06	15	0	2.106	20.844	0	5,60	0,00
Sdr. Hostrup, Åbenrå	700.000	2001	<10	547.805	106	39	0,62	112	0	5.189	523.217	0	2,42	0,00
Novoren, Gisløge	400.000	2001	20	107.912	27	46	0,25	0	0	3.996	178.702	0	3,60	0,00
Ubberup, Kalundborg	385.000	2001	25	267.490	77	34	0,47	110	0	3.481	336.503	0	3,70	0,00
Bobøl, Holsted	635.000	2001	30	85.000	56	51	0,14	30	50	1.510	94.000	0	2,17	0,00
Hedeland, Roskilde	1.000.000	2002	30	470.802	130	15	0,14	100	0	3.626	263.018	0	3,72	0,00
Skodsbøl, Sønderborg	540.000	2002	10	505.160	62	20	0,37	60	0	8.169	332.998	0	3,32	0,00
Feltengård, Hadsten	500.000	2002	3	265.822	31	43	0,46	0	0	8.459	219.797	0	1,92	0,00
Pillemark, Samsø	150.000	2002	30	0	-	0	0,00	0	0	0	0	0	-	-
I alt år 2004	24.885.000			24.271.649	3.719			7977	8639		35.854.748	38.191.835		

Bilag 2

Bilag 2 indeholder følgende:

Bilag 2.1. Metan (CH_4) indvinding fra eksisterende deponier

Bilag 2.2. CO_2 reduktion ved indvinding fra eksisterende deponier

Bilag 2.1. Metan (CH₄) indvinding fra eksisterende deponier

Indvinding af metan (CH ₄) fra eksisterende deponier i år hvor målinger er udført ^{*)}																		
Anlæg	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	I alt
	m ³ CH ₄ /år	m ³ CH ₄ /år	m ³ CH ₄ /år	m ³ CH ₄ /år	m ³ CH ₄ /år	m ³ CH ₄ /år	m ³ CH ₄ /år	m ³ CH ₄ /år	m ³ CH ₄ /år	m ³ CH ₄ /år	m ³ CH ₄ /år	m ³ CH ₄ /år	m ³ CH ₄ /år	m ³ CH ₄ /år	m ³ CH ₄ /år	m ³ CH ₄ /år	m ³ CH ₄ /år	m ³ CH ₄
Aunsøgård, Svebølle									204.848	435.152	425.758	399.091	388.182	365.758	346.459	320.856	308.078	3.194.181
Bobøl, Holsted														7.510	72.554	0	43.350	123.414
Dybdal, Vojens														211.429	233.651	152.616	107.962	705.657
Edslev, Århus					361.908	405.000	675.000	603.000	657.000	669.600	658.592	571.633	450.569	361.908	291.755	227.307	5.933.271	
ESØ, Tarm									981.622	771.358	620.896	487.423	564.005	503.029	480.053	523.276	4.931.661	
Feltengård, Hadsten																	114.303	114.303
Forlev, Slagelse													608.807	502.222	401.373	526.460	394.742	2.433.603
Fårup, Bjerringbro															32.337	14.249	3.870	50.456
Glatved, Grenå											283.459	611.399	607.808	554.210	513.598	438.174	409.165	3.417.814
Grindsted	358156	300.267	373.282	330.990	333.974	375.144	368.429	271.656	255.114	229.738	188.321	175.380	169.286	77.738	107.843	293.053	270.909	4.479.281
Hedeland, Roskilde															63.593	80.356	61.204	205.153
Højer					292.000	289.000	313.000	268.000	254.667	361.667	354.000	346.000	373.667	316.936	275.164	296.816	3.740.916	
Kåstrup, Skive											166.970	197.576	140.303	213.333	220.000	159.091	146.970	1.244.242
Måde, Esbjerg														1.028.960	1.065.891	792.638	853.794	3.741.284
Novoren, Gisløge															101.389	21.944	49.722	173.056
Oudrup, Løgstor													140.625	179.027	259.423	201.958	138.138	919.171
Pillemark, Samsø																		0
Randers										845.000	1.047.500	822.000	718.000	730.000	549.500	590.420	503.500	5.805.920
Sandholt-Lyndelse, Fåborg					1.014.270	1.143.210	1.366.454	1.031.331	896.451	852.215	898.578	942.480	903.390	894.669	868.771	795.600	11.607.418	
Sdr. Hostrup, Åbenrå													129.150	197.880	218.400	213.644	759.074	
Skodsbøl, Sønderborg															67.718	101.032	168.750	
Stige Ø, Odense										5.125.405	5.700.541	5.467.297	4.915.676	4.209.730	3.352.541	2.927.250	2.696.850	34.395.289
Tandskov, Silkeborg											1.083.684	943.947	853.158	723.421	860.789	836.053	721.053	6.022.105
Ubberup, Kalundborg															125.964	82.624	90.947	299.535
Viborg	409.412	437.647	445.976	439.865	376.691	350.841	300.109	344.118	242.735	254.981	199.887	180.000	160.000	333.821	641.172	753.606	705.600	6.576.462
Østdeponi, FASTERHOLDT			734.000	1.029.864	1.685.928	1.692.578	1.871.495	1.813.000	1.764.000	1.641.636	1.895.927	1.584.471	1.764.583	551.079	987.902	1.196.731	960.048	21.173.243
I alt	767.568	737.915	1.553.259	1.800.719	2.396.593	4.086.741	4.377.243	4.783.228	4.369.029	11.321.651	13.646.886	12.913.228	12.813.963	12.109.017	12.210.401	11.589.941	10.737.879	122.215.261

^{*)} Nogle anlæg har ikke målinger for alle driftsår, hvorfor driftsperioden kan være længere end de anførte målinger tilkendegiver.

