



Rapport for akvakultur i landbaserte anlegg

Fish Farm International AS

14.10.2021

Versjon

1.0

Dato

14.10.2021

Forfatter

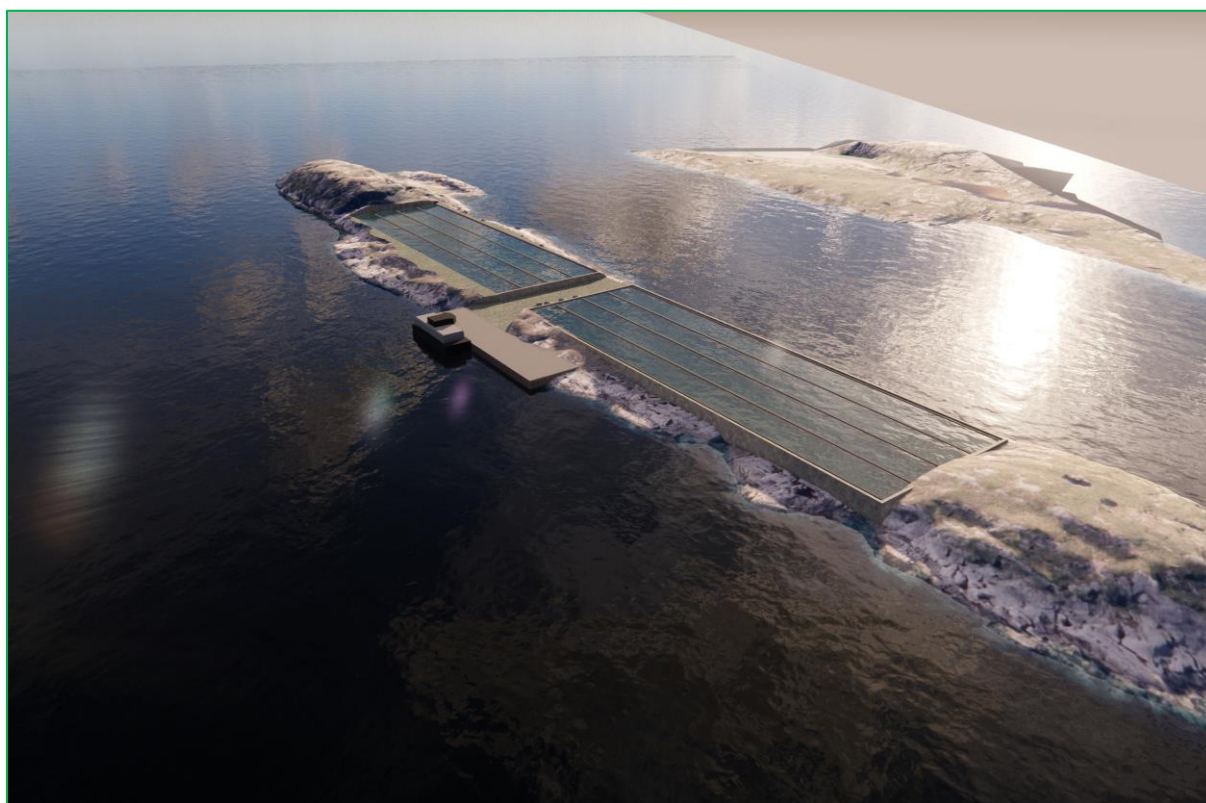
Robert Tarasz

Oppdragsgiver

Gigante Havbruk AS

Oppdragsgivers Ref.

Kjell Lorentsen



Innholdsfortegnelse

1. Innledning	4
2. Utslipp fra lakseproduksjon	4
2.1 Utslipp uten tiltak	5
2.2 Utslipp med tiltak	6
2.3 Rensemetode	6
2.3.1. Slamoppsamling	6
2.3.2. Slambehandling	8
2.3.3. Slamlagring og stabilisering	9
2.4 Forventet renseeffekt	10



1. Innledning

Gigante Salmon Rødøy AS planlegger å bygge et innovativt landbasert lakseoppdrett system ved bruk av lengdestrøms kar (raceway).

