

Dokumentasjonsvedlegg til
søknad om utvidelse ved
Sotra Yngel AS



R
A
P
P
O
R
T

Rådgivende Biologer AS

910



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Dokumentasjonsvedlegg til søknad om utvidelse ved Sotra Yngel AS

FORFATTERE:

Bjarte Tveranger, Geir Helge Johnsen, Bjart Are Hellen, Erling Brekke & Steinar Kålås

OPPDRAGSGIVER:

Sotra Yngel AS, ved Bernt Kåre Sangolt, 5382 Skogsvåg

OPPDRAGET GITT:

September 2005

ARBEIDET UTFØRT:

2005-2006

RAPPORT DATO:

24. mars 2006

RAPPORT NR:

910

ANTALL SIDER:

31

ISBN NR:

ISBN 82-7658-479-9.

EMNEORD:

- Settefiskproduksjon
- Fiskebiologiske undersøkelser
- Konsekvensvurdering

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082-MVA

www.radgivende-biologer.no

Telefon: 55 31 02 78

Telefax: 55 31 62 75

E-post: post@radgivende-biologer.no

Forsidefoto: Sotra Yngel sin vannkilde, Kvernavatnet, september 2005

FORORD

Sotra Yngel AS, reg. nr. HS 19, har siden 2003 hatt konsesjon for produksjon av 250.000 sjødyktig settefisk. Anlegget ønsker å kunne utvide konsesjonsrammen til 750.000 sjødyktig settefisk. Denne kapasitetsøkningen skal oppnås ved å etablere større karvolum og en bedret vannutnyttelse ved større innblanding av oksygen og CO₂-utlufting i karene. For å sikre nok vann søkes det også om anledning til å regulere Kvernavatnet.

Sotra Yngel AS har bedt Rådgivende Biologer AS om å utarbeide nødvendig dokumentasjonsgrunnlag for en utvidelse søknad. Dokumentasjonen skal tjene som tilstrekkelig avgjørelsesgrunnlag for å kunne vurdere om det er nødvendig med konsesjon etter Vassressursloven, for å vurdere utslippsløyve etter Forurensningsloven og for den samlede konsesjonsramme etter Akvakulturloven. Det er foretatt fiskebiologiske undersøkelser i Kvernavatnet 20-21. september 2005. Innsjøen ble loddet opp, prøvefisket med fleromfars garn og utløpet og innløpsene ble elektrofisket. Denne rapporten oppsummerer disse forholdene.

Rådgivende Biologer AS takker Sotra Yngel AS ved Bernt Kåre Sangolt, for oppdraget

Bergen, 24. mars 2006.

INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord og innholdsfortegnelse	Side	2
Sammendrag og konklusjoner	Side	3
Sotra Yngel AS	Side	4
Områdebeskrivelse	Side	5
Risiko for tørre perioder	Side	6
Regulering og magasinkapasitet	Side	7
Biologisk mangfold og verneinteresser	Side	8
Fisk og ferskvannsbiologi i Kvernavatnet	Side	9
Sjøområdene utenfor	Side	12
Landskap, landbruk, kulturminner og andre interesser	Side	12
Anleggsbeskrivelse	Side	14
Vannforsyning	Side	14
Avløp	Side	14
Anlegget	Side	15
Planlagt produksjon	Side	16
Planlagt vannbruk	Side	18
Diskusjon med konsekvensvurderinger:	Side	21
Referanser	Side	27
Vedleggstabell vannføring	Side	29
Vedlegg om vannbruk i settefiskanlegg	Side	30

SAMMENDRAG MED KONKLUSJONER

TVERANGER, B., G. H. JOHNSEN, B. A. HELLEN, E. BREKKE & S. KÅLÅS 2006.

Dokumentasjonsvedlegg til søknad om utvidelse ved Sotra Yngel AS.

Rådgivende Biologer AS, rapport 910, 31 sider, ISBN 82-7658-479-9.

