




Kartlegging og potensial for biogassressurser i Norge

Hanne Lerche Raadal

**STØ AS (Østfoldforskning)
OR 21.07**

www.sto.no

RAPPORTFORSIDE

Rapportnr: OR 21.07	ISBN nr: 978-82-7520-584-9 82-7520-584-0 ISSN nr: 0803-66590	Rapporttype: Oppdragsrapport
Rapporttittel: Kartlegging og potensial for biogassressurser i Norge		Forfattere: Hanne Lerche Raadal
Prosjektnummer: 10	Prosjekttittel: E6 som biogassvei fra Gøteborg til Oslo	
Oppdragsgiver: Oppdragsgivers referanse:	Fredrikstad Biogass Bjørn Sandhaug	
<p>Sammendrag: Rapporten representerer en delrapport i prosjektet E6 som biogassvei fra Gøteborg til Oslo og er utarbeidet som et samarbeid mellom ovennevnte prosjekt og prosjektet SNAB (Svensk-Norske løsninger for Avfall og Biprodukter), et Interreg IIIA-finansiert prosjekt.</p> <p>Det er gjennomført en detaljert kartlegging av potensielle biogassressurser i norske og svenske kommuner som omfattes av ovennevnte SNAB-prosjekt. Totalt er det kartlagt 155 000 tonn biogassressurser i form av lettnekbrytbart organisk avfall og slam/råtnerest og 730 000 tonn biogassressurser i form av husdyrgjødsel.</p> <p>Oppskalert til norske forhold, representerer dette 2,1 TWh biogass \approx 5 % av Norges totale forbruk av drivstoff i veitransportsektoren.</p> <p>Det er gjennomført scenarier for best mulig utnyttelse av biogassressursene som viser at produksjon av drivstoff gir best klimamessig effekt. Det er viktig å presisere at forutsetningene som ligger til grunn for analysene er svært viktige for resultatene.</p> <p>Det er også gjennomført en sammenstilling av ulike typer drivstoff med basis i diverse livsløps-litteraturdata. Resultatene viser at biogass basert på avfalls- og slamressurser til drivstoff er blant de mest miljøvennlige biodrivstoff.</p>		
Emneord: – Biogass – Potensial – Miljøprofil – Transport	Tilgjengelighet: Denne side: Åpen Denne rapport: Åpen	Antall sider inkl. bilag: 19
Godkjent dato: 21.12.07		
 Direktør		

Innholdsfortegnelse

1. BAKGRUNN.....	4
2. KARTLEGGING AV BIOGASSRESSURSER	4
3. SCENARIEANALYSER FOR OPTIMAL RESSURSENTNYTTELSE.....	6
MÅLBILDER FOR SCENARIENE.....	6
HVORDAN ER MÅLBILDENE BENYTTET?	7
HOVEDSCENARIER	7
FORUTSETNINGER	9
4. RESULTATER	11
RESULTATER Ó KUN AVFALLSRESSURSER (EKSKL HUSDYRGJØDSEL).....	12
NPK-POTENSIAL FRA SNAB-RESSURSENE	13
OPPSUMMERING SCENARIEANALYSER	14
5. POTENSIAL OG MILJØPROFIL FOR BIOGASS.....	15
VEDLEGG 1: BESKRIVELSE AV FORUTSETNINGER BRUKT I SCENARIEARBEIDET.....	17
REFERANSER	19

1. Bakgrunn

Denne rapporten er gjennomført som et samarbeid mellom Interreg IIIA-prosjektet SNAB (Svensk-Norske løsninger for Avfall og Biprodukter) og prosjektet E6 som biogassvei fra Gøteborg til Oslo, støttet av Norges Forskningsråd.

Denne rapporten representerer en delrapport i prosjektet E6 som biogassvei fra Gøteborg til Oslo.

2. Kartlegging av biogassressurser

Det er gjennomført en detaljert kartlegging av potensielle biogassressurser i følgende norske og svenske kommuner (omfattes av ovennevnte SNAB-prosjekt):

- Norge: Halden, Sarpsborg, Fredrikstad, Hvaler og kommunene som inngår i Indre Østfold Renovasjon (Skiptvet, Marker, Eidsberg, Trøgstad, Askim, Spydeberg och Hobøl)
- Sverige: Lysekil, Uddevalla, Strömstad, Vänersborg, Trollhättan, Sotenäs, Tanum och Färgelanda

Totalt antall innbyggere i ovennevnte region er ca 390 000, fordelt som følger mellom Norge og Sverige:

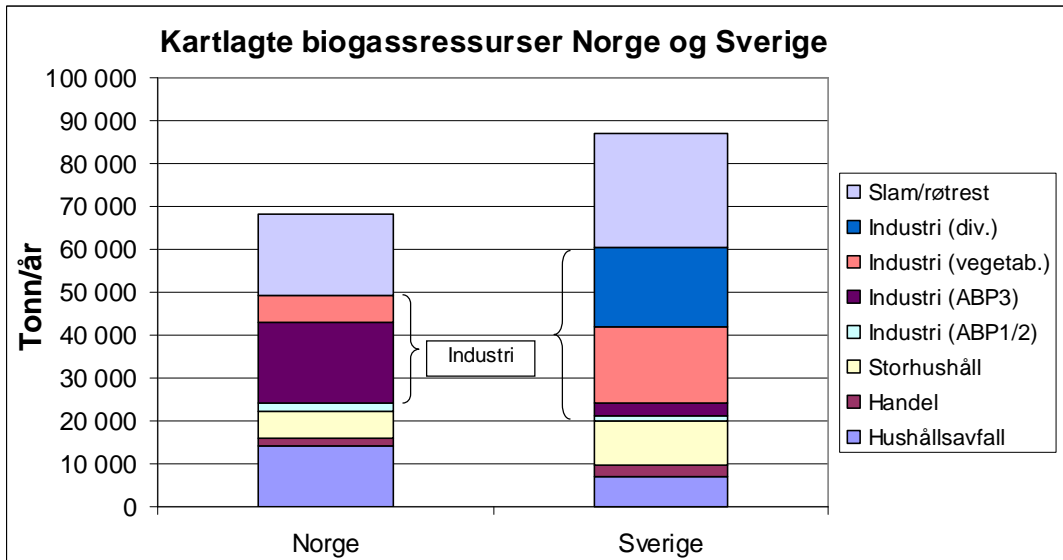
- Norsk region: ~ 195 000
- Svensk region: ~ 195 000

Prosjektet har kartlagt følgende typer biogassressurser, vist i Tabell 1.

