



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Realtidsstyring af lattergasemissioner fra renseanlæg

MUDP Rapport

Januar 2022

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Claus Kobberø, Envidan,
Lars Lading, Envidan,
Mikkel Holmsen Andersen, Unisense Environment,
Carina Cupit Bayley, Skanderborg Forsyning,
Jens Munk-Poulsen, Skanderborg Forsyning

ISBN: 978-87-7038-374-5

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse

Indhold

Indledning	4
1. Anlægsbeskrivelse Skanderborg Centralrenseanlæg	5
2. Lattergassensorer, placering, dataopsamling og databehandling	6
2.1 Placering af sensorer	6
2.2 Idriftsættelse af onlinemåling, måleperiode og dataflow	6
2.3 Vedligehold, kalibrering og datavalidering	6
2.4 Beregning af lattergasemission	7
3. Driftsforholds betydning for emission af lattergas	8
4. Realtidsstyring	9
5. Testprogram	10
5.1 Testprogram for måleperiode (01.11.2020 – 11.06.2021)	10
5.2 Analyseprogram (interne og eksterne)	10
5.3 Styringsafkoblinger i testperioden	10
6. Resultater	12
6.1 Interne/eksterne analysedata i måleperioden	12
6.2 Normal drift (fordeling 50/50 til PCT1 og PCT2)	14
6.3 Øget belastning 100 % til enten PCT1 eller PCT2	16
6.3.1 PCT 1 (fordeling 100% til PCT1/0% til PCT2)	16
6.3.2 PCT 2 (fordeling 100% til PCT2/0% til PCT1)	17
7. Konklusion	18

Indledning

Skanderborg Forsyning har en målsætning om at være CO₂ neutral i 2030. I forbindelse med opgørelse af CO₂ fodaftryk i 2018 og 2019 estimeres det, at CO₂ fodaftrykket fra lattergasemission udgør 34% af det samlede CO₂ fodaftryk i spildevandsforsyningen. Denne opgørelse er baseret på anvendelse af generelt anvendte emissionsfaktorer; men Skanderborg Forsyning har implementeret online lattergassensorer for at undersøge den faktiske lattergasemission. Det viste sig, at lattergasemission er meget dynamisk i forhold til procesforhold og belastningen af renseanlægget og store variationer i lattergasemissioner blev dokumenteret jf. MUDP-rapporten "Måling af lattergasemission fra Skanderborg Centralrenseanlæg, MST-117-00446, Juli 2020".

Da lattergasemissionen er afhængig af forskellige driftsforhold, men generelt oftest få procesparametre åbner dette mulighed for at styre renseprocesser for at reducere emission.

Projektets formål er at udvikle, implementere og teste en realtidsstyring på Skanderborg Centralrenseanlæg for derigennem at reducere lattergasemissioner og samtidig overholde alle gældende udlederkrav.

Nærværende projekt er gennemført som en del af MUDP's program: "Tilskud til måling og forsøg med reduktion af lattergas MUDP 2019". Der er herigennem opnået støtte til at:

- udvikle en realtidslattergasstyring i EnviStyr 2.0, som er Skanderborg Centralrenseanlægs nuværende platform for avanceret online-styring (realtid)
- teste den implementerede lattergasstyring
- dokumentere en bundlinje af lattergasemissioner uden lattergasstyring via anvendelse af 0-punktsreference gennem hele testperioden (klassisk NH₄-baseret set-punktsstyring i PCT1)
- dokumentere effekten på lattergasemissioner samt renseanlæggets øvrige renseeffektivitet
- evaluere forsøg, kvantificere reducere af lattergasemissioner samt afrapportering af resultater

Skanderborg Forsyning med projektleder Jens Munk Poulsen er hovedansøger til projektet og har udført projektet med EnviDan A/S og Unisense Environment A/S som underrådgiver. Der er givet tilsagn til projektet per 20. december 2019. Projektet er oprindeligt planlagt til afslutning per 30.06.2020. Projektperioden er forløbet fra januar 2020 og forlænget til juni 2021 pga. anlægstekniske udfordringer. Afslutning og afrapportering er udskudt til 30.06.2020.

1. Anlægsbeskrivelse

Skanderborg

Centralrenseanlæg

Skanderborg Centralrenseanlæg har en dimensioneret kapacitet på 47.000 PE og en godkendt kapacitet på 40.218 PE. Det er et recirkulationsanlæg med to parallelle linjer opbygget i hver sin proces tank. Procestankene består af en ydre tank og en indre tank. Den indre tank er en DN-tank, og den ydre er en N/DN-tank (med recirkulering mellem N- og DN-tanken), hvor der er installeret bundbeluftning i ca. halvdelen af tanken. Graden af denitrifikation i den ydre tank varierer afhængigt af belastning og beluftningsniveau. Indløbsflowet fordeles ligeligt mellem de to proceslinjer. Et luftfoto af anlægget med angivelse af de væsentligste anlægsdele er vist på Figur 1.



FIGUR 1. Skanderborg Centralrenseanlæg. Grønt kryds markerer placering af lattergassensor.

Styring af beluftningen i PCT1 og PCT2 foregår generelt i EnviStyr ud fra online måling af primært $\text{NH}_4\text{-N}$ og $\text{NO}_3\text{-N}$ målt med ionselektive elektroder fra WTW samt måling af opløst ilt (WTW). I forbindelse med dette projekt implementeres i PCT2 en styring, som i tillæg til øvrige sensorer (ionselektive elektroder) inkluderer onlinemåling af lattergas ($\text{N}_2\text{O-N}$) (Unisense Environment).

PCT1 driftes i projektperioden via Forsynings SCADA-system med klassisk NH_4 -baseret sætpunktsstyring. Som reference til realtidsstyringen i PCT2, logges lattergasværdier i PCT1 også via onlinemåling af $\text{N}_2\text{O-N}$.

2. Lattergassensorer, placering, dataopsamling og databehandling

2.1 Placering af sensorer

Forud for nærværende projekt er der i forbindelse med et tidligere MUDP-projekt blevet opsat sensorer til måling af lattergaskoncentrationen fra procestankene. Disse målere er fortsat anvendt, hvor der er placeret 1 stk. N₂O Wastewater Sensor fra Unisense Environment i begge proceslinjer i N/DN-tankene over den beluftede zone, som angivet på Figur 1. Selve lattergas emissionsberegningerne er i projektet fortaget i realtid i EnviStyr 2.0 platformen. Herved er lavet en opgørelse over den totale lattergas-udledning fra begge procestanke.