Sotra Yngel AS, reg. nr. HS 19 har siden 2003 hatt konsesjon for produksjon av 250.000 sjødyktig settefisk, og søker nå om utvidelse av konsesjonen til 750.000 sjødyktig settefisk. Den omsøkte produksjonen omfatter i hovedsak tre grupper fisk: 1,5 mill yngel, 300.000 stk høstsmolt og 450.000 stk ettårsmolt.

Anlegget henter sitt vann fra Kvernavatnet, og søker konsesjon fra NVE til å regulere Kvernavatnet med 4 meter mellom kote HRV 24 moh og LRV 20 moh. Med en reguleringshøyde på 4,0 m og et samlet areal på 0,22 km² gir dette et magasin på ca 500 000 m³. Kvernavatnet har tidligere vært oppdemmet i forbindelse med settefiskproduksjon. Den omsøkte reguleringen samsvarer med en tidligere regulering i innsjøen en meter opp til 24 moh. I tillegg søkes det om å få tappe vannet ned til 20 moh. Søker arbeider med en fornying av avtalen med grunneierne rundt Kvernavatnet som gir anlegget rett til å regulere innsjøen.

Vanninntaket i Kvernavatnet har et nedbørfelt på 1,3 km². Basert på NVE sine avrenningskart har nedslagsfeltet et spesifikt avløp på 60 l/s/km². Den gjennomsnittlige vannføring er beregnet å være på 4,68 m³/min, med en årlig avrenning på 2,46 mill m³. Den planlagte produksjonssyklusen vil medføre at anlegget bare med en 200 % oksygenering av inntaksvannet og bruk av sjøvann ikke har nok ferskvann til den omsøkte kapasitetsutvidelsen. Dette gjelder både i en situasjon med normal avrenning og i ekstremår med lite nedbør i perioden juni – september. Allerede i juli vil magasinet kunne være tomt ved en 6 - 8 ukers tørkeperiode. Dersom anlegget benytter karluftere og individuell oksygentilsetting i hvert kar i perioden juni - september, vil vannbehovet bli redusert til 0,1 l/min/kg fisk eller lavere. Magasinet vil teoretisk maksimalt bli nedtappet ca 40 % ved to måneders tørke i perioden juli - august. Anlegget vil da ha nok magasinkapasitet til å møte lengre perioder med lav tilrenning i den perioden av året med de høyeste temperaturene, det høyeste belegget og den laveste tilrenningen.

Den planlagte utvidelsen ventes ikke å ha noen konsekvens for biologisk mangfold og verneinteresser på land. Tiltaket forventes heller ikke i nevneverdig grad å ha noen negativ konsekvens for landskapet, landbruk, kulturminner og andre interesser. Ved nedtapping av Kvernavatnet vil imidlertid tørrlegge mye av det nordvestre bassenget av Kvernavatnet.

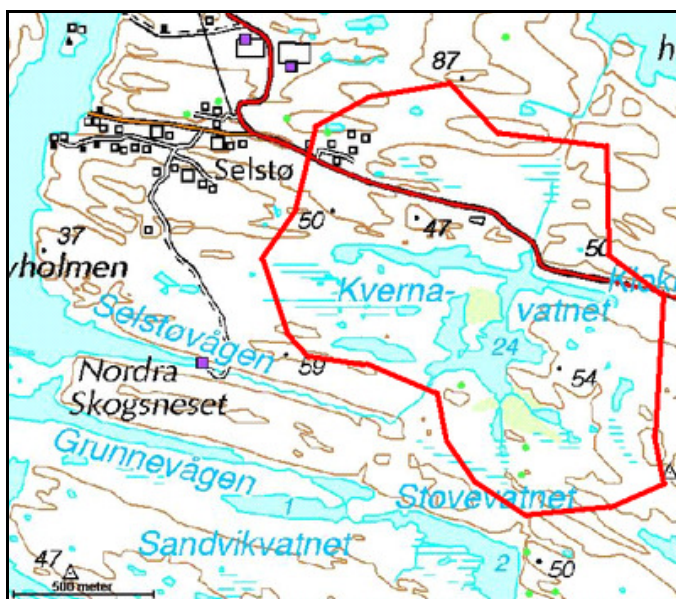
Regulering av Kvernavatnet på 4 m vil ikke få noen betydning for fisk eller fiske i vassdraget. Det ble ikke fanget fisk (aure) i Kvernavatnet eller i innløpsbekkene til Kvernavatnet. Det ble fanget noen aure i utløpsbekken nedenfor demningen.

