

LUP

Innovative anskaffelser



Norsk Vann

TEMADAG 29.oktober i regi av Fremtiden renseanlegg

**Renseanlegg m/nitrogenfjerning i Norge
deler sine erfaringer**

PROGRAM



09.30 Velkommen! Vi «kobler oss på» dagens agenda

10.00 Introduksjon – renseanleggene og prosessene

10.30 Fase 1: Behov og premisser

11.15 **LUNSJ**

12.00 Fase 2: Teknologiutredning og design

12.45 Gjennomføring

13.30 **PAUSE**

13.45 Fase 4: Driftsettelse

14.30 Oppsummering og veien videre

15.15 Mingling og takk for i dag!

Målet med dagen

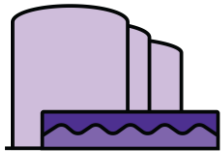
- At både innledere og deltagere opplever nytteverdi av samlingen
- At alle deltagere opplever å ha lært noe nyttig knyttet til etablering av renseanlegg i egen kommune
- At alle deltagere knytter ytterligere relasjoner for videre utveksling/samarbeid om likelydende behov i etableringen av sine renseanlegg



10.00 – 10.30

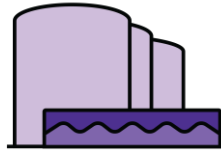
**Introduksjon – renseanleggene og
prosessene**

De 6 nitrogenrenseanleggene



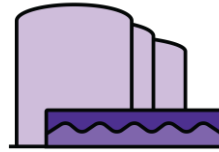
Lillehammer RA

MBBR



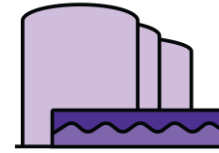
Nedre
Romerike VA

MBBR



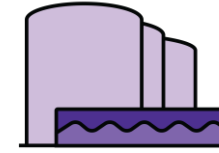
VEAS

Fast-film



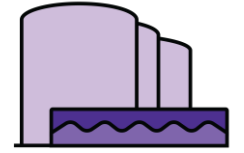
VAV

Aktiv slam



Gardermoen RA

MBBR



Nordre Follo RA

MBBR

De 3 renseteknologiprosessene

- MBBR
- Aktiv-slam
- Fast-film prosess

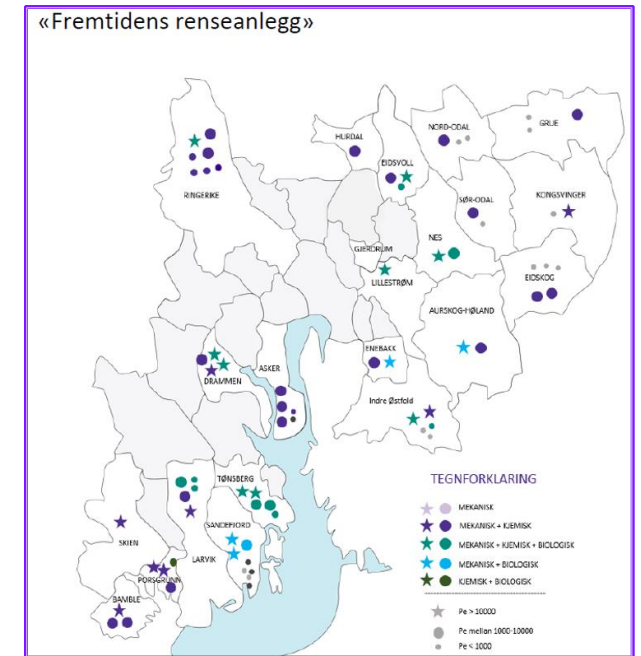
Utgangspunktet – fasene i etablering av et renseanlegg

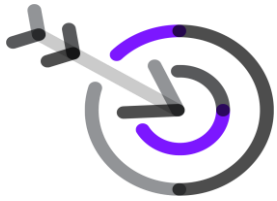
Fase 1: Behov og premisser

Fase 2: Teknologiutredning og -design

Fase 3: Gjennomføring

Fase 4: Driftsettelse





Renseanleggene og prosessene

**v/ Torbjørn Lomsdalen, Lillehammer RA
Kirsti Grundnes Berg, VEAS
Helge Eliassen, VAV**

Lillehammer renseanlegg

Driftsleder Torbjørn Lomsdalen



Foto:
Truls Telle

VA – Tekniske Anlegg



Lillehammer
kommune

Lillehammer renseanlegg

2 ANLEGGSDATA

Tabell 1 : Anleggsdata Lillehammer renseanlegg

Rensemetode:	MBBR med nitrogenfjerning og etterfelling.
Driftsstart:	1978
Ombygd/utvidelse:	1993
Dimensjonerende vannmengde (Q_{dim}):	1200 m ³ /t
Maksimal dimensjonerende tilrenning ($Q_{maksdim}$):	1900 m ³ /t / 2450m ³ /t
Organisk kapasitet:	144 000 pe/ 8640 kg BOF ₅ /d
Kapasitet nitrogen:	80 000 pe/ 950 kg N/d
Utslippstillatelsens ramme pe BOF:	94 000pe BOF ₅
Utslippstillatelsens ramme pe nitrogen:	80 000 pe N
<hr/>	
Snitt hydraulisk belastning 2023	16 564 m ³ /d
Organisk belastning etter NS 9426, faktor 1,5 (2 tom 2021):	
2019	117 753 pe (88 314 pe ved bruk av f-faktor 1,5)
2020	106 807 pe (80 105 pe ved bruk av f-faktor 1,5)
2021	96 192 pe (72 144 pe ved bruk av f-faktor 1,5)
2022	71 810 pe*
2023	65 193 pe*

Det ble i 2022 beregnet ny f-faktor for anlegget, denne ble da satt til 1,5. For tidligere år er det benyttet en f-faktor på 2.

Lillehammer renseanlegg

Tabell 7 viser gjennomsnittlig renseeffekt de siste fem år for Lillehammer renseanlegg. I tillegg kan man se at anlegget har fungert stabilt og godt i alle årene. Tallene er hentet fra «Rapport 1 Kontrollprøver 2023», se vedlegg 1.

Tabell 7: Gjennomsnittlig renseeffekt ved Lillehammer renseanlegg 2019-2023

	Krav [%]	2023	2022	2021	2020	2019
Totalfosfor	95	97,7	98,1	97,5	97,2	98,3
Organisk stoff (BOF ₅)	70	98,1	98,7	98,5	98,6	98,7
Organisk stoff (KOF)	75	95,3	96,7	96,2	96,6	95,1
Totalnitrogen	70	77,6	75,1	74	71,6	78,1
Suspendert stoff (SS)	Ikke krav	97,7	98,8	98,2	98,1	99,1

Lillehammer renseanlegg

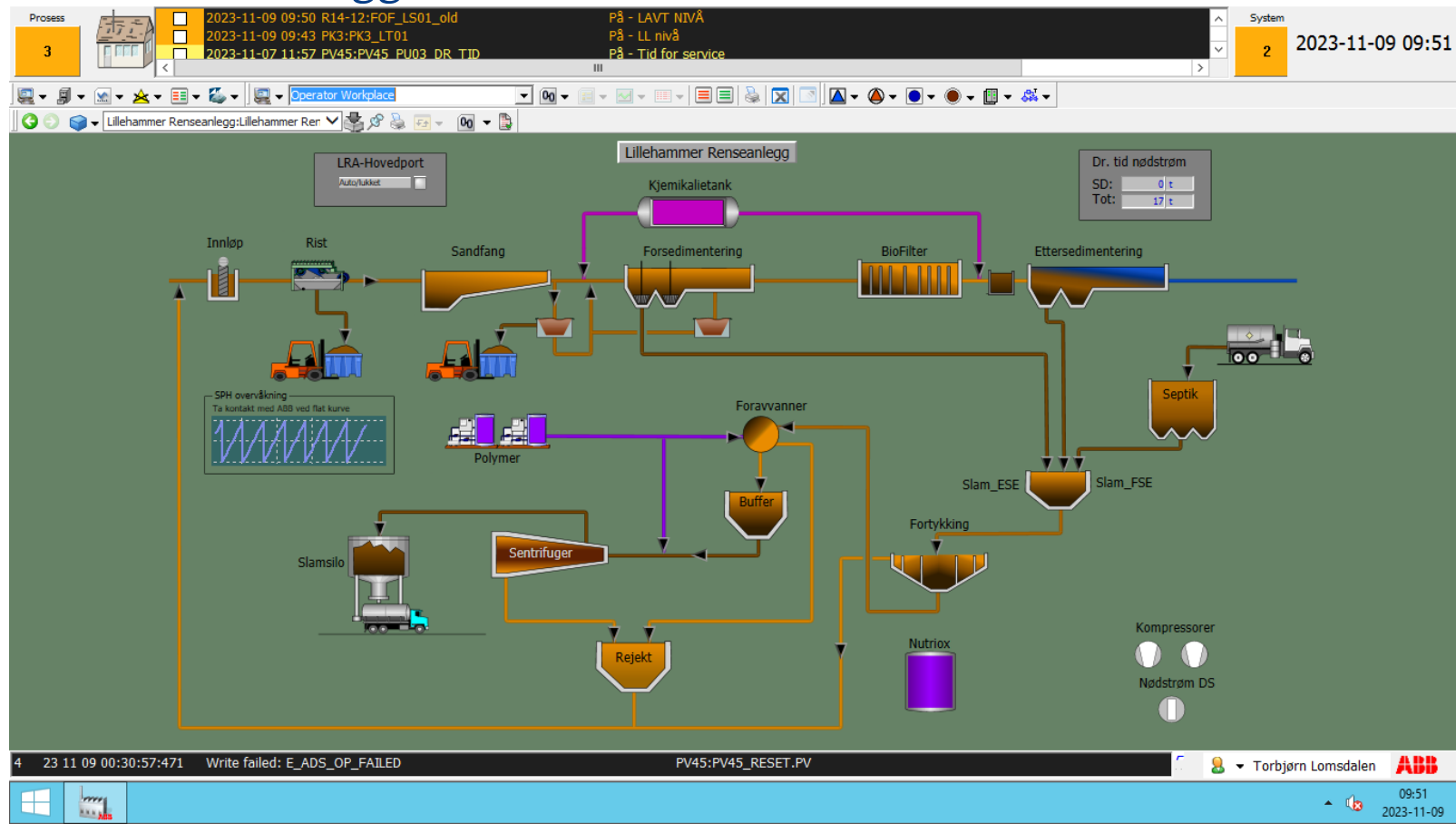
Tabell 2: Kontrollprøver 2023

Analyse- parameter	Antall prøver			Rensekrav		Antall som oppfyller kravene		Overholder anlegget renskrav og krav til antall prøver?
	lever t	krav	tatt akkred- ditert	Konsentrasjon og/eller årlig renseeffekt	Maksgrense konsen- trasjon	Konsen- trasjon	Rense- effekt %	
Tot-P	24	24	24	0,4 mg/L 95 %	0,8 mg/l	24	23	Ja
BOFS	24	24	24	25 mg/L 70 %	50 mg O2/l	24	24	Ja
KOF	24	24	24	125 mg/L 75 %	250 mg O2/l	24	24	Ja
Tot N	6	6	6	70 %		Ikke krav	5	Ja

* For fosfor og nitrogen er det gjennomsnittlig renseseffekt over året som er kravet. Antall prøver som oppfyller kravene er derfor ikke førende for om renseseffekten er oppfylt

Lillehammer renseanlegg

Oversiktsbilde av renseanlegget



Nitrogenfjerning ved LRA

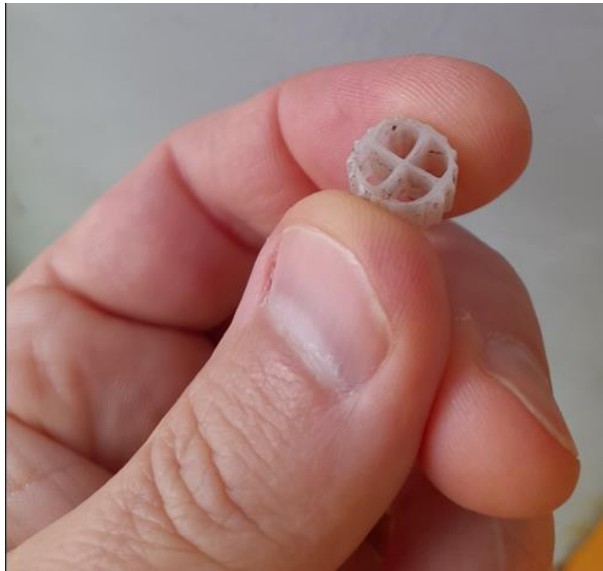
- * Lillehammer renseanlegg ble satt i drift i 1978. Oppgradert 1994. Renser avløp for Lillehammer, Øyer, Gausdal, og Ringsaker (Sjusjøen)
- * Lillehammer var første store anlegg med Kaldnes prosessen. MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor)
- * Utvidet renseanlegg med Bio-trinn for nitrogenfjerning ble bygget til OL-lekene i 1994, og utvidet rensedistrikt for renseanlegget. Utvidet renseanlegg ble satt i drift i Januar 1994, mens Bio-trinnet ikke ble igangkjørt før i januar 1995.
- * Tross utfordringer ved enkelte komponenter og løsninger ved anlegget, har anlegget vist god funksjon.

Nitrogenfjerning ved LRA

- * - MBBR prosessen bruker bio-bærere av plast som bakteriene kan vokse på, og holder bakteriekulturen i reaktoren. Man unngår returpumping av slam. Det tas ikke ut slam i selve biotrinnet, men i påfølgende felling.
- * - Nitrogenet i vannet omdannes til nitrogen-gass og føres tilbake til luften.
- * -Bakteriene sikres gunstige forhold med luftinnblåsning og kontinuerlig sirkulasjon av bio-mediet.
- * -Det benyttes etanol som karbonkilde.

Nitrogenfjerning ved LRA

K1 medie (originalen)



Bio-medie i sirkulasjon



Nitrogenfjerning ved LRA



Bio-trinn:

2 linjer

9 reaktorer per linje

Nitrifikasjon/aerob R1-R5

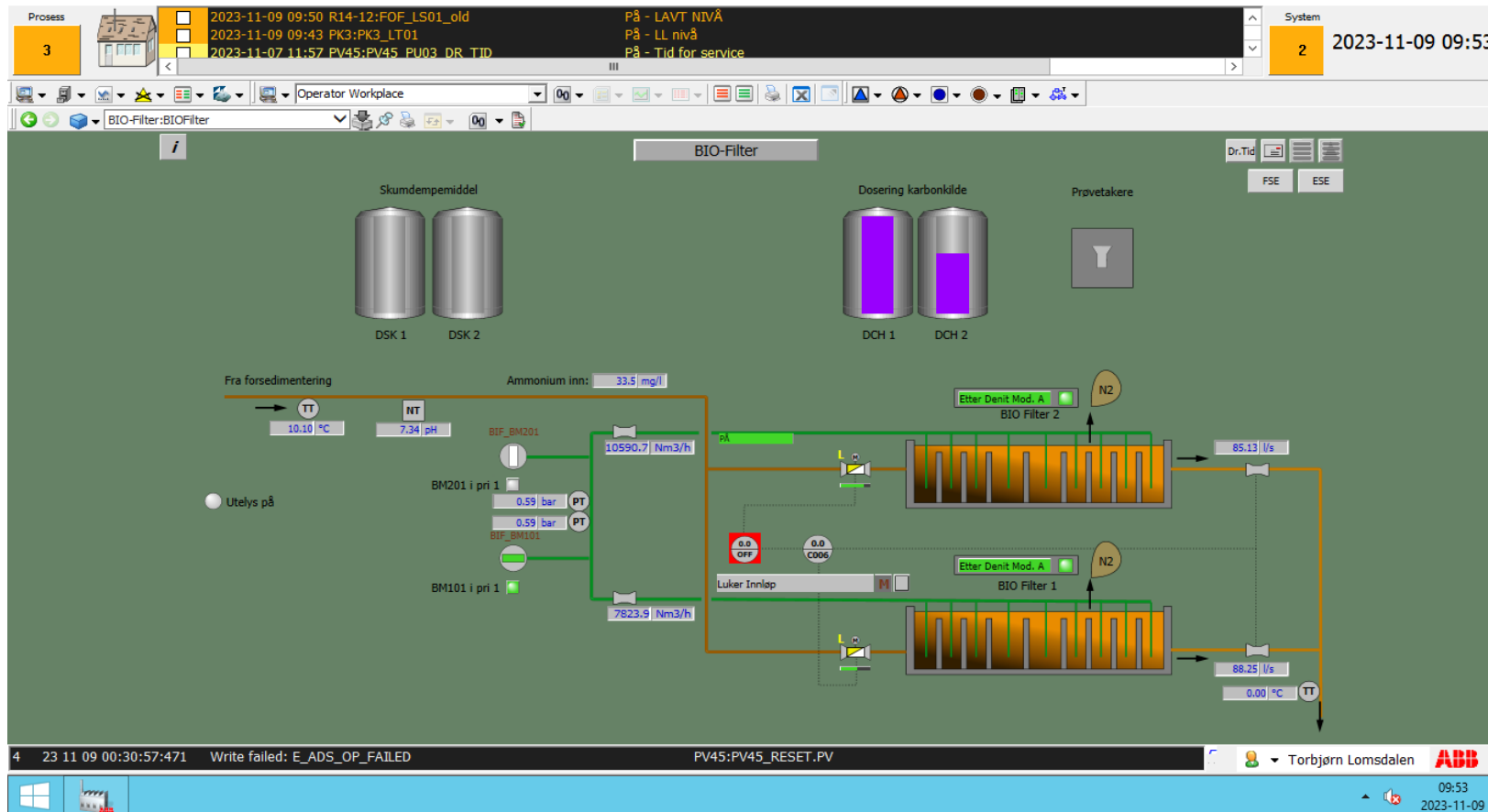
Denitrifikasjon/anaerob

R6-R8

Rest karbon R9 aerob

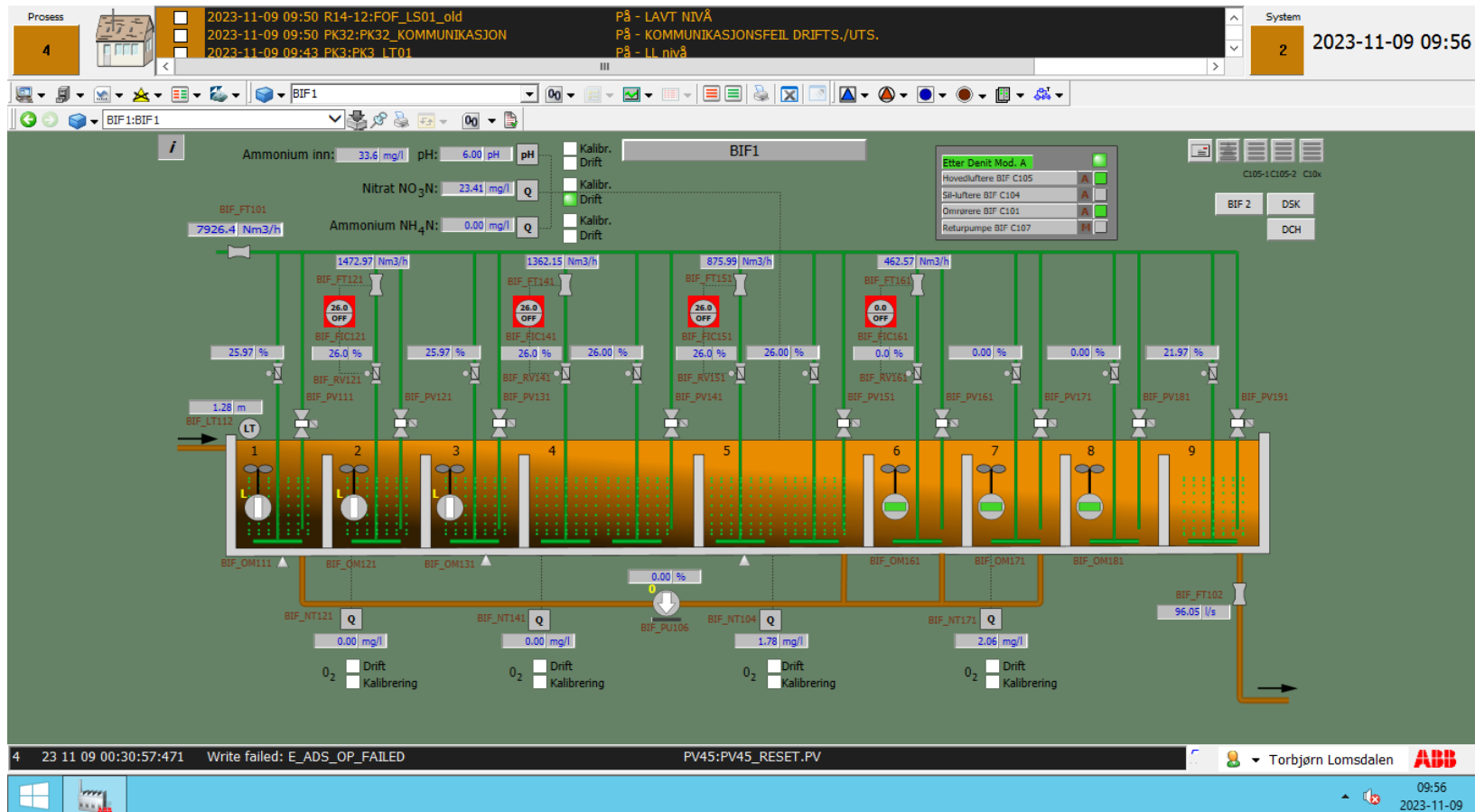
Nitrogenfjerning ved LRA

Bio-trinn



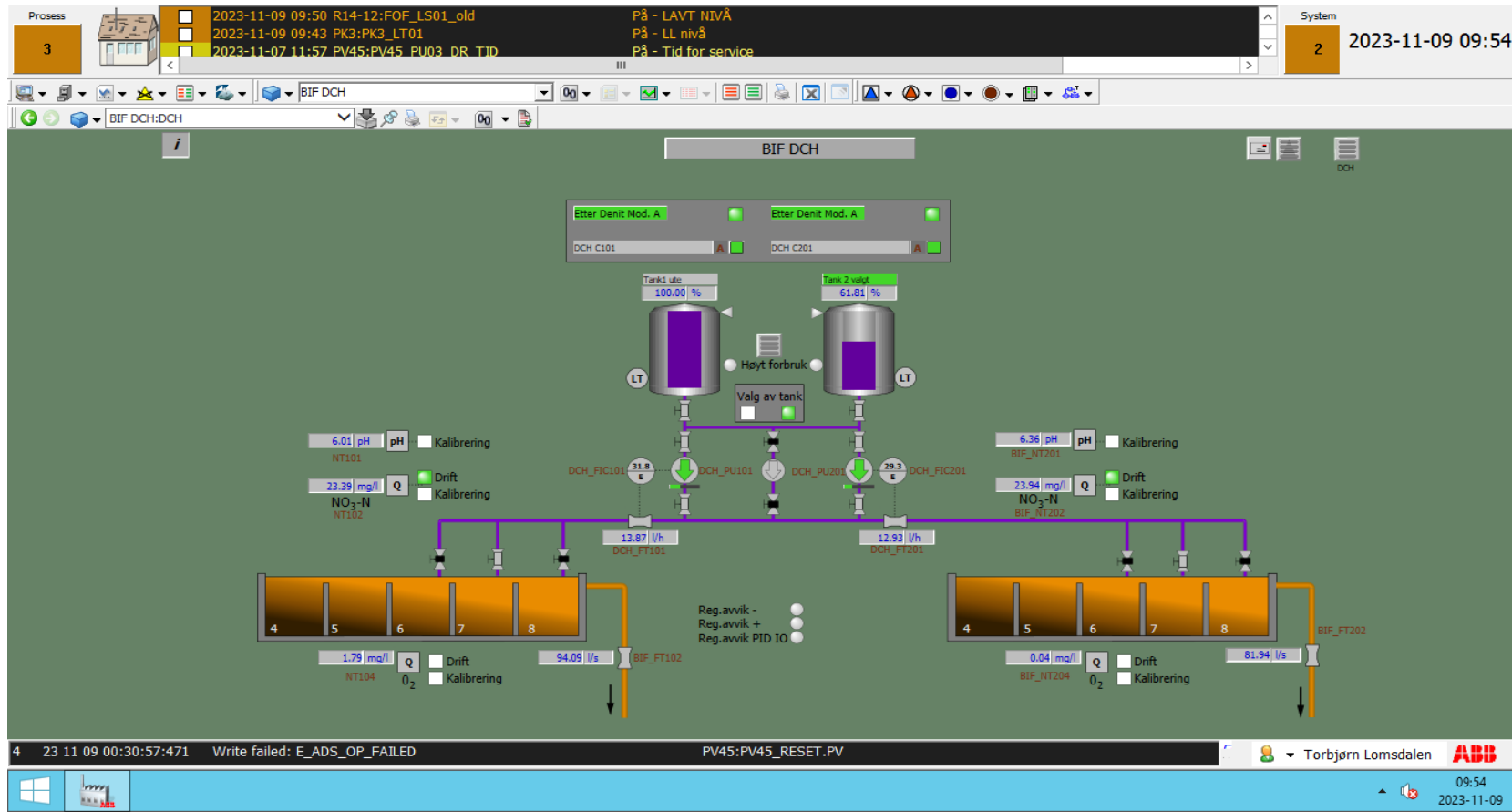
Nitrogenfjerning ved LRA

Biolinje



Nitrogenfjerning ved LRA

Etanol dosering



Nitrogenfjerning ved LRA

Lagertanker for Etanol.
2 x 15M³



Nitrogenfjerning ved LRA

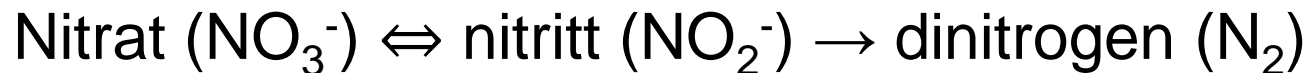
Nitrifikasjon

med nitrifiserende bakterier:



