

N₂O WASTEWATER SYSTEM



N₂O WASTEWATER SYSTEM BRUGERMANUAL

Copyright © 2020 · Unisense Environment A/S

Version March 2020

N₂O WASTEWATER SYSTEM BRUGERMANUAL

UNISENSE A/S

TABLE OF CONTENTS

N ₂ O WASTEWATER SYSTEM	1
GARANTI OG ANSVAR.....	7
Sensorer:	7
Kalibreringskit:	7
Instrumenter og tilbehør:	7
Generelt:	7
Reklamation:	8
TILLYKKE MED DIT NYE PRODUKT.....	9
SERVICE, BESTILLING, OG KONTAKTINFORMATION	9
OVERSIGT.....	10
UNISENSE N ₂ O WASTEWATER SYSTEMET BESTÅR AF FØLGENDE ELEMENTER:	11
ERSTATNING AF SENSORER	12
KOM GODT I GANG	13
OPHÆNG OG TILSLUTNING AF N ₂ O WASTEWATER SENSOR OG CONTROLLER	13
KALIBRERING AF SENSOR	13
LATTERGASEMISSIONSRATER	14
DOWNLOAD AF DATA FRA N ₂ O WASTEWATER CONTROLLEREN	14
BAGGRUND.....	16
LATTERGASPRODUKTION I SPILDEVAND	16
PLACERING AF N ₂ O WASTEWATER SENSOREN I RENSEANLÆG.....	18
N ₂ O WASTEWATER SENSOR	20
OPHÆNG AF N ₂ O WASTEWATER SENSOR	20
TILSLUTNING OG PRÆPOLARISERING AF N ₂ O WASTEWATER SENSOREN	21
N ₂ O WASTEWATER SENSORENS OPBYGNING	21
KALIBRERING	22
UDSKIFT AF N ₂ O WASTEWATER SENSOR HEAD	24
INTERFERENCE	24
TEMPERATURSENSOR	24
N ₂ O WASTEWATER CONTROLLER.....	26
TILSLUTNINGER	27
PROFIBUS	28
OVERSIGTSVINDUET	29
N ₂ O-KALIBRERING	32
N ₂ O-KONCENTRATION OG TEMPERATURKOMPENSERING	32
N ₂ O-EMISSIONSBeregning	34
N ₂ O-EMISSIONSOVERSIGT	36
MASSETRANSPORTPARAMETER (k_{LaN_2O})	37
DOWNLOAD AF DATA OG PCA3000 SOFTWARE	38
OPBEVARING OG RENGØRING	45
N ₂ O WASTEWATER SENSOREN	45
N ₂ O WASTEWATER CONTROLLEREN	45
REFERENCER.....	46
FEJLFINDING	47

SENSOR	47
CONTROLLER	48
APPENDIKS	49
APPENDIKS 1: SPECIFIKATIONER	49
APPENDIKS 2: KALIBRERING	51
APPENDIX 3: CORRECTION TEMPERATURE OFFSET LONG CABLES	53
APPENDIX 4: SIMPEL OG AVANCERET TEMPERATURKOMPENSERING	54
APPENDIKS 4: TILSLUTNINGSSKEMA	56
APPENDIKS 5: UDSKIFTNING AF N ₂ O WASTEWATER SENSOR HEAD	57
APPENDIKS 6: FORMLERNE TIL N ₂ O-EMISSIONSBeregning	58

GARANTI OG ANSVAR

SENSORER:

Sensorer er forbrugsvarer og Unisense Environment garanterer kunden, at N₂O Wastewater Sensorer fungerer i henhold til specifikationerne i 120 dage fra afsendelsen.

Sensorer skal undersøges og testes for skader straks efter modtagelse, og evt. reklamationer i relationer til fejl ved modtagelse skal ske inden 14 dage efter modtagelse.

Den begrænsede sensorgaranti skal under ingen omstændighed gælde for fysisk skade påført på sensoren.

Advarsel: N₂O Wastewater Sensoren er meget spids og kan forårsage skade ved direkte kontakt.

Sensoren må under ingen omstændigheder bruges til human diagnostiske eller terapeutiske procedurer.

KALIBRERINGSKIT:

Kalibreringskittet "N₂O Calibration Kit" er en forbrugsvare med en levetid på 4 uger fra den på kittet angivne produktionsdato.

INSTRUMENTER OG TILBEHØR:

Instrumenter og tilbehør er dækket af en 1 år begrænset garanti.

GENERELT:

Kunden skal underrette Unisense Environment A/S om enhver fejl, der opstår i garantiperioden, senest fem (5) forretningsdage efter opdagelse af fejlen.

Produkter under garanti vil blive repareret eller udskiftet efter vurdering fra

Unisense Environment A/S. Den begrænsede garanti dækker ikke reparationer eller udskiftninger på fejl eller skader forårsaget af uheld, forkert brug, manglende vedligehold, uautoriseret reparation eller modifikation af produktet.

Under ingen omstændigheder vil Unisense Environment A / S være ansvarlig for eventuelle direkte, indirekte, følgeskader eller tilfældige skader, herunder tabt fortjeneste eller for ethvert krav fra tredjepart, der skyldes brugen, brugsresultaterne eller manglende evne til at bruge dette produkt.

REKLAMATION:

Ved reklamation skal kunden kontakte Unisense Environment A/S for en eventuel returgodkendelse og derefter returnere varen til Unisense Environment A/S til inspektion i den originale indpakning i overensstemmelse med emballageinstruktionerne. Yderligere instruktioner findes i General Terms of Sale and Delivery of Unisense Environment A/S.

TILLYKKE MED DIT NYE PRODUKT

SERVICE, BESTILLING, OG KONTAKTINFORMATION

Hvis du ønsker at bestille yderligere produkter eller hvis du oplever problemer og har brug for videnskabelig eller teknisk assistance, er du meget velkommen til at kontakte vores salgs- og serviceteam. Vi vil svare på din henvendelse inden for én arbejdsdag.

E-mail: sales@unisense.com

Unisense Environment A/S
Tueager 1, DK-8200 Aarhus N, Denmark
Tel: +45 8944 9500
Fax: +45 8944 9549

Yderligere dokumentation og information er tilgængelig på vores hjemmeside: www.unisense-environment.com

Note: Hvis du finder fejl i denne manual eller har foreslag til forbedringer er du velkommen til at kontakte os på sales@unisense.com

OVERSIGT

Unisense Environments N₂O Wastewater Sensor er lavet til at måle lattergaskoncentrationer direkte i spildevandet, hvor den kan monitorere lattergaskoncentrationer online 24/7 og beregne lattergasemissionen. Sensoren har en responstid på 45 sekunder og leverer et temperaturkompenseret output. N₂O Wastewater Sensoren kan måle N₂O både i væske- og gasfasen.

Lattergas er et naturligt mellemprodukt under den biologiske rensning af kvælstof, og N₂O Wastewater Systemet er et nyttigt redskab til at forstå de biologiske processer, som foregår under kvælstofrensning. Lattergas er en drivhusgas, som er ca. 300 gange så kraftig som CO₂. Lattergasemissionsraterne kan bruges til at styre spildevandets kvælstofrensning således, at lattergasemissionen og renseanlæggets klimaaftryk holdes på et minimum.

N₂O Wastewater Systemet består af en N₂O Wastewater Controller og 1-2 N₂O Wastewater Sensorer. N₂O Wastewater Controlleren bruges til kalibreringen og temperaturkompenseringen af lattergasmålingerne, samt til beregning af lattergasemissionsraten. N₂O Wastewater Controlleren kommer med et 4-20mA output, som kan forbindes direkte, eller ved brug af Profibus, til renseanlæggets styresystem. Lattergasmålingerne kan også downloades på et USB-stik og aflæses på en computer ved brug af PCA3000 Evaluerings Software.

N₂O Wastewater Sensorerne består af tre dele: Head, Body, og Housing, som skal være fuldstændigt nedsænket i spildevandet. Sensor Body indeholder en signalforstærker og en temperatursensor og kommer som standard med 5m kabel, som kan forlænges til en total længde på maksimum 100m. Sensor Body og Housing er lavet af robust overfladebehandlet aluminium. Sensor Housing beskytter Sensor Head, som er en meget sensitiv N₂O Wastewater Sensor med en detektionsgrænse på <0.005 mg N-N₂O pr. liter.

N₂O Wastewater Controlleren kan med fordel hænges op et relevant sted på renseanlægget ved brug af Unisense Environments rustfrie ophæng,

som består af et Pipe Montage Kit og en Weather Protection Canopy.

UNISENSE N₂O WASTEWATER SYSTEMET BESTÅR AF FØLGENDE ELEMENTER:

- N₂O Wastewater Sensor
 - N₂O Wastewater Sensor Body
 - Temperatur sensor
 - 5m kabel på sensor med kædeophæng
 - N₂O Sensor forstærker
 - N₂O Wastewater Sensor Housing
 - N₂O Wastewater Sensor Head
- N₂O Wastewater Controller
- N₂O Calibration kit

Ekstra udstyr:

- Ekstra kabel længde (op til total 100 m)
- Pipe mounting kit, rustfrit stål
- Weather protection canopy, rustfrit stål
- Profibus card
- Datalogger Software

PCA3000 Evaluerings Software minimum krav:

- Notebook or desktop PC
- Microsoft Windows 7 or higher

ERSTATNING AF SENSORER

Unisense Environment erstatter sensorer, der er blevet beskadiget under forsendelsen, forudsat at:

- Sensorerne blev testet straks ved modtagelse i overensstemmelse med leveringsbetingelserne og manualen.
- Sensorerne returneres til Unisense Environment til inspektion inden for to uger.
- Sensorerne er korrekt pakket under returforsendelsen til Unisense Environment i overensstemmelse emballageinstruktionerne (kontakt sales@unisense.com).

En standard N₂O Wastewater Sensor fungerer korrekt (ved stuetemperatur) hvis:

- Basisværdierne efter mere end 12 timers polarisering ligger under 4%
- Hvis hældningen (slopen) efter kalibreringen er større end 15%
- Har en respondstid (t_{90}) på <45 sekunder

Specifikationerne kan variere noget, hvis temperaturen er betydeligt anderledes end stuetemperaturen. N₂O Wastewater Sensorerne er håndlavede, og man må derfor forvente vis en variation imellem sensorerne.

KOM GODT I GANG

OPHÆNG OG TILSLUTNING AF N₂O WASTEWATER SENSOR OG CONTROLLER

1. Find den rette placering til sensor og controller, og hæng dem forsvarligt op evt. ved brug af Pipe Mounting Kit og Weather Protection Canopy. Det anbefales at ledningen på lattergassensoren støttes af en stabil kæde, der kan monteres på sensorledningens kædeophæng.
2. Hvis N₂O-koncentrationen og N₂O-emissionsraterne skal registreres på anlæggets SRO-system, skal der trækkes de korrekte ledninger til og fra kontrolboksen og SRO-anlægget (se Appendix 4).
3. Tilslut 1 eller 2 sensorer til controlleren
4. Tilslut controlleren til en strømforsyning. Sensormålingerne bliver gemt i controlleren så snart sensoren er tilsluttet en tændt controller.
5. Lad sensorerne polarisere i luft i 4 timer, gerne natten over, til dens basislinie ligger på et stabilt, lavt niveau på under 4% (se %-værdierne på controlleren).

KALIBRERING AF SENSOR

- Kalibreringen skal foregå ved samme temperatur (+/- 3 grader), som det spildevand sensoren placeres i.
- Sensoren kalibreres ved brug af Unisense Environments N₂O kalibreringskit eller lignende udstyr. Kalibreringstemperaturen skal måles med et termo-meter – brug ikke sensorens temperaturmåling - og indtastes i controlleren (se Appendix 2)
- Kontroller om sensorsignalet er som angivet i manualen i afsnit 'Erstatning af Sensorer'

- Placer sensoren i spildevandet
- Samme procedure gentages for sensor 2
- En sensor skal som minimum kalibreres hver 2. måned

LATTERGASEMISSIONSRATER

Lattergasemissionen kan beregnes ud fra N₂O Wastewater Controllerens formler, hvis der er tilsluttet en sensor, og controlleren kender beluftningsraten i den tank, som sensoren er placeret i. Lattergasemissionen beregnes på følgende måde:

1. Tilslut flowmåleren til controlleren og sæt Aeration på ON ved at følge tilslutningsskemaet (se Appendiks 4)
2. Kontroller at sensoren er tilsluttet og måler korrekt
3. Log ind i kontrolboksen som Operator (kode 1234)
4. Under User Level skal følgende værdier sættes ind:
 - **k_La₂₀** værdien beregnet for gennemsnits beluftningsraten (formel 1.4 i Appendiks 6)
 - **Aerated tank volume (m³):** dvs. volumen (arealet x vandhøjden) over bundbeluftningen.
 - **Aeration fieldsize (m²):** dvs. arealet hvor bundbeluftningen finder sted. Arealet udenfor bundbeluftningen inkluderes ikke.