Økningen i utslipp til Selstøvågen vil i liten grad medføre en økt belastning på resipienten siden denne ligger ut mot ekponerte sjøområder med stor vannutskifting. Det aller meste av tilførslene vil bli ført bort fra utslippspunktet og blir fordelt over bunnarealer med god evne til å bryte ned tilførslene. Bare i utslippets umiddelbare nærhet vil det kunne bli en mindre lokal effekt.

SOTRA YNGEL AS

Sotra Yngel AS (registreringsnummer H S 0019, lokalitetsnummer 12173) har hatt tillatelse til å drive settefiskproduksjon i Selstøvåg siden 2003. Anlegget ble opprinnelig etablert og drevet av Selstøfisk AS, men dette selskapet gikk konkurs i 1990, og tillatelsen ble slettet av Fiskeridirektoratet. Sotra Yngel AS søkte 11. april 1996 om tillatelse til å etablere og drive anlegget med den opprinnelige konsesjonsrammen på 250.000 stk sjøklar settefisk, og slik tillatelse ble gitt 20. mars 2003.

Sotra Yngel AS søker nå om en utvidelse til produksjon av 750.000 sjødyktig settefisk årlig. Dette skal skje ved ombygging av eksisterende anlegg kombinert med en rasjonell utnyttelse av de tilgjengelige ferskvannsmengdene der man benytter oksygentilsetting, karluftere og UV-behandlet sjøvann.



Figur 1. Sotra Yngel AS, reg. nr. H/S 19 med nedbørfelt til vannkilden Kvernavatnet.

Sotra Yngel AS henter ferskvann fra Kvernavatnet og benytter også UV-behandlet sjøvann. Utslipp skjer til Selstøvågen 50 meter utenfor anlegget (**figur 1**). I følge utskriftsprotokoll for Selstø, gnr 36, Sund kommune, sluttet september 1935, kan Kvernavatnet oppdemmes til høyde med den nåværende stem (demning - se **figur 7**).

For å kunne utnytte de begrensede ferskvannsmengdene optimalt, søker Sotra Yngel AS om å få tappe ned Kvernavatnet med inntil 4 meter I forhold til den opprinnelige høyden på Kvernavatnet, fra før steindemningen ble bygget, betyr dette at man nå søker om en meter oppdemming og 3 m nedtapping. Sotra Yngel AS har i dag en leieavtale om vannbruk og oppdemming som ble inngått i mars 1995 og hadde i utgangspunktet en varighet på ti år. Denne er under fornying i forbindelse med denne søknaden om utvidelse.

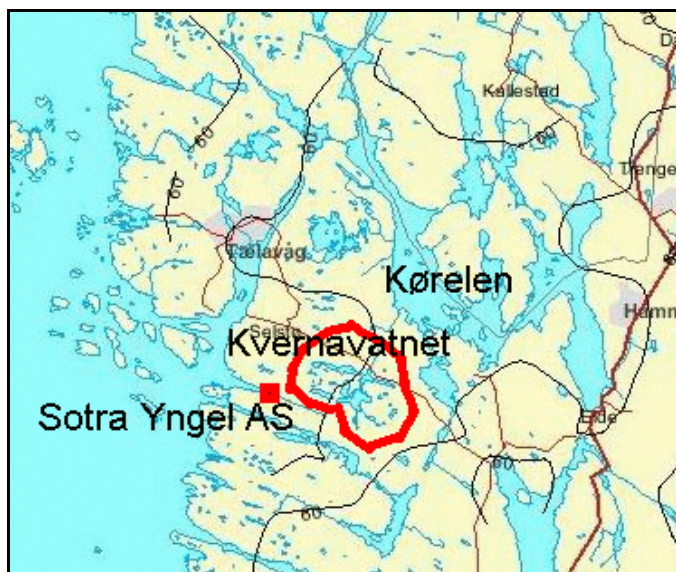
Sotra Yngel AS søker derfor om:

