

Skisseprosjekt Upstream Aqua AS – sirkulært oppdrettsanlegg i Kleivi - Ål kommune



31.10.2024

Innhold

Sammendrag	5
1. Bakgrunn	7
1.1 Om søker	9
2. Om industriområdet Kleivi Næringspark	10
2.1 Kleivi Næringspark	10
2.2 Avsatt område for tiltaket.	10
2.3 Reguleringsplan	13
2.4 Vannforekomst	14
3. Opplysninger om anlegget og driftskonseptet.	15
3.1 RAS-teknologi	17
3.2 Prosessfase fra konsesjon til ferdigstillelse av anlegg.	19
3.3 Utarbeidelse av teknisk og biologisk spesifikasjon	20
4. Byggteknisk	21
4.1 Produksjonsbygg	21
4.2 El-forsyning og sikkerhet	21
5. Produksjonsanlegg.	22
5.1 Produksjonsavdelinger	22
5.2 Resirkuleringsgrad	25
5.3 Klekkeri	27
5.4 Startfôringsavdeling	27
5.4 Yngel avdeling	29
5.5. Påvekstavdeling 1 og 2	31
5.6. Growout	33
5.7. Purge	34
5.8. Prosessanlegg	35
5.9. Layout og logistikk	36
6. Vannkilde og vannbehandling i RAS.	39
6.1 Vanninntak	39
6.2 Vannkvalitet	41

6.3 Vannavløp	43
6.4 Generell vannbehandling.	44
6.5. Justering av vannkvalitet.	45
6.6. Vannbehov.	46
7. Produksjon.	48
7.1 Tilvekstmodellering.....	48
7.2 Produksjonsplan	49
7.3 Fôr/utfôring	51
7.4 Salg av biomasse.....	52
8. Biosikkerhet.....	53
8.1 Management.....	53
8.2 Hygiene, sykdom og smitte.....	53
8.3 Overvåking.....	54
8.4 Desinfeksjon	55
8.4.1. Desinfeksjon av inntaksvann.	55
9. Tekniske komponenter	56
9.1 Biofilter	56
9.1.1 Moving bed bioreaktor (MBBR).....	56
9.1.2 Fixed bed biofilter	57
9.2 UV-filter	58
9.3 Oppdrettskar.....	59
9.4 Dødfiskhåndtering.....	60
9.5 Fiskelogistikk, transport, sortering og vaksinerings	62
9.6 Vaksinerings	63
9.7 Partikkelfjerning	64
9.8 Lysstyring.....	65
9.9 Oksygenering	66
9.9.1 Oksygenkilder	66
9.10 CO ₂ -fjerning	68
9.11 Energianlegg.....	69
9.12 Fôringssystem	69

9.13 Slambehandling	71
10. Oppstart, drift og vedlikehold av biofilter.	74
11. Rensing av avløpsvann	75
11.1 Beskrivelse av rensetrinn.	75
11.2 Beregning av produsert mengde tørrstoff	76
11.3 Denitrifisering.	79
11.4 Nitrogenutslipp til Hallingdalselva.	80
11.5 Aquaponics	82
11.6 Massebalanse og nitrogenfjerning i aquaponics.	83
12. Forebygging mot rømming	83
13. Internkontroll	84
14. Ekstern fiskehelsetjeneste	86

Sammendrag

Upstream Aqua AS søker om konsesjon for årlig produksjon av 9000 tonn regnbueørret (*Oncorhynchus mykiss*) med snittvekt 3500 gram.

Konsesjonen søkes tilknyttet tomt i Kleivi Næringspark i Ål kommune, som er et regulert næringsområde tilrettelagt for industrier. Kleivi Næringspark består i dag av flere etablerte bedrifter som Hallingplast, Hallingdal Renovasjon, Hallingdal Trepellets, Sundbrei Transport og Hallingdal Kraftnett. Det er tilrettelagt for tilstrekkelig krafttilgang og det foreligger reguleringsplan for området.

Produksjonsanlegget vil benytte ferskvann fra Usta Kraftverk / Hafslund Eco sin utløpskanal til Strandafjorden (vassdragsområde 012.CZ). Maksimalt uttak vil være 11 m³/min, tilsvarende 660 m³/time. Hovedvannkilden er innsjøene Ustevatnet og Rødungen. Kleivi Næringspark har en avtale med Hafslund Eco om bruk av prosessvann fra utløpskanalen til Usta Kraftverk. Upstream AS har inngått en avtale med Kleivi Næringspark om utnyttelse av prosessvann fra utløpskanalen, tilsvarende produksjonsanleggets behov.

Anlegget blir bygget på en skrående tomt, og vann pumpes fra Hafslunds utløpskanal og opp til en holdetank i overkant av anlegget. Områdets topografi muliggjør å bygge anlegget nøytralt inn i terrenget og slik redusere visuell forurensing.

Denne plasseringen gjør at også flytting av vann og fisk kan gjøres med minimal bruk av pumper og fiskepumper mellom avdelinger. Som reservevannkilde kobles anlegget til kommunalt vann og egne brønner.

Produksjonsanlegget vil være basert på resirkuleringsteknologi, type RAS 1. Teknologien vil ha en tilleggsmodul for denitrifisering og omdanning av nitrat (NO₃) til nitrogengass (N₂). Modulen bygges i samband med avløpsledning med det formål å redusere mengde nitrogen til resipienten. Gjennomsnittlig vannforbruk vil være 350-500 liter vann per kg fôr per dag, mens denitrifiseringstrinnet vil redusere det nominelle vannforbruket. Resirkuleringsgraden er høy (99,99%) og anlegget skal prosjekteres med fokus på god fiskevelferd og sikre produksjonsvilkår.

Produksjonskonseptet skal utvikles i samarbeid med en prosessleverandør, entreprenør og sammen med ulike fagmiljøer. Anlegget designes etter beste industrielle standard og i samsvar med teknisk standard NS9416.

Anlegget vil kun benytte ferskvann som vannkilde og råvannet forbehandles med mekanisk filtrering og UV. Formålet er å stabilisere og desinfisere råvannet, slik at råvannet i minst mulig vil grad påvirke stabiliteten i RAS systemet.

Anlegget bygges med separate adskilte produksjonsavdelinger, som hver for seg er en smittemessig enhet. Hver avdeling vil ha smittesluser for å redusere risiko for smitte og egen vaskesentral. Alle avdelinger har i tillegg eget renseanlegg for produksjonsvann, bestående av biofilter, partikkelfilter og CO₂-lufter. Hver avdeling vil ha systemer for pH regulering av vannet, for å oppnå stabil vannkjemi.

Fisketransport mellom avdelinger foregår med for det meste med selvføll, og standard fiskepumper ved behov. Sortering/vaksinering foregår ved gitte fiskestørrelser i produksjonen. Det er lagt vekt på å bruke løsninger som har god dokumentasjon i forhold til ivaretagelse av fiskevelferd.

Fôrdistribusjon skjer fra sentrale fôrlager via rørføringer til den enkelte avdeling. Kontroll av utfôring er viktig i RAS anlegg og det vil benyttes systemer for intelligent overvåkning av utfôring (AI). Dødfisk transporteres ut av avdelingene ved hjelp av vakuumsystem, og overføres direkte til ensileringssystem.

Anlegget vil ha et overordnet styringssystem for de viktigste prosessene. Det vil også etableres ett kontroll og alarmsystem for overvåkning av vannkvalitet i alle produksjonsavdelinger.

Avløpsledning legges ved Hallingdalselvas utløp til Strandafjorden. Resipienten ligger i etterkant av sammenblanding av vann fra to kraftverksutløp på henholdsvis nordsiden og sørsiden av Kleiva Næringspark og har god strøm som medvirker til god fortynning av avløpsvannet og god sammenblanding av øvrig elvevann. Avløpsvannet skal desinfiseres med standard UV filter i samsvar med standard renskrav for denne typen industri, fortrinnsvis UV-dose på minimum 25mJ/cm².

Produksjonsanlegget vil være utstyrt med renseanlegg for avløpsvann, med prosjektert fjerningsgrad;

- 99% TOC (total organisk karbon)
- 99% fosfor (sum partikulært og oppløst)
- 95% nitrogen (sum partikulært og oppløst) av produksjonsbidrag.

For å oppnå høye rensgrader av nitrogen er det planlagt dobbelt denitrifiseringsfilter. I tillegg er prosjektet tenkt konstruert med et aquaponics anlegg som også vil fungere som et rensetrinn før resipient. Denitrifiseringstrinnet omdanner sluttproduktet nitrat (NO₃) fra RAS prosessen, til nitrogengass (N₂) som luftes ut av avløpsvannet. Denne teknologien bidrar til at samlet utslipp av nitrogen reduseres med 90% sammenlignet med konvensjonell teknologi.

Filtrert slam vil avvannes, tørkes og blandes med annet organisk materiale for videreforedling til biokull.

Selskapet vil etablere egen driftsorganisasjon og det vil bli lagt vekt på kompetanseutvikling i systemet. Totalt vil anlegget ha behov for rundt 35 ansatte, bestående av teknisk, biologisk og administrativt personell. I tillegg forventes en ringvirkningseffekt på minimum 3 personer pr ansatt ved bedriften, i form av servicebehov og andre tjenester tilknyttet bedriften.

1. Bakgrunn

Upstream Aqua AS søker om konsesjon for bygging, drift og produksjon av Regnbueørret (*Oncorhynchus mykiss*), tilknyttet Kleivi Næringspark, Ål kommune (1811-44/500). Selskapet søker om et produksjonsvolum på 9000 tonn med snittvekt 3500 gram.

Regnbueørret har god aksept i markedet og oppnår markedspriser litt i underkant av pris for oppdrettslaks, men fortsatt i et sjekte som kan gi god lønnsomhet ved produksjon i landbaserte systemer.

Produksjonsanlegget vil kunne levere slaktefisk gjennom hele året, og vil ha et energianlegg som tilrettelegger for riktig produksjonstemperatur uavhengig av sesong.

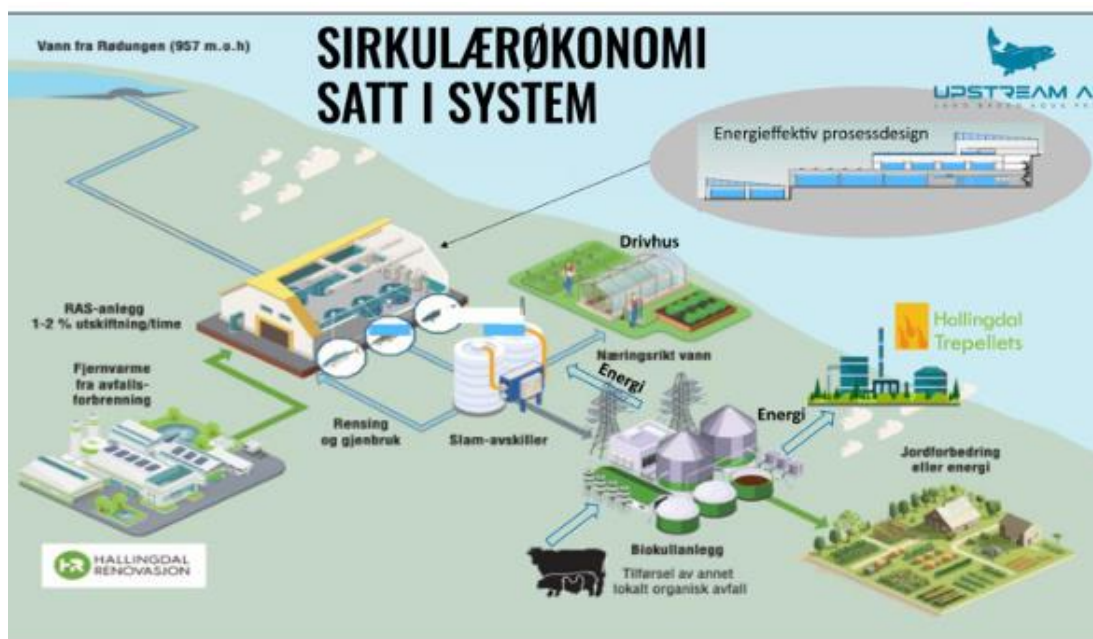
Upstream Aqua har en avtale med Kleivi Næringspark om uttak av ferskvann, inntil 11 m³/min fra Uste kraftverk sin utløpskanal. Selskapet har også mulighet til å hente vann fra tilgrensende selskapers aktivitet. Selskapet planlegger produksjonen med RAS-teknologi. Det skal være et topp moderne anlegg med en grønn profil og sirkulærøkonomi, resirkuleringssystem med lavt til moderat vannforbruk (80 - 200 liter per kg fisk produsert per dag).

Anlegget vil bygges med komplett klekkeri, startfôring, yngel, påvekst, og matfisk avdelinger. Selskapet vil benytte en anerkjent prosessleverandør og utvikle produksjonskonseptet i samspill med ulike fagmiljøer. Prosessering av slaktefisk vil bli utført ved anlegget i et eget prosessanlegg. Ferdig prosessert fisk (sløyd i kasse) transporteres direkte til det norske og europeiske markedet via eksportpunkter.

For å sikre redusert risiko for smitte til resipient vil alt avløpsvannet filtreres og desinfiseres med standard renseanlegg og i forhold til standard rensekraft for denne typen industri. For desinfeksjon benyttes tradisjonelle UV filter med tilstrekkelig dosering for å fjerne eventuelle potensielle patogener.

Anlegget skal bygges i henhold til norsk standard NS9416; Landbaserte akvakulturanlegg for fisk, krav til risikoanalyse, prosjektering, utførelse, drift, brukerhåndbok og produktdatablad, samt forskrift av 2018; Krav til teknisk standard for landbaserte akvakulturanlegg. Teknisk standard skal bidra til å forebygge rømming av fisk fra landbaserte akvakulturanlegg og er i dag et lovpålagt krav for nye og eksisterende anlegg.

Deler av avløpsvannet fra anlegget skal benyttes i et aquaponics / hydroponics prosjekt, hvor planter produseres med gjødsling fra fiskeproduksjon. Både CO₂, fosfat, nitrat og ammonium fra fisken kan utnyttes av plantene slik at man kan etablere et sirkulært kretsløp. Dette anlegget vil etableres som et demonstrasjons / visningsanlegg for sirkulært oppdrett (figur 1).



Figur 1. Upstream Aquas sirkulære produksjonssystem. Avløpsvann fra produksjon av fisk i RAS anlegg utnyttes til ulike formål, som biokullproduksjon, biogass, jordforbedring og planteproduksjon.

1.1 Om søker

Upstream Aqua AS (931 339 931) er søker av konsesjonen. Selskapet er eid av Upstream AS som er et holdingselskap, eid av Keystone AS, Hagastølen AS og Ål kommune. Selskapet skal struktureres og finansieres opp gjennom emisjoner i etterkant av konsesjonsprosessen. Jørn-Gunnar Jacobsen er daglig leder for foretaket og videre driftsorganisasjon er under etablering. Jacobsen er tidligere CEO for OnShore Technologies AS.

Selskapets adresse er:

Upstream Aqua AS,

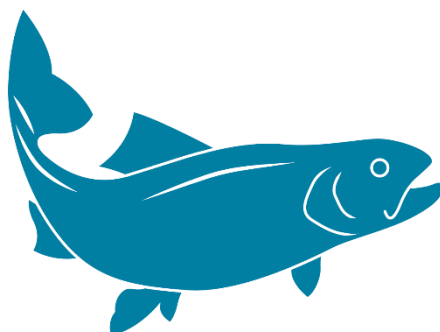
Torpomoen 27, 3579 Torpo

Kontaktperson: Daglig leder: Jørn-Gunnar Jacobsen

Telefon: 901 70 361

Epost: jj@upstream-aqua.com

Nettside: www.upstream-aqua.com



UPSTREAM AS
L A N D B A S E D A Q U A F A R M

2. Om industriområdet Kleivi Næringspark

2.1 Kleivi Næringspark

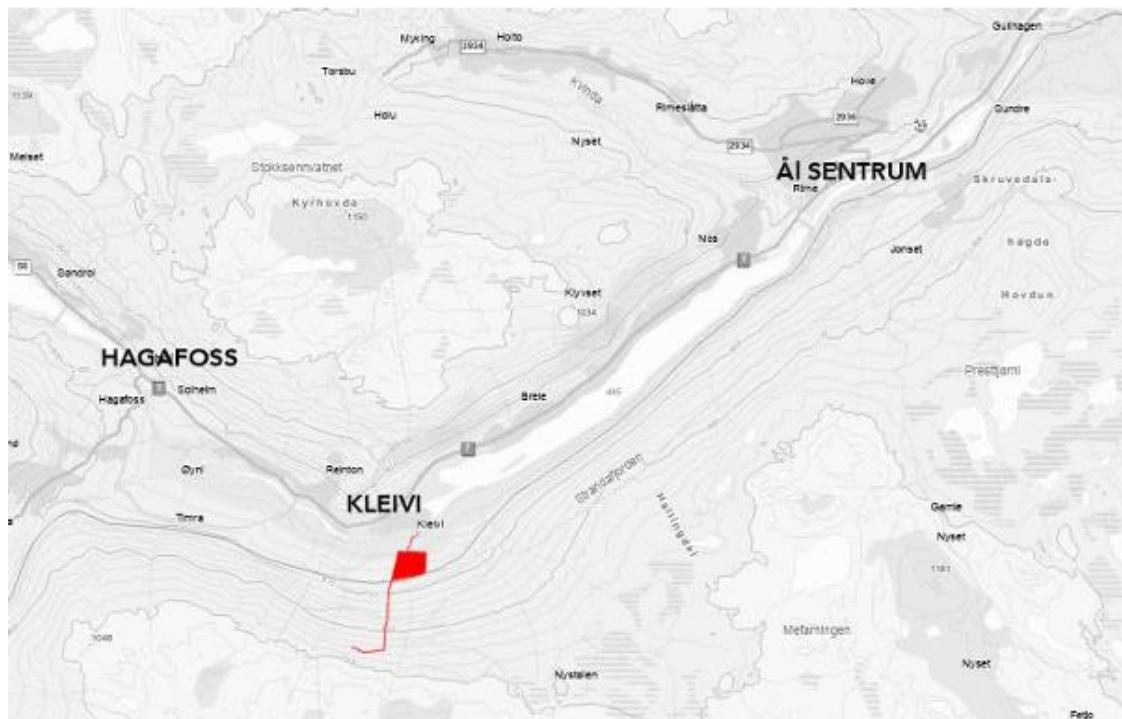
Kleivi Næringspark er et etablert industriområde i Ål kommune (figur 2). I næringsparken er det etablert flere bedrifter som kan gi synergier med Upstream Aqua AS. Etablerte selskaper i næringsparken er; Sundbrei Transport, Hallingdal Renovasjon (matavfall), Hallingplast (produserer plastrør for oppdrettsnæringen), Hallingdal Trepellets og Hafslund Eco som strømprodusent. De fleste selskapene har virksomheten sin på nordsiden av elven.



Figur 2. Oversiktsbilde over Kleiva Næringspark, med Strandaffjorden i bakgrunnen.

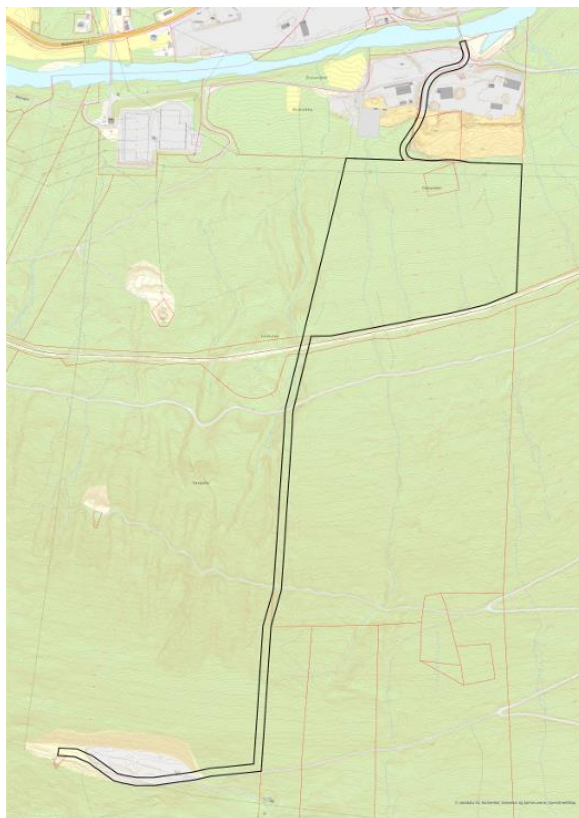
2.2 Avsatt område for tiltaket.

Upstream Aqua disponerer et tomteareal (125/8, 128/1, 125/3, 126/10 og 126/1) på sørsiden av elven i lett skrående terreng (figur 3). Avsatt areal omfatter hele eller deler av eiendommene. Tomten er på 100 000 m², og det er avsatt 60 000m² for anlegget og tilhørende virksomhet.

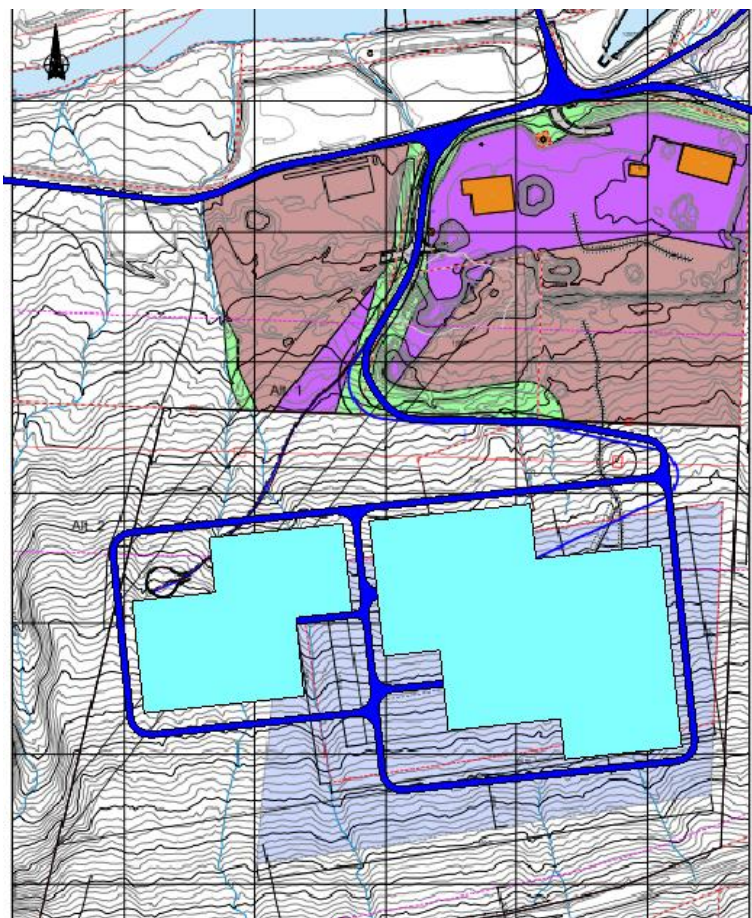


Figur 3. Kleivi Næringspark i Ål kommune (kilde: Asplan Viak).

Ankomstvei til anlegget legges igjennom næringsparken og det etableres vei rundt hele anleggsetableringen. Trase for rørgate og vanninntak legges i sørgående retning (figur 4,5,6).



Figur 4. Avsatt areal for reguleringsplan og foreløpig arealgrense.



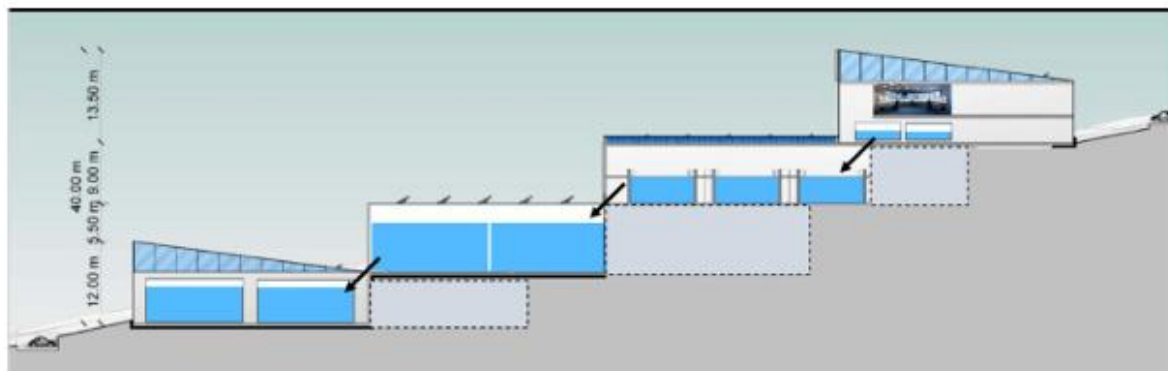
Figur 5. Bygningsareal inkludert ankomst vei.



Figur 6. Anleggsskisse som viser de ulike avdelingene innfelt i terrenget. Produksjonsanlegget til venstre, aquaponics anlegg til høyre og slambehandlingsanlegg i forkant.

Tilgjengelig areal har relativ god høydeforskjell, noe som muliggjør nye designtanker for hvordan anlegget skal bygges (figur 7). Inntaksvann pumpes opp fra Hafslund Ecos utløpskanal ved Strandafjordens innløp og opp i holdetanker. Avløpsvann føres med tyngdekraft ned mot denitrifiseringsanlegg før det slippes ut i resipient.

Med naturlig fall på areal som kan bebygges, kan anlegget designes i etasjevise moduler, som bidrar til å redusere pumpebehovet, og muliggjør nye tekniske løsninger for fisketransporten.



Figur 7. Anlegget tegnet inn i terrenget. Fiskelogistikken vil baseres på selvfall mellom avdelingene.

2.3 Reguleringsplan

Upstream Aqua AS har i samarbeid med Asplan Viak og Morefish startet reguleringsarbeid for industriområdet, med målsetning om ferdigstilling i 2025. Formålet med planarbeidet er å regulere næringsarealet til industri og næringsområde, som tilrettelegges for landbasert oppdrettsanlegg for regnbueørret.

Parallell etableres ny kommunedelplan for arealet i Ål kommune, og reguleringsplanen forutsettes vedtatt etter at arealdelen er vedtatt. Plan og bygningsloven §4-2 setter kriterier for behov for konsekvensutredning og KU-forskriften beskriver hvilke planer som må ha konsekvensutredning.

Gjeldende reguleringsplan er innenfor kriteriene i KU, og oppstart av konsekvensutredning er foretatt. Dette arbeidet vil gjøres parallelt med prosessen for konsesjonssøknaden.

Planprogram er etablert og oppstart var september 2024. Reguleringsplan forventes ferdigstilt i slutten av 2024.

2.4 Vannforekomst

I driftskonseptet er vannbehovet (spedevann) beregnet til å være 11 m³/min (183 l/s). Nytt spedevann hentes fra Hafslund Eco sin utløpskanal i enden av Strandafjorden, knyttet til Usta Kraftverk.

Hafslund Kraft har vurdert vannbehovet opp mot kriteriene i konsesjonene, samt nyere revisjon av konsesjonsvilkår. Med bakgrunn i senere revisjoner konkluderer Hafslund med at det kan gjøres uttak til andre formål enn kraftproduksjon, eksempelvis snøproduksjon eller akvakulturproduksjon.

Flere etableringer i Kleivi Næringspark benytter vann fra utløpskanalen, primært til magasinerings av brannvann.

