

**Notat**

SUSTAINABLE INNOVATION

<b>Til:</b>	EGE v/Pål Mikkelsen og Ole Gregert Terjesen
<b>Fra:</b>	Hanne Lerche Raadal og Ingunn Saur Modahl
<b>Rapport nr:</b>	AR 08.14
<b>Prosjekt nr:</b>	1693
<b>Dato:</b>	27.10.2014

# Miljødokumentasjon av RBA ved ulike kapasitetsutnyttelse

## Innledning

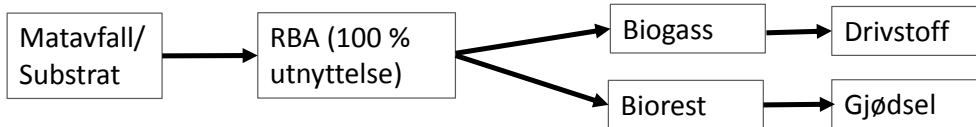
Østfoldforskning har dokumentert samfunnsmessige effekter i form av klimaeffekter for ulike strategiske valg for EGE ut fra hvordan disse valgene påvirker kapasitetsutnyttelsen ved det eksisterende biogassanlegget RBA. De ulike strategiske valgene kan kort beskrives som følger:

1. RBA utnyttes utelukkende til Oslos eget matavfall + evt kjøp av substrat
2. Oslo kommune inviterer andre kommuner/interkommunale selskap inn som medeier
3. RBA skilles ut i eget aksjeselskap

Klimaeffektene er dokumentert med basis i Østfoldforskningens klimaregnskapsmodell for biogass, BioValueChain-modellen (Møller et al. 2012, Lyng et al. 2011, Raadal et al. 2009, Raadal og Modahl 2009), som er basert på livsløpsmetodikk (LCA) i henhold til ISO 14044.

## Systemgrenser for analysen

Full kapasitetsutnyttelse ved RBA gir en årsproduksjon på 4,5 mill Nm<sup>3</sup> oppgradert biogass og det er antatt en tilhørende biorestmengde ut fra basisverdier i BioValueChain (BVC)-modellen. Det forutsettes at biogassen blir oppgradert og utnyttet til drivstoff og at bioresten brukes til gjødsel (erstatte mineralgjødsel ut fra mengde nitrogen i bioresten). Dette er prinsipielt skissert som følger:



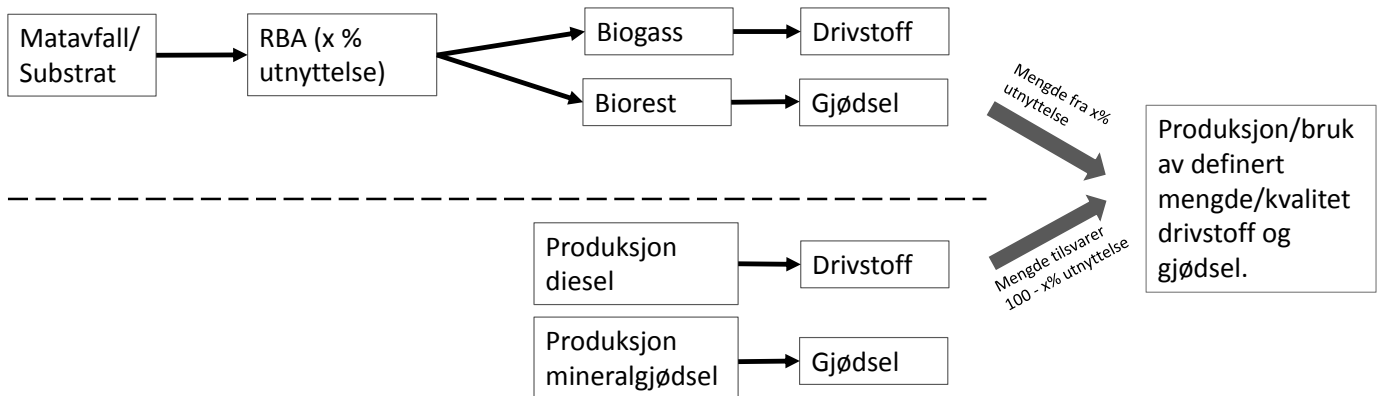
Funksjonell enhet for analysen er med dette definert som den mengde drivstoff og gjødsel som produseres fra RBA ved full kapasitetsutnyttelse. Mengde biogass/biorest som blir produsert fra avfallet avhenger følgelig av mengde matavfall/substrat som blir behandlet på anlegget. Det betyr at deler av leveransen av den definerte mengden drivstoff/gjødsel (funksjonell enhet) må produseres på andre måter dersom ikke alt kan leveres fra RBA.

