

Grønn slamhåndtering for mindre landbrukskommuner

SKIPTVET KOMMUNE

Miljø- og samfunn **Notat II**

Aquateam COWI AS

Rapport nr.: 20-028

Prosjekt nr.: A209326

Rapport utarbeidet av: Maria M. Estevez

Aquateam COWI AS
 Postboks 6731 Etterstad,
 0609 Oslo, Norway
 Karvesvingen 2, 0579 Oslo
 Tlf: 02694
www.aquateamcowi.no

Rapportnummer: 20-028

Tilgjengelighet: Begrenset

Rapportens tittel Miljø- og samfunn NOTAT	Dato 17.12.2020
	Antall sider og bilag 21
Forfatter(e) sign. Maria M. Estevez	Ansv. sign. A209326
Kontrollert av: Line D. Blytt	

Oppdragsgiver Skiptvet Kommune	Oppdragsgivers ref.
-----------------------------------	---------------------

Rapport versjon	Dato	Signatur
Versjon 1	17.12.2020	

Innhold

1. Sammendrag.....	4
2. Forkortelser.....	5
3. Innledning	6
4. Biogassanlegg og påvirkning av nærmest miljø.....	7
4.1. Mottak og lagring av råstoff og biorest.....	8
4.2. Støy	8
4.3. Lukt.....	10
4.4. Utslipp til vann/overvann og grunnforurensingen.....	12
4.5. Utslipp til luft (unntak av klimagasser)	12
4.6. Utslipp fra uhell og sikkerhet av anlegg	14
5. Klimarelatert effekter	15
5.1. Klimagassutslipp fra biogassanlegg	15
5.1.1. Utslipp fra prosessen, lekkager	15
5.1.2. Utslipp fra lagring av råstoff og biorest	16
5.2. Fordeler ved erstatning av kunstgjødsel med biorest.....	16
5.2.1. Reduksjon av klimagassutslipp	16
5.2.2. Gjenvinning av næringsstoffer.....	16
6. Samfunnshensyn av biogassanleggprosjekter.....	18
7. Oppsummering og anbefalinger	18
8. Referanser	20

1. Sammendrag

Dette notatet utrede påvirkning på miljø og samfunn, med fokus på etablering av biogass-anlegg i mindre landbrukskommuner.

Aktuelle miljø- og samfunnsinteresser som notat undersøkes er støy, lukt og natur og biologisk mangfold. Behovet for sikkerhetssoner og eventuelle støy/luksområder og påvirkninger og konsekvenser for natur og arts mangfold utredes.

I tillegg belyses miljø- og klimaeffekter ved etablering av et biogass-anlegg. For et biogassanlegg av den størrelsen som Skiptvet kommune kan ha, vil oppgradering til kjøretøydrivstoff ikke bli ansett som en gjennomførbar mulighet, og bruk av metan produsert for å generere varme og elektrisitet via kraftvarmeenhet vil bli behandlet i prosjektet. Reduksjoner av klimagassutslipp og klimafordeler ved å bruke utråtnet slam som en gjødsel ressurs er generelt presentert her, som detaljberegning vil være et av hovedmålene for prosjektets livssyklusanalyse (LCA).

Det vil utarbeides en oversikt over hvilke forhold som krever nærmere undersøkelse i den videre prosessene for etablering av biogass-anlegg. I dette arbeidet vil det fokuseres på de forhold som kan påvirke gjennomførbarheten av tiltaket.

2. Forkortelser

Biorest	Utråtnet biomasse. Det som er igjen av biomassen etter en anaerob nedbrytningsprosess.
CHP	Kraftvarmeanlegg (Combined heat and power plant)
CSTR	Helomrørte reaktor. Reaktor/råtnetank med kontinuerlig omrøring
GHG	Klimagass (Green House Gas)
L_pAeq,24h	Det ekvivalente lydnivået L _p Aeq,24h er et mål på det gjennomsnittlige (energimidlede) nivået for støy over 24 timer.
L_{den}	A-veiet lydnivå for dag-kveld-natt (day-evening-night), sammensatt av langstids A-veide gjennomsnittlige lydnivå for hhv. dag/kveld/natt med tillegg på 0/5/10 dB.
L_{night}	A-veiet ekvivalentnivå for 8 timers nattperiode fra kl. 23-07.
Mesofil	Temperatur område mellom 25-45 °C (driftstemperatur i anlegg 35-39 °C) hvor metanproducerende bakterie kan vokse .
PM	Svevestøv (Particulate Matter). PM10 og PM2,5 er betegnelsene på partikler under henholdsvis 10 og 2,5 mikrometer (µm).
ouE/m³	Europeiske luktenheter per kubikkmeter luft, som tilsvarer en lukts terskelkonsentrasjon hvor 50 % av populasjonen kan kjenne at det er en lukt.
Substrat	Råstoff/råvarer til biogassproduksjon
Termofil	Temperatur område mellom 45-60 °C (driftstemperatur i anlegg er 54-56 °C) hvor metanproduserende bakterie kan vokse.
Tilgjengelig-P	Fosfor som er tilgjengelig for planteopptakoppveks (analyseres ved P-AL eller Olsen-P metoder)
TS	Totalt tørrstoff (Total Solids)
VOC	Flyktig organisk forbindelse
VS eller FTS	Flyktig tørrstoff (Volatile Solids)

3. Innledning

Skiptvet kommune vurderer å etablere et biogassanlegg som en løsning for å behandle slammengde som genereres i kommune.

Et biogassanlegg bryter ned organisk stoff i slammet uten tilgang på oksygen under kontrollerte betingelser, med det formålet at man reduserer slammengde (tonn TS) og gjør slam biologisk stabilt (reduserer lukt). I tillegg produseres det biogass med ca 60-65 % metan innhold.

Det er en viss fare forbundet med biogass, fordi metankonsentrasjoner over 5-15 % i luft gjør luften brennbar og eksplosjonsfarlig. Dessuten er det forhold som lukt fra utråtnet slam, gassledninger, fakkell og ventilasjonsluft som kan være sjenerende for naboer.

Som det var nevnt i Notat 1, når det gjelder gass- og luktutslipp er det forurensningsforskriften (FOR-2004-06-01-931) som kommer til anvendelse, og kravet knyttet til utslipp vil eventuelt komme som et enkeltvedtak i en utslippstillatelse med hjemmel i forurensningsloven (LOV-1981-03-13-06). Mest sannsynlig vil kravene være formulert i tilknytning til en utslippstillatelse og hvordan dette etterleveres i internkontrollen, herunder risikokartlegging og iverksatt tiltak for å redusere gassutslipp og luktulemper for omgivelsene (FOR-1996-12-06-1127 Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften)).

Knyttet til sikkerhet av et biogassanlegg, relevante forskrifter som må følges er om helse og sikkerhet i eksplosjonsfarlige atmosfærer (FOR-2003-06-30-911) og forskrift om håndtering av brannfarlig, reaksjonsfarlig og trykk satt stoff samt utstyr og anlegg som benyttes ved håndteringen (Korttittel er forskrift om håndtering av farlig stoff, FOR-2009-06-08-602).