Tabell 1 Kartlagte biogassressurser

Type/ mengde	Jordbruk	Industri	Handel	Storhusholdning	Husholdninger	Avløp
NORGE SVERIGE	Husdyr- gjødsel,	ABP1,2 ABP3 Vegetabilsk Diverse	Fast matavfall Emballert matavfall Fett fra fettavskillere Fett til gjenvinning	Fast matavfall Fett fra fettavskillere Fett til gjenvinning	Lett nedbrytbart organisk avfall	Behandlet slam

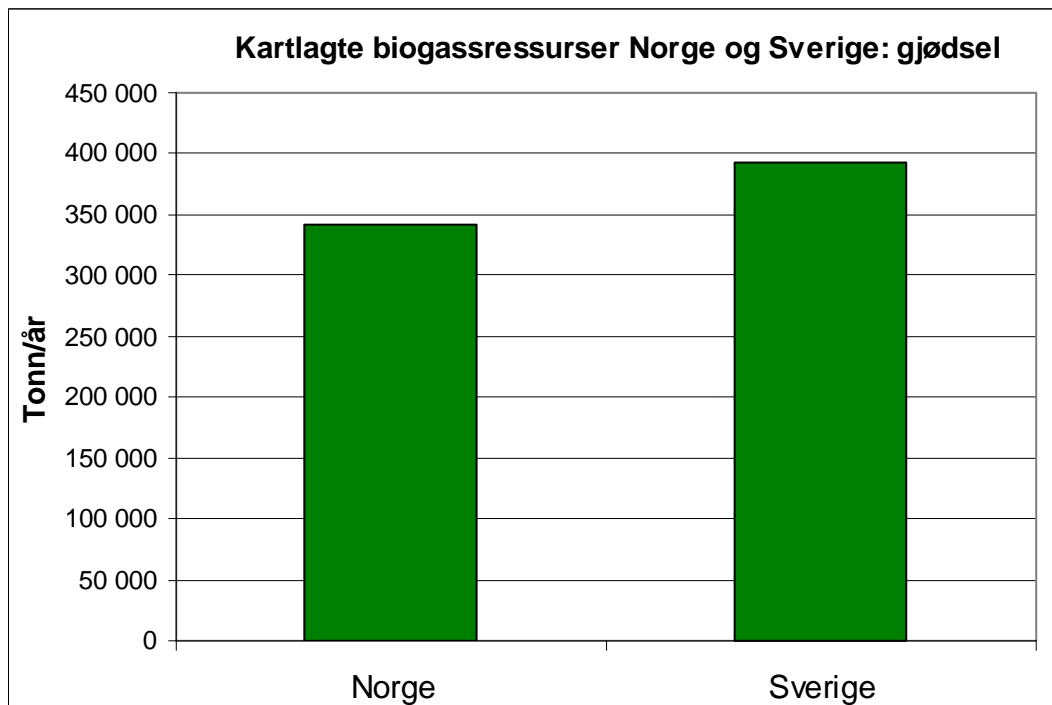
Figur 1 viser kartlagte mengder avfall og slam i den norske og svenske regionen.



Figur 1 Kartlagte mengder biogassressurser i norsk og svensk region

Totalt er det kartlagt 155 000 tonn biogassressurser i form av lett nedbrytbart organisk avfall og slam/råtnerest.

Figur 2 viser kartlagte husdyrgjødsel i norsk og svensk region.



Figur 2 Kartlagte mengder gjødselressurser i norsk og svensk region

Totalt er det kartlagt 730 000 tonn biogassressurser i form av husdyrgjødsel.

3. Scenarieanalyser for optimal ressursutnyttelse

Målbilder for scenariene

Med basis i kartlagte mengder og typer, har prosjektet gjennomført et scenariearbeid for å vurdere optimal ressursutnyttelse av biogassressursene.

Det finnes flere og gjerne motstridige overordnede mål i forhold til utnyttelse av ulike typer biogassressurser. Eksempler på denne type mål kan være:

- Redusert bruk av fossilt brensel (Nasjonalt miljømål)
- Økt tilbakeføring av næringsstoffer fra næringsmiddelkjeden
- Billige løsninger (mål for kommuner og avfallsprodusenter)
- Maksimal verdiskaping (mål for avfallshåndteringsselskaper)
- Sikker håndtering mikrobielt (lovstifting, ABP osv)
- Arbeidsmiljø (lovstifting)

Med bakgrunn i ulike mål, vil det være vanskelig å utforme et "optimalt scenario", der alle mål oppfylles maksimalt. Dette påvirker utformingen av scenarioene for vurdering av optimal ressursutnyttelse av biogassressursene. For å kunne vurdere aktuelle framtidige løsninger for biogassressurser, har prosjektet derfor definert hvilke eller hvilket mål som skal prioriteres i hvert scenario, det kan gjerne være flere mål som skal prioriteres. Dette er mulig om det ikke finnes noen alvorlige konflikter mellom målene (altså at maksimering av ett mål ikke innebærer hindringer for å maksimere andre mål). Vi har valgt å kalle disse måldefinisjoner for målbilder. Eksempel på målbilder som er relevante:

- Maksimere erstatning av fossilt brensel
- Maksimere tilbakeføring av næringsstoffer
- Lokale/billige løsninger
- Maksimal verdiskaping langs kjeden

Målet om mikrobiell sikker håndtering og godt arbeidsmiljø kan betraktes som randvilkår, det er ikke rimelig å maksimere disse, men de representerer minnivåer som hvert scenario skal oppfylle. De mål som ikke er av høyest prioritet kan fungere som randvilkår (eksempelvis om man vil maksimere erstatning av fossilt brensel kan man også definere et vilkår vedrørende maksimal kostnad).

I det følgende gis en beskrivelse av de fira målbildene, deretter en diskusjon om hvordan de konkret kan brukes i arbeidet med scenarier.