De 3 ovennevnte alternative strategiske valgene for EGE er nærmere definert med hensyn på behandlet avfallsmengde på denne måten:

1. RBA utnyttes utelukkende til Oslos eget matavfall + evt kjøp av substrat:
  - Matavfall (fra Oslo kommune): 18 000 tonn/år
  - Kjøp av substrat/næringsavfall: varierer mellom 1000 og 12000 tonn, avhengig av om kjøp av substrat og tilhørende gjødsel-/biogassproduksjon gir økt lønnsomhet, dvs. redusert selvkost for Oslo.
  - Total kapasitetsutnyttelse: 50% (7000 tonn substrat benyttet som basisverdi.
    - I tillegg er det gjort analyser av følgende mengder innkjøpt substrat: 1000, 3000, 7000, 10000, 12000 tonn.
2. Oslo kommune inviterer andre kommuner/interkommunale selskap inn som medeier
  - Matavfall Oslo og andre kommuner + næringsavfall: 50 000 tonn
  - Total kapasitetsutnyttelse: 100%
3. RBA skiller ut i eget aksjeselskap
  - Dette kan medføre scenarier med alt fra 0 tonn (anlegget legges ned) – 50 000 tonn (full kapasitetsutnyttelse) behandlet avfall.
  - Total kapasitetsutnyttelse:
    - 3a: 100%
    - 3b: 0%

Dette viser at de ulike alternativene medfører utnyttelsesgrader for RBA som varierer mellom 0 og 100%.

Miljøeffekten ved de ulike utnyttelsesgradene er beregnet med basis i mengde drivstoff og gjødsel som blir produsert fra RBA, i tillegg til mengde drivstoff/gjødsel som må produseres på konvensjonelt vis (henholdsvis diesel og mineralgjødsel) for at den totale leveransen av drivstoff/gjødsel kan opprettholdes. Dette er skissert prinsipielt under.



Det presiseres at analysen tar for seg det eksisterende RBA-systemet (avfallsbehandling, biogass-/biorestproduksjon), og hvordan klimaeffekten fra RBA-systemet påvirkes av redusert kapasitetsutnyttelse ved RBA. Det betyr at analysen dokumenterer klimaeffekten av RBA-systemet, forutsatt at det er et behov for utnyttelse og bruk av den mengde biogass/biorest som produseres ved full kapasitetsutnyttelse.

## Forutsetninger for analysen

### Transport av matavfall/substrat inn til anlegget

For transport av matavfall inn til RBA er det benyttet generelle basisverdier fra BioValueChain-modellen: 19 km fra husholdning til mottaksstasjon, 28 km fra mottaksstasjon til sentralsortering eller forbehandlingsanlegg og 102 km fra sentralsortering eller forbehandlingsanlegg til biogassanlegg.

### Biogassproduksjon

EGE har bidratt med følgende data: Full kapasitetsutnyttelse (40 000 tonn matavfall og 10 000 tonn substrat per år) gir en årlig produksjon på 4,5 mill Nm<sup>3</sup> oppgradert biogass (tilnærma ren metan). Med et antatt TS-innhold på våtorganisk avfall på 33% (fra Østfoldforskningens biogassmodell), gir dette en reell metanmengde på 273 Nm<sup>3</sup>/tonn TS. Det er antatt at metanandelen i biogassen før oppgradering er på 65%, og at biogassutbyttet fra substrat er det samme som fra matavfall. Utover dette, er det de generelle basisverdiene i BVC-modellen som ligger til grunn for analysen (energibruk i utråtningsanlegget, energibruk ved oppgradering til metan, etc). Det presiseres at eventuell ekstra energibruk for komprimering til flytende biogass ikke er inkludert.

