



TYTLANDSVIK
AQUA AS

Rensing av avløpsvann fra RAS-anlegg – fjerning av nitrogen og fosfor

Leif Ydstebø
Tytlandsvik Aqua

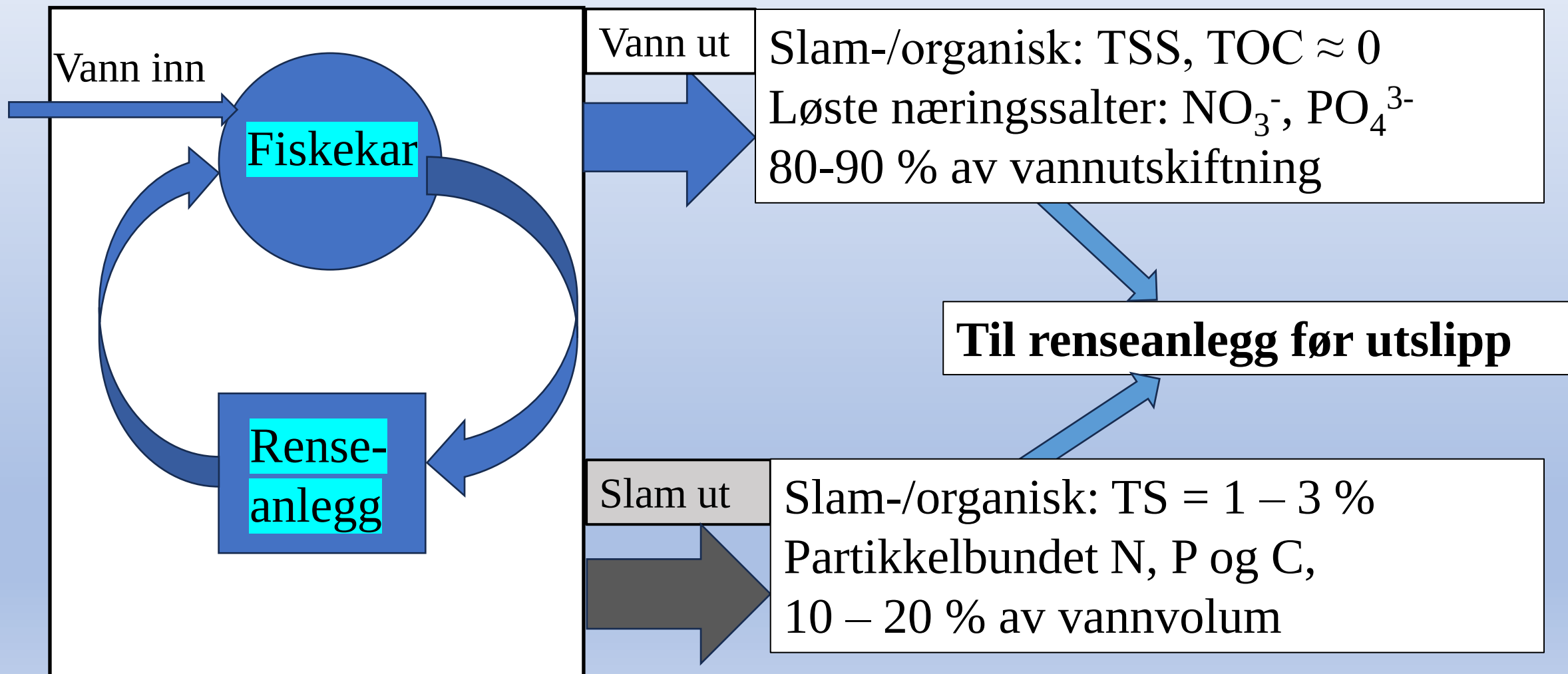
Tytlandsvik Aqua

July 2023



Rensing av vann og slam fra RAS-anlegget

RAS-anlegg



Produksjon og rensekrav

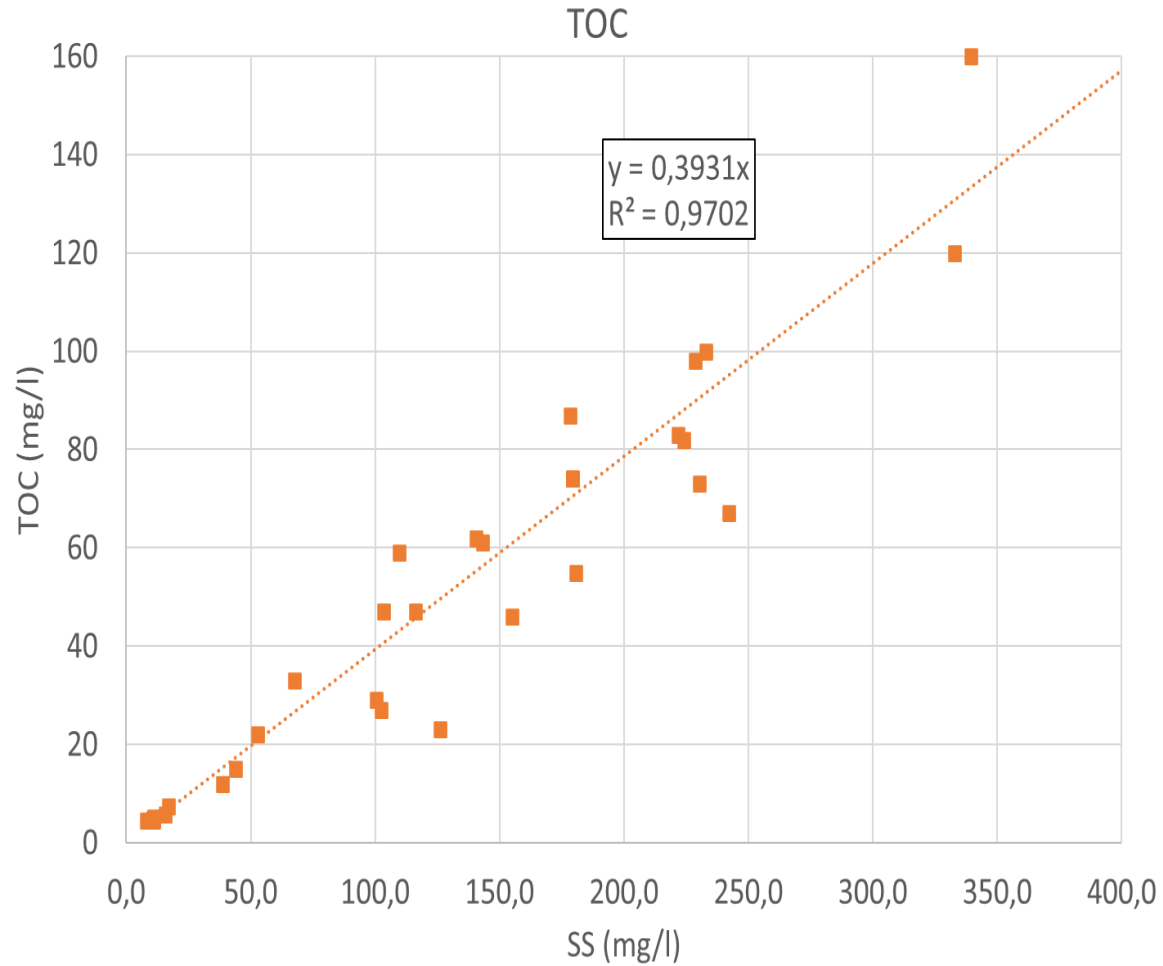


