

Undersøgelsespåbud, 09.02.16-K08-2-17 Foreløbig afrapportering af resultater på emissionsmålinger

Rapport

Revisionsoversigt

Rev.	Date	Description of revisions
01	27-03-25	• Foreløbig rapport med resultater modtaget indtil 27.03.2025
02	27-03-25	• Rapport udvidet med konklusionen på de seneste lugtmålinger. • Miljøgodkendelsens grænseværdier er tilføjet for at øge læsevenligheden af rapporten.
03	28-03-25	• Resultatet af PTR-MS måling fra Teknologisk Institut justeret i henhold til endelig målerapport

Indholdsfortegnelse

1	Introduktion	4
1.1	Baggrund.....	4
1.2	Formål.....	4
1.3	FORELØBIGT Resumé	4
2	Beskrivelse af anlæg og miljøtilladelse.....	6
3	Kort om pyrolyse	7
3.1	Pyrolyseanlægsofbygning.....	7
4	Redegørelse for drift af anlægget (afleveres uge 16)	10
5	Resultater fra målekampagne	11
5.1	Kort introduktion til fagtermer.....	11
5.2	Analyseresultater for tørret biogasrestfiber	12
5.3	Analyseresultater for pyrolysegas.....	12
5.4	Målinger af afkastet fra pyrolysgaskedlen, målepunkt 1.....	13
5.5	Målinger fra faklen til pyrolysegas, målepunkt 2	15
5.6	Målinger fra afkastet fra luftrenser i fiberhal, målepunkt 3.....	15
5.7	Målinger fra biogasopgraderingsanlægget, målepunkt 4	17
5.8	Målinger fra afkast fra luftrenser i dybstrøelseshal, målepunkt 5.....	18
5.9	Målinger fra diffus emission fra lagune, målepunkt 6	18
5.10	Målinger fra naturgaskedel på biogasanlægget, målepunkt 7	18
	Referenceliste.....	19
	Appendix A Bilagsliste	20

1 Introduktion

Denne rapport redegør for måleresultater foretaget som led i efterlevelsen af et undersøgelsespåbud udstedt af Hjørring kommune den 5. marts 2025 til Stiesdal SkyClean og Agri Energy Vrå.

1.1 Baggrund

SkyClean-anlægget ved Agri Energy Vrå er det første pyrolyseanlæg af sin slags og en vigtig milepæl i udviklingen af pyrolyseteknologi til produktion af grøn energi og CO₂-fangst ved hjælp af biogasrestfibre. Anlægget i Vrå spiller desuden en aktiv rolle i den grønne trepart, idet skaleringen af pyrolyse er et vigtigt element i trepartens langsigtede mål om at reducere landbrugets CO₂-udledninger.

1.2 Formål

Rapporten indeholder en redegørelse for, hvordan anlægget drives og hvordan driften har været i de første måneder af anlæggets levetid. Rapporten redegør desuden for resultaterne af målekampagnen sammenholdt med miljøtilladelsen. Forud for undersøgelsespåbuddet har virksomhederne i dialog med Hjørring kommune, Teknik & Miljø lavet en handleplan for at mindske generne for naboerne til anlægget.

1.3 FORELØBIGT Resumé

Stiesdal SkyClean og Agri Energy Vrå har efter bedste evne forsøgt at efterleve undersøgelsespåbuddet. Der er udtaget prøver på samtlige punkter nævnt i undersøgelsespåbuddet. Hovedparten af resultaterne fra målekampagnen er modtaget og behandlet i rapporten. Endnu mangler der en række måleresultater fra laboratoriet, men det forventes på plads inden endelig rapport uge 15.

På baggrund af måleresultaterne af emissioner er der af tredjepart lavet beregninger af koncentrationen af risikostoffer i blandt andet Smidstrup og Rakkeby. Resultaterne viser, at påvirkningen af naboerne ligger betragteligt under de grænseværdier, myndighederne har fastlagt til trods for, at emissionsgrænsen for svovldioxid i afkastet fra anlægget er overskrevet i forhold til den gældende miljøgodkendelse. Som et konkret eksempel udgør bidraget af svovldioxid i Rakkeby 2% af grænseværdien. Sikkerhedsfaktor er altså omkring en faktor 50. Ingen af de beregnede såkaldte B-værdier overskrider grænseværdierne anlægget er underlagt.

TV2 Nord har bragt indslag om formaldehyd og kædet det sammen med pyrolyseanlægget. Målingerne af TVOC¹ i afkastet fra pyrolysegaskedlen, der blandt andet kunne bestå af formaldehyd, udgør imidlertid kun 0,02% af grænseværdien. Sikkerhedsmarginen i Rakkeby er her 4.695. Undersøgelsespåbuddet har på den måde bidraget med viden til at afkræfte denne sammenhæng.

Der er i miljøgodkendelsen fastsat vilkår om maksimalt 10 LE (lugtenheder) ved nabobeboelser. Lugtpåvirkningen ved nabobeboelserne, hvor samtlige lugtkilder på virksomheden er medregnet, er beregnet af 3. part og bekræfter, at miljøgodkendelsens vilkår overholdes ved naboerne.

Faktisk lever immissionsberegningen at vilkåret om 5 LE, som er gældende for byzone, overholdes allerede ca. 800 meter fra anlægget. Det betyder, at i Rakkeby overholdes kravet gældende for byzone, selvom byen ikke er kategoriseret som byzone.

Det er her væsentligt at bemærke, at der tidligere har været større emissioner fra anlægget end den dag, hvor målekampagnen blev gennemført. Der er nemlig jævnfør lugthandleplanen for anlægget gennemført en række forbedringer for at mindske lugtgenerne. Vi har selv på anlægget oplevet en stor forbedring ved at opsamle procesluften fra tørreren, der i målekampagnen er målt til 250.000 LE, og føre den i fiberhallen til luftrenseren. Tidligere blev denne luftmængde udledt til

¹ TVOC – Total Volatile Organic Compounds, total mængde af uforbrændte kulbrinter

omgivelserne uden lugtrensning. Emissionen fra tørreren skyldes stort slid på tørrerens sluser, der igen skyldes et uventet højt indhold af sand i biogasrestfiberen. Vi forventer yderligere reduktioner af lugt fra tørreren efter de igangværende, omfattende konstruktive ændringer af sluserne som en del af den igangværende handlingsplan, der er aftalt med Hjørring kommune.