Kraftutbyggingen er etablert i fallet fra Uste og elven mellom Strandefjorden og Nes. Tilknyttede magasiner til vassdraget er Finsevatn, Tungevatnet, Nygårdsvatn, Ørteren, Ustevatn og Rødungen (figur 8).

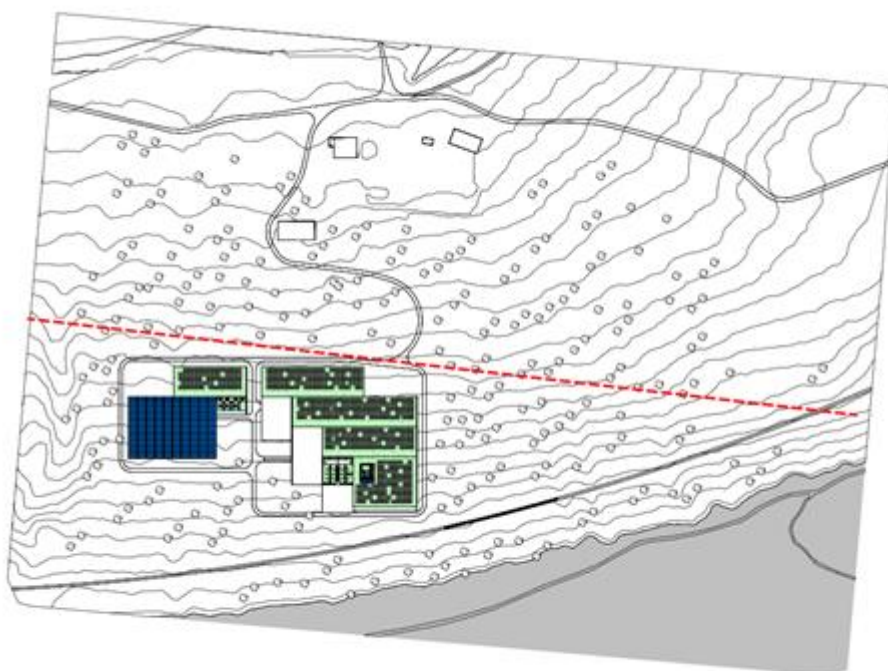


Figur 8. Utdrag fra vannsystem i området, med Rødungen som primærkilde, og Strandafjorden som resipient.

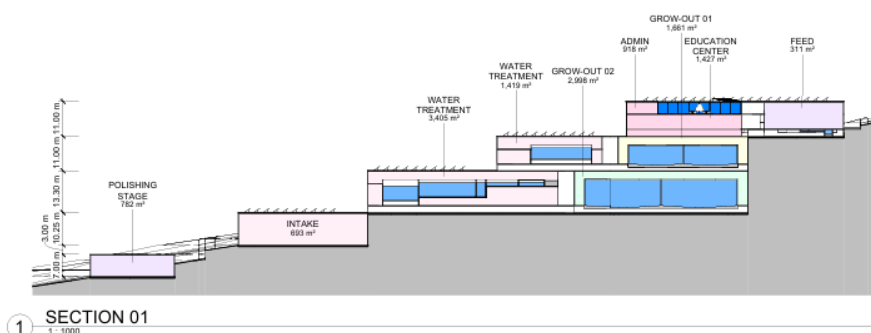
3. Opplysninger om anlegget og driftskonseptet.

Upstream Aqua AS skal etablere et landbasert oppdrettsanlegg tilpasset en årlig produksjon på 9000 tonn regnbueørret (gjennomsnittsvekt 3500 gram) i Ål kommune i Hallingdal. Anlegget skal bygges med RAS-teknologi, som bidrar til høy produksjon pr volum, lavt vannforbruk og kontroll på fiskevelferd, vannkvalitet, vanntemperatur og energiforbruk.

Tomten anlegget skal plasseres på er et skrående areal, noe som gjør at anlegget vil bli bygget i nivåer for å utnytte det naturlige selvfaller til transport av vann og intern fiskeflytting (figur 3). Anlegget skal bygges i henhold til gjeldende lover og forskrifter. Sentrale forskrifter er Akvakulturforskriften, og Forskrift om krav til teknisk standard for landbaserte akvakulturanlegg for fisk (NS9416). Prinsippskisse av anlegget i Kleivi er vist i figur 9 og 10.



Figur 9. Upstream Aqua anlegg i Kleivi Næringspark.



Figur 10. Prinsippskisse anlegg innfelt i topografien.

Anlegget bygges med flere separate produksjonsavdelinger for å sikre god biosikkerhet. Hver avdeling bygges med eget vannrenseanlegg, oksygenering - og nødoksygeneringssystem, som gjør at avdelingene kan drives uavhengig av hverandre (figur 10).

Anlegget designes også med fokus på smitteforebygging og hver avdeling vil defineres som en smittemessig enhet, med egne sluser, adgangsbegrensning samt vaskestasjoner.

Anlegget vil også designes med komponenter for desinfeksjon av produksjonsvann, både på inntak av nytt vann (spedevann) og i selve renseanlegget avdelingsvis.

Anlegget vil ha eget renseanlegg for avløpsvann, basert på fjerning av partikler, denitrifikasjon og desinfeksjon med UV filter før utslipp til resipient. Det er også planlagt et bygg for aquaponics som vil bruke en del av avløpsvannet til grønnsaksdyrking i tillegg til flere sirkulære metoder for nitrogenfjerning.



Figur 10. Prinsippskisse av anlegget i Kleiva, i et regulert område for 60.000m². Anleggets hovedenheter vil bestå av klekkeri, startfôring, yngel og flere påvekstavdelinger. I tillegg etableres prosess / bearbeidingsanlegg, magasin og filtrering for vanninntak, samt slambehandlingsanlegg og aquaponicsavdeling.

3.1 RAS-teknologi

RAS-anlegget vil være designet ut fra beste praksis prinsipper og med fokus på å redusere risiko både i design, konstruksjon- og produksjonsfasen. Selskapet har ikke valgt prosessleverandør eller hovedentreprenør pr i dag. Viktige forutsetninger for et sikkert produksjonsanlegg er definert som blant annet;

- Vannkvalitet i henhold til etablerte anbefalinger
- Tilstrekkelig tilgjengelig vannvolum
- Sikre oppdrettsanlegg med redundans
- Produksjonsplan som tar hensyn til fiskens biologiske behov og begrensninger
- Fiskelogistikk som ivaretar skånsom og sikker transport og behandling av fisk under relevante operasjoner
- Riktig utforming av kar
- Effektiv partikkeloppsamling fra produksjonsvannet
- Tilstrekkelig sensorikk som gir operatørene godt innsyn i produksjonsprosessen

Selskapet legger vekt på å implementere moderne teknologi som supplement til den konvensjonelle RAS teknologien. Viktige prosesser som er under videreutvikling, er;

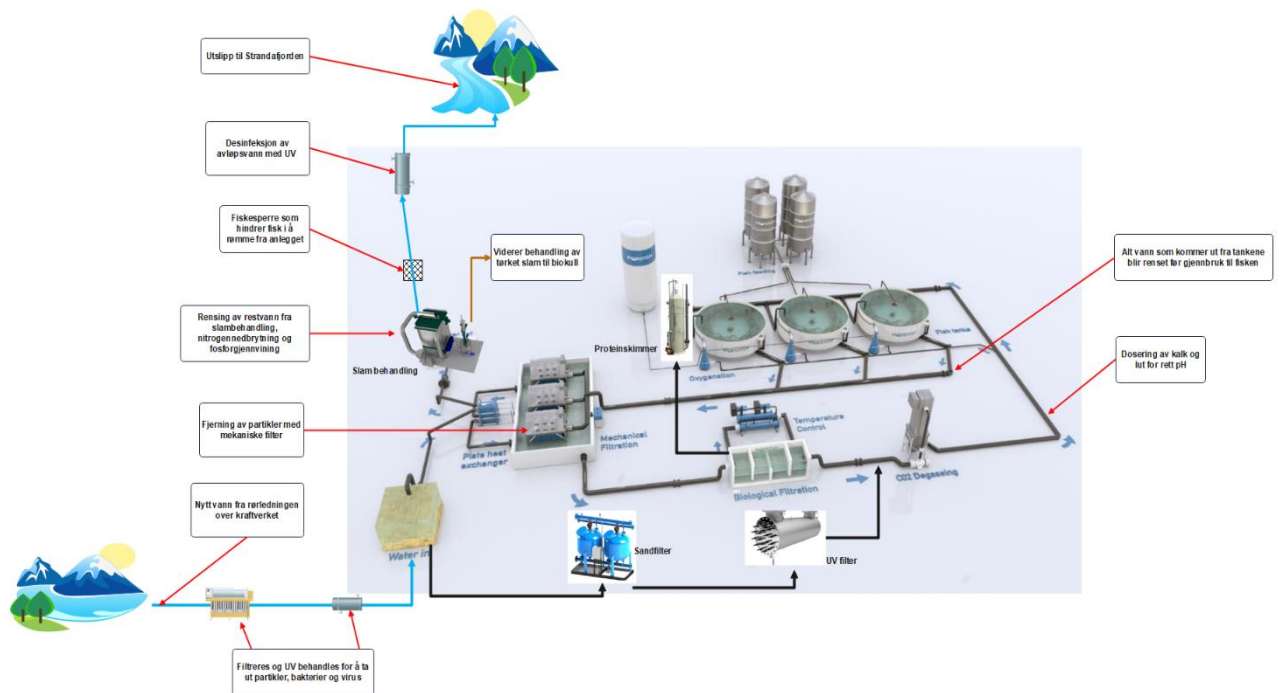
- Økt effektivitet i partikkelfjerning

- Bedre kontroll på karsirkulasjon og strømningsbilde
- Bedre overvåkning av vannkvalitet gjennom trendmålinger på karnivå
- Bruk av kunstig intelligens for å predikere produksjonsprosessen og gi mer stabil produksjon
- Mikrobiell overvåkning
- Fiskelagistikk (uttak av fisk fra kar og pumping/sortering/vaksinering) som er skånsom og som ivaretar god fiskevelferd. Her kommer fordelene av den skrående tomten inn.
- Denitrifiseringstrinn for redusert nitrogenutslipp
- Sirkulær utnyttelse av restprodukter fra produksjonen, gjennom omdannelse av fiskeslam og andre organiske forbindelser til biokull, samt bruk av ammonium og nitrat til produksjon av grønnsaker i aquaponics.

De viktigste kriteriene ved teknologivalg og prosessleverandørvalg vil være sammensatt av faktorer som;

- evne til å videreutvikle teknologi,
- implementering av nye tekniske løsninger,
- erfaringer fra tidligere bygde anlegg,
- kapasitet, pris og brukarmedvirkning (samspillmodell).

Utgangspunktet for teknologivalg vil likevel være tuftet på den konservative teknologimiksen som utgjør dagens norm. Rekkefølgen på komponentene i RAS-anlegget er vist i figur 11.



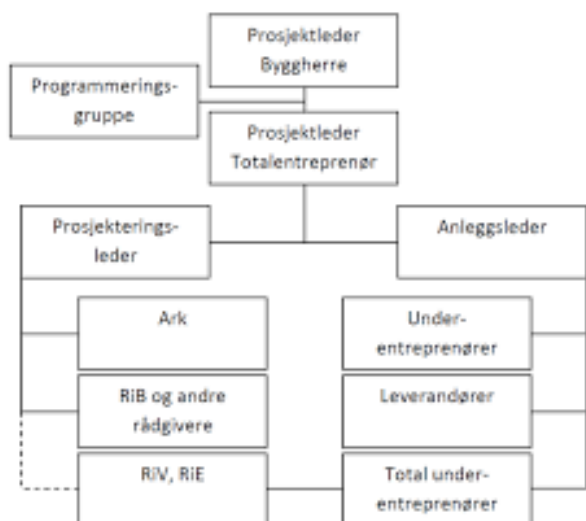
Figur 11. Prinsippskisse for RAS anlegg

3.2 Prosessfase fra konsesjon til ferdigstillelse av anlegg.

Ved godkjenning av konsesjon, etableres et samspillsprosjekt med relevante fag for byggeprosjektet. Prosjektorganisering etableres som en samspillmodell, bestående av;

- Byggherre
- Ansvarlig prosjekterende
- Prosessleverandør
- Underleverandører

Samspillmodeller er viktig for å utvikle sikre og funksjonelle prosessanlegg, som ivaretar fiskevelferd og støtter produksjonsmålene (figur 12).



Figur 12. Samspillmodell for utvikling av sikre oppdrettsanlegg.

I starten av prosjektet etableres et risikokartotek som analyserer ulike risikoer basert på erfaringsbasert kunnskap. Denne risikoanalysen skal følge hele prosjektstrømmen igjennom.

Basis i prosjektutviklingen er etablering av en produksjonsplan som er gjennomførbar innenfor tilgjengelig areal/karvolum og vannvolum. Sentralt i dette er utarbeidelse av biologiske og tekniske spesifikasjoner som ivaretar de spesifikke kravene for slike produksjonsanlegg.

Ansvarlig prosjekterende har det fulle ansvar for nødvendig dimensjonering og beregninger som er grunnlaget for et komplett og funksjonelt anlegg.

I de ulike fasene av samspillmodellen skal konseptet utvikles med basis i tekniske og biologiske spesifikasjoner (kapittel 4.3). Detaljprosjekteringen skal hensynta sikker produksjon og påse at anlegget bygges innenfor gjeldende krav. Følgende prosess etableres;

- Business modell
- Konseptutvikling inklusiv produksjonsplan
- Tekniske og biologiske spesifikasjoner

- Designbasis
- Detaljprosjektering
- Byggefase
- Funksjonstest
- Overtagelse

3.3 Utarbeidelse av teknisk og biologisk spesifisering

I forkant av designfase utvikles en teknisk og biologisk spesifisering, som definerer hvilke krav som stilles til det tekniske anlegget, og hvilke biologiske behov hos oppdrettsfisken som må ivaretas av dette designet.

Teknisk spesifisering skal utarbeides og baseres på beste praksis (BAT), og i henhold til tekniske standarder, blant annet NS9416. Viktige parametere er;

- Behandling av inntaksvann
- RAS og kar
- Alle prosesstekniske rør
- Rør for fisketransport
- Fôringsanlegg
- Energianlegg
- Ensilasjeanlegg
- Lutanlegg
- Oksygeneringsanlegg
- Styringssystem
- Rømmingssikring

Biologisk spesifisering utarbeides med bakgrunn i beste praksis, samt veiledende grenseverdier for vannkvalitet (VKM, 2014), Driftsforskriften og Dyrevelferdsloven.

Viktige kvalitetsparametere er;

- Tetthet i kar
- Vannkvalitetsparametere/anbefalte grenseverdier
- Fiskelogistikk
- Dødfiskhåndtering
- Fiskehelse
- Overvåkingssystem
- Finish på tekniske anlegg for å minimere sjansen for sårskader på fisk
- Utfôringskapasitet og distribusjon

4. Byggteknisk

4.1 Produksjonsbygg

Produksjonsbygget konstrueres etter gjeldende nasjonale standarder for industrien.

Karkonstruksjoner er per i dag ikke valgt, men alternativene vil være betong, stål eller GRP (glassfiber reinforced plastic). Ved bruk av betongkar kan kar-sidene brukes som del av byggkonstruksjonen.

Selve byggkonstruksjonen hviler på ringmur. Annen prosessteknologi som biofilter, sumper og lignende bygges i betong. I konstruksjoner som har direkte vannkontakt, skal betong kles med en coating som ikke avgir uønskede stoffer, skaller av og som er lett å rengjøre.

Produksjonsbyggene skal ventileres ved hjelp av undertrykksventilasjon. Areal over CO₂-luftere vil ha arrangement med større utluftningskapasitet. Anlegget vil ha klimastyring med temperaturkontroll for holde lufttemperatur stabil og unngå fuktmetning i innelufta.

Fôrlager, ensilasjeavdeling, pH-justering, tekniske rom og oksygentank/generator plasseres med nødvendig definerte sikkerhetssoner og spesielle krav. Godkjent brannplan skal foreligge etter gjeldende krav.

Bygget skal designes etter gode prinsipper som gir god biosikkerhet og lav risiko for smitte internt i anlegget. Dette innebærer aktiv sonering, sluser for hver avdeling, lett tilgjengelig vaskesystemer for rengjøring og desinfeksjon, god planlegging av persontrafikk og adgangskontroll. Kontorbygg og laboratorium kan plasseres på himling/2 etasje.

4.2 El-forsyning og sikkerhet

Trafokapasitet tilknyttet høyspent ledningsnett på 420 kV, med mulig effektuttak på 50 gwh. Erfaringsvis vil et fullt utbygd settefiskanlegg tilsvarende det som planlegges i Kleivi i perioder ha et maksforbruk på inntil 5-7 MW.

Hoved og fordelingstavle etableres i eget el-rom og el-installasjoner og kabling legges i rør, kanaler eller kabelbro over himlinger.

Anlegget skal ha tilstrekkelig reservekapasitet for å sikre kontinuerlig strømforsyning under strømvbrudd, med installerte dieselgeneratorer og UPC.

5. Produksjonsanlegg.

Produksjonsanlegget skal inneha alle tekniske funksjoner for sikker drift for hele produksjonssyklusen fra egg til matfisk. Anlegget deles opp i produksjonsavdelinger og støttefunksjoner.

Produksjonsavdelingene består av;

- Klekkeri
- Startfôring
- Yngel
- Påvekst
- Growout
- Purge
- Slakteri / prosesseringsenhet

Tekniske støttefunksjoner vil være;

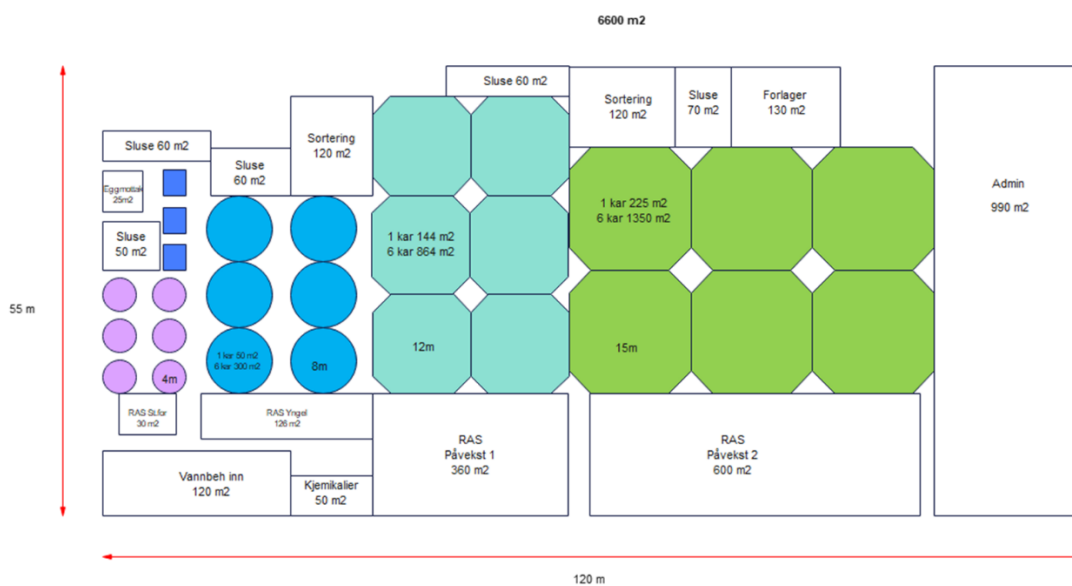
- Renseanlegg inntaksvann
- Oksygenering (tank og/eller oksyngengenerator)
- Dødfiskhåndtering/ensilasjeanlegg
- Sortering og vaksinerings
- pH-reguleringssystem
- Verksted og lager
- Energisentral
- Ventilasjonsanlegg

Andre støttefunksjoner vil være;

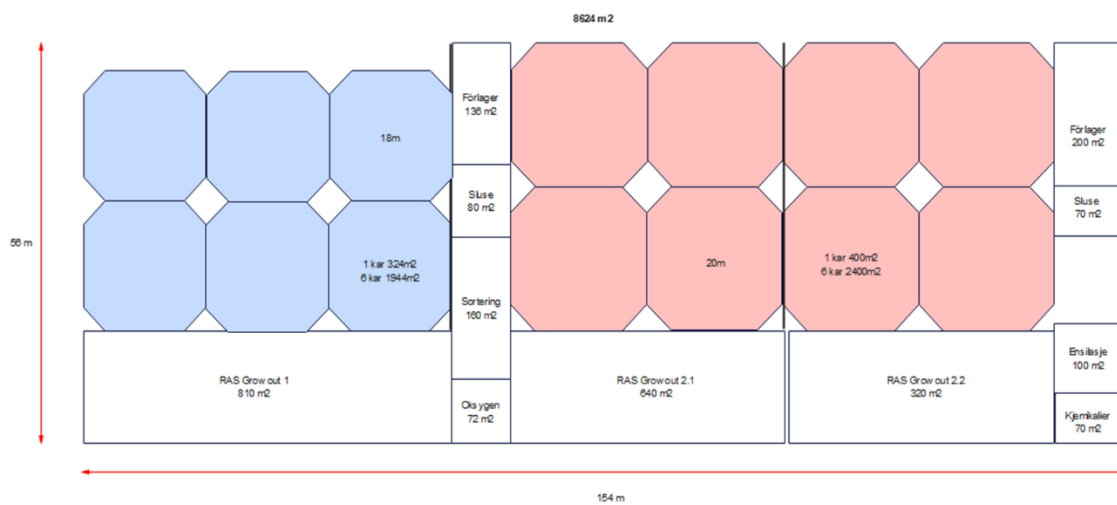
- Kontor
- WC, garderobeanlegg
- Kantine
- Laboratorium
- Lager
- Møterom

5.1 Produksjonsavdelinger

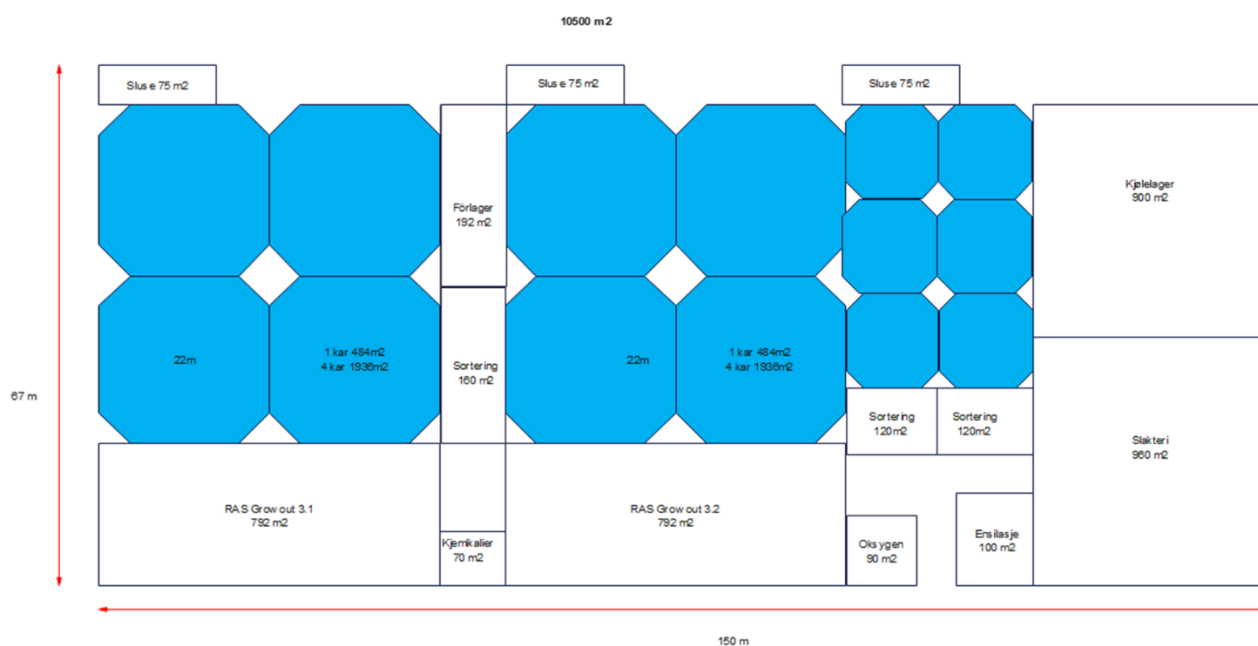
Anlegget planlegges etablert med seks ulike avdelinger; klekkeri, startfôring, yngel, påvekst, growout og purge (figur 13,14, 15 og 16). Produksjonskapasiteten i anlegget vil være 9000 tonn og anlegget kan produsere matfisk på opptil 3,5 kg (tabell 1).



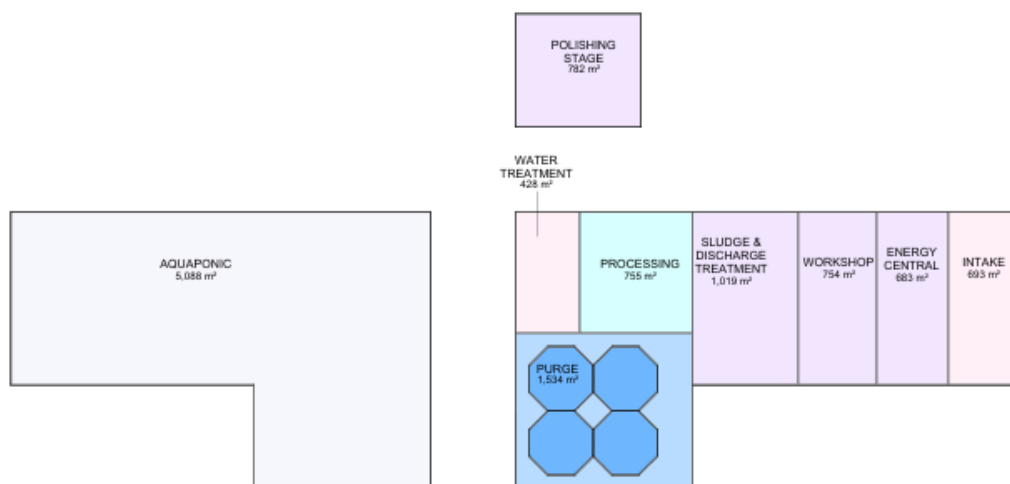
Figur 13. Prinsskisse for klekkeri, yngel, påvekstavdeling.



Figur 14. Prinsskisse for påvekst 1 avdeling.



Figur 15. Prinsippskisse for påvekst 2 avdeling, purging og slakteri.



Figur 16. Prinsippskisse for purging, aquaponics, processing og slambehandling.