DOWNLOAD AF DATA FRA N₂O WASTEWATER CONTROLLEREN

- **SRO-systemet:** Er sensor-outputtet koblet til renseanlæggets SRO-system, kan de kalibrerede N₂O-koncentrationer hentes fra SRO-systemet.

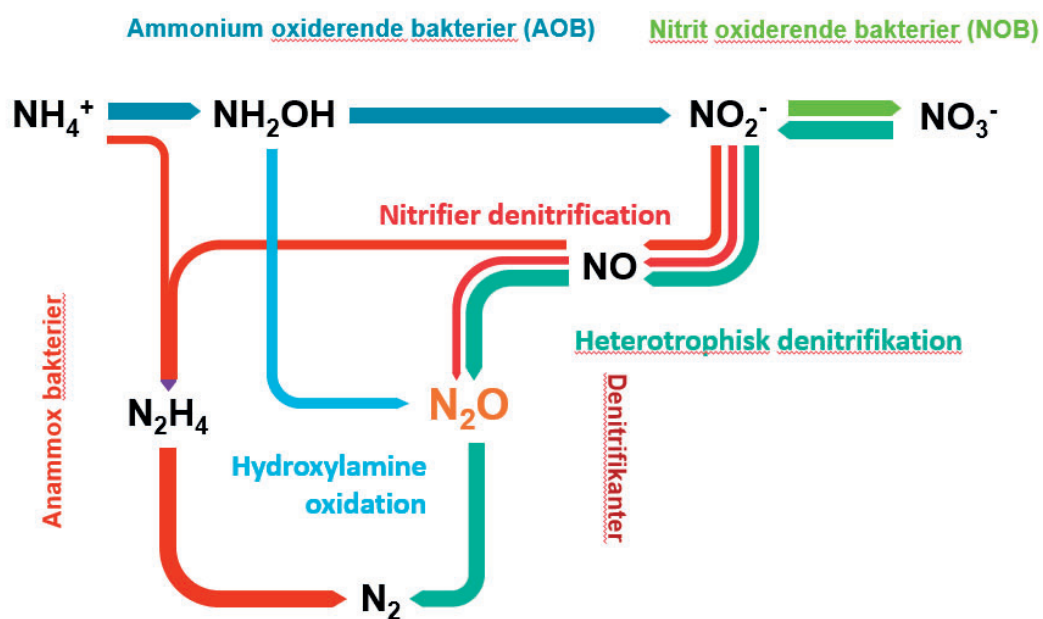
Er et Profibus-kort installeret i N₂O Wastewater Controlleren, kan de kalibrerede lattergasværdier, temperaturen og sensorens rådata (%-værdierne) vises på SRO systemet og downloades derfra.

- **USB-port:** N₂O-koncentrationerne kan downloades på et USB-stik ved brug af USB-porten på controlleren. Lattegas-koncentrationen kan aflæses på computeren ved brug af PCA3000 Evaluerings Software.

BAGGRUND

LATTERGASPRODUKTION I SPILDEVAND

Lattergas dannes under den biologiske fjernelse af kvælstof. Den kan dannes under nitrifikationen af de ammonium oxiderende bakterier ved hydroxylamin oxidation og ved en nitrifikation denitrifikation. Der kan også dannes lattergas under denitrifikationen.



Mikrobielle processer i spildevandet som kan danne lattergas

Det kan variere fra anlæg til anlæg hvor meget lattergas der undslipper fra spildevandet. Erfaringer fra forsøg i laboratoriet og fra målinger i fulde spildevandsanlæg viser, at der typisk forekommer øget lattergasemission, når én eller flere af følgende forhold er gældende:

- **Lave iltkoncentrationer under nitrifikationen**
 - Typisk under 0.5 mg/L
- **Lav COD/N ratio ved denitrifikationen**
 - Typisk under 3.5 til 4
- **chok-tilførsel af NH_4^+**

- Rejektvands pulse
- **NO₂- akkumulering under nitrifikationen**
 - Pga. ukomplet nitrifikation
- **Der er ilt tilstede under denitrifikationen**
 - Typisk over 0.05 mg/L
- **Kort slamalder**
 - Komplekst COD, bliver ikke brugt
- **Lav temperatur**
 - Raterne på de mikrobielle processer er lave

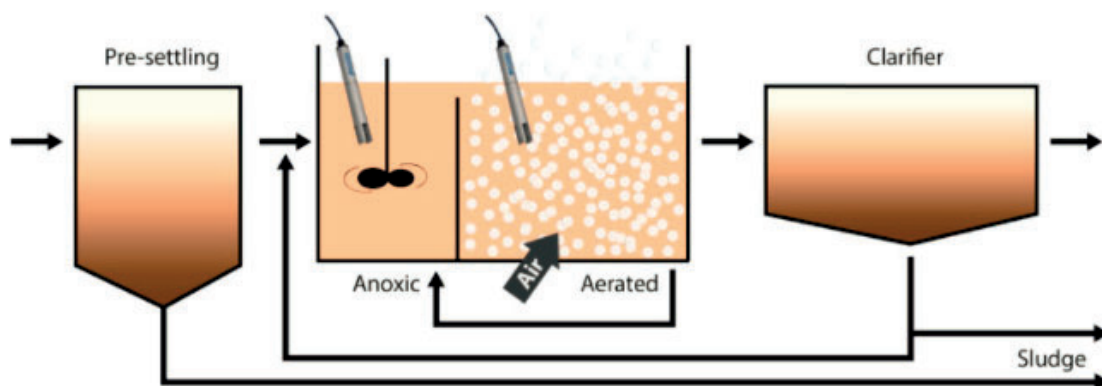
PLACERING AF N₂O WASTEWATER SENSOREN I RENSEANLÆG

Den bedste placering af N₂O Wastewater Sensoren i det aktive slamanlæg afhænger af, hvilken type rensesanlæg man har, og om systemet har bundbeluftning eller overfladebeluftning. Der findes ikke nogle faste regler for, hvor det er bedst at placere sensoren, men i det følgende gives nogle anbefalinger:

Alternierende: I et Alternierende spildevandsanlæg bliver spildevandet typisk løbende tilført flere bassiner, som er forbundet. I de oftest cylinderformede anlæg finder iltningen og den ikke iltende periode sted i samme bassin. Typisk vil man placere én sensor i hvert bassin.

Recirkulationsanlæg: I et recirkulationsanlæg er den iltede nitrifikationstank separeret fra denitrifikations processen. Her vil man typisk placere én sensor i hver af de to processtanke f. eks. én sensor ved udløbet af den anoxiske del af tanken og én sensor lige før indløbet af beluftningstanken.

Rejektvandsprocessen: Rejektvandet fra slamafvandingen, indeholder



Et eksempel på et recirkulationsanlæg

typisk høje koncentrationer af ammonium og har et lavt COD-indhold. Kvælstoffen fjernes primært ved anaerob ammonium oxidation (AnAmmOx processes) også kaldt deammonifikationsprocessen. I rejektvandstanke bliver spildevandet beluftet med en svag ilttilførsel, således at ca. halvdelen af ammoniumen oxideres til nitrit, og den anden halvdel bruges sammen med nitrit til anammoxprocessen. Herefter kan

AnAmmOx bakterierne omdanne nitrit og ammonium til frit kvælstof. I disse anlæg vil man typisk placere én sensor i hver rejektivandsbeholder. Rejektivandsbeholdere kan indeholde flere meter spildevand. N₂O Wastewater Sensoren kan modstå et tryk fra ca. 10m vand.

Bundbeluftning: I et anlæg med bundbeluftning i dele af basinerne, vil man typisk placere sensoren, lige inden den når bundbeluftningsarealet eller lige over bundbeluftningen. Hvis man har to sensorer, kan man



Rensning af N₂O Wastewater Sensoren på toppen af rejektivandsbeholderen på VandCenterSyd, Odense

placere én før bundbeluftningen og én efter.

Overfladebeluftning: I anlæg med overfladebeluftning vil det være hensigtsmæssigt, at placere sensoren lige inden overfladebeluftningen starter. En evt. sensor nummer to kan placeres i den del af anlægget, som ikke bliver berørt af lufttilførslen.

N₂O WASTEWATER SENSOR

OPHÆNG AF N₂O WASTEWATER SENSOR

N₂O Wastewater Systemet er beregnet til at måle lattergas udendørs direkte i spildevandet i alt slags vejr.

N₂O Wastewater Sensoren skal placeres således, at hele sensoren er helt dækket med vand. Det anbefales at støtte sensorens ledning ved at montere en kæde langs med sensorledningen, og montere den på kabelafasteren som følger med på sensorledningen. Sensoren skal placeres på en sådan måde, at den ikke kan slå ind mod en væg eller andet hårdt, som kan ødelægge sensoren.



Løsning på ophæng af N₂O Wastewater Sensoren i spildevand

ADVARSEL: Spænd IKKE skruer eller anden form for metal direkte ind på N₂O Wastewater Sensoren, da dette kan ødelægge aluminiummets overfladebeskyttelse (alukseringen).

TILSLUTNING OG PRÆPOLARISERING AF N₂O WASTEWATER SENSOREN

Når sensoren tilsluttes N₂O Wastewater Controlleren, bliver sensoren automatisk præpolariseret i 15-20 minutter. Efter ca. 15 minutter ses overgangen fra præpolarisering til polariseringen, ved at signalet falder stejlt til negative værdier, hvorfra det hurtigt kommer op igen og herefter falder konstant til et stabilt, lavt niveau. Vent til signalet er stabilt. Ved nye sensorer kan dette tage op til 12 timer. Hvis signalet ikke bliver stabilt eller ligger for højt, se da afsnit for 'Fejlfinding' eller kontakt sales@unisense.com

Under præpolariseringen og polariseringen må sensoren gerne være placeret i luft (den behøver ikke være placeret i spildevandet).

Unisense Environment anbefaler, at sensoren sættes til polarisering natten over inden den første kalibrering. Lad sensoren være polariseret, også hvis den ikke bruges, medmindre der går flere dage imellem målingerne.

NOTE:

Hvis sensoren driver efter en kalibrering er det ofte pga. manglende tid til præpolarisering

Foretag en zero-point calibration.

N₂O WASTEWATER SENSORENS OPBYGNING

Sensoren består af tre dele: Head, Body og Housing. Sensor Body indeholder sensorens elektronik og sørger for, at sensoren automatisk bliver polariseret, så snart den tilsluttes en tændt N₂O Wastewater Controller. Sensor Body indeholder også en temperatursensor, som er placeret midt i Sensor Body. Sensor Body og Housing er lavet af et robust aluminium som har fået en aluminiumslegering (aluksering), som beskytter sensoren imod tæring.



N₂O Wastewater Sensorens 3 dele: Head, Body og Housing

Sensor Head er en Clark-type sensor med intern reference, en katode og en bagstopper. Sensoren er desuden omgivet af et ydre sensorkammer, som indeholder et iltreducerende medium, der fjerner ilten således, at ilt ikke interfererer med lattergasmålingerne. Sensor Head skal tilsluttes Sensor Body, som sørger for at katoden i Sensor Head bliver polariseret imod dens interne reference. Dette sker automatisk, når sensoren tilsluttes controlleren. Den interne bagstopper bliver også polariseret, hvorved den tømmer sensorens elektrolyt for ilt, og derved minimeres nulstrømmen og sensorens polariseringstid.

Sensoren virker ved, at lattergassens partialtryk fører lattergassen fra det miljø sensoren befinder sig i (væske eller gas), igennem membranen i spidsen af sensoren. Inde i sensoren bliver lattergassen reduceret på katodens metaloverflade, hvilket danner en strøm. Sensor Body omdanner lattergassens reaktion med katoden til et signal, som bliver registreret af controlleren.

KALIBRERING

Kalibreringen af sensoren kan udføres ved brug af N₂O kalibreringskit eller lignende udstyr.