Foreløbig rapport

2 Beskrivelse af anlæg og miljøtilladelse

Agri Energy Vrå har produceret biogas siden etableringen i 2017. Biogassen produceres ved at bakterier omsætter biomassen, og danner biogas. Biogassen oprenses efterfølgende til naturgas-kvalitet og afsættes til naturgasnettet. Da den rå biogas indeholder CO₂ medfører renseprocessen at der udledes CO₂ til omgivelserne. Ved siden af biogasanlægget ligger pyrolyseanlægget, som Stiesdal SkyClean opstartede driften af i 2024.

Det samlede anlæg producerer biometan til energiformål og biokul, der både tjener som kulstof-lager og jordforbedringsmiddel.

Biogasanlægget er miljøgodkendt første gang i 2016 og efterfølgende udvidet. I 2020 blev kapaciteten på biogasanlægget miljøgodkendt til behandling af i alt 160.000 ton biomasse, og samtidigt blev den oprindelige miljøgodkendelse revurderet.

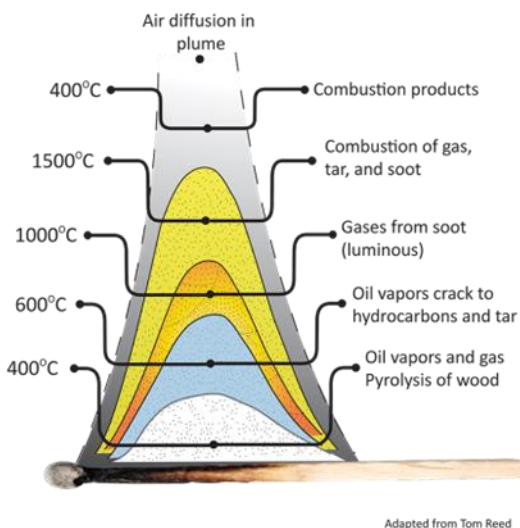
I 2022 blev der meddelt et tillæg til miljøgodkendelsen til pyrolyseanlægget, og samtidigt blev det tilladte biomasseindtag forøget med 36.000 ton årligt til i alt 196.000 ton.

Miljøgodkendelserne er meddelt i medfør af Miljøbeskyttelseslovens kapitel 5 foruden relevante bekendtgørelser om listevirksomhed og miljøkrav til mellemstore fyringsanlæg. Miljøgodkendelse med tillæg kan tilgås via Miljøstyrelsens onlineportal "Digital MiljøAdministration".

3 Kort om pyrolyse

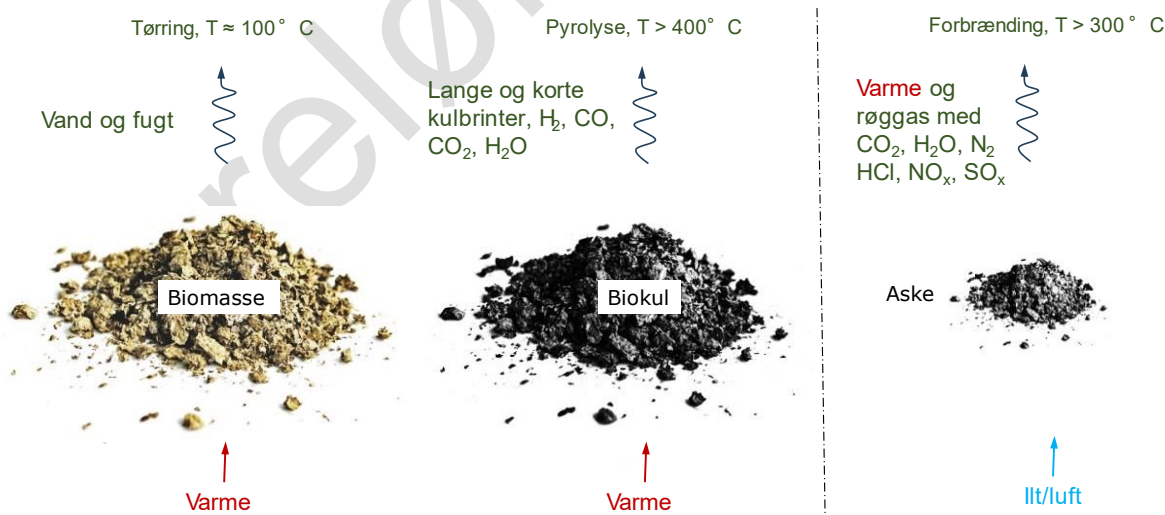
Pyrolyse har i pressen fået et skær af farlig, ny, teknologi. Imidlertid er der intet nyt i pyrolyse, der sker ved al forbrænding af biomasse, fx. når en tændstik brænder, se Figur 1. Miljøtilladelser sætter typisk grænser for forbrændingsprodukterne i røggassen, og det er også tilfældet for anlægget ved Agri Energy Vrå.

PYROLYSIS, GASIFICATION and COMBUSTION in a FLAMING MATCH



Figur 1: Afbrænding af en tændstik omfatter pyrolyse af træ.

I et moderne pyrolyseanlæg stabiliseres omkring halvdelen af kulstoffet, så det kan udgøre et kulstoflager, mens den resterende del frigiver som gasser som antydnet på Figur 1.



Figur 2: Tørring, pyrolyse og forbrænding af biomasse

3.1 Pyrolyseanlægsopbygning

Stiesdal SkyCleans anlæg ved biogasanlægget består af 3 dele:

- **Forbehandling af biomassen i form af tørring og pelletering**

Tørringen foregår i en lukket tryksat tørrer med indirekte tilførsel af varme i form af damp. Afkastet af damp fra tørreren bliver rensat i en scrubber. Lugten fra tørreenheden kan minde om lugten fra produktion af plantebaserede olier og fedtstoffer f.eks. ved AarhusKarlshamn AB, der tidligere hed Aarhus Oliefabrik. Lugten indeholder aromaer, som man forbinder med ristning eller bagning og adskiller sig derfor fra lugte, man typisk forbinder med landbrug.

