

Tilleggsvurderinger omkring planlagt økt utslipp fra Fredrikstad Seafood AS sitt landanlegg på Øra



Norsk institutt for vannforskning

RAPPORT

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Danmark

Njalsgade 76, 4. sal
2300 København S, Danmark
Telefon (45) 39 17 97 33

Internett: www.niva.no

Tittel Tilleggsvurderinger omkring planlagt økt utslipp fra Fredrikstad Seafood AS sitt landanlegg på Øra	Løpenummer 7325-2018	Dato 18. Desember 2018
Forfatter(e) Lars G. Golmen Gunnhild Borgersen Janne Kim Gitmark Markus Lindholm Paula Rojas-Tirado André Staalstøm	Fagområde Vann og avløp	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Østfold	Sider 45
Oppdragsgiver(e) Fredrikstad Seafood AS	Oppdragsreferanse 180296	
	Utgitt av NIVA	

Sammendrag

Fredrikstad Seafood AS skal etablere produksjon av smolt og laks opp til slaktestørrelse i et lukka, landbasert RAS-anlegg på Øra i Fredrikstad. Sjøvannsinntaket skal legges ved bunnen av Glomma og utslippet vil gå gjennom et forlenga og neddykka rør fra et eksisterende avløp under kaia. En liten del av vannstrømmen i anlegget vil kontinuerlig skiftes ut og renses for fosfor, nitrogen og organisk stoff før avgang til Glomma. Bedriften søker nå om løyve til utslipp for økt produksjon, inntil 7500 tonn/år, som innebærer en viss økning av utslippskomponentene i forhold til dagens løyve. NIVA har oppsummert eksisterende kunnskap om miljøtilstanden i den berørte vannforekomsten «Glomma fra Greåker til sjøen» og tilstøtende forekomster oppstrøms og nedstrøms. Den aktuelle delen av Glomma består både av sjøvann og ferskvann, og tilstanden er generelt sett dårlig, forårsaket spesielt av tilførsler av store mengder organisk stoff fra oppstrøms kilder. Bidraget fra det planlagte utslippet er sammenlikna med øvrige tilførsler og konsentrasjoner i ellevannet. Det er konkludert med at bidraget fra Fredrikstad Seafood sitt utvida anlegg med benyttelse av best tilgjengelige renseteknologi ikke vil bidra målbart til endring i miljøtilstanden til den nærmeste vannforekomsten. Et overvåkingsprogram som skal verifisere dette, er skissert i rapporten.

Fire emneord	Four keywords
<ol style="list-style-type: none"> Nedre Glomma Fredrikstad oppdrett Landbasert oppdrett Utslipp til vann 	<ol style="list-style-type: none"> Glomma Fredrikstad Seafood Land-based fish farming Effluents to water

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

Lars G. Golmen
Prosjektleder

Kai Sørensen
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7060-0
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

Forord

På området Øra ved Glomma i Fredrikstad bygger Fredrikstad Seafood AS opp et lukka, landbasert anlegg for produksjon av smolt og laks. Selskapet har løyve til utslipp til Glomma for første fase av produksjonen, og søker nå om løyve for utvida produksjon. NIVA har tidligere utført vurderinger i samband med planlegging og oppstart av anlegget.

Nylig kontakta Fredrikstad Seafood NIVA med spørsmål om bistand til søknad om løyve til utslipp fra utvida produksjon. Noe av dette var grunnet i innspill og spørsmål fra miljøvernavinga hos Fylkesmannen i Østfold. På møte 14/9 2018 mellom Fredrikstad Seafood AS og NIVA blei disse spørsmålene diskutert og avtale om et oppdrag etablert like etterpå.

Oppdraget som NIVA deretter har gjennomført, har hatt karakter av litteraturstudium og gjennomgang av planene for anlegget, uten nye møter, befaringer eller feltarbeid.

NIVAs marinbiologer representert ved Mats Walday, Janne Kim Gitmark og Gunnhild Borgersen gjennomgikk status for de sjøområdene som kan bli berørt. Markus Lindholm oppsummerte status for miljøtilstanden i nedre deler av Glomma. André Staalstrøm leverte reviderte modellberegninger for utslippet og Sissel Ranneklev bidro med kunnskap og miljøopplysninger. Åse Åtland og Paula Rojas-Tirado laget forslag til kontrollprogram. Prosjektleder Lars G. Golmen gjorde arbeidet med blant annet å beskrive bedriftens planlagte produksjon og utslipp og redigering og oppsummering av rapporten.

Kontaktpersoner hos Fredrikstad Seafood var Roger Fredriksen og Simen Haaland.

Takk til alle involverte.

Bergen/Oslo, desember 2018

Lars G. Golmen

Innhold

1	Introduksjon.....	8
1.1	Geografi og vannforekomster.....	9
1.2	Det planlagte anlegget.....	11
1.3	Planlagt produksjon.....	12
1.4	Utslippsarrangementet.....	13
1.5	Omsøkte utslippsmengder.....	15
1.5.1	Andre utslippskomponenter.....	15
1.6	Fylkesmannens miljøvern avdeling sine anmerkninger.....	16
2	Miljøtilstand og miljømål i nedre Glomma.....	17
2.1	Vannforekomsten Glomma fra Greåker til sjøen.....	20
2.2	Vannforekomsten Østerelva.....	22
2.3	Vannforekomsten Ramsøflaket-Østerelva.....	25
3	Karakterisering av området ved planlagt utslipp.....	29
4	Diskusjon.....	31
4.1	Forventede salinitetsverdier i inntak og utslipp.....	31
4.2	Spredningsberegninger.....	32
4.2.1	Situasjoner med kraftig regn.....	33
5	Vurderinger omkring utslippets påvirkning av miljøtilstand og miljømål.....	35
5.1	Utslippets påvirkning av vannforekomsten.....	36
6	Forslag til overvåkingsprogram.....	38
6.1	Overvåkingsparametere.....	42
6.2	Målepunkt.....	42
6.3	Prøvetakning.....	42
6.4	6.4 Oppfølging.....	43
6.5	Usikkerhetsgrad i måletrinnene.....	43
7	Referanser.....	44
Vedlegg A.	Liste over industriutslipp	
Vedlegg B.	Foreslått overvåkingsprogram, 2014	

Sammendrag

Bedriften Fredrikstad Seafood AS etablerer produksjon av smolt og laks ved et landbasert anlegg på Øra i Fredrikstad. Anlegget blir et lukka RAS anlegg med stor grad av resirkulering og rensing av utslippsvannet. Produksjonsvann hentes i Glomma fra oppstrøms inntak for h.h.v. ferskvann og saltvann. Utslipet vil bli forlenga ut i elva til 7 m dyp gjennom et rør med 1 meter diameter. Bedriften har fra før utslippsløype for produksjon på 800 tonn/år, og søker om løyve til utslipp fra en produksjon på 7500 tonn/år. Dette blir med beste mulige rensing for BOF_5 , nitrogen og fosfor. For Total-nitrogen og Total-fosfor vil utslippsmengdene dekkes av foreliggende løyve. For BOF_5 blir økningen på 46.7%, og for ammonium 85% i forhold til eksisterende løyve, ifølge beregninger utført av bedriften. For ammonium blir det tale om en betydelig økning, mens det for BOF_5 blir en moderat økning.

Det knytter seg spørsmål til om de omsøkte utslippsmengdene vil kunne forverre miljøtilstanden i den berørte vannforekomsten «Glomma fra Greåker til sjøen», og evt. andre tilstøtende forekomster. Vannforekomsten er sterkt preget av organisk stoff fra oppstrøms punktutslipp fra industri og avløp i form av næringsalter og organisk forurensing. Økologisk tilstand er oppgitt til «Svært dårlig» (for bunndyr), mens trofiindeksen for begroingsalger viser «Moderat tilstand». Tilstanden for bunndyr i nedstrøms vannforekomst «Østerelva» har de siste åra variert mellom «Mindre god» og «Meget dårlig» tilstand. Fosfor er problemparameteren der.

På bakgrunn av de reiste spørsmålene har Norsk institutt for vannforskning, NIVA, høsten 2018 gjennomført en studie med vurderinger av miljøtilstand i nedre Glomma og mulige effekter av økte tilførsler fra Fredrikstad Seafood.

Elva i området ved utslippet er lagdelt, med saltvann ved bunnen og ferskvann over. Strømmen er retta nedover elva i øvre lag, og ofte oppover elva i nedre lag. Vannføringa i elva er i middel rundt $540 \text{ m}^3/\text{s}$. Fredrikstad Seafood vil, til sammenlikning, slippe ut $0.121 \text{ m}^3/\text{s}$ vann i produksjonen.

Organisk stoff er den viktigste problemparameteren i den tilliggende vannforekomsten. Glomma fører om lag 55000 tonn BOF_5 pr år mot sjøen. Til sammenlikning vil utslippet fra Fredrikstad Seafood bli på 32.3 tonn BOF_5 pr år, tilsvarende en økning av tilførsler til vannområdet på 0.06%. Bidraget til økning i konsentrasjon av BOF og nitrogen i elvevannet nedstrøms kan maksimalt bli h.h.v. 0.025 % og 0.3 % utenfor det omliggende influensområdet til utslippet. Disse bidragene vurderes som ikke signifikant og forventes ikke å kunne bidra til registrerbare endringer i vannforekomsten.

Ammonium er reaktivt og oksyderes raskt i vannmassen til andre nitrogenforbindelser, spesielt nitrat som er biotilgjengelig næringsstoff for alger. Utslippsvannet vil bli ført med vannet ute i elva, med potensiale for påvirkning av pelagiske alger der. Det vil ta i størrelsesordenen en time for avløpsvannet å nå tilstøtende vannforekomst «Østerelva». Den kortvarige eksponeringen i forekomsten «Glomma fra Greåker til sjøen» tilsier liten eller ingen effekt av ammonium der. I «Østerelva» er fosfor problemet. Utslipet fra Fredrikstad Seafood vil ikke bidra til noe ytterligere slik belastning, utover det som er inkludert i foreliggende løyve. Tilførslene av fosfor, samt nitrogen (inklusive oksydert ammonium), vil derfor neppe få målbare effekter i «Østerelva».

Med basis i data for framtidige utslippskomponenter og forventede flukser er det skissert et overvåkingsprogram som dekker både utslippsvannet og omgivende influensområde (nærområde) til utslippet. Det startes opp med en basiskartlegging. Det er anbefalt å så samkjøre videre overvåking i elva med andre bedrifters overvåking og statlig overvåking.

Summary

Title: Assessing the aquatic environmental impact from a proposed discharge of production water from a land-based fish farm at Øra in Fredrikstad.

Year: 2018

Author(s): Golmen, L.G., M. Lindholm, J. K. Gitmark, P. Rojas-Tirado and G. Borgersen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7060-0

A land-based salmon farm is under construction by Fredrikstad Seafood AS at Øra in Fredrikstad, South-east Norway. The facility will be of a raceway type factory with internal recirculation of water collected in the near-by Glomma river and treatment of the discharge water that goes back to the river. The company that already has a permit to discharge water from a production of 800 tonnes/year, now applies for a production of 7500 tonnes/year of smolt and salmon. The discharge water containing BOF_5 , nitrogen and phosphorous will be treated using best available technology. The nitrogen and phosphorous load will not exceed the present permit limit, while BOF_5 and ammonia will increase by 46.7 and 85%, respectively.

The receiving water in Glomma is part of the water body "Glomma fra Greåker til sjøen". This water body is negatively affected by load of organic matter and nutrients from the upstream river and tributary. The water is classified as moderate to heavily modified. Also, the adjacent, seaward water body "Østerelva" is classified as heavily modified, phosphorous being the key problem there. Questions have been raised about the proposed discharge relative to the water quality of the receiving water body. The Norwegian Institute for Water Research, NIVA, was asked by the company to address those questions, especially to assess whether the classification will be changed, or not.

The Glomma river in the area under consideration, has a layered, estuarine-like structure with salty seawater near the river bed and fresh water on top. The fresh layer flows towards the sea, while the salty water flushes in- or out, according to the tide and changing freshwater flow, that on average is around $540 \text{ m}^3/\text{s}$. The company's discharge will be small relative to this; 121 l/s .

The Glomma river transports 55000 tonnes of BOF_5 annually to the sea, while the company's contribution will be 32.3 tonnes/year (0.06% of the present load). The resulting theoretical river water concentration increase of maximum 0.025% is considered as being insignificant and hardly measurable. For Total-nitrogen the corresponding concentration increase will be maximum 0.3%, also regarded as insignificant and hardly measurable.

The increased ammonia load is expected to be rapidly oxidized in the river water and be carried within 1 hour out of the receiving water body and into the adjacent one, where nitrogen is not the key problem parameter. To a noticeable impact with increasing algal growth in either water body is unlikely. The new salmon factory will not contribute with any traceable environmental contaminants other than those mentioned above.

The present report contains description of a water monitoring programme for the recipient in the Glomma river. This will be combined with regular, daily control of the water treatment processes in the factory and the water quality of the discharge water.

1 Introduksjon

Fredrikstad Seafood AS (FS) skal etablere produksjon av smolt og laks opp til slaktestørrelse ved landbasert anlegg på Øra i Fredrikstad. Det blir et lukka RAS anlegg, med resirkulering og rensing av avløpsvannet. Råbygget er alt reist. Sjøvannsinntaket legges nær bunnen av Glomma ca. 1 km oppstrøms anlegget, mens utslippet skal gå til Glomma rett ved kaifronten, gjennom eksisterende rør (fra Denofa, nå kommunalt). Det blir etablert oppstrøms inntak for hhv ferskvann og saltvann fra elva. Om lag 1 % av vannstrømmen inne i anlegget vil kontinuerlig skiftes ut gjennom inntaks- og utslippsarrangement i elva.

FS har løyve til utslipp til Glomma fra en årsproduksjon på ca. 2000 tonn («Fase 1») med rensing for fosfor, nitrogen og organisk stoff. Maksimal tillatt stående biomasse (MTB) ihht. eksisterende konsesjon er på 800 tonn. NIVA bistod med beregninger og vurderinger i tilknytting til søknaden for oppstartsfasen.

Nylig har bedriften søkt om løyve til utslipp for økt produksjon, inntil 7500 tonn/år produksjon (Fase 2). Dette blir med ekstra rensing for både BOF, nitrogen og fosfor, slik at totalt utslipp ikke blir så mye større enn for 800 tonn, bl.a. på grunn av innfasing av ny renseteknologi (Blue Ocean) og nitrogenfjerning.

Fylkesmannens miljøvernavdeling hadde noen spørsmål og kommentarer til den nye søknaden. På møte 14/9 2018 mellom Fredrikstad Seafood AS (FS) og NIVA blei disse spørsmålene diskutert. FS la fram utbyggingsplanene og plan for produksjonen og opplysninger om forventa utslipp m.m. NIVA blei bedt om å lage et forslag til gjennomføring av tilleggsvurderinger som imøtekommer de spørsmål og krav som er stilt av miljøvernavdelinga. Dette forslaget blei akseptert og bestilt 1. oktober 2018. FS har etter det sendt over ymse tilleggsinformasjon.

NIVAs plan har i hovedtrekk fulgt disse punktene:

1. Gjennomgang av eksisterende NIVA-vurderinger og rapporter/data for bedriften.
2. Systematisering av alle nye tall fra FS om det planlagte utslippet og virksomheten.
3. Innsamling og gjennomgang av andre rapporter fra miljøundersøkelser de seineste årene, med kort oppsummering (ingen reanalyser og databearbeiding).
4. Avgrensing og omtale av resipienten; fysikk og biologi/kjemi.
5. Vurdere miljøeffekten av økte BOF-utslipp.
6. Miljømålet (2021) for vannforekomsten og hva nytt utslipp vil bety for oppnåelsen.
7. Foreta nye spredningsberegninger for utslippet.
8. Befaring i utslippsområdet.
9. Foreslå overvåkingsprogram for resipienten.
10. Samla vurdering, oppsummering og rapportering.

Et sentralt element var å finne ut hvor mye FS sine planlagte utslipp vil kunne påvirke miljøtilstanden i vannforekomsten og klassifiseringen der, og om de vil kunne påvirke oppnåelse av satte miljømål for forekomsten og evt. tilstøtende forekomst.

NIVA presenterer her resultater fra prosjektarbeidets ulike faser med informasjonsinnhenting og analyser.

1.1 Geografi, vannforekomster og andre utslipp

Dagens vannforvaltning er innrettet mot miljøstatus og miljømål i såkalte **vannforekomster**. Disse representerer store områder relativt til etablerte begreper som «resipient» og «influensområde», som er konkret knytta til en eller et avgrenset antall utslipp.

