

Oppdragsgiver  
**Mowi ASA**

Rapporttype  
**Rapport**

**2021-10-24**

# BLUE HARVEST TEKNOLOGIVURDERING



Oppdragsnr.: 1350043827  
 Oppdragsnavn: Teknologivurdering  
 Dokument nr.:  
 Filnavn: Teknologivurdering\_Blue Harvest.docx

Revisjon	0	1	2	3
Dato	2021-10-24	2021-11-15	2021-12-10	2022-05-23
Utarbeidet av	DEB	DEB	DEB	DEB
Kontrollert av	DEB	JMH	JMH/ GUFL	
Godkjent av	DEB	DEB	DEB	
Beskrivelse	[Tekst]			

### Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder

## INNHOLD

<b>1.</b>	<b>INNLEDNING</b> .....	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>GRUNNLAG</b> .....	<b>5</b>
2.1	Prosessvann .....	5
2.2	Hydraulisk belastning .....	5
2.3	Organisk belastning.....	5
2.3.1	Innløp Mowi Ulvan.....	5
2.3.2	Utløp Mowi Ulvan .....	6
<b>3.</b>	<b>BAT - KRAV</b> .....	<b>7</b>
3.1	Referansedokument BREF .....	7
<b>4.</b>	<b>ALT 0: DAGENS LØSNING</b> .....	<b>9</b>
4.1	Prosessløsning .....	9
4.2	Forventet rensegrad .....	10
4.3	Arealbehov og kostnader .....	10
<b>5.</b>	<b>ALT 1: SEKUNDÆRRENSEKRAVET IHT. FORURENSINGSFORSKRIFTEN 12</b>	
5.1	Prosessløsning .....	12
5.2	Kjemisk rensing .....	13
5.2.1	Slambehandling .....	15
5.3	Forventet rensegrad .....	17
5.4	Arealbehov og kostnader .....	18
<b>6.</b>	<b>ALT 2: BAT-AEL - ØVRE NIVÅ</b> .....	<b>20</b>
6.1	Prosessløsning .....	20
6.1.1	Slambehandling .....	23
6.2	Forventet rensegrad .....	23
6.3	Arealbehov og kostnader .....	24
<b>7.</b>	<b>ALT 3: BAT-AEL – NEDRE NIVÅ</b> .....	<b>26</b>
7.1	Prosessløsning .....	26
7.1.1	Slambehandling .....	27
7.2	Forventet rensegrad .....	28
7.3	Arealbehov og kostnader .....	28
<b>8.</b>	<b>OPPSUMMERING</b> .....	<b>30</b>
<b>9.</b>	<b>BEGREPER OG DEFINISJONER</b> .....	<b>31</b>

## 1. INNLEDNING

Industriutslippsdirektivet (IED direktiv 2010/75/EU) er implementert i norsk lovverk igjennom EØS – avtalen og regulerer utslipp fra industrivirksomheter. Til støtte for gjennomføring av IED direktivet er det laget BREF'er (BAT-referansedokument) for den enkelte sektor eller bransje. IED-direktivet er tatt inn i forurensningsforskriften kapittel 9 og 36 og bedrifter omfattet av dette er fra 4.12.2023 forpliktet til å drive etter BAT kravene. Industriutslippavløpsdirektivet (IED; direktiv 2010/75/EU) er implementert i norsk lovverk igjennom EØS- – avtalen og regulerer utslipp fra industrivirksomheter. Til støtte for gjennomføring av IED direktivet er det laget BREF'er (BAT-referansedokument) for den enkelte sektor eller bransje.

Dette dokumentet inneholder en vurdering av ulike anleggskonsept som kan være relevante for en behandling av prosessvannet fra det nye lakseslakteriet og som underlag for å vurdere hva som må til for å kunne oppnå kravene i BAT - AEL. Utover kravene i BAT – AEL vil også energiforbruk, slamproduksjon, slamavfall og kostnader for etablering og drift være vesentlige faktorer for en vurdering. Det er på bakgrunn av dette også valgt å presentere renseløsninger som ikke alene tilfredsstiller BAT – AEL kravene fullt ut.

Det er valgt å se på 4 ulike anleggskonsepter, hvor alternativ 0 er en standard løsning som benyttes på lakseslakteriene i dag for behandling av avløpsvann fra prosessen.

I tillegg er det valgt å ta med et anleggskonsept, alternativ 1, som er på nivå med hva de store kommunaltekniske avløpsrensaneanleggene må forholde seg til i dag ved utslipp til sjøresipienter. Krav til disse anleggene er regulert av forurensningsforskriften kapittel 14 og det differensieres mellom utslipp til følsomt område (§14-6), utslipp til normalt område (§14-7) eller utslipp til mindre følsomt område (§14-8). Slik at kapasitet og kvalitet på resipient er med å bestemme renskravet. Foreløpig er det kun de store kommunaltekniske rensaneanleggene med utslipp til Oslofjord og Mjøsa som har krav om rensing av nitrogen.

De to siste alternativene, alternativ 2 og alternativ 3, er anleggskonsept som skal kunne klare å oppnå kravene stilt i BAT - AEL regelverket hhv øvre og nedre nivå.

I alternativene har det blitt sett på nødvendig areal behov ut ifra forventet hydraulisk og organisk belastning samt gjort noen grove kostnadsoverslag for investering- og driftskostnader.

**Alt. 0:** Dagens løsning

**Alt. 1:** Sekundærrensingskravet iht. forurensningsforskriften

**Alt. 2:** BAT-AEL – øvre nivå

**Alt. 3:** BAT-AEL – nedre nivå

## 2. GRUNNLAG

### 2.1 Prosessvann

Alt av prosessvann fra slakteriet og bløggerbåter skal håndteres av renseanlegget, sanitært avløpsvann fra fabrikk føres til kommunal ledning. Prosessvann fra bløggerbåt, RSW – tanker, sløyelinje og filetering vil i hovedsak bestå av organisk materiale mens prosessvann fra pakkeområde vil i hovedsak bestå av uorganisk materiale.

### 2.2 Hydraulisk belastning

Den hydrauliske belastning for renseanlegget er beregnet ut fra en antatt mengde prosessvann fra fabrikk og bløggerbåter. Det er satt opp følgende sammenstilling av mengdene, basert på 2 stk produksjonsskift i døgnet.

**Tabell 1: Vannmengder til renseanlegget i løpet av 2 skift, 16 timer**

264	m <sup>3</sup>	Q totalt volum sjøvann fra RSW tanker + filet tanker
839	m <sup>3</sup>	Q totalt volum under produksjonsprosessen 16 timer
300	m <sup>3</sup>	Q totalt volum under vaskeprosessen 7 timer
963	m <sup>3</sup>	Q Bløgger båt (Blodvann + RSW)
<b>2366</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>Q totalt volum avløpsvann til kum over ett døgn, 16 t skift</b>

	Hovedsakelig sjøvann
	Ferskvann
	Blanding av sjøvann/ferskvann

### 2.3 Organisk belastning

I og med at dette er et slakteri under etablering foreligger det i dag ingen analyser av prosessvannet. Så i denne rapporten er det benyttet analyser av prosessvannet ved lakseslakteriet til Mowi på Ulvan (Hitra kommune) for dimensjoneringen av de ulike alternativene.

#### 2.3.1 Innløp Mowi Ulvan

**Tabell 2: Analyser av råvann fra Mowi Ulvan**

Dato	KOF <sub>Cr</sub> (mg/l)	BOF <sub>5</sub> (mg/l)	BOD <sub>Filtrert</sub> (mg/l)	SS (mg/l)	Tot-P (mg/l)	Tot-N (mg/l)	Salinitet (‰)
08.09.21	1 400	1 200	371	530	7,7	77	20
09.09.21	5 600	2 400	1 062	2 200	15	150	27
15.09.21	2 600	1 200	737	440	12	140	25
16.09.21	4 600	1 600	749	1 300	12	87	9,5
<b>Middel</b>	<b>3 550</b>	<b>1 600</b>	<b>730</b>	<b>1 118</b>	<b>12</b>	<b>114</b>	<b>20,4</b>

**Tabell 3: Organisk belastning basert på råvannsanalyser fra Mowi Ulvan**

	Mengde (m <sup>3</sup> /d)	KOF <sub>Cr</sub> (kg/d)	BOF <sub>5</sub> (kg/d)	BOD <sub>Filtrert</sub> (kg/d)	SS (kg/d)	Tot-P (kg/d)	Tot-N (kg/d)
Maks	2500	14 000	6 000	2 655	5 500	38	375
Middel	2500	8 875	4 000	1 824	2 794	29	284
Min	2500	3 500	3 000	928	1 100	19	193

### 2.3.2 Utløp Mowi Ulvan

**Tabell 4: Analyser av utløpsvannet fra Mowi Ulvan**

Dato	KOF <sub>Cr</sub> (mg/l)	BOF <sub>5</sub> (mg/l)	SS (mg/l)	Tot-P (mg/l)	Tot-N (mg/l)	Fett (mg/l)
06.01.20	1 100	580	410	23	73	260
03.02.20	940	520	240	7,3	54	160
02.03.20	1 700	1 300	370	11	63	430
20.04.20	1 400	1 000	880	12	54	210
04.05.20	1 400	790	330	7,5	92	15
08.06.20	970	420	380	7,4	97	91
03.08.20	1 300	1 000	320	7,7	81	200
5.10.20	2 300	1 200	640	12	190	210
02.11.20	1 900	780	1 400	10	100	120
04.01.21	1 400	780	310	9,3	91	95
08.09.21	1500	1400	830	7,2	77	
09.09.21	1300	940	1400	6,7	69	
15.09.21	2000	1300	1700	8,6	93	
16.09.21	1400	730	1200	9	77	
<b>Middel</b>	<b>1472</b>	<b>910</b>	<b>744</b>	<b>9,9</b>	<b>86,5</b>	<b>179</b>

### 3. BAT - KRAV

Industriutslippsdirektivet (IED) regulerer utslipp fra industrivirksomheter. IED er implementert i norsk lovverk igjennom EØS – avtalen og ivaretatt gjennom forurensningsforskriften § 36. Virksomheter som omfattes av vedlegg I er gjennom krav i forurensningsforskriften kapittel 36 forpliktet til å drive etter BAT som beskrevet i forurensningsforskriften, kapittel 36, vedlegg II. Disse virksomhetene må drive i henhold til BAT-konklusjonene senest 4 år etter at de er publisert, og BAT-assosierte utslippsnivå (BAT-AEL; BAT associated emission levels) anses som juridisk bindende. Miljødirektoratet (MD) er av den oppfatning at slakteri for laks kommer inn under BREF'n for «Food, Drink and Milk» som vil tre i kraft 4.12.2023.

Den 28-05-2021 ble det avholdt et møte mellom Sjømat Norge (SN) og Miljødirektoratet (MD) om tolkning av BREF'n for «Food, Drink and Milk» (FDM) opp imot lakseslakteri. Sjømat Norge mener BREF'n ikke kan omhandle lakseslakteriene og at det må etableres egne krav for bransjen. Miljødirektoratet mener å ikke følge kravene i BREF'n vil være i strid med EØS – avtalen samt at det å få utarbeidet eventuelt egne retningslinjer for sjømatbransjen vil ta lang tid.