Bilag 2.2. CO₂ Reduktion ved indvinding fra eksisterende deponier

CO ₂ Reduktion fra indvinding af deponigas ved eksisterende deponigasanlæg i år hvor målinger er udført																		
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	I alt
Anlæg	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂
Aunsøgård, Svebølle									3.089	6.561	6.420	6.017	5.853	5.515	5.224	4.838	4.645	48.162
Bobøl, Holsted														113	1.094	0	654	1.861
Dybdal, Vojens														3.188	3.523	2.301	1.628	10.640
Edslev, Århus						5.457	6.107	10.178	9.092	9.906	10.096	9.930	8.619	6.794	5.457	4.399	3.427	89.462
ESØ, Tarm										14.801	11.631	9.362	7.349	8.504	7.585	7.238	7.890	74.360
Feltengård, Hadsten																	1.723	1.723
Forlev, Slagelse													9.180	7.573	6.052	7.938	5.952	36.694
Fårup, Bjerringbro															488	215	58	761
Glatved, Grenå											4.274	9.219	9.165	8.356	7.744	6.607	6.169	51.534
Grindsted	5.400	4.527	5.628	4.991	5.036	5.656	5.555	4.096	3.847	3.464	2.840	2.644	2.552	1.172	1.626	4.419	4.085	67.539
Hedeland, Roskilde															959	1.212	923	3.093
Højer						4.403	4.358	4.719	4.041	3.840	5.453	5.338	5.217	5.634	4.779	4.149	4.475	56.406
Kåstrup, Skive											2.518	2.979	2.115	3.217	3.317	2.399	2.216	18.761
Måde, Esbjerg														15.515	16.072	11.951	12.874	56.411
Novoren, Gislinge															1.529	331	750	2.609
Oudrup, Løgstør													2.120	2.699	3.912	3.045	2.083	13.859
Pillemark, Samsø																		0
Randers										12.741	15.794	12.394	10.826	11.007	8.285	8.902	7.592	87.542
Sandholt-Lyndelse, Fåborg						15.293	17.237	20.603	15.550	13.517	12.850	13.549	14.211	13.621	13.490	13.099	11.996	175.017
Sdr. Hostrup, Åbenrå														1.947	2.984	3.293	3.221	11.445
Skodsbøl, Sønderborg																1.021	1.523	2.544
Stige Ø, Odense										77.281	85.953	82.436	74.119	63.474	50.550	44.137	40.663	518.612
Tandskov, Silkeborg											16.340	14.233	12.864	10.908	12.979	12.606	10.872	90.801
Ubberup, Kalundborg															1.899	1.246	1.371	4.516
Viborg	6.173	6.599	6.724	6.632	5.680	5.290	4.525	5.189	3.660	3.845	3.014	2.714	2.412	5.033	9.668	11.363	10.639	99.160
Østdeponi, FASTERHOLDT			11.067	15.528	25.420	25.521	28.218	27.336	26.598	24.753	28.587	23.891	26.606	8.309	14.896	18.044	14.476	319.250
I alt	11.573	11.126	23.420	27.151	36.136	61.620	66.000	72.122	65.876	170.708	205.768	194.706	193.209	182.580	184.108	174.753	161.906	1.842.762

Bilag 3

Bilag 3 indeholder følgende:

Bilag 3.1. Fremtidig CO₂ reduktion fra indvinding af deponigas

Bilag 3.2. Fremtidig CO₂ reduktion fra 14 eksisterende anlæg

Bilag 3.3. Fremtidig CO₂ reduktion ved optimering af 14 eksisterende anlæg

Bilag 3.1. Fremtidig CO₂ reduktion fra indvinding af deponigas

Estimerede fremtidige CO ₂ Reduktioner fra indvinding af deponigas																												
Anlæg	Fremtidig CO ₂ reduktion									Fremtidig CO ₂ reduktion ved optimering af anlæg									Fremtidig CO ₂ reduktion inklusive optimering af anlæg									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	I alt	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	I alt	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	I alt	
	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	
Aumsøgård, Svebølle	4.451	4.278	4.117	3.966	3.824	3.600	3.478	3.364	31.078										4.451	4.278	4.117	3.966	3.824	3.600	3.478	3.364	31.078	
Bobøl, Holsted	1.615	1.513	1.418	1.330	1.248	1.148	1.081	1.021	10.375										1.615	1.513	1.418	1.330	1.248	1.148	1.081	1.021	10.375	
Dybdal, Vojens	1.866	1.730	1.608	1.466	1.373	1.264	1.199	1.139	11.646	290	290	248	243	202	198	158	158	1.787	2.156	2.020	1.856	1.709	1.576	1.462	1.357	1.297	13.433	
Edslev, Århus	2.714	2.375	2.069	1.758	1.526	1.297	1.135	1.005	13.879	3.960	3.730	3.499	3.196	3.011	2.862	2.620	2.512	25.389	6.674	6.104	5.568	4.954	4.536	4.159	3.754	3.517	39.268	
ESØ, Tarm	7.841	7.672	7.515	7.186	7.057	6.934	6.650	6.553	57.406										7.841	7.672	7.515	7.186	7.057	6.934	6.650	6.553	57.406	
Feltengård, Hadsten	1.653	1.595	1.533	1.475	1.418	1.331	1.279	1.227	11.512										1.653	1.595	1.533	1.475	1.418	1.331	1.279	1.227	11.512	
Forlev, Slagelse	5.838	5.606	5.394	5.201	5.022	4.746	4.597	4.457	40.862										5.838	5.606	5.394	5.201	5.022	4.746	4.597	4.457	40.862	
Fårup, Bjerringbro	181	167	155	144	132	122	112	103	1.116										181	167	155	144	132	122	112	103	1.116	
Glatved, Grenå	5.666	5.306	4.953	4.505	4.078	3.760	3.449	3.145	34.862	2.884	2.653	2.422	2.156	1.970	1.821	1.673	1.561	17.139	8.549	7.959	7.375	6.660	6.048	5.582	5.122	4.706	52.001	
Grindsted	3.739	3.411	3.105	2.823	2.562	2.388	2.164	2.016	22.208	977	955	882	861	791	772	706	688	6.632	4.716	4.366	3.987	3.684	3.353	3.160	2.869	2.703	28.840	
Hedeland, Roskilde	872	823	778	737	700	666	635	606	5.818										872	823	778	737	700	666	635	606	5.818	
Højer	4.312	4.113	3.914	3.728	3.556	3.390	3.231	3.078	29.324										4.312	4.113	3.914	3.728	3.556	3.390	3.231	3.078	29.324	
Kåstrup, Skive	2.042	1.874	1.678	1.539	1.379	1.267	1.140	1.055	11.974	1.447	1.399	1.351	1.270	1.223	1.176	1.129	1.082	10.078	3.490	3.273	3.029	2.809	2.602	2.443	2.269	2.137	22.052	
Måde, Esbjerg	11.919	11.266	10.426	9.831	9.258	8.533	8.016	7.521	76.771	3.653	3.319	3.045	2.781	2.602	2.397	2.266	2.072	22.135	15.572	14.585	13.472	12.612	11.860	10.930	10.282	9.594	98.906	
Novoren, Gislinge	694	642	594	549	507	459	425	394	4.263	1.592	1.496	1.399	1.303	1.206	1.082	988	894	9.960	2.286	2.138	1.993	1.851	1.713	1.541	1.413	1.288	14.223	
Oudrup, Løgstor	2.103	1.968	1.798	1.678	1.566	1.426	1.329	1.238	13.107	451	451	400	390	342	333	285	285	2.937	2.554	2.418	2.198	2.069	1.907	1.759	1.614	1.524	16.044	
Pillemark, Samsø									0										0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Randers	7.162	6.785	6.484	6.132	5.948	5.800	5.558	5.457	49.326	3.754	3.504	3.172	2.977	2.711	2.568	2.362	2.223	23.271	10.916	10.289	9.656	9.109	8.658	8.368	7.920	7.680	72.597	
Sandholt-Lyndelse, Fåborg	10.647	9.814	8.855	8.176	7.552	6.833	6.342	5.911	64.130	4.599	4.380	4.205	3.811	3.417	2.850	2.478	2.148	27.887	15.246	14.194	13.060	11.987	10.968	9.683	8.820	8.059	92.017	
Sdr. Hostrup, Åbenrå	2.979	2.762	2.633	2.443	2.329	2.220	2.058	1.963	19.387	1.031	971	937	879	847	814	760	728	6.968	4.011	3.732	3.570	3.322	3.175	3.034	2.818	2.691	26.355	
Skodsbøl, Sønderborg	1.297	1.206	1.128	1.055	989	929	872	817	8.293	0	0	0	0	0	0	0	0		1.297	1.206	1.128	1.055	989	929	872	817	8.293	
Stige Ø, Odense	37.484	34.963	32.508	29.435	27.166	24.962	22.822	20.747	230.087	15.560	14.393	13.226	11.657	10.529	9.589	7.988	7.262	90.205	53.044	49.356	45.735	41.093	37.695	34.551	30.810	28.009	320.293	
Tandskov, Silkeborg	10.699	9.866	9.103	8.410	7.772	7.026	6.490	5.988	65.354	4.180	3.952	3.724	3.515	3.306	3.079	2.891	2.703	27.351	14.879	13.818	12.828	11.925	11.078	10.105	9.381	8.691	92.705	
Ubberup, Kalundborg	1.742	1.642	1.547	1.458	1.373	1.254	1.182	1.115	11.313										1.742	1.642	1.547	1.458	1.373	1.254	1.182	1.115	11.313	
Viborg	10.084	9.520	8.990	8.492	8.028	7.424	7.035	6.678	66.250										10.084	9.520	8.990	8.492	8.028	7.424	7.035	6.678	66.250	
Østdeponi, FASTERHOLDT	13.570	12.552	11.603	10.482	9.686	8.956	8.293	7.696	82.839										13.570	12.552	11.603	10.482	9.686	8.956	8.293	7.696	82.839	
I alt	153.171	143.449	133.907	123.999	116.047	107.737	100.571	94.296	973.177	44.379	41.493	38.513	35.041	32.156	29.540	26.302	24.315	271.740	197.549	184.942	172.420	159.040	148.203	137.277	126.873	118.611	1.244.917	