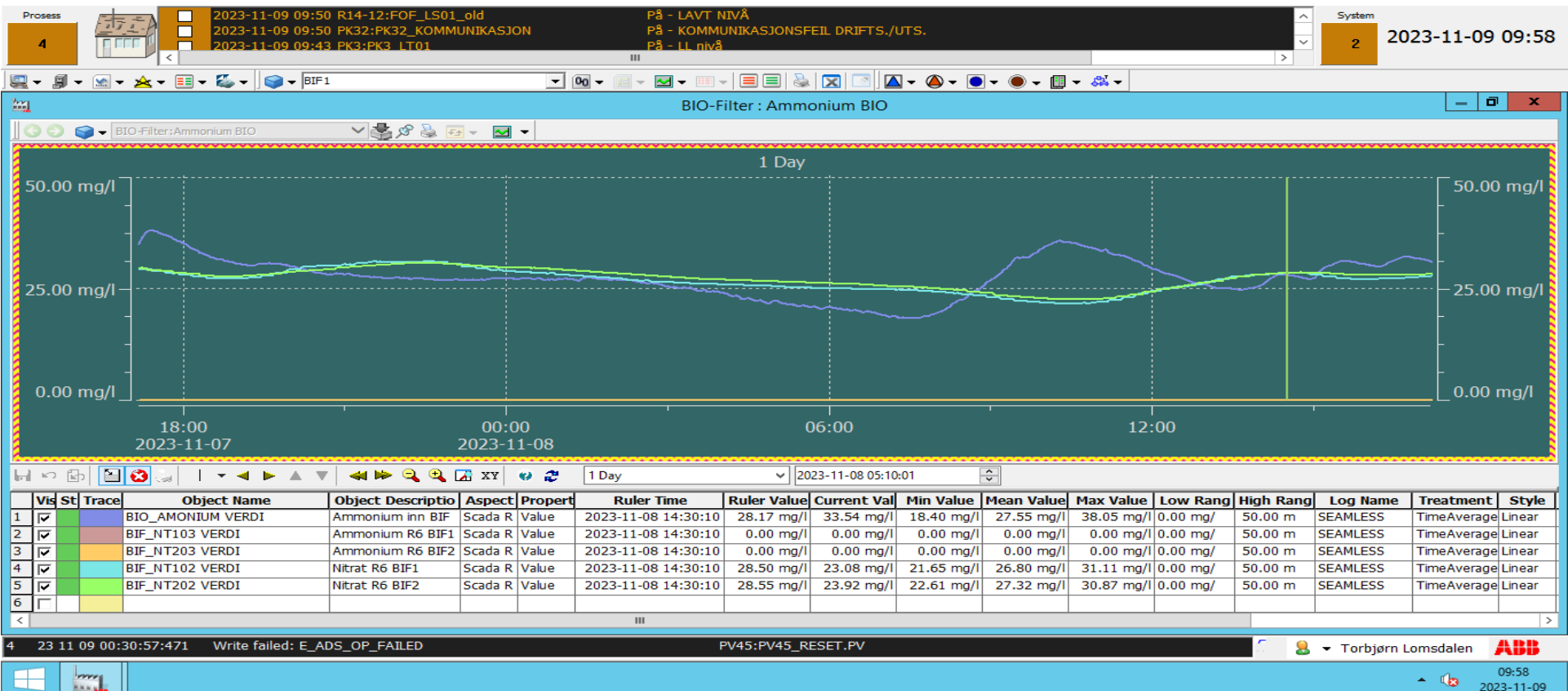
Denitrifikasjon:

Med dentrifiserende bakterier



Nitrogenfjerning ved LRA

On-line måling NH₄-N og NO₃-N, 1 døgn oppløsning



Nitrogenfjerning ved LRA

Forhold for bio-trinnet

- * Høy belastning av organisk stoff sinker prosessen
- * Store vannmengder og lav temperatur begrenser også effekt i trinnet
- * Nitrifikasjon senker pH
- * Denitrifikasjon hever pH
- * Ugunstige forhold kan gi skumdannelse og produksjon av dinitrogenoksid N_2O (lystgass)

Nitrogenfjerning ved LRA

Utfordringer ved driften:

- * Siler
- * Omrørere
- * On-line instrumenter
- * Luftmengdemålere
- * Lufting
- * Etanoldosering

Nitrogenfjerning ved LRA

Noen bilder fra anlegget



Nitrogenfjerning ved LRA



Noen bilder fra anlegget



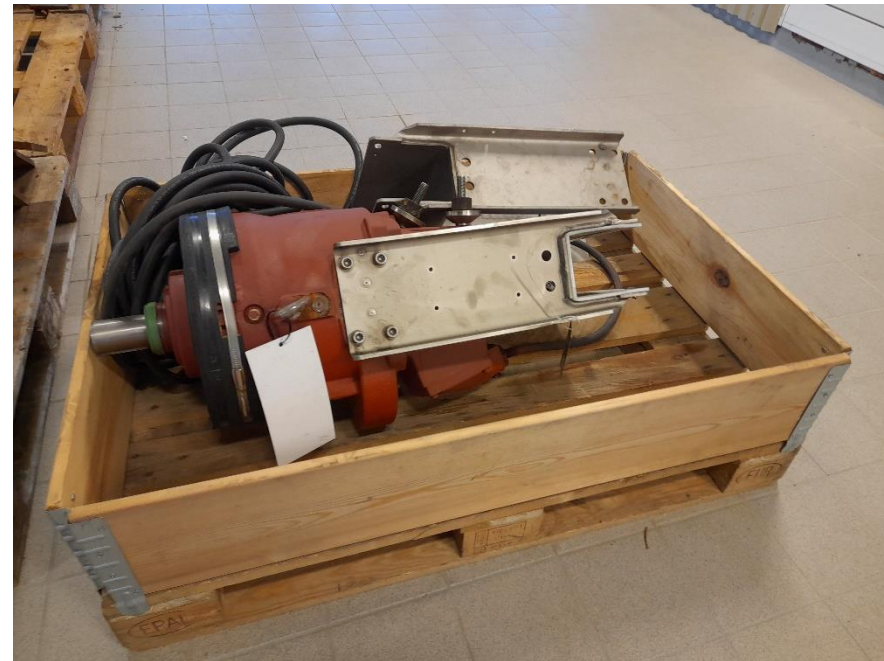
Nitrogenfjerning ved LRA

Noen bilder fra anlegget



Nitrogenfjerning ved LRA

Noen bilder fra anlegget



Nitrogenfjerning ved LRA

Noen bilder fra anlegget



Nitrogenfjerning ved LRA

Noen bilder fra anlegget



Nitrogenfjerning ved LRA

Noen bilder fra anlegget





Takk for
oppmerksomheten!



Historien om N-fjerning på Veas

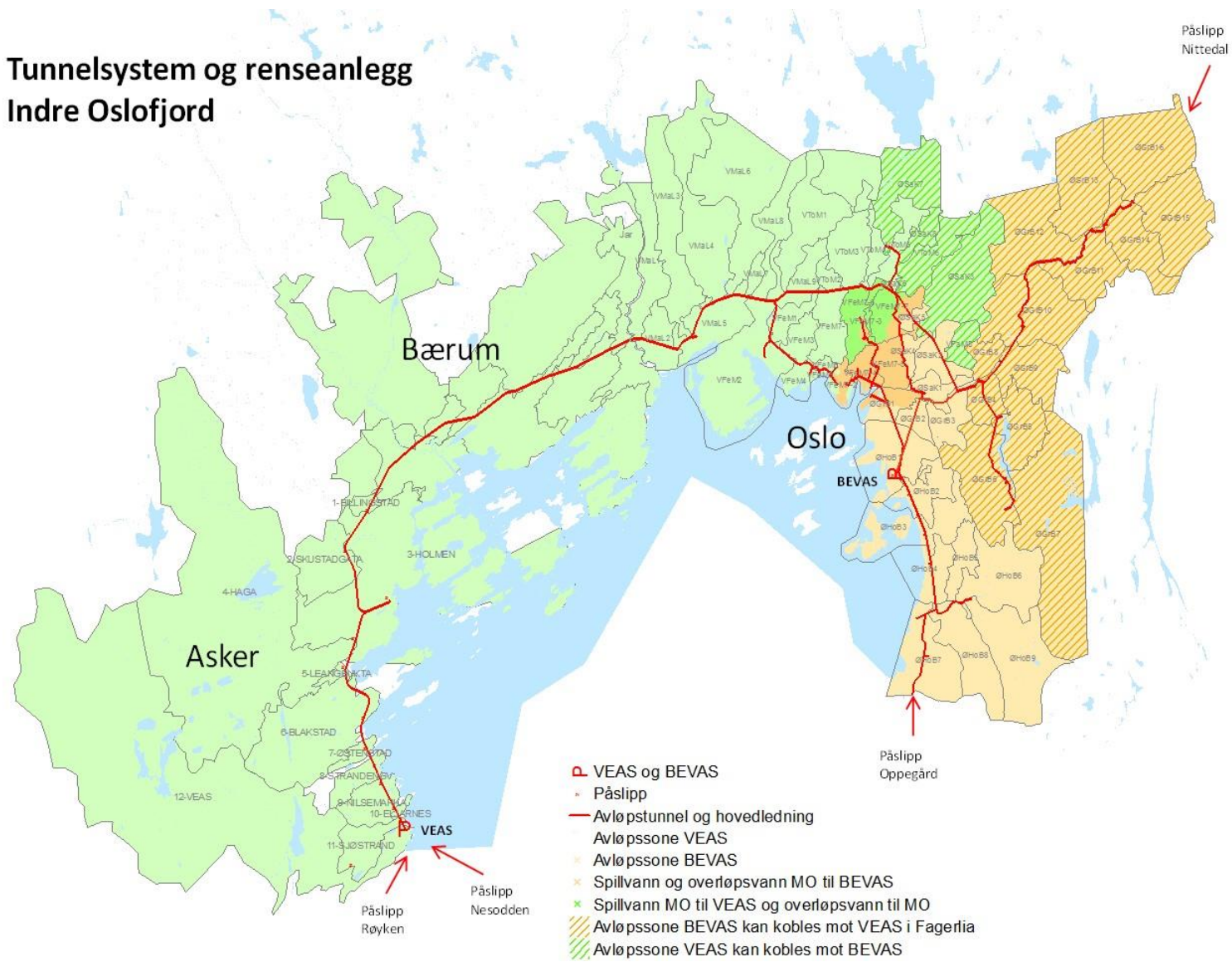
Erfaringsdeling LUP & Norsk vann
29. oktober 2024

Kirsti Grundes Berg,
Strategi & utvikling

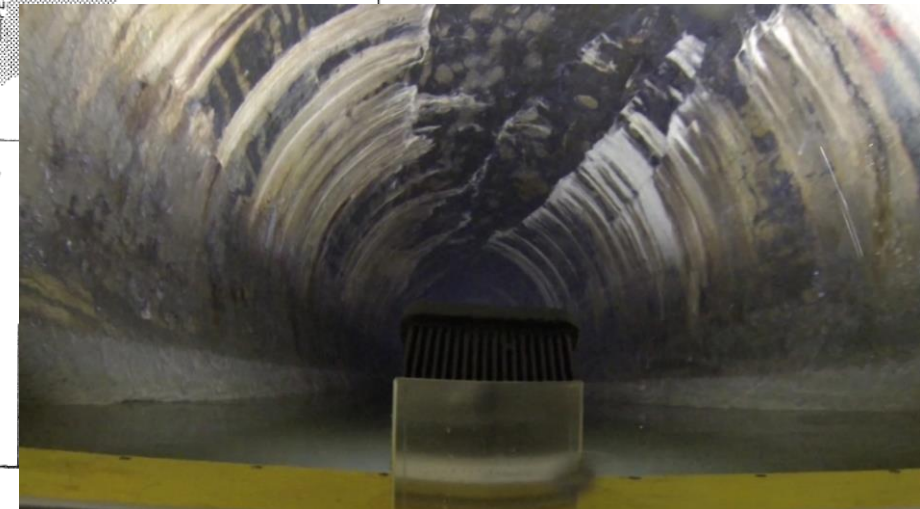
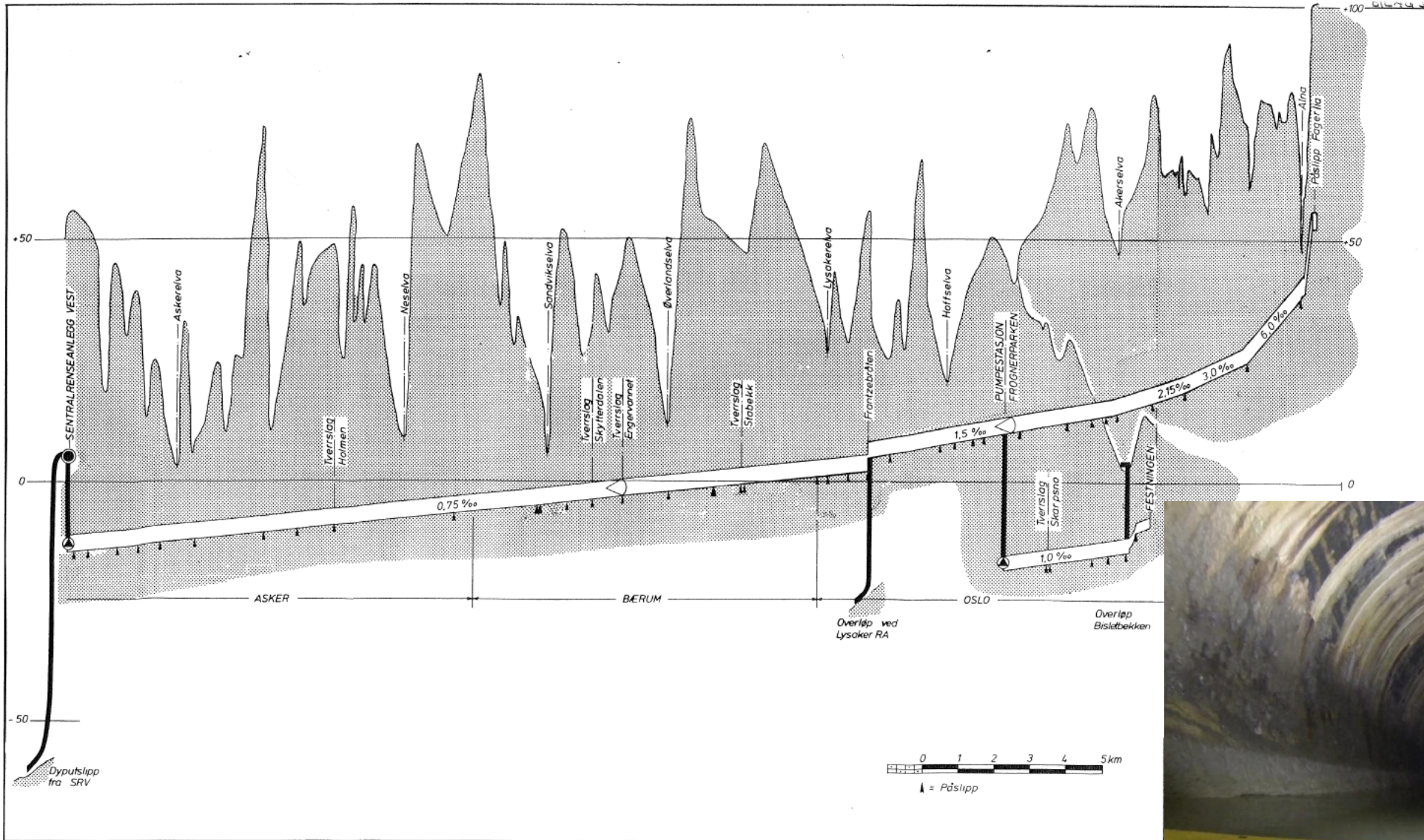


Veas

Tunnelsystem og renseanlegg Indre Oslofjord



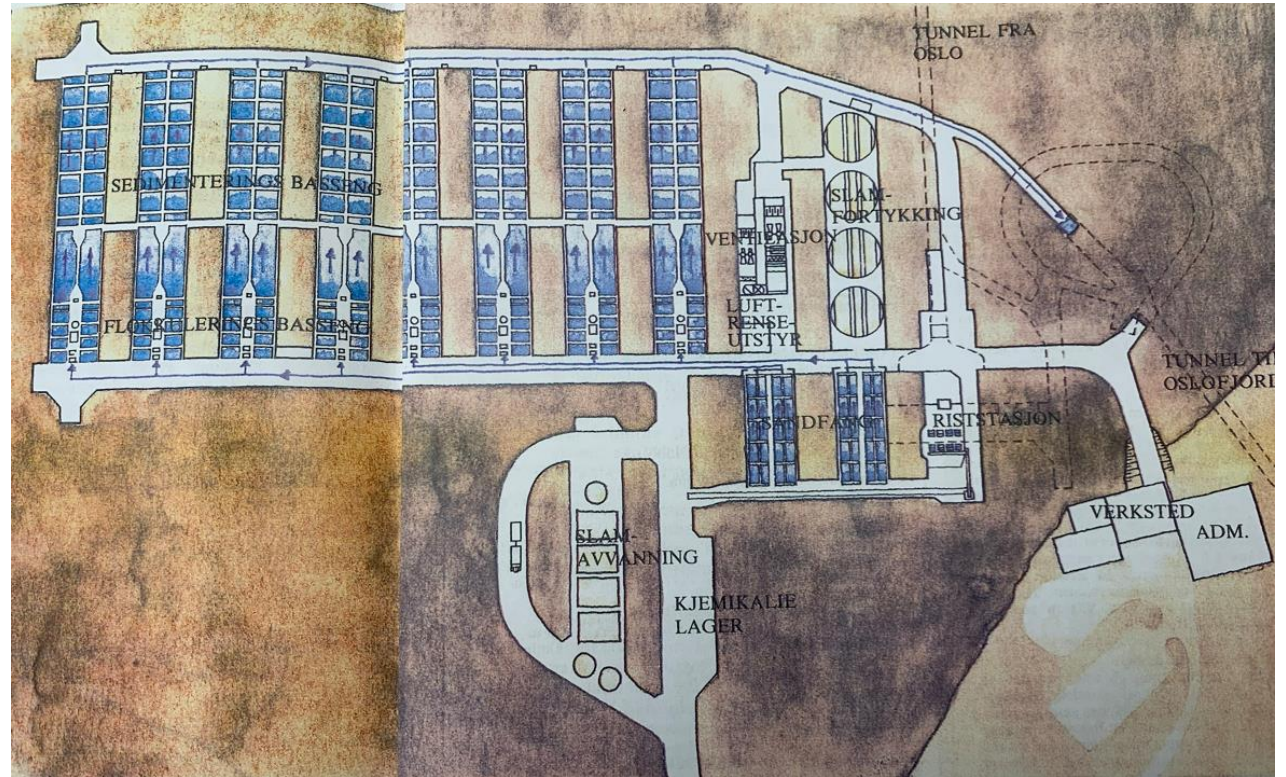
Tunnelen



Renseanlegget

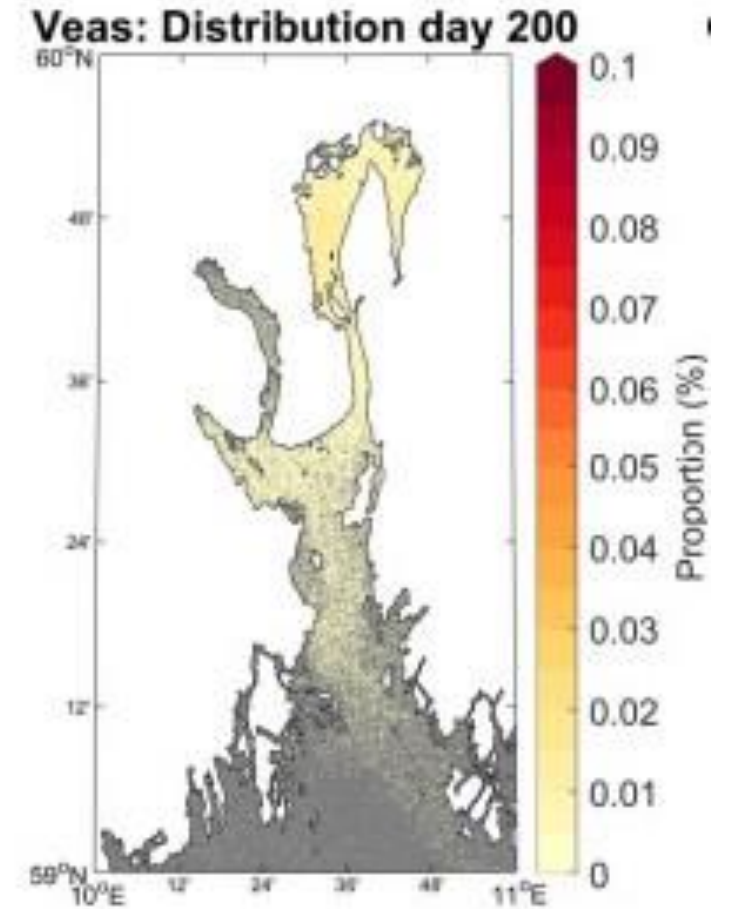
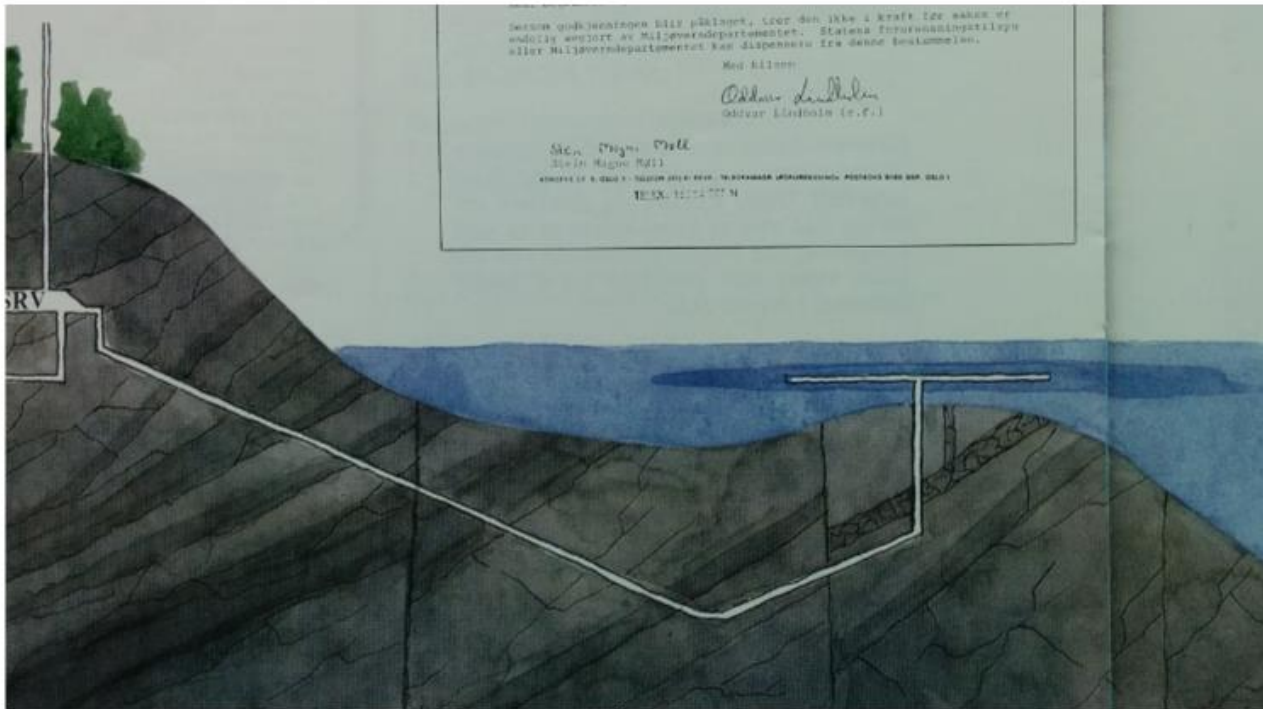
Fjernet

- 90-95 % fosfor
- 20 % nitrogen
- 65-70 % organisk stoff (som TOC)