Det er tre hovedproblemer som påfører oppdrettsnæringen store tap i form av tapt fisk, tapt omdømme eller begge deler. Det er:

- lakselus
- rømming av fisk
- forurensning

Disse tre problemene kan løses ved hjelp av et landbasert anlegg hvor alt som kommer inn og ut av oppdrettsvolumet kan kontrolleres.

Oppdrett i raceway vil minimere energiforbruk og maksimere sedimentering samt tilføre tilstrekkelig oksygen ved hjelp av naturlig sjøvann uten lakselus til et lukket oppdrettsanlegg.

Utfordringen med lakselus løses ved at alt sjøvann til oppdretts hentes dypere enn 15 meter, som er under lakselus larvenes leveområde.

Rømming av laks hindres ved at det er tre barrierer: først en barriere i form av basseng i fjell med nett foran inntak/utløp, og så to barrierer i form av stål gitter ved inntak/utløps propell pumper.

Forurensning, dvs. utslipp av partikulær organisk og uorganisk materiale, løses ved at det i oppdrettskanalene er en jevn strøm i én retning som muliggjør optimal sedimentering i selve oppdrettskanalen (raceway) og etterfølgende oppsamling av sedimenter som fraktes til sedimenteringstank og slamdepot.

Den aktuelle rapporten beskriver hvordan primærrenskravet for landbaserte oppdrettsanlegg skal tilfredsstilles.

2. Utslipp fra lakseproduksjon

Den organiske belastningen fra oppdrettsanleggene skyldes oppløste og partikulære organiske forbindelser samt uorganiske næringsalter, og er ikke til å unngå med dagens åpne merdoppdrett. I lukkede systemer er det mulig å fjerne storparten av det partikulære stoffet, men det er i dag ikke praktisk mulig å fjerne de oppløste forbindelsene.¹

¹ Havforskningsinstituttet, «Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2017», særnummer 2-2017



2.1 Utslipp uten tiltak

Det planlagte landbaserte anlegg, med en årlig produksjon ved maksimal kapasitetsutnyttelse på 19.087 tonn fisk, vil føre til følgende utslipp uten rensing ift. beregningsgrunnlag fra Fylkesmannens behandling av oppdrettssaker [SFT veileder]:

Total Produksjon: 19.087 tonn

Total fôrforbruk: 20.283 tonn

- **Nitrogen** = (fôrforbruk*0,0736) – (total produksjon*0,0296) = **928 tonn**
- **Fosfor** = (fôrforbruk*0,013) – (total produksjon*0,0045) = **178 tonn**
- **Organisk stoff (TOC)** = fôrforbruk*0,8*0,15 = **2.434 tonn**

Samlet utslipp som berører rensekravet = 2.434 tonn (TOC/suspendert stoff).

Tabellen under viser produksjonsplanen av oppdrettsanlegget.

FISH FARM INTERNATIONAL AS													
Produksjonsplan													
	IB og Snitt	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des
Biomasse tonn UB	9 215	9 470	9 990	9 606	10 724	9 840	9 128	4 099	5 055	6 793	8 444	8 936	9 215
Antall G.høst	2 355 000	2 152 500	1 950 000	1 747 500	1 545 000	1 160 000	785 000	0	0	0	0	0	0
Snittvekt G	3,50	3,80	4,30	4,40	5,50	6,30	7,20	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Antall G.Høst	3 240 000	3 225 000	3 210 000	3 195 000	3 180 000	3 165 000	3 160 000	3 153 000	3 150 000	3 150 000	2 885 000	2 620 000	2 355 000
Snittvekt G	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	1,10	1,30	1,50	2,00	2,70	3,10	3,50
Antall G.Sommer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Snittvekt G	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Antall G .Høst	0	0	0	0	0	0	0	0	3 300 000	3 285 000	3 270 000	3 255 000	3 240 000
Snittvekt G	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
Sjøvann forbruk pr min/m3	0												
Sjø temperatur i C	8,29	6,00	5,00	4,50	5,00	6,50	8,00	10,50	13,00	12,50	11,00	9,50	8,00
Fôrforbruk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Antall solgt	3 000 000	187 500	187 500	187 500	187 500	375 000	375 000	750 000	0	0	250 000	250 000	250 000
Solgt levende vekt	19 050 000	1 031 250	1 031 250	1 181 250	1 181 250	2 700 000	2 700 000	6 000 000	0	0	1 075 000	1 075 000	1 075 000
Salgspris	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

