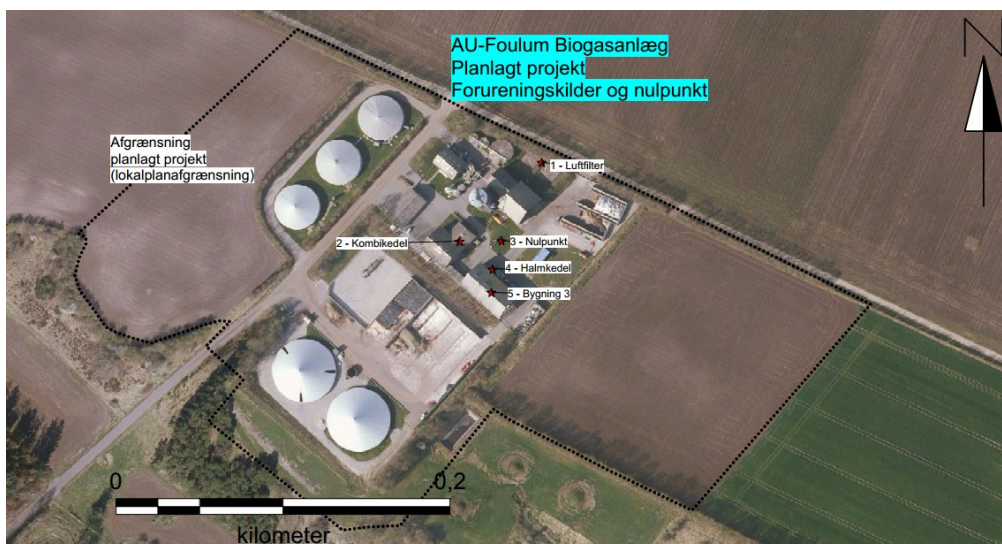


Bilag 1. OML-beregninger

Der laves OML-beregninger for to scenarier. For eksisterende forhold og for planlagt projekt. Begge scenarier er udført med beregninger af kumulation fra AU-Foulum kraftvarmeanlæg og AU-Foulums husdyrafsnit.

Emissionspunktkilder for biogasanlægget - eksisterende forhold og planlagt projekt

Emissioner fra biogasanlægget i eksisterende forhold og planlagt projektet, kommer fra luftfilter (biofiltret), bygning 3 med selvstændigt ventilationsanlæg og afkast samt energianlæggene, hhv. kombikedlen og halm/biomassekedlen. Placering af afkast kan ses i billede 1.



Billede 1. Tegning med angivelse af forureningskilde i eksisterende forhold og planlagt projekt. Nulpunkt i OML beregning.

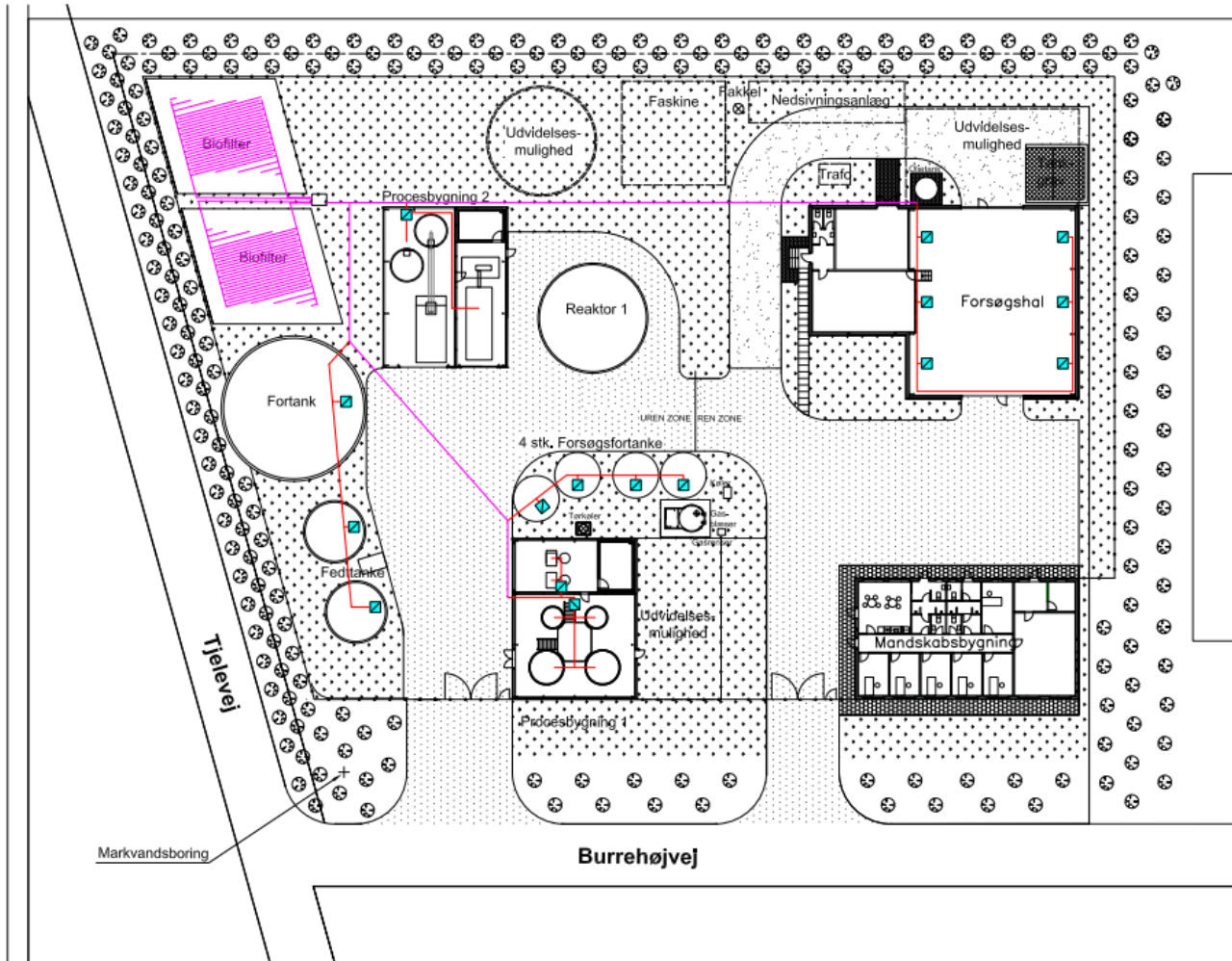
De enkelte luftkilders forureningsparametre som de indgår i OML beregningerne er vist i tabel 1.

| Parametre | Kilder |
|------------------------|--|
| Lugt | Luftfilter + kombikedel + bygning 3 |
| NOx og CO | Kombikedel + biomassekedel |
| Støv | Halm/Biomasse kedel |
| H ₂ S | Luftfilter |
| Depositionsberegninger | NH ₃ -N fra biofilter NH ₃ -N fra møddingspladser NOx-N fra kombikedel + halmkedel |

Tabel 1. Forureningsparametre for de enkelte luftkilder i eksisterende forhold og planlagt projekt

1. Luftfilter

I dag bliver luft fra biogasanlæggets bygninger og rågylle tanke ledt til luftfilteret (billede 2a). Det eksisterende luftfilter er et biofilter med to delt overflade, hver med et areal på 144 m².



Billede 2a. Eksisterende anlæg – angivelse af ventilationsudsugning. (Røde linjer er i bygninger og lyserøde linjer er gravet i jord).