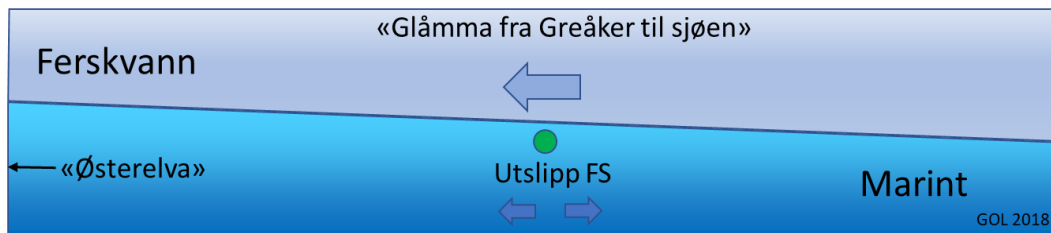
Utslipet fra FS vil gå til nedre del av vannforekomsten «Glomma fra Greåker til sjøen» (GFS) som tilhører vannregionen Glomma sør. Nedstrøms dette området ligger forekomsten «Østerelva» (Figur 1). Utslipet vil dermed i første rekke berøre GFS-forekomsten. Dette området er primært ferskvannspåvirka, men har også betydelig innslag av sjøvann i nedre del, som brer seg langs bunnen oppover elva (Figur 2).



Figur 1. Fredrikstad Seafood sitt utslipp vil gå til vannforekomsten Glomma fra Greåker til sjøen. Nedstrøms ligger forekomsten Østerelva. Den markerte firkanten viser til NIVAs undersøkelser i 2015, som er omtalt i kapittel 2.

Vannmiljøet i munningsområdet av Glomma er således preget av skiftende salinitet og hurtige skiftninger mellom ferskvann, brakkvann og saltvann. Dette gjør at en del arter som brukes som indikatorer for vurdering av miljøstress uansett ikke vil kunne finnes, enten fordi de er tilpasset saltvann og ikke tåler episoder med ferskvann, eller omvendt.

Det finnes ingen robust metodikk for å vurdere økologisk tilstand i slike munningsområder. Munningsområdet av Glomma forbi det planlagte utslippsområdet er imidlertid allerede sterkt påvirket av industri og avløp. Særlig er det utslipp av lettløselig organisk stoff som skaper problemer, i form av mattedannende kolonier av bakterier (heterotrof begroing, lammehaler, se kapittel 2). Om sommeren vil disse være noe mindre synlige fordi de er følsomme for UV lys fra sola, men gjennom vinterhalvåret vil de gjerne vokse seg store og dominerende.



Figur 2. Et vertikalsnitt sett fra Øra av nedre delen av Glomma som har både marin og ferskvannskarakteristikk. Utslippet fra Fredrikstad Seafood vil ligge i den marine delen men vil for det meste spres i det utstrømmende elvevannet i retning vannforekomsten Østerelva.

Effektene er todelt. På den ene side hindrer de mattedannende koloniene vannutskiftningen mellom elvevannet og løsmassene i og på sidene av elveleiet, slik at vassdragets evne til selvrensing i form av filtrering blir svekket. I tillegg hindrer bakterieteppe etablering av en naturlig bunnfauna. Lenger oppe, der laks har sine gyteområder, vil den også redusere lakseeggens overlevelsesrate når disse ligger nedi grusen, fordi eggens utvikling avhenger av rikelige tilførsler med oksygenrikt vann.

I det aktuelle utslippsområdet møtes, som nevnt, to vanligvis adskilte elementer, ferskt og salt, og dermed også to ofte adskilte forvaltningsregimer. Miljøstatuskriteriene møter en overgangssone («elvemunning») som gir vannforvaltningen utfordringer, og der faglig funderte kriterier ikke fullt ut er etablert.

Det kan prosederes på at eventuell tidvis oppstrøms spredning av utslippet fra FS langs bunnen med saltkilen neppe vil berøre Glomma lenger oppstrøms. Det etterstrebes et utslippsarrangement som sikrer dyp innlagring og lar avløpsvannet i mest mulig grad bli ført nedover mot sjøen med elvevannet.

Påvirkning av den nedstrøms forekomsten «Østerelva» fra FS sitt utslipp kan dermed, *a-priori*, ikke utelukkes. Vi fokuserer i denne rapporten dermed på vannforekomsten GFS, men ser også på «Østerelva».

1.1.1 Utslipp fra andre kilder i området

Det er flere industribedrifter som har utslipp til nedre del av Glomma. Flere av disse omtales seinere i rapporten. Kartet i *Figur 3* gir en oversikt.



Figur 3. Oversikt over industri i nedre del av Glomma med utslipp til elva. Modifisert etter Berge (2017).

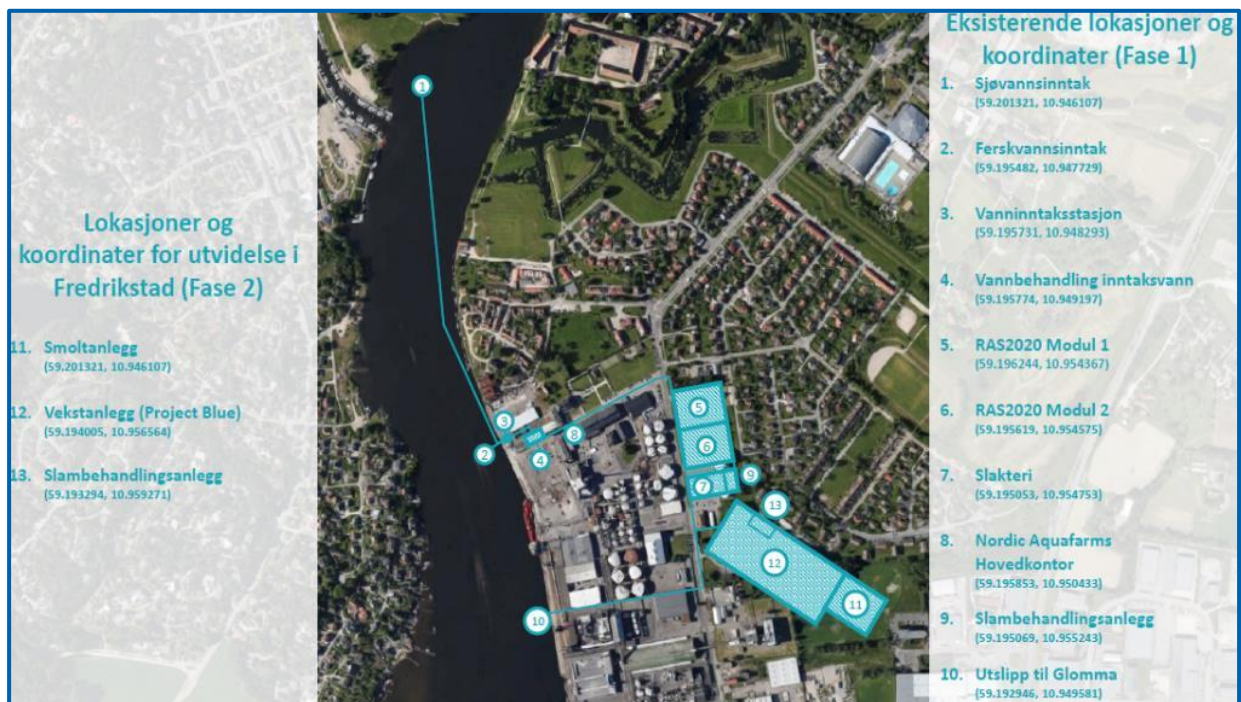
Det planlagte anlegget

Figur 4 Viser anleggshallen under oppføring våren 2018.

Figur 5 viser kart med inntegna anlegg og lokalisering av planlagt inntak og utslipp.



Figur 4. Fredrikstad Seafood sitt anlegg under oppføring på Øra i 2018. Foto: Fredrikstad Blad.



Figur 5. Oversikt over planlagt anlegg med inntak/utslipp av vann.

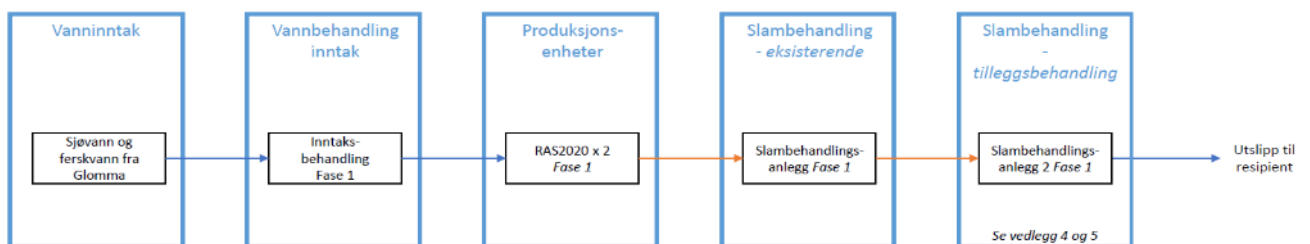
1.3 Planlagt produksjon

Første fase, Fase 1, vil innebære produksjon av ca 2000 tonn/år laks (slaktestørrelse). Fase 2 vil innebære produksjon av både smolt og matfisk, med endelig produksjon på 7500 tonn/år.

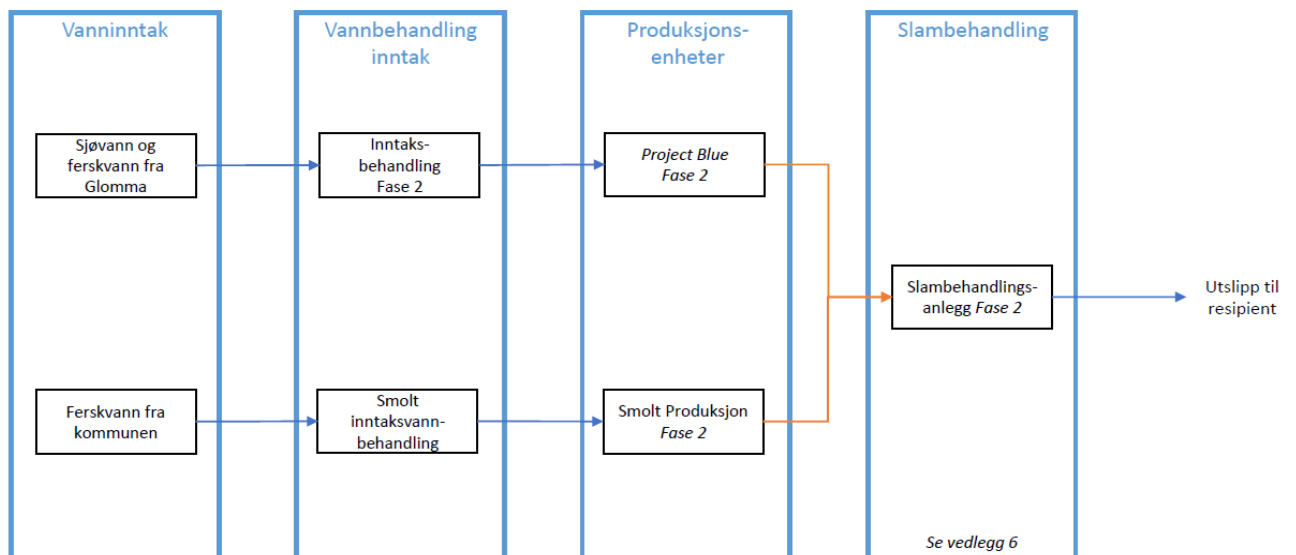
All produsert smolt vil bli brukt i bedriftens egen produksjon i anlegget. Maksimal tillatt biomasse (MTB) blir 2730 tonn for Fase 1 + 2 (*Tabell 1*).

Linjediagrammene i *Figur 6* viser vannstrømmen gjennom anlegget for begge fasene.

Et beregnet forløp av stående biomasse i en RAS-modul, fra oppstart produksjon over til full produksjon etter et års tid er illustrert i *Figur 6*.



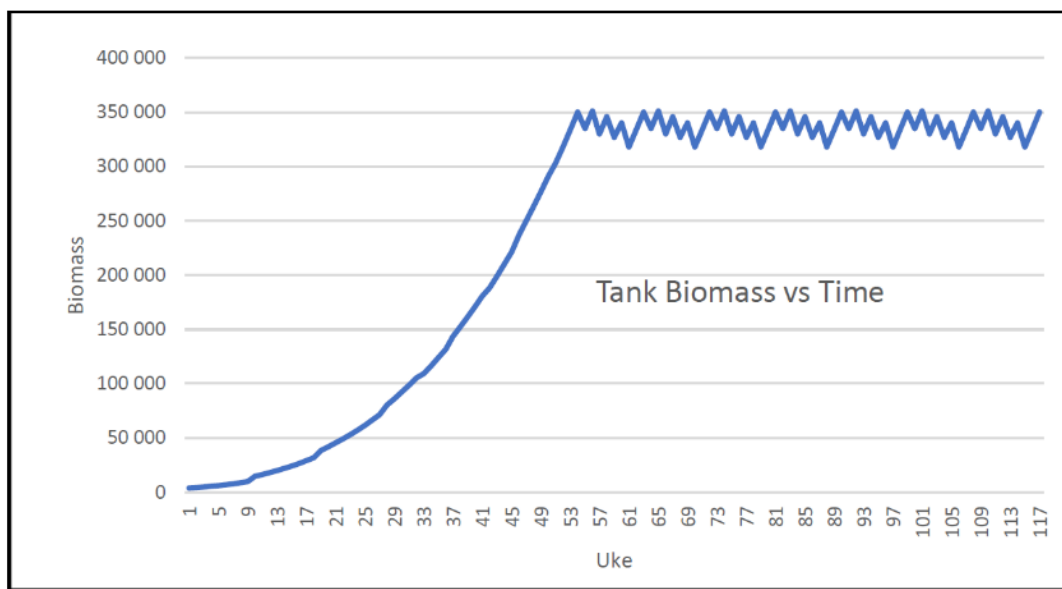
Fase 2



Figur 6. Oversikt over produksjonsledd og vannstrøm/vannbehandling i Fase 1 og Fase 2. Kilde FS.

Tabell 1. Planlagt produksjon (kapasitet) av smolt og laks, Fase 1 og 2, i hht FS.

Sammenstilling av utslipp for fullt utbygget anlegg i Fredrikstad				
Produksjon	Kapasitet	Enhet	MTB	Prosess
Fase 1	2000	tonn/år	800	Under oppføring
Smolt (fase 2)	160	tonn/år	30	Konsesjonssøknad (avventer byggestart)
Fase 2	5500	tonn/år	1900	Konsesjonssøknad (avventer byggestart)
Total	7500	tonn/år	2730	Ferdig utbygget



Figur 7. Skissert forløp for stående biomasse i en tank (modul). X-aksen er uker etter oppstart. Kilde: FS.

1.4 Utslippsarrangementet

På møte 14/9 2018 kom det fram opplysning om at et eksisterende utslippsrør til Glomma vil bli benytta. Dette røret med diameter 1 meter, fanger i dag opp regnvann fra nærområdet og går ut i vannoverflata under kaia (Figur 8).

Dette avløpet skal forlenges med 1 m diameter rør ned til 6-7 m dyp (Figur 9).

1.5 Omsøkte utslippsmengder

Tabell 2 viser oppgitte verdier for vannstrømmen inn- og ut av anlegget: inntaks- og utløpsverdiene blir like. Fase 1 vil ha en total vannfluks på 166 m³/h. Smoltproduksjonen (Fase 2) vil ha en vannstrøm på 22 m³/h mens 249 m³/h blir total vannstrøm (gjennomstrømming) i fase 2.

Fullt utbygd, med full produksjon (Fase 1, smolt og Fase 2), vil mengden til utløp av vann bli **121 l/s** (436 m³/h). Vannstrømmen vil holdes tilnærmet konstant av produksjonsmessige årsaker, og blir ledet til elva gjennom det modifiserte utløpet under kaia (røret med 1 m diameter).

Tabell 2. Oversikt over vannmengder inn- og ut av anlegget for Fase 1 og 2.

	Fase 1	Smolt	Fase 2	Enhet
Inntak	166	22	249	m ³ /h
Utløp	166	22	249	m ³ /h
Totalt utslipp	121	L/s	3 828 120 000	L/år

Utslipp fra slakteanlegget vil bli overført til FREVAR sitt renseanlegg. FS har påslippstillatelse for dette og denne vannstrømmen behandles derfor ikke i denne rapporten.

Overflatevann.

Dagens avløp fanger opp overflatevann (nedbør) fra et nedslagsfelt på ca 20,6 ha. Max vannmengde er beregnet til 861 l/s ved et 25 års regn med 30 minutters varighet. Det ligger da inne en klimafaktor på 1,3. Dette er ti-gangen mer enn det som vil komme ut fra FS sitt anlegg.

En typisk regnværsituasjon motsvarer noen hundre l/s. Slike situasjoner inntreffer normalt med noen ukers mellomrom.

1.5.1 Andre utslippskomponenter

Fredrikstad Seafood har oversendt oversikt over forventede årlige mengder av forurensingskomponenter i utslippet (Tabell 3). Tabellen gir verdier for før – og etter rensing.

Utslippsberegningene er basert på gjennomsnittlig fôrforbruk ved full produksjon. Det forventes ikke store døgnvariasjoner i utfôring. Utfôring er planlagt å pågå kontinuerlig.

