



Økt nitrogenfjerning ved Bekkelaget renseanlegg

Anette Åkerström og Emilio Alvarenga Castellanos
Oslo kommune, Vann- og avløpsetaten
28.03.2025



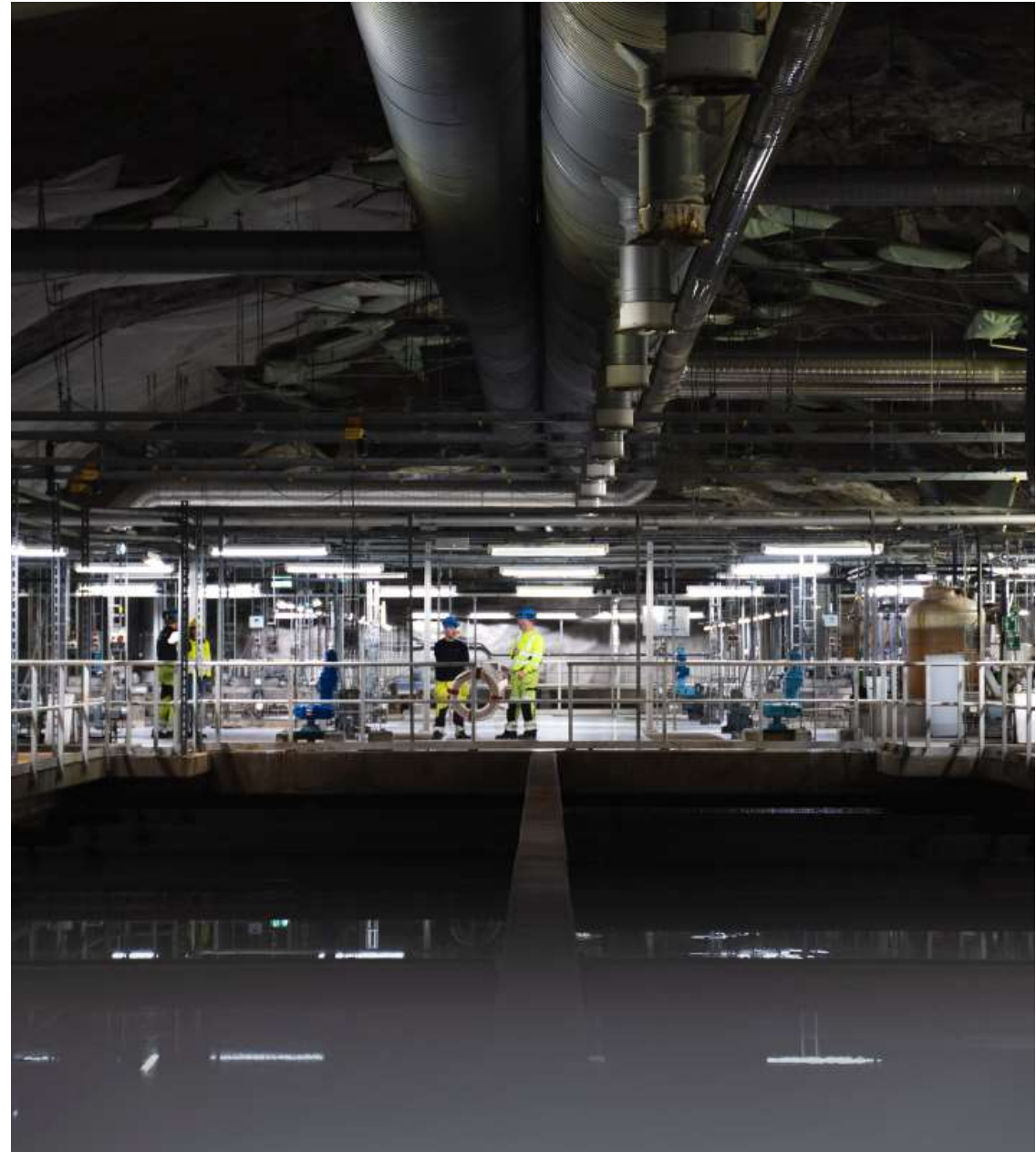
Agenda

- ▶ Om Bekkelaget renseanlegg
- ▶ Bakgrunn for prosjekt «Økt nitrogenfjerning»
- ▶ Resultater så langt