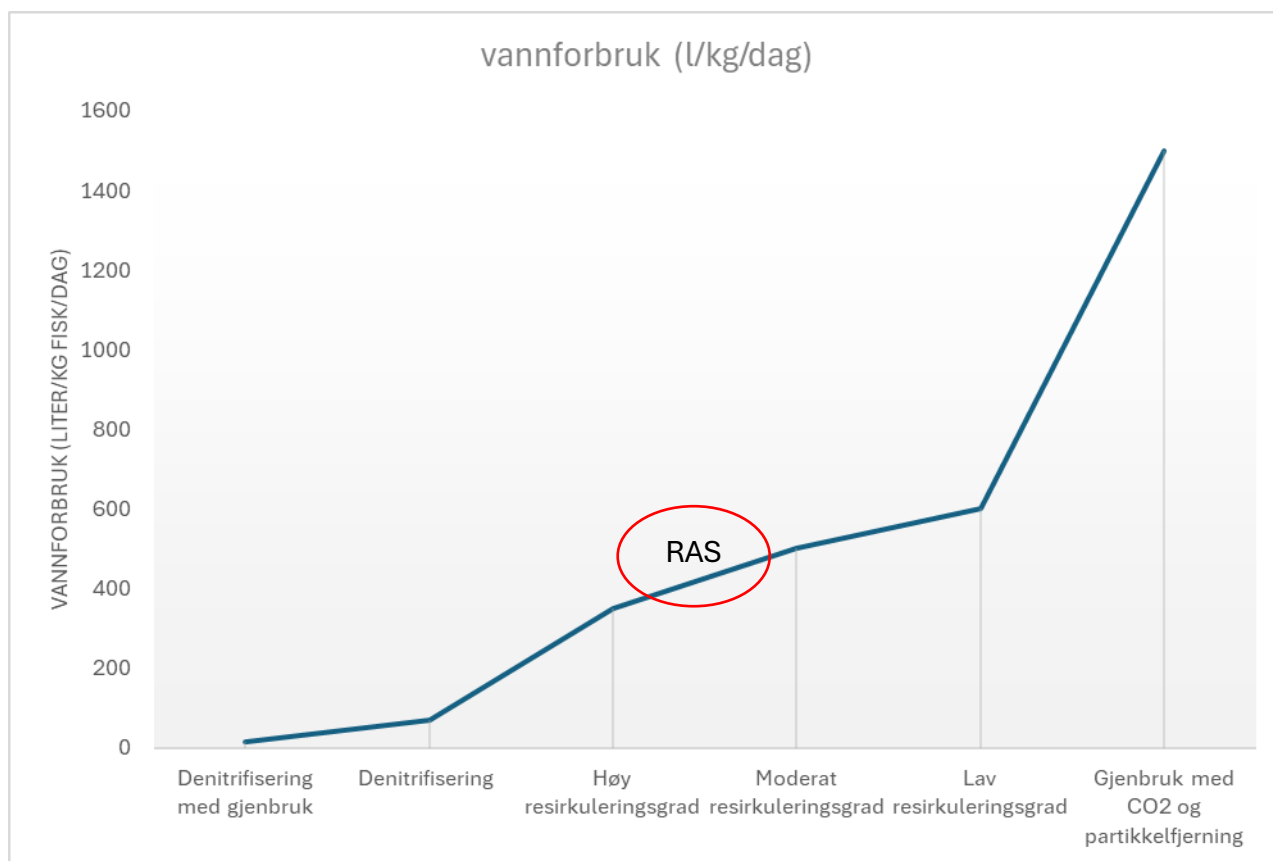
Tabell 1. Oversikt over de ulike avdelingene, med definerte fysiske kapasiteter.

	Fiskestørrelse	Kar størrelse	Vann høyde	Antall kar	Kar volum	Tot kar volum	Tot areal m2 kar	Max tetthet	Biomasse	Maks antall fisk	Flow pr kar
	(gram)	Ø(meter)	(meter)	(stk)	(m3)	(m3)	(m2)	(kg/m3)	(tonn)	(stk)	(m3/t)
Avdeling											
Startforing	0,1	4	1,5	6	19	113	75	40	4	717 544	57
Yngel	8	8	2,8	6	141	844	301	60	45	698 400	368
Påvekst 1	82	12	4	6	520	3 120	864	70	205	679 769	1 114
Påvekst 2	336	15	5	6	1016	6 094	1 350	70	430	661 634	2 032
Growout 1	679	18	6	6	1755	10 530	1 944	70	723	643 983	2 771
Growout 2	1191	20	7	8	2528	20 222	3 200	70	1 425	637 572	3 341
Growout 3	2354	22	7,3	8	3190	25 517	3 872	90	2 250	632 489	4 785
Purge	3500	12	4	6	520	3 120	864	90	30	17 143	104
						69 558	12 470		5 112		

Alle avdelinger med unntak av klekkeri vil bli drevet med RAS-teknologi. Klekkeriavdelingen vil drives med gjennomstrømsteknologi, temperaturkontroll, og forbehandling av råvann inn til avdelingen.

5.2 Resirkuleringsgrad

Anlegget vil benytte ferskvann fra Rødungen og Ustevatn, gjennom konsesjonen for Hafslund Eco sitt Usta Kraftverk (vedlegg «Vannrettighet»). Gjennom avtale mellom Kleivi Næringspark og Hafslund, er Upstream Aqua AS sikret et minimumsuttak på 11 m³/min (660 m³/time). I resirkuleringsanlegget vil vannforsyningen bestå av > 99,9 % resirkulert vann og 0,2% nytt spede vann. Dette vil tilsvare et vannforbruk på rundt 300 - 500 liter pr kg fôr pr dag, som gir en høy resirkuleringsgrad (figur 17). Dette vannforbruket tilsvarer fra 300 - 700m³ / time. Overvann og rejektivann fra slambehandling behandles i doble denitrifiseringsstrinn for å redusere overskuddsnitrogen til akseptable utslippsnivå i resipienten.



Figur 17. Resirkuleringsgrad for anlegget, oppgitt i liter vann forbrukt pr kg fôr pr dag. Kilde: Morefish.

Produksjonen vil holdes på maksimalt 13°C, ideelt i området mellom 11 og 13°C (tabell 2). Klekkeriet vil ha maksimal temperatur på 8°C.

Salinitet i anlegget vil være 0 -33ppt. Det kan være aktuelt å bruke noe salt i forbindelse med stabilisering av vannkvalitet.

Tabell 2. Temperatur, salinitet, maksimal biomasse, utfôring og vannforbruk i de ulike avdelingene.

	Temperatur	Salinitet	Startvekt	Sluttvekt	Tetthet	Biomasse	Max utfôring	Max biofilterkapasitet
	Max C	ppt	gram	gram	kg/m3	maks tonn	% av bm/dag	kg fôr/dag
Klekkeri	8	0						
Startfôring	12	0	0,1	6	40	4	3,9	158
Yngel	12	0	6	65	50	45	2,3	1041
Påvekst 1	12	0	65	302	60	205	1,5	3130
Påvekst 2	12	0	302	644	70	430	1,2	5035
Growout 1	13	0	644	1129	70	723	1	7774
Growout 2	13	0-3	1129	2215	70	1425	0,8	12458
Growout 3	13	0-3	2245	3500	80	2250	0,8	17741
Purge	12	0	3000	4000	80	30		

Behov for nytt spede vann er beregnet til å være fra 10 m³/min. Inntaksvannet skal forbehandles for å sikre mest mulig stabil vannkvalitet og best mulig biosikkerhet. Alternativ forbehandling er membranfiltrering og UV. Spede vann vil tilsettes kalkslurry eller lut for å regulere og stabilisere pH. I tillegg vil produksjonsvannet tilsettes ozon på et trinn i selve vannrensingsloopen.

5.3 Klekkeri

Klekkeriet skal produsere rogngrupper på opptil 750 000 rognkorn pr innlegg. Klekkeriet designes etter industrielle prinsipper, med fokus på biosikkerhet (hygiene, desinfisering mm.) og effektiv overvåkning og røkting av rogn (figur 18).

Klekkeriet i seg selv er en ren sone og utemiljøet er uren sone. Klekkeriet anlegges slik at rognmottak skjer i helt smittefrie soner, og selve rogn mottas gjennom sluser i veggen. All rogn desinfiseres før den legges inn i klekkeriet og rogn, emballasje og annet utstyr behandles som smitterisiko inntil desinfisering.

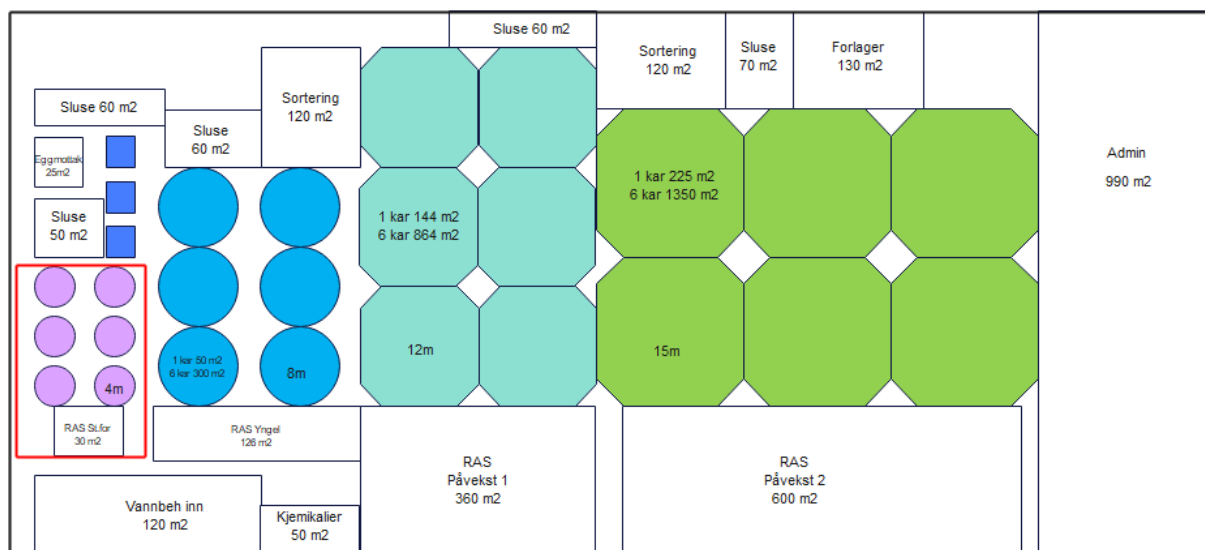
Klekkeriet vil bygges med standard klekkeskap fra Alvestad Marin, med en kapasitet på 360 000 rognkorn per skap. Totalt vil avdelingen inneholde 3 skap, fordelt over 20 m². Avdelingen vil ha hevebenker for å sikre godt arbeidsmiljø og liten belastning for røkterne som skal jobbe i klekkeriet.



Figur 18. Alvestad klekkeskap for inkubering og klekking av lakse- og ørretrogn.

5.4 Startfôringsavdeling.

Startfôringsavdelingen vil bestå av 6 kar à 4 m diameter (figur 19). Totalt volum i avdelingen vil være 113 m³. Startfôringskarene vil være 1,5 meter dype og er noe grunnere enn karene i de andre avdelingene.



Figur 19. Startfôringsavdeling

Denne karutformingen er viktig for å ha god kontroll på fiskegruppen, oppnå tilstrekkelig utfôring og unngå for stor spredning i størrelse på fisken.

Utforming av fôringsanlegget er viktig for å oppnå god utfôring, og det skal benyttes fôrsprederer som rekker diagonalt over karene (figur 20).

Startfôringsavdelingen vil ikke ha gangveier over fiskekarene, slik at unødvendig bevegelse over karene reduseres, og fisken får mer ro. Yngel fra klekkeriet flyttes over til startfôringskar ved hjelp av trau/kar og fisken flyttes ut av startfôringsavdelingen gjennom slanger til yngelavdelingen i etg under.



Figur 20. Startfôringskar med fôringsanordning.

Avdelingen vil bli bygget med gjennomstrømsteknologi for å sikre renest mulig vann.

I startfôringsavdelingen vil følgende tekniske komponenter være installert;

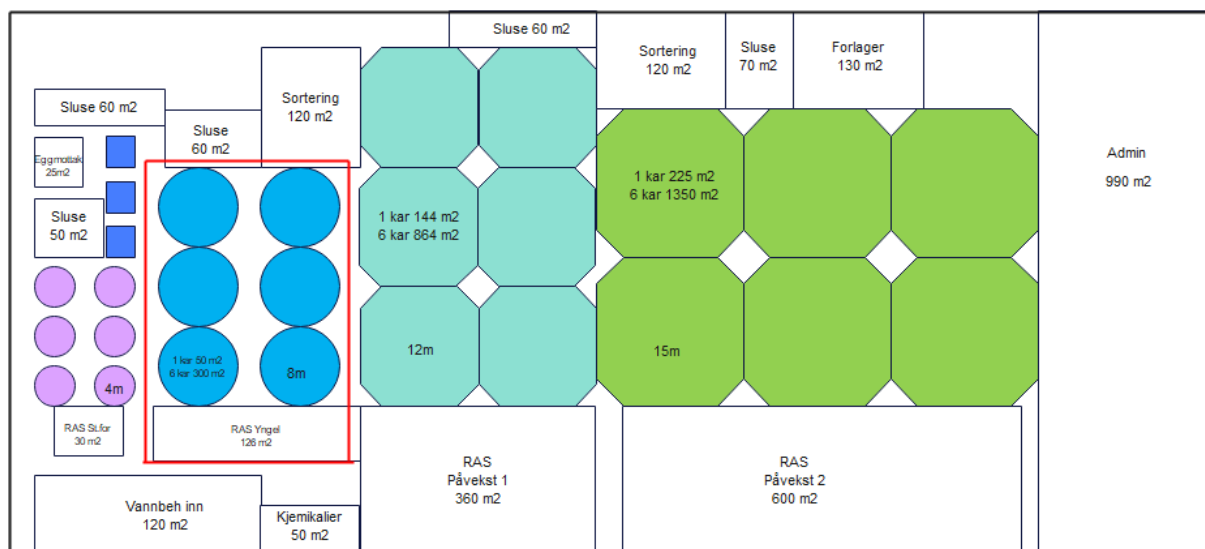
- Oksygenkjegler
- Trommelfilter (60 µm)
- Proteinskimmer
- UV
- CO₂-lufter

Spesifikke krav for startfôringsavdelingen som skal sikre god og effektiv produksjon;

- Fôringssystemet skal være enkle matere koblet til sentralfyllingssystemet.
- Oksygeneringssystem for hvert kar
- Nivåalarm på alle kar
- Oppsettet vil ha gangvei mellom kar, og ikke gangbro over karene. Minimumsavstand på 1 meter mellom kar er nødvendig for å sikre plass til å utføre arbeid og flytte utstyr.
- System for dødfiskhåndtering
- Nødoksygensystem med diffusorslanger i hvert kar
- Lys over tankene skal henge fra taket
- Lyskontroll med dimmemulighet
- Vaskestasjon med benk og vask
- Sentral vaskestasjon for rengjøring av kar
- Labstasjon for vannkvalitetsanalyse
- Sluse å komme inn i avdelingen fra uren til ren sone

5.4 Yngel avdeling

I Yngel avdelingen vil fisken holdes fra 8 til ca 65 gram, før den sorteres og vaksineres. En vaksineringsstrategi er ikke definert pr i dag, men anlegget klargjøres for installasjon av vaksinemaskin. Etter sortering flyttes fisken over i Påvekst 1 avdelingen. Karstørrelsen vil være Ø 8m og et totalt kar volum på 814 m³ (figur 21). Avdelingen vil baseres på RAS-teknologi.



Figur 21. Yngelavdeling

I denne avdelingen vil følgende komponenter være installert;

- Oksygenkjegler
- Trommelfilter (60 µm)
- Proteinskimmer
- UV
- CO₂-lufter
- Sorteringsmaskin
- Vaksineringsmaskin

Fisken vil bli sortert mellom hver avdeling, for å oppnå en lavere størrelsesvariasjon, samt destruere fisk som har store avvik på størrelse og morfologi. Fisken trenges og og slippes med selvfall over en sorteringsmaskin (figur 22) og fordeles over i nye kar i neste avdeling.



Figur 22. Sorteringsmaskin for yngel. Kilde: Apollo AS

Sortering og vaksinerer skjer i eget rom plassert i en mellometasje mellom avdelingene. Dette rommet skal være isolert og være tilgjengelig fra begge avdelinger. Fisken slippes i transportrør ned til neste avdeling.

Ved rundt 40-50 gram vaksineres fisken ved hjelp av en SkalaMaskon vaksineringsrobot (figur 23). Regnbueørret vaksineres primært med Alpha 300 og Flavo-vaksiner. Skala Maskons fullautomatiske vaksineringsmaskin kan styres av 1-2 operatører, kan vaksinere og sortere opp til 40 000 smolt i timen, og vil håndtere fisk i størrelsesområdet 30-170 gram. Maskinene kan vaksinere singel-, dobbel-, trippel- og intramuskulære doser samtidig.



Figur 23. Vaksineringsrobot fra Skala Maskon.

Spesifikke krav for Yngel avdelingen:

- Fôringssystemet skal være matere som er koblet til sentralfyllingssystemet
- Oksygeneringssystem ved hver tank
- Nivåalarm på alle kar
- Oppsettet vil ha gangvei mellom kar. Minimumsavstand på 1 meter mellom kar er nødvendig for å sikre plass til å utføre arbeid og flytte utstyr.
- System for dødfiskhåndtering
- Nødoksygensystem med diffusorslanger i hvert kar
- Lys over tankene, skal henge fra taket
- Vaskestasjon med benk og vask
- Sentral vaskestasjon for rengjøring av kar
- Fisketransportsystem
- Labstasjon for vannkvalitetsanalyse
- Sluse å komme inn i avdelingen fra urent til ren sone

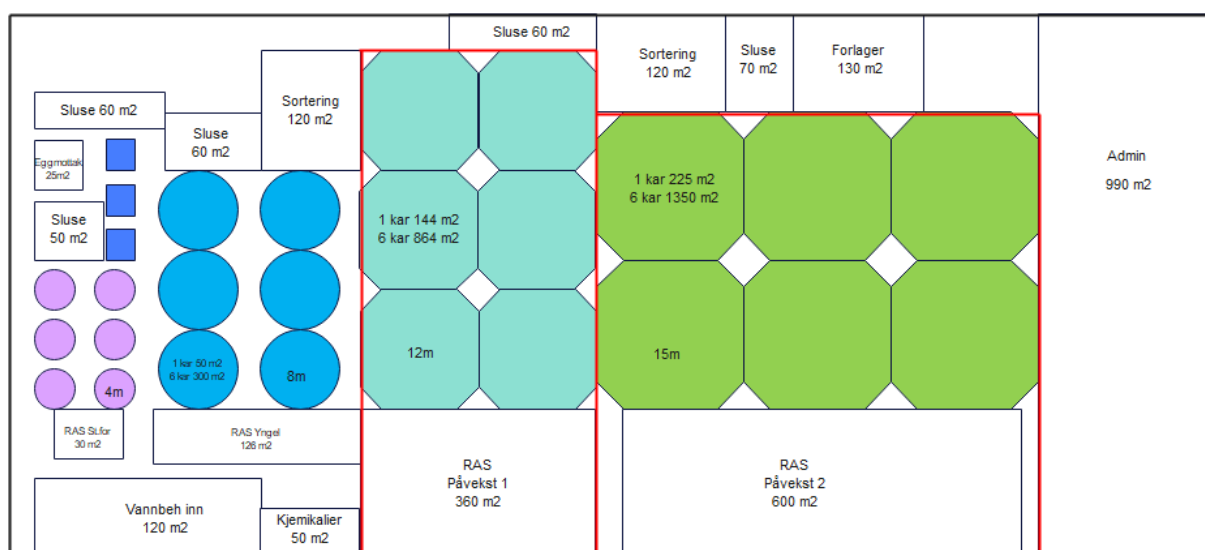
5.5. Påvekstavdeling 1 og 2

Påvekst 1 avdelingen vil bestå av 6 stk åttekantede 12m kar (figur 24). Påvekst 2 vil bestå av 6 stk åttekantede 15m kar. Totalt vil karvolum utgjøre henholdsvis 3120 m³ og 6094 m³.

Yngelen vil være fra 65-300 gram (påvekst 1) og 300 - 650 gram (påvekst 2). Når fisken blir sortert i Påvekst 2 vil den overføres til Growout 1 ved hjelp av selvfall, siden Growout avdelingene vil bygges på et lavere nivå i terrenget. Dette vil redusere energibruk og være skånsomt for fisken da fisken ikke har behov for å pumpes.

I hver avdeling vil følgende komponenter være installert;

- Oksygenkjegler
- Trommelfilter (60 µm)
- Proteinskimmer
- UV
- CO₂-lufter
- Sorteringsmaskin



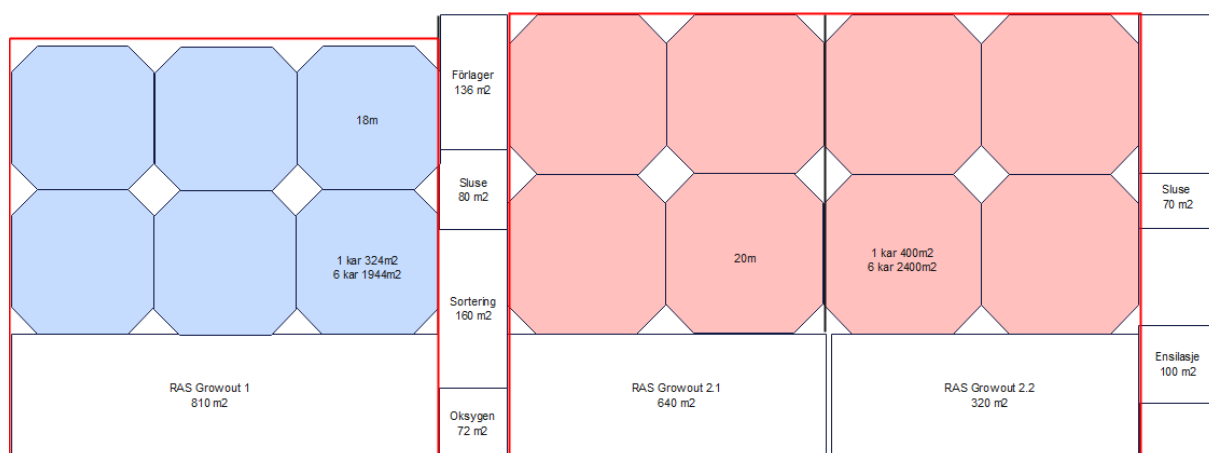
Figur 24. Påvekst 1 og 2 avdeling for fisk fra 65 – 650 gram.

Spesifikke krav for Påvekst 1 og 2:

- Fôringssystemet skal være matere som er koblet til sentralfyllingssystemet
- Oksygeneringssystem ved hver tank
- Nivåalarm på alle kar
- Oppsettet vil ha gangvei over karene.
- System for dødfiskhåndtering
- Nødoksygensystem med diffusorlanger i hvert kar
- Lys over tankene, skal henge fra taket, og lys i karet for å sikre god lysspredning
- Vaskestasjon med benk og vask
- Sentral vaskestasjon for rengjøring av kar
- Fisketransportsystem
- Labstasjon for vannkvalitetsanalyse
- Sluse å komme inn i avdelingen fra urent til ren sone

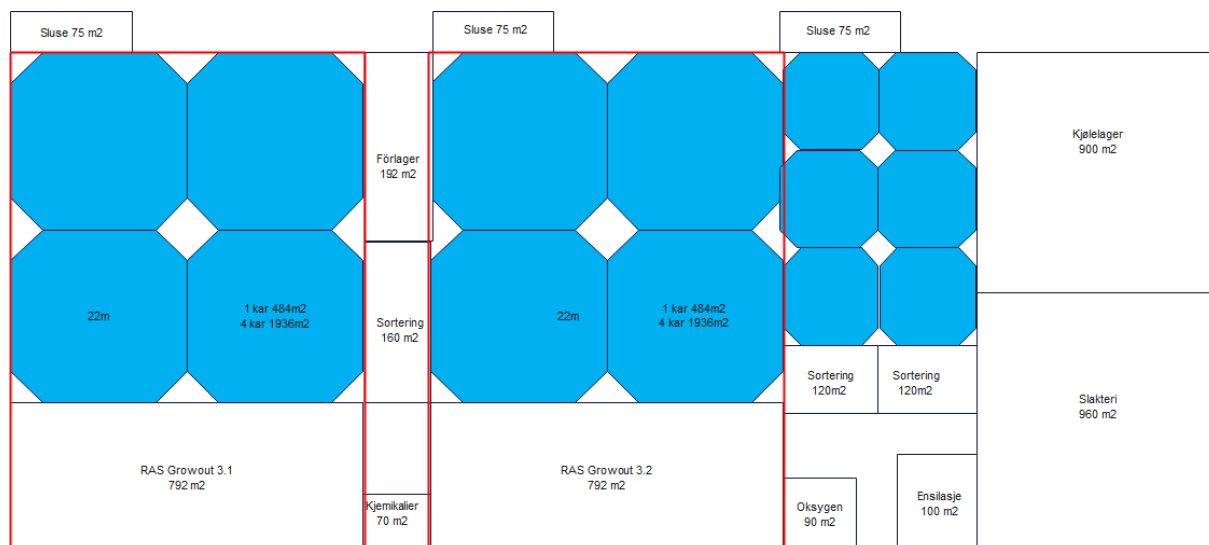
5.6. Growout

Anlegget bygges med tre growout avdelinger fordelt på to bygg. Growout 1 består av 6 stk åttekantede 18m kar med et totalt volum på 10 530 m³, med tilhørende Ras avdeling (figur 25). Her vil fisken vokse fra 650- ca 1100 gr. Growout 2 ligger i samme bygg og består av 8 stk åttekantede 20m kar med et totalt volum på 20 222 m³, med to Ras avdelinger (figur 25). Fisken vil her være 1100- ca 2200 gr. Når fisken er sorter i Growout 2 vil den transporteres til Growout 3 med selvføll.



Figur 25. Growout 1 og 2

Growout 3 har to avdelinger som består av totalt 8 stk åttekantede 22m kar med et totalt volum på 25 517 m³, og to Ras avdelinger (figur 26). Fisken vil være fra 2200 - ca 3500 gr, som også er den planlagte slaktevekten. Selskapet vil forberede avdelingen for sortering og designe for mulig etterinstallasjon av sorteringssystem. Fisken flyttes ved hjelp av gravitasjon fra påvekst 3 og over til purging avdelingen.



Figur 26. Growout 3

Avdelingens sorteringsmaskin plasseres på en messanin. Sorteringssystemet skal plasseres i moderat høyde for å sikre tyngdekraften når fisken overføres tilbake til tankene etter sortering.

Avdelingen skal ha en sluse for å regulere trafikk fra uren til ren sone. Et felles laboratorium vil være tilknyttet produksjonsenhentene. Dette vil være et kombinert veterinærlaboratorium og analyselaboratorium for vannkvalitet.

Fiskekarene og vannbehandlingen skal deles fysisk. Det er nødvendig å designe for tilstrekkelig areal rundt tankene, for å sikre enkel tilgang og plass til innløpsrør, regulering av ventiler og mer.

Dødfiskhåndteringssystem vil være manuelt med sidemonterte dødfiskfeller på karkant. Fisken flyttes fra feller til vakuumsystem som frakter fisken ut av anlegget til ensileringsavdelingen.

Fôringssystemet skal bestå av automatisk fylte matere fra sentralfyllestasjon, med doble fôrfordelingsrør for hvert kar.

Oksygenering skal gjøres tankvis, med ventiler og rør. Hver tank vil ha nødoksygenssystem som sjaltes automatisk inn ved strømsstans.