- og utløpstunnelen med diffusor

Utløp



Tidslinjen

1982 Veas settes i drift. Fosforfjerning

1984 Forbedrings- og utviklingsarbeid

1986 Tilstandsvurdering

1987 Nordsjøavtalen

1989-1992 FAN-programmet

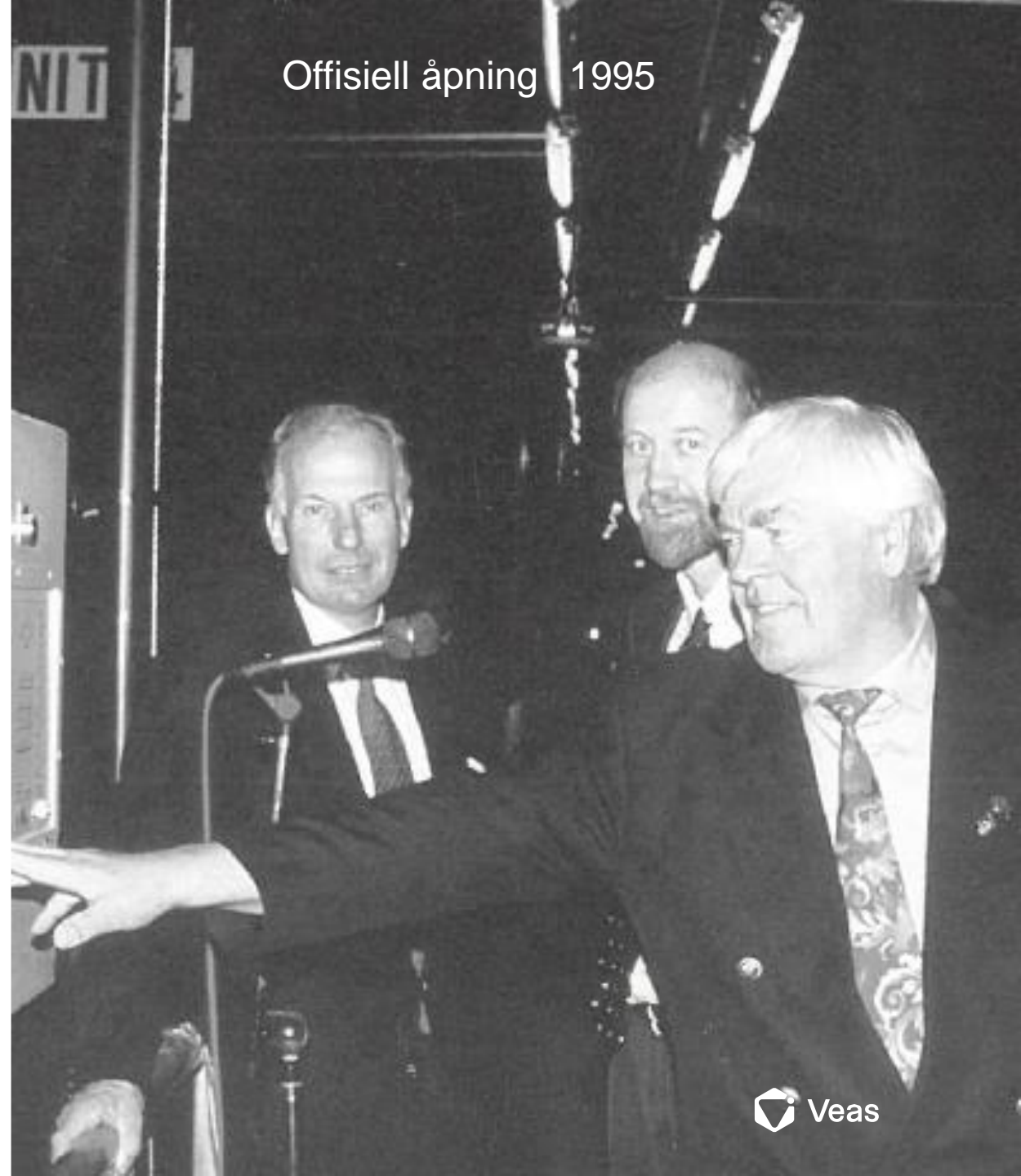
1990 Krav om 70 % nitrogenfjerning

1990-1996 Utvikling av Veas-konseptet

1992 Oppstart utbygging

1997 Nitrogenfjerning i full drift ved Veas

Offisiell åpning 1995



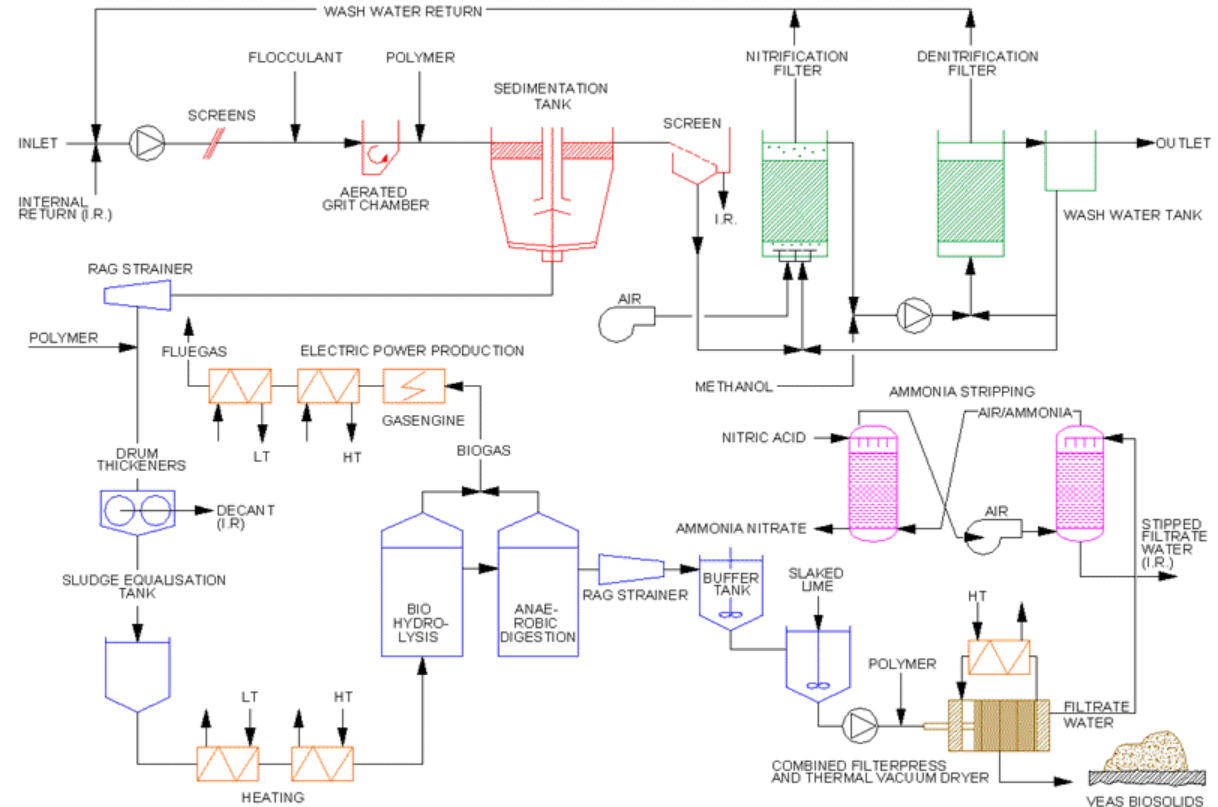
Utvikling av konsept – forutsetninger og føringer 1990

- ▶ Velfungerende, nytt anlegg for kjemisk fjerning av fosfor
- ▶ Begrenset areal
- ▶ Tynt og kaldt avløpsvann
- ▶ Lite industri og sesongturisme
- ▶ Hadde testet biologisk rensing
- ▶ Samtidig pålegg om utråtning
- ▶ Kalk i sluttavvanningen

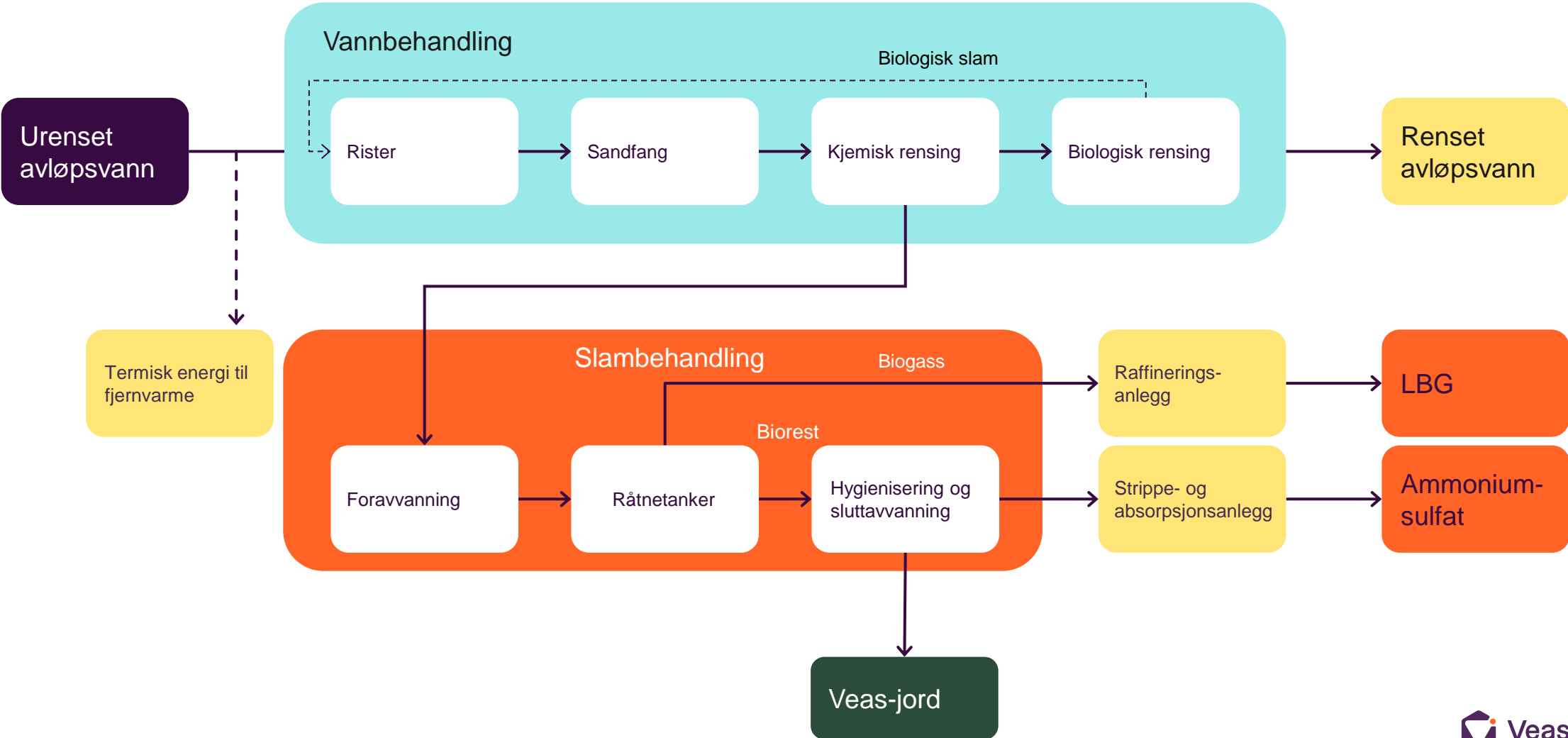
	Enhet	1990	2024
Årlig avløpsmengde	Mill m3	100-140	80-100
Tilknyttede personer	Antall	450 000	651 000
Årlig mengde nitrogen	Tonn	2000	3000

Nye krav 1990 → Veas-konseptet 1997

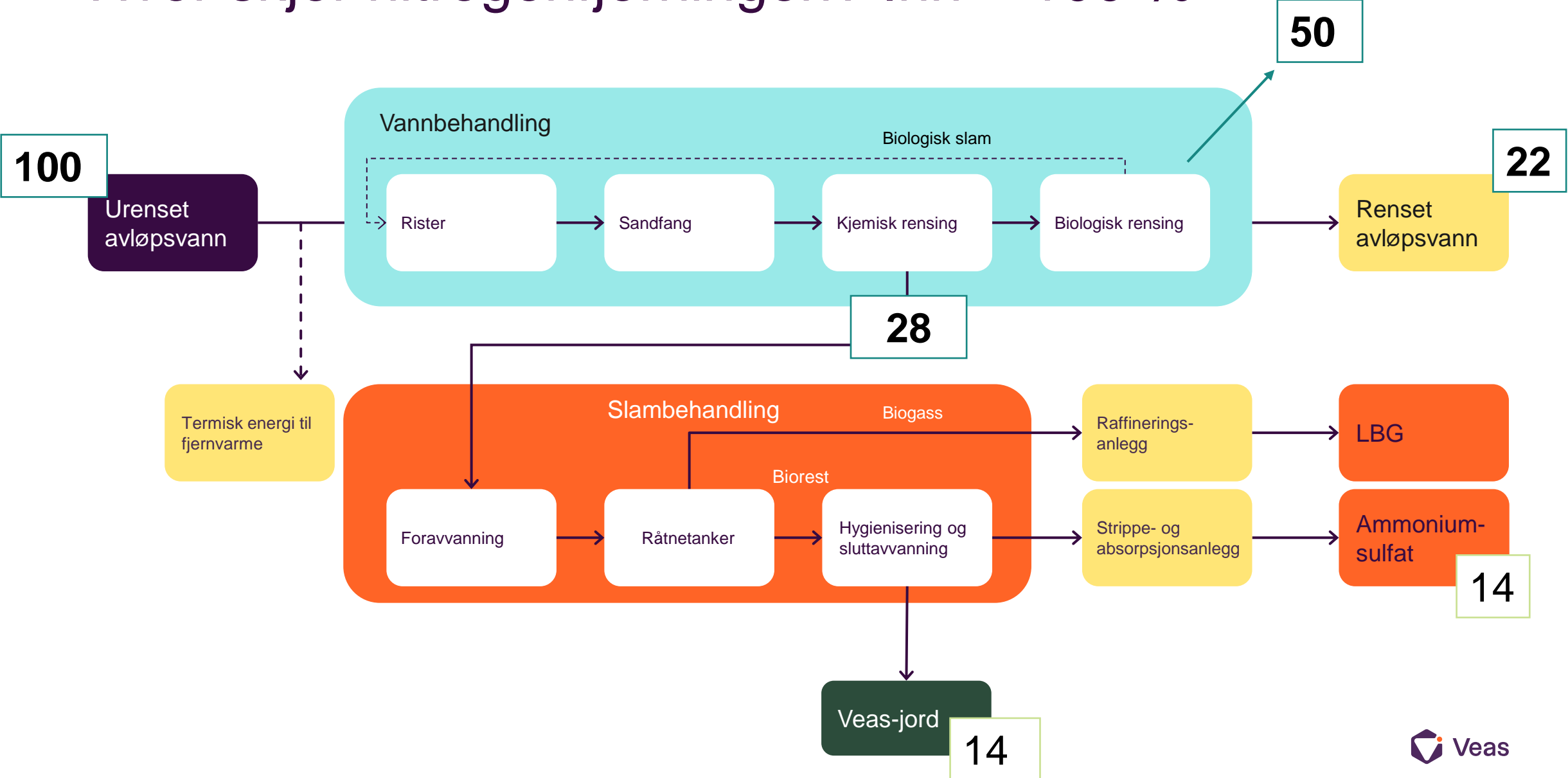
- ▶ Arealeffektivt
- ▶ Kjemisk forbehandling med etterfølgende nitrogenfjerning
- ▶ Høsting av nitrogen fra rejektivannet -> ammoniumsulfat
- ▶ To-trinns utråtning
- ▶ Biogass -> gassmotor -> strøm og varme



Veas-prosessen 2024

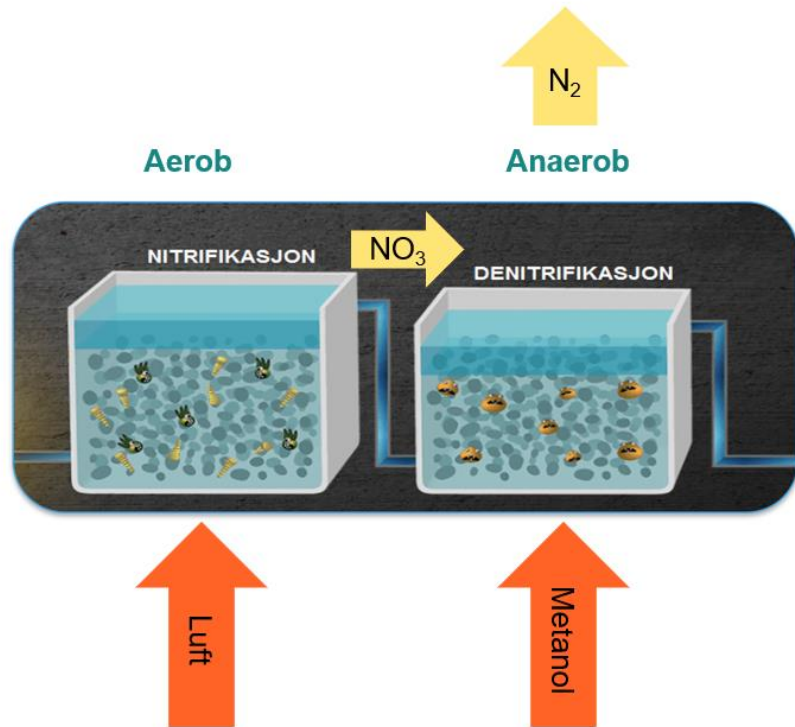


Hvor skjer nitrogenfjerningen? Inn = 100 %

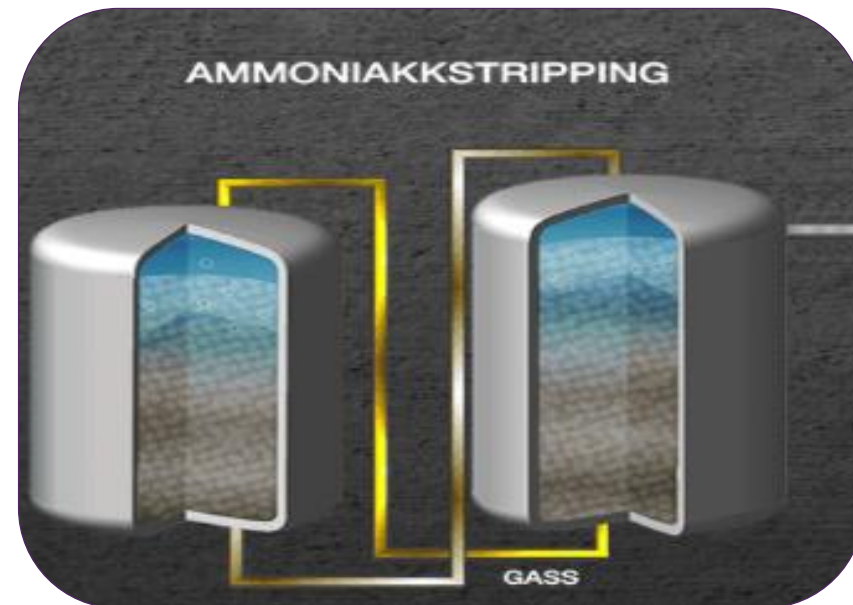


Teknologivalg for to nye prosesstrinn

På hovedstrømmen
Biologisk N-fjerning i BIOFOR



På rejektivann fra sluttavvanningen
Ammoniakkstripping «Egen» design



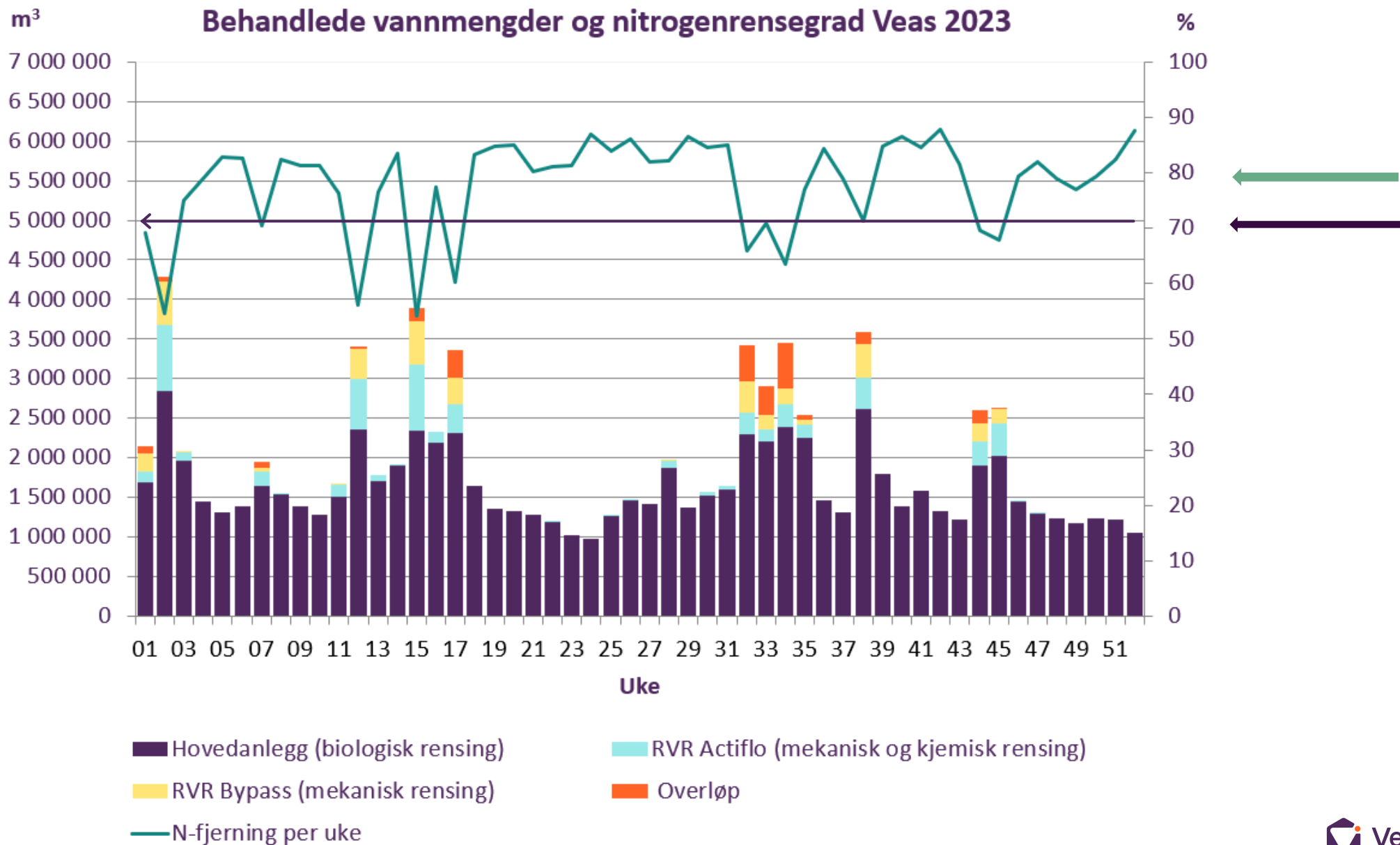
Industrifondet støttet to utviklingsprosjekt