- I august måned hvert år settes det inn 3,3 mill. stk. smolt på ca. 100 gram.
- Det er budsjettert med 10 % svinn fra utsett til slaktning. Det slaktes 3 mill. stk. laks med en snittvekt på 5,30 kg sløyd vekt (6,3 kg rund vekt) til sammen **19 087 500 kg** rund vekt i tidsrommet februar til juli hvert år.
- Økonomisk fôrfaktor er lagt inn med 1.06. Årlig **fôrforbruk på 20 283 000 kg**.
- Den månedlige sjø temperaturen som er lagt inn varierer mellom 4,5 til 13 C.
- Det er lagt inn 0,44 liter nytt vann pr kg laks, vannforbruket vil variere gjennom året mellom 2000 m³ til 6000 m³ pr min. Med et årsforbruk på **2 340 mill. m³**.
- Fiske tettheten i snitt på anlegget vil variere gjennom året fra 11 kg pr 1000 liter til 80 kg pr 1000 liter.
- Total biomasse vil gjennom året variere mellom 4 000 tonn til 10 000 tonn i anlegget. Maks biomasse på høst og vinter før og under ut slaktning.



2.2 Utslipp med tiltak

Før utslipp til resipient skal avløpsvannet renses mekanisk gjennom et primærrenseanlegg som oppfyller følgende krav:

Type forurensning	Rensekrav	Måleparameter
Suspendert Stoff (SS)	Minst 50 % reduksjon	SS (partikler > 0,45 µm)
Organisk stoff	Minst 20 % reduksjon	Valgfritt målt i KOF, BOF ₇ eller TOC

2.3 Rensemethode

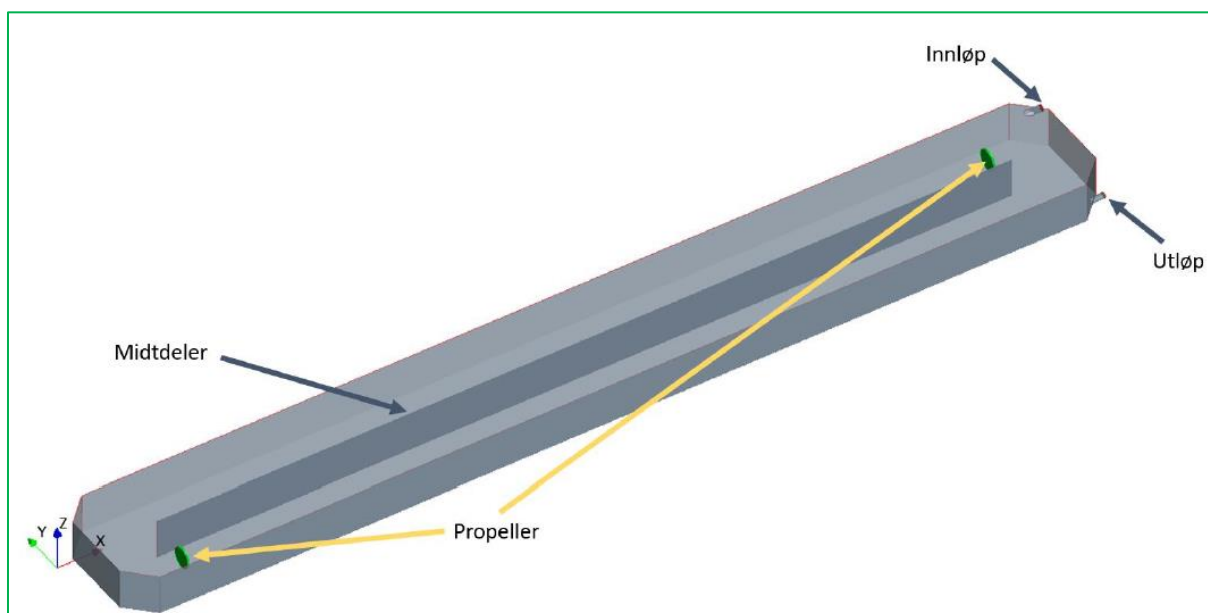
Det planlegges rensing av utslippene i et mekanisk sedimenteringsanlegg. Prosessen består av følgende behandlingstrinn:

- Slamoppsamling
- Slambehandling
- Slamlagring og stabilisering

2.3.1. Slamoppsamling

Slamoppsamling skal skje direkte i raceway og består av følgende delprosesser:

- Sedimentering
- Oppsamling
- Transport



Figur 1 Illustrasjon av geometri til raceway²

² SINTEF sluttrapport «Strømningsanalyse Gigante Havbruk», 03.05.2021, side 4

Figur 1 viser geometrien til raceway. Det skal brukes en midtdeler for å skape et lengre opphold av vann i raceway, og med dette å optimalisere sedimenteringseffekten for fôrpellets og fæces.

Sedimentering

SINTEF fikk oppdrag av Gigante Havbruk AS om å visualisere strømningsforholdene i en raceway for post-smolt produksjon av laks. Hensikten med visualiseringen var:

- Identifisere eventuelle utfordringer ift. dødsoner og virvler for gjennomstrømningen.
- Simulere bevegelsesmønstre av forskjellige type partikler slik som fôrpellets og fæces gjennom systemet.

SINTEF konkluderte med at mesteparten av produsert partikulært materiale vil sedimentere i bunn av raceway før utslipp.

SINTEF fant ut at vann som passerer propellene (strømsetterne) gis et moment som resulterer i rotasjon på vann bak strømsetterne. Denne «virvelen» slutter etter ca halve lengden på raceway og går over til en forholdsvis uniform strømning. Uniform hastighet gjør at fæces partikler raskere synker til bunn.³

SINTEF har simulert 3 ulike volumstrøm gjennom strømsetterne for å estimere hvordan partiklene vil oppføre seg i raceway og konkluderte med følgende:

- Vannhastighet i halvdel av raceway med uniform strømning øker med økende volumstrøm gjennom strømsetterne.
 - For simulering med 100 m³/min gjennom strømsetterne er hastighet i områdene med uniform hastighet ca 0.2 m/s.
 - For simulering med 300 m³/min gjennom strømsetterne er hastighet ca 0.6 m/s.
 - For simulering med 500 m³/min gjennom strømsetterne er hastighet ca 0.7 m/s.
- Sammenligning av partikkelbane av fæces og fôrpellets viser små forskjeller mellom kondisjon med 300 og 500 m³/min volumstrøm gjennom strømsetterne.
 - For kondisjon med 500 m³/min volumstrøm synker feces til bunn vesentlig raskere.
 - Fôrpellets får en mer vertikal bane.