I forbindelse med udvidelsen af anlægget erstattes det eksisterende biofilter med et nyt lukket filter, der forsynes med en skorsten på 12 m o. t. Luftfiltret kan være et biologisk filter eller et kemisk (scrubberanlæg). Det er en forudsætning for filteranskaffelsen, at anlægget kan præstere en renseseffektivitet på min. 98 % (f.eks. et BBK filter). I spredningsberegningerne er der imidlertid regnet med en renseseffektivitet på kun 90%. Mange producenter oplyser højere rensningseffekt, men der er valgt 90% rensningseffekt for at opnå et konservativt resultat.

Luft fra opgraderingsanlægget (planlagt projekt) renses for svovl gennem et kulfilter som kan rense til under 1 ppm H₂S, inden luften sendes til biogasanlæggets luftfilter.

De luftstrømme, der renses i luftfiltret er anført i nedenstående tabel 2. Tabellens grå rækker viser luftstrømme fra de eksisterende bygninger/anlæg, mens de hvide rækker, er de planlagte bygninger/anlæg.

Lufflow fra eksisterende bygninger/anlæg er baserede på målinger udført på anlæggene i 2007 og har ligget til grund for dimensioneringen af det eksisterende luftfilter. Luftmængderne fra de nye anlæg og bygninger er baserede på estimater fra ventilationsfirma PBJ Struer ApS.

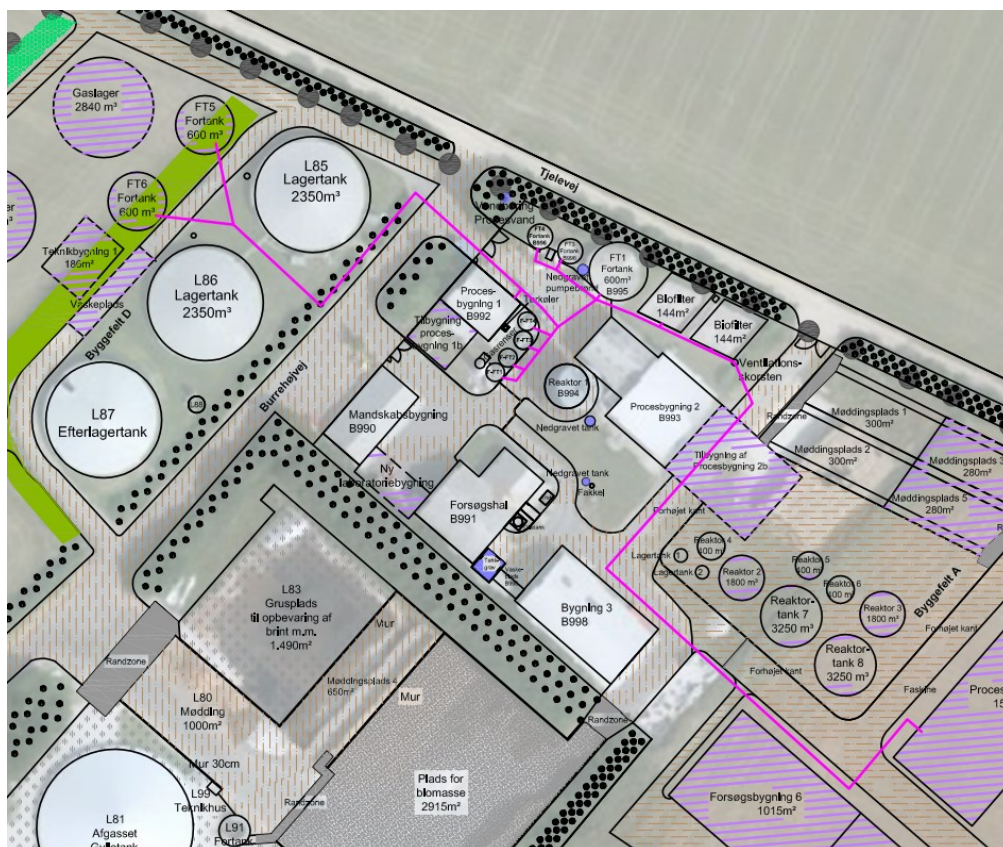
Tabel 2. Udsugningsluft **som udledes til biofilter** – eksisterende forhold og planlagt projekt. Tabellens grå rækker er eksisterende bygninger/anlæg. De hvide rækker er de planlagte bygninger/anlæg. Lufflow fra eksisterende bygninger kendes fra den eksisterende dimensionering af luftfiltret og fra nye bygninger er værdier oplyst af ventilations firma PBJ Struer ApS. (*Lugtintensitet = 150 LE/m³ er defineret som meget stærk lugt. Lugtintensiteten er valgt baseret på, at der kan foregå en enkelt forsøgsaktivitet i bygning i småskala).

| Bygning/anlæg | Luftflow (m ³ /h) | LE/m ³ luftflow | Aktivitet |
|---|------------------------------|----------------------------|--|
| Procesbygning 1a (eksisterende bygning, lukket bygning) | 1.700 | 150* | Forsøgsbygning. Der ledes kun rumluft til luftfiltret. Det er en forholdsvis lille bygning. Lukket forsøgssystem, hvor biogassen sendes til biogaslagret og luft fra doseringsmodul sendes tilbage til forsøgstanke. |
| Procesbygning 1b (udvidelse af eksisterende bygning 1a, lukket bygning) | 1.700 | 15.000 | Der kan foregå afprøvninger efterafgasset biomasse separering i den bygning. |
| Procesbygning 2 a + 2b (lukket bygning) | 3.000 | 150 | Luften fra halm-anlægget renses for støv i en cyklon, før den sendes til luftfiltret sammen med rumluften fra bygningen. |
| Procesbygning 4 (Lukket bygning) | 2.000 | 15.000 | Opsamling af luft fra behandling af biomasse. Punktudsugning ved kilder. Substratprojekt. Separation af efterafgasset biomasse. |
| Procesbygning 5 (lukket bygning) | 1.000 | 150 | Der håndteres kun halm i bygningen. Luft fra halmbehandlingen, herunder luft fra den 2 m ³ tank til forsøg med fremstilling af ethanol, ledes til luftfiltret. Der håndteres ikke gylle i bygningen. |
| Forsøgsbygning 6 (lukket bygning) | 1.800 | 150 | Brændselsceller. Ingen gylle |
| Forsøgshal (lukket bygning) | 1.200 | 5.000 | Lab.-forsøg. Opsamling af luft fra forsøgsarbejde med rå gylle (50 %) og efterafgasset gylle (50%). Punktudsugningsenheder |
| 2 nye fortanke | 1.000 | 6.000 | Omrørt rå gylle, volumen 2 x 600 m ³ . Luften udskiftes 8 gange/time, når der er gylle i tankene. |
| Fortank + 2 fedttanke | 800 | 250.000 | Omrørt rå gylle + andre biomasser (inkl. slagteriaffald) + hygiejnisering. Volumen 600 + 2x 75 m ³ |

| | | | |
|-------------------|-------|--------|---|
| 4 forsøgstanke | 600 | 60.000 | Omrørt afgasset gylle 4 x 33 m ³ |
| Stripperanlæg | 9.000 | 15.000 | Behandling af afgasset gylle |
| Opgraderingsanlæg | 300 | 4.500 | Gaslugt (Miljøgodkendelse af biogasanlæg, NGF Nature Energy Korskro A/S, 24. oktober 2016) |

Slagteriaffald indgår normalt ikke som biomasse input til biogasanlægget i eksisterende forhold og det vil heller ikke gøre det i det planlagte projekt. Slagteriaffald kan eventuelt bruges kun som decideret forsøg i de små fedttanke. Hygiejniseringsstanken er på 16 m³ og hermed kan der højst fortrænges 16 m³ luft, der så ledes over i en fortank på 800 m³. Selvom slagteriaffald er meget lugtende, når det opvarmes, udgør det kun 2 procent af den luft, som vil sendes videre til luftrensere fra fortanken. Den præcise mængde af slagteriaffald, der kan indkomme i et eventuelt projekt, kendes ikke. Derfor er det medregnet indirekte som lugtkilde i forsøgstanke. Lugtberegningerne er meget konservative, f.eks. er luftrensereffekt 90 %, hvor der på markedet findes luftrensere for rensning op til 98 %. Enkeltfluktuationer i lugt er derfor håndterligt for biogasanlæggets luftsystem.

