

Rapport

SUSTAINABLE INNOVATION

Forfatter(e): Ole Jørgen Hanssen & Ingunn Saur Modahl**Rapportnr.:** OR.09.13**ISBN:** 978-82-7520-690-7**ISBN:** 82-7520-690-1

Klimaregnskap for håndtering av deponigass fra Solgård Avfalls plass, Moss

Notat til Klima- og Energiplan Moss Kommune

Rapportnr.: OR.09.13 **ISBN nr.:** 978-82-7520-690-7 **Rapporttype:**
ISBN nr.: 82-7520-690-1 Oppdragsrapport
ISSN nr.: 0803-6659

Rapporttittel:

**Klimaregnskap for håndtering av deponigass fra Solgård
Avfallsplass Avfallsplass**

Notat til Energi- og Klimaplan for Moss Kommune

Forfattere: Ole Jørgen Hanssen og Ingunn Saur Modahl

Prosjektnummer: 1580 **Prosjekttittel:** Klimaregnskap deponigass MOVAR

Oppdragsgivere: **Oppdragsgivers referanse:**

MOVAR IKS Freddy Tangen

Emneord: **Tilgjengelighet:** **Antall sider inkl. bilag:**

- Klimaregnskap
- Metangass
- Deponi
-

Åpen

18

Godkjent:

Dato: 24.04 2013



Ole Jørgen Hanssen
Prosjektleder
(Sign)



Hanne Lerche Raadal
Gruppeleder
(Sign)

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	1
1 Bakgrunn for studiet.....	3
2 Målet for prosjektet	4
3 Metode- og datagrunnlag og forutsetninger for analysen	5
4 Resultater fra analysene	11
4.1 Gassproduksjon og utnyttelse av gassen fra deponiet	11
4.2 Energiregnskap for økt utnyttelse av deponigass.....	12
4.3 Klimaregnskap for økt utnyttelse av deponigass	13
5 Diskusjon og konklusjon	16
6 Referanser	18

Sammendrag

Dette prosjektet har sin bakgrunn i arbeidet med energi- og klimaplan for Moss Kommune. Moss kommune har ønsket å redusere utslipp av klimagasser som oppstår i avfallsanlegget på Solgård Avfallsplass (SAP). Deler av denne deponigassen utnyttes i dag i MOVARs anlegg på SAP, mens en andel av gassen overføres til Mosseporten Miljøenergi AS (MME) til produksjon av varme i deres anlegg. Målet for prosjektet har vært å gjennomføre en forenklet analyse av alternative scenarier for videre håndtering av metangass fra deponiet:

- a. Et 0-scenarier der all metan i deponigassen som samles opp blir faklet uten energiutnyttelse.
- b. Behandling og utnyttelse av metan fra deponigassen som i 2011.
- c. Utnyttelse av all metan i deponigassen gjennom fjernvarmenettet til Mosseporten Miljøenergi AS, der energien i metangassen erstatter forventet alternativ energibærer (2012-2020).

Solgård Avfallsplass har fungert som avfallsdeponi for Mossregionen i perioden 1978 til dags dato, og dekker et område på ca 450 km². Total mengde deponert avfall er beregnet til ca. 1 297 000 tonn. Deponiet dekker et stort spekter av avfallstyper som er typisk for deponier for ordinært avfall.

I analysene er data fra MOVAR over hvordan deponigassen ble utnyttet lagt til grunn for referansealternativet for året 2011. For 0-alternativet forutsettes det at all gassen som blir oppsamlet blir faklet ved SAP uten noen form for energiutnyttelse. For alternativet 2012-2020 er det forutsatt at en del av det som tidligere var diffuse utslipp fra deponiet blir tatt inn i oppsamlingssystemet på grunn av bedre utstyr (endring fra 25% til 10% diffuse utslipp fra deponiet). Videre forutsettes det at MOVARs egen bruk ligger på samme nivå som i 2011 og at gassen erstatter propan til oppvarming av bygninger. For MME er det forutsatt at hele kapasiteten på en 3 MW fyrkjele kan utnyttes til varmeproduksjon i 2015. Dette forutsetter opprusting av en av de to kjelene som MME i dag disponerer.

Den samlede effekten av tiltakene knyttet til energiutnyttelsen av metangass fra deponiet viser en reduksjon på ca 40% av netto energitap fra systemet i 2011 sammenliknet med 0-scenariet, fra ca. 17 100 MWh til ca. 10 500 MWh. Det meste skyldes at gassen utnyttes til varmeproduksjon i stedet for å bli faklet uten energiutnyttelse. Ved å gjennomføre tiltak for økt oppsamling og økt overføring og omsetning av metangass til MME, endres netto energibruk. Fra at energi må tilføres systemet, får man et system som genererer energi. Energien benyttes til varmeproduksjon. Netto spart energi i 2015-scenariet kan estimeres til ca. 10 700 MWh, som tilsvarer en reduksjon i mengde tilført energi på ca. 21 000 MWh i forhold til i 2011 eller en energimengde tilsvarende årlig forbruk av elektrisitet for ca. 1000 eneboliger i Norge.

Det er utarbeidet et livsløpsbasert klimagassregnskap som ser på behandling og utnyttelse av deponigassen fra Solgård Avfallsplass. Resultatene for 2011-regnskapet domineres av klimagasspotensialet fra diffuse utslipp fra deponiet. Effekten av å redusere mengden gass som går til fakling vil først og fremst være knyttet til at energien utnyttes hos MME, og at man dermed unngår klimautslipp forbundet med produksjon og brenning av propan og fyringsolje. Dette kommer tydelig frem av 2015-scenariet, der både effektene av reduserte diffuse utslipp og erstatning av tilført energi (fyringsolje og propan), gir stor klimanytte. Størst effekt oppnås gjennom å begrense de diffuse utslippene av metan (4 000 kg CO₂-ekvivalenter reduksjon) fordi metan har så høyt klimagasspotensial, men

effekten av å erstatte propan og fyringsolje er også betydelig (henholdsvis ca. 950 og 1 800 kg CO₂-ekvivalenter). Dersom tiltakene som ligger til grunn for 2015-scenariet gjennomføres vil det kunne oppnås en reduksjon i netto klimagassutslipp på ca. 6 800 tonn CO₂-enheter. Dette tilsvarer totalt ca. 4 % av klimagassutslippene i Moss kommune i 2010, og kan derfor gi et godt grunnlag for energiomlegging og reduksjon av klimagassutslipp. Det forutsetter at MME er i stand til å produsere og levere varme ut fra den kapasitet som er forutsatt i analysen (8000 timer med full utnyttelse av fyrkjele).