N₂O Kalibreringskit, som bruges til en 2-punkts kalibrering af N₂O Wastewater sensoren

Appendiks 2 viser i detaljer, hvordan sensoren kalibreres.

Kalibreringen skal foregå, efter sensorsignalet har stabiliseret sig. Lattergas reagerer lineært ved lattergaskoncentrationen fra 0 til 1.5 mg N-N₂O/L (for en standard N₂O Wastewater Sensor). En standardsensor kan derfor kalibreres ved en 2-punkts kalibrering typisk målt ved 0 mg N-N₂O/L og ved 1.5 mg N-N₂O/L, som er lidt over den forventede maksimale lattergaskoncentration sensoren må udsættes for.

Unisense Environment tilbyder en standard N₂O Wastewater Sensor, en N₂O Wastewater Low Range Sensor og forskellige N₂O Wastewater High Range Sensorer. De forskellige sensorvarianter kan måle i følgende koncentrationer:

1. E-N₂O-Head (standard): 0-1.5 mg N-N₂O/L
2. E-N₂O-Head LR (bruges typisk til gas målinger): 0 – 0.56 mg N-N₂O/L
3. E-N₂O-Head HR:
 - Option 1: 0 – 9 mg N-N₂O/L
 - Option 2: 0 – 110 mg N-N₂O/L
 - Option 3: 0 – 800 mg N-N₂O/L

For yderligere information om sensorens specifikationer og måleområder se Appendix 1

For alternative N₂O-koncentrationsmaksima kontakt sales@unisense.com

En N₂O Wastewater Sensor må ikke placeres i en lattergaskoncentration, som er højere end den maksimale koncentration, sensoren er lavet til. Sensoren kan nemlig overmættes med lattergas, og det kan herefter tage lang tid før sensorsignalet kommer ned på en tilfredstillende 0-værdi.

ADVARSEL:

Placer ikke N₂O Wastewater standardsensoren i en lattergaskoncentration på mere end 2.0 mg N-N₂O/L, da dette kan skade sensoren. Den maksimale kalibreringskoncentration for ikke standard N₂O Wastewater Sensorer findes i Appendix 1.

Unisense Environnement anbefaler at kalibrere sensoren minimum hveranden måned, da sensormembranens permabilitet overfor lattergas ændrer sig over tid, hvorved der kan ske forskydelse af signalet.

UDSKIFT AF N₂O WASTEWATER SENSOR HEAD

Unisense Environment garanterer en levetid på Sensor Head på 4 måneder, men den typiske levetid er på mere end 6 måneder. Vi anbefaler derfor at skifte sensorhovedet hver 6. måned. I Appendix 5 ses hvordan, Sensor Head skal skiftes.

INTERFERENCE

Undgå at eksponere sensoren for høje sulfidkoncentrationer, da dette kan influere sensorens følsomhed.

Ligeledes kan Nitric oxid (NO) interfererer med sensorens signal, men kun i specialtilfælde under forskningsforsøg. Hvis du mistænker sensoren for at være i stykker, så gentag kalibreringen og se under 'Fejlfinding'.

TEMPERATURSENSOR

Lattergaskoncentrationen er afhængig af temperaturen, og det er derfor vigtigt, at lattergaskoncentrationsmålingerne bliver temperaturkorrigeret. N₂O Wastewater Sensoren har indbygget en temperatursensor, som er placeret midt i Sensor Body. Temperatursensoren er beskyttet af aluminiumshuset og skal være placeret i prøven i noget tid, inden den korrekte temperatur kan aflæses. Temperatursensoren er fabrikskalibreret og skal derfor ikke yderligere kalibreres.

Under lattergasmålingerne er det vigtigt at hele sensoren (både Sensor Head og Sensor Body), er helt dækket af vand (luft for målinger i luft).

Yderligere information om hvordan lattergaskoncentrationerne temperaturkompenseres, kan læses i afsnittet N₂O-koncentration og temperaturkompensering.



Temperatursensoren er placeret ca. midt i Sensor Body

N₂O WASTEWATER CONTROLLER

N₂O Wastewater Controlleren kan hænge udenfor, i nærheden af hvor N₂O Wastewater Sensoren skal placeres, og hvor der er adgang til strøm. Controlleren kan med fordel hænges op med Pipe mounting kit (E-PIPE MONT KIT) og Weather protection canopy (E-WEATH PROT CAN).



Ophæng af N₂O Wastewater Controlleren ved brug af Pipe mounting kit og Weather protection canopy

Controlleren bruges til at logge målinger fra sensorerne. Det er her sensorerne kalibreres og testes, og hvor målingerne bliver gemt. Det er muligt at sende N₂O-koncentrationsmålingerne videre til et SRO-system ved brug af et 4-20 mA output direkte eller via et Profibus kort (skal bestilles ekstra og monteres i kontrolboksen inden levering). Data kan også downloades via controllerens USB-port og aflæses på computeren ved brug af PCA3000 Software. Er der tilsluttet en beluftsningmåler til controlleren, kan N₂O-emissionsraterne beregnes direkte ved brug af controllerens indkodede emissionsformler (se også Appendix 6).

I det følgende vil de vigtigste funktioner i N₂O Wastewater Controlleren blive beskrevet.

TILSLUTNINGER

Strømforsyning: N₂O Wastewater Controlleren skal tilsluttes en strømforsyning (AC 110 til 240 V + 10/15%, 48 til 63 Hz), hvorved den tændes automatisk. Ledningen til strømforsyningen sidder på venstre side af controlleren.

Tilslutning af sensorerne: N₂O Wastewater Sensorerne tilsluttes controllerens sensorkanaler, som sidder i den øverste række på venstre side (se foto). Stikket til sensor 1 sidder til venstre og stikket for sensor 2 sidder til højre.

USB-port: Controllerens USB-port sidder længst til højre.

NOTE:

For yderligere information se N₂O Wastewater Controller Manual som findes på www.unisense-environment.com



Placeringen af strømforsyningen og tilslutning til N₂O Wastewater Sensor 1

Ekstra tilslutninger: I Appendix 4 ses en detaljeret oversigt over controllerens tilslutningsmuligheder.



USB-porten sidder til højre på N₂O Wastewater Controlleren. USB-porten skal være tildækket når den ikke bruges.

I/O-tilslutning: Her er det muligt at tilslutte et tænd og sluk relæ input fra SRO-systemet, således beluftningsmålingerne tændes og slukkes. Hvis luftflowmålingen skal være tændt hele tiden, er det muligt lave en lus (kortslutning) imellem 12 og 13 eller imellem 14 og 15 i controllerens tilslutningskanaler (se Appendix 4).

Output (4-20 mA): Lattergaskoncentrationsmålinger og lattergasemissionsraterne kan eksporteres direkte fra controlleren til et SRO-system med et 4-20 mA output eller over et Profibus kort, som kan installeres i controlleren. For yderligere information om controllerens output-muligheder se Appendix 4.

PROFIBUS

Alternativt til et 4-20 mA output, er det muligt at få installeret et Profibus-kort, som er designet til at kommunikere mellem et centralt SRO-system og N₂O Wastewater Controlleren.

Hvis jeres SRO-system virker som Master for eksterne apparater, er det muligt at installere et Profibus i controlleren, så den bliver en del af SRO-bussen. Herved kan controllerens data ses i SRO-systemet sammen med målinger fra andre instrumenter.

For at aktivere kommunikationen mellem Profibus-kort på controlleren og PLC-systemet, skal der anvendes en GSD-fil (device base data), som leveres sammen med Profibus-kortet. Der medfølger 3 GSD-filer, som skal bruges afhængigt af, om der er én eller to sensorer tilsluttet controlleren og ved én sensor, om den er tilsluttet kanal 1 eller 2.

Den typiske GSD-konfigurering ved brug af 2 sensorer er:

N₂O Conc. Sensor 1 "Analog/Math/Result Math 1"

N₂O Conc. Sensor 2 "Analog/Math/Result Math 2"

Temperature Sensor 1 "Analog/Analoginp./Temp 1"

Temperature Sensor 2 "Analog/Analoginp./Temp 2"

N₂O Emission Sensor 1 "Analog/Math/Result Math 3"

N₂O Emission Sensor 2 "Analog/Math/Result Math 4"

Kontakt sales@unisense.com for yderligere information.

NOTE:

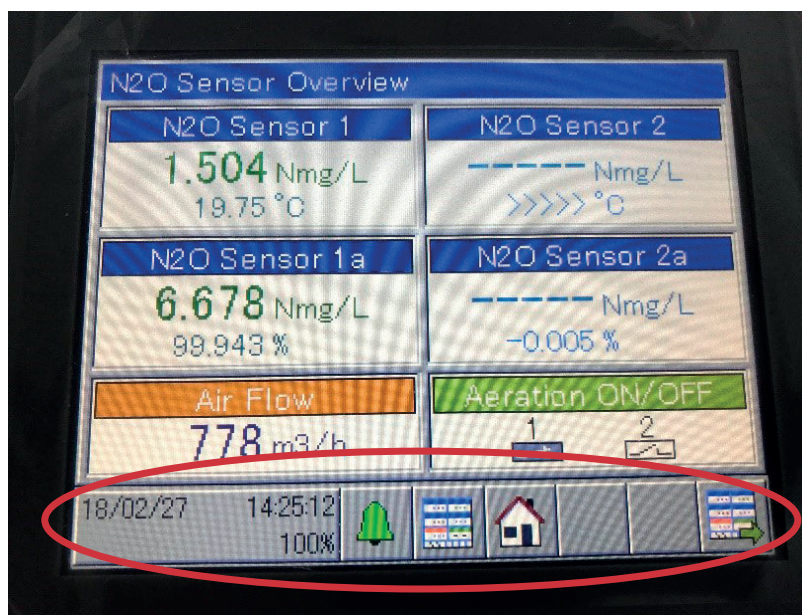
Et profibus-kort kan også eftermonteres og vi hjælper gerne med opsætningen. Kontakt sales@unisense.com for yderligere information

OVERSIGTSVINDUET

N₂O Wastewater Controllerens skærm er en touchskærm, og al navigation sker herpå.

Oversigtsvinduet er det første vindue, som kommer frem når controlleren tændes. Oversigtsvinduerne er delt i to halvdele, hvor den venstre side henviser til målingerne foretaget med sensoren, som er placeret på kanal 1, og på højre side henvises til målinger foretaget af sensoren placeret på kanal 2. Den nederste bar er permanent og ses på alle oversigts visninger.

Tid og dato: Yderst til venstre ses dato og tid. Procentvisninger angiver hvor meget data-hukommelse, der er brugt. Ved 100%, bliver de første data smidt ud og nye tilføjes (first in, first out princip).



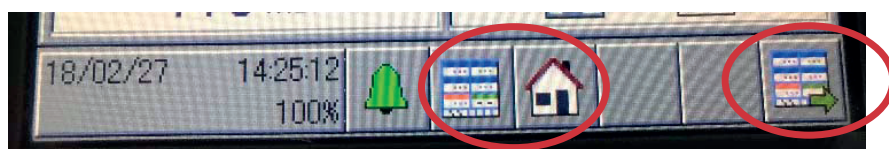
N₂O Wastewater Controllerens oversigtsvindue for N₂O Wastewater sensorerne og luftflowet

For at stille på tid og dato, trykker man på feltet, hvorved man kommer ind i Device menu. Her logger man ind som Operator (kode 1234), og kan derefter justere via Operator/Parameterization/Date and time.

Klokken: Viser mulige alarmsætninger

Skærmikonerne og Home: Hjælper med at navigere igennem oversigtsvinduerne.

N₂O Sensor 1/N₂O Sensor 2: Disse viser de kalibrerede lattergaskoncentrationer i mg N₂O-N/L, baseret på den seneste kalibrering, der er



lavet. Koncentrationerne er temperaturkompenserede efter den simple temperaturkompensering i Appendix 3. For yderligere information se afsnit 'N₂O-koncentration og temperaturkompensering'. Sensorens temperaturmåling ses også i 'N₂O Sensor 1/N₂O Sensor 2'-vinduet.

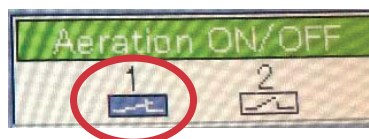
N₂O Sensor 1a/ N₂O Sensor 2a: Her vises den kalibrerede lattergaskoncentration i mg N₂O-N/L, hvor temperaturkompenseringen er baseret

på den avancerede temperaturkompensering i Appendix 3. Typisk bruger man den mere avancerede temperaturkompensering, når der forventes store temperatursvingninger (mere end 3 grader °C) indenfor 2 kalibreringer.