Bilag 3.2. Fremtidig CO₂ reduktion fra 14 eksisterende anlæg

Fremtidige CO ₂ Reduktioner fra indvinding af deponigas estimeret for 14 besøgte anlæg																											
Anlæg	Fremtidig CO ₂ reduktion									Fremtidig CO ₂ reduktion ved optimering af anlæg									Fremtidig CO ₂ reduktion inklusive optimering af anlæg								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	I alt	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	I alt	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	I alt
	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år
Dybdal, Vojens	1.866	1.730	1.608	1.466	1.373	1.264	1.199	1.139	11.646	290	290	248	243	202	198	158	158	1.787	2.156	2.020	1.856	1.709	1.576	1.462	1.357	1.297	13.433
Edslev, Århus	2.714	2.375	2.069	1.758	1.526	1.297	1.135	1.005	13.879	3.960	3.730	3.499	3.196	3.011	2.862	2.620	2.512	25.389	6.674	6.104	5.568	4.954	4.536	4.159	3.754	3.517	39.268
Glatved, Grenå	5.666	5.306	4.953	4.505	4.078	3.760	3.449	3.145	34.862	2.884	2.653	2.422	2.156	1.970	1.821	1.673	1.561	17.139	8.549	7.959	7.375	6.660	6.048	5.582	5.122	4.706	52.001
Grindsted	3.739	3.411	3.105	2.823	2.562	2.388	2.164	2.016	22.208	977	955	882	861	791	772	706	688	6.632	4.716	4.366	3.987	3.684	3.353	3.160	2.869	2.703	28.840
Kåstrup, Skive	2.042	1.874	1.678	1.539	1.379	1.267	1.140	1.055	11.974	1.447	1.399	1.351	1.270	1.223	1.176	1.129	1.082	10.078	3.490	3.273	3.029	2.809	2.602	2.443	2.269	2.137	22.052
Måde, Esbjerg	11.919	11.266	10.426	9.831	9.258	8.533	8.016	7.521	76.771	3.653	3.319	3.045	2.781	2.602	2.397	2.266	2.072	22.135	15.572	14.585	13.472	12.612	11.860	10.930	10.282	9.594	98.906
Novoren, Gisløge	694	642	594	549	507	459	425	394	4.263	1.592	1.496	1.399	1.303	1.206	1.082	988	894	9.960	2.286	2.138	1.993	1.851	1.713	1.541	1.413	1.288	14.223
Oudrup, Løgstor	2.103	1.968	1.798	1.678	1.566	1.426	1.329	1.238	13.107	451	451	400	390	342	333	285	285	2.937	2.554	2.418	2.198	2.069	1.907	1.759	1.614	1.524	16.044
Randers	7.162	6.785	6.484	6.132	5.948	5.800	5.558	5.457	49.326	3.754	3.504	3.172	2.977	2.711	2.568	2.362	2.223	23.271	10.916	10.289	9.656	9.109	8.658	8.368	7.920	7.680	72.597
Sandholt-Lyndelse, Fåborg	10.647	9.814	8.855	8.176	7.552	6.833	6.342	5.911	64.130	4.599	4.380	4.205	3.811	3.417	2.850	2.478	2.148	27.887	15.246	14.194	13.060	11.987	10.968	9.683	8.820	8.059	92.017
Sdr. Hostrup, Åbenrå	2.979	2.762	2.633	2.443	2.329	2.220	2.058	1.963	19.387	1.031	971	937	879	847	814	760	728	6.968	4.011	3.732	3.570	3.322	3.175	3.034	2.818	2.691	26.355
Skodsbøl, Sønderborg	1.297	1.206	1.128	1.055	989	929	872	817	8.293	0	0	0	0	0	0	0	0	1.297	1.206	1.128	1.055	989	929	872	817	8.293	
Stige Ø, Odense	37.484	34.963	32.508	29.435	27.166	24.962	22.822	20.747	230.087	15.560	14.393	13.226	11.657	10.529	9.589	7.988	7.262	90.205	53.044	49.356	45.735	41.093	37.695	34.551	30.810	28.009	320.293
Tandskov, Silkeborg	10.699	9.866	9.103	8.410	7.772	7.026	6.490	5.988	65.354	4.180	3.952	3.724	3.515	3.306	3.079	2.891	2.703	27.351	14.879	13.818	12.828	11.925	11.078	10.105	9.381	8.691	92.705
I alt	101.011	93.967	86.943	79.800	74.003	68.165	62.999	58.398	625.286	44.379	41.493	38.513	35.041	32.156	29.540	26.302	24.315	271.740	145.390	135.460	125.456	114.841	106.160	97.705	89.301	82.713	897.026