Denne studien er gjennomført med relativt begrensende ressurser, der formålet primært har vært å vurdere effekter av tiltak knyttet til bedre oppsamling og utnyttelse av metan fra deponigass fra SAP. Data for hvor mye deponigass som er samlet opp og hvordan denne er utnyttet i 2011 har rimelig høy pålitelighet, siden dette er data som faktisk blir målt av MOVAR. Det samme gjelder andelen av metan i deponigassen som også er målt og utgjør ca. 40%. En stor usikkerhetsfaktor er hvor mye deponigass som diffust slippes ut til atmosfæren fra deponiet, noe som ikke blir målt ved SAP. Estimert på 25% for 2011-regnskapet er basert på data fra MOVAR som er gjengitt i Energi og Klimaplan for Moss kommune (Moss Kommune 2010). Det samme gjelder anslaget på at utslipp fra diffuse kilder kan reduseres til 10%, som er lagt til grunn for 2015-scenariet.

1 Bakgrunn for studiet

Dette prosjektet har sin bakgrunn i arbeidet med energi- og klimaplan for Moss Kommune. Moss kommune har ønsket å redusere utslipp av klimagasser som oppstår i avfallsanlegget på Solgård Avfallsplass (SAP). Deler av denne deponigassen utnyttes i dag i MOVARs anlegg på SAP, mens en andel av gassen overføres til Mosseporten Miljøenergi AS (MME) til produksjon av varme i deres anlegg. Prosjektet er gjennomført av Østfoldforskning for MOVAR IKS, som har stått for finansieringen av prosjektet. Prosjektet er gjennomført med bistand til datagrunnlag og kvalitetssikring av analysene fra sektorsjef Freddy Tangen og overingeniør Marit S. Asklien fra MOVAR IKS, og fra daglig leder Tom Anders Ludvigsen fra Mosseporten Miljøenergi AS. Freddy Tangen, Marit S. Asklien, miljøvernssjef Knut Bjørndalen og prosjektleder Cecilie Kildahl fra Moss kommune har deltatt i en prosjektgruppe og gitt innspill til prosjektutforming og rapport,

Det er definert to ulike scenarier som grunnlag for analysene som er gjennomført i prosjektet, som sammenlikningsgrunnlag med hvordan deponigassen faktisk ble behandlet og utnyttet i 2011:

Analyser	Forutsetninger
0-Scenario	75% av deponigassen samles opp for behandling og fakling. 25% av deponigassen antas å være diffuse utslipp. 10% av diffuse utslipp av metangass antas oksidert til CO ₂ i topplaget på fyllingen. 40% av deponigassen antas å være metan. All oppsamlet metangass fakles uten energiutnyttelse.
2011 Regnskap	75% av deponigassen samles opp for behandling og utnyttelse. 25% av deponigassen antas å være diffuse utslipp. 10% av diffuse utslipp av metangass antas oksidert til CO ₂ i topplaget på fyllingen. 40% av deponigassen antas å være metan. MME produserer ca. 25 000 GJ varme for salg fra sitt anlegg. 1% av metangassen som oppsamles fra deponi utnyttes hos MOVAR og erstatter propangass og strøm. 25 % av metangassen som oppsamles fra deponi overføres til MME og erstatter 41% propangass og 59% fyringsolje, der mengden og fordelingen er basert på innkjøpt energi hos MME i 2011 Resten av metangassen fakles uten energiutnyttelse.
2015-Scenario (representativt år perioden 2012- 2020)	90% av deponigassen samles opp for behandling og utnyttelse. 10% av deponigassen antas å være diffuse utslipp. 10% av diffuse utslipp av metangass antas oksidert til CO ₂ i topplaget på fyllingen. 40% av deponigassen antas å være metan. MME utnytter 80% av kapasiteten i fyrkjele og produserer ca. 86 000 GJ varme for salg. 1% av metangassen fra deponi utnyttes hos MOVAR og erstatter propangass og strøm ved egen drift. 99 % av metangassen som oppsamles fra deponi overføres til MME og erstatter 41% propangass og 59% fyringsolje (samme forutsetning som i regnskapet for 2011) Det er kun neglisjerbare mengder av metangassen som går til fakling uten energiutnyttelse.

2 Målet for prosjektet

Målet for prosjektet har vært å gjennomføre en forenklet analyse av alternative scenarier for videre håndtering av metangass fra deponiet:

- a) Et 0-scenario der all metan i deponigassen som samles opp blir faklet uten energiutnyttelse.
- b) Behandling og utnyttelse av metan fra deponigassen som i 2011.
- c) Utnyttelse av all metan i deponigassen gjennom fjernvarmenettet til Mosseporten Miljøenergi AS, der energien i metangassen erstatter forventet alternativ energibærer (2012-2020 med 2015 som referanseår).

3 Metode- og datagrunnlag og forutsetninger for analysen

Data for metangassutslipp fra deponier er basert på metodikk utviklet av FNs klimapanel, som ledd i arbeidet med å rapportere nasjonale utslipp av klimagasser. Datagrunnlaget som ligger til grunn for denne rapporten er basert på modeller som er tilpasset norske forhold av SSB, som overtok det operasjonelle ansvaret for det nasjonale klimagassregnskapet fra deponier fra SFT (KLIF) i 2005 (Skullerud 2006). Modell- og datagrunnlaget for klimagassutslipp fra avfallsdeponier er videreutviklet og forbedret i IPCCs rapport fra 2006, der Volum 5; Kapittel 3 gir en grundig gjennomgang av metodegrunnlaget fra det Internasjonale Klimapanelet (IPCC 2006). Uten å gå i detalj rundt beregningsgrunnlaget er dette basert på:

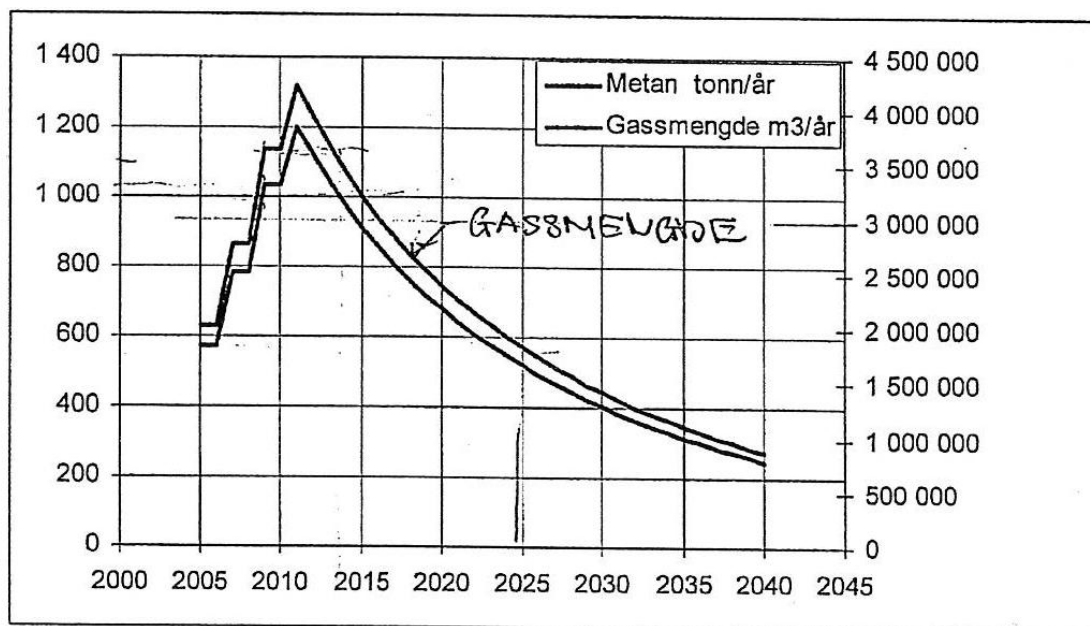
- Avfalls sammensetningen i deponiet.
- Andelen nedbrytbart organisk karbon som nedbrytes.
- Hvordan deponiet driftes.
- Andelen metan i deponigassen.
- Oksideringsfaktorer i deponidekket.
- Halveringstiden på nedbrytingen av de ulike avfallsfraksjonene i deponiet.
- Omfang og effektivitet i uttak av metangass for fakling eller energiutnyttelse fra deponiet.