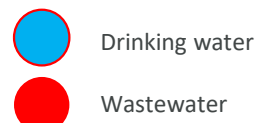
Bilde: Oslo Kommune, Jørgen Mo



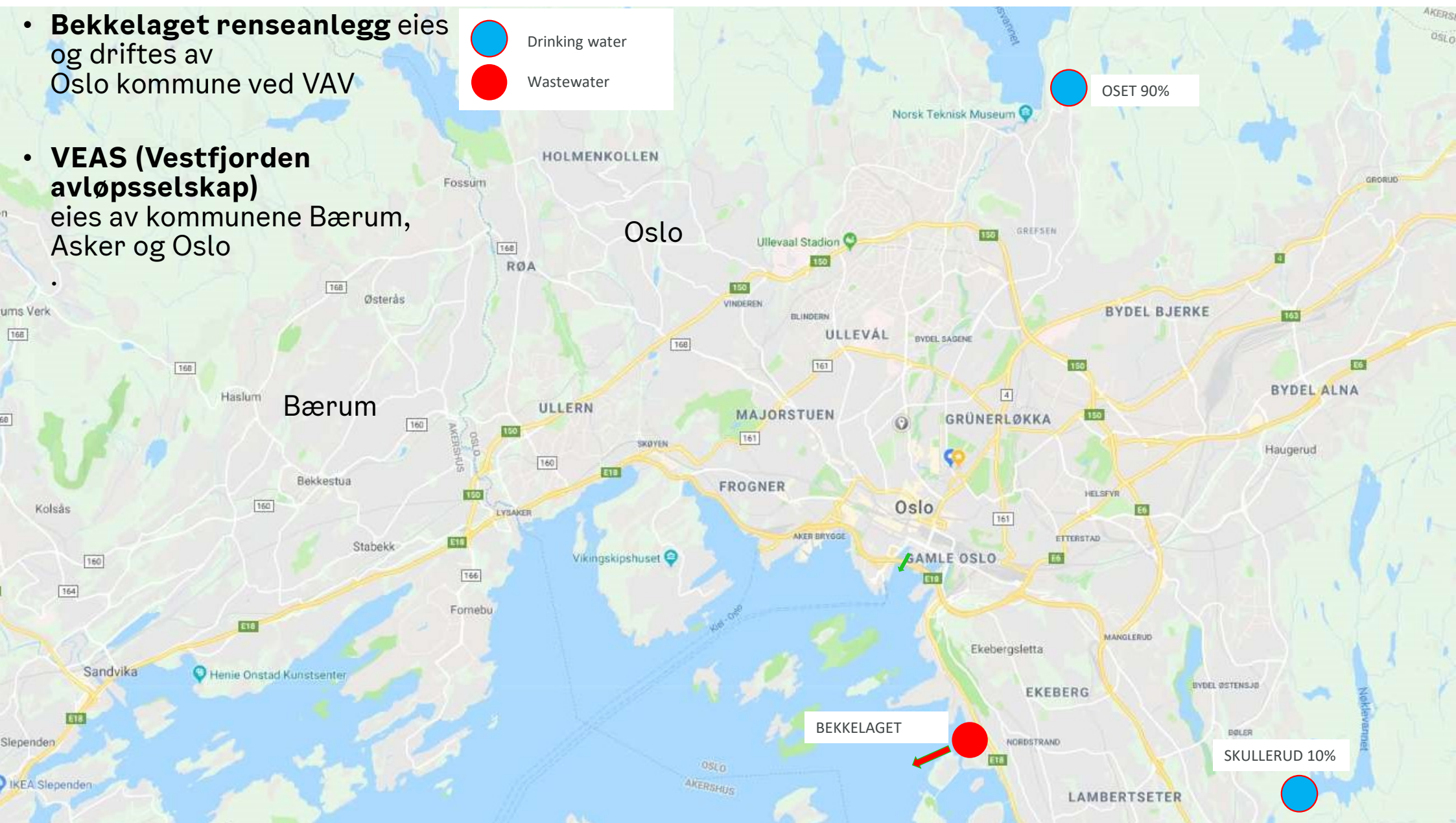
Oslo



- **Bekkelaget renseanlegg** eies og driftes av Oslo kommune ved VAV

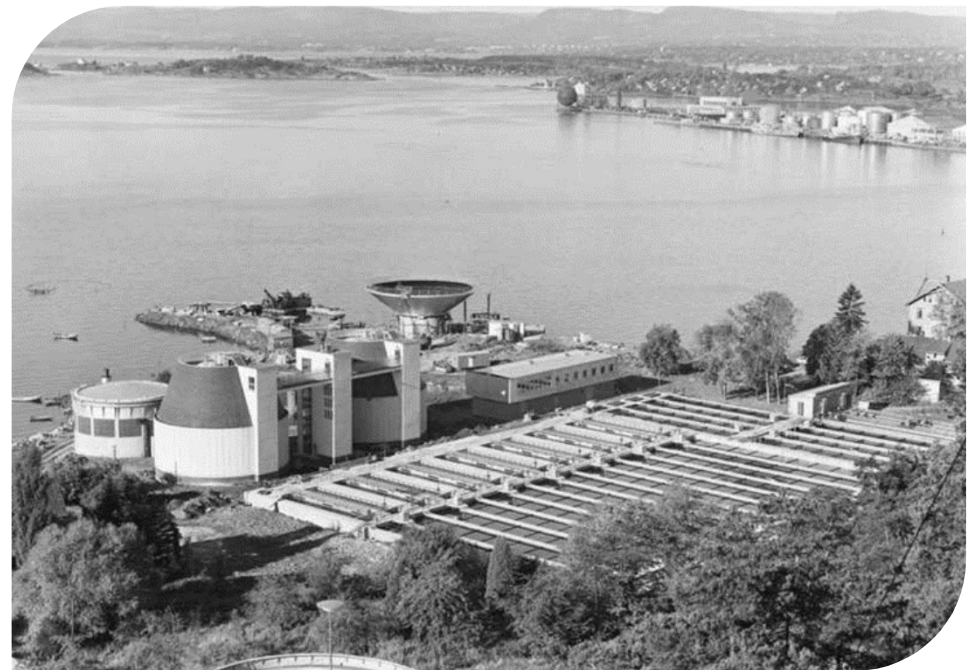


- **VEAS (Vestfjorden avløpsselskap)** eies av kommunene Bærum, Asker og Oslo



Historisk tilbakeblikk Bekkelaget renseanlegg

- ▶ Første anlegg ble satt i drift i 1963 – aktivt slamanlegg uten nitrogenfjerning
- ▶ Igangsatt fosforfjerning i 1973 og anleggsutvidelse i 1977
- ▶ Nytt aktiv slam anlegg i fjell med nitrogenfjerning og oppstart i år 2000
- ▶ Doblet anleggsstørrelse 2021
- ▶ Privat drift 2001-2021
- ▶ Kommunal drift frem til 2001 og fra oktober 2021-nå



Bekkelaget Renseanlegg i dag

- ▶ Fjellareal på 110 000 m²
- ▶ Kapasitet: 540 000 N-pe
- ▶ Normalt: 1 250 L/s med avløpsvann (maks. 7 000 L/s)
- ▶ Daglig tilrenning til anlegget: 100 000 m³ (tilsvarer 360 000 pe)
- ▶ Aktiv slamprosess med for-denitrifikasjon
- ▶ Arbeid med søknad om utslippstillatelse pågår
- ▶ Oppnådd rensegrad 2021-2024: 78 % - 82 %
- ▶ En økning i rensegraden fra 70 % til 80 %, tilsvarende en årlig reduksjon på ca. 150 tonn.



Rensekrav, årlig middelverdi			MOS*
Tot N inkl overløp	%	70	75
Tot P inkl overløp	%	90	93
Maks tillatt overløp av tilført mengde (P og N)	%	1,5	-

*Tildelingsbrev fra byrådsavdeling for miljø og samferdsel

Prosjekt «Økt nitrogenfjerning ved Bekkelaget RA»

- ▶ Hovedmål: å øke rensegraden for nitrogen gjennom å tilpasse og optimalisere eksisterende renseprosesser.
- ▶ Teste kombinert for- og etter denitrifikasjon i den eksisterende aktivslam prosessen (fullskala). Testen skal gi grunnlag for å definere kapasiteten og gi dimensjoneringsgrunnlag for full implementering.
- ▶ Kompetanseheving av egne ansatte om eksisterende og nye teknologier for nitrogen fjerning.
- ▶ Innvilget midler fra MDir: 1 mill. i 2024, 1,5 mill. i 2025.



Oslo

- ▶ Aktiviteter i 2024: Diverse forberedelser og grunnlag, ROS-analyse, opplæring, studietur til Strømstad AGS-teknologien
- ▶ Aktiviteter i 2025:
 - 1) Drift av fullskala forsøk med for- og etter denitrifikasjon
 - 2) Kapasitetsvurderinger skal gi grunnlag for å vurdere eventuell kapasitetsøkning/belastning 2035
 - 3) Aktuelle anleggsutforminger for å øke nitrogenfjerningskapasiteten skal kartlegges med et spesielt fokus på enheter som krever et utvidet areal
 - 4) Møter med konsulent og driftspersonell der tema er kompetanseheving
 - 5) Utvikling og opplæring av prosess modell (Sumo-modell)



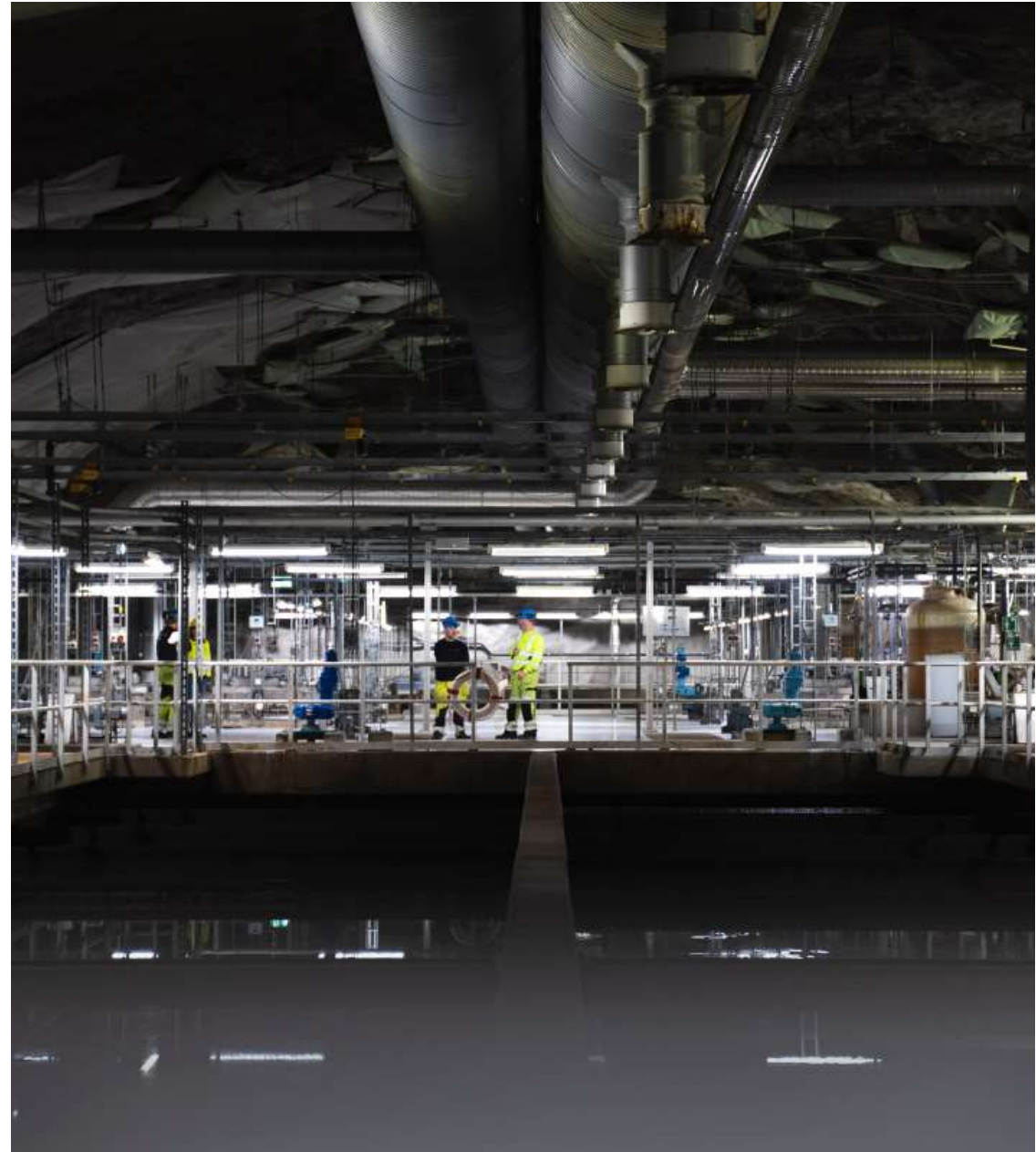
Agenda

- ▶ Om Bekkelaget renseanlegg
- ▶ Bakgrunn for prosjekt «Økt nitrogenfjerning»
- ▶ Resultater så langt