Ferriklor – Kemira. Nye koagulanter



Norsk Leca: Leirbasert bæremateriale



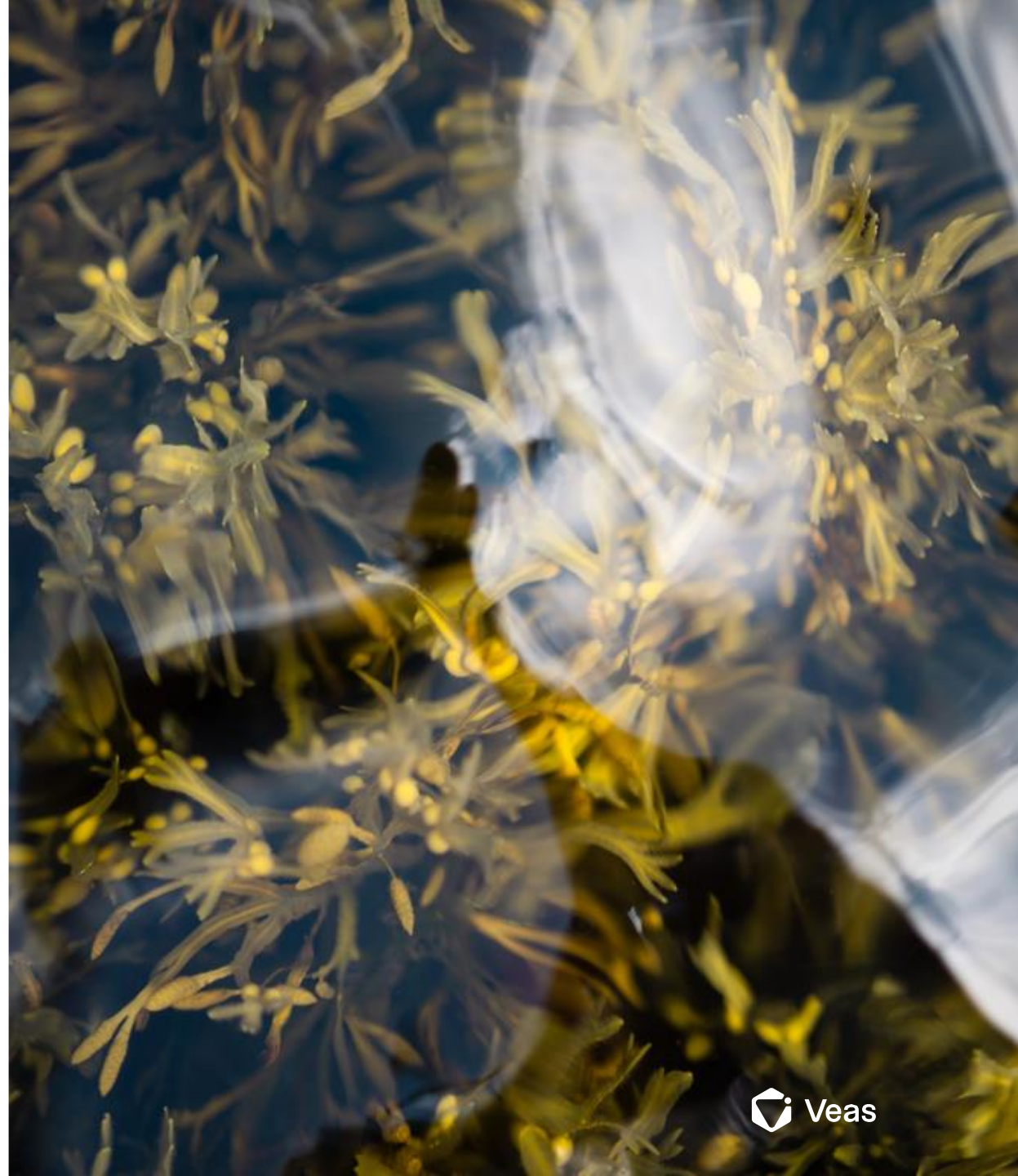


Oppsummering

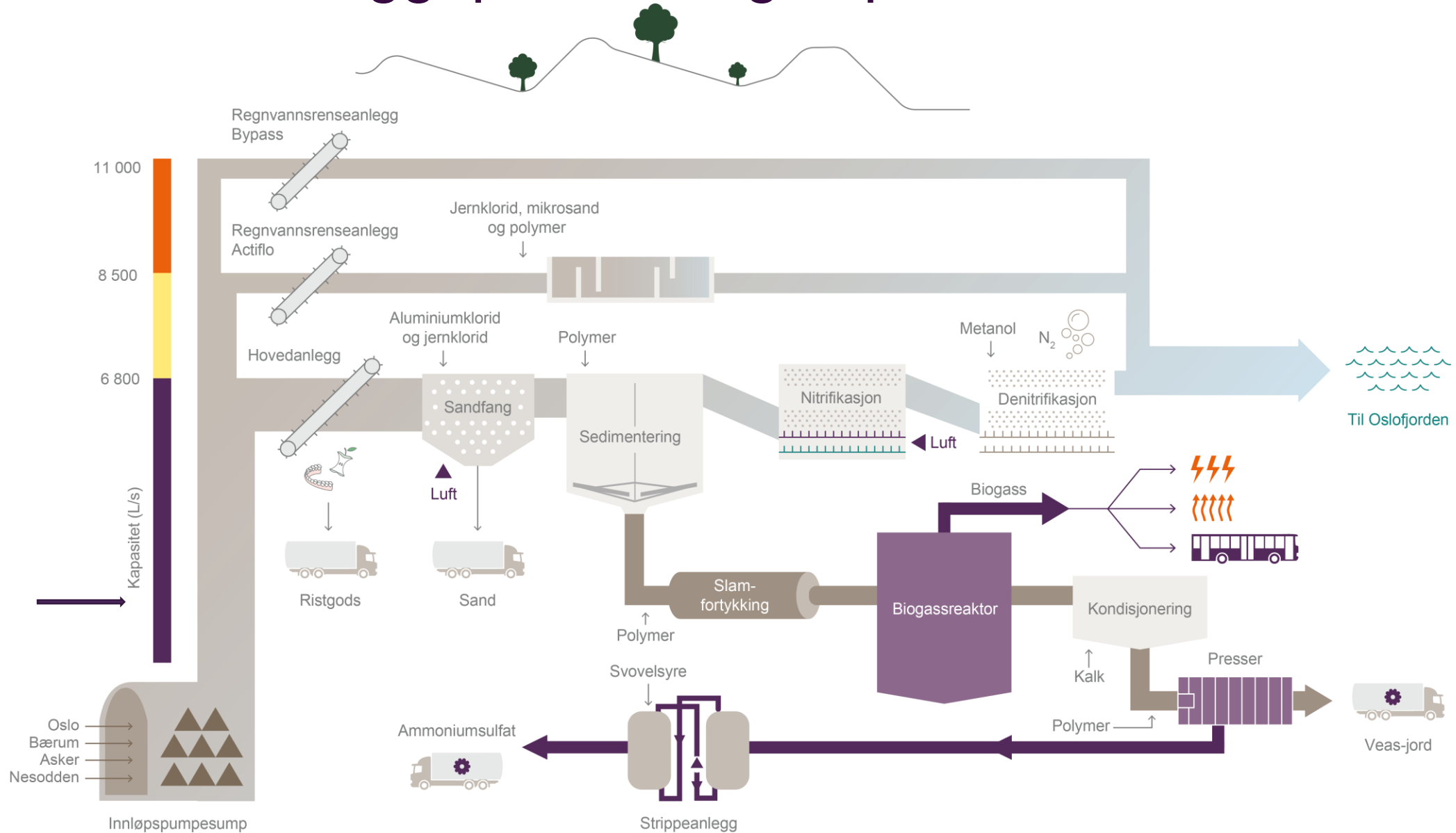
- ▶ Seks år fra krav til ferdig anlegg; samtidig utvikling, prosjektering og bygging.
- ▶ Utnytte det anlegget vi har
- ▶ Se på helheten, nitrogenfjerning er del av et rense- og ressurskonsept
- ▶ Investere for nedbørspåvirket fremmedvann?



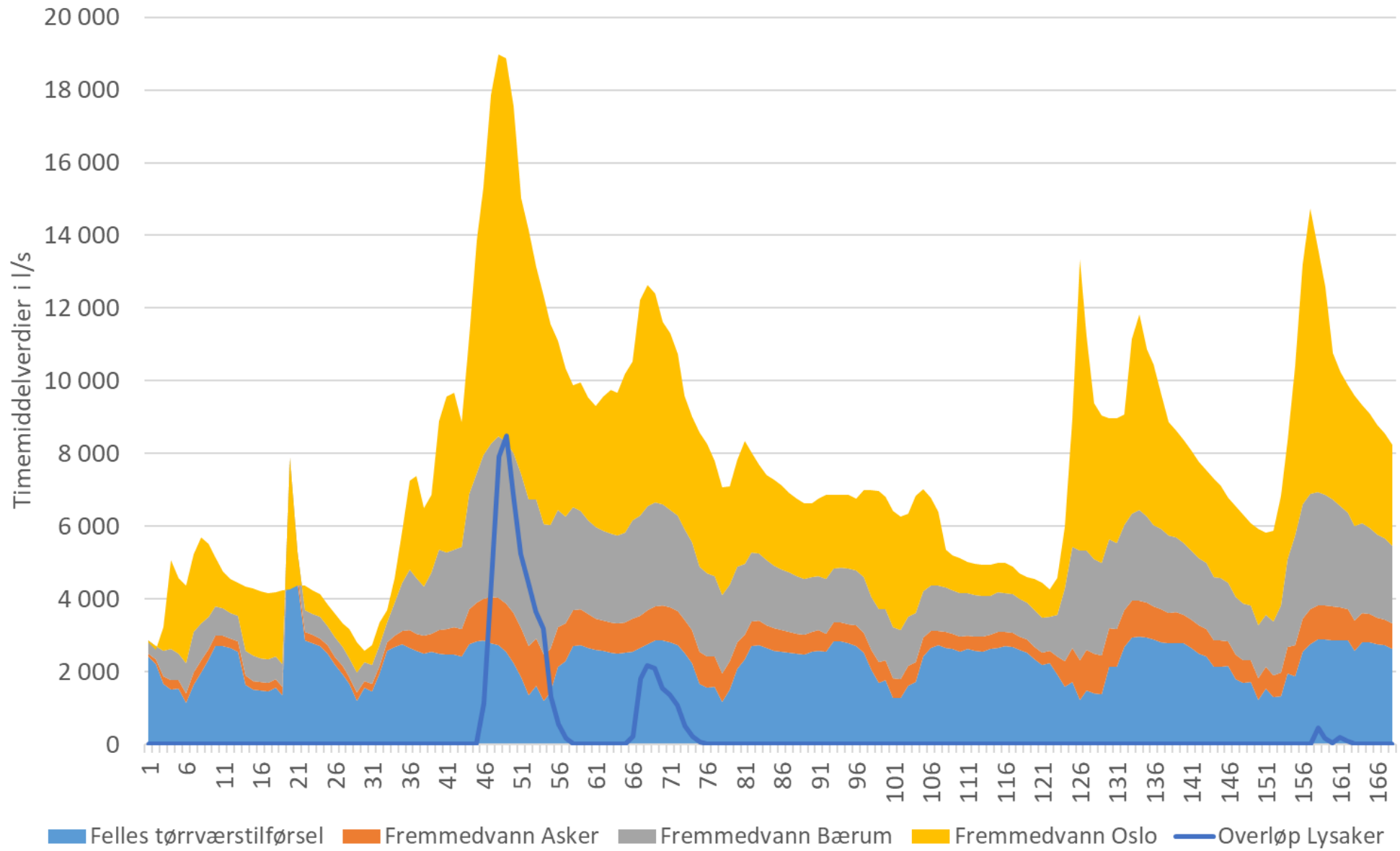
Foreløpig takk
for meg!



Veas – anlegg, prosess og kapasiteter



Vann til Veas uke 42 2019

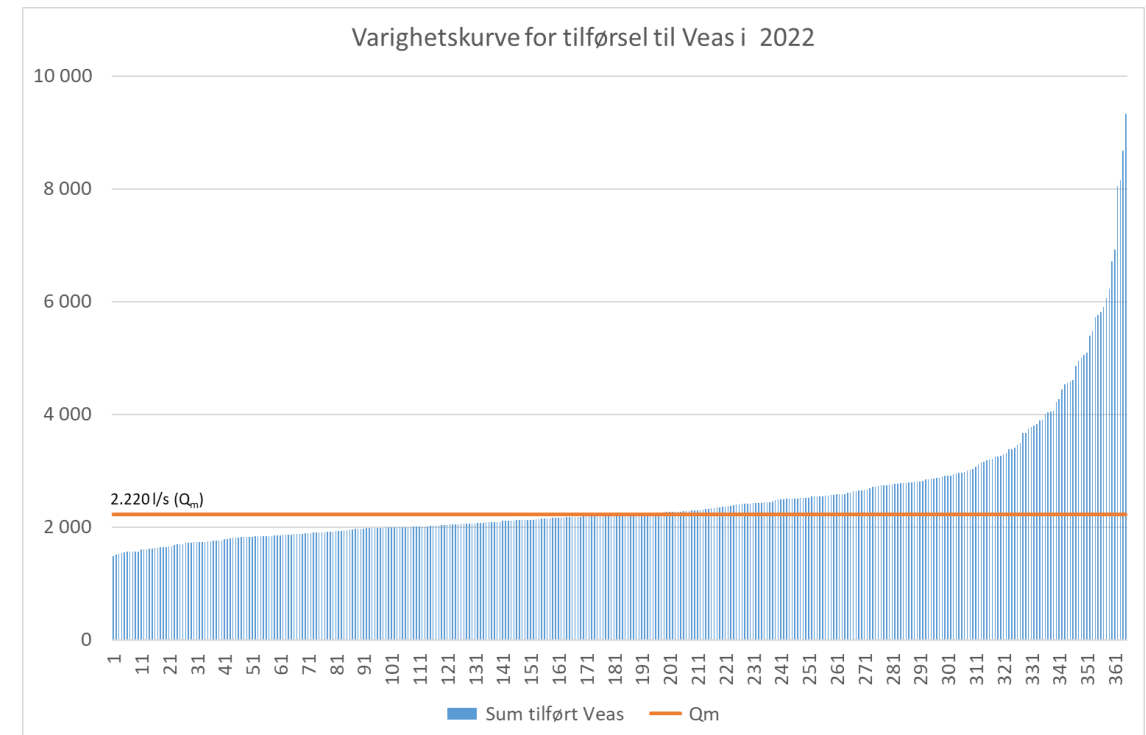


Redusere eller håndtere?



- ▶ Kommunene tretrinnsstrategi: Forsinke, fordrøye*, trygge flomveier
- ▶ Sette en grense for mengde overvann?
- ▶ Øke renskapasiteten – hvor langt?
 - Rense enhver flomtopp?
- ▶ Øke magasinivolum?

Hva er effektive og bærekraftige tiltak?





Bakgrunn for valg av anlegg og prosessløsning 29.oktober 2024

Helge Eliassen
Funksjonsleder Prosess
VAV
Seksjon Avløpsrensing



Bakgrunn og oppstart av prosjekt «Utvidelse av Bekkelaget renseanlegg (UBRA)»

- ▶ Nytt fjellanlegg med N-fjerning ble satt i drift i 2000 og allerede i 2008 var anlegget overbelastet som følge av sterk befolkningstilvekst samt skjerpene renskrav til fjerning av nitrogen (økt fra 63 til 70%)
- ▶ Prosjektets kommunemål:
 - Bekkelaget renseanlegg har nådd sine begrensninger i forhold til kapasitet og etaten skal arbeide videre med planer for utvidelse av anlegget
 - Avløpshåndtering skal planlegges og gjennomføres på en måte som er til minst mulig belastning for publikum og miljøet
 - Det skal oppnås forbedret vannkvalitet i vassdragene og fjorden
 - Byens bekker og elver skal gjenåpnes der dette er mulig
 - Oslos vann- og avløpsgebyrer skal være blant landets laveste
 - Avløpsvannet skal håndteres slik at byens miljø, fjorden, trivsel og biologisk mangfold blir ivaretatt
 - Oppgavene skal løses på en miljø- og kostnadseffektiv måte

Alternativer som ble vurdert

- ▶ 0. Ingen tiltak (0-alternativet)
- ▶ 1. Oppgradering av eksisterende renseanlegg
- ▶ 2. Utvidelse av Bekkelaget renseanlegg
- ▶ 3. Overføring av alt nytt avløpsvann til VEAS og oppgradering av dette anlegget
- ▶ 4. Delvis utvidelse av Bekkelaget renseanlegg og overføring av avløpsvann til VEAS
- ▶ 5. Bygging av et nytt mindre renseanlegg utenfor Bekkelaget

6 ulike alternativer ble vurdert i en Konseptvalgutredning (KVU) med 3 må krav og 6 bør krav

Alternativer		0	1	2	3	4	5
Krav		Alternativ nr.					
		0- altern ativet	Oppgr aderin g av BRA	Utvide lse av BRA	Utvide lse av VEAS	Både BRA og VEAS	Nytt rense- anlegg
Absolutte krav							
1	Anlegget skal ivareta gjeldende krav i forurensningsforskriften kap. 14 og gjeldende konsesjonskrav innen planhorisonten (2030)						
2	Anlegget skal være driftsklart i 2016						
3	Anlegget skal ha dypvannsutslipp i sjø eller vann som tåler belastningen ved tidvise overløpsutslipp						
Bør-krav							
1	Renseprosessen bør gi så lavt som mulig bidrag til TOF i fjorden						
2	Anlegget bør ha minst mulig klimagassutslipp						
3	Anlegget bør ha et lavt energiforbruk						
4	Anlegget bør kunne møte forventet klimautvikling med mer ekstreme nedbørssituasjoner						
5	Anlegget bør planlegges og dimensjoneres med sikte på lavest mulige drifts- og vedlikeholdskostnader						
6	Anlegget bør kunne utvides etter 2030						

Karakter	Forklaring
	Alternativet vil trolig oppfylle kravet
	Alternativet vil kanskje oppfylle kravet
	Alternativet vil trolig ikke oppfylle kravet

Følgende alternativer ble kostnadsberegnet, både investering og drift

- ▶ 2 - Utvidelse Bekkelaget renseanlegg
- ▶ 2A - Nytt, separat Bekkelaget renseanlegg
- ▶ 3 - Oppgradering/utvidelse VEAS
- ▶ 5 - Nytt, mindre renseanlegg med annen lokalisering
- ▶ I tillegg ble det gjennomført egne utredninger for.
 - Slamprosess
 - Luktreduksjon
 - Biologisk fosforreduksjon
 - Forbehandlingsprosesser
 - Slamhydrolyse
 - Sluttbehandling (filter)

- ▶ 2- Utvidelse Bekkelaget renseanlegg
 - Stordriftsfordeler, både ved bygging og drift
 - Fjellanlegg generelt vurdert som rimeligere enn daganlegg

- ▶ 3- Utvidelse VEAS
 - Handlingsrom og planer for utvidelse ikke utredet, vanskeliggjorde vurderingene
 - KVV forutsatte anlegg i dagen, stor usikkerhet knyttet til kostnader for tomt, bygg/anlegg og regulatoriske forhold
 - Vesentlig høyere investeringskostnad

- ▶ 5 - Nytt, mindre renseanlegg
 - Høyere investeringskostnad, også med fjellanlegg
 - Ny overføringstunnel
 - Høyere driftskostnader, også med Bekkelagets teknologi (mindre stordriftsfordel)

- ▶ 2A - Nytt separat Bekkelaget renseanlegg ("samlokalisert")
 - Utredet for å belyse OPS (Offentlig-Privat-Samarbeid), forutsatt drevet som to anlegg
 - Samlokalisert, men små eller ingen gevinster knyttet til samlokalisering – to driftsorganisasjoner
 - Økonomibildet mye likt alternativet "Nytt, mindre renseanlegg", dvs. høyere investering og driftskostnader

Kostnadsberegninger av tre alternativer

- ▶ Alternativ 2: Utvidelse av Bekkelaget RA
- ▶ Alternativ 3: Overføring av alt nytt avløpsvann til Veas og oppgradering av dette anlegget
- ▶ Alternativ 5: Nytt mindre renseanlegg utenfor Bekkelaget (2A alternativet ble vurdert som tilsvarende til alternativ 5)

Alternativ	0	2	3	5
	0-altern.	Utvidet BRA	Utvidet VEAS	Nytt anlegg
Investeringskostnad				
Grunnkalkyle	78 mill.kr.	818 mill.kr.	1.245 mill.kr.	1.256 mill.kr.
P50		919 mill.kr.	1.427 mill.kr.	1.483 mill.kr.
P85		988 mill.kr.	1.554 mill.kr.	1.604 mill.kr.

Tabell 27: Oversikt alternativskostnader

Konklusjoner i KVV

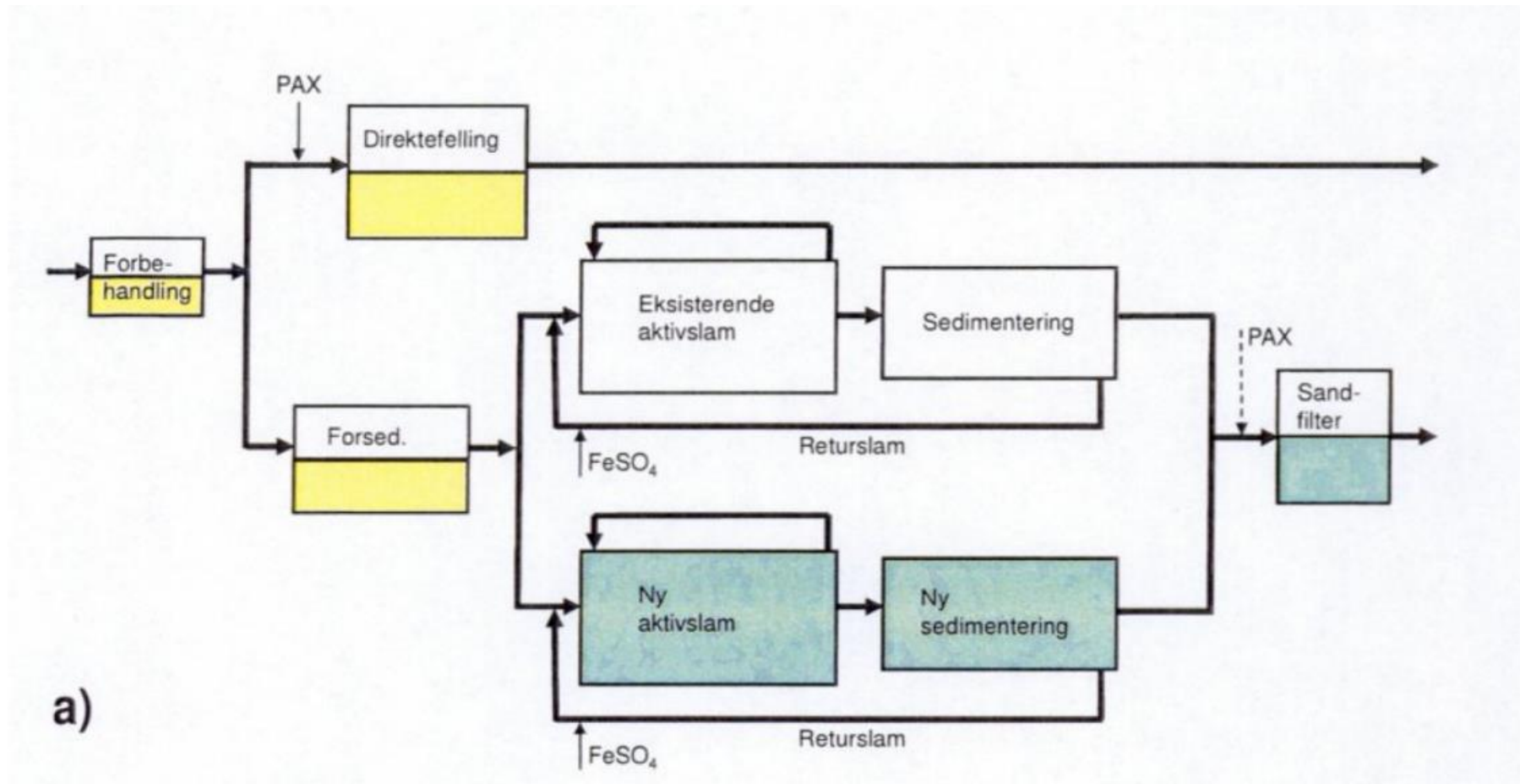
- ▶ Alternativet utvidelse av Bekkelaget renseanlegg fremsto som mest fordelaktig ut fra alle vurderingskriteriene, som miljø og tid og med laveste investerings- og driftskostnader – **Grønne absolutte og bør krav**
- ▶ OPS ble vurdert, men ikke anbefalt
- ▶ Mer utførlig studie av dimensjonerende kapasitet vil bli utført i forprosjekt
- ▶ Bekreftet av ekstern kvalitetssikrer:

Metier AS (Kvalitetssikrer) har på oppdrag fra Byrådsavdeling for miljø og samferdsel (MOS) gjennomført ekstern kvalitetssikring (KS1) av konseptvalgutredning for ny rensekapasitet i Oslo Øst (Utredningen). Utredningen er gjennomført av Vann- og avløpsetaten (Utredning). KS1 (kvalitetssikringen) har vært gjennomført i perioden januar til april 2011 i henhold til gjeldende rammeavtale med Oslo kommune.

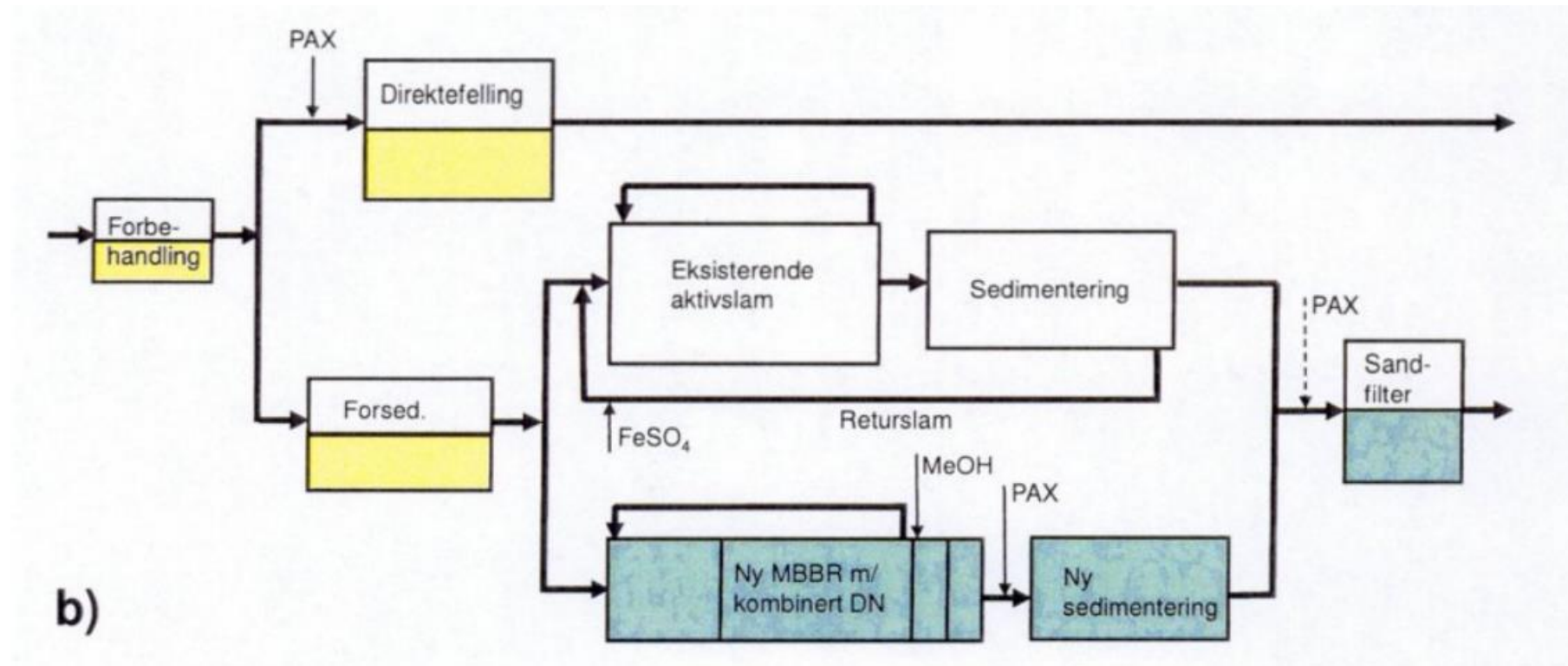
Følgende prosessalternativer ble vurdert som aktuelle utvidelser ved Bekkelaget

- ▶ Aktivslamprosess med simultanfelling
 - ▶ MBBR - prosess med etterfelling
 - ▶ IFAS – prosess med etterfelling
- Kun prosessenheter med turkis farge i flytskjemaene, på sidene 10-12, ble vurdert, dvs. like prosessenheter for de ulike alternativer ble ikke tatt med i kostnadsberegning

