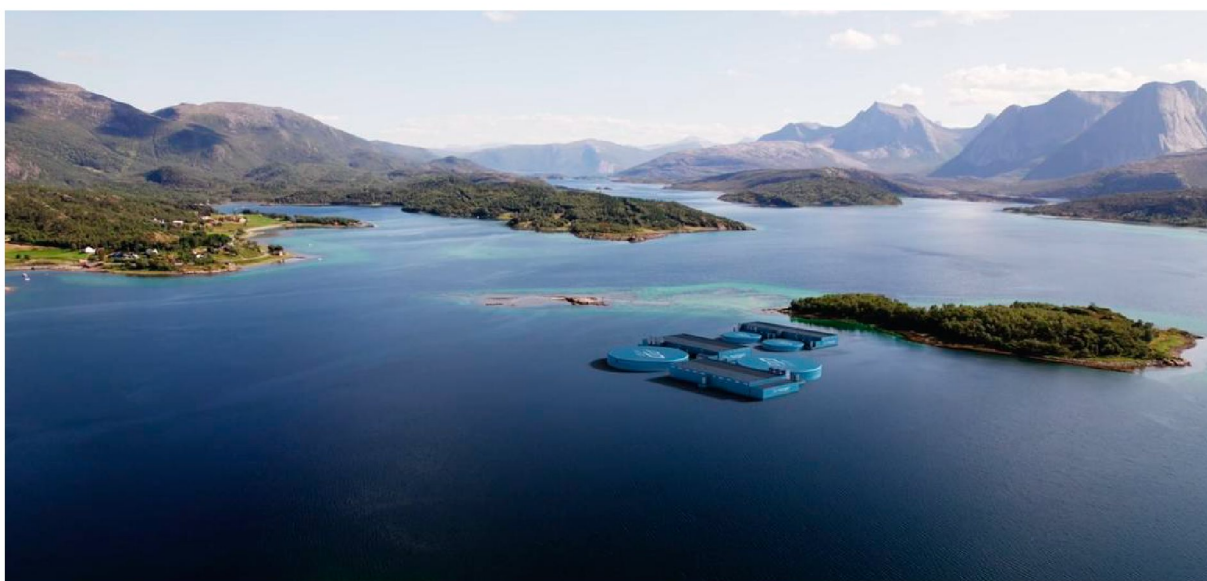


Multigen Akva AS

Skisseprosjekt



Akvakultur i lukket anlegg i sjø

Forord

Multigen Akva AS har designet og prosjektert et lukket oppdrettsanlegg for produksjon av fisk i sjø.

En tverrfaglig prosjektgruppe bestående av representanter fra Lomar teknologi AS, Polarkonsult AS, Framo AS, Litus Akva AS, YPK AS, Norsk institutt for Bioøkonomi og Multigen Akva AS har utarbeidet underlaget til anleggsprosjekteringen og utført det nødvendige forarbeid som er dokumentasjonsgrunnlaget for søknad om etablering av sjøbasert lukket anlegg hvor sluttproduktet er matfisk.

YPK AS fikk oppdraget med å sammenfatte dokumentasjonen i et skisseprosjekt med utgangspunkt i prosjektering, design og beregninger samt andre nødvendige dokumentasjoner fra de øvrige underlagsleverandørene.

Utenom selve tiltaksbeskrivelsen, bygger skisseprosjektet på rapporter fra:

- Lomar teknologi AS – dimensjonerende tegninger og prosessbeskrivelse
- Litus Akva AS – RAS -anlegg
- Framo AS – Pumper, tankinstallasjoner, og slamrenseanlegg
- Polarkonsult AS – styrkeberegninger, verifikasjon og dokumentasjon
- Tempia AS – energianlegg
- Multigen Akva AS – produksjonsplaner - Biosikkerhetsplan, beredskapsplaner og Ikk-akvakulturdokumentasjon
- Norsk Institutt for bioøkonomi – Sirkulærøkonomiske vurderinger

Tromsø 22.04.2025

Yngve Paulsen

LOMAR

AKERBLA

TEMPIA
Chilled Frozen Hatched

LITUS

polarkonsult

NIBIO

YPK AS

FRAMO
an Alfa Laval brand

INNHOLDSFORTEGNELSE

<i>Sammendrag</i>	1
<i>1 Innledning</i>	3
<i>2 Prosjekteieren</i>	4
<i>3 Produksjonsplan</i>	4
<i>4 Plassering av anlegg – lokalitet</i>	7
<i>5 Plattform for produksjon</i>	8
5.1 Innfesting til havbunn.....	9
<i>6 Matfiskplattform</i>	11
6.1 Matfiskplattform.....	11
<i>7 Rekruttplattformen</i>	12
<i>8 Prosessbeskrivelse – definisjoner og dimensjoneringskriterier</i>	13
8.1 Prosessanlegget	13
8.1.1 Oversikt vannets gang gjennom anlegget – renseprosess vann og slam	13
<i>9 Planlagt prosessanlegg – beskrivelse av utstyr</i>	15
9.1 Prosess-systemoversikt.....	16
9.2 Inntaksvann sjø	16
9.2.1 Rensing av sjøvannsinntak.....	16
9.3 Produksjonstanken.....	19
9.4 Ventetank – leveringstank.....	21
9.4.1 Ventetank.....	21
9.5 Mekanisk filter	22
9.5.1 Mekanisk partikkelseparasjon	22
9.6 Biofilter – nitrifikasjon.....	23
9.6.1 Biologisk filtrering med sand som filtermedie og biomedie i RAS2- systemet.....	24
9.7 CO ₂ – filtrering - pH kontroll.....	26
9.8 Sirkulasjonspumper	28
9.9 Oksygenering.....	29
<i>10 Dødfisk og slamsystem</i>	30
10.1 Nitrifikasjon.....	34

10.2	Denitrifikasjon	34
10.3	Slam fra RAS anleggene.....	36
10.4	Beregning av utslipp fra Multigen.....	37
10.5	Rensing av avløp fra multigenplattformer.....	38
11	<i>El. forsyning.....</i>	<i>38</i>
12	<i>Energianlegg – oppvarming – avkjøling.....</i>	<i>39</i>
13	<i>Bruk av lys</i>	<i>41</i>
14	<i>Rømmingssikring.....</i>	<i>42</i>
15	<i>Fisketransport – Sortering.....</i>	<i>42</i>
16	<i>Fôringsanlegg – fôrtransport.....</i>	<i>43</i>
17	<i>Nødstrøm</i>	<i>43</i>
16	<i>Styringssystemer</i>	<i>43</i>
16.1	Tavler og kabelopplegg.....	44
	Oppsummering	44

Sammendrag

	Dokumentets status: ☐ Foreløpig versjon ☒ Endelig versjon ☐ Unndratt offentlighet	Dato for siste utskrift: 22.04.2025 Dato for ferdigstilling: 22.04.2025 Antall sider totalt: 49 Opplag: 1
Medarbeidere/ bidragsytere: Kristoffer Porsvik Høyning, Jens Andre Northun, Yngve Strøm Paulsen, Per Anton Sæther, Ole Marius Rostad		
Oppdragsgiver: Multigen Akva AS Ansvarlig: Yngve Strøm Paulsen		
Rapportnavn: Multigen Akva AS – Skisseprosjekt torskeproduksjon i lukket anlegg i sjø		
Sammendrag: Rapporten bygger på tverrfaglige prosjekteringer og vurderinger av biologi, fiskehelse / fiskevelferd, prosessteknologi og byggeteknikk/ design for anlegg i sjø. Det totale anlegget består av plattformer som er dimensjonert for å kunne produserer fisk fra 100 gram og opp til 5-6 kg gjennom to forskjellige systemer. En rekruttplattform hvor fisken vokser fra 100 fram og opp til 400-600 gram og flyttes videre til en matfiskplattform hvor fisken vokser til matfisk fra 1,7 og opp til 5-6 kg. Et produksjonssystem er dimensjonert til å produsere 14-15000 tonn torsk hvert år. Et slik system består av en Rekruttplattform og fire Matfiskplattformer hvorav alle er dimensjonert med resirkuleringsteknologi, inkludert denitrifikasjon, heretter kalt RAS2-system. Miljøbetingelsene for fisken er gode i form av forholdsvis lav tetthet med god vannkvalitet i kar. RAS2-systemet muliggjør stor produksjon av torsk basert på bruk av svært lite vann. Lite nytt vann i produksjonen og dermed lite avløpsvann, muliggjør helt nye metoder for å rense, desinfisere/sterilisere både inntaksvann og avløpsvann. Anlegget vil ha adskilte produksjonsavdelinger med sluser slik at smitte mellom anleggene hindres. Levende fisk transporteres inline ved hjelp av gravitasjon og biologi. Fôr transporteres i rør fra fôrlager til tank(er) hvor det utfôres med fôrmaskiner. Dødfisk transporteres i lukkede systemer fra avsilingskasse til sentral behandlingsenhet hvor det ensileres og lagres for videre transport. Styrings- og overvåkningsanlegget formidler		

informasjon fra tekniske hjelpesystemer og prosessanlegget til brukerne. Adskilt med en sluseseksjon fra produksjon og prosessrom er det avsatt areal for sosialavdeling med oppholdsrom/spiserom/kjøkken samt garderober, inkludert dusjemuligheter og en kontorfløy.

Prosjektleder: Kristoffer Porsvik Høyning

Tlf direkte: +47 91395143

E-mail: yngve@ypk.no

Ansvarlig for kvalitetssikring:

Jens Andre Northun, Kristoffer Porsvik Høyning

Adresse: YPK AS

Gullvegen 20

9022 KROKELVDALEN

Telefon: +47 91 39 51 43

Org. Nr.: NO 925 794 686 MVA

Internett: <http://www.ypk.no>

Firmapost: yngve@ypk.no

Kunde

Internett: <http://www.multigen.no>

Firmapost: Kristoffer@multigen.no

1 Innledning

Multigen Akva AS har designet og prosjektert et lukket oppdrettsanlegg for produksjon av torsk i sjø. Anlegget kan etableres på skjermede lokaliteter med en maksimal strømhastighet på 0,5 m/sek og bølgehøyde (H_s) på inntil 1,5 m.

Oppdrettsanlegget består av to ulike plattformtyper som begge er festet til havbunnen med ben for å sikre en stabil innfesting og ingen, eller svært begrensede horisontale bevegelser i konstruksjonene, men samtidig kan bevege seg vertikalt og slik følge tidevannsbevegelsene. Første plattformtype er en rekruttplattform bestående av en flåtemodul som huser et RAS2-system, samt nødvendige hjelpesystemer for opptak av dødfisk. Fôring, tilførsel av energi, oppsamling og konservering av slam er etablert i egne bygg på flåten. I sjøvannsinntaket renses det vannet som tas inn med ultrafilter før det tilsettes i produksjonsprosessen.

I tillegg inneholder flåtemodulen et eget oppholdsbygg som er adskilt med en sluseseksjon fra produksjon og prosessrom hvor det er avsatt areal for sosialavdeling med oppholdsrom/spiserom/kjøkken samt garderober, inkludert dusjemuligheter og en kontorfløy.

Videre består rekruttplattformen av to flytende produksjonstanker på hver 5000m³ for produksjon av fisk opp til 500g. Disse produksjonstankene er begge uavhengig og fleksibelt avtagbart festet til flåtemodulen på en slik måte at produksjonstankene ikke flytter seg i horisontal retning, men kan bevege seg noe i rullebevegelse som følge av ytre fysiske påkjenninger som vind, havstrøm og bølger. Mellom flåtemodulen og produksjonstankene er det rørforbindelser som er delvis fleksible og som sikrer vannstrøm til og fra flåtemodulen og hver av produksjonstankene for vannrenningsprosessen. I tillegg er det rørforbindelser mellom hver av produksjonstankene til flåtemodulen hvor slam og dødfisk transporteres og videre håndteres i nevnte slam- og dødfisk-arrangement.

Andre plattformtype er en matfiskplattform som består av tre moduler, en flåtemodul identisk arrangert som ovenfor nevnte flåtemodul i rekruttplattformen med et vannbehandlingssystem (RAS2) med hjelpesystemer, et slam og dødfisk-system og et oppholdsbygg, også denne flåtemodulen er festet til havbunnen med et sett med ben. Videre består matfiskplattformen av en produksjonstank på 25 000 m³ innfestet til nevnte flåtemodul på en tilsvarende måte som for rekruttplattformen.

Videre består matfiskplattformen av en ventetank for slakteklar fisk som er forbundet til flåten med eget system som sikrer minimal bevegelse i horisontalplanet i referanse til flåten, men som kan bevege seg relativt fritt i vertikalplanet for å forhindre å overføre vridningsspenninger til flåten.

Plattformen kan produsere fisk med full biosikkerhet og null krysskontaminering mellom enheter på arealer som ikke benyttes av dagens konvensjonelle oppdrettskonsepter.

Anlegget bygges iht. krav i «Forskrift om krav til teknisk standard for akvakulturanlegg skal bidra til å forebygge rømming av fisk fra akvakulturanlegg» fra 2018 med tilhørende standard «NS 9415:2009. Krav til risikoanalyse, prosjektering, utførelse, drift, brukerhåndbok og produktdatablad»

Det vil bli etablert en driftsorganisasjon som tilfredsstiller alle krav som myndighetene har til kompetanse iht. Akvakulturloven.

2 Prosjekteieren

Multigen Akva AS er et selskap stiftet i 2022 som har mål å etablere et effektivt lukket anlegg for produksjon av fisk basert på RAS teknologi.

Organisasjonsnummer: 928 923 258

Adresse: Langhaugen 17, 8310 Kabelvåg

Kontaktperson: Daglig leder Kristoffer Porsvik Høyning

Telefon: +47 907 94923

E-post: Kristoffer@multigen.no

3 Produksjonsplan

Produksjonsplanen danner grunnlag for dimensjoneringen av anlegget og produsert fisk fra 100 gram til slakt. Driftsparametrene er hentet fra drift av andre resirkuleringsanlegg som drives i Norge, Færøyene og Danmark.

Multigen Akva AS skal bruke yngel på ca. 100 gram i produksjonen av matfisk.

Produksjonsplanen er basert på et «Alt inn- alt ut» prinsipp, som innebærer at driftsteknikken skal være basert på prinsippet om «isolert oppdrett». Alle driftsmoduler er fysisk og driftsmessig atskilt fra hverandre og knyttet til hverandre gjennom en smittesluse. Driften er i tillegg basert på prinsippet om «enveistrafikk», hvor ingen individer blir ført tilbake i produksjonsrekkefølgen gjengitt under:

Rekruttplattformen

Rekruttplattformen skal ta imot rundt 1,15 million torskeyngel med en størrelse på 100 gram. Deretter skal fisken tas fra 100 til 500 grams størrelse. Produksjonsløpet fra 100 til 500 gram er estimert til å ta rundt 11 uker forutsatt driftstemperaturer i området 10-12 grader. Det er kalkulert med en avgang på 0,15 % i uken i denne fasen av produksjonen slik at total dødelighet under oppholdet på rekruttplattformen vil ligge rundt 1,65 %.

TABELL 3.1: PRODUKSJONSPLAN FOR REKRUTTPLATTFORMEN

Uker	Antall inngående	Størrelse (g) utgående	Dødelighet %	Tilvekst	Tetthet kg/m3	Forfaktor	For/ dag	Forforbruk / uke	Biomasse
0	1 150 000	103			10 000				118 450
1	1 148 275	127	0,15 %	27 559	15	0,9	3 543	24 803	145 831
2	1 146 553	156	0,15 %	33 250	18	0,9	4 275	29 925	178 862
3	1 144 833	190	0,15 %	38 924	22	0,9	5 005	35 032	217 518
4	1 143 116	226	0,15 %	41 152	26	0,9	5 291	37 037	258 344
5	1 141 401	264	0,15 %	43 373	30	0,9	5 577	39 036	301 330
6	1 139 689	303	0,15 %	44 448	35	0,9	5 715	40 003	345 326
7	1 137 979	343	0,15 %	45 519	39	0,9	5 852	40 967	390 327
8	1 136 272	385	0,15 %	47 723	44	0,9	6 136	42 951	437 465
9	1 134 568	429	0,15 %	49 921	49	0,9	6 418	44 929	486 730
10	1 132 866	473	0,15 %	49 846	54	0,9	6 409	44 861	535 846
11	1 131 167	506	0,15 %	37 329	57	0,9	4 799	33 596	572 370
Total / snitt	1 131 167	506	1,65 %	41 731	58	0,9	5 408	291 826	572 370

Matfiskplattformen

Fra rekruttplattformen til matfiskplattformen er det planlagt en utsortering av 2,5 % av fiskegruppen som av ulike grunner ikke er videre egnet til produksjon.

Med et utgangspunkt på maksimal tetthet rundt 75kg/m³ og en vekstutvikling fra 500 gram frem til 5000 grams størrelse vil denne produksjonen ta rundt 11 måneder. Det er lagt inn et uttak av fisk til slakt fra 1,7 kg størrelse for å holde maksimal tetthet under 75 kg. Det er lagt inn en månedlig dødelighet på 0,5 % i denne fasen av produksjonen basert på erfaringer fra andre produksjoner av torsk. Avgangen er hovedsakelig knyttet til ulike typer tarmlidelser.

