

SEGES Innovation P/S**Den rullende Afprøvning****ARBEJDSPLAN FOR****LESS – Genfinding af gas under tankteltdug****Tankenens beliggenhed:**

Tank A: Højbyvej 15, Skjern (Borris)
Ejer: Jakob Jensen
Tank B: Vangløsevej 24, 4370 Stor Merløse
Ejer: Kim Kær Knudsen

Afprøvningsnr.:

1920
LESS – Genfinding af gas i overdækket gylletank

NAV nr. (inkl. sagsopgavelinje):

1402

Start:

September 2024

Afslutning:

December 2024

Tekniker:

Erik Jeppesen. erje@seges.dk
Tlf: 9117 7076

Projektleder:

Anne Lindstrøm Hansen. Alih@seges.dk
Tlf: 2152 9753

BAGGRUND OG FORMÅL

Formålet med LESS-projektet er at udvikle og teste teknologier, der reducerer metanemissioner fra gyllelagre. En af de foreslåede teknologier er baseret på forbrænding af metan, hvilket kræver en tilstrækkelig høj koncentration af gas. For at optimere metan koncentrationen til forbrænding og maksimere opsamlingen af den tilgængelige gas skal teltoverdækningen på gylletankene modificeres, især i forhold til tætning, for at minimere naturlig ventilation under teltdugen.

Hidtil har emissionsmålinger udført af SEGES Innovation kun været fortaget på gylletanke med uændrede teltoverdækninger. Dette forsøg har derfor til formål at evaluere både gasopsamlingseffektiviteten og måle metankoncentrationer i gylletanke med modificerede overdækninger. Forsøget vil specifikt adressere to nøglespørgsmål: 1) Hvilke metankoncentrationer observeres ved anvendelse af tætnede/modificerede teltoverdækninger? 2) Hvor meget af den gas, der samles under teltdugen på en gylletank, kan effektivt opsamles?

Som en del af valideringen af fakkelaforbrændingsteknologien vil forsøget også undersøge, hvor stor en del af den dannede gas, der trækkes ud gennem udsuget og afbrændes i faklen, sammenlignet med den mængde gas, der eventuelt ventileres ud gennem den naturlige ventilation i overdækningen. Desuden vil forsøget belyse forskelle i gasdiffusionen mellem en gastæt overdækning og en traditionel (dog modificeret) overdækning.

Tidligere målinger på en besætning på Fyn anvendte en udsugning på 0,5 % af teltets luftvolumen per time, hvilket resulterede i en genfinding af 20 % af gassen. I dette forsøg vil der anvendes et højere udsugningsflow for at undersøge, hvordan dette påvirker gasopsamlingen og forbrændingseffektiviteten.

Hypoteser

H1) Effekten af udsugningsflowet på gasgenfindingen.
Mængden af gas der genfindes under teltdugen, vil være proportional med udsugningsflowet. Jo højere udsugningsflow, jo mere gas genfindes.

H2) Effekten af teltdugens materiale på gasgenfindingen.
Mængden af gas, der genfindes, vil variere afhængigt af teltdugens materiale. En gastæt teltdug vil holde på mere gas end en traditionel tætnet teltdug.

H3) Beregningsmetodens effekt på den beregnede opsamlingseffektivitet.
Beregningsmetoden, specifikt valg af tidsintervaller i gassens henfaldsfase, vil påvirke den beregnede opsamlingseffektivitet. Forskellige tidsintervaller i databehandlingen forventes at resultere i variationer i den procentmæssige opsamlings-effektivitet.

GENNEMFØRELSE

Afsnit om gennemførsel indeholder følgende afsnit:

- 1. Logistik
 - 1.1 Dimensioner og lokation af tanke
 - 1.2 Prøveudtagning
 - 1.3 Placering af SEGES-måleudstyr på lokationerne
- 2. Målinger af gas genfinding
 - 2.1 Forsøgs opstilling
 - 2.2 Luft flow fra tankene
 - 2.3 Lattergas tilsætninger
 - 2.4 Tidsplan for forsøg
 - 2.5 Registreringer
- 3. Databehandling
 - 3.1 Afgrænsning af måleperioder
 - 3.2 Beregningsmetode 1
 - 3.3 Beregningsmetode 2
 - 3.4 Gyllens indflydelse på genfindingen af lattergas

1. Logistik

1.1 Dimensioner og lokation af tanke

Forsøget udføres på to forskellige tanke. Tank A i Borris og Tank B i Stor Merløse. Adresser findes øverst i dokument. Tank A har en helt ny gastæt overdækning og Tank B har en traditionel teltoverdækning, som er blevet tætnet og modificeret.