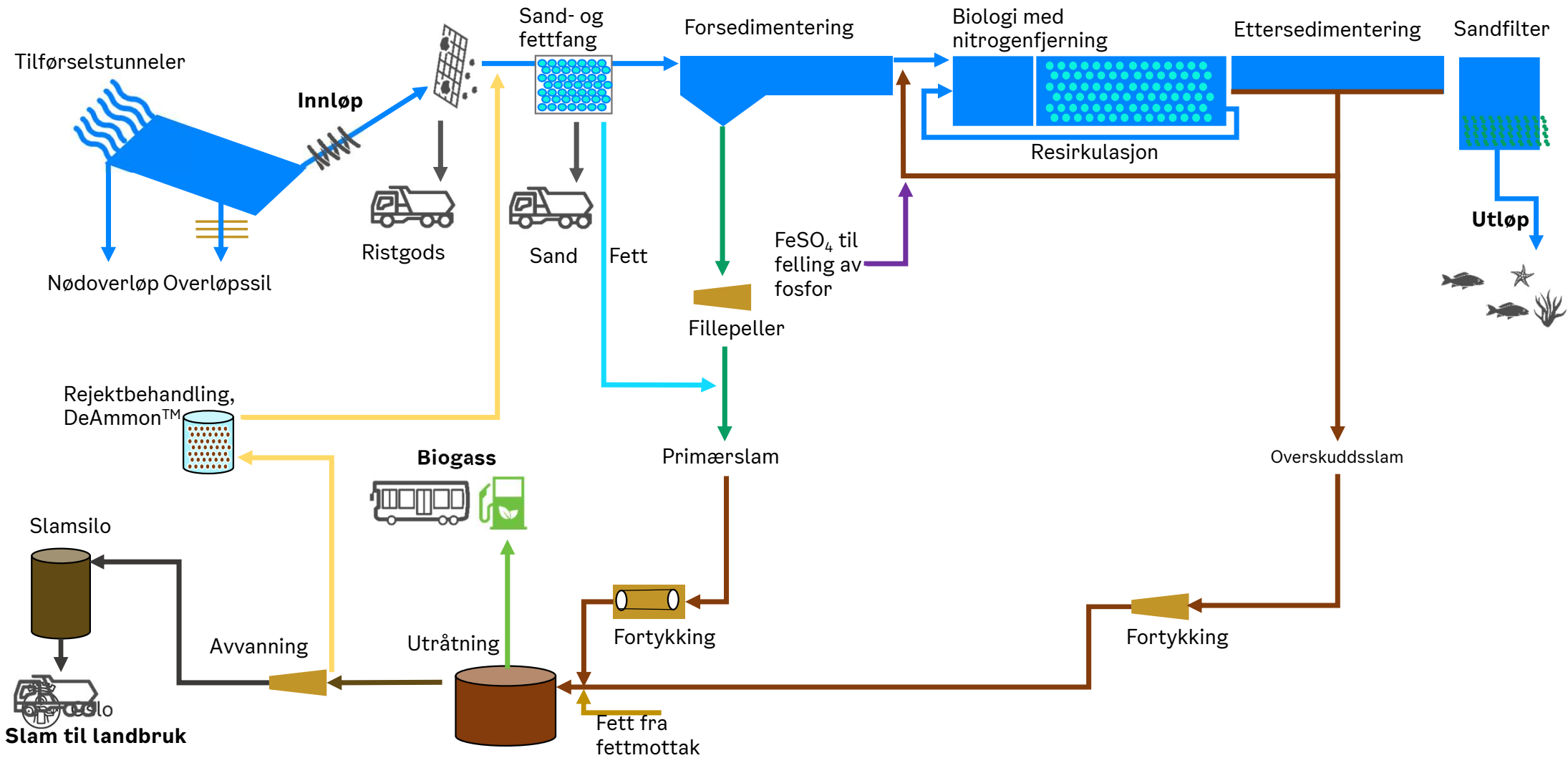
Bilde: Oslo Kommune, Jørgen Mo



Oslo



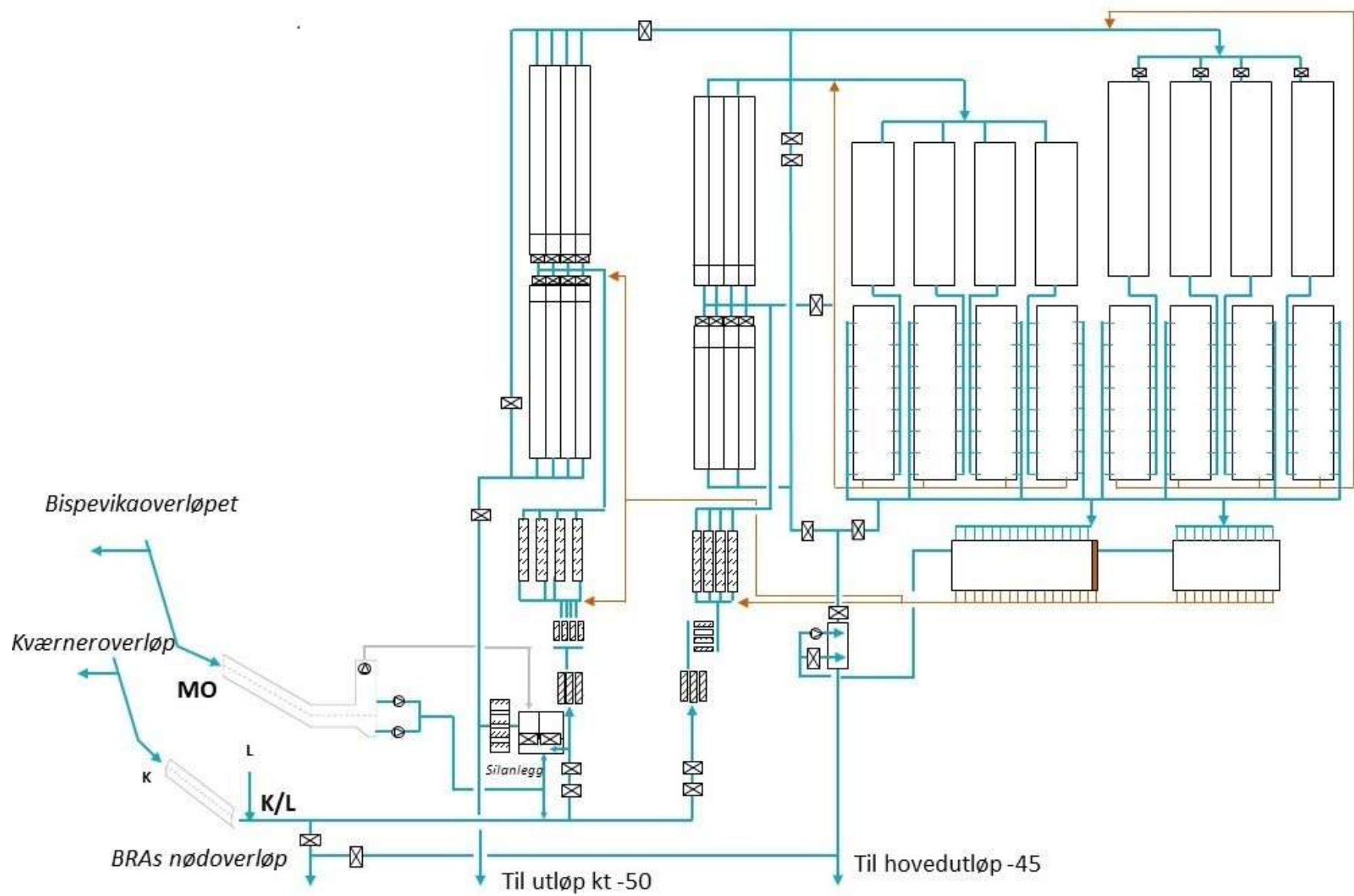
Flytskjema over Bekkelaget Renseanlegg



Fakta Bekkelaget renseanlegg

Dimensjonerende verdier		
Kapasitet (året, 2040)	N pe	540 000
Q_{dim}	m^3/s	3,1
Q_{maks}	m^3/s	7,0
$Q_{\text{maks biot rinn}}$	m^3/s	3,5
$Q_{\text{maks inkl silstasjon}}$	m^3/s	11,5
$Q_{\text{maks direktefelling}}$	m^3/s	3,5
$Q_{\text{maks mekaniskrensing silstasjon}}$	m^3/s	6,0
$Q_{\text{maks overløp BRAs nødoverløp}}$	m^3/s	4,0





Oslo

Hva skal det gjøres i forsøket?