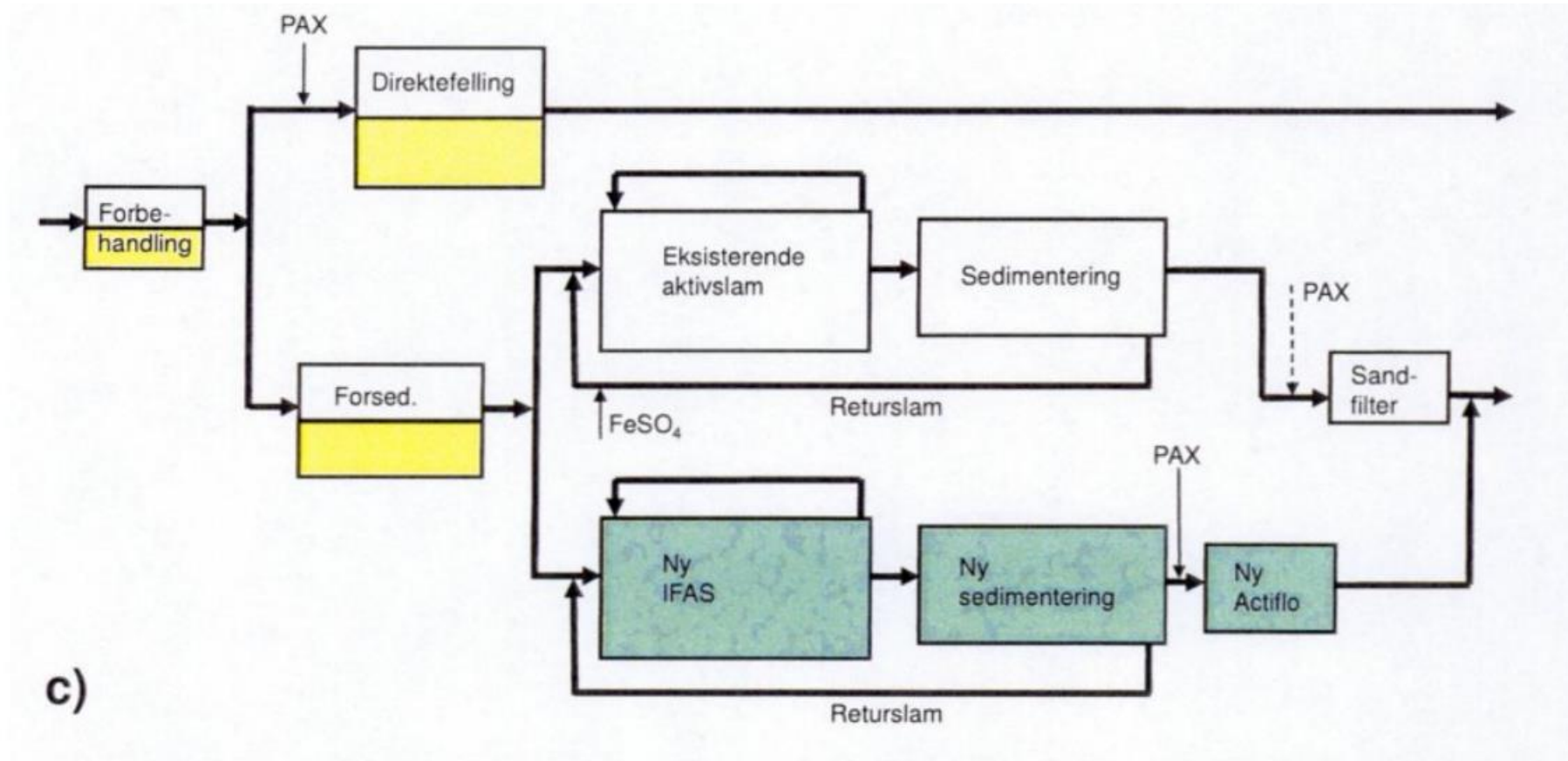
Aktivslam



MBBR



IFAS



Rangering av aktuelle alternativer

1 er dårligst og 6 best

Kriterium	Aktivslam	MBBR	IFAS
Areal / Volum	1	3	3
Krav til forbehandling	5	4	3
Stabilitet	5	5	4
Kompleksitet	6	5	5
Kjemikaliebehov	6	4	4
Energi/klimagassutslipp	6	4	5
Sum	29	25	24

Investerings- og driftskostnader

▶ Forutsetninger:

- Tomtekostnader i fjellet = 0
- Fjell i vegger og bunn for aktivslambassengene
- Fjell i vegger i sedimenteringsbassenger for aktiv slam alternativet
- Støpte bassenger for reaktorer med biofilmmedium, flokkuleringsbassenger og Actiflow
- Kapitalkostnader med rente på 5%
- Avskrivinger
 - 50 år på fjellarbeider
 - 20 år på bygningsarbeider
 - 10 år på maskininstallasjoner

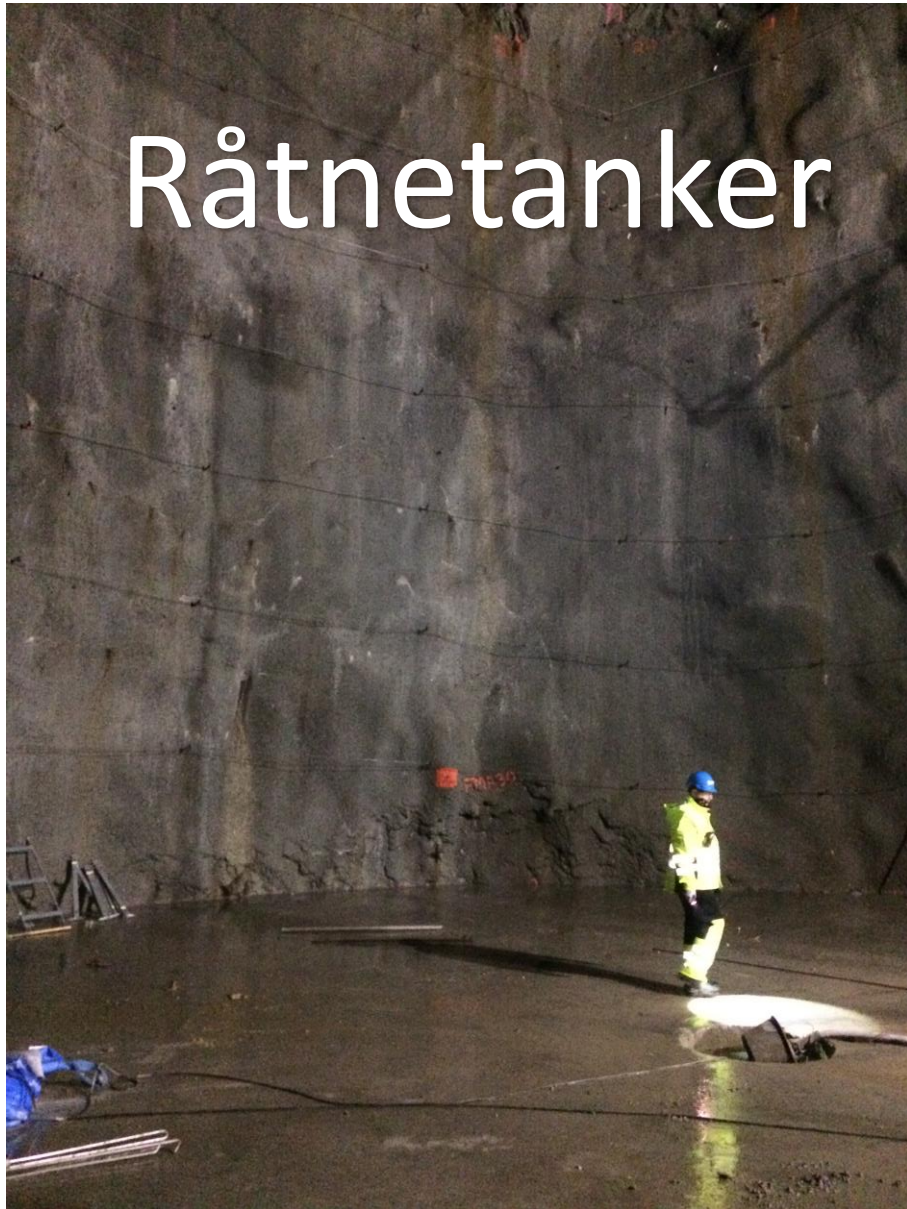
Type kostnad	Enhet	Aktivslam	MBBR	IFAS
Investeringskostnad	Mill kr	442	586	438
Kapitalkostnad	Mill kr/år	34	50	37
Drift og vedlikehold	Mill kr/år	9	19	14
Årskostnad	Mill kr/år	43	69	51

	Aktiv slam	MBBR	IFAS
Energi kWh/d	13.580	18.670	17.000
Tilsatt Karbon l/d	-	3.300	-
Fellingskj. kg/d	986 (Fe)	475 (Al)	475 (Al)
Polymer kg/d	-	30	30
Sand kg/d	-	-	297

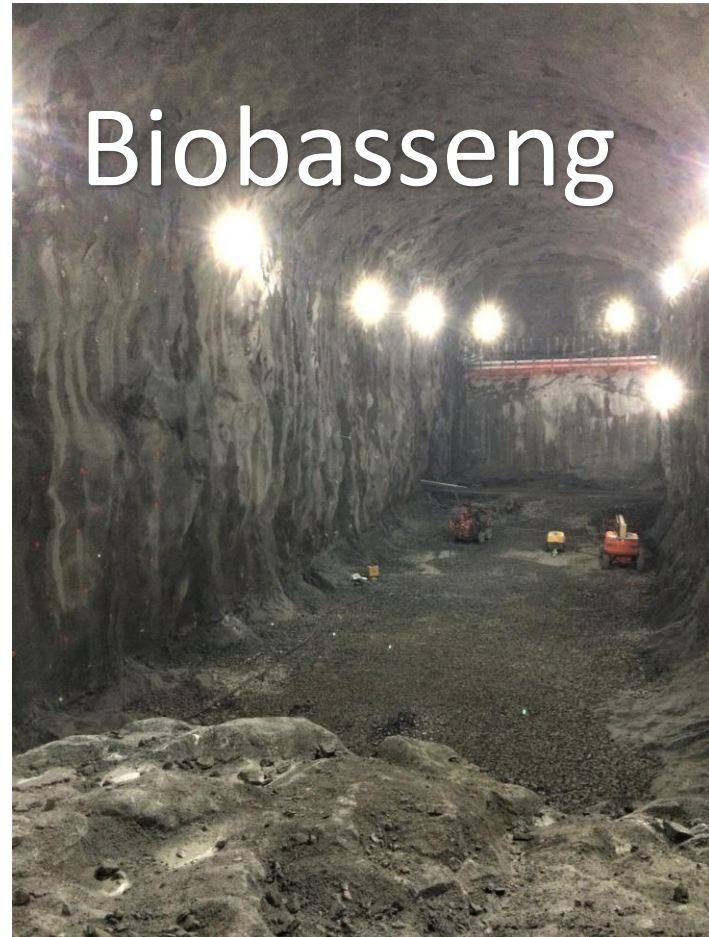
Klimagassutslipp

- ▶ Faktorer som ble vurdert
 - Transport (kjemikalier, mikrosand og slam)
 - Produksjon av metanol
 - Energi til prosessen
 - Kun drift og inkluderer ikke byggeprosessen!
- ▶ Basis i aktiv slamprosessen
 - + 1.979 tonn CO₂/år for MBBR
 - + 227 tonn CO₂/år for IFAS
- ▶ Økt CO₂ utslipp fra MBBR og IFAS i forhold til Aktiv slam skyldes i hovedsak større mengder tilsetningsstoffer som fellingskjemikalier, polymer, metanol og mikrosand

Råtnetanker

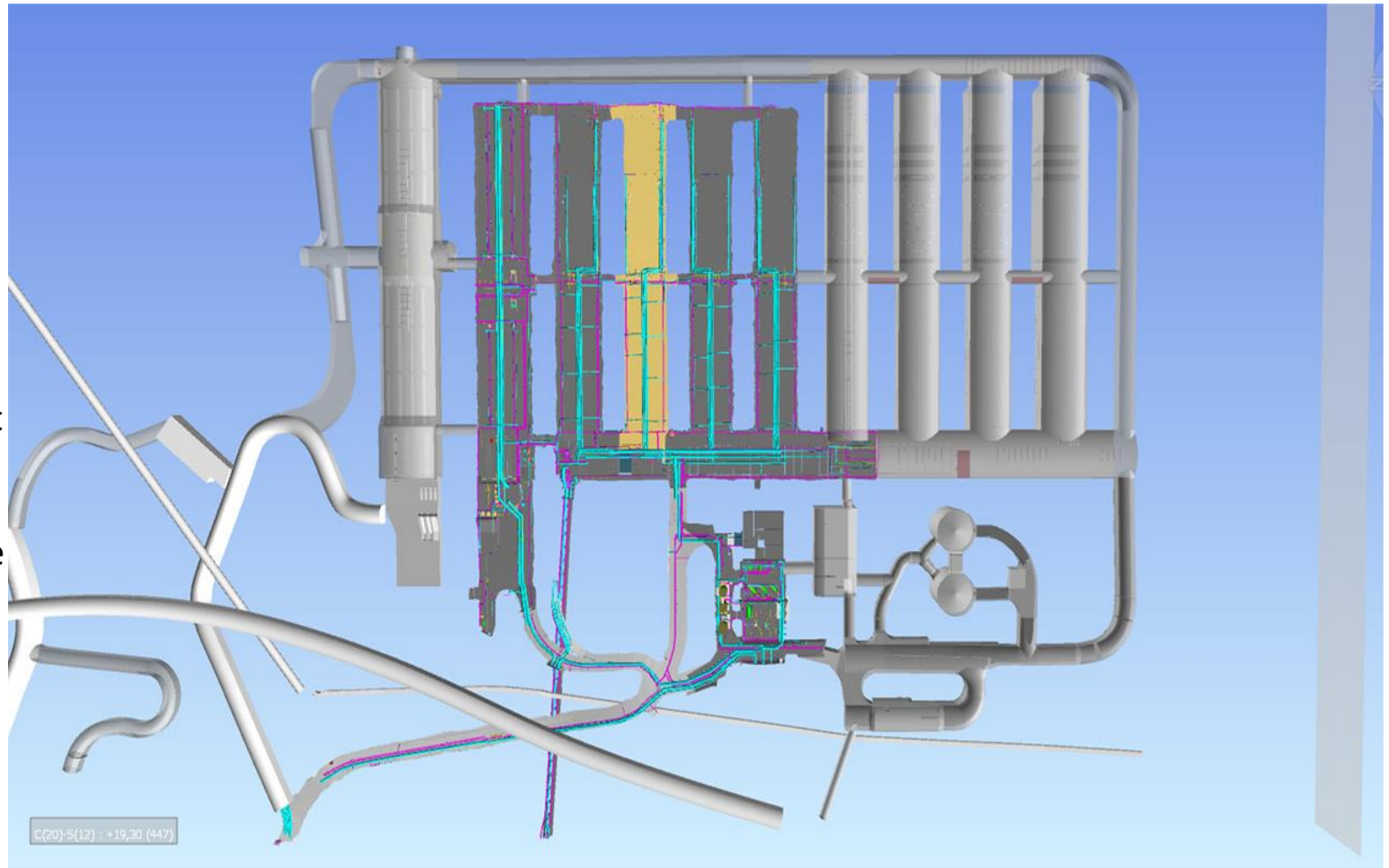


Biobasseng



Hvordan gikk prosjektet?

- ▶ Vedtatt byggeprosjekt på P50 2,5 milliard – bygd innenfor budsjett og iht. prosjektplan
- ▶ Bygd for 300.000 pe og dette gir 8.333 kr per pe for komplett N-fjerningsanlegg med råtnetanker og avvanning.
- ▶ Det eksisterende anlegget ble i 2015 oppgradert med et rejektivannsrensseanlegg
- ▶ Det ble bygd et eget fettmottak med utjevning før tilførsel til råtnetanker beregnet for 20.000 m³ fett per år
- ▶ Oppgradering av biogass til biometan var ikke inkludert i UBRA, med unntak av ny gassfakkel



Ble kravene oppfylt?

Tall fra bedreVANN 2023 – anlegg med N-fjerning

➤ Absolutte krav

- ✓ Oppfyller renskravene – rejektvannsrenseanlegget bidrar med ca. 10% N-fjerning
- ❖ Driftsklart 2016 – satt i drift i 2021
- ✓ Dypvannsutslipp

➤ Bør krav

- ✓ Lavt TOF (BOF og NH4)
- ✓ Minst mulig klimautslipp
- ✓ Lavt energiforbruk
- ✓ Ekstrem nedbør
- ✓ Lavest mulig driftskostnader
- ✓ Anlegget bør kunne utvides

Krav	Alternativ nr.					
	0- alternativet	Oppgradering av BRA	Utvide lase av BRA	Utvide lase av VEAS	Både BRA og VEAS	Nytt rense- anlegg
Absolutte krav						
1	Anlegget skal ivareta gjeldende krav i forurensningsforskriften kap. 14 og gjeldende konsesjonskrav innen planhorisonten (2030)	Red	Red	Green	Orange	Green
2	Anlegget skal være driftsklart i 2016	Green	Green	Orange	Orange	Orange
3	Anlegget skal ha dypvannsutslipp i sjø eller vann som tåler belastningen ved tidvise overløpsutslipp	Green	Green	Orange	Orange	Green
Bør-krav						
1	Renseprosessen bør gi så lavt som mulig bidrag til TOF i fjorden	Green	Green	Red	Red	Green
2	Anlegget bør ha minst mulig klimagassutslipp	Orange	Orange	Red	Red	Green
3	Anlegget bør ha et lavt energiforbruk	Green	Green	Orange	Orange	Green
4	Anlegget bør kunne møte forventet klimautvikling med mer ekstreme nedbørssituasjoner	Red	Red	Orange	Red	Green
5	Anlegget bør planlegges og dimensjoneres med sikte på lavest mulige drifts- og vedlikeholdskostnader	Orange	Orange	Green	Orange	Green
6	Anlegget bør kunne utvides etter 2030	Green	Green	Orange	Orange	Green

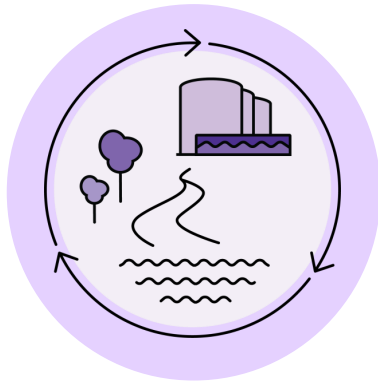
	Enhet	Veas	Bekkelaget	RA2
Målt tilførsel	pe	667 709	343 447	146 438
Rensing BOF	%	92	97	95
Rensing P	%	92	94	95
Rensing N	%	77	79	73
Produksjon av råslam	kgTS/pe tilført	34	18	60
Energif.rensing av avløp.	kWh/pe	30	38	84
Innkjøp av tjenester	kr/pe	118	76	181
Kjemikaliekostnader	kr/pe	111	26	130
Kjøp av energi	kr/pe	92	69	91
Innkjøp av øvrige varer	kr/pe	30	33	44
Personalkostnader	kr/pe	58	74	168
Driftskostnader avløpsr.	kr/PNO pe rensset	133	43	226
Kapitalkostnader	kr/PNO pe rensset	58	268	144

Takk for oppmerksomheten!
Hilsen
Helge



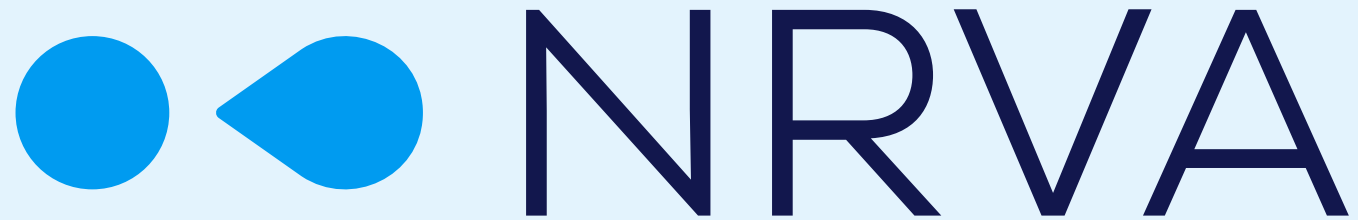


Fase 1: Behov og premisser



Fase 1: Behov og premisser

v/ Gunnar Bjørnsson, NRVA



NEDRE ROMERIKE VANN- OG AVLØPSSKAP IKS

Planlegging av nitrogenrensing - Fase 1: Behov og premisser

Norsk Vann og Leverandørutviklingsprogrammet, 29.10.2024

Leder for Prosjektutvikling, Gunnar Bjørnson



Hvilke grunnleggende forutsetninger er viktige?

Mål: Identifisere behov og organisering, krav og dimensjoneringsforutsetninger

Eierbehov

- ✓ **Befolkningsutvikling**
- ✓ Næringsutvikling – normalt mye kortere horisont
- ✓ **Fremmedvannsutvikling og klimatilpasning**

Organisering

- ✓ Fremtidig anleggsstruktur – som i dag/flytting/sammenslåing
- ✓ Fremtidig organisering – kommunal/interkommunal (fellesanlegg, felles driftsorganisasjon)

Krav

- ✓ **Kjente og/eller forventede myndighetskrav**
- ✓ Kjente og/eller forventede eierkrav

Dimensjoneringsforutsetninger

- ✓ **Avløpsvannets sammensetning, inkl. årsvariasjoner i bl.a. nitrogenkonsentrasjon og temperatur**
- ✓ Avløpsvannets C/N-forhold, av betydning for behov for karbonkilde

Med begrenset tid til rådighet har jeg valgt å fokusere på **utvalgte** tema.

Spesielt interesserte som ønsker nærmere info om detaljene i NRVA sitt dimensjoneringsgrunnlaget anbefales å ta kontakt i etterkant.





Eierbehov

Befolkningsutvikling

- ✓ NRVA, en vekstregion med mer enn dobling av befolkningen siste 50 år.
- ✓ Selskapets prognose for befolkningsvekst grunnlag for stor diskusjon hos eierne.
 - ✓ 2 til 3 års prosess.
- ✓ Analyse basert på eierkommunenes kommuneplaner gav resultat i tråd med vår prognose.

- ✓ Konklusjon: Langsiktig årlig vekst på 1,9 % legges til grunn.

Fremmedvannsutvikling og klimatilpasning

- ✓ Det arbeides målbevisst mot redusert fremmedvannsinnelekking i hele sektoren. Noen har oppnådd klare resultater, andre mer begrenset.
- ✓ Eierne våre forventer at redusert fremmedvannsinnelekking gir mindre utvidelsesbehov.
 - ✓ Utfordringen er å innta planer om fremmedvannsreduksjon i dimensjoneringsgrunnlaget.
 - ✓ Planer er ikke likeverdige med resultater. Vet ikke om planene realiseres eller målene nås.
- ✓ NRVA har lagt til grunn at
 - ✓ Dagens tilførsel er fast fremover, ny tilknytning legges inn med normtall.
 - ✓ «Flomtoppene» er økende utfra en klimafaktor på 1,45 i 2050.





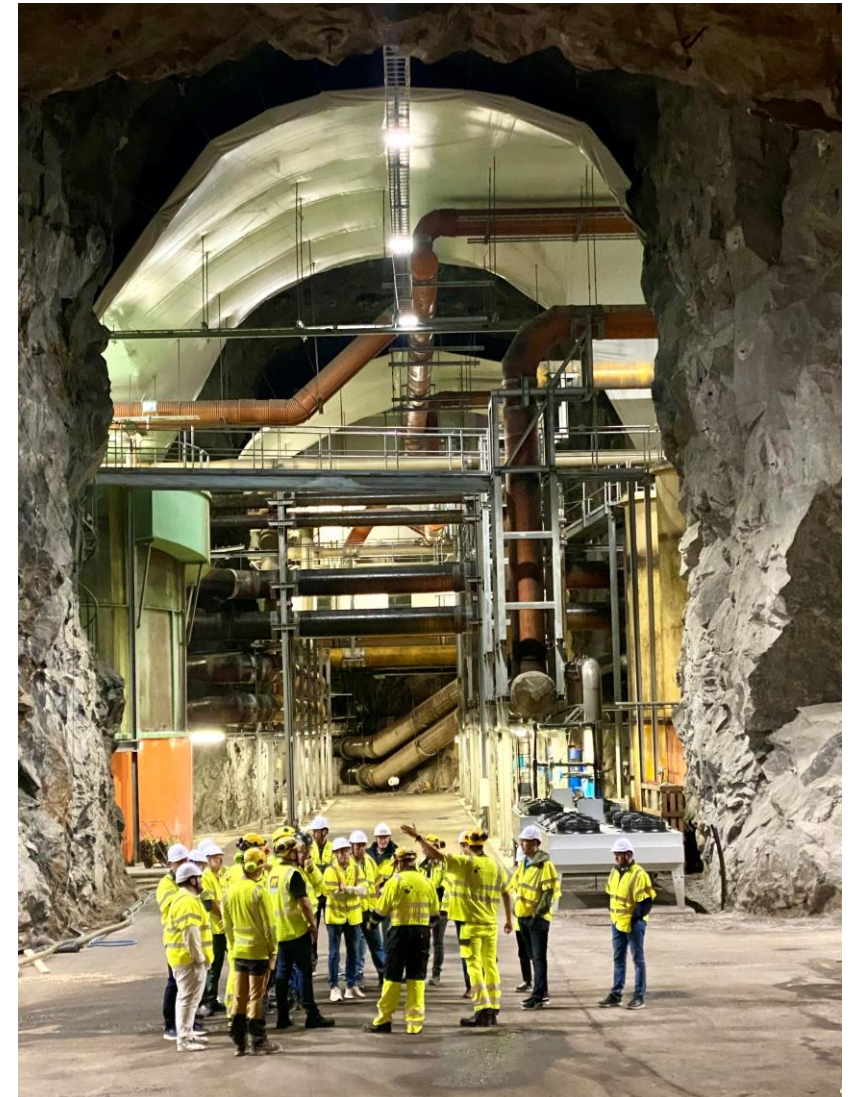
Myndighetskrav

Nasjonale krav – utslippstillatelse

- ✓ Forvent strenge krav til nitrogenrensing, minimum 80 % renseeffekt som årsmiddel.
- ✓ NRVA har i tillegg får mengdekrav på årsbasis.
- ✓ For TN blir rensekrevet styrende, i motsetning til TP hvor mengdekravet blir styrende.
 - ✓ Mengdekravet for TN forventes styrende fra rundt 2050.
- ✓ Både rense- og mengdekravet skal hensynta urensa / mindre rensa avløpsstrømmer.
 - ✓ NRVA i praksis 82 % i Nye RA2 for å sikre 80 % NRVA.
- ✓ Så høy rensegrad, med tilsvarende lav utløpskonsentrasjon, utfordrer bruk av bare «tradisjonell» teknologi.
 - ✓ NRVA må innføre etterpolering i (sand)filter for å redusere SS-innholdet, og derigjennom TN-konsentrasjonen ut til lavt nok nivå.
 - ✓ Spørsmålet er hvor mye av vannet som må etterpoleres.