- Produksjonsramme Tytlandsvik Aqua: 15 000 tonn/år

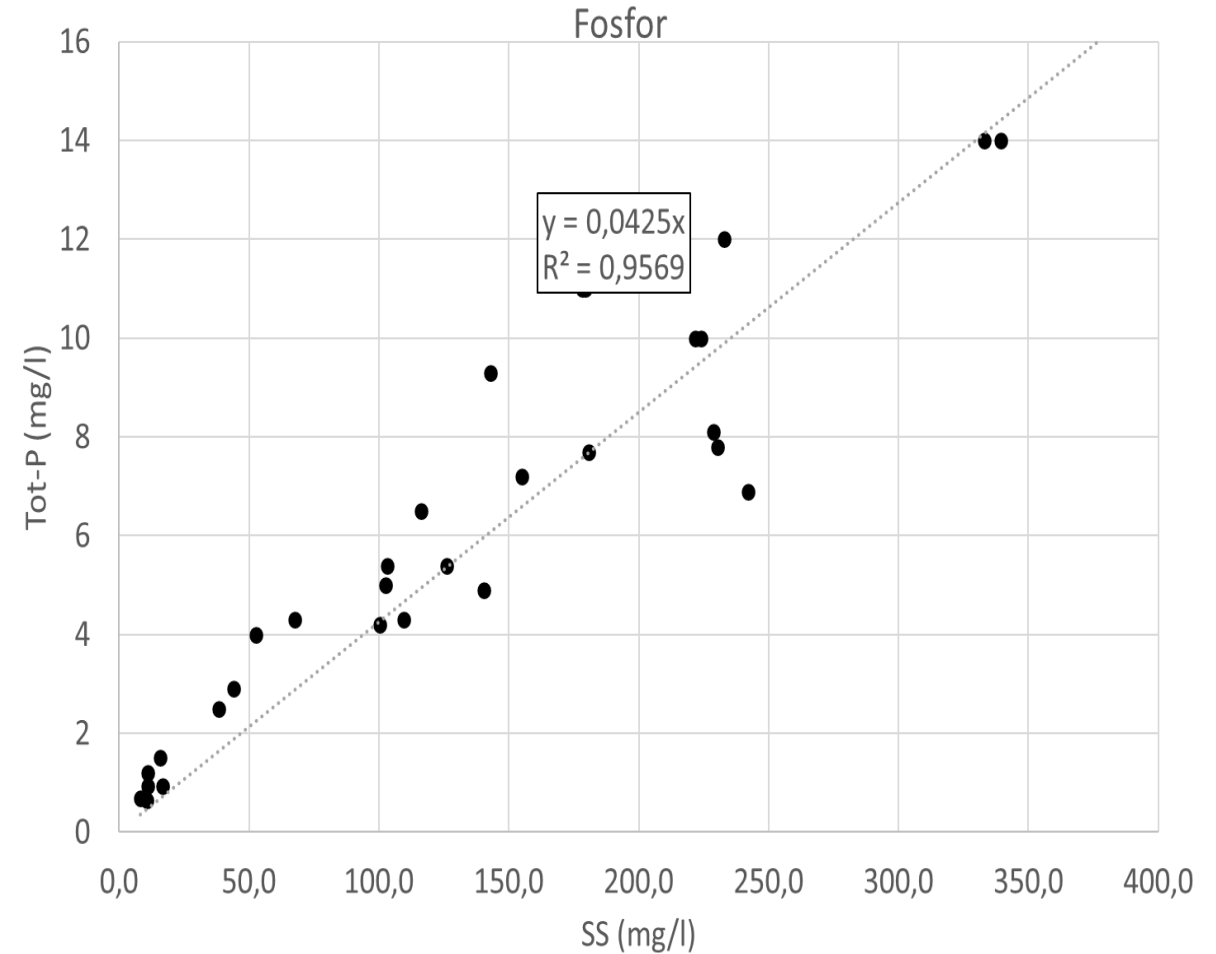
Maksimum tillatt utslipp	Tonn/år	Kg/tonn fisk /år
Total organisk karbon (TOC)	155	30
Total-Nitrogen (Tot-N)	95	9
Total-Fosfor (Tot-P)	12	2

	Behov for rensing (%)		
Produksjon, tonn/år	TOC	Tot-N	Tot-P
5 000	70	40	60
10 000	85	70	80
15 000	90	80	87