2.2 Idriftsættelse af onlinemåling, måleperiode og dataflow

I maj 2020 blev lattergasberegningerne overtaget af EnviStyr 2.0, som formidler emissionerne via dashboard i EnviPortal. EnviStyr 2.0 indhenter de SCADA-loggede signaler via OPC og udregner lattergasemissionerne fra den beluftede/ikke-beluftede zone i PCT1 og PCT2 og den deraf afledte totale lattergasemission.

I maj 2021 blev der skiftet til MODBUS, som muliggør, at SRO-systemet læser direkte ind i lattergassensorenes signalboks.

I perioden 01.05.2020 og frem til 01.11.2020, som betragtes som en testperiode, er målingen fortsat, hvor forskellige realtidsstyringsprincipper er blevet testet af for derigennem at finde frem til den bedst egnede realtidsstyring til minimering af lattergasemissionen, som vil implementeres i den efterfølgende måleperiode fra 01.11.2020 til 11.06.2021.

Test- og måleperioden har ikke været en stabil driftsperiode, da der har været en række anlægstekniske udfordringer og ændringer, som har medført, at det har været vanskeligt at opnå stabile forhold i længerevarende perioder. I perioden er der gennemført følgende:

- Udskiftning af blæsere – mindre blæsere installeret (foretaget inden måleperioden startede, sommer 2020)
- Udskiftning af recirkuleringspumper (foretaget midt i måleperioden, start 2021)
- Ekstra recirkulering (kun foretaget i forbindelse med dobbeltbelastningsforsøgene på hver tank)
- Ændring af recirkuleringsstyring (foretaget midt i måleperioden, start 2021)
- For meget slam i anlægget (var tilfældet i første halvdel af måleperioden, november 2020 til marts 2021)

2.3 Vedligehold, kalibrering og datavalidering

Sensorerne er i måleperioden som udgangspunkt kalibreret via 2-punktskalibrering hver 6 uge, med 0-punktskalibreret efter behov. Sensorhovederne er rensset 2-4 gange om måneden med komplet udskiftning hver 3-4. måned.

I størstedelen af måleperioden (01.11.2020 til 11.05.2021) er lattergassensorenes værdier indlæst i SRO-systemet via konverter, hvilket gav en 0-punktsforskydning for lattergassensor 1 og lattergassensor 2 på hhv. 0,01 mg/l og 0,02 mg/l N₂O-N. Forskydningen skyldes en implementeringsfejl af konverteren i SRO-systemet. Den af Unisense Environment angivne skalering er mellem 4-20 mA for en 0-2,0 mg N/l N₂O-N. Men der blev i SRO implementeret en skalering som var mellem 3.8-20 mA for en 0-2,0 mg N/l N₂O-N, hvilket medførte en offset fejl på -0,025mg N/l N₂O-N ved 4 mA. Denne 0-punktsforskydning er der korrigeret for i efterfølgende databehandling.

Fra 11.05.2021 og frem indlæstes lattergassensorenes værdier i SRO-systemet via MODBUS, hvorefter lattergas sensor signalerne er læst ind direkte fra N₂O controlleren.

2.4 Beregning af lattergasemission

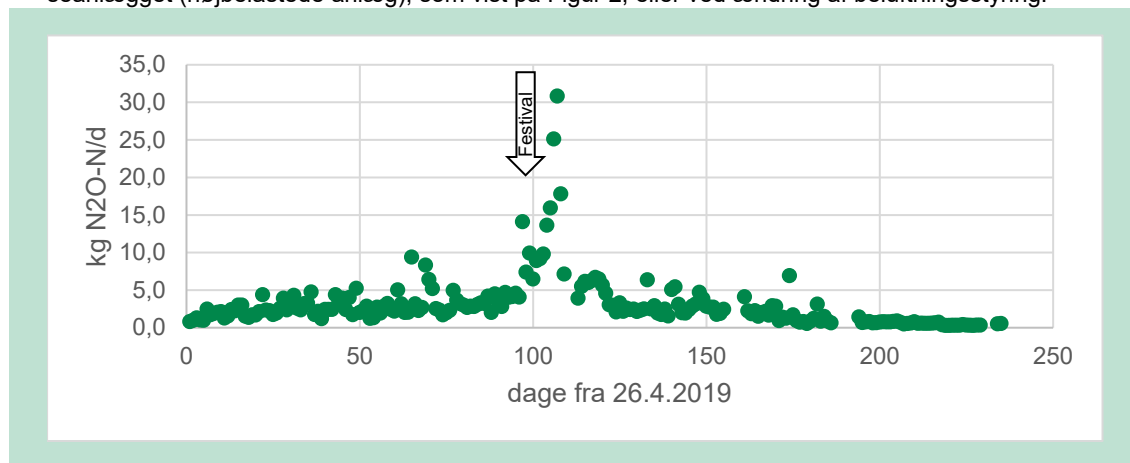
Lattergasemissionen beregnes på baggrund af de opsamlede SRO-data fra koncentrationen af lattergas, luftflow og spildevandstemperatur.

Beregningsprincippet er beskrevet i bilag 1 i MUDP-rapporten "Måling af lattergasemission fra Skanderborg Centralrenseanlæg, MST-117-00446, Juli 2020".

3. Driftsforholds betydning for emission af lattergas

Der er gennem den seneste årrække gennemført en række forskellige projekter dels for at kortlægge lattergasemissionen fra spildevandsrensningen samt tilegne ny viden, som kan anvendes i forbindelse med driftsoptimering af rensprocesserne på renselanlæg for derigennem at reducere den konkrete lattergasemission fra de biologiske processer (kvælstoffjernelse – denitrifikation/nitrifikation).

Nogle af de væsentligste parametre, som øger lattergasemissionen, er oftest i forbindelse særlige driftssituationer, som er forårsaget af eksempelvis en forøgelse af belastningen af renselanlægget (højbelastede anlæg), som vist på Figur 2, eller ved ændring af beluftningsstyring.