- 1) Utvidelse av konsesjon fra 250 000 til 750 000 sjøklar settefisk
- 2) Vannuttak fra Kvernavatnet med regulering mellom NV=HRV 24 moh og LRV 20 moh.

OMRÅDEBESKRIVELSE

Nedslagsfeltet til Kvernavatnet (innsjø nr 26909, vassdrag nr 057.2) er på 1,3 km². I henhold til NVE sine nye avrenningskart for perioden 1961 - 1990 (NVE 2002) har nedslagsfeltet et spesifikt avløp på 60 l/s/km². Dette gir en gjennomsnittlig avrenning på 4,68 m³/min for hele nedslagsfeltet, og den gjennomsnittlige årsavrenningen blir da på 2,46 mill m³.

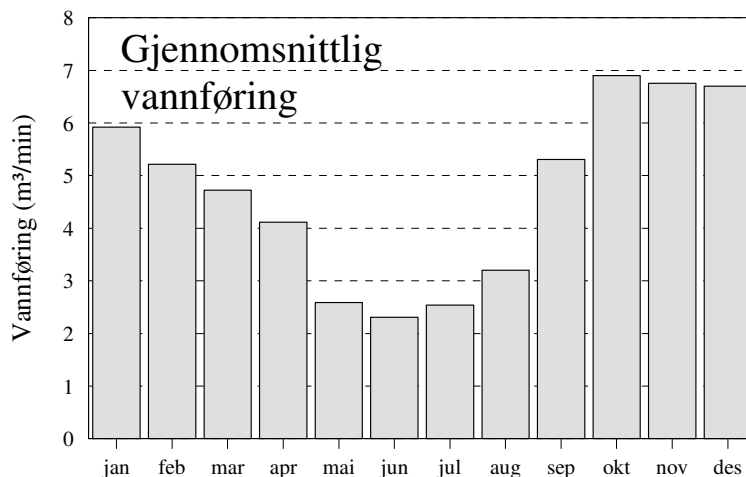
Figur 2. Avrenningskart for området ved nedbørfeltet til Kvernavatnet, vannkilden til Sotra Yngel AS (jf. www.nve.no).



Terrenget i nedbørfeltet er småkupert og en blanding av snaufjell og partier med myr, gress- og lyngrabber, kratt og småskog (furu, rogn, m.m.), noe som gir liten bufferkapasitet i nedslagsfeltet og en rask vekst og fall i vannføringen ved nedbør og tørrere perioder. Vassdraget er således et typisk flomvassdrag med stor variasjon i vannføringen, og det er således en forutsetning for drift at anlegget har et reservemagasin til bruk i mer nedbørsfattige perioder.