TABELL 3.1: PRODUKSJONSPLAN FOR MATFISKPLATTFORMEN. FIRE SLIKE I ET PRODUKSJONSSYSTEM

Måneder	Antall inngående	Størrelse (g)	Dødelighet %	Tilvekst	Tetthet kg/m3	Forfaktor	For/ dag	For/ mnd	Biomasse	Antall uttak	Vekt uttak	Uttak / Slakt
0	1 102 888	500				1,05			551			
1	1 097 373	749	0,50 %	249	33	1,05	9 108	273 246	822			
2	1 091 886	1042	0,50 %	293	46	1,05	10 664	319 923	1 138			
3	1 086 427	1365	0,50 %	323	59	1,05	11 697	350 916	1 483			
4	1 080 995	1724	0,50 %	359	75	1,05	12 936	388 077	1 864	190 000	1 724	327 560
5	885 590	2113	0,50 %	389	75	1,05	11 483	344 494	1 871	140 000	2 113	295 820
6	741 162	2527	0,50 %	414	75	1,05	10 228	306 841	1 873	110 000	2 527	277 970
7	627 456	2973	0,50 %	446	75	1,05	9 328	279 845	1 865	80 000	2 973	237 840
8	544 319	3445	0,50 %	472	75	1,05	8 564	256 918	1 875	65 000	3 445	223 925
9	476 597	3947	0,50 %	502	75	1,05	7 975	239 252	1 881	55 000	3 947	217 085
10	419 214	4475	0,50 %	528	75	1,05	7 378	221 345	1 876	45 000	4 475	201 375
11	372 118	5031	0,50 %	556	75	1,05	6 897	206 898	1 872	372 118	5 031	1 872 126
Total / snitt			4,70 %		75	1,05	9 760	3 187 755	1 595	1 116 259	3,3	3 653 701

Ved en avsluttet produksjon og utslakting av all fisk vil produksjonen ha hatt en akkumulert dødelighet på 6,35 % samtidig som ytterligere 2,5 % av fiskegruppen vil bli tatt ut, bedøvd og avlivet i forbindelse med flyttingen fra rekruttplattformen til matfiskplattformen.

Produksjonen vil gjennomføres med en resirkuleringsteknologi kjent som RAS 2. Dette er den siste utviklingen innenfor resirkulering og baserer seg på at svært lite nytt vann tilføres produksjonsenheten per tidsenhet. Betydelig mindre enn hva som er tilfellet for et standard resirkuleringssystem.

Beregningene av resirkuleringsgrad er gjort i beregningsmodellen under for Multigen-anlegget med produksjonskapasitet på 3000 tonn årlig produksjon.

(1) Resirkuleringsgrad i %:

Resirkuleringsgrad = ((Vannmengde (Flow) til kar per time/ (nytt vann per time + vannmengde til kar per time)) x 100

Eksempel = $(40000 \text{ m}^3 / (165 \text{ m}^3 + 40000 \text{ m}^3)) \times 100 = 99,6\%$

(2) Utskifting per dag i %:

Utskifting per dag = (Tilførsel av nytt vann per dag/totalt vannvolum i fisketank) x 100 Eksempel = $(3960 \text{ m}^3 / 20000 \text{ m}^3) \times 100 = 19,8 \%$

(3) Utskifting per dag per kg fôr:

Utskifting/kg fôr = Tilførsel av nytt vann per dag/daglig fôrforbruk
Eksempel = $3960 \text{ m}^3 / 10000 \text{ kg} = 396 \text{ liter/kg fôr}$

Angitte verdier i tabellene ovenfor er brukt som grunnlag for å dimensjonere volumbehov for fiskekaret og til å dimensjonere og konstruere RAS-anleggene. Beregninger for belastning i RAS-anleggene er basert på fiskefôr med standard proteininnhold ved de gitte størrelser, og en oppholdstid i fiskekaret på 30 - 45 minutter. Nitrat er endeproduktet i den biologiske nedbrytningen, og vil derfor akkumuleres i systemet. I et vanlig resirkuleringssystem må derfor en del av prosessvannet kontinuerlig byttes ut med nytt vann slik at nitratkonsentrasjonen ikke overstiger anbefalte nivåer. For å redusere behovet for nytt vann benyttes denitrifikasjon som et ekstra ledd i prosess-systemet for RAS 2 anlegg. Denitrifikasjonsleddet omdanner nitrat til nitrogengass som slik gjør at man unngår en opphopning av nitrat i driftsvannet. For ytterligere informasjon om driftsopplegg, produksjon og biosikkerhet henvises til Biosikkerhetsplan.

TABELL 3.3, VANNBEHOV DRIFT I NORMALÅR

Sted	Vann	RAS 2
Rekrutt	Sjøvann	10.8 m ³ /h
Matfisk	Sjøvann	21.6 m ³ /h

TABELL 3.4, PRODUKSJONSOPPLYSNINGER

Sted	Størrelse G	Varighet døgn	Temperatur C°	Enheter / Størrelse m ³	Antall pr. enhet	Tetthet Kg / m ³	Salinitet
Rekrutt	100 - 500	75	10-12	10000	1 200 000	60	35
Matfisk	500 - 5000	330	10-12	25000	1 150 000	75	35

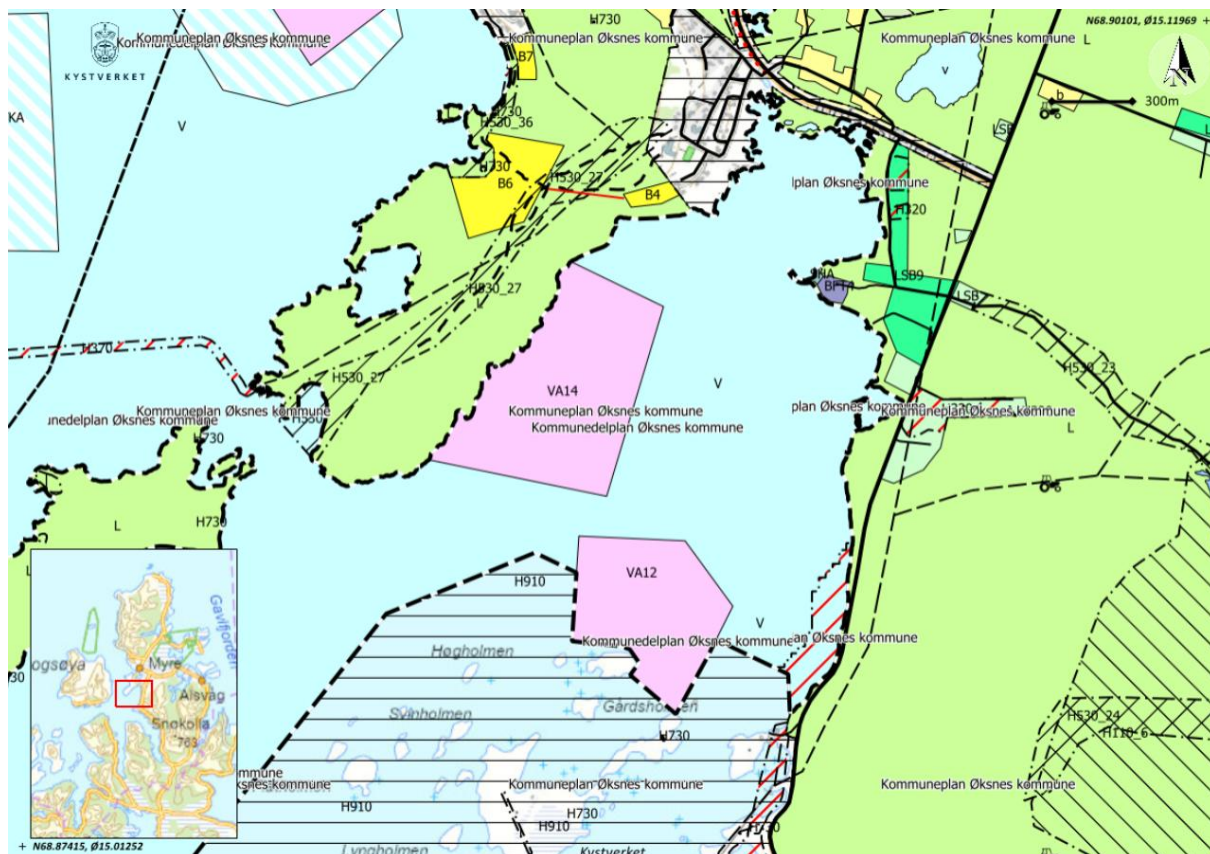
TABELL 1.5 GENERELLE KRITERIENE FOR OPPNÅELSE AV VANNKVALITET I RAS2-SYSTEMET.

O ₂	≥ 80 % metning	Ut fra kar
CO ₂	≤ 15 mg/l	Ut fra kar
TAN	≤ 2 mg/l	Ut fra kar
Nitritt-N	≤ 2 mg/l	I kar
Nitrat-N	≤ 70 mg/l	Ut fra kar
pH	7.5	Inn på kar

Alle krav til verdier nevnt ovenfor gjelder når anlegget driftes ved maksimal belastning. Vannkvalitets-parametere anses som maksimalverdier.

4 Plassering av anlegg – lokalitet

Produksjonssystemet søkes etablert på avsatt område, område VA14 i Øksnes kommune.



FIGUR 4.1 OVERSIKT OVER AVSATT AKVAKULTUROMRÅDER VA14 SOM DET SØKES OM

Det totale overflatearealet til produksjonssystemet er på under 30.000 m² og er i snitt under 1/3 av arealet til et gjennomsnittlig akvakulturanlegg i Norge, men med produksjonspotensial på 14-15.000 tonn. Dette er i snitt det 8 til 10 gjennomsnittlige

akvakulturanlegg med åpen-merd teknologi kan produsere samlet per år. Alle plattformer i produksjonssystemet vil ha samme renseteknologi som renser alt innløpsvann og avløpsvann slik at det ikke er mulig med utslipp eller inntak av parasitter, bakterier eller virus som er skadelig for fisk eller omgivelser.

5 Plattform for produksjon

Hver plattform består av to moduler, en produksjonstank og en vannbehandlingsflåte begge er flytende i sjø og omfatter: utstyr for renseanlegg for sjøvann inn, produksjonstank for fisk, vannrenseanlegg bestående av filter (RAS2), sumper, energirom, sluser, fôrlager, leveringskar for slaktefisk, slambehandling og dødfiskhåndtering, sluser, el.-anlegg og styrings og kontroll-anlegg samt administrasjons – og oppholdsrom.

Konstruksjonen er i størrelse ca. 100 x 60 meter tilpasset det aktuelle driftsopplegg mht. kar og installasjoner, krav til slambehandling og dødfiskhåndtering hygiene, kontroll og styring av miljøfaktorer.

Anlegget er modulbasert hvor hver flåtemodul består av en flyteenhet festet til havbunnen med et ben-arrangement.



BILDE 5.1 MULTIGEN AKVA ANLEGG BESTÅENDE AV EN REKRUTTPLATTFORM – OG TO MATFISKPLATTFORMER.

Materialbruk: Konstruksjonen er i stål.

Konstruksjonssystem: Tankmodulene er dobbeltvegget under havoverflaten med isolering mellom veggene. Det samme gjelder flåtemodulen og ventemodul.

Vannbehandlingsrom: Vannbehandlingen ligger i tilknytning til flåtemodulen.

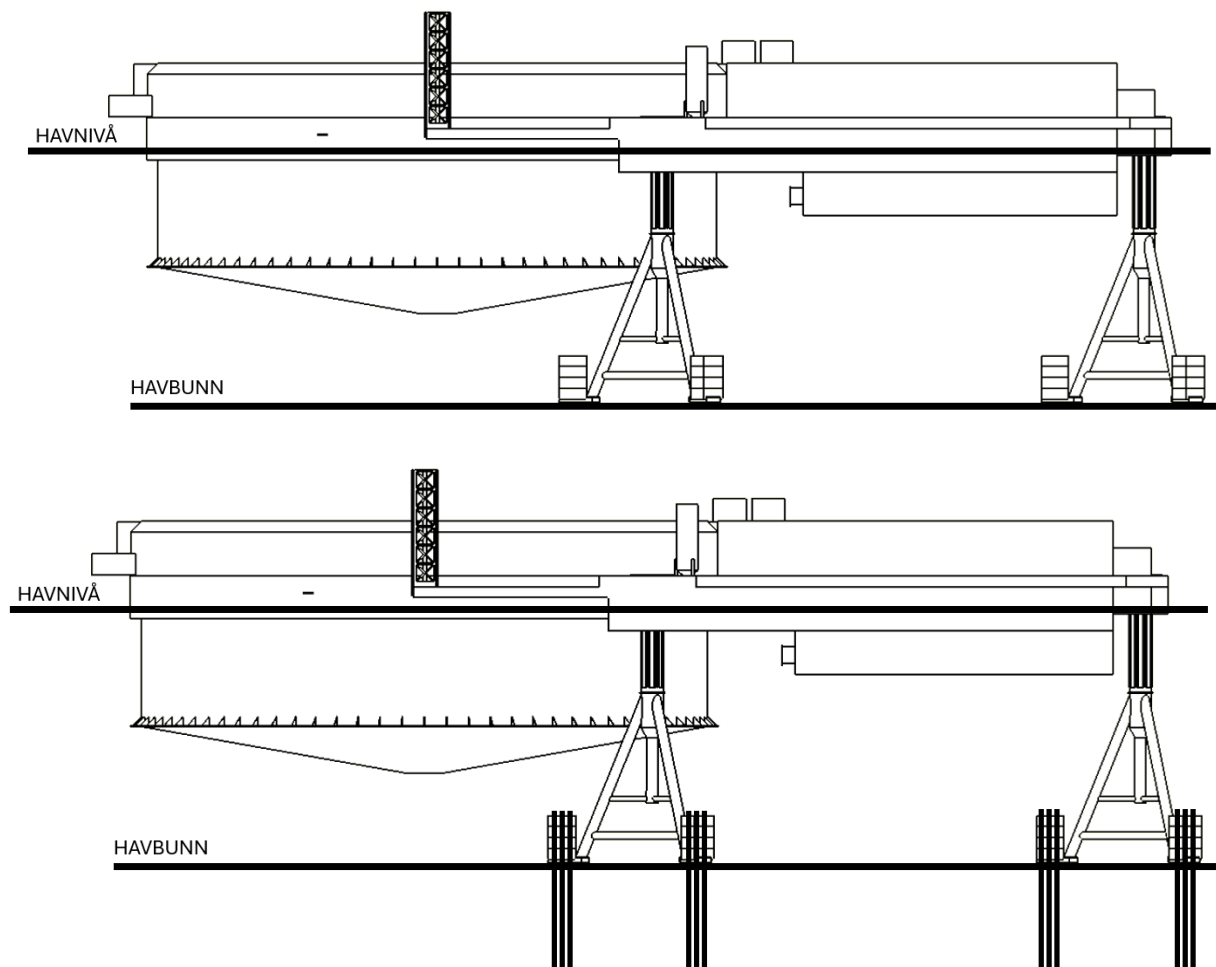
Fleksibilitet: Overbygg både på flåtemodul og tankmodul er isolert mot luftpåvirkning. Isoleringen vil kunne muliggjøre individuelt miljø- og klimastyring.

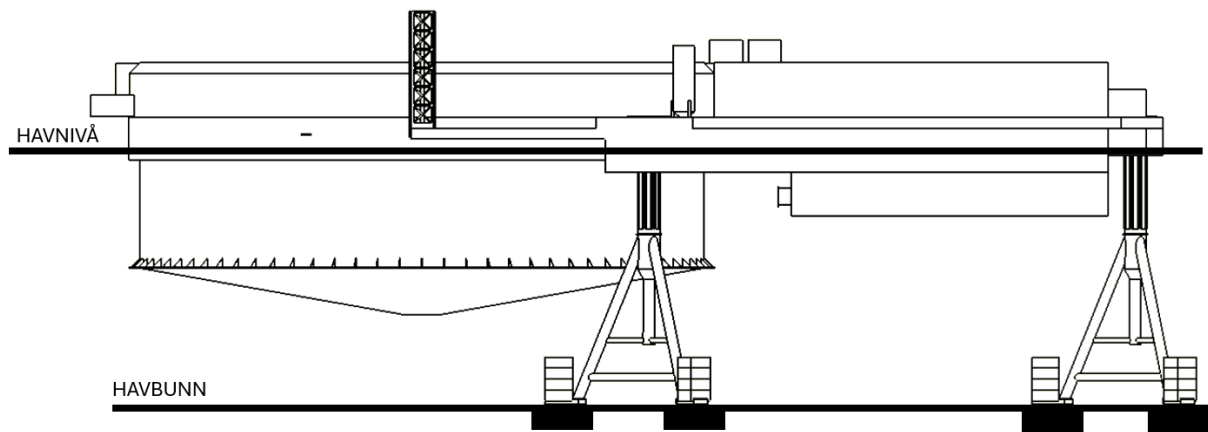
Lager - administrasjon/velferdsavdeling vil inneholde sluser, kontor, dusj/toaletter, velferdsrom/spiserom, vaskerom og hvilerom mm.

Fôrlageret er med konstruksjon som bygget for øvrig. Lagret deles av slik at kjemikalier og andre spesialstoffer oppbevares i lukket og låst rom. Fôr og utstyr lagres i separate rom.

Sorteringsrom, vaksineringsrom, laboratorier, pauserom og garderober inngår i eget servicebygg med sluser inn til vannrenseenhetene på en side og på den andre siden en sluse inn til tankmodulen. Servicebygget isoleres ekstra for å hindre lukt- og støy plager. Netto areal på denne del vil være ca. 1000 m² og med takhøyde på 2,7 m.