- ▶ Bekkelaget renseanlegg kjører et fullskalaforsøk i ett år med fullkapasitet.
Dette for å teste hvordan anlegget vil rense for nitrogen i fremtiden (f.eks. 2040).
- ▶ Prosjektets hovedmål er å dokumentere hvilken rensegrad for nitrogen vi kan oppnå ved full belastning.
- ▶ Fagdisiplinene som er involvert: Prosessgruppe, driftspersonell, styring regulering og overvåkning (SRO), laboratorium, samt forskning, utvikling og innovasjon i Vann- og avløpsetaten i Oslo kommune.



Fullskalaforsøk i Biotrinnlinje 7 (nitrogenfjerning med aktiv slamprosess)

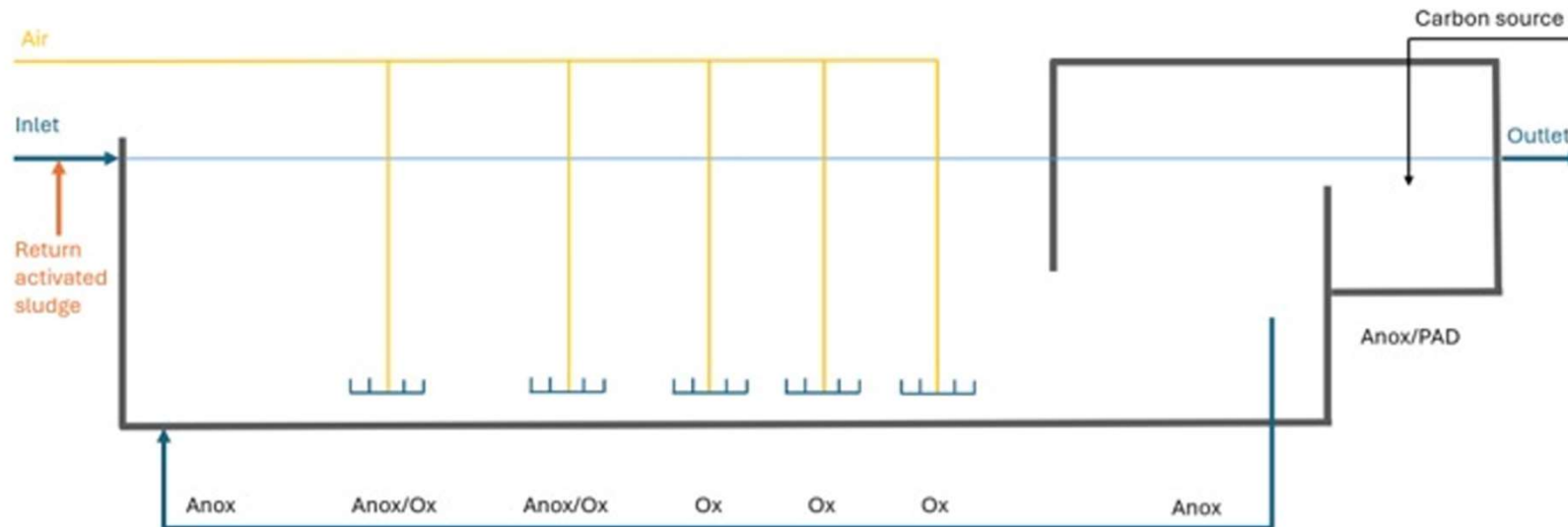


Figure 1: Activated sludge basin with pre- and post-anoxic denitrification (PAD) process configuration.

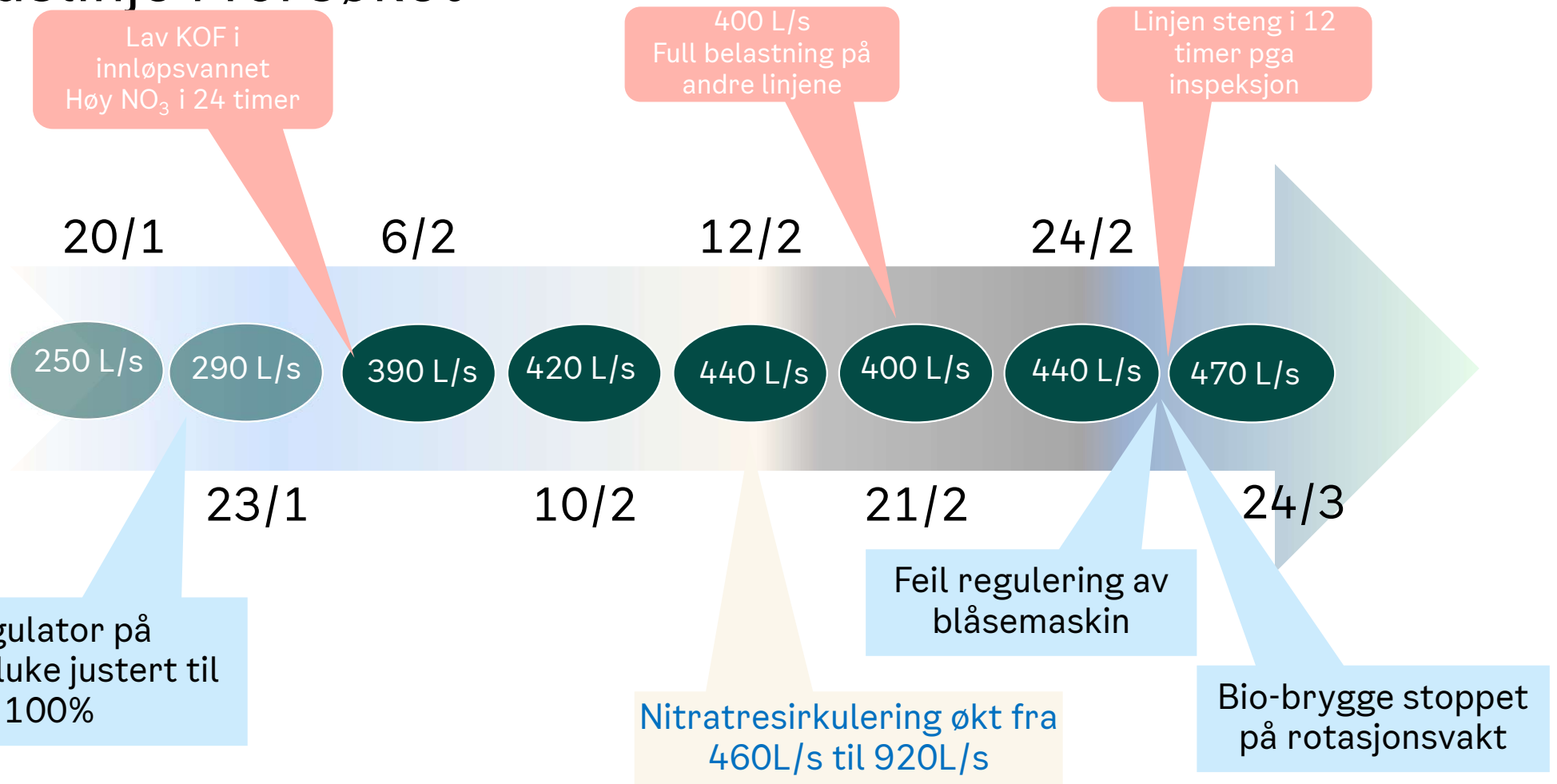


Tidslinje i forsøket

- ▶ Oppstart - 20.01.2025 (**52 uker testperiode**)
- ▶ Oppstart og optimalisering **13-23 uker**
- ▶ Hvordan har det gått etter **10 uker**?
 - Nitrifikasjon optimal
 - **Nytt fokus: Denitrifikasjon vil optimaliseres fremover**



Tidslinje i forsøket



Oslo

(Johnsson E. 2025)

Resultater hittil (1/3)

▶ Fullstendig nitrifikasjon

- Ikke noen nitrittdannelse (NO_2^-) p.t. i forsøket
- Nesten alt av ammonium (NH_4^+) blir til nitrat (NO_3^-)

▶ Denitrifikasjon

- God denitrifikasjon, over 85%
- Økt av nitratresirkulasjon
- Anox/ox soner (kombisoner) kjøres anoksisk

▶ Mixed liquor suspended solids (MLSS)

- Fra 2500 mg/l til 3500 – 4000 mg/l
- Økende MLSS fører til enda flere **bakterier** til rensing av nitrogen ☺