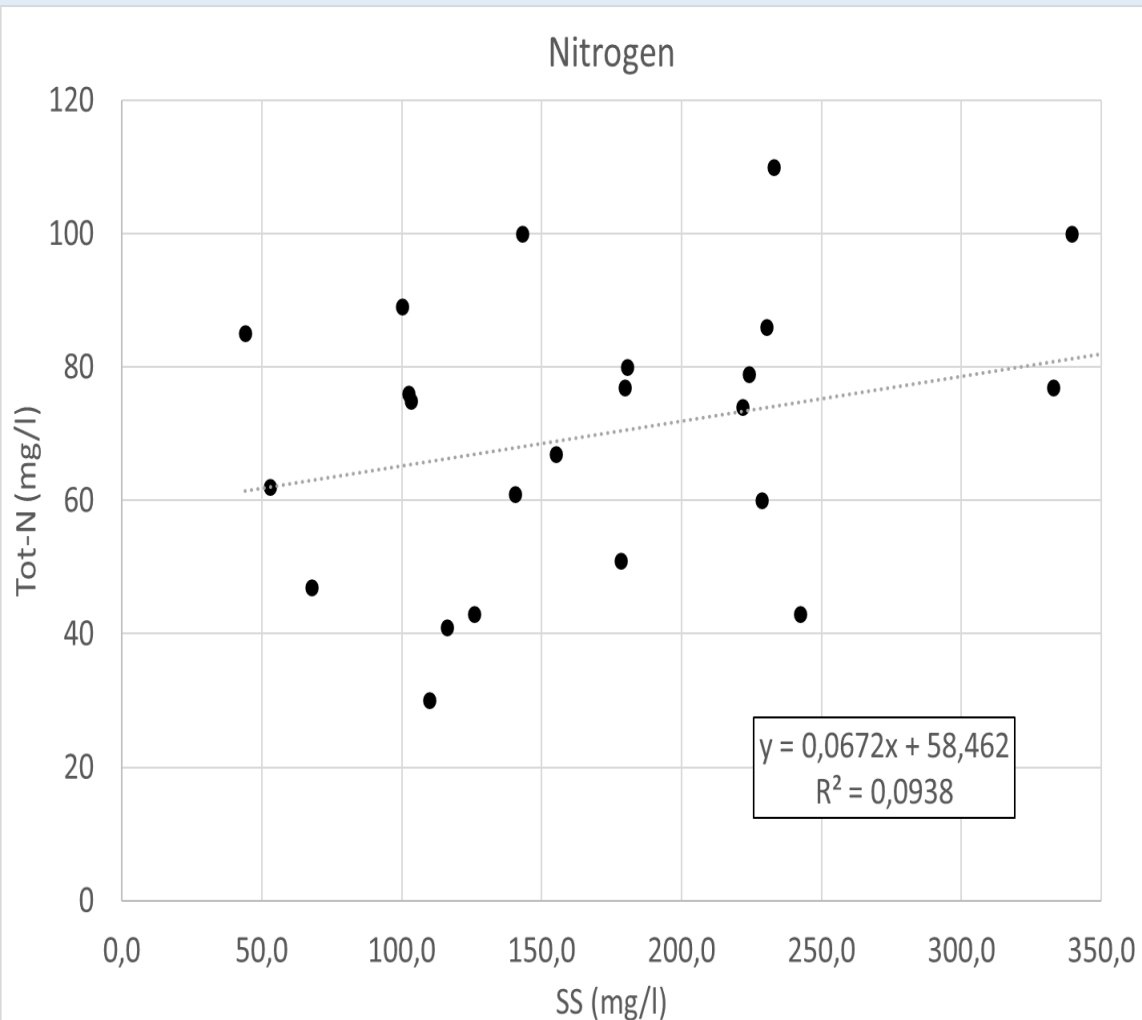
TOC i utløp som funksjon av suspendert stoff