Maksimere erstatning av fossilt brensel

Drivkraften for dette målbildet er naturligvis problemet med drivhusgasser, samt den globale, langsiktige mangelen på fossil energi. Gjennom å utforme håndteringskjeder på ett sett som maksimerer utnyttelsen av energi, får man en oppfatning om det praktisk mulige energipotensialet. Deretter kan man se på hvilke produkter som først og fremst erstatter fossilt brensel og fokusere på å maksimere bruken av disse uten å minske den totale energiutnyttelsen.

Maksimere tilbakeføring av næringsstoffer

En annen verdifull del av biogassressursene er næringsstoffer (først og fremst P (fosfor) og N (nitrogen)). En bærekraftig utvikling krever effektiv sirkulering av næringsstoffer, hvilket bl.a. de nasjonale svenske miljømålene har konkretisert. Det finnes kvantifiserte mål på tilbakeføring av næringsstoffer fra matkjeden. Dette målbildet kommer til å medføre store krav på næringsmiddelsikkerhet og hygieniske aspekter i håndteringskjeden.

Lokale/billige løsninger

Kostnader er naturligvis en sentral komponent når man utformer et avfallshåndteringssystem. Lave kostnader innebærer mange fordeler: de økonomiske risiko blir mindre, billige enkle system er ofte robuste og kan håndteres på lokalt nivå, noe som kan være en fordel ut fra et sosialøkonomisk perspektiv. Dog innebærer billige løsninger ofte at det totale potensialet i ressursene ikke utnyttes, man må på et vis 'betala for enkeltheten'. Eksempelvis innebærer kompostering at verken næringsstoffer eller energi utnyttes veldig effektivt.

Maksimal verdiskaping langs kjeden

Gjennom å konsentrere sig på å finne løsninger som maksimerer verdiskapingen i kjeden kan man beskrive de økonomisk optimale løsningene, i dagens økonomiske kontekst. Mulighetene er store for å finne økonomisk interessante løsninger. Innebygd i dette målbildet finnes også muligheten for at "high-tech" løsninger og innovative idéer kan beskrives i ett scenario.

Hvordan er målbildene benyttet?

Ut i fra de ulike målbildene, er de kartlagte strømmene som finnes i regionen gjennomgått, og det er definert scenarier, som for helheten best tilfredsstillende målene. I neste steg tester man hvor mye man får "betale" i form av at andre mål ikke oppfylles maksimalt, og dette gir eventuelt underlag till en justering av scenariet.

Prinsipiell arbeidsgang:

1. Definere alle mål som finnes for avfallshåndteringssystemet
2. Skape målbilder (fra ett mål eller kombinasjon av mål)
3. Utforme en konkret beskrivelse av hvordan avfallshåndteringssystemet skal se ut for hvert målbilde; scenarier.
4. Vurdere hvordan andre mål påvirkes av at man maksimerer målbildene.
5. Sluttvurdering.

Hovedscenarier

Med utgangspunkt i beskrivelsen i Målbilder for scenariene og Hvordan er målbildene benyttet, beskrevet over, er det blitt enighet om følgende hovedmålbilder:

1. Maksimere erstatning av fossilt brensel
2. Maksimere tilbakeføring av næringsstoffer

Alle hovedscenariene tar for seg alle de ulike kartlagte typer og mengder av biogassressurser, som vist i Tabell 1.

Scenariene tar for seg følgende 3 aktiviteter/trinn for de ulike biogassressursene:

1. Behandling
2. Produksjon av energi/material
3. Alternativ produksjon av energi/material

Dette er skissert i Figur 3 under.

	Scenarie 1 (maks erstatning av fossilt brensel)	Scenarie 2 (maks tilbakeføring av vekstnæring)	NORGE	SVERIGE
Type/mengde	Jordbruk, industri, storhusholdning, handel, husholdning, slam	Jordbruk, industri, storhusholdning, handel, husholdning, slam		
Behandling	Røtning, forbrenning	Røtning		
Produksjon energi/material	Varme, drivstoff, jordforbedringsmiddel	Varme, drivstoff, jordforbedringsmiddel		
Kompletterende produksjon	Varme, drivstoff, jordforbedringsmiddel	Varme, drivstoff, jordforbedringsmiddel		

Figur 3 Prinsipiell oppbygging av scenariene

Scenario 1 (Maksimere erstatning av fossilt brensel) er definert som to ulike scenarier:

- Utråtning (biogassanlegg)
- Avfallsforbrenning

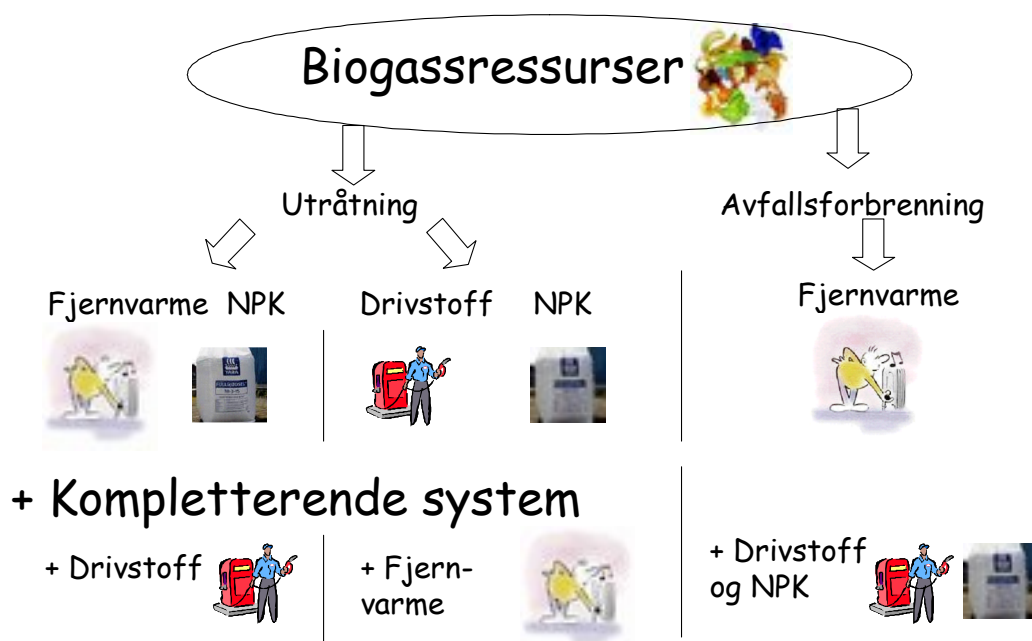
Scenario 2 (Maksimere tilbakeføring av næringsstoffer) er definert som følgende scenario:

- Utråtning (biogassanlegg)

For utråtning forutsettes at biogassen brukes enten til fjernvarmeproduksjon eller til drivstoffgass.