Procentmålingen er sensorens råværdi og er baseret på, at sensorsignalet har et mA input imellem 0-20 mA, hvor sensorens minimumsignal er 0% ved 0 mA og 100% ved 20mA. For en standard N₂O Wastewater Sensor vil en måling på 1.5 mg N₂O-N/L svare til et råsignal på ca. 20-50%, afhængigt af sensoren og temperaturen.

Airflow (m³/h): Airflow kan aflæses her, når der er en beluftningsmåler tilsluttet N₂O Wastewater Controlleren – se også Appendix 4.

Aeration ON/OFF Her ses om luftflowet er tændt eller slukket. Når kassen er mørk, er luftflowet tændt og målingerne registreres af N₂O Wastewater Controlleren.



Den mørke box, angiver at luftflowmåleren er tændt for N₂O Wastewater Sensor 1.

N₂O-KALIBRERING

For at kalibrere N₂O Wastewater Sensoren, skal man logge ind som Operator (kode 1234) i Device Menu.

Gå ind i Calibration og vælg den sensor som skal kalibreres. De vigtigste muligheder i Calibration er følgende:

Two-point calibration: Sensoren kalibreres ved brug af en 2-punkts kalibrering. Dette er muligt da sensorsignalet reagerer lineært med N₂O-koncentrationen. En nærmere beskrivelse af hvordan en N₂O Wastewater Sensor kalibreres, ses i Appendix 2

Zero-point calibration: En 0-kalibrering kan anvendes hvis basislinien er rykket under 0. Placer sensoren i vand eller luft uden N₂O og med den samme temperatur som i vandet. Lad sensoren stabilisere sig, hvorefter der trykkes OK og 0 mg N₂O-N/L tastes ind i vinduet. Vælg OK og 0-kalibreringen gennemføres. Hældningen fra den forrige kalibrering bevares.

Calibration logbook: Her gemmes alle kalibreringer ved at notere 0-punktet og hældning. Logbogen kan bruges til at følge en sensors ydeevne over tid. En sensor som nærmer sig dens maksimale levealder, vil ofte give en anderledes kalibrerings-hældning end en frisk sensor.

N₂O-KONCENTRATION OG TEMPERATURKOMPENSERING

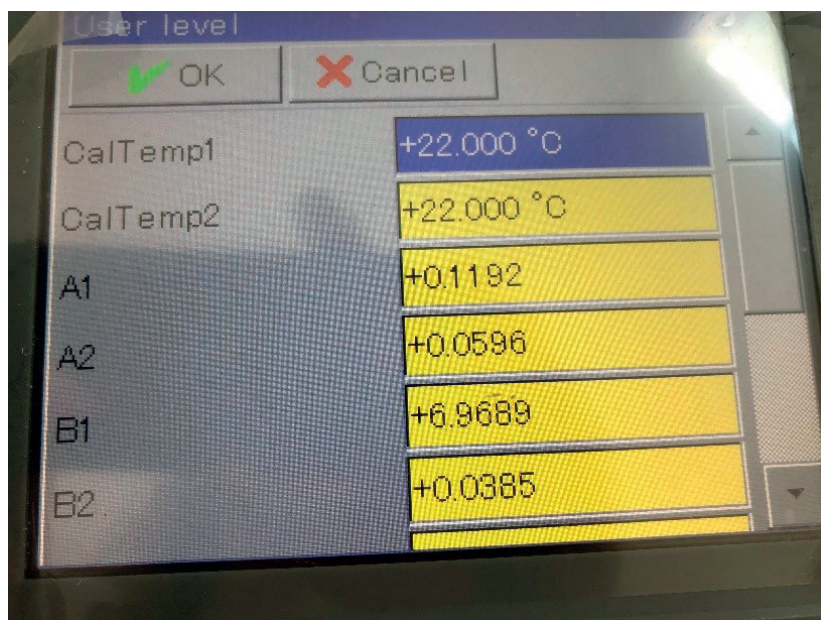
Sensorsignalet er afhængigt af spildevandets temperatur (T_{process}), og skal derfor justeres for temperaturændringer i forhold til den temperatur, sensoren bliver kalibreret ved ($T_{\text{calibration}}$). N₂O Wastewater Controlleren har to muligheder for at rette sensorens koncentrationsmålinger for temperaturen; **a.** en simpel temperaturkompensering og **b.** en avanceret temperaturkompensering.

Den simple temperaturkompensering bruges når forskellen mellem spildevandstemperaturen og kalibreringstemperaturen er mellem -3°C og +3°C.

Kalibreringstemperaturen tastes ind i controlleren på følgende måde: Log ind som Operator (kode 1234)

Under User Level angives i CalTemp1 den temperatur, sensor 1 er kalibreret ved, og for CalTemp2, den temperatur sensor 2 er kalibreret

ved. Brug et eksternt termometer – ikke sensorens termometer til måling af $T_{\text{calibration}}$. For yderligere information om temperaturkompenseringen se Appendix 3



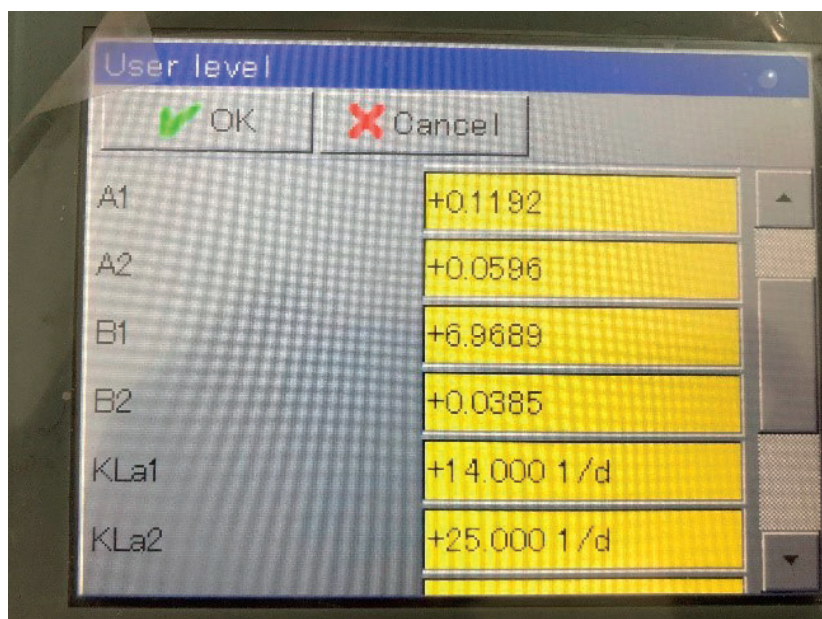
Kalibreringstemperaturen skal tastes ind i User Level

Ved temperatursvingninger på mere end ± 3 °C mellem to kalibreringsperioder kan en avanceret, manuel temperaturkompensering anvendes. For hver sensor foretages flere kalibreringer ved forskellige temperaturer, der fittes til 4 sensorspecifikke parametre A1, A2, B1 og B2.

Den avancerede temperaturkompensering skal gentages for hver sensor. Værdierne A1, A2, B1 og B2 sættes ind i User Level.

NOTE:

For yderligere information vedrørende den avancerede temperaturkompensering se Appendix 3. Denne mulighed er ikke tiltænkt normal anvendelse af N₂O Wastewater Systemet, men bruges af forskere i laboratoriet og på pilotanlæg.



Skærbilledet for den avancerede temperaturkompensering, hvor værdierne A1, A2, B1 og B2 skal noteres

N₂O-EMISSIONSBEGNING

N₂O Wastewater Controlleren kan beregne og vise lattergasemissionsraterne i realtid. Controllerens N₂O-emissionsberegninger kan bruges i spildevandsanlæg med bundbeluftning, hvor videnskabelige undersøgelser har vist, at N₂O Wastewater Controlleren's lattergasemissionsberegninger på baggrund af lattergaskoncentrationsmålinger, stemmer overens med off-gas målinger (se fx. Baresel et al. 2016).

Det er også muligt at beregne lattergasemissionen i spildevand uden beluftning, f.eks. under denitrifikationen, ved at programmere lattergasemissionsformlerne ind i anlæggets SRO-system.

Lattergasemissionsberegningerne i N₂O Wastewater Controlleren, kan ikke bruges til spildevandsanlæg med overfladebeluftning. Kontakt sales@unisense.com for mere information.

Grundlaget for lattergasemissionsberegningerne findes i Appendix 6.

For at kunne beregne lattergasemissionen skal N₂O Wastewater Controlleren kende lattergaskoncentrationen, vandtemperaturen og beluftningsraten, i den tank N₂O Wastewater Sensoren er placeret.

Endvidere skal controlleren kende tankens k_La -værdi samt arealet og volumen over beluftskanalerne.

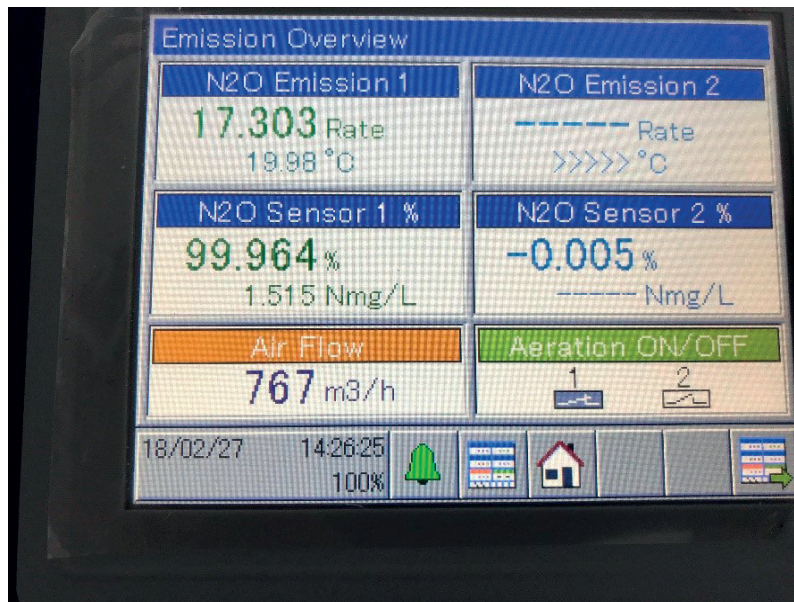
Information om beluftsrate kan komme direkte fra en luftmåler eller via anlæggets SRO-system, og installeres i controlleren via et 4-20 mA input (se Appendix 4 for installation). Controlleren kan håndtere én beluftsrate. Hvis belufts-raten er ens i de tanke hvor hhv. sensor 1 og sensor 2 er placeret, kan lattergasemissionen beregnes for begge sensorer ved brug af Aeration ON/OFF.

Er sensor 1 og sensor 2 placeret i spildevandstanke med forskellige belufts-rater, er det muligt at bestemme lattergasemissionen for begge sensorer ved at programmere emissionsformlerne (Appendix 6) direkte ind i renseanlæggets SRO-system.

Anlæggets k_La -værdi samt arealet og volumen over beluftskanalerne skal tages ind i controlleren i User Level – se afsnit 'Massetransportparameter ($k_{La_{N2O}}$)' for yderligere information.

N₂O-EMISSIONSOVERSIGT

Lattergasemissionsraten kan følges på emissionsoversigtsvinduet.



N2O Emission 1/N2O Emission 2: Her angives lattergasemissions-raterne (g N-N₂O m-3 d-1) baseret på lattergaskoncentrations-målingerne fra N₂O Wastewater Sensoren, sensorens temperaturmåling og air flowet samt forskellige input i User Level. Temperaturmålingen, som er brugt til beregningen, ses under N₂O-emissionsraten.

N2O Sensor 1 %/N2O Sensor 2 %: Angiver lattergaskoncentrationens råværdier i % i forhold til sensorens 0-20 mA input signal, hvor 100% svarer til 20mA. Med småt angives sensorens koncentrations-måling i mg N₂O-N/L.

Aeration ON/OFF: Her angives beluftningsraten (m3/h). Aeration symbolet skal være tændt (mørkt i farven) for at N₂O Wastewater Control-leren kan beregne lattergasemissionen.