5.1 Innfesting til havbunn





Figur 5.2 PRINSIPPER FOR INNFESTING AV PLATTFORMER TIL HARBUNNEN - POSTSMOLT OG MATFISK.

Over vises tre ulike figurer av matfiskplattformen (5.1a, 5.1b, 5.1c) hvor hver av figurene viser nevnte plattform forbundet til havbunnen med ben som er en del av flytekonstruksjonen (flåten). Disse bena er i sin tur stift forbundet med en, eller flere bunnstrukturer som er festet til havbunnen. Ved normal drift vil anlegget kun bevege seg i vertikal retning og følge tidevannet og samtidig være låst i horisontalplanet. Da vil bena overføre krefter fra flåten til bunnstrukturen(e) via glidelager.

Avhengig av bunnforholdene vil valget av teknisk løsning på nevnte bunnstrukturer variere, og da typisk i enkleste form en betonglast-innfesting vist i figur 5.1a, eller en kombinasjons med betonglast og casing-løsning vist i figur 5.1b, eller en kombinasjon mellom betonglast og sugeanker vist i figur 5.1c.

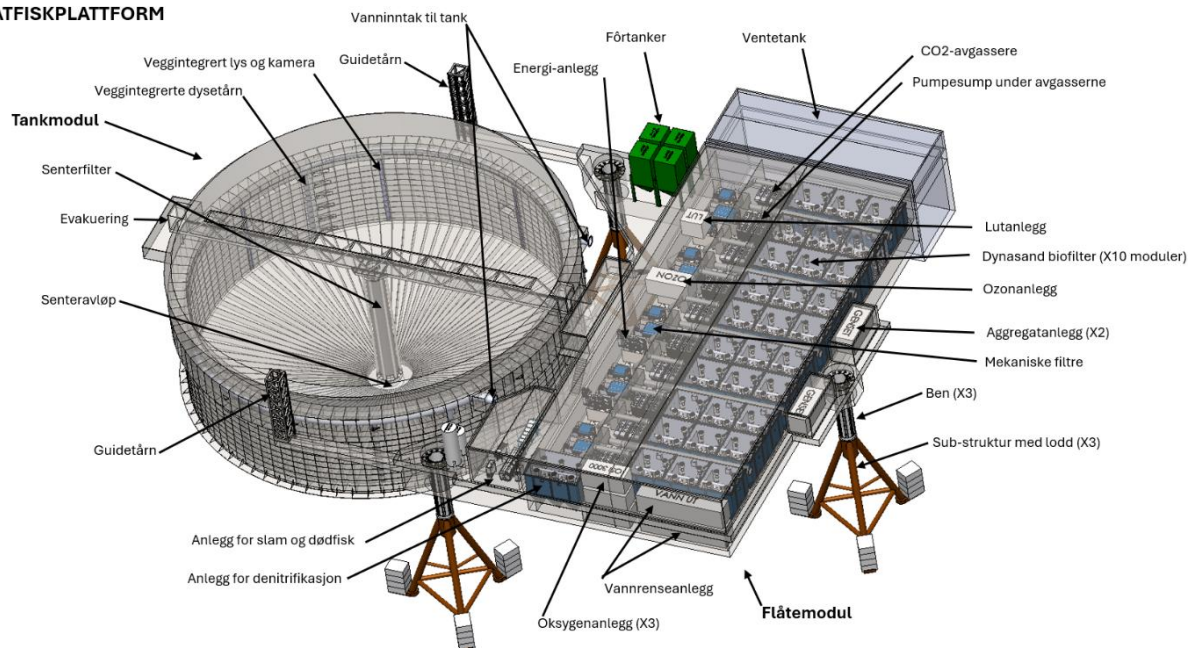
Der hvor bunnen består av bergmasse og gjerne skrånende bunn vil en casing-løsning være aktuelt og hvor man har en bløtere og flatere bunn vil en sugeanker-løsning kunne være å foretrekke. Eksempelvis sandbunn eller leirbunn.

Festeanordningen vil hovedsakelig kun ha utstrekning under flåten og benytte et lite og konsentrert område for å gi et så lite fotavtrykk som mulig på havbunnen.

Det er av stor betydning at uansett valg av løsning må det forhindres bevegelser av plattformen i horisontal retning for å unngå uønskede akselerasjoner i både tank og flåte (Se fig.6).

6 Matfiskplattform

MATFISKPLATTFORM



FIGUR 6.1, MATFISKPLATTFORMEN

6.1 Matfiskplattform

Matfiskplattformen består av tre moduler, en produksjonstank (tankmodul) med en indre diameter på ca. 50 meter og en tankdybde på ca. 15 meter. Her vil fisk på rundt 500 gram bli satt inn og produsert frem til matfiskstørrelse. En vannbehandlingsflåte (flåtemodul) som huser et RAS2-system bestående av vannbehandlingsutstyr og dødfisk-behandlingsutstyr som vist i figur.7. Der mottas og behandles vann som kommer fra tankmodulen og dødfisk kommende fra samme tankmodul. Sist en ventetank (ventemodul) hvor eksportklar fisk fastes før den sendes over i fartøy for videre transport.

Alle tre moduler kan fristilles fra hverandre og i tillegg kan både tankmodul og ventemodul trimmes relativt til hverandre og flåtemodulen for optimal fiskelogistikk og vannlogistikk mellom tankmodul og ventemodul, når dette er ønsket.

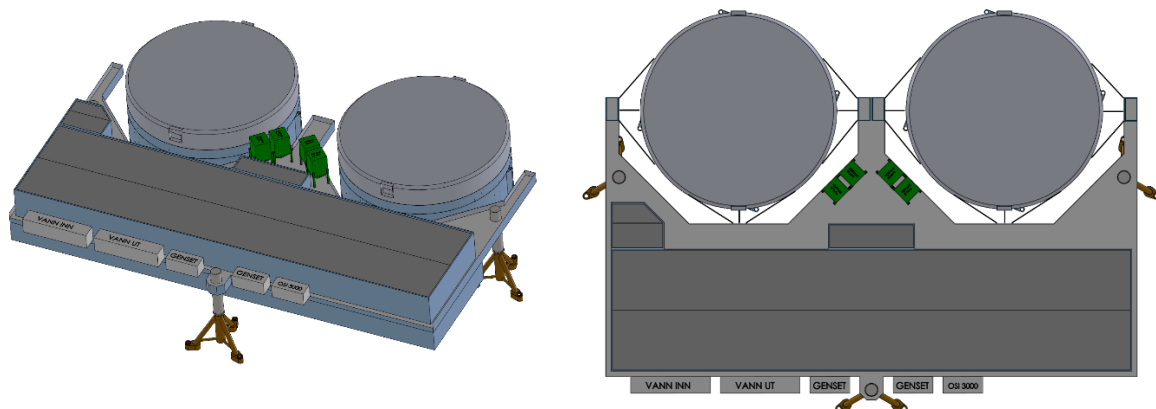
Innfestingen mellom flåtemodulen og tankmodulen er ved tre fleksible festepunkter som hver har tre strekk ut fra flåtemodulen, og dermed sikrer at det ikke er noen relativ bevegelse i planet mellom disse nevnte moduler. Tankmodulen vil ha frihet til å rulle i alle retninger, men er selvdempende og dermed vil det ikke overføres roterende krefter fra den ene modulen til den andre.

Den samme løsning for innfestning er valgt for innfesting mellom nevnte ventemodul og flåtemodul. Her er det festepunkter, en på nordsiden med tre strekk og en på sørsiden med tre strekk samt en på innsiden mellom modulene.

Matfisk

- Basert på RAS 2 teknologi
- Et kar har en indre diameter på ca. 50 meter og dybde på ca. 15 meter
- Kapasitet på over 1.000 fisk pr batch
- Volum på tank er 25 000 m³
- Dimensjonert med maksimal tetthet på ca. 75 kg/m³
- Første uttak på ca. 1 700 gram
- Størrelse ved siste slakt mellom 5000 og 9000 gram
- Produksjonstid ca. 330 dager

7 Rekruttplattformen



FIGUR 7.1, REKRUTTPLATTFORMEN.

Rekruttplattformen består av to produksjonstanker (tankmoduler), hver med en indre diameter på ca. 28 meter og en tankdybde på hver ca. 7 meter. Her vil rekrutfisk på 70 – 100 gram bli satt inn og produsert frem til 500 gram for overføring til matfiskplattformen.

Vannrensemodulen (Flåtemodulen) huser samme RAS2-system som den tidligere nevnte Flåtemodulen til Matfiskplattformen, men denne flåtemodulen huser 2 identiske og adskilte RAS2 -Systemer som mottar og behandler vann og dødfisk kommende fra hver sin tankmodul. Med dette sikrer man at det ikke kan kryss- kontamineres vann mellom disse to adskilte produksjonsmiljøene. En styrbord tankmodul og en babord tankmodul. Innfestingen mellom flåtemodulen og de to tankmodulene er identisk som på matfiskplattformen og vises på figur 6.

REKRUTTPLATTFORMEN

- Dimensjonert med maksimal tetthet på ca. 75 kg/m³
- Basert på RAS2-teknologi
- Kapasitet smolt pr. batch

- 2 kar pr. modul
- Volum pr. tank er 5000 m³
- Basert på produksjonsplan er maksimal tetthet ca. 60 kg/m³
- Størrelse ved overføring til matfiskplattform på 500 gram
- Produksjonstid ca. 75 dager

8 Prosessbeskrivelse – definisjoner og dimensjoneringskriterier

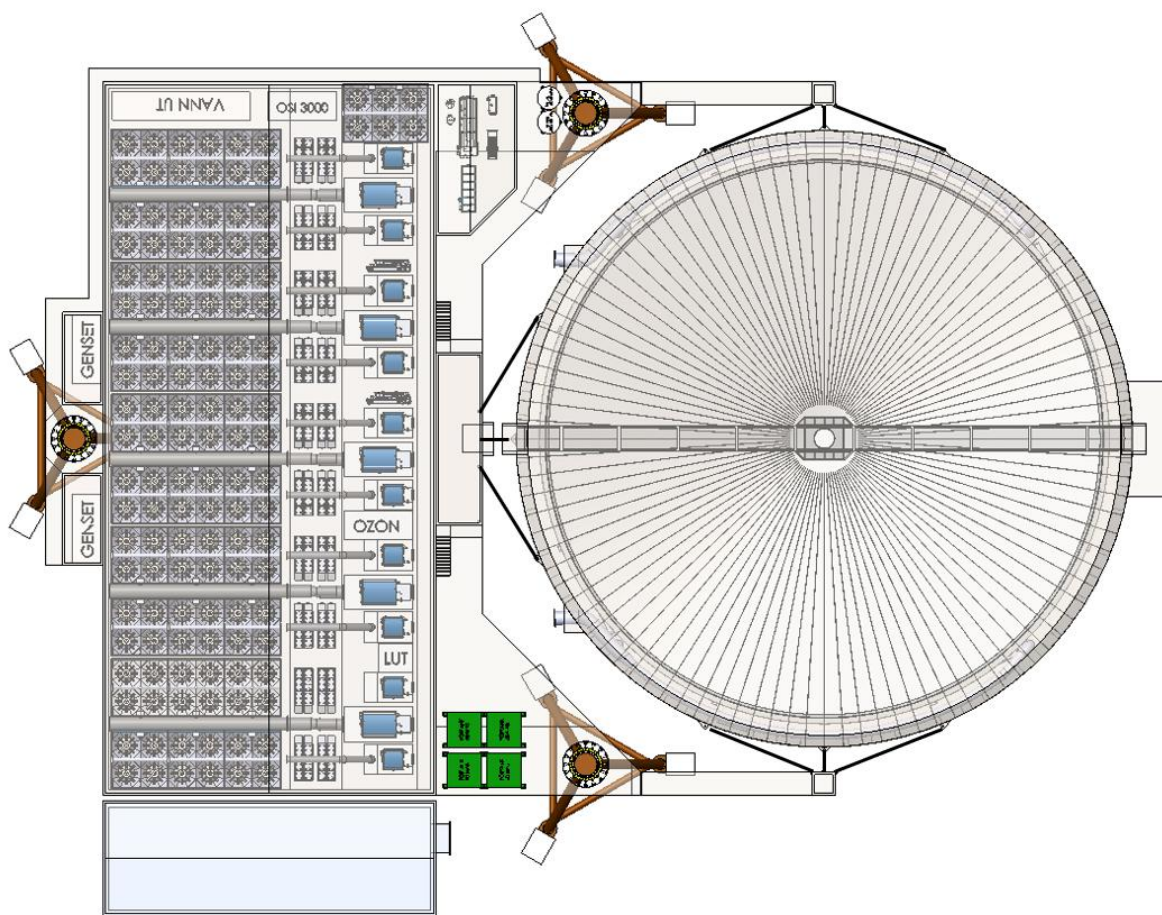
8.1 Prosessanlegget

I vannbehandlingen vil ca. 0,1 % av prosessvannet bli erstattet med nytt råvann for hver ny syklus. Teknologien har tatt utgangspunkt i at fiskens stoffskifte fører til at det utskilles CO₂ og ammonium NH₄⁺ til vannet i oppdrettskaret, samtidig som fôrspill og avføringen fra fisken skaper forurensing i tanken(e). Konsentrasjonene av disse avfallsstoffene vil i et resirkuleringssystem bli så høye at det vil oppstå forgiftning uten rensing. Figur 5 viser vannbehandlingssystemet og hvordan vannet skal renses for å gi et godt miljø til fisken ved å gjenbruke vannet.

Driftsplanen danner grunnlag for karvolum og størrelse på rensesystemene. Tabell 2 ,3,4 og 5 viser forutsetningene for dimensjonering av RAS –anlegget.

8.1.1 Oversikt vannets gang gjennom anlegget – renseprosess vann og slam

Fiskens stoffskifte fører til at det utskilles CO₂ og ammonium NH₄⁺ til vannet i oppdrettskaret, samtidig som fôrspill og avføringen fra fisken skaper forurensing i karet. Konsentrasjonene av disse avfallsstoffene vil i et resirkuleringssystem bli så høye at det vil oppstå forgiftning uten vannrensing. Oversiktsskjemaet nedenfor viser hvordan vannet renses for å gi et godt miljø til fisken ved å gjenbruke vannet.



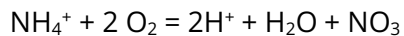
FIGUR 8.1. OVERSIKT MODUL MED- MED ILLUSTRASJON AV INNFESTINGEN MELLOM FLÅTEMODUL OG TANKMODUL.

Første renseprosess av vannet skjer i avløpet i bunnen av produksjonstanken hvor inntil 90 % av avføringen fra fisken og fôrspill tas ut. Dødfisken tas ut i egen transportkanal. Resten av det «brukte» vannet går fra fiskekaret til mekaniske filter (partikkelfjerning). Det blir benyttet skivefilter til denne mekaniske filtreringen. Ved normal drift vil alt vannet passere gjennom skivefiltrene og fjerne avføringen fra fisken, fôrspill og annet organisk materiale. De mekaniske filtrene er som standard utstyrt med filterduk hvor man kan velge mellom filteråpning på eksempelvis 40 eller 60 micron. Fjerning av organisk materiale ved hjelp av mekaniske filter reduserer belastningen på de biologiske filtrene. Slam fra de mekaniske filtrene blir ledet til eget slamanlegg for videre behandling.

Etter mekanisk filtrering blir vannet ledet til de biologiske filtrene for:

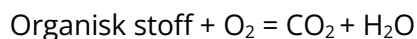
- Fjerning av ammonium ved nitrifikasjon (mikrobiologisk omsetning)
- Fjerning av nedbrytbart organisk stoff
- Opptil 60 % CO₂ reduksjon av vannet som tilbakeføres til tankmodulen

I et riktig dimensjonert biofilter vil det vokse en nitrifiserende biofilm på biofiltermediet. I denne biofilmen er det ulike typer bakterier som fjerner ammonium (NH₄⁺) fra vannet i en prosess som kalles nitrifikasjon som forenklet skrives på følgende måte:



Produktet fra nitrifikasjonsprosessen er nitrat (NO_3^-), som er ufarlig for fisken i de konsentrasjoner som oppnås i dette resirkuleringsanlegget. Nitrifikasjonsprosessen forbruker oksygen (O_2) samtidig som det produseres (H^+). Oksygenforbruket i biofilteret blir umiddelbart erstattet av oksygen fra lufta som bobler gjennom biofilteret, mens produsert syre fører til pH fall i vannet. I tillegg til de nitrifiserende bakterier vil det i biofilteret også være bakterier som bryter ned organisk stoff (heterofile bakterier).

Prosessen skrives forenklet:



Ligningen viser at organisk stoff omsettes til karbondioksid og vann ved forbruk av oksygen. Det betyr at nedbrytningen av organisk stoff bidrar til oksygenforbruket i biofilteret, samtidig som denne prosessen i tillegg produserer karbondioksid. Akkurat som for nitrifikasjonen vil oksygenforbruket umiddelbart bli erstattet av oksygen fra lufta.

Etter nitrifisering fjernes CO_2 fra vannet, vannet trykkeses samtidig som det tilsettes oksygen og det behandlede vannet pumpes tilbake til fiskekarene. Se kapittel 9 og 18 for ytterligere beskrivelse av RAS anlegg, slamrensing og utslipp.