Biotrinnlinje 7

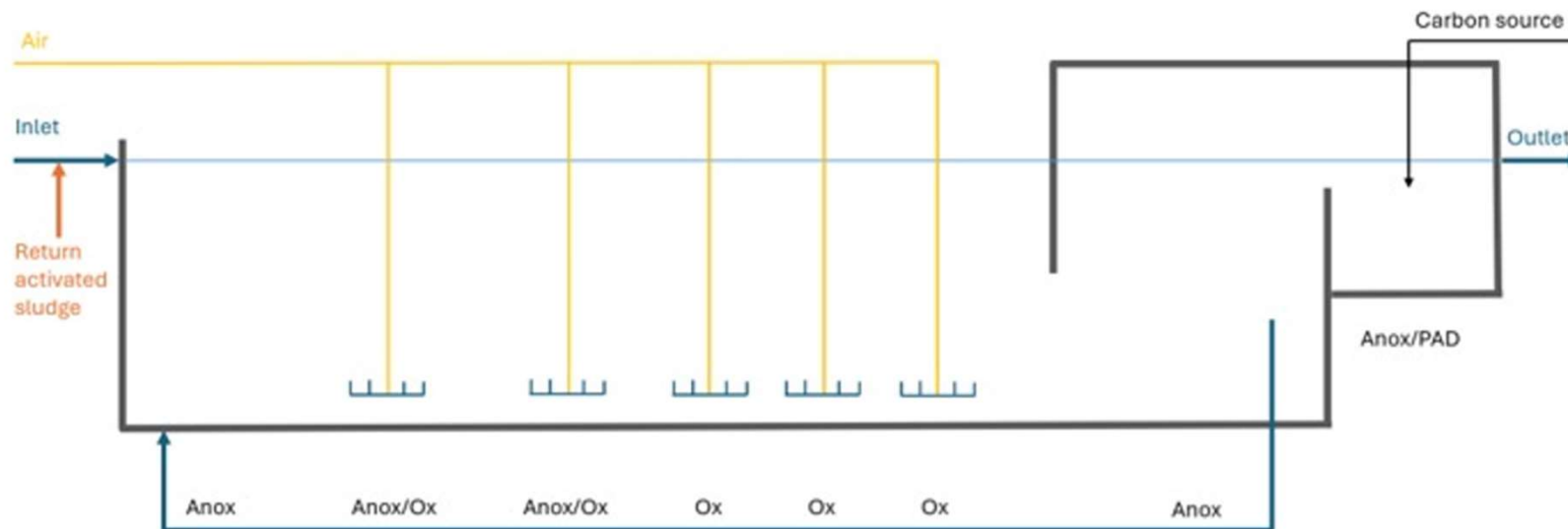


Figure 1: Activated sludge basin with pre- and post-anoxic denitrification (PAD) process configuration.

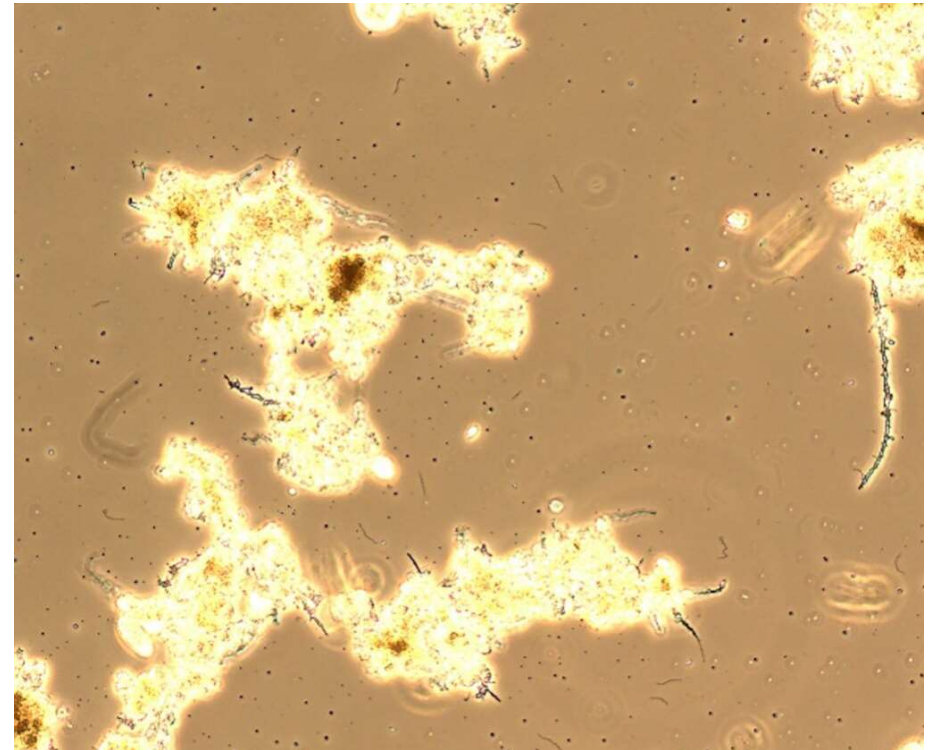


Oslo

(Castellanos E. et al. 2025)

Resultater hittil (2/3)

- ▶ Mikroskopiering
 - Det bygges opp en database for å bruke bildeanalyse mtp. *maskinlæring-anvendelser* i avløpsrensing. IT-avd. og Bekkelaget RA i Oslo VAV tar ledelsen og tenker innovasjon.



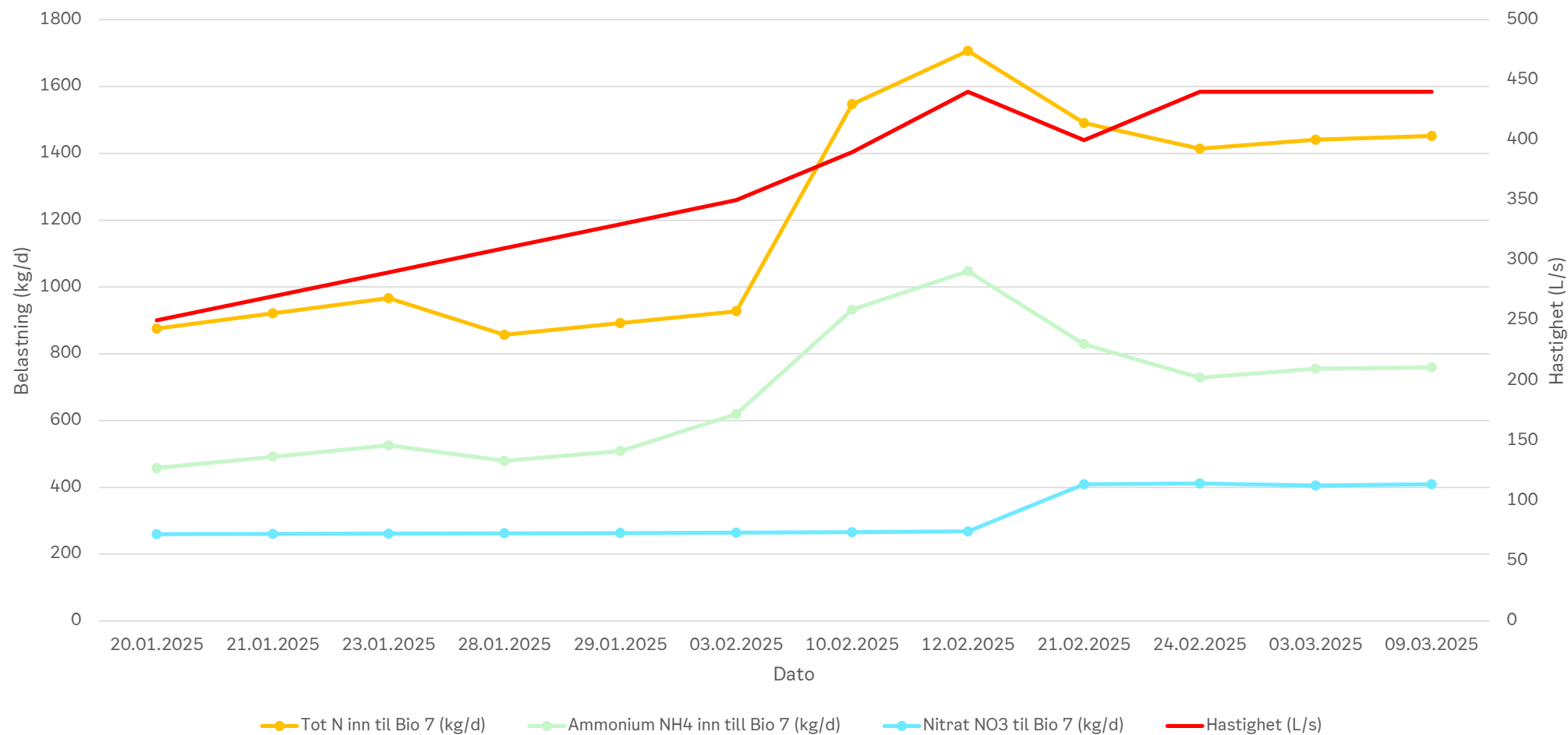
(Gunnarsson J. og Fylkesnes K. 2025)

Resultater hittil (3/3)