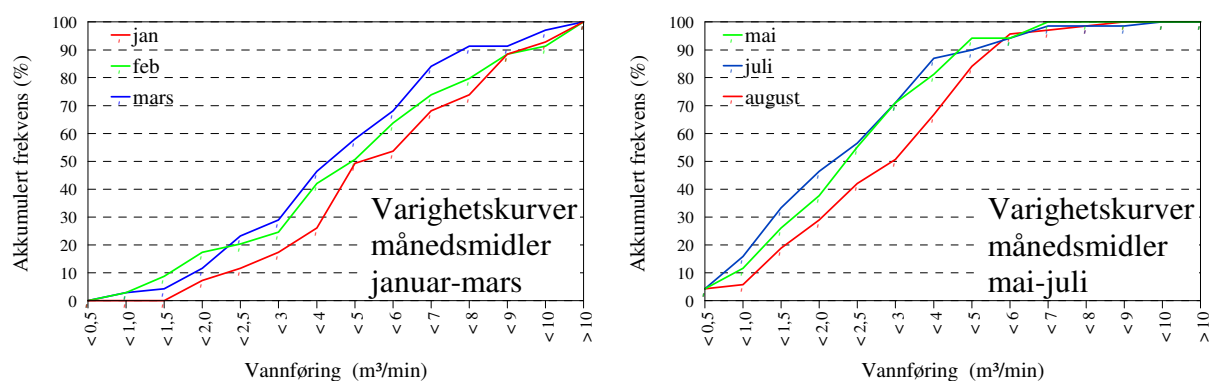
Avrenningen er ikke jevnt fordelt over året, og vinterstid kan mye av nedbøren i perioder komme som snø i de høytliggende delene av nedbørfeltet. Høyest vannføring er det vanligvis om høsten i forbindelse med store nedbørsmengder, mens det ikke er noen vårflo i april i forbindelse med snøsmelting. Minst tilrenning er det tidlig på sommeren med omtrent 2,5 m³/min i mai til juli. Gjennom vinteren avtar den gjennomsnittlig tilrenningen på omtrent 6 m³/min i januar og vel fire i april (**figur 3**). Beregningene er gjort ved å justere tilsigsberegninger fra feltet til naboinnsjøen Kørelen for perioden 1934 - 2002 utført av NVE for Fjell kommune (Holmquist 2004).

Figur 3. Beregnet gjennomsnittlig månedlig avrenning i m³/min i nedslagsfeltet til anlegget. Grunnlagstallene er omregnet fra vannføringsstatistikk for naboinnsjøen Kørelen.



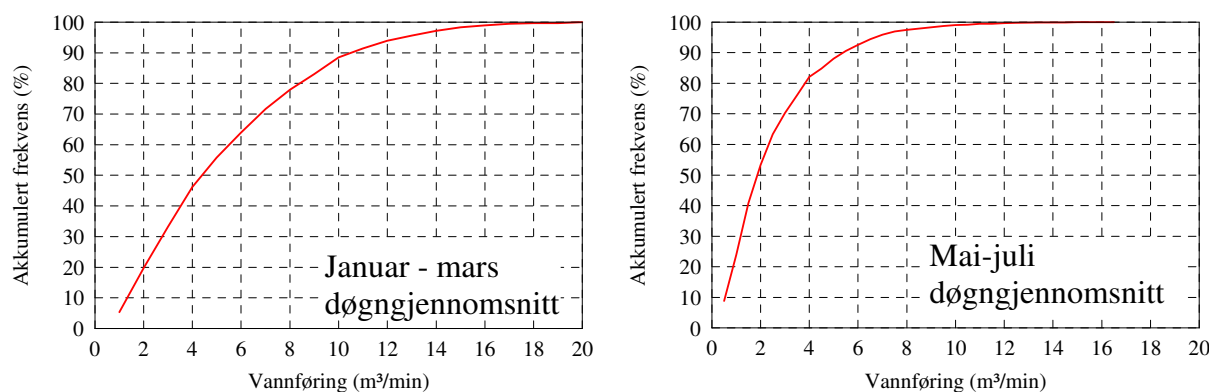
Risiko for tørre perioder

Nedbør og avrenning følger slett ikke alltid gjennomsnittet, og det vil forekomme perioder med betydelig mindre nedbør og avrenning i vassdraget. Særlig ved kalde og tørre perioder vinterstid vil det være lite avrenning til Kvernvatnet, og det vil også være tilsvarende liten tilrenning om sommeren i perioder med fint og varmt vær. I **figur 4** nedenfor er varighetskurver for fordeling av avrenning for vintermånedene og sommeren vist som akkumulert frekvens for en 70 års periode fra 1934 til 2003. Beregninger av døgntilrenning fra feltet til naboinnsjøen Kjørelen er benyttet (Holmquist 2004).