Billede 2b viser en tegning af ventilationssystemet i det planlagte anlæg (orange linjer).



Billede 2b. Planlagt projekt – Situationsplan med angivelse af ventilationsudsugning (Bilag 9).

Fra **opgraderingsanlægget** (planlagt projekt) udskilles CO₂ og H₂S som ledes gennem biogasanlæggets centrale luftrensningsystem. Inden luftstrømmen fra opgraderingsanlæg (300 m³/time) sendes til det centrale luftrensningsystem, før-renses der med et kulfilter. Leverandør af opgraderingsanlæg garanterer, at udledning af H₂S efter rensning er under 1 ppm.

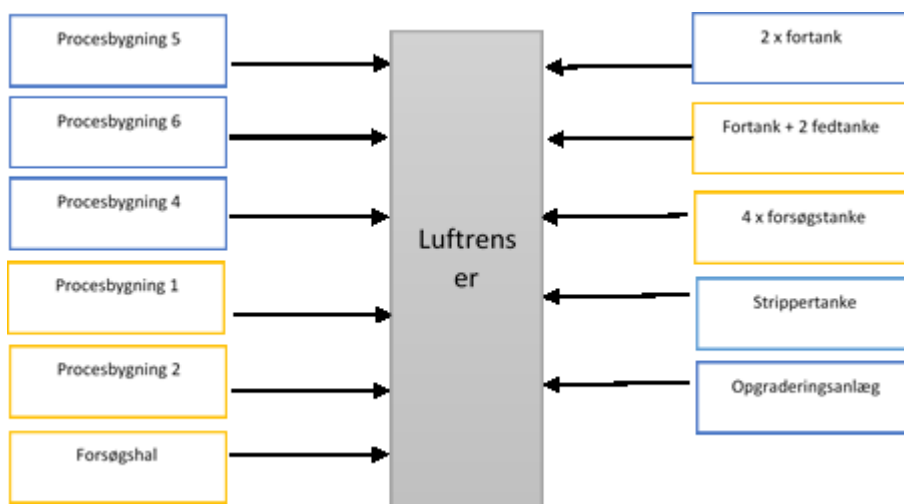
I det nuværende biogasanlæg er der et svovlfilter til biogasrensning. Dette svovlfilter er lukket og den frarensede svovl bliver sendt tilbage til efterlagertanke eller reaktor. Der ledes ikke H₂S emissioner til det nuværende biofilter.

Stripperanlægget (planlagt projekt), som er placeret i bygning 4, kan udlede ammoniakemission. Luften fra stripperanlæg udledes direkte til luftfiltret. På nuværende tidspunkt er der ikke valgt et specifikt stripperanlæg. Stripperanlæg behandler efterafgasset biomasse i procesbygning 4 (LE/m³ 15.000). Luft fra stripperanlæg udledes til filter afskilt fra resten af luft fra procesbygning 4. Det regnes med et flow på 9000 m³/t, som er kapaciteten af behandlingsanlæg i substratprojektet og en NH₃ koncentration på 59 mg NH₃/s (reference målinger fra nuværende anlæg).

Udsugningsluft fra de forskellige **bygninger** ledes til luftrensningsanlægget, som under eksisterende forhold udgøres af biofilter og i det planlagte projekt vil være biologiske og/eller kemiske luftfiltre. I bygninger kan der foregå lugtgenererende processer, som f. eks. forskningsaktiviteter med gyllebaseret biomasse. Der er vurderet en koncentration på 3.000 LE/m³ fra processer, som håndterer rå gylle og 15.000 LE/m³ for processer som håndterer efterafgasset biomasse (Kilde: Miljøprojekt nr. 1136, 2006 fra Miljøstyrelsen). Hvor der er andre lugtkilder, er koncentrationen beregnet som vægtet gennemsnit af lugt koncentrationer. De bygninger, hvor der ikke foregår aktiviteter med gylle eller aktiviteter der bidrager med lugt, er valgt en koncentration på 150 LE/m³, som er en kraftig koncentration, der kan dække hvis der foregår en enkelt forsøgsaktivitet der kan bidrage med lugtgener.

Fra **fortanke** (eksisterende og planlagte) udledes lugt- og ammoniakemissioner. Disse emissioner ledes også til luftfiltret. Biomassen fra tankene stammer fra husdyrgødning, hvor lugtkoncentrationer er vurderet til 15.000 LE/m³ (Kilde: Miljøprojekt nr. 1136, 2006 fra Miljøstyrelsen). Når det ikke er aktiviteter i bygningerne og tankene, er lugtbelastningen væsentligt lavere. Ammoniak fra fortanke er beregnet som 0,4 kg NH₃-N/m² (side 38-42, Kai og Adamsen, 2017. Fra produktionsbaseret til arealbaseret emissionsberegning. Del 2: Emissionsfaktorer. Institut for Ingeniørvidenskab, Aarhus Universitet. Danmark. 89 sider. - Technical report BCE –TR-12).

I figur 1 vises luftstrømme til luftrenseranlægget.



Figur 1 Flow diagram for luft udledt til luftfilter. De orange bokse er luft udledt til luftfilter fra eksisterende anlæg. De blå bokse er de nye luftstrømme udledt til luftrenserne.

Der er ingen lugtbidrag fra Teknik bygning 1 og derfor skal luften fra denne bygning ikke renses.

2. Bygning 3

Bygning 3 blev opført i forbindelse med en udvidelse i 2009/2010, og på det tidspunkt valgte man, at Bygning 3 skulle køre med sit eget udsugningssystem, som ikke er koblet til luftrensningssystemet. Det er tale om rumluft, der ledes ud sammen med afsug fra forsøgsanlægget (laboratorieskala). Valget blev truffet, idet bygning ikke indeholder lugtgenererende processer. Bygningen er en eksisterende bygning, og dermed ikke en del af udvidelsen. Den er hidtil anvendt til forsøg med fyringsanlæg (halmkedelen 900 kW). Røggassen fra fyringsanlæg sendes ud via et separat afkast, som ikke er forbundet med ventilationssystemet i Bygning 3. Luften fra afkast ved bygning 3 udgør en mindre del i forhold til den totale luftmængde fra biogasanlægget.

I OML-beregninger er det forudsat, at flow fra ventilationsanlægget i bygning 3 er 1000 m³/t (eksisterende anlæg), og lugtkoncentration er vurderet som, 1000 LE/m³, fordi der i bygning 3 foregår små biogasforsøg i lukkede beholdere samt opbevaring af ikke lugtende biomasse som halmballer.

3. Energianlæg

Under de eksisterende forhold er energianlæggets indfyrede effekt 1,9 MW.