Bilag 3.3. Fremtidig CO₂ reduktion ved optimering af 14 eksisterende anlæg

Fremtidige CO2 Reduktioner fra indvinding af deponigas estimeret for 14 besøgte anlæg									
	Fremtidig CO2 reduktion ved optimering af anlæg								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	I alt
Anlæg	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år	tons CO ₂ /år
Dybdal, Vojens	290	290	248	243	202	198	158	158	1.787
Edslev, Århus	3.960	3.730	3.499	3.196	3.011	2.862	2.620	2.512	25.389
Glatved, Grenå	2.884	2.653	2.422	2.156	1.970	1.821	1.673	1.561	17.139
Grindsted	977	955	882	861	791	772	706	688	6.632
Kåstrup, Skive	1.447	1.399	1.351	1.270	1.223	1.176	1.129	1.082	10.078
Måde, Esbjerg	3.653	3.319	3.045	2.781	2.602	2.397	2.266	2.072	22.135
Novoren, Gislinge	1.592	1.496	1.399	1.303	1.206	1.082	988	894	9.960
Oudrup, Løgstør	451	451	400	390	342	333	285	285	2.937
Randers	3.754	3.504	3.172	2.977	2.711	2.568	2.362	2.223	23.271
Sandholt-Lyndelse, Fåborg	4.599	4.380	4.205	3.811	3.417	2.850	2.478	2.148	27.887
Sdr. Hostrup, Åbenrå	1.031	971	937	879	847	814	760	728	6.968
Skodsbøl, Sønderborg	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stige Ø, Odense	15.560	14.393	13.226	11.657	10.529	9.589	7.988	7.262	90.205
Tandskov, Silkeborg	4.180	3.952	3.724	3.515	3.306	3.079	2.891	2.703	27.351
I alt	44.379	41.493	38.513	35.041	32.156	29.540	26.302	24.315	271.740

Bilag 4

Bilag 4 indeholder følgende:

- Bilag 4.1. Cash Flow Deponigasanlæg ved Edslev Deponi
- Bilag 4.2. Cash Flow Deponigasanlæg ved Måde Deponi
- Bilag 4.3. Cash Flow Deponigasanlæg ved Randers Deponi
- Bilag 4.4. Cash Flow Deponigasanlæg ved Sandholt-Lyndelse Deponi
- Bilag 4.5. Cash Flow Deponigasanlæg ved Stige Ø Deponi
- Bilag 4.6. Cash Flow Deponigasanlæg ved Tandskov Deponi

Bilag 4.1. Cash Flow Deponigasanlæg ved Edslev Deponi

Økonomi og Cash Flow for ændringer ved deponigasanlæg på Edslev deponi i Århus											
Udskiftning af eksisterende motor med ny Dual-Fuel motor/generator unit, samt reparation af gasanalyseudstyr											
Deponeret affaldsmængde		1.400.000	Tons								
Investering i alt		1.550.000	Kr.								
Salgspris for electricitet		0,60	kr./kWh								
Salgspris for varme		0,20	kr./kWh								
Tilskud til CO ₂ reduktion		0,00	kr./ton CO ₂ ækvivalent								
Købspris for dieselolie		6,00	kr/liter								
Tilskud til investering		0%	af investering								
Drift og vedligeholdelse (ny motor)		0,10	kr/kw _{el} produceret								
Kalkulationsrente		6%									
El-virkningsgrad		34%									
Varme-virkningsgrad		50%									
Dieselolie forbrug		10%	af total								
Årlige driftstimer		8.500	timer								
År				2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total gasproduktion (Nm ³ /h)				159	147	135	125	115	107	99	94
Total gaskvalitet (CH ₄ %)				35	34	34	33	33	32	31	31
Gasproduktion fra optimering (Nm ³ /h)				103	97	91	86	81	77	73	70
Gaskvalitet (CH ₄ %)				30	30	30	29	29	29	28	28
El-effekt (kW ekstra)				105	99	93	85	80	76	69	67
Varme-effekt (kW ekstra)				158	148	139	123	116	110	97	93
El-produktion (kWh/år ekstra)				893.010	840.990	788.970	720.766	678.861	645.337	590.716	566.440
Varme-produktion (kWh/år ekstra)				1.339.515	1.261.485	1.183.455	1.045.111	984.348	935.739	827.002	793.016
CO₂ reduktion fra optimering											
Årlig ækvivalent CO ₂ reduktion fra CH ₄		0	3.960	3.730	3.499	3.196	3.011	2.862	2.620	2.512	
Substitueret CO ₂ reduktion fra el produktion (ikke medregnet)			-	-	-	-	-	-	-	-	
Årlig CO ₂ reduktion			3.960	3.730	3.499	3.196	3.011	2.862	2.620	2.512	
Indtægt fra evt. tilskud til CO ₂ reduktion		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Evt. tilskud til investering		0									
Cash Flow i kr.											
Investering		1.550.000									
Ekstra drift og vedligehold for motor			89.301	84.099	78.897	72.077	67.886	64.534	59.072	56.644	
Timer ekstra afsat til drift og vedligehold for hele anlæg			50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	
Dieselolie til motor (for den totale ydelse)			282.189	258.092	235.429	209.476	191.801	175.826	158.731	148.697	
Indtægt fra el salg			535.806	504.594	473.382	432.460	407.317	387.202	354.430	339.864	
Indtægt fra varme salg			267.903	252.297	236.691	209.022	196.870	187.148	165.400	158.603	
Indtægt fra tilskud til investering og CO ₂ reduktion			-	-	-	-	-	-	-	-	
Netto cash flow i projekt (6 %)		(1.550.000)	382.219	364.700	345.747	309.929	294.499	283.991	252.027	243.126	
Intern rente (IRR)		13,0%									
Nutidsværdi af projekt (NPV)		388.091									