Unntak fra utslippsnivåene i BREF'n kan kun gis ut fra spesielle kriterier angitt i forurensningsforskriften § 36-15 fjerde ledd, og en eventuell søknad må tydelig beskrive hvilke grenseverdier det søkes unntak fra. Unntak kan bare gjøres i særskilte tilfeller der fastsatte utslippsgrenser vil medføre uforholdsmessig store omkostninger sammenlignet med miljøfordelene. Ved en søknad om unntak vil det bli nødvendig med god dokumentasjon av resipientens tilstand og kapasitet til å håndtere kvaliteten på utslippsvannet fra renseanlegget.

#### 3.1 Referansedokument BREF

BAT-assosierte utslippsnivåer (BAT-AEL) for direkte utslipp til en resipient for næringsmiddelindustrien er vist i tabell 6.

**Tabell 5: Utklipp fra BREF**

Parameter	BAT-AEL <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> (daily average)
Chemical oxygen demand (COD) <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>	25–100 mg/l <sup>(5)</sup>
Total suspended solids (TSS)	4–50 mg/l <sup>(6)</sup>
Total nitrogen (TN)	2–20 mg/l <sup>(7)</sup> <sup>(8)</sup>
Total phosphorus (TP)	0.2–2 mg/l <sup>(9)</sup>

<sup>(1)</sup> The BAT-AELs do not apply to emissions from grain milling, green fodder processing, and the production of dry pet food and compound feed.

<sup>(2)</sup> The BAT-AELs may not apply to the production of citric acid or yeast.

<sup>(3)</sup> No BAT-AEL applies for biochemical oxygen demand (BOD). As an indication, the yearly average BOD<sub>5</sub> level in the effluent from a biological waste water treatment plant will generally be ≤ 20 mg/l.

<sup>(4)</sup> The BAT-AEL for COD may be replaced by a BAT-AEL for TOC. The correlation between COD and TOC is determined on a case-by-case basis. The BAT-AEL for TOC is the preferred option because TOC monitoring does not rely on the use of very toxic compounds.

<sup>(5)</sup> The upper end of the range is:

- 125 mg/l for dairies;
- 120 mg/l for fruit and vegetable installations;
- 200 mg/l for oilseed processing and vegetable oil refining installations;
- 185 mg/l for starch production installations;
- 155 mg/l for sugar manufacturing installations;

as daily averages only if the abatement efficiency is ≥ 95 % as a yearly average or as an average over the production period.

<sup>(6)</sup> The lower end of the range is typically achieved when using filtration (e.g. sand filtration, microfiltration, membrane bioreactor), while the upper end of the range is typically achieved when using sedimentation only.

<sup>(7)</sup> The upper end of the range is 30 mg/l as a daily average only if the abatement efficiency is ≥ 80 % as a yearly average or as an average over the production period.

<sup>(8)</sup> The BAT-AEL may not apply when the temperature of the waste water is low (e.g. below 12 °C) for prolonged periods.

<sup>(9)</sup> The upper end of the range is:

- 4 mg/l for dairies and starch installations producing modified and/or hydrolysed starch;
- 5 mg/l for fruit and vegetable installations;
- 10 mg/l for oilseed processing and vegetable oil refining installations carrying out soap-stock splitting;

as daily averages only if the abatement efficiency is ≥ 95 % as a yearly average or as an average over the production period.

Innholdet av organisk stoff er i BAT – AEL relatert til parameteren COD (Chemical oxygen demand), som tilsvarer det norske begrepet  $KOF_{Cr}$  (Kjemisk oksygen forbruk), mens det ikke er satt noe krav til utløpskonsentrasjon av parameteren BOD (Biological oxygen demand) <sup>(3)</sup> i BAT – AEL, som tilsvarer det norske begrepet  $BOF_5$ . Dog oppgis det et at en gjennomsnittlig konsentrasjon over året på utløpet fra et biologisk rensetrinn vil være  $\leq 20$  mg/l. Innholdet av organisk stoff (COD + BOD) vil i hovedsak komme fra RSW og sløvelinjene i form av innvollsrester, blod og fiskeslim.

Kravet til TSS (Total Suspended Solids) tilsvarer det norske begrepet SS (suspendert stoff) og har en direkte sammenheng med innholdet av partikler i avløpsvannet. Det vises også til kapittel 11 Begrep og definisjoner.

Nitrogen (TN) vil foreligge både som partikulært materiale og løst i vannfasen. Nitrogenet vil i hovedsak komme fra urin, fekalier, blod og fiskeslim. Kravet til utslipp av nitrogen vil være den parameteren det er vanskeligst å oppnå i BAT - AEL. Den vanligste metoden for å fjerning av nitrogen er ved bruk av biologiske metoder men det er også mulig å gjøre dette med fysisk – kjemiske metoder, men dette er lite utbredt i Norge. Utfordring med fjerning av nitrogen og biologiske metoder ved lakseslakteri er den lave vanntemperatur og høy salinitet som vil gi en treg prosess, som igjen vil kreve store bassengvolumer. I tillegg vil det være behov for et utjevningsvolum i forkant av det biologiske trinnet for å oppnå både en stabil vannkvalitet og temperatur på avløpsvannet som mulig.

I kravene til BAT – AEL er det angitt av ved lave temperaturer over en lengre periode kan kravet til fjerning av nitrogen bortfalle <sup>(8)</sup>. Og i oversikten over ulike BAT – tekniker angis det som vanskelig å fjerne nitrogen biologisk ved temperaturer  $< 12$  °C og med et klorid innhold over 10 g/l. Trolig vil vi oppnå en temperatur på prosessvannet et sted mellom 6-10 grader blant annet pga mye kaldt vann fra RSW tankene. Så det vil være noe usikkert om det i hele tatt er mulig å få til en akseptabel biologisk prosess på denne typen prosessvann.

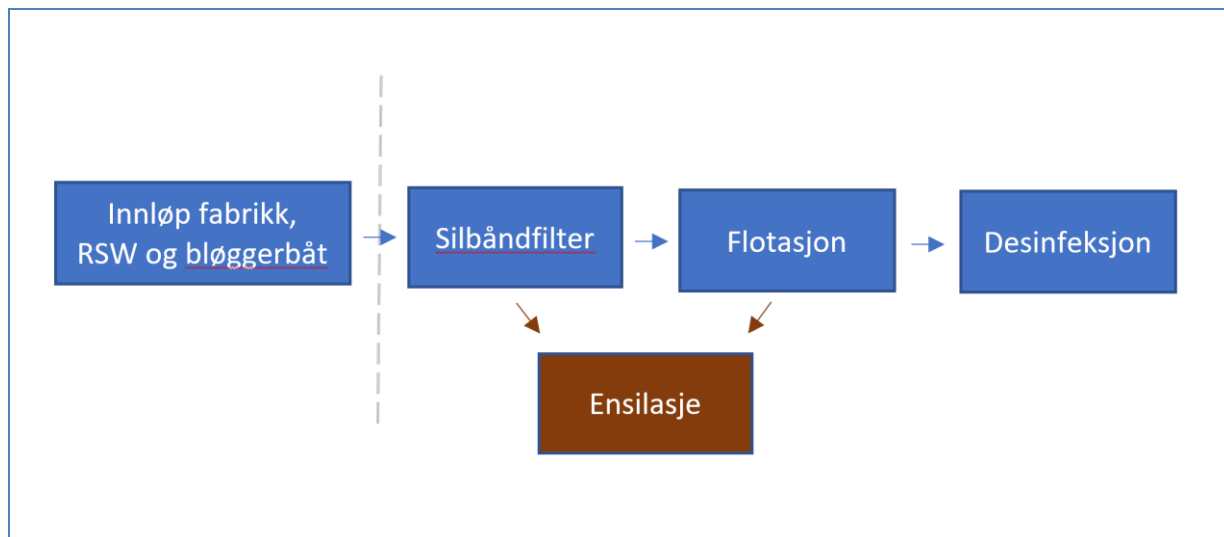
Fosfor (TP) vil foreligge både som partikulært og som løst i vannfasen. Partikulært fosfor kan fjernes via siling mens løst fosfor må felles ut fra vannfasen ved bruk av fellingskjemikalier. Fosfor vil i hovedsak komme fra bruken av fosforholdige vaskemidler samt noe fra innvoller og blod.



## 4. ALT 0: DAGENS LØSNING

### 4.1 Prosessløsning

Figur 1: Flytskjema over alternativ 0



Et avløpsrenseanlegg ved Blue Harvest sitt lakseslakteri på Jøsnøya må kunne håndtere prosessvann fra bløgger båter og slakteriet, mens sanitært avløpsvann fra fabrikk føres til kommunal ledning. Det er beregnet at avløpsrenseanlegget må kunne behandle en hydraulisk belastning på ca. 2400 m<sup>3</sup>/d.

Under alternativ 0 omtales den mest vanlige metoden for å behandle prosessvann fra lakseslakteriene i dag. Det benyttes en mekanisk metode uten bruk av biologi eller tilsats av kjemikalier slik at restproduktene fra prosessen kan gjenbrukes. Uttatt materiale fra renseprosess ensileres ved anlegget før transport. Ensilasjen videreforedles til blant annet olje, protein og mel.

I forkant av renseanlegget må det etableres en større utjevningstank for utjevning av hydraulisk og organisk belastning slik at tilførselen til renseanlegget blir så jevn og homogen som mulig. Det er kun avløp fra pakkeavdelingen som føres utenom utjevningstanken, da dette avløpet vil inneholde en del uorganisk materiale i form av isopor og papp som det ikke er ønskelig å ha inn sammen med resten av avløpsvannet. Fra utjevningstanken føres vannet inn på to parallelle båndsilere med lysåpning på 1200 my. Uttatt materiale fra båndsilene går til ensilasjetank. Avløp fra pakkeavdeling føres inn på et eget båndfilter med lysåpning 800 my, uttatt materiale går til en avfallscontainer. I etterkant av finsilingen samles alt avløpsvannet i en pumpekum. Fra pumpekummen føres avløpsvannet over to parallelle båndsilere med en lysåpning på 300 my. Uttatt materiale fra silbåndene føres til ensilasjetanken. I etterkant av båndsilene føres avløpsvannet inn på en flotasjonstank for uttak av fett og mindre partikler. Det benyttes ingen kjemikalier i forkant av flotasjonen kun tilsats av dispergeringsvann, ca. 10 – 20 % av innkommende vannmengde og det benyttes rensed avløpsvann til produksjon av dispergeringen. Avsatt fett og partikulært materiale skraperes av overflaten og pumpes inn på ensilasjetanken mens avløpsvannet føres videre inn på en buffertank i forkant av desinfeksjonstrinnet. Buffervolumet utjevner vannmengdene og gir en jevn belastning over desinfeksjonstrinnet.

Det benyttes klor til desinfisering som utvinnes fra sjøvann. Etter tilsats av klor og tilstrekkelig tid i holdesløyfa pumpes vannet ut fra anlegget og til utslippsledningen som slipper ut vannet på 50 m dyp i Trondheimsfjorden.

## 4.2 Forventet rensesgrad

Det er foretatt analyser på råvannet fra Mowi Ulvan, angitt i punkt 2.3.1 og benyttet forventet rensesgrad fra leverandør på anlegget. Forventet utløpskonsentrasjon er satt opp sammen med kravene til utløpskonsentrasjonen på prosessvann iht. BAT – AEL.