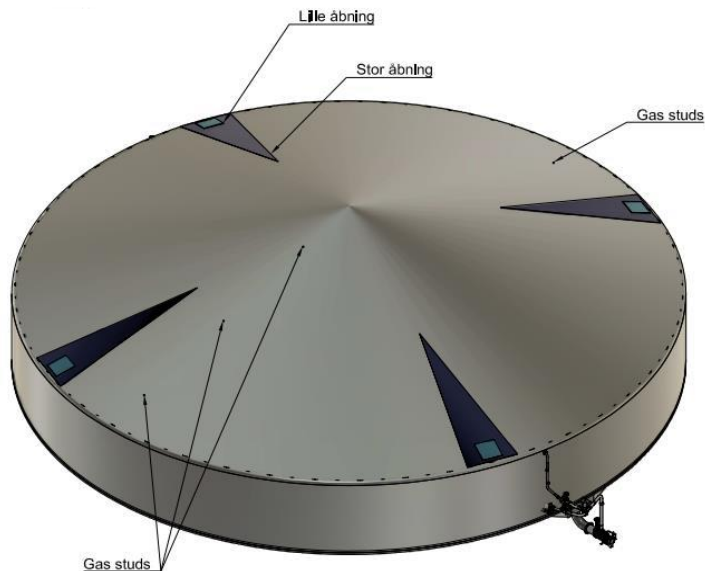
Tabel 1 - Dimensioner på forsøgstanke

	Mål på tanke	Tank A (Borris)	Tank B (Stor Merløse)
A	Højde (meter)	4	4 (?)
B	Diameter (meter)	30	32
C	Overflade areal (m²)	706	804
D	Hældning telt (dgr)	25	22 (?)
E	Tank, volumen (m³)	3500	3200 (ved 4 meter h)
F	Telt, volumen (m³)	1650	1733
G	Total volumen, tank + telt(m³)	4850	4933

1.2 Prøveudtagning

Tank A (Borris)

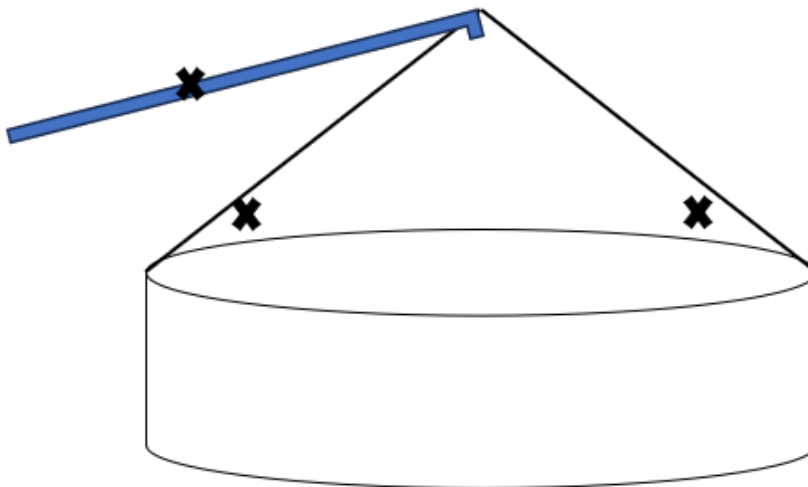
Der er i alt 4 prøveudtag. Prøve udtagningen forgår gennem teflon slanger. Tre af slangerne er indført under teltdugen igennem inspektionslugerne i teltdugen. Det fjerde prøveudtag er påmonteret udsug til pumpe der skal simulere udsug til fakkelafbrænding.



Figur 1 - Placering af målepunkter og tilkobling på Tank A i Borris

Tank B (Stor Merløse)

På tank B måles der i tre punkter. Fra toppen, hvor udsuget til faklen er og et målepunkt i hver side af tanken. Målepunkterne i siderne af tanken, påmonteres ved indsættelse af teflonslange igennem lugeåbning.