Bilag 4.2. Cash Flow Deponigasanlæg ved Måde Deponi

Økonomi og Cash Flow for ændringer ved deponigasanlæg på Måde deponi i Esbjerg										
Opdeling af boringer med god og dårlig gaskvalitet,samt installation af ny Dual-Fual motor/generator unit.										
Deponeret affaldsmængde		1.000.000	Tons							
Investering i alt		1.240.000	Kr.							
Salgspris for electricitet		0,60	kr./kWh							
Salgspris for varme		0,00	kr./kWh							
Tilskud til CO ₂ reduktion		0,00	kr./ton CO ₂ ækvivalent							
Købspris for dieselolie (uden afgift)		3,00	kr/liter							
Tilskud til investering		0%	af investering							
Drift og vedligeholdelse (ny motor og installationer)		0,15	kr/kw _{el} produceret							
Kalkulationsrente		6%								
El-virkningsgrad		34%								
Dieselolie forbrug		10%	af total brændstofforbrug							
Årlige driftstimer		8.500	timer							
År				2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Gasproduktion (Nm ³ /h)				75	70	66	62	58	55	52
Gaskvalitet (CH ₄ %)				38	37	36	35	35	34	34
El-effekt (kW)				97	88	81	74	69	64	60
El-produktion (kWh/år)				823.650	748.510	686.664	627.130	586.670	540.430	510.952
CO₂ reduktion										
Årlig ækvivalent CO ₂ reduktion fra CH ₄		0		3.653	3.319	3.045	2.781	2.602	2.397	2.266
Substitueret CO ₂ reduktion fra el produktion (ikke medregnet)				-	-	-	-	-	-	-
Årlig CO ₂ reduktion				3.653	3.319	3.045	2.781	2.602	2.397	2.266
Indtægt fra evt. tilskud til CO ₂ reduktion		0		0	0	0	0	0	0	0
Evt. tilskud til investering		0								
Cash Flow i kr.										
Investering		1.240.000								
Drift og vedligehold motor				123.548	112.277	103.000	94.070	88.001	81.065	76.643
Dieselolie til motor				72.675	66.045	60.588	55.335	51.765	47.685	45.084
Indtægt fra el salg				494.190	449.106	411.998	376.278	352.002	324.258	306.571
Indtægt fra tilskud til investering og CO ₂ reduktion		-		-	-	-	-	-	-	-
Netto cash flow i projekt (6 %)		(1.240.000)		297.968	270.785	248.411	226.874	212.237	195.509	184.844
Intern rente (IRR)		10,3%								
Nutidsværdi af projekt (NPV)		184.713								

Bilag 4.3. Cash Flow Deponigasanlæg ved Randers Deponi

Økonomi og Cash Flow for ændringer ved deponigasanlæg på Romalt og Suderholmen deponi i Randers											
Udsiftning af kompressorer til mindre samt fyr til mindre kapacitet og ringere gaskvalitet											
Deponeret affaldsmængde		1.700.000	Tons								
Investering i alt		350.000	Kr.								
Salgspris for gas		0,682	kr./m ³ deponigas v. 50 % CH ₄								
Tilskud til CO ₂ reduktion		0,00	kr./ton CO ₂ ækvivalent								
Tilskud til investering		0%	af investering								
Drift og vedligeholdelse (ingen ekstra)		0,00	kr/kw _{el} produceret								
Kalkulationsrente		6%									
Varme-virkningsgrad fra kedel		84%									
Årlige driftstimer		8.300	timer								
År				2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Gasproduktion fra optimering (Nm ³ /h)				75	70	65	61	57	54	51	48
Gaskvalitet (CH ₄ %)				40	40	39	39	38	38	37	37
Varme-effekt (kW ekstra)				252	235	213	200	182	172	159	149
El-produktion (kWh/år ekstra)				2.091.600	1.952.160	1.767.402	1.658.639	1.510.135	1.430.654	1.315.616	1.238.227
CO₂ reduktion fra optimering											
Årlig ækvivalent CO ₂ reduktion fra CH ₄		0		3.754	3.504	3.172	2.977	2.711	2.568	2.362	2.223
Substitueret CO ₂ reduktion fra el produktion (ikke medregnet)				-	-	-	-	-	-	-	-
Årlig CO ₂ reduktion				3.754	3.504	3.172	2.977	2.711	2.568	2.362	2.223
Indtægt fra evt. tilskud til CO ₂ reduktion		0		0	0	0	0	0	0	0	0
Evt. tilskud til investering		0									
Cash Flow i kr.											
Investering		350.000									
Ingen ekstra drift og vedligehold for alæg				0	0	0	0	0	0	0	0
Indtægt fra salg af gas				339.636	316.994	286.992	269.331	245.217	232.311	213.631	201.065
Indtægt fra tilskud til investering og CO ₂ reduktion		-		-	-	-	-	-	-	-	-
Netto cash flow i projekt (6 %)		(350.000)		339.636	316.994	286.992	269.331	245.217	232.311	213.631	201.065
Intern rente (IRR)		89,3%									
Nutidsværdi af projekt (NPV)		1.247.238									