Oppsamling



Bilde 1 VR-50 underwater cleaning robot

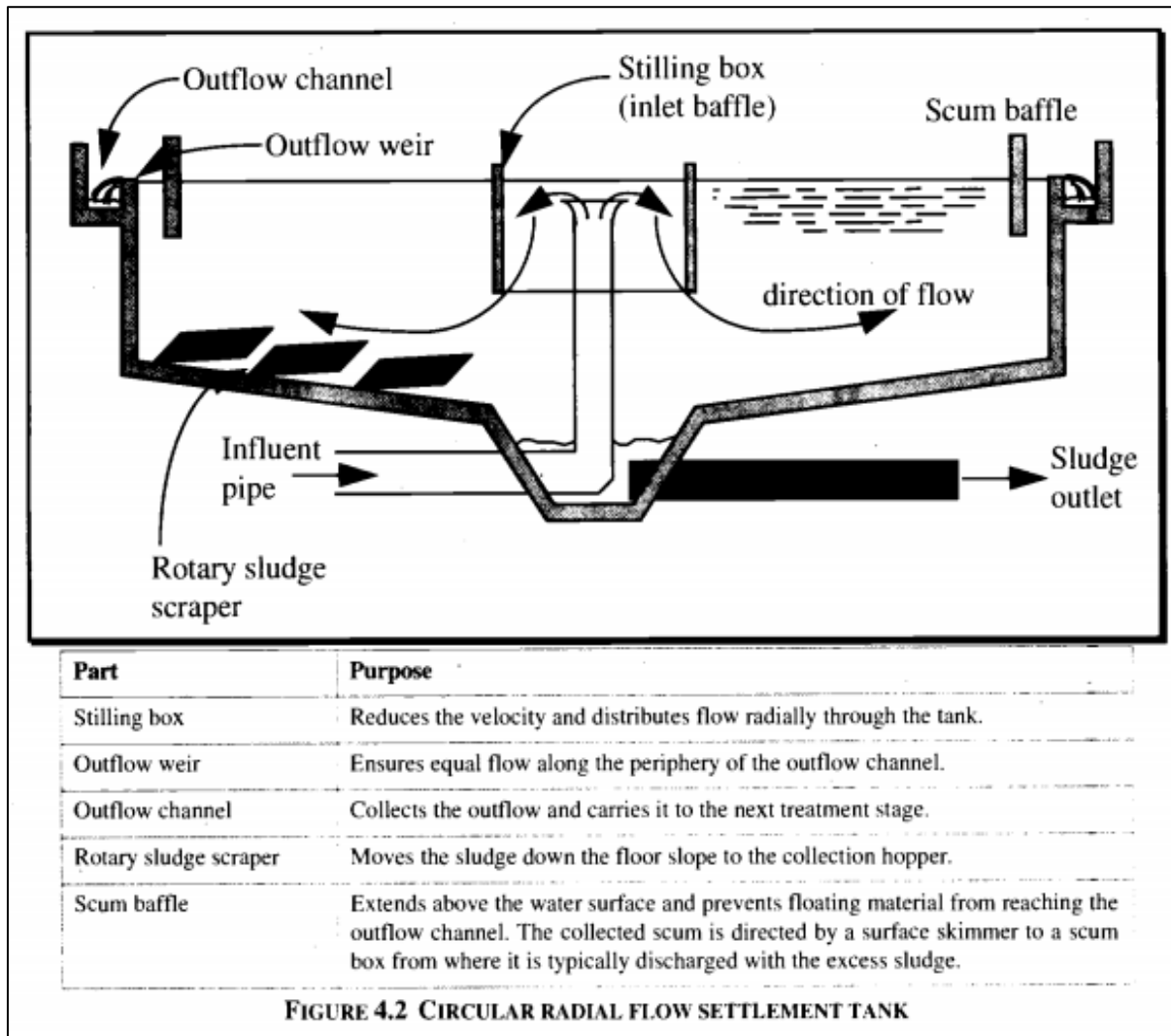
Partikulære organiske forbindelser samt uorganiske partikkelbunnede næringssalter som produseres i raceway vil sedimentere og samles på bunn. Ved bruk av en «VR-50 underwater cleaning robot» (undervanns slamsuger) med kamera og lys skal bunnfallet lokaliseres, tas opp og pumpes videre til en slambehandlingstank.