Bakgrunnsdokumentasjon for analysene har vært rapporter som omhandler deponigass-situasjonen ved Solgård Avfallsplass og utnyttelsen av denne hos Mosseporten Miljøenergi AS (Svendsen 2006, Moss Kommune 2010). Analysen er basert på en energianalyse (ikke livsløpsdata) og en forenklet livsløpsvurdering av klimaregnskapet for deponigassgenerering og utnyttelse av denne fra Solgård Avfallsplass (heretter betegnet som SAP).

Solgård Avfallsplass har fungert som avfallsdeponi for Mossregionen i perioden 1978 til dags dato, og dekker et område på ca 450 km². Total mengde deponert avfall er beregnet til ca. 1 297 000 tonn. Deponiet dekker et stort spekter av avfallstyper som er typisk for deponier for ordinært avfall.

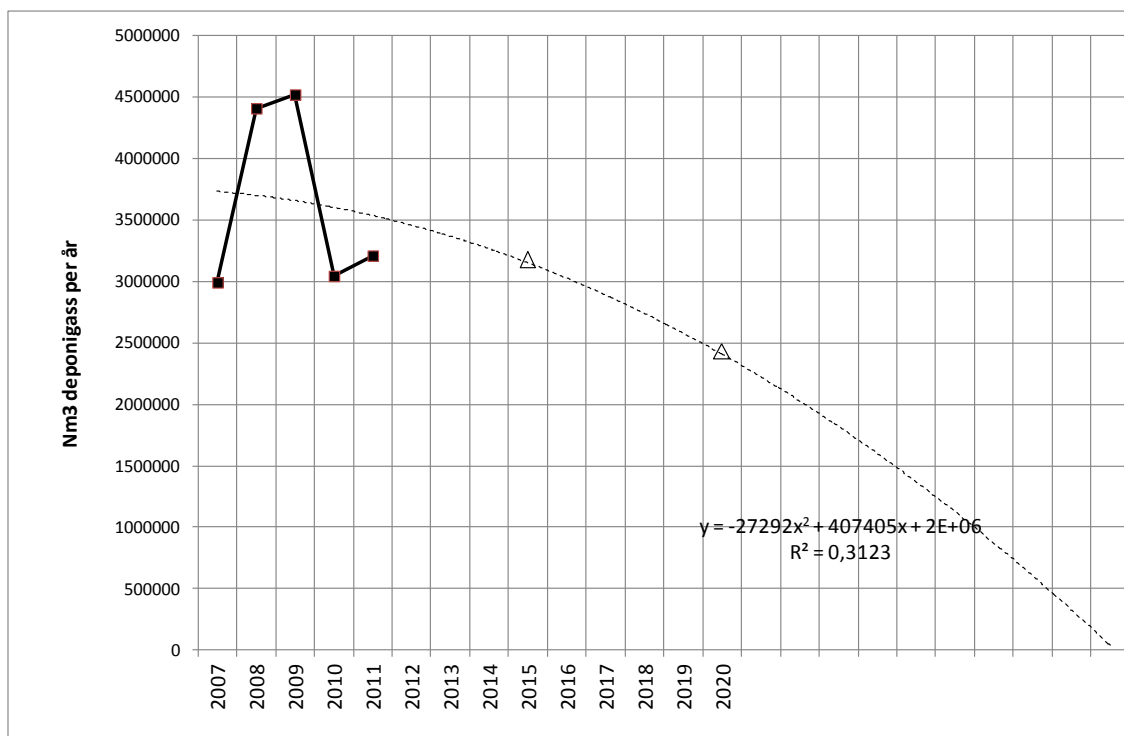
Mengden deponigass som genereres og samles opp er beregnet i henhold til standard internasjonal metodikk tilpasset til norske forhold som beskrevet av Skullerud (2006). Beregningene er gjennomført i perioden fra 2006 til 2012 av ingeniørfirma Bjørn Svendsen AS (Svendsen 2006, 2012). I dette prosjektet er det ikke gått inn i beregningsgrunnlag for generering av deponigass, og tallmaterialet som ligger til grunn for analysene er basert fullt og helt på publiserte data fra Svendsen (op.cit). Mengden deponigass målt av MOVAR for 2011 ligger til grunn for referansealternativet i analysen, mens beregnet mengde deponigass for perioden 2012-2020 bruker 2015 som et relevant gjennomsnittså. Mengden deponigass som er beregnet generert i 2015 er basert på beregning fra rapporten til Svendsen (2006) og analyse av data i Excel basert på målte data og estimerte gassmengder for 2015 og 2020.

Beregningen av gassvolum som er oppsamlet, så vel som for volumet av diffuse utslipp og mengden gass som blir faklet, er derfor basert på målinger fra 2006. Data for utnyttelse av gassen til energiformål er basert på faktiske målinger som er gjennomført av MOVAR (e-post fra MOVAR av 20.11 2012).



Figur 1 Beregnet fremtidig mengde oppsamlet deponigass og metangass fra Solgård Avfallsplass (fra Svendsen 2006). Aksen til høyre og den øvre kurven viser gassmengde som genereres i deponiet i Nm³ per år, mens aksen til venstre og den nedre kurven viser mengden metangass i tonn per år.

¹ NM3 (normalkubikkmeter) er en enhet for å måle gassvolum, og som refereres til standard betingelser for temperatur (0°C) og trykk (760 mm Hg).



Figur 2 Beregning av fremtidig mengde oppsamlet deponigass basert på trendanalyse av målte data fra MOVAR (fylte datapunkter; heltrukket linje) – og estimer for fremtidig deponigassproduksjon (åpne trekanter; stiplet linje).

Basert på data over mengde oppsamlet deponigass og en forutsetning om at mengden diffuse utslipp er ca. 25% med dagens oppsamlingssystem (Moss Kommune 2010), er volumet av deponigass som genereres per år beregnet. Det er lagt inn en forutsetning om at oppsamlingssystemet vil bli mer effektivt i fremtiden, med bedre utstyr og at mengden som utnyttes utenfor anlegget øker. Andelen diffuse utslipp fra deponiet er derfor forutsatt å synke til 10% i årene etter 2011 (Moss Kommune 2010). Det må presiseres at alle disse dataene er beheftet med høy usikkerhet, siden dataene ikke er basert på spesifikke målinger av diffuse utslipp fra deponiet (se IPCC 2006 for diskusjon av usikkerhet rundt disse målingene). Det er også lagt inn en forutsetning basert på anbefalinger i IPCC (2006) om at 10% av det diffuse utslippet av metan fra deponiet blir oksidert i topplaget og omdannes til CO₂.