FIGUR 2. Lattergasemission som følge af øget belastning under Skanderborg Festival 2019.

Det er de 2 væsentligste parametre, som der fokuseres på i nærværende projekt.

Andre faktorer/forhold som kan medføre en øget lattergasemission fra de biologiske processer er givet ved følgende (ikke udtømmende liste):

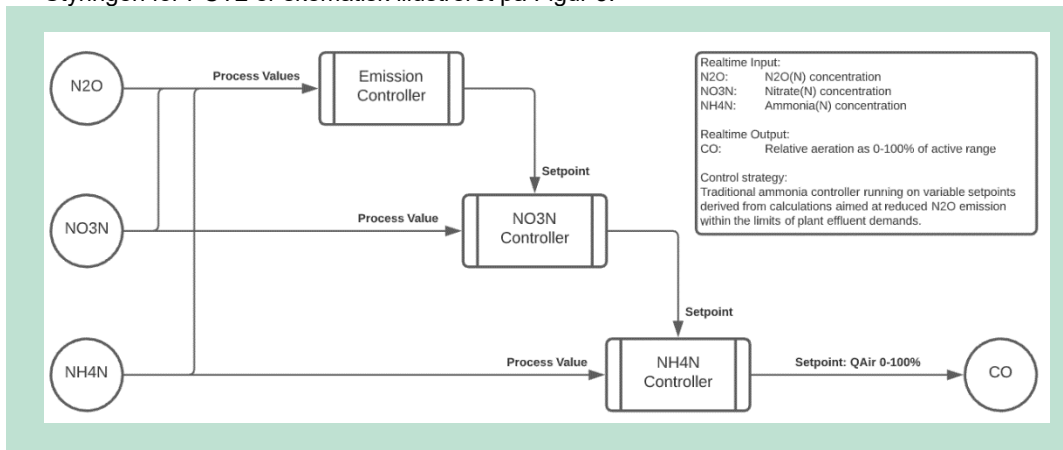
- Koncentrationen af NH_4
 - Høj belastning af NH_4 (stødbelastning eller blot en forøget koncentration)
- Omsætningshastighed for NH_4
- Koncentrationen af O_2 i processtanke
 - Nitrifikation: lavt iltsetpunkt (herunder reelle lave iltkoncentrationer i processtanke) – typisk mindre end 0,5 mg/l
 - Denitrifikation: ilt tilstede – typisk over 0,05 mg/l
- Koncentrationen af NO_2 (som følge af ufuldstændig nitrifikation)
- COD/N forhold – typisk mindre end 3,5-4
 - Herunder også hvis der er en del svært nedbrydeligt COD
- For kort slamalder
- Lave spildevandstemperaturer

4. Realtidsstyring

I testperioden frem til 01.11.2020 er der blevet testet forskellige styringsprincipper med det formål at implementere en styring, hvor det er muligt at reducere lattergasemissionen mest muligt indenfor rammerne af anlæggets eksisterende spildevandsafgifter, udledningstilladelse og udstyr.

Denne realtidsstyring via EnviStyr 2.0 er implementeret i PCT2, hvor en klassisk NH₄-baseret setpunktstyring via Forsyningens SCADA-system er bibeholdt i PCT1. PCT1 anvendes derfor som referencetank til PCT2. Herudfra kan effekten af den nye styring til reduktion af lattergasemissionen vurderes ved forskellige driftssituationer.

Styringen for PCT2 er skematisk illustreret på Figur 3.



FIGUR 3. Styringsprincip for reduktion af lattergasemissionen.

Styringsprincippet for PCT2 er overordnet baseret på simultan nitrifikation/denitrifikation. I styringen anvendes realtidsinput i form af koncentrationsmåling af N₂O-N, NO₃-N og NH₄-N, som håndteres i en samlet controller, hvor resultatet omsættes i specifikke controllere for NO₃-N og NH₄-N. Alle parametre indgår i en dedikeret beluftningsstyring.

Det primære fokus med styringen i PCT2 er, at de gældende udlederkrav til en hver tid skal overholdes. Sekundært tilsigter styringen at reducere lattergasemissionen fra kvælstoffjernelsen mest muligt under de givne driftsforhold.

5. Testprogram

5.1 Testprogram for måleperiode (01.11.2020 – 11.06.2021)

Følgende testprogram gennemføres:

- 1) *Normal drift (fordeling 50/50 til PCT1+PCT2): (testet i perioden 01.11.2020 – 11.06.2021)*
 - *Dog ikke i perioderne 03.05.2021-11.05.2021 og 31.05.2021-03.06.2021, hvor de andre test afvikles (punkt 2-4)*
- 2) *Cirka 75% ekstra belastning på PCT2: (testet i perioden 03.05.2021 kl. 7 – 05.05.2021 kl. 7)*
 - *Tilvænningsperiode, hvor styringen blev tilpasset samt aktiv operatør monitoring af udløbskvaliteten*
 - *Anvendes ikke til vurdering af resultater*
- 3) *100% ekstra belastning på PCT2: (testet i perioden 05.05.2021 kl. 8 – 11.05.2021 kl. 10)*
 - *Test gennemføres for derigennem at sikre, at der produceres N₂O, så styringen kan testes i forhold til lattergasemissionen*
- 4) *75/100% ekstra belastning på PCT 1 (referencen): (testet i perioden 31.05.2021 – 02.06.2021 kun i tidsrummet kl. 7-15 ved forsøg med 100% belastning)*
 - *Det er kun perioden 02.06.2021 kl. 7-15, hvor der er kørt med 100 % belastning*
 - *Test gennemføres for derigennem at sikre, at der produceres N₂O, så styringen kan testes i forhold til lattergasemissionen*

I gennem testperioden vil der blive testet følgende driftssituationer:

- Høj/lav slamkoncentration i PCT1 + PCT2 (varierende slamalder)
- Lav spildevandstemperatur
- Øget/chok belastning

5.2 Analyseprogram (interne og eksterne)

I måleperioden gennemføres analyser i indløb, udløb samt proces.