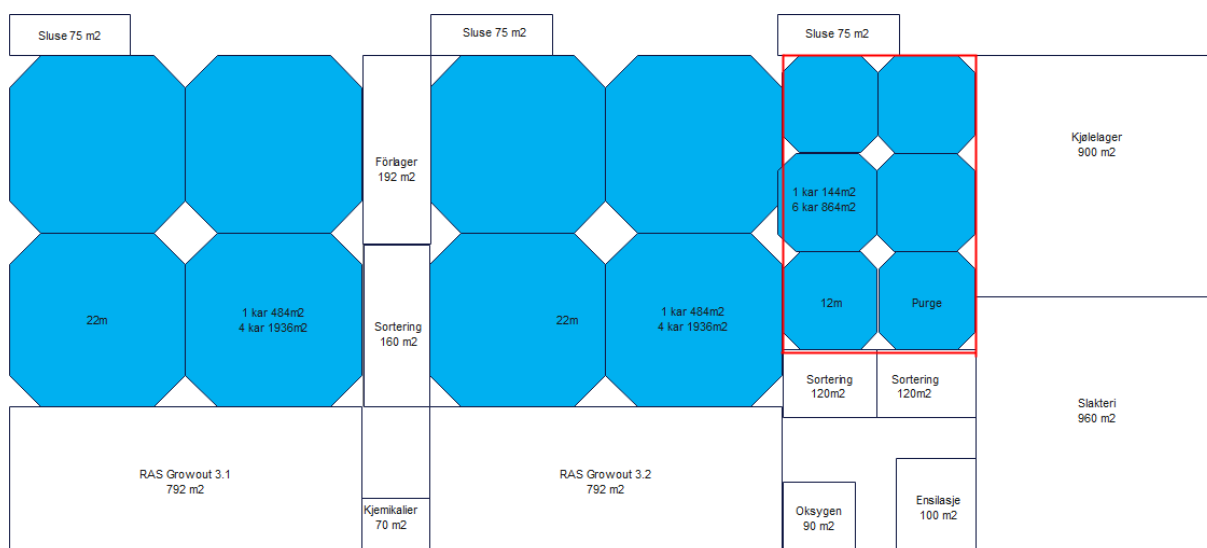
Lys vil bli installert fra taket, og undervannslys for å oppnå god nok lysspredning inne i karet. Lysene skal være digitalt styrt, enten lokale eller eksterne gjennom Dali-system.

Avdelingene skal ha sin egen rengjøringsstasjon for produksjonsutstyr, med vask, oppvarmet vann, høytrykksvasker, såpedispensere. Ventilasjonssystem skal installeres for å lufte ut CO₂ og stabilisere luftfuktighet inne i produksjonshallene.

5.7. Purge

Før fisken kan slaktes må den gå i rent vann og uten fôring i ca 7 dager for å fjerne jordsmak fra fisken (geosminer). Purge avdelingen (figur 27) består av 6 stk åttekantede 12m kar med et totalt volum på 3120 m³. Karvolum er tilstrekkelig for 2 uker slakt (cirka 40 tonn pr dag). Denne avdelingen vil bli drevet med rensset produksjonsvann fra RAS prosessen, med bruk av AOP (avansert oksidasjonsprosess) og ozonering.

Alle kar i Purge avdelingen vil bli satt opp med egne transport rør inn til prosess anlegget i slakteriet.



Figur 27. Purge avdelingen er designet for gjennomstrøm fra forbehandlet vann for å sikre best mulig rensing og vannkvalitet.

5.8. Prosessanlegg

Oppdrettsanlegget vil også ha et slakteri og prosessanlegg ved siden av Purge avdelingen. Bearbeiding av fisken rett etter slaktning er nøkkelen til å få et produkt av topp kvalitet og øke den endelige verdien av fisken.

Behandlingsområdet er utformet for å effektivt håndtere fisken fra purge-avdeling til prosessanlegg. Fisken skal prosesseres til HOG (head on gutted) og prosessen skal følge gjeldende kvalitetsstandarder og overholdelse av forskrifter for mattrygghet.

Prosessanlegget vil bli utstyrt med:

1. Bedøvelsesområde
2. Utblødingsområde
3. Emballasje- og henteavdeling
4. Behandling av blodvann

Fisken vil pakkes og emballeres i isoporkasser med is for å forsinke rigor mortis så mye som mulig mens fisken transporteres videre til prosesseringsanlegg.

Hvert trinn er omhyggelig kontrollert for å opprettholde ferskheten og integriteten til fiskeproduktene. Temperaturkontrollert miljøer for å forhindre bakterievekst og opprettholde produktkvalitet.

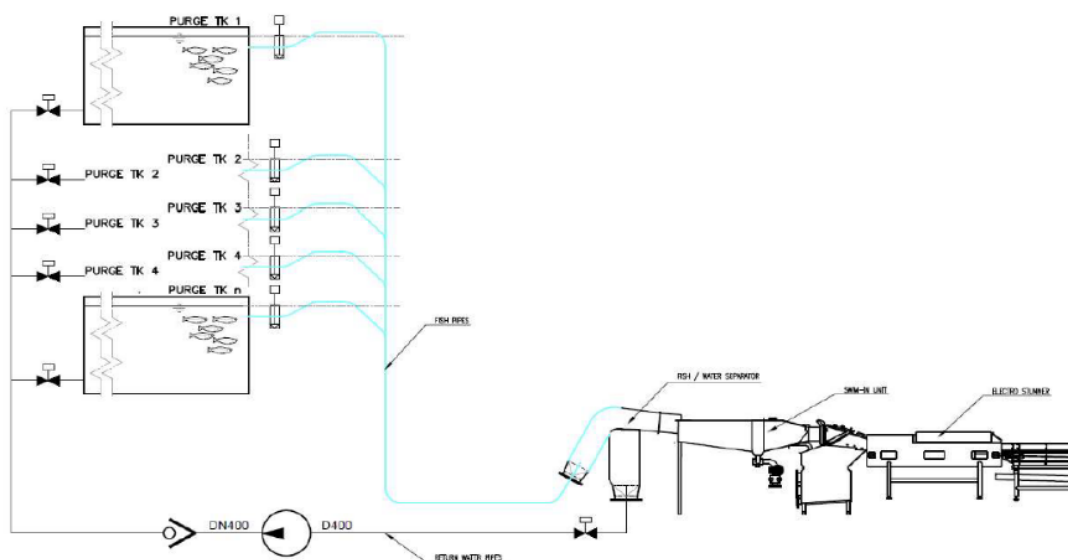
Innendørs temperaturer som skal overholdes er:

Temperatur:	Område:
+6°C / +8°C	Semi-kaldt rom (prosess område)
Max. +3°C	Kjøle rom (lager rom)

5.9. Layout og logistikk

Implementering av robuste biosikkerhets- og matsikkerhetstiltak er avgjørende i fiskeforedling for å sikre produksjon av trygge produkter av høy kvalitet. Prosessavdelingens mottaksområde ligger nær Purge og gir enkel tilgang til innkommende råstoff. Avdelingen har temperaturkontroll for å opprettholde fiskens ferskhet.

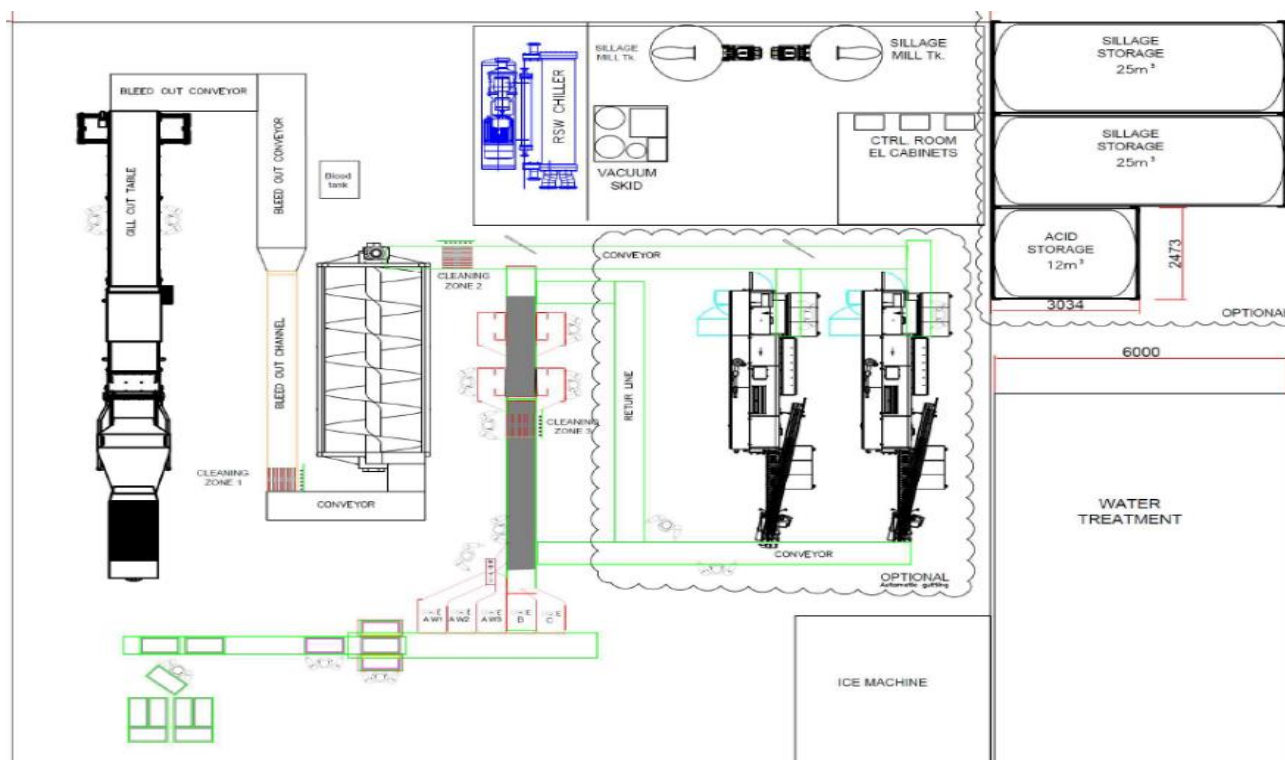
Prosessområdet er delt inn i spesialiserte soner for ulike behandlings stadier, noe som sikrer en jevn flyt av operasjoner (figur 28, 29).



Figur 28. Transport fra Purge avdeling til prosessering, inkludert avvanning og bedøving

Installasjonen skal designes slik at det er tilstrekkelig avstand og ergonomiske oppsett for å optimalisere arbeidsflyten og de ansattes arbeidsmiljø. Avdelingen vil ha temperatur-kontrollert miljø for å forhindre bakterievekst og opprettholde produktkvalitet.

Prosessanlegget designes med tanke på effektivt renhold i henhold til gjeldende forskrifter.



Figur 29. Skjematisk oppsett for transport fra purge, gjelleskjæring /gill cut, blødning, sløyting og pakking.

Prosessanlegget installeres med kjøleavdeling, som er strategisk plassert for å minimere avstanden mellom behandling og lagring, og bevare produktets ferskhet. Det skal benyttes toppmoderne kjølesystemer for å opprettholde presis temperaturkontroll. Kjølelager vil bygges med Isolert panelkonstruksjon for optimal termisk effektivitet.

Pakkeområdet utstyres med hygieniske arbeidsstasjoner og pakkemaskiner, i tillegg til separate soner for primær- og sekundæremballasje for å forhindre krysskontaminering. Avdelingen vil ha kvalitetskontrollstasjoner for å sikre at emballasjen oppfyller forskriftsmessige og kvalitetsstandarder.

Prosessanlegget vil ha egen adgangskontroll som begrenser tilgang til behandlingsområdet til kun autorisert personell. Det vil etableres bruk av inn- og utreisekontrollpunkter med hygienefasiliteter (håndvask, desinfisering).

Fokus på personal hygiene vil være høyt prioritert og det skal implementeres av strenge hygieneprotokoller for ansatte, inkludert bruk av personlig verneutstyr (PPE) som hansker, hårnett og forklær. Regelmessig opplæring i riktig hygienep praksis gjennomføres for å forhindre forurensning.

Rutiner skal etableres for regelmessig rengjøring og desinfisering av prosessutstyr og redskaper for å forhindre krysskontaminering. Utstyr som skal benyttes i prosessering designes for enkel demontering og muligheter for grundig rengjøring.

Skadedyrbekjemping skal ha prioritet og det skal gjennomføres skadedyrbekjempende tiltak for å forhindre tilstedeværelse og spredning. Regelmessige inspeksjoner og bruk av skadedyrbekjempelse enheter er obligatorisk.

Ventilasjon og temperaturkontroll etableres for å opprettholde et rent og trygt arbeidsmiljø, inklusive montering av luftrensesystemer for å kontrollere lukt og luftbåren forurensning.

Nøyaktig kontroll av temperaturer under behandling, lagring og transport for å forhindre vekst av patogene mikroorganismer har høyeste prioritet og overvåkes og registreres kontinuerlig.

6. Vannkilde og vannbehandling i RAS.

6.1 Vanninntak

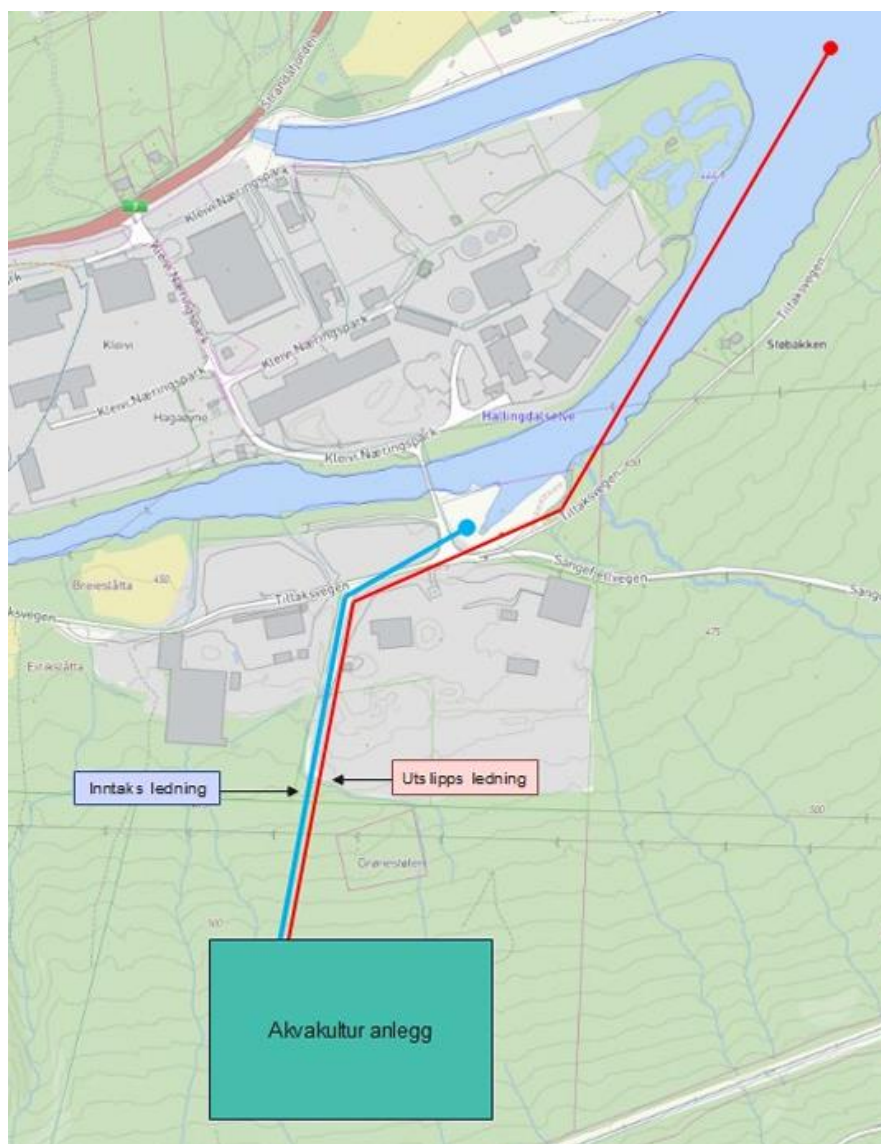
Råvann blir hentet fra utløpstunnelen til Usta Kraftverk. Dette kommer fra innsjøene Rødungen og Ustevatn (figur 30, 31). Upstream Aqua AS har inngått en avtale med Kleivi Næringspark om bruk av prosessvann fra Usta Kraftverk ihht deres avtale med Hafslund Eco AS om uttak av vann fra Vassdragskonsesjonen for Usta Kraftverk datert 18.12.2017, ref. NVE 201702741-15. Et uttak på 11 m³/min vil skje ved utløpskanalen fra kraftverket, til Strandafjorden.

Usta kraftverk utnytter avløpet fra Ustevatnet (985–968 meter over havet) og fra Rødungen (957–944 meter over havet). Nedslagsfeltet for vannsystemet er 44 km² (Rødungen) og 500 km². Tilløpstunnelen fra Ustevatnet og ned til kraftverket, som ligger i fjellet ved Kleivi i Ål kommune, er 22 kilometer lang. Fra Rødungen fører en 6 kilometer lang tunnel vannet ned til stasjonen. Kraftverkets brutto fallhøyde ned til utløpet i Strandafjorden (447 meter over havet) er 540 meter.

Figur 30 viser utløpspunkter fra Usta Kraftverk og Nes Kraftverk (øverst).



Figur 30. Vannsystem i tilknytning til Usta Kraftverk og Upstream oppdrettslokalitet (ved Grønestølen). Plassering av pumpestasjon for tilførsel til Upstreams anlegg er markert i rødt.



Figur 31. Trase for vanntilførsel (blå linje) fra Usta Kraftverk til Upstream oppdrettslokalitet.

For å ha en sikkerhet til vanntilførselen fra kraftverket, vil det bli etablert et sekundært inntak fra magasin for brannvann som er etablert like ved tomt for akvakulturprosjektet.

6.2 Vannkvalitet

Fiskens generelle vannkvalitetsbehov skal ivaretas av anleggets renseteknologi, i form av biofilter, UV, partikkelfilter og stabiliserende funksjoner.

Vannkvalitetsparametere er definert av Morefish i tabell 3 og summerer opp generelle anbefalinger for vannkvalitetsparametere (VKM, 2014, Driftsforskriften). Disse grenseverdiene utgjør grunnlaget i teknisk og biologisk spesifikasjon, som definerer hvordan anlegget skal utformes.

Tabell 3. Generelle vannkvalitetsparametere (max/min) anbefalt for produksjon av laks (Morefish, 2021).

Vannparameter	Formel	Enhet	Anbefalt område
Temperatur		C	8 - 13,5
Oksygen	O ₂	%	85 - 100
Nitrogen	N ₂	% metning	80 - 100
Karbondioksid	CO ₂	mg/l	5 - 15
Ammonium	NH ₄ ⁺	mg/l	0 - 2,5
Ammoniakk	NH ₃ ⁺	mg/l	0,01
Nitritt	NO ₂ ⁻	mg/l	0 - 0,5
Nitrat	NO ₃ ⁻	mg/l	40 - 200
pH			6,5 - 7,5
Alkalinitet		mmol/l	1 - 5
Alkalinitet	CaCO ₃	mg/l	80 - 150
Fosfat	PO ₄ 3-	mg/l	1 - 20
Partikler	SS	mg/l	10 - 25
KOF	KOF	mg/l	25 - 100
BOF5	BOF5	mg/l	5 - 20
Kalsium	Ca ²⁺	mg/l	5 - 50
Hydrogensulfid	H ₂ S	ug/l	0 - 2
Aluminium	Al	ug/l	<5
Aluminium	Al	ug/g gjelle tv	<15
Jern	Fe	ug/l	<50
Total organisk kar	TOC	mg/l	<1

Spesifikke vannkvalitetsparametere vil være avhengig av fiskens utviklingsstadier og vil variere noe gjennom produksjonen. Spesifikke grenseverdier per produksjonsfase er vist i tabell 5. Viktige parametere for startfôring og yngelfase er lave CO₂ og partikkelnivå, i tillegg er det viktig å overholde temperaturregimet med maksimal 12 grader for påvekst, for å unngå trigging av kjønnsmodning.

Tabell 4. Spesifikke grenseverdier for de ulike vannparametere i avdelingene (Morefish, 2022).

	O2 i kar max % metning	O2 i kar min % metning	CO2 mg CO2/l	Nitrogen % metning	TAN mg/l	Ammoniak mg NH3-N/l	Nitritt mg NO2-N/l	Nitrat mg NO3-N/l	pH min	pH max	TSS mg/l
Klekkeri	100	80	5	100							
Startforing	100	80	12	102	2	0,012	0,1	80	7	7,4	5
Yngel	100	80	12	102	2	0,012	0,1	80	7	7,4	5
Påvekst 1	100	80	12	102	2	0,012	0,1	80	7	7,4	5
Påvekst 2	100	80	12	102	2	0,012	0,1	80	7	7,4	5
Growout 1	100	80	12	102	2	0,012	0,1	80	7	7,4	5
Growout 2	100	80	12	102	2	0,012	0,1	80	7	7,4	5
Growout 3	100	80	12	102	2	0,012	0,1	80	7	7,4	5
Purge	100	80	12	102	2	0,012	0,1	80	7	7,4	5

Råvann / spedeavannsbehandling designes med basis i de naturlige vannparametrene i råvannet. Tabell 5,6 og 7 viser verdiene fra prøvetakinger gjennomført. Målingene viser lav alkalitet og lave kalsium verdier, samt moderate verdier av organisk karbon. Videre er det registrert noe høye aluminiums nivå og pH i underkant av 7.

Tiltak som kan gjennomføres for å redusere risiko for råvannskvalitet basert på kjente vannparametere, er følgende;

- Tilsetning av silikat for binding av aluminium
- Tilsetning av buffer i spedeavann (lut, kalsiumbikarbonat)
- Installere sandfiler eller tilsvarende for fjerning av organisk materiale
- Ozonbehandling av alt råvann inn i anlegget med tilstrekkelig holdetid

Tabell 5. Vannkvalitetsparametere fra Rødungen, ved to ulike prøvetakingstidspunkt.

Navn	Parameter	Medium	Prøvedato	Verdi	Enhet
Rødungen, utløp	Total alkalitet	Ferskvann	1988-10-11	0,07	mmol/l
Rødungen, utløp	Kalsium	Ferskvann	1988-10-11	1,4	mg/l
Rødungen, utløp	pH	Ferskvann	1988-10-11	6,75	<ubenevnt>
Rødungen, utløp	Turbiditet	Ferskvann	2003-08-27	0,43	FNU
Rødungen, utløp	Fargetall	Ferskvann	2003-08-27	7	mg/l Pt
Rødungen, utløp	Konduktivitet	Ferskvann	2003-08-27	1,6	mS/m
Rødungen, utløp	pH	Ferskvann	2003-08-27	6,83	<ubenevnt>
Rødungen, utløp	Total alkalitet	Ferskvann	2003-08-27	0,081	mmol/l
Rødungen, utløp	Kalsium	Ferskvann	2003-08-27	2,04	mg/l
Rødungen, utløp	Magnesium	Ferskvann	2003-08-27	0,21	mg/l
Rødungen, utløp	Natrium	Ferskvann	2003-08-27	0,42	mg/l
Rødungen, utløp	Kalium	Ferskvann	2003-08-27	0,3	mg/l
Rødungen, utløp	Sulfat	Ferskvann	2003-08-27	2,03	mg/l
Rødungen, utløp	Klorid	Ferskvann	2003-08-27	0,47	mg/l
Rødungen, utløp	Silisium	Ferskvann	2003-08-27	550	µg/l
Rødungen, utløp	Aluminium	Ferskvann	2003-08-27	15	µg/l
Rødungen, utløp	Totalfosfor	Ferskvann	2003-08-27	1,57	µg/l P

Tabell 6. Vannparametere fra utløp av Ustevatn og fra krafttunnell.

Gjennomsnittverdier målinger fra 2015-2021.			
Utløp Ustevatn			
	Parameter	Verdi	Enhet
Utløp Ustevatne	pH	6,9	
Utløp Ustevatne	Fargetall	4,22	mg/l Pt
Utløp Ustevatne	Klorofyll A	0,66	µg/l
Utløp Ustevatne	Tot N	122	µg/l N
Utløp Ustevatne	Tot P	6	µg/l P
Utløp Ustevatne	Kalsium	2,05	mg/l
Utløp Ustevatne	TOC	0,75	mg/l C

Tabell 7. Vannparametere målt ved Uste, etter kraftstasjonen.

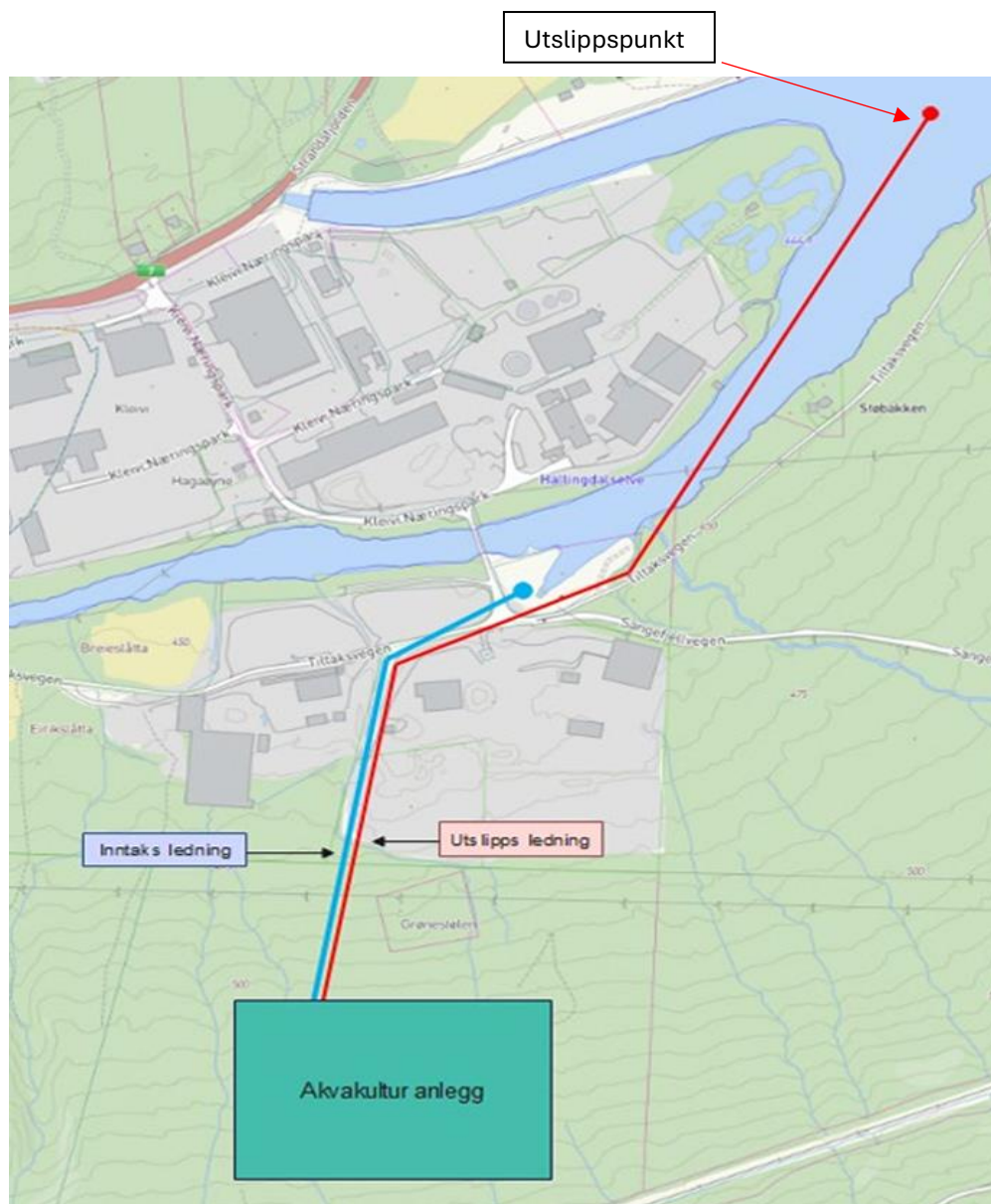
Gjennomsnittverdier målinger fra 1990-91 og 2000-2003			
Tunnel Uste (etter kraftstasjonen)			
Navn	Parameter	Verdi	Enhet
Tunnel Uste	pH	6,88	
Tunnel Uste	Total alkalinitet	0,078	mmol/l
Tunnel Uste	Tot N	160	µg/l N
Tunnel Uste	Tot P	4,54	µg/l P
Tunnel Uste	Turbiditet	0,94	FNU
Tunnel Uste	TOC	1,1	mg/l C

6.3 Vannavløp

Upstream AS vil benytte rundt 11m³/min i nytt spede vann, med tilsvarende utslipp til resipienten. Avløpsvannet vil føres ut i Hallingdalselva sitt utløp til Strandafjorden der hvor vannet fra kraftverkene Usta og Hol 3 møtes (figur 32). Her er det gode strømforhold som gir en god spredning av avløpsvannet.