- **Pyrolyse af biomassen**

Under opvarmning i iltfri atmosfære fordamper omkring halvdelen af kulstoffet i biomassen og bliver til pyrolysegas. Det er her vigtigt at fastslå, der er ikke udsendes pyrolysegas fra anlægget. Pyrolyseprocessen sker i et lukket system og giver ikke anledning til emissioner fra anlægget til det omgivende miljø.

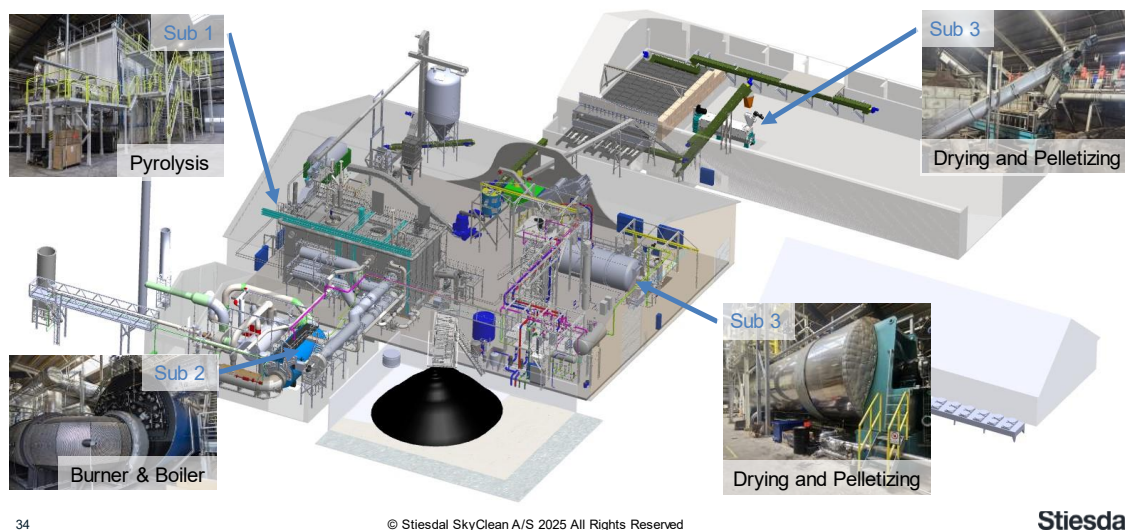
Forbrænding af pyrolysegassen i en kedel/fakkel

Pyrolysegassen forbrændes og bliver til varm røggas, der anvendes til varmeproduktion og efterfølgende udledes til omgivelsen gennem anlæggets skorsten. I forbindelse med test, justeringer, opstart og nedlukning forbrændes pyrolysegassen i perioder i en fakkel.

Figur 3 viser, hvor processerne sker i anlægget.

SkyClean Vrå: Fiber Separation, Pyrolysis hall, and boiler room

Three main sub-systems make up pyrolysis plant using wet feedstock.



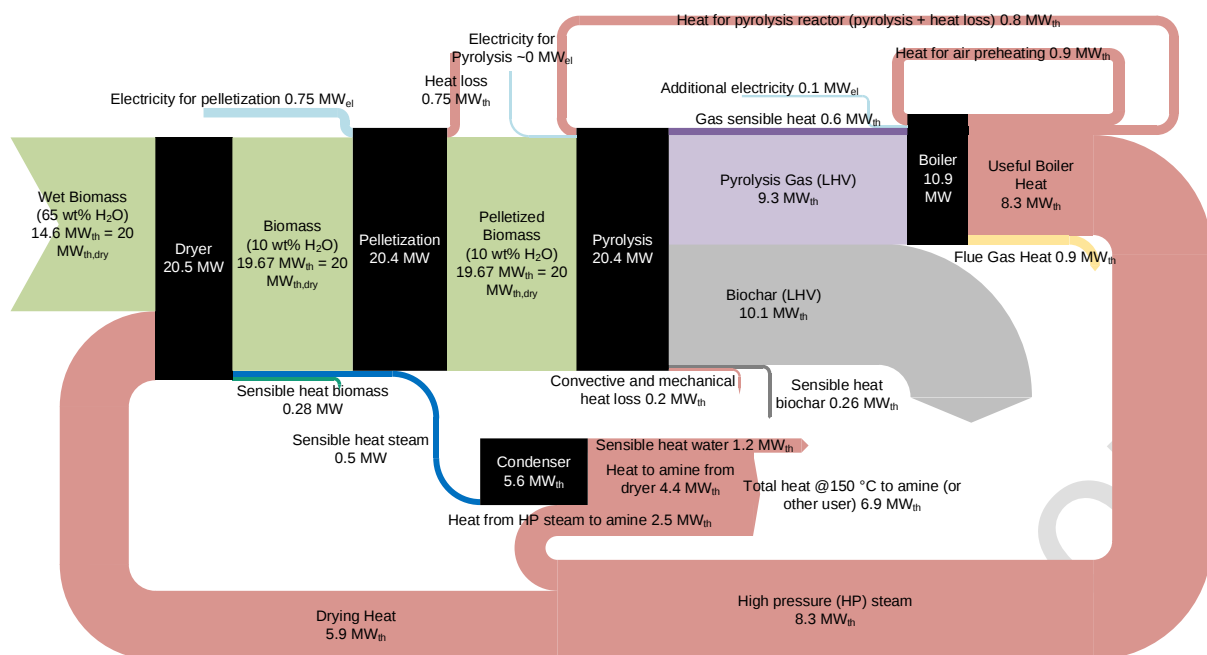
34

© Stiesdal SkyClean A/S 2025 All Rights Reserved

Stiesdal®

Figur 3: Skitse for pyrolyseanlægget ved Agri Energi Vrå.