Intern analyseprogram (ugentlig analyser):	Udvidet analyseprogram (under test af dobbelbelastning)	Online data
Indløb: <ul style="list-style-type: none">- COD- Total-N- Total-P Udløb: <ul style="list-style-type: none">- COD- NH₄- NO₃- Total-N- Total-P- Fe Proces (ca. hver 2. uge): <ul style="list-style-type: none">- SS- SV	Proces: <ul style="list-style-type: none">- SS- SV- Slamalder Indløb: <ul style="list-style-type: none">- COD- Total-N- Evt. NH₄	<ul style="list-style-type: none">- Luftflow (blæser) SRO- Lattergasemission (Envistyr)- SS i PCT (SRO)- Temp. i PCT1+2 (SRO)- Indløbsflow (SRO)- NH₄ i PCT1+2 (SRO)- NO₃ i PCT1+2 (SRO)- O₂ i PCT1+2 (SRO)- N₂O i PCT1+2 (SRO)- Effektforsbrug

Sideløbende med de interne analyser (udføres i Skanderborg Forsyningens eget laboratorie) suppleres der ligeledes med de planlagte eksterne analyser (udføres i DANAK akkrediteret laboratorie) for indløb og udløb.

5.3 Styringsafkoblinger i testperioden

Som udgangspunkt er der i hele måleperioden kørt normal drift med en klassisk NH₄-baseret setpunktstyring på PCT1 og den nye lattergasstyring på PCT2.

Dette er kun afbrudt af styringsafkoblinger mellem forsyningens SCADA-system og EnviStyr 2.0 i følgende perioder:

- 18/11-2020 kl. 09.30 til 19/11-2020 kl. 7.15
- 10/12-2020 kl. 09.00 til 11/12-2020 kl. 8.25
- 22/1-2021 kl. 11.45 til 25/1-2021 kl. 07.30
- 02/2-2021 kl. 07.00 til 03/2-2021 kl. 18.00
- 10/3-2021 kl. 07.45 til 11/3-2021 kl. 08.30
- 14/3-2021 kl. 07.30 til 14/3-2021 kl. 22.20
- 07/4-2021 kl. 10.00 til 08/4-2021 kl. 07.10
- 22/4-2021 kl. 14.50 til 23/4-2021 kl. 08.20
- 29/4-2021 kl. 07.00 til 29/4-2021 kl. 14.30
- 05/5-2021 kl. 01.15 til 05/5-2021 kl. 07.30
- 11/5-2021 kl. 21.00 til 12/5-2021 kl. 10.30
- 13/5-2021 kl. 14.45 til 14/5-2021 kl. 08.45
- 10/6-2021 kl. 14.50 til 11/6-2021 kl. 07.00

I ovenstående perioder med styringsafkoblinger, er PCT2 driftet som PCT1 - klassisk NH₄-baseret setpunktstyring via Forsyningens SCADA-system, svarende til en belastningsfordeling på 50/50.

6. Resultater

6.1 Interne/eksterne analysedata i måleperioden

I Tabel 1 er de interne og eksterne spildevandsanalyser for indløb vist.

TABEL 1. Indløbsanalyser (interne og eksterne) for måleperioden. Tal i parentes angiver de eksterne analyser.

	Flow	COD	SS	Total-N	Total-P	COD/N
Middel	5.666 (5.663)	1.233 (1.838)	(1.155)	64 (80)	13,3 (12,7)	16,1 (23,4)
Stdafv	2.370 (1.969)	1.515 (1.290)	(1.137)	23,5 (42,1)	9,2 (5,9)	12,7 (11,7)
Maks	18.184 (9.208)	5.576 (4.200)	(3.200)	108 (150)	34,9 (20,0)	51,6 (44,7)
Min	2.080 (3.301)	166 (770)	(320)	21,4 (38,0)	3,3 (6,2)	6,6 (11,8)

I måleperioden har der været problemer med prøvetagning i indløbet, men vurderet ud fra slamproduktionen har belastningen i 2020 og 2021 været i samme størrelsesorden som i 2018 og 2019. Der foreligger derfor ikke et validt datagrundlag for vurdering af tilløbsbelastningen i måleperioden af specielt kvælstofbelastningen. Skanderborg Centralrenseanlæg har forventeligt været belastet med ca. 32.700 PE (BOD) eller 39.800 PE (COD).

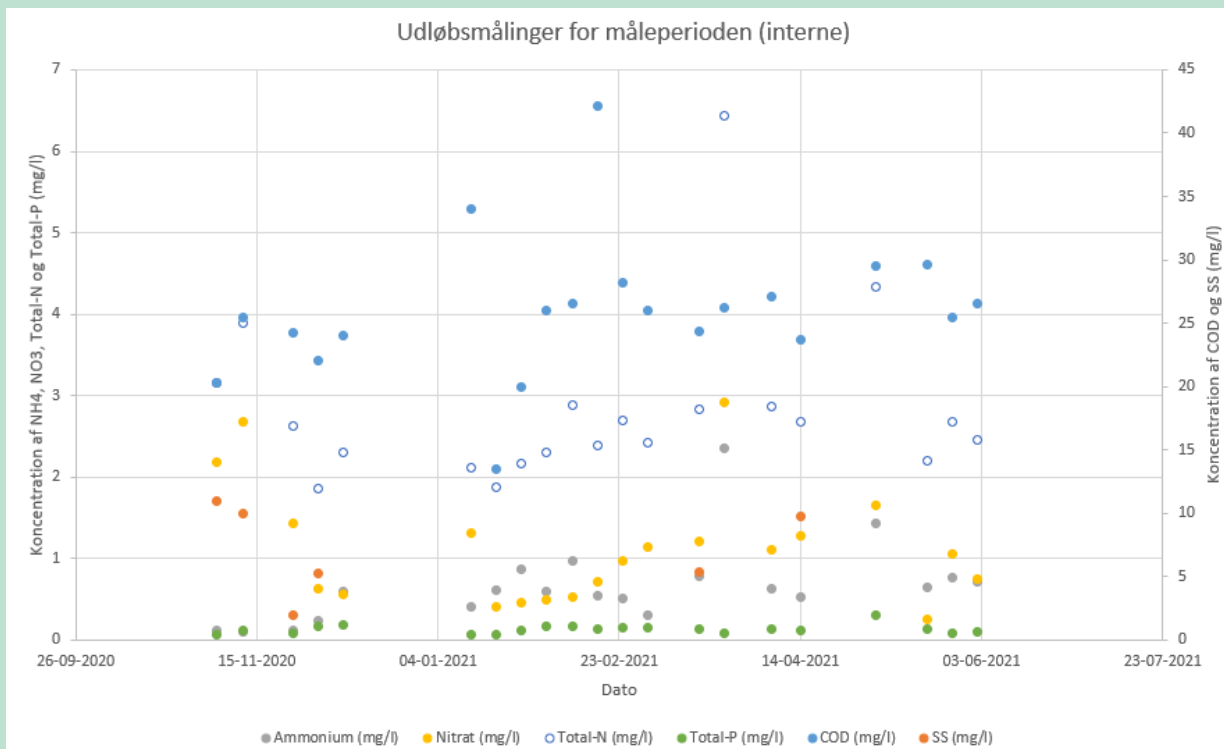
I hele måleperioden har der forventeligt været et højt COD/N forhold, hvorfor der i hele perioden har været tilstrækkeligt organisk stof til rådighed for derigennem at sikre fuld kvælstoffjernelse uden øget risiko for forhøjet emission af lattergas.