Overnasjonale krav – Nytt avløpsdirektiv

- ✓ Kravene til utslipp av TP og TN for anlegg over 150.000 pe skjerpes.
 - ✓ TP >90 % og <0,5 mg/l
 - ✓ TN >80 % og <8 mg/l





Dimensjoneringsforutsetninger - stoffmengder

Nitrogenrensingen dimensjoneres primært ut fra stoffbelastning, sekundært utfra vannmengder.

Identifikasjon av egne stoffmengder er viktig for å sikre god dimensjonering.

- ✓ Bare bruk av normtall kan gi vesentlige avvik,
 - ✓ både som konsentrasjon (mg/l) og stoffmengde (kg/d).

NRVA har stor variasjon i innløpskonsentrasjon grunnet store fremmedvannmengder.

- ✓ Variasjon av ukemiddel fra 10 til 35 mg/l, med et snitt på 24-25 mg/l.
- ✓ Døgnvariasjonen har ytterligere utslag.

Høy vannføring og tynt vann gir mer krevende renseforhold.

- ✓ Redusert oppholds- og omdanningstid.
- ✓ Redusert avskilling i separasjonstrinnet – begrenset nedre konsentrasjonsnivå på SS, og TN, ut.

Dimensjonering av stoffmengdene til biotrinnet må hensynta både:

- ✓ Fjerning av partikulært bundet N i forbehandlingen, typisk 0-10 % reduksjon avhengig av hvilke prosesstrinn som inngår.
- ✓ Tilførsel av N fra returstrømmer fra fortykning og avvanning.
 - ✓ NRVA har definert konsentrasjon i returstrømmen i dimensjoneringsgrunnlaget.





Dimensjoneringsforutsetninger - vannmengder

Stor variasjon i stoffmengde indikerer stor variasjon i vannmengde, og omvendt.

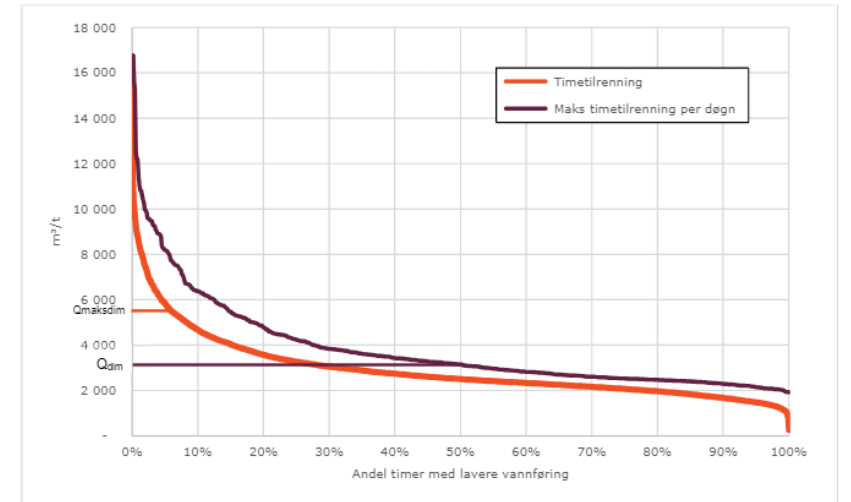
NRVA har hatt nytte av et varighetsdiagram som supplement til fremskrevet Q_{dim} og $Q_{maksdim}$.

Vår massebalanse for 2050 bygger på følgende prognose over avløpsstrømmen:

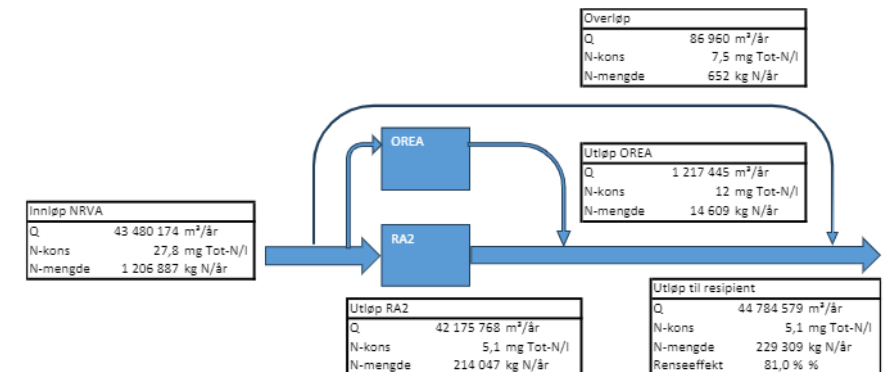
- ✓ 85 % av årsvannmengden ligger innenfor Q_{dim}
- ✓ 97 % av årsvannmengden ligger innenfor $Q_{maksdim}$
- ✓ 2,8 % av årsvannmengden føres til RA1 for mekanisk/kjemisk rensing
- ✓ 0,2 % av årsvannmengden går urensset ut via overløp

En god massebalanse over renseprosessen vil danne grunnlag for hvilken rensegrad som er nødvendig for å overholde utslippstillatelsens krav.

Som samlet har vist oss at hovedrenseanlegget (RA2) må levere minimum 82 % mht. TN.



Figur 1. Varighetsdiagram for timetilrenning og maksimal timetilrenning per døgn for 2019-2020.



Figur 4. Illustrasjon av massebalanse for Tot-N for 2050.



Dimensjoneringsforutsetninger - temperatur

Temperatur er en viktig dimensjoneringsparameter for nitrogenrensingen.

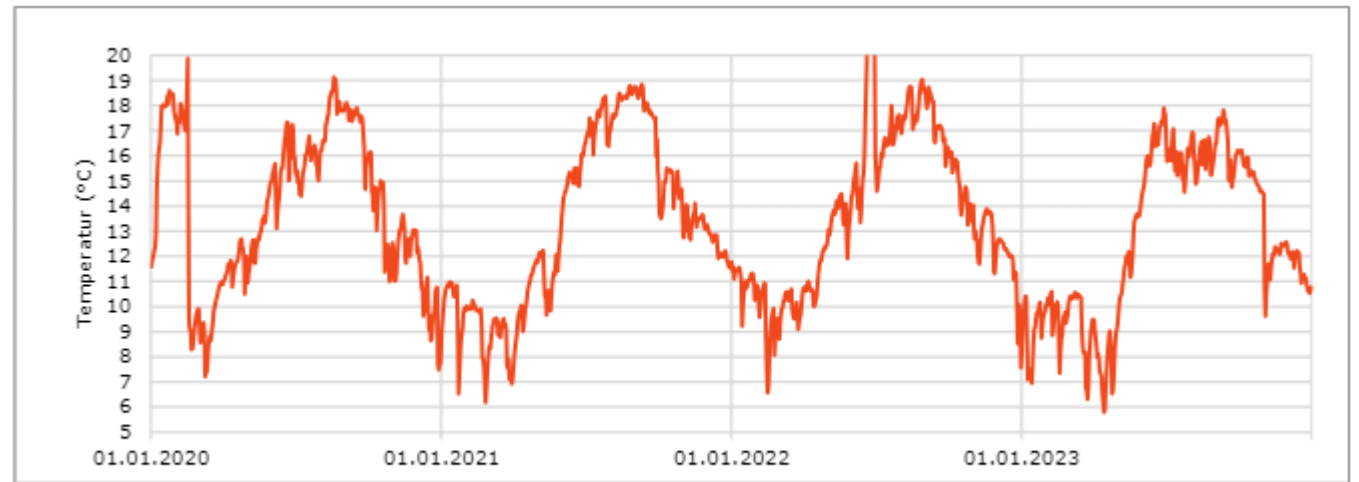
- ✓ Veksthastigheten til mikroorganismene doubles i størrelsesorden ved 10 graders temperaturøkning.

Både årsgjennomsnitt og årsvariasjon vil være nyttig grunnlagsinformasjon for dimensjoneringen.

I NRVA har valg av min. og middeltemperatur vært et sentralt diskusjonstema, med stor betydning for dimensjoneringen.

Etterfølgende årsvariasjonskurve danner grunnlag for vår dimensjonering.

- ✓ Målingene baseres på prosesslinje 3, hvor data for januar 2020 og juli 2022 må tas ut pga. stans i linja.



Figur 2. Målt temperatur i biotrinnet fra 2020 til 2023, døgnverdier.



Sluttreleksjon

Det viktigste i en tidlig fase av planleggingen er de store valg og de store tall.

- ✓ Ikke rot deg inn i detaljer. Optimalisering kommer senere.

Identifiser hva som er viktige dimensjoneringspremisser og -prinsipper.

Foreta grundige beregninger – benytt historiske data, men husk

- ✓ Ikke rot deg inn i historiske detaljer, det er fremtiden du skal planlegge for.

Dokumenter beregninger og konklusjoner godt.

- ✓ De vil bli utfordret undervegs, da er det viktig at du har dokumentert beslutningsgrunnlaget.

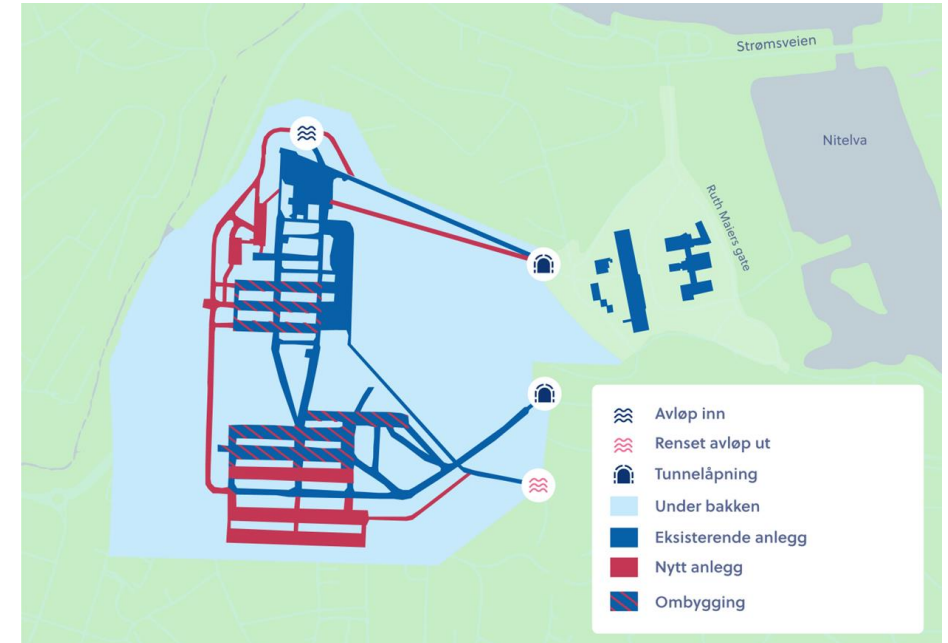
Sikre god forankring av dimensjoneringsgrunnlaget.

- ✓ Reduserer risikoen for omkamper og strafferunder.

Enhver ny aktør som ser på grunnlaget har gjerne sin klare formening om «*hva som er riktig*».

- ✓ Det finnes ikke et entydig svar på «*hva som er riktig*».

Det viktige er at du har bygd tilstrekkelig kompetanse til å beslutte og styre.

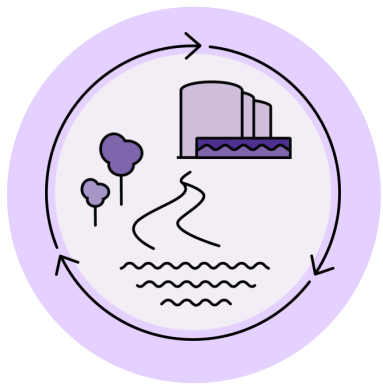


Nye RA2





Fase 2: Teknologiutredning og design



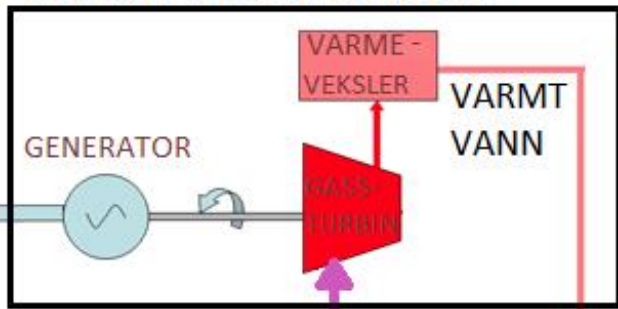
Fase 2: Teknologitredning og design

v/ Bjørn Haande, Nordre Follo RA

Norsk Vann Teknologiutredning 2024

Oslo 29.10.2024

GASSTURBINANLEGG



ELEKTRISK STRØM

RENSSET VANN

BIOGASS

NORDRE FOLLO RENSEANLEGG

Vinterbro

GJØDSEL

50.000 Pe

Haugbro

Oppegård

Ski

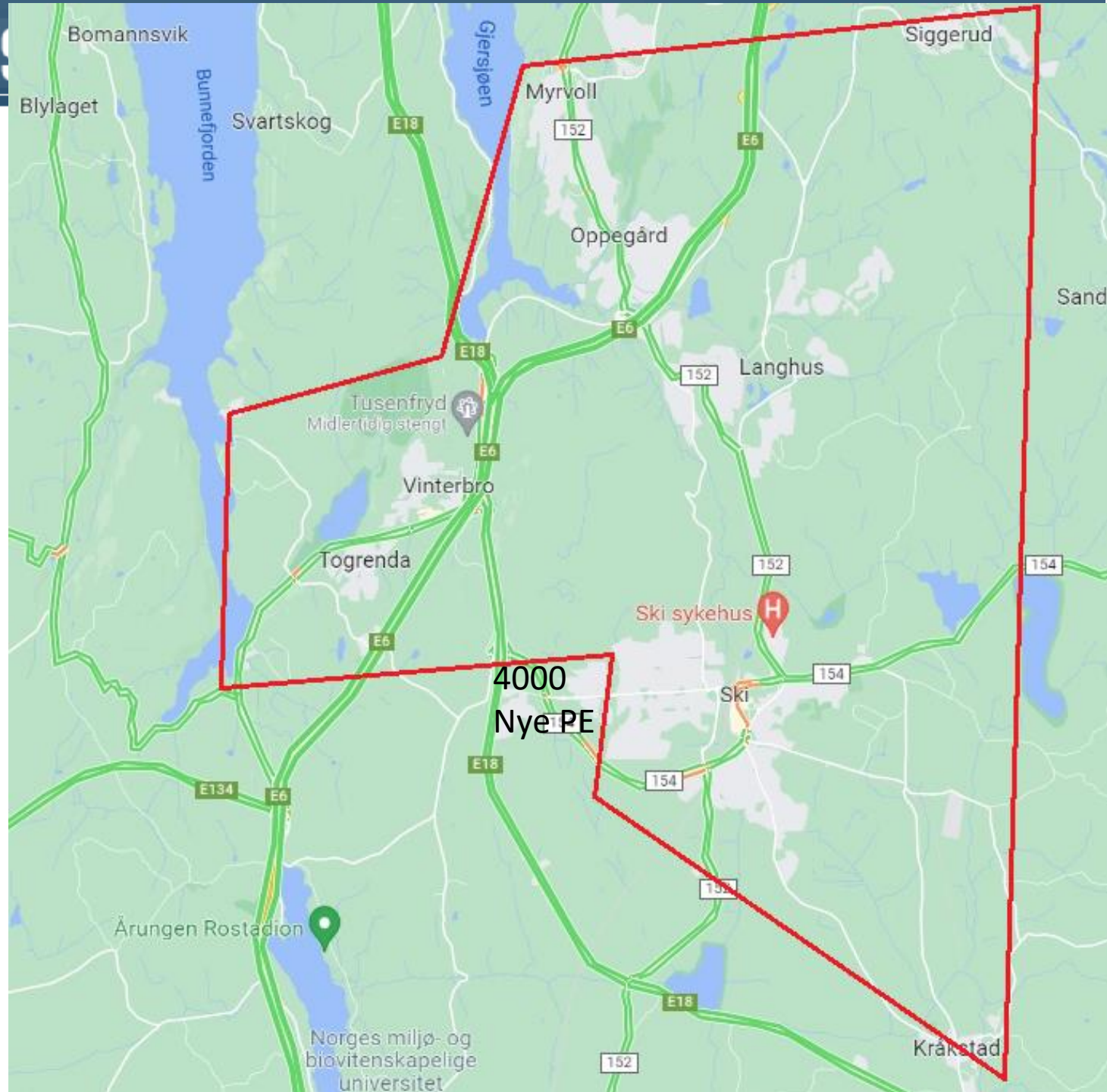
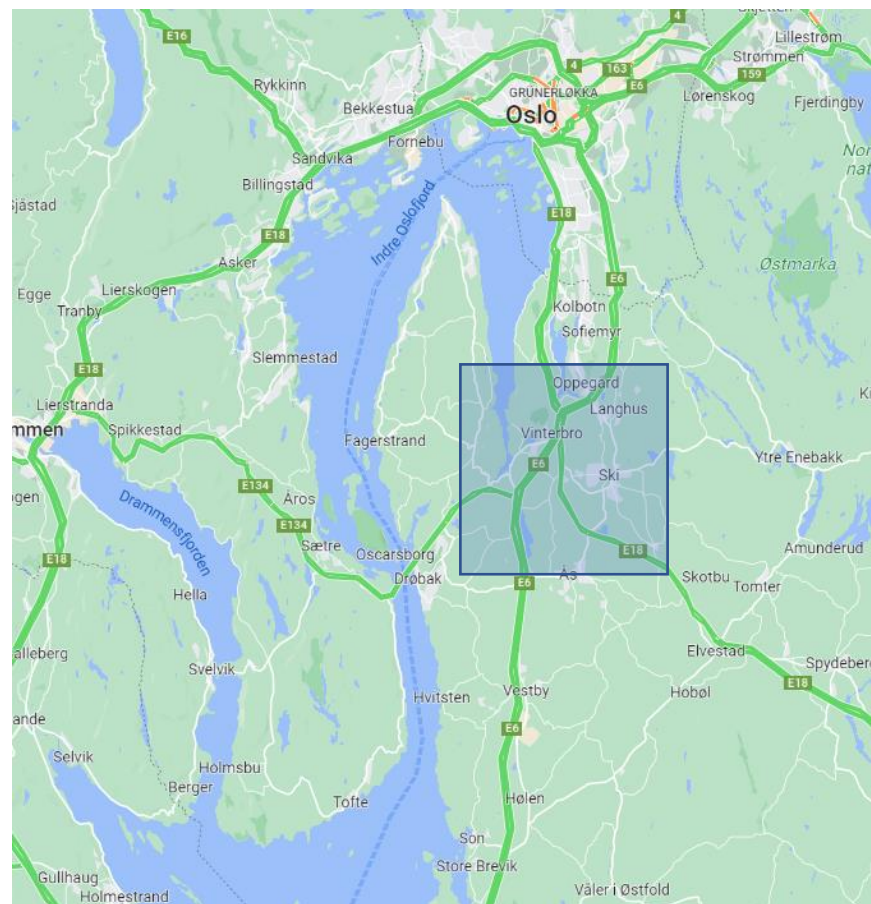
Ås



BUNNEFJORDEN



Spillvannsområde





Avvanning

Sandfang

Sedimentering

Ås pumpestasjon

Slamlager

Råtnetårn

Turbiner, fyrkjel
gassbehandling

Innløp/rister

Administrasjon

Nitrogenfjerning



20 m

MULTI-GENERASJONSPLAN

ÅR	1972	1980	1997	2015	2025-2080
VISJON	<ul style="list-style-type: none"> RENSEANLEGG FOR NORDRE FOLLO 	<ul style="list-style-type: none"> FJERNE GROING OG ALGEVEKST I UTSLIPPS-OMRÅDENE 	<ul style="list-style-type: none"> FJERNE GROING OG BEDRE OKSYGEN-INNHOLDET I BUNNEFJORDEN 	<ul style="list-style-type: none"> ØKET ENERGIPRODUKSJON FRA BIOGASS 	<ul style="list-style-type: none"> BEDRE RENSING FORBEDRET VANNKVALITET I BUNNEFJORDEN
PROSESS	<ul style="list-style-type: none"> MEKANISK RENSING 	<ul style="list-style-type: none"> KJEMISK RENSING AV FOSFOR 	<ul style="list-style-type: none"> BIOLOGISK NITROGENRENSING MED MBBR 	<ul style="list-style-type: none"> STRØM-PRODUKSJON MED GASSTURBINER 	<ul style="list-style-type: none"> FORNYET RENSEANLEGG KVARTÆRRENSING

UTFORDRINGER ANNO 2015

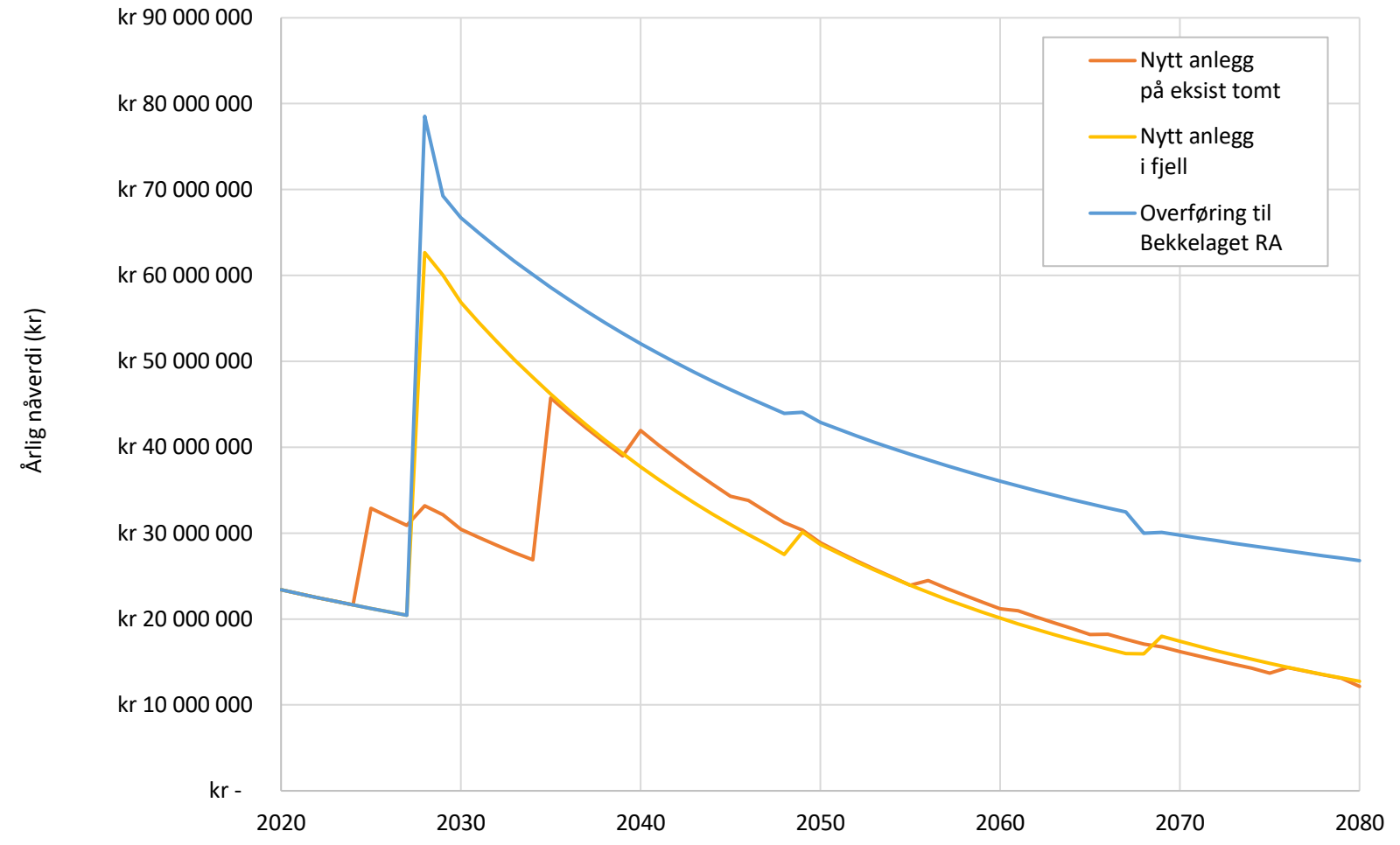
- 1. DAGENS NITROGENRENSEANLEGG ER DÅRLIG STAND OG MÅ REHABILITERES.**
- 2. STATSFORVALTEREN (2015) KREVER HELHETLIG LØSNING FOR REGIONENS BEHOV FRAM MOT 2070-2080**

2. FASE – TEKNOLOGIUTREDNING OG DESIGN

1. HVA SKAL MAN VEKTLEGGJE?

- Myndighetskrav
 - Nåværende
 - Fremtidige
- Kapitalkostnader
- Driftskostnader
- Prosjekteringskostnader
- Tidsaspekt – gjennomføringstid
 - Omregulering
 - Uttesting av ny teknologi
- Samarbeid med andre anlegg/kommuner

NÅVERDI- BETRAKTNINGER



2. FASE – TEKNOLOGIUTREDNING OG DESIGN

1. HVA ER BEST TILGJENGELIG TEKNOLOGI?
 - Vi satte ut en betalt studie til de mest aktuelle leverandørene der vi ba om: «Hva er det beste dere kan levere til oss?»
 - Resultatet ble: «Det dere har i dag».
2. Rådgivende ingeniør blir bedt om å utrede alternative teknologier.
 - Stor mengde alternativer.
 - Kompliserte delprosesser, krever spesialkompetanse for å vurdere.
 - Få relevante referanser i Norge
 - Resultat: «Det dere har i dag med mindre justeringer tilsvarer best tilgjengelig teknologi».