Det er videre lagt til grunn forutsetninger om at metangassinnholdet ligger på ca. 40% (volumprosent) av deponigassen, og at egenvekten til metangass er 0,7088 kg/Nm³. Med dette som utgangspunkt er gassmengdene som genereres og oppsamles i systemet ved SAP beregnet som vist i Tabell 1.

Tabell 1 Oversikt over mengde deponigass og metan generert og oppsamlet fra deponiet i 2011 og 2015

Gass-strømmer fra deponiet	2011	2015
Mengde deponigass generert (Nm ³)	4 012 131	3 527 088
Metaninnhold i deponigass generert (Nm ³)	1 711 843	1 410 835
Mengde metangass oppsamlet (Nm ³)	1 283 882	1 269 752
Mengde metangass oppsamlet (tonn)	910	900

I analysene er data fra MOVAR over hvordan deponigassen ble utnyttet lagt til grunn for referansealternativet for året 2011. For 0-alternativet forutsettes det at all gassen som blir oppsamlet blir faklet ved SAP uten noen form for energiutnyttelse. For alternativet 2012-2020 er det forutsatt at en del av det som tidligere var diffuse utslipp fra deponiet blir tatt inn i oppsamlingssystemet på grunn av bedre utstyr (endring fra 25% til 10% diffuse utslipp fra deponiet). Videre forutsettes det at MOVARs egen bruk ligger på samme nivå som i 2011 og at gassen erstatter propan til oppvarming av bygninger. I klimaanalysen er det livsløpsdata for produksjon, distribusjon og bruk av propangass som ligger til grunn (Tabell 5).

For MME er det forutsatt at hele kapasiteten på en 3 MW fyrkjele kan utnyttes til varmereproduksjon i 2015. Dette forutsetter opprusting av en av de to kjelene som MME i dag disponerer. Det er lagt følgende forutsetninger til grunn for beregning av hvor stor gassmengde som kan tas inn på anlegget basert på informasjon fra MME v/Tom Anders Ludvigsen i notat og telefonsamtale 12.12 2012, og mail av 5.2 2013.

Tabell 2 Forutsetninger for beregning av potensial for utnyttelse av deponigass ved MME som grunnlag for 2015 scenario

Forutsetning for beregning	Verdi benyttet	Referanse
Effekt på fyrkjele	3 MW	Oppgitt fra MME
Antall timer utnyttet per år	8000 timer	Antatt fra Østfoldforskning
Nødvendig bruk av fyringsolje	40 liter/time	Oppgitt fra MME – gjelder dagens kjele
Energiinnhold fyringsolje	11,97 MWh/tonn	Data fra NVE
Egenvekt fyringsolje	860 kg/m ³	Data fra NVE
Kapasitet varme generert per år totalt	24 000 MWh	Beregnet ut fra antall timer per år
Erstattet tilført energi fyringsolje	7 335 MWh	Beregnet ut fra forbruk av fyringsolje i 2011
Erstattet tilført energi propan	5 097 MWh	Beregnet ut fra forutsetninger i denne rapport
Teoretisk varmebehov ved MME som kan dekkes med deponigass	12 431 MWh	Beregnet ut fra forutsetninger i denne rapport

Det er derfor beregnet at MME teoretisk kan ta i mot en mengde metangass fra deponiet som tilsvarer en varmereproduksjon på ca. 12 400 MWh per år ut fra beregningene i Tabell 2. Basert på energiinnholdet i metangass fra deponi beregnes mengden metangass som kan benyttes ved MME tilsvarende 1 257 000 Nm³ i 2015.

Differensen i gassvolum mellom oppsamlet og utnyttet gassmengde i de ulike alternativene forutsettes å bli faket i anlegget på SAP. Fordelingene på hvordan metangassen ble utnyttet på i 2011 og estimat for utnyttelse i årene 2012-2020 (2015) er vist i Tabell 3.

Tabell 3 Oversikt over målt og beregnet utnyttelse av metangass fra Solgård Avfallsplass i 2011 og 2012-20

	0-alternativ	2011	2012-2020 (2015)
Fakling på Solgård Avfallsplass (Nm ³)	1 283 882	946 038	0
Utnyttelse hos MOVAR til varformål (Nm ³)	0	12 136	12 000
Utnyttelse hos Mosseporten Miljøenergi (Nm ³)	0	325 708	1 257 752

*) Beregnet gassvolum ut fra forutsetninger beskrevet i rapporten

En stor del av metangassen som utnyttet til energiformål sendes til Mosseporten Miljøenergi for konvertering til varme. Det er oppgitt fra MOVAR at det ikke er registrert tap av metangass i forbindelse med distribusjonen og tapet settes derfor til 0 for både 2011 og 2015 (personlig meddelelse 11.12.2012). Det forutsettes at metangassen fra deponiet erstatter en blanding av fyringsolje og propan, og der fordelingen mellom de to energibærerne i 2011 var oppgitt til 41% propan og 59% fyringsolje (MME notat av 12.12.2012). I 2015 antas det at metangass fra deponiet erstatter energi til varmereproduksjon tilsvarende kapasiteten i fyrkjelen (se Tabell 2) med lik prosentvis fordeling av erstattet mengde propan og fyringsolje som i 2011. Dette ligger innenfor en begrensning om at det må brukes minst 40 liter fyringsolje per time ved full kapasitet som gjelder ved dagens kjele, men som trolig ikke vil være en begrensning etter en ombygging og utvidelse til full kapasitet. Resten av energien erstattes av metangass fra deponiet i så stor grad som mulig, og hvor differansen dekkes opp med propan. Forbruket av ulike energibærere i scenarioene for 2011 og 2015 er vist i Tabell 4.

Tabell 4 Oversikt over innkjøpt energimengde av ulike energibærere hos Mosseporten Miljøenergi i 2011 og 2015 ut fra forutsetningene gitt i Tabell 2.

Energibærer innkjøpt (MWh)	2011	2015
Metangass fra deponi	2 709	12 431
Propan	1 650	4743
Fyringsolje	2 345	6825
<i>Totalt</i>	<i>6 705</i>	<i>23 999</i>

Data for beregning av klimaeffekter knyttet til produksjon og bruk av ulike energibærere, samt utslipp fra fakling av deponigass er vist i Tabell 5.