Tabel 3. Energianlæg, eksisterende forhold

Med henblik på en rummelig miljøgodkendelse forudsætter det planlagte projekt 5 MW indfyret effekt fra

| Energianlæg | Indfyret effekt | Brændsel |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Kombikedel (biogas og olie) | 1 MW | Primært biogas. Olie kun nøddrift |
| Halmkedel | 900 KW | Halm |
| | I alt 1,9 MW | |

kedler. Biogasanlægget vil muligvis ikke have brug for mere varme end i dag, men i beregninger er der angivet en maks. total indfyret effekt på 5 MW. Kedlerne har indflydelse på NOx og CO emissioner og derfor

også på depositionen. De ny kedler påregnes installeret i den sidste projektfase.

Tabel 4. Energianlæg, planlagt projekt (5MW)

Der er trådt ny regulering af mellemstore fyringsanlæg i kraft den 19. december 2017, BEK nr. 1478 af

| Energianlæg | Indfyret effekt | Brændsel |
|-----------------------------|-------------------|---|
| | | |
| Kombikedel (biogas og olie) | 2 MW | Primært biogas. Olie kun nøddrift |
| Biomasse forsøgskedel | 2 MW | Halm, træ, pellet (ikke finerfraktion eller afgasset biomasse) (forsøgsanlæg) |
| Brændselsceller | 1 MW | Biogas |
| | I alt 5 MW | |

12/12/2017 med krav til luftemissioner, egenkontrol, indretning, drift og støj. Fyringsanlæg som idriftsættes efter den 20. december 2018 er omfattede af denne bekendtgørelse. Bekendtgørelsen finder dog jf. § 3 stk. 2. ikke anvendelse forskningsaktiviteter, udviklingsaktiviteter eller afprøvningsaktiviteter.

Det planlagte biomassekedel (2MW) er et forskningsanlæg, hvor forskellige biomassebrændsler og partikelrensning af røggasser afprøves. Anlægget er således ikke underlagt kravene i omtalte bekendtgørelse. Emissionerne estimeres i stedet i overensstemmelse med standardvilkårene herfor i standardvilkårsbekendtgørelsen og en

Kombikedlen (2 MW) er et regulært energianlæg, hvis emissioner skal overholde emissionskravene i den nye bekendtgørelse fra december 2017 vedr. mellemstore fyringsanlæg.

Kombikedel (Biogaskedel)

Kedlen på biogasanlægget (eksisterende forhold og planlagt projekt) er en kombikedel, som fungerer mere end 99 % af tiden som biogaskedel. Til beregninger regnes den som en biogaskedel.

Emissionsgrænseværdierne for biogaskedler er ifølge BEK nr. 1478 af 12/12/2017 vedr. mellemstore fyringsanlæg hhv. 105 mg NO_x/Nm³, 125 mg CO/Nm³ og 100 mg NO_x/Nm³ ved en ilt-koncentration i røggassen på 3 % O₂. Efter genberegninger, har biogaskedlen en emission på 95 mg NO_x / Nm³ og 110 mg CO /Nm³ ved aktuel røggasmængde.

Biogaskedel kan udlede lugt og til beregninger er brugt 1500 LE/Nm³ (Korskro biogas anlæg, *Miljøgodkendelse af biogasanlæg, NGF Nature Energy Korskro A/S, 24. oktober 2016*).

Volumenflow for biogaskedel på 1 MW er 1.850 Nm³/t (akkrediterede målinger fra det eksisterende anlæg). Temperatur i afkastet er 133 °C.

Volumenflow for biogaskedel på 2 MW (planlagt projekt) er ifølge leverandør 3.000 Nm³/t. Temperatur i afkastet er 133 °C.

Støvemissioner fra biogaskedler er meget små og er ikke med i OML beregninger. Svovldioxid emissionen er på niveau med NO_x-emissionen, mens B-værdien for SO₂ er dobbelt så høj som B-værdien for NO_x. Yderligere vurderinger af påvirkninger fra SO₂ – indholdet i røggassen fra kombianlægget er således overflødige.

Halmkedel

Halmkedlen (eksisterende forhold) er en forsøgskedel med en indfyret effekt på 200 kW og et volumen på 400 Nm³/t. Halmkedlen bruges ikke til drift af anlægget i dag, og kedlen er ikke tændt i alle driftstimerne. NO_x og CO emissioner fra anlægget er baseret på standard emissioner fra halmkedler. Standardemissioner for biomassekedler er ved et 10 % O₂ angivet til 300 mg NO_x /Nm³ og 625 mg CO /Nm³. Biomassekedel ved AU-Foulum har en aktuel iltkoncentration i røggassen på 7 % O₂. Standard emissionerne er genberegnet til 382 mg NO_x /Nm³ og 795 mg CO /Nm³ (figur 1).

I det planlagte projekt indgår en biomassekedel med en indfyret effekt på 2MW, som kan forsyne anlægget til forsknings- og driftsaktiviteter. Volumenstrøm er 4000 Nm³/t ved 7 % O₂. Beregningsmetoden er baseret på anvisninger fra Luftvejledningen (*Vejledning fra miljøstyrelsen Nr. 2, 2001*)

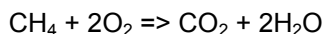
$$C_{ref.} = \frac{21 - O_2 \%_{(ref.)}}{21 - O_2 \%_{(målt)}} \cdot C_{målt}, \text{ hvor}$$
$$C_{ref.} = \text{koncentration ved reference } O_2 \% \left[\text{mg} / \text{norm. m}^3_{(ref.)} \right]$$
$$C_{målt} = \text{målt koncentration} \left[\text{mg} / \text{norm. m}^3_{(målt)} \right]$$
$$O_2 \%_{(ref.)} = \text{reference } O_2 \% \left[\text{Vol} \% \right]$$
$$O_2 \%_{(målt)} = \text{målt } O_2 \% \left[\text{Vol} \% \right]$$

Figur 1. Omregning til reference O₂.

Der er regnet med 40 mg/m³ støv for biomasse kedler.

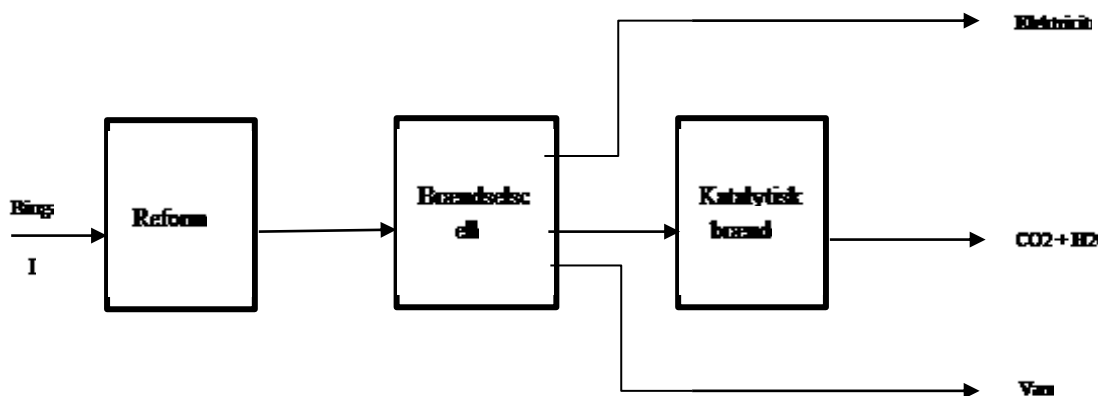
Brændselsceller

Brændselsceller (planlagt projekt) kan omsætte kemisk energi til elektrisk energi. Brændselsceller består af stakke af metalplader, hvor brændslet (her metan) oxideres ved anoden og ilt reduceres ved katoden til ion-form. Elektronerne vandrer fra anoden gennem elnettet til katoden, hvorved der er produceret strøm. Sammensætningen af metallerne er bestemmende for brændselscellens effektivitet (og prisen). Brændselsceller (SOFC = Solid Oxide Fuel Cells) oxiderer metan gennem processen:



Processen har en elvirkningsgrad på omkring 60% og ca. 40% afsættes som varme, hvilket er væsentlig bedre end en kraft-varmemotor med en elvirkningsgrad på ca. 40%. Spildproduktet CO_2 i processen kan recirkuleres efter en bortkondensering af vandet, hvor brint adderes elektrolytisk (SOEC = Solid Oxide Electrolyzer Cell) med dannelse af metan til følge. For nærværende er elektrolytisk produktion af brint kun rentabelt, når strøm er billig (overskuds vindmøllestrøm).

Der monteres en reformer før brændselscellerne, som tilpasser den valgte energikilde til den aktuelle brændselscelle, og der vil også være monteret en katalytisk brænder efter cellen, som afbrænder evt. rester af CH_4 , H_2 og CO . Al gas er renset inden indgang i brændselscellen, så derfor tager den katalytiske brænder evt. rest af omsat metan, så der kun udledes CO_2 og H_2O .



Figur 2. Principtegning af brændselscelleanlæg

Brændselsceller producerer som output CO_2 og vand som findes normalt i atmosfæren og derfor er det ikke kilde til luftforurening.

4. Kilder som ikke er medregnet i beregningerne

Faklens forbrænding kan give lugtgener ved en uheldig vindretning. Faklen er kun en ekstra sikkerhed og anvendes kun i tilfælde af en nødsituation. Det testes jævnligt at faklen, er funktionsduelig og kan tænde, når det en sjælden gang er nødvendigt at afbrænde overskudsgas. På grund af at faklen anvendes sjældent, medregnes den ikke med som en lugtkilde.

Herudover er der afkast af fortrængningsluft fra opbevaringstankene for afgasset biomasse samt fortrængningsluft fra køretøjer, der afhenter biomassen, ikke taget med i beregningerne. Jf. afsnit i kapitel 11.

5. Emission fra plansilo

Der anvendes dybstrøelse på biogasanlægget, både under eksisterende forhold og i det planlagte projekt. En ny undersøgelse fra AU-Foulum beskriver NH_3 emissioner fra dybstrøelse. I rapporten "Fra produktionsbaseret til arealbaseret emissionsberegning. Del 2: Emissionsfaktorer" side 38-41, kan man læse

at der fordampes 0,40 kg NH₃-N/m² i gennemsnit fra en blanding af dybstrøelse fra forskellige husdyrproduktioner (svin og kvæg). Det er regnet med 0,40 kgNH₃-N/m² fordi det er forudsat, at 3 % dybstrøelse kommer fra svin (emission er 1,7 kg NH₃-N/m²) og resten er kvægdybstrøelse (0,36 kgNH₃-N/m²).

Kyllingedybstrøelse er hidtil leveret i tipvogne og vil i det planlagte projekt blive leveret og opbevaret i lukkede containere, indtil det doseres ind i anlægget. Der vil ikke blive opbevaret dybstrøelse i markstakke.

På AU-Foulum biogasanlæg er under de eksisterende forhold mulighed for at opbevare dybstrøelse på Møddingsplads 4 (650 m²), plads for biomasse L80 (1000 m²) og møddingsplads 1 og 2 (600 m²). I det planlagte projekt vil der også være mulighed for opbevaring på møddingsplads 3 og 5 (600m²). Møddingsplads L80 reduceres med 250 m², opbevaringsarealet bliver på maks. 50x15 m², men med mulighed for opbevaring af dybstrøelse på skift i hele området. (Se billede 3). Der opbevares i dag maks. 325 tons dybstrøelse på en gang på anlægget. Massefylden for dybstrøelse er angivet til 0,6 ton/m³. Der opbevares således ca. 540 m³ dybstrøelse på anlægget i dag.

Der vil efter udvidelse af anlægget maksimalt blive opbevaret 600 tons dybstrøelse på anlægget samtidigt, dvs. i alt 1000 m³. Depositionen af ammoniak-kvælstof fra oplaget er beregnet ud fra en antagelse af, at hele denne mængde til stadighed opbevares i de plansiloer, der ligger nærmest de beskyttede kvælstoffølsomme naturområder, dvs. i hhv. plansilo L80 og plansiloen Møddingsplads 4. Der er i beregningerne endvidere forudsat, at strøelsen er jævnt fordelt over hele arealet af disse to plansiloer. Disse scenarier er valgt, da de depositionsmaessigt anses for at være mest konservative. Strøelsen vil normalt være både fordelt på flere plansiloer, hvor også de fjerne siloer er i spil, samt ligge i bunker og dermed have en langt lavere fordampningsoverflade, end det, der er regnet med i depositionsberegningerne. Depositionsberegningerne afspejler således det værst tænkelige scenarie, hvor strøelsen opbevares både tættest på de sårbare områder og i oplag med størst mulig fordampningsoverflade.

Den samme konservative tilgang er anvendt ved beregningen af depositionen fra det eksisterende anlæg. De oplag, der indgår i depositionsberegningerne fremgår af tabel 7 nedenfor og har i dag et totalt areal på 1660 m², og dermed til enhver tid kan rumme hele den maksimalt oplagrede mængde dybstrøelse med meget god margen. I forbindelse med udvidelsen af anlægget indskrænkes L80 pladsens bredde med 5 m, hvilket reducerer oplagets samlede areal i denne del af virksomheden til i alt 1410 m². Disse to plansiloer vil dermed også efter udvidelse af anlægget fortsat kunne rumme helle det maksimale oplagsmængde dybstrøelse på anlægget på i alt 1000 m³, ved blot at lægge strøelsen i et tykkere lag. Den maksimale ammoniakemission fra virksomhedens oplag af dybstrøelse vil som følge af denne ændring blive noget lavere, end den er i dag.

Der er ikke i beregningerne medtaget deposition fra kraftvarmeværket, da bidraget fra værket er uafhængig af den planlagte udvidelse af biogasanlægget og derfor er neutralt i forhold til merdepositions vurderingen.

| | Højde over terræn (m) | Bygningshøjde (m) | Indvending diameter (mm) | Udvending diameter (mm) | LE/s | NOx (mg/Nm ³) | CO (mg/Nm ³) | Støv (mg/Nm ³) | H ₂ S (mg/Nm ³) | NH ₃ (mg/Nm ³) | Temperatur (C) | Volumenstrøm (Nm ³ /h) | |
|------------------|-----------------------|-------------------|--------------------------|-------------------------|-------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|--|---------------------------------------|----------------|-----------------------------------|-------------------|
| Kombikedel (1MW) | 7,7 | 10,1 | 270 | 400 | 6.013 | 95 | 110 | | | | 133 | 1.850 | Ved 5% ilt |
| Halmkedel | 12 | 10,75 | 270 | 400 | | 382 | 795 | 40 | | | 170 | 400 | Ved 7% ilt |
| Bygning 3 | 12 | 10,75 | 300 | 400 | 2.167 | | | | | | 20 | 1.000 | m ³ /h |