I Tabel 2 er de interne og eksterne spildevandsanalyser for udløb vist.

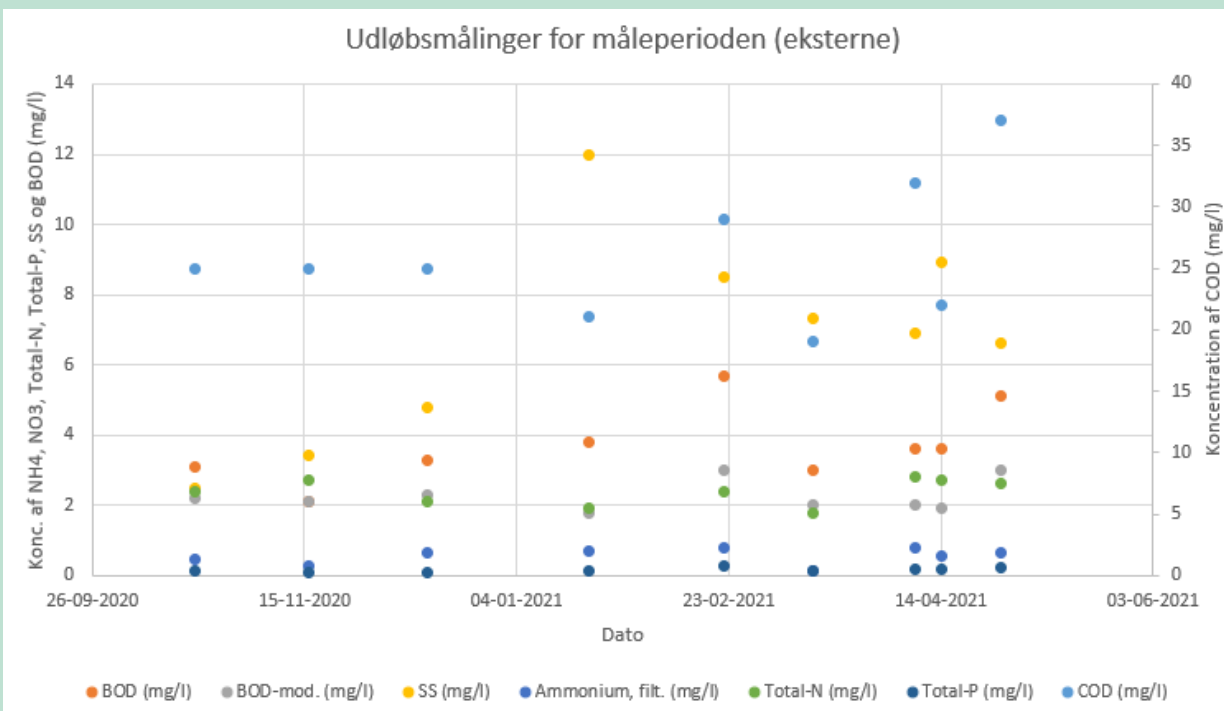
TABEL 2. Udløbsanalyser (interne og eksterne) for måleperioden. Tal i parentes angiver de eksterne analyser.

	Flow	COD	SS	NH ₄	Total-N	Total-P
Middel	4.686 (4.259)	25,9 (26,0)	7,2 (6,8)	0,66 (0,56)	2,8 (2,4)	0,13 (0,16)
Stdafv	2.125 (1.819)	5,5 (5,7)	3,5 (2,9)	0,50 (0,24)	1,0 (0,4)	0,05 (0,06)
Maks	15.370 (8.117)	42,1 (37)	11,0 (12,0)	2,36 (0,81)	6,4 (2,8)	0,30 (0,26)
Min	1.489 (1.300)	13,5 (19)	2,0 (2,5)	0,10 (0,13)	1,9 (1,8)	0,06 (0,09)

I hele måleperioden har der ikke været problemer med at overholde de gældende udleder krav, hvilket ses af Tabel 2, Figur 4 og Figur 5.



FIGUR 4. Interne analyseresultater for måleperioden.



FIGUR 5. Eksterne analyseresultater for måleperioden.