Aeration kan sættes på ON på følgende måde:

1. Hvis målingerne altid skal afhænge af værdierne fra beluftningsmåleren, så sæt Aeration på ON ved at kortslutte kontak-

ten i N₂O Wastewater Controlleren (se afsnit 'Tilslutninger' for yderligere information)

2. Det er muligt at tænde og slukke beluftsinput centralt fra SRO-anlægget ved at tilslutte et ON/OFF-relæ til Controlleren.

Air Flow: Her angives online luftflow-målingerne (enhed: m³/h) når en belufts måler er koblet til controlleren ved brug af en 4-20 mA tilslutning.

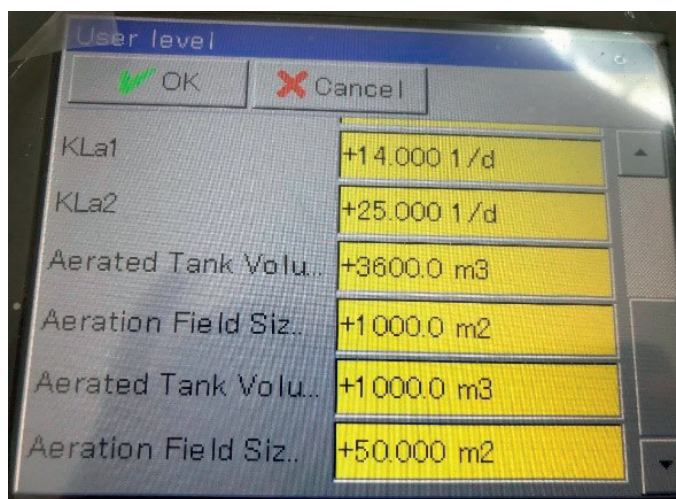
MASSETRANSPORTPARAMETER ($k_L a_{N_2O}$)

Massetransportparameteren for lattergas angiver, den tid det tager for lattergas at blive ført fra vand til luft. Massetransportraten afhænger bla. af beluftsrate, temperaturen og vandvolumen over bundbeluftsningen.

For at kunne beregne lattergasemissionen skal controlleren derfor have tilført følgende input:

- $k_L a$ værdien ved 20°C grader og den gennemsnitlige beluftsrate.
- Volumen (m³) af den beluftsede del af spildevands-anlægget. For bundbeluftsning er det vandvolumen over beluftskanalerne.
- Arealet (m²) af den beluftsede del af spildevands-anlægget, dvs. kun arealet hvor selve beluftsningen finder sted.

Se appendiks 6.



Værdierne til lattergasemissionsberegningerne indsættes under User Level

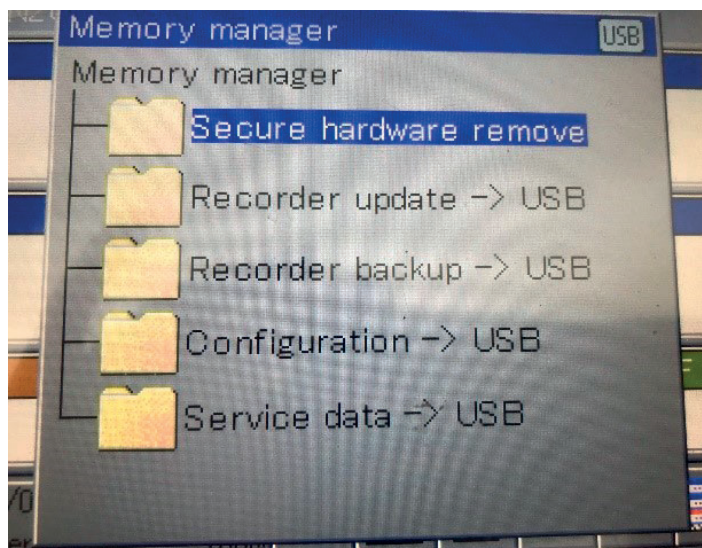
Værdierne indtastes på følgende måde:

3. Log ind som Operator (kode 1234)
4. Gå ind i User Level
5. Beregn k_{La} værdien ved 20°C og den gennemsnitlige beluftningsrate ved brug af formel 1.1. og 1.3 i Appendix 5, og indtast værdien i K_{La1} for N_2O Wastewater Sensoren placeret på kanal 1 og K_{La2} for N_2O Wastewater Sensoren placeret på kanal 2.
6. Indtast volumen i m^3 (arealet x vandhøjden) over bundbeluftningen (arealet udenfor bundbeluftningen skal ikke medregnes)
7. Indtast arealet m^2 for bundbeluftningen (arealet udenfor bundbeluftningen skal ikke medregnes).

DOWNLOAD AF DATA OG PCA3000 SOFTWARE

Alle N_2O -målinger og emissionsberegninger bliver gemt automatisk i N_2O Wastewater Controlleren. Der kan opbevares data for ca. 1 års kontinuerlig dataopsamling. Herefter overskives de første data, ved princippet first in first out (FIFO). De gemte data kan downloades på et USB-stik ved brug af controllerens USB-port.

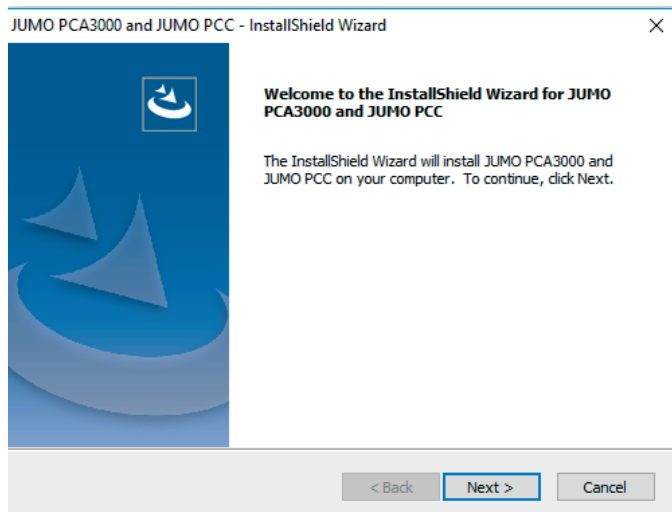
Download data fra N₂O Wastewater Controlleren: Inden USB-stikket sættes ind i controlleren, skal man være logget ind som Operator (kode 1234). Når USB-stikket er sat ind i controlleren, kan man vælge Recorder update, hvor kun de data downloades, som ikke tidligere er blevet downloadet, eller Recorder backup, hvor alle data gemt på N₂O Wastewater Controlleren downloades.



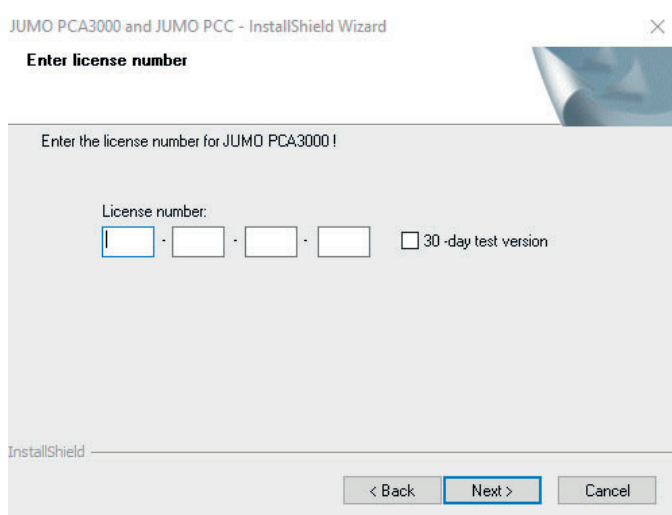
Skærbillede som kommer frem, når et USB-stik tilkobles N₂O Wastewater Controlleren

PCA3000 software: Målingerne som er downloadet fra N₂O Wastewater Controlleren kan læses på en computer ved at bruge PCA3000 software (skal bestilles separat). I det følgende beskrives kort nogle af de vigtigste funktioner for PCA3000 softwaren. For yderligere information findes PCA3000 softwaremanualen under Info i Softwareprogrammets menu.

Installation af PCA3000 software: Har I købt PCA3000 software kan det installeres ved at åbne installationsfilen. Sørg altid for at have den nyeste version af softwaren installeret på din computer. Du kan altid finde den nyeste version her: <http://www.jumo.co.uk/products/softwarebycategory.custom-html>



Tast dit licensnummer ind, hvorved programmet kan åbnes. Alternativt kan du frit teste programmet ved at markere 30-day test version.



Overfør data til PCA3000 software: Åben PCA3000 og vælg Archive\Read in data. Angiv hvilke data på USB-stikket, der skal overføres, og hvor disse data skal gemmes på computeren.

Read in data

Folder for data source

Folder for target archive

Archive change: Inactive

Data selection

	Start date	Start time	Stop date	Stop time	Designation	Target archive	Info text
☐	05-Dec-17	14:53:56	03-Aug-18	09:16:10	N2O WW System	N2O WW System.177	UE SW Version 1.77
☐	25-May-16	13:52:18	05-Dec-17	14:53:50	N2O WW System	N2O WW System.177	UE SW Version 1.77
☐	25-May-16	13:49:32	25-May-16	14:52:15	Name	N2O WW System.177	UE SW Version 1.77
☐	24-May-16	11:14:44	25-May-16	12:49:29	N2O WW System	N2O WW System.177	UE SW Version 1.77
☐	09-Mar-16	08:52:39	24-May-16	11:14:30	N2O WW System	N2O WW System.177	UE SW Version 1.77
☐	08-Mar-16	11:56:24	09-Mar-16	08:52:30	N2O WW System	N2O WW System.177	UE SW Version 1.77
☐	07-Mar-16	15:41:19	08-Mar-16	11:56:10	N2O WW System	N2O WW System.177	UE SW Version 1.77
☐	02-Mar-16	10:35:06	07-Mar-16	15:41:10	N2O WW System	N2O WW System.177	UE SW Version 1.77
☐	02-Mar-16	08:36:05	02-Mar-16	10:35:00	N2O WW System	N2O WW System.177	UE SW Version 1.77

☐ Automatically include data in evaluation
☐ Automatically remove read-in files from source data folder
☐ When called up by the quick start agent, the data is automatically read in

Print form

Read in Close

Åben en datafil: En PCA3000 fil åbnes under Archive. Når filen åbnes, kan man vælge enten at åbne lattergaskoncentrationsmålingerne eller emissionsratedata. Det er ikke muligt at åbne begge dele på samme tid. Alle målingerne vises på graf og i tabel under Analog. Det er muligt at zoom ind og ud fra grafen ved brug af zoom ikonerne.