³ SINTEF sluttrapport «Strømningsanalyse Gigante Havbruk», 03.05.2021, side 32

2.3.2. Slambehandling

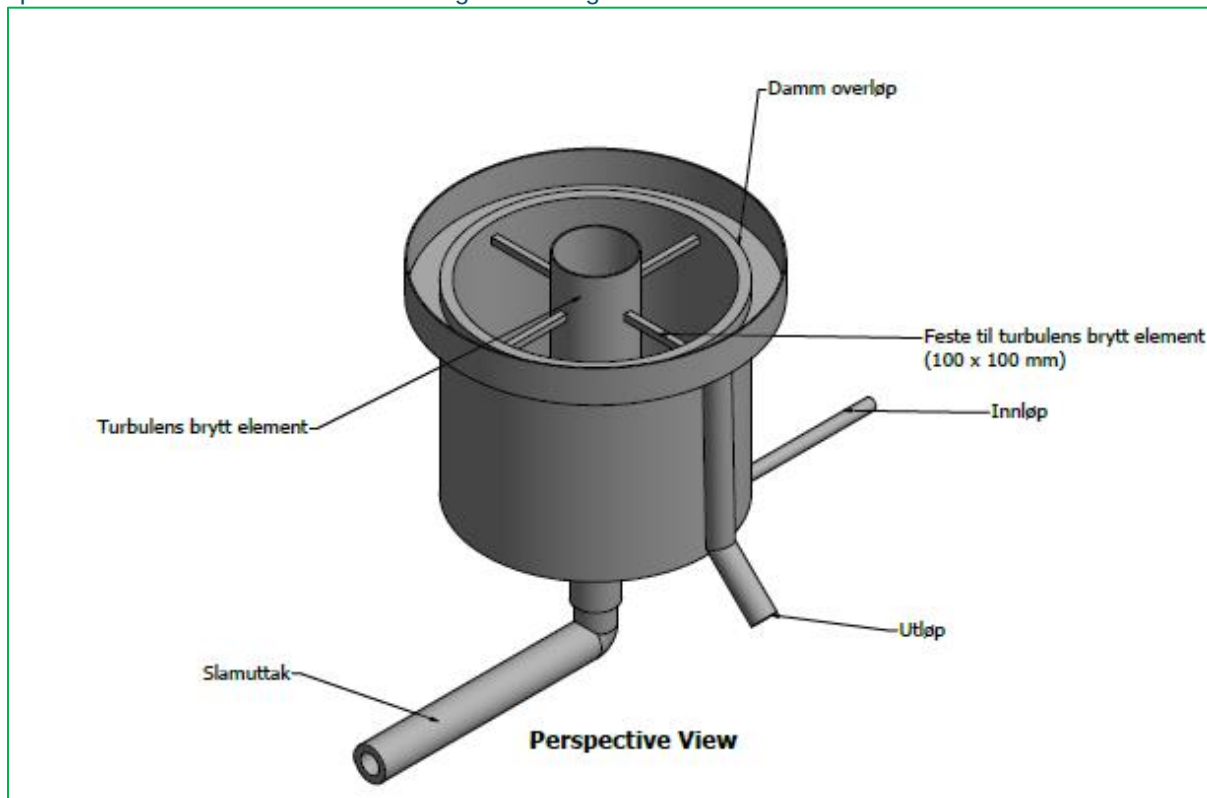
Slammet fra raceway forventes å ha en tørrstoffgrad på <1% og pumpes videre til en slambehandlingstank for å oppnå en tørrstoffgrad på rundt 10%.

Figur nede viser tverrsnitt og funksjon av en slik tank.



Figur 2 Illustrasjon av en slam-fortykkelses tank

I praksis er det tiltenkt en tank med følgende design.