Strandafjorden (Hallingdal vannområde) er et grunt vann (maks dyp ca. 15 m) i Ål kommune i Buskerud fylke og ligger like sørvest for tettstedet Ål i Hallingdal. Vannet som har et areal på ca. 2,8 km² og lengde og største bredde på hhv. ca. 6 km og ca. 500 m er å betrakte som en utvidelse av Hallingdalselva. Fra Strandafjorden renner Hallingdalselva ned til Krøderen (ca. 87 km) og videre derfra til Drammenselva via Snarumselva. Strandafjorden er i Vann-nett typifisert med vanntype L205 (middels stor, kalkfattig, klar) og er registrert med god økologisk og kjemisk tilstand og med god eller svært god tilstand på alle kjemiske og biologiske parametere. Hallingdalselva med Strandafjorden er påvirket av hydrologiske endringer som følge vannkraftproduksjon

Alt avløpsvann vil bli behandlet for å tilfredsstille de krav som kommer i utslippstillatelsen. Dette innebærer UV filtrering, mekanisk filtrering og denitrifiseringstrinn for å redusere nitrogenutslipp til resipienten. Dette er beskrevet i et senere kapittel.



Figur 32. Planlagt avløp (rød linje) fra anlegget til Strandafjorden.

6.4 Generell vannbehandling.

Upstream Aqua AS skal produsere matfisk av regnbueørret med snittvekter på 3,5 kg. Det vil være fire innlegg av rogn pr.år. Det skal brukes bare ferskvann og alle avdelinger utenom klekkerier skal ha RAS-basert teknologi, med opp til 99% gjenbruksgrad.

Internt i anlegget vil vannbehandlingstrinnene være følgende;

- Primærrensing i kar med partikkeloppsamling
- Mekanisk filtrering med trommelfilter (<60 µm)
- Biofiltrering (nedbryting av ammonium) med MBBR eller fixed bed biofilter
- UV desinfeksjon
- Proteinskimmer (for mikropartikler)
- pH justering med buffer
- Tilsetning av ozon
- Tilsetning av oksygen

6.5. Justering av vannkvalitet.

Noen vannkvalitetsparametere vil være viktigere å overvåke og styre enn andre. Langtidseksponering for høye CO₂-nivå kan gi redusert tilvekst og økt forekomst av nefrokalsinose/nyreforkalking hos fisken. Akkumulering av H₂S i systemet kan gi akutt forgiftning under gitte forhold, og er som oftest knyttet til akkumulering av organisk materiale, oksygenfattige områder og slamdannelser.

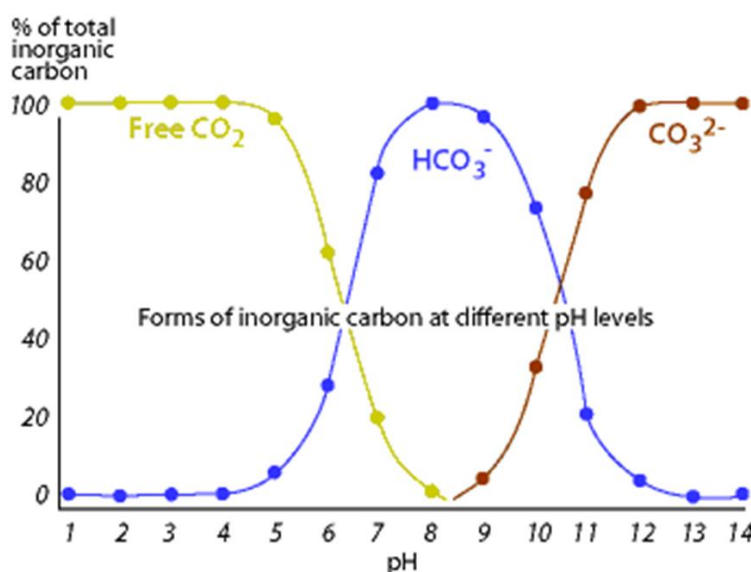
Ammonium og nitritt er giftig i høye konsentrasjoner over lengre perioder og må kontrolleres daglig. Nitrogenovermetning er et mer omfattende problem i landbaserte oppdrettsanlegg enn man tradisjonelt er observant på, og det er i tillegg utfordrende å måle riktige verdier.

Oksygen er livsviktig gass for fisken og det kan være utfordringer å holde tilstrekkelige høye nivå i hele karet uten å over-oksygenere for mye ved karinnløp. Det er også en teknisk og designmessig utfordring å unngå dødsoner i anlegget, som gir slamansamling og oksygenfattige forhold. Bruk av ozon i hele produksjonssyklusen kan gi sikkerhet mot uønskede hendelser.

Viktige vannkvalitetsparametere;

- CO₂
- H₂S
- Ammonium, nitritt og nitrat
- Partikkelmengde (total suspended solids)
- Nitrogenovermetning
- Oksygen
- pH

En av de mer sentrale parameterne som er viktig for å sikre at vannrenseprosessen går optimalt, er pH nivå i systemene. pH kontroll er viktig fordi en del vannkjemiske prosesser er mer stabile under pH område mellom 7 og 7,5. Dette er i tillegg samme pH som fisken selv regulerer innvortes. Ved lavere pH vil mer uorganisk karbon foreligge i gassform (CO₂) i stedet for ufarlig karbonsyre (figur 33). Tilsvarende vil sulfater foreligge mer i gassform (H₂S) ved lav pH.



Figur 33. Fordeling av uorganisk karbon ved ulike pH nivå. Ved lav pH foreligger mer av det uorganiske karbonet i gassform (CO₂), som er giftig for fisken i store konsentrasjoner, og kan skape problemer med nefrokalsinose i fisken ved langvarige eksponeringer for høye nivå.

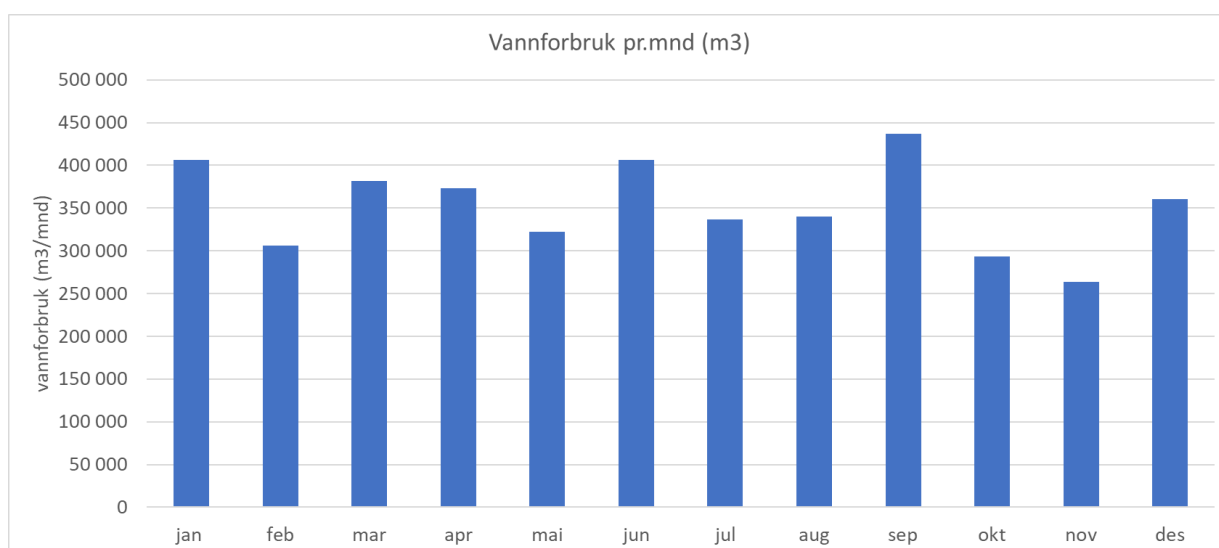
Justering av pH/alkalinitet i systemet gjøres ved tilsetning av lut (NaOH) eller kalk (CaCO₃) til spede vann eller avdelingsvis. Tilsetningen gjøres ved bruk av doseringspumper som er koblet opp mot doble pH sensorer.

Tilsetning av alkalinitet er også viktig for å gi karbonkilde til bakteriene som bryter ned ammonium til nitrat. Ved lavere alkalinitet vil nedbrytingseffektiviteten reduseres i biofiltrene.

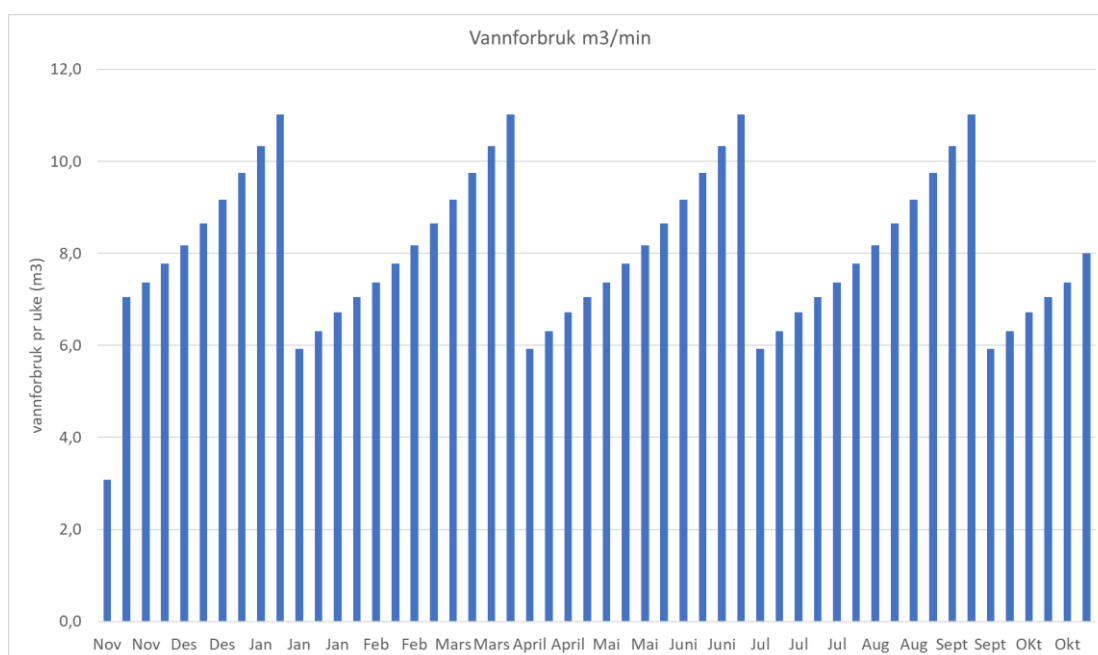
6.6. Vannbehov.

Vannbehov fordelt utover kalenderåret er vist i figur 34. Maksimalt vannbehov til anlegget vil være 11 m³/min ved peak produksjon og forekommer siste uke før slakt (figur 35). I modelleringen er det ikke hensyntatt fleksibilitet i leveringstidspunktene. Dette innebærer at fisk kan leveres tidligere eller senere enn angitt uke. Dette vil også påvirke maksimalbehovet for vann i noen grad, i tillegg til at det er muligheter for å strupe vannbehovet i siste fase før levering.

Med tanke på vannutskifting/mengde spede vann, benyttes vannkvalitetsparameterne i tabell 3 som styringsparametere. Gjennomsnittlig vannforbruk pr kg fôr pr dag vil være 350 - 500 liter.



Figur 34. Månedlig vannforbruk i m3 basert på en produksjon av 9000tonn fisk i RAS anlegg.



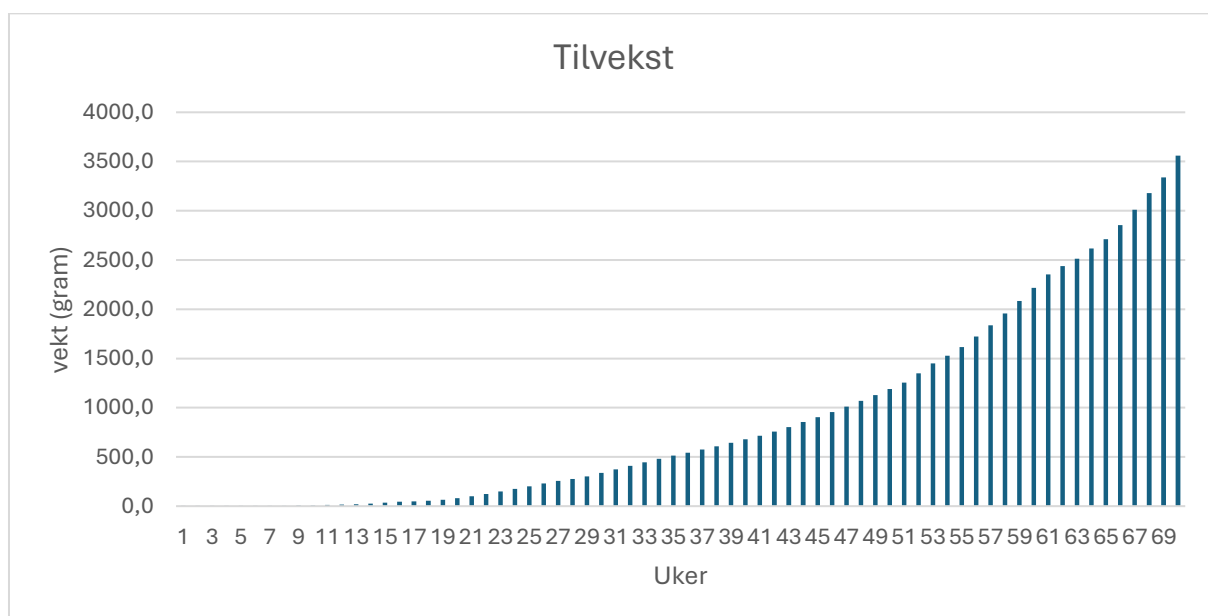
Figur 35. Vannforbruk m³/min, fordelt pr uke. Maksimalt vannforbruk er 11m³/min.

7. Produksjon.

Upstream Aqua AS skal produsere 9000 tonn regnbueørret frem til matfisk, på ca 3,5kg. Det legges opp til 4 innlegg pr år med rogn. Rognen skal komme fra Osland Havbruk AS, som allerede leverer rogn til flere anlegg i Norge, samt eventuelle alternative leverandører.

7.1 Tilvekstmodellering

Produksjonsplan er basert på tilvekstmodeller modifisert fra Skretting AS, for regnbueørret i sjø. Det er flere tilvekstmodeller som er tilgjengelige for regnbueørret. Forventet produksjonstid fra rogn til 3,5 kg er om lag 70 uker (figur 36).



Figur 36. Tilvekstmodell for regnbueørret.

7.2 Produksjonsplan

Det legges opp til en produksjon på ca 9-11 uker i hver avdeling, før fisken sorteres og flyttes videre til neste avdeling. Det er lagt inn en til to ukers pause mellom innleggene for å ha en buffer om det skulle oppstå forsinkelser eller problemer i produksjonen (dårlig tilvekst, sykdom eller tekniske problemer), og tid for vask og desinfeksjon.

I produksjonsplanen er tettheten en dimensjonerende faktor som styrer når fisken må sorteres og overføres til neste avdeling. I figur 37 vises en oversikt avdelingsvis på karstørrelse, tetthet og volum.

For tetthet er det uansett de spesifikke vannkvalitetsparametere som gjelder (retningslinjer). Dette betyr at man kan ha lavere eller høyere tetthet enn angitt, basert på begrensende faktorer.

Project Overview										Phase 1: Planning & Design										Phase 2: Development & Testing										Phase 3: Deployment & Monitoring									
Project Details		Timeline		Resources		Budget		Risk		Task 1.1		Task 1.2		Task 1.3		Task 2.1		Task 2.2		Task 2.3		Task 3.1		Task 3.2		Task 3.3													
ID	Name	Start	End	Lead	Team	Allocated	Actual	Var	Score	Task ID	Description	Assignee	Status	Progress	Due Date	Task ID	Description	Assignee	Status	Progress	Due Date	Task ID	Description	Assignee	Status	Progress	Due Date												
1	Project A	2023-01-01	2023-03-31	John Doe	Team Alpha	\$100k	\$95k	-\$5k	95%	1.1.1	Requirement Gathering	John Doe	Completed	100%	2023-01-15	2.1.1	UI/UX Design	Jane Smith	In Progress	80%	2023-02-15	3.1.1	Backend Development	Mike Johnson	Not Started	0%	2023-03-15												
2	Project B	2023-02-01	2023-04-30	Jane Smith	Team Beta	\$120k	\$110k	-\$10k	92%	1.1.2	Market Research	Jane Smith	In Progress	75%	2023-02-10	2.1.2	Competitor Analysis	John Doe	Completed	100%	2023-02-20	3.1.2	Frontend Development	Jane Smith	In Progress	60%	2023-03-20												
3	Project C	2023-03-01	2023-05-31	Mike Johnson	Team Gamma	\$150k	\$140k	-\$10k	93%	1.1.3	System Architecture	Mike Johnson	In Progress	85%	2023-03-10	2.1.3	Database Design	John Doe	Completed	100%	2023-03-25	3.1.3	API Development	Jane Smith	In Progress	70%	2023-04-25												
4	Project D	2023-04-01	2023-06-30	Jane Smith	Team Alpha	\$180k	\$170k	-\$10k	94%	1.1.4	User Acceptance Testing	Jane Smith	In Progress	90%	2023-04-10	2.1.4	Performance Testing	Mike Johnson	In Progress	70%	2023-04-20	3.1.4	Security Audit	John Doe	Not Started	0%	2023-05-20												
5	Project E	2023-05-01	2023-07-31	Mike Johnson	Team Beta	\$200k	\$190k	-\$10k	95%	1.1.5	Deployment Planning	Mike Johnson	In Progress	80%	2023-05-10	2.1.5	Go-Live Preparation	Jane Smith	In Progress	60%	2023-05-20	3.1.5	Post-Launch Monitoring	Mike Johnson	In Progress	50%	2023-06-20												
6	Project F	2023-06-01	2023-08-31	Jane Smith	Team Gamma	\$220k	\$210k	-\$10k	96%	1.1.6	Final Review	Jane Smith	In Progress	95%	2023-06-10	2.1.6	Documentation Update	John Doe	In Progress	80%	2023-06-20	3.1.6	Feedback Collection	Jane Smith	In Progress	70%	2023-07-20												
7	Project G	2023-07-01	2023-09-30	Mike Johnson	Team Alpha	\$250k	\$240k	-\$10k	97%	1.1.7	Project Closure	Mike Johnson	In Progress	90%	2023-07-10	2.1.7	Final Report	Jane Smith	In Progress	70%	2023-07-20	3.1.7	Lessons Learned	Mike Johnson	In Progress	60%	2023-08-20												
8	Project H	2023-08-01	2023-10-31	Jane Smith	Team Beta	\$280k	\$270k	-\$10k	98%	1.1.8	Project Handover	Jane Smith	In Progress	85%	2023-08-10	2.1.8	Knowledge Transfer	Mike Johnson	In Progress	60%	2023-08-20	3.1.8	Project Archiving	John Doe	In Progress	50%	2023-09-20												
9	Project I	2023-09-01	2023-11-30	Mike Johnson	Team Gamma	\$300k	\$290k	-\$10k	99%	1.1.9	Project Completion	Mike Johnson	In Progress	90%	2023-09-10	2.1.9	Final Deliverables	Jane Smith	In Progress	70%	2023-09-20	3.1.9	Project Evaluation	Mike Johnson	In Progress	60%	2023-10-20												
10	Project J	2023-10-01	2023-12-31	Jane Smith	Team Alpha	\$320k	\$310k	-\$10k	100%	1.1.10	Project Success	Jane Smith	In Progress	95%	2023-10-10	2.1.10	Project Review	Mike Johnson	In Progress	80%	2023-10-20	3.1.10	Project Celebration	John Doe	In Progress	70%	2023-11-20												

Figur 37. Produksjonsplan for Upstream Aqua AS, 9000 tonn årlig produksjon.

7.3 Fôr/utfôring

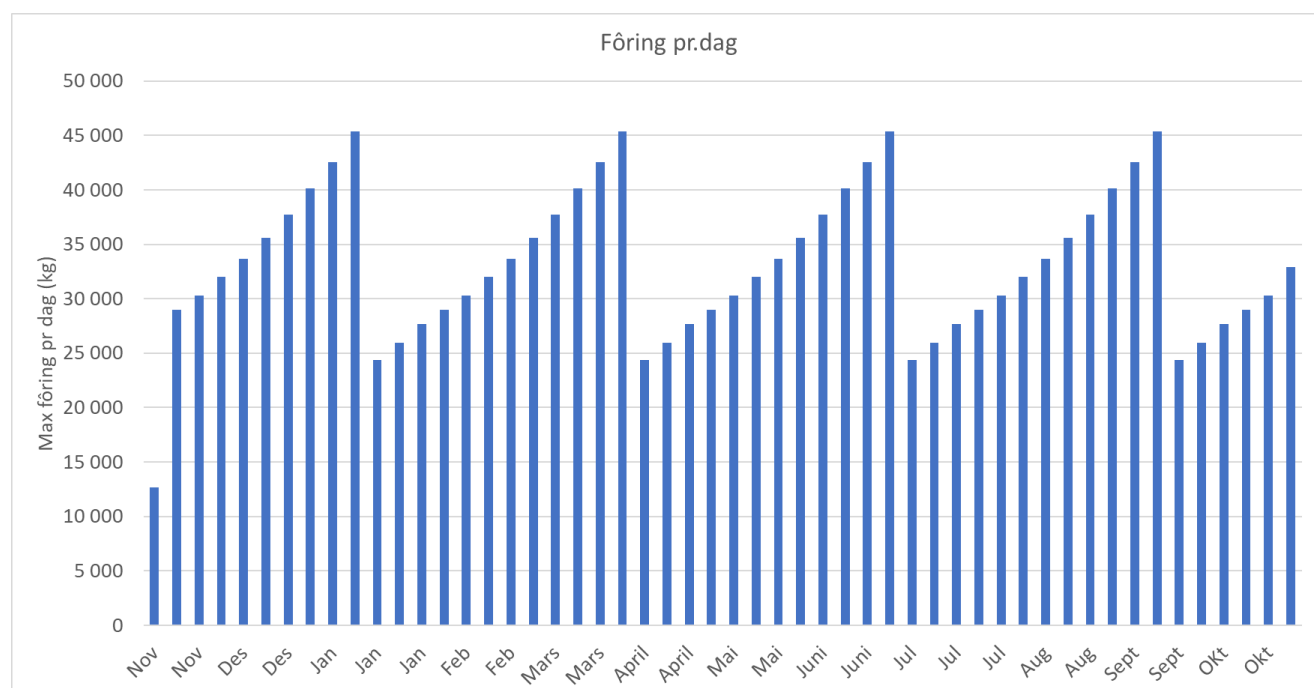
Produksjon i RAS anlegg krever at det er god kontroll på utfôring. Dette skal oppnås ved å velge et fôringssystem som har muligheter for god dose-innstilling og har tilstrekkelig kapasitet for tilførsel og spredning av fôr i kar. Overfôring kan medføre overbelastning av partikulært materiale, som igjen påvirker vannkvaliteten negativt og kan øke risikoen for slamansamlinger og H₂S dannelse i systemet.

RAS produksjon krever et fôr som har høy fordøyelighet og god fysisk kvalitet. De fleste fôrleverandører leverer nå spesialfôr for RAS anlegg. Høy fordøyelighet fører til lavere bidrag av ufordøyd fôr til RAS systemet og lavere grad av partikkelbelastning i vannet. God fysisk kvalitet og i tillegg kompakt faeces fra fisken bidrar til at større partikler mer effektivt fanges i trommelfilteret. Estimert biologisk fôrfaktor for regnbueørret i RAS ligger fra 0,7 til 0,9 (tabell 8), mens økonomisk fôrfaktor vil være litt over 1.

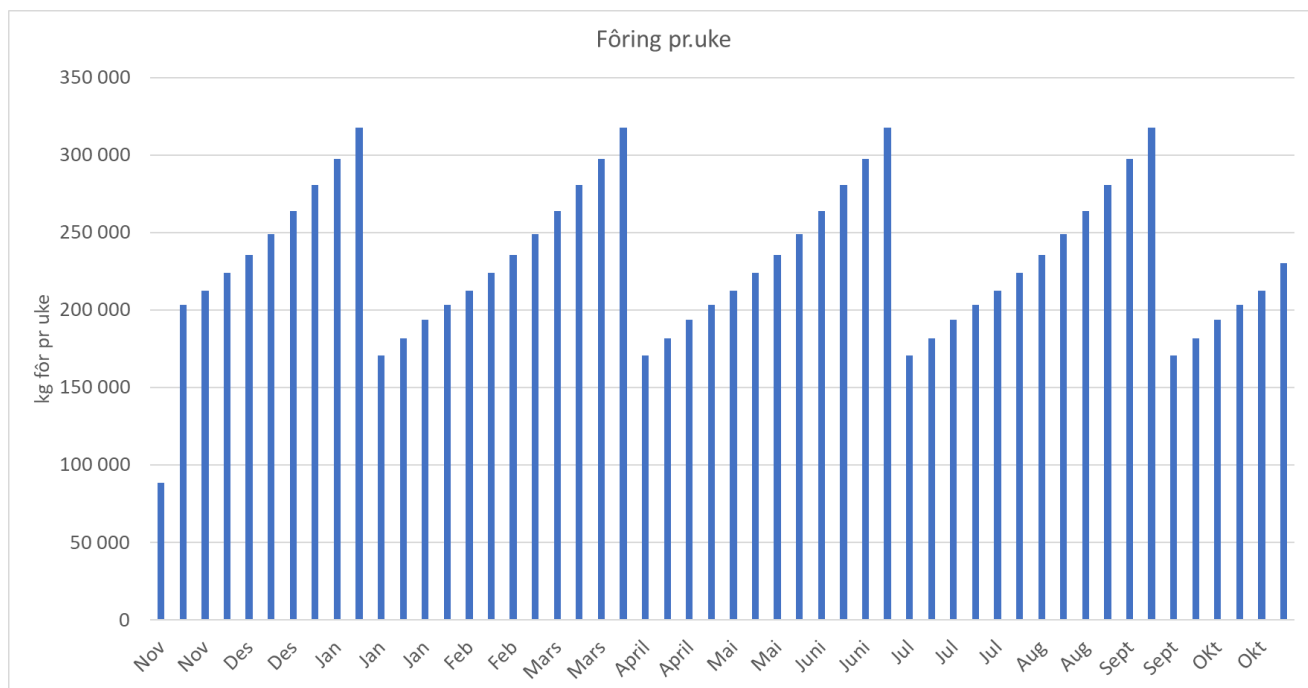
Tabell 7. Partikkelstørrelse og fôrfaktor for de ulike fiskestørrelsene.