Stiesdal SkyCleans pyrolyseanlæg anvender energien i pyrolysegassen til at tørre biogasrestfibre og forsyne biogasanlæggets opgraderingsanlæg med varme; varme der ellers skulle produceres ved afbrænding af naturgas. Energistrømmene fremgår af Figur 4. Integrationen af varme fra pyrolysegaskedlen kræver passende regulering for at sikre stabil drift i anlæggets øvrige delprocesser.



Figur 4: Energistrømme for pyrolyseanlægget ved Agri Energi Vrå.

4 Redegørelse for drift af anlægget (afleveres uge 16)

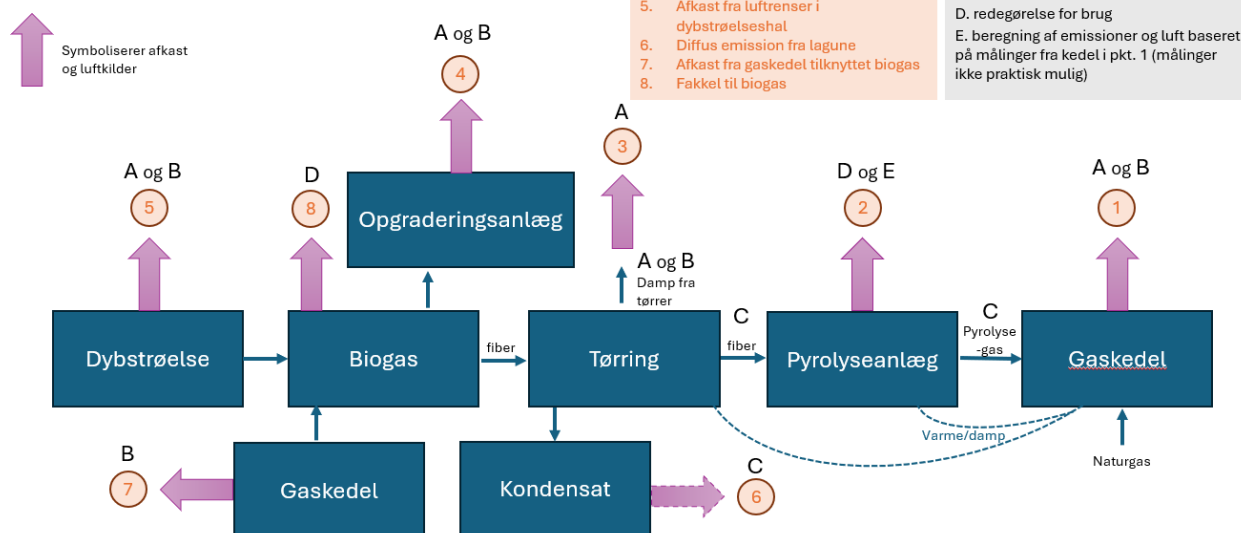
Indhold på punktform:

- Overordnet ikke-teknisk beskrivelse af historikken for det første store pyrolyseanlæg af sin slags
- Beskrivelse af kedel/brænder
- Historik på drift af anlægget. Drift og hyppighed af opstarter/fejl
- Faklens drift og driftstid. Ekstra naturgas
- Rensning af pyrolysegas
- Drift af opgraderingsanlægget og procedurer (Agri)

5 Resultater fra målekampagne

Afsnittet om måleresultater er struktureret på samme måde som påbuddet for at øge læsevenligheden.

Oversigt over afkast og vedrørende undersøgelsespåbud hos Agri Energy Vrå og Stiesdal Skyclean



Figur 5: Oversigt over nummerering af afkast ved biogas- og pyrolyseanlægget.

5.1 Kort introduktion til fagtermer

5.1.1 OML-beregning

En OML-beregning (Operationelle Meteorologiske Luftkvalitetsmodeller) er en metode til at beregne spredningen af luftforurening fra en bestemt kilde, f.eks. en skorsten eller en industrivirksomhed. Metoden bruges til at sikre, at virksomheder overholder de gældende grænseværdier for luftforurening, også kendt som B-værdier eller Bidragsværdier. B-værdierne repræsenterer de maksimalt tilladte koncentrationer af forurenende stoffer i luften, som en virksomhed må bidrage med udenfor skel. Metoden, som er udviklet af DMU (Danmark miljøundersøgelser), er lovpligtig at bruge².

5.1.2 Emission versus immission

Indenfor miljøvurderinger arbejder man med to centrale begreber: Emission og immission. Forskellen ligger i, hvor forureningen stammer fra, og hvor den måles:

- Emission refererer til udledningen af forurenende stoffer fra en kilde f.eks. en ventilations-åbning i en fabrik eller en skorsten. Emissionen er et mål for mængden af forurening, der frigives direkte til omgivelserne.
- Immission refererer til koncentrationen af forurenende stoffer i luften på et bestemt sted, hvor folk bor eller opholder sig. Det er den mængde forurening, som mennesker faktisk bliver udsat for.

² <https://envs.au.dk/om-instituttet-1/faglige-omraader/luftforurening-udledninger-og-effekter/overvaagnings-programmet/luftforureningsmodeller/oml>

Kort sagt, emission er kilden til forureningen, mens immission er den forurening, der måles i omgivelserne og som potentielt kan påvirke menneskers sundhed og miljøet. Immissionen beregnes ved hjælp af OML-modellen på baggrund af emissionerne, og skal overholde de gældende B-værdier.

5.1.3 Akkrediterede målinger

En akkrediteret måling fra et laboratorium betyder, at målingen er udført i overensstemmelse med internationale standarder og er blevet godkendt af en akkrediteringsorganisation som DANAK (Den Danske Akkrediteringsfond). Dette sikrer, at laboratoriet har den nødvendige kompetence og udstyr til at udføre præcise og pålidelige målinger.