**Tabell 6: Forventet rensesgrad og utslippskonsentrasjon fra ALT 0 mot krav i BAT-AEL**

Parameter	Alternativ 0		BAT-AEL
	Rensesgrad (%)	Utløpskonsentrasjon (mg/l)	Krav til utløpskonsentrasjon (mg/l)
KOF <sub>Cr</sub>	50 -70	1400	25 -100
SS	50 - 80	350	4 - 50
TN	20 - 40	90	2 -20
TP	30 - 60	6,5	0,2 -20

I BAT- AEL er det ikke stilt krav til prosentvis reduksjon av den enkelte parameter igjennom rensenanlegget, kun utslippskonsentrasjon. Resultatene viser at avstanden er stor fra den rensesgraden som det forventes å oppnå med en tradisjonell løsning for lakseslakteriet og krav til utløpskonsentrasjon iht. BAT – AEL.

## 4.3 Arealbehov og kostander

### Arealbehov

Ut i fra beregninger er det antatt at rensenanlegget plasseres i et eget bygg og utjevningstanker plasseres utomhus i en tankpark. Det er anslått et areal på ca. 360 m<sup>2</sup> i en etasje med en takhøyde på 6,5 m.

### Investeringskostnad

Investeringskostnaden er basert på en gjennomført anbudsrunde for denne typen rensesprisnipp.

**Tabell 7: Pris for alternativ 0, eks. utvendige lagertanker**

Kostnadselement		Kostnad (MNOK)
01	Felleskostnader	Inkl.
02	Bygning	9.000.000, -
03	VVS - installasjoner	800.000, -
04	Elektro og automasjon	Inkl.
05	Maskin	30.000.000, -
06	Andre installasjoner	Inkl.
	<b>ENTREPRISEKOSTNAD</b>	<b>40.000.000, -</b>
7.0	Generelle kostander (10 %)	4.000.000, -
	<b>BYGGEKOSTNAD</b>	<b>44.000.000, -</b>
8.0	Spesielle kostander	0,-
	<b>PROSJEKTKOSTNAD</b>	<b>44.000.000, -</b>
9.0	Margin/Reserve (25 %)	0, -
	<b>BUDSJETTKOSTNAD</b>	<b>44.000.000, -</b>

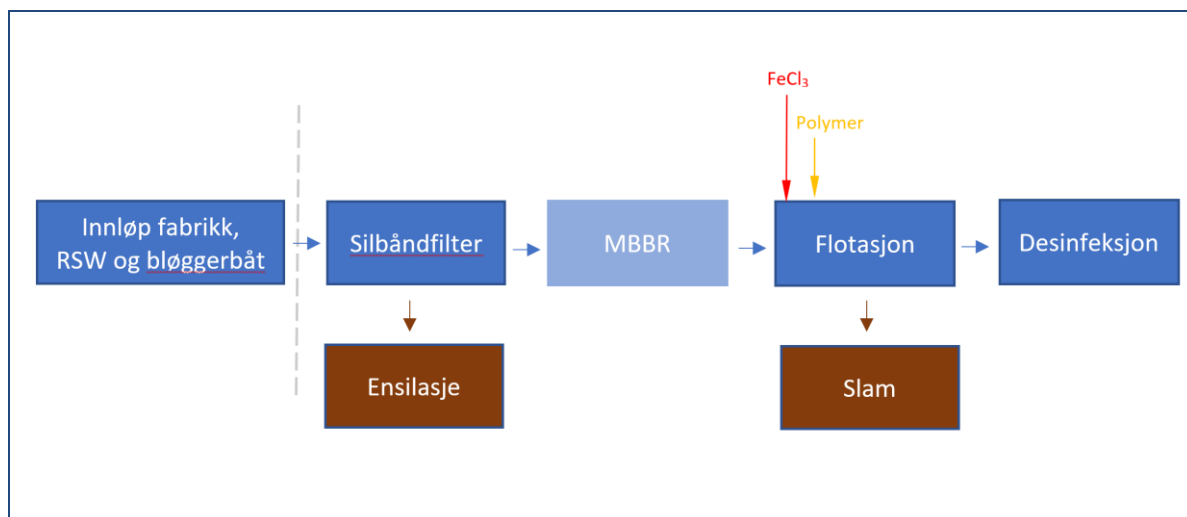
**Driftskostnad**

Driftskostnader for denne typen anlegg er ikke klarlagt, men i og med at anlegget driftes mekanisk uten tilsats av kjemikalier og at uttatt organisk materiale benyttes til ensilasjeproduksjon anses driftskostnadene som relativt lave.

## 5. ALT 1: SEKUNDÆRRENSEKRAVET IHT. FORURENSINGSFORSKRIFTEN

### 5.1 Prosessløsning

Figur 2: Flytskjema over alternativ 1



Forurensingsforskriften kapittel 14 gjelder for utslipp fra større kommunale avløpsrenseanlegg med et samlet utslipp større enn eller lik 2000 pe til ferskvann, større enn eller lik 2000 pe til elvemunning eller større enn eller lik 10.000 pe til sjø. Ut ifra beregninger basert på vannkvaliteten fra Mowi Ulvan vil utslippet fra Blue Harvest ved Jøsnøya ha en størrelse på ca. 100 000 pe. Anleggets størrelse i pe er beregnet ut ifra grunnlag på største ukentlige mengde av organisk stoff målt som  $\text{BOF}_5$  som kommer inn på renseanlegget i løpet av et året.

På bakgrunn av PE størrelsen til renseanlegget til Blue Harvest finner vi det naturlig å sammenligne dette med de store avløpsrenseanlegg langs Norges kyst. Kapittel 14 i forurensingsforskriften regulerer rensekravene til disse anleggene basert på om utslippet er til et følsomt område, normalt område eller et mindre følsomt område.

I Trøndelag er det i dag flere store industribedrifter innenfor næringsmiddelindustrien som drifter sine renseanlegg etter sekundærrensekravet i forurensingsforskriften.

Tabell 8: Krav til utslipp til gode sjøresipienter ihht kapittel 14 i forurensingsforskriften

Parameter	Krav til sekundærrensing i forurensingsforskriften	
$\text{KOF}_{\text{Cr}}$	75 %	125 mg/l
$\text{BOF}_5$	70 %	25 mg/l
TP	90 %	-

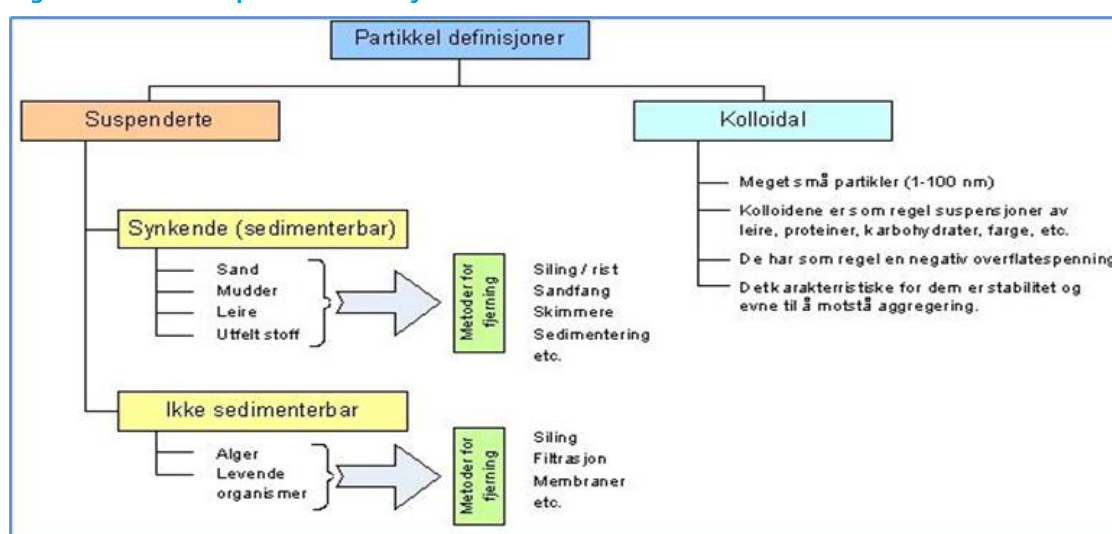
Sekundærrensekravet er knyttet opp imot reduksjon av organisk stoff som  $\text{KOF}_{\text{Cr}}$  og  $\text{BOF}_5$ , med hhv 75 % og 70 % før utslipp til resipient, subsidiert ikke overstige en utløpskonsentrasjon på hhv 125 mg/l og 25 mg/l. I tillegg kommer det gjerne også et krav om reduksjon av Tot - P på minimum 90 % som er gjennomsnitt over året.

Organisk stoff i prosessvannet kan enten foreligge på partikulær form eller i løst form. Så ved planlegging av renseanlegg som skal tilfredsstille sekundærrensekravet er det viktig å ha god kjennskap til råvannet som skal behandles i anlegget.

Skulle en større andel av det organiske stoffet befinne seg på løst form vil det være vanskelig å klare kravet kun med kjemisk felling da må det også etableres et biologisk trinn (for eksempel MBBR). Hvis hovedandelen av det organiske stoffet er på partikulær form kan det være mulig å klare krav kun med et kjemisk trinn.

Partiklene i avløpsvann kan deles inn i flere fraksjoner etter størrelse. Det er vanlig å snakke om to ulike fraksjoner. Den største fraksjonen kalles gjerne suspenderte partikler, mens den andre fraksjonen kalles kolloider, kolloidale partikler, fig 4 illustrerer inndelingen av partikler. Når det gjelder kolloider snakker man om partikler med en størrelse mellom ca. 0,01 - 1 µm. Løst stoff må ikke sammenlignes med kolloider da dette er enda mindre

Figur 3: Forenklede partikkeldefinisjoner



I og med at det anses som utfordrende med biologisk behandling av dette avløpsvannet både pga temperatur og salinitet har vi under alternativ 1 kun valgt å se på en løsning basert på bruk av kjemisk rensing.