Fiskevekt (g)	Pellet	FCR
0	2.0 mm	0,70
20	3.0 mm	0,70
50	4.5 mm	0,80
200	6.0 mm	0,80
600	9.0 mm	0,90

Systemer for visuell kontroll av fôrspill fra karene skal være obligatorisk, slik at det er enkelt å få oversikt over behov for justeringer i appetitt. I utgangspunktet bør ikke den prosentvise endringen i utfôring fra dag til dag, være større enn 15 %. Større variasjoner vil kunne føre til at biofilteret blir ustabilt, og klarer ikke å omdanne tilstrekkelig med ammonium til nitrat. Maksimal utfôring basert på produksjonsplanen vil være 45 000 kg per dag under peak produksjon (figur 38, 39). Gjennomsnittlig utfôring er beregnet til 33.000kg pr dag.



Figur 38. Max utfôring pr dag, fordelt gjennom året.



Figur 39. Utfôring igjennom et produksjonsår. Maksimal utfôring pr uke vil være 317 000 kg.

7.4 Salg av biomasse

Målet er å slakte fisk gjennom hele året og det er 3,5 kg snittvekt som er lagt til grunn i produksjonsplanen. Normalt vokser fisken normal litt ujevnt, slik at vil normal slaktevekt være fra ca 2,5 – 4,5 kg. Ved at fisken blir sortert når den flyttes fra avdeling til avdeling er målet at det blir en så jevn størrelse som mulig. I en normal produksjon vil anlegget produsere 235 tonn for prosessering pr uke.

8. Biosikkerhet

Biosikkerhet defineres som tiltak som tas i betraktning for å unngå eksponering av personer og dyr for potensielt smittsomme stoffer eller biohazards. Biosikkerhet er kombinasjonen av kunnskap, teknologi og utstyr som brukes for å danne en barriere mot potensielt uønskede eksponeringer eller ulykker. Biosikkerhet skal definere forhold der smittsomme stoffer eller farlige eksponeringer kan kontrolleres på en sikker måte, enten for å forhindre kontakt eller forhindre forekomst.

Biosikkerhet i akvakultur består av praksis og tiltak som minimerer risikoen for å innføre en smittsom sykdom og spre den til fisken i anlegget, samt redusere risikoen for at syke dyr eller smittsomme stoffer vil forlate et anlegg og spre seg til andre steder og til andre utsatte arter. Disse praksisene reduserer også stress for dyrene, og gjør dem dermed mindre utsatt for sykdom.

Biosikkerhetskonseptet bør bestå av fire elementer;

- Fiskeforvaltning – oppnå friske bestander og optimalisere helse og immunitet gjennom godt husdyrhold
- Patogenhåndtering – forebygge, redusere eller eliminere patogener
- Personalledelse – utdanne og administrere ansatte og besøkende
- Overvåking

8.1 Management

For å opprettholde god biosikkerhet, er en gjennomgående biosikkerhetsplan viktig. I denne biosikkerhetsplanen bør følgende tema omhandles;

- Systemer for sikring av fiskehelse (teknisk utstyr, sikre systemer, tilstrekkelig overvåking)
- Driftsplan og prosedyrer
- Prosedyrer for sluser og transport internt i anlegget
- Fokus på flyt av genetisk materiale (rogn tatt inn på anlegget, forhindre rømming av genetisk materiale)
- Dokumentasjon av desinfeksjon av egg som forlater rognleverandør. Det må også være dokumentasjon på negative pcr-tester for vanlige sykdommer fra moderfisken (med hensyn til biosikkerhetsplan og kontrakt med avlsselskap).
- Veterinær/fiskehelseplan

8.2 Hygiene, sykdom og smitte

§ 11 i Forskrift om drift av akvakulturanlegg sier bl.a. følgende om smittehygiene og smitteforebygging: «Relevante smitteforebyggende og smittehygieniske tiltak skal gjennomføres for å hindre introduksjon, utvikling og spredning av smittsomme sykdommer.»

For å hindre utvikling og spredning av smittsomme sykdommer skal selve anlegget bygges med flere separate avdelinger for å sikre god biosikkerhet. Hver avdeling skal defineres som en smitemessig enhet med egne sluser og adgangsbegrensning, for å minimere risikoen for smitte mellom avdelingene.

Dette for å hindre at personell, arbeidstøy, utstyr, gjenstander, brukt emballasje osv, ikke sprer smitte (jfr. § 11).

Administrasjon av personer for å hindre smitte og spredning av sykdommer inkluderer:

- Definert plan for bevegelse av mennesker inne og utendørs på anlegget
- Plan for mottak av besøkende og eksterne arbeidstakere
- Godt system for sluser ved hver avdeling. Alt personell må bytte sko og benytte frakk hvis man går inn i avdelinger.
- Fullt bytte av arbeidsklær hvis man skal jobbe i det rene områder
- Alt personell som entrør rene områder må vaske og desinfisere hender før de kommer inn.

På grunn av at hver avdeling er utstyrt med eget vannrenseanlegg og nøddoksygeneringsystem kan avdelingene drives uavhengig av hverandre.

I tillegg til desinfisering av inntaksvannet, vil også anlegget designes med komponenter (UV og ozonering) for desinfeksjon av produksjonsvann avdelingsvis. For å eliminere smitterisiko ved transport av dødfisk internt i anlegget, vil dødfisk flyttes fra dødfiskfellen til et vannbasert transportsystem for død fisk, via trakter plassert rett ved siden av dødfiskfellen på alle kar. I henhold til § 11 nevnt over, skal også brakklegging og renhold av installasjoner og produksjonsenheter foretas regelmessig.

I henhold til § 56 i Forskrift om drift av akvakulturanlegg, skal antall fisk per smittemessige adskilte enhet ikke overstige 2 500 000 stk, og ulike generasjoner av fisk skal holdes i smittemessig adskilte enheter.

8.3 Overvåking

Biosikkerhet bør overvåkes kontinuerlig for å samle inn informasjon som kan spores hvis uønskede situasjoner oppstår.

Overvåking av hele anlegget vil bli gjort i Scada-systemer, med mulighet for å definere spesifikk overvåking av relevante parametere;

- UV-effektivitet (UVT)
- Vannkvalitet inntaksvann
- Fiskehelse
- Tilgangskontroll
- Predator og skadedyrkontroll
- Teknisk overvåking
- Biofilter parametere
- Innhold i avløpsvann

Alle biosikkerhetstiltak må gjøres for å kunne oppfylle sertifiseringskravene (ASC, GlobalGAP).

8.4 Desinfeksjon

Desinfeksjon i RAS anlegget omfatter flere separate operasjoner. Det skal utarbeides en spesifikk plan for vask og desinfeksjon.

- Desinfeksjon av inntaksvann
- Desinfeksjon av produksjonsvann i RAS loop
- Nedvask av kar etter endt produksjon
- CIP vasking av avdelinger
- Håndtering av biofilter

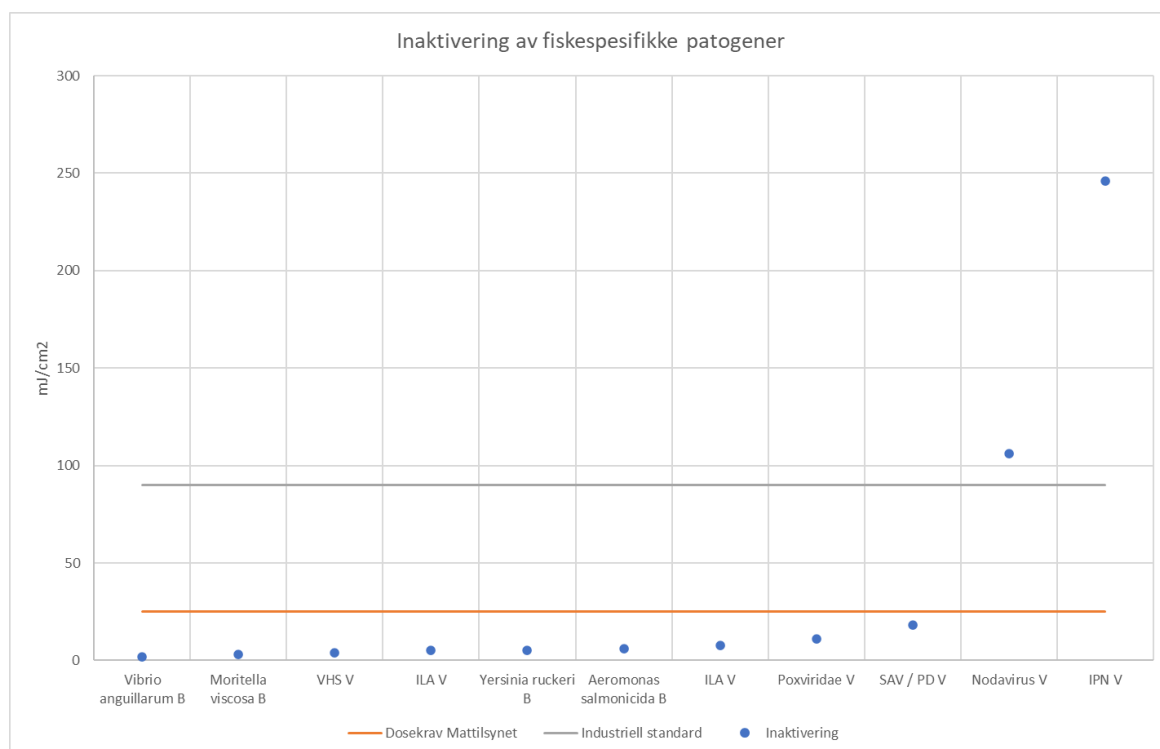
8.4.1. Desinfeksjon av inntaksvann.

Formålet er å sikre at nytt inntaksvann ikke bringer med seg fiskespesifikke patogener inn i anlegget. De mest kritiske patogenene er sjøvannstilpasset, og vil ikke kunne utgjøre noen trussel for produksjonen. Kjente patogener i RAS-anlegg er *Flavobacter* og *Yersinia ruckeri*.

For å sikre god desinfeksjon bør alt vann som tas inn i anlegget gjennomgå følgende rensetrinn:

- Partikkelfiltrering (trommelfilter, 60 µm)
- UV desinfeksjon (minimum 120 mj/cm²)

Trommelfilter fjerner partikler som ellers kunne redusert effekten av UV. UV-dosen er satt til minimum 120 mj/cm², altså godt over Mattilsynets dosekrav og industriell standard (figur 40). Med god forfiltrering og riktig UV dose i forhold til mulige patogener vil smittestoffer hindres i å komme inn i anlegget.



Figur 40. UV doser for inaktivering av kjente patogener for laksefisk (Morefish & Xylem v/ Asbjørn Husby, 2022).

9. Tekniske komponenter

I det følgende kapittelet beskrives de ulike komponentene i produksjonsanlegget, med fokus på funksjonalitet, tilpassing og begrensninger.

9.1 Biofilter

Ammoniakk er det viktigste ekskresjonsproduktet fra nitrogenmetabolismen hos de fleste fisk og dannes også ved bakteriell nedbryting av organisk materiale. I en oppdrettssituasjon vil det være en kontinuerlig produksjon av ammoniakk. I vannet vil ammoniakk foreligge i to ulike former – enten som NH_3 (giftig for fisk) eller som NH_4^+ , og summen av disse kalles total ammonium nitrogen (TAN). I et RAS-anlegg vil TAN akkumuleres på grunn av resirkuleringen av vannet. For å fjerne ammoniakk benyttes biologisk filtrering (biofilter). I et biofilter brukes bakterier for å fjerne ammoniakk i en tottrinnsprosess som kalles nitrifikasjon:

1. NH_4^+ oksideres til NO_2^- (nitritt)
2. NO_2^- oksideres til NO_3^- (nitrat)

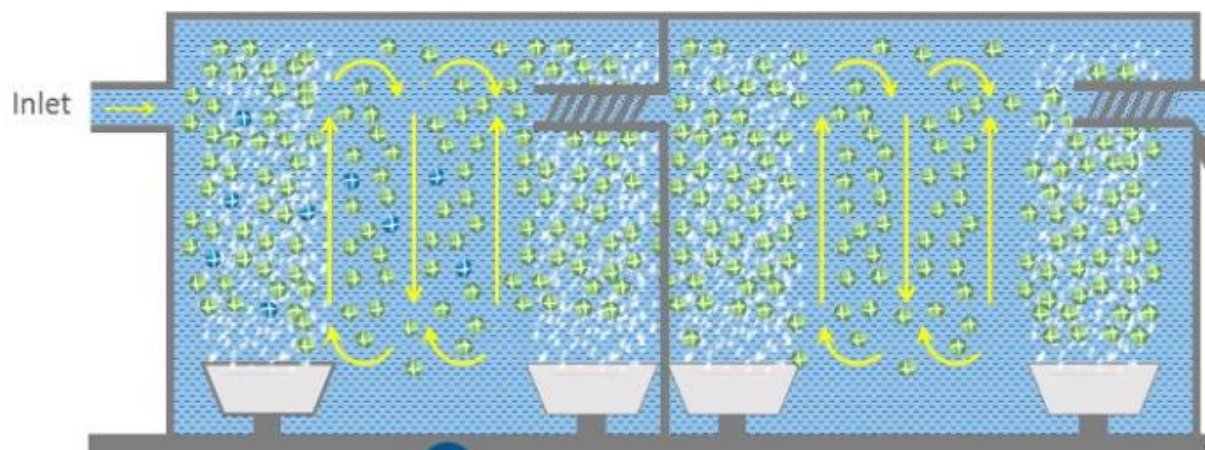
Nitritt er skadelig for fisken, og det er derfor viktig at nitrifikasjonen er fullstendig (se informasjon om drift av biofilter i kapittel 11). Nitrat er mindre giftig enn både ammoniakk og nitritt, og vannutskiftningen er vanligvis tilstrekkelig for å holde nitratnivået tilstrekkelig lavt.

For at et biofilter skal være så effektivt som mulig, vil man skape gode vilkår for bakteriene som utfører nitrifikasjonen. Bakteriene vokser i biofilm på såkalte biomedier. Dette er plastlegemer som er konstruert på en måte som gir stor overflate i forhold til volum, og som gir rom for et stort område med biofilm.

De to mest vanlige typene biofilter som brukes i RAS er såkalt moving bed bioreaktor/biofilter (MBBR) eller fixed bed biofilter. Dette er begge «dykkede» biofiltre, hvor biomedier ligger under vann til enhver tid.

9.1.1 Moving bed bioreaktor (MBBR)

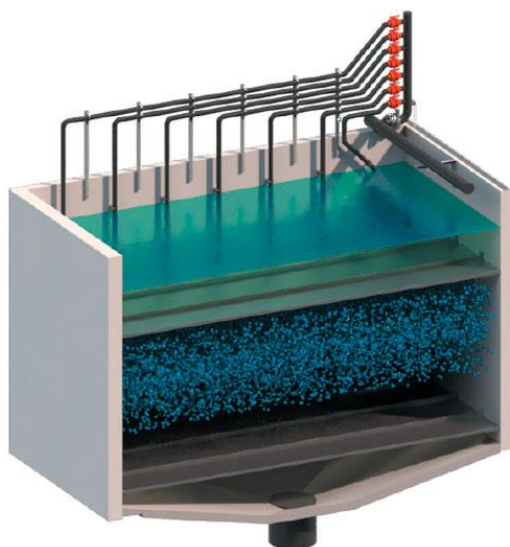
I en MBBR pumpes utløpsvann fra fiskekarene inn i bunnen og strømmer oppover i biofilteret. Sammen med vannet pumpes det også inn luft (figur 41). Store mengder biomedier med biofilm flyter fritt i denne oppadgående strømmen av vann og luftbobler. På vei gjennom biofilteret blir ammoniakk fjernet fra vannet ved hjelp av bakteriene på biomedierne, og rensset vann tas ut på toppen av biofilteret.



Figur 41. Enkel skisse av generell oppbygging av moving bed bioreaktor.

9.1.2 Fixed bed biofilter

I et fixed bed biofilter kan man enten bruke biomedie som er presset tett sammen, eller ferdiglagede bioblokker (figur 42). Utløpsvannet fra fiskekarene føres inn på toppen av biofilteret, og renner ned over og gjennom biomediene/bioblokkene, og rensset vann tas ut på bunnen av biofilteret.

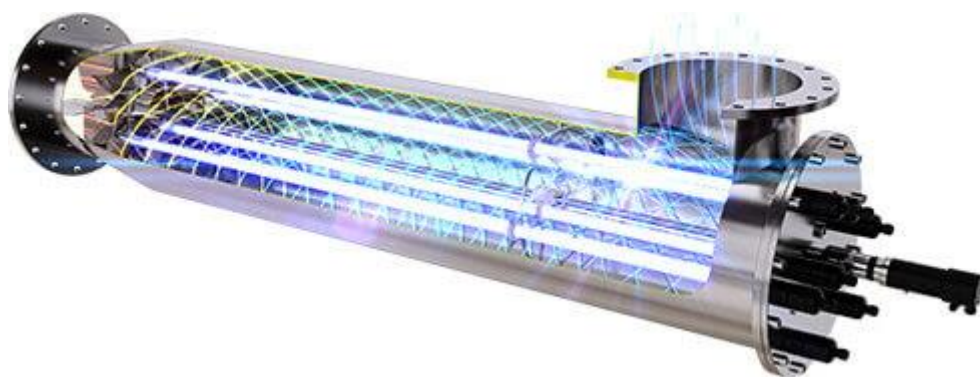


Figur 42. Illustrasjonsbilde av fixed bed biofilter hentet fra Billund Aquaculture sine nettsider (<https://www.billundaquaculture.com/our-ras-system/#biological-filtration>)

Anlegget vil designes fortrinnsvis med fixed bed filter for å redusere mengde partikulært materiale i RAS-loopen. Med fixed bed vil man kunne oppnå lavere turbiditet og TOC grunnet høyere sedimenteringsrate i filteret.

9.2 UV-filter

UV som desinfeksjonsmetode sikrer god beskyttelse mot potensielle patogener, samtidig som det gir optimal CAPEX og OPEX sammenlignet med alternativene. UV-filter som skal benyttes skal være 3.part godkjent av Mattilsynet/Veterinærinstituttet og skal gi 99,9% reduksjon av patogener. UV-filter monteres i utgangspunktet kun på inntaksledning for råvann. En del anleggskonfigurasjoner benytter også UV i selve RAS-loopen, og dette kan være en opsjon som anlegget forberedes for, eller følger prosessleverandørens anbefalinger (figur 43). Selskapet vil følge de anbefalinger som gjøres i forhold til valg av medium eller lavtrykkslamper.



Figur 43. UV-filter for montering på rørledning, fra UltraAqua.

For avløpsbehandling kan kanal-UV filter benyttes, for å håndtere større vannvolum og lavere UVT (UV-transmisjon) (figur 44) Dette filteret skal også være godkjent av Mattilsynet/Veterinærinstituttet og i henhold til krav i utslippstillatelsen.

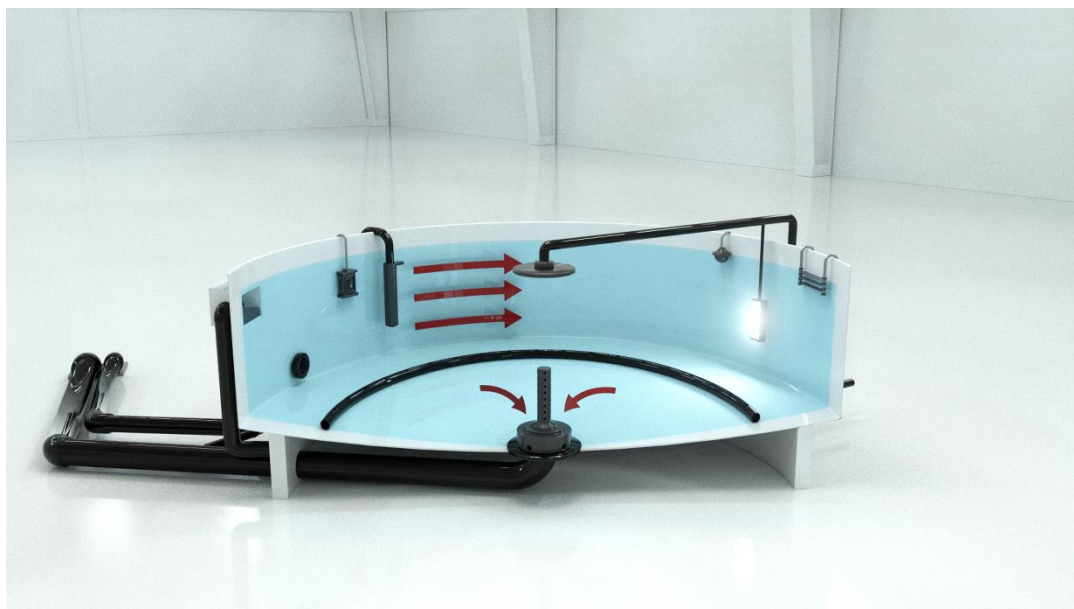


Figur 44. Kanal UV-filter for håndtering av større mengder avløpsvannstrømmer med litt høyere turbiditet.

9.3 Oppdrettskar

Prinsippene for oppdrettskarene skal være design med hensyn til optimal fiskevelferd, produksjonskostnader, plassutnyttelse, vannkvalitet, selvrensningsevne og vedlikehold. Et godt fiskekar vil gi fisken nødvendig plass, belysning, førtilgang og vannhastighet som fisken har behov for og som sikrer god fiskevelferd og tilvekst.

Produksjonskarene bygges med kombinert bunn og sideavløp, der 20-30 % av utskiftet vann tas gjennom bunnavløpet. Dette vil være vann med høyest partikkelkonsentrasjon. Resten av vannvolumet tas gjennom sideuttak, hvorav deler av dette behandles i proteinskimmere for fjerning av mikropartikler (figur 45).



Figur 45. Prinsippskisse av fiskekar (Morefish 2022). Fiskekar skal bygges med kombinert bunn og sideavløp, med fordeling 30/70 i vannutskiftning. Videre er det viktig med god kapasitet i bunnsil for effektiv partikkelfjerning. Alle kar skal ha nøddoksygenerering via oksygendiffusjonsslange fastmontert i karbunn.

Fiskestørrelse og partikkelsedimentering bestemmer maksimal og minimal vannhastighet i karet, og CO₂-nivået er definerende for den hydrauliske retensjonstiden (antall minutter for å skifte ut hele volumet i tanken med nytt vann).

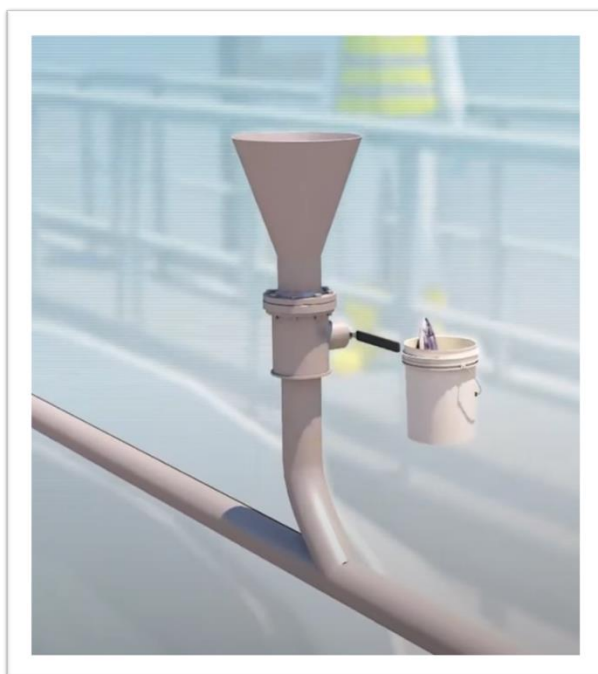
Dimensjonerende retensjonstid for de ulike avdelingene er;

- Startfôring: 21min
- Yngel: 26min
- Påvekst 1: 28min
- Påvekst 2: 30min
- Growout 1: 30min
- Growout 2: 30min
- Growout 3: 30min

Overflatebehandling og finish av kar er viktig for å unngå unødvendig begroing og oppsamling av mulige patogener. Hvis anlegget bygges med betongkar, anbefales coating med polyetylen eller polyuran, eventuelt med akrylbelegg i karbunn.

9.4 Dødfiskhåndtering

Dødfisk fjernes kontinuerlig i dødfisk/partikkelfeller som er en integrert del av fiskekaret. Det foretas daglige registreringer av dødfisk, som flyttes fra dødfiskfellen i karene, til et vakuumbasert transportsystem, via trakter plassert i hver avdeling (figur 46). Dette systemet sikrer at død fisk ikke transporteres internt i anlegget, og at smitterisiko fra denne typen transport er eliminert. Materialet flyttes til en ensilasjestasjon i bygget, kvernes og tilsettes syre for lagring (figur 47). Ved hendelser som innebærer massedød følges egen prosedyre med tilkalling av logistikk for større volum av ensilasje.



Figur 46. Død fisk fanges på dødfiskfelle med hov og flyttes over i vakuumsystemet. Dette systemet forbedrer HMS på arbeidsplassen og reduserer risiko for eventuell smitte i andre deler av anlegget.



Figur 47. Vakuumsystem avdelingsvis. Fisken sendes med vakuum til en sykklon som konsentrerer biomassen og doserer over i ensilasjeanlegget.

Ensilingstanken og kvernen må være trygg, effektiv og enkel å bruke. Ensilingstanken må ha overvåking over pH, nivå, syre, sirkulasjon og andre parametere (figur 48). Syredosering gjøres automatisk for å korrigere pH-nivå og lukt om nødvendig.



Figur 48. Ensilasjetank, kvern og tilsetning av syre.

9.5 Fiskelogistikk, transport, sortering og vaksinerings

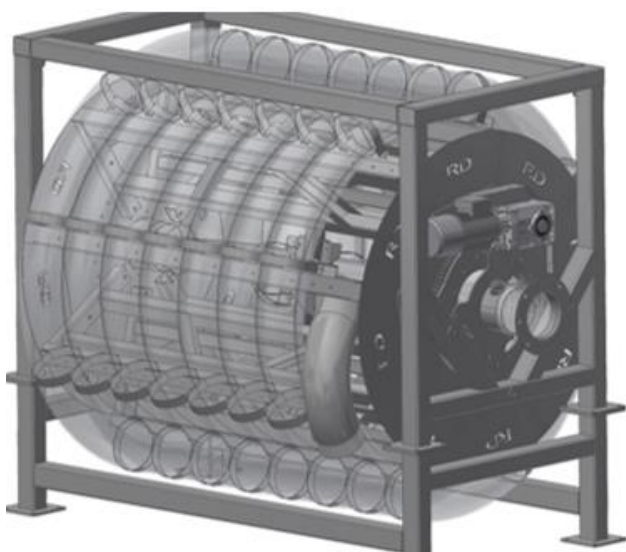
I produksjonsplanen forutsettes produksjon av fire fiskegrupper pr år. Rogninnlegg skjer hver 12 uke. Fiskegruppene holdes adskilt fra hverandre og gruppene flyttes ut av respektive avdelinger før neste gruppe flyttes inn. Dette er grunnleggende for å oppnå relevant nivå av biosikkerhet, hovedsaklig for å unngå forurensning av patogen agens mellom fiskegrupper, og også for å unngå en mulig blanding av fiskegrupper med forskjellig genetisk opprinnelse.