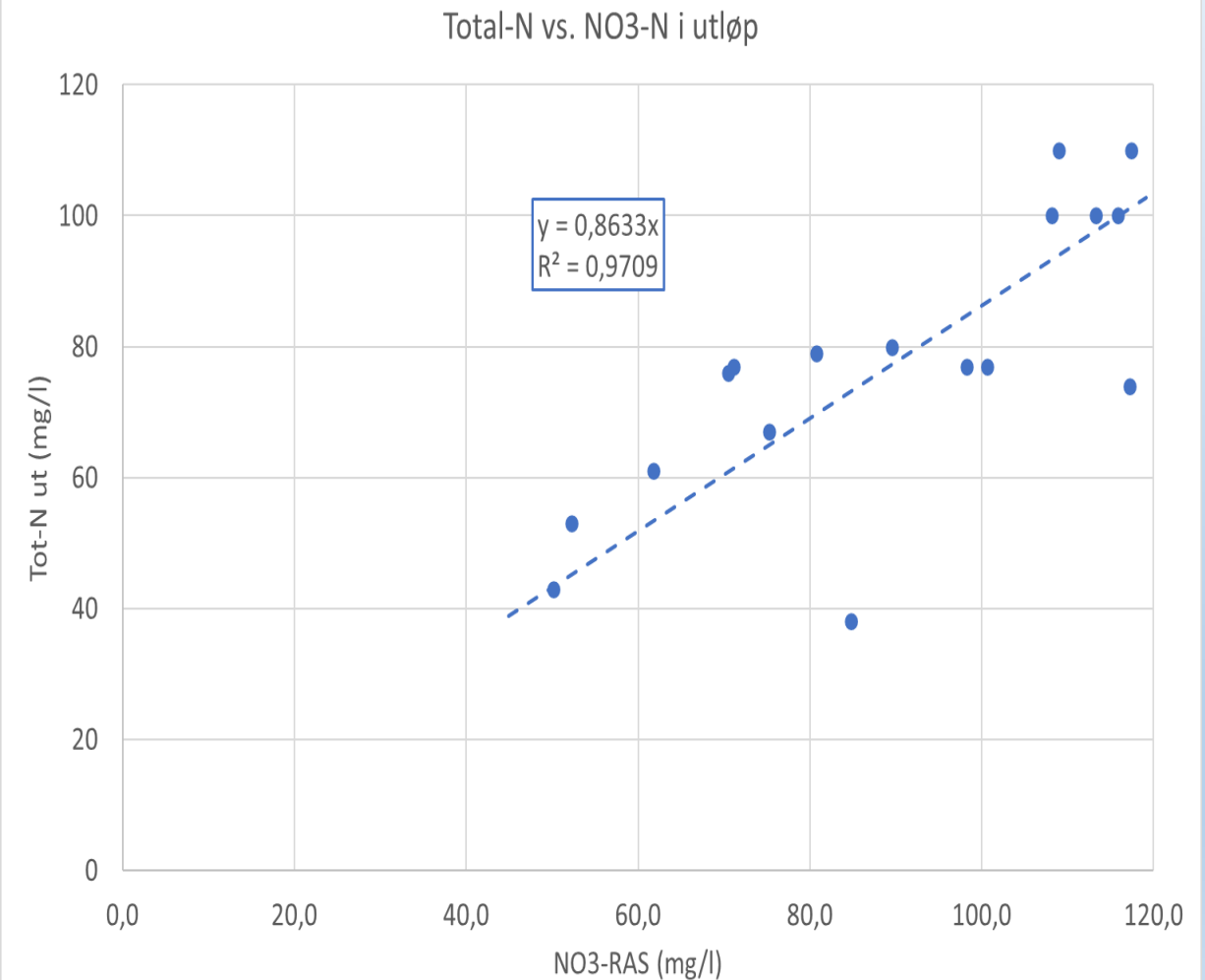
Fosfor i utløp som funksjon av suspendert stoff