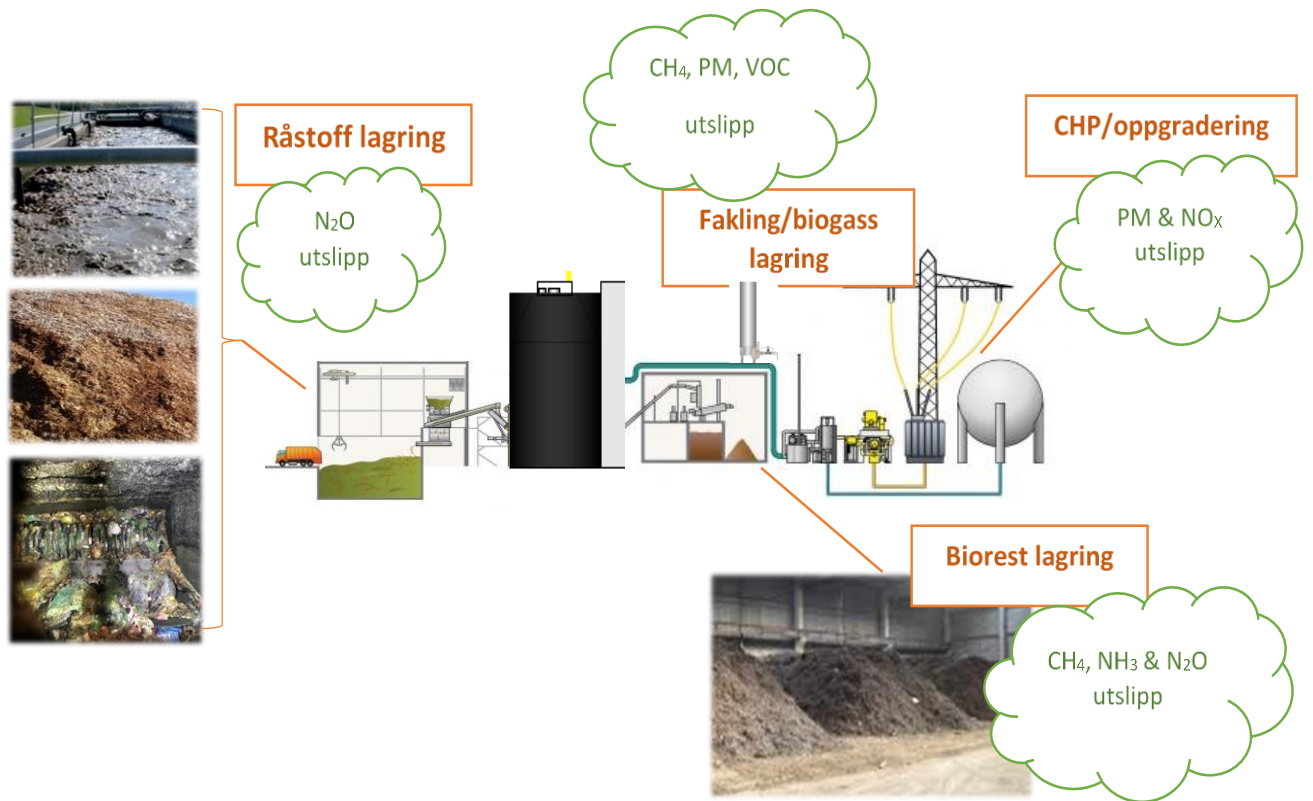
I Norge har myndighetene lite erfaring med småskala biogassanlegg, og utslippskravene er rettet mot store anlegg som klassifiseres som industri virksomheter. Det har nylig blitt publisert en rapport fra Nordisk Ministerråd om beste tilgjengelige teknologier (BAT) for å adressere effektivitet og miljøpåvirkninger fra små biogassanlegg i alle nordiske land (Nordisk Ministerråd, 2020).

En miljørisikovurdering omfatter og dokumenterer alle forhold ved det spesifikke biogassanlegg som kan medføre akutt forurensning av vann, grunn og luft innenfor og utenfor anleggets område. En risikovurdering er en systematisk framgangsmåte for å beskrive eller beregne risiko, og en risikoanalyse utføres ved å kartlegge uønskede hendelser, årsaker og konsekvenser av disse. En slik analyse gir objektiv informasjon knyttet til farer, konsekvens dersom en fare oppstår og vil kunne brukes som underlag i en beslutningsfase. Analysen vil også være nyttig når man skal kommuniserer risiko med naboer og innbyggere i Skiptvet kommune.

En fullstendig slik analyse kan kun gjennomføres når alle komponenter av et anlegg og arbeidsrutiner er på plass, slik at kritiske punkter, områder og aktiviteter kan identifiseres. Risikofaktoren bestemmes ved å multiplisere sannsynligheten (frekvensen) for at en hendelse skal skje med omfanget av de negative konsekvensene av hendelsen (effekten). ROS (risiko og sårbarhetsanalyse) er brukt som metodikk for denne.

Denne notat er ikke en risikoanalyse for Skiptvet sitt mulige biogassanlegg, men bygger på risikovurderinger og erfaringer fra tilsvarende biogassanlegg i Norge.

4. Biogassanlegg og påvirkning av nærmest miljø



Figur 1.-Kritiske utslipp-punkter på et biogassanlegg.

Miljøriskovurderinger bygget på utslippstillatelse for anlegget og lover (Forurensningsloven) og forskrifter som påvirker det ytre miljøet, særlig forurensningsforskriften, avfallsforskriften, forskrift om melding om akutt forurensning osv. og internkontrollforskriften.

En utslippstillatelse for biogassanlegget vil normalt stille vilkår for lovlige utslipp. Betingelser angående sikkerhet (f.eks. brann, eksplosjonsfare, personlig sikkerhet) er vanligvis ikke en del av miljørisikovurderingen, men hendelser relatert til brennbare / eksplosive gasser kan påvirke det ytre miljøet og vil bli kort beskrevet i denne notatet.

Vanlige punkter som skal dekkes i en utslippstillatelse fra Fylkesmannen, inkluderer tiltak for mottak og lagring av råstoff, håndtering av utslipp til luft inkl. luktutslipp, støy og utslipp til vann (avløp og overvann); grunnforurensning, kjemikaler og energi forbruk, håndtering og disponering av avfall og biorest, faklet gass, interkontroll system, miljørisikovurdering, beredskapsplan og varsling ved akuttutslipp.

4.1. Mottak og lagring av råstoff og biorest

Biogassanlegg kreves å gjennomføre klare mottaksplaner for hvert råstoff strømmene de tar sikte på å motta. Riktig mottakskontroll, loggføring av mengde, leverandør og type avfall er nødvendig. Etablerer stikkprøvekontroll av mottatt råstoff fraksjoner er også viktig for å

garantere kvaliteten på mottatte råstoff og stabiliteten i prosessen. I et biogassanlegg er det spesielt viktig å kontrollere faktorer som pH, alkalinitet og faststoffinnhold av råstoff.

Mottak og lagringshallene skal være ventilert bygg med undertrykk, fast dekke, utstyr for renhold av utstyr og kjøretøy ved behov. Anlegg må etablert et system og rutiner for vedlikehold. Lageret skal ikke fører til avrenning til grunn, overflatevann eller avløpsnett. Lageret skal også sikres mot avdamping av forurensning til luft samt mot uvedkommende. Når det gjelder ferdig utrånnet biomasse, et plan for handtering bioresten etter avvanning, herunder lagringsbehov iht. tid og mengde, må etableres. Bioresten kvalitet og behandling/disponering må være i samsvar med forskrifter (gjødselfare- og animalske biprodukter, som detaljert i Notat 1). Mellomlagring av slam er lov, men mellomlagringsplassen må være godkjent for dette. Tillatelse gis av Fylkesmann. Det må også foreligge en plan for alternativ behandling/disponering av råstoff/bioresten dersom eventuell driftsstans eller planlagt brukt er ikke mulig.

4.2. Støy

På små biogassanlegg skjer innvirkning på det akustiske klimaet hvis biogassanlegget skaper støy fra pumper, ventilasjon og gassmotor/turbin.

Kjøretøystrafikk på anleggsområdet er også viktig å ta med i en slik vurdering. Riktig plasseringen av enheter inne og passe avstand fra annen bebyggelse skal prioriteres, slik at tillatte støynivåer overskride ikke i de nærmeste områdene når det gjelder akustisk klima, både på dagtid og nattetid (Figur 2). Rør, reaktor og tanker kan med fordel plasseres slik av man i tillegg minimerer behov for pumping.