Scenariene er bygget opp slik at alle scenarier leverer samme mengde fjernvarme, drivstoff og næringsstoffer. Det medfører at alle de ulike scenariene har et kompletterende system der varme, drivstoff og/eller jordforbedringsmiddel blir produsert på alternativ (tradisjonell) måte (kompletterende system). Dette er vist i

Figur 4 under.



Figur 4 Beskrivelse av scenariene

Med bakgrunn i dette har følgende 4 scenarier har blitt analysert:

A. Utråtning (ca 886' t -> utråtning, ca 3' t -> forbrenning):

- Ai: Biogass til fjernvarme + NPK (forbrenning av ABP1/2)
- Aii: Biogass til drivstoff + NPK (forbrenning av ABP1/2)

B. Forbrenning (ca 152' t -> forbrenning, ca 737' t -> utråtning (gjødning))

- Bi: Fjernvarme (utråtning av gjødning/fettfraksjoner -> biogass til fjernvarme + NPK)
- Bii: Fjernvarme (utråtning av gjødning/fettfraksjoner -> biogass til drivstoff + NPK)

Alle de 4 scenariene er analysert for å levere den **samme funksjonelle enhet** (funksjon):

- 162 GWh Fjernvarme
- 174 GWh Fordonsbränsle
- 1860 tonn fosfor (P)

Forutsetninger

Det inngår en rekke forutsetningene for gjennomføring av analysene, bla knyttet til følgende aktiviteter/parametre:

- Biogasspotensial for de ulike biogassressurser
- NPK-potensial for de ulike biogassressurser
- Brennverdi for de ulike biogassressurser
- Energiutnyttelse fjernvarme fra biogass og avfallsforbrenning
- Utslipp fra utråtningsanlegget
- Oppgradering av biogass til drivstoffkvalitet
- Utslipp ved forbrenning av biogass
- Utslipp fra forbrenningsanlegget
- Kompletterende produksjon av:
 - Fjernvarme
 - Drivstoff
 - Kunstgjødsel
- Virkningsgrader
 - Fjernvarme: gass, olje, avfall, biobrensel
 - Drivstoff: gass, diesel

For nærmere beskrivelse av de forutsetningene som er benyttet i analysene vises til Vedlegg 1: Beskrivelse av forutsetninger brukt i scenarierarbeidet.

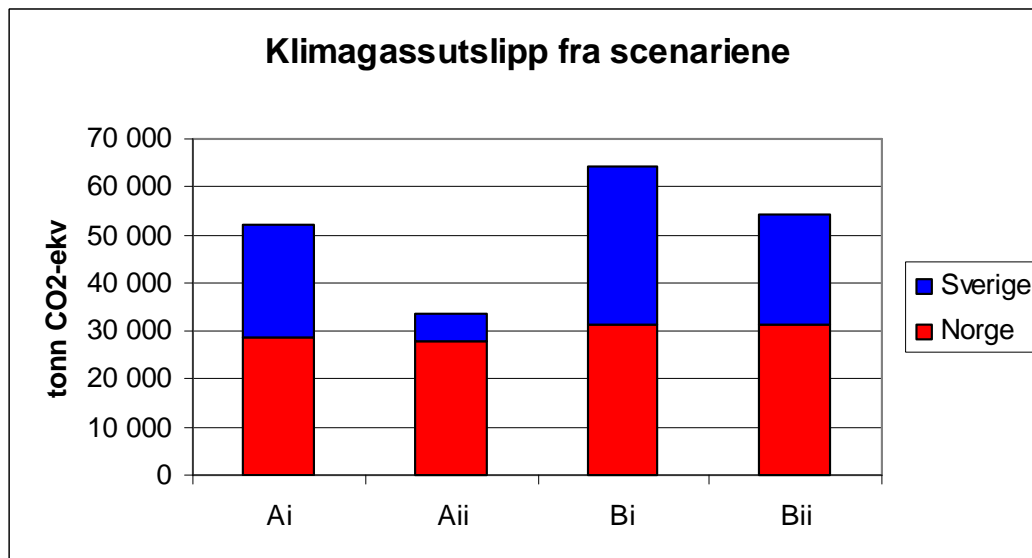
Noen av forutsetningene er kort beskrevet i det følgende:

- Kompletterende produksjon av fjernvarme:
 - Norge: 75% fra olje og 25% fra elektrisitet (NordPool). Mangelfullt fjernvarmenett i Norge gjør at eksisterende olje- og elkjeler forutsettes erstattet ved utbygging av fjernvarme, sammensetning på energibærere for disse vil variere med pris, men det antas 75%/25% fordeling
 - Sverige: trebrensel [1]
- Drivstoff:
 - Diesel (LCA-data fra norsk dieselproduksjon, [2])
- Kunstgjødsel:
 - Data fra STØs SimaPro-database [3]

Det presiseres at de ulike forutsetningene tilknyttet kompletterende varmeproduksjon er valgt dels på bakgrunn av ulike forutsetninger i Norge og Sverige tilknyttet varmeproduksjon og bruk av fjernvarme og dels for å få frem viktigheten av valg av forutsetninger.

4. Resultater

Figur 5 viser de totale klimagassutslippene (tonn CO₂-ekv) fra de 4 analyserte scenariene.



Figur 5 Klimagassutslipp fra de fyra analyserte scenariene

Figuren viser de totale utslippene fra de ulike scenariene (= summen av røde og blå søyler). I tillegg vises klimagassutslipp fra scenariene tilhørende norsk og svensk region separat ved at norsk region er presentert ved røde stolper og svensk region presentert ved blå stolper.