Areal kilder

Der er i depositionsregningerne regnet med ammoniakemissioner fra følgende oplagsscenarier:

Tabel 7. Data input flade kilder planlagt projekt

| Plansiloer | side længe (m) | side længe (m) | vinkel | højde | bygningshøjde | NH ₃ (gNH ₃ -N/s) |
|-----------------|----------------|----------------|--------|-------|---------------|---|
| L80 | 50 | 15 | 30 | 3 | 10 | 0,009513 |
| Møddingsplads 4 | 44 | 15 | 30 | 0 | 10 | 0,008371 |

Tabel 8. Data input flade kilder eksisterende anlæg.

| | side længe | side længe | vinkel | højde | bygningshøjde | nh3 (gNH ₃ -N/s) | lugt (g/s) |
|-----------------|------------|------------|--------|-------|---------------|-----------------------------|------------|
| biofilter1 | 12,5 | 11,5 | 0 | 0 | 10,75 | 0,000157 | 0,02627 |
| biofilter 2 | 12,5 | 11,5 | 0 | 0 | 10,75 | 0,000157 | 0,02627 |
| L80 | 50 | 20 | 30 | 3 | 10 | 0,012684 | |
| Møddingsplads 4 | 44 | 15 | 30 | 0 | 10 | 0,008371 | |

Tabel 9. Ammoniak emissioner fra biofilter eksisterende anlæg.

| | BBR | Volumen m ³ | areal m ² | kg NH ₃ -N/m ² | kg NH ₃ -N/ÅR | rensning 90% | µNH ₃ -N/s | Flow (m ³ /t) |
|-------------------|-----|------------------------|----------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------|-----------------------|--------------------------|
| Fortanke+fedtanke | 996 | 2*76 | 217 | 0,4 | 86,8 | 8,68 | 275,24 | 800 |
| Forsøgstanke | 997 | 4*33 | 30 | 0,4 | 12 | 1,2 | 38,05 | 600 |
| Total | | | | | | | 313 | |

Tabel 10. Ammoniak emissioner fra biofilter planlagt anlæg.

| | BBR | Volumen m ³ | areal m ² | kg NH ₃ -N/m ² | kg NH ₃ -N/år | rensning 90% | µNH ₃ -N/s | Flow (m ³ /t) |
|-------------------|-----|------------------------|----------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------|-----------------------|--------------------------|
| Fortanke | 995 | 600 | 161 | 0,4 | 64,4 | 6,44 | 204,21 | 500 |
| Fortanke | | 600 | 161 | 0,4 | 64,4 | 6,44 | 204,21 | 500 |
| Fortanke+fedtanke | 996 | 2*76 | 217 | 0,4 | 86,8 | 8,68 | 275,24 | 800 |
| Forsøgstanke | 997 | 4*33 | 30 | 0,4 | 12 | 1,2 | 38,05 | 600 |
| Bygning 4 | | | | | | | 19,03 | 2.000 |
| Strippertanke | | | | | | | 5.900,00 | 9.000 |
| Total | | | | | | | 6.641 | |

7. Metode

Til beregning anvendes OML-modellen. Modellen beregner emissionskoncentrationsbidraget af et stof i en række valgte punkter. For at beskrive udbredelsen af lugt fra biogasanlægget er spredningen af lugtemissionen i lugtenheder (LE) fra anlægget simuleret via programmet OML-multi modellen, der er en atmosfærisk spredningsmodel. Højden af punktkilder bliver dimensionerede så lugtkoncentrationen ikke overskrider 10 LE/m³ ved nabobeboelse i det åbne land og 5 LE/m³ ved nærmeste boligområde (Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier).

Modellen simulerer spredningen af luftstoffer på baggrund af information om koncentrationen af disse stoffer under hvert afkast, højden af afkastet og hastigheden hvormed lugten kommer ud af skorstenen, samt bygningernes højde. Udbredelsen simuleres på baggrund af 1 års vejrdata.

For at tage højde for at lugtimmission anvender en midlingstid på 1 min i stedet for OML-modellens 1 time, må kildestyrken korrigeres med en faktor 7,8. I praksis indsættes emissionen gange med 7,8 og divideret med 1 million i modellen. Lugtemissionen til OML-beregninger har enheden OUE/s. Lugtimmissionen har enheden LE/m³.

Udbredelsen beskrives i forhold til det nulpunkt, der fastsættes i modellen. Nulpunktet tjener alene til at have et udgangspunkt for at beregne afstand og vinkel til de områder hvor lugtudbredelsen ønskes beskrevet. I nærværende beregning er nulpunktet sat som et punkt mellem luffilter og gaskedel på biogasanlægget.

Krav til emissionerne i byggefeltet er defineret som B-værdien. B-værdien er en middelværdi over en time. Middelværdien for de forskellige stoffer findes i tabel 11.

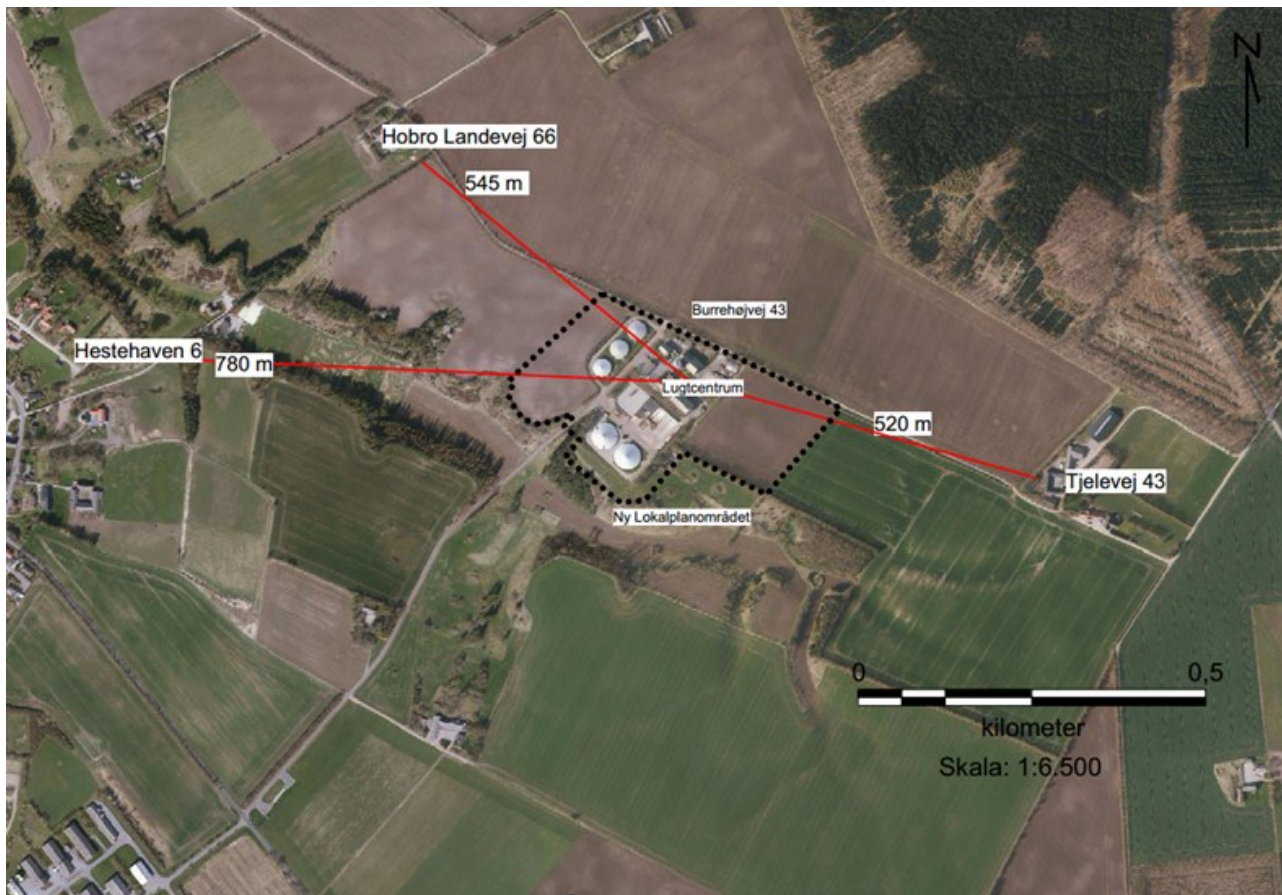
Tabel 11. B-værdier for de relevante stoffer som kommer fra Biogasanlægget