Mandag-fredag	Kveld mandag-fredag	Lørdag	Søn-/helligdager	Natt (kl. 23-07)	Natt (kl. 23-07)
55 L_{den}	50 $L_{evening}$	50 L_{den}	45 L_{den}	45 L_{night}	60 L_{AFmax}

L_{den} er definert som døgnmiddel. Med impulsstøy eller rentonelyd er grensen 5 dBA lavere. Den strengeste grenseverdien legges til grunn når impulslyd opptrer med i gjennomsnitt mer enn 10 hendelser pr. time.

$L_{evening}$ er A-veiet ekvivalentnivå for 4 timers kveldsperiode fra kl. 19-23.

L_{night} er A-veiet ekvivalentnivå for 8 timers nattperiode fra kl. 23-07.

L_{AFmax} , er gjennomsnitt av de 5-10 høyeste forekommende støynivåene L_{AF} (A-veid støynivå med Fast respons) fra en industribedrift i nattperioden 23-07.

Med impulslyd menes kortvarige, støtvide lydtrykk med varighet på under 1 sekund og der impulslyden er av typen «highly impulsive sound» som definert i T-1442 kapittel 6. Dersom impulslyd forekommer mer enn 10 hendelser per time er grenseverdien 5 dBA lavere enn de grenseverdier som er angitt i tabellen.

Støygrensene gjelder all støy fra bedriftens ordinære virksomhet, inkludert intern transport på bedriftsområdet og lossing/lasting av råvarer og produkter. Støy fra bygg- og anleggsvirksomhet og fra ordinær persontransport av virksomhetens ansatte er likevel ikke omfattet av grensene.

Figur 2. Støynivå grensene for anlegg (Forurensningsloven, 2004).

Støy fra industri reguleres etter forurensningsloven. For en del anlegg kan det også være stilt støykrav gjennom reguleringsplan. Ved etablering av ny industri/næringsvirksomhet gjelder Klima- og miljødepartementets retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging er T-1442/2016. Retningslinjen gjelder utendørs støyforhold ved planlegging av de viktigste støykildene i ytre miljø, og arealbruken i støyutsatte områder. Den er utarbeidet i tråd med EU-regelverkets metoder og enheter, og er koordinert med regelverket om lydforhold i bygninger, som er gitt i byggt teknisk forskrift til plan- og bygningsloven.

En veileder av T-1442/2016, siste oppdatert i år, var utarbeidet av Miljødirektoratet.

Miljørettet helsevern omfatter alle miljøforhold som kan ha innvirkning på helsen, herunder støy. Arbeidsområdet er regulert gjennom Lov om folkehelsearbeid (Folkehelseloven). Helsedirektoratet har også gitt ut en egen veileder i miljørettet helsevern.

Virksomheter omfatter av helselovgivningens støykrav inkludere kommunaltekniske anlegg som avfall behandlingsanlegg. Ved lokalisering, endring eller utvidelser skal det tas hensyn til støy som kan få innvirkning på virksomhetene, og støy som virksomhetene kan påføre omgivelsene. Virksomheter skal planlegges, drives og avvikles, slik at det ved etablering og bruk av støykilder tilstrebes lavest mulig støynivå. Støy og vibrasjoner skal ikke medføre helsemessig ulempe eller overskride helsemessig forsvarlig nivå. Virksomheter og eiendommer der allmennheten/mange har adgang, eller hvor mennesker oppholder seg over lengre perioder, skal ha lydforhold som ikke medfører helsemessig ulempe, sett i forhold til bruksområdet. Anleggseier skal føre internkontroll for å påse at ovennevnte krav etterleves, dvs. at det skal etableres rutiner som sikrer og dokumenterer at blant annet støykrav overholdes. Dette bør tas inn i bedriftens internkontroll etter HMS-forskriften, og må være del av kvalitetssystemet til bedrifter sertifisert etter EMAS / ISO 14.000.

Lokalisering av ny støyende virksomhet vil ofte være gjenstand for avklaring gjennom oversiktsplan (dvs. regional plan, kommuneplan eller kommunedelplan) etter plan- og bygningsloven. *For alle oversiktsplaner som omfatter utbyggingstiltak, og for reguleringsplaner som har utbyggingstiltak med vesentlige virkninger for miljø, naturressurser eller samfunn, skal det utarbeides planprogram og konsekvensutredning etter bestemmelsene i plan- og bygningsloven, kapittel 4.*

Kommunen har ansvaret for å ivareta støyhensyn ved sin arealplanlegging etter plan- og bygningsloven. Fylkesmannen er statlig fagmyndighet for støy i planlegging og saksbehandling etter plan- og bygningsloven. Kommunen fører tilsyn med at kravene overholdes, og kan her benytte virkemidler jf. folkehelseloven kapittel 3 (Miljødirektoratet, 2020).

I forbindelse med oversiktsplaner for nye anlegg bør kommunen kreve/påse at:

- det er beskrevet hvordan plassering og utforming av de utredete alternativene er tilpasset støyhensyn
- det er utarbeidet kart som viser hvordan støysonene i henhold til retningslinje T-1442 for støy vil bli for 0-alternativet og de øvrige alternativene som er utredet
- det er beregnet hvor mange boenheter og institusjonsplasser som blir liggende innenfor områder med (og/eller antall personer som blir utsatt for) utendørs støynivå innenfor gul og rød sone (etter at tiltak er gjennomført)
- det er beregnet hvor mange boliger (og/eller antall personer) som får et støynivå over anbefalte grenseverdier på uteplass (etter at tiltak er gjennomført)
- det er beregnet hvor mange boliger og institusjoner (og/eller antall personer) som blir utsatt for et innendørs støynivå over 30 dBA (etter at støytiltak er gjennomført)
- det er beskrevet hvilke avbøtende tiltak som er planlagt i prosjektet.
- dersom planlagt tiltak får trafikk- og støykonsekvenser av betydning i andre områder enn i selve utbyggingsområdet, bør støy også konsekvensvurderes i dette influensområdet

Anleggseier er ansvarlig for å utarbeide støysonekart, jfr kapittel 2 i veilederen (Miljødirektoratet, 2020). Kartet oversendes kommunen, som er ansvarlig for å synliggjøre støysonene i arealplaner eller på annen egnet måte.

Støysoner bør beregnes i alle tilfeller hvor støykildene antas å utstråle støy som overskrider den nedre grensen for gul sone for vedkommende kilde (Tabell 1). Når minst ett av kriteriene for den aktuelle støysonen er oppfylt, faller arealet innenfor sonen.

Tabell 1.- Kriterier for soneinndeling for industristøy (Klima- og miljødepartement, 2016).

Støykilde	Støysone					
	Gul sone			Rød sone		
	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå , lørdager og søndager/helligdager	Utendørs støynivå i nattperioden kl. 23 – 07	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå , lørdager og søndager/helligdager	Utendørs støynivå i nattperioden kl. 23 – 07
Industri med helkontinuerlig drift	Uten impulslyd: L_{den} 55 dB Med impulslyd: L_{den} 50 dB		L_{night} 45 dB L_{AFmax} 60 dB	Uten impulslyd: L_{den} 65 dB Med impulslyd: L_{den} 60 dB		L_{night} 55 dB L_{AFmax} 80 dB
Øvrig industri	Uten impulslyd: L_{den} 55 dB og $L_{evening}$ 50 dB Med impulslyd: L_{den} 50 dB og $L_{evening}$ 45 dB	Uten impulslyd: lørdag: L_{den} 50 dB søndag: L_{den} 45 dB Med impulslyd: lørdag: L_{den} 45 dB søndag: L_{den} 40 dB	L_{night} 45 dB L_{AFmax} 60 dB	Uten impulslyd: L_{den} 65 dB og $L_{evening}$ 60 dB Med impulslyd: L_{den} 60 dB og $L_{evening}$ 55 dB	Uten impulslyd: lørdag: L_{den} 60 dB søndag: L_{den} 55 dB Med impulslyd: lørdag: L_{den} 55 dB søndag: L_{den} 50 dB	L_{night} 55 dB L_{AFmax} 80 dB

Siden retningslinjen ikke er juridisk bindende, vil ikke utarbeiding av støysonekart være obligatorisk. I det enkelte industribygg/industriområde vil bedrifter ofte legges ned og nye komme til i løpet av få år, slik at forutsetningene for beregning av støysoner endres relativt hyppig. For mindre industribedrifter kan det derfor være mindre hensiktsmessig å bruke støysoner.