Anlegget skal benytte anerkjente fiskepumper fra industrien. Fiskepumpene skal være verifisert for denne typen bruk i forhold til god fiskevelferd og skal være tilpasset de ulike vekststadiene for fisken (figur 49, 50).

Fra Påvekst 2 til Growout 1, og fra Growout 2 til Growout 3 vil fisken gå med selvfal. Det skal designes nye løsninger for fisketransport ved hjelp av selvfal i dette prosjektet.



Figur 49. Aqualife fiskepumpe for transport av mindre fisk.



Figur 50. RID pumpe fra MMC Technologies, for transport av store volum fisk på kort tid.

Sortering skjer ved flytting fra en avdeling til en annen. Sortering er viktig for å redusere størrelsesvariasjon i gruppene, og slik redusere hierarkidannelse og suboptimal fôring som følge av at fisken må tilbys flere størrelser av pellet samtidig. Jevne grupper som vokser relativt likt vil kunne benytte én pelletstørrelse.

Teknologi for sortering er velkjent og selskapet vil benytte god innarbeidede produkter, eksempelvis Apollo gradere (figur 51). Sorteringsmaskinene vil også ha fisketellere for innsamling av eksakte biomassetall.



Figur 51. Apollo sorteringsmaskin for effektiv sortering av postsmolt.

9.6 Vaksinerings

Ørretyngelen vil bli vaksinert ved 40-60 gram. (se kap 5.4 for mer detaljer). Vaksinerings gjennomføres med Skala Maskon vaksineringsmaskin som installeres i en halvetasje / messanin i yngel / smoltavdeling.

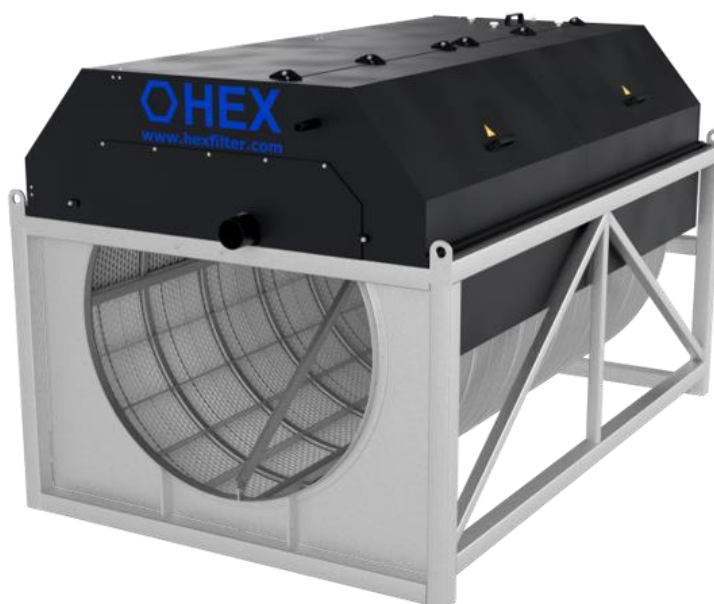
9.7 Partikkelfjerning

Under føring av fisk vil RAS systemet tilføres partikulært materiale i form av ufordøyd fôr og fôrspill. Partikulært materiale som tilføres, utgjør cirka 20 % av total mengde fôr. Partiklene finnes i ulike størrelseskategorier, fra noen få mikrometer til noen millimeter (som f.eks fôrpellets).

Over 90 % av antall partikler i et RAS- system er under 10µm, og 99% av volumet av partikler er under 10 µm. Effekten av trommelfilter alene er ikke tilstrekkelig for å fjerne nok partikler fra systemet.

Fjerning av partiklene skjer via flere trinn (figur 52,53);

- Sedimentasjon / selvrensing i kar
- Trommelfilter
- Proteinskimmer



Figur 52. Hex trommelfilter fra CMAqua.

RAS-anlegget skal dimensjoneres med sideuttak og bunnavløp i karene, der bunnavløpet samler mesteparten av partiklene, som igjen føres til trommelfilter.

Fordeling av avløpsvann vil være rundt 70 % gjennom sideavløp og 30 % gjennom bunnavløp. En delstrøm av sideavløp vil behandles gjennom en proteinskimmer, for å fjerne mikropartikler (figur 53).



Figur 53. Proteinskimmer fra Ratz. Skimmeren fjerner mikropartikler ($< 20 \mu\text{m}$) fra vannstrømmer.

9.8 Lysstyring

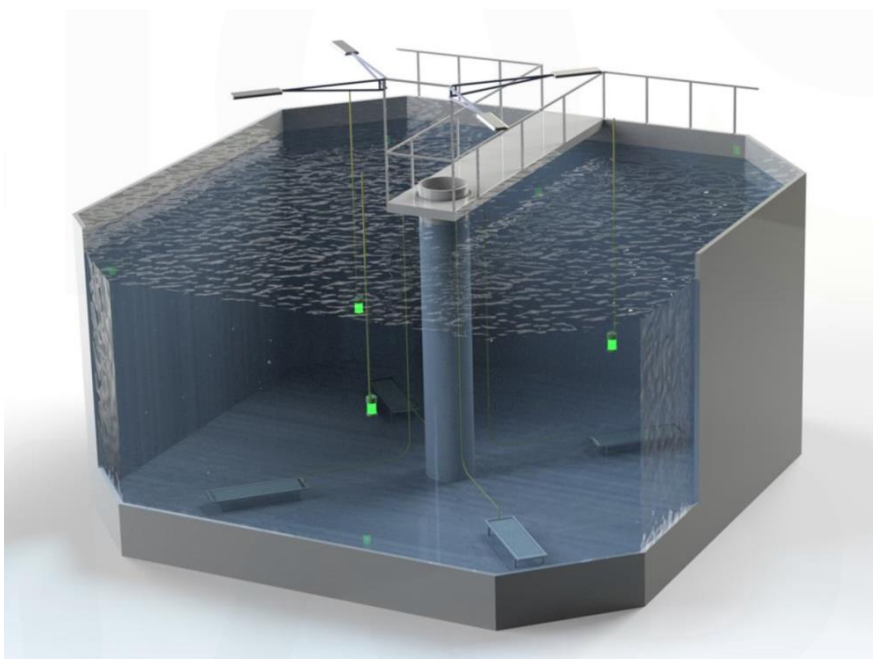
Alle avdelinger vil ha dynamisk lysstyringsfunksjoner, slik at lysintensiteten kan tilpasses ulike vekststadier. I de minste avdelingene vil det benyttes takmonterte lys/hengelys, mens Påvekst og Growout også vil ha dykklys (figur 54).

Lyskvaliteten kan variere av ulike faktorer;

- Selve kvalitet og lysspekter på lyspunktene
- Plassering (overflate / undervannsllys)
- Turbiditet i produksjonsvannet
- Størrelse på kar og lysspredning

Negative effekter av dårlig lyssetting vil være;

- Redusert appetitt
- Redusert tilvekst
- Økt størrelsesvariasjon og økt behov for sortering
- Tidlig kjønnsmodning



Figur 54. Plassering av lyskilder i store kar (kilde: Biomarine).

9.9 Oksygenering

Tilførsel av oksygen er en av de viktigste prosessene i landbaserte anlegg og er i tillegg et nødsystem som skal fungere til enhver tid.

For å sikre tilstrekkelig oksygen for fisken, må oksygensystemet levere oksygen kontinuerlig. Dette skal være av riktig kvalitet/renhet og med tilstrekkelig kapasitet. Oksygensystemet skal ikke ha nedetid og skal ha full redundans ved for eksempel strømutfall.

Oksygensystemet skal utformes med maksimal kapasitet for daglig driftsbehov, basert på;

- Spesifikt oksygenbehov per kilo utfôring per dag
- Nødoksygeneringssystem i tilfelle strømbrytning eller pumpefeil
- Ekstra oksygenering under drift (fiskelogistikk, høsting)

Oksygenivået ved utløpet av fisketankene skal inneholde fra 6 til 8 mg/l (80-100 %). Tilsetningen av oksygen skal være relatert til ørretens spesifikke oksygenbehov i de ulike avdelingene, og maksimal biomasse i tankene. Oksygenforbruket hos ørret avhenger blant annet av fiskens størrelse, temperatur vekstrate, fôringsrate, svømmehastighet og stressnivå.

I landbaserte oppdrettsanlegg anses det spesifikke oksygenbehovet til stor å være 0,6 – 0,8 kg O₂ per kg fôr. Beregning basert på samlet årsproduksjon viser et oksygenbehov på rundt 7232 tonn årlig.

9.9.1 Oksygenkilder

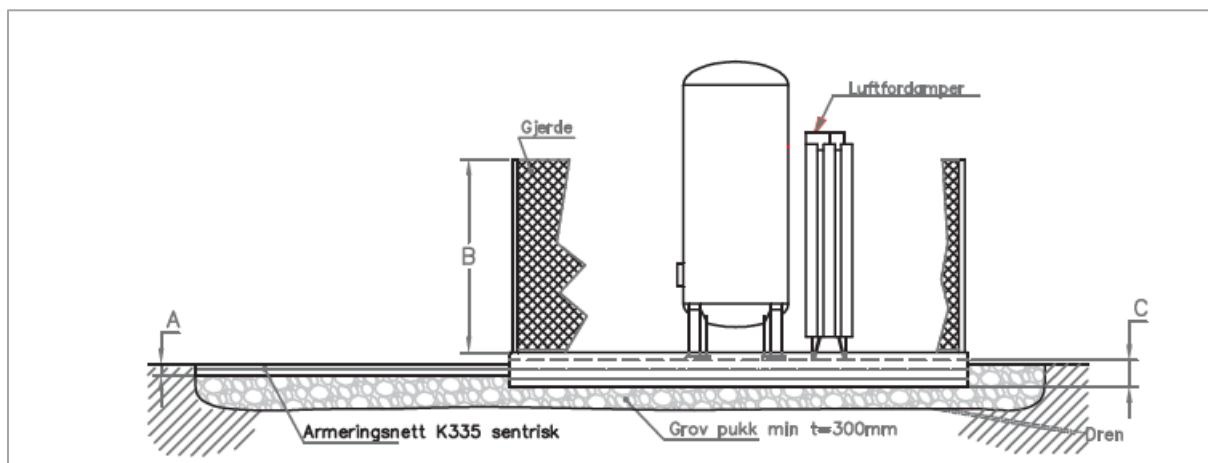
Oksygenet kan leveres i enten flytende form (LOX), høye trykksylindere eller ved å strippe fra luft av generatorer på stedet. Det anbefales generelt å ha to uavhengige oksygenkilder på stedet.

Høytrykkssylindere er lett tilgjengelige fra fabrikken, og kan brukes som ekstra ekstern kapasitet for begrenset drift.

Flytende oksygen produseres av luftseparasjonsanlegg, avkjøles og transporteres i kryogene tanker til vakuumisolerte lagringsbeholdere på stedet, som vanligvis, med tilhørende fordampningsutstyr, gir flere dagers forsyning (figur 55). Typisk lagringsvolum er 50 tonn flytende oksygen per tank.

Før bruk fordampes LOX ved å lede den gjennom varmevekslerspoler, før oksygen injiseres i vannet. LOX renhet (oksygen %) er nær 100 %.

Med on site oksygengeneratorer kan oksygenet strippes direkte fra luften ved hjelp av en molekylær sil (figur 56). Denne sikten er ved energiabsorberende nitrogen fra luften, og etterlater en oksygenberiket gass. Disse generatorene kan produsere oksygen når det trengs og til lav pris. Renheten av produksjon på stedet er sjelden høyere enn 93 %, noe som betyr at resten av gassvolumet består av en blanding av nitrogen, argon og CO₂.



Figur 55. Standardoppsett for oksygentank i inngjerdet område.

Oksygenproduksjonen på stedet vil avhenge av selskapets strategi, og kan omfatte mindre volum som redundanskapasitet, eller normal produksjon som erstatning for flytende oksygen.

Produksjonen på stedet for større oksygenvolumer vil bli bygget som lokale generatorer på stedet eller et luftseparasjonsanlegg med alle komponenter inkludert.



Figur 56. Oksyngenerator på skid som kan installeres inhouse i anlegget, eventuelt i container som står utendørs. Oksyngengeneratorene strippe oksygen fra lufta og produserer oksygen med 92 – 95% renhet.

9.10 CO₂-fjerning

Fisken skiller ut CO₂ under respirasjonen og denne gassen akkumuleres i vannet hvis den ikke luftes ut. Total produksjon av CO₂ er ca 1,1 kg per kg oksygen konsumert. Det er ulike beregningsmetoder for utskillelse av CO₂, men det viktigste er å sikre at det er tilstrekkelig med restkapasitet i lufterne som skal fjerne CO₂ fra vannet.

Langvarig eksponering av høye CO₂-nivå kan gi redusert tilvekst, nyreskader og gi utfordringer med ioneregulering. Pr i dag anbefaler Mattilsynet CO₂-verdier under 15 mg/l, men forskning viser at dette kan være for høyt. NOFIMA viste i et forsøk at eksponering for CO₂-verdier på 19 mg/l ga 15% redusert tilvekst sammenlignet med fisk som gikk i 5 mg/l, samt at andel nyreforkalking økte ved CO₂ nivå på 16 mg/l. I anleggsdesignet hos Upstream Aqua vil maktsgrense for CO₂ i startforing og yngel settes til < 10mg/l, og i Påvekst og Growout < 12mg/l.

CO₂-luftere designes etter motstrømsprinsippet, hvor vann fra biofilteret slippes over luft i et rislefilter. CO₂-lufteren designes med tilstrekkelig hydraulisk kapasitet, areal og med gass:væskeforhold minimum 5:1.

9.11 Energianlegg

Settpunkt for produksjonstemperatur vil være 8°C i startforing, 10°C i yngel, 12°C i påvekst, og 13°C i growout. Naturlig temperatur på råvann inn vil være fra 2 til 14 °C. Anlegget vil ha installert energisentral som skal varme opp prosessvannet til ønsket temperatur, samt overføre energi fra avløpsvannet.

Energianlegget vil ha installert en varmepumpe som skal løfte temperaturen til ønsket nivå og øke ytelsen på systemet med moderat strømforbruk.

Spedevann som pumpes inn i anlegget veksles mot avløpsvannet fra karene. Avløpsvannet er filtrert gjennom trommelfilter før det går til avløpsveksler.

Det vil kunne oppstå behov for å kjøle inntaksvannet til ønsket prosessvannstemperatur, avhengig av årstid. Egenprodusert termisk energi i anlegget gjennom bakteriell nedbrytning og varmeenergi fra pumpetrinnene bidrar også til et kjølebehov, avhengig av årstid.

Anlegget skal bygges med fokus på energioptimalisering, for å redusere energiforbruket som i RAS anlegg ligger mellom 3 og 10 kwh/kg fisk produsert.

Under designprosessen og prosjektering skal energieffektive løsninger velges, eksempelvis aktiv styring av energikrevende komponenter som pumper, luftere, mekaniske filter og gjenvinning av energi fra avløpsstrømmer.

9.12 Fôringssystem

Fôringssystemer i RAS-anlegget vil bestå av ulike løsninger tilpasset hver avdeling. For starfôringsavdelingen (0,15 – 5 gram fiskestørrelse), kan mindre fôringsautomater med manuell mating benyttes karvis. For større fisk (5 – 4000 gram) skal systemer med automatisk utfôring og mating benyttes (sentralfôringsystem).

Fôret vil bli mottatt i småsekker (25 kg), bigbags (750 kg) eller i bulk (<25 tonn) som blåses inn på silo. *Valg av fôringsystem og konsept for lagring og distribusjon gjøres underveis i designfasen.*

Følgende krav til fôringsanlegget er gjeldende;

- Fôring av fisken pr tank bør gjøres kontinuerlig, med høyest mulig presisjon (antall og størrelse på dose, automatiske justeringer)
- Fôret skal transporteres fra lager (eller silo) skånsomt og effektivt og med så begrenset fysisk belastning av fôrpellet som mulig. Brekkasjer og støv fra fôret forurenses prosessvannet i karene og må unngås

De ulike karstørrelsene skal være utstyrt med fôrautomater som sprer fôret tilstrekkelig over hele overflaten. For de minste avdelingene må mulighetene til å mate små doser med korte intervaller være til stede. For startfôring er det nødvendig med ekstra fokus på håndfôring.

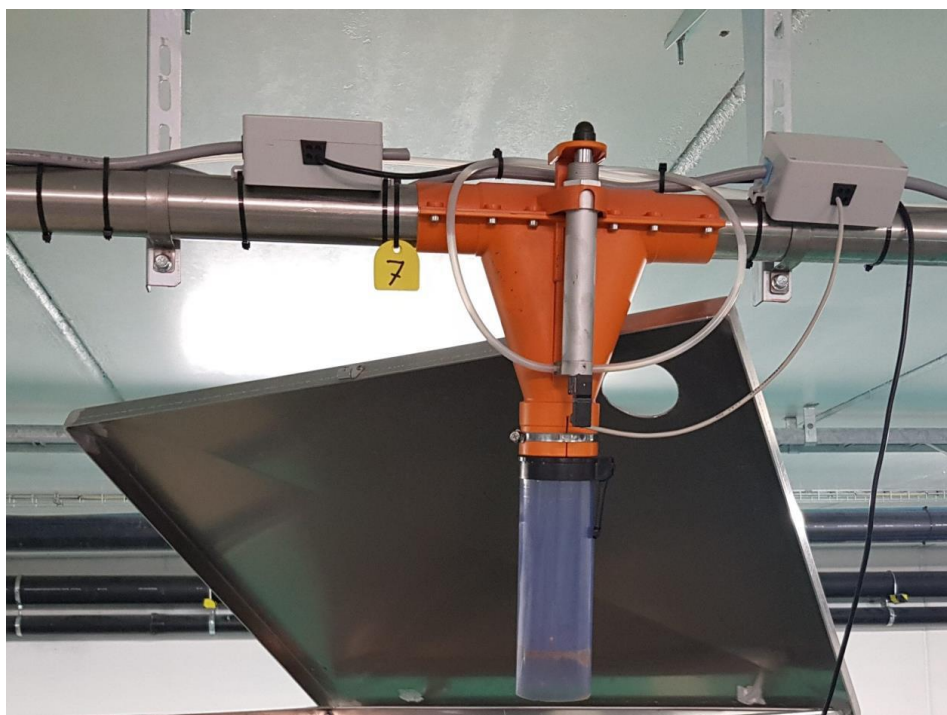
For tanker mellom 5 – 8 m i diameter er det tilstrekkelig med en mater med enkelt materør på tvers av karet. For større tanker over 10 m i diameter er det behov for to matere og tilhørende to mateskruer for å dekke så mye av overflaten som mulig.

Fôr oppbevares på eget ventilert fôrlager, som skal være adskilt fra annen produksjon, ha tilgangskontroll og være beskyttet mot eventuelle skadedyr. Eventuelt medisinfôr skal oppbevares på eget lagerområde, separat fra standard fôrprodukter.

Siloer for de største fôrtypene skal plasseres i nærheten av RAS-avdelingen for å redusere transport og rørlengde (figur 57). Hver silo skal ha en vektcelle for å holde god oversikt over lagringsnivåer og fôringshastighet. Fôret flyttes fra siloer til fôrautomater skånsomt med medbringersystem (figur 58).



Figur 57. Fôrsiloer og distribusjonssystem (foto: Laksesystemer).



Figur 58. Fyllesystem av fôrautomatene (foto: Laksesystemer).

Fôringssystemene skal være helautomatiske og kombineres med overvåkning av fôrspill ved hjelp av kamera. Det er viktig å kombinere utfôring med kunstig intelligens for å distribuere og effektivisere utfôringen, både av økonomiske hensyn, men også for å unngå unødvendig forurensing av vannkvaliteten.

Overvåkning av utfôring må gjøres med;

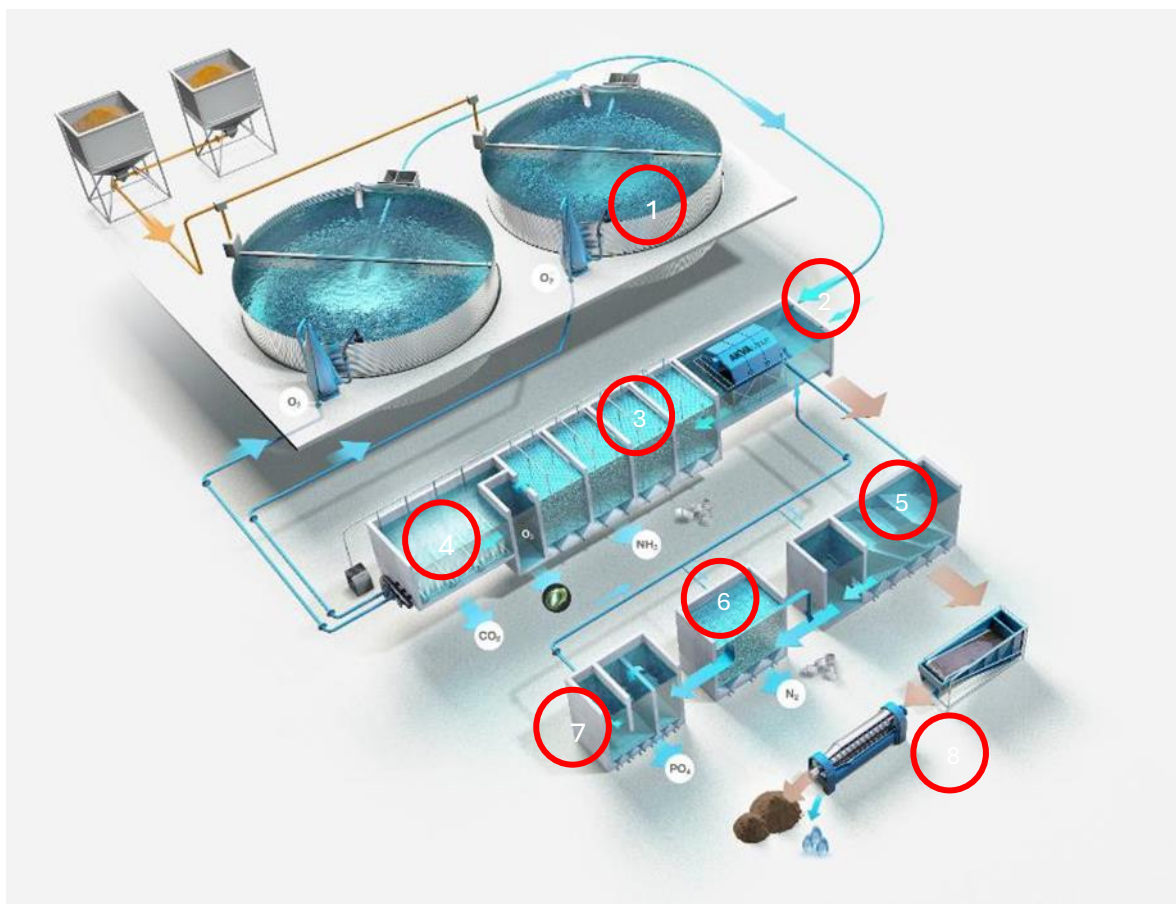
- Justering av fôringsdoser
- Overvåkning av nivå i fôrsiloer
- Overvåkning av fôrspill i utløp fra kar
- Aktiv fôringskontroll i karene

9.13 Slambehandling

Upstream prosjekterer et kombinert denitrifiserings- og slambehandlingsanlegg tilsvarende Akvagroup sitt Zero water exchange system (figur 59).

Anlegget vil bygges med følgende rensetrinn;

- 1) Trommelfilter – tørrstoff 0,5 – 1%
- 2) Slamlager
- 3) Lamell filter
- 4) Denitrifisering
- 5) Fortykning og avvanningstrinn -tørrstoff 5-10%
- 6) Slamtank og videre prosessering i biokullanlegg



Figur 59 viser Akvagroup Zero water exchange system med konvensjonelt RAS oppsett; 1) fiskekar, 2) trommelfilter, 3) Biofilter, 4) CO2 lufter, 5) lamellfilter, 6) denitrifiseringsfilter, 7) fosforfelling, 8) avvanning og tørking.

Avløpsvann flyter med tyngdekraften til trommelfiltersumpen, hvor partikler filtreres bort fra avløpsstrømmen. Rejektvannet lagres i en slamtank som går videre i en plateseparator / lamellfilter. Her skilles de største partiklene ut, mens de mindre partiklene blir med videre som karbonkilde i denitrifiseringsreaktoren. I denne reaktoren omdannes nitrat til nitrogengass anaerobt, men metanol som tilleggskarbonkilde. Fosfor felles ut ved hjelp av kjemikalier.

Slam fra trommel og lamellfilter pumpes over i slamtank og videre i en fortykker, som oppkonsentrerer partiklene (figur 60).



Figur 60. Slamfortykker fra Sterner AS.

Fra fortykker pumpes slammet over til en flokkuleringstank for tilsetning av polymer og ytterligere oppkonsentrering før avvanningstrinnet (figur 61). Avvanneren er skruepresse som roterer i en perforert sil. Partiklene klogger seg sammen og filtratet presses gjennom perforeringene i silen. Silen blir automatisk rengjort med vaskevannet. Det tørkede slammet danner kaker og faller med gravitasjon til tørkeenheten (beltetørke).



Figur 61. Flokkuleringstank fra Sterner AS.

I etterkant av avvanning og tørke fraktes slammet over til biokullproduksjon.

10. Oppstart, drift og vedlikehold av biofilter.

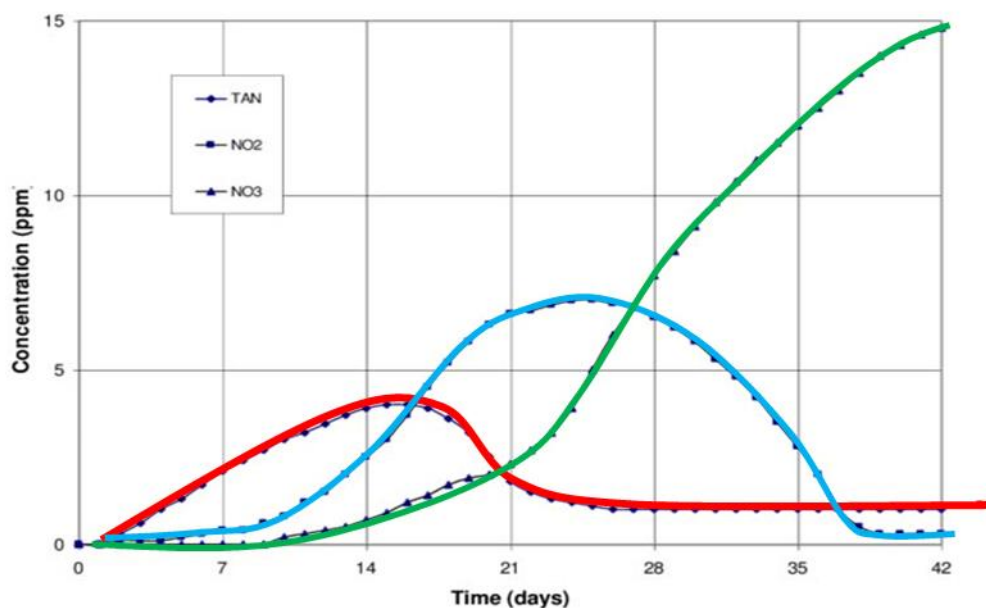
Man må alltid beregne en relativt lang oppstartsperiode før et biofilter er klart til bruk. Dette på grunn av at det tar tid før bakteriesamfunnet har etablert seg, og forholdet mellom de ulike bakteriene i samfunnet er riktig. Det vil ta minimum 6 uker å etablere et modent og stabilt biofilter. Når man starter opp bør man ha samme salinitet som man forventer å ha i anlegget, alkaliniteten bør være 150-250 mg/L (oppnås ved å tilsette f.eks. bikarbonat), og pH bør ligge på 6,8-7,6.