Supplerende til de viste analysedata er der ligeledes analysedata (med 5 minutters opløsning) til rådighed fra SRO-systemet, hvor der i databehandlingen primært er anvendt følgende parametre (opdelt på PCT1 og PCT2):

- Indløbsflow (m³/h)

- Effektforbrug blæsere (kW) og luftmængde (m³/h)
- Måling af koncentrationer (N₂O-N, NH₄-N, NO₃-N og O₂)
- Temperatur i proces

6.2 Normal drift (fordeling 50/50 til PCT1 og PCT2)

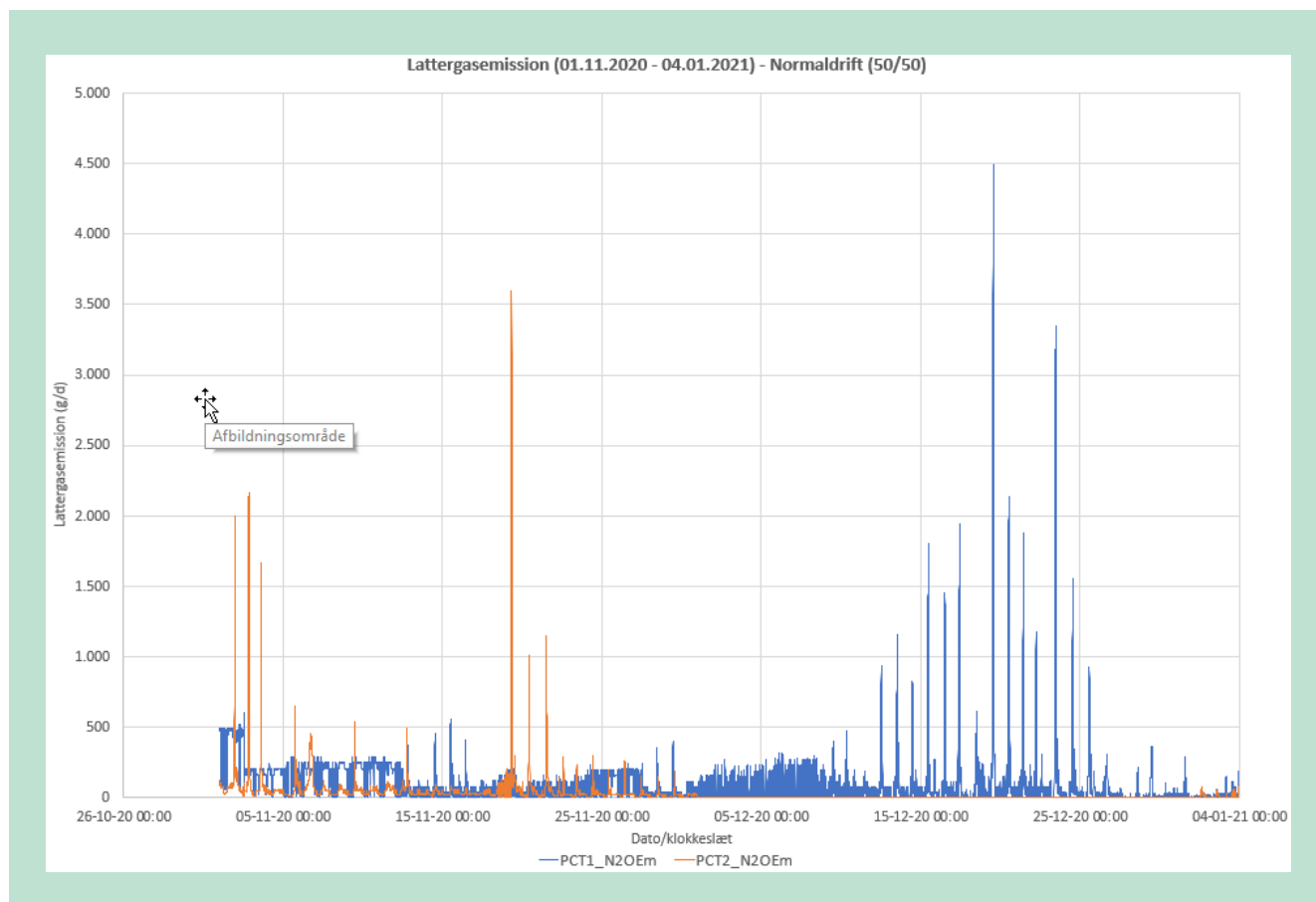
I de længerevarende perioder, er renseanlægget drevet ved normaldrift (ligelig belastningsfordeling til PCT1 og PCT2). Der foreligger derfor driftsdata for denne driftsform for hele måleperioden 01.11.2020 – 11.06.2021. Dog er følgende perioder undtaget, da der er kørt test med ændret fordeling af belastningen:

- 03.05.2021 kl. 7 - 11.05.2021 kl. 10
- 31.05.2021 - 03.06.2021 i tidsrummet kl. 7-15

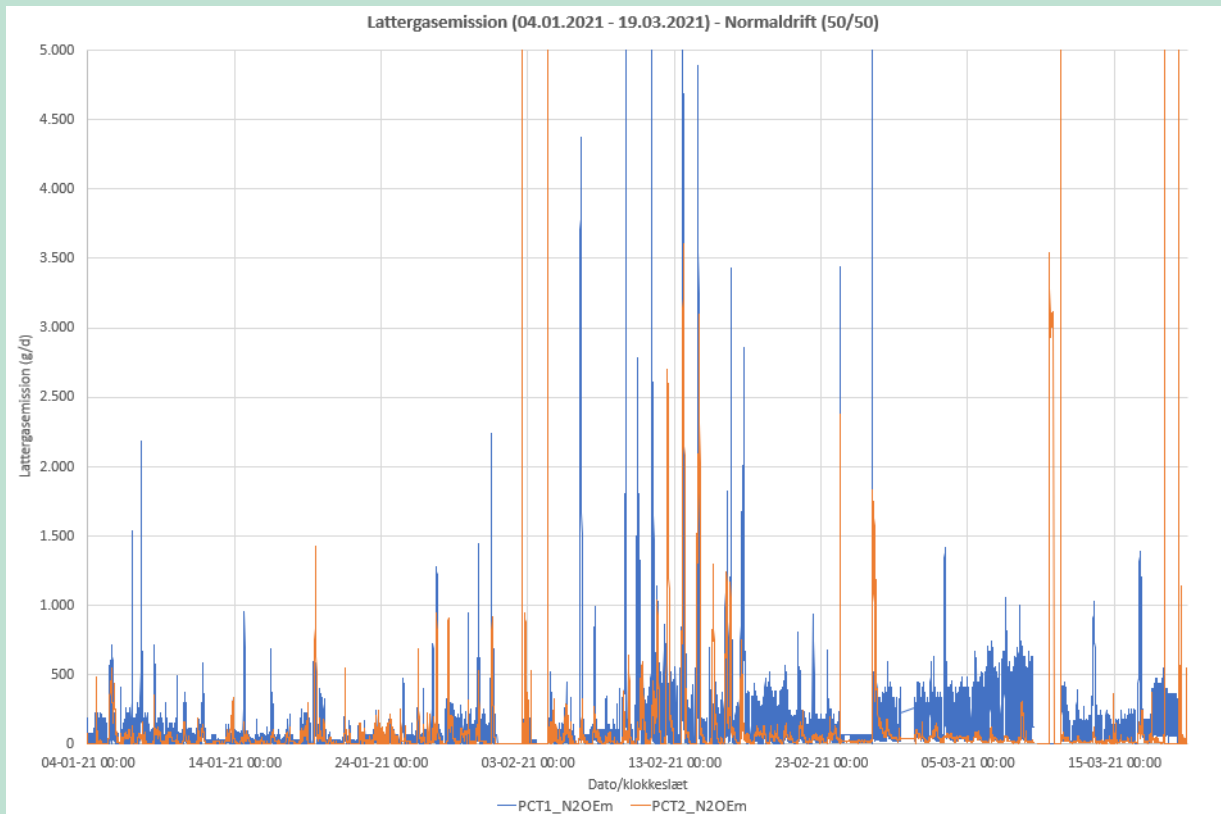
I starten af måleperioden er der sket udskiftning af slamafvandingsudstyr, hvilket medførte, at renseanlægget er drevet med et generelt ikke optimalt højt slamindhold og dermed en lang slamalder. I perioden frem til 04.01.2021 er den gennemsnitlige SS-koncentration ca. 7 kg SS/m³. I den efterfølgende periode er dette reduceres til ca. 6,3 kg SS/m³. Herefter er koncentrationen blevet reduceret til et normalt niveau omkring 4 kg SS/m³.