Bilag 4.4. Cash Flow Deponigasanlæg ved Sandholt-Lyndelse Deponi

Økonomi og Cash Flow for ændringer ved deponigasanlæg på Sandholt Lyndelse deponi											
Opdeling af boringer med god og dårlig gaskvalitet, samt installation af ny Dual-Fuel motor/generator unit.											
Deponeret affaldsmængde		1.700.000	Tons								
Investering i alt		1.390.000	Kr.								
Salgspris for electricitet		0,60	kr./kWh								
Salgspris for varme		0,00	kr./kWh								
Tilskud til CO ₂ reduktion		0,00	kr./ton CO ₂ ækvivalent								
Købspris for dieselolie (uden afgift)		3,00	kr/liter								
Tilskud til investering		0%	af investering								
Drift og vedligeholdelse (ny motor og installationer)		0,15	kr/kw _{el} produceret								
Kalkulationsrente		6%									
El-virkningsgrad		34%									
Dieselolie forbrug		10%									
Årlige driftstimer		8.300	timer								
År				2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Gasproduktion (Nm ³ /h)				105	100	96	87	78	69	60	52
Gaskvalitet (CH ₄ %)				35	35	35	35	35	33	33	33
El-effekt (kW)				125	119	114	104	93	77	67	58
El-produktion (kWh/år)				1.037.085	987.700	948.192	859.299	770.406	642.569	558.756	484.255
CO₂ reduktion											
Årlig ækvivalent CO ₂ reduktion fra CH ₄		0		4.599	4.380	4.205	3.811	3.417	2.850	2.478	2.148
Substitueret CO ₂ reduktion fra el produktion (ikke medregnet)				-	-	-	-	-	-	-	-
Årlig CO ₂ reduktion				4.599	4.380	4.205	3.811	3.417	2.850	2.478	2.148
Indtægt fra evt. tilskud til CO ₂ reduktion		0		0	0	0	0	0	0	0	0
Evt. tilskud til investering		0									
Cash Flow i kr.											
Investering		1.390.000									
Drift og vedligehold				157.118	149.637	143.651	130.184	116.717	97.349	84.652	73.365
Dieselolie til motor				91.508	87.150	83.664	75.821	67.977	56.697	49.302	42.728
Indtægt fra el salg				622.251	592.620	568.915	515.579	462.244	385.542	335.254	290.553
Indtægt fra tilskud til investering og CO ₂ reduktion				-	-	-	-	-	-	-	-
Netto cash flow i projekt (6 %)		(1.390.000)		373.625	355.833	341.600	309.575	277.550	231.495	201.300	174.460
Intern rente (IRR)		14,4%									
Nutidsværdi af projekt (NPV)		401.061									

Bilag 4.5. Cash Flow Deponigasanlæg ved Stige Ø Deponi

Økonomi og Cash Flow for ændringer ved deponigasanlæg på Stige Ø deponi i Odense											
Opdeling af boringer med god og dårlig gaskvalitet,samt installation af ny Dual-Fual motor/generator unit.											
Deponeret affaldsmængde		4.000.000	Tons								
Investering i alt		4.250.000	Kr.								
Salgspris for electricitet		0,60	kr./kWh								
Salgspris for varme		0,25	kr./kWh								
Tilskud til CO ₂ reduktion		0,00	kr./ton CO ₂ ækvivalent								
Købspris for dieselolie (uden afgift)		3,00	kr/liter								
Tilskud til investering		0%	af investering								
Drift og vedligeholdelse (ny motor og installationer)		0,10	kr/kw _{el} produceret								
Kalkulationsrente		6%									
El-virkningsgrad		34%									
Varme-virkningsgrad		50%									
Dieselolie forbrug		10%	af total								
Årlige driftstimer		8.600	timer								
År				2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Gasproduktion fra optimering (Nm ³ /h)				400	370	340	310	280	255	220	200
Gaskvalitet (CH ₄ %)				30	30	30	29	29	29	28	28
El-effekt (kW ekstra)				408	377	347	306	276	251	209	190
Varme-effekt (kW ekstra)				600	555	510	450	406	370	308	280
El-produktion (kWh/år ekstra)				3.508.800	3.245.640	2.982.480	2.628.676	2.374.288	2.162.298	1.801.184	1.637.440
Varme-produktion (kWh/år ekstra)				5.160.000	4.773.000	4.386.000	3.865.700	3.491.600	3.179.850	2.648.800	2.408.000
CO2 reduktion fra optimering											
Årlig ækvivalent CO ₂ reduktion fra CH ₄		0	15.560	14.393	13.226	11.657	10.529	9.589	7.988	7.262	
Substitueret CO ₂ reduktion fra el produktion (ikke medregnet)			-	-	-	-	-	-	-	-	
Årlig CO ₂ reduktion			15.560	14.393	13.226	11.657	10.529	9.589	7.988	7.262	
Indtægt fra evt. tilskud til CO ₂ reduktion		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Evt. tilskud til investering		0									
Cash Flow i kr.											
Investering		4.250.000									
Ekstra drift og vedligehold for motor			350.880	324.564	298.248	262.868	237.429	216.230	180.118	163.744	
Dieselolie til motor			309.600	286.380	263.160	231.942	209.496	190.791	158.928	144.480	
Indtægt fra el salg			2.105.280	1.947.384	1.789.488	1.577.206	1.424.573	1.297.379	1.080.710	982.464	
Indtægt fra varme salg			1.290.000	1.193.250	1.096.500	966.425	872.900	794.963	662.200	602.000	
Indtægt fra tilskud til investering og CO ₂ reduktion			-	-	-	-	-	-	-	-	
Netto cash flow i projekt (6 %)		(4.250.000)	2.734.800	2.529.690	2.324.580	2.048.821	1.850.548	1.685.321	1.403.864	1.276.240	
Intern rente (IRR)		54,7%									
Nutidsværdi af projekt (NPV)		7.982.392									