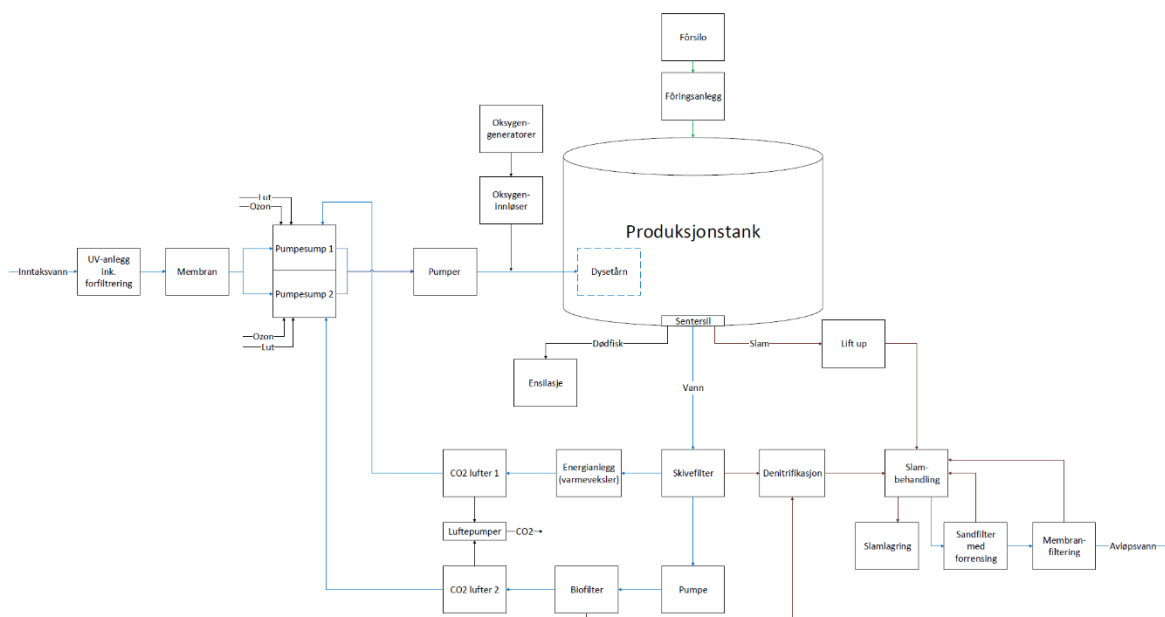
Vaskevannet fra skivefilter og biologisk filter gjennomgår denitrifikasjon i egne Dynasandfilter. Denitrifikasjon med Dynasand skjer ved at bakterier omdanner nitrat (NO_3^-) til nitrogen-gass (N_2) under oksygenfattige forhold. For å fremme denitrifikasjon tilsettes en karbonkilde som vil være enten metanol eller etanol. Nitrat fjernes effektivt fra vannet når filtrene opererer i en anoksisk (oksygenfri) sone. Dette bidrar til å redusere nitrogenbelastningen i systemet og forbedre vannkvaliteten.

9 Planlagt prosessanlegg – beskrivelse av utstyr

Et RAS2 system muliggjør en stor produksjon basert på bruk av relativt lite vann. Det at en bruker lite nytt vann og skiller ut like lite brukt vann gjør at det åpner seg for helt nye metoder for å rense, desinfisere og sterilisere både inntaksvann og avløpsvann. Samlet vannforbruk av sjøvann ved full produksjon i en matfiskplattform er beregnet til ca. 360 l/min eller ca. 21.600 l/time.

Anlegget er integrert i flåten og består av ulike filtreringsenheter plassert i flere separate rom som sikrer riktig rensegrad og integritet internt mellom enhetene. Det vil være spesielt viktig å sikre kontroll av vannmassene som går gjennom anlegget til enhver tid og samtidig kunne stenge av vannstrømmen og sikre at ingen av de operative rom blir overflødd.

9.1 Prosess-systemoversikt



FIGUR 9.1. PRINSIPPSKISSE PROSESSANLEGG.

Skissen viser produksjonstanken og flyt av vann, slam og dødfisk i anlegget. I det følgende beskrives anleggets hovedbestanddeler og funksjoner.

9.2 Inntaksvann sjø

Sjøvannsinntaket består av en felles vannledning som forsyner hele produksjonssystemet og etableres i riktig dybde for å sikre renest mulig vann og hindre unødvendig mye forfiltrering av inntaksvannet.

9.2.1 Rensing av sjøvannsinntak

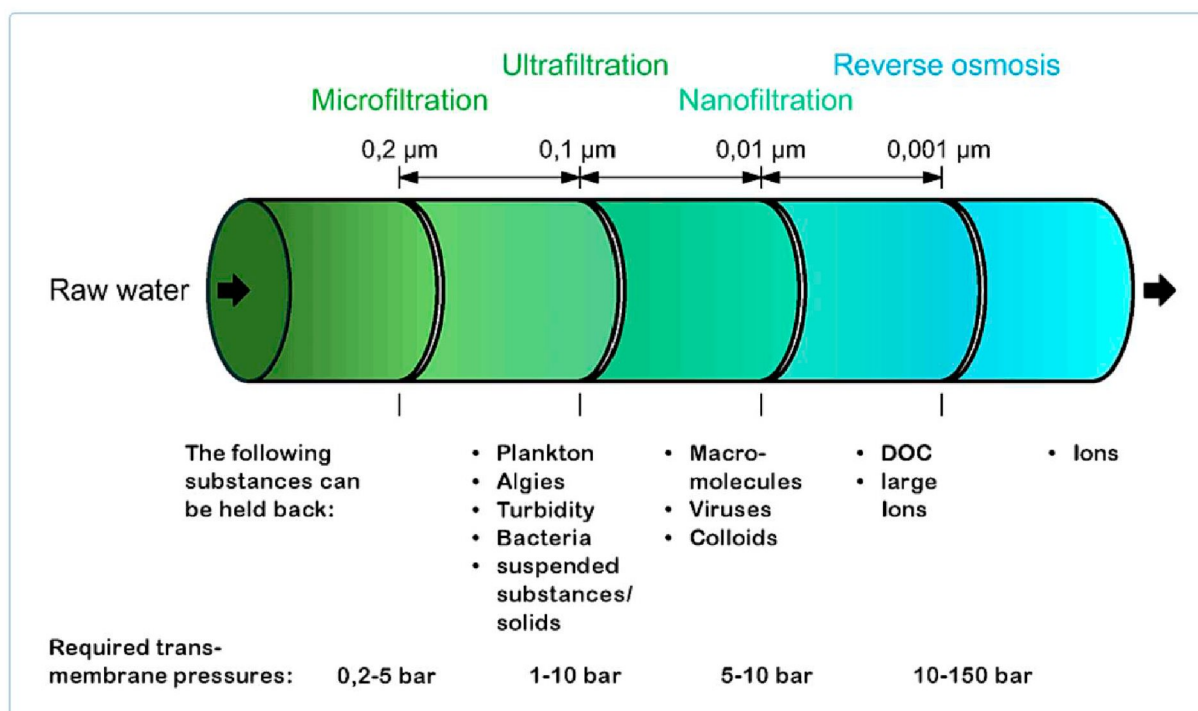
Det vil bli benyttet ulike desinfeksjonsmetoder i kombinasjon, inkludert membranfiltreringsteknologi for å sikre kvaliteten på det sjøvannet som skal tas inn i produksjonen. Det vil bli etablert enheter for membranfiltrering som totalt har en kapasitet på inntil 50 000 liter/ time. Rensesystemet har overkapasitet med døgntkontinuerlig vannleveranse og med tanke på redundans. Se vedlegg, Biosikkerhetsplan.

En matfiskplattform har et vannbehov ved full produksjon på 360l/min eller 21 600l/time. Det er planlagt et plassbygget membranfiltreringsanlegg med en kapasitet på 50 000l/time som klarer denne kapasiteten med flux 40. Dette er et 3-delt anlegg hvor 33 % av anlegget til enhver tid skal stå å vaske mens de øvrige 66% dekker driftsvannsbehovet med god margin. For de øvrige plattformtypene er kapasiteten til membranfiltreringsenhetene dekket i samme forholdsgrad.

De membranfiltrene som skal benyttes vil ha en porestørrelse på 0,02 mikrometer. Denne porestørrelsen innebærer at selv de minste av de kjente virusene som kan representere en

risiko for sykdomsutbrudd i akvakulturanlegg, IPN -og PRV-viruset, blir fanget opp i filtrerne. Fjerning av agens ved membranfiltrering av sjøvann gir en meget høy grad av biosikkerhet, men vil ikke være eneste rensetrinn på inntaksvannet. Inntaksvannet vil etter membranfiltreringen blir UV behandlet med Trippel UV (50 mJ/cm²), to seriekobles og den tredje er i back-up for å sikre at alt inntaksvann og avløpsvann er renset.

Produksjonssystemer som gir muligheten for bruk av svært lite nytt vann åpner for bruk av nye måter og filtrere nytt tilført vann på som i vanlige resirkuleringsanlegg og gjennomstrømningsanlegg vil være helt umulig, på bakgrunn av den store vannmengden som må filtreres per tidsenhet. Denne typen for finfiltrering kan i utgangspunktet sammenlignes med en desinfeksjon eller en sterilisering, da den kan fjerner både parasitter, bakterier, virus og andre mikroorganismer som kan føre til sykdom hos laks.

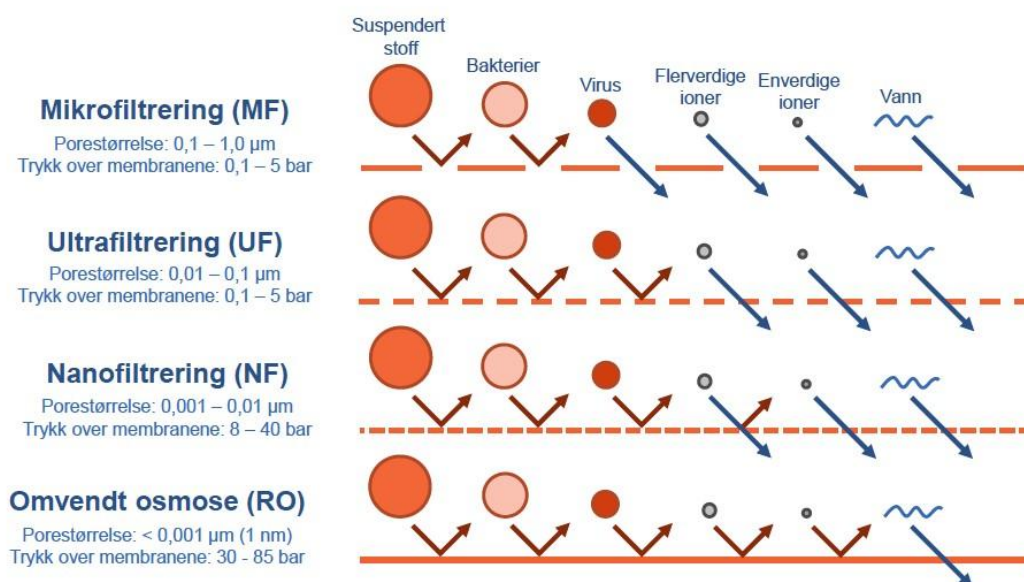


FIGUR 9.2 SKISSE OVER HVILKE TYPER MIKROORGANISMER ELLER MOLEKYLER SOM FJERNES VED DE ULIKE FILTRERINGSNIVÅENE.

KILDE: AKVAFRESH AS.

Ved ultrafiltrering brukes tette diffusjonsåpne membraner. I disse prosessene utføres separasjonsprosessen ved diffusjon gjennom membranen. Drivkraften i alle tilfeller er differansetrykket og det behøves et differensialtrykk på opptil 2 bar for mikro- og ultrafiltrering. En membran er et materiale som slipper noe gjennom og holder noe annet tilbake – en selektiv barriere. En gitt membran er en barriere for komponenter av en viss størrelse eller med visse kjemiske egenskaper. I membranfiltrering av vann brukes trykk for å få renset vann gjennom membranen, mens uønskede komponenter

holdes tilbake. Membraner for filtrering av vann kan karakteriseres ved porestørrelse. Porestørrelsen avgjør hvilke komponenter som holdes tilbake som vist i figur 10. Ønsket vannkvalitet for inntaks- eller avløpsvannet bestemmer hvilken filtreringsprosess som kan benyttes.



FIGUR 9.3 OVERSIKT OVER NIVÅENE AV MEMBRANFILTRERING. KILDE: AKVAFRESH AS.

Hovedkomponentene i membranfiltreringsanleggene er forfiltrering/forbehandling, pumpe(r) og membranmoduler med totalareal basert på ønsket vannkapasitet. Vannkapasitet er den største begrensende faktoren knyttet til denne formen for desinfeksjon. Med bruk RAS 2 teknologien er vannmengden så liten at membranfiltreringen kan gjennomføres både i praksis og ut fra et økonomisk perspektiv.

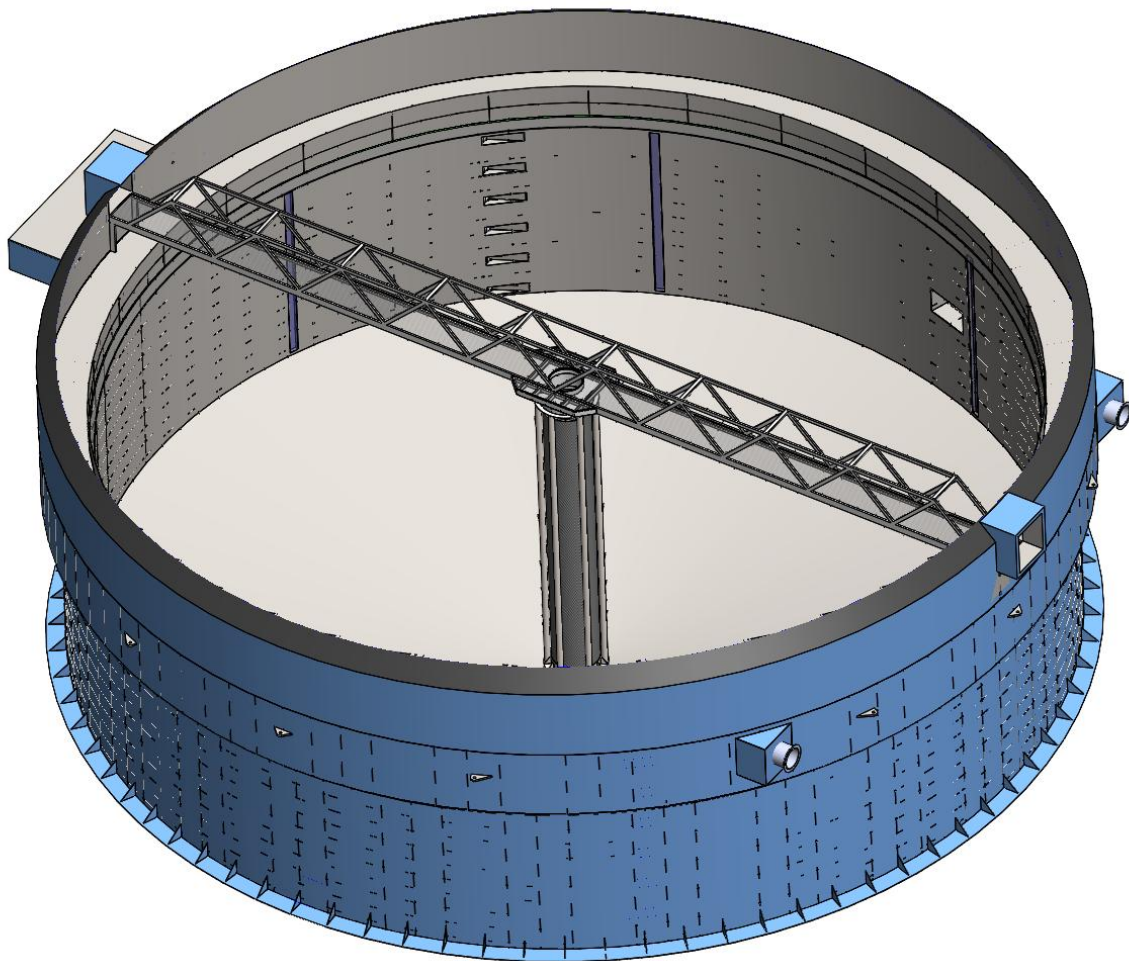
Oversikt over noen av de parasittene, bakteriene og virusene som fjernes ved en ultrafiltrering:

- Lakselus (*Lepeophtherius salmonis salmonis*) 540–850 opp til 5000–10.000 μm
- Gyrodactylus salaris 500 μm
- Paramoeba perurans (AGD) 20–30 μm
- Ichthyobodo sp. (Costia) 7 μm
- Aeromonas salmonicida 0,5–6 μm
- Branchiomonas cysticola (Epiteliocystis)
- Yersinia ruckeri (Yersiniose) 1–3 μm
- Moritella viscosa (Vintersår) 0,5–2,5 μm
- SGP-virus (Laksepox) 0,3 μm
- ILA-virus 0,09–0,13 μm
- PRV-virus (HSMB) 0,07 μm
- PMCV-virus (CMS) 0,05 μm