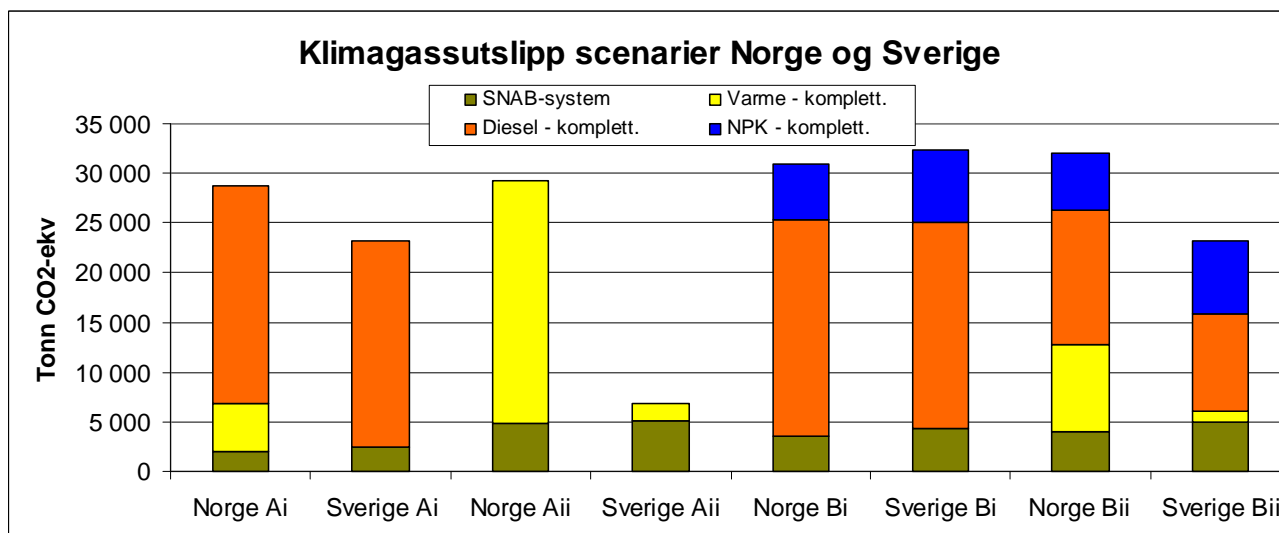
Figuren over viser at scenario Aii (biogass til drivstoff) gir klart best resultat med totalt utslipp på ca 32 000 tonn CO₂-ekv. Scenariene Ai og Bii kommer tilnærmet likt ut, begge med utslipp på ca 52 000 tonn CO₂-ekv mens scenario Bi kommer dårligst ut med totale utslipp på ca 62 000 tonn CO₂-ekv.

Den samme rangeringen fås dersom man vurderer resultatene for svensk region separat (blå søyler).

Ser man derimot på resultatene fra norsk region (røde søyler), blir resultatene for de ulike scenariene tilnærmet like.

Årsaken til at det blir så stor forskjell i resultatene mellom norsk og svensk region, er at det ligger ulike forutsetninger til grunn.

Dette belyses nærmere i Figur 6 under som viser de totale klimagassutslippene (tonn CO₂-ekv) for de ulike scenariene oppdelt på norsk og svensk region.



Figur 6 Klimagassutslipp fra de fyra analyserte scenariene

Figuren over viser klimagassutslippene tilhørende de ulike scenariene fordelt på de aktiviteter som inngår i scenariene:

- Grønne søyler: Utslipp tilknyttet det analyserte systemet (behandling av biogassressursene)
- Gule søyler: Utslipp tilknyttet produksjon og bruk av kompletterende fjernvarme
- Orange søyler: Utslipp tilknyttet produksjon og bruk av kompletterende drivstoff (diesel)
- Blå søyler: Utslipp tilknyttet produksjon av kompletterende næringsstoff (NPK)

Her kommer det tydelig frem at Scenario Aii i svensk region ('Sverige Aii') kommer best ut. Sammenlignet med 'Norge Aii' ser man at 'Sverige Aii' har neglisjerbare CO₂-utslipp tilknyttet kompletterende varmeproduksjon. Årsaken til denne forskjellen er at det i prosjektet forutsettes at kompletterende produksjon av fjernvarme i Sverige produseres fra trebrensel (biobrensel), mens tilsvarende fjernvarmeproduksjon på norsk side forutsettes å produseres fra olje og elektrisitet (NorPool).

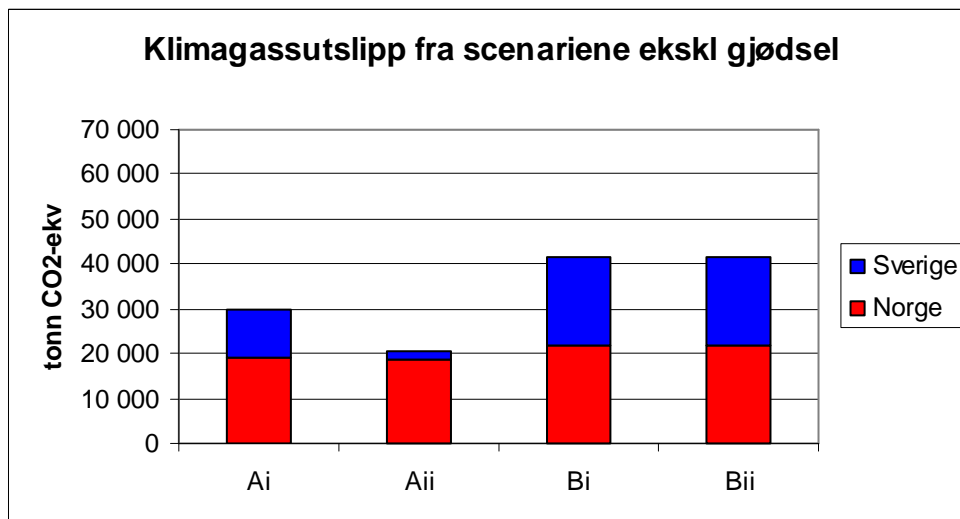
Dette medfører at alternativ varmeproduksjon i Sverige forutsettes å være basert på bioenergi, mens tilsvarende produksjon i Norge i stor grad kommer fra fossile ressurser, og følgelig blir klimaregnskapet for systemet med bioenergi det beste.

Dette viser viktigheten av å få frem hvordan de ulike forutsetningene påvirker systemene.

Videre viser figuren at de resterende scenariene kommer relativt likt ut.