Bilag 4.6. Cash Flow Deponigasanlæg ved Tandskov Deponi

Økonomi og Cash Flow for ændringer ved deponigasanlæg på Tandskov deponi										
Installation af ny Dual-Fual motor/generator unit for borerer med dårlig gas fra afværgeboringer..										
Deponeret affaldsmængde		900.000	Tons							
Investering i alt		550.000	Kr.							
Salgspris for electricitet		0,60	kr./kWh							
Salgspris for varme		0,00	kr./kWh							
Tilskud til CO ₂ reduktion		0,00	kr./ton CO ₂ ækvivalent							
Købspris for dieselolie (uden afgift)		3,00	kr/liter							
Tilskud til investering		0%	af investering							
Drift og vedligeholdelse (ny motor og installationer)		0,15	kr/kw _{el} produceret							
Kalkulationsrente		6%								
El-virkningsgrad		34%								
Dieselolie forbrug		10%								
Årlige driftstimer		8.300	timer							
År				2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Gasproduktion 8 nye borerer (Nm ³ /h)										
Gaskvalitet (CH ₄ %)										
Gasproduktion 8 eksist.borerer til Dual-Fual (Nm ³ /h)				100	94	88	83	78	74	70
Gaskvalitet (CH ₄ %)				15	15	15	15	15	15	15
I alt ekstra Gasproduktion (Nm ³ /h)				100	94	88	83	78	74	70
Gaskvalitet (CH ₄ %)				15	15	15	15	15	15	15
El-effekt (kW)				51	48	45	42	40	38	36
El-produktion (kWh/år)				423.300	397.902	372.504	351.339	330.174	313.242	296.310
CO₂ reduktion										
Årlig ækvivalent CO ₂ reduktion fra CH ₄		0		1.877	1.765	1.652	1.558	1.464	1.389	1.314
Substitueret CO ₂ reduktion fra el produktion (ikke medregnet)				-	-	-	-	-	-	-
Årlig CO ₂ reduktion				1.877	1.765	1.652	1.558	1.464	1.389	1.314
Indtægt fra evt. tilskud til CO ₂ reduktion		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Evt. tilskud til investering		0								
Cash Flow i kr.										
Investering		550.000								
Drift og vedligehold			64.130	60.282	56.434	53.228	50.021	47.456	44.891	42.326
Dieselolie til motor			37.350	35.109	32.868	31.001	29.133	27.639	26.145	24.651
Indtægt fra el salg			253.980	238.741	223.502	210.803	198.104	187.945	177.786	167.627
Indtægt fra tilskud til investering og CO ₂ reduktion			-	-	-	-	-	-	-	-
Netto cash flow i projekt (6 %)		(550.000)	152.500	143.350	134.200	126.575	118.950	112.850	106.750	100.650
Intern rente (IRR)		16,9%								
Nutidsværdi af projekt (NPV)		223.557								

Bilag 4.6 fortsat (totale ændringer).....

Økonomi og Cash Flow for ændringer ved deponigasanlæg på Tandskov deponi											
Installation af ny Dual-Fual motor/generator unit for borerer med dårlig gas fra afværgeboringer, samt 8 nye borerer og ny gasmåler											
Deponeret affaldsmængde		900.000	Tons								
Investering i alt		895.000	Kr.								
Salgspris for electricitet		0,60	kr./kWh								
Salgspris for varme		0,00	kr./kWh								
Tilskud til CO ₂ reduktion		0,00	kr./ton CO ₂ ækvivalent								
Købspris for dieselolie (uden afgift)		3,00	kr/liter								
Tilskud til investering		0%	af investering								
Drift og vedligeholdelse (ny motor og installationer)		0,15	kr/kw _{el} produceret								
Kalkulationsrente		6%									
El-virkningsgrad		34%									
Dieselolie forbrug		10%									
Årlige driftstimer		8.300	timer								
År				2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Gasproduktion 8 nye borerer (Nm ³ /h)				40	38	36	34	32	30	28	26
Gaskvalitet (CH ₄ %)				46	46	46	46	46	45	45	45
Gasproduktion 8 eksist.borerer til Dual-Fual (Nm ³ /h)				100	94	88	83	78	74	70	66
Gaskvalitet (CH ₄ %)				15	15	15	15	15	15	15	15
I alt ekstra Gasproduktion (Nm ³ /h)				140	132	124	117	110	104	98	92
Gaskvalitet (CH ₄ %)				24	24	24	24	24	24	24	23
El-effekt (kW)				114	107	101	96	90	84	79	73
El-produktion (kWh/år)				942.548	891.188	839.827	792.700	745.572	694.212	651.882	609.552
CO2 reduktion											
Årlig ækvivalent CO ₂ reduktion fra CH ₄		0		4.180	3.952	3.724	3.515	3.306	3.079	2.891	2.703
Substitueret CO ₂ reduktion fra el produktion (ikke medregnet)				-	-	-	-	-	-	-	-
Årlig CO ₂ reduktion				4.180	3.952	3.724	3.515	3.306	3.079	2.891	2.703
Indtægt fra evt. tilskud til CO ₂ reduktion		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Evt. tilskud til investering		0									
Cash Flow i kr.											
Investering		895.000									
Drift og vedligehold (Ny Dual-Fual motor og borerer)				64.130	60.282	56.434	53.228	50.021	47.456	44.891	42.326
Dieselolie til motor				37.350	35.109	32.868	31.001	29.133	27.639	26.145	24.651
Indtægt fra el salg				565.529	534.713	503.896	475.620	447.343	416.527	391.129	365.731
Indtægt fra tilskud til investering og CO ₂ reduktion				-	-	-	-	-	-	-	-
Netto cash flow i projekt (6 %)		(895.000)		464.049	439.321	414.594	391.392	368.189	341.432	320.093	298.754
Intern rente (IRR)		44,5%									
Nutidsværdi af projekt (NPV)		1.422.686									

Bilag 5

Bilag indeholder følgende:

Bilag 5.1. Cash Flow Deponigasanlæg ved Fakse Deponi

Bilag 5.2. Cash Flow Deponigasanlæg ved Gerringe Deponi

Bilag 5.3. Cash Flow Deponigasanlæg ved Gerringe Deponi med tilskud

Bilag 5.1. Cash Flow Deponigasanlæg ved Fakse Deponi

Økonomi og Cash Flow for deponigasanlæg i Fakse													
Eksempel med kraftvarmeanlæg, hvor el og varme kan sælges													
Deponeret affaldsmængde		790.000	Tons										
Investering i alt eksklusive prøvepumpning		6.800.000	Kr.										
Salgspris for electricitet		0,60	kr./kWh										
Salgspris for varme		0,30	kr./kWh										
Tilskud til CO ₂ reduktion		0,00	kr./ton CO ₂ ækvivalent										
Tilskud til investering		0%	af investering										
Kalkulationsrente		6%											
Metanindhold i deponigassen		50%											
Årlige driftstimer		8.000	timer										
År				2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Gasproduktion (Nm ³ /h)				129	122	115	109	102	96	90	84	78	73
El-effekt (kW)				160	160	160	160	160	154	145	135	127	119
Varme effekt (kW)				236	236	236	236	236	227	213	199	187	175
El-produktion (kWh/år)				1.280.000	1.280.000	1.280.000	1.280.000	1.280.000	1.234.598	1.156.662	1.083.157	1.014.105	949.421
Varmeproduktion (kWh/år)				1.884.444	1.884.444	1.884.444	1.884.444	1.884.444	1.817.603	1.702.863	1.594.648	1.492.988	1.397.758
CO₂ reduktion													
Årlig ækvivalent CO ₂ reduktion fra CH ₄		0	5.361	5.361	5.361	5.361	5.361	5.361	5.171	4.844	4.537	4.247	3.976
Substitueret CO ₂ reduktion fra el produktion (ikke medregnet)			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Årlig CO ₂ reduktion			5.361	5.361	5.361	5.361	5.361	5.361	5.171	4.844	4.537	4.247	3.976
Indtægt fra evt. tilskud til CO ₂ reduktion		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Evt. tilskud til investering		0											
Cash Flow i kr.													
Investering		6.800.000											
Drift og vedligehold			320.000	320.000	320.000	320.000	320.000	320.000	320.000	320.000	320.000	320.000	320.000
Indtægt fra el salg			768.000	768.000	768.000	768.000	768.000	740.759	693.997	649.894	608.463	569.652	
Indtægt fra varmesalg			565.333	565.333	565.333	565.333	565.333	545.281	510.859	478.394	447.897	419.328	
Indtægt fra tilskud til investering og CO ₂ reduktion			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Netto cash flow i projekt (6 %)		(6.800.000)	1.013.333	1.013.333	1.013.333	1.013.333	1.013.333	966.040	884.856	808.289	736.360	668.980	
Intern rente		6%											
Nutidsværdi af projekt		51.475											