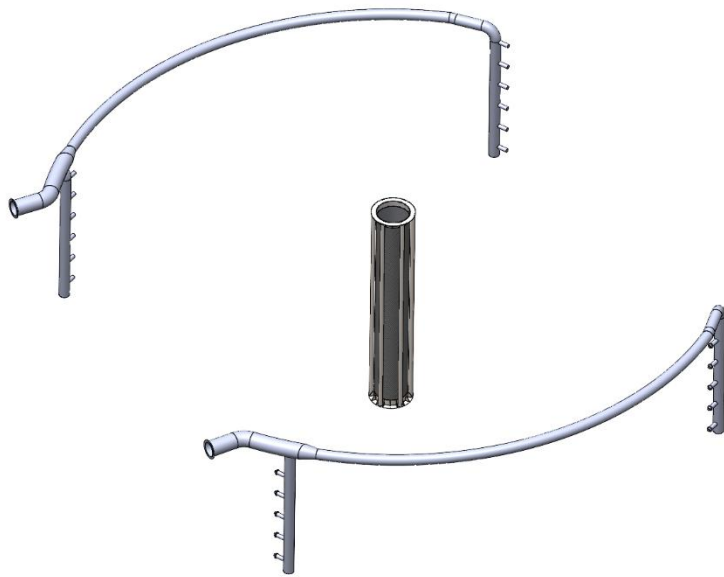
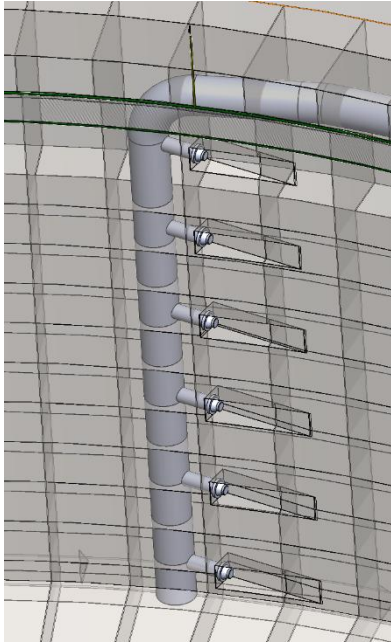
- IPN-virus 0,06 μm

9.3 Produksjonstanken

Behandlet sjøvann og resirkulert vann tilsettes produksjonstanken med integrerte dyser som skaper en ønsket vannstrøm. Fiskens velferdsmessige krav til et godt miljø i tanken er avhengig av tankens hydrauliske kapasitet, som er et mål på tankens selvrensingsevne, dvs. at avfall som samles på bunnen går i avløp. Hydraulisk kapasitet i tanken er en funksjon av mengde fisk, tankens volum samt mengde nytt vann som tilsettes. Samtidig vil man ved resirkulering der mengde nytt vann utgjør kun 0,1 % måtte sørge for tekniske innretninger som skaper en tilsvarende god internsirkulasjon i karene som i et gjennomstrømningsanlegg. Ved etablering av systemer for intern sirkulasjon av vannet og utlufting av CO_2 vil vannet som tas ut fra tanken for utlufting av CO_2 bli tilbakeført etter lufting. Med rett vinkel på tilførselsrørene for nytt vann og det luftede vannet, vil en få en betydelig sirkulerende hastighet på, slik at det ikke samles opp skitt og avfall i bunnen.

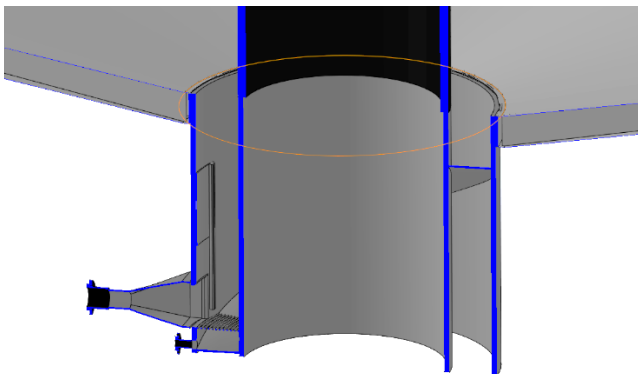


FIGUR 9.4 TANKMODUL MED SENTERAVLØP, VANNTILFØRSEL, LYS OG KAMERA I TANKVEGG, GANGBRO.



FIGURER 9.5. PRINSIPPSKISSE VANNTILFØRSEL OG AVLØP I TANKBUNN.

Produksjonsvannet til fiskekarene tilføres med rør med ventil / dyser som regulerer vanntilførselen og lager strøm i karet.



FIGUR 9.6 PRINSIPP FOR TANKAVLØP UNDER TANKBUNNEN. KILDE FRAMO AS.

Dødfiskfelle og slamfelle plasseres under tankbunnen. Den er utformet som en trakt rundt senteravløpet. Nederst i fella blir slam og fisk separert hvor fisken blir liggende igjen og slam fortsetter til et kammer under. Dødfisk blir fjernet via et trompetformet innsug med diameter på 225 mm. Vannstrømmen i dette røret er estimert til 10 m³/t.

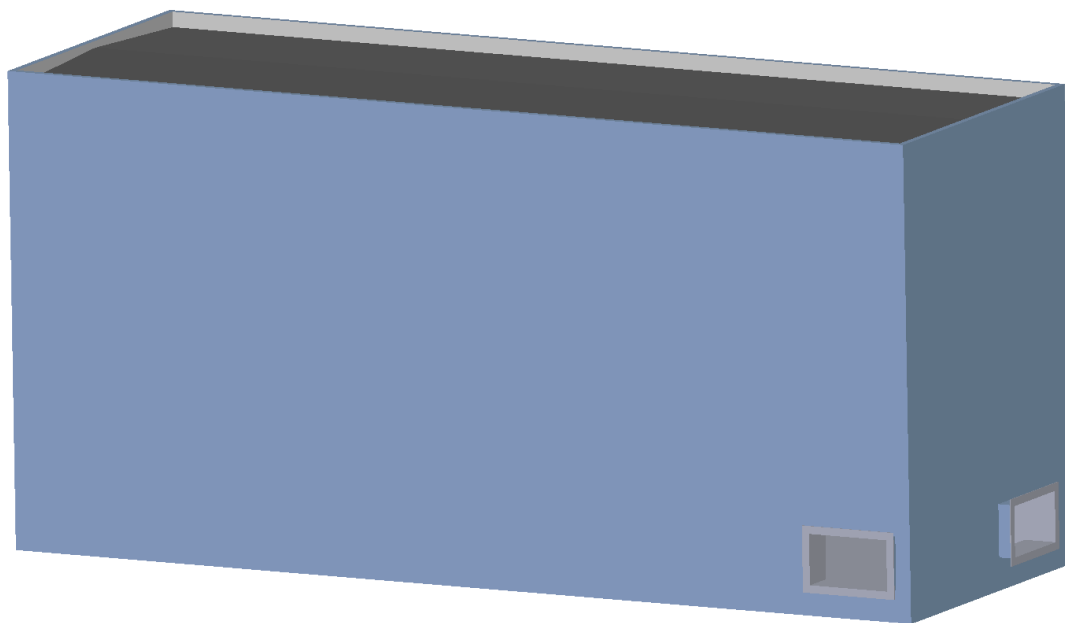
Slam blir fjernet fra et kammer nederst i fella via et 110mm rør. Slammet blir pumpet ut fra dette, antatt vannstrøm i dette røret er 20 m³/t. Slam- og dødfisk fella styres med PLS.

Produksjonstanken er designet i henhold til NS9416 utstyrt med følgende overvåkning og instrumenter:

- Oksygensensor
- Nivåtransmitter
- CO_2 - måler
- H_2S - indikator
- Temperaturmålere

Hovedrørsystemet er installert for å resirkulere vannet mellom tankmodulen(e) og vannbehandlingssystemet i hver plattform. Graden av resirkulering i RAS2-systemet er normalt mellom 30 og 45 min.

9.4 Ventetank – leveringstank



FIGUR 9.7 VENTETANKMODUL I TILKNYTNING TIL MATFISKPLATTFORMEN

9.4.1 Ventetank

- Indre tankmål er 9 meter x 28 meter og dybde på 8 meter
- Kapasitet 100-150 tonn pr batch
- Volum på tank er 2 000 m³
- To rektangulære porter, en for fisk kommende fra tankmodulen og en for eksport/båt

Ventetanken er utrustet med to rektangulære ventiler med porter som stenges i vertikalretning. Ventilsystemet er integrert i nedre del av ventetanken hvor en er i forkant på kortsiden hvor en tar imot fisk fra produksjonstanken. Et ventilsystem for eksport er også plassert i nedre del av ventetanken, men her på ytre langside for mest mulig optimal trenging av fisk.

Ventilene er videre utrustet med flenser for kobling mot fleksible slanger identisk i utforming som de nevnte rektangulære ventilene.

9.5 Mekanisk filter

Fra avløpet i tankmodulen flyter vannet ved hjelp av tyngdekraften til et mekanisk filter hvor partikler over 60 µm filtreres fra hovedstrømmen.

9.5.1 Mekanisk partikkelseparasjon

Skivefiltrene som benyttes utgjør den mekaniske renseprosessen i RAS2- systemet, og er første rensetrinn etter at vannet forlater tankmodulen.



FIGUR 9.8 SKIVEFILTER I SERIE OG SKISSE RENSEPRINSIPP. KILDE NP INNOVATION

1. Innløpsvann
2. Filtrering ved gravitasjon gjennom filterduk
3. Trommelrotasjon
4. Tilbakespyling
5. Slamutløp

Vannet renner inn i trommelen fra forkant av filteret, og filtreres ut gjennom filterduken. Partikler større enn åpningen i filterduken holdes tilbake i filteret og forlater prosessen i en intern spyleprosess via rør til eget avløp.

Ved normal drift vil alt vannet passere gjennom skivefiltrene og fjerne avføring fra fisken, fôrspill og annet organisk materiale. De mekaniske filtrene er som standard utstyrt med filterduk på 60 micron.

- Belastningen på de mekaniske filtrene blir kontrollert ved hjelp av to nivåsensorer som overvåker vannivået før og etter filtrering. Når filteret begynner å bli belastet vil vannivået stige i forkant av filteret
- Når vannivået i forkant av filteret stiger vil spylepumpen starte spyling av filterduken med dyser som spyle det organiske materialet av duken og til en oppsamlingsrenne. Avhengig av design kan spylevannet enten være nytt vann eller filtrert vann hentet fra hovedstrømmen som går tilbake til fiskekarene.
- For å hindre partikler fra å tette spyledysene er det plassert et filter på inntaket til spylepumpene. Filtrene styres via driftskontrollen. Dersom vannstanden i skivefilteret blir for høy, vil vannet gå i overløp via eget arrangement til pumpesumpen.

Det sentrale spylesystemet overvåkes av driftskontrollen (SCADA).

Instrumenter tilknyttet skivefilter og spylesystem:

- Nivåstav ved innløp til filter
- Trykksensor ved pumpene for spylevann
- Dersom et filter går tett vil trykket falle og en trykkmåler vil sende et signal til SCADA-systemet som vil sende ut en alarm. Filteret vil da bli isolert fra vannstrømmen og stanse. Deretter må det renses eller byttes.

Slam fra de mekaniske filtrene blir ført til slamanlegget for videre behandling og lagring i egne tanker.

9.6 Biofilter – nitrifikasjon

Fjerning av organisk materiale ved hjelp av mekaniske filter reduserer belastningen på de biologiske filtrene. Etter mekanisk filtrering blir vannet ført til de biologiske filtrene.

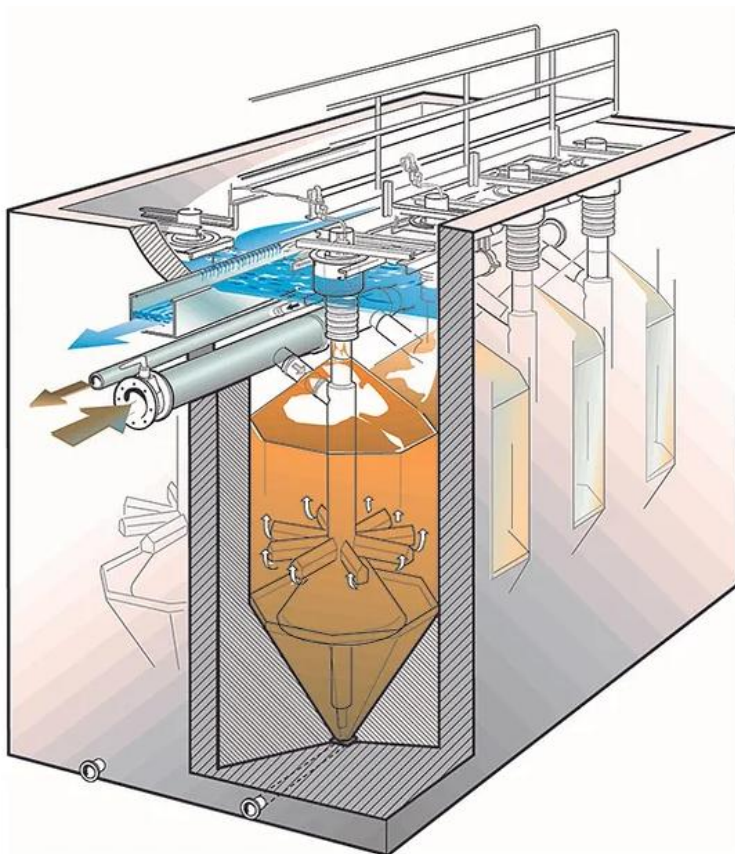
9.6.1 Biologisk filtrering med sand som filtermedie og biomedie i RAS2-systemet

Biologiske filtre kan oppdeles i aerobe filtre hvor det er oksygen til stede og i anaerobe filtre hvor den biologiske rensning foregår under oksygenfattige forhold.

Små partikler som ikke blir fjernet i de mekaniske filtrene vil sammen med oppløste komponenter som fosfat og nitrogen, sistnevnte i form av ammonium utskilt fra gjellene til fisken vil her filtreres og utskilles. Ammonium er skadelig for fisk og må omdannes til den mer ufarlige komponenten nitrat. I biofilteret vil nitrifiserende bakterier omdanne ammonium først til nitritt og deretter til nitrat. Biofilterdesignet vil også medføre en mekanisk fjerning av mindre organiske partikler.



FIGUR 9.9 PRINSIPPSKISSE SANDFILTER



FIGUR 9.10 SANDFILTER I BETONG KAMMER

Når avløpsvann trykkes gjennom et porøst medium som sand, vil det feste seg et tynt lag med bakterier til overflaten. Dette bakterielaget kalles biofilm. Bakteriene i biofilmen bidrar til å bryte ned (mineralisere) stoffer i avløpsvannet. Effektiviteten til de biokjemiske prosessene i biofilmen avhenger av mange forhold, men temperatur og biofilmareal per volumenhet rensemedium er viktig. Sand har en stor overflate sammenlignet med rensemedier som brukes i konvensjonelle RAS-anlegg. For eksempel vil 1 m^3 sand med en kornstørrelse på 1 mm ha et overflateareal som overstiger $5000 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Vanlige medier som brukes i biofilter har et overflateareal som sjelden overstiger $800 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Driftstemperaturen i anlegget skal ligge på ca. $10\text{--}12$ grader. Dette er et velegnet temperaturområde for nitrifikasjonsprosessen.

Vannet kommende fra de mekaniske filtrene blir ledet til bunnen i det nitrifiserende biofilter-arrangementet og føres deretter opp gjennom sanden basert på trykkdifferansen og opp til toppen av biofilter for så å føres via egne rør til CO_2 -filtrene. Biofilter-arrangementet er fylt med biomedie (sand) med en stor overflate for å oppnå en stor overflate med bakterievekst. For å tilføre oksygen til bakteriene i biofilteret omfatter filteret også et system for innblåsing av luft som fordeler luft jevnt over hele biofilterkammeret, i tillegg til å føre skitten sand fra bunnen av filteret og opp for å bli vasket. Vaskevannet som er en liten del av det rene vannet som er gjennomgått filtrering føres ut av filtret gjennom et eget rørarrangement og til en

andre filtrering (denitrifikasjon) og videre behandling og lagring sammen med spylevannet fra de mekaniske filterne som tidligere nevnt.

Fordeler ved bruk av sand i biofilteret:

1. Sand er naturlig og miljøvennlig og medfører ingen forurensingsrisiko.
2. Sand er tilgjengelig i alle størrelser. Mest aktuelt i RAS-systemer er 1,2 - 3 millimeter størrelse. Dette gir en stor overflate per sandvolum (m^2/m^3).
3. Sand i denne størrelsen vil også ha en svært god mekanisk filteregenskap. Sanden vil fysisk holde tilbake partikler helt ned til 1 Micron. Filtreringsgraden sammenfaller med størrelse og gradering, samt vannhastighet.
4. Elektriske egenskaper: Kwartssand har en svak positiv ladning. Denne ladningen bidrar til å nøytralisere såkalte kolloide partikler slik at de lettere flokkulerer til større partikler som fanges opp og holdes tilbake i sandfilteret.
5. Overflaten vil bli kolonisert av bakterier og vil derfor bli et svært effektivt biofilter. I biofilteret vil det vokse både heterotrofe bakterier som bryter ned organisk materiale og autotrofe bakterier som oksyderer tan til nitrat (nitrifikasjon). Prosessen starter spontant når det er tilgang på organisk materiale, TAN (Total Ammonium Nitrogen) og O_2 .
6. Sandfilter binder noe fosfor.
7. Sand kan også brukes som anaerob filter. Ved å tilsette karbon i biofiltrene vil da kunne redusere Nitrat til N_2 (denitrifikasjon). I et sånt oppsett vil det også være svært effektivt for fosfor fjerning.