Resultater - kun avfallsressurser (ekskl husdyrgjødsel)

Det er forutsatt at husdyrgjødsel i alle scenariene blir behandlet i et biogassanlegg. Siden husdyrgjødsel står for de største totalmengdene, og forutsettes å bli behandlet i biogassanlegg i alle scenarier, er resultatene for de ulike scenariene presentert uten husdyrgjødsel. Dette er vist i figuren under.



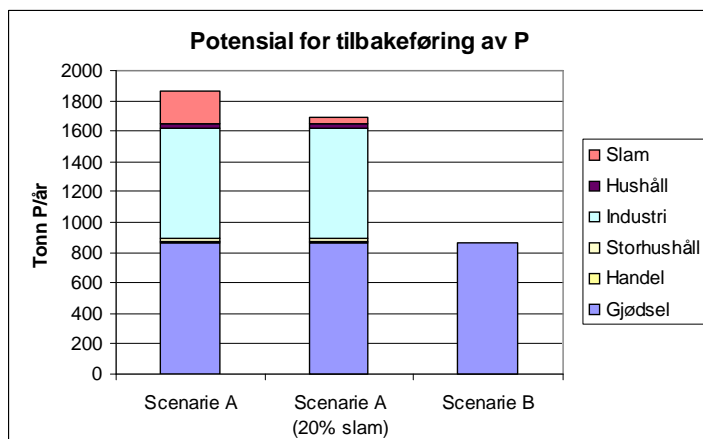
Figur 7 Klimagassutslipp fra de fyra analyserte scenariene . ekskl husdyrgjødsel

Figur 7 viser at resultatene viser samme trend som resultatene med husdyrgjødsel inkludert. Scenario Aii (biogassressurser til drivstoffgass) gir best resultat, som følge at kompletterende varmeproduksjon i Sverige produseres fra biobrensel.

En forskjell fra resultatene fra analysen som inkluderer husdyrgjødsel er at scenario Bii ikke kommer bedre ut enn scenario Bi. Både kompletterende varmeproduksjon og kompletterende dieselproduksjon reduseres betydelig i alle scenarioene som følge av mindre varme- og drivstoff-produksjon når gjødsel ekskluderes. I scenario Bii forutsettes at mye av kompletterende varmeproduksjon produseres fra bioenergi (for svensk region), og forbedringen ift opprinnelig scenario (inkl gjødsel), blir derfor marginal ift sparte CO2-ekv. I Bi vil derimot redusert kompletterende diesel-produksjon gi større besparelse i forhold til opprinnelig scenario med husdyrgjødsel inkludert og det medfører at scenario Bi og Bii blir tilnærmet like i scenariet som ekskluderer husdyrgjødsel.

NPK-potensial fra SNAB-ressursene

Det er gjennomført en detaljert vurdering av potensialet for nitrogen/kväve (N), fosfor (P) og kalium (K) fra de kartlagte biogassressursene. Siden det er mest fokus på at fosfor er en knapp ressurs, vises potensialet for tilbakeføring av fosfor i de 2 hovedscenariene (A og B) i Figur 8 under. I tillegg er det gjort en beregning for å få frem reduksjon i potensialet dersom man kun får tilbakeført 20 % av fosforet fra slam.



Figur 8 Potensial for tilbakeføring av P fra de ulike scenariene

Figuren viser at potensialet for tilbakeføring av næringsstoffer er klart størst dersom man behandler biogassressursene i biogassanlegg (scenarie A). Dersom man behandler biogassressursene i avfallsforbrenningsanlegg (forutsatt at asken ikke utnyttes), vil potensialet for tilbakeføring av næringsstoffer i biogassressursene reduseres med 100%. Dette er vist ved stolpen for scenario B i figuren over. Potensialet for næringsstoffene fra gjødset vil fremdeles være tilgjengelig som følge av at gjødset i begge scenariene forutsettes å bli behandlet i biogassanlegg.

Det presiseres at beregningene viser potensialet for tilbakeføring av næringsstoffer.

Erfaringsmessig er mulighetene for tilbakeføring av næringsstoffer fra slam begrenset i dag (spesielt Sverige) som følge av at markedet i mindre og mindre grad ønsker å benytte råtnetrest fra slam som jordforbedringsmiddel. Det viser seg også at det er begrenset kostnadsdekning for kvalitetssikringen når det gjelder tilbakeføring av råtnetrest (ikke fra slam) generelt.

Oppsummering scenarieanalyser

De gjennomførte scenarier viser at bruk av biogassressursene til drivstoff gir best klimamessig effekt. Det er viktig å presisere at forutsetningene som ligger til grunn for analysene er svært viktige for resultatene.

Følgende oppsummering vedr ulik utnyttelse av biogassressursene kan trekkes fra scenariearbeidet:

- Bruk av biogassressurser til drivstoffgass:
 - Erstatte fossil energi i overskuelig framtid
 - Stort potensial for tilbakeføring av næringsstoffer, men fokus på økt bruk av råtnetrest (aksept i markedet) er viktig
- Bruk av biogassressurser til varmeproduksjon:
 - Mer usikkert hvilken energibærer som erstattes (fossil energi, bioenergi varmepumper etc)
 - Mister NPK-nyttene (ved avfallsforbrenning - forutsatt at asken ikke utnyttes)

5. Potensial og miljøprofil for biogass

Med basis i de kartlagte mengder og antall innbyggere i den svenske- og norske regionen, er det gjennomført beregninger for oppskalering til nasjonale tall:

Norge:

- ⇒ Potensial biogassressurser: 2,1 TWh biogass \approx 5 % av Norges totale forbruk av drivstoff i veitransportsektoren

Sverige:

- ⇒ Potensial biogassressurser: 3,9 TWh \approx 4,5 % av Sveriges totale forbruk av drivstoff i veitransportsektoren

I det følgende vises resultatene fra prosjektet fordelt på de ulike biogassressurser og sammenlignet med data fra andre kilder:

Norge:

Type biogassressurs	Potensial (dette prosjekt) TWh	Potensial (Avfall Norge*) TWh	Potensial (UMB**) TWh
Slam	0,4		0,6
Våtorganisk avfall	0,8	1,3	1-1,2
Husdyrgjødsel	1,0		1-1,5
Landbruksavfall			7