Figur 2 - Målepunkter, tank B

1.3 Placering af SEGES-måleudstyr på lokationerne

Tank A

Målevogn placeres ved Landia pumpe system, på siden længst væk fra stuehuset. Der er strøm i landia-pumpe setup til at målevognen kan tilkobles.



Tank B

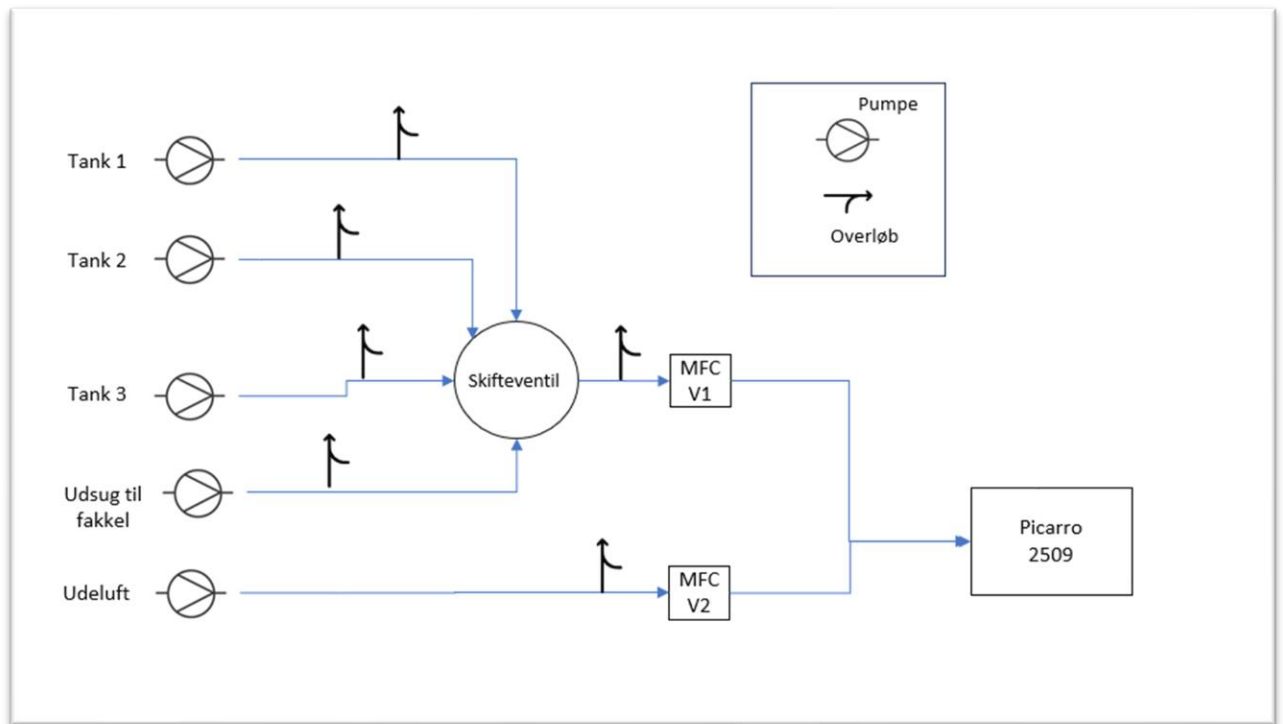
Mangler en afklaring om muligheder for tilslutning af strøm til målevogn.