Nitrogen i utløp som funksjon av suspendert stoff



Nitrogen i utløp som funksjon av nitrat i RAS-vann (løst)



Sammenhengene på foregående bilder gir følgende konklusjoner:

- TOC og fosfor hovedsakelig bundet i slampartikler (SS)
- Mekanisk rensing (SS-fjerning) vil i stor grad fjerne TOC og fosfor
- Nitrogen er hovedsakelig på løst form (> 70 %) som nitrat (NO_3^-)
- Fjernes biologisk med denitrifikasjon, omdanner NO_3^- til N_2 (gass)
- Løst fosfor fjernes biologisk (kjemisk)
- **Løsning: Kombinert mekanisk-biologisk renseanlegg!**

Mekanisk-biologisk renseanlegg ved Tytlandsvik Aqua



TYTLANDSVIK
AQUA AS



Mekanisk behandling –
slamseparasjon og
fortykking

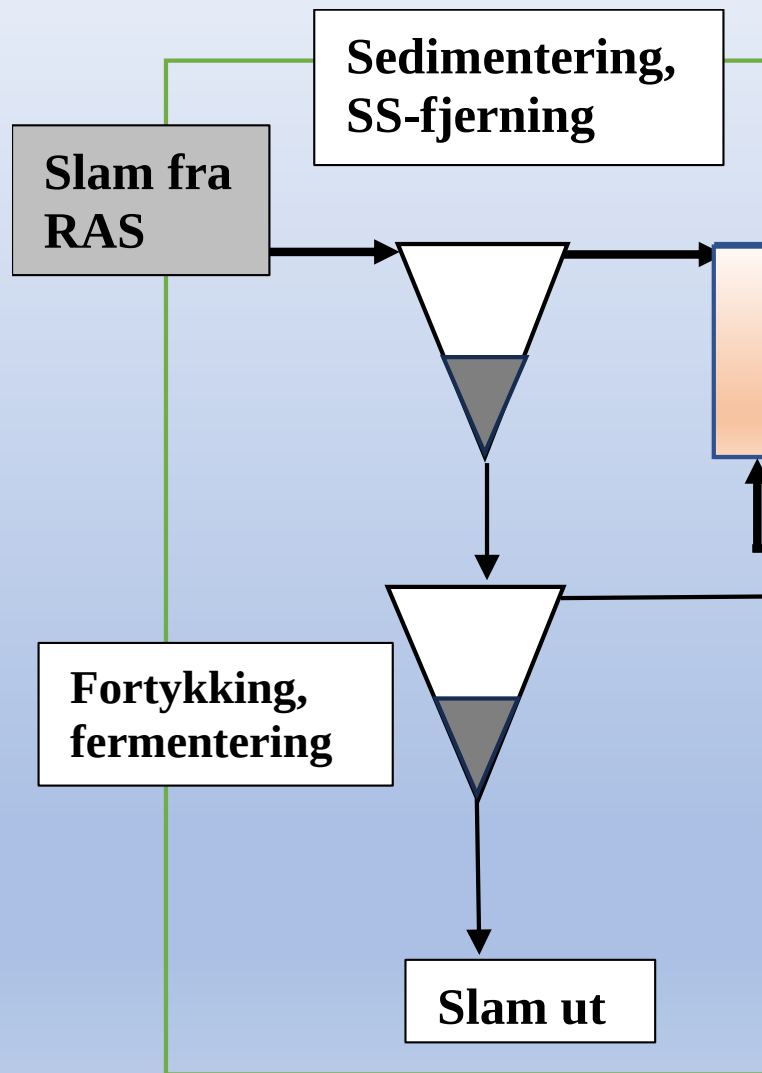
Bioreaktor – oppdelt i to
linjer og ulike soner for
biologisk rensing