Figur 4. Varighetskurver for vannføringer vist som akkumulerte frekvenser av månedsgjennomsnitt for januar - mars (til venstre) og juni - august (til høyre). Tallene er omregnet fra NVEs notat for tilrenning til naboinnsjøen Kjørelen for årene 1934-2002 (Holmquist 2004).

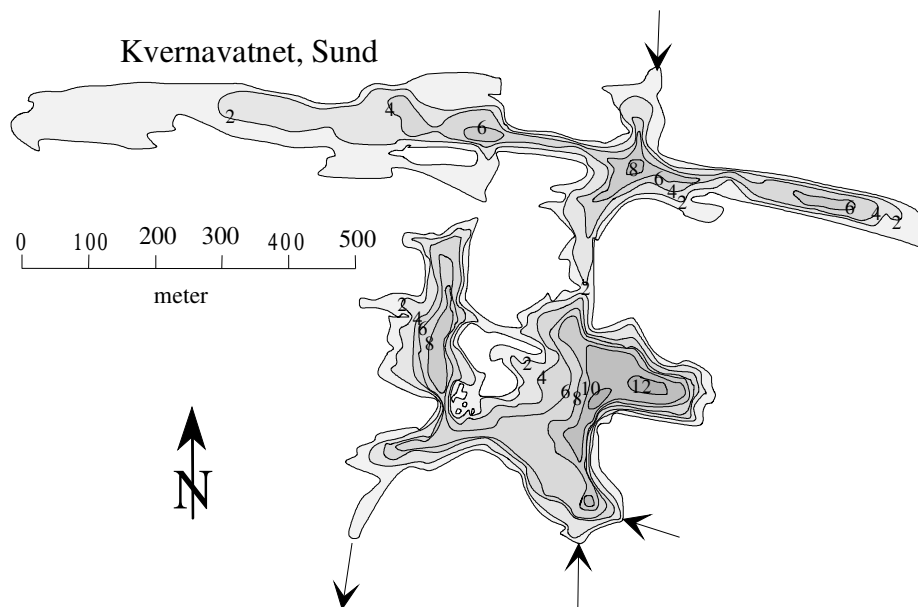
Varighetskurvene for månedsgjennomsnitt (**figur 4**) viser at det for januar måned i perioden 1934 - 2002 har forekommet tilrenning på under 2 m³/min i 10% av årene, mens det har vært under 2 m³/min i nesten 20% av februar månedene. I 50% av årene er det under 5 m³/min i januar og februar. I perioden mai til juli er det registrert mye lavere tilrenninger, og det var under 2 m³/min i 50% av årene i mai, i 40% av årene i juni og i 30% av årene i juli. Hyppigheten av og sannsynligheten for lave vannføringer er derfor klart størst på forsommeren, og detaljene går tydelig fram i figurene for døgngjennomsnitt som er vist i **figur 5** under.



Figur 5. Varighetskurver for vannføringer vist som akkumulerte frekvenser av døgngjennomsnitt for månedene januar til mars (til venstre) og for månedene juni til september (til høyre). Tallene er omregnet fra NVEs notat for tilrenning til naboinnsjøen Kjørelen for årene 1934-2002 (Holmquist 2004).

Reguleringer og magasinkapasitet

Kvernavatnet er hovedvannkilde til anlegget og ligger på kote 24. Kvernavatnet har i følge vassdragsdatabasen REGINE et overflateareal på 124 000 m², mens våre beregninger basert på opplodding og kart i målestokk i 1 : 5000 angir 220 000 m². Arealet av vannet er ved tidligere søknader oppgitt å være 170 000 m². En eldre steindemning ligger ved utløpsbekken av Kvernavatnet. Denne demningen er ca 1 meter høy og er forsterket i forbindelse med tidligere drift av anlegget (jf. **figur 7**). Det antas at hevingen av innsjøen er innbefattet av dagens angitte høyde på 24 moh, slik at dette er HRV, og at innsjøens areal derfor også er noe større på nyere kart.