2. Målinger af gas genfinding

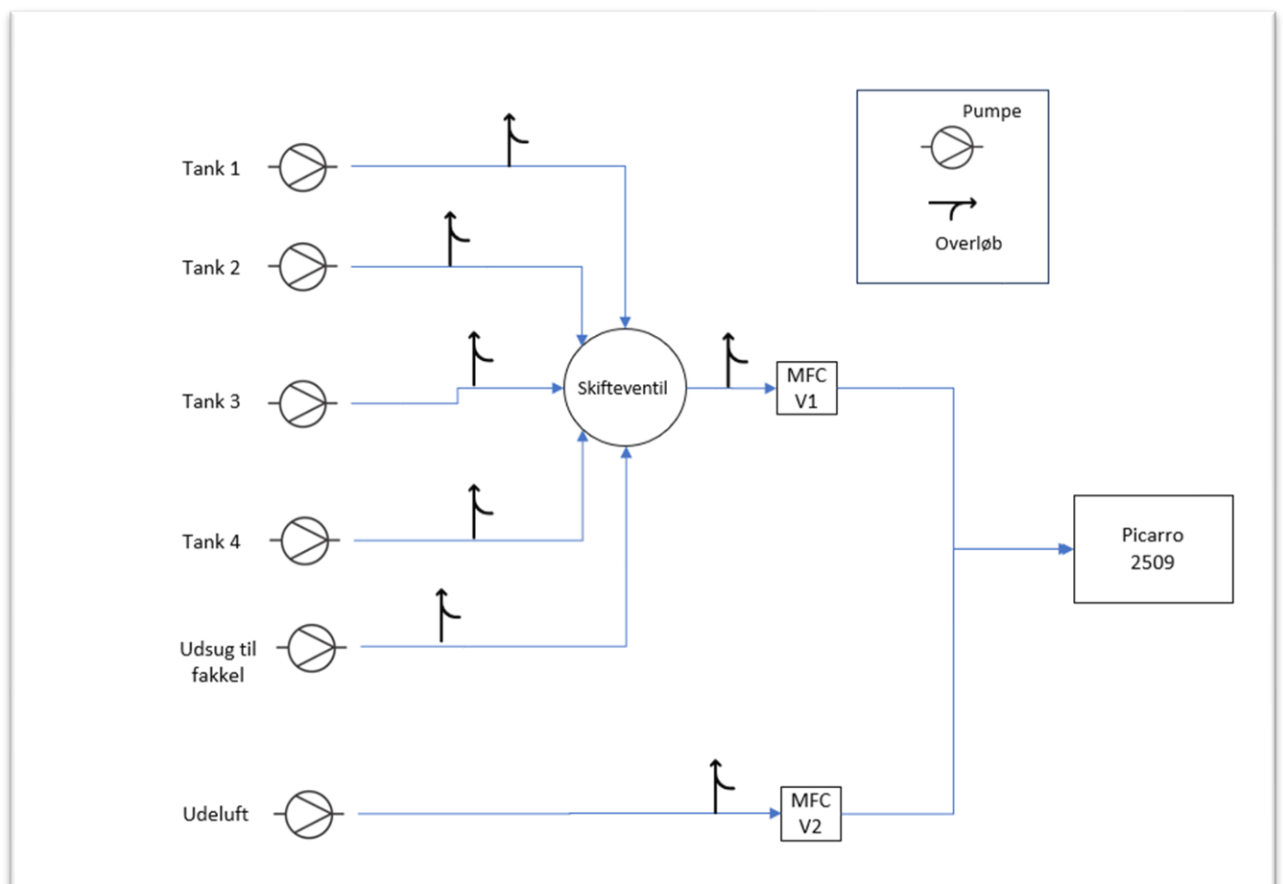
2.1 Forsøgs opstilling

Fordelingen af målepunkter under teltoverdækning skal sikre repræsentativ prøveudtagning under teltdugen. Koncentrationerne af metan og lattergas (sporgas) måles med Picarro G2509. Grundet gaskoncentrationernes størrelse, fortyndes prøverne cirka 1:30 med udeluft. Er denne fortynding ikke høj nok, kan der alternativt bruges dobbelt fortyndingssystem.

Ved begge tanke måles genfindingen af gas, som den mængde gas der opsamles i udsuget til faklen. Dette uddybes i afsnit om databehandling.



Figur 3 - Picarro opsætning, tank A



Figur 4 - Picarro opsætning, Tank B

2.2. Luft flow fra tankene

Ud fra oplysninger, givet af Agrogas, er det typiske flow til faklen på 36 m³/timen, på tank B. Der efterstræbes at måle opsamlings effektiviteten så repræsentativt som muligt. For at sikre sammenligningsgrundlaget mellem de to forskellige teltoverdækninger fastsættes luftflowet fra tankene som % af headspace luft. Beregningseksempel i tabel 2 er baseret på fulde lagertank.