| Stoffer | B-værdi (mg/m ³) |
|-----------------------|------------------------------|
| NO _x | 0,125 |
| CO | 1 |
| H ₂ S | 0,001 |
| Støv (mindre end 10µ) | 0,01 |
| NH ₃ | 0,3 |

8. Resultater

A. LUGT

Afstand til nærmeste nabo kan ses i billede 4



Billede 4. Kort med angivelse af afstand fra lugtcentrum på biogasanlægget (planlagt projekt) til nærmeste naboer og boligområde.

Miljøstyrelsens vejledning nr. 4, 1985, Begrænsning af lugtgener fra virksomheder, anbefaler, at skorsten og/eller rensningsforanstaltninger på en virksomhed udføres således, at det samlede lugtbidrag fra virksomhedens skorstene ikke overstiger $5-10 \text{ LE/m}^3$. Der er praksis for, at 5 LE/m^3 anvendes i boligområder o.l., mens 10 LE/m^3 anvendes i erhvervsområder. Denne praksis er bl.a. omtalt i Miljøstyrelsens rapport om lugtgrænseværdier, Miljøprojekt nr. 1554, 2014). Ved boliger i det åbne land er det ligeledes praksis for at anvende en grænseværdi på 10 LE/m^3 .

I denne VVM er der taget udgangspunkt i, at lugtkoncentrationen ikke bør overskride 10 LE/m^3 ved nærmeste nabo i landzone og 5 LE/m^3 ved boligområder. Disse grænseværdier overholdes ved en skorsten højde på 12 meter ved biofilter og 12 meter ved kombikedel (2 MW).

OML beregningerne for lugt, baserede på kildeoplysningerne om emissionerne anført i tabel 6 samt emissionerne fra biofiltret, viser, at lugtkoncentrationen fra anlægget i dag ligger under 10 LE/m^3 i afstande over 400 m, og under 5 LE/m^3 i afstande over ca. 600 m fra anlægget. Dette gælder for såvel biogasanlægget alene og når lugt fra biogasanlægget ses i kumulation med lugt fra AU-Foulums Kraftvarmeværk. Lugtkoncentrationen ved de væsentligste ejendomme omkring anlægget fremgår af nedenstående tabeller.

Der er udført tilsvarende spredningsberegninger for lugtemissionerne fra anlægget efter udvidelse. Resultaterne viser uanseelige ændringer i bidraget til lugten ved naboerne og i boligområdet i Foulum i forhold til i dag. Resultaterne fremgår ligeledes af tabellerne nedenfor (tabeller 12 og 13) og gælder både emissioner fra biogasanlægget samt kumulationen med Kraftvarmeværket. I begge tilfælde bliver de vejledende grænseværdier overholdt med meget god margin.

Tabel 12. Lugtkoncentration fra biogasanlægget uden kumulation med AU-Foulum Kraftvarmeværk.

| | I dag | | Efter udvidelsen | |
|-----------------------|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| | Hobro Landevej 66 (545 m) og Tjelevej 43 (520 m til ejendommens skel) | Boligområde (Hestehaven 6, 780 m) | T Hobro Landevej 66 (545 m) og Tjelevej 43 (520 m til ejendommens skel) | Boligområde (Hestehaven 6, 780 m) |
| LE/m ³ | <6,17 | 3,38 | <5,57 | 4,10 |
| GRV LE/m ³ | 10 | 5 | 10 | 5 |

Tabel 13. Lugt fra biogasanlægget med kumulation fra AU-Foulum Kraftvarmeanlæg.

| | I dag | | Efter udvidelsen | |
|-------------------|--|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| | Hobro Landevej 66 (540 m) og Tjelevej 43 (520 m ved ejendoms skel) | Boligområde (Hestehaven 6, 780 m) | Hobro Landevej 66 (540 m) og Tjelevej 43 (520 m, ved ejendoms skel) | Boligområde (Hestehaven 6, 780 m) |
| LE/m ³ | <6,17 | 3,41 | <5,64 | 4,10 |

Note: Afstand målt fra nulpunktet (Konservativ fortolkning, 1 årsdata)

Der ses, at kraftvarmeværkets bidrag til kumulationen er helt uden betydning i beregningspunkterne i forhold til bidraget fra biogasanlægget. Kumulation med kraftvarmeværket er ikke relevant fsva. emissionerne til luften.

9. Stoffer

Tabel 14. Stof værdier ved 340 m fra nulpunktet.

| Stof | NOx | CO | H ₂ S | Støv | NH ₃ |
|---|--------|-------|------------------|---------|-----------------|
| I dag uden KVA Mg/m ³ ved 300 m | 0,012 | 0,018 | -- | 0,00045 | 0,008 |
| I dag med KVA Mg/m ³ ved 300 m | 0,0124 | 0,018 | -- | 0,00045 | 0,008 |
| Planlagt projekt uden KVA Mg/m ³ ved 300 m | 0,042 | 0,083 | 0,0007 | 0,0037 | 0,008 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--------|---------|----|-----|-----|-----|------|-----|-----|----|---|--|
| KVA - gasmotor * | | | | | | | | | | | | |
| Indfyret effekt 1,33 MW | 536048 | 6260795 | 23 | 6,5 | 250 | 850 | 6100 | 520 | 382 | 63 | 2 | |
| KVA – naturgaskedel | | | | | | | | | | | | |
| Indfyret effekt 4,25 MW | 536042 | 6260794 | 8 | 6,5 | 300 | 500 | | 86 | 6 | 52 | 5 | |

10. Deposition

Billede 6. Naturpunkter omkring projektområdet.



Den beregnede N-deposition på naturpunkterne stammer fra ammoniakemissionen i afkastet fra luftfilter, NO_x fra kedler samt fordampning af ammoniak fra opbevaringen af dybstrøelse (møddingspladser/plansiloer).

Deposition af NO_x og NH₃ er beregnet ved en forsimplet model i OML. Depositionen af atmosfæriske gasser til overfladerne sker i princippet ved to processer, tørdeposition og våddeposition. (ref: Anbefalinger af metoder til estimering af tør- og våddeposition af gasser og partikler i relation til VVM, Notat DCE, 28. januar 2014). Tabel 10 viser koefficienter af depositioner ved forskellige ruheder.