For å få riktig bakteriesammensetning i biofilteret, «fører» biofilteret med kjemikalier og organisk materiale. I starten kjøres biofilteret uten vannutskifting, og med god oksygenering.

- 1) Ammoniumklorid tilsettes for å få bakteriene som omdanner ammonium til nitritt til å vokse. TAN måles daglig, for å se om omdanning av ammonium til nitritt starter. For å få etablert bakterier som omdanner nitritt til nitrat, kan natriumnitritt tilsettes.
- 2) Når omdanning av TAN til nitritt er i gang, kan man starte en kontinuerlig tilsetting av ammoniumklorid til biofilteret – ca 30% av det som forventes i anlegget.
- 3) TAN og nitritt må måles hver dag for å se om biofilteret tåler belastningen. Når det er stabilt kan belastningen og vannutskiftningen økes gradvis til det som forventes i anlegget.
- 4) Den siste uka før fisken skal inn i anlegget, bør du tilsette organisk materiale (f.eks. knust fiskefôr) til biofilteret – dette for at bakteriesamfunnet skal tilpasse seg konkurransen mellom heterotrofe og autotrofe bakterier som naturlig vil starte ved vanlig drift.
- 5) Før man har fisk i anlegget må man måle TAN, nitritt, pH, temperatur, CO₂, alkalinitet og salinitet for å være sikker på at alt er klart for fisken.

Dersom biofilteret fungerer som det skal og det ikke har vært sykdom i anlegget, er det ikke nødvendig å ta ned biofilteret mellom ulike fiskegrupper. Derimot er det viktig at aktiviteten vedlikeholdes når det ikke er fisk i anlegget. Dette gjøres ved tilsats av ammoniumklorid for å sikre aktiviteten til bakteriene som omdanner ammonium til nitritt. Dersom anlegget står uten fisk i mer enn 14 dager bør man også tilsette fôrekstrakt for å opprettholde en viss mengde organisk materiale i systemet. Mekanisk vask kan være nødvendig for å unngå opphopning av organisk materiale, samt for å holde tykkelsen på biofilm nede.

Ved oppstart vil ammonium og nitritt verdier stige utover anbefalte grenseverdier. Når filteret begynner å komme i moden status, vil disse parameterne stabilisere seg innenfor grenseverdiene (max 2mg/l TAN, 0,1- 0,5 mg/l nitritt og maks 100 mg/l nitrat (figur 62).



Figur 62. Utvikling av vannkvalitetsparameterne ammonium (TAN) (rødt), nitritt (blått) og nitrat (grønt) under modning av biofilter.

11. Rensing av avløpsvann

11.1 Beskrivelse av rensetrinn.

Beregning av utslipp fra lokaliteten er basert på en årsproduksjon på 9000 tonn matfisk, med en gjennomsnittlig salgsstørrelse på 3500 gram. Maksimal biomasse i anlegget vil være ca. 4535 tonn, og årlig utfôring vil være 10 850 tonn.

Estimert produksjon av slam (totalt volum av ufordøyd materiale, fôrspill, organisk materiale) er ca 20% av utfôret mengde, tilsvarende 2170 tonn.

Første rensetrinn vil være i sirkulærstrømmen i selve oppdrettskarene (og delvis sedimentasjon), som samler de største partiklene i en konsentrert strøm som går direkte til trommelfiltrene. Avløpsstrømmer fra sideuttak i kar kan delvis behandles i proteinskimmere for å fjerne mikropartiklene.

Slam fra trommelfilter vil inneholde 1-5 % tørrstoff, og vil deretter avvannes opp til 25-30 % tørrstoff. I forkant av avvanning tilsettes polymer for å binde opp partiklene. Etter avvanning med mekanisk skrue eller skivefilter, vil slammet tørkes ned til + 90 % tørrstoff.

Det tørkede slammet vil bli ledet gjennom en pyrolyseringsoperasjon og omdannet til svært verdifullt bio-kull (figur 63). Denne biokullproduksjonen vil bli supplert med innsamling av avfall fra en rekke andre lokale kilder som husdyravføring, tre og annet organisk materiale. Dette vil samle betydelige mengder CO₂ og bidra til en svært grønn produksjon.



Figur 63. Slambehandlingssystem med pyrolyse fra Blue Ocean Technology.

11.2 Beregning av produsert mengde tørrstoff

For beregninger av utslipp til oppdrettsvannet, er det tatt utgangspunkt i veilederen for oppdrettssaker samt nye data fra Skretting, når det gjelder innhold av og retensjon i fisken av organisk stoff (KOF), Tot-N og Tot-P. For suspendert stoff er det forutsatt at 70 % av spist fôr blir lagret i fisken og det er videre regnet med at tørrstoffinnholdet i spillfôr (beregnet 10 % spillfôr), er 94 %.

Forventet renseeffektivitet for trommelfilter (60um) er oppgitt av Veolia/Hydrotech til å være;

- For suspendert stoff: 65 %
- For organisk stoff: 40 %
- For Tot-P: 40 %
- For Tot-N: 15 %

I proteinskimmer forventes opp mot 50 – 75% fjerning av partikler under 20 µm.

Data fra Skretting viser at gjennomsnittlige nivå av N, P og TOC i fôr er henholdsvis 5,84%, 0,95% og 50,70%. Retensjonen i fisken er henholdsvis 35% (N), 35% (P) og 15% (TOC).

Selve produksjonen av slam defineres som «produksjonsbidraget». For Upstream sin produksjon vil utfôring være maksimalt 45 000 kg fôr/døgn og totalt 10 850 tonn fôr år (fôrfaktor 1,2). Gjennomsnittlig utfôring pr dag vil være 33.000 kg fôr og benyttes som referansetall for beregning av produksjonsbidraget.

Ved en utfôring på gjennomsnittlig 33 tonn **per dag**, beregnes slamproduksjonen til 49 tonn, med 0,5% tørrstoff. Slammet vil videreforedles gjennom avvanning og eventuelt tørking.

Det finnes ulike beregningsmodeller for produksjonsbidrag, rensegrad i anlegget og rensegrad på slambehandling. Vi benytter et gjennomsnitt av fire modeller fra Rådgivende biologier, Dansk Teknisk Universitet, Morefish og Skretting. Beregningene for N, P og TOC er vist i tabell 7 – 9.

Det hersker stor usikkerhet om disse tallene, sist presentert ved Tekset konferansen i Trondheim 2022. Produksjonsbidraget fra fisken er derimot relativt sikre tall som er validert i forsøksoppsett.

I vår modell beregner vi følgende;

- Produksjonsbidrag
- Rensegrad i selve RAS (inkl trommelfilter og proteinskimmer)
- Restkonsentrasjon i rejektivann / overløp
- Rensegrad i avløpsrensing
- Restkonsentrasjon i rejektivann fra slambehandling
- Restkonsentrasjon etter 1. og 2. denitrifiseringstrinn
- Restkonsentrasjon etter fosforfelling.

Tabell 7. Produksjonsbidrag for nitrogen fra fiskeproduksjon, rensegrad og reduksjon av N-verdier gjennom ulike rensetrinn.

Gjennomsnittlig utfôring	kg / dag	33000
Total utfôring pr år	tonn / år	10800
Nitrogen i fôr	tonn / år	626
Nitrogen inntak	tonn / år	626
Retensjon i fisk	tonn / år	219
Produksjonsbidrag	tonn/år	407
Løst nitrogen (DN)	tonn/år	301
Partikulært nitrogen (PN)	tonn/år	106
Rensegrad RAS (N)		66 %
Etter RAS	løst nitrogen	102
	partikulært nitrogen	36
Etter denit 1	løst nitrogen	20
	partikulært nitrogen	32
Etter denit 2	løst nitrogen	4
	partikulært nitrogen	29
Etter fosforfelling'	løst nitrogen	4
	partikulært nitrogen	15
Sum total til resipient	tonn nitrogen pr år	19
Total rensegrad		95 %

Tabell 8. Produksjonsbidrag for fosfor fra fiskeproduksjon, rensegrad og reduksjon av P-verdier gjennom ulike rensetrinn.

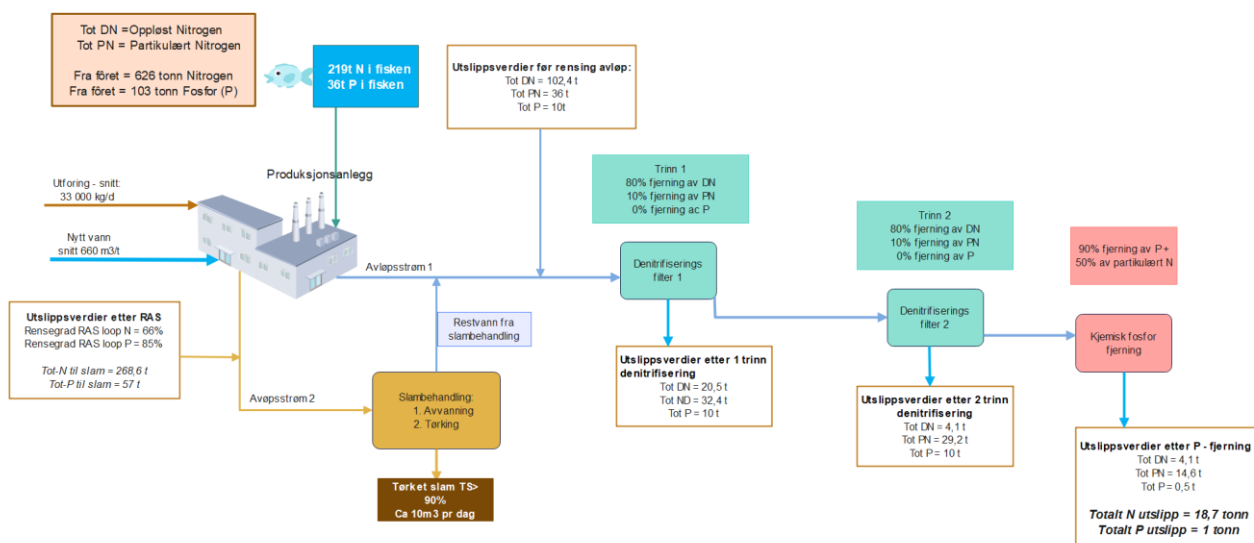
Gjennomsnittlig utfôring	kg / dag	33000
Total utfôring pr år	tonn / år	10800
Fosfor i fôr	tonn / år	103
Fosfor inntak	tonn / år	103
Retensjon i fisk	tonn / år	36
Produksjonsbidrag	tonn/år	67
Løst fosfor (DP)	tonn/år	4
Partikulært fosfor (Pp)	tonn/år	63
Rensegrad RAS (P)		85 %
Etter RAS	løst fosfor	0,6
	partikulært fosfor	9,4
Etter denit 1	løst fosfor	0,5
	partikulært fosfor	9,4
Etter denit 2	løst fosfor	0,5
	partikulært fosfor	9,4
Etter fosforfelling	løst fosfor	0,5
	partikulært fosfor	0,5
Sum total til resipient	tonn fosfor pr år	0,93
Total rensegrad		99 %

Tabell 9. Produksjonsbidrag for total organisk karbon (TOC) fra fiskeproduksjon, rensegrad og reduksjon av TOC-verdier gjennom ulike rensetrinn.

Gjennomsnittlig utfôring	kg / dag	33000
Total utfôring pr år	tonn / år	10800
TOC i fôr	tonn / år	5476
TOC inntak	tonn / år	5476
Retensjon i fisk	tonn / år	821
Produksjonsbidrag	tonn/år	4654
Rensegrad RAS (TOC)		94 %
Etter RAS	Toc (tonn / år)	279
Etter denit 1	Toc (tonn / år)	140
Etter denit 2	Toc (tonn / år)	70
Etter fosforfelling	Toc (tonn / år)	35
Sum total til resipient	Toc (tonn / år)	35
Total rensegrad		99 %

11.3 Denitrifisering

Denitrifikasjon vil redusere vannbehovet fra 300-500 liter pr kg fisk produsert pr dag til 60 - 200 liter pr kg fisk produsert pr dag. Med god tilgang til råvann kan denitrifisering gjøres på avløpsvann før dette føres ut til resipienten. I denitrifiseringsprosessen benyttes en bakteriell prosess der nitrat omdannes til nitrogengass (NO_3^- til N_2) gjennom en anaerobisk prosess, med heterotrofiske bakterier som bruker metanol eller andre karbonkilder (figur 63, punkt 5-7). For å oppnå tilstrekkelig rensegrad på nitrogenandelen, etableres et sekundært denitrifiseringstrinn / reaktor (figur 64). I dette trinnet oppnår man i tillegg ytterligere reduksjon av P og TOC, i forkant av fosforfelling.



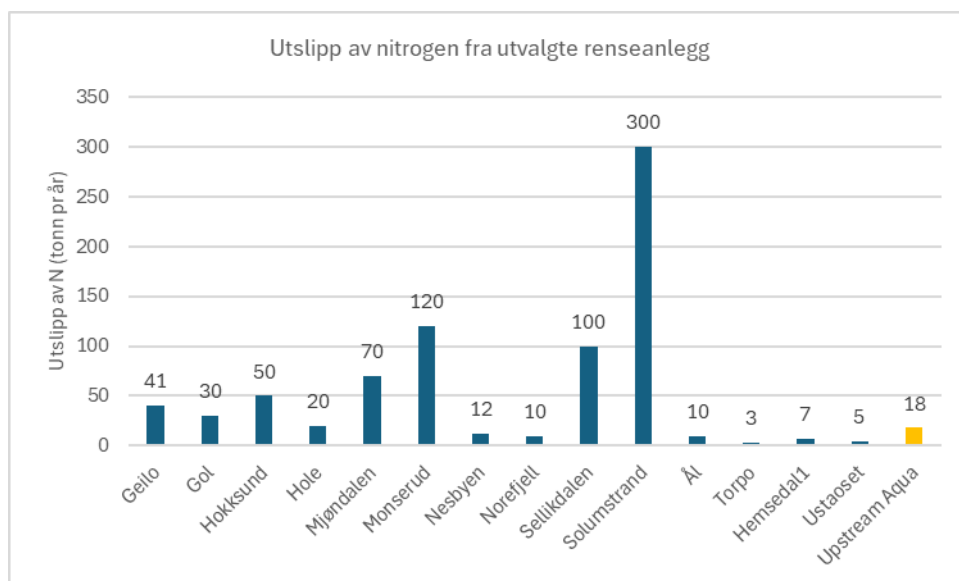
Figur 64. Flytskjema over rensetrinnene i Upstream Aqua anlegget, med slambehandling, to denitrifikasjonstrinn og fosforfelling.

11.4 Nitrogenutslipp til Hallingdalselva.

Hallingdalsvassdraget tilføres nitrogen fra landbruk, annen industri og kommunalt vannavløp. I tilknytning til vassdraget bor rundt 22.000 mennesker, og i tillegg er det rundt 3,5 millioner gjestedøgn pr år. Det er ekstremt viktig at utslipp fra Upstream sitt anlegg ikke bidrar til å forringe vannkvaliteten og tilfører for store mengder nitrogen til vannsystemet.

Utslippstall fra enkelte renseanlegg viser at det er relativt mye større utslipp fra andre kilder, sammenlignet med rundt 18,7 tonn N fra Upstream Aqua (figur 65).

Teknologimiksen som er valgt ved Upstream Aqua skal bidra til å redusere utslipp av nitrogen med opp mot 99%. Dette er mulig å gjøre ved å benytte doble denitrifikasjonstrinn, som reduserer mengden nitrat – nitrogen med over 95%.



Figur 65. Utslipp av nitrogen pr år fra utvalgte renseanlegg i regionen. Upstream Aqua bidrar med 18 tonn nitrogen årlig i tillegg bidragene fra andre kilder.

11.5 Aquaponics

Aquaponics produksjon er basert på å benytte næringssaltene fra oppdrettsproduksjonen for å stimulere plantevekst. Nærmere bestemt benyttes ammonium (NH_4), fosfat (PO_4 -) og CO_2 fra avløpsstrømmen fra RAS anlegget. Dette hentes ut i forkant av denitrifiseringstrinn og eventuelt rejektivann fra aquaponics tilsettes tilbake til RAS-loppen, i forkant av trommelfilter.

Normalt utbytte fra aquaponics er fra 7 til 10kg planter pr kg fisk produsert. Utfordringen ligger i å balansere vannkvaliteten ut fra ulike behov.

Planter vil ha vann med lavere pH og høyere temperatur enn fisk. I tillegg bør det ikke være for mye partikler og organisk materiale som tilføres plantene, og det er en fordel å oppkonsentrere NH_4 og NO_3 - i forkant av tilførsel til planteproduksjonen. I tillegg må plantevannet justeres iforhold til mineraler og sporstoffer for å unngå mangelsykdommer.



Figur 66. Bildet viser planteproduksjon i aquaponicsanlegg i Nazare, Portugal. Prosjektet er etablert av Morefish og BGI (P) og ble igangsatt i juli 2024. Anlegget er designet som et 0-utslippsanlegg, med full resirkulering av næringssalter (planter, mikroalger), CO_2 , slam (biogass, biokull).

11.6 Massebalanse og nitrogenfjerning i aquaponics.

Normalt utbytte av planter vs fiskeproduksjon er rundt 8 – 10 planter pr kg fôr. Med en målsetning om å produsere 2000 tonn planter pr år, vil selskapet ha behov for rundt 2% av produksjonskapasiteten for fisk, det vil si 2% av avløpsstrømmen. For en årsproduksjon på 9000tonn vil 2% utgjøre rundt 200 tonn pr år (tabell 10).

Opptaksraten for nitrogen i planter (bladplanter) er cirka 5 gram pr kg planter. Totalproduksjonen av 2000 tonn planter (fra 200tonn fisk) vil kunne assimilere rundt 10 tonn nitrogen (nitrat-nitrogen) på årsbasis.

Tabell 10. Produksjon av fisk og planter, samt opptak av nitrogen i planteproduksjonen. Areal er antall m² dyrkingsareal. Aquaponics skal etableres som vertikaldyrking, med rundt 5-7 etasjer. Fottavtrykk vil være rundt 5000m².

Delstrøm fra anlegg	2 %	
Produksjon av fisk	200	tonn pr år
Produksjon av planter	2000	tonn pr år
Areal for produksjon av planter	22500	kvm
Nitrogen opptak	5	g/kg planter
Totalt opptak Nitrogen	10	tonn pr år

12. Forebygging mot rømming

Anlegget bygges i tråd med Forskrift om teknisk standard for landbaserte akvakulturanlegg for fisk (NS 9416), som sier at «et landbasert akvakulturanlegg for fisk skal prosjekteres og utføres i samsvar med krav i NS 9416:2013, slik at akvakulturvirkomheten kan foregå uten at oppdrettsfisk rømmer som følge av teknisk svikt». Det skal brukes teknologi og planløsninger som skal gjøre anlegget svært godt sikret mot rømming. Det vil bli etablert sikring (rist) i hvert enkelt produksjonskar, og vannet fra karene går først til mekanisk filtrering før videre behandling og så resirkulering tilbake til produksjonskaret. En felles fiskesperre etableres i forkant av slambehandling vil også bygges inn, slik at det vil være dobbelt rømmingssikring på hele anlegget. Alle kar vil være plassert inne i bygninger, som også vil ha ringmur. Mot elvesiden kan det etableres en vollgrav eller mursikring for å hindre rømming ved eventuelle hendelser i de store avdelingene.

Alt av utstyr skal være produktsertifisert og i samsvar med NS9416. Målet er å etablere et 100 % rømmingssikkert anlegg.

13. Internkontroll

Det er et lovkrav å ha et internkontrollsystem. Internkontrollsystemet må kunne håndtere risikoanalyser, avviksregistrering og avvikshåndtering, samt dokumenterte prosedyrer, sjekklister, kompetanse mm

Hva er et internkontrollsystem og hvorfor trenger man det?

- Et internkontrollsystem (kvalitetssystem) skal bidra til å sikre forsvarlig og sikker drift ihht til gjeldende regelverk for virksomheten.
- Sikre at alle tilsette gjør som planlagt og bestemt, kjenner sine arbeidsoppgaver og jobber mot kjente mål.
- Sikre systematisk forbedring, husk at et internkontrollsystem aldri blir ferdig!

Hvorfor trenger man et internkontrollsystem:

For å drifte et akvakulturanlegg er det en del kriterier som må være på plass.

1. Godkjenninger fra Myndigheter (Statsforvalteren, Mattilsynet, Fiskeridirektoratet).

I disse godkjenningene ligger det en rekke krav som man må ha kontroll på:

- Pålagte og dokumenterte risikoanalyser med tiltak
- Prosedyrer for drift, overvåkning, vedlikehold, prøvetaking mm
- Samt aktivt avvikssystem

Som eks kan man se på en Utslippstillatelse, der ligger det spesifikke krav knyttet til internkontroll som må oppfylles:

- Pkt 2.6 Internkontroll
«Bedriften plikter å etablere internkontroll for sin virksomhet i henhold til gjeldende forskrift om dette. Internkontrollen skal blant annet sikre og dokumentere at bedriften overholder krav i denne tillatelsen, forurensningsloven, produktkontrollloven og relevante forskrifter til disse lovene. Bedriften plikter å holde internkontrollen oppdatert. Bedriften plikter til enhver tid å ha oversikt over alle forhold som kan medføre forurensning og kunne redegjøre for risikoforhold. Plikt til å gjennomføre risikoanalyse med hensyn til akutt forurensning følger av punkt 10.1.»

Her ligger det krav om både dokumentert risikovurdering, samt at bedriften kan dokumentere overholdelse av krav både i tillatelsen, aktuelle lover og forskrifter. Det foreligger også krav til dette i andre tillatelser dere har fått.

2. Lover og forskrifter

Det er et stort omfang av lover og forskrifter dere må forholde dere til.

Her er et lite utvalg av de som regulerer eller krever internkontroll:

Forskrift om internkontroll for å oppfylle akvakulturlovgivningen (IK Akvakultur)

Forskrift om internkontroll for å oppfylle næringsmiddelovngivningen (IK MAT)

Forskrift om systematisk helse- miljø og sikkerhetsarbeid i bedriften (Internkontrollforskriften)
Forskrift som utfyller dyrehelseforskriften med bestemmelser om krav til biosikkerhet ved godkjenning av akvakulturanlegg og forflytninger av akvatiske dyr mv.
(akvabiosikkerhetsforskriften)

Forskrift om drift av akvakulturanlegg (akvakulturforskriften)
Lov om matproduksjon og mattrygghet

Alle disse krever et fungerende internkontrollsystem på plass. Disse legger ingen krav til utforming og hvilket system som velges. Det å ha gjennomført dokumenterte risikoanalyser vil bidra til en trygg og sikker arbeidsplass både for dyr og folk. Det at man har et avvikssystem oppe og går gjør at man kan få gjennomført kontinuerlig forbedringer av driften. Det må kunne fremvise både gjennomførte risikovurderinger, tiltak, og prosedyrer mm for å være ihht lov og forskrifter.

Blir det tilsyn fra aktuelle myndigheter og man ikke kan fremvise til et internkontrollsystem kan det i verste fall bety at man ikke får startet opp eller det blir stans i ytterligere produksjon inntil dette er på plass. Media oppslag og bøter er heller ikke uvanlig.

3. Sikre forståelse for driften og at alle får samme opplæring.

Prosedyreverk er et godt hjelpemiddel for å sikre lik opplæring og forståelse av driften hos de ansatte. Det er kompetanse krav i regelverket og ved å ha et prosedyreverk kan man i hvert fall sikre at alle ansatte får samme opplæring og informasjon.

Hensikten med et internkontrollsystem (IK-system) er å sikre at problemer blir avdekket og tatt hånd om i tide, og skal følge forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften). For akvakultur gjelder Forskrift om internkontroll for å oppfylle akvakulturlovgivningen (IK-Akvakultur). IK-system, beredskapsplaner, og annen drift- og HMS-dokumentasjon vil bli utarbeidet og beskrevet i detalj så snart leverandør og utstyr i anlegget er valgt. IK-systemet skal sørge for at anlegget driftes i tråd med gjeldende lover og forskrifter, som per i dag er;

Oversikt over internkontrollsystemet er vist i vedlegg «Kvalitetssystem og internkontroll».

Aktuelle lover:

- [Lov om dyrevelferd](#)
- [Lov om matproduksjon og mattrygghet mv.](#)
- [Lov om akvakultur](#)
- [Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv.](#)
- [Lov om ferie](#)

Aktuelle forskrifter:

- [Forskrift om drift av akvakulturanlegg](#)
- [Forskrift om tillatelse til akvakultur for laks, ørret og regnbueørret](#)
- [Forskrift om gebyr og avgift i forbindelse med akvakulturvirksomhet](#)
- [Forskrift om internkontroll for å oppfylle akvakulturlovgivningen](#)
- [Forskrift om krav til teknisk standard for landbaserte akvakulturanlegg](#)
- [Forskrift om reaksjoner, sanksjoner med mer ved overtredelse av akvakulturloven](#)
- [Forskrift om transport av akvakulturdyr](#)
- [Forskrift om godkjenning og bruk av desinfeksjonsmidler i akvakulturanlegg og transportenheter](#)

14. Ekstern fiskehelsetjeneste

Det er inngått avtale om eksterne fiskehelsetjenester og rutinemessige helsebesøk på anlegget med STIM. Avtalen er vedlagt i vedlegg «fiskehelsetjeneste». Det skal ansettes egen fiskehelseansvarlig/veterinær ved anlegget, som sammen med ekstern fiskehelsetjeneste vil ha ansvaret for fiskehelse og velferd. Tjenesten vil omhandle bl.a.:

- Gjennomgang av parametere med betydning for fiskehelse og fiskevelferd
- Evaluering og valg av produkter fra leverandører
- Observasjon og nedtegnelse av relevante fysio-kjemiske parametere gjeldende på anlegget.
- Inspeksjon og kontroll av biosikkerhet og orden på anlegget med betydning for fiskehelse og velferd.
- Utreddelse av fiskens helsestatus i et representativt utvalg av produksjonsenheter med særlig vekt på enheter med forhøyet dødelighet eller unormal adferd for å avdekke forekomst av sykdom.
- Risikobasert undersøkelse og eventuell prøvetaking av et representativt utvalg av frisk fisk, svimere og/eller død fisk basert på de gjeldende forhold på det aktuelle anlegget.
- Prøvetaking til screening når aktuelt. Råd- og veiledning relatert til den aktuelle helsestatusen