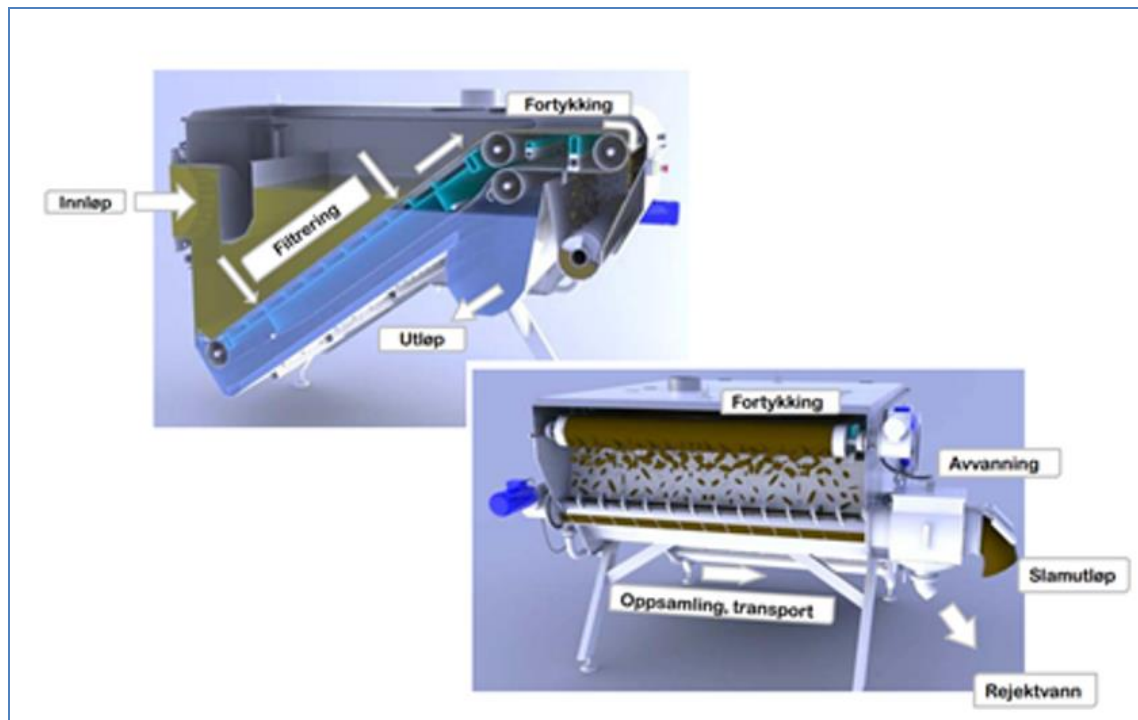
## 5.2 Kjemisk rensing

### Forbehandling

Forbehandling av prosessvannet i forkant av det kjemiske trinnet vil være en fordel. I tillegg vil alt av partikulært stoff som tas ut fra forbehandlingen, såkalt «primærslam», kunne gå til produksjon av ensilasje. Fjerning av partikkelbundet forurensing i forbehandlingen vil også være med på å redusere størrelse på de etterfølgende rensetrinnene i anlegget.

På kommunale renseanlegg benyttes ofte enten for eksempel silbånd som omtalt tidligere eller sedimenteringsbassenger til forbehandling av prosessvannet. Sedimenteringsbassenger er vesentlig simplere i forhold til drift og vedlikehold mens reduksjonen av suspendert stoff via filtre er oftest noe høyere. På grunn av store behov for arealeffektive løsninger og god utskilling av suspendert stoff anbefaler vi bruk av silbånd til forbehandling av prosessvannet.

Figur 4: Eksempel på silbånd



### **Kjemisk rensing**

I hovedsak benyttes kjemisk felling til utfelling av løste forbindelser slik som orthofosfat ( $\text{PO}_4\text{P}$ ) og koagulering av kolloidalt organisk stoff. Det tilsettes et fellingskjemikalium også kalt koagulant eller metallsalt. I tillegg kan det benyttes polymerer for å få de små partiklene til å slå seg sammen til større og sterkere partikler som lettere lar seg separere ut fra vannfasen.

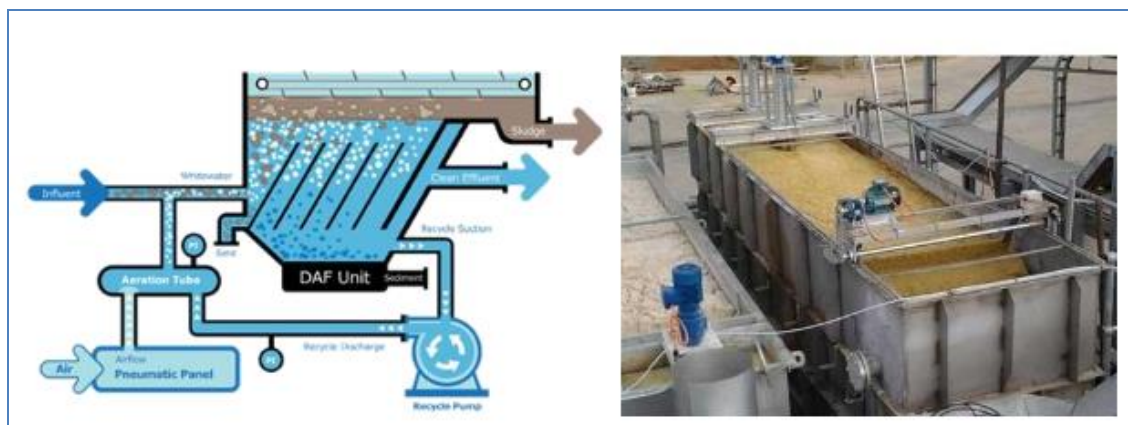
Den kjemiske behandlingen av vannet skjer i forkant av et separasjonstrinn som har til hensikt å skille ut partikulært materiale fra vannstrømmen. Det finnes en rekke ulike separasjonsmetoder som kan benyttes.

Her er det listet opp noen vanlige separasjonsmetoder, mikrosiler, skivefilter og membranfiltrering benyttes gjerne som sluttpolering av vannet i etterkant av en av de andre separasjonsmetodene. Dette skjer i de tilfelle for utslippskravet krever et ytterligere behov for reduksjon av partikulært materiale i vannet.

- Flotasjon
- Sedimentering eller bruk av hurtigsedimentering med tilsats av ballast materiale
- Membraner (MBR)
- Mikrosil eller skivefilter
- Membranfiltrering

Det er ikke gjort noen nærmere evalueringa av de ulike metodene, men valgt å benytte flotasjonsprosess som separasjonstrinn under alternativ 1, da dette er en enkel, kompakt og arealgjerrig separasjonsprosess som tåler høye konsentrasjoner av suspendert stoff (SS).

Figur 5: Flotasjonsprosessen (DAF)



Ved flotasjon separeres partikler fra vannfasen ved at slammet hefter til små luftbobler som stiger til overflaten i bassenget hvor slammet blir liggende som et teppe på overflaten og kan skrapes av. Boblene skapes ved at oppløse luft i vannet under trykk (ca. 5 bar). Når trykket reduseres, frigjøres luft i form av små bobler (dispergering)

Overflatebelastningen på et flotasjonstrinn med kjemisk felling i forkant kan gjerne belastes med  $5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ . Hvis vi antar en  $Q_{\text{dim}} = 2500 \text{ m}^3/\text{d}$  ( $105 \text{ m}^3/\text{h}$ ). Vil dette kreve et effektivt flotasjonsareal på  $105 \text{ m}^3/\text{h} / 5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h} = 21 \text{ m}^2$ . Netto areal hvis vi legger til kjemisk trinn (flokkulering), innløpsarrangement, avtrekksrenner på flotasjonstanken og dispergeringsanlegg for produksjon av mikrobobler, må vi trolig ha et areal på ca.  $50 \text{ m}^2$

### 5.2.1 Slambehandling

Ved tilsats av metallsalt enten som jernklorid ( $\text{Fe}(\text{Cl})_3$ ) eller aluminiumsulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) for utfelling av løste forbindelser og koagulering av kolloidalt stoff vil det i tillegg produseres metallhydroksider som blir tatt ut sammen med slammet. Noe som betyr at restproduktet (slammet) som tas ut via det kjemiske trinnet (flotasjonstanken) vil inneholde kjemikalierester. Det er fortsatt usikkert om kjemikalierester i slammet vil forringe slamkvalitet slik at dette ikke lengre kan benyttes til ensilasje. Dette må avklares nærmere med mottakere av ensilasjen. Skulle det ikke være mulig å levere slammet fra det kjemiske trinnet til ensilasje må slammet avvannes og transporteres til et godkjent slammottak for videre behandling. Det nærmeste mottaket for anlegget på Jøsnøya vil være EcoPro (<https://ecopro.no/>) som er lokalisert i Verdal. Leveringskostanden av slam er i dag på ca. 1000 kr/tonn slam og transportavstand er på 440 km tur/ retur Jøsnøya.

I den videre utredningen er det forutsatt at slammet transporteres til EcoPro for videre behandling. Før transport er det da viktig å avvanne slammet, slik at volum/vekt reduseres så mye som mulig. Et slambehandlingstrinn kan bestå av følgende elementer:

#### Slamlager

Restproduktet som tas ut fra flotasjonstanken og som ikke kan benyttes til ensilasjeproduksjon må pumpes inn på en eller flere lagertanker. I disse tankene vil slammet komprimeres noe slik at deler av vannet kan fjernes. Det antas at slammet i slamlagret vil ha et innhold av tørrstoff på 3 – 5 %, dette betyr at 97-95 % av innholdet i slamlagret er vann. Hvis vi antar at slamlagret skal ha kapasitet til å lagre produserte mengde slam over en periode på 3 dager vil dette kreve et volum på  $425 \text{ m}^3$ , med en dybde på 5 m gir dette et effektivt areal på  $85 \text{ m}^2$ , totalt et netto areal på  $100 \text{ m}^2$ .

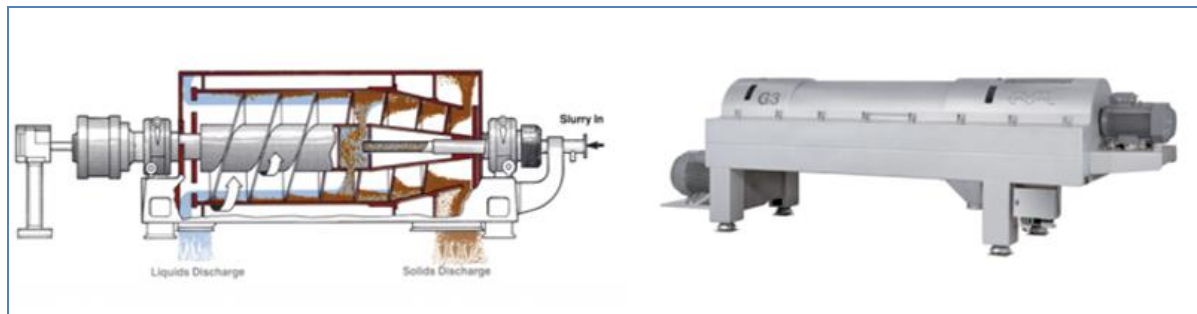


### Slamavvanning

Oppkonsentrering av slammet gjøres ved avvanning. Slammet kan trolig avvannes til en tørrstoffprosent omkring 20-25 % før det skrus eller slippes ned i containeren. Det finnes flere typer utstyr som kan avvanne slammet, men de to mest brukte metodene på det norske markedet er enten sentrifuge eller slamskrue/slampresse.