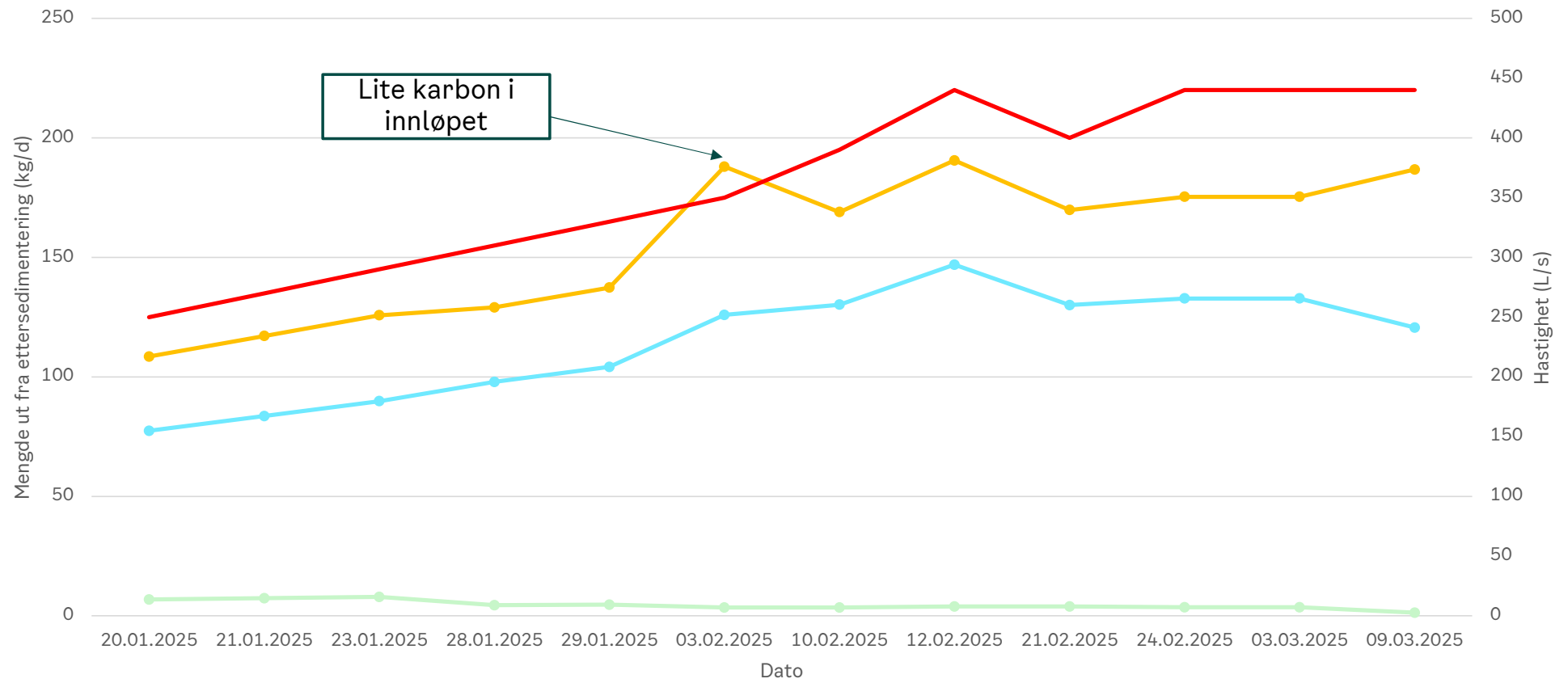
- ▶ Belastet bio7 med Q_{maks} (440 l/s) i en måned.
- ▶ I uke 13 har vi økt Q enda mer (470 l/s) for å stress-teste bio7.



Belastning til Bio 7



Mengder ut fra Bio 7



Oslo

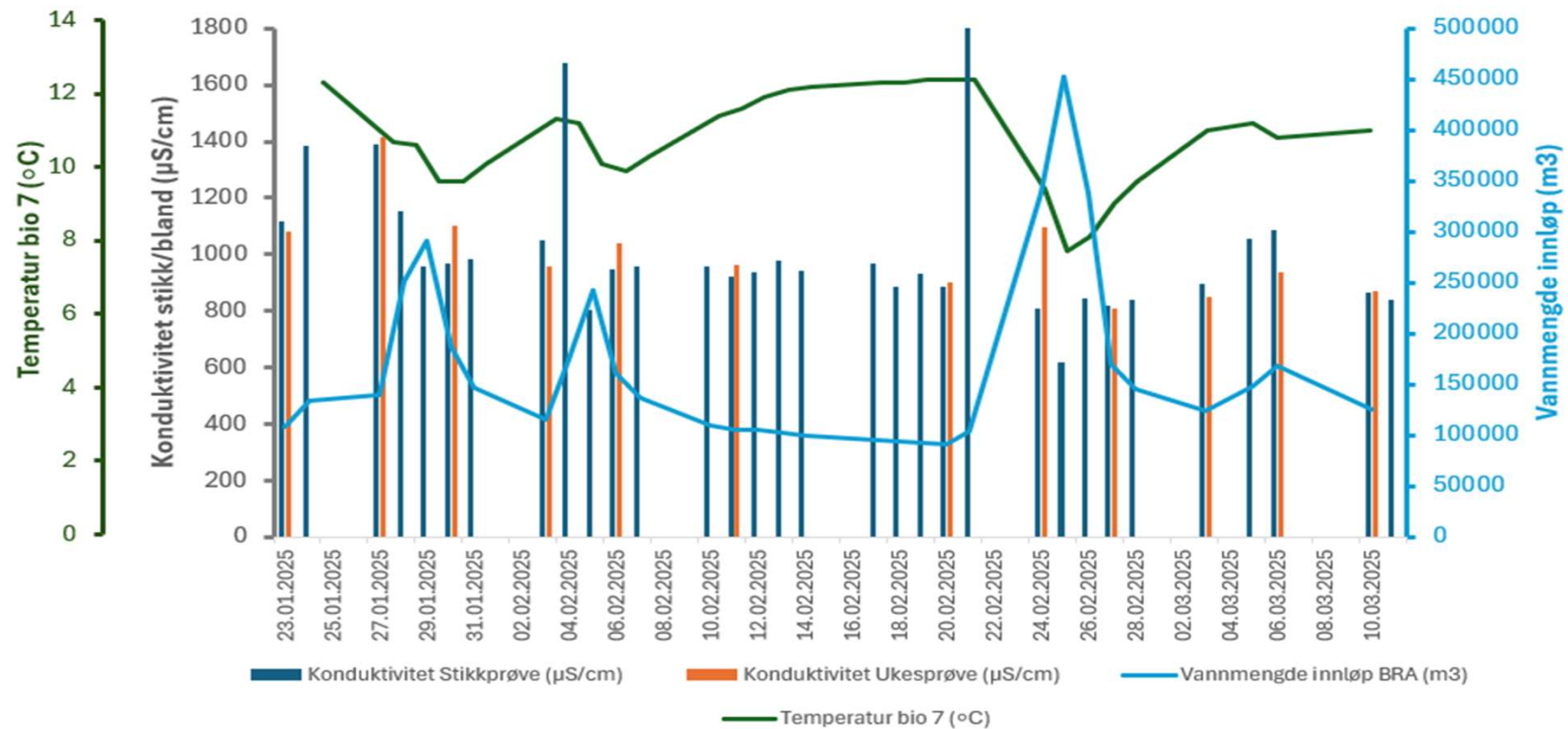
—●— Tot N ut fra Bio 7 (kg/d)

—●— Ammonium NH₄ ut fra Bio 7 (kg/d)