	Tank A (Borris)	Tank B (Stor Merløse)
Telt volumen (F)	1350	1733
Flow X	1 % (13,5 m ³ /timen)	1 % (17 m ³ /timen)
Flow Y	3 % (27 m ³ /timen)	3 % (50 m ³ /timen)

Tabel 2 - Flowrate under forsøg. % flow udregnet fra teltvolumen (F)

2.3 Lattergas tilsætninger

Der tilsættes ren lattergas under teltdugen, vha. en 8 mm teflon slange der indsættes under teltdugen. Der benyttes 99,9% lattergas fra Alpha gas.

Da der naturligt forekommer lattergasproduktion i gylletankene, tilsættes lattergas i så høje koncentrationer, at det klart kan adskilles fra baggrundsniveauet af gylletankens egen produktion.

Baggrundsniveau af lattergas måles cirka 2 timer inden første tilsætning.

For at sikre pålidelige sporgasmålinger fastsættes en minimumsgrænse, hvor koncentrationen af tilsætningen skal være mindst 3 gange højere end baggrundsniveauet. Dette betyder, at hvis baggrundskoncentrationen er 30 ppm, vil minimumsgrænsen for måling være nået ved 90 ppm lattergas.

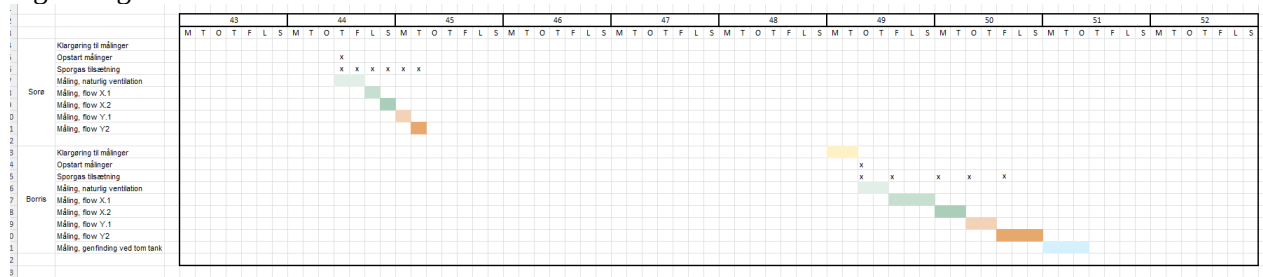
Tabel 3 - Mængder lattergas tilsat tank B, ved varierende baggrundskoncentration af N₂O

N ₂ O, baggrund (ppm)	Minimums måle grænse (ppm)	Target N ₂ O konc. (ppm)	g/m ³ N ₂ O, start	Volumen, headspace Tank B, min (m ³)	N ₂ O, tilsættes (kg)
5,0	15,0	150,0	0,3	1730,0	0,5
10,0	30,0	300,0	0,5	1730,0	0,9
15,0	45,0	450,0	0,8	1730,0	1,4
20,0	60,0	600,0	1,1	1730,0	1,9
25,0	75,0	750,0	1,4	1730,0	2,4
30,0	90,0	900,0	1,6	1730,0	2,8
35,0	105,0	1050,0	1,9	1730,0	3,3
40,0	120,0	1200,0	2,2	1730,0	3,8
45,0	135,0	1350,0	2,5	1730,0	4,3
50,0	150,0	1500,0	2,7	1730,0	4,7
55,0	165,0	1650,0	3,0	1730,0	5,2
60,0	180,0	1800,0	3,3	1730,0	5,7
65,0	195,0	1950,0	3,6	1730,0	6,2
70,0	210,0	2100,0	3,8	1730,0	6,6
75,0	225,0	2250,0	4,1	1730,0	7,1
80,0	240,0	2400,0	4,4	1730,0	7,6
85,0	255,0	2550,0	4,7	1730,0	8,1
90,0	270,0	2700,0	4,9	1730,0	8,5
95,0	285,0	2850,0	5,2	1730,0	9,0
100,0	300,0	3000,0	5,5	1730,0	9,5
105,0	315,0	3150,0	5,8	1730,0	10,0
110,0	330,0	3300,0	6,0	1730,0	10,4
115,0	345,0	3450,0	6,3	1730,0	10,9
120,0	360,0	3600,0	6,6	1730,0	11,4
125,0	375,0	3750,0	6,8	1730,0	11,8
130,0	390,0	3900,0	7,1	1730,0	12,3
135,0	405,0	4050,0	7,4	1730,0	12,8
140,0	420,0	4200,0	7,7	1730,0	13,3
145,0	435,0	4350,0	7,9	1730,0	13,7
150,0	450,0	4500,0	8,2	1730,0	14,2

Lattergassen tilstræbes tilsat hver dag. Udsuget til fakkel skal være slukket 2 timer efter gassen er tilsat for at opnå homogeniteten af tankluften inden opsamlings effektiviteten måles.