Nederst i tabellen er det tatt med verdier omregnet til konsentrasjon i utløpsvannet. Disse verdiene vil i neste kapittel bli sammenholdt med beregnede fortynningsverdier for utslippsvannet.

Det framgår bl.a. at utslipp av BOF5 (BOD) vil øke fra dagens omsøkte 22000 kg/år til vel 32000 kg/år. Dette representerer en økning på 45% i forhold til dagens løyve.

Tabell 3. Oversikt over utslippskomponentene, i hht FS.

	TSS	COD	BOD	Total N	Total P	NH4	
Fase 1							
- før rensing, kg/år	352 550	479 468	239 734	79 927	9 694	2 800	Slambehandling for fase 1, utslipp i tidligere beskrevet rør
- etter rensing, kg/år	14 102	36 440	23 014	27 273	324	2 800	
Smolt (fase 2)							
- før rensing, kg/år	28 896	50 567	25 284	8 698	2 199	193	Felles slambehandling for smolt og Fase 2, utslipp i tidligere beskrevet rør
- etter rensing, kg/år	289	506	253	6 784	133	193	
Fase 2							
- før rensing, kg/år	1 029 045	1 800 829	900 415	233 296	28 296	2 181	Totalt utslipp slippes ut i eksisterende utslippsrør
- etter rensing, kg/år	10 290	18 008	9 004	37 924	392	2 181	
Total							
- før rensing, kg/år	1 410 491	2 330 864	1 165 432	321 921	40 189	5 174	Totalt utslipp slippes ut i eksisterende utslippsrør
- etter rensing, kg/år	24 681	54 954	32 271	71 982	849	5 174	
Konsentrasjon [mg/L]	6,4	14,4	8,4	18,8	0,2	1,4	

1.6 Fylkesmannens miljøvernnavdeling sine anmerkninger

Fylkesmannens miljøvernnavdeling hadde noen spørsmål og kommentarer til den siste søknaden. Det er i det vesentligste dette FS har spurt NIVA om bistand til å få avklart. De viktigste kommentarene fra Fylkesmannen:

«Videre skal søknad om utslippstillatelse vurderes etter vannforskriften § 4 (miljømål) og § 12 (ny aktivitet) siden vesentlig økning regnes som et nytt utslipp. Å øke utslipp av BOF5 fra 22 000 kg/år til 80 000 kg/ år vil være en vesentlig økning. Vannforskriften gir visse rammer for Fylkesmannens skjønnsutøvelse i forurensningsaker. Vannforskriftens bestemmelser betyr blant annet at Fylkesmannen i utgangspunktet bare kan gi utslippstillatelse dersom tillatelsen ikke medfører at miljømålene ikke nås, eller at tilstanden forringes.

I vurderingen fra NIVA (både vedlagt i søknaden og i notatet dere hadde med på møtet) var ikke utslippene vurdert opp mot resipientens sjanse for å nå miljømålet innen 2021. I tillegg til tiltak for å redusere utslipp, er det gjort mange nye undersøkelser i resipienten de siste årene. En søknad om større utslipp må vurderes opp mot den nyeste kunnskapen, der en vurderer påvirkningen på dagens biologiske og kjemiske tilstand, i tillegg til resipientenes mulighet for å nå miljømålet (endring av effekten på nåværende tiltak for å bedre miljøtilstanden innen 2021).

Ut fra ny kunnskap og endret søknad må dere vurdere fordelene og ulempene tiltakene ellers vil medføre med hjemmel i § 11 i forurensningsloven.»

Disse aspektene blir vurdert i kapittel 5.

2 Miljøtilstand og miljømål i nedre Glomma

Glomma er landets største elv og drenerer hele Østlandet og mye av fjellområdene i Sør-Norge. Berggrunnen er kalkfattig og store deler er barskog, som avgir lignin og humusforbindelser til vannet. Dette defineres som vannets innhold (konsentrasjon) av totalt organisk karbon, TOC som kan gi ellevannet en svak brunfarge, særlig i sidevassdrag som kommer fra skogsområder (*Figur 10*).



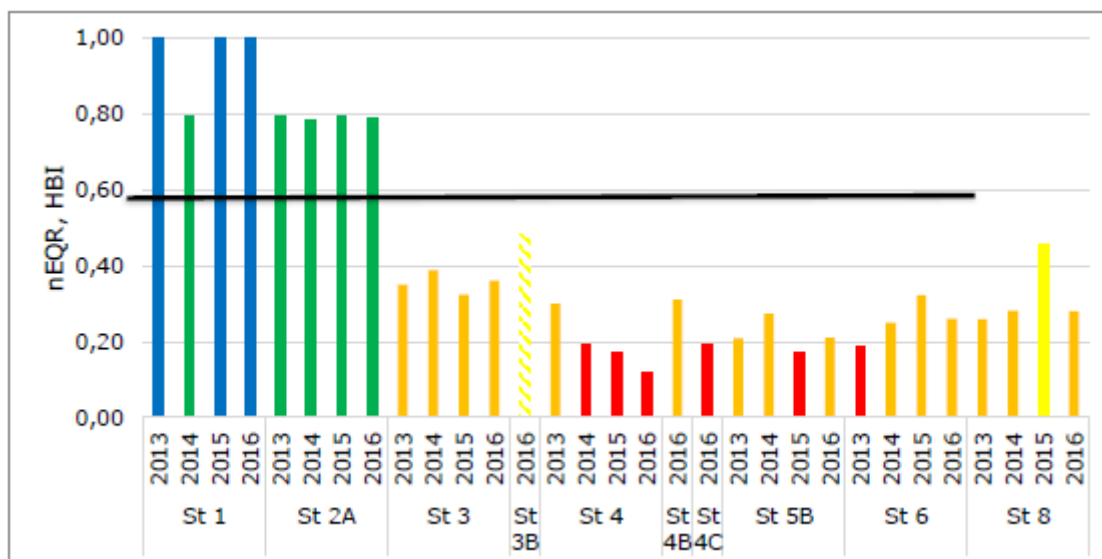
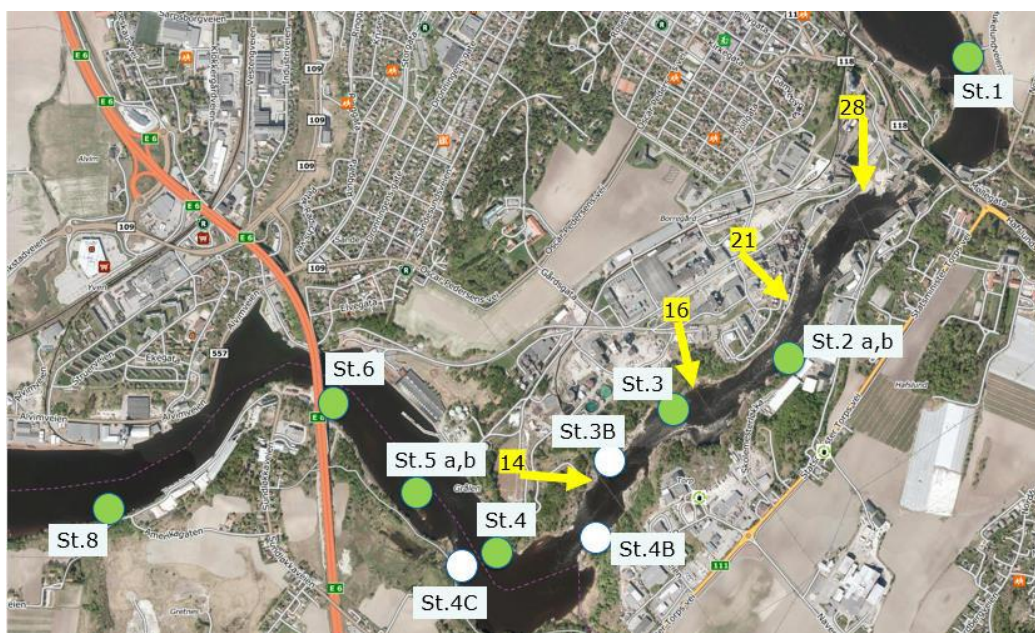
Figur 10. Mange av Glommas sidevassdrag har høye konsentrasjoner av humus (TOC) fra barskogen, som gjør vannet en gyllenbrun farge (her Sagstuåa i Akershus; foto NIVA).

Glommavassdraget har i hundrevis av år vært påvirket av menneskelige aktiviteter, fra gruvedrift (avrenning av metaller) og kraftverk (endringer i vannføring og flommønster) til sur nedbør, avrenning av næringssalter fra kloakk og landbruk og utslipp fra industri. Særlig øker utslippene fra sistnevnte nær munningen, der det blant annet skjer betydelige utslipp av lettløselig organisk stoff. I tillegg tilføres rensert kloakkvann fra kommunale renselanlegg til vassdraget, noe som betyr ytterligere tilførsler av organisk stoff og næringssalter. Likevel gjør Glommas store vannføring at elva også har en betydelig kapasitet til å oksidere og bryte ned tilførsler, og slik opprettholdes generelt forholdsvis bra vannkvalitet over lange strekninger.

De naturlige tilførslene av karbon fra barskogen har betydning for vurderinger av miljøtilstand i nedre deler av Glomma, der industrielle utslipp av karbonforbindelser (organisk stoff) er en viktig menneskelig påvirkningsfaktor og årsak til miljøproblemer og redusert «økologisk tilstand». Det finnes altså både naturlige og menneskeskapt kilder til karbonforbindelser i vassdraget, og når konsentrasjonene skal måles og tallfestes må det skjelles mellom de to. Humus-karbonet fra skogen er tungt nedbrytbart og fremkaller bare marginalt økt bakteriell aktivitet. Derfor påvirkes heller ikke vannmiljø og oksygen av slik karbon.

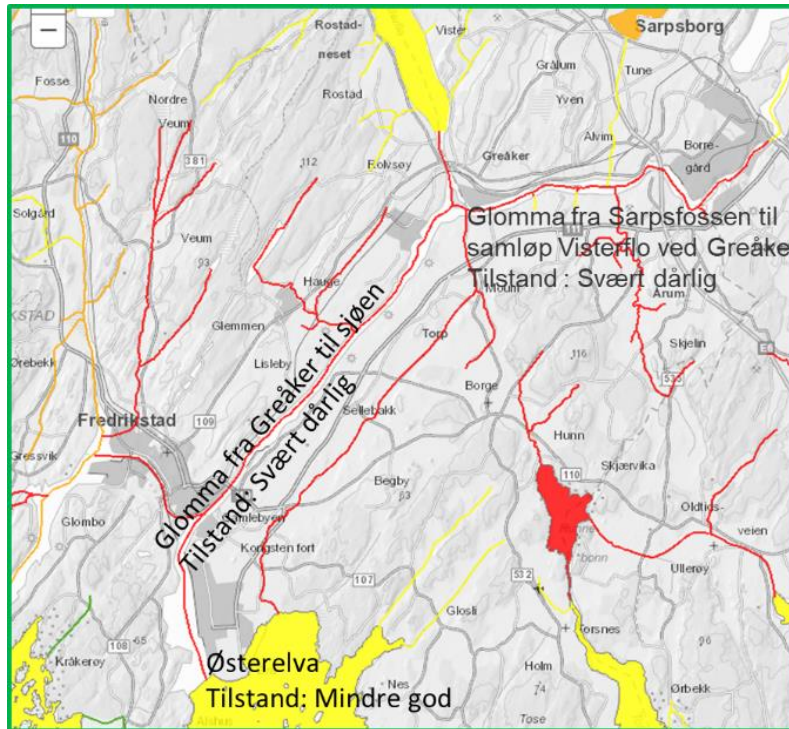
Industri-utslippene (og også utslippene fra kommunale avløp) av organisk stoff på den annen side brytes lett ned av bakteriekolonier, som kan bidra til reduserte oksygen-nivåer og danner tykke tepper («lammehaler») på bunnen. Dette hindrer vanngjennomstrømmingen av ellevann i bunnsedimentene og reduserer elvas selvrensingsevne. Ellevann som tidligere stadig på ny ble filtrert gjennom løsmassene på bunnen og sidene av elveleiet forholder seg stadig mer som vann i en lukket takrenne. Dermed blir også bunnsfauna og fiskerogn skadelidende.

I munningsområdet gjennom Sarpsborg og Fredrikstad har flere store industriforetak utslipp til elva, og det er først og fremst her vannkvaliteten raskt forverres. Flere utredninger langs disse strekningene har klassifisert «økologisk tilstand» (ref. Vannforskriften), og dataene viser at økologisk tilstand faller fra «god» til «dårlig» over korte avstander. NIVA har det siste tiåret publisert flere rapporter og vurdert økologisk tilstand for ulike aktører. Oppstrøms Sarpsfossen har økologisk tilstand ligget på grensen mellom «god» og «moderat», men samlet sett på «god» (Aanes m.fl. 2015; Lindholm m.fl. 2016, men på Vann-Nett er den satt til «moderat», etter et punktutslipp oppstrøms, som imidlertid ble stengt i 2013). Se *Figur 11*.



Figur 11. Økologisk tilstand ved ti målestasjoner fra Sarpsfossen (St 1) og til vannforekomstens nedre del, nedstrøms Sandesundsbrua (E6) (St 8). Fargene angir «økologisk tilstand» etter vannforskriften der blå= svart god; grønn= god; gul= moderat; orange=dårlig og rød= svært dårlig tilstand. Svart horisontal linje markerer «miljømålet». Ved verdier under dette skal tiltak igangsettes for å bedre vannkvaliteten. Kun de to øverste stasjonene var altså over miljømålet (fra Lindholm m.fl. 2016).

På elveavsnittet nedstrøms fossen og ned til samløpet ved Visterflo (vannforekomsten «Glomma fra Sarpsfossen til samløp Visterflo ved Greåker») er økologisk tilstand «svært dårlig» (Figur 12). Årsaken er utslipp av lettløselig organisk stoff, som gjør at deler av elvebunnen i perioder er mer eller mindre dekket med lammehaler, altså bakteriekolonier (Figur 13). Dette fører til relativt store endringer både i den naturlige biofilmen, mangfoldet av begroingsalger og bunndyr på bunnen og laksens muligheter for reproduksjon (Lindholm m.fl. 2016). Utslippene er til dels også forårsaket av det kommunale renseanlegget ved Alvim (rett nedstrøms Sandesundsbrua), som er dimensjonert for 150 000 PE.



Figur 12. Vannomådene i nedre Glomma fra Sarpsborg til sjøen. Rød farge indikerer miljøtilstand Svært dårlig. Gul farge: Mindre god. Fra Vann-nett.no, 20. november 2018.



Figur 13. Matter av kolonidannende bakterier dekker deler av elvebunnen så snart tilførselene av lettløselig organisk stoff øker i Glomma, som her nedstrøms Sarpsfossen (foto NIVA).

Laks går opp i Glomma til Sarpsfossen, og NIVA har gjennom flere år både vurdert reproduksjon av laks, og tatt prøver av bunndyr for ASPT på Grusørene, omtrent midtveis i vannforekomsten. Det påvises regelmessig ved hjelp av elektro-fiske naturlig lakseyngel i området, og trenden kan se ut til å være moderat økende (*Tabell 4*).

Tabell 4. Tetthet av lakseyngel ved seks stasjoner i Glomma nedstrøms Sarpsfossen, i perioden 2009 til 2015 (fra Lund 2016).

Stasjon	Kode	Areal (m ²)	2009	2010	2013	2014	2015
Grusører, nedre	5B	210			10	24	19
Grusører, øvre	5A	160			17	16	49
Borregaardsholmen	4	100			1	2	4
Huset på prærien	3	225	2		2	2	1
Glomma Papp, nedre	2B	30					
Glomma Papp, øvre	2A	100			2		2

Glomma i området ved Øra består av et nesten ferskt øvre lag, og sjøvann med salinitet for det meste rundt 30 dypere enn 6-8 meter. Utslippet fra FS er tenkt plassert i midt-sjiktet for ikke å påvirke inntaksvannet, og samtidig så dypt at overflatevannet ikke blir påvirket (se NIVA-rapporten fra 2016 og tilleggsnotater for mer informasjon om resipienten og utslippsvurderingene den gang).

2.1 Vannforekomsten Glomma fra Greåker til sjøen

Vannforekomsten «Glomma fra Greåker til sjøen» (Vf ID 002-35551-R) er den nederste vannforekomsten i Glommavassdraget, og følger på den foran nevnte (*Figur 12*). Det er til denne forekomsten utslippet fra Fredrikstad Seafood er planlagt ledet. Forekomsten er om lag 15 km lang. Vann-nett har ikke tall for slikt som overflateareal, vått areal og vannvolum. Vi har stipulert overflatearealet til 1.5 mill km² og vannvolumet til 10 mill m³.