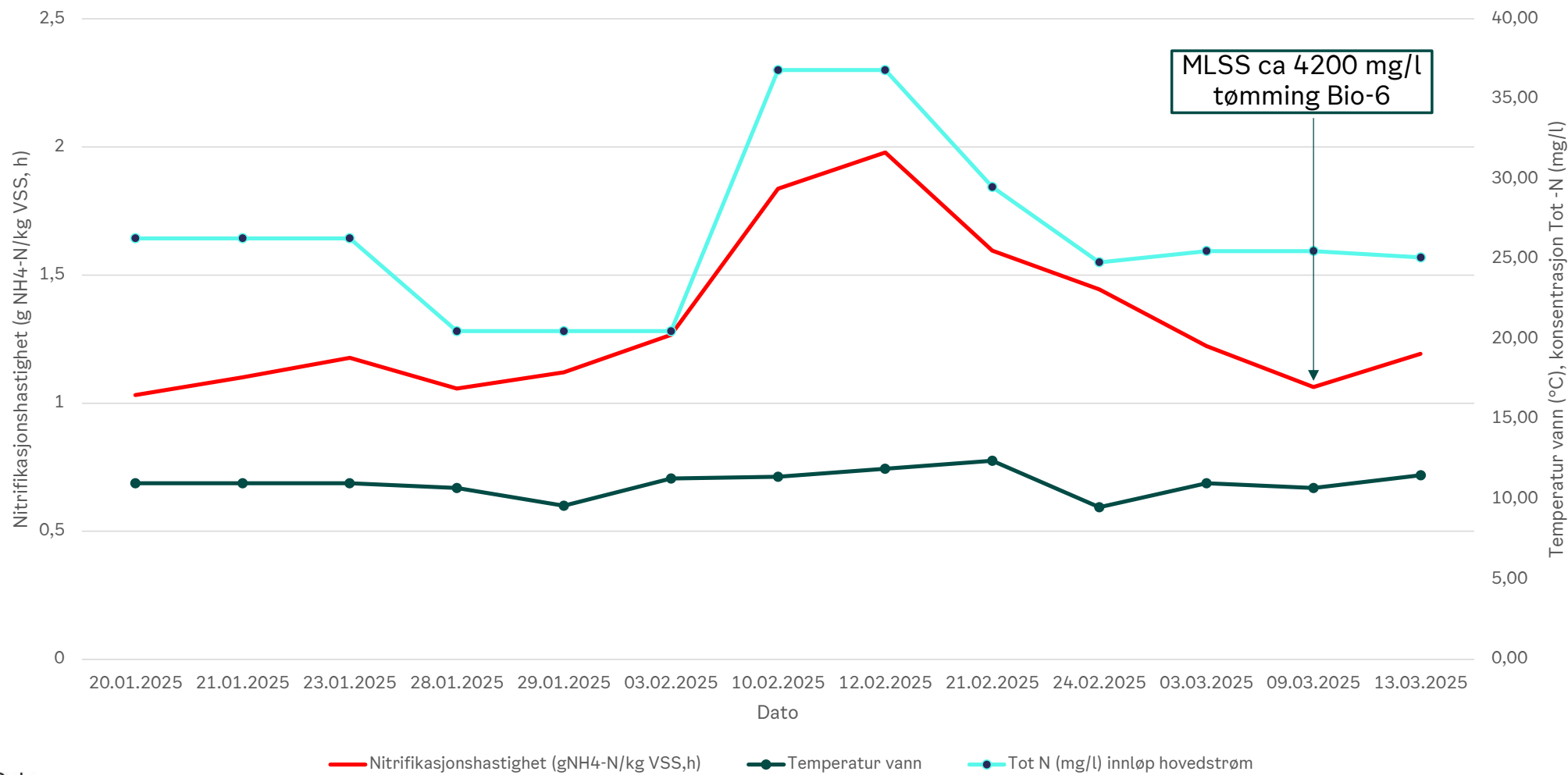
—●— Nitrat NO₃ ut fra Bio 7 (kg/d)

—●— Hastighet (L/s)

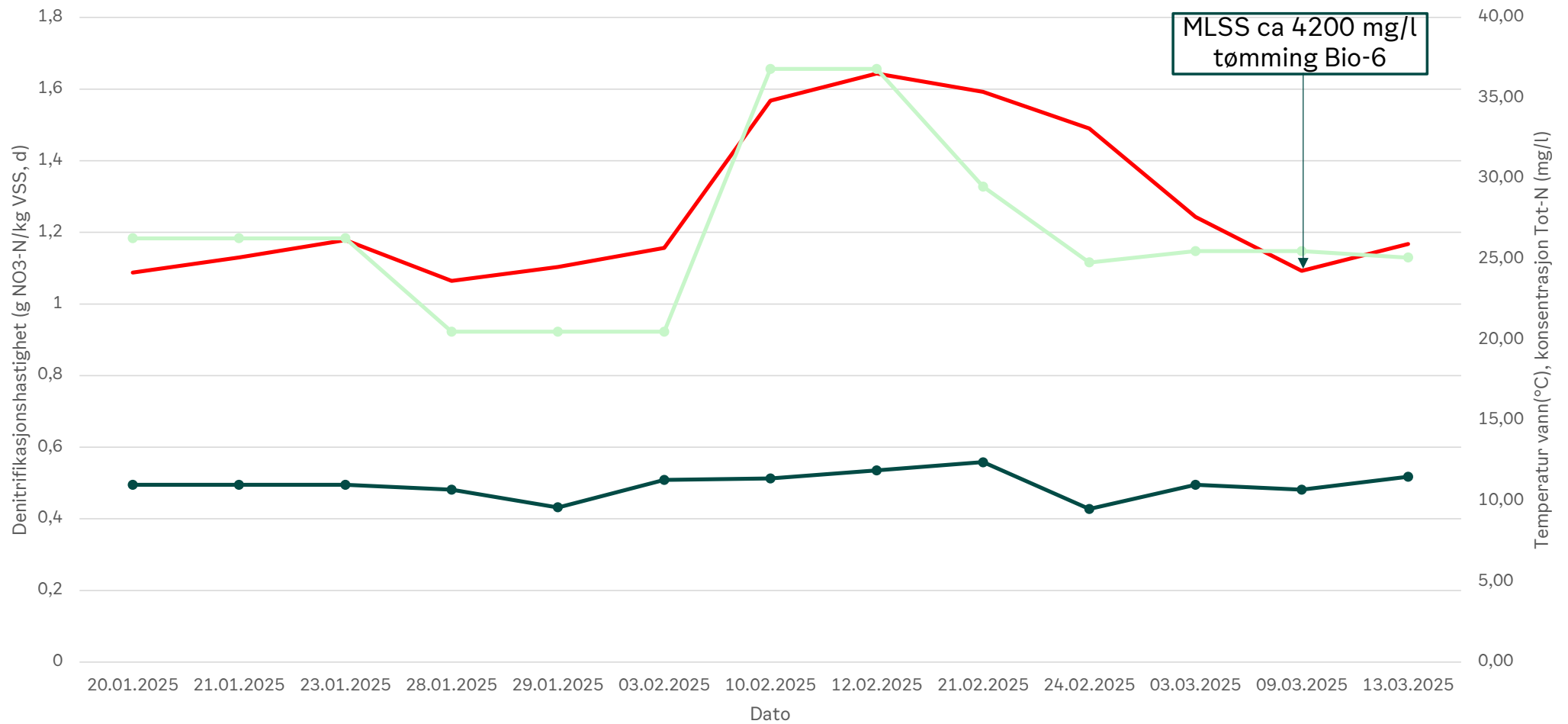
Konduktivitet trendet mot temperatur og vannmengde inn i Bio7