Sentrifugen separerer slampartikler fra vannet under innvirkning av sentrifugalkraften. Den mest vanlige sentrifugen kalles dekanter-sentrifuge og består av en horisontal sylinder som roterer med høy hastighet (2000 – 4000 rpm). Når slammet pumpes inn i sentrifugen slynges slampartiklene ut mot sylinder veggen mens slamvannet forblir i midten. Hastighet på skruen er lavere en hastighet på trommelen og slammet skrus i motsatt retning av vannet

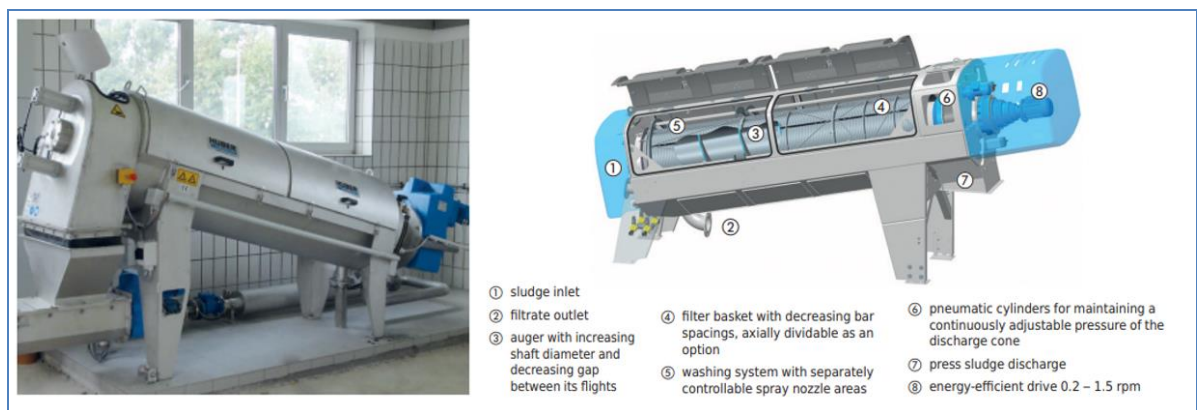
**Figur 6: Dekanter sentrifuge fra Alfa Level**



Rejektvannet fra slamavvanningen føres tilbake inn i renseprosessen mens avvannet slam går til en container for transport bort fra anlegget

En slampresse skiller ut vann ved at en konisk skrue presser slammet mot en stor filteroverflate. På denne måten blir vannet presset ut av slammet før det skrues til en container. Avvanningsgraden på slammet fra begge disse to maskinene er rimelig lik.

**Figur 7: Skruerpresse, Q-press fra Huber**



Det er fordeler og ulemper med begge disse avvanningsprinsippene. Slampressen har en lavere investeringskostnad og strømforbruk enn sentrifugen, men kan ha et forholdsvis høyt forbruk av polymer i forhold til sentrifugen. Det anbefales å installere 2 stk. avvanningsenheter for bedre redundans dersom den ene skulle være ute av drift. I dette anleggskonseptet regnes det med sentrifuger, da det ikke er stor forskjell på effektiviteten og hvor mye plass de ulike teknologiene trenger, men kan være noe forskjell i investerings- og driftskostnad.



### Slamcontainer

Avvannet slam slippes ned i lukkede slamcontainere med luftavtrekk og integrert massefordelingssystem. Slammet kjøres til et godkjent mottak for videre behandling.

**Bilde 1: Containerstasjon med lukkede slamcontainere**



### Slammengder

Ut ifra en overslagsberegning vil det biologisk - kjemiske trinnet produsere 120 – 150 m<sup>3</sup> slam/d. Ved å avvanne det til ca. 25 % TS vil det gi en mengde på ca. 20-25 m<sup>3</sup>/d, noe som tilsvarer 1 - 2 stk containere/d. Dette må transporteres bort fra anlegget til et godkjent slammottak.

## 5.3 Forventet reNSEgrad

For å anslå forventet reNSEeffekt til de ulike anleggskonseptene er det tatt utgangspunkt i Norsk Vann sin rapport nr. 256/2020 «Veiledning for dimensjonering av avløpsreNSEanlegg» og punkt 1.4 «valg av reNSEmetode». Metodene som er listet opp er i utgangspunktet beregnet for reNSEing av avløpsvann, men vil trolig være like gjeldende for industrielt prosessvann. I tillegg er analyseresultat fra dagens råvannskvalitet fra Mowi Ulvan, listet opp i tabell 3, benyttet for å beregne en antatt utløpskonsentrasjon for alternativ 1.

**Tabell 9: Forventet reNSEeffekt og restkonsentrasjon ved en kjemisk reNSEprosess**

Parameter	Alternativ 1		BAT-AEL
	ReNSEgrad (%)	Utløpskonsentrasjon (mg/l)	Krav til utløpskonsentrasjon (mg/l)
KOF <sub>Cr</sub>	65-75	1000	25 -100
SS	80-90	145	4 - 50
TN	10-30	90	2 -20
TP	85-95	< 2	0,2 -2

## 5.4 Arealbehov og kostnader

Ved etablering av et kjemisk trinn vil arealbehovet øke i forhold til alternativ 0 da det vil være behov for å etablere rom for kjemikalier, slamlager, avvanningsenheter og containere. I dette alternativet er det estimert et behov for ca. 300 m<sup>2</sup> ekstra over to etasjer for en slik løsning. Skulle det derimot vise seg at kjemikalirester i ensilasjen ikke forringer kvaliteten vil nødvendig areal behov for dette alternativet bli betydelig redusert. Slik at det kun vil være behov for en mindre utbygging av alternativ 0 med et kjemisk trinn og et kjemikalielager

**Tabell 10: Tilleggsareal i forhold til alternativ 0**

Navn	1.Etasje (m <sup>2</sup> )	2.Etasje (m <sup>2</sup> )
Kjemisk trinn (flokkulering og flotasjon)	-	50
Slamlager*	100	-
Slamavvanning*	-	100
Slamcontainer*	150	-
Kjemikalierom	25	-
Polymerrom	-	10
Pumperom*	25	-
<b>Sum</b>	<b>300</b>	<b>160</b>

\*Ikke nødvendig hvis kjemisk slam kan benyttes til ensilasje

### Investeringskostnad

- Prisnivå per oktober 2021
- Prisnivå er basert på erfaringspriser fra tilsvarende referanseanlegg
- Prisstigning er ikke medtatt
- Kostnader til grunnverv, erstatninger og finansieringskostnader er ikke medtatt.
- Rigg er medtatt innen hver post. Det er beregnet 15 % rigg for maskinteknisk og utomhus og 10% for øvrige fag.
- Det er ikke medregnet kostnader til eventuelle spesielle behov for klargjøring av tomten utenom graving (gjelder nybyggdel).
- Merk høy margin/reserve på 25%, grunnet usikkerhetene på dette stadiet i prosessen. Det er ikke medtatt usikkerhet innenfor hver post.

**Tabell 11: Pris for å utvide dagens renseanlegg til å omfatte alternativ 1**

Kostnadselement		Kostnad (MNOK)
01	Felleskostnader	Inkl.
02	Bygning	9.000 000, -
03	VVS - installasjoner	1.500 000, -
04	Elektro og automasjon	1.000.000, -
05	Maskin	11.000.000, -
06	Andre installasjoner	Inkl.
	<b>ENTREPRISEKOSTNAD</b>	<b>22.500.000, -</b>
7.0	Generelle kostander (10 %)	<b>2.300.000, -</b>
	<b>BYGGEKOSTAND</b>	<b>24.800.000, -</b>
8.0	Spesielle kostander	0,-
	<b>PROSJEKTKOSTNAD</b>	<b>24.800.000, -</b>
9.0	Margin/Reserve (25 %)	6.200.000, -
	<b>BUDSJETTKOSTNAD</b>	<b>31.000.000, -</b>

## Driftskostnader

Driftskostnadene anlegget er beregnet til **8 – 10 millioner** kroner pr år.

- Antatt nødvendig driftspersonell: 1-2 fulltidsansatte
- Antatt leveranse kostnad slam: 750 - 1300 kr/tonn (Beregning utført for 1000 kr/tonn)
- Antatt transportavstand 440 km t/r (T/R Verdal)

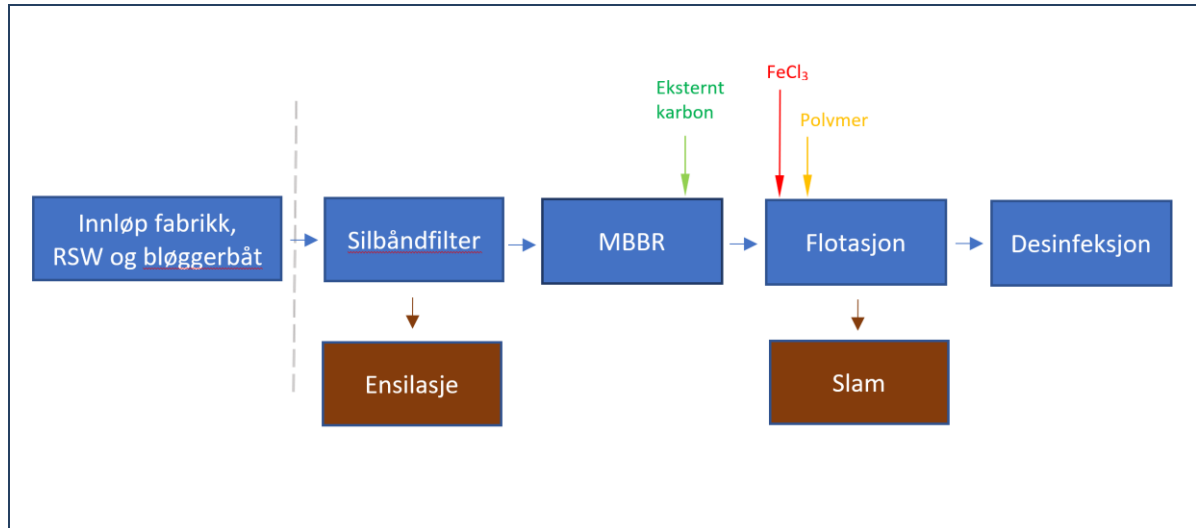
**Tabell 12: Driftskostnad for alternativ 1**

Kostnadselement		Prosent (%)
01	Personalutgifter (drift/renhold)	25 - 30
02	Kjemikalier/polymer	5-8
03	Transport og levering av slam	40-45
04	Energi/ oppvarming	3-6
05	Bygg og teknisk vedlikehold	12-18
06	Annet (laboratoriekostander etc.)	2-3

## 6. ALT 2: BAT-AEL - ØVRE NIVÅ

### 6.1 Prosessløsning

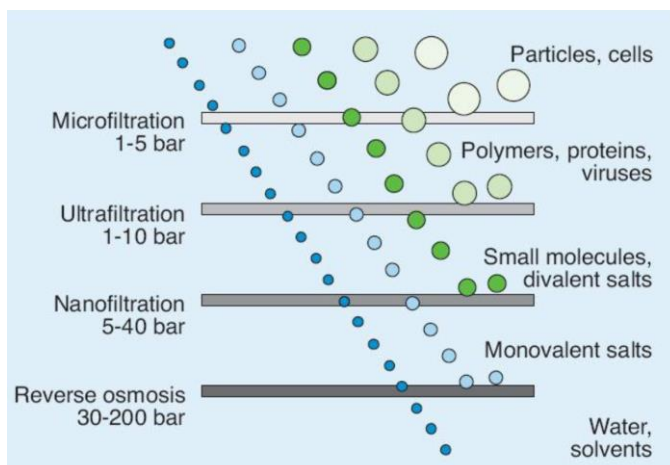
Figur 8: Flytskjema alternativ 2



Hvis anlegget skal overholde grenseverdiene på øvre nivå i BAT – AEL vil dette kreve en større og mer omfattende endring. I dette alternativet må det blant annet implementeres en løsning for fjerning av nitrogen (TN) enten via et biologisk trinn eller en fysisk – kjemisk metode. Vi valgte under alternativ 1 å droppe en løsning med biologisk behandling av vannet pga lav temperatur og høy salinitet. I kravene til BAT – AEL er det også angitt at ved lave temperaturer over en lengre periode kan kravet til fjerning av nitrogen bortfalle samt i oversikten over ulike BAT – tekniker angis det som vanskelig å fjerne nitrogen biologisk ved temperaturer < 12 °C og med et klorid innhold over 10 g/l.