Forekomsten er karakterisert som svært stor, moderat kalkrik og humøs elv. Som for den forrige er også denne vannforekomsten sterkt preget av organisk stoff fra punktutslipp fra industri og avløp i form av næringsforurensing og organisk forurensing. Økologisk tilstand er oppgitt som «Svært dårlig», basert på ASPT indeksen for bunndyr, mens trofiindeksen for begroingsalger (PIT) viser «moderat tilstand» (*Figur 14*). Divergensen er ikke overraskende, fordi bunndyr er mer sensitive for organisk stoff, mens begroingsalger særlig reagerer på utslipp av næringssalter. Kjemisk tilstand er udefinert. Pålitelighetsgraden i klassifiseringen er satt som lav (Berge 2017).

I oversikten «Norske utslipp» er det 28 bedrifter i Fredrikstad som er pålagt å rapportere til forureningsmyndighetene, se Vedlegg A. De fleste eller alle av disse har avløp til Glomma. En gjennomgang av lista viser at 9 av bedriftene er nedlagt pr november 2018. Videre framgår det at bare to bedrifter har rapportert inn vannundersøkelser fra de siste årene (Kronos Titan AS; Berge 2017 og Unger fabrikk AS; Aanes og Kile 2016). For de resterende bedriftene foreligger det kun internkontrollrapporter, uten referanse til vannresipienten. Vi har gjennomgått begge de to nevnte rapportene fra resipientundersøkelser.



Av foreslåtte tiltak for å forbedre miljøtilstanden i elva og vannforekomsten nevnes utslippsbegrensinger fra industrien ved etablering av renseanlegg, forbedring av renseanlegg eller

rensprosesser, flytting av utslippspunkt, revisjon av tillatelser med strengere grenser, og krav til måleprogram.

KVALITETSELEMENTER	TILSTAND
Bunnfauna	
Gjennomsnittsverdi per takson (ASPT)	☹ Svært dårlig
Raddum forsuringsindeks 2	Udefinert
River Acidification Macroinvertebrate Index (RAMI)	Udefinert
Fisk	
Kvalitetsnorm for laks	😊 God
Påvekstalger	
Forsuringsindeks periphyton (AIP)	😐 Moderat
Trofiindeks begroingsalger (PIT)	😐 Moderat

Figur 14. Klassifisering av vannforekomsten basert på økologisk tilstand, pr august 2018. Fra vannnett.no.

Miljømålene for vannforekomsten er vist i Figur 15. Disse går på å oppnå god status både for økologi og kjemi innen 2021, evt seinere. Det er oppgitt en risiko for at dette ikke oppnås innen fristen.

Miljømål		
Økologisk 	Oppnår miljømål: Oppnår miljømål:	Miljømålet nås 2022--2027 Unntak registrert: §9:Utsatt frist av tekniske årsaker
Kjemisk 	Oppnår miljømål: Oppnår miljømål:	Miljømålet oppnås Unntak registrert:

Figur 15. Miljømål for vannforekomsten Glomma fra Greåker til sjøen.

En kompliserende faktor i denne vannforekomsten er igjen det sterke preget av brakkvann. En tunge bestående av saltvann under ferskvannslaget i elva skyves oppover og nedover elveløpet i henhold til tidevannsrytmen, og den gjør seg også gjeldende i vannforekomsten ovenfor. Selv om det er nærliggende å forestille seg at denne kun ligger i den midtre djupålen i elva, skyller åpenbart også saltvann regelmessig inn på strendene, noe man ser i økt innslag av brakkvannslevende bunndyr i prøvene.

Saltvannet skaper også en viss usikkerhet for den økologiske tilstandsklassifiseringen, fordi Vannforskriften ikke har noen etablert metode for å vurdere brakkvann. Mange organismer, for eksempel av bunndyr, som inngår i ordinære tilstandsklassifiseringer i ferskvann tåler ikke episodiske støt av saltvann, og vil derfor uansett mangle i brakkvannsmiljøer, også uten menneskelig påvirkning. Dette gjør det diskutabelt å bruke bunndyr og begroingsalger som indikatorer i brakkvann.

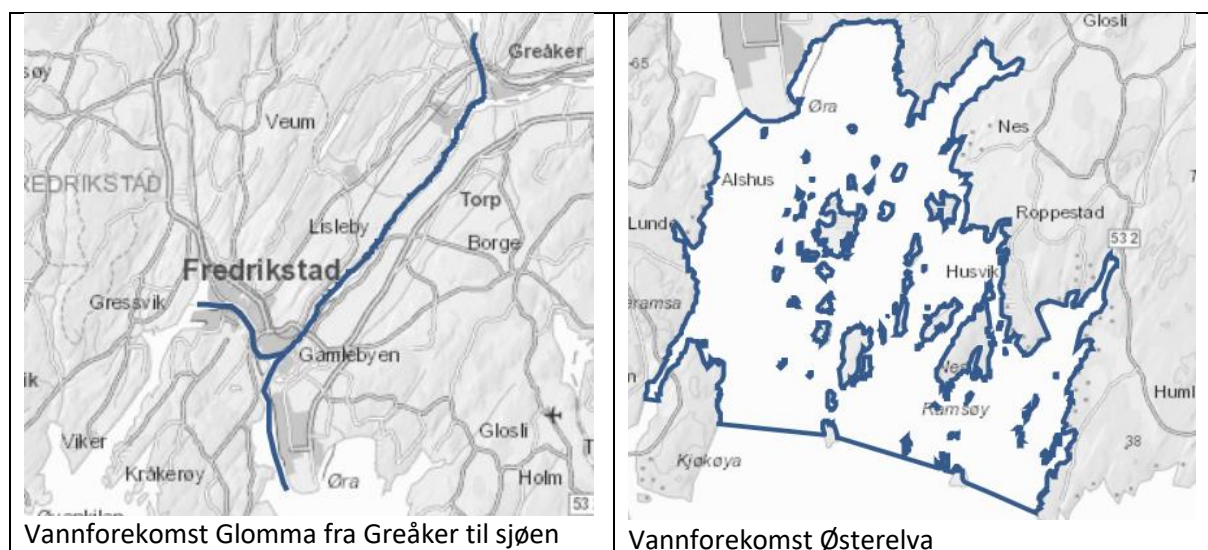
I en rapport basert på data fra 2015 (Aanes & Kile 2016) bruker NIVA likevel bunndyr, begroingsalger og heterotrof begroing for å klassifisere økologisk tilstand ved to stasjoner. Rapporten bekrefter inntrykket av betydelig miljøbelastning, og noterer igjen betydelige forekomster av heterotrof begroing og lammehaler. Økologisk tilstand langt unna miljømålet, men understreker også at

indikatorverdiene som ble satt ved hjelp av de biologiske kvalitetselementene er usikre, grunnet saltvannspåvirkning.

Ikke desto mindre er det ved visuell befaring lett å se at de teppedannende koloniene av heterotrof begroing også er vanlige i denne delen av Glomma, særlig høst, vinter og vår, når UV-lyset er svakere. På Vann-Nett er også fisk satt opp som kvalitetselement, i form av «Kvalitetsnorm for laks», og denne indikatoren tilsier «god økologisk tilstand». I henhold til 'det verste styrer'-prinsippet i Vannforskriften er det likevel ASPT for bunndyr som definerer tilstand, og den er altså «svært dårlig».

Av andre studier nevnes sedimentundersøkelser for Fredrikstad kommune i 2010 av COWI som inkluderte tre prøvepunkter i denne vannforekomsten. De fant en mindre overskridelse av Cu ved en stasjon.

Utslipp av avløpsvann fra Fredrikstad Seafood vil skje til den nederste delen av vannforekomsten «Glomma fra Greåker til sjøen», en forekomst som allerede er sterkt belastet med tilførsler av lettløselig organisk stoff.



Figur 16. Avgrensning av vannforekomstene Glomma fra Greåker til sjøen, og Østerelva.

2.2 Vannforekomsten Østerelva

Denne forekomsten (Figur 16) ligger nedstrøms forekomsten Glomma fra Greåker til sjøen. Den karakteriseres som en sterkt ferskvannspåvirket fjord. Arealet er 20 km². NIVA har gjennomført undersøkelser både på bløtbunn, hardbunn og i de frie vannmasser i vannforekomstene Østerelva og Ramsøflaket – Østerelva. Resultatene som blir presentert videre er hentet fra ulike årsrapporter og fagrapporter fra overvåkingsprogrammet «Overvåking av Ytre Oslofjord» som NIVA har gjennomført for Fagrådet for Ytre Oslofjord.

NIVA har foretatt undersøkelser på bløtbunn med SPI-kamera (Sediment Profile Imaging) på fire stasjoner siden 2007 (Tabell 5, Figur 17). Stasjon I-3 ble seinest undersøkt i 2014, og resultatene viste da «Meget dårlig» økologisk tilstand. Undersøkelsene har vist at det varierer mellom «Mindre god» til «Meget dårlig» tilstand på de fire stasjonene i alle undersøkelsesårene (Tabell 5). Kjemisk tilstand er udefinert og pålitelighetsgraden i klassifiseringen er ansett som lav (Berge 2017).

Tabell 5. SPI-kamera stasjoner, undersøkelsesår, dyp og tilstandsklasse i vannforekomst Østerelva.

Vannforekomst Østerelva			
Stasjon	År	Dyp (m)	Tilstandsklasse
I-3	2007	54	Dårlig
	2008	54	Dårlig
	2009	55	Dårlig
	2010	55	Mindre god
	2011	53,5	Dårlig
	2014	53	Meget dårlig
BG-01	2009	29	Meget dårlig
	2010	30	Mindre god
BG-02	2009	40	Dårlig
	2010	40	Mindre god
BG-03	2009	40	Dårlig

NIVA har foretatt undersøkelser av bløtbunnsfauna på én stasjon øst for Kjøkkøy (D-2) i 2015 (Tabell 6, Figur 17). Resultatene viste da «Moderat» tilstand. Stasjonen ble også prøvetatt i 2018, men prøvene er ikke ferdig analysert.

I 2018 kom det en ny klassifiseringsveileder (Veileder 02:2018). Tidligere ble det brukt samme grenseverdier i alle økoregioner og vanntyper i hele Norge. I den nye veilederen er det utviklet differensierte grenseverdier. I den nye veilederen er det utviklet differensierte grenseverdier. Ved å benytte grenseverdiene gitt i Veileder 02:2018 på stasjon D-2, er ny nEQR-verdi 0,443 (nEQR for gjennomsnittlig grabbverdi), som gir «Moderat» tilstand (samme som med forrige Veileder).

Tabell 6. Bløtbunnsfaunastasjon, undersøkelsesår, dyp og nEQR-verdier i vannforekomst Østerelva. Gul farge indikerer «Moderat» tilstand.

Stasjon	År	Dyp (m)	nEQR for gjennomsnittlig grabbverdi	nEQR for stasjonsverdi
D-2 Kjøkkøy	2015	54	0,435	0,461



Figur 17. Stasjoner hvor NIVA har gjort undersøkelser i vannforekomstene Østerelva og Ramsøflaket-Østerelva. Røde sirkler = SPI stasjoner. Gule sirkler = bløtbunnsstasjoner. Blå firkanter = vannmassestasjoner. Grønne kryss = hardbunnsstasjoner.

NIVA har undersøkt makroalger og fastsittende/lite mobile dyr i fjæresonen på én hardbunnsstasjon (stasjon 74, Nøteskjær) (Figur 17) i 2009, 2019, 2011, 2014 og 2106.

Det er foreligger foreløpig ingen klassegrenser for å tilstandsklassifisere fjæresonesamfunn i Skagerrak. Høy forekomst av hurtigvoksende grønnalger og kisel- og blågrønnalger hvert undersøkelsesår kan være en indikasjon på næringssaltpåvirkning. Det ble registrert vanlig forekomst av grønnalgene tarmgrønnske (*Ulva intestinalis*) i 2011 og 2014, og det ble registrert vanlig forekomst av blekgrønndusk (*Cladophora albida*) i 2016.

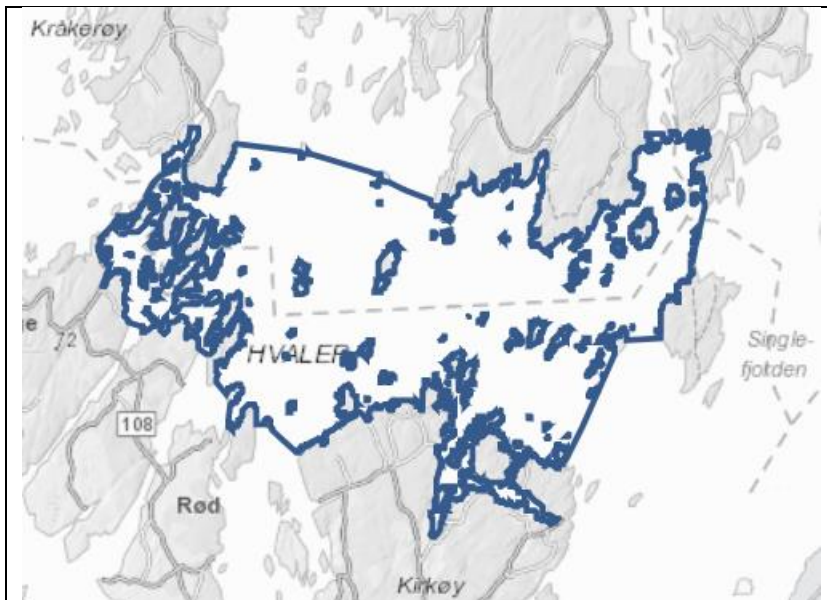
NIVA har undersøkt én vannmassestasjon (stasjon I-3, Kjøkkøy øst) i vannforekomsten Østerelva (Figur 17). Denne stasjonen ble kun besøkt 9 ganger i perioden september 2005 – september 2006.

I følge Vann-nett så er det fosfor som er problemparameteren i denne vannforekomsten.

2.3 Vannforekomsten Ramsøflaket-Østerelva

Nedstrøms Østerelva ligger vannforekomst Ramsøflaket – Østerelva, se kartutsnitt i *Figur 18*. Denne vannforekomsten er oppgitt med Moderat økologisk tilstand og Dårlig kjemisk tilstand (<https://vannnett.no/portal/#/waterbody/0101010401-C>).

Nitrat og fosfor er ifølge Vann-nett problemparametere her.



Figur 18. Vannforekomst Ramsøflaket - Østerelva

Denne vannforekomsten overvåkes jevnlig og NIVA har gjennomført undersøkelser på både bløtbunn, hardbunn og i de frie vannmasser. Resultatene som blir presentert videre er hentet fra ulike årsrapporter og fagrapporter fra overvåkingsprogrammet «Overvåking av Ytre Oslofjord» som NIVA har gjennomført for Fagrådet for Ytre Oslofjord.

NIVA har gjennomført undersøkelser på **bløtbunn** med SPI-kamera (Sediment Profile Imaging) på åtte stasjoner siden 2007 (Tabell 7). Klassifisering av tilstand med SPI-undersøkelser inngår ikke i vannforskriften, men er en etablert og godt dokumentert metode.

Stasjon BG-04 (=GF-1) ligger øst for Kjøkøya og er den nordligste undersøkte stasjonen i vannforekomsten. Stasjonen ble sist undersøkt i 2014, og resultatene viste da at stasjonen hadde «Dårlig» tilstand (Tabell 7). Stasjonene sør for BG-04 har alle vist «Meget god» eller «God» tilstand, med unntak av stasjon BG-10 som viste «Mindre god» tilstand i 2010 (Tabell 7).

NIVA har foretatt bløtbunnsfaunaundersøkelser på to stasjoner (I-1 og D-10) (Tabell 8).

Stasjon I-1 ble første gang undersøkt i 1980, mens D-10 første gang ble undersøkt i 2015. Resultatene fra 2015 viste at begge stasjonene hadde «God» tilstand (Tabell 8). Stasjonene ble prøvetatt i 2018, men prøvene er ikke ferdig analysert.

Tabell 7. SPI-stasjoner, undersøkelsesår, dyp og tilstandsklasse i vannforekomst Ramsøflaket-Østerelva.

Vannforekomst Ramsøflaket-Østerelva			
Stasjon	År	Dyp (m)	Tilstandsklasse
BG-04 = GF-1	2007	53	God
	2009	53,5	Mindre god
	2010	53	Mindre god
	2014	53	Dårlig
BG-05	2010	60,5	God
BG-09 = GF-3	2007	15,3	Meget god
	2009	15,5	Meget god
	2010	15	Meget god
BG-06 = GF-2	2007	41	God
	2009	39	God
I-1	2007	51	God
	2008	52,5	God
	2009	52	God
	2010	53,5	God
	2011	51	God
BG-07	2009	55	God
	2014	53,5	God
BG-08	2009	51	God
BG-10 = GF-4	2007	34	God
	2009	33	God
	2010	34	Mindre god

Tabell 8. Bløtbunnsfaunastasjon, undersøkelsesår, dyp og nEQR-verdier i vannforekomst Ramsøflaket-Østerelva. Grønn farge indikerer «God» tilstand.