Tabel 16. Koefficienter til OML beregninger

| Stoffer | Tørdepositionshastigheder (cm/s) | | | Udvaskningskoefficienter Λ (10^{-4} s^{-1}) ved nedbør på 1 mm i timen |
|-----------------|----------------------------------|------|------|--|
| | Vand | Græs | Skov | |
| NO | $0,04 \cdot 10^{-3}$ | 0,1 | 0,2 | 0 |
| NO ₂ | $0,22 \cdot 10^{-3}$ | 0,6 | 1,2 | 0 |
| NH ₃ | 0,76 | 1,5 | 3 | 1,4 |

Deposition beregninger laves over en 10 års periode, og der anvendes en skarp fortolkning. Depositioner beregnes for overdrevet og heden som ligger på den sydlige side af biogasanlægget (se Billede 3).

- Fra nulpunktet til overdrevet er mellem 160 - 270 m fra nulpunktet afhængigt af retningen, der spænder mellem 150 og 220 grader.

- Fra nulpunktet til heden er mellem 170 - 250 m afhængigt af retningen, der spænder mellem 250 og 270 grader.
- Fra nulpunktet til rigkær er 1900 m i nordvestlig retning fra nulpunktet (dvs. ved 330 grader)
- Merdeposition = Deposition planlagt projekt (5MW) – Deposition i nuværende forhold

Det ses af tabel 16, at ingen af kvælstofoxiderne udvaskes ved regn. Der er på det grundlag i beregningen af kvælstofdepositionen i de sårbare naturområder for så vidt angår kvælstofoxider alene regnet med tørdeposition.

Det ses endvidere af tabellen, at tørdepositionshastigheden for NO er langt mindre end for NO₂. Der er derfor udført depositionsregninger særskilt for de to parametre.

Mængdeforholdet mellem de to stoffer som funktion af afstand fra kilden er estimeret ud fra Figur 4.3 i Notat fra DCE af 28. januar 2014 om Anbefalinger af metoder til estimering af tør- og våddeposition af gasser og partikler i relation til VVM. Ved den aktuelle afstand, koncentrationsforhold og kildehøjde er andelen af NO₂, ifølge diagrammet i figur 4.3, 35 %. Andelen af NO er således 65 %. Beregningsresultaterne for NO_x depositionen fremgår af nedenstående tabel 17.

Ved rigkæret i Natura 2000 området er NO₂ andelen i røgfanen (afstand ca. 2000 m fra skorstenen), ifølge samme kilde, 85 %. Andelen af NO er således kun 15 %.

Tabel 17. Depositioner af NO_x fra kedlerne på biogasanlægget (kombikedlen og halm kedlen)

| | Eksisterende forhold | | Planlagt projekt (5MW) | |
|--|----------------------|-------|------------------------|------|
| | Overdrev | Hede | Overdrev | Hede |
| Deposition NO _x (uden bidrag fra KVA) | | | | |
| Kg NO/ha/år | 0,27 | 0,413 | 0,60 | 0,94 |
| Kg NO-N/ha/år | 0,08 | 0,12 | 0,18 | 0,28 |
| Kg NO _x /ha/år* | 1,65 | 2,48 | 3,61 | 5,64 |
| Kg NO ₂ -N/ha/år | 0,17** | 0,26 | 0,38 | 0,60 |
| I alt kg NO _x -N/ha/år | 0,25 | 0,38 | 0,56 | 0,88 |

* Kun 35 % heraf er NO₂

** (1,65x0,35x14/46)

Ammoniak-kvælstofdepositionen er beregnet på baggrund af data vist i tabellerne 7-10 i afsnit 2. Kvælstofdepositionen før og efter gennemførelse af projektet ses af nedenstående tabel 18.

Tabel 18. Depositioner af NO_x og NH₃ fra biogasanlægget.

| Deposition fra biogasanlægget | Eksisterende forhold | | | Planlagt projekt (5MW) | | |
|-------------------------------|----------------------|-------|-------------|------------------------|--------------|--------------|
| | Overdrev | Hede | Natura 2000 | Overdrev | Hede | Natura 2000 |
| Kg NH ₃ -N/ha/år * | 7,53 | 15,02 | 0,14 | 6,48 | 12,82 | 0,13 |
| Kg NO ₂ -N/ha/år | 0,25 | 0,38 | 0,03 | 0,56 | 0,88 | 0,08 |
| Total kg N/ha/år | 7,78 | 15,40 | 0,17 | 7,04 | 13,70 | 0,21 |
| Merdepositionen | | | | -0,74 | -1,70 | +0,04 |

*Kg NH₃ x14/17

NO_x emissionerne fra Kraftvarmeanlægget (KVA) er ikke medregnet, da anlægget ikke er berørt af udvidelsen og dermed ikke medvirker til ændringen i depositionen.

Det kan på baggrund af modelberegningerne således konkluderes, at ændring af anlægget som beskrevet i ansøgningen ikke giver anledning til merdeposition af kvælstof i de beskyttede naturområder beliggende omkring anlægget. Ændringerne medfører endda en reduktion i kvælstofdepositionen fra anlægget i såvel overdrevet som heden beliggende tæt op ad virksomhedens skel. Den merdeposition, der er beregnet i forhold til Natura 2000 området er ikke signifikant.

Total N deposition for planlagt projekt med kraftvarmeanlæg og kumulation fra Husdyrproduktion

Med udvidelsen af anlægget opnås også en mere effektiv luftrensning og oplagingsfaciliteterne ændres, så den potentielle N-deposition i §3-områderne syd for anlægget (overdrevet og heden) bliver mindre end i dag.

Natura 2000: Der er beregnet et bidrag på 0,21 kg N/ha/år total deposition fra det udvidede anlæg, som udgør en beregningsmæssig merdeposition i forhold til eksisterende biogasanlæg på 0,04 kg N/ha/år. Tålegrænse for rigkær er 15-25 kg N/ha/år. Baggrundsbelastning er 13,6. Merbidraget fra det udvidede anlæg kan således ikke have nogen væsentlig betydning for tilstanden for rigkær i natura-2000 området.

I det udvidelsen af anlægget ikke medfører en øget deposition af kvælstof i området, bidrager den heller ikke til kumulation med øvrig husdyrproduktion i området og foretages dermed ikke yderligere vurderinger heraf i forbindelse med foreliggende miljøvurdering.

11. Konklusion

Udvidelse af anlægget fører ikke til, at der emitteres nye stoffer fra virksomheden. Udvidelse af energiproduktionen medfører imidlertid højere røggasemission, og dermed højere emissioner af NO_x og CO fra energianlæggene.

Større biogasproduktion indebærer højere emission af lugt og ammoniak fra tankanlæg og reaktorer, men etableringen af en mere effektiv luftrensning med tilknyttet kontrolleret udledning til det fri via en 12 m høj skorsten fører til at såvel grænseværiderne for lugt som for ammoniak og øvrige enkeltstoffer er overholdt overalt i virksomhedens omgivelser med særdeles god margen.

Samtidigt med udvidelsen ændres desuden opbevaringsfaciliteterne for dybstrøelse på en måde, der gør, at depositionen af kvælstof fra anlægget i de § 3- beskyttede områder beliggende tæt på anlægget reduceres i forhold til i dag.

Depositionsberegningerne viser endvidere, at udvidelsen heller ikke kan give anledning til væsentlig påvirkning af det beskyttede rigkær i Natura 2000 området nordvest for anlægget. Den lille stigning på ca. 0.04 kg N/år i dette område, som skyldes den nogen større energiproduktion på anlægget, er helt uden betydning for tilstanden eller muligheden for målopfyldelse i det pågældende Natura 2000 område.