* Beregninger fra Avfall Norge til rapporten Fra biomasse til biodrivstoff. Et veikart til Norges fremtidige løsninger [4]

** Foreløpige beregninger fra UMB [5]

Sverige:

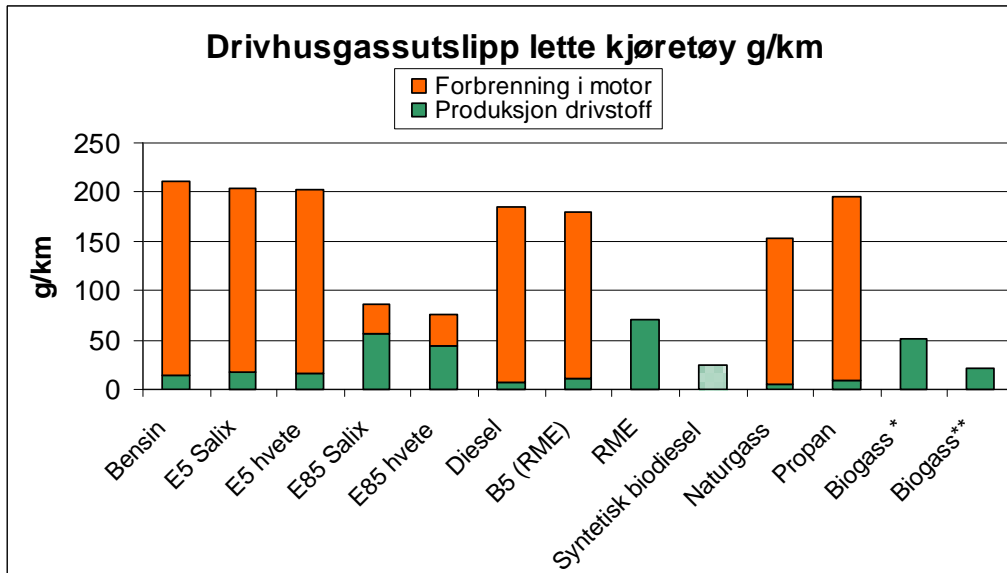
Type biogassressurs	Potensial (dette prosjekt) TWh	Potensial (Biogas Väst, 2020*) TWh
Slam	1	7 (inkluderer også utslipp fra deponi)
Våtorganisk avfall	1	
Husdyrgjødsel	2	
Energigrödor (10 % av odlingsbar mark, blandning av vete, gräs, majs, sockerbeta)		7
Potential från skogen		60

* Business Region Göteborg/Biogas Väst [6]

Tabellene over viser at de ulike beregningene for potensial for produksjon av biogass er noe sprikende, men at potensialet er relativt stort og at svært mange ulike typer råstoffkilder kan benyttes til produksjon av biogass.

EU har mål om 5,75 energi-% biodrivstoff innen 2010 (EUs biodrivstoffdirektiv). Beregningene viser at avfallsråstoffer kan representere et betydelig potensial i forhold til dette. Ved å benytte avfallsressurser til biodrivstoff, unngås også moralske/etiske problemstillinger som hva som er riktig bruk av landbruksarealer (produksjon av mat <-> drivstoff).

Det er også gjennomført en sammenstilling av ulike typer drivstoff med basis i diverse litteraturdata (STØ 2007 [7]), se Figur 9 under.



* Vattenskrubb-teknikk for oppgradering (ca 2% CH₄-tap)

** Kemisk absorpsjon for oppgradering (0,5% CH₄-tap)

Figur 9 Sammenligning av miljøprofil for ulike drivstoff (g CO₂/km) [7].

Figuren viser de totale utslippene fordelt på produksjons- og bruksfasen. Fossile drivstoff er effektive å produsere, mens hovedandelen av utslippene kommer i bruksfasen (ved forbrenning). Når det gjelder biodrivstoff, er profilen motsatt: de er stort sett mer miljøbelastende, men har betydelig lavere (eller 0) utslipp i bruksfasen.

Fra figuren sees at biogass (rangering avhenger av oppgraderingsteknikk) og syntetisk biodiesel medfører best miljøprofil med utslipp på henholdsvis ca 20, 25 og 50 g CO₂/km.

Dette viser at biogass basert på avfalls- og slamressurser til drivstoff er blant de mest miljøvennlige biodrivstoff.

Vedlegg 1: Beskrivelse av forutsetninger brukt i scenariearbeidet.

Biogasspotensial for de ulike SNAB-ressurser

SNAB-ressurs	Nm ³ /tonn	Kilde
Gjødsel	16	Basdata om biogass 2006, SGC (Svenskt Gasteknisk Centre), tabell s 7
Fast butiksavfall	64	Biogas - nuläge och framtida potential. Nordberg, U, Värmeforsk Rapport 993, 2006. Refererar till Ad-Nett (2000), Edström (1996), Edström & Nordberg (2004), FAO (2002), Nordberg et al. (1998)
Forpackat butiksavfall	48	Biogas - nuläge och framtida potential. Nordberg, U, Värmeforsk Rapport 993, 2006. Refererar till Ad-Nett (2000), Edström (1996), Edström & Nordberg (2004), FAO (2002), Nordberg et al. (1998)
Fett fra fettavskiller	25	Energianalys av biogassystem. Berglund, M, Börjesson, P. Lunds tekniska högskola, Institutonen för teknik och samhälle, Rapport 44, maj 2003.
Fett til återvinning	700	Bioenergiportalen. Biogasutbyte från olika råvaror.
Matavfall storhushåll	110	Biogas - nuläge och framtida potential. Nordberg, U, Värmeforsk Rapport 993, 2006. Refererar till Ad-Nett (2000), Edström (1996), Edström & Nordberg (2004), FAO (2002), Nordberg et al. (1998)
Matavfall hushåll	130	Biogas - nuläge och framtida potential. Nordberg, U, Värmeforsk Rapport 993, 2006. Refererar till Ad-Nett (2000), Edström (1996), Edström & Nordberg (2004), FAO (2002), Nordberg et al. (1998)
Industri	40-320	Verdi benyttet avhenger av type industriavfall, div litteratur benyttet.
Slam	310	NB! Nm ³ /tonn TS, data fra UMB