4.3. Lukt

Ren metangass (CH_4) er luktfri, til forskjell fra hydrogensulfid (H_2S). Innhold av H_2S i biogassen kan være fra 10 til 1000 ppm og som vil være avhengig av tilført råstoff for utrånning.

H_2S vil lukte dersom den ikke renses eller brennes. Administrativ norm for H_2S er 10 ppm, det vil si 15 mg/m³. Konsentrasjoner ned til 1 ppm har ubehagelig lukt, men evnen til å kjenne lukten blir borte etter forholdsvis kort tids eksponering. 50 ppm vil gi irritasjon i øyne og luftveier, mens konsentrasjoner over 500 ppm kan føre til øyeblikkelig bevisstløshet, respirasjonsstans og død i løpet av 30-60 minutter.

Alarmgrenser for personlig verneutstyr er ofte satt på 5 ppm. Siden lukterskel for H_2S er helt ned på $\approx 0,6$ ppb (0,009 mg/m³), er dette en gass som er plagsom, men ikke helseskadelig, i svært lave konsentrasjoner.

Den Europeiske luktenheter per kubikkmeter luft, ou_E/m^3 , tilsvarer en lukts terskelkonsentrasjon hvor 50 % av befolkningen kan kjenne at det er en lukt. Når man angir luktspredning og luktkonsentrasjon, tar man ikke hensyn til om lukten oppleves som "god" eller "dårlig". Opplevelse av luktkonsentrasjon følger en logaritmisk skala på samme måte som lyd og tallfestes ofte som dB_{ou_E} , som er desibel av luktkonsentrasjon. Lukt måles som luktflyks, (ou_E/s), som overflateflyks, (ou_E/m^2) eller som luktkonsentrasjon (ou_E/m^3).

En luktrisikovurdering beregner sannsynligheten for at en luktkonsentrasjon vil overskride grenseverdien på 1 ou_E/m^3 for mest berørte nabo. Det benyttes konservative anslag på utslipp

fordi man ønsker ikke å underrapportere risikoen. En luktrisikovurdering skiller seg ut fra andre risikovurderinger fordi det er tre komponenter som vurderes:

- a. Hendelser med luktutslipp, herunder varighet
- b. Styrken på lukten
- c. Sannsynlig spredning basert på terreng og meteorologiske forhold gjennom modellberegning

Man benytter en modell som kan ta hensyn til de lokale forholdene og kompleks topografi (eks. bygninger, utslippspunkt lavere enn høyeste punkt i terrenget, osv.). Plassering av fakkell og friluftsl utslipp fra gassledning vil påvirke influensområdet for et luktutslipp og vil være avhengig av den lokale metrologien. Man bør få laget en spredningsmodell for eventuelt luktutslipp.

Eksisterende værstasjon bør derfor utstyres med måler for vindretning. Om vinteren, når det er kaldt og lite vind, vil være den perioden som fortynner et luktutslipp minst.

Når det gjelder risiko for luktutslipp fra et biogassanlegg selv, vil dette i hovedsak være tilknytning til uønsket gassutslipp fra fakkell og fra lagring av råstoff og utråtnet råstoff (se Figur 1). Når råstoff transporteres og ligger i anlegg på mottak hallen, undertrykk og luft-sugde gjøre at ingen lukt kommer ut fra hallen. På anlegg vil de sugd luft renses i en luktreising system ved ventilasjonsanlegg, før den slippes ut.

Utråtnet slam fra termofil drift bør avkjøles så raskt som mulig for å få minst mulig lukt fra avvanningen. Eventuell lukt fra avvanningen øker ikke luktutslippet fra anlegget som vil påvirke nærmiljøet, men vil kunne være en HMS anliggende inne på anlegg. Risikoen for luktutslipp knyttet til transport av slam vil være større om frakter ustabilisert slam med høyt luktpotensial ut av rensenanlegget enn om man frakter utråtnet slam. Tabell 2 oppsummerer de kritiske punkter for luktutslipp fra et biogassanlegg, og tiltak for å løse dem.

Tabell 2. Kritiske områder og aktiviteter som kan forårsake uønsket luktutslipp fra et biogassanlegg.

Råstoff lager	Noe råstoff typer har høyere luktutslipp enn andre, og det kan være høye konsentrasjoner av H ₂ S i luft fra lagertank >500 ppm H ₂ S (gjødtsel, matavfall).
Avvanning	Avkjøling av slam kan gi luktutslipp. Tiltak: luktreising via ventilasjonsanlegg.
Utråtnet slam/biorest lager	Lav utråtningsgrad i anlegg medfører biorest med lav stabilitet som kan gi luktutslipp ved lagring. Også varmt slam har større luktutspillpotensial enn kaldt slam. Det kan være høye konsentrasjoner av H ₂ S i luft fra lagertank. Tiltak: system for avgassing av slam, avtrekk med luktreising (med biofilter/kullfilter i tillegg) via ventilasjonsanlegg.
Gassfakkell	Fakkell slukker eller tenner ikke og det blir utslipp av rå biogass (60 % CH ₄ og 1-10 ppm H ₂ S). Viktig å vurdere en plassering for fakkellen hvor uttynning av fra gas er maksimalt. Tiltak: alarm når fakler slukker, automatisk tenning og ventil ved trykkfall.

Utkjøring av slam fra anlegg	Ustabilisert biorest pga. lav utråtningsgrad (dvs. anlegg ikke kjøres optimalt) vil gi mer lukt ved avvanning og ved utkjøring av biorest.
Ventilasjonsanlegg	Ved svikt i luktreanseanlegg må det antas at lukt kan komme opp i et plagsomt nivå.

4.4. Utslipp til vann/overvann og grunnforurensingen

Biogassanlegg vil produsere sanitært avløpsvann som skal gå til kommunalt nett. Dersom det skal være en vaskeplass for selve kjøretøyet og ikke bare lasterom, vil det være behov for dette avløpshåndtering. Dersom det skal bygges vaskeplass for kjøretøy, må det også installeres oljeutskiller før det kan gå til kommunalt nett evt. tett tak for tømning (septik).

Rejektvann etter de avvannings-trinnene av prosessen, et føravvanning av rå slam til ca. 6-8 % TS for å mate råtnetank og et slutt avvanning av biorest til ca. 25 % TS, skal i utgangspunktet behandles av renseanlegg. Detaljer om estimert mengder og sammensetning av disse strømmene finnes i Notat 3 (Tekniske forutsetninger).

Avvannet biorest lagres vanlig i containere med overdekking. Fra disse prosessene vil det ikke være utslipp av prosessvann til avløp. Ved vask/vedlikehold av råtnetanker vil vaskevann gå tilbake til prosessen som spedevann. Ved bruk av avvanningskjemikalier for avvanningstrinnene, som kan medføre fare for forurensning, skal kommunen dokumentere at den har foretatt en vurdering av kjemikalienes helse- og miljøegenskaper, og den skal ha et dokumentert system for substitusjon av kjemikalier. Eventuell bruk av desinfeksjonsvæske som kreves særskilt miljøfokus kan dette samles opp i egen kum og levers til godkjent mottak med tankbil.