9.7 CO_2 – filtrering - pH kontroll

CO_2 -avgasserne er plassert etter biofiltrene. Her blir vannet som kommer fra biofiltrene sammen med overløpsvann filtrert for CO_2 ved hjelp av granulater som er fylt i flere vertikalrettede profiler.



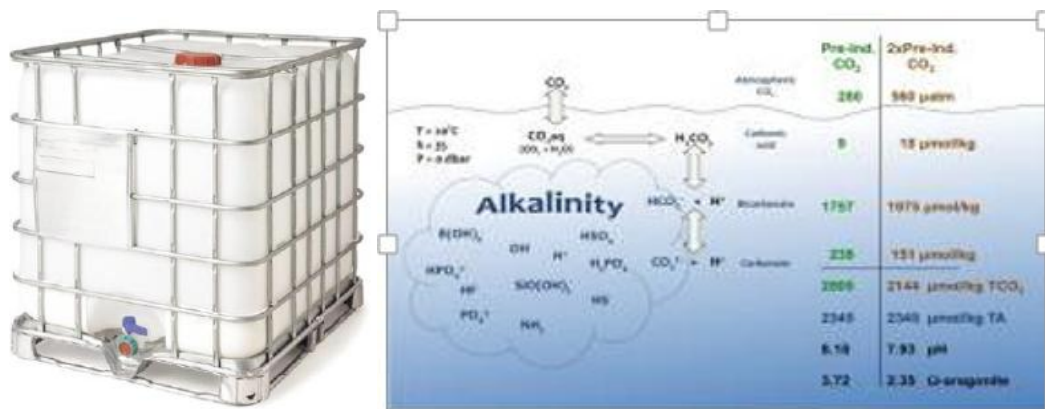
BILDER 9.11 OG 9.12, CO₂ -AVGASSER FOR RAS ANLEGG. KILDE NP INNOVATION.

CO₂-lufteren består av flere mindre filtermoduler som er montert sammen. Antall moduler avhenger av modelltypen. Disse modulene har en kapasitet på inntil 800 l/min ferskvann, mens i sjøvann minimum 400 l/min hver, noe som også er den optimale strømmingen for best effektivitet. Det er planlagt å benytte produktet SQ36 fra NP Innovation AB, hvor hver enhet består av 36 av nevnte moduler. Disse har man totalt 40 av i matfiskplattformen som gir en samlet filtreringskapasitet på 576 000 l/min, eller 34 560 m³/timen.

Sylindrene er lette og kan enkelt nås og fjernes for hånd og overføres til en badeløsning for desinfeksjon. CO₂ -lufteren er omsluttet av FRP-vegger og utstyrt med luftuttak koblet til en avtrekksvifte. CO₂-lufter er en lufter av kaskadetype med selvrensende effekt. Vann- og luftstrømningsretningene er samtidige. Fyllmediet er laget av horisontale lag av PP-paneler, hver med mange små kanaler for det fallende vannet å passere gjennom. Vannet fører med luften nedover, og med intens turbulens skilles CO₂ ut til luften.

I tillegg i prosessen kan det brukes lut (NaOH) til pH og alkalitetskontroll. Det vil kunne være behov for dosering av kalk (CaCO₃) i forbindelse med oppstart av anlegget eller i perioder med lav belastning.

Doseringen gjøres via doseringspumper og tilsettes direkte i CO₂-luftekanalene. Dette sikrer god innblanding.



BILDER 9.13 OG 9.14, EN IBC CONTAINER MED LUT OG DIAGRAM AV KJEMISK PROSESS VED TILSETNING AV LUT OG KALK.

Når NaOH doseres, vil likevekten mellom CO₂ og CO₃ (alkalitet) forskyves ved at CO₂ omdannes til CO₃. Alkalitet (bufferevne) er svært viktig for den biologiske renseprosessen skal fungere tilfredsstillende. De nitrifiserende bakteriene er avhengige av alkalitet som karbonkilde for organisk vekst. Om alkaliteten blir for lav vil nitrifikasjonen hemmes, eventuelt opphøre. I tillegg til å tilføre alkalitet, sørger luten for at pH øker. Alkaliteten i prosessvannet skal til enhver tid holdes over 40 mg/l CaCO₃.

Hvert av RAS-systemene utstyres med to stk. doseringspumper. Det leveres 2 pumper til hver for å ha redundans. Pumpene plasseres i nærheten av lut-tanken i eget kjemikalierom i flåtemodulen.

Doseringspumpene styres av driftskontrollen og benytter informasjon fra pH-sensorene i pumpesumpene. Ved lav pH-verdi i vannet, doseres lut inn slik at pH-verdien stiger. Doseringsmengde og settpunktverdier defineres i driftskontrollen. Doseringsmengden kan også styres manuelt via operatørpanelet på doseringspumpen. Instrumenter i tilknytning til lut dosering:

- 2 x pH sensor i pumpesump
- Lavnivå-sensor i IBC container eller lut tank

9.8 Sirkulasjonspumper

Vannet pumpes fra pumpesump tilbake til fiskekarene. Distribusjonen av vann til karet skjer ved to adskilte vannføringer, en på styrbord side og en på babord side. Hver tilkoblet to vertikallrettede inntakstårn hver med flere justerbare dyser som tidligere vist i figur 11. Pumpene som er valgt er av typen Framo SR600 som hver av seg kan levere en kapasitet på minst 2700 m³/time i forhold til vårt behov på maksimum forventet løftehøyde på 5 meter.



BILER 9.15: FRAMO-PUMPE SR600. KILDE: FRAMO AS.

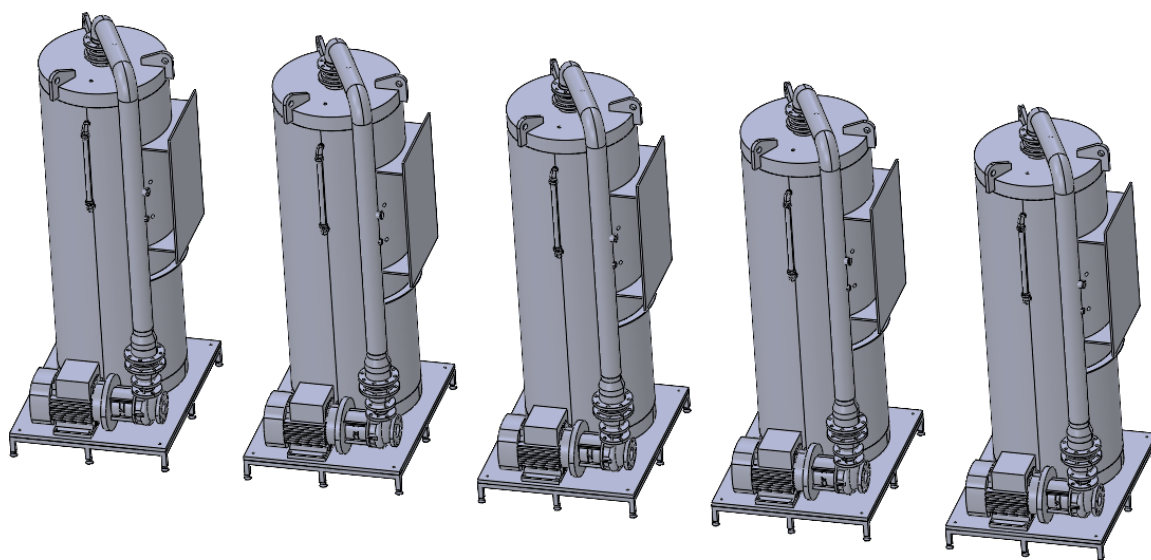
For å opprettholde nødvendig sirkulasjonsmengde ved service og vedlikehold på en pumpe, installeres sirkulasjonspumpene med redundans slik at vi til enhver tid har full kapasitet ved normal drift og i henhold til de planlagte servicerutiner.

For hver sirkulasjonspumpe er det montert tilbakeslagsventiler som hindrer at vann tilbakeføres til vannrensemodulen.

Sirkulasjonspumpene styres via driftskontrollen og frekvensomformere. Hastigheten settes manuelt, men ved lav vannstand i pumpeumpen reduseres hastigheten. Ved svært lavt nivå stopper pumpen for å unngå tørrkjøring. Grenseverdiene for styring er definert i driftskontrollen og PLS.

9.9 Oksygenering

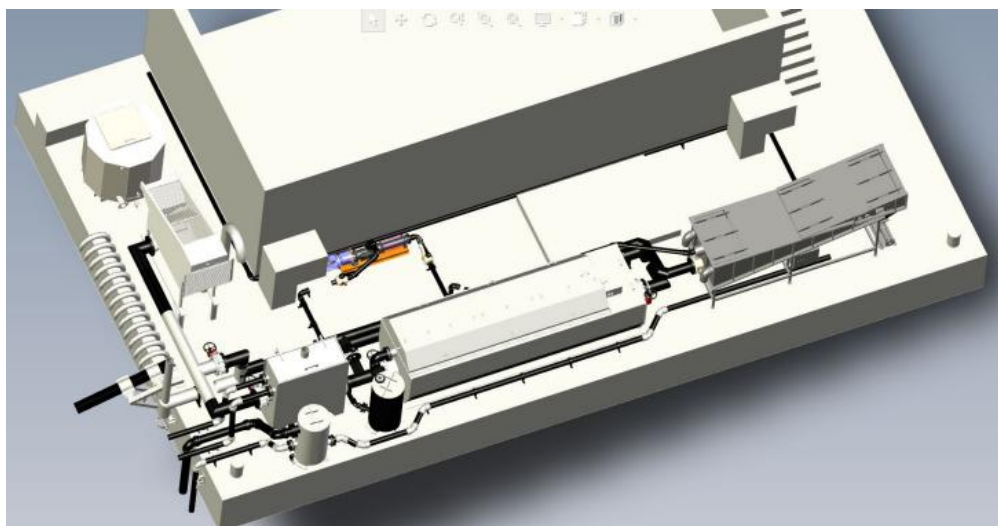
Det vil være et behov for oksygenering da det tilsettes så små mengder nytt vann i sirkulasjonen. Vi legger opp til et system hvor vi kan tilsette oksygen enten ved enkel innblåsing direkte i tankmodulen via dysetårnene og rett før dysene, eller under trykk i de to hovedlinjene som fører til dysetårnene. Ved direkte innblåsing av oksygen i dysetårnene vil det avhengig av dybde og boblestørrelse, kun innløses 10-20% av den tilførte mengden oksygen. Fordi oksygen er relativt kostbart er direkte innblåsing ikke særlig kostnadseffektiv og blir ofte bare anvendt i nødsfall.



FIGUR 9.16, UTSTYR FOR OKSYGENTILSETTING OKSYGENKJEGLE OG OKSYGENGENERATORER. KILDE STERNER AS.

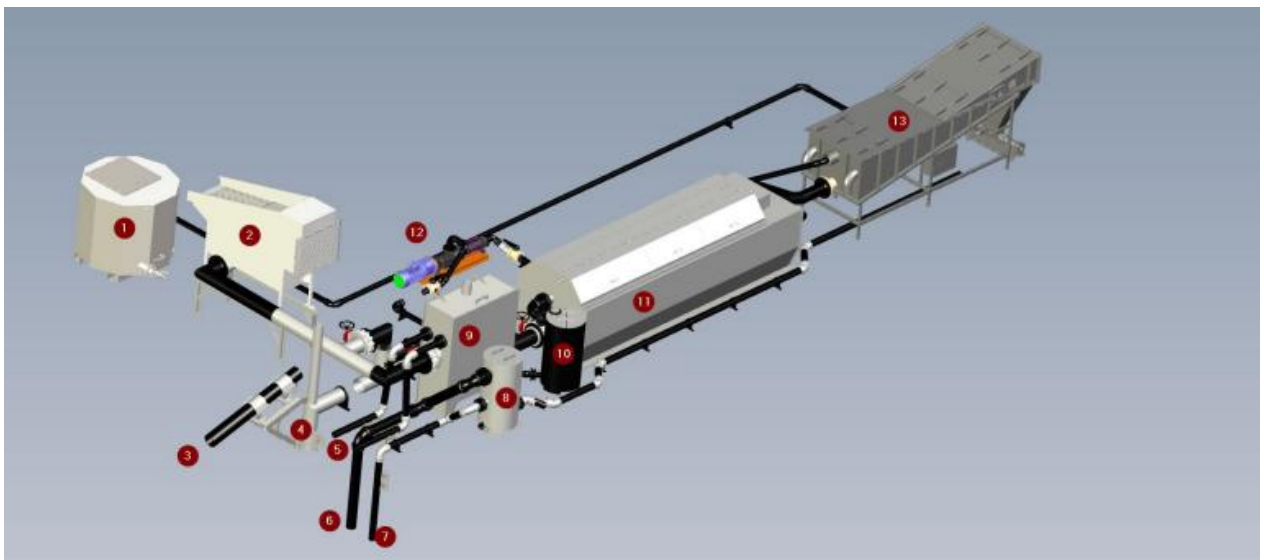
Ved å tilsette oksygen til vann som er under trykk kan en langt høyere andel O_2 innløses. Ved tilsetning av oksygen under et overtrykk på 0,7-1,0 bar overtrykk, som normalt benyttes, kan nesten 100 % av den tilsatte oksygenmengden innløses, og oksygenkonsentrasjoner på opptil 20-25 mg/l kan lett oppnås. Nødvendig trykk skapes av trykkpumper som pumper trykket tilsvarende 7-10 meter vannsøyle.

10 Dødfisk og slamsystem



Figur 10.1: Oversikt over dødfisk- og slamsystem (Kilde: Framo AS).

Dødfisk- og slamfelle blir levert som en enhet i bunnen av hvert enkelt produksjonskar og har som oppgave å samle dødfisk og slam på en mest mulig effektiv måte. Denne er utformet som en trakt rundt senterrøret i PE plast. Enheten har et internt fall på 45 grader og nederst i fella blir slam og fisk separert ved fisken blir liggende igjen og slam fortsetter til et kammer under. Død fisk blir fjernet via et trompetformet innsug en gang for dagen eller etter behov via et 225mm PE rør. Vannflow i dette røret er estimert til 10m³/h. Slam blir fjernet fra et kammer nederst i fella via et 110mm rør. Slammet blir pumpet ut fra dette røret en gang i timen via PLS styring, antatt vannflow i dette røret er 20m³/h. Fra slamfellen i bunn blir dødfiskrøret koblet til med en flens og ført langs bunnen av konstruksjonen før den stiger opp til overflaten og om bord på tilhørende flåte. Transporten eller pumpingen blir utført ved tilsette luft i røret der det blir vertikalt. Slamrøret blir koblet på samme måte og blir klamret sammen med dødfiskrøret opp til overflaten, slammet blir pumpet på samme måte ved å tilsette luft i røret.



Figur 10.2: Oversikt over dødfisk- og slamsystem (Kilde: Framo AS).

Tabell 10.1: Tabell over prosessdeler knyttet til dødfisk- og slamsystem (Kilde: Framo AS).

Nummer	Produkt
1	Kvern
2	Silkasse for dødfisk, koblet til grovfilter
3	Dødfisklinje inn
4	Avløp grovfilter og trommelfilter
5	Slamlinjer inn
6	Overløp rent vann fra spyletank
7	Inntaksrør spylevann
8	Holdetank rent vann for spyling i filter
9	Grovfilter
10	Holdetank for slam fra trommelfilter
11	Trommelfilter
12	Pumpe for transport av slam fra trommel til beltefilter
13	Beltefilter

Filtersystemet er bygd opp med et grovfilter som tar ned hastigheten på vannet samt fjerner/lufter ut all luften som er tilsatt i pumpeprosessen. Grovfilteret vil og fjerne alle større objekter som en ikke vil ha tilført skivefilteret. Fra grovfilteret går vannet videre inn i skivefilteret som filtrerer vekk mestedelen av vannet som er pumpet inn. Tørrstoff prosenten regnes som 0,2% inn fra slamfelle og 1% ut fra skivefilter. Fra skivefilteret kommer slammet ned i en tank som blir overvåket med radar og pumpet til beltefilteret. Beltefilteret tar slammet over en duk som tørker dette til 10%. I enden av beltefilteret detter slammet ned i en trakt og blir tilsatt Nutriox som gir næring til de bakteriene som skaper oksygen, dette er med på å stabilisere slammet og hindre H₂S dannelse. Herfra blir slammet pumpet til egnet mellomagringstank.

Kontrollsystemet omhandler dødfiskpumping og slampumping fra det antall produksjonskar som er på hver plattformtype. Systemet settes opp med standardfunksjoner for pumping av slam og død fisk. Operasjon via operatørpanel på PLS skap, samt webgrensesnitt for operasjon av slampumping. PLS skal ta inn driftssignal fra filtersystem og monitorere dette i web grensesnittet samt i Grafana (applikasjon). Kontrollsystemet styrer og gir informasjon om:

- Alarmer

- Strømbruk
- Slangebrudd
- H₂S gass måling
- Pumpesekvenser slam og dødfisk

Kontrollsystemet måler mengde slam levert til mellomlagringstank. Denne kan kobles mot logistikk partner for sømløs løsning på transport.