Alternativt må det benyttes en fysisk – kjemisk metode for å redusere innholdet av nitrogen f.eks ved bruk av membranfiltrering. Membranseparasjon er en prosess hvor avløpsvannet presses igjennom semipermeable membraner under høyt trykk. Det som passerer gjennom membranen kalles permeat, mens det som holdes tilbake er retentat eller konsentrat.

Figur 9: Ulike typer membranfiltrering og hvilke trykk som må benyttes, (Søyning, 2010)



Mikrofiltrering, porestørrelse 0,02 – 10 µm, Ultra- og Nanofiltrering, porestørrelse fra 0,1 -0,001 µm og reversert osmose, porestørrelse 0,001 – 0,0001 µm.

For å klare å fjerne løst nitrogen fra avløpsvannet den fineste porestørrelsen. Et omvendt osmose anlegg (RO) benytter svært tette membraner som tilbakeholder 99 % av alle salter. Omvendt Osmose er derfor en fremtredende metode for avsalting av sjøvann. Retentaten vil inneholde både salter og løst nitrogen slik at dette må behandles i et eget rensetrinn i etterkant, for eksempel via en biologisk prosess eller stripping/ inndampning. Permeatet kan slippes direkte til sjø, da bakterier og virus er tatt ut via trinnet for omvendt osmose

Vi har valgt å ikke se nærmere på denne teknologien da denne er lite utprøvd og høyst usikker på hvilket type utsyr og størrelser som må inn og dermed blir også kostnadsberegning av et slikt anlegg veldig usikker. Bruk av membraner på avløpsvann vil også gi utfordringer med begroing og tetting av membranene som ikke bare kan løses ved tilbakespyling og kjemisk rensing. Vi har heller valgt å dimensjonere opp et tradisjonelt nitrogentrinn basert på angitte belastning. En biologisk behandling av vannet kan la seg gjennomføre ved god utjevning av vannstrømmen over døgnet men dette vil kreve betydelige volum.

### **Biologisk trinn (MBBR) med nitrogenfjerning**

I BAT – AEL, Øvre nivå er det stilt krav om et maksimum på 20 mg Tot-N/l i utløpet, noe som vil kreve at det etableres et trinn for rensing av nitrogen. Det forventes at løsning (Alt 1) vil kunne redusere innkommende nitrogenmengde med 10 – 30 %. Dette er andelen partikulært nitrogen som trolig finnes i prosessvannet.

Nedbryting av nitrogen skjer i to steg. Det første steget innebærer å omdanne ammonium til nitrat/nitritt ved tilsats av oksygen. Denne prosessen kalles nitrifikasjon. Deretter kan nitrat/nitritt brytes ned til nitrogengass under anaerobe forhold (uten luft). Denne prosessen kalles denitrifikasjon. Denitrifikasjon er avhengig av tilførsel av karbonkilde. Dette finnes naturlig i prosessvannet og kan utnyttes ved å resirkulere en gitt vannmengde fra nitrifikasjonskammeret tilbake til innløpet til bioreaktoren. Dette kalles for-denitrifikasjon. Etter-denitrifikasjon er når denitrifikasjonssteget kommer etter nitrifikasjonssteget.

Her er det lite eller ingen karbonkilde igjen som bakteriene klarer å utnytte og det er her nødvendig å tilsette en viss mengde ekstern karbonkilde. Som karbonkilde kan alle lett biologisk nedbrytbare organiske stoffer benyttes, men mest benyttet er alkoholer som metanol, etanol og glykol.

Før omdanningen av ammonium kan starte må innholdet av organisk stoff reduseres en gitt mengde. Deretter kan nitrifiseringen begynne.

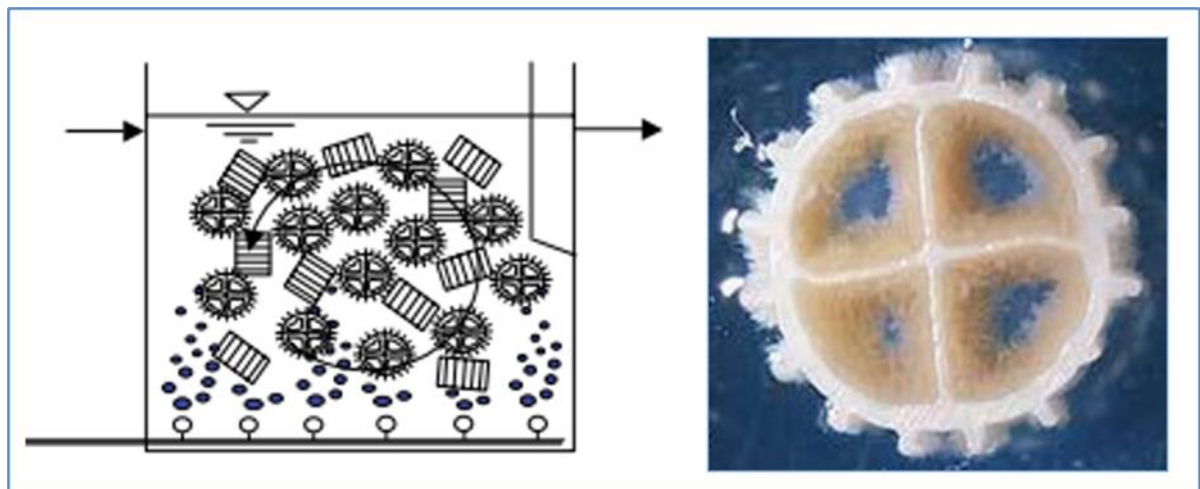
Fig 10 viser hvordan det biologiske trinnet kan bygges opp med inndeling i ulike kamre for nitrogenrensing. Det lyseblå feltet angir kammeret som er nødvendig for å bryte ned organisk stoff ved tilsats av oksygen. Det lysegrønne feltet angir volumet som trengs til nitrifikasjon. De mørkerøde feltene indikerer kamrene for henholdsvis for- og etter-denitrifikasjon. Det lyserøde kammeret kan være luftet på vinteren når temperaturen er lav og omdanningshastighetene går ned. Om sommeren når omdanningshastigheten går opp kan det lyserøde kammeret benyttes til denitrifikasjon og dermed utnytte avløpsvannets innhold av karbon bedre. Den grønne pilen indikerer resirkulasjon av ammonium tilbake til det første kammeret hvor denitrifikasjonen skjer.

**Figur 10: Oppbygging av biologisk rensesrinn for fjerning av nitrogen og organisk stoff**



MBBR-prosessen er en effektiv, kompakt og lettstelt løsning sammenlignet med andre typer biologisk prosesser for behandling av prosessvann. Biofilmen vokser inne i de små plastelementene. Omrøring i reaktoren skjer ved tilsats av luft ved bruk av blåsemaskiner, i og med at bakteriene trenger oksygen for å få omsatt løst organisk stoff i prosessvannet

**Figur 11: Flytende plastbæremedie (MBBR) med biofilm**



Ut ifra dagens belastning er det behov for effektivt volum på 4600 m<sup>3</sup> for å oppnå en tilfredsstillende nedbryting av organisk stoff og nitrogen i vannet iht. BAT - kravet. Det er da antatt at det benyttes 60 % fyllingsgrad av MBBR - mediet som tilsvarer ca. 2750 m<sup>3</sup>, Hvis vi antar basseng dybde = 5,5 m, gir dette et behov for et effektivt areal på ca. 840 m<sup>2</sup>, avrundet til 900 m<sup>2</sup> for det biologiske trinnet.

### Kjemisk felling og flotasjon

Også etter denne biologiske prosessen må det legges inn et separasjonstrinn som benytter metallsalt og polymer, likt med det som ble beskrevet under alternativ 1. Sluttseparasjonen er for koagulering av kolloidalt organisk stoff og utfelling av løste forbindelser slik som orthofosfat (PO<sub>4</sub>P). Total reduksjon av fosfor igjennom denne typen anlegg kan forventes klare 90 – 95 % med en restkonsentrasjon ned mot 0,2 – 0,5 mg/l. Et krav på 2 mg P/l skal kunne nås med et kjemisk fellingstrinn.

Også kravet til suspendert stoff på 50 mg SS/l skal være mulig å oppnå. Ved bruk av kjemisk felling med flotasjon som sluttseparasjon skal det være mulig å oppnå en prosentvis reduksjon på 90 – 95 % av innkommende mengde suspendert stoff.

#### 6.1.1 Slambehandling

Vedrørende generell slambehandling og ulike enheter i slambehandlingen vises til kapittel 5.1.3. Enhetene vil være de samme, men størrelsen vil variere ut i fra mengde slam som produserer ved den enkelte type anlegg. Også her vil dette trinnet kunne reduseres betydelig hvis kjemikalierester ikke vil forringe slamkvalitet slik at dette kan benyttes til ensilasje.

##### Slamlager

Restproduktet som tas ut fra flotasjonstankene og som ikke kan benyttes til ensilasjeproduksjon må pumpes inn på en eller flere lagertanker. Det antas at slammet i slamlagret vil ha et innhold av tørrstoff på 3 – 5 %, dette betyr at 97-95 % av innholdet er vann. Hvis vi antar at slamlagret skal ha kapasitet til å lagre produserte mengde slam over en periode på 3 dager vil dette kreve et volum på 600 m<sup>3</sup>, med en dybde på 5 m gir dette et effektivt areal på 120 m<sup>2</sup>, og vi antar da et netto areal på 150 m<sup>2</sup>.

##### Slammengder

Ut ifra en rask overslagsberegning vil det biologisk - kjemiske trinnet produsere 180 – 200 m<sup>3</sup> med slam/d. Ved å avvanne dette til ca. 25 % TS vil dette gi en mengde på ca. 25 – 30 m<sup>3</sup>/d, som tilsvarer ca. 2 stk containere/d. Dette må transporteres fra anlegget til et godkjent slammottak.

#### 6.2 Forventet rensegrad

I følge pkt 1.4.1 i Norsk Vann rapport 256/2020 – «Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg, vil denne type renseprosess kunne oppnå følgende rensegrad for de ulike parameterne.

Råvannskvalitet fra Mowi Ulvan, tabell 3 er benyttet i beregninger av forventet utløpskonsentrasjon

**Tabell 13: Forventet renseseffekt og restkonsentrasjon ved nitrogenrensing og kjemisk felling**

Parameter	Forventet renseseffekt	Beregnet utløpskonsentrasjon	BAT-AEL - ØVRE
	(%)	(mg/l)	(mg/l)
KOF <sub>Cr</sub> *	>95	100	100
TSS	90 -95	< 50	50
TN	75-90	< 20	20
TP	90-95	< 2	2

\*Det er forutsatt at prosentvis reduksjon av BOF = KOF<sub>Cr</sub>

Ifølge beregningen skal det være mulig å klare kravet til utløpskonsentrasjon for den enkelte parameter, men kravet til utløpskonsentrasjon for suspendert stoff (TSS) ligger i grenseland på hva som er mulig å oppnå med kun bruk av flotasjon som sluttseparasjonstrinn. Grunnen til at det kan være vanskelig å klare kravet for denne parameteren er de høye innløpskonsentrasjonene.