2. FASE – TEKNOLOGIUTREDNING OG DESIGN

RISIKO OG GJENNOMFØRING

- Benytte eksisterende teknologi ble ansett å gi lavest risiko
- Eksisterende teknologi vil gi store fordeler i forbindelse med opplæring og drift.
- Erfaringsgrunnlaget fra drift muliggjør betydelig egeninnsats i forbindelse med prosjektering og optimalisering.
- Begrenset kompetanse hos leverandører og rådgivende ingeniør gir fortrinn til kjent teknologi

BESLUTNING: NYTT ANLEGG SKAL OGSÅ VÆRE BASERT PÅ MBBR TEKNOLOGI.

Eget prosjekt-team

Faste ansatte i prosjekt-teamet

- Prosjektleder
- Prosessingeniør
- Elektriker
- Automatiker
- Prosjektingeniør (mekanisk/bygg/rør)
- Økonomiansvarlig
- Ingeniør – energiteknikk
- Teknisk leder (erfaringsoverføring)

Innleid i prosjekt-teamet

- MBBR-ekspert (innleid)

Trinnvis Utvidelse av dagens anlegg



Erfaringer med MBBR Krüger- Kaldnes

Vi valgte MBBR på tross av:

- Energikrevende (50000 PE => 2,8 mill. kWh i året)
- Sensitiv til lave temperaturer
- Potensielt store utslipp av lystgass
- Biobærere på avveie kan utgjøre en stor forurensningsfare
- Krevende prosess å optimalisere
- Krevende prosess for operatørene (lang opplæring)
- Stort forbruk av karbonkilde (metanol)

ETTERTANKE – 4 ÅR ETTER BESLUTNING

KORONA, KRIG OG STRØMKRISE

- Effekten av korona fikk vi bakt inn i form av separate soner for å unngå smitte.
- Krig og sikkerhet ble ikke vurdert, men krisescenarier kommer nå sterkere inn i prosjekteringen, spesielt muligheten for en total black-out.
- De skyhøye strømprisene fra 2022 kom etter at konseptet var valgt. Strømforbruk og krav til energinøytralitet er nye momenter som gjør at vi må også må vurdere andre teknologier teknologier samtidig som vi prosjekterer for MBBR.
- Nye EU-krav (85% renseseffekt?)
- Kvartærrensing

HVA ER VÅRE VIKTIGSTE ERFARINGER?

- Du er nødt til å ha noen som ivaretar dine interesser som ikke representerer andre interesser enn dine.
- Utvidelse, ombygninger og integreringer mot eksisterende systemer er tidkrevende og prosjekteringen tar minst 3 ganger så lang tid som å bygge fullstendig nytt.
- Bygg inn fleksibilitet for å møte fremtidige krav.
- Nitrogenrensing er en følsom prosess som er krevende å drifte.
- Biologisk rensing av kaldt vann gir ingen eller dårlig renseseffekt
- Krisescenarier kommer nå sterkere in i prosjekteringen, pandemier, flom, el-forsyning og sikring mot angrep.

Juridisk vurdering relativt til NS8402

2.1 Samarbeidsplikt

Partene skal samarbeide lojalt under gjennomføringen

JR: Her oppfatter jeg at rådgiver ikke gjennomfører oppdraget slik oppdragsgiver ønsker, og skriftlig har bekreftet dette. Dette kan vurderes som et mislighold av kontrakten.

6.3 Oppdragets organisering

Rådgiveren skal ha en organisasjon som er tilpasset oppdraget

JR: Det virker ikke som om de er villige til å sette de riktige ressursene på oppdraget i det omfanget og på den måten dere ønsker. Dette kan vurderes som et mislighold av kontrakten.

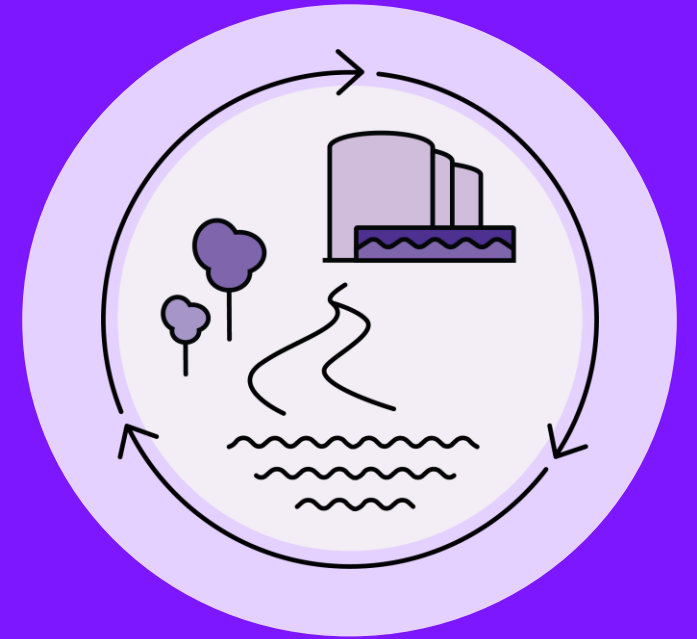
6.4 Oppdragets utførelse

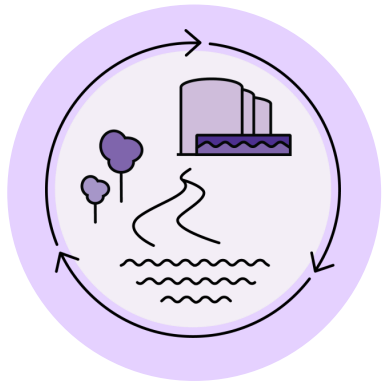
Arbeidet skal drives rasjonelt og forsvarlig. Rådgiveren skal dra omsorg for oppdragsgiverens interesser.

JR: Her opplever jeg en mangel på forståelse for oppdragsgiver ønsker som overrasker meg. De vil kun gjennomføre oppdraget på sin måte, og er ikke villige til å høre på oppdragsgiver behov og interesser. Dette kan vurderes som et mislighold av kontrakten.

JR = Juridisk rådgiver

Fase 3: Gjennomføring





Fase 3: Gjennomføring

v/ Ingar Trandum, Gardermoen RA

UTVIDELSE AV GARDERMOEN RENSEANLEGG

** Gjennomføringsfasen **

LUP – Fremtidens renseanlegg – Norsk Vann

29.10.2024

Ingar Tranum, Plan og prosjekt Kommunalteknikk



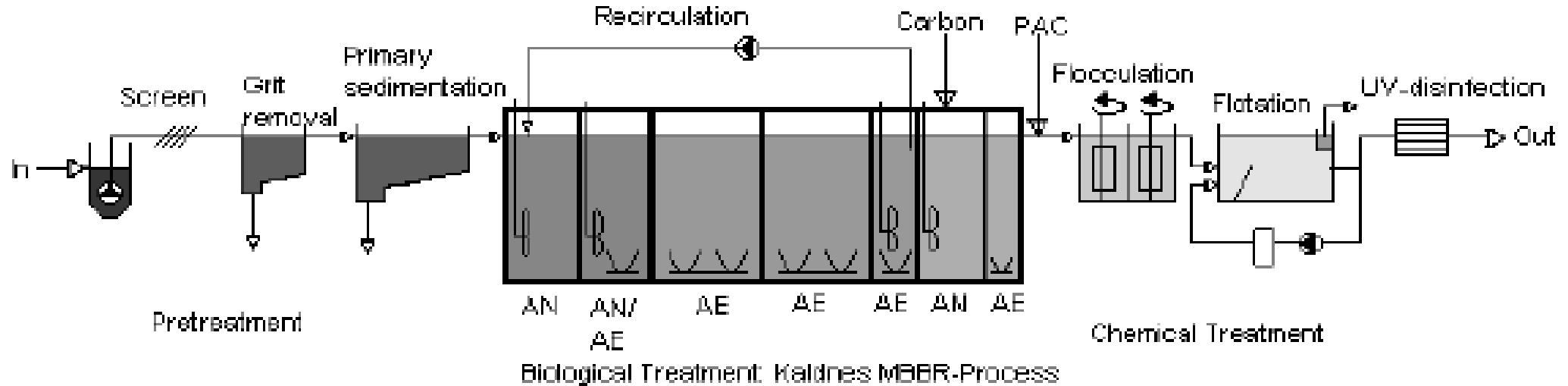
Om Gardermoen rensesanlegg (GRA)

- Satt i drift 1998
- Bygd for å rens avløp fra Nannestad og Ullensaker kommune inkl. hovedflyplassen – mottar B-glykol som karbonkilde til nitrogenfjerningsprosessen
- Senere tilrettelagt for mottak og rensing av avisingsvæsker (formiat og øvrige fraksjoner av glykol)





Forenklet flytskjema avløpsrensning GRA



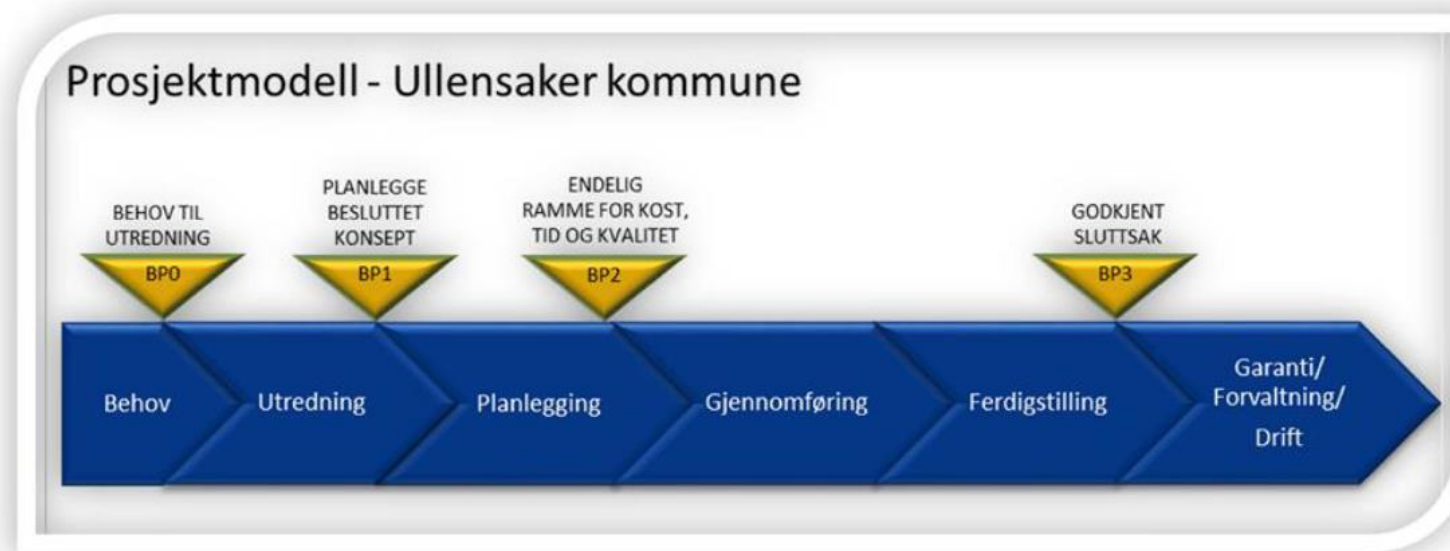
FRA BEHOVSFASEN (2014-2016)

- Behov for å utvide kapasiteten til Gardermoen ra slik at det imøtekommer en forventet vekst (i Ullensaker og Nannestad kommune). Legge ned Kløfta ra.
- Ta i bruk renseløsninger som oppfyller et skjerpet renskrav for fosfor på 98 % (i dag: 93 %)
- Fortsatt oppfylle hygienekravet på rensed avløp (tilsvarende badevannskvalitet)





Prosjektmodell i UK



UTREDNINGSFASEN

Et skisseprosjekt (2017) som inneholder:

- Dimensjoneringsgrunnlaget (år 2050)
- Internasjonale erfaringer og vurderinger av mulige prosessvalg som kan oppfylle et skjerpet renskrav
- Beregninger av prosjektkostnad for to alternative prosessløsninger:
 - 1) Tilsvarende dagens renseløsning (MBBR + kjemisk rensetrinn) + etterpolering i sandfilter + UV-desinfeksjon
 - 2) IFAS-MBR med simultanfelling

Begge prosessløsningene ble testet ut i pilotskala ved Gardermoen rensesanlegg, med tilfredsstillende resultater.

Biologisk fosforfjerning ble vurdert underveis, men ble ikke vurdert som egnet metode til å oppfylle et såpass skjerpet krav til fosforrensing.



Tilleggsutfordring Avinor

Anlegget mottar flyavisingsvæsker:

- Glykol som karbonkilde til nitrogenfjerningen
- Formiat og uttynnet glykol som ekstra karbonbelastning på anlegget

Nye forhandlinger resulterte i 3 nye avtaler med Avinor:

- En utbyggingsavtale som sikrer delfinansiering gjennom et anleggstilskudd
(ca 24 % av totalkostnaden)
- En driftsavtale som regulerer mottak og rensing av avisingsvæsker
- ***En makeskifte- og opsjonsavtale som sikrer UK arealtilgang også for et senere utbyggingstrinn (ca år 2050)***



Prosjektgjennomføringsstrategi (2018)

Mål/hensikt:

- ✓ Skape forutsigbare og trygge rammer for prosjektgjennomføringen
- ✓ Øke forutsetningene for god styring av kostnader, kvalitet og risiko i prosjektet
- ✓ Etablere et gjennomføringskonsept som leverandørmarkedet har evne og vilje til å levere





Innhold i gjennomføringsstrategien

- ✓ Markedsanalyse
- ✓ Valg av entrepriseform
- ✓ Valg av anskaffelsesprosedyre
- ✓ Valg av kontraktstrategi (kontraktstandarder og-formater, tildelingskriterier, garantistrukturer)
- ✓ Innspill til Prosjektorganisering
- ✓ Fremdriftsmessige forhold



Kontrakts- og anskaffelsesstrategi - Alternativer

- 1. Utførelseskontrakt** – forutsetter høy kompetanse og kvalitet hos rådgiver
Eksempel: Nordre Follo, (ivaretar prosjekteringen med eget kompetent personell)
- 2. Funksjonskontrakt (totalentreprise)** – forutsetter høy kompetanse hos leverandøren, men også hos byggherren
Eksempel: Gardermoen ra (UGRA), som inngår en totalentreprisekontrakt på prosess og maskin etter en anskaffelsesprosess basert på konkurransepreget dialog. Prosessvalget er ikke gjort på forhånd og inngår som et element i konkurransen.
- 3. Samspillskontrakt** – forutsetter høy kompetanse og beslutningsevne hos byggherren.
Eksempel: NRVA, Prosessvalget er gjort i forkant av anskaffelsen





Markedsanalysen

Uforpliktende møte med 5 inviterte leverandører (som på forhånd fikk tilsendt utvalgte deler av skisseprosjektet):

Er leverandørene komfortable med å ta ansvar for prosessvalg og prosessdimensjonering, og risikoen for rensesanleggets funksjon?

Svar fra leverandørene:

- ✓ Alle ønsket en kompetanse- og konseptbasert konkurranse der prosessløsning og anleggslayout er sentrale elementer i konkurransen
- ✓ Alle foreslo ulike varianter av de viste prosessløsningene fra skisseprosjektet
- ✓ Alle kunne tenke seg en totalentreprisekontrakt basert på funksjonsgarantier
- ✓ Flere uttrykte et ønske om at ferdige forprosjekter/konsepter blir honorert med en forutbestemt premie som en del av konkurransen



Valg av entreprisemodell

- ✓ Maskin- og prosessleveranse inkl prosessstyring og prosesselektro organisert som totalentreprise (NS 8407)
- ✓ Øvrige fag som utførelsesentrepriser i et begrenset antall (NS 8405)
- ✓ Byggherren tar ansvaret for styring og koordinering av entreprisene og bærer risiko for grensesnittavklaringer og forsinkelser/hindringer som en av entreprenørene påfører de øvrige



Valg av anskaffelsesprosedyre for prosess- og maskinleveransen

Konkurransepreget dialog med en innledende prekvalifisering ble valgt ut fra bla følgende forhold:

- ✓ Behov for å utvikle tilbydernes konsepter individuelt, tilpasset prosjektets forutsetninger (som *kjøp etter forhandlinger* ikke gir muligheter for)
- ✓ Ulike prosessløsninger kan tilbys med helt ulike egenskaper, grensesnitt mot eksisterende anlegg, arealutnyttelse etc men likevel møte de overordnede ytelseskravene knyttet til kapasitet og renskrav → fleksibelt regime
- ✓ Større frihetsgrad i dialogen med potensielle tilbydere
- ✓ Deltagerne vil kunne hoppe av underveis og dermed styre sin egen ressursinnsats. I en konkurranse etter forhandlinger må det leveres inn et komplett tilbud, som man deretter forhandler om.



Premisser for konkurransen (Maskin og prosess)

- ✓ Først Dialogfase og deretter Tilbudsfase

Et designgrunnlag ble sendt ut som grunnlag for dialogfasen, med premisser og krav for konkurransen:

- *Krav til dimensjonering og oppfyllelse av Rensekrav*
- *Garantert forbruk av innsatsmidler (som etterprøves i prosessgarantien og vektlegges i evalueringen av tilbudene)*
- *Krav til å utarbeide komplette forprosjekter (med prosessbeskrivelse og – design, dimensjonering, layout og tegningsunderlag)*
- *At utvidelsen skal skje i et nytt frittstående bygg innenfor noen ytre arealgrenser, slik at utbyggingen ikke påvirkes av pågående drift, og driften av det eksisterende anlegget i minst mulig grad blir påvirket av pågående arbeider*
- Mulighet til fri fordeling av avløpet, linjedeling og redundans mm

Rapporter fra drift av pilotanleggene ble gjort tilgjengelige for tilbyderne, men de sto fritt til å velge andre prosessløsninger

Gjennomføring av dialogfasen

- ✓ 3 dialogmøter med hver av de prekvalifiserte leverandørene høsten 2019
- ✓ Målet med dialogfasen er å avklare alle tekniske forhold slik at leveransen er klar og entydig i forkant av at entreprenøren skal levere inn sitt tilbud. Dialogfasen vil også omfatte avklaringer knyttet til en rekke kommersielle forhold, bla prinsipper og innhold i en kommende prosessgaranti
- ✓ De presenterte forprosjektene revideres og utvikles underveis i dialogfasen basert på tilbakemeldinger og diskusjoner i dialogmøtene.
- ✓ I referater fra møtene listes det opp avklaringspunkter for oppfølging og svar fram til neste møte



Tilbudsfasen

Konkurransgrunnlaget ble lagt ut 20.01.20 med tilbudsfrist 09.03.20.

Tildelingskriterier:

Nåverdi (50 %)

- ✓ tilbudspris, timesatser og påslagsfaktorer
- ✓ driftskostnader basert på forbruk av innsatsmidler oppgitt i prosessgaranti
- ✓ kalkulerte kostnader for øvrige entrepriser basert på design og dimensjonering som fremkommer av totalentreprenørens tilbud

Kvalitet (50 %)

- ✓ Oppnåelse av ytelseskrav knyttet til definerte renskrav og kapasitetskrav.
- ✓ Kvalitet på leveransen
- ✓ Drifts- og vedlikeholdsvennlighet og tilgjengelighet på serviceorganisasjon.
- ✓ Sikkerhet og arbeidsmiljø knyttet til anleggsaktivitet tett på eksisterende anleg
- ✓ Løsning for en ytterligere utvidelse av anlegget innenfor tilgjengelig areal
- ✓ Tilbudt prosjektorganisasjon





Deltagernes erfaringer fra konkurransen

Fordeler:

- Konkurransformen gir en veldig god forståelse for problemstillingen og gjennom dialogfasen utvikles et godt grunnlag for senere prising
- Positivt (nødvendig) med et vederlag for å fullføre konkurransen

Utfordringer:

- Konkurransformen var mer arbeidskrevende enn forventet
- Kr 500 000,- i honorar for å ha levert tilbud dekker ikke opp for innsatsen
- Flere hadde forventninger til mer samspill og ønsket mer tilbakemelding fra BH på prosessvalget underveis i dialogfasen



Byggherrens vurdering og erfaringer

Vårt utgangspunkt:

- Det strenge rensekravet på fosfor (98 %) tilsa at vi ønsket å utfordre markedet og ha mulighet til å utvikle flere parallelle konsepter under konkurransen
- Kvalitet var viktig

Erfaringer:

- ✓ Vi fikk presentert 3 ulike rensekonsepter, i dialog med 3 sterke kandidater
- ✓ Ressurskrevende prosess også for byggherrens prosjektorganisasjon – 1 år fra prekvalifisering til kontrakt
- ✓ Vi gikk ikke dypt nok i ordinær dialogfase med å fastlegge noen kritiske kommersielle vilkår.
- ✓ Fra konkurransen satt vi igjen med et godt gjennomarbeidet grunnlag som la premisser for alle øvrige fags kostnads kalkyler og prosjektering
 - > ressursbesparelser i neste fase hvor alle fag skal detaljprosjekteres

Aktiviteter etter valg av maskin- og prosessentreprenør (april 2020)

1. Kvalitetssikring av kostnadskalkyler for alle øvrige fag
2. ROS-analyse med fokus på hva som kan gi særskilte utfordringer og/eller merkostnader
3. Usikkerhetsanalyse med utgangspunkt i ROS-analysen og foreliggende/reviderte kostnadskalkyler
4. Beregning av kostnadsramme P50 (746 mill) og P85 (818 mill)
5. Utarbeidelse av prosjektets styringsdokument

Detaljprosjektering av øvrige fag fra august 2020 til april 2021.

Inngåtte kontrakter i UGRA-prosjektet

Kontrakt -entreprise	Entreprenør	Tidspunkt for inngåelse	Prisregulering (Ja/Nei)
EP01 Prosess- og maskinlev.	Enwa PMI	Juni 2020	Ja
ET01 Tilrigging	Brødr. Gudbrandsen	Mars 2021	Nei
EH01 Høyspent byggestrøm	Energianlegg	Mars 2021	Nei
EB01 Bygge- og anleggsarb.	NCC Norge	Juni 2021	Ja
EV01 Ventilasjonsarb.	Hamstad	Juni 2021	Ja
ER01 Rørarb. (varme og sanitær)	Enwa Support	Juni 2021	Ja
EE01 Elektroarbeider	Nordengen	August 2021	Ja
EH02 Høyspent perm. Trafo	Elvia	jan.23	Nei

UGRA – et tegningsfritt prosjekt

Våre erfaringer:

- Tilgjengelige modellverktøy er ikke tilstrekkelig utviklet til fullstendig å erstatte alt tegningsgrunnlag for et renseanlegg – behov for å supplere med noen detaljtegninger, for eksempel på armering og ARK-detalljer
- VVS-bransjen er ikke helt fortrolig med bare 3d som grunnlag å bygge etter
- Hvis byggherren definerer at prosjektet kun skal basere seg på 3D-modellen, kan entreprenørene i neste omgang bruke det som argument mot byggherren når 3D-grunnlaget inneholder feil eller kan mistolkes



Styringsdokument

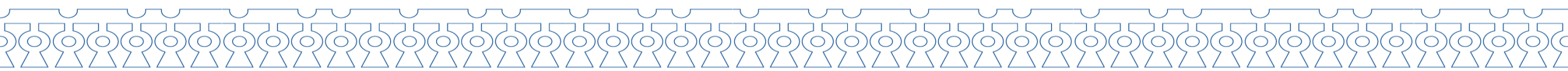
Fritt etter en mal fra Oslo
kommune....