Figur 3 Slambehandlingsstank

2.3.3. Slamlagring og stabilisering

For å kunne lagre slammet i en periode på 3 måneder uten at det oppstår lukt gjennom nedbrytningsprosesser må slammet stabiliseres. Stabilisering i denne sammenheng betyr å hemme aktiviteten av diverse mikroorganismer som vil starte en nedbrytningsprosess, noe som generer lukt ved utslipp av H₂S og metan.

Det finnes flere stabiliseringsmetoder, bl.a. kompostering (aerob), termisk stabilisering (aerob), forråtnelse (anaerob) eller kjemisk stabilisering (CaO).

Det ble valgt å sende det avvannede slammet videre til en lagringstank under tilsetning av quicklime (CaO) eller hydrated lime (Ca(OH)₂). Slammet ble dermed kjemisk stabilisert og kan lagres opptil 3 måneder.

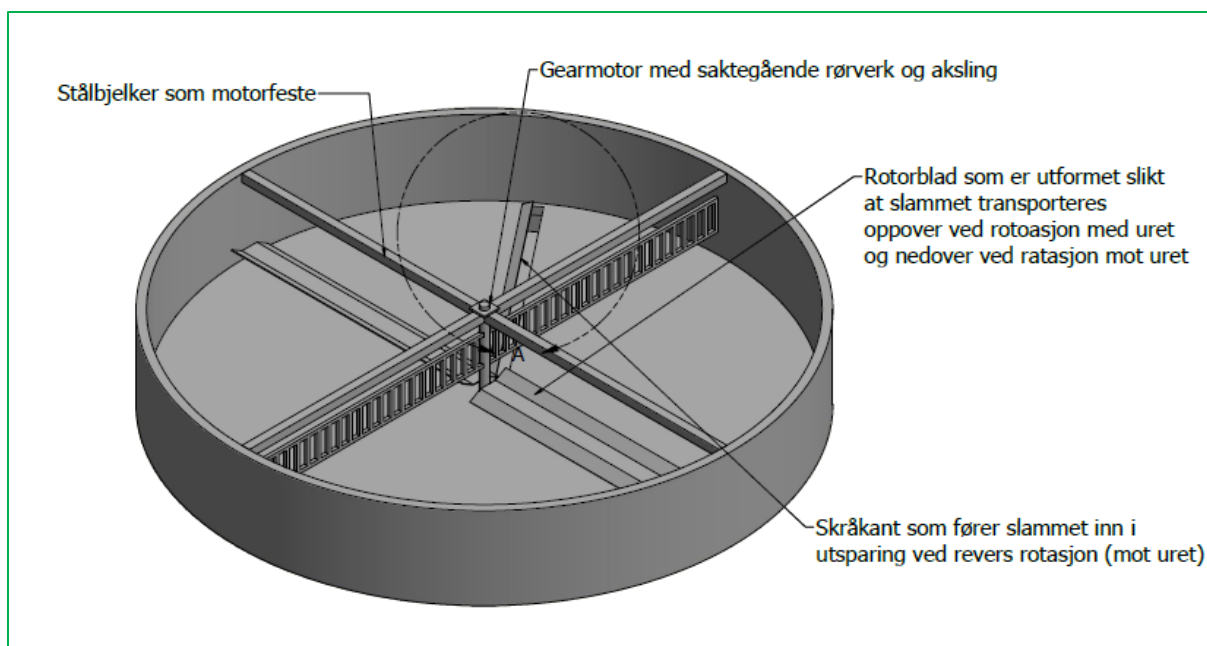
Kjemisk stabilisering generer ca. 60 % lavere kostnader⁴, fører til ytterlig avvanning, reduserer utslipp av H₂S og fører til et produkt som er enklere å håndtere pga. økt tetthet og økt motstand mot utvasking/utlekking.

Slammet fra anlegget skal anvendes i biogassanlegg eller i et eller flere regionale komposteringsanlegg.