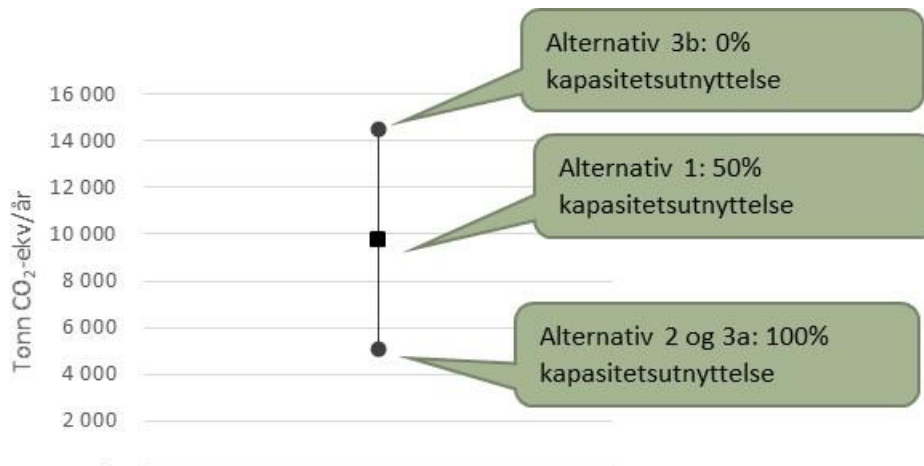
### Utnyttelse av biorest

EGE oppgir at det i "vintersesongen" produseres fastrest og konsentrat fra bioresten. Med bakgrunn i dette forutsettes at bioresten på vinterstid (6 mnd) blir avvannet mens den sommerstid (6 mnd) ikke blir avvannet, og at behandlet avfallsmengde og biogassproduksjon er jevn over året. Både "flytende biorest" (uavvannet biorest), "fast biorest" (kompost av tørrfase etter avvanning) og "biorestkonsentrat" (oppkonsentrert våtfase etter avvanning) forutsettes å bli brukt på jorder som gjødsel. I BVC-modellen ligger det inne at "flytende biorest" erstatter mineralgjødsel basert på N-innhold (i tillegg til at det også antas å ha en C-lagringseffekt), "fast biorest" erstatter jordforbedringsmiddel (torv) uten å erstatte gjødsel (selv om den kan ha gjødsel-funksjon), mens "biorestkonsentratet" (våtfasen i avvannet biorest) erstatter mineralgjødsel basert på N-innhold (og har C-lagringseffekt, tilsvarende som for uavvannet biorest). Disse forutsetningene er antatt å gjelde for utnyttelse av biorest i RBA-anlegget. Det presiseres at det eventuelt ekstra energibruk for oppkonsentrering av våtfasen etter avvanning ikke er inkludert.

## Resultater

Resultatene er dokumentert som årlig klimaeffekt fra produksjon og bruk av drivstoff og gjødsel-N for de 3 ovennevnte alternativene. Mengde drivstoff og gjødsel-N skal tilsvare den mengde som leveres fra RBA ved full kapasitetsutnyttelse.