### 6.3 Arealbehov og kostnader

#### Arealbehov

Ved etablering av nitrogenrensing med et påfølgende kjemisk trinn vil arealbehovet øke betydelig i forhold til de to foregående alternativene i og med behov for store areal til biobassenger. Det er ikke regnet eksakt på dette, men overslagsberegninger antyder et behov for ca. 1250 m<sup>2</sup> ekstra over to plan for en slik installasjon, basert på fordeling vist i tabell 14.

**Tabell 14: Tilleggsareal i forhold til alternativ 0**

Navn	1.Etasje (m <sup>2</sup> )	2.Etasje (m <sup>2</sup> )
Biologisk trinn m/ Nitrogenrensing	900	-
Blåsemaskinrom	-	50
Kjemisk trinn (flokkulering og flotasjon)	-	50
Slamlager*	150	-
Slamavvanning*	-	100
Slamcontainer*	150	-
Kjemikalierom	25	-
Polymerberedere	-	10
Pumperom	25	-
<b>Sum</b>	<b>1250</b>	<b>210</b>

\*Ikke nødvendig hvis kjemisk slam kan benyttes til ensilasje



### Investeringskostnad

- Prisnivå per oktober 2021
- Prisnivå er basert på erfaringspriser fra tilsvarende referanseanlegg
- Prisstigning er ikke medtatt
- Kostnader til grunnverv, erstatninger og finansieringskostnader er ikke medtatt.
- Rigg er medtatt innen hver post. Det er beregnet 15 % rigg for maskinteknisk og utomhus og 10% for øvrige fag.
- Det er ikke medregnet kostnader til eventuelle spesielle behov for klargjøring av tomten utenom graving (gjelder nybyggdel).
- Merk høy margin/reserve på 25%, grunnet usikkerhetene på dette stadiet i prosessen. Det er ikke medtatt usikkerhet innenfor hver post.

**Tabell 15: Pris for å utvide dagens renseanlegg til å omfatte alt 2: BAT-AEL -øvre nivå**

Kostnadselement		Kostnad (MNOK)
01	Felleskostnader	Inkl.
02	Bygning	50.000.000, -
03	VVS - installasjoner	8.750.000, -
04	Elektro og automasjon	7.500.000, -
05	Maskin	58.750.000, -
06	Andre installasjoner	Inkl.
	<b>ENTREPRISEKOSTNAD</b>	<b>125.000.000, -</b>
7.0	Generelle kostnader (10 %)	12.500.000, -
	<b>BYGGEKOSTNAD</b>	<b>137.500.000, -</b>
8.0	Spesielle kostnader	0,-
	<b>PROSJEKTKOSTNAD</b>	<b>137.500.000, -</b>
9.0	Margin/Reserve (25 %)	34.400.000, -
	<b>BUDSJETTKOSTNAD</b>	<b>172.000.000, -</b>

### Driftskostnader

Driftskostnadene for anlegget er beregnet til **12 – 15 millioner** kroner pr år.

- Antatt nødvendig driftspersonell: 2-3 fulltidsansatte
- Antatt leveransekostnad slam: 750 - 1300 kr/tonn (Beregning utført for 1000 kr/tonn)
- Antatt transportavstand 440 km t/r (T/R Verdal)

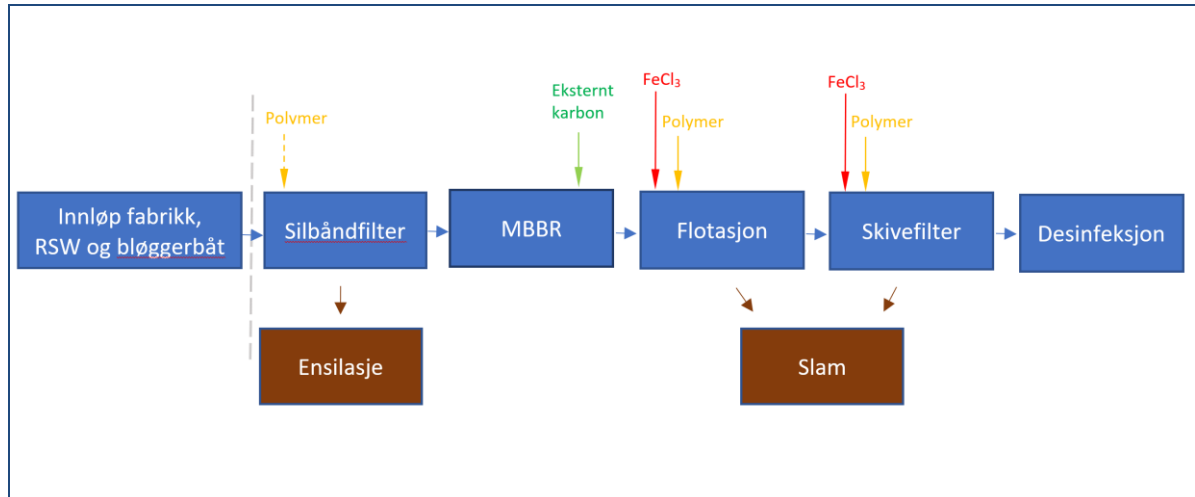
**Tabell 16: Driftskostnader for alternativ 2**

Kostnadselement		Prosent (%)
01	Personalutgifter (drift/renhold)	25 - 30
02	Kjemikalier/polymer	5-8
03	Transport og levering av slam	40-45
04	Energi/ oppvarming	3-6
05	Bygg og teknisk vedlikehold	12-18
06	Annet (laboratoriekostnader etc.)	2-3

## 7. ALT 3: BAT-AEL – NEDRE NIVÅ

### 7.1 Prosessløsning

Figur 12: Flytskjema alternativ 3



Hvis anlegget må innrette seg etter grenseverdiene på nedre nivå i BAT – FDM vil dette kreve enda større og enda mer omfattende endringer for å imøtekomme kravet. I dette alternativet må det også etableres et biologisk trinn, da det kreves at innholdet av nitrogen i vannet skal reduseres helt ned til 2 mg Tot-N/l i utløpet. Slik som beskrevet under alternativ 2 er det en utfordring å fjerne nitrogen fra et kaldt prosessvann med høy salinitet, i tillegg er grensen nå helt ned i 2 mg Tot-N/l, noe som er meget lavt.

Det kjemiske trinnet fra alternativ 2 må videreføres og i tillegg må det legges inn enda et kjemisk trinn med siling/filtrering eventuelt membranfiltrering av vannet for å komme langt nok ned i med hensyn på fjerning av partikulært materiale.

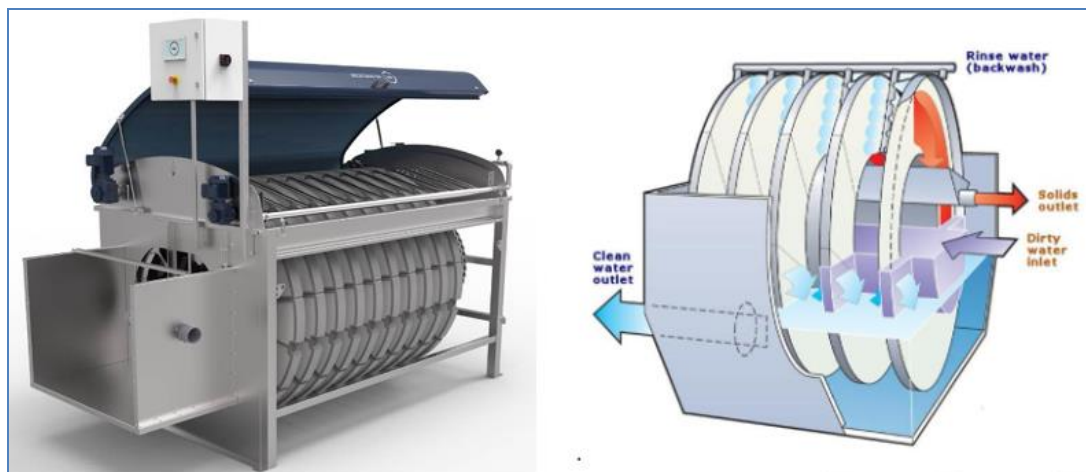
#### **Etterpolering**

For å redusere mengden suspendert stoff ytterligere etter flotasjonstrinnet vil det være behov for å benytte for eksempel et disc filter med en lysåpning i duken på 10 my eller et sandfilter. Det er noe usikkert om det er mulig å klare kravet med disse filtreringsløsningene, hvis ikke må det benyttes et membranfilteranlegg på utløpet for å overholde grenseverdien på 4 mg SS/l.

#### **Skivefilter**

Skivefilter (discfilter) er blitt mye brukt som etterpoleringstrinn de siste årene. Vannet ledes inn imellom filterskiver og filtreres innenfra og ut. Tilbakespyling av filterduk skjer motsatt vei. Aktuell sildeåpning brukt som et poleringstrinn er 10-20 my. Silde dimensjoneres for en belastning på 6 -10 m<sup>3</sup>/h m<sup>2</sup> silde.

Figur 13: Skivefilter fra Sterner



Det kan felles med kjemikalier på skivefiltret for å sikre lave utløpskonsentrasjoner av suspendert stoff og fosfor. Grunnet mer kjemikaliehåndtering og maskinelle deler krever skivefiltre mer service og vedlikehold enn for eksempel sandfiltre. Energiforbruket til skivefiltre er ca. dobbelt så stort som til sandfiltre. Til gjengjeld trenger skivefiltre en del mindre plass enn sandfiltre. En skivefilterinstallasjon er ofte delt opp i en rekke filtre som lett kan kobles inn og ut alt etter behovet i forhold til den aktuelle belastningssituasjon.

Som et alternativ til felling på skivefilter er bruk av membranfilter under pkt 6.1. Et membran anlegg skal kunne gi et utløpsvann med en SS-konsentrasjon på mindre enn 1 mg/l og en fosforkonsentrasjon på mindre enn 0,025 mg P/l.

### 7.1.1 Slambehandling

Vedrørende generell slambehandling og ulike enheter i slambehandlingen vises til kapittel 5.1.3. Enhetene vil være de samme, men størrelsen vil variere ut i fram mengde slam som produserer ved den enkelte type anlegg, samt at trinnet kan reduseres betydelig hvis kjemikalierester ikke vil forringe slamkvalitet slik at dette kan benyttes til ensilasje.

#### Slamlager

Restproduktet som tas ut fra flotasjonstankene og som ikke kan benyttes til ensilasjeproduksjon må pumpes inn på en eller flere lager tanker. Det antas at slammet i slamlagret vil ha et innhold av tørrstoff på 3 – 5 %, dette betyr at 97-95 % av innholdet er vann. Hvis vi antar at slamlagret skal ha kapasitet til å lagre produserte mengde slam over en periode på 3 dager vil dette kreve et volum på 700 m<sup>3</sup>, med en dybde på 5 m gir dette et effektivt areal på 140 m<sup>2</sup>, og vi antar da et netto areal på 160 m<sup>2</sup>.

#### Slammengder

Ut ifra en rask overslagsberegning vil det biologisk - kjemiske trinnet produserer 200 – 225 m<sup>3</sup> med slam/d. Ved å avvanne dette til ca. 25 % TS gir det en mengde på ca. 30 – 35 m<sup>3</sup>/d, og som tilsvarer ca. 2 stk containere/d. Dette må transporteres fra anlegget til et godkjent slammottak.