Det er ingen utslippspunkter som vil gi utslipp til vann med unntak av drenering av overvann fra anleggets uteareal og tak.

Som oppsummering, vil vaskevann fra prosess og avløp fra administrasjonsbygg gå til kommunalt nett, og overvann fra anleggets areal vil drenere til nærmest vannkilde. Renseanlegg skal også håndtere rejevtvann fra de avvanningstrinnene. Dersom det er bruk for å benytte desinfeksjonsvæske for rengjøring, vil dette samles opp for levering til godkjent mottak.

4.5. Utslipp til luft (unntak av klimagasser)

Dersom man ser på utslipp til luft som ikke angår luktforurensing, er det utslipp av klimagassen metan som er det mest kritiske. Dette er beskrevet i 5.1.

Likevel er forbrenning av biogass forbundet med utslipp av noe forurensende stoffer i atmosfære, og så er det korrekt vurdering av disse utslippene et sentralt punkt i den sosial godkjennelse av biogassanlegg.

Ifølge forurensingsforskriften omfatter lokal luftkvalitet noe stoffene som kan være aktuell for et biogassanlegg:

- svevestøv (PM_{2,5} og PM₁₀),
- nitrogendioksid og nitrogenoksider (NO₂ og NO_x),
- karbonmonoksid (CO),
- svoveldioksid (SO₂),

Grenseverdier for tiltak er beskrevet i § 7-6. av forskriften, med helsebaserte og vegetasjonsbasert vurderingsteskler presentert i Vedlegg 3. *Måling og beregning av luftkvaliteten.*

I tillegg, kan utslipp av flyktige organiske stoffer (VOC), spesielt formaldehydet, bli også knyttet til biogassanlegg.

Et sammendrag av utslippsfaktorer for de viktigste gassformige forurensningene er rapportert i Tabell 3.

Tabell 3. Utslipp faktorer (g forurensning /GJ) for biogassanlegg som har ren forbrenning av biogass (Paolini et al., 2018).

Forurensning	Utslippsfaktor (g/ GJ)	Kilde
Karbonmonoksid (CO)	310	Nielsen et al., 2014
	256	Kristensen et al., 2004
Svoveldioksid (SO₂)	25	Nielsen et al., 2014
Nitrogenoksider (NO_x)	202	Nielsen et al., 2014
	540	Kristensen et al., 2004
Non-metan flyktige organiske stoffer (NMVOC)	10	Nielsen et al., 2014
	21.15	Kristensen et al., 2004
Formaldehydet (CH₂O)	8.7	Nielsen et al., 2014
	14	Kristensen et al., 2004

Karbonmonoksid (CO) produseres i alle oksidasjonsprosesser av karbonholdige materialer, og er et viktig biprodukt av ufullstendig forbrenning av biogass. Utslipp faktor er rapportert mellom 250-310 g CO/ GJ (900-1116 g CO/MWh) og utslipp knyttet til CH₄ forbruk er estimert til mellom 0,74- 8,46 g CO per Nm³ CH₄ ved fakling og CHP, henholdsvis.

Svoveldioksid (SO₂) utslipp fra biogassanlegg avhenger av avsvovlingsgraden til den innførte biogassen. SO₂-utslippshastigheten til et kraftvarmebiogassanlegg er estimert å ligge i området 19,2–25 mg/MJ (70- 90 g SO₂/ MWh).

Utslipp av NO_x er et av de mest kritiske punktene med hensyn til miljøpåvirkningen fra et biogassanlegg. NO_x-utslippsnivået for biogass er generelt høyere enn for naturgassmotorer (Kristensen et al., 2004, EPA, 2002): den gjennomsnittlige samlede utslippsfaktoren er 540 g NO_x/GJ (2000 g NO_x/ MWh), som er mer enn tre ganger hastigheten fra naturgassmotorer. Når utslippsfaktor rapporteres til metanforbruk, kan en utslippsfaktor på 0,63-11,6 g NO_x / Nm³ CH₄ antas for fakling og CHP, henholdsvis. Flere casestudier i litteraturen gjenspeiler viktigheten av å kontrollere dette forurensende stoffet.

Biogass er et gassformig drivstoff rikt på flyktige organiske stoffer (VOC), sammenlignet med naturgass: faktisk VOC-konsentrasjon varierer normalt mellom 5 og 500 mg / Nm³ CH₄, og kan noen ganger oppnå 1700 mg /Nm³ CH₄ (Salazar et al., 2016). Generelt snakker vi om ikke-metanflyktige organiske forbindelser (NMVOC). Utslipp faktor for disse stoffer kan estimeres mellom 10 og 22 g NMVOC/ GJ.

Når det gjelder formaldehyd det er viktig å merke seg at et lignende utslippsmønster blir observert for naturgass, fordi formaldehyd er faktisk et biprodukt av metanoksidasjon. Sammenlignet med naturgass, utslipp av VOC er 40% lavere i biogassmotorer, mens formaldehydutslipp er litt lavere og høyere aldehyder (finnes i naturgass på grunn av tilstedeværelsen av høyere hydrokarboner) er nesten fraværende (Paolini et al., 2018).

Utslipp av forurensinger påvirkes sterkt av råstoff brukt, og det er estimert at utslipp av CO₂, CO, NO_x, hydrokarboner og partikler fra et biogassanlegg kan variere med en faktor av 3–4 i denne forhold.

4.6. Utslipp fra uhell og sikkerhet av anlegg

Det er et myndighetskrav at omgivelsene skal sikres når man plasserer et biogassanlegg. Plassering og løsninger skal utformes på en slik måte at en brann eller eksplosjon ett sted på anlegget ikke skal forplante seg til omgivelsene eller til andre deler av anlegget. En tredjeperson, skal kunne oppholde seg utenfor anlegget med rimelig sikkerhet selv om det er brann og eller eksplosjoner på anlegget. En tredjepart som har aktiviteter utenfor anlegget skal heller ikke kunne utsette anlegget for risiko for brann eller eksplosjon.

I et biogassanlegg er det mange sikkerhetstiltak som bygges inn og noen kan isolert sett virke overfløydige. De mest opplagte sikringstiltakene er for eksempel tekniske innretninger, alarmer, sikkerhetsventiler, etablere EX-soner osv, men det er de forebyggende tiltakene som i visse tilfeller er vanskelig å se, som kan gi konsekvenser dersom de ikke fungerer.

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) har i sin veileder foreslått et eksempel på sikringsfelt omkring anleggsdeler, herunder gassbeholder/gassklokke og gassfakkel på henholdsvis 15-30 meter og 6-20 meter. Variasjonen i sikringsområdet vil være avhengig av gassmengder og fakkelenes høyde. I forhold til en gassledning, over eller under bakken, er det oppgitt sikringssone på 3 meter til hver side. Når det gjelder tilgang for uvedkommende/tredjeperson, må man sette opp sikringstiltak som hindrer ferdsel inn til kritiske anleggskonstruksjoner.

Forskrift om håndtering av farlig stoff stiller krav til at virksomheter gjennomfører systematisk risikokartlegging og har et oppdatert kvalitetssystem ved siden av krav til teknisk utstyr, tilstrekkelig kompetanse og etablering av sikkerhetssoner.

På et anlegg det vil alltid opptre uønskede hendelser, og det viktigste er å ha oversikt over hvilke hendelser som kan inntreffe, frekvensen av dem og hvilke konsekvenser de får dersom de opptrer. Forebyggende arbeid handler mye om å redusere sannsynligheten for at hendelser inntreffer og å ha iverksatt tiltak som reduserer omfanget dersom uønsket hendelse likevel inntreffer.