Tabell 5 Datagrunnlag for beregning av effekt på klimagassutslipp ved erstatning av ulike energibærere

Prosess og energibærer	Utslippsfaktor CO ₂ -ekv./MWh	Kilde til datagrunnlag
Fakling av deponigass	0,55 kg	Forbrenning av biogass til varme (RVF 2005). Antar at kun metanfraksjonen er brennbar.
Produksjon og bruk av fyringsolje til oppvarming	338,4 kg	Heat, light fuel oil, at boiler 100kW, non-modulating/CH U (Ecoinvent). Produsert varme, virkningsgrad inkludert.
Produksjon og bruk av propan til oppvarming	255,6 kg	Heat, LPG fra Østfoldforskning sin egen database.
Elektrisitet	191,9 kg	Electricity, low voltage, production NORDEL 2010, at grid/NordEI STOE model/semi-S. Fra Østfoldforskning sin egen database, basert på elektrisitetsmiks fra ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity) sine websider (https://www.entsoe.eu/db-query/production/monthly-production-for-a-specific-country/). El-miksene kobles deretter med LCA-data for de respektive elektrisitetsteknologier basert på velrenommerte LCA-databaser (Ecoinvent) og beregnes for high, medium og low voltage. I dette tilfellet er det antatt lavspenning.
Diesel til kjøretøy	308,9 kg	Data fra Ecoinvent og Østfoldforskning sin egen database.

4 Resultater fra analysene

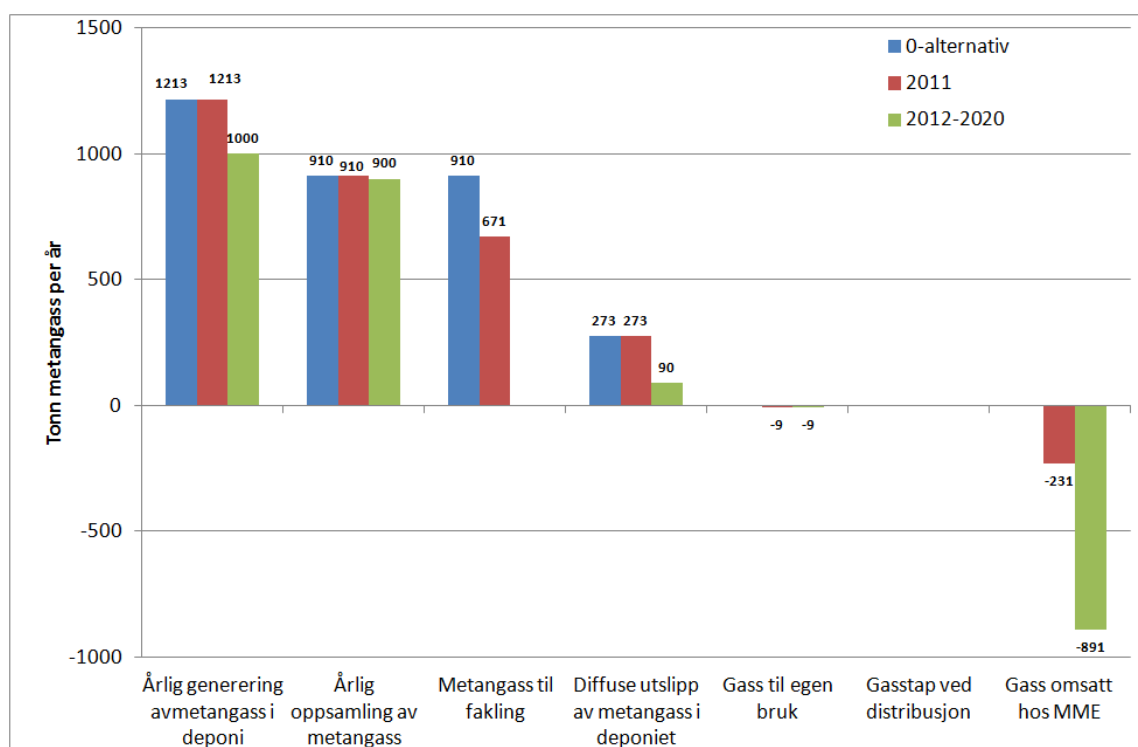
I de følgende kapitlene er resultatene fra analysene kort beskrevet for gassproduksjon og gassutnyttelse, energiregnskapet for SAP og MME og det livsløpsbaserte klimaregnskapet for utnyttelse av deponigass. Alle resultatene beskrives for:

- **0-Scenarioet** der all oppsamlet gass ble faklet.
- **Situasjonen i 2011** der mesteparten av gassen ble samlet opp, men ikke all oppsamlet gass ble utnyttet.
- **Scenario 2012-2020 (2015)** der en større andel gass blir samlet opp og alt blir utnyttet..

4.1 Gassproduksjon og utnyttelse av gassen fra deponiet

Oversikten over mengden metangass som er beregnet generert i deponiet og mengden som samles opp er vist i Figur 3 for hvert av de tre scenarioene. De røde stolpene viser målte og beregnede tall for gassmengdene som ble generert og samlet opp i 2011, og hvordan de ble utnyttet dette året. De blå stolpene viser 0-scenarioet der all metangass fakles eller slippes ut fra diffuse kilder. De grønne stolpene for 2015-scenarioet viser både effekten av at diffuse utslipp reduseres fra 25% til 10%, og at all metangass som er tilgjengelig omsettes til MME og at faklingen dermed opphører.

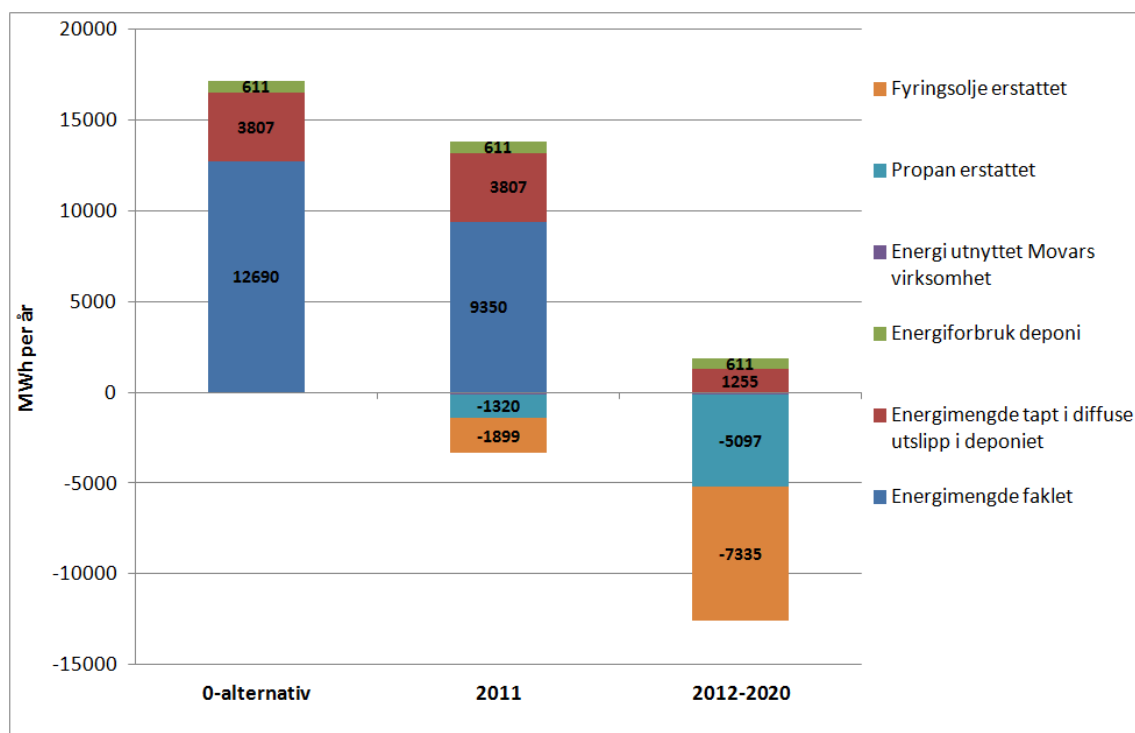
Stolper over 0-streken viser antall tonn metangass som ikke utnyttet til energiformål. Stolpene under streken viser antall tonn metangass som erstatter andre energibærere. Bruk av gass i egen virksomhet ved MOVAR forutsettes videreført på samme nivå som i 2011, og tap i distribusjon antas fortsatt å være tilnærmet lik 0.