2.4 Tidsplan for forsøg

Udkast til tidsplan for målinger ses nedenfor. Der er taget højde for at gastilsætninger og potentiel regulering af luft flow ikke finder sted i weekenderne.



Der kan potentiel byttes om på rækkefølgen af de to tanke, så tanken i Borris måles inden tanken i Sorø.

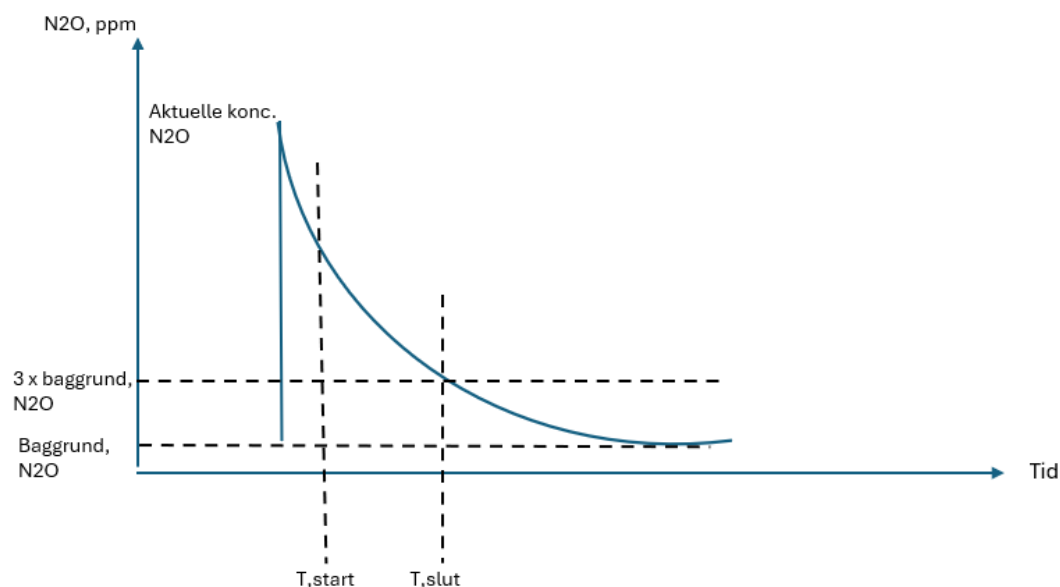
2.5 Registreringer

Registrering	Placering	Periode	Metode
Lattergas, ppm _v	Målepunkter i tanke og udsug.	Hele måleperioder	Picarro G2509
Metan, ppm _v	Målepunkter i tanke og udsug.	Hele måleperioder	Picarro G2509
CO ₂ , ppm _v	Målepunkter i tanke og udsug.	Hele måleperioder	Picarro G2509
Luftudstrømning, m ³ /time	Ved logning i fakkelaftændingsanlæg eller pumpe til fakkelanlæg.	Hele måleperioder	Naturgas måler. (Agrogas)
Temperatur, ° Celsius	Inde i tanken	Hele måleperioder	Temperatursensor.

3 Databehandling

3.1 Afgrænsning af måleperioder

Efter gastilsætning, afventes der cirka 2 timer, indtil sporgas er opblandet i headspace luften. Opblandingen monitoreres ved målepunkterne inde under teltdugen. T_{start} registreres som tidspunkt for sporgas koncentrationer er +/- 10% mellem målepunkter. T_{slut} registreres, som tidspunkt inden næste sporgas tilsætning eller hvis sporgas koncentrationen er 3x den naturlige lattergas baggrund fra gyllen.



Figur 5 - Perioder for kvantificering af genfindning af sporgas.

3.2 Beregningsmetode 1

Genfindingen af sporgas i %, udregnes som andelen af N₂O der opsamles i udsuget til faklen. ΔN₂O er forskellen i m³ N₂O i headspace luften mellem T_{start} og T_{slut}.