Stasjon	År	Dyp (m)	nEQR for gjennomsnittlig grabbverdi	nEQR for stasjonsverdi
D-10 Møkkalasset	2015	48	0,641	0,665
I-1 Ramsø	2015	58	0,684	0,689

NIVA har undersøkt fire **hardbunn**stasjoner i vannforekomsten (Tabell 9, *Figur 17*).

Det er blitt foretatt undersøkelser av makroalger og fastsittende/lite mobile dyr i fjæresonen på fire stasjoner. Stasjon G22 ble sist undersøkt i 2009, mens de tre andre sist ble undersøkt i 2016 (*Tabell 9*).

Det foreligger ingen system for tilstandsklassifisering av fjæresonesamfunn i Skagerrak. Høy forekomst av hurtigvoksende grønnealger og kisel- og blågrønnealger i vannforekomsten kan være indikasjon på næringssaltpåvirkning.

Det ble registrert vanlig til dominerende forekomst av kisel- og blågrønnalger hvert undersøkelsesår på stasjon 35 og 72. På stasjon 52 er det registrert vanlig til dominerende forekomst i 2011 og 2014, mens det i 2016 ble registrert spredt forekomst. På stasjon 72 ble var det vanlig forekomst av både tarmgrønske og bleikgrønndusk i 2011, mens artene enten ikke er observert, eller bare registrert i spredte forekomster de andre undersøkelsesårene. På stasjon 35 ble det registrert vanlig forekomst av bleikgrønndusk i 2010 og 2011, mens artene enten ikke er observert eller bare registrert i spredte forekomster de andre undersøkelsesårene.

Tabell 9. Hardbunnsstasjoner, undersøkelsesmetode og undersøkelsesår i vannforekomst Ramsøflaket-Østerelva.

Stasjon	Undersøkelser av makroalger og fastsittende/lite mobile dyr i fjæresonen	Nedre voksegrense for utvalgte makroalger
St. 72 – Kjøkkøy	2009, 2010, 2011, 2014, 2016	
St. 35 – Alkesten	2009, 2010, 2011, 2014, 2016	
St. 52 – Vestre Damholmen	2010, 2011, 2014, 2016	2010, 2016
G22 – Vestre Damholmen	2007, 2009	

På stasjon 52 ble det gjort dykkerundersøkelser av nedre voksegrense for makroalger i 2010 og i 2016. Nedre voksegrenseindeksen (MSMDI) viser at tilstanden var «Moderat» begge undersøkelsesårene (*Tabell 10*).

Tabell 10. Nedre voksegrense på Vestre Damholmen, undersøkelsesår, nEQR-verdi og økologisk tilstand i vannforekomst Ramsøflaket-Østerelva.

Stasjon	Undersøkelsesår	nEQR	Tilstand
St. 52 – Vestre Damholmen	2010	0,60	Moderat
	2016	0,53	Moderat

NIVA overvåker regelmessig én **vannmassestasjon** (Ramsø, stasjon I-1) i vannforekomsten (*Figur 17*).

Stasjonen er gjennom de siste 18 år stort sett undersøkt 7-10 ganger pr år. Siden 2001 er stasjonen besøkt 141 ganger. Der foreligger det derfor god kjennskap til miljøtilstanden.

Siden 2013 har samlet vurdering vist «Dårlig» til «God» tilstand (*Tabell 11*). I 2017 var tilstanden «Moderat» både vinter og sommer.

Det er hovedsakelig oksygeninnholdet i bunnvann, som er sterkt koblet til organisk belastning, samt konsentrasjonene av nitrat og total-nitrogen om sommeren som er utslagsgivende for tilstandsklassifiseringen.

Tabell 11. Miljøklassifisering for stasjon Ramsø I-1 i 2013-2017. Data fra de 10 øvre meter er benyttet slik angitt i Veileder 02:2013 og Veileder 02:2013 - rev. 2015. For oksygen er det benyttet høstverdier og data fra bunnvannet slik anbefalt i Veileder 02:2013 og Veileder 02:2013 - rev. 2015. For klorofyll a er klassifiserings-system gitt i SFT 1997:03 benyttet. Det er foretatt korrigering for saltholdighet. x indikerer ingen data pga. sen oppstart av stasjonen. Samlet vurdering er basert på kriteriet "dårligste tilstand fastsetter samlet tilstand", men inkluderer ikke siktdyp.

Stasjon	År	Sesong	Nitrat (µg/l)	Fosfat (µg/l)	Tot P (µg/l)	Tot N (µg/l)	Klorofyll a (µg/l)	Oksygen (ml/l)	Siktdyp (m)*	Samlet vurdering
Ramsø I-1	2017	Sommer	57,7	5,5	12,6	339	2,3	3,5	3,5	III
		Vinter	94	16,4	23	384				III
	2016	Sommer	62	5,3	15	331	4	2,6	2,7	III
		Vinter	116	16	22	297				II
	2015	Sommer	38	5	14	250	1,8	2,9	4	III
		Vinter	117	18	24	291				II
	2014	Sommer	67,6	4,5	18,4	394	2,3	2,2	2,7	IV
		Vinter	120,8	14,4	19,2	288				II
	2013	Sommer	117	7	16	453	1,1	2,4	2,1	IV
		Vinter	x	x	x	x				x

*Resultatene fra siktdyp vil være svært avhengig av lysforholdene den aktuelle dagen, blant annet tidspunkt på dagen for prøvetaking.

Fargen angir miljøklasse:

I – Svært god	II - God	III - Moderat	IV - Dårlig	V – Svært dårlig
---------------	----------	---------------	-------------	------------------

3 Karakterisering av området ved planlagt utslipp

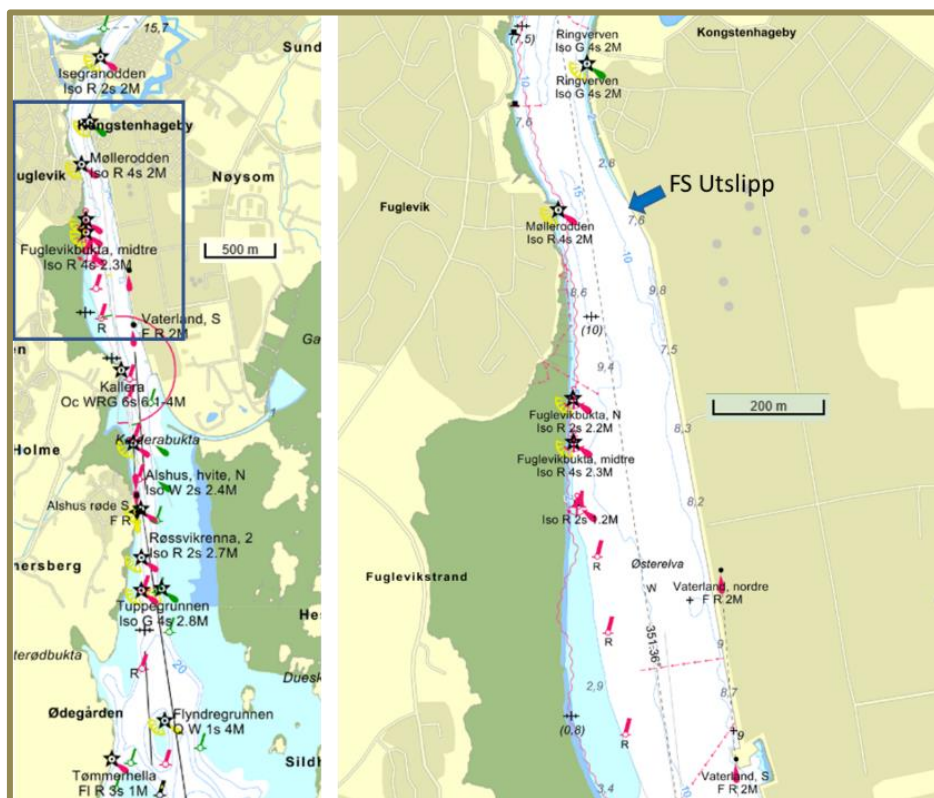
Glomma i området ved planlagt utslipp og videre oppover er om lag 150 m brei. Et par hundre meter sørover utvider elva seg mot et gruntvannsområde, Fuglevikstranda (våtmarksområde, *Figur 19*). Selve elveløpet der er over 350 m bredt. Dybdene i elva ligger på i overkant av 10 m nedover til en kilometer sør av Øra, der renna går ned mot 25 m dyp.

Vannføringa i elva er i snitt (medianverdi) rundt 540 m³/s, med 4-500 m³/s vinter- og tidlig vår, og rundt det doble i snøsmeltinga. Maksimalverdier kan overskride 3500 m³/s (Hjermann m fl. 2014).

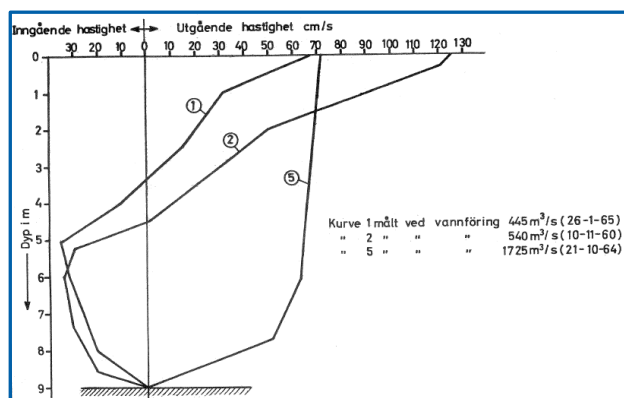
Som tidligere nevnt, er elvevannet i området lagdelt, med saltvann i sjikt nær bunnen, og med tilnærmet ferskvann ($S < 4$ PSU) over. Dette lagdelingsfenomenet omfatter Glomma opp til Sarpsborg (Liseth 1965).

Sprangsiktet (pyknoklinen) mellom disse to lagene varierer i dybde og styrke i forhold til tidevann og vannføring. Et eksempel er synt i *Figur 21* der ferskvannet går ned til ca. 8 m dyp. Samtidig var strømmen tydelig retta nedover elva i øvre lag, og oppover elva i nedre lag.

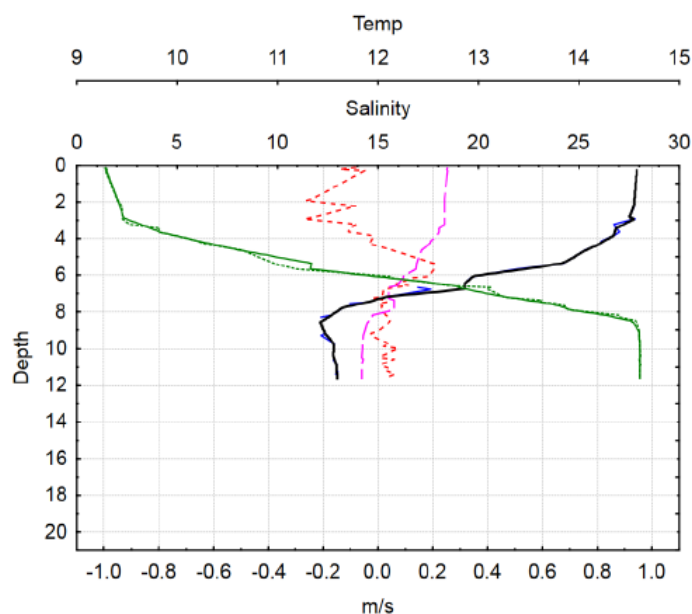
Dette trekket ved strømmen er bedre belyst i *Figur 22*, som viser målinger NIVA gjorde med profilerende strømmåler i november 2014. Strømskjæret og retningsendringen var da tydeligst i dybder rundt 8-10 m.



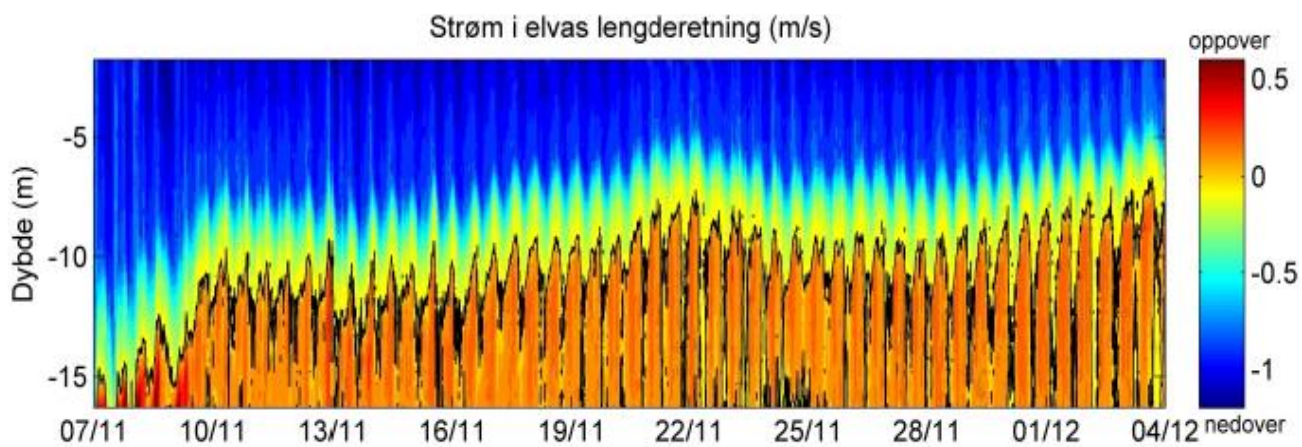
Figur 19. Utsnitt av sjøkartet med Glomma nedover langs Øra. Detaljkart til høyre, med planlagt utslipp markert med pil.



Figur 20. Karakteristisk strømfordeling i nedre Glomma ved ulike vannføringer (Liseth 1965).



Figur 21. Målt salinitet (grønn kurve), temperatur (rosa) og strøm (svart) i Glomma i juni 2001, 700 m oppstrøms fra utslippspunktet. Fra NIVA (Staalstrøm og Johnsen) 2015.

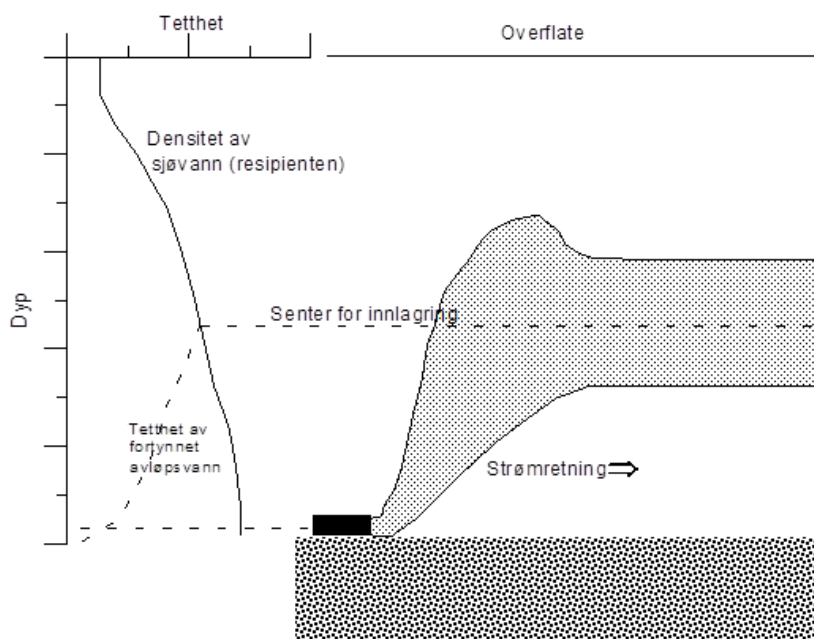


Figur 22. Målt strøm i elva i november 2014 om lag 1 km oppstrøms planlagt utslipp. Fra NIVA (Staalstrøm og Johnsen) 2015.

4 Diskusjon

Det ferske (lette) utslippsvannet forventes å stige noe opp for så å innlagre seg i vannsøylen, under overflata. Vanligvis skjer slik innlagring i pyknoklinen (sprangsjiktet), der tetthetspranget gradvis fjerner oppdrift fra utslippskya til den når nøytral dybde. Derfra vil den spres videre med strømmen (Figur 23).

For tilfellet FS og Glomma, kan det være ønskelig at det meste av utslippsvannet stiger opp og blir ført med strømmen nedover elva. Litt av utslippsvannet kan bli fanget i saltvannskilen pga. uttynninga under oppstigingsfasen.



Figur 23. Typisk forløp for utslipp av ferskvann i en salt, sjukta resipient. Utslippsvannet innlagres i dyp rundt midten av sprangsjiktet. Her er sjiktinga moderat, i motsetning til i nedre del av Glomma.