Figur 3 Oversikt over generering, utnyttelse og utslipp fra diffuse kilder av deponigass fra Solgård Avfallsplass

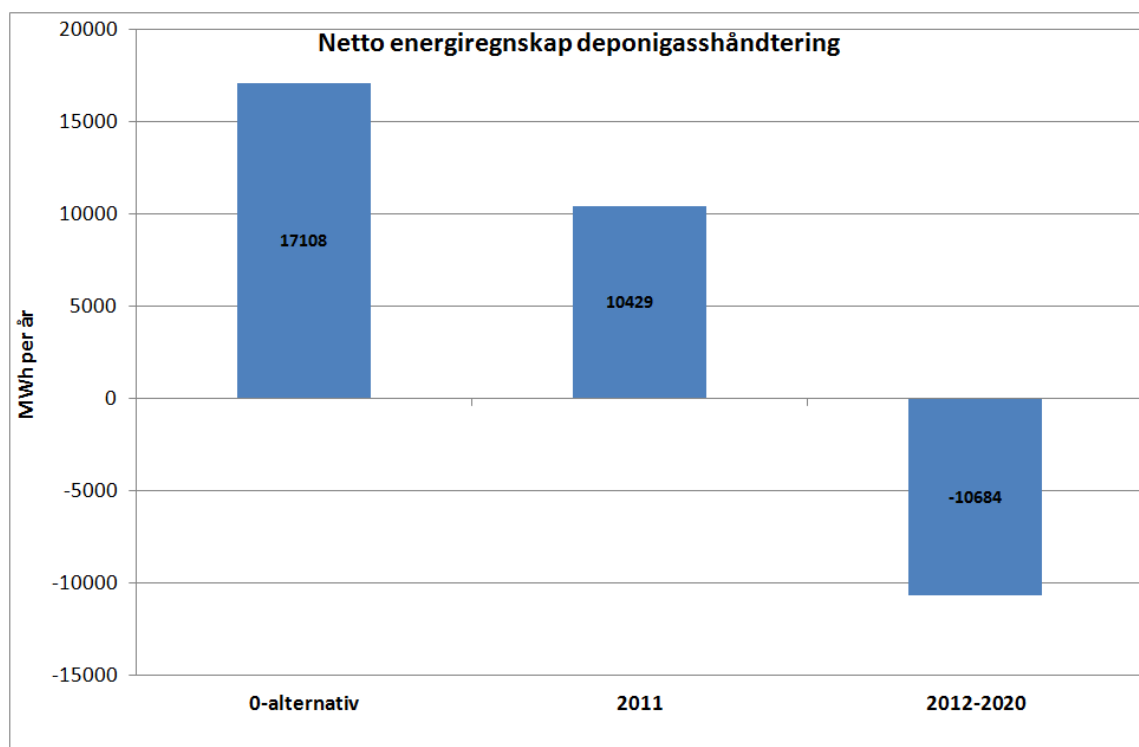
4.2 Energiregnskap for økt utnyttelse av deponigass

Med basis i gassregnskapet vist i kap. 4.1, er det satt opp et brutto energiregnskap for behandling og utnyttelse av metangassen fra deponi ved SAP. Stolpene over 0-streken viser energitap i systemet. Stolpene under streken viser hvor mye fossil energi som spares ved å utnytte deponigassen som erstatning for propangass og fyringsolje (Figur 4). Energiregnskapet for 2011 preges av en stor energimengde som gikk til fakling uten energiutnyttelse og en relativt stor mengde metan som slapp ut på grunn av diffuse utslipp. Energitalet er selvfølgelig ennå større i 0-scenariotet der all deponigassen enten fakles eller slippes ut diffust. I 2015-scenariotet er disse tapene redusert betydelig, gjennom at en større del av gassen blir samlet opp (90%) og at all gassen utnyttes enten hos MOVAR selv eller ved MME. Energibruken knyttet til maskinell drift av deponiet og pumper i gassdistribusjonen (611 MWh per år) utgjør en relativt liten del av energibruken (Figur 4).



Figur 4 Brutto energiregnskap for behandling og utnyttelse av metangass fra deponi ved SAP

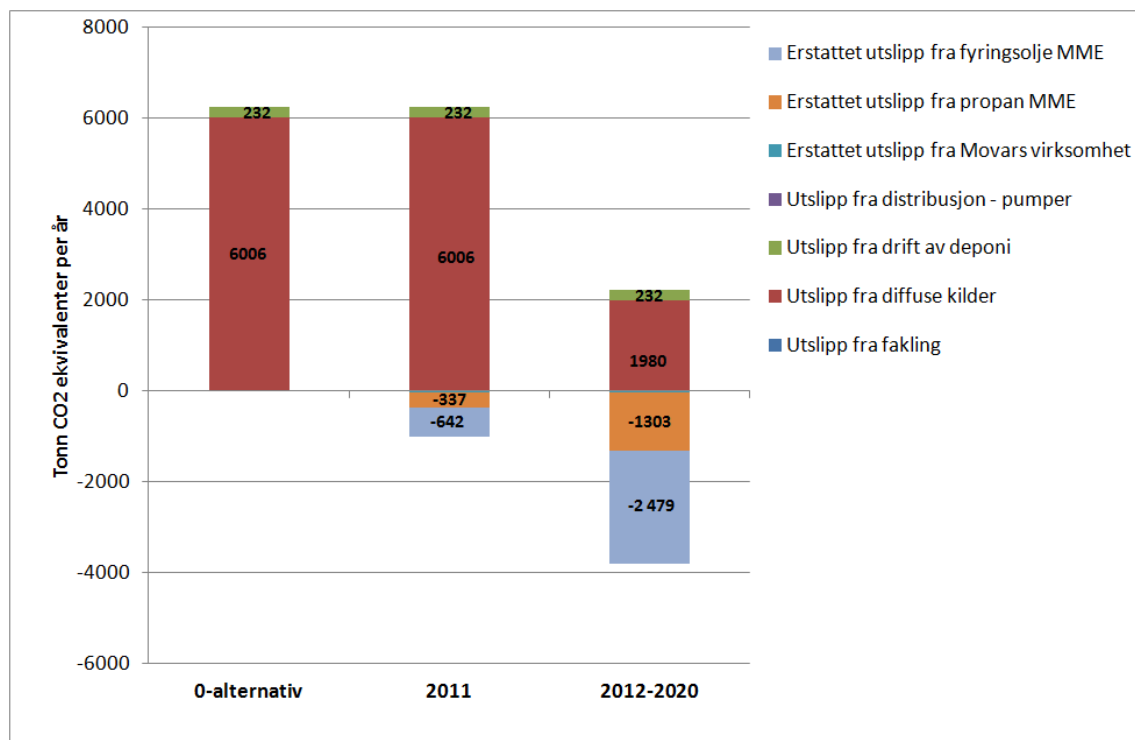
Den samlede effekten av tiltakene knyttet til energiutnyttelsen av metangass fra deponiet er vist i Figur 5 som et netto energiregnskap. 2011-regnskapet viser en reduksjon på ca 40% av netto energitap fra systemet, fra ca. 17 100 MWh til ca. 10 500 MWh i forhold til 0-scenariotet. Det meste skyldes at gassen utnyttes til varmeproduksjon i stedet for å bli faklet uten energiutnyttelse. Ved å gjennomføre tiltak for økt oppsamling og økt overføring og omsetning av metangass til MME, endres netto energibruk. Fra at energi må tilføres systemet, får man et system som genererer energi. Energien benyttes til varmeproduksjon. Netto spart energi i 2015-scenariotet kan estimeres til ca. 10 700 MWh, som tilsvarer en reduksjon i mengde tilført energi på ca. 21 000 MWh i forhold til i 2011 eller en energimengde tilsvarende årlig forbruk av elektrisitet for ca. 1000 eneboliger i Norge (Figur 5).