Slamkoncentrationen er først blevet nedbragt til et normalt niveau omkring 15. marts 2021. Da der ikke er høj belastning, er det forventeligt, at der ikke observeres en nævneværdig lattergasemission fra hverken PCT1 og PCT2.

Lattergasemission er vist Figur 6 og Figur 7 ved 2 forskellige perioder.

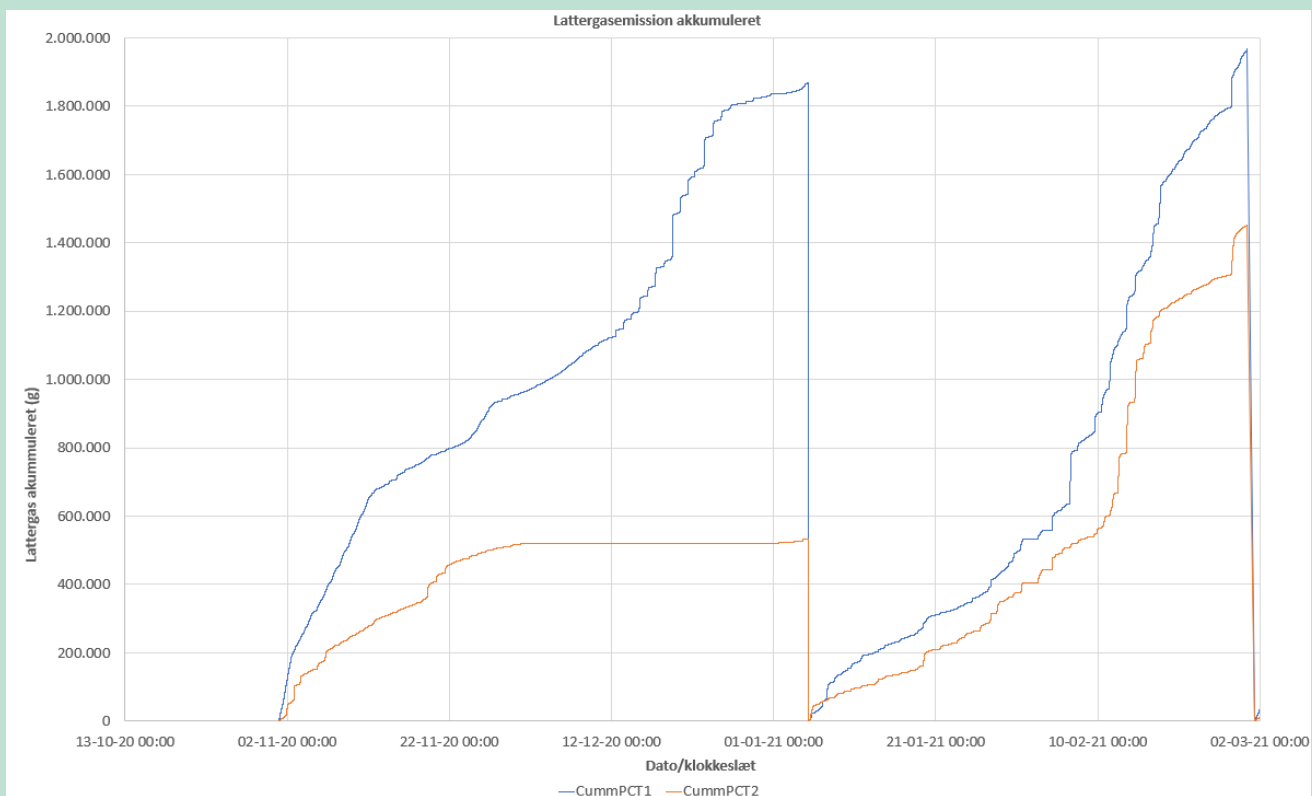


FIGUR 6. Lattergasemission ved normaldrift (50/50) i perioden 01.11-2020-04.01.2021.



FIGUR 7. Lattergasemission ved normaldrift (50/50) i perioden 04.01-2021-19.03.2021.

Som det fremgår af ovenstående, kan der observeres en højere lattergasemission fra PCT1 end PCT2 i normalbelastningen. Det ses tydeligere hvis den akkumulerede lattergasemission betragtes.



FIGUR 8. Akkumuleret lattergasemission ved normaldrift (50/50) i perioden 01.11-2020-19.03.2021.