Akkrediterede målinger er vigtige, fordi de giver en høj grad af tillid til resultaterne, hvilket er afgørende i mange sammenhænge. Typisk omfatter akkrediterede målinger stoffer, som man har kendt igennem en længere årrække og i en vis mængde. Det kræver nemlig både tid, penge og statistisk at opnå akkreditering. Ikke-akkrediterede kan sagtens være præcise, men akkreditering af en målemetode er en slags kvalitetsstempel for laboratoriet, der udfører målingen.

5.1.4 Olfaktometri

I Danmark er olfaktometri den metode, der anvendes i henhold til Miljøstyrelsens vejledninger og bekendtgørelser, når myndigheder skal vurdere og fastsætte grænser for virksomheders lugtbidrag til omgivelserne. Metoden anvender menneskets lugtesans som måleinstrument og er standardiseret. Praktisk sker analysen ved at fortynde en luftprøve med lugtfri luft, indtil lugten ikke længere kan erkendes af et trænet lugtpanel. Prøverne udtages typisk ved skorsten eller udsugning og analyseres i et akkrediteret laboratorium. Resultatet angives i lugtenheder pr. kubikmeter (LE/m³).

5.1.5 TVOC

TVOC står for Total Volatile Organic Compounds (Totale Flygtige Organiske Forbindelser). Det er en samlebetegnelse for en lang række organiske, kemiske forbindelser, der kan fordampe og findes i luften. Disse stoffer inkluderer blandt andet benzen, toluen og formaldehyd.

5.2 Analyseresultater for tørret biogasrestfiber

Målingerne af indholdsstoffer i den tørrede biogasrestfiber fremgår af bilagene til rapporten.

Resultaterne på analyserne af PCB, PFAS, klor og kobber foreligger endnu ikke fra laboratoriet.

5.3 Analyseresultater for pyrolysegas

Den 7. marts blev der udtaget 3 gasprøver af den tørre pyrolysegas, dvs. den del af pyrolysegassen der ikke kondenserer ved 5°C, prøverne blev udtaget i specielle gasposer som er beregnet til formålet og specificeret af DGC. Grundet kort tidsfrist var det ikke muligt at få en akkrediteret prøvetager ud, gasprøverne blev udtaget af en kvalificeret Stiesdal medarbejder under overvågning af en kontrollant fra Hjørring kommune. Gasprøverne er efterfølgende blevet analyseret af DGC (Dansk Gasteknisk Center) i Hørsholm. De tre prøver blev den 7. marts transporteret fra Vrå til Hørsholm og den ene gasprøve blev analyseret på dagen, af tidsmæssige årsager var det ikke muligt for DGC at udføre analyser på de to andre gas-prøver før mandag den 10. marts. I bilag ses

analyseresultaterne, målingen som er taget kl. 09:30 er analyseret den 7. marts og er den mest retvisende, da de to andre gasprøver indeholder signifikante mængder ilt, hvilket indikerer, at de er fortyndet med luft under prøvetagningen. Der er ikke ilt i pyrolysegassen, da alt fri ilt ville blive omsat øjeblikkeligt i den varme proces.

Sammensætning #	kl. 08:25 mol-%	kl. 09:30 mol-%	kl. 10:10 mol-%
kuldioxid	26.13	30.47	17.87
CO	9.28	11.10	6.96
nitrogen	21.88	14.16	41.22
metan	13.39	13.22	7.22
hydrogen	23.63	25.38	13.72
ethan	1.67	2.02	1.03
ethylen	0.90	0.99	0.50
ilt/argon	1.72	0.69	10.40
C3	0.80	1.11	0.53
C4	0.22	0.34	0.13
C5	0.14	0.21	0.17
C6+	0.13	0.07	0.16
H ₂ S	0.12	0.22	0.09
H ₂ S [ppm]	1184	2231	853

gassammensætning på tør basis

Tabel 1: Sammensætning af pyrolysegas, tør basis.

Indholdet af CO, CO₂, N₂, H₂, CH₄ og øvrige kulbrinter er som forventet og sammenlignelig med tidligere målinger både på anlægget i Vrå og på SkyClean-anlægget i GreenLab Skive.

Den del af pyrolysegassen der kondenseres ved nedkøling af pyrolysegassen til 5°C er blevet opsamlet og vil blive analyseret. Kondensatet vil indeholde vand, biolie (inkl. PAH), og NH₃. Måling af partikler i en varm pyrolysegas er ikke måleteknisk muligt endnu, der er eksperimentelle udviklingsaktiviteter i gang på forskellige universiteter i forhold til dette, men det varer adskillige år inde en akkrediteret metode er færdigudviklet. Ligeledes er det ikke muligt at måle brændværdien af pyrolysegassen direkte, den kan dog beregnes ud fra analyserne af pyrolysegassen.

5.4 Målinger af afkastet fra pyrolysgaskedlen, målepunkt 1

Resultaterne af målingerne i afkastet fra pyrolysegaskedlen er vist i Tabel 3. Der er foretaget akkrediteret måling af emissionerne i skorstenen fra forbrændingen af pyrolysegassen i to-trins brænderen. Målingerne er foretaget den 7. marts 2025 over flere timer. Målingerne viser de sædvanlige forbrændingskomponenter som forventet i forbrænding af biomasse. Lave værdier af kulilte, metan og uforbrændte, flygtige komponenter underbygger, at forbrændingen fungerer efter hensigten og leverer en fuldstændig forbrænding. Dette er samtidig en indikator for fravær af lugt og udslip af sundhedsskadelige stoffer.

Grænseværdien for CO er overholdt med god margin, se Tabel 2. Grænseværdien for nitrogenoxider er overholdt i én af de tre måleperioder men er overskredet i de to andre tilfælde. Det er

utilfredsstillende. Brænderen er nemlig specielt udviklet til at reducere denne type forbindelser. Vi formoder, at overskridelserne skyldes manglende driftsstabilitet af pyrolyseprocessen på måledagen. Et højt indhold af nitrogenoxider skyldes især, at der er kvælstof i biomassen. NO_x-indholdet er lavere end emissioner kendt fra afbrænding af halm, som finder sted på Danmarks halmfyrede varmekværker. Danmarks Miljøundersøgelser har kortlagt emissionerne fra forskellige typer energianlæg [1]. Her opgives de målte emissioner fra halmfyrede anlæg til 403 mg/Nm³, hvilket er 60% højere end gennemsnittet af målingerne på anlægget i Vrå.