Figur 5 Netto energiregnskap for behandling og utnyttelse av metangass fra deponi ved SAP

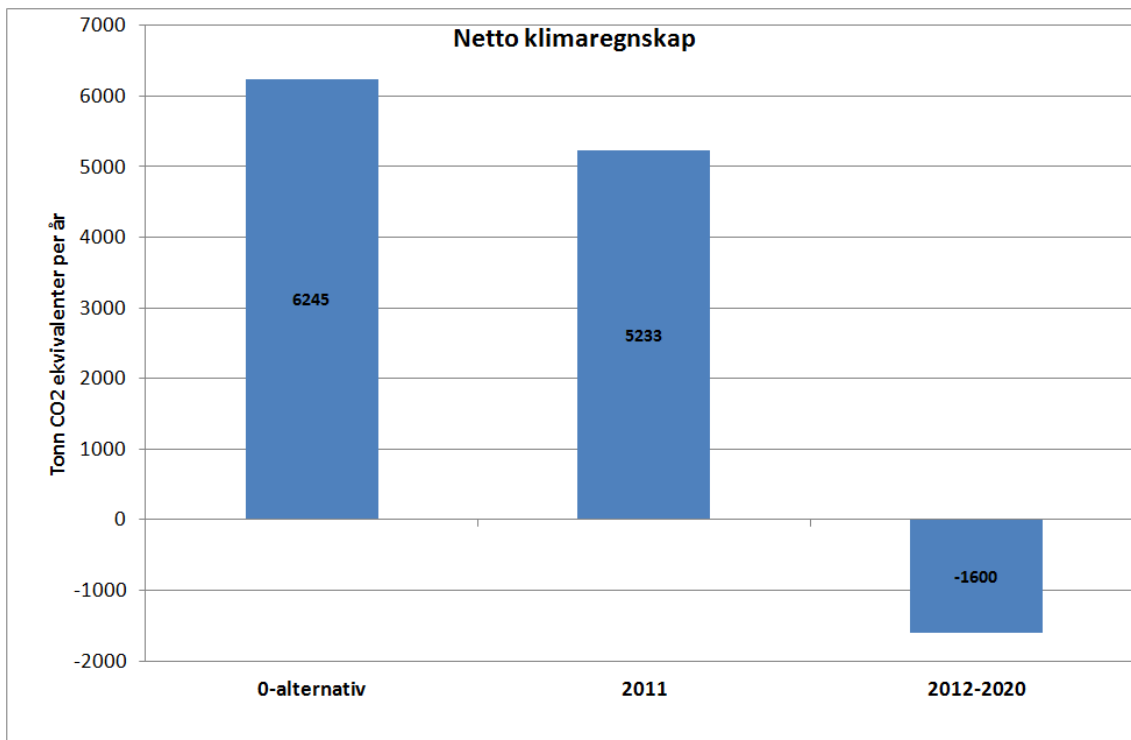
4.3 Klimaregnskap for økt utnyttelse av deponigass

Det er utarbeidet et livsløpsbasert klimagassregnskap som ser på behandling og utnyttelse av deponigassen fra Solgård Avfallsplass, baserer seg på analysen vist i kapittel 4.2. Resultatene er vist i Figur 6 og Figur 7 for henholdsvis brutto og netto klimagassutslipp. Stolper over 0 viser klimagassutslipp, mens stolper under 0 viser sparte utslipp. Resultatene for 2011-regnskapet domineres av klimagasspotensialet fra diffuse utslipp fra deponiet. Deponigass er forutsatt å bestå av 40% metan fra biologisk materiale som i IPCC's modeller har et klimagasspotensial på 22 kg CO₂-ekvivalenter per kg metangass som slippes ut. Den resterende delen av deponigassen antas ikke å ha klimagasspotensial. CO₂-gassen som dannes ved faking av metan antas også å være biologisk basert, og vil følgelig være klimagassnøytralt ut fra IPCC's modeller. Den direkte effekten av å redusere mengden gass som går til faking vil derfor være minimal i et klimaperspektiv, og vil først og fremst ha betydning ved at energien utnyttes hos MME, og at man dermed unngår klimautslipp forbundet med produksjon og brenning av propan og fyringsolje (Figur 6). Dette kommer tydelig frem av 2015-scenarioet, der både effektene av reduserte diffuse utslipp og erstatning av tilført energi (fyringsolje og propan), gir stor klimanytte. Størst effekt oppnås gjennom å begrense de diffuse utslippene av metan (4 000 kg CO₂-ekvivalenter reduksjon) fordi metan har så høyt klimagasspotensial, men effekten av å erstatte propan og fyringsolje er også betydelig (henholdsvis ca. 950 og 1 800 kg CO₂-ekvivalenter).



Figur 6 Brutto klimaregnskap fra behandling og utnyttelse av metangass fra deponi ved SAP.

I Figur 7 er klimagassregnskapet for de ulike aktivitetene og prosessene slått sammen i et netto klimagassregnskap for hele systemet. Resultatene viser at både 2011-regnskapet og 0-scenariot karakteriseres ved relativt høye netto utslipp av klimagasser, som i hovedsak skyldes diffuse utslipp av metan fra deponiet. 2015-scenariot viser et netto klimaregnskap som sparer CO₂-utslipp. 2015-scenariot gir en total gevinst på nærmere 6 800 tonn CO₂-ekvivalenter per år sammenliknet med 2011-regnskapet. Forbedringene skyldes reduksjon i diffuse metanutslipp, og at metangassen erstatter utslipp fra produksjon, distribusjon og bruk av tilført energi i form av propangass og fyringsolje.