Følgende kan udledes af ovenstående figurer for normaldriften:

- Generelt er emissionen størst fra PCT1, hvorved styring i PCT2 resulterer i mindre emission.
- I den midterste del af måleperioden (januar-marts 2021), hvor SS er reduceret lidt og der er stabile driftsforhold, da følges emissionerne fra PCT1 og PCT2 ad (Emission fra PCT2 er lavest).
- Den gennemsnitlige lattergasemission fra PCT1 og PCT2 er henholdsvis 112 g/d og 60 g/d svarende til ca. 86% højere emission fra PCT1.
- Det gennemsnitlige kW-forbrug for PCT1 og PCT2 er henholdsvis 20,2 kW og 20,3 kW – så uafhængigt af styringsprincip ved normaldrift/belastning, så er energiforbruget identisk.

6.3 Øget belastning 100 % til enten PCT1 eller PCT2

Der udføres forsøg, hvor hele belastningen (100 %) tilføres enten til PCT 1 eller PCT2 for derigennem at sikre, at der kommer en lattergasemission, som der kan måles på. Ved at teste dette for begge procestanke, så kan disse forsøg sammenstilles, hvorudfra det kan vurderes, hvilken effekt den pågældende styring har på lattergasemissionen og overholdelsen af udlederkravene.

6.3.1 PCT 1 (fordeling 100% til PCT1/0% til PCT2)

(testet i perioden 31.05.2021 – 03.06.2021 – kun i tidsrummet 7-15)

Fra 31.05 kl. 7 til 02.06 kl. 6.59 kørte i hele perioden med ca. 75% belastning på PCT1 (også udenfor arbejdstiden), som en tilvænningsperiode for derigennem at trimme/forberede styringen til den fulde belastning.

Det er derfor kun tidsperioden d. 02.06 fra kl. 7-15, hvor der har været 100 % belastning af PCT1, og som derfor er anvendt i nedenstående resultater.

Resultat:

- 1) Gennemsnit lattergasemission 3.114 g/d
- 2) Gennemsnitligt effektforbrug: 25,5 kW
- 3) Ikke muligt at overholde udlederkravene med hensyn til kvælstof (NH₄-N og Total-N) – Total- steg op over 10 mg/l (derfor blev testperioden reduceret)
- 4) Dårlig rensning - Testperioden blev afsluttet, da renseprocessen slet ikke kunne følge med. Total-N var i testperioden steget til ca. 12 mg/Total N/l i afløbet.

6.3.2 PCT 2 (fordeling 100% til PCT2/0% til PCT1)

(testet i perioden 05.05.2021 kl. 8 – 11.05.2021 kl. 10)

Der er i hele perioden kørt 100 % belastning på PCT2, som derfor er anvendt i nedenstående resultater.

Resultat:

- 1) Gennemsnit lattergasemission 837 g/d
- 2) Gennemsnitligt effektforbrug: 29,0 kW
- 3) Ingen problemer med overholdelse af udlederkravene med hensyn til kvælstof (NH₄-N og Total-N).

7. Konklusion

Det var projektets formål er at udvikle, implementere og teste en realtidsstyring på Skanderborg Centralrenseanlæg for derigennem at reducere lattergasemissioner og samtidig overholde alle gældende udlederkrav.

Som de gennemførte test viser, så kan det konkluderes, at

- Det lykkedes at udvikle og teste en realtidslattergasstyring i EnviStyr 2.0
- Den implementerede lattergasstyring medførte en reduceret lattergasemission ved fuld belastning svarende til at emissionen blev reduceret til ca. 27% i forhold til lattergasemissionen uden lattergasstyringen (reference PCT1).
- Ved fuld belastning blev den gennemsnitlige lattergasemission for PCT1 og PCT2 beregnet til henholdsvis 3.114 g/d og 837 g/d
- Ved normal drift blev den gennemsnitlige lattergasemission for PCT1 og PCT2 beregnet til henholdsvis 112 g/d og 60 g/d
- Lattergasstyringen medførte ligeledes en reduceret lattergasemission i normaldrift – emissionen blev reduceret med ca. 46% (den gennemsnitlige lattergasemission for PCT1 og PCT2 beregnet til henholdsvis 112 g/d og 60 g/d)
- Lattergasstyringen medførte ligeledes, at alle udlederkravene kan overholdes
- Lattergasstyringen medførte et marginalt højere effektforbrug.

Det er derfor den samlede vurdering, at det via et realtidsstyringsprincip baseret på simultan nitrifikation/denitrifikation er muligt at levere en energieffektiv og lattergasreducerende proces.

Som en ekstra gevinst har det vist sig, at fuld implementering af denne realtidsstyring for lattergas resulterer i en kapacitetsudvidelse af eksisterende tanke. Det er hermed muligt at håndtere en øget produktion i løbet af den særligt belastede periode under Skanderborg Festival uden, at det vil medføre en forøgelse stofkoncentrationer i det udledte spildevand.

Realtidsstyring af lattergasemissioner fra renseanlæg

Skanderborg Forsyning har tidligere gennemført et MUDP-projekt med online lattergasmåling. Det viste sig, at lattergasemissionen er meget dynamisk i forhold til procesforhold og belastningen af renseanlægget, og store variationer i lattergasemissioner blev dokumenteret jf. MUDP-rapporten "Måling af lattergasemission fra Skanderborg Centralrenseanlæg, MST-117-00446, Juli 2020".

Da lattergasemissionen er afhængig af forskellige driftsforhold, men generelt oftest få procesparametre åbner dette muligheder for at styre renseprocesser for at reducere emission.

Dette projekts formål har været at udvikle, implementere og teste en realtidsstyring på Skanderborg Centralrenseanlæg for derigennem at reducere lattergasemissioner og samtidig overholde alle gældende udlederkrav.

Det er den samlede vurdering, at det via et realtidsstyringsprincip baseret på simultan nitrifikation/denitrifikation er muligt at levere en energieffektiv og lattergasreducerende proces.

Som en ekstra gevinst har det vist sig, at fuld implementering af denne realtidsstyring for lattergas resulterer i en kapacitetsudvidelse af eksisterende tanke. Det er hermed muligt at håndtere en øget produktion i løbet af den særligt belastede periode under Skanderborg Festival uden, at det vil medføre en forøgelse stofkoncentrationer i det udledte spildevand.



Miljøstyrelsen
Tolderlundsvej 5
5000 Odense C

www.mst.dk