Miljøtilladelsen for anlægget indeholder ingen emissionsgrænseværdi for HCl, saltsyre. Indholdet af HCl skyldes, at halm naturligt indeholder klor. Der er i gennemsnit målt et HCl-indhold på 73 mg/Nm³. Indholdet af HCl er sammenligneligt med det man finder i halmfyrede kedler, der tidligere er blevet målt til 183 mg/Nm³ ved 3% ilt [1]. Når emissionerne af HCl er lavere end i halmfyrede kedler skyldes det, at en del af klor-mængden forbliver i biokullet.

Grænsen for svovldioxid er tydeligt overskredet. Dette skyldes et større svovlindhold i biomassen end forventet og en anden fordeling af svovl mellem biokul og gas end forventet. På trods af høj emission af svovldioxid og midlertidigt for høj emission af nitrogenoxider er der på intet tidspunkt overskredet immissionsgrænser ved skel. Ved spredningsberegninger med OML-metoden foretaget af Planenergi er det vist, at den komponent, der er tættest på den tilladelige immission hos nærmeste nabo, er svovldioxid. På trods af overskridelse af det tilladelige niveau i skorstenen, resulterer dette kun i et bidrag ved nærmeste nabo (750 m væk) på 6% af den tilladelige immission.

Røggasmålingerne viser i øvrigt, at på trods af procesproblemer i pyrolysen på måledagen, resulterede det kun i lettere forhøjede emissioner af nitrogenoxid. Den manglende driftsstabilitet virker ikke til at have påvirket de øvrige emissioner negativt, og det ser vi som et tegn på et robust system.

	Grænseværdi	Maksimal beregnet værdi		750 m radius		Smidstrup		Rakkeby	
	B-værdi [mg/m ³]	B-værdi [mg/m ³]	Sikkerhedsfaktor	B-værdi [mg/m ³]	Sikkerhedsfaktor	B-værdi [mg/m ³]	Sikkerhedsfaktor	B-værdi [mg/m ³]	Sikkerhedsfaktor
SO ₂	0,25	0,06546	4	0,014	18	0,008	31	0,005	50
CO	1	0,0024	417	0,001	1.000				
TVOC	0,1	0,000262	382	0,0000566	1.767	0,000033	3.077	0,0000213	4.695
CH ₄		0,00000727	-	0,00000158	-				
HCl	0,05	0,00531	9	0,001	50				
HF	0,002	0,0000582	34	0,000126	16				
NO _x	0,125	0,01804	7	0,004	31	0,002	63	0,001	125
NH ₃	0,3	0,0000364	8.242	0,00000786	38.168				
NO ₂	1	0,00016	6.250	0,0000346	28.902				

Tabel 2: Resultater af målinger i røggas.

Særligt beboere i Rakkeby har været ængstelige over emissioner fra virksomheden. TV2 Nord har bragt indslag om formaldehyd og kædet det sammen med pyrolyseanlægget. Målingerne af TVOC i afkastet fra pyrolysegaskedlen, der blandt andet kunne bestå af formaldehyd, udgør imidlertid kun en forsvindende del af grænseværdien. Emissionen af ammoniak er som forventet meget lav.

Tabel 3: Resultater fra måling af afkast fra pyrolysegaskedlen.

	Enhed	Måling 1	Måling 2	Måling 3	Middel	Grænseværdi i miljøgodkendelsen
Stof	Måletidspunkt	11:15-12:15	13:51-14:20	14:38-15:38		
CO	mg/m ³ (ref)	36	33	29	33	130
NOx	mg/m ³ (ref)	289	178	277	248	200
TVOC	mgC/m ³ (ref)	2,4	4,3	< 0,6	< 3,6	-
CH4	mg/m ³ (ref)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-
SO2	mg/m ³ (ref)	922	885	892	900	35
NH3	mg/m ³ (ref)	0,4	0,6	0,5	0,5	-
N2O	mg/m ³ (ref)	1,9	2,5	2,1	2,2	-
HCl	mg/m ³ (ref)	51	71	98	73	-
HF	mg/m ³ (ref)	0,5	0,9	0,9	0,8	-

Resultater for PAH, furaner og partikler mangler endnu fra laboratoriet. Måledata forventes slut uge 13.

5.5 Målinger fra faklen til pyrolysegas, målepunkt 2

Undersøgelsespåbuddet indeholder ikke krav om måling på anlæggets fakkel, der benyttes under opstart, nedlukning, i tilfælde af ustabil drift og i uforudsete situationer. I faklen sikrer en naturgas-dyse, at pyrolysegassen antændes og forbrændes, og at forbrændingen altid foregår ved en høj temperatur. Miljøgodkendelser indeholder typisk ikke krav til emissioner af fakler, da de kun forventes at køre i kortere perioder. Anlægget har et klart incitament til at undgå fakkeldrift, da energien spildes og dermed belaster anlægget negativt rent økonomisk.

5.6 Målinger fra afkastet fra luftrenser i fiberhal, målepunkt 3

I fiberhallen separeres den afgassede biomasse ved hjælp af en række skruepressere. Den flydende del pumpes til udleveringstank, mens den faste del, fiberfraktionen, via en snegl føres til et mellemlager i fiberhallen. Separationsprocessen og oplagringen giver anledning til fordampning af ammoniak og lugtstoffer. Desuden modtager fiberhallen ventilationsluft fra tørrings- og pelleteringsprocessen, der opblandes med luften i fiberhallen. Luften suges ud af fiberhallen og ledes til en luftrenser. Luftrenseren renses derved luften både fra separationsprocessen, mellemlager og ventilationsluft fra tørring og pelletering af fiberpillen.

Den eneste udledning til luften er derfor afkastet fra luftrenseren, men for at få bedre viden om, hvilke stoffer og lugtmængder, der tilføres fiberhallen fra de to ventilationssystemer fra tørring- og pelleteringsprocessen, er der gennemført målinger her også.