Å gjennomføre øvelser og jevnlig informere involverte om hvordan alarm-systemer og sikkerhetsrutiner fungerer er kritisk for den sikkert-drift av et anlegg. God kommunikasjon og rutinemessig besøk fra brannvesenet hvor ansatte er informert om egenskapene til metangass generelt, er viktig. Dette demper usikkerhet hos de som arbeidet på biogassanlegget.

5. Klimarelatert effekter

Som en fornybar energikilde, biogassproduksjon tillater utnyttelse av landbruks- og kommunalt slam og avfall med lavere innvirkning på luftkvaliteten når sammenlignet med forbrenningsbaserte prosesser for disse biomasser. Videre, mens aske fra forbrenning finner knappe agronomiske anvendelser, biorest ser ut som et pålitelig materiale for jordbruk bruksområder (Paolini et al., 2018).

Miljøpåvirkningen forbundet med biogassanlegg er sterkt avhengig av mange faktorer, hovedsakelig: valg av råstoff, adoptert teknologi og operativ bærekraft praksis (Capodaglio et al., 2016). Gassproduksjon på gården fra husdyrgjødsel har vist et stort potensial for å redusere noe av miljøpåvirkningen forbundet med intensiv melkeproduksjon, spesielt når det gjelder unngåelse utslipp fra tradisjonell gjødselhåndtering, siden det er effektivt for å redusere klimagassutslipp betydelig, og erstatter godt ikke-fornybart energiforbruk. Derimot, påvirker transportavstand for råstoff prosessens samlede energieffektivitet sterk.

5.1. Klimagassutslipp fra biogassanlegg

Ifølge mange studier (Paolini et al., 2018; Hijazi et al., 2016; Buratti et al., 2013) er de viktigste tiltakene for å forbedre reduksjon av klimagassutslipp fra et biogassanlegg:

- å unngår metangass utslipp ved faking,
- å dekke tanker/lagringssiloer,
- å forbedre effektiviteten til kraftvarmeanlegg (CHP),
- å forbedre strategien for utnyttelse av strøm,
- utnytte så mye termisk energi som mulig,
- unngå lekkasjer fra ventiler, gassledning osv.

Effekten som biogassanlegg fremkaller for global oppvarming, må studeres fra sak til sak når alle anleggs komponenter og spesifikasjoner er på plass. Pålitelige estimater av klimagassutslipp i tilfelle strømproduksjon fra biogass kan bare lages på grunnlag av individuell faktisk overvåkingsdata, for eksempel: reduksjon av direkte metanutslipp og lekkasje, utnyttelse av varme fra kraftvarmeproduksjon, mengde og art av råstoff, N₂O utslipp og forvaltning av biorest.

Som et eksempel var det beregnet, fra en studie av Bachmaier et al (2010), klimagasspåvirkningen av ti landbruksbiogassanlegg. Klimagassutslipp fra strømproduksjon i undersøkte biogassanlegg rangert fra -85 til +251 g CO₂-ekvivalent /kWh_{el}, og drivhusgassbesparelsen var 2,31 - 3,16 kWh_{fossil} /kWh_{el}.

Neste kapitlene vil presentert estimert av klimagassutslipp fra biogassproduksjon basert av erfaringer fra biogassanlegg og litteratur studier.

5.1.1. Utslipp fra prosessen, lekager

Et biogassanlegg vil ha utslippspunkter som har potensiale for utslipp av klimagassen metan (CH₄) og den giftige gassen hydrogen sulfid (H₂S). Man bør ha tiltak for å måle gassutslipp fordi metan er en klimagass som man bør begrense utslippet av og ha kontroll på.

CH₄ er en mer kritisk klimagass enn karbon dioksid (CO₂) per enhet, ved at den har 25 ganger så stor klimapåvirkning, og 34 ganger så stor hvis vi tar med indirekte effekter gjennom påvirkning på atmosfære. Ubrent biogass inneholder ca. 60 % Nm³ CH₄.

Metangassutslipp kan frigjøres under biogass ufullstendig forbrenning; imidlertid et sterkt bidrag til denne forurensningen kommer fra diffusjonsutslipp knyttet til lagring og håndtering av råstoff og biorest, som er nærmere beskrevet på neste kapitel.

Miljømyndighetene setter større krav til å dokumentere utslipp av klimagasser. Det er stor sannsynlighet for at man må dokumentere gass-sammensetning og hvor mye som eventuelt slippes ut fra fakkell dersom den ikke er tent til miljømyndigheten. Fakkelen tennes når trykket i gassklokka har et visst trykk, men fakkelen benyttes kun når anlegget ikke kan sende gass til de etterbehandling trinnene eller at det produseres mer biogass en et CHP/oppgraderingsanlegg kan håndtere.

Utslipp av ubrent biogass fra fakkell på biogasstankene vil føre til utslipp av CH₄ og CO₂. Det må da lages et system for loggføring av utslipp for ubrent biogass.

Relatert til CO₂-utslipp vil bruk av biogass gi en negativ CO₂-balanse pga. CO₂-fangst bli hver gang høyere, i absolutte verdier, enn positive utslipp fra råstoff mottak og biogassanlegg drift.

N₂O utslipp fra produksjonsprosesser for biogass kan resultere i et betydelig bidrag til budsjettet for global oppvarming. Innvirkningen av lystgass avhenger stort sett av valgt klimametrikker. Når den vurderte metrikken, er Global Temperaturendring Potensial med en tidshorisont på 100 år (nemlig GTP-100), kan faktisk N₂O-påvirkningen til og med overstige den CO₂ og CH₄.

Totalt klimagassutslipp for energiproduksjon fra biogass er beregnes vanligvis i området mellom 0,10 og 0,40 kg CO₂-ekvivalent / kWh_{el} (Paolini et al., 2018).

5.1.2. Utslipp fra lagring av råstoff og biorest

Virkingen av klimagassutslipp av et biogassanlegg er sterkt påvirket av råstofflagring: det meste av N₂O kan være avtatt når et lukket lager brukes til gjødsel og råstofflagring.

Utslipp fra avdekket lagring av råstoff og biorest har også vært identifisert som den viktigste ammoniakkilden (NH₃) langs hele biogassen produksjonskjede, og lukket lagring anbefales på det sterkeste for å minimere det.

5.2. Fordeler ved erstatning av kunstgjødsel med biorest

5.2.1. Reduksjon av klimagassutslipp

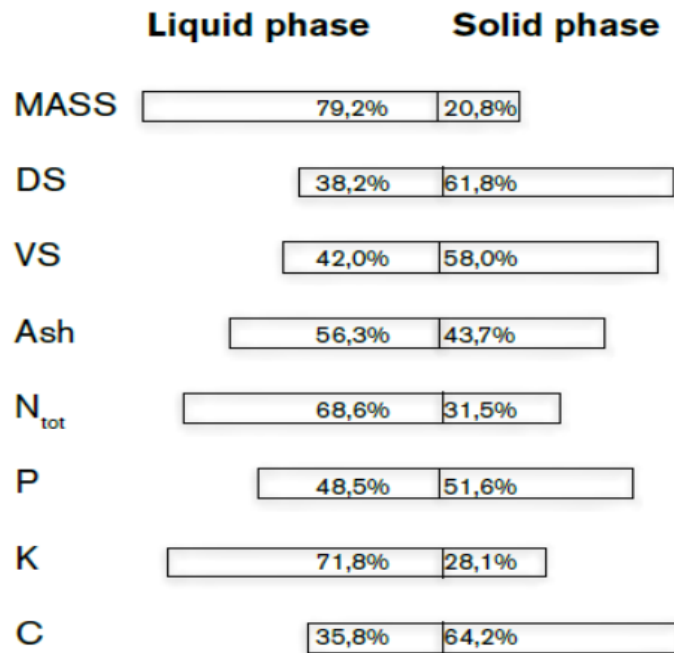
Tatt i betraktning N₂O og CH₄, kan biorest gi signifikante utslippshastigheter i atmosfæren, men emisjoner er generelt lavere enn ubehandlet biomasse. Når det gjelder utslipp av lystgass så er det mye mindre utslipp fra utrånnet biomasse enn for eksempel fersk husdyrgjødsel. Mikrobiell nedbrytning er derfor tregere, der fører til relativt få anoksiske mikrosider og lavere N₂O-utslipp sammenlignet med fersk husdyrgjødsel. Metanutslipp fra biorest er generelt lavere enn for rå biomasse, siden det metanogene potensialet er redusert (Poeschl et al., 2012; Boulamanti et al., 2013).