Group selection for "N2O WW System"

Device groups PCA groups

No.	Designation	Channels
1	N2O Datalogger	4 Analog channels, 2 Digital channels
2	Emission Logger	3 Analog channels, 2 Digital channels

Analog channels;

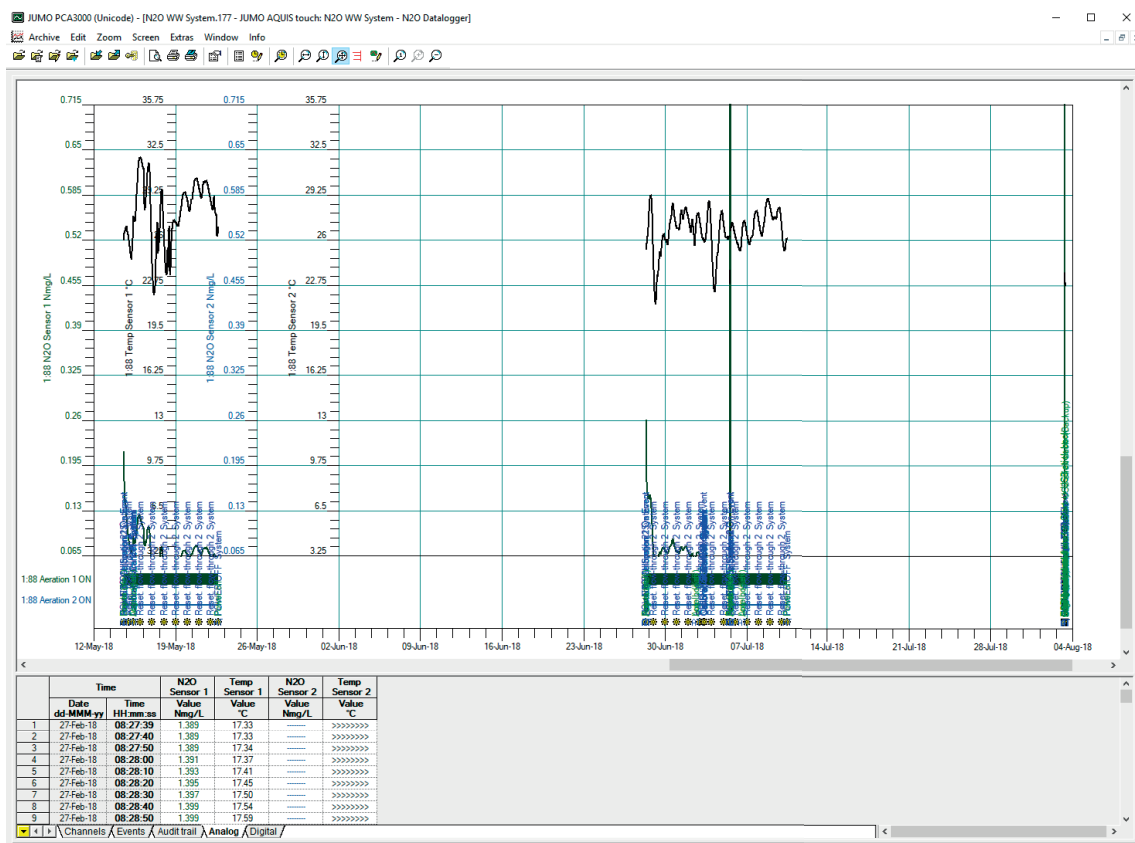
No.	Designation
1	Analog output math 1
2	Temperature input 1
3	Analog output math 2
4	Temperature input 2

Digital channels:

No.	Designation
1	Binary input 1
2	Binary input 2

Language: Language 1

Open Cancel



Eksport af data til textfil: Data gemt i PCA3000 softwaren kan eksporteres til en .txt fil til viderebehandling i f.eks. Excel. Åbn filen med de data, som ønskes overført på en textfil. lattergaskoncentrationerne og lattergasemissionsdata downloades til to separate .txt filer. Gå ind i Analog og marker de målinger, som skal eksporteres (dato og tid kommer automatisk med over), højreklik og eksporter data til .txt fil.

	Time		N2O Sensor 1	Temp Sensor 1	N2O Sensor 2	Temp Sensor 2
	Date dd-MMM-yy	Time HH:mm:ss	Value Nmg/L	Value °C	Value Nmg/L	Value °C
1	27-Feb-18	08:27:39	1.389	17.33	-----	>>>>>>>
2	27-Feb-18	08:27:40	1.389	17.33	-----	>>>>>>>
3	27-Feb-18	08:27:50	1.389	17.34	-----	>>>>>>>
4	27-Feb-18	08:28:00	1.391	17.37	-----	>>>>>>>
5	27-Feb-18	08:28:10	1.393	17.41	-----	>>>>>>>
6	27-Feb-18	08:28:20	1.395	17.45	-----	>>>>>>>
7	27-Feb-18	08:28:30	1.397	17.50	-----	>>>>>>>
8	27-Feb-18	08:28:40	1.399	17.54	-----	>>>>>>>
9	27-Feb-18	08:28:50	1.399	17.59	-----	>>>>>>>
10	27-Feb-18	08:29:00	1.395	17.63	-----	>>>>>>>
11	27-Feb-18	08:29:10	1.391	17.66	-----	>>>>>>>
12	27-Feb-18	08:29:20	1.389	17.70	-----	>>>>>>>
13	27-Feb-18	08:29:30	1.391	17.74	-----	>>>>>>>
14	27-Feb-18	08:29:40	1.398	17.77	-----	>>>>>>>
15	27-Feb-18	08:29:50	1.407	17.81	-----	>>>>>>>
16	27-Feb-18	08:30:00	1.412	17.84	-----	>>>>>>>
17	27-Feb-18	08:30:10	1.414	17.88	-----	>>>>>>>
18	27-Feb-18	08:30:20	1.416	17.91	-----	>>>>>>>
19	27-Feb-18	08:30:30	1.417	17.93	-----	>>>>>>>
20	27-Feb-18	08:30:40	1.418	17.96	-----	>>>>>>>
21	27-Feb-18	08:30:50	1.420	17.99	-----	>>>>>>>
22	27-Feb-18	08:31:00	1.421	18.02	-----	>>>>>>>
23	27-Feb-18	08:31:10	1.423	18.05	-----	>>>>>>>
24	27-Feb-18	08:31:20	1.424	18.08	-----	>>>>>>>
25	27-Feb-18	08:31:30	1.425	18.11	-----	>>>>>>>
26	27-Feb-18	08:31:40	1.426	18.13	-----	>>>>>>>
27	27-Feb-18	08:31:50	1.427	18.15	-----	>>>>>>>
28	27-Feb-18	08:32:00	1.429	18.18	-----	>>>>>>>
29	27-Feb-18	08:32:10	1.430	18.20	-----	>>>>>>>
30	27-Feb-18	08:32:20	1.431	18.23	-----	>>>>>>>
31	27-Feb-18	08:32:30	1.432	18.25	-----	>>>>>>>
32	27-Feb-18	08:32:40	1.433	18.27	-----	>>>>>>>
33	27-Feb-18	08:32:50	1.434	18.29	-----	>>>>>>>
34	27-Feb-18	08:33:00	1.435	18.32	-----	>>>>>>>
35	27-Feb-18	08:33:10	1.436	18.34	-----	>>>>>>>
36	27-Feb-18	08:33:20	1.437	18.36	-----	>>>>>>>

Hvis du starter med at åbne lattergaskoncentrationerne kan lattergas-emissionsdata åbnes under Archive\open further group... - vælg Emission Logger

Group selection for "N2O WW System"

Device groups

PCA groups

No.	Designation	Channels
1	N2O Datalogger	4 Analog channels, 2 Digital channels
2	Emission Logger	3 Analog channels, 2 Digital channels

Analog channels;

No.	Designation
1	Analog output math 1
2	Temperature input 1
3	Analog output math 2
4	Temperature input 2

Digital channels:

No.	Designation
1	Binary input 1
2	Binary input 2

Language:
Language 1

Open

Cancel

Lattergasemissionsraterne, ligger i Analog-vinduet. Marker de målinger som skal eksporteres (dato og tid kommer automatisk med over), højre klik på musen og eksporter data til .txt fil.

	Time		Emission Rate 1	Emission Rate 2	Air Flow
	Date dd-MMM-yy	Time HH:mm:ss	Value Rate	Value Rate	Value m3/h
1	27-Feb-18	08:27:39	14.9500	-----	786
2	27-Feb-18	08:28:00	14.9500	-----	778
3	27-Feb-18	08:28:30	15.0000	-----	772
4	27-Feb-18	08:29:00	15.0833	-----	771
5	27-Feb-18	08:29:30	15.0500	-----	774
6	27-Feb-18	08:30:00	15.2500	-----	772
7	27-Feb-18	08:30:30	15.3833	-----	770
8	27-Feb-18	08:31:00	15.4667	-----	769
9	27-Feb-18	08:31:30	15.5333	-----	768
▼ ◀ ▶ Channels / Events / Audit trail / Analog / Digital /					

Yderligere information om PCA3000 software: Den komplette manual for PCA3000 softwaren findes i programmet under Info\ Softwaredokumentation.

OPBEVARING OG RENGØRING

N₂O WASTEWATER SENSOREN

Når sensoren ikke bruges, skal den så vidt muligt opbevares i den beskyttelseskasse den bliver leveret i.

Sensoren kan opbevares placeret i vand eller i luft. Hvis sensoren bliver brugt regelmæssigt, kan den opbevares polariseret.

Afhængigt af hvilke substanser sensoren har været udsat for, kan den renses med forskellige rensedmidler. Den kan altid renses med rent vand. Alternativt kan den renses med 96% ethanol, efterfulgt af 0.01 M HCl og vand. Dette kan fjerne de fleste substanser. Sensoren kan også renses med 0.1M NaOH, isopropanol eller andre detergenter.

N₂O WASTEWATER CONTROLLEREN

Controlleren skal beskyttes mod sol, vind og vejr.

Rengøring kan foretages med vand og mild sæbe.

REFERENCER

Barsel et al. (2016), Comparison of nitrous oxide (N₂O) emission calculations at a Swedish wastewater treatment plant based on water concentrations versus off-gas concentrations. *Advances in Climate Change Research* 7: 185-191

FEJLFINDING

SENSOR

Problem 1	Langsom respons
Mulig fejlkilde	Uopløselige substanser sidder på sensorspidsen.
Løsning	Rens sensoren med 96% ethanol, herefter med 0.01M HCl og til sidst med rent vand.
Problem 2	Ustabilt signal og/eller unaturligt høje N ₂ O-værdier.
Mulig fejlkilde	Luft i den inderste del af N ₂ O Wastewater Sensoren
Løsning	Tag Sensor Head ud af Sensor Housing og prøv at fjerne luftboblen ved at løfte sensoren op over hovedet og slå den hårdt ned - ligesom et gammelt kviksølvtermometer. Pas på ikke at ødelægge sensoren.
Problem 3	N ₂ O-råværdier på 100%
Mulig fejlkilde	Sensorspidsen eller sensormembranen er gået i stykker.
Løsning	Erstat Sensor Head
Problem 4	Sensor Body og Sensor Housing er begyndt at ruste.
Mulig fejlkilde	Sensorens rustbeskyttende lag (Alukseringen) er gået i stykker og sensoren har samtidig direkte kontakt med metal.
Løsning	Udskift de dele som er rustne, og sørg for, at sensoren ikke er i direkte berøring med metal, når den befinder sig i vand

CONTROLLER

Problem 1	Lattergasemissionsværdierne ses ikke på controlleren, selvom både luftmålingen og lattergaskoncentrationerne er registreret.
Mulig fejkilde	Aeration er OFF
Løsning	Tænd aeration ved f.eks. at montere en lus imellem tilslutnings kanal for Air flow ON/OFF. For yderligere information Appendix 4 og afsnittet Tilslutninger.
Problem 2	N ₂ O Wastewater Sensoren kan kalibreres, men de kalibrerede lattergaskoncentrationer dukker ikke op på oversigtsvinduet.
Mulig fejkilde	Der er fejl på temperatursensoren.
Løsning	Kontroller om sammel fejl dukker op på den anden kanal. Kontakt sales@unisense.com

Hvis du oplever andre fejl eller problemer og har brug for teknisk assistance, kontakt da venligst sales@unisense.com (Vi svarer indenfor 1 arbejdsdag)

APPENDIKS

APPENDIKS 1: SPECIFIKATIONER

	N₂O Wastewater Sensor
Size	Robust design in 44 mm aluminum alloy casing (6063-T6) and black POM acetyl copolymer
Response time	< 45 sec
Build-in temperature sensor	yes, N ₂ O signal temperature compensated
Calibration	2-point calibration, bimonthly
Guaranteed lifetime	4 months
Expected lifetime	>6 months
N ₂ O Sensor Head	Replaceable
Cable length	5 meter standard (extension to 100 m optional)
Known relevant interferences	None

Sensor variationer

	WORKING RANGE (N₂O-N MG/L)	WORKING RANGE (μM)	WORKING RANGE (PPM; ASSUMING 1μM N₂O = 40 PPM; ≈25°C))
E-N2O Head Detection limit	0-1.5 0.005	0-54 ≈ 0.18	0-2160 ≈ 5-10
E-N2O Head LR Detection limit	0-0.56 0.002	0-20 ≈ 0.05	0-800 ≈ 2-3
E-N2O Head HR Option 1 Detection limit	0-9 0.03	0-320 ≈ 1.0	0-12,000 ≈ 40
E-N2O Head HR Option 2 Detection limit	0-110 0.4	0-4000 N ₂ O ≈ 10	0-160,000 ≈ 500
E-N2O Head HR Option 3 Detection limit	0-800 2.5	0-28000 N ₂ O ≈ 100	0-1,120,000 ≈ 3600

	N₂O Wastewater Controller
Controller	TFT-touch screen controller
Box size	301.5 x 283.2 x 120.5mm, 3.2 kg
Housing	Surface-mounted case made of plastic (ABC) IP67
Mounting	Multiple holes for surface or pipe mounting - mounting plates and weather protection canopy available
Sensor inputs	2 x N ₂ O Wastewater Sensor with build-in temperature sensor
Other inputs	Optional: Air flow (m ³ /h), 4..20 mA Optional: 2 x Air flow ON/OFF (Binary input - potential-free contact)
Sensor output	2 x temperature compensated N ₂ O value (N ₂ O-N[mg/L])
Sensor emission output	2 x Emission calculations (N ₂ O-N [mg/m ³ /d]) with standard fixed model parameters Optional: Dynamic input parameters
Other outputs	Internet Optional: 2 x N ₂ O Wastewater temp. sensor Optional: PROFIBUS-DP, ModBus Optional: USB datalogging - software required
Electrical safety	According to EN 61010, part 1 overvoltage category III, pollution degree 2
Power supply	AC 110 to 240 V + 10/15 %; 48 to 63 Hz

APPENDIKS 2: KALIBRERING



N₂O CALIBRATION KIT SUBSCRIPTION
CONTACT SALES@UNISENSE-ENVIRONMENT.COM
WWW.UNISENSE-ENVIRONMENT.COM

N₂O Wastewater Sensor



Step by step
calibration
procedure

UNISENSE 
ENVIRONMENT



1

Follow these few steps to calibrate the N₂O Wastewater Sensor. We **recommend re-calibrating bimonthly** and when the average wastewater temperature changes by more than 3 degrees.