Generell håndtering av organisk materiale i prosess-systemet (slambehandling)

Dagens resirkuleringsanlegg er bygget opp for å kunne ta hånd om organisk materiale på ulike måter. Et moderne slambehandlingssystem er i utgangspunktet designet for å håndtere tre forskjellige avfallsstrømmer.

- Tykt slam fra uttak i kar avløp
- Tykt slam fra mekaniske filtre i RAS-anlegget og slam fra plateseparatorer
- Lett slamvann fra rengjøring av biofilter

For et resirkuleringsanlegg er det av avgjørende betydning for funksjonsgraden til anlegget, at tilførselen av organisk materiale til biofilteret blir så mye redusert som mulig. Dette gjøres ved å unngå overføring og ved at selve produksjonskaret fungerer godt med selvrensing, slik at fiskeskit og forspill fjernes raskt og effektivt via avløpet som har et silsystem som skal ta 90 % av de faste partiklene og føre dette direkte til slamrenningsanlegget. Resten av de faste partiklene som har blitt tilført vannet under dets opphold i produksjonskaret/ene vil gå til skivefilteret for ytterligere rensing. Dødfisk går via et eget avløpssystem til en ensilasjeenhet for videreprosessering.

I motsetning til gjennomstrømningsanlegg hvor alt vann fra mekaniske filter går til resipient går filtratvannet i RAS-anlegg tilbake til biofilter. Organiske komponenter som ikke fanges opp i skivefiltrene blir dels brutt ned til vann og karbondioksid, og dels bygget opp i biofiltrene til ny biofilm, som igjen blir fjernet i skivefiltrene i en kontinuerlig loop-prosess. Det eneste som slippes ut til resipient fra selve RAS-anlegget er overløpet, som i mengde er identisk med spylevannsforbruket minus spylevann(reject) fra de mekaniske filtrene (skivefilter). Hvis spylevannet kommer fra ekstern vannkilde (råvann/spdevann) vil deler av dette komme i tillegg til spdevannsmengden. Prosessvannet vil normalt ha et beskjedent TSS innhold på ≤ 10 mg/l. (som er det samme som normalt TSS innhold i prosessvannet i fiskeanlegget). Dette overløpsvannet (prosessvann) vil i midlertidig ha betydelige mengder av oppløste næringssalter. Det er i første rekke Nitrat og Fosfat. Spylevannet (reject) fra mekaniske filter (skivefilter) som går til slambehandling som normalt betegnes som tynnslam, vil bære med seg det alt vesentlige av TSS og TOC fra anlegget.

10.1 Nitrifikasjon

Nitrifikasjon er den biologiske omdannelse av ammoniakk, ammonium og enkle organiske N-forbindelser til nitrat. Dette er en viktig del av nitrogenomsetningen i jorden, fordi plantene tar opp nitrogen vesentlig i form av nitrat. På den annen side vaskes nitrat lett ut, mens ammonium bindes til jordkolloidene. Det er i biofilteret et resirkuleringsanlegg at denne prosessen foregår. De ammoniumsforbindelsene som omdannes stammer fra fiskens fordøyelse av proteiner og må fjernes siden de er giftige for fisken. Nitrifikasjonsprosessen har to faser. Først oksideres ammonium av nitrittbakterier, *Nitrosomonas*, til nitritt. Deretter oksideres nitritt videre til nitrat av nitratbakterier, *Nitrobacter*. Disse bakteriene er autotrofe får sin energi fra selve nitrifikasjonen. Dette skjer i alle tradisjonelle RAS-anlegg.

Med RAS 2 menes her implementering av en sekundær vannbehandling i form av denitrifikasjon og fosforfelling. Hovedmålet med dette er å redusere vannforbruket og utslippet av næringssalter til 1/10 av hva som er tilfelle med RAS 1.

10.2 Denitrifikasjon

Prosessen er en heterotrofisk anaerob biologisk prosess hvor bakteriene bruker O₂ fra Nitrat- ionet.

Bakteriene bruker karbon fra slam og/eller en ekstern karbonkilde som for eksempel metanol/etanol:

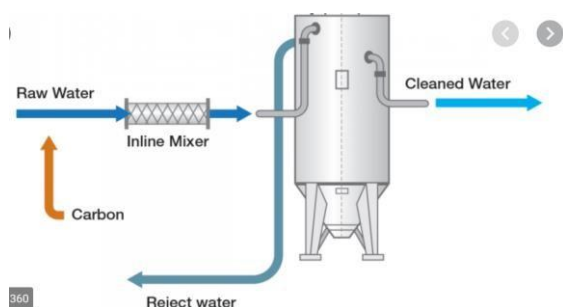


Prosessvann (tilsvarende i mengde spedevannsbehov for RAS 1) fra anlegget og alt filtratvann (klarfasen) fra slambehandlingsanlegget ledes inn i reaktorkammeret. Rejectvannet har relativt høyt tørrstoffinnhold, og vil derfor bidra som en karbonkilde til bakteriene. Bakteriene vil omdanne nitrat til atmosfærisk nitrogen som luftes ut. Vannet pumpes tilbake til anlegget med lavt Nitrat innhold. Avløpet til resipient vil følgelig bli fra et punkt (oftest overløp i pumpesump) og være minimalt fra slike RAS 2 anlegg.

Med RAS 2 anlegg menes her resirkuleringsanlegg som for RAS 1, med tillegg av denitrifikasjon (nitrogenfjerning) og fosforfjerning. Denitrifikasjon er en heterotrofisk anaerob biologisk prosess som reduserer nitrat til nitrogengass (fra NO₃ til N₂). Med denne prosessen sluttet nitrogensyklusen og tilbakefører oppløste næringssalter (nitrat) av nitrogen til atmosfærisk nitrogen. Vannmengden kan reduseres fra 400 l/kg fôr som er vanlig for RAS 1 til 40 l/kg fôr som er vanlig for RAS 2.

Denitrifikasjonsprosessen utføres av heterotrofe bakterier som vokser og formerer seg raskt og effektiv, og omsetter det aller meste av Nitrat til N₂ gass som luftes ut. I tillegg til rejectvann fra slambehandling suppleres det med prosessvann tilsvarende

spedevannsmengde som normalt brukes for RAS 1.(400l/kg fôr) Alt vann som går gjennom denitrifikasjonsanlegget tilbakeføres til RAS anlegget. Rejectet føres tilbake til første trinn i slambehandlingsanlegget. Dermed vil slike anlegg kun ha et utslippspunkt til resipient.



Figur 10.4: Skisse av denitrifikasjonsfilter fra Nordic water (Kilde Litus).

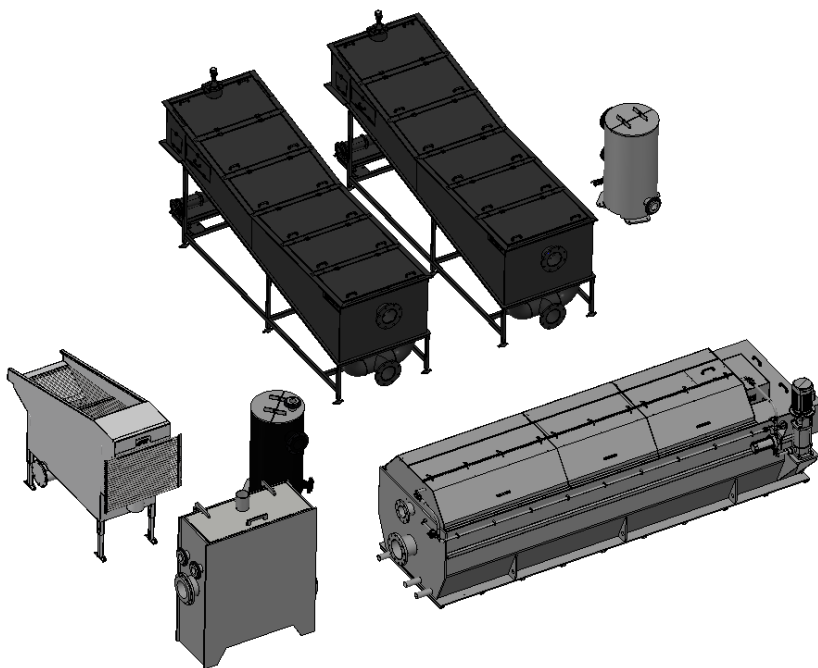
Denitrifikasjonsprosessen må ha tilført organisk karbon. Det er normalt å tilsette metanol eller etanol som karbonkilde til denne prosessen. I RAS sammenheng er det vanlig å benytte alt vann som kommer som klarfase(reject) fra de ulike prosesstrinnene i slambehandlingen. På den måten får man tilført lett tilgjengelig C for de heterotrofe mikroorganismene som utfører denitrifikasjon. Ved å bruke dette vannet i prosessen vil behovet for ekstra C tilsetning i form av metanol-tilsetning reduseres.

Alt utslipp fra Multigen sitt RAS 2 anlegg reduseres til ett utslippspunkt, som vil være prosessvann fra overløp i pumpeump i RAS. Beregning av utslipp vil derfor være enkelt og lett å kontrollere. I og med at utslippsmengden er svært beskjeden vil også kilden til målefeil/beregningsfeil være minimal.

Nitratmengden i overløpsvannet (prosessvann) som går til resipient vil være det samme som for RAS 1 (ca. 100 mg NO₃ -N/l vann). Vannmengden reduseres til 1/10 - sammenlignet med RAS 1. Det samme vil da gjelde utslipp av Nitrat. Fosfor og metaller fjernes vha. både biologisk fjerning og kjemisk felling. God biologisk fjerning av fosfor gir normalt et fosfornivå på ca. 1 mg/l etter behandling (filtrat). Kjemisk fosforfelling gir normalt fosfornivåer på ≤0,5 mg P/l vann.

Normale fosforfellingsanlegg regnes å ha en fjernings % på ≥ 90. Normale fosforverdier i utslippsvannet vil ved kombinasjon av biologisk og kjemisk fosforfjerning ligge på ≤0,5 mg P/l vann, men kombinasjonen biologisk og kjemisk fosforfjerning reduserer behov for fellingskjemikalier vesentlig. Da dette slamvannet har en tung organisk belastning ledes dette inn i nitratfilter hvor nitrat omdannes til karbondioksid i en biologisk oksygenfri prosess. Deretter kan dette vann renses ytterligere for fosfor og mikropartikler før det brukes i anlegget igjen eller ledes til avløp.

Den sekundære vannstrøm har til formål og rens vannet som filtreres fra i partikkelfilteret. Vannet renses til en grad hvor det kan benyttes i anlegget igjen eller alternativt ledes ut i resipienten.



Figur 10.5: *Slamrenseanlegg med anlegg for avvanning av slam og skru for transport av tørket slam (Kilde Framo AS).*

Systemet er designet for å håndtere tre forskjellige avfallsstrømmer.

- Tykt slam fra uttak i kar avløp
- Tykt slam fra mekaniske filtre i RAS anlegget, slam fra plateseparatorer
- Lett slamvann fra rengjøring av biofilter

Slammet blir separert for å forbedre effektiviteten av prosessene i RAS anlegget, dvs. slamavvanning og behandling ved slutten av prosessen (denitrifisering). Løsningen reduserer den mengde avløpsvann rensanlegget er dimensjonert til å behandle.

Dette gir mulighet til effektivt å kontrollere det siste trinnet med denitrifikasjon ved å justere vannstrømmene, dvs. rense vann fra slamfortykningsprosessen og biofiltervaskvann.

10.3 Slam fra RAS anleggene

Tykt slam pumpes til en strømningsreguleringstank, mens lett slam pumpes til en buffertank. Sistnevnte har slamavløp i bunnen for å fjerne sedimentering ved å pumpe det til tanken for slamavvanning. Prosessen med slamfortykning involverer beltefiltre for (5-10% DM) og dekanter sentrifuger for til slutt å nå ca. 25% DM. Polymerer tilsettes som koagulant for å forbedre prosessen. Avløpsvann fra behandlingstrinnene samles i en oppbevaringstank og pumpes til plateseparatoren. Dette forbedrer fjerningen av organisk materiale og reduserer belastningen på denitrifiseringsfilteret.

Slam fra plateseparatoren pumpes tilbake til slamavvanningstanken. Avløpsvann blandes med biofiltervaskvann før det pumpes til denitrifikasjonsfilteret.

Biofilter vaskevann inneholder partikler som kan sette seg i buffertanken. Sedimentert slam pumpes til strømningsreguleringstanken som inneholder tykt slam. Vask vann og avvis vann pumpes til denitrifikasjonsfilteret for omdannelse av nitrat til nitrogengass (N₂). Under denne prosessen bør en karbonkilde tilsettes vannet, f.eks. metanol.

Restvannet fra slambehandlingen etter all primær- sekundær og tertiærbehandling blir ført gjennom to dynasand biofilterenheter før det blir tilsatt avløpsvannet fra prosesssystemet og kjørt gjennom membranfiltreringsprosessen og til slutt UV-behandlet før det slippes ut til resipienten.

10.4 Beregning av utslipp fra Multigen

Fosfor og metaller vil fjernes vha. både biologisk fjerning og kjemisk felling i tillegg til ultrafiltrering. Uten ultrafiltrering fjernes 99% av alt fosforet, resterende 1% vil være en fordeling av ortofosfationer og kolloidalt fosfor. Ortofosfationene vil ikke fanges opp av membranfiltreringen noe store deler av kolloidalt fosfor vil bli. Nøyaktig fordeling vil dokumenteres etter igangkjøring av anlegget og analyser av avløpsvann foreligger. I videre beregning tar vi kun utgangspunkt i 99% fjerning av fosfor selv om det reelle tallet trolig vil være høyere. Nitrogenfjerning i RAS 2 system er beregnet og det fjernes 92 %. Karbon etter membranfiltrering er tilsvarende 100%.

RAS anleggets hydrauliske og biologiske kapasitet dimensjoneres utfra maksimal fôring som fremkommer i produksjonsplanen. De ulike plattformene har følgende årlig fôrforbruk;

Tabell 10.6: Oversikt over utslipp fra Multigen produksjonssystem. (Kilde: Multigen Akva og Litus Akva).

Plattform	Maks. utfôring per syklus	Antall sykluser i året	Vannforbruk i l/min <u>Spedevann</u>	Årlig fôrforbruk	Gjennomsnitt daglig <u>fiske produksjon</u>	Årlig utslipp av næringssalter
<u>Rekruttplattform</u>	291 826 kg	4	180 l/min	1 167 304 kg	3198 kg/døgn	C: 0 kg/år P: 140 kg/år N:4669 kg/år
Matfiskplattform	3 187 755 kg	1	360 l/min	3 187 755 kg	8 733 kg/døgn	C: 0 kg/år P: 382 kg/år N:12 751 kg/år
Et produksjonssystem totalt			1 620 l/min	13 918 324 kg	38 132 kg/døgn	C: 0 kg/år P: 1670 kg/år N: 55 673 kg/år

Det årlige fôrforbruket i et komplett produksjonssystem med en rekruttplattform og fire matfiskplattformer på et lokalitetsområde vil i snitt være på 13 918 324 kg og uten rensing ville dette akkumulert i et årlig utslipp på 2 366 000 kg karbon, og 825 000 kg nitrogen og 173 000 kg med fosfor.

Utslipp fra forskjellige anlegg varierer i stor grad. Multigen anleggene vil være utstyrt med RAS 2 teknologi og membranfiltrering av avløpsvannet. Nedenfor er en eksempeltabell med tenkt produksjon på 3000 tonn med en fôrfaktor på 1.05, videre forklaring av beregningsmetode og bakgrunn er i vedlegg xx

Tabell 10.7: Eksempel på utslipp til resipient og rensegrad fra Multigen med RAS 2 med en produksjon på 3000 tonn og en fôrfaktor på 1.05 (Kilde: Litus Akva AS).

Produkt	Beregningsgrunnlag	Resultat
Rensegrad av TOC i forhold til brutto utslipp (før rensing) Brutto utslipp C: $\frac{1}{2} * (\text{fôrforbruk} * \% \text{ TOC i fôr} - \text{total fiskprod} * \% \text{ TOC i fisk}) = \frac{1}{2} * (3\,600\,000 * 45\% - 3\,000\,000 * 20\%) / 2 = 510\,000 \text{ kg}$	$\frac{\text{Brutto utslipp} - \text{utslipp}}{\text{Brutto utslipp}} * 100$ $\frac{510\,000 - 721}{510\,000} * 100 = 99,9$	≈ 100 % Rensegrad 99,9%
Rensegrad av N i forhold til brutto utslipp. Brutto utslipp N: $(\text{fôrforbruk} * \% \text{ i fôr} - \text{total fiskprod} * \% \text{ i fisk}) = 3\,600\,000 * 7,21\% - 3\,000\,000 * 2,72\% = 177\,960 \text{ kg}$	$\frac{\text{Brutto utslipp} - \text{utslipp}}{\text{Brutto utslipp}} * 100$ $\frac{177\,960 - 14\,418}{177\,960} * 100 = 91,9$	≈ 92 % Rensegrad
Rensegrad av P i forhold til brutto utslipp Brutto utslipp P: $(\text{fôrforbruk} * \% \text{ i fôr} - \text{total fiskprod} * \% \text{ i fisk}) = 3\,600\,000 * 1,37\% - 3\,000\,000 * 0,4\% = 37\,320 \text{ kg}$	$\frac{\text{Brutto utslipp} - \text{utslipp}}{\text{Brutto utslipp}} * 100$ $\frac{37\,320 - 433}{37\,320} * 100 = 98,8$	≈ 99 % Rensegrad

10.5 Rensing av avløp fra multigenplattformer

Avløpsvannet fra plattformer tilhørende Multigen Gadus AS vil bli behandlet på samme måte som inntaksvannet og etter en forfiltrering blir membranfiltrert ned til 0,02 nm i porestørrelse før vannet deretter blir UV-behandlet sluppet ut på anbefalt utslippssted. Samlet mengde avløpsvann for et komplett produksjonssystem er beregnet til ca. 1 620 l/min.