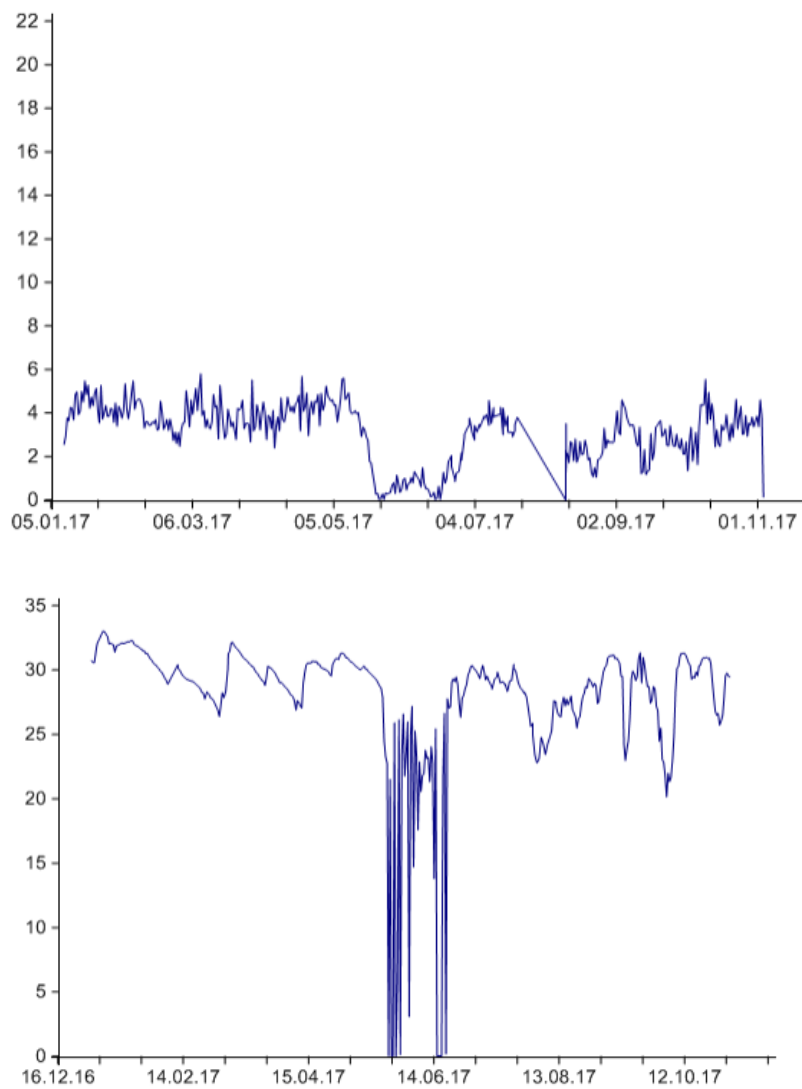
Glomma fører anslagsvis 500 m³/s forbi utslippslokaliteten. Utslippet blir av størrelsesordenen 0.1 m³/s, slik at det strømmer 5000x ganger mer vann forbi enn det som slippes ut. Dette innebærer gode forhold for spredning og fortykning.

I praksis vil utslippsvannet bøye av i retning nedstrøms og følge langs venstre elvebredd nedover elva. Utslippsskya vil bli langstrakt, som filamenter i strømmen. Dermed vil ikke hele tverrsnittet av elva inngå i fortykninga, vi kan anslå 20 % av tverrsnittet.

4.1 Forventede salinitetsverdier i inntak og utslipp

Planene for produksjonen innebærer å operere anlegget med salinitetsverdier innafor intervallet 14-18 ved styrt blanding av vann fra de to inntakene. Dette blir dermed også saliniteten på det vannet som slippes ut. NIVA målte salinitet og temperatur i elva ved de planlagte inntakene for ferskvann og sjøvann i 2017 (Figur 24, fra Åtland 2018).

Saliniteten i sjøvannsinntaket lå normalt rundt 30, episodisk med lavere verdier i flomsituasjoner.



Figur 24. Målt salinitet (NIVA) i 2017 ved ferskvannsinntaket (øverst) og ved bunnen nær inntaksposisjonen. De lave verdiene i inntaksposisjonen opptrådte ved flomsituasjoner i juni.

4.2 Spredningsberegninger

NIVA har tidligere gjort beregninger for et tynnere utslippsrør (0.3 m diameter) enn det som med 1 meter diameter som er planlagt nå. Først for vannfluksen fra Fase 1 anlegget, dvs. ca. 50 l/s, og så med vannfluks på 120 l/s, for et 30 cm diameter rør (Staalstrøm 2018).

Det nye nå er å gjøre beregninger for utslipp gjennom et større rør, som heller i retning nedover langs bunnen. Vannmengdene fra anlegget er tilnærmet som før (121 vs. 120 l/s).

En situasjon med vannet fra Fredrikstad Seafood i avløpsrøret er vist i [Figur 25](#). Det er brukt samme inngangsdata som i det forrige NIVA-notatet, 10. august 2018. Med unntak av at rørdiameteren er

økt fra 0.3 til 1 m. Etter at avløpsvannet går ut på 7 m dyp så synker det nedover til det finner et dyp hvor avløpsskya har nøytral oppdrift. Dette skjer i sprangsjiktet som i dette tilfellet er 8,5 m. Innlagingsdyppet vil følge sprangsjiktet. Resultatet er ganske likt det som blei funnet i forrige notat.

Avløpsvannet blir fortynta 37 ganger i en avstand av 20 m fra utslippsrøret (*Figur 26*). Dette er også av samme størrelsesorden som ved forrige beregninger (10. august). Vi kan, som sist, anta at fortynningen blir omtrent 400 ganger i en avstand av 80-100 m fra utslippet. Og at den i avstand 1500 m blir 10000 ganger.

Ved utslipp etter dagens tillatelse vil økningen over bakgrunnsverdien med en fortykning på 10000 være på 0.3 % og 0.025 % for hhv. totalt nitrogen og organisk stoff (se *Tabell 12*).

På grunn av økt vannmengde i utslippet og bedre rensing vil den prosentvise økningen over bakgrunnsnivå bli mindre for den framtidige, omsøkte situasjonen, i forhold til nåværende konsesjon.

Tabell 12. Sammenligning av total nitrogen og organisk stoff i utslippet til Fredrikstad Seafood og typiske konsentrasjoner i Glomma. Prosentvis økning over bakgrunnsverdien (typisk verdi i Glomma) er beregnet ved en fortykning av avløpsvannet på 10000 ganger (tilsvarende avstand 1-2 km fra utslippspunktet).

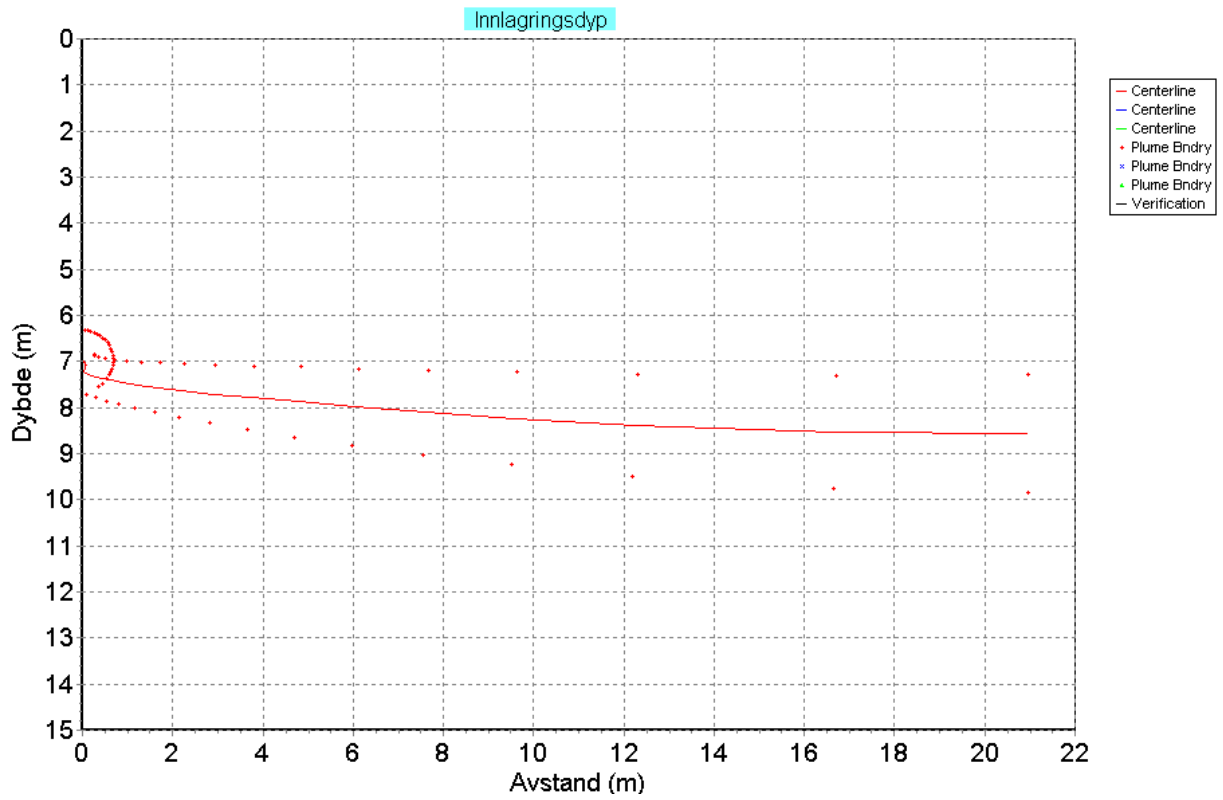
	Tot-N (mgN-l)	Prosentvis økning av ToT-N over bakgrunn	BOF5 (mg O2-l)	Prosentvis økning av BOF5 over bakgrunn
Typiske verdier i Glomma (bakgrunn)	0.7		3.3	
Verdier i utslippet til Fredrikstad Seafood – dagens tillatelse	45.6	0.65	14	0.05
Verdier i det omsøkte utslippet til Fredrikstad Seafood	18.8 (Tabell 3)	0.3	8.4 (Tabell 3)	0.025

4.2.1 Situasjoner med kraftig regn

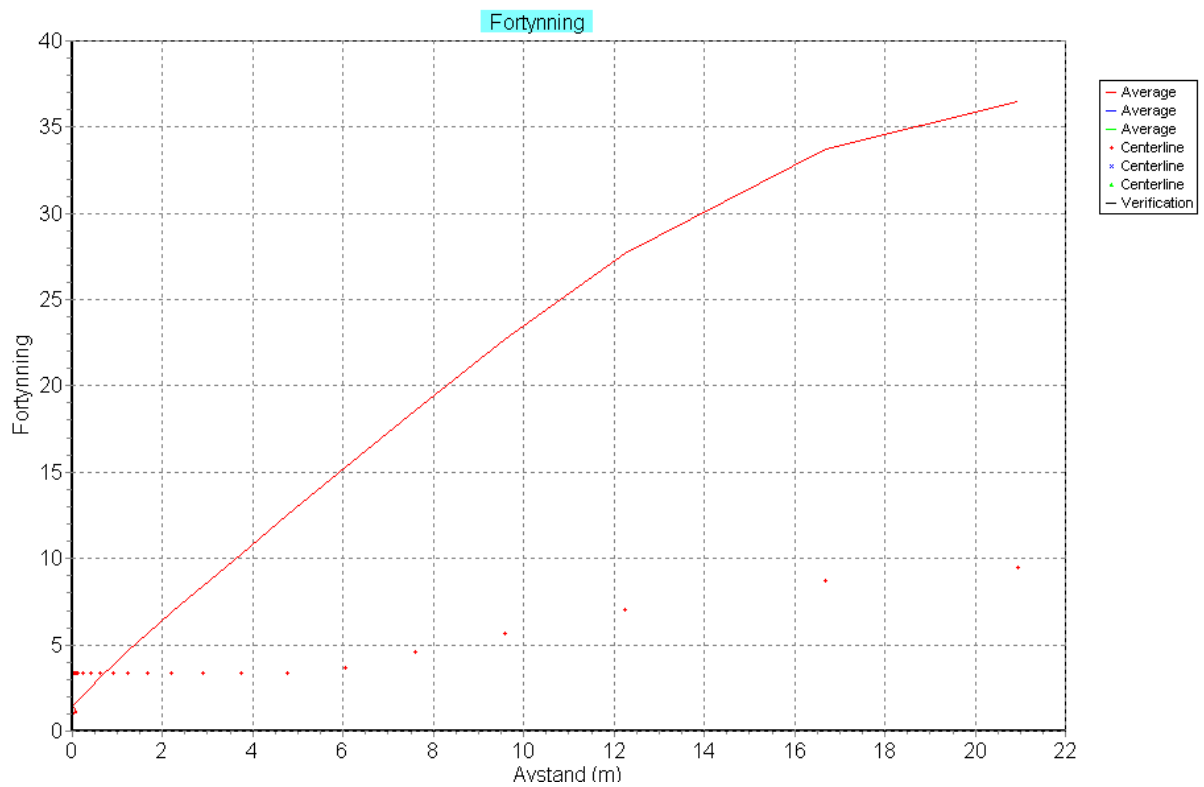
Vi tar også med beregninger for situasjoner med nedbør/kraftig nedbør (overflatevann), for å se på effekten dette vil få på spredning og fortykning. Vannmengden i avløpsrøret som skyldes avrenning fra området vil normalt være liten, i gjennomsnitt over året bare et par liter per sekund.

I et ekstremtilfelle med en 25-års flom, kan en anta at det i tillegg til de 121 L/s fra Fredrikstad Seafood i tillegg kommer 860 L/s med ferskvann i røret. Da vil avløpsvannet fortyntes 7 ganger før det slippes ut. Avløpsskya vil da nå sitt innlagingsdyp noe grunnere (8,2 m) i forhold til normalsituasjonen.

Avløpsskya er da fortyntet 6 ganger ved innlagring. Siden avløpsvannet allerede var fortyntet 7X så blir den totale fortynningen 42 ganger før sekundærfortynninga starter. Slike situasjoner vil dermed ikke medføre kritiske situasjoner (konsentrasjoner) i influensområdet, forutsatt at avrenningsvannet er reint.



Figur 25. Beregnet innlagringsdyp for normalsituasjon.



Figur 26. Fortynninga som funksjon av avstand fra utslippspunktet.

5 Vurderinger omkring utslippets påvirkning av miljøtilstand og miljømål

I brevet fra Fylkesmannen er det bedt om at utslippssøknaden vurderes opp imot eller relateres til § 4 og § 12 i vannforskriften, jamfør med avsnitt 1.3 her. Disse paragrafene er gjengitt under. Ut fra ny kunnskap og endret søknad er søker bedt om å vurdere fordelene og ulempene tiltakene ellers vil medføre med hjemmel i § 11 i forurensningsloven (også gjengitt under).

Vi formoder at det er forvalteren (myndighetene) som skal ta sluttvurderingene her, men at søker må legge opplysninger mest mulig til rette.

§ 4. (miljømål for overflatevann)

Tilstanden i overflatevann skal beskyttes mot forringelse, forbedres og gjenopprettes med sikte på at vannforekomstene skal ha minst god økologisk og god kjemiske tilstand, i samsvar med klassifiseringen i vedlegg V og miljøkvalitetsstandardene i vedlegg VIII. Stoff nr. 34 til og med stoff nr. 45 i vedlegg VIII del A inngår i vurdering av kjemisk tilstand fra og med 22. desember 2018.

Miljøkvalitetsstandardene i vedlegg VIII gjelder ikke dersom det kan dokumenteres at overskridelser av miljøkvalitetsstandardene skyldes langtransporterte forurensninger.

§ 11. (midlertidige endringer)

Tilstanden i vannforekomstene kan midlertidig forringes på grunn av naturlige omstendigheter eller midlertidige endringer som ikke med rimelighet kunne forutses.

Alle praktisk gjennomførbare tiltak skal treffes for å forhindre ytterligere forringelse av tilstanden og for å unngå forringelse av tilstanden i andre vannforekomster som ikke er berørt av disse omstendighetene.

§ 12. (ny aktivitet eller nye inngrep)

Ny aktivitet eller nye inngrep i en vannforekomst kan gjennomføres selv om dette medfører at miljømålene i § 4 – § 6 ikke nås eller at tilstanden forringes, dersom dette skyldes

- a) nye endringer i de fysiske egenskapene til en overflatevannforekomst eller endret nivå i en grunnvannforekomst, eller
- b) ny bærekraftig aktivitet som medfører forringelse i miljøtilstanden i en vannforekomst fra svært god tilstand til god tilstand.

I tillegg må følgende vilkår være oppfylt:

- a) alle praktisk gjennomførbare tiltak settes inn for å begrense negativ utvikling i vannforekomstens tilstand,
- b) samfunnsnyten av de nye inngrepene eller aktivitetene skal være større enn tapet av miljøkvalitet, og
- c) hensikten med de nye inngrepene eller aktivitetene kan på grunn av manglende teknisk gjennomførbarhet eller uforholdsmessig store kostnader, ikke med rimelighet oppnås med andre midler som miljømessig er vesentlig bedre.