NPK-potensial for de ulike SNAB-ressurser

SNAB-ressurs	Kg N/tonn	Kg P/tonn	Kg K/tonn	Kilde
Gjødsel	4,3	1,1	3,8	STANK
Fast butiksavfall	6,7	1,2	3,8	Matportalen
Forpackat butiksavfall	5,0	0,9	2,9	Matportalen
Fett fra fettavskiller	0,10	0,00	0,01	Matportalen
Fett til återvinning	0	0	0	Matportalen
Matavfall storhushåll	10,6	1,8	3,7	Matportalen
Matavfall hushåll	9,9	1,23	2,97	Miljøstyrelsen 2003
Industri	2,7-53	0,5-23	1,3-4,6	Div litteratur
Slam	6	4,5	0,6	Bioforsk analyser

Brennverdi for de ulike SNAB-ressurser

SNAB-ressurs	MJ/kg	Kilde
Gjødsel		
Fast butiksavfall	3	Treatment of organic waste from grocery shops. An environmental & economical assessment. Lindvall, H. Master thesis, Environment & Resources, DTU, Technical University of Denmark, July 2004.
Forpackat butiksavfall	6,7	Hantering av förpackat livsmedelsavfall, Avfall Sverige, (Annika E, SP, personlig referens eftersom den ännu inte är publicerad)
Fett fra fettavskiller		
Fett til återvinning		
Matavfall storhushåll	3	Biogas - nuläge och framtida potential. Nordberg, U, Värmeforsk Rapport 993, 2006. Refererar till Ad-Nett (2000), Edström (1996), Edström & Nordberg (2004), FAO (2002), Nordberg et al. (1998)
Matavfall hushåll	4,1	Biogas - nuläge och framtida potential. Nordberg, U, Värmeforsk

		Rapport 993, 2006. Refererer till Ad-Nett (2000), Edström (1996), Edström & Nordberg (2004), FAO (2002), Nordberg et al. (1998)
Industri	0,8-15	Verdi benyttet avhenger av type industriavfall, div literatur benyttet.
Slam	7	Förbränning av kommunalt avloppsvattenslam. Östlund, C. VA-forsk Rapport nr B 2003:102. Värdet avser kommunalt avloppsslam som torkats till 60% TS.

Energiutnyttelse avfallsforbrennings- og biogassanlegg

Type anlegg	Energi- utnyttelsesgrad	Kilde
Avfallsforbrenningsanlegg Norge	75%	Avfall Norge
Avfallsforbrenningsanlegg Sverige	87%	HEATSPOT—a simulation tool for national district heating analyses, Department of Energy and Environment, Energy Systems Technology, Chalmers University of Technology, SE-412 96 Gothenburg, Sweden
Biogassanlegg Norge	75%	Antar samme som for avfallsforbrenningsanlegg
Biogassanlegg Sverige	87%	Antar samme som for avfallsforbrenningsanlegg

Utslipp fra röttningsanlegget

Rapport STØ 18.05 [8] og Lunds Tekniska Högskola, Institutionen för teknik och samhälle, rapport 44, 2003 [9].

Oppgradering biogas til fordonsgas

Rapport SGC 142, 2003 [10]: Utvärdering av oppgraderingstekniker for biogas, s 64, tabell 17 kemisorption. Forutsetter metanforlost 1 % ('låg') CH₄ av mengde CH₄ i rågassen. Dette antas som et konservativt anslag for fremtidige teknikker da det er betydelig høyere enn data oppgitt fra Göteborg Energi på 0,1% metanforlost (LP COOAB = Low pressure CO₂ absorbtion [11]).

Utslipp ved forbrenning av biogas, stasjonær og mobil

BUS-rapport, Utvärdering av storskaliga system för kompostering och rötning av källsorterat bioavfall. Bilaga 3: Utvärdering av miljöpåverkan [12].

Utslipp fra forbrenningsanlegget

SFT 96:16, table 22 "Vegetabilsk og animalsk, hageavfall" fra produksjonsavfall/"Matavfall" fra husholdninger [13].

Referanser

- [1] Fjärrvärme- och kraftvärmestatistik 2004, Svensk Fjärrvärme, <http://www.svenskfjarrvarme.se/index.php3?use=publisher&id=30&lang=1>
- [2] STØ-rapport OR 52 98: Life Cycle Inventory of Norwegian Energy Carriers, Oil and Gas
- [3] Data fra STØs SimaPro-database: Average data from Hydro Agri (via Jostein Søreide) for N=20-10, P=3-10 and K=1. Life cycle data from cradle to gate including all raw materials, energy and transport.
- [4] Fra biomasse til biodrivstoff. Et veikart til Norges fremtidige løsninger, mai 2007 <http://www.pfi.no/biodrivstoff/Veikart%20for%20biodrivstoff.pdf>
- [5] Foreløpige vurderinger av biogasspotensial, UMB v/ John Morken
- [6] Business Region Göteborg/Biogas Väst:Foredrag Bernt Svensen, 08.03.07
- [7] STØ 2007: Foreløpige resultater fra pågående prosjekt 'E6 som biogassvei fra Göteborg til Oslo' per 07.06.07. Basert på data fra div litteratur og egne prosjekter.
- [8] Miljø- og kostnyttvurdering av Ecopros planlagte biogassanlegg - underlag for KU STØ-rapport OR 18.05. Designdata fra Cambi for produksjon av biogass og biorest.
- [9] Energianalys av biogassystem, Berglund, M., Börjesson, P., Lunds Tekniska Högskola, Institutionen för teknik och samhälle, rapport 44, 2003. http://www.miljo.lth.se/svenska/internt/publikationer_internt/pdf-filer/Energianalys%20av%20biogassystem%2044.pdf
- [10] Rapport SGC 142, 2003: Utvärdering av oppgraderingstekniker for biogas.
- [11] Mailkorrepondanse fra Karin Söderqvist, Göteborg Energi 08.06.07.
- [12] BUS-rapport, Utvärdering av storskaliga system för kompostering och rötning av källsorterat bioavfall. Bilaga 3: Utvärdering av miljöpåverkan <http://www.avfallnorge.no/content/view/full/3591>
- [13] SFT 96:16: Sandgren, J., Heie, Aa, Sverud, T., 1996: Utslipp ved håndtering av kommunalt avfall.