11 El. forsyning

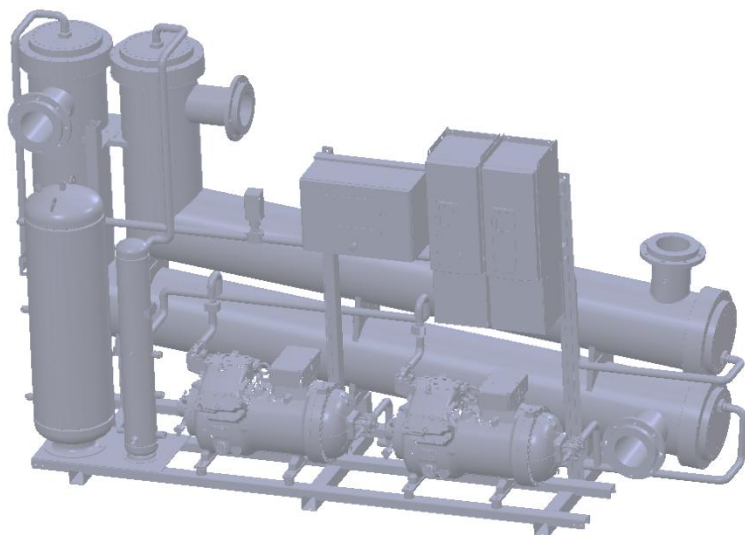
Det legges til grunn et estimert tilkoblingsbehov på inntil 10-14 MW for et komplett produksjonssystem med en rekruttplattform og fire matfiskplattformer og det har vært diskutert med kraftselskapene at det vil være mulig med tildelt kraft, men trolig med gitte vilkår. Detaljer knyttet til trafo, fordelinger og spenningssystem er foreløpig ikke avklart.

Den endelige dimensjoneringen av transformator og hovedfordeling vil tilpasses det faktiske behovet i detaljprosjekteringsfasen. Det vil etableres et dedikert elektroteknisk rom for hovedfordeling og teknisk utstyr, og det vurderes bruk av kapslet lavspentskinnepakke mellom trafo og hovedfordeling.

Installasjonsprinsipper, spenningssystem, kabelføringer og belysningssystem vil bli prosjektert i henhold til gjeldende normer og krav for produksjonsmiljø med høy luftfuktighet og eksponering for sjøvann. Det vil stilles krav til bruk av korrosjonsbestandige materialer og tilpassede armaturer i produksjonsområdene.

12 Energianlegg – oppvarming – avkjøling

Energianlegget er designet for å opprettholde optimal temperatur i oppdrettskaret, med mulighet til oppvarming og kjøling av produksjonsvannet avhengig av behov.

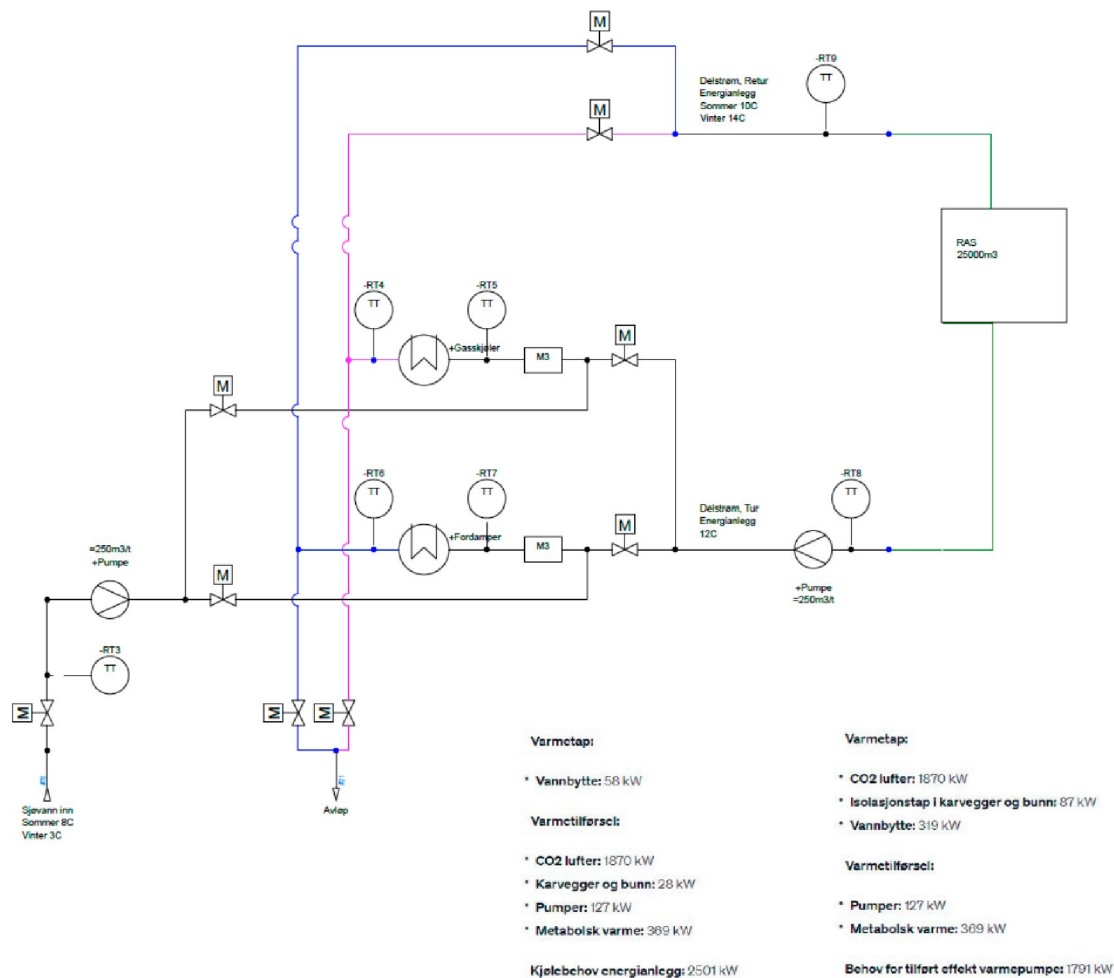


FIGUR 12.1, ENERGIANLEGG. KILDE TEMPJA AS.

Anlegget består av:

1. Kompressor med elektromotor, vertikal oljeutskiller, nødvendige ventiler og sikkerhetsautomatikk
2. Fordamper og kondensator i titan og PE
3. Frekvensomformer for kompressormotor for mindre strømforbruk ved oppstart og trinnløs kapasitets regulering
4. Styresystem som tilknyttes felles SCADA - styresystem for hele oppdrettsplattformet

Kompressorenhet, fordamper og kondensator og styretavler er montert på ramme for enkel montering i anlegget.



FIGUR 12.2, FLYTSKJEMA ENERGIANLEGG. KILDE TEMPIA AS.

Temperaturen i karene reguleres ved en kontrollert manipulasjon av en delstrøm utskilt fra hovedvannstrømmen. Denne temperaturstyringen skjer gjennom enten en fordampner eller en kondensator, avhengig av den ønskede driftsmodusen - kjøling eller oppvarming.

I kjølemodus pumpes en delstrøm fra vannet i karene gjennom varmepumpens fordampnerenhet. Her gjennomgår vannet en termisk prosess hvor det blir nedkjølt med opptil 3° C før det føres tilbake til hovedvannstrømmen. Den varmeenergien som fjernes fra anlegget i denne prosessen, overføres til sjøvann via varmepumpens kondensatorenhet. Dette sikrer en effektiv fjerning av overskuddsvarme fra systemet.

I varmemodus skjer en invers prosess. En delstrøm fra karene ledes gjennom varmepumpens kondensatorenhet, hvor vannet gjennomgår en oppvarmingsprosess. Temperaturen i vannet økes med opptil 3° C før det sendes tilbake til hovedstrømmen. Den nødvendige varmeenergien for denne oppvarmingsprosessen hentes fra sjøvann, som sirkuleres gjennom varmepumpens fordampner. Dette systemet utnytter termisk energi fra sjøvannet for effektiv oppvarming av produksjonsvannet til oppdrettskaret.

Varmepumpene er i stand til å opprettholde en stabil temperatur på 12 °C i produksjonskaret, men setpunkt kan reguleres kaldere og varmere etter behov.

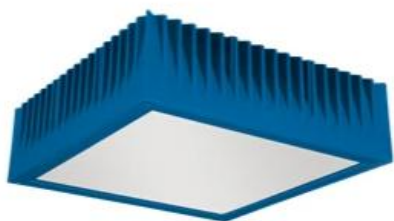
Prinsippskissen (Figur 11.1) viser et energianlegg med varmepumper og pumper. Energianlegget er dimensjonert slik at det er tilstrekkelig varme for å holde planlagte produksjonsplaner.

Energianlegget styres og overvåkes via driftskontrollen. Varmepumpene har en intern regulering. Vannmengden inn og ut av RAS-anlegget styres direkte mot mengdemålere. Målet er å oppnå lik mengde vann inn og ut av anlegget. I tillegg blir vannmengden justert etter nivå i pumpesump. Dette sikrer korrekt utskiftningsmengde og stabilt vannnivå i pumpesump.

- Mengemåler for spede vann inn til RAS-anleggene
- Temperatursensor for oppvarmet spede vann
- Reguleringsventil for vannmengde inn
- Reguleringsventil for varmt kretsløp i varmepumpen
- Nivåsensor i pumpesump for styring av mengde

13 Bruk av lys

Lys påvirker alle biologiske organismer gjennom deres livsløp. Dette gjelder også for fisk. Fisken oppfatter lys gjennom pinealorganet som sitter på toppen av hodet til fisken og gjennom øynene. Det vil benyttes et datastyrt lyssystem som har som oppgave å skreddersy lyspåvirkningen gjennom fiskens livsløp i de ulike produksjonsplattformene. Det vil etterstrebes en lysrytme som gir fisken en variasjon mellom dag og natt og som tar hensyn til årets ulike sesongbaserte lysbølgelengder. Siden hver enkelt produksjonstank er et lukket system også hva naturlig lysinnstråling angår, kan bruken av moderne styringssystemer lage akkurat det lysmiljøet som fisken har behov for etter hvor i sin livssyklus den befinner seg. Når dette kombineres med en full temperaturkontroll i tillegg, vil man kunne lage akkurat det miljøet rundt fisken som man ønsker for å optimalisere trivsel og tilvekst. Det vil bli benyttet overflatebaserte ledlys-systemer med en automatisk døgn- og årstidsstyring. Overflatelyst monteres over vannflaten i tanken fra gangbane og/eller takstoler. De plasseres slik at lyset fordeles på mest hensiktsmessig måte og i tråd med det som denne typen fisk opplever i naturen.



FIGUR 13.1 TAKLYS OG TANKLYS I PRODUKSJONSKAR

I tillegg til tanklys, vil det installeres robuste og energieffektive LED – lys som gir godt overflatelyst over vannoverflaten og i produksjonshall. 50 % av lyskildene kobles direkte opp mot UPS slik at mørke unngås ved strømbrytning.

14 Rømmingssikring

Plattformen bestående av nevnte tre moduler vil bygges og kunne godkjennes etter gjeldende forskrifter og NS 9416 og vil ha doble barrierer med hensyn på rømming av fisk fra tankmodulen og ventemodulen. I disse modulene er det ingen direkte kontakt mellom fisk og sjø og all logistikk skjer gjennom tette kanaler som sikrer at det aldri er noe vannkommunikasjon mellom ytre sjø og sjøvannet som til enhver tid benyttes i produksjonen.

I tillegg til de fysiske sperrene mellom tankmodul og flåtemodul skal flåtemodulen og tankmodulen bygges med vanntette skott som hindrer havari selv om et eller to av disse skulle ødelegges og dermed hindre episoder med rømming.

Tankmodulen vil være med integrert takkonstruksjon og bygges med best tilgjengelig teknologi og planløsninger.

15 Fisketransport – Sortering

Fisk inn i anlegget kommer gjennom transport med brønnbåt og settes ut i rekruttplattformen for vekst fra 100 gram og videre til ca. 400-600 gram. Fisk flyttes så over til matfiskplattformene ved transport med brønnbåt eller egne rør med dobbel sikring og med en ekstra sikring i alle skjøter. Under denne prosessen sorteres det ut fisk som ikke er egnet til videre produksjon.

I Matfiskplattformen vil fisk flyttes fra produksjonstanken gjennom en integrert luke over til ventetanken. I ventetanken fastes fisken og klargjøres for overføring til enten slakteri eller transport til annet produksjonssystem.

Alle tanker er ballastert slik at de kan heves og dermed benytte gravitasjon som hovedprinsipp for fisketransport.

16 Fôringsanlegg – fôrtransport

Fôret skal distribueres i et lukket røranlegg fra forsiloene. Hvert RAS-anlegg har egne fôrsiloer som minimum dekker behovet for fôr i 14 dager. Fordeling i karene skjer med automater som fylles automatisk med riktig mengde fôr ut fra fiskestørrelse og antall i karene.

Det installeres et helautomatisk fiskefôringsystem med et dataprogram som tilpasser fôringsregimene til antall fisk, fiskestørrelse, appetitt og vanntemperatur. Systemet optimaliserer matingen av fisken med hensyn på fôrutnyttelse og minimering av fôrspill. Hvert kar har flere fôrautomater med doseringsskruer som fordeler fôret optimal i karet. Automatene fylles automatisk med riktig fôrtype og pellets størrelse via et rørsystem som er tilkopleet fôrsiloer. Hele fôringsprosessen er styrt, kontrollert, overvåket og logget av et fôringsprogram som er tilknyttet det sentrale styrings- og overvåkingssystemet til anlegget. Kontrollsystemet er med integrert kamera i karet som overvåker pellets og integrert med kunstig intelligens for best overvåkning av fôrforbruket og fiskens fôringsatferd.

17 Nødstrøm

Nødaggregatene skal gi oss redundans i strømtilførselen og det legges opp til minimum 2 nødstrømsaggregater hvor hver av disse skal kunne drifte det nødvendige utstyret for å opprettholde god fiskevelferd til enhver tid.

16 Styringssystemer

Styrings- og overvåkningsanlegget skal formidle informasjon fra tekniske hjelpesystemer og prosessanlegget til brukerne.

Systemet skal blant annet bidra med:

- driftsovervåking av anlegget ved hjelp av nivåsensorer, temperatur målere, vannmengdemålere, O₂ sensorer, pH – målere etc.
- videreformidling av dataene til sentral database for statistikk og analyse
- styring av energianlegg, O₂ tilsetting, pumper, filter, fôringsanlegg og lysanlegg
- Vannkvalitetsendringer
- Adferdsendringer hos fisk
- Velferdsdata

Alle inn og ut data styres fra to dupliserte datamaskiner. Dersom noen av de overnevnte parametere / utstyr faller utenfor forhåndsdefinerte terskelverdier vil en alarm utløses eller en prosess startes / stoppes for å løse problemet. Alarmsystemet kan også fjernstyres ved bruk av nettbrett eller telefon.

Vedlikehold av anlegget forenkles ved at motorer, ventiler og utstyr er koplet sammen med nødvendige manualer samt vedlikeholds logg og timetellere på utstyret.

Undersentraler leveres som selvstendige funksjonsenheter (kommunikasjon og datautveksling mellom undersentraler skal være uavhengig av hovedsentralen) med all programvare for styring, regulering og overvåkning av det lokale anlegg. Undersentralene plasseres i tilhørende fordelingstavler eller innkapslet i egne stålplateskap.

Undersentralene leveres med display og tastatur for lokal betjening og avlesning.

16.1 Tavler og kabelopplegg



FIGUR 17.1, EKSEMPEL PÅ TAVLER. KILDE: YNGVE PAULSEN

Tavler for VVS-tekniske anlegg leveres som lakkerte stålplateskap med undersentral innbygget i egen seksjon i tavlen. Tavlene deles i svakstrøm- og sterkstrøms del med egne felt for kabelinnføring. Tavlene leveres med glatte fronter og med betjeningsvendere montert inne i tavlen.

Lokale automatikk komponenter som følere, spjeldmotorer, ventilmotorer, trykkvakter etc. er i elektrisk/ elektronisk utførelse.

Kabelopplegg mellom lokale automatikk komponenter og undersentraler samt mellom VVS-komponenter og tavler leveres og monteres av el. entreprenør. Det benyttes skjermet signalkabel for svakstrømsignaler og PFSP for kabling til motorer.

Oppsummering

Effekten av de samlede tiltakene på både inntaksvann og avløpsvann gjør at mulighetene for inntak og utslipp av smittsomme agens i praksis ikke er til stede. Det er Multigen Gadus AS sin oppfatning at de planlagte tiltakene bidrar til å øke forutsigbarheten for egen produksjon og at utslipp ikke vil ha noen negative effekter på anadrome fiskebestander i elver og ville

fiskebestander i sjø eller allerede etablerte akvakulturvirksomheter i området. Det vil heller ikke være til hinder for nye etableringer i området på grunn av anleggets biosikkerhetsprofil.