Alle målinger er foretaget mens tørring-, pelleteringsanlæg og separationsproces har været i fuld drift, og derved i en maksimal driftssituation.

I afkastet på luftrenseren samt fra de to ventilationsrør, blev der den 12. februar 2025 udtaget luftprøver for at bestemme indholdet af lugtstoffer i luftstrømmene. Prøverne blev udtaget af akkrediteret tredjepart i specielle teflonposer, der er beregnet til formålet, idet disse ikke optager eller afgiver stoffer til luften i posen.

Forud for PTR-MS-målinger³ er der foretaget måling for ammoniakindholdet i luftstrømmene ved hjælp af Kitagawarør, idet en høj ammoniakkoncentration kan forstyrre måleresultatet. For at undgå det, blev ventilationsluften fra tørreren ledt gennem en syrefælde, der udfælder ammoniakken, inden udtagning af prøven i poser.

I ventilationsluften fra tørreren, er der målt et indhold af ammoniak på 300 ppm. Dette er målt inden rensning og er derfor i sig selv ikke problematisk. Vi ønsker dog at udskille ammoniakken i forbindelse med tørringsprocessen, og den igangværende ombygning af anlægget indeholder derfor bl.a. etableringen af en ammoniakskrubber. Ventilationsluften forventes på den baggrund i fremtiden at indeholde mindre ammoniak.

I afkastet fra luftrenseren er der målt en koncentration af ammoniak på 38 ppm, svarende til 26,5 mg/m³. Der er ikke fastsat en emissionsgrænseværdi for ammoniak, men der var forventet et lavere resultat her. Prøveresultatet giver derfor anledning til at kontrollere luftrenserens effektivitet. Etableringen af ammoniakskrubber vil desuden bidrage til at nedbringe udledningen herfra.

Prøverne blev efterfølgende analyseret ved hjælp af PTR-MS, der er i stand til at identificere tilstedeværelsen af stoffer med bestemte masser, der efterfølgende sammenholdes med eksisterende viden om tilstedeværende stoffer, og på den baggrund giver en mulig identifikation af de forskellige indholdsstoffer. De forventede væsentligste indholdsstoffer, der i forvejen er typiske for landbrug og biogasproduktion, er i forbindelse med undersøgelsespåbuddet udpeget af Hjørring Kommune. I forlængelse af den bekymring fra naboer til anlægget omkring emissioner af formaldehyd fra virksomheden, er prøverne yderligere blevet undersøgt for indholdet af formaldehyd.

PTR-MS-metoden bestemmer lugtstofferne på baggrund af stoffernes molekylvægt, og det betyder, at stoffer der har den samme molekylvægt ikke kan adskilles fra hinanden. Formaldehyd og ætan fremgår derfor samlet i prøveresultatet. Selv hvis det antages at resultatet kun består af formaldehyd, så er koncentrationen i alle prøvestederne forsvindende lille. Reelt er det kun andelen på 0,125 mg/m³ fra luftrenseren, der udledes til omgivelserne. Jævnfør Luftvejledningen⁴ har formaldehyd en emissionsgrænseværdi på 5 mg/m³, og emissionen fra luftrenseren er dermed langt under denne værdi.

På tilsvarende måde er der sammenfald mellem acetaldehyd og propan i resultaterne. Acetaldehyd er sammen med methanethiol og svovlbrinte stærkt lugtende forbindelser, der kan lugtes i selv meget lave koncentrationer.

I biogasanlæggets miljøgodkendelse er der fastsat en emissionsgrænseværdi for svovlbrinte på 5 mg/m³. I ventilationsluften fra tørreren er indholdet 6,211 mg/m³, men denne luftstrøm ledes via fiberhallen til luftrenseren, inden udledning til det fri. I afkastet fra luftrenseren er indholdet af svovlbrinte målt til 0,375 mg/m³, altså mere end 13 gange lavere end grænseværdien.

For methanethiol og acetaldehyd er der ikke fastsat emissionsgrænseværdier for virksomheden i miljøgodkendelsen. Her er udledningen i stedet reguleret ved maksimal lugtpåvirkning hos naboerne. Her indgår stofferne ammoniak, svovlbrinte, methanethiol og acetaldehyd i det samlede lugtbidrag.

Den 6. marts 2025 er der derfor foretaget akkrediteret måling på lugt ved hjælp af olfaktometri. Der er igen foretaget målinger tre forskellige steder for at opnå mere viden om oprindelsen, mens det kun er afkastet fra luftrenseren, der udledes til omgivelserne.

³ PTR-MS står for "Proton Transfer Reaction Mass Spectrometry" og er en metode, der bruges til at måle flygtige organiske forbindelser med høj følsomhed.

⁴ Luftvejledningen - Begrænsning af luftforurening fra virksomheder REVIDERET. Dec. 2024

Ventilationsluften fra tørreren indeholder som forventet en høj koncentration af lugtenheder, idet denne ventilationsluft indeholder lugtbidrag fra utæthederne i celleduserne i tørreren og ukondenserede gasser fra kondenseringen af dampen fra tørreren. Den igangværende ombygning i tørreanlægget, med udskiftning af slusesystemet og montering af ammoniakskrubber forventes at nedbringe lugtbidraget herfra markant ved fremtidig drift.

Forud for udledning til omgivelserne har ventilationsluften gennemgået rensning sammen med luften fra fiberhallen i luftrenseren. Resultatet af lugtprøven her viser 12.000 LE. Dette resultat er højere end antaget ved miljøgodkendelsen af anlægget. Det er dog den samlede lugtpåvirkning i omgivelserne, der er afgørende for miljøbelastningen, og derfor er denne beregnet ved hjælp af OML-modellen.