## 7.2 Forventet rensegrad

Norsk Vann rapport 256/2020 – «Veiledning for dimensjonering av avløpsrensaneanlegg» omtaler ikke denne typen anlegg i og med at det er ingen anlegge i Norge som driftes etter så strenge rensekrav. Skal vi være helt sikre på å klare disse kravene må det legges inn membranfiltrering som etterpolering fra anlegget. Verdiene i kolonnen «forventet utløpskonsentrasjon» er det vi kan anta utløpsvannet har etter å ha passert et membranfilter som sluttfiltrering

**Tabell 17: Forventet renseeffekt og restkonsentrasjon ved nitrogenrensing, kjemisk felling og etterpolering via skivefilter**

Parameter	Forventet renseeffekt	Forventet utløpskonsentrasjon	BAT-AEL - NEDRE
	(%)	(mg/l)	(mg/l)
KOF <sub>Cr</sub>	>95	> 10 mg/l	25
TSS	95	4 mg/l	4
TN	90	2 mg/l	2
TP	>95	0,1 -0,4 mg/l	0,2

## 7.3 Arealbehov og kostnader

### Arealbehov

Ved etablering av nitrogenrensing med et etter påfølgende kjemisk trinn vil arealbehovet øke betydelig i forhold til alternativ 0 og 1 pga behov for store areal til biobassenger samt areal for etterpolering av vannet via skivefilter eller membranfiltrering. Det er ikke regnet eksakt på dette, men overslagsberegninger antyder et behov for ca. 1500 m<sup>2</sup> ekstra over to plan for en slik installasjon, basert på følgende fordeling

**Tabell 18: Tilleggsareal i forhold til alternativ 0**

Navn	1.Etasje (m <sup>2</sup> )	2.Etasje (m <sup>2</sup> )
Biologisk trinn m/ Nitrogenrensing	900	-
Blåsemaskinrom	-	50
Kjemisk trinn (flokkulering og flotasjon)	-	50
Skivefilter/membranfilter	200	-
Slamlager*	160	-
Slamavvanning*	-	100
Slamcontainer*	175	-
Kjemikalierom	25	-
Polymerberedere	-	10
Pumperom	25	-
<b>Sum</b>	<b>1500</b>	<b>210</b>

\*Ikke nødvendig hvis kjemisk slam kan benyttes til ensilasje

### Investeringskostnad

- Prisnivå per oktober 2021
- Prisnivå er basert på erfaringspriser fra tilsvarende referanseanlegg
- Prisstigning er ikke medtatt
- Kostnader til grunnverv, erstatninger og finansieringskostnader er ikke medtatt.
- Rigg er medtatt innen hver post. Det er beregnet 15 % rigg for maskinteknisk og utomhus og 10% for øvrige fag.
- Det er ikke medregnet kostnader til eventuelle spesielle behov for klargjøring av tomten utenom graving (gjelder nybyggdel).
- Merk høy margin/reserve på 25%, grunnet usikkerhetene på dette stadiet i prosessen. Det er ikke medtatt usikkerhet innenfor hver post.

**Tabell 19: Pris for å utvide dagens renseanlegg til å omfatte alt 2: BAT-AEL -nedre nivå**

Kostnadselement		Kostnad (MNOK)
01	Felleskostnader	Inkl.
02	Bygning	60.000.000, -
03	VVS - installasjoner	10.500.000, -
04	Elektro og automasjon	9.000.000, -
05	Maskin	70.500.000, -
06	Andre installasjoner	Inkl.
	<b>ENTREPRISEKOSTNAD</b>	<b>150.000.000, -</b>
7.0	Generelle kostander (10 %)	15.000.000, -
	<b>BYGGEKOSTAND</b>	<b>165.000.000, -</b>
8.0	Spesielle kostander	0,-
	<b>PROSJEKTKOSTNAD</b>	<b>165.000.000, -</b>
9.0	Margin/Reserve (25 %)	41.300.000, -
	<b>BUDSJETTKOSTNAD</b>	<b>206.300.000, -</b>

### Driftskostnader

Driftskostnadene for anlegget er beregnet til **15 – 18 millioner** kroner pr år.

- Antatt nødvendig driftspersonell: 3 fulltidsansatte
- Antatt leveranse kostnad slam: 750 - 1300 kr/tonn (Beregning utført for 1000 kr/tonn)
- Antatt transportavstand 440 km t/r (T/R Verdal)

**Tabell 20: Driftskostnad for alternativ 3**

Kostnadselement		Prosent (%)
01	Personalutgifter (drift/renhold)	25 - 30
02	Kjemikalier/polymer	5-8
03	Transport og levering av slam	40-45
04	Energi/ oppvarming	3-6
05	Bygg og teknisk vedlikehold	12-18
06	Annet (laboratoriekostander etc.)	2-3

## 8. OPPSUMMERING

En innføring av industriutslippsdirektivet og et pålegg fra myndighetene om å overholde BAT-AEL for utslipp til vann for næringsmiddelindustri vil kreve en betydelig tilleggsinvestering i forhold til dagens nivå i bransjen omtalt som alternativ 0. Ut ifra noen grove overslags beregninger vil et slikt rensekraft føre til en økning i investeringskostnad for renseanlegget på opp imot 200 mill. kr. I tillegg vil denne typen anlegg også medføre betydelige årlige driftskostnader, stipulert til 15- 18 mill.kr fordelt på bemanning, kjemikalier, strøm, vedlikehold og slamhåndtering.

**Tabell 21: Oppsummering av areal og kostnader**

	Totalt areal (m <sup>2</sup> )	Total kostnad (mill.kr)	Driftskostnad (mill.kr/år)
Alt 0: Dagens løsning	355	44	-
Alt 1: Kjemisk rensing	700	75	8 - 10
Alt 2: BAT-AEL – øvre nivå	2 500	170	12 - 15
Alt 3: BAT-AEL – nedre nivå	3 000	210	15 - 18

Foreløpige tilbakemelding fra myndighetene har vært tydelige på at det er BAT – AEL som gjelder, og for å få unntak fra BAT-AEL skal resipienten være «spesielt godt egnet» med tanke på de utslippsparametere som det søkes om unntak fra.

Forurensingsforskriften del IV og kapittel 14 gir i dag føringer mhp rensekraft for de største avløpsrenseanleggene (større enn 10 000 pe). I forskriften er rensekraftene differensiert mellom utslipp til følsomt område (§14-6), utslipp til normalt område (§14-7) eller utslipp til mindre følsomt område (§14-8). Slik at forskriften er veldig orientert mot kapasitet og kvalitet på resipienten når rensekraftene for det enkelte utslipp fastsettes. I dag er det bare de største renseanleggene med utslipp til indre Oslofjord og Mjøsa som har krav om nitrogenrensing. Flere anlegg under etablering som skal ha utslipp til Oslofjorden har også fått pålegg om nitrogenfjerning men ellers i landet er det ingen anlegg med nitrogentrinn foreløpig. De aller fleste av de største renseanleggene rundt om i Norge driftes enten som alternativ 1, Kjemisk rensing eller en kombinasjon av biologisk og kjemisk rensing.

Teknologivurderingen sammen med resipientvurderingen vil være med å danne et grunnlag for en evt. søknad om unntak fra utslippsnivåene i BAT- AEL, men forskriften sier at unntak skal kun gis i særskilte tilfeller. Statsforvalteren sier at myndighetene vil bruke skjønn for å vurdere hva som er uforholdsmessig dyrt når kostnadsnivået skal vurderes. Det er ikke nok å påpeke at kostandene er uforholdsmessige høye sammenlignet med miljøfordelene, det må være på grunn av; a) anleggets geografiske plassering eller de lokale miljøforhold, b) tekniske forhold ved anlegget, jf. forurensingsforskriften 36-15.

## 9. BEGREPER OG DEFINISJONER

For å lette forståelsen av denne rapporten med vedlegg er det nedenfor gitt forklaringer til en del ord og uttrykk som benyttes i forbindelse med avløpsrensing.

<b>Biologisk rensing</b>	Biologisk rensing innebærer at partikulære og løste stoffer i avløpsvannet omsettes av mikroorganismer/bakterier og omdannes til enkle forbindelser samt til ny celledmasse (vekst av mikroorganismer) som så separeres fra vannet i form av biologisk slam.
<b>BOD/BOF<sub>5</sub></b>	Parameter som forteller hvor mye biologisk nedbrytbart organisk stoff avløpsvannet inneholder. Fem-tallet forteller at prøven er analysert etter 5 døgns bakterievekst. Parameteren inneholder både partikulær og løst del av organisk stoff.
<b>Forbehandling</b>	Forbehandlingen skjer i behandlingseenheter som kun har til hensikt å fjerne komponenter som kan føre til driftsproblemer i etterfølgende behandlingstrinn, slikt som ulike gjenstander, filler, sand, fett og grovere partikler. Slike behandlingseenheter kan være kverner, rister, siler, sand- og fettfang.
<b>Kjemisk rensing</b>	I renseanlegget tilsettes et fellingskjemikalie for å fjerne, (felle ut), uønskede stoffer fra avløpsvannet. Fellingskjemikaliet inngår en kjemisk forbindelse med de oppløste stoffene i avløpsvannet og koagulerer kolloidalt og partikulært stoff.
<b>COD/KOF<sub>Cr</sub></b>	Kjemisk oksygenforbruk. Parameter som forteller hvor mye organisk stoff avløpsvannet inneholder. Ligner BOF <sub>5</sub> , men er raskere å analysere. KOF-testen bryter ned flere forbindelser enn BOF <sub>5</sub> , og KOF <sub>Cr</sub> vil derfor gi en høyere analyseverdi.
<b>Koagulere</b>	Koagulerer betyr å løpe sammen. Når et fellingsmiddel tilsettes avløpsvannet, vil blant annet kolloidalt stoff koagulere. Det vil si det kolloidale stoffet vil løpe sammen og danne større enheter.
<b>Kolloidalt stoff</b>	Små svevepartikler i vannet.
<b>MBBR-prosessen</b>	Moving Bed Biofilm Reactor. I MBBR-prosessen vokser biofilmen på små plast elementer som beveger seg med vannstrømmen i biofilteret pga den turbulens som oppstår som en følge av luftingen. Elementene kan ha ulik utforming og størrelse.
<b>Mellomlagring av slam</b>	Tidsbegrenset oppbevaring av større kvanta slam på godkjent område.
<b>Overløp</b>	Arrangement for avledning av vannmengder. Brukes for å hindre oppstuvning av avløpsvann ved store nedbørsmengder.

<b>Personekvivalent, pe</b>	Avløpsanleggets størrelse i pe beregnes på grunnlag av største ukentlige mengde som går til renseanlegget eller utslippspunkt i løpet av året, med unntak av uvanlige forhold som for eksempel skyldes kraftig nedbør.
<b>Resipient</b>	Mottaker av avløpsvann, f.eks. elver, innsjøer og fjorder.
<b>Sedimentere</b>	Synke til bunns
<b>TSS/ SS</b>	Suspendert stoff, en parameter som gir et mål på hvor mye partikulært materiale avløpsvannet inneholder.
<b>Tot-N</b>	Parameter som forteller hvor mye totalt nitrogen avløpsvannet inneholder.
<b>Tot-P</b>	Parameter som forteller hvor mye totalt fosfor avløpsvannet inneholder.
<b>Tørrstoffinnhold (TS)</b>	Slammets innhold av fast materiale.