2

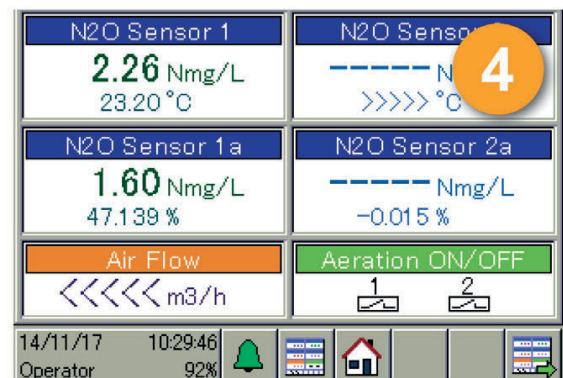
After installing the N₂O Wastewater Sensor or replacing the sensor head, let the sensor **stabilize for at least 4 hours or preferable overnight**. This will give the best calibration result with zero drift!



3

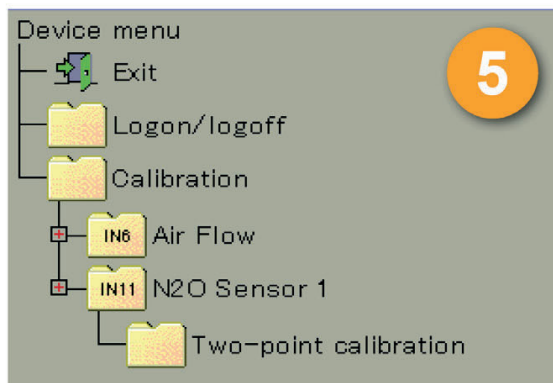
Fill a stable bucket with 4 liters of tap water. The tap water temperature should be close to that of the process water. Measure the temperature of the tap water and place the sensor in the bucket. Let the sensor signal stabilize.

This temperature must be entered in step **10** below !



4

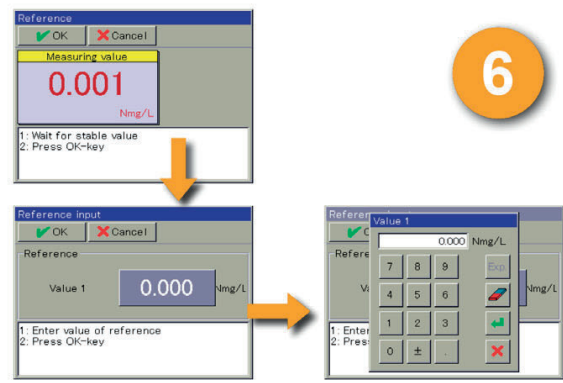
On the controller screen, check for a stable sensor signal. Press the grey lowest left button, reading Operator (Password: 1234) to access the **Device menu**.



Device menu

- Exit
- Logon/logoff
- Calibration
 - IN6 Air Flow
 - IN11 N2O Sensor 1
 - Two-point calibration

Follow the pathway to begin the calibration. Access the **Two-point calibration** mode for N₂O Sensor 1 or 2 as depicted above.



Reference

Measuring value: 0.001 Nmg/L

1. Wait for stable value
2. Press OK-key

Reference input

Value 1: 0.000 Nmg/L

1. Enter value of reference
2. Press OK-key

Reference Value 1: 0.000 Nmg/L

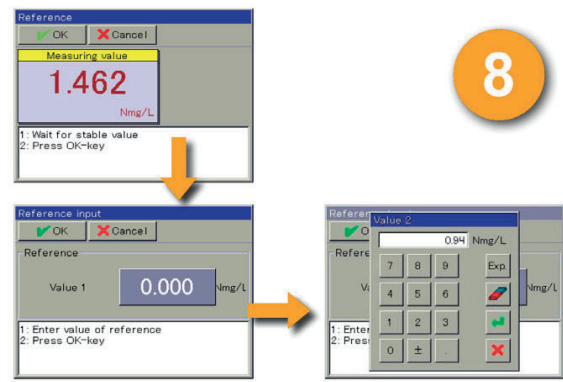
1. Enter
2. Press

The zero level calibration is done in pure water. Press **OK** to enter the Reference input screen. Tap the blue number field to enter a value of zero. Press **OK**



Break the neck of the ampule. Continue immediately to use the syringe and needle to slowly draw out **5 mL** of the liquid. Inject the stock solution to the tap water. Stir gently with the N₂O Sensor.

IMPORTANT: Avoid that the stock solution comes in contact with air, by injecting it underwater.



Reference

Measuring value: 1.462 Nmg/L

1. Wait for stable value
2. Press OK-key

Reference input

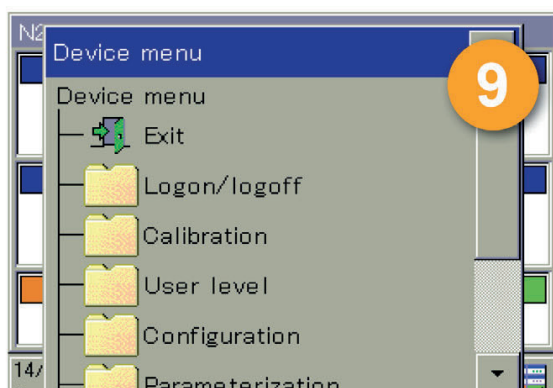
Value 1: 0.000 Nmg/L

1. Enter value of reference
2. Press OK-key

Reference Value 2: 0.94 Nmg/L

1. Enter
2. Press

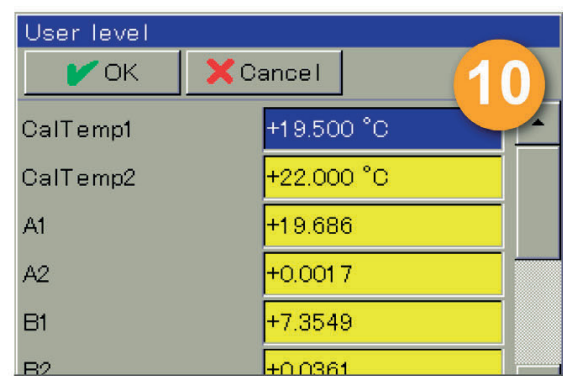
IMPORTANT: Press the **OK** button right after the signal has stabilized, as the signal start to drop shortly after. Tap the blue number field and enter a value of 0.94.



Device menu

- Exit
- Logon/logoff
- Calibration
- User level
- Configuration
- Parameterization

Finally enter the **Device menu** again. Access the **User level** to set the temperature of the tap water.



User level

CalTemp1: +19.500 °C

CalTemp2: +22.000 °C

A1: +19.686

A2: +0.0017

B1: +7.3549

B2: +0.0361

For the calibrated sensor, enter the water temperature of the tap water used for calibration and press **OK**. You have successfully calibrated the sensor. **We recommend that you calibrate again in two months.**

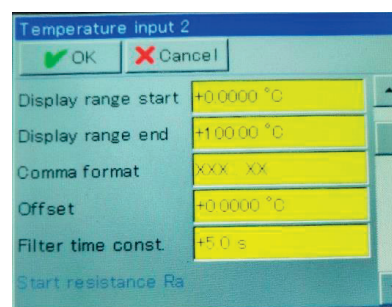
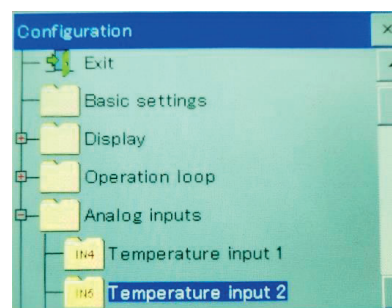
APPENDIX 3: CORRECTION TEMPERATURE OFFSET LONG CABLES



Correcting N₂O Sensor Temperature Offset on Long Cables

The N₂O Wastewater Sensor has an incorporated temperature sensor (PT100; 3-wire) that based on resistivity reports the water temperature changes. As longer N₂O Wastewater Sensor cables has a variable cable length resistivity the PT100 sensor signal may have an offset, in some cases up to 4°C. The true process temperature, $T_{Process}$, is used in the N₂O Wastewater System temperature compensation. Therefore, it is important to correct the temperature offset for these long-cable N₂O Wastewater Sensors. Below is a step-by-step guide to do this.

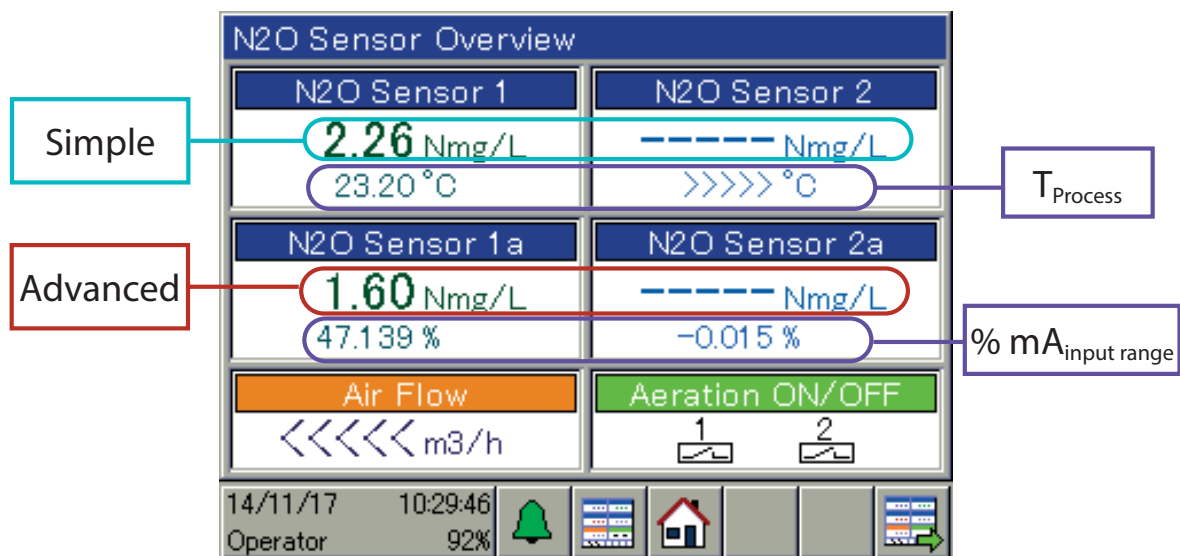
1. Observe if a temperature correction is needed by comparing the N₂O Wastewater Sensor temperature with other process sensors temperature readings (in SCADA or on-site sensor systems). The N₂O Wastewater Sensor temperature is found in the main screen.
2. If a correction is needed enter into the menu system in the lower left corner and login as 'MASTER' with pin code '9200'.
3. Locate the submenu called 'Configuration' and enter this.
4. Locate the submenu called 'Analog Inputs' and enter this.
5. Find the corresponding Temperature input channel for sensor 1 or sensor 2.
6. Find the value called 'Offset' and tab the yellow window. An input window will popup.
7. Enter the positive or negative offset value that will correct the temperature to the true value.
8. Finally, press the 'OK' button and exit the menu.
9. Double check that the new temperature is showing the true process temperature.