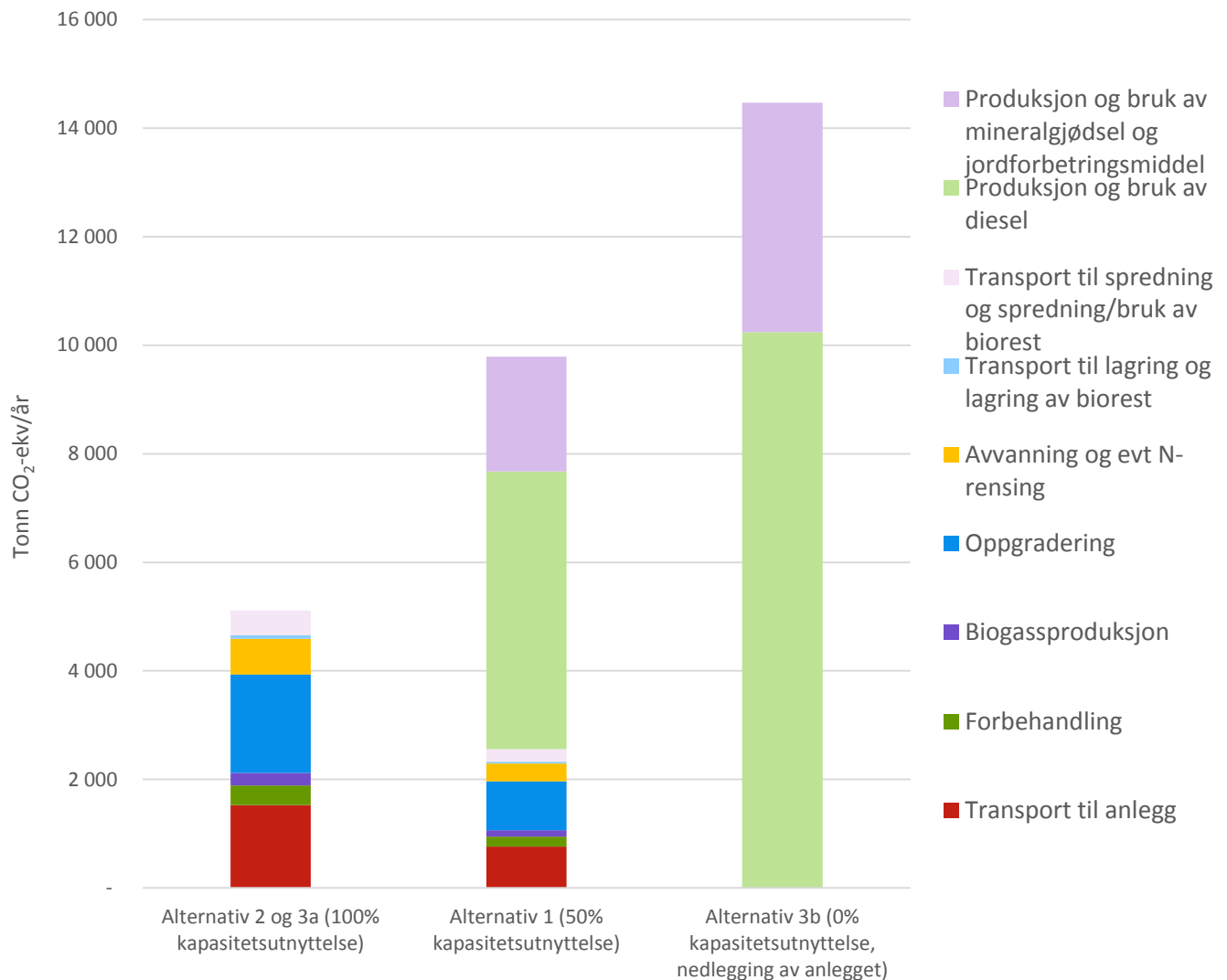
Figur 1 viser årlig klimaeffekt fra de 3 analyserte alternativene presentert som tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år.



Figur 1 Årlig klimaeffekt (tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter) fra produksjon av drivstoff og gjødsel-N ved de 3 alternativene for kapasitetsutnyttelse av anlegget.

Fra figuren sees at 100% kapasitetsutnyttelse (alternativ 2 og 3a) medfører lavest utslipp av klimagasser fra RBA-systemet; totalt ca 5000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år. Videre sees at 50% kapasitetsutnyttelse (alternativ 1) medfører omtrent dobbelt så høye årlige klimagassutslipp (ca 10000 tonn), mens alternativ 3b (nedleggelse av anlegget) gir nesten 3 ganger så høye årlige utslipp (ca 15 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter).

Årsaken til de store forskjellene mellom de ulike alternativene er beskrevet med hjelp av Figur 2 under, som viser årlige klimagassutslipp fra de modellerte alternativene, samt hvordan de de ulike aktivitetene i de definerte systemene bidrar til det totale klimagassutslippet.



Figur 2: Årlig klimaeffekt fra produksjon av drivstoff og gjødning-N tilsvarende den mengde som leveres fra RBA ved full kapasitetsutnyttelse.

Alternativ 2 og 3a representerer en situasjon der RBAs fulle kapasitet utnyttes, noe som betyr at det ikke er behov for å produsere noe ekstra drivstoff eller gjødning utover det som produseres fra anlegget. Dette medfører et totalt klimagassutslipp på 5100 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. per år for RBA-systemet, og gir best klimaeffekt av de modellerte alternativene. Som Figur 2 viser, kommer det største bidraget til dette systemets total klimagassutslipp fra transport av matavfall til anlegget, samt fra oppgradering av biogass til drivstoffkvalitet (metantap ved oppgradering). I tillegg bidrar forbehandling, selve biogassproduksjonen, avvanning, samt transport, lagring og spredning/bruk av biorest, til klimagassutslipp.