Ble laget parallelt med
gjennomføring av
usikkerhetsanalysen og
beregningen av P50 og P85

1	<u>BAKGRUNN OG RAMMEBETINGELSER</u>	3
1.1	<u>Bakgrunn</u>	3
1.2	<u>Rammebetingelser og forutsetninger</u>	3
1.3	<u>Oversikt over prosjektet, historikk og status</u>	6
1.4	<u>Avgrensninger og grensesnitt</u>	7
2	<u>MÅL OG KRAV</u>	8
2.1	<u>Målstruktur for prosjektet</u>	8
2.2	<u>Kritiske suksessfaktorer</u>	10
2.3	<u>Overordnede funksjonskrav for UGRA-prosjektet</u>	11
3	<u>GJENNOMFØRINGSPLAN OG LEVERANSE</u>	12
3.1	<u>Prosjektnedbrytningsplan</u>	12
3.2	<u>Gjennomføringsplan</u>	13
4	<u>ØKONOMI</u>	15
4.1	<u>Grunnkalkyle</u>	15
4.2	<u>Beregning av P50 og P85</u>	15
4.3	<u>Budsjett for P50 og P85 delt på hovedposter</u>	16
5	<u>RISIKOSTYRING</u>	17
5.1	<u>Gjennomføringsrisiko</u>	17
5.2	<u>Oppfølging av identifiserte risikofaktorer</u>	18
6	<u>PROSJEKTSTYRING OG OPPFØLGING</u>	20
6.1	<u>Kontraksstrategi</u>	20
6.2	<u>Organisering, roller og ansvar</u>	21
6.3	<u>Rutiner og kvalitetssikring</u>	24

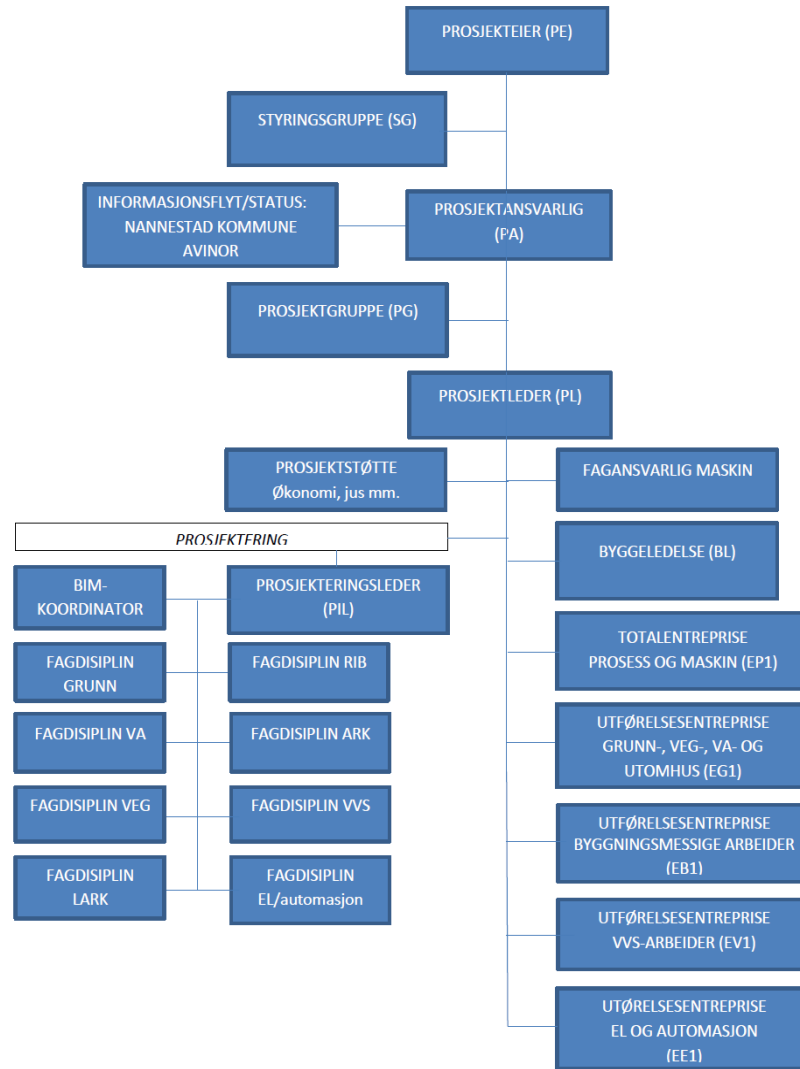


	Milepeler	2024												2025											
		Jan	Feb	Mars	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
EB01 Bygg og anlegg																									
	Overtagelse nye prosessbygg - protokoll	01.06.2024																							
	Overtagelse utarbeider* og eksist.ra protokoll	01.06.2025								*															
	Sluttoppgjør utbetalt - estimert tid	01.11.2025																							
EV01 Ventilasjonsarbeider																									
	Ferdig teknisk montasje og install.	01.03.2024																							
	Overtagelse nye prosessbygg - protokoll	01.12.2024																							
	Sluttoppgjør utbetalt - estimert tid	01.05.2025																							
ER01 Rørentreprise																									
	Ferdig teknisk montasje og install.	01.03.2024																							
	Overtagelse nye prosessbygg-protokoll	01.12.2024																							
	Sluttoppgjør - estimert tid	01.05.2025																							
EE01 Elektroentreprise																									
	Permanent strøm til alle underfordel.	01.02.2024																							
	Ferdig teknisk montasje og install.	01.04.2024																							
	Overtagelse nye prosessbygg - protokoll	01.12.2024																							
	Sluttoppgjør - estmert tid																								
EP01 Maskin og prosess																									
	5b Ferdig montasje- og install. nytt ra	08.05.2024																							
	6a Uttesting/mek.ferdigstill. nytt ra	15.10.2024																							
	7a Innkjørt ny renseprosess nytt ra	01.01.2025																							
	5c Ferdig montasje- og install.eksist. ra	22.04.2025																							
	6b Uttesting mek.ferdigstill eksist.ra	15.05.2025																							
	7b Overtag./utsted. leveringsprotokoll	14.08.2025																							
Sluttrapport foreligger		31.12.2025																							





UGRA – ORGANISASJONSPLAN



Organisering – Prosjektansvarlig (PA)

Ansvar:

- Få på plass all organisering, sikre nødvendig kompetanse og ressursbehov
- Ivareta rapporterings- og informasjonsbehov internt og eksternt
- Ivareta all kontakt med myndigheter og eksterne interessenter
- Sikre at beslutninger blir ivaretatt iht. fullmaktsmatrise og forberede saker til politisk nivå
- Godkjenne fakturaer og ha et overordnet ansvar for prosjektøkonomi, forvaltning og arkivering av dokumentasjon
- Overlevere prosjektet til prosjekteier, og kunde (Avinor) ved avslutning
- Dokumentere erfaringer og utarbeide sluttsak
- Fast deltager i prosjektgruppa (månedlige møter), med beslutningsmyndighet på viktige avgjørelser

Organisering - Prosjektleder (PL)

Ansvar:

- Rapporterer til prosjektansvarlig (PA), herunder oversendelse av perioderapporter
- Ansvarlig for gjennomføring av prosjektet mhp. kvalitet, fremdrift og økonomi (innenfor styringsramme P50)
- Organiserer og leder prosjektgjennomføringen opp mot prosjekterende og utførende, og prosjektets byggeledelse
- Løpende oppfølging av prosjektøkonomien i kontrakter
- Kontroll og innstilling til godkjenning av fakturaer fra entreprenører
- Utarbeider og løpende reviderer prosjektets hovedfremdriftsplan



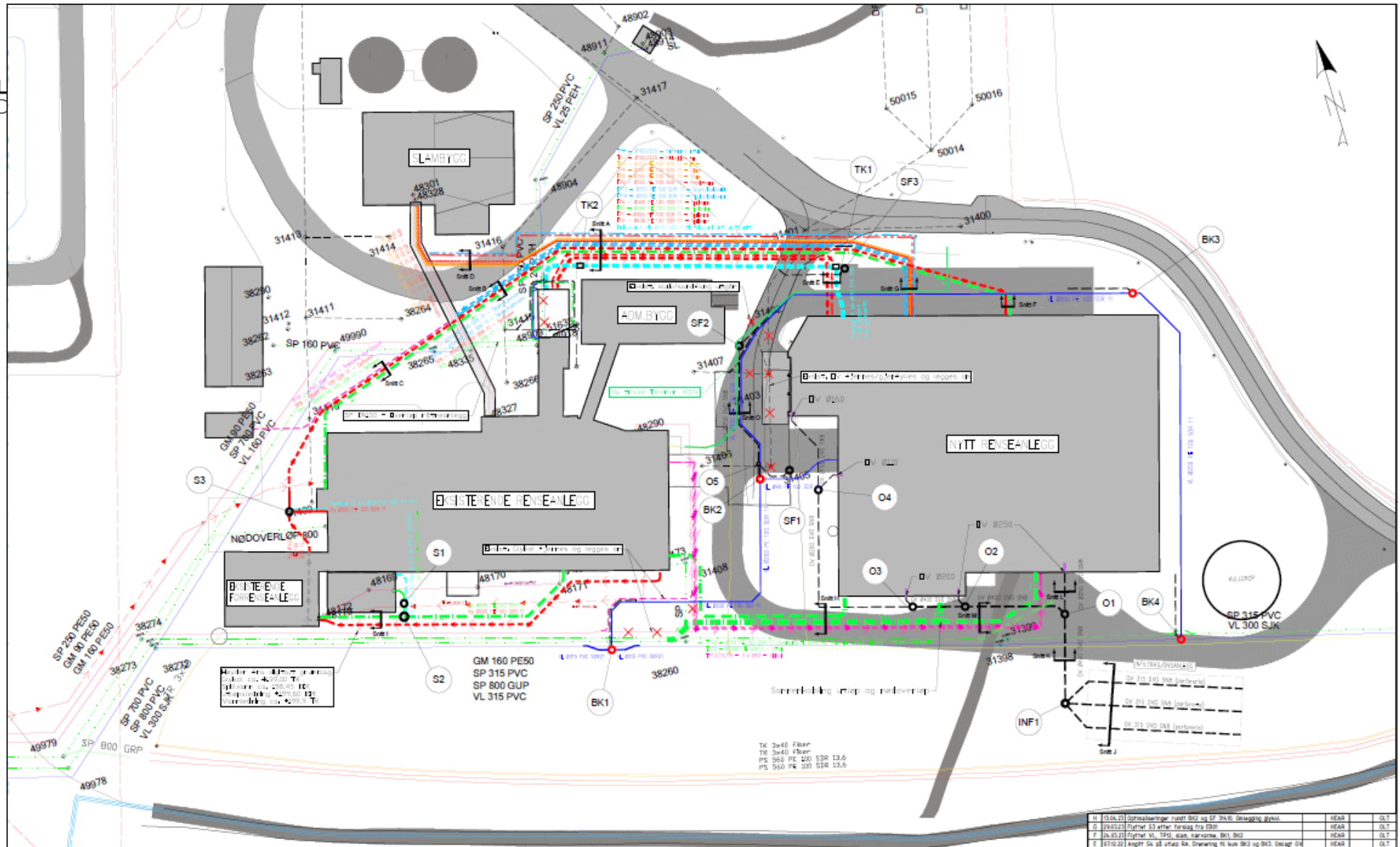
NB! Prosjektleder grensesnitt drift

- Er midlertidig fritatt fra den operative ledelsen av eksisterende renseanlegg (varighet 2 år)
- Kvalitetssikrer funksjonalitet og kvalitet (i planfase og på leveranser i gjennomføringsfasen)
- Ivaretar løpende avklaringer/beslutninger som berører grensesnittet mellom eksisterende og nytt anlegg (i gjennomføringsfase, test- og igangkjøringsfase)
- Er tett på igangkjøringen av nytt anlegg
- Har i hele prosessen vært fast deltager i prosjektgruppa





UL
KO



Alle materialer er i henhold til standardene i NS 3030 og NS 3031. For detaljer se i henhold til NS 3030 og NS 3031.

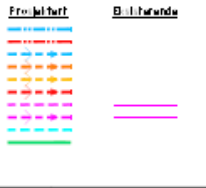
TK 3x48 Fiber
TK 3x40 Fiber
PS 565 PE 100 SDR 13,6
PS 560 PE 100 SDR 13,6

Tegnforloring:
Vannledning
Spillomledning
Nær-omledning
Fjernledning spillom

Lin
Eramulnær
Trafikkløst
Grensegrænse



Nær-omledning for
Nær-omledning for
Spillomledning
Spillomledning
Fjernledning
Fjernledning
Trafikkløst
Trafikkløst
Fjernledning for spillom
Fjernledning for spillom
Trafikkløst for elektrisitet
Trafikkløst for elektrisitet



U	03.04.22	Oppfølging av nytt BK2 og SP 315 utbygging gress	HEAR	Ø.S.T.
G	29.03.22	Bygget 53 etter forslag fra Ø.S.T.	HEAR	Ø.S.T.
F	26.03.22	Bygget VL, TPU, vann, vannrør, BK1, BK2	HEAR	Ø.S.T.
F	03.03.22	Bygget VL og spillom, BK1, BK2 og BK3, utbygging	HEAR	Ø.S.T.
D	18.11.21	Bygget spillom og vannrør for graftefelt	HEAR	Ø.S.T.
F	03.06.21	Bygget vannrør og spillom for graftefelt. Toppiln inn vesen 514	HEAR	Ø.S.T.
B	11.05.21	Bygget vann og spillom for graftefelt	HEAR	Ø.S.T.
A	11.03.21	Arbeidsbegynnelse	HEAR	Ø.S.T.
Rev	Rev	Rev	Rev	Rev

Ullensaker kommune

UGRA

VA-PLAN

COWI

Oppdragsnr. A132144

Tegning: EB01_09/10_70100

Rev. H

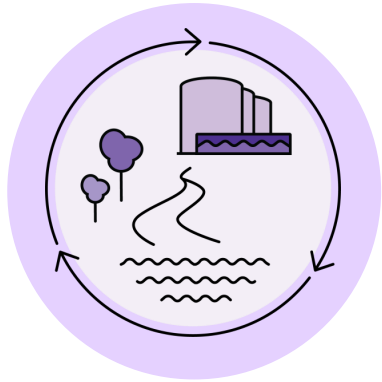


ULLENSAKER
KOMMUNE



Fase 4: Driftsettelse





Fase 4: Driftsettelse

v/ Solveig Alvik, VAV



Driftsettelse

Erfaringsdeling nitrogenfjerning

Norsk Vann og LUP

29.oktober 2024

Solveig Alvik

Seksjonsleder seksjon avløpsrensing

Produksjonsavdelingen, VAV



Foto: S. Alvik

Agenda

- ▶ Anskaffelsesfasen
- ▶ Prosjektorganisasjon
- ▶ Kompetanse eget personell
- ▶ Personellbehov
- ▶ Ferdigbefaring
- ▶ Igangkjøring Aktiv slam
- ▶ Mekanisk prøvedrift
- ▶ Funksjonstesting
- ▶ Feil og mangler

▶ FDV



Oslo



Foto: S. Alvik

Anskaffelsesfasen

- ▶ Hvem har ansvaret for totalen – for at anlegget renser slik det skal?
 - ▶ Påvirkes av kontraktsform
 - 2000: Totalentreprise - Purac hadde prosessansvaret
 - 2021: Byggherrestyrt, delte entrepriser (5 stk) – VAV hadde bestemt aktiv slam, «ingen» hadde prosessansvar
 - Nå: Samspillskontrakter? Felles ansvar? Vanskelig!
 - ▶ Hvem skal gis ansvar for grunnleggende opplæring av prosesspersonell?
 - ▶ Hvem skal gis ansvar for igangkjøring og driftsoppfølging 1-2 år?
- ▶ Etterspørre referanseanlegg – må vise til en uttestet løsning
 - ▶ Dra på befaringer
 - ▶ Vurdere rejektbehandling
 - ▶ Vær tydelige på hva dere ønsker å prioritere i prosjektet: TID, KOST eller KVALITET. En av de kommer til å lide.



Bilde: Prosjektbloggen - Metier OEC | Metier OEC

Prosjektorganisasjon

- ▶ Prosesskunnskap i prosjektorganisasjonen er viktig!
- ▶ Egne ansatte eller innleide?
 - UBRA: innleid personell i prosjekt
 - NVO: VAVs eget personell i prosjekt
- ▶ Involver eget personell i prosjektet
 - bidrar til gode løsninger i prosjekteringsfasen – sjekk samlet 3D-modell for alle fag!
 - ivaretar anleggskunnskap fra igangkjøring
 - sikrer god overgang til driftsfasen



Kompetanse eget personell

- ▶ Norsk Vann kurs - Nitrogenfjerning
- ▶ Etabler kontakt med et annet renseanlegg med samme løsning
- ▶ Hospitering i forkant
- ▶ Kunnskap om avvanning av biologisk slam
- ▶ Kurs «Drift av biogassanlegg»
- ▶ Anleggspersonell bør delta på SAT
- ▶ Driftsopplæring på nytt mekanisk utstyr
- ▶ Kompetanse om driftsdatatabasen
- ▶ Mikroskopiering – tjeneste som kan kjøpes



Oslo



Foto: ukjent

Personellbehov

- ▶ Oppstart Bekkelaget med nitrogenfjerning i 2000 (14 stk), prosessfunksjonen var 3 personer, drift 8 personer, leder, økonomi, IK/HMS
- ▶ Minimum 2 prosessing. med både kunnskap om nitrogenrensing og slambehandling/råtnetanker (redundans)
- ▶ En «ekspert-konsulent» hos leverandør eller konsultantselskap
- ▶ Mekaniker/driftsoperatør
- ▶ Automatiker

Utvidelse av driftsorganisasjon Bekkelaget med 18 personer til 32 stk

1. Prosessing. 2001
2. Prosjektkoordinator 2010
3. Elektriker 2010
4. FDV/DV/KS 2013
5. Prosess/FoU 2013
6. Automasjonsingeniør 2014
7. Arbeidsleder 2015
8. Driftspersonell 4 stk 2015, 2018 og 2019
9. Industrirørlegger 2020
10. Automatiker 2020
11. Driftsingeniør (prosessing. i kontrollrom) 2020
12. Instrumentansvarlig/prøvetaking 2020
13. Driftsoperatør og prosessing. 2021
14. Industrivern/beredskap/kvalitet 2022



Ferdigbefaring

- Beskriv kriterier i kontrakt
- Representant fra utstysleverandører bør være tilstede ved testing/overtagelse av utstyr for å verifisere installasjonen
- SAT skal skje før igangkjøring fordi det avdekker mange feil. Sett av tid i plan til å utbedre feilene, før dere går videre
- Ferdigbefaringer bør ikke gås før installasjoner er ferdige
- Prosjekterende og driftspersonell må delta
- Idriftsettelse over lang tid, bit for bit, kompliserer overleveringen

ja	nei	IR	tema	kommentar
sjekkliste ferdigbefaring/overtagelse				
dok.nr.: 12-0002-3s02				
revisjon: apr.19				
Prosjekt:				
kontroll gjennomført av:				
dato:				
Gjør deg kjent med innhold i relevante manualer før du går ferdigbefaring (10-0001-0005/0006/0009, UBRA FDV)				
Gjør deg kjent med kontrakten før du går ferdigbefaring så du vet hva du skal se etter.				
Entreprenør må være kjent med, og skal forholde seg til, de krav vi stiller til dokumentasjon, beskrevet i UBRA FDV.				
På bakgrunn av "Liste over FDV-dokumenter" i UBRA FDV skal det lages en liste over hvilke dokumenter som minimum skal inngå som FDV for prosjektet.				
FØR VÅTTEST (IDRIFTSETTELSE)				
Merking				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Merkeliste godkjent av BRA (utforming av TAG og merking av komponenter, anleggsdeler etc. ihht 10-0001-0005)	
Arbeidsmiljø				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Påvirkning/dimensjonering av ventilasjon, vann og andre hjelpesystemer er godkjent (mål som skal tilfredsstilles i måleprotokoll)	
FDV				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dokument- og tegningsliste og innholdsfortegnelse for FDV er oversendt og godkjent som et utgangspunkt for FDV for prosjektet (både nyproduserte tegninger/dok og eksisterende tegninger/dok som må oppdateres som følge av prosjektet)	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Opplæringsplan (oversenest tre måneder før prøvedrift) godkjent. Opplæring koordineres med BRA personell.	
Opprydding				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kanaler, spylereenner, drenskummer, lensegroper, kulverter ryddet og rengjort	
Sikkerhet og beredskap				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Er det behov for å gjennomføre en sikker-jobb-analyse før våttesten?	
FØR PRØVEDRIFT (INVOLVERING BRA PERSONELL)				
Sikkerhet og beredskap				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Er nødstopptestet?	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sikkerhetsventiler testet og ok	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sikkerhetsvakter testet og ok	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rømningsveier ryddet	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mærkeringslys og ledelys inntakt, eventuelt midlertidig godkjente lys satt opp	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rekkverk reetablert/evt brukt sperrebånd	



Igangkjøring - Biologisk rensing med Aktiv slam

▶ Anleggsutforming

- Bassengene må kunne tømmes (pumping og sted man kan gjøre av vannet)
- Det må være mulig å ta i mot podeslam (kjøre inn til basseng? rør?)

▶ Dette må være klart før oppstart

- Luftesystem testet, inkl regulering av både blåsemaskiner og luftdosering
- Omrøring og pumping testet, med vann
- Slambehandling må kunne ta i mot bioslam/overskuddslam
- Måleinstrumenter (O₂, NO₃, NH₄, SS)
- Prøvetakingspunkter (visuell inspeksjon av overflaten, pumpe fra kanal til kar (fellespunkt))
- Dosering av kjemikalier testet (karbonkilde, PAX, kalk, jernsulfat)

▶ Oppstart

- Pode med bioslam fra et annet anlegg. Avstand til nærmeste anlegg?
- Daglig oppfølging (NH₄, pH, alkalitet, fosfor (ved for eksempel forfelling))
- Analyser - antall avhengig av antall måleinstrumenter (SS og slamvolumindeks (SVI))



Mekanisk prøvedrift

▶ Definisjon av krav til prøvedrift er viktig

- Når starter prøvedrift?
- Hvem har ansvaret?
- Hvor lenge varer den?
- Hva skal testes?



▶ Oppstart bør være når alt mekanisk virker og feil/mangler etter SAT på styre-/reguleringssystem er utbedret

Funksjonstesting

- ▶ Hensikt: Dokumentere at den nye anleggsdelen kan levere de planlagte ytelser og har de reelle kapasiteter som anlegget er dimensjonert for
- ▶ Anbefalt tidspunkt for oppstart: ca.3 mnd etter at det ble satt vann på anlegget
- ▶ 1 års varighet



Feil og mangler

- ▶ Sett av midler til å utbedre feil og mangler
- ▶ Ha en organisasjon klar for å utføre med en gang etterpå
- ▶ Avsett en person til å følge opp underveis i prosjektet, for eksempel følg med på hva som avklares i tekniske avklaringer
- ▶ Vedlikehold av diffusere
 - Maursyredosering ikke trygg for personell (HMS)
 - Manglet difftrykkmåling på luft til bio
 - Manglet stuss for dosering av maursyre
- ▶ Løfteutstyr
 - Manglet til overflateomrørere og tømmepumpe
 - Bjelke til bananomrører i konflikt med luke/bassengkant
 - Manglet til blåsemaskiner
- ▶ Geiderrør:
 - Avstand fra gangbane for lang og rør for kort (vanskelig å få opp/ned omrører, må strekke seg ut over basseng)
 - Røk (kun punktsveiset i skjøt, glemt å sveise)
 - For få fester mot fjell (fare for tretthetsbrudd)
- ▶ Tømming av basseng
 - Dreneringsrenne mangler i ANOX-sonen
 - Spylepunkter til renhold ved vedlikehold manglet
 - Leider manglet
 - Festepunkt for fallsikringsutstyr manglet

FDV

- Utpek dedikert person for FDV tidlig i prosjektet
- Vit hva dere trenger og hvordan dere vil ha det levert og ikke be om mer
- FDV-ressursen trenger å være fristilt fra andre oppgaver
- Tenk igjennom hvordan dere ønsker å forvalte 3D/BIM-modell etter at prosjektet er avsluttet



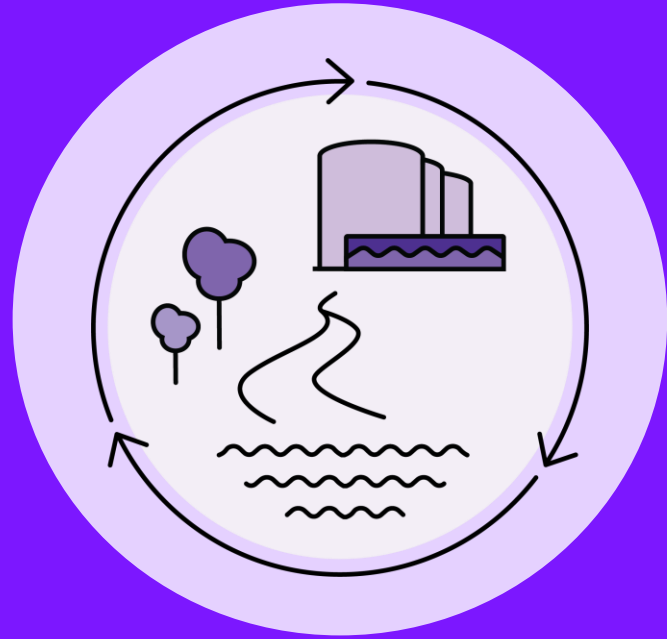
Innholdsfortegnelse

1	Innledning	3
1.1	Hensikt	3
2	Definisjoner	4
2.1	Definisjoner	4
3	Referanser	5
3.1	Referanser	5
4	Overordnede krav	6
4.1	Generelt	6
4.2	Sammenhengen mellom dokumentene	6
4.3	Entreprenørens ansvar	7
4.4	Dokument- og tegningsliste	7
4.5	Merking	7
4.6	Utveksling av filer/dokumenter	7
4.7	Organisering av FDV-dokumentasjonen på projectplace.no	7
4.8	Overlevering i faser	7
4.9	Krav til tegningsleveranse	8
4.10	Krav til permer	8
4.11	Brukeropplæring	8
4.12	Disposisjons-/eiendomsrett til FDV-dokumentasjon	9
5	Spesifikke krav for FDV-dokumentasjon	10
5.1	Generelt	10
5.2	Sertifikater og protokoller	10
5.3	Generelle system- og funksjonsbeskrivelser	10
5.4	Drift- og vedlikeholdsinstruks	10
5.4.1	Driftsinstruks	11
5.4.2	Vedlikeholdsinstruks	12
5.5	Spesielle krav til branndokumentasjon	12
5.6	Reservedeler	12
5.7	Dokumentasjon komponenter og bygningsdeler	12
5.8	Miljø	13
6	Innsamling av dokumentasjon – UBRA	14
6.1	Metode	14
6.2	Dokumentasjon	14
6.2.1	Krysskobling mellom TAG og dokumenter (Krysskoblingstabell)	14
6.3	Bygningsmessige installasjoner	15
6.4	Maskin/prosessenlegg (hjelpesystemer)	15
7	Vedlegg	16
7.1	Dokument- og tegningsliste	16
7.1.1	Eksempel/mal for dokumentliste	16
7.1.2	Eksempel/mal for tegningsliste	16
7.2	Liste over FDV-dokumenter (ikke uttømmende)	17
7.3	Eksempel på driftsinstruks	20
7.4	Eksempel på vedlikeholdsinstruks i FDV-systemet	24

Spørsmål?

▶ Takk for meg!







Meld deg på vårt nyhetsbrev for videre oppdateringer om innovative anskaffelser.

**Skann QR-koden eller gå inn på
www.lup.no**



innovativeanskaffelser.no