Bilag 5.2. Cash Flow Deponigasanlæg ved Gerringe Deponi

Økonomi og Cash Flow for deponigasanlæg i Gerringe uden tilskud til CO₂ reduktion													
Eksempel med kraftvarmeanlæg, hvor kun el kan sælges													
Deponeret affaldsmængde		800.000	Tons										
Investering i alt eksklusive prøvepumpning		3.140.000	Kr.										
Salgspris for electricitet		0,60	kr./kWh										
Salgspris for varme		0,00	kr./kWh										
Tilskud til CO ₂ reduktion		0,00	kr./ton CO ₂ ækvivalent										
Tilskud til investering		0%	af investering										
Kalkulationsrente		6%											
Metanindhold i deponigassen		50%											
Årlige driftstimer		8.000	timer										
År				2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Gasproduktion (Nm ³ /h)				61	57	54	50	47	44	41	39	36	34
El-effekt (kW)				90	90	87	81	76	72	67	63	59	55
Varme effekt (kW)				133	133	128	120	112	105	99	92	87	81
El-produktion (kWh/år)				720.000	720.000	694.591	651.346	610.562	572.223	536.262	502.585	471.082	441.632
Varmeproduktion (kWh/år)				1.060.000	1.060.000	1.022.592	958.927	898.883	842.439	789.497	739.917	693.537	650.181
CO₂ reduktion													
Årlig ækvivalent CO ₂ reduktion fra CH ₄		0	3.016	3.016	2.909	2.728	2.557	2.397	2.246	2.105	1.973	1.850	
Substitueret CO ₂ reduktion fra el produktion (ikke medregnet)			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Årlig CO ₂ reduktion			3.016	3.016	2.909	2.728	2.557	2.397	2.246	2.105	1.973	1.850	
Indtægt fra evt. tilskud til CO ₂ reduktion		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Evt. tilskud til investering		0											
Cash Flow i kr.													
Investering		3.140.000											
Drift og vedligehold			245.000	245.000	245.000	245.000	245.000	245.000	245.000	245.000	245.000	245.000	245.000
Indtægt fra el salg			432.000	432.000	416.755	390.808	366.337	343.334	321.757	301.551	282.649	264.979	
Indtægt fra varmesalg			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indtægt fra tilskud til investering og CO ₂ reduktion			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Netto cash flow i projekt		(3.140.000)	187.000	187.000	171.755	145.808	121.337	98.334	76.757	56.551	37.649	19.979	
Intern rente		Negativ											
Nutidsværdi af projekt (6 %)		-2.129.710											

Bilag 5.3. Cash Flow Deponigasanlæg ved Gerringe Deponi med tilskud

Økonomi og Cash Flow for deponigasanlæg i Gerringe med tilskud til CO₂ reduktion													
Eksempel med kraftvarmeanlæg, hvor kun el kan sælges													
Deponeret affaldsmængde		800.000	Tons										
Investering i alt eksklusivt prøvepumpning		3.140.000	Kr.										
Salgspris for electricitet		0,60	kr./kWh										
Salgspris for varme		0,00	kr./kWh										
Tilskud til CO ₂ reduktion		120,00	kr./ton CO ₂ ækvivalent	<i>Ved et tilskud på ca. 120,- kr./tons CO₂, vil nutidsværdien blive ca. 0</i>									
Tilskud til investering		0%	af investering										
Kalkulationsrente		6%											
Metanindhold i deponigassen		50%											
Årlige driftstimer		8.000	timer										
År				2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Gasproduktion (Nm ³ /h)				61	57	54	50	47	44	41	39	36	34
El-effekt (kW)				90	90	87	81	76	72	67	63	59	55
Varme effekt (kW)				133	133	128	120	112	105	99	92	87	81
El-produktion (kWh/år)				720.000	720.000	694.591	651.346	610.562	572.223	536.262	502.585	471.082	441.632
Varmeproduktion (kWh/år)				1.060.000	1.060.000	1.022.592	958.927	898.883	842.439	789.497	739.917	693.537	650.181
CO₂ reduktion													
Årlig ækvivalent CO ₂ reduktion fra CH ₄		0	3.016	3.016	2.909	2.728	2.557	2.397	2.246	2.105	1.973	1.850	
Substitueret CO ₂ reduktion fra el produktion (ikke medregnet)			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Årlig CO ₂ reduktion			3.016	3.016	2.909	2.728	2.557	2.397	2.246	2.105	1.973	1.850	
Indtægt fra evt. tilskud til CO ₂ reduktion		0	361.872	361.872	349.101	327.367	306.869	287.599	269.525	252.599	236.766	221.964	
Evt. tilskud til investering		0											
Cash Flow i kr.													
Investering		3.140.000											
Drift og vedligehold			245.000	245.000	245.000	245.000	245.000	245.000	245.000	245.000	245.000	245.000	245.000
Indtægt fra el salg			432.000	432.000	416.755	390.808	366.337	343.334	321.757	301.551	282.649	264.979	
Indtægt fra varmesalg			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indtægt fra tilskud til investering og CO ₂ reduktion		-	361.872	361.872	349.101	327.367	306.869	287.599	269.525	252.599	236.766	221.964	
Netto cash flow i projekt		(3.140.000)	548.872	548.872	520.856	473.175	428.206	385.933	346.282	309.150	274.415	241.944	
Intern rente		6%											
Nutidsværdi af projekt (6 %)		-7.309											