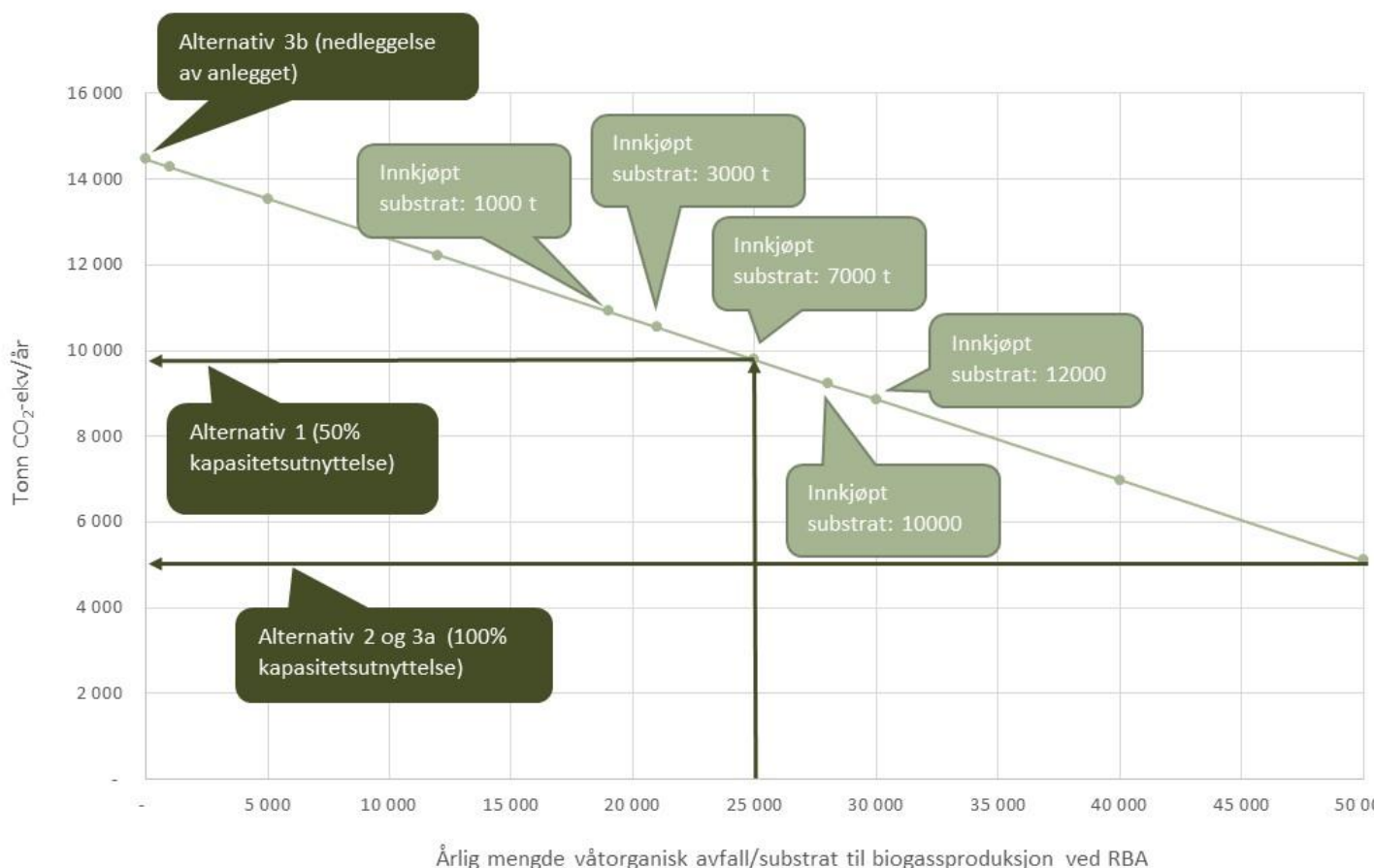
Alternativ 1, som representerer 50% kapasitetsutnyttelse ved RBA, medfører en årlig klimaeffekt på 9800 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Fra Figur 2 sees at klimagassutslippene tilhørende produksjon og bruk av biogass/biorest (transport av matavfall, oppgradering av biogass, avvanning, m.m.) er tilnærmet halvert sammenlignet med Alternativ 2 og 3a (full kapasitetsutnyttelse). Men, i tillegg til disse utslippene, medfører dette alternativet klimagassutslipp fra produksjon og bruk av diesel og mineralgjødning, tilsvarende den mengden som man ikke får produsert fra RBA-anlegget som følge av at kun halve kapasiteten utnyttes. Dette klimagassutslippet er vist med lys grønn og lys lilla farge på stolpen, og

representerer ca 7300 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter årlig. Det betyr at alternativ 1 (50% kapasitetsutnyttelse) totalt sett medfører ca dobbelt så høye årlige klimagassutslipp som alternativ 2 og 3a (100% kapasitetsutnyttelse).