Ad § 4

Miljøtilstanden i den aktuelle vannforekomsten er «Svært dårlig», jamfør kapittel 2. Tilstanden i tilstøtende nedstrøms forekomst Østerelva har variert mellom «Moderat» og Svært dårlig». Begge er dårligere enn miljømålene som er satt for 2021.

Enhver ny tilførsel av forurensing vil i prinsippet kunne bevege vannforekomsten i retning mot en forverret tilstand. Men et ubetydelig utslipp vil bidra lite til slik endring.

Utslipp med så små mengder at effekter ikke vil være mulig å måle eller registrere, vil ikke medføre merkbare endringer. Her må utslippsflukser av løst eller suspendert stoff m.m. måles opp mot eksisterende konsentrasjoner og transporter i forekomsten.

Det opereres med termen innblandingssone rundt et utslipp der det på såkalte nærstasjoner tolereres overkonsentrasjoner av visse substanser i utslippet, relativt til omgivelsene, evt. til EQS verdier. Klassifisering av tilstand for vannforekomsten skal ikke baseres på nærstasjoner, men på stasjoner utenfor innblandingssonen. MDIR arbeider med retningslinjer for bestemmelse av slike innblandingssoner og det er planlagt at disse skal foreligge innen utgangen av 2018.

Som nevnt over, vil evt. påvirkning med registrerbar effekt fra det omsøkte utslippet bli lokal og ikke omfatte hele vannforekomsten.

Ad § 11

Det omsøkte tiltaket vil innebære en viss økning av påslipp til Glomma i forhold til dagens løyve. Det er lagt inn bruk av beste tilgjengelige teknologi (BAT) når det gjelder rensing av avløpsvannet, slik at økningen er langt mindre enn det økningen i produksjon tilsier. BAT er i stadig endring, så framtidig utslipp kan oppnå enda bedre rensing enn i dag. Søker vil hele tiden ligge i front på dette området og være oppdatert med teknologisk utvikling. Utslippsrøret vil i tillegg bli forlenget og dykket til større dyp for å optimalisere spredning og fortykning i resipienten.

Ad § 12

Fredrikstad Seafood sin etablering på Øra representerer en fundamental omlegging innen fiskeoppdrett ved at produksjon av matfisk flyttes fra sjø til land. Slike landanlegg etableres flere andre plasser i Norge, som et ønsket tiltak for å kontrollere produksjonen og håndtere avløp og forurensing bedre. I så måte er det i samfunnets interesse at slike anlegg etableres.

Det ligger for øvrig ikke til vår oppgave å ta stilling for eller imot når det gjelder samfunnsmessig nytte av tiltaket i relasjon til vannforekomstenes miljømål.

5.1 Utslippets påvirkning av vannforekomsten

Vi har sett at det prosentvise bidraget til økning i konsentrasjon av BOF og nitrogen (*Tabell 12*) blir av størrelsesorden 0.025 % og 0.3 % i avstand ca. 1 km nedstrøms det nære influensområdet. Dette i seg sjøl en ikke-signifikant økning og bidraget blir enda mindre lenger i nedstrøms vannmasser.

De årlige utslippsmengdene er satt opp i *Tabell 13*. Det framgår at tallene for nitrogen og fosfor blir som for foreliggende løyve. For BOF blir økningen på 46.7%, og for ammonium 85%.

Tabell 13. Nåværende og omsøkte utslippsmengder. Omsøkte verdier er henta fra Tabell 12.

Parameter	Nåværende løyve, kg/år	Omsøkt løyve, kg/år	Endring
Totalt nitrogen	72000	71982	-
Totalt fosfor	850	849	-
BOF5	22000	32271	+ 46.7 %
NH4	2800	5174	+ 85%

For ammonium blir det tale om en betydelig økning, mens det for BOF blir en etter vårt syn moderat økning.

Ammonium er reaktivt og oksyderes raskt i vannmassen til andre nitrogenforbindelser, spesielt nitrat som er biotilgjengelig næringsstoff for alger. Siden det fortynnede utslippsvannet vil følge elva parallelt med land men et stykke ut, vil fastsittende alger langs bredden i mindre grad bli eksponert for utslippet. Pelagiske ferskvannsalger i øvre lag vil kunne utnytte næringsstoffet så fremt der er tilstrekkelig med fosfor. Disse møter sjøen lenger nede og vil bli utkonkurrert av marine arter.

Med den aktuelle strømstyrken i Glomma (0.5-1m/s) tar det i størrelsesordenen en time for det fortynnede avløpsvannet å nå inn i tilstøtende vannforekomst Østerelva. Påvirkningen i forekomsten Glomma fra Greåker til sjøen (*Figur 1*) blir dermed liten for denne vannløselige komponenten.

For Østerelva er det fosfor som er problemkomponenten, jamfør med avsnitt 2.2. Her vil utslippet fra Fredrikstad Seafood neppe bidra noe ytterligere (*Tabell 13*) utover det som er inkludert i foreliggende løyve. Tilførselene av nitrogen (oksydert ammonium) vil neppe få målbare effekter der.

I nedre delen av Glomma er det lettløselig organisk stoff (som BOF) som er det største problemet i forhold til miljøtilstanden. Det omsøkte utslippet representerer en økning på 46.7% i forhold til foreliggende løyve.

I Glomma transporteres det store mengder BOF forbi Øra fra oppstrøms kilder, i retning sjøen. Med en konsentrasjon på 3.3 mg O₂/l i ellevannet (*Tabell 12*), og en midlere vannfluks på 500 m³/s representerer dette en transport på 1.75 kg/s BOF, eller 151 tonn pr dag, eller 55000 tonn BOF pr år.

Utslippet fra Fredrikstad Seafood i form av BOF (BOF5) på ca 32 tonn/år vil her bidra med en økning på 0.06%. Dette må kalles ikke signifikant og kan ikke forventes å bidra til målbare eller registrerbare endringer i vannforekomsten, selv om det er et tillegg til en allerede stor belastning fra andre kilder.

I forhold til spørsmålene om omsøkte utslipp vil kunne påvirke miljøtilstanden i vannforekomsten og klassifiseringen der, og påvirke oppnåelse av satte miljømål for forekomsten og evt tilstøtende forekomst, er foreløpig konklusjon: ikke merkbart.

6 Forslag til overvåkingsprogram

Vi skisserer her først et opplegg for overvåking i resipienten Glomma i nærheten av utslippet. Dette vil, om nødvendig, kunne kalles tiltaksretta overvåking, med bakgrunn i miljømålene for vannforekomsten.

Dernest skisseres innholdet i et internt kontrollprogram for bedriften, som vanligvis pålegges alle som har utslipp til luft eller vann, og som rapporteres årlig.

6.1 Forslag til overvåkingsprogram for resipienten

I utslippsløyvet fra 2015 for Fase I, avsnitt 12 (Fylkesmannen i Østfold 2015), Pkt 12, er overvåkingsprogrammet omtalt:

Bedriften skal sørge for overvåking av miljøtilstanden i resipienten for de kvalitetselementer som er relevante for bedriftens utslipp. Overvåkingen kan utføres i egen regi eller i samarbeid med andre som utfører overvåking i samme område.

Overvåkingen skal skje i samsvar med et fastsatt overvåkingsprogram.

Overvåkingsprogrammet skal være utarbeidet i samarbeid med miljøfaglig kompetent rådgiver.

Bedriften skal innen 01.03.2016 sende et forslag til overvåkingsprogram til Fylkesmannen for kommentar.

Data som fremskaffes ved overvåking i vann, inklusiv sediment og biota, skal registreres i databasen Vannmiljø.

Data leveres på Vannmiljøs importformat, som finnes på <http://vannmiljokoder.klif.no>. Her finnes også oversikt over hvilken informasjon som skal registreres i henhold til Vannmiljøs kodeverk.

Resultatene fra overvåkingen skal sendes Fylkesmannen innen 1. mai påfølgende år.

Ved eventuell deltakelse i felles overvåkingsprogram er fellesrapporter for overvåkingsprogrammene tilstrekkelig rapportering.

NIVA skisserte i 2014 et overvåkingsprogram i samband med planlegginga for Fase 1 (Hjermann m fl. 2014). Dette dreide seg imidlertid om inntaksvannet for prosessen (sjøvann og ferskvann), og ikke resipienten. Forslaget er tatt med i Vedlegg B.

Vi skisserer her innhold i et overvåkingsprogram uten å ta stilling til eksakte posisjoner for prøvetakingsstasjonene eller tidspunkt for prøvetaking. Innledningsvis bør det tas en oppstartsundersøkelse (Baseline, basisovervåking). Det videre overvåkingsprogrammet kan så tilpasses resultatene derfra og eventuelt gradvis trappes opp i takt med økningen i produksjon og utslipp.

Andre bedrifter i nedre Glomma er pålagt tiltaksrettet overvåking av resipienten. NIVA har i det siste fulgt opp Kronos Titan AS og Unger Fabrikker AS med hensyn til dette (kart i [Figur 3](#)). Programmet for Kronos Titan som ligger noen hundre meter nedstrøms Fredrikstad Seafood, er tilpasset bedriftens regulerte utslippskomponenter og fokuserer på Glommas munningsområde og sjøområdene utenfor. For Borregaard AS og Unger Fabrikker (begge oppstrøms Fredrikstad Seafood) var det opprinnelig fokusert på nærområdene deres i selve Glomma. Men seinere blei også disse bedriftene bedt om å inkludere munningsområdet til Glomma, gjennom en felles overvåking der (Berge 2017).

Utslippskomponentene fra Fredrikstad Seafood vil bestå av «normal» forurensingsbelastning og står derfor ikke på den prioriterte miljøgiftlista som har med klororganiske komponenter, tungmetaller m.m. Påvirkning av elvemunningsområdet vil likevel være en relevant problemstilling, samme som for de andre bedriftene som ligger både oppstrøms og nedstrøms Fredrikstad Seafood.

6.1.1 Generelle krav til overvåking av resipienten

For å fastslå tilstanden til en vannforekomst er det i vannforskriften lagt føringer for forvaltningen i forhold til overvåkingen, og det opereres med tre ulike overvåkingsstrategier: basisovervåking, tiltaksorientert overvåking og problemkartlegging. Tiltaksorientert overvåking iverksettes i vannforekomster som anses å stå i fare for ikke å nå miljømålene, eventuelt for å vurdere endringer i tilstanden som følge av iverksatte tiltak. Overvåkingen iverksettes av Miljødirektoratet eller annen forurensningsmyndighet og bekostes av forurenser, etter prinsippet om at «påvirker betaler» (Berge 2017).

Utformingen av et tiltaksorientert overvåkingsprogram er karakterisert av at man har flere overvåkingsstasjoner som plasseres for eksempel etter utslippspunktene beliggenhet, hydromorfologiske egenskaper og eventuelle endringer i vannforekomsten som følge av tiltak. Prøvetakningsfrekvensen skal være så hyppig at man pålitelig kan fastsette miljøtilstanden. Som retningslinje bør overvåkingen finne sted med intervaller som ikke overstiger dem som er angitt i *Tabell 14*, med mindre større intervaller er berettiget ut fra tekniske kunnskaper og ekspertvurderinger.

Tabell 14. Oversikt over intervaller mellom prøvetaking i vannforskriften (Vannforskriften, 2015).

Kvalitetsэлеment	Elver	Innsjøer	Brakkvann	Kystvann
<i>Biologisk</i>				
Planteplankton	6 måneder	6 måneder	6 måneder	6 måneder
Annen akvatisk flora	3 år	3 år	3 år	3 år
Makroinvertebrater	3 år	3 år	3 år	3 år
Fisk	3 år	3 år	3 år	
<i>Hydromorfologisk</i>				
Kontinuitet	6 år			
Hydrologi	Kontinuerlig	1 måned		
Morfologi	6 år	6 år	6 år	6 år
<i>Fysisk-kjemisk</i>				
Temperaturforhold	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Oksygenforhold	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Saltholdighet/ledningsevne	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Næringsstofftilstand	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Forsuringstilstand	3 måneder	3 måneder		
Vannregionspesifikke stoffer	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Prioriterte stoffer, farlige stoffer og andre EU-utvalgte stoffer i vannsøylen	1 måned	1 måned	1 måned	1 måned
Miljøgifter som fremgår av vedlegg VIII i sediment*	6 år	6 år	6 år	6 år
Miljøgifter som fremgår av vedlegg VIII i organismer	1 år	1 år	1 år	1 år

* Gjennomføres oftere i områder hvor sedimentasjonshastigheten tilsier hyppigere prøvetaking

6.1.2 Overvåking for Fredrikstad Seafood

Vanlige matfiskanlegg i sjø overvåkes i h.h.t. MOM forskriften (Matfisk-Overvåking-Modellering). Denne baseres på NS 9410:2007 «Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg» (Standard Norge 2007). Det inngår to undersøkelser, B og C, hvor B-undersøkelsen brukes nær anleggene (anleggssonen) og C-undersøkelsen i anleggssonen og områdene omkring (overgangssonen og fjernssonen). Standarden forklarer hvordan undersøkelsene skal utføres og hvordan resultatene skal vurderes i forhold til fastsatte miljøstandarder. For B-undersøkelsen som er obligatorisk, er det også angitt når og hvor ofte prøvene skal tas mens C-undersøkelsen gjennomføres etter pålegg fra Fylkesmennenes miljøvern avdelinger eller Fiskeridirektoratet. For mer info, se: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-16-2014-2015/id2401865/sec11>

Det benyttes også indikatorer for faktorer som er for kompliserte eller for kostbare å måle direkte. En indikator skal kvantifisere forhold; den skal altså angis i målbare størrelser. Et eksempel er lakselus og rømming (som ikke er aktuelle parametre for Fredrikstad Seafood sitt anlegg).

Fredrikstad Seafood er landbasert industri med stor grad av rensing av utslippsvannet. Forurensingskomponentene vil i utgangspunktet være de samme som i ordinært oppdrett, men relativt sett mye mindre i utslippet. I tillegg blir utslippet konsentrert og lett å følge og overvåke, i motsetning til vanlige matfiskanlegg der utslippene er diffuse. MOM-opplegget er derfor mindre relevant for overvåking av landbasert oppdrett (men noen av parametrene vil kunne inkluderes). For øvrig finnes det lite retningslinjer å forholde seg til, når det gjelder utslipp fra andre typer beslektede landanlegg som settefiskanlegg og klekkerier.

Nærområdet (influensområdet) vil kunne være påvirket av utslipp også fra andre virksomheter. Fra Kronos Titan der det dypeste utslippet er på 6 m dyp kan stoff spres nordover i saltvannskilen før det fanges opp av det sydgående ferskvannet/brakkvannet (Berge 2017). Derfor bør prøvetakinga også innafor Fredrikstad Seafood sitt nærområde koordineres med programmet for andre utslipp.

Vi foreslår på bakgrunn av det som er nevnt innledningsvis at overvåkingsprogrammet for Fredrikstad Seafood konsentreres om nærområdet (influensområdet) til utslippet, men at det også tas stikkprøver oppstrøms, og nedstrøms i retning munningsområdet. Den sistnevnte prøvetakinga kan feltmessig samkjøres med andre bedrifter, etter diskusjon med disse og med forurensingsmyndigheten.

For å bedømme utstrekningen av influensområdet foreslår vi en innledende kartlegging med bruk av sporstoff (f.eks. Fluorescein) i utslippsvannet ved normal vannfluks. Målesonde med dedikert sensor, sammen med vannprøvetaking benyttes for å detektere og skalere utstrekninga til influensområdet. Dernest kjøres spredningsmodellen om igjen for å bedømme fasongen på influensområdet (dybde og horisontalt). Det bør også gjennomføres strømmålinger rett ved utslippspunktet over en måneds tid, ettersom foreliggende målinger er fra lenger oppstrøms. Denne måle-øvelsen med sporstoff m.m. gjøres bare en gang, under situasjon med normal vannføring i elva.

På grunnlag av fastslåing av influensområdets utstrekning gjennomføres en kjemisk/økologisk basisundersøkelse (baseline) i dette området, med prøvetaking både av bunn og i vannet. Bunnkartlegginga kan gjerne suppleres med kameraobservasjoner for å dokumentere fastsittende alger og evt. bunndyr.

På bakgrunn av funnene i undersøkelsen, settes det opp et forslag til videre overvåkings-program, som så diskuteres med forurensingsmyndigheten.

Overvåkingsprogrammet for Ytre Oslofjord (Økokyst) og elveovervåkingsprogrammet (RID) er aktuelle nasjonale program som bedriften kan knytte sitt program opp mot, eller dra veksler på.

Eventuelle observasjoner eller målinger som viser direkte påvirkning av utslippet i resipienten må omgående bli rapportert til myndighetene. For øvrig foreslår vi at resultater oppsummeres på normal måte og at programmet så kan diskuteres og justeres i samråd med Fylkesmannens miljøvernavdeling.