Basert på ovennevnte litteratur, N₂O og CH₄ utslipp fra biorest er ikke kritisk, mens ammoniakk (NH₃) frigjøres og utvasking av nitrat (NO₃⁻) er fortsatt et kritisk punkt.

Studier rapporterte om en 13 % nitrogen fordampning som NH₃, når biorest fra storfegjødsel ble brukt som gjødsel på beite. Praksisen med gjødsling av jord med biorest øker jordkonsentrasjonen av NO₃⁻ (30 / 40 % sammenlignet med fersk storfegjødsel).

5.2.2. Gjenvinning av næringsstoffer

Biorest bruk som jordforbedringsmiddel er egentlig som gi verdi til biogassprosessen for å lukke næringscyklusen, ved å gjenbruk av ressurser ellers ville gått tapt. Avvanning av utrånnet biomasse fra rånnetanket, eller biorest, redusere volumet som må transporteres for jordbruk. Avvanning gir en nitrogenrik væskefase og en fast fase med høyt fosforinnhold og fibre, og generelt sammensetninger av de to fraksjoner vises i Figur 3 (Schnürer og Jarvis, 2018).



Figur 3. Grov utdeling av tørrstoffer og næringsstoffer innhold etter avvanning av biorest (Schnürer og Jarvis, 2018).

Det er viktig å markere at dette er et grovt estimat, fordi egenskaper av de to forskjellige fraksjoner kan variere pga. råstoff og separasjonsteknologi brukt (f.eks.: dekanter sentrifuge, filterpresse eller skrupresse (Hjorth et al., 2010)).

Sammenlignet med useparert biorest, befruktning etter separasjon av biorest i forskjellige faser har vist seg å gi både de samme og litt lavere utbytterne av planter avhengig av plante og dyrking forhold. Fast biorest fraksjonen har imidlertid en høyere innhold av fosfor og inneholder mer langsommere virkende organisk nitrogen enn den flytende fase.

Væskefasen har derimot et høyt innhold av ammoniumnitrogen, noe som er enkelt for at planten skal ta opp, men kan påvirke den negativt plante spiring hvis den er for konsentrert. Et annet problem med avvanning er det tap av nitrogen i form av ammoniakk kan forekomme (opptil 90 % av nitrogenet kan gå tapt) (Möller, 2015), samt som tap av andre vannløselige næringsstoffer som kalium og fosfat.

Av flere grunner forbedrer biorest jordkvaliteten, med mindre den inneholder kjemiske forurensninger som er giftig for jordorganismer. Etter utråtningsprosessen som fjernes karbon til CH₄ og CO₂, vil mengden av tørrstoffet i væsken reduseres. Dermed øker konsentrasjonen av gjenværende stoffer som f.eks. tungmetaller som ikke brytes ned, men forblir bundet til det gjenværende tørrstoffet. Konsentrasjonen av både tungmetaller og andre forurensende stoffer, men også næringsstoffer, vil derfor øke målt pr. kg tørrstoff (kg TS). Det vil være samme mengde både av tungmetaller og næringsstoffer pr. volumenhet før og etter behandling. Men når biorest er tilsatt til jord som gjødsel, grensene for forurensende stoffer er satt i kg TS, og det er derfor kritisk å følge opp innholdene av forurensingene som er oppnådd i biorest.

Kvaliteten på en gitt jord bestemmes av fysisk (porøsitet, tekstur, fuktighet), kjemisk (fuktighet, pH) og biologiske parametere (antall og aktivitet av organismer som lever i jorda) (Schnürer og Jarvis, 2018). Organisk materiale fra biorest bidrar blant annet til en bedre jordstruktur, økt vannretensjon og bedre lufting og drenering, noe som gjør jorda mer fruktbar og lettere å håndtere (Blomquist et al 2014).

Tilsetningen av biorest påvirker også mikroorganismer i jorda. Størstedelen av jorda mikroorganismer er kjent for å være heterotrofe, som betyr at de bruker organiske forbindelser som karbon og energikilder for vekst. I tillegg til organiske materialer, biorest øker stimulering av mikrobiell aktivitet og vekst i jorda mer enn med kunstgjødning, og også i mindre grad sammenlignet med rå gjødning (Möller 2015). Økningen av mikrobiell aktivitet oppstår hovedsakelig i forbindelse med applikasjonen og rett etterpå. Graden av stimulering vises å avhenge av jordtype, med det klareste effekt i sandjord. På lengre sikt er det mikrobielle samfunnsstruktur ser også ut til å endre seg (Möller 2015).

Mikroorganismer spiller en nøkkelrolle i jordens fruktbarhet siden de mineraliserer organisk materiale og frigjør dermed forskjellige planter næringsstoffer. Mikroorganismer letter plante opptak av næringsstoffer, form polysakkarider som stimulerer dannelsen av stabile jordaggregater, og beskytter også planter mot sykdomsangrep. I tillegg stimulerer innholdet av mineralsk nitrogen (ammonium) i biorest plantens vekst, som igjen øker karboninnholdet i jord på grunn av rot sekresjon. Dette karbonet stimulerer i sin tur veksten av forskjellige mikroorganismer i jord.

Imidlertid en høy aktivitet av visse mikroorganismer kan også føre til produksjon av klimagasser. Bruk av organisk gjødning som biorest kan føre til utslipp av ammoniakk (NH_3) og klimagasser slik som N_2O og CH_4 (Möller 2015, Schnürer og Jarvis, 2018). Utslippene kan oppstå under håndtering, lagring og bruk. NH_3 frigjøres primært fra biogassanlegg under lagring og håndtering, som nevnt i kapittel 5.1.2, mens N_2O og CH_4 dannes som et resultat av økt mikrobiell aktivitet i jorda.

Derimot er utslipp av klimagasser forårsaket ikke bare ved bruk av biorest fra biogassanlegg, men også ved bruk av rå husdyrgjødningsmiddel som jordforbedringsmiddel.

Risikoen for utslipp av NH_3 er litt høyere for biorest enn ved spredning av kunstgjødning, på grunn av et høyere innhold av ammoniumnitrogen og litt høyere pH, resulterer i en høyere andel NH_3 (Möller 2015).

6. Samfunnshensyn av biogassanleggprosjekter

For å øke nivået av befolkningens og myndighetenes positivitet for biogassprosjekter, kan det være nødvendig å gjennomføre meningsmålinger, involvere forbrukere, naboer, lokale politikere, anleggsoperatører, bønder, produsenter av organisk avfall, designere av biogassleverandører, investorer og lokale energileverandører.

Prosjektet må sikte på å informere de lokale innbyggere med hensyn på både kostnader og fordeler slik de oppfatter dem, ikke bare knyttet til den pengemessige dimensjon, men for eksempel fordeler i henhold til nye arbeidsplasser, forbedring av samfunnet mot bærekraftig omstilling og reduserte energiforbruk. Eksempler av kostnader for innbyggere for et slik prosjekt kan være lukter, negativ innvirkning på landskapet, endringer på livskvalitet (inkludert økt lokal trafikk), i tillegg til rent økonomiske kostnader, som f.eks. redusert eiendomspriser i området.