Sedimentering –
separasjon av slam før
utløp til sjø

Mekanisk-biologisk renseanlegg



TYTLANDSVIK
AQUA AS



- **Mekanisk rensetrinn:**

- **1. Sedimentering:**

- Mottar slam fra RAS-anlegg, sedimenterer slam som pumpes til fortykker (2) – ca. 10 % av total flow.
- Overløp går til bioreaktor, inneholder noe slam (karbon)

- **2. Fortykker/fermentor:**

- Fortykker slam med gravitasjon (5-10 % TS)
- Anaerobe forhold - biologisk hydrolyse og fermentering
- Dannes løste organiske forbindelser (eddiksyre) som benyttes som karbonkilde til biologisk nitrogen- og fosforfjerning.
- Overløp går til bioreaktor, høy konsentrasjon av løst karbon.

Mekanisk-biologisk renseanlegg

- **Bioreaktor:**

- Oppdelt i ulike soner for å stimulere for vekst av bakterier som fjerner nitrogen og fosfor.

Bioreaktor – biologisk N og P fjerning

Sedimentering

Utløp

Bioreaktor-soner:

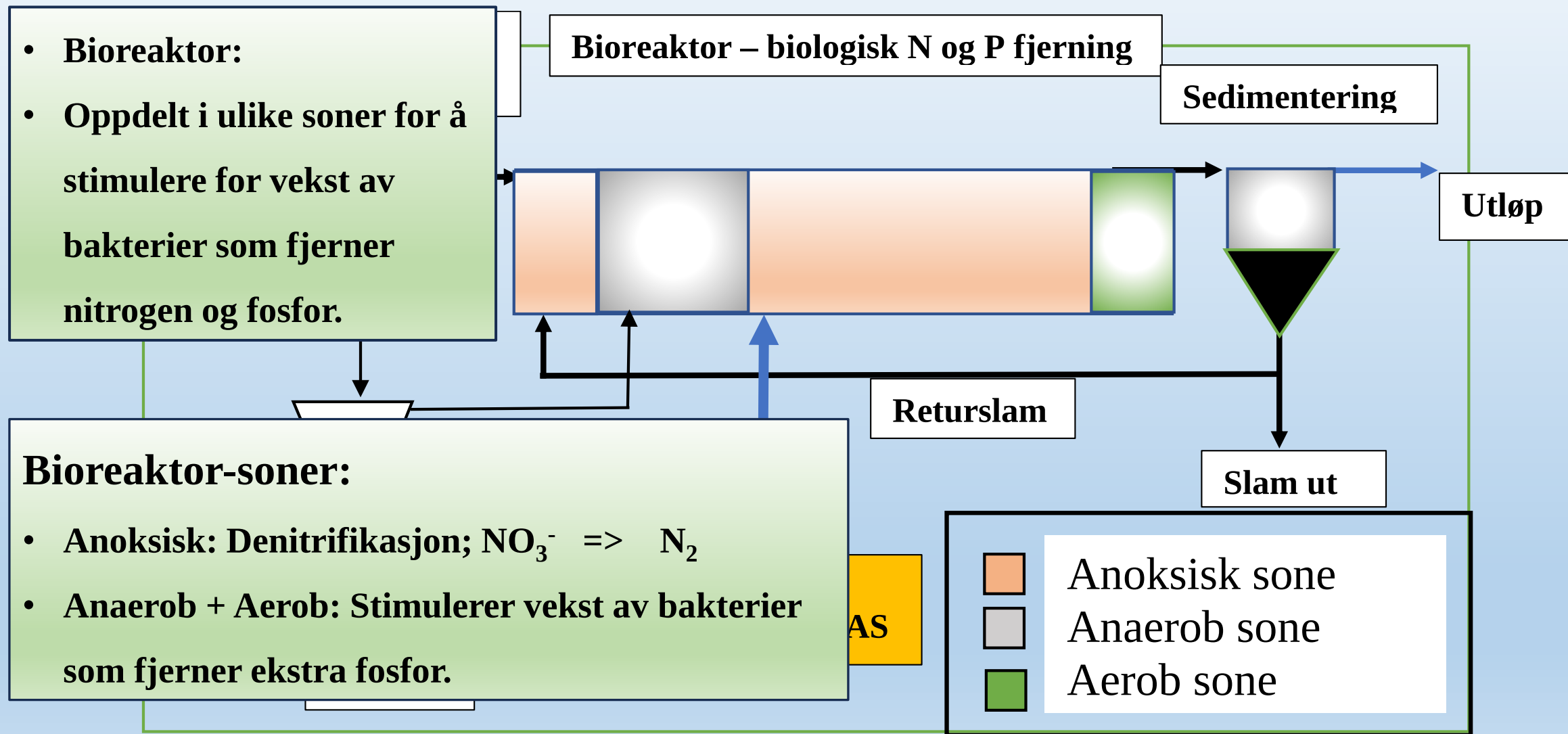
- **Anoksisk: Denitrifikasjon;** $\text{NO}_3^- \Rightarrow \text{N}_2$
- **Anaerob + Aerob: Stimulerer vekst av bakterier som fjerner ekstra fosfor.**