6.2 Internt kontrollprogram

Virksomheten har krav i tillatelsens punkt 11 til å utarbeide et kontrollprogram som skal inngå i internkontrollen. Målinger gjennomføres slik at de blir representative for virksomhetens faktiske utslipp. Måleprogrammet skal beskrive trinnene i målingene og begrunne valgte metoder. Virksomheten skal også vurdere usikkerheten i de forskjellige trinnene i en måling eller beregning.

Miljødirektoratet omtaler krav til måleprogram i publikasjonen TA 2748-2010 «Forventninger til industriens utslippskontroll». I dokumentet er det lagt føringer for et måleprogram som skal omfatte alle komponenter som er regulert gjennom grenseverdier i løyvet eller i forskrift, og andre komponenter som er rapporteringspliktige. Måleprogrammet skal beskrive og begrunne prøvetakingsfrekvens som sikrer representative prøver og de ulike trinnene i målingen, slik som prøvetaking, analyse og beregning.

Det henvises til dokumentet for å lese om øvrige krav til innhold i et kontrollprogram. Vi skisserer her hovedlinjene i et program som Fredrikstad Seafood kan følge for å tilfredsstille krav og normer.

Måleprogrammet skal ta i betraktning valg av prøvetakingsfrekvenser som vil gi representative prøver og vurdere usikkerhetsbidraget ved de forskjellige trinnene i målingene (volumstrømsmåling - prøvetaking – analyse – beregning) og velge løsninger som reduserer den totale usikkerheten til et akseptabelt nivå.

Siden komponentene i utslippet vil bli de samme for Fase 1 og Fase 2 vil måleprogrammet kunne bli tilsvarende, med hensyn til parametervalg. Overvåkningsprogrammet skal relateres til oppstarten av de forskjellige RAS-modulene og dermed følge utviklingen av biomasse og produksjon helt til stabile forhold i produksjonen er nådd.

Det forventes at produksjonsfasen vil nå stabile produksjons- og driftsforhold innen 2 år (*Tabell 15*) og derfor er overvåkningsprogrammet i oppstartsfasen foreslått til 3 år mens data i anlegget under stabile produksjons- og driftsforhold også blir innsamla av bedriften.

Tabell 15: Utvikling av produksjonsfasene fra oppstart til stabilisering og total periode for når anleggene kjører full kapasitet.

Fase I	1 år		
Smolt		31 uker	
Fase II			19 uker
Total	1 år	1.5 år	2 år

I Norge fins det ikke et standardisert overvåkningsprogram prosedyre for utslipp fra landbaserte matfisk anlegg (RAS), derfor er det vanskelig å gi en god vurdering om hvor ofte vannprøver skal tas i forhold til driften i anlegget. I Danmark har dette blitt standardisert for oppdrettsanlegg for ørret på land. Gjennom en utarbeidet statistisk metode som beskriver og fordeler usikkerheten mellom vannmiljøet og selve anlegget, har de påvist at ved å ta 26 vannprøver per år (hver 2 uker) er denne usikkerheten bare 5% (Svendsen og Larsen, 2016). Produksjonsutviklingen til stabile driftsforhold (maksimum kapasitet) vil være avhengig av progresjonen i oppbygginga av anlegget, men det kan antas at etter 2 år vil Fredrikstad Seafood ha nådd maksimum produksjonskapasitet. Under denne oppskaleringsfasen er det medregnet et bestemt antall prøvetakingsrunder i de forskjellige

målepunktene (se avsnitt 6.2) som skal fordeles over året. For å dokumentere overholdelse av kravet i utslippstillatelsen under systemets stabilitetsfase bør måleprogrammet utvides med minst ett år til.

Måleprogrammet skal utføres på bakgrunn av et antall prøvetakningsrunder som stikkprøver fra en samla døgnprøve fra et bestemt målepunkt i utslippet fra anlegget (Figur 25). Vannprøvene bør analyseres i henhold til parameterne angitt i avsnitt 6.1, og bør analyseres ved et eksternt laboratorium.

Det anbefales å ta vannprøver fra inntaksvannet for å overvåke vannkvaliteten i Glomma og for videre sammenligning og vurdering av vannkvaliteten i avløpet. Disse vannprøvene kan tas 6-12 ganger per år.

Det foreslås å bruke sensorer som måler partikler (Turbiditet) og organisk materiale (DOC, humusstoffer) som gir en kontinuerlig måling av noen parametere som igjen er «proxy» for utslippskomponenter. Dette kombineres da med vannprøvetagning. Sensorene kan stå i vannstrømmen både inn og ut og man får et raskt bilde av netto tilførsler og kan følge og dokumentere eventuelle episoder.

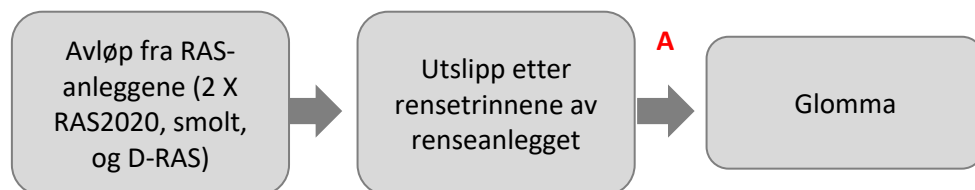
6.2.1 Overvåkingsparametere

Parameterne som er relevante å overvåke er de samme som har blitt satt krav for. Disse er: totalt nitrogen (TN), total fosfor (TP), biologisk oksygenforbruk (BOF₅) og ammonium (NH₄), som er etablert i forhold til Fylkesmannens tillatelse for Fase 1. Disse parameterne er de som presumptivt kan ha mest skadelig effekt for vannmiljøet.

Miljøgifter ifølge prioriteringslista vil ikke bli produsert i anlegget eller anvendes i anlegget siden de er helseskadelige for fisken, derfor anses det ikke som hensiktsmessig å overvåke slike parametre.

6.2.2 Målepunkt

Et punkt for måling og vannprøvetagning etter rensing og før avgang til Glomma er indikert i *Figur 27* med bokstaven A. Dette punktet vil representere anleggets karakteristikk av utslippsvannet.



Figur 27: Forslag til målepunkt (A) i avløpet fra anlegget.

6.2.3 Prøvetakning

Prøvetakning og analyser skal gjøres av et akkreditert firma som kan kvalitetssikre målingene. Prøvene skal være representative for utslippet og være proporsjonale til vannstrømmhastigheten registrert av en fastsatt strømmåler. Strømmåleren skal ha loggefunksjon for kontinuert måling av vannhastigheten ved utslippet året rundt (helst ha en måleusikkerhet på under $\pm 5\%$).

Det skal tas samlede døgnprøver av utslippet med en automatisk prøvetaker. Slike prøver tar høyde for eventuell døgnvariasjon i utslippet. Som utgangspunkt bør det tas en delprøve (100 ml) per time. Prøvetakeren skal oppbevare vannprøven ved ca. 4 °C og i mørke. Disse forholdene skal også overholdes ved transport til laboratorium. Dette opplegget kan kombineres med automatisert sensorovervåking, som nevnt over.

6.2.4 Oppfølging

Etter at resultatene fra det eksterne laboratoriet har blitt mottatt av FS vil beregningene bli relatert til vannstrømhastigheten og konsentrasjoner (mg/L). Ut fra disse resultatene blir akkumulert utslipp (kg/år) beregnet for de forskjellige parametrene. Resultatene skal så rapporteres videre til forurensingsmyndigheten.

6.2.5 Usikkerhetsgrad i måletrinnene

Usikkerhetsgraden i måleprogrammet vil bli betydelig redusert ved at prøvetakningen er gjort i samråd med eksternt firma/institusjon og at de kjemiske analysene blir utført av et eksternt og akkreditert laboratorium.

Samme firma kan registrere vannstrømmen for å beregne utslippet. FS skal sørge for at det valgte laboratoriet utfører analysene etter Norsk standard eller ISO standard.

7 Referanser

Aanes, K.J. & M.R. Kile 2016: Tiltaksrettet overvåking av potensielle effekter av utslipp fra Unger Fabrikker AS på økologisk tilstand i nedre del av Glomma i 2015. NIVA rapport 7066-2016.

Berge, J. A. 2017: Tiltaksrettet overvåking av Glommas munningsområde og Hvalerområde for Kronos Titan AS og Borregaard AS. NIVA-rapport Nr 7015, 53s + vedl.

Fylkesmannen i Østfold 2015: Fredrikstad Seafoods AS. Tillatelse etter forurensningsloven til drift av landbasert akvakulturanlegg. Tillatelse Nr. 2015.0720.T, 30. oktober 2015.

Hjermann, D.Ø., A. Staalstrøm, T. M. Johnsen og O. K. Hess-Erga 2014. Sammenstilling av tilgjengelige NIVA-data for å vurdere vannkvaliteten og foreslå to aktuelle inntaksposisjoner for en planlagt landbasert lakseproduksjon på Øra i Fredrikstad. NIVA-rapport 6691-2014. ISBN 978-82-577-6426-5

Lindholm, M. m.fl. (2016) Tiltaksrettet overvåking av Glomma ved Borregaard 2016. NIVA rapport 7100-2016.

Liseth, P. 1965: Bestemmelse av utslippssted og beregning av utslippsanordning for utslipp av avløpsvann fra Titan Co., Fredrikstad, i Glommas nedre løp. Rapport O-229, NIVA, 28s.

Lund, E. (2016) Vurdering av endringer i oppvekstforhold for laks i Glomma ved Borregaard i perioden 2010-2015 og betydningen av fiskeutsettinger fra Glommas settefiskanlegg. NIVA rapport 7018.

Staalstrøm, A. 2018: Oppdatert vurdering av miljøkonsekvenser av utslipp til Glomma fra landbasert produksjonsanlegg for laks. NIVA-notat til Fredrikstad Seafood, august 2018.

Svendsen, L.M., Larsen, S.E. 2016. Ny kontrolmetode for udledninger fra ferskvandsdambrug. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 88 s. – Videnskabelig rapport fra DCE – National Center for Miljø og Energi nr. 212 (<http://dce2.au.dk/pub/SR212.pdf>).

Vannforskriften 2015. FOR-2006-12-15-1446, Forskrift om rammer for vannforvaltningen, www.lovdata.no.

Veileder 02:2013 – revidert 2015: Klassifisering av miljøtilstand i vann: Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen.

Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann: Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen.

Åtland, Å. 2018. Vannkvalitet inntaksvann Fredrikstad Seafood. NIVA-notat til Fredrikstad Seafood, september 2018.

Vedlegg A. Industriutslipp i Fredrikstad

«Norske utslipp»: Oversikt over industrivirksomheter i Fredrikstad kommune som skal rapportere årlig til forurensningsmyndighetene (liste pr. november 2018).

<u>Virksomhet</u>	<u>Bransje</u>	<u>I drift?</u>
Bio-El, Fredrikstad	Damp- og varmtvannsforsyning	Ja
Denofa as	Produksjon av andre uraffinerte oljer og fett	Ja
FREVAR KF - Forbrenningsanlegget	Behandling og disponering av ikke-farlig avfall	Ja
Gyproc A.S	Produksjon av gipsprodukter for bygge- og anleggsvirksomhet	Ja
Hannells AS	Produksjon av stålfat og lignende beholdere av jern og stål	Nedlagt
HANSA BORG BRYGGERIER ASA, Fredrikstad	Produksjon av øl	Nedlagt
Jøtul AS	Produksjon av ikke-elektriske husholdningsmaskiner og apparater	Ja
Kemira Chemicals AS	Produksjon av andre uorganiske kjemikalier	Ja
Kronos Titan AS	Produksjon av fargestoffer og pigmenter	Ja
LOYDS INDUSTRI AS	Produksjon av andre deler og annet utstyr til motorvogner	Nedlagt
Maxit Leca Borge	Produksjon av betongprodukter for bygge- og anleggsvirksomhet	Nedlagt
Metallco Stene, avfallshåndtering	Sortering og bearbeiding av avfall for materialgjenvinning	Ja
Mills DA, Fredrikstad	Produksjon av margarin og lignende spiselige fettstoffer	Ja
Norsk Gjenvinning Industri, Fredrikstad	Innsamling av ikke-farlig avfall	Nedlagt
Norsk Gjenvinning Metall AS, Avd. Fredrikstad/Onsøy	Sortering og bearbeiding av avfall for materialgjenvinning	Ja
Norsk Gjenvinning Metall, Fredrikstad	Sortering og bearbeiding av avfall for materialgjenvinning	Ja
Norsk Gjenvinning Øra	Sortering og bearbeiding av avfall for materialgjenvinning	Ja
Norsk Protein A/S, avd. Fredrikstad	Produksjon av fôrvarer til husdyrhold	Nedlagt
Norsk Teknisk Porselen AS	Produksjon av isolatorer og isoleringsdeler av keramisk materiale	Ja
Perstorp Bioproducts	Produksjon av kjemiske produkter ikke nevnt annet sted	Ja
Reichhold avd Fredrikstad	Produksjon av basisplast	Ja
Selbak Mek. Verksted	Bearbeiding av metaller	Nedlagt
Simo A.S		Nedlagt
STABBURET AS, Fredrikstad	Produksjon av kjøtt- og fjørfevarer	Ja
Stene Stål Gjenvinning	Sortering og bearbeiding av avfall for materialgjenvinning	Ja
Texrep Norge AS	Etterbehandling av tekstiler	Nedlagt
Unger Fabrikker AS	Produksjon av såpe og vaskemidler, rense- og polermidler	Ja
Øra næring	Utvikling og salg av egen fast eiendom ellers	Ja

Vedlegg B. Foreslått overvåkingsprogram, 2014

NIVAs forslag til overvåkingsprogram for Fredrikstad Seafood fra 2014 (Hjermann m fl. 2014).

4. Overvåkingsprogram

Den eneste måten å forsikre seg om god og stabil vannkvalitet i inntaksvannet, er gjennomføring av et grundig overvåkingsprogram så snart som mulig, med parametre tilpasset de aktuelle vannkildene. Dette ansees som spesielt viktig for FS tatt i betraktning områdets forurensingshistorikk og det at landbasert lakseproduksjon ofte nevnes i samme åndedrag som miljøvennlig lakseproduksjon. At produksjonen skal skje fram til slakting, betyr at enhver betenkelig miljøgift fra ferskvann og sjøvann på det aktuelle stedet, vil ha lengre bioakkumuleringstid enn der annen produksjon skjer i smoltanlegg og deretter sjøanlegg. For FS betyr dette et separat overvåkingsprogram for hver av vannkildene som bør prøvetas annen hver uke i ett år. En slik frekvens og utstrekning er viktig for å avdekke eventuelle sesongvariasjoner og spesielle hendelser. Etter fullføring av et slikt overvåkingsprogram, og evt. mens produksjonen av laks pågår, anbefales fortsatt overvåking (evt. online + vannanalyser), men da med redusert frekvens (hver til annen måned + ved spesielle hendelser) for å verifisere vannkvaliteten og sikre dokumentasjon av produksjonen. Dette er like viktig som kontinuerlig kontroll av vannkvaliteten internt i resirkuleringsanlegget. Flere av parametrene (bl. a. temperatur, pH, konduktivitet/saltholdighet, turbiditet og O₂) kan måles automatisk *in situ* (på stedet) ved hjelp av fastmonterte måleinstrumenter, men kan også måles manuelt samtidig som det innhentes prøver for analyse på et akkreditert laboratorium. Inntaksposisjonene bør også inspiseres av dykker/ROV både før og etter utlegging av inntaksledninger.

4.1 Ferskvannskilde

Følgende måleparameter anbefales for ferskvannskilden:
Temperatur, pH, konduktivitet og oksygen (O₂).

Følgende analyseparameter anbefales for ferskvannskilden:
pH, konduktivitet, alkalitet, turbiditet, klorid (Cl), sulfat (SO₄), Totalt ammonium nitrogen (NH₄), nitrat (NO₃), kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na), kalium (K), Totalt-nitrogen (Tot-N), Totalt organisk karbon (TOC), aluminium-reaktivt (Al-R), aluminium-illabilt (Al-Il), jern (Fe), aluminium (Al), kobber (Cu), mangan (Mn), sink (Zn), kadmium (Cd), kvikksølv (Hg) og bly (Pb). I tillegg bør det vurderes å inkludere flere parametre som kan knyttes til tidligere og nåværende aktivitet på Øra.

4.2 Sjøvannskilde

Følgende måleparameter anbefales for sjøvannskilden:
Temperatur, pH, konduktivitet/saltholdighet og oksygen (O₂).

Følgende analyseparameter anbefales for sjøvannskilden:
pH, saltholdighet/konduktivitet, alkalitet, turbiditet, klorid (Cl), sulfat (SO₄), totalt ammonium nitrogen (NH₄), nitrat (NO₃), kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na), kalium (K), totalt-nitrogen (Tot-N), totalt organisk karbon (TOC), jern (Fe), aluminium (Al), kobber (Cu), mangan (Mn), sink (Zn), kadmium (Cd), kvikksølv (Hg) og bly (Pb). I tillegg bør det vurderes å inkludere flere parametre som kan knyttes til tidligere og nåværende aktivitet på Øra.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no