7. Oppsummering og anbefalinger

Å begrense luktutslipp og konsekvensen av luktutslipp er et område som er mer og mer i fokus. Lukt er et problem dersom konsentrasjonene i utslippsluft er for høye og den opptrer hyppig. Man bør få utarbeidet en luktrisikovurdering, inkl. en spredningsmodell for eventuelt luktutslipp. Luftrensaneanlegg vil rense ventilasjonsluft fra biogassanlegget, punktavsug fra råstoff siloer, avvanning og fra slamsiloer. Det er viktig at luftrensaneanlegget fungerer slik at det diffuse bakkenære luktutslippet for anlegget begrenses.

Overvåking og kontroll av fakkell er et kritisk punkt for et biogassanlegg, ettersom funksjonsfeil er relatert til potensiell klimagass, forurensninger og luktutslipp. Det er viktig at man har en fakkell og et styringssystem som er tilpasset bruken av biogassen. Dersom man planlegger at fakkell i hovedsak skal brenne, er det viktig å ha tiltak som gjør at den ikke slukker. Dersom fakkell i hovedsak ikke er i bruk, men skal tennes ved behov, er det viktig å påse at fakkellen faktisk tenner.

Vanligvis er utarbeide av støysonekart nødvending for industribedrifter dersom det er kjent at virksomheten har støykilder (eks. ventilasjonsanlegg, vifter og trykkutjevning). For store biogassanlegg er det et krav, men ikke for små. Støysoner bør beregnes i alle tilfeller hvor støykildene antas å utstråle støy som overskrider den nedre grensen for gul sone for vedkommende kilde (Tabell 1).

Kravet til internkontroll og til å gjennomføre og oppdatere risikovurderinger er generelle krav i norske forskrifter, inkl. å følge fastsatte sikkerhetsregler, herunder adferd i brann- og eksplosjonsfarlige soner, HMS og å følge tekniske standarder.

Intern kommunikasjon på anlegget er svært viktig. Selv små tekniske innretninger og arbeidsprosedyrer kan gi konsekvenser dersom de svikter eller ikke følges opp. Der er derfor viktig at man identifiserer kritiske punkt i prosessen med hensyn til sikkerhet og fare for gass og luktutslipp, og at disse gjøres kjent for de som utfører oppgavene.

Dersom det skal bygges et biogassanlegg i Skiptvet Kommune, en fullstendig miljørisikovurdering skal gjennomføres når alle komponenter og arbeidsrutiner er på plass, slik at kritiske punkter, områder og aktiviteter kan identifiseres. ROS (risiko og sårbarhetsanalyse) er brukt som metodikk for denne, som kartlegge uønskede hendelser, årsaker og konsekvenser av disse. En slik analyse gir objektiv informasjon knyttet til farer, konsekvens dersom en fare oppstår og vil kunne brukes som underlag i en beslutningsfase.

Det bør lages en kommunikasjonsplan i forhold til aktører som kommunen samarbeider med, herunder brannvesenet og faste leverandører av varer og tjenester. I tillegg bør det også lages en kommunikasjonsplan i forhold til nærmiljøet slik at de blir informert på et tidlig stadium i prosessen om hvilke tiltak som planlegges for å redusere eventuelle nærmiljøulempere. Miljørisikovurdering vil også være nyttig når man skal kommuniser risiko med naboer og innbyggere i Skiptvet kommune.

8. Referanser

Bachmaier, J., Effenberger, M., Gronauer, A. (2010) Greenhouse Gas Balance and Resource Demand of Biogas Plants in Agriculture. *Eng. Life Sci.* 10(6), 560–569; doi:10.1002/elsc.201000073.

Blomquist J., Nilsson S.B., Melin M., Bramstorp A. (2014) Faktblad Biogödsel. Hushållningssällskapet, www.biogodsel.se.

Boulamanti, A. K., Donida Maglio, S.; Giuntoli, J.; Agostini, A. (2013) Influence of Different Practices on Biogas Sustainability. *Biomass & Bioenergy* 53, 149–161; doi:10.1016/j.biombioe.2013.02.020.

Buratti, C., Barbanera, M., Fantozzi, F. (2013) Assessment of GHG Emissions of Biomethane from Energy Cereal Crops in Umbria; Italy. *Appl. Energy* 108, 128–136; doi:10.1016/j.apenergy.2013.03.011.

Capodaglio, A.G., Callegari, A., Lopez, M.V. (2016) European Framework for the Diffusion of Biogas Uses: Emerging Technologies, Acceptance, Incentive Strategies, and Institutional-Regulatory Support. *Review. Sustainability* 8, 298; doi:10.3390/su8040298.

DSB (2012) Temaveiledning om tilvirkning og behandling av farlig stoff. Kapittel 2: Biogassanlegg. <https://www.dsb.no/globalassets/dokumenter/farlige-stoffer-npf/farlige-stoffer/tilvirkning-og-behandling-av-farlig-stoff.pdf>

EPA (2002) Technology Characterization: Reciprocating Engines. US EPA, USA, http://www.northeastchp.org/nac/documents/EPA_RecipEngines_final_5_16_02.pdf.

Hijazi, O.; Munro, S.; Zerhusen, B.; Effenberger, M. (2016) Review of Life Cycle Assessment for Biogas Production in Europe. *Renewable Sustainable Energy Rev.* 54, 1291–1300; doi:10.1016/j.rser.2015.10.013.

Hjorth, M., Christensen, K.V., Christensen, M.L., Sommer, S. G. (2010) Solid-liquid separation of animal slurry in theory and in practice, a review. *Agronomy for Sustainable Development* 30, 153-180.

Klima- og miljødepartement (2016) Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442/2016) https://www.regjeringen.no/contentassets/25867b21b2ad4780be3d959b626f8e12/t-1442_2016.pdf

Kristensen, P. G.; Jensen, J. K.; Nielsen, M.; Illerup, J. B. (2004) Emission Factors for Gas Fired CHP units <25 MW. Danish Gas Technology Centre and National Environmental Research Institute of Denmark. Available at http://www.dgc.eu/sites/default/files/filarkiv/documents/C0402_emissions_factors.pdf

Forurensningsforskriften (2004) https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931/*#KAPITTEL_2

Miljødirektoratet (2020) Veileder til retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging, T-1442/2016. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m128/m128.pdf>.

Möller, K. (2015) Effects of anaerobic digestion on soil carbon and nitrogen turnover, N emissions, and soil biological activity. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 35, 1021-1041.

Nielsen, M., Nielsen, O. K., Plejdrup, M. (2014) Danish emission inventory for stationary combustion plants. Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy; No. 102. Available at <http://dce2.au.dk/pub/SR102.pdf>.

Nordisk Ministerråd (2020) BAT in smaller biogas plants in the nordic countries. <https://pub.norden.org/temanord2020-524/temanord2020-524.pdf>

Paolini, V., Petracchia, F., Segretoa, M., Tomassetia, L., Najab, N., Cecinatoa, A. (2018) Environmental impact of biogas: A short review of current knowledge. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, Vol. 53 (10), 899–906; doi:10.1080/10934529.2018.1459076.

Poeschl, M., Ward, S. and Owende, P. (2012) Environmental Impacts of Biogas Deployment. Part I: Life Cycle Inventory for Evaluation of Production Process Emissions to Air. *J. Cleaner Product.* 24, 168–183; doi: 10.1016/j.jclepro.2011.10.039.

Salazar Gomez, J. I.; Lohmann, H.; Krassowski, J. (2016) Determination of Volatile Organic Compounds from Biowaste and Cofermentation Biogas Plants by Single-Sorbent Adsorption. *Chemosphere* 2016, 153, 48–57; doi:10.1016/j.chemosphere.2016.02.128.

Schnürer, A. and Jarvis, Å (2018) *Microbiology of the Biogas Process*. ISBN 978-91-576-9546-8.