	Emissionsgrænseværdi	Afkast luftrenser	Ventilationsluft tørrer	Ventilationsluft, køling
Lugt	-	12.000 LE	250.000 LE	1.900 LE
Svovlbrinte	5 mg/m ³	0,375 mg/m ³	6,211 mg/m ³	0,033 mg/m ³
Ammoniak	-	26,469 mg/m ³	208,969 mg/m ³	0 mg/m ³
Methanethiol	-	1,147 mg/m ³	9,282 mg/m ³	0,022 mg/m ³
Acetaldehyd	-	11,140 mg/m ³	6,118 mg/m ³	0,438 mg/m ³
Formaldehyd	5 mg/m ³	0,125 mg/m ³	0,332 mg/m ³	0,049 mg/m ³

Tabel 4: Målinger af lugt fra afkastet fra luftrenser i fiberhal, målepunkt 3. Bemærk at hverken ventilationsluften fra tørreren/køling ikke længere udledes direkte til omgivelserne men ledes til luftrenseren i fiberhallen.

5.6.1 Immissionsberegning af den samlede lugtpåvirkning fra anlægget

Der er i miljøgodkendelsen fastsat vilkår om maksimalt 10 LE ved nabobeboelser. OML-modellen er derfor anvendt til at beregne lugtpåvirkningen ved nabobeboelserne, hvor samtlige lugtkilder på virksomheden er medregnet. Beregningen viser, at miljøgodkendelsens vilkår overholdes ved naboerne.

Faktisk lever immissionsberegningen at vilkåret om 5 LE, som er gældende for byzone, overholdes allerede ca. 800 meter fra anlægget. Det betyder, at i Rakkeby overholdes kravet gældende for byzone, selvom landsbyen ikke er kategoriseret som byzone.

Det er her væsentligt at bemærke, at der tidligere har været større emissioner fra anlægget end den dag, hvor målekampagnen blev gennemført. Der er nemlig jævnfør lugthandleplanen for anlægget gennemført en række forbedringer for at mindske lugtgenerne. Vi har selv på anlægget oplevet en stor forbedring ved at opsamle procesluften fra tørreren, der i målekampagnen er målt til 250.000 LE, og føre den i fiberhallen til luftrenseren. Tidligere blev denne luftmængde udledt til omgivelserne uden lugtrensning. Emissionen fra tørreren skyldes stort slid på tørrerens sluser, der igen skyldes et uventet højt indhold af sand i biogasrestfiberen. Vi forventer yderligere reduktioner af lugt fra tørreren efter de igangværende, omfattende konstruktive ændringer af sluserne som en del af den igangværende handlingsplan, der er aftalt med Hjørring kommune.

5.7 Målinger fra biogasopgraderingsanlægget, målepunkt 4

På opgraderingsanlægget er der foretaget målinger på indholdet af svovlbrinte og ammoniak den 19. marts 2025. Målingerne er udført som foreskrevet i undersøgelsespåbuddet ved hjælp af Kitagawarør. I afkastet fra opgraderingsanlægget kunne der ikke registreres et indhold af ammoniak, mens der blev målt en værdi på 0,28 mg svovlbrinte pr. m³. I miljøgodkendelsen er der fastsat en

emissionsgrænseværdi på 5 mg/m³, som målingen viser er overholdt med en sikkerhedsfaktor på mere end 17.

Der er desuden udført akkrediteret måling for lugt i afkastet fra opgraderingsanlægget. Her er der udtaget poseprøve, der er analyseret af lugtpanel. Resultatet viser at afkastet har et lugtbidrag på i alt 26.000 LE. Lugtbidraget er umiddelbart højere end forventet, særligt set i lyset af det lave indhold af svovlbrinte.

Den samlede lugtbelastning for anlægget er behandlet i afsnit 5.6.1 og viser, at vilkår om maksimal lugtgenepåvirkning overholdes.

5.8 Målinger fra afkast fra luftrenser i dybstrøleseshal, målepunkt 5

Modtagehallen er der hvor biogasanlægget modtager og behandler fast husdyrgødning. Modtagehallen er forsynet med en luftrenser, der ventilerer hallen og renser luften for ammoniak og andre lugtstoffer.

Fra afkastet fra luftrenseren er der foretaget målinger på indholdet af svovlbrinte og ammoniak den 19. marts 2025. Målingerne er udført som foreskrevet i undersøgelsespåbuddet ved hjælp af Kitagawarør. I afkastet fra luftrenseren er der målt en koncentration af ammoniak på 7,5 ppm, svarende til 5,23 mg/m³, mens der ikke kunne registreres et indhold af svovlbrinte. For ammoniak er der ikke fastsat en emissionsgrænseværdi i miljøgodkendelsen.

Der er desuden udført akkrediteret måling for lugt i afkastet fra luftrenseren. Her er der udtaget poseprøve, der er analyseret af lugtpanel. Resultatet viser, at afkastet har et lugtbidrag på 680 LE.

Den samlede lugtbelastning for anlægget er behandlet i afsnit 5.6.1 og viser, at vilkår om maksimal lugtgenepåvirkning overholdes.

5.9 Målinger fra diffus emission fra lagune, målepunkt 6

Der foreligger endnu ikke resultater fra laboratoriet. Forventet tidspunkt for opdatering: uge 15.

5.10 Målinger fra naturgaskedel på biogasanlægget, målepunkt 7

Der foreligger endnu ikke resultater fra laboratoriet. Forventet tidspunkt for opdatering: uge 15.

Referenceliste

Ref	Standard/Author	Details
[1]	Emissionskortlægning for decentral kraftvarme 2007 - Energinet.dk miljøprojekt nr. 07/1882. Delrapport 5. Emissionsfaktorer og emissionsopgørelse for decentral kraftvarme, 2006	https://www.dmu.dk/Pub/FR781.pdf

Appendix A Bilagsliste

Rapporten bygger på følgende målerapporter.

- Målerapport fra DGtek nr. 250209A rev. 1
- Målerapport fra DGtek nr. 250209B
- Målerapport fra Teknologisk Institut. Målinger fra Agri Energy marts 2025.
- Målerapport fra Dansk Gasteknisk Center, Målerapport D0194/25.246-248

De endelige rapporter for resultaterne af OML-beregningerne foreligger endnu ikke fra PlanEnergi, men de forventes inkluderet i den endelige afrapportering og eftersendes så snart de bliver tilgængelige.