Figur 7 Netto klimaregnskap for behandling og utnyttelse av metangass fra deponi ved SAP.

5 Diskusjon og konklusjon

Denne studien er gjennomført med relativt begrensede ressurser, der formålet primært har vært å vurdere effekter av tiltak knyttet til bedre oppsamling og utnyttelse av metan fra deponigass fra SAP. Det har ikke vært anledning til å gå nærmere inn på forutsetninger og datagrunnlag slik disse foreligger fra MOVAR og Energi- og klimaplan for Moss Kommune (Moss Kommune 2010). Data for hvor mye deponigass som er samlet opp og hvordan denne er utnyttet i 2011 har rimelig høy pålitelighet, siden dette er data som faktisk blir målt av MOVAR. Det samme gjelder andelen av metan i deponigassen som også er målt og utgjør ca. 40%,

En stor usikkerhetsfaktor er hvor mye deponigass som diffust slippes ut til atmosfæren fra deponiet, noe som ikke blir målt ved SAP. Estimater på 25% for 2011-regnskapet er basert på data fra MOVAR som er gjengitt i Energi og Klimaplan for Moss kommune (Moss Kommune 2010). Det samme gjelder anslaget på at utslipp fra diffuse kilder kan reduseres til 10%, som er lagt til grunn for 2015-scenarioet.

Modellberegningene som ble utført av Svendsen (2006) indikerte en metangassproduksjonen i deponiet på 1 310 tonn per år når gassproduksjonen ble antatt å være på topp ca. 2010. Gassoppsamlingen ble i 2011 målt til ca 910 tonn og diffuse utslipp av metan kan derfor estimeres til ca. 400 tonn eller ca. 30% av samlet gassproduksjon på 1310 tonn, hvilket er klart innenfor usikkerheten i beregningene.

IPCC (2006) anslår for øvrig at effektiviteten i metanoppsamling er ca. 20% i gjennomsnitt. Rapporter for målte verdier viser variasjon fra 10-85%, men hvor det er målt verdier helt opp i 90% oppsamling av deponigass (Diot et al. 2001). I følge IPCC (2006) kan høy oppsamlingseffektivitet relateres til god gjenlukking av deponier, godt designet og operert oppsamlingssystem med effektive oppsug og tykke overdekkingslag med lav permeabilitet og høy oksidasjonsevne. Dataene fra SAP ligger derfor i det øvre området for effektivitet i gassoppsamling sammenliknet med IPCCs oversikter. Hvorvidt det er mulig å nå slike verdier for gassoppsamling ved SAP vil avhenge av tiltak som er/blir gjennomført på deponiet. Økt effektivitet i oppsamlingen vil slå dobbelt positivt ut for energiberegningene i prosjektet, dels fordi mindre metan slipper ut til omgivelsene og dels fordi det blir mer metangass som kan utnyttes og erstatte andre energibærere. For klimaberegningene blir effekten enda større, fordi klimapotensialet til metan er 22 ganger større enn for CO₂.

Det er stor grad av usikkerhet knyttet til data om hvor stor del av metangassen som genereres som faktisk blir samlet opp i deponier, hvor mye som blir oksidert i topplag og hvor stor del som blir samlet opp og utnyttet til energiformål. Forbudet mot å deponere biologisk nedbrytbart avfall som er innført vil endre forutsetningene for utslipp fra norske deponier, og modellgrunnlaget fra IPCC ble også endret med rapporten fra 2006 (IPCC 2006). Det synes dessuten å mangle gode data på hvor stor andel av metangassen som oppstår i norske deponier ender som diffuse utslipp, etter at det er gjennomført mange tiltak for både oppsuging/innsamling og toppdekke med oksidering av deponier.

Analysen indikerer at MOVARs deponi på SAP brutto bidrar med diffuse klimagassutslipp på totalt 6 000 tonn CO₂-ekv./år i 2011. I Energi- og Klimaplan for Moss kommune fra 2010 er det beregnet et totalt utslipp av klimagasser innenfor Moss kommune på 189 000 tonn, og av dette utgjør utslipp fra avfallsdeponier totalt ca. 6% eller 11 300 tonn per år (kilde: SSB). Deponiet på SAP er ett av flere deponier i Moss kommune og det er ikke kjent hvor stor andel som er antatt å stamme fra SAP i totaltallet som er oppgitt i Energi- og Klimaplanen. I tillegg er det beregnet at utnyttelse av metan til energiformål vil kunne spare utslipp tilsvarende ca. 3 700 tonn CO₂-enheter ved erstatning av propan og fyringsolje.

Utslipp fra produksjon av disse energibærerne skjer riktignok utenfor Moss kommune, men den største delen av utslippet skjer ved konvertering til varme, og er derfor en viktig del av regnskapet.

Dersom tiltakene som ligger til grunn for 2015-scenariot gjennomføres vil det kunne oppnås en reduksjon i netto klimagassutslipp på ca. 6 800 tonn CO₂-enheter. Dette tilsvarer totalt ca. 4 % av klimagassutslippene i Moss kommune i 2010, og kan derfor gi et godt grunnlag for energiomlegging og reduksjon av klimagassutslipp. Det forutsetter at MME er i stand til å produsere og levere varme ut fra den kapasitet som er forutsatt i analysen (8000 timer per år med full utnyttelse av fyrkjele).

6 Referanser

- Diot, M., J. Bogner, J. Chanton, M. Guerbois, I. Hebe, Y. Moreau le Golvan, K. Spokas and A. Tregoures 2001. LFG Mass balance: a key to optimize LFG recovery. *Proceedings of the Eighth International Waste Management and Landfill Symposium, 1-5 October, 2001*. S. Margherita do Pula, Sardinia, Italy
- IPCC 2006. *Guidelines for national Greenhouse Gas Inventories. Volume 5, Chapter 3 Solid Waste Disposal. Japan*.
- Moss Kommune 2010. *Energi- og Klimaplan Moss Kommune. Strategidelen*. Notat fra Rådmannen i Moss 8.11 2010.
- RVF Svenska Renholdsverksförningen (2005). Utvärdering av storskaliga system for kompostering og rötning av källsortert bioavfall. *RVF Utveckling 2005(6)*, Malmö, 94 pp.
(<http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/Utveckling/U2005-06.pdf>)
- Skullerud, H. 2006. Metanutslipp fra norske avfallsfyllinger. Reviderte beregninger av deponert avfall 1945-2004. *SSB Notat 2006:16*.
- Svensden, B. 2006. *MOVAR Solgård Avfallsplass. Notat vedrørende produksjon av deponigass*. Notat av 6.9 2006, Ås.



Rapporter kan bestilles ved henvendelse,
samt lastes ned fra vår hjemmeside: www.ostfoldforskning.no