APPENDIX 4: SIMPEL OG AVANCERET TEMPERATURKOMPENSERING

Two different N₂O Sensor Signal Temperature Compensation Methods

The N₂O Wastewater sensor signal is dependant on the process temperature, $T_{Process}$ and must therefore be corrected for temperature changes different than the original calibration temperature $T_{Calibration}$. The N₂O Wastewater System as a default temperature compensation and a more advanced output method that required more calibrations than a simple 2-point calibration.



Simple N₂O Sensor Signal Temperature Compensation

The default temperature compensation of the N₂O Wastewater Sensor signal is corrected for temperature changes different than the original calibration temperature $T_{Calibration}$ using a simple and often used function:

$$S_{N_2O_{Temp. \text{ Compensated}}} \left(\frac{mg}{L} - N \right) = S_{N_2O_{T_{Process}}} \left(\frac{mg}{L} - N \right) \times (1.033)^{(T_{Calibration} - T_{Process})}$$

The $T_{Calibration}$ value is registered manually with the thermometer by the user during the calibration procedure and entered as a value via N₂O Wastewater Controller touch screen.

Please see more in the calibration kit pixi-book "N₂O Sensor Calibration".

NOTE: The simple N₂O sensor signal temperature compensation is only valid from -3°C to +3°C from the T_{Calibration} temperature.

Advanced N₂O Sensor Signal Temperature Compensation

A more advanced but also manually demanding temperature correction can be made by fitting a multipoint calibration to four parameters. The formula 2.2 has four sensor specific parameters, A1, A2, B1 & B2 that needs to be readjusted to every new sensor by fitting to 6 - 10 point calibration with corresponding temperature values, e.g. by using solver in Excel or other fitting algorithms. This will enable a real-time and precise temperature compensated signal directly on the raw $S_{N_2O_{T_{Process}}}$ signal (in % mAinput range).

$$S_{N_2O_{Temp. Compensated}} \left(\frac{mg - N}{L} \right) = \frac{S_{N_2O_{T_{Process}}} - A1 * e^{A2 * T_{Process}}}{B1 * e^{B2 * T_{Process}}}$$

The A1, A2, B1 & B2 values are entered manually as 'User values' via the N₂O Wastewater Controller touch screen. Standard factory values are depicted below.

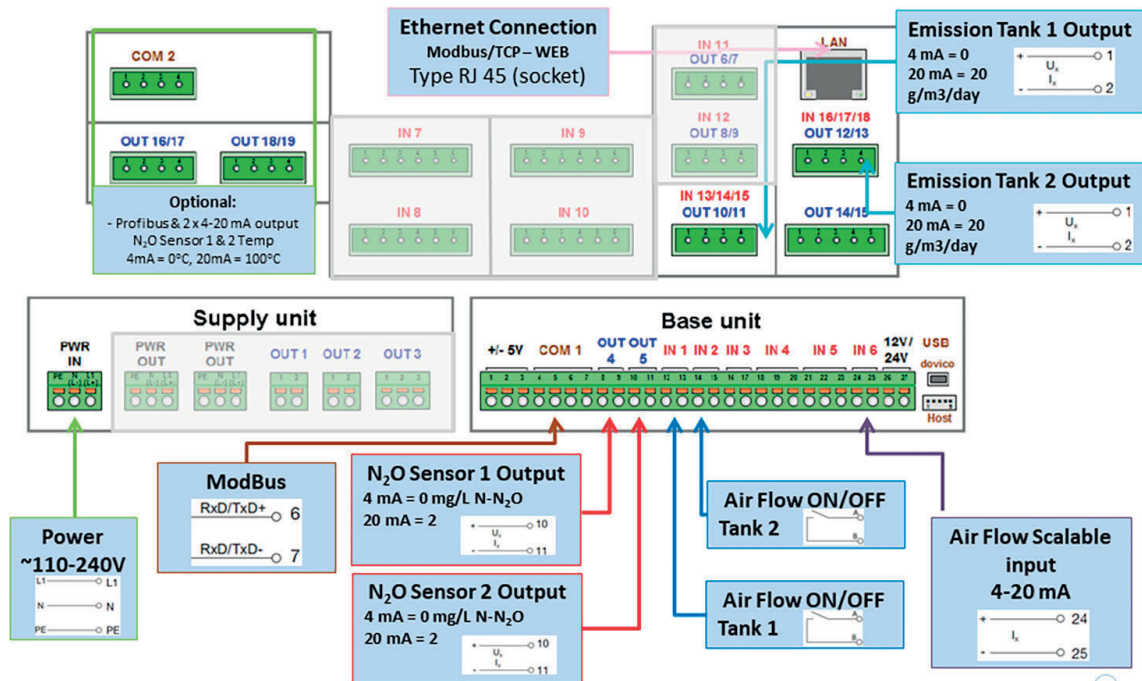
User level	
CalTemp1	+22.000 °C
CalTemp2	+22.000 °C
A1	+0.1192
A2	+0.0596
B1	+6.9689
B2	+0.0385

The A1, A2, B1 & B2 values are shared between the two N₂O Wastewater Sensors and the temperature corrected signal, $S_{N_2O_{Temp. Compensated}} \left(\frac{mg-N}{L} \right)$, is outputted as 'N2O Sensor 1a' and 'N2O Sensor 2a' signals.

Please contact Unisense Environment for further guidance.

APPENDIKS 4: TILSLUTNINGSSKEMA

N₂O Wastewater System Connection



UNISENSE
ENVIRONMENT

APPENDIKS 5: UDSKIFTNING AF N₂O WASTEWATER SENSOR HEAD



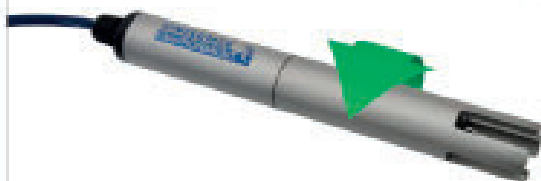
N₂O Wastewater Sensor Head replacement

Follow these steps when the N₂O Sensor Head needs to be replaced. **Handle the new N₂O sensor head with care as any impact can damage the sensor head!** Clean the sensor before proceeding!



1

Together with the N₂O sensor head replacement you will find a small pack of lubricant for the O-rings on the sensor and housing. You also need the plastic tube you received with the system to change the N₂O sensor head.



2

Unscrew the sensor body by holding on to the top (with the logo) and turn bottom part counterclockwise. Be careful when separating the two parts.



3

Use the plastic tube to push the old sensor head out of the sensor body. Next, apply grease to the two O-rings (one on the replacement sensor and one on the housing). You can now proceed to insert the new sensor in the housing!



4

After inserting the new N₂O sensor head, assemble the sensor and connect it to the control box. When the sensor is connected to the control box let it stabilize for a couple of hours before proceeding with the calibration procedure.



5

For the final part of the installation proceed with the N₂O Wastewater Sensor calibration manual!

APPENDIKS 6: FORMLERNE TIL N₂O-EMISSIONSBEREGNING

N₂O Mass Transfer Coefficient Calculation from Aeration Field Size and Air Flow

In the aerated reactor the size of the total aeration field (m²) and the total air flow Q_A (NOTE the unit! m³s⁻¹) for the aerated reactor is known. The superficial gas velocity of the aerated reactor is calculated by dividing the total air flow with the aeration field size:

$$v_g \cong \frac{Q_A}{\text{Aeration field size}} \quad (1.1)$$

From the superficial gas velocity of the aerated reactor the N₂O mass transfer coefficient k_La_{N₂O} can be calculated using the empirical formula 3.2 based on laboratory experiments at 20°C in mixed WWTP liquor:

$$k_L a_{N_2O \ 20^\circ C} = \left\{ \frac{D_R}{D_L} \right\}^{-0.49} \times 34500 \times (v_g)^{0.86} \quad (1.2)$$

$$k_L a_{N_2O \ 20^\circ C} = \left\{ \frac{D_R}{0.815 \text{ m}} \right\}^{-0.49} \times 34500 \times (v_g)^{0.86} \quad (1.3)$$

v_g: Superficial gas velocity of the reactor (m³m⁻²s⁻¹) **D_L**: Depth of the laboratory reactor (0.815 m)
D_R: Depth over the diffuser of the reactor (m) **k_La_{N₂O}**: N₂O mass transfer coefficient (d⁻¹)

Finally the k_La_{N₂O} calculated above is temperature corrected to the process temperature T_{Process}:

$$k_L a_{N_2O \ T_{Process}} = k_L a_{N_2O \ 20^\circ C} \times (1.024)^{(T_{Process} - 20^\circ C)} \quad (1.4)$$

N₂O Emission Formula

The dissolved N₂O concentration and mixed liquor temperature are measured with the N₂O Wastewater System and values used to calculate the temperature compensated N₂O concentration in the aerated reactor (g-N/m³). From the input of the air flow Q_A in the aerated reactor the

temperature compensated N_2O mass transfer coefficient $k_{La_{N_2O}}$ is calculated using equations 1.1- 1.4.

With the values $k_{La_{N_2O}}$ and Q_A known the N_2O emission rate per reactor volume can be calculated using the formula belowⁱⁱ:

$$\begin{aligned} \text{Aerated zones: } r_{N_2O, T_{Process}} \\ = H_{N_2O, T_{Process}} \times S_{N_2O} \left[1 - e^{-\frac{k_{La_{N_2O}}}{H_{N_2O}} \cdot \frac{V_R}{Q_A}} \right] \times \frac{Q_A}{V_R} \quad (2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Non – aerated zones: } r_{N_2O, T_{Process}} \\ = k_{La_{N_2O, T_{Process}}}^{Non-aerated} \times \left[S_{N_2O} - \frac{C_{N_2O, air}}{H_{N_2O, T_{Process}}} \right] \quad (3) \end{aligned}$$

$r_{N_2O, T_{Process}}$: N_2O emission rate (g-N N_2O $m^{-3} d^{-1}$)

$H_{N_2O, T_{Process}}$: Henrys constant (dimensionless)

S_{N_2O} : N_2O concentration (g-N N_2O m^{-3})

Q_A : Total air flow through reactor per day ($m^3 d^{-1}$)

V_R : Volume of aerated part of reactor (m^3)

$k_{La_{N_2O}}$: N_2O mass transfer coefficient (d^{-1})

$C_{N_2O, air}$: N_2O concentration in air equilibrium (g-N/ m^3)

The dimensionless Henrys constant $H_{N_2O, T_{Process}}$ is like the N_2O Wastewater sensor signal dependent on the process temperature and the temperature correction is calculated using equations 4.1- 4.2.

$$H_{N_2O, T_{Process}} = \frac{1}{k_H \cdot R \cdot (T_{Process} + 273.15) \cdot 10^3 \frac{L}{m^3}} \quad (4.1)$$

$$k_H = k_H^\theta \times e^{\left(\frac{-\Delta \text{solnH}}{R} \cdot \left(\frac{1}{T_{Process} + 273.15} - \frac{1}{T^\theta + 273.15} \right) \right)} \quad (4.2)$$

k_H^θ : Henrys constant at the std. temp.
($\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{bar}^{-1}$)

T^θ : Standard temperature = 25°C

T_{Process} : Mixed liquor temperature (°C)

$-\Delta\text{solnH}/R$: The enthalpy of the solution
(K)

From literature the N_2O mean values for k_H^θ , $-\Delta\text{solnH}/R$ and supporting constant numbers are given in the below table:

k_H^θ ($\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{bar}^{-1}$)	$\frac{-\Delta\text{solnH}}{R}$ (K)	$C_{\text{N}_2\text{O},\text{air}}$ (g-N/ m^3)	R ($\text{m}^3\cdot\text{bar}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)	$k_L a_{\text{N}_2\text{O}}^{\text{Non-aerated}}(d^{-1})$
0.0247	2675	0.0003	8.314×10^{-5}	2 – 4

ⁱ Foley, J., de Haas, D., Yuan, Z.; Lant, P. (2010) Nitrous oxide generation in full-scale biological nutrient removal wastewater treatment, plants. Water Res. 44, 831-844.

ⁱⁱ Schulthess, R. & Gujer W. (1996) Release of nitrous oxide (N_2O) from denitrifying activated sludge: Verification and application of a mathematical model, Water Res. 30, 521-530.



UNISENSE ENVIRONMENT, DENMARK

www.unisense-environment.com · info@unisense.com