Opsamlingsprocenten udregnes for hvert luftflow som gennemsnittet af duplikatforsøget.

Opsamlingen af sporgas i udsuget til faklen udregnes som time gennemsnit og summeres for perioden fra T_{start} til T_{slut}.

$$m^3 N_2O, headspace = \left(\frac{C_{N_2O}(ppm)}{1.000.000} \right) * V_{headspace}$$

$$\Delta N_2O = m^3 N_2O_{t,start} - m^3 N_2O_{t,slut}$$

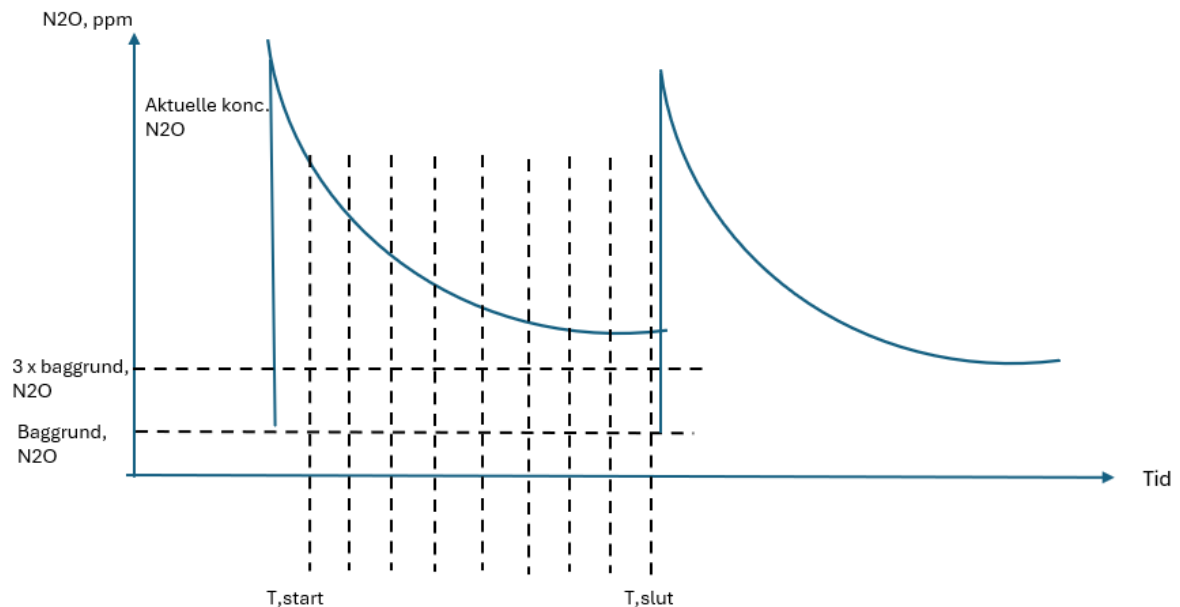
$$m^3 N_2O, opsamlet til fakkel = \int_{t_{start}}^{t_{slut}} \frac{C_{N_2O}(ppm)}{1.000.000} * Q_{udsug \text{ til fakkel}}$$

$$\%N_2O, opsamlet = \frac{m^3 N_2O, opsamlet \text{ til fakkel}}{\Delta N_2O} * 100\%$$

3.3 Beregningsmetode 2

For at sikre resultatets uafhængighed af beregningsmetode, gentages ovenstående beregning, men med ændret beregningsmetode for at kvantificere ΔN₂O og udregning af %N₂O opsamlet. I stedet for at udregne ΔN₂O som differencen mellem T_{start} og T_{slut}. Udregnes %N₂O opsamlet som time gennemsnit som funktionen. Den endelig opsamlings effektivitet opregnes som gennemsnit for måleperioder i duplikater.

$$\%N_2O, opsamlet, time gns = \frac{\left(\int_{t_{start}}^{t_{slut}} \frac{C_{N_2O}}{1.000.000} * Q_{udsug \text{ til fakkel}} \right)}{\left(\int_{t_{start}}^{t_{slut}} \frac{C_{N_2O}}{1.000.000} * V_{headspace} \right)} * 100\%$$



Figur 6 - Interval inddeling af for genfindingsrate med beregningsmetode 2