Returslam

Slam ut

AS

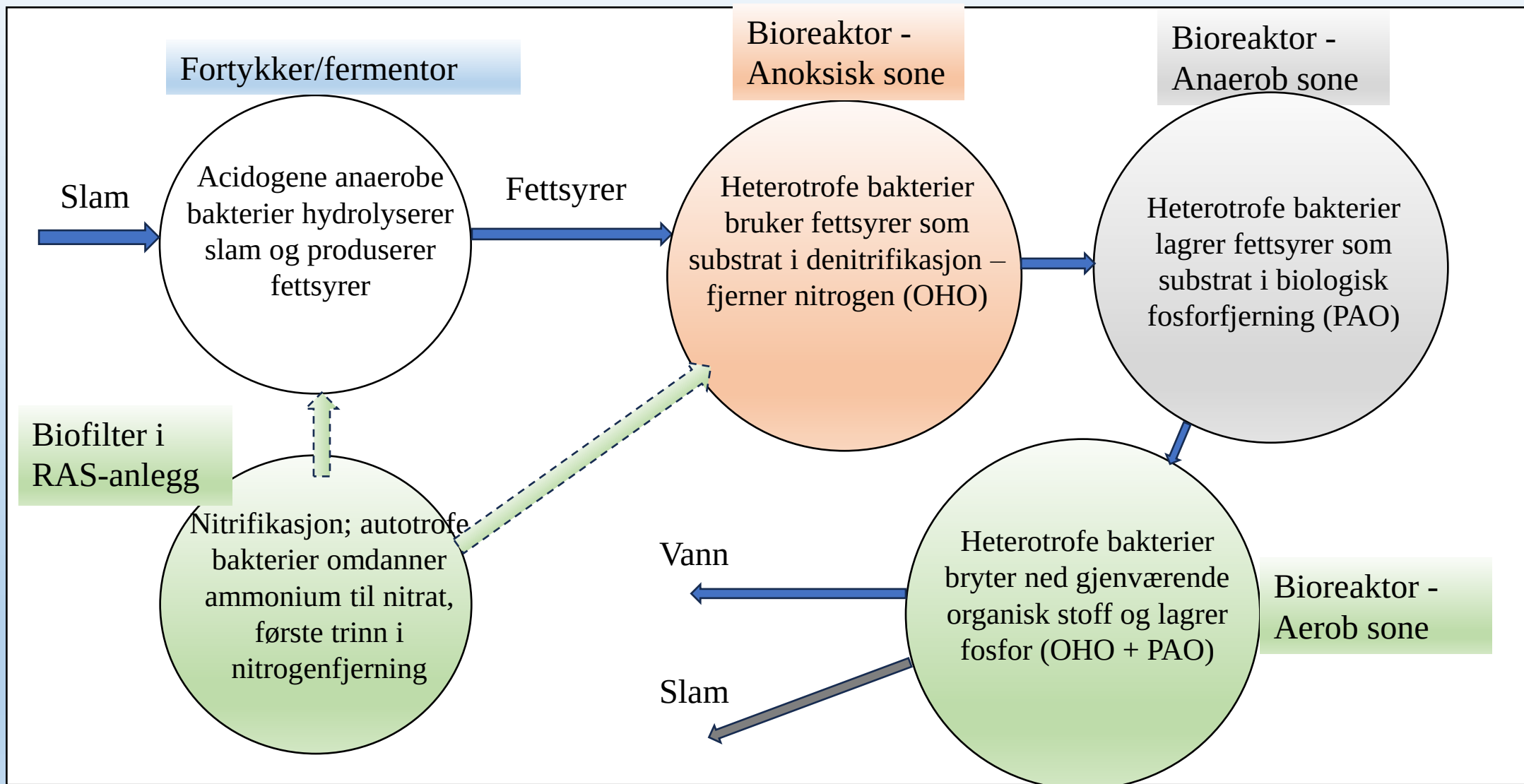
-  Anoksisk sone
-  Anaerob sone
-  Aerob sone