Alternativ 3b representerer en situasjon der RBA legges ned, noe som betyr at tilførsel og bruk av de definerte mengdene drivstoff og gjødsel-N forutsettes dekket opp av diesel og mineralgjødsel. Det medfører at biogassanlegget ikke vil bidra med utslipp, men produksjon av diesel og mineralgjødsel vil derimot bidra med relativt høye klimagassutslipp. Dette er vist med lys grønn og lys lilla stolpe og representerer et årlig klimagassutslipp på 14500 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, eller ca 3 ganger utslippet ved full kapasitetsutnyttelse ved RBA.

### Variasjon i mengde innkjøpt substrat

Som beskrevet innledningsvis, er det utført analyser av følgende mengder innkjøpt substrat: 1000, 3000, 7000, 10000, 12000 tonn som forutsettes behandlet sammen med 18 000 tonn våtorganisk avfall (varianter av alternativ 1). Resultatene fra disse analysene er vist sammen med de opprinnelige alternativene i Figur 3 under.



Figur 3 Årlige klimagassutslipp som følge av variasjon i innkjøpt mengde substrat/behandlet mengde våtorganisk avfall.

Figuren viser at behandling av innkjøpte av substratmengder fra 1000 til 12000 tonn i tillegg til behandling av 18000 tonn våtorganisk avfall medfører endringer i klimagassutslipp for RBA-systemet på henholdsvis

ca 1100 tonn CO<sub>2</sub>-ekv økning og ca 900 tonn CO<sub>2</sub>-ekv reduksjon, sammenlignet med alternativ 1 (18000 tonn våtorganisk + 7000 tonn substrat). Det presiseres at det antas samme biogassutbytte og produksjonsforhold for behandling av våtorganisk avfall som innkjøpt substrat.

## Konklusjon

Analysene som er gjennomført viser at full kapasitetsutnyttelse av anlegget gir den beste klimaeffekten for RBA-systemet som følge av at produksjon og utnyttelse av drivstoff og gjødsel-N i RBA er vesentlig mer klimavennlig enn produksjon og bruk av tilsvarende mengder diesel og mineralgjødsel.

Dersom anlegget legges ned, vil det medføre ekstra årlige utslipp på totalt ca 10 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter for RBA-systemet, sammenlignet med om anlegget går for fullt. Dette tilsvarer årlige klimagassutslipp fra ca 4500 personbiler (dieseldrevet, utslipp på 150 g CO<sub>2</sub>/km, 15000 km per år).

Det presiseres at konklusjonene gjelder for det eksisterende RBA-systemet (med tilhørende avfallsbehandling, biogass-/biorestproduksjon), forutsatt at det er et behov for utnyttelse og bruk av den mengde biogass/biorest som produseres ved full kapasitetsutnyttelse.

## Referanser

Lyng, K.-A., Modahl, I.S., Morken, J., Briseid, T., Vold, B.I., Hanssen, O.J. og Sørby, I.: Modeller for beregning av klimanytte- og verdikjedeøkonomi for biogassproduksjon – Matavfall og gjødsel. Østfoldforskning AS, OR 25.11, 2011.

Møller, H., Arnøy, S., Modahl, I.S., Morken, J., Briseid, T., Hanssen, O.J. og Sørby, I.: Miljønytte og verdikjedeøkonomi ved biogassproduksjon, fase II - Matavfall og husdyrgjødsel. Østfoldforskning AS, OR 34.12, desember 2012. <http://ostfoldforskning.no/publikasjon/miljonytte-og-verdikjedeekonomi-ved-biogassproduksjon-fase-ii--697.aspx>

Raadal, H.L., Modahl, I.S. and Lyng, K.-A.: Klimaregnskap for avfallshåndtering (fase I og II). Østfoldforskning AS, OR 18.09, June 2009.

Raadal, H.L. og Modahl, I.S.: Klimaregnskap for avfallshåndtering. Østfoldforskning AS, OR 02.09, Januar 2009.