Nitrifikasjonshastighet



Denitrifikasjonshastighet



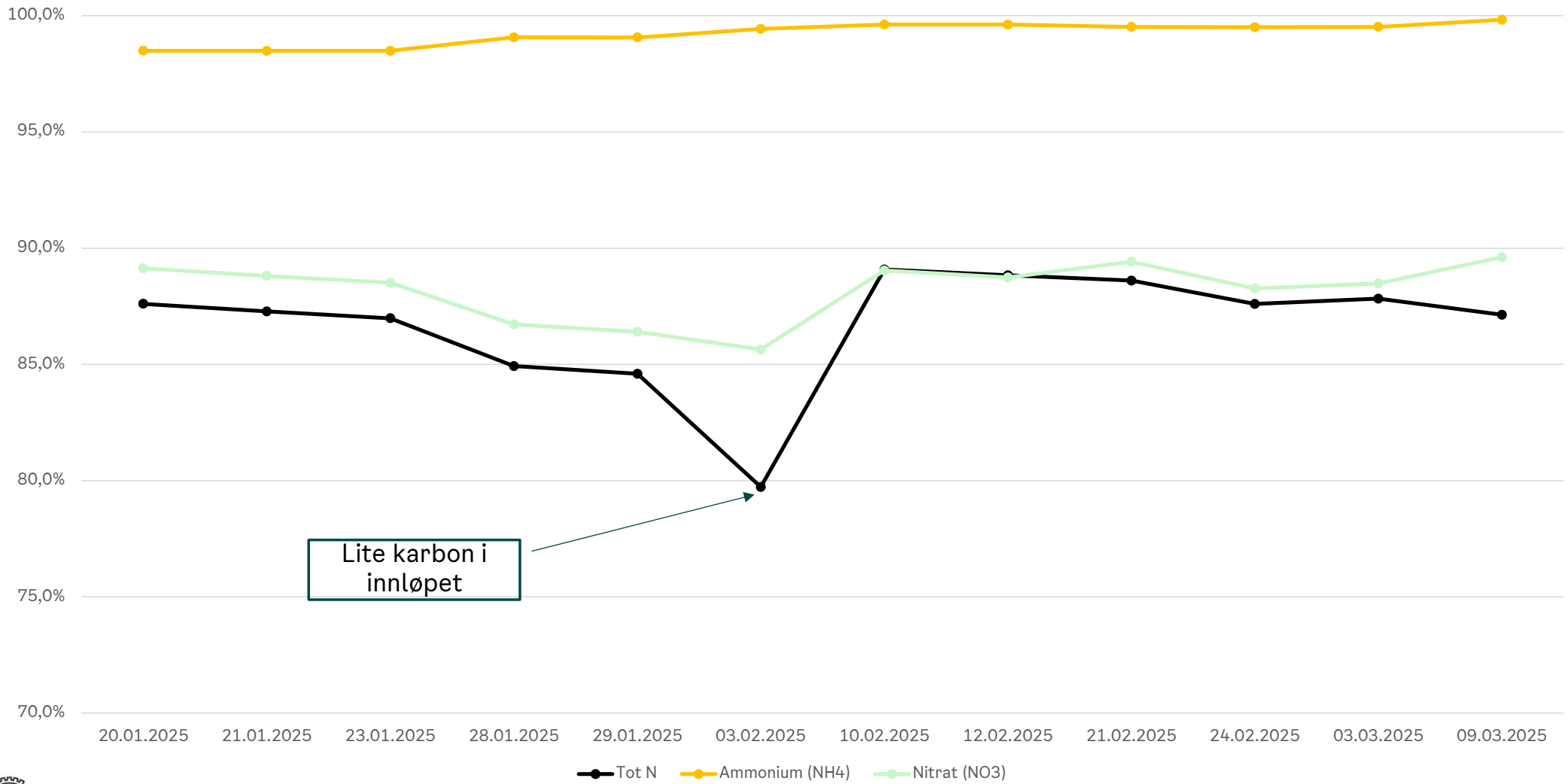
Oslo

— Denitrifikasjonshastighet (g NO₃-N/kg VSS, h)

— Temperatur vann

— Tot N (mg/l) innløp hovedstrøm

Reduksjon av nitrogen



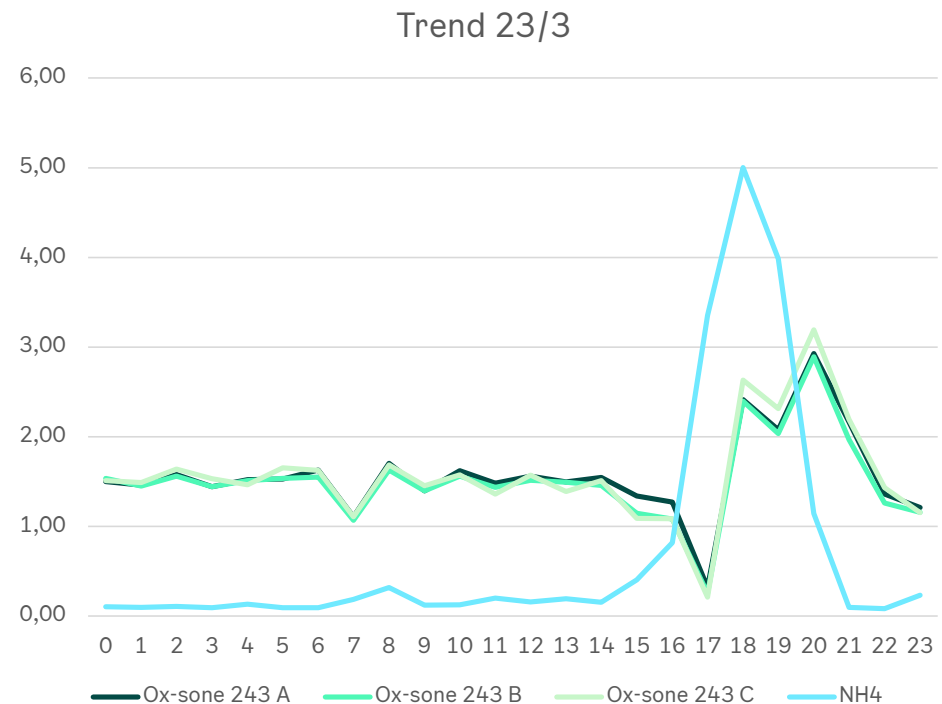
Lite karbon i
innløpet



Oslo

Problemer i forsøket?

- Topper av $\text{NH}_4\text{-N}$ ut fra bio 7
 - Ikke optimal regulering av DO i oxsoner
 - Problem: Vakkellkontakt på blåsemaskin
- Høyt nivå av slam i ettersedimentering
 - Dette pga. lavt slamuttak. Nå økes det oftere.
 - Mekaniske problemer med slamskraperen (brygge).



Neste trinn i forsøket

- Optimalisering av **denitrifikasjon, NO_3^- til N_2**
- Mulige veier
 - Fintuning av eksisterende prosess
 - Øke nitratresirkulering. **Risiko: Nitratkumulering pga. lav karbon i innløpet og dermed lavere prosessytelse (nitrogenfjerning)**
 - Øke MLSS. **Risiko: Dårlig sedimentering**
 - Etanoldosering i etterdenitrifikasjon
 - 3-4 mg/l N- NO_3 ut nå og kan denitrifiseres. **Risiko: Dårlig blanding = lav ytelse, Økning av KOF/BOF i utløpet pga. overdosering av etanol, høy slamprod., oppblomstring av filamenter og skum.**
 - Drifte flexsoner (anox/ox) med luft og redusere fordenitrifikasjon-sone/volum (anox). Deretter starte med etterdenitrifikasjon. **Risiko: Alt for mye luft og slitasje av blåsemakiner, flyteslam?, unhappy bakterier?**



Biotrinnlinje 7

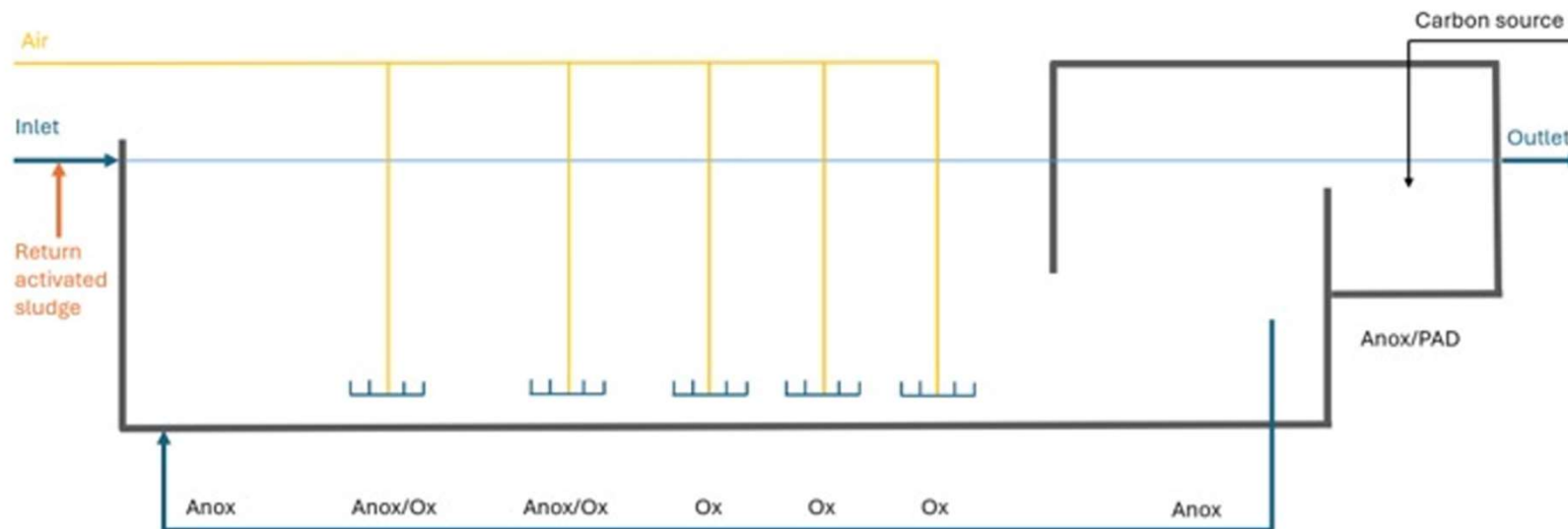


Figure 1: Activated sludge basin with pre- and post-anoxic denitrification (PAD) process configuration.



Oslo

(Castellanos E. et al. 2025)

Kompetanseutvikling

- ▶ Ukentlige korte og effektive oppfølgingsmøter mellom VAV og Rambøll
- ▶ Driftslogg. Forsøket dokumenteres fra A til Å.
- ▶ Involvering av Trainee VAV i forsøket, mikroskopiering og databehandling
- ▶ Arbeidsmøter (ca. annenhver måned) med prosessgruppen i VAV og Rambøll
- ▶ Modellering av forsøket i SUMO-simuleringsverktøy for å teste ulike fremtidige scenarioer. Dette pågår parallelt til forsøket.
- ▶ Deling av resultater i fagnettverk og konferanser.
- ▶ Informasjon i sosiale medier til bransjen og innbyggere i Oslo kommune.
- ▶ Webinar til Vannforsk i dag 😊



Takk for oss
Ta gjerne kontakt