Mikroorganismer/bakterier i samspill utfører renseprosessen...



TYTLANDSVIK
AQUA AS



Slamproduksjon og -håndtering

Normalt mindre slamproduksjon med biologisk rensing ettersom deler av det organiske materialet omdannes til CO_2 i de biologiske prosessene

Anlegget produserer slam fra to rensetrinn:

1. Mekanisk slam/primærslam:

1. Relativt enkelt å separere og fortykke i gravitasjonsfortykkere
2. Energirikt, mest mulig ut til biogass
3. Bruke noe som karbonkilde gjennom hydrolyse og fermentering
4. Hydrolyse og fermentering går på bekostning av fortykkingsegenskaper
5. Frigjør noe nitrogen og fosfor til væskefasen, må også håndteres

2. Biologisk slam:

1. Uttak fra bioreaktor/returslam, lavt tørrstoffinnhold, 1-2 %,
2. Ustabil, gravitasjonsfortykking ikke tilstrekkelig, må fortykkes i maskin
3. Krever (normalt) bruk av polymer

Samarbeid med Universitetet i Stavanger

- Utført to prosjekter med UiS på denitrifikasjon ved bruk av fiskeslam som karbonkilde,
- Støttet av Rogaland Fylkeskommune gjennom VRI-ordningen,
- Benyttet både fiskeslam direkte fra trommelfiltre og fermentert fiskeslam som karbonkilde til denitrifikasjon,
- Resultert i to masteroppgaver og en internasjonal presentasjon,
- Sammenlignet denitrifikasjonsrater basert på fiskeslam med rater oppnådd basert på organisk stoff i kommunalt avløpsvann
- Effekt av temperatur har blitt studert, mindre kritisk for RAS-avløp.

Alternative løsninger:

1. Ta ut mekanisk rensetrinn, tilføre alt slam til bioreaktor – sikrer tilstrekkelig karbonkilde til biologisk fjerning av nitrogen og fosfor?
 - *Dårligere energibudsjett og krever større bioreaktor og sedimentering.*
2. Ta ut alt slam i mekanisk rensetrinn, tilsett ekstern karbonkilde som metanol eller eddiksyre?
 - *Noe raskere og mer stabil prosess, men store kostnader til karbonkilde.*
3. Bruk biomedia/biofilm i bioreaktor?
 - *Mulig, men ikke nødvendig, konsentrerer tilstrekkelig slam for rimelig rask prosess uten.*
4. Kjemisk fjerning av fosfor?
 - *En mulig løsning, oppnår høy fosforrensing, mindre mulighet for gjenvinning av fosfor.*

Utfordringer – kompromisser

- Tilføre riktig mengde og type karbonkilde til bioreaktoren for optimal nitrogen- og fosforfjerning.
- Balansere mekanisk og biologisk trinn, ta ut mest mulig slam i mekanisk trinn samtidig som man leverer nok karbonkilde til biologisk trinn.
- Fortykkings- og avvanningsegenskaper til biologisk slam kan være utfordrende.
- Tilpasse prosessen til variasjoner i belastning basert på produksjonen av post-smolt i RAS-anlegget (opptil faktor 10?).
- Spesielt utfordrende ved liten produksjon, med lite slam og karbonkilde.
- «Call for backup». (Ekstern karbonkilde og fellingskjemikalier)