Bruksområder for Ca-stabilisert slam:

⁴ EPA 832-F-00-064 "Biosolids Technology - Fact Sheet - Land Application of Biosolids", sept. 2000

- som jordforbedringsmiddel for jordbruksarealer
- som toppdekke til avslutning av søppelfyllinger
- forbrenning (varmeproduksjon eller erstatningsbrensel)
- forbrenningsaske kan brukes som material for veibygging og betongkonstruksjoner eller sendes direkte til deponier (enten som toppdekke eller til deponering)
- biogassproduksjon



Figur 4 Design på en lagrings- og stabiliseringstank

2.4 Forventet renseeffekt

Basert på gjennomførte cfd tester utført av SINTEF i oppdrag av Gigante Havbruk AS vises det at f.eks. fôrpellets og fæces vil sedimentere raskt, samle seg i bunnen og suges opp av VR-50 undervanns slamsuger. Det forventes derfor en reduksjon på minst 50 % av partikler/suspendert stoff ved bruk av overnevnte rensem metode. Partikulært materiale består i all hovedsak av fôrpellets og fekalier (fæces).

Siden fiskeavføring (fæces) utgjør hovedkilden til suspendert materiale kan effektiviteten av en mekanisk behandling i et gjennomstrøms raceway-system bedres betydelig ved å tilsette små mengder ufordøyelig binder som påvirker fæces viskositet og elastisitet, og hindrer at fæces gradvis oppløses i vannet. Binder-stabilisert fæces kan dermed fjernes mer effektivt, og gir også mindre lekkasje av næringsstoff. Siden ufordøyd materiale oppkonsentreres gjennom mage-tarmsystemet kan effekten oppnås ved at kun små mengder tilsettes fôret. Dette gir lave kostnader og fordøyelighet - vekst og fôrutnyttelse påvirkes ikke negativt.⁵

⁵ Eldar Åsgard Bendiksen «Bedre kontroll med suspendert materiale i gjennomstrøms raceway-systemer», AquaNutrition AS

Simon J. Cripps og Asbjørn Bergheim⁶ konkluderer med at en stor andel organisk og uorganisk materiale er partikkelbundet og dermed kan fjernes fra vannfasen i lag med partiklene.

Faststoffkonsentrasjoner (partikler/suspendert stoff) i ubehandlet avløp fra gjennomstrømningsanlegg er lave og kan bære 7-32% (gj.19,5%) av total nitrogen og 30-84% (gj. 57%) av total fosfor i avløpsvannet samt over 80% av BOF⁷. Dette innebærer at en effektiv fjerning av partikler/suspendert stoff vil i stor grad samtidig redusere utslipp av næringsalter og organisk materiale.

Ved fjerning av 50 % av organisk materiale/suspendert stoff vil dette ha direkte påvirkning på reduksjon av nitrogenforbindelser (10%) og fosfor (29%) ved å ta utgangspunkt i at gjennomsnittlig 19,5% av nitrogen og gjennomsnittlig 57% av fosfor er partikkelbundet.

Basert på overnevnte data vises det nedenfor det beregnede forventede utslippet. Årlig vannforbruk ligger på 2.340 million m³.

Stoff	Urenset utslipp [tonn/år]	Rensegrad [%]	Renset utslipp [tonn/år]	Konsentrasjon i utslipp
TOC/suspendert stoff	2434	50	1267	0,54 mg/l
Total nitrogen	928	10	835	0,36 mg/l
Total fosfor	178	29	126	0,05 mg/l

I forhold til tilsvarende produksjon, som alternativt i et ordinært merdanlegg, utgjør dette en stor miljøgevinst.

⁶ Cripps et. al. "Solids management and removal for intensive land-based aquaculture production systems", 2000

⁷ Cripps et. al. "Solids management and removal for intensive land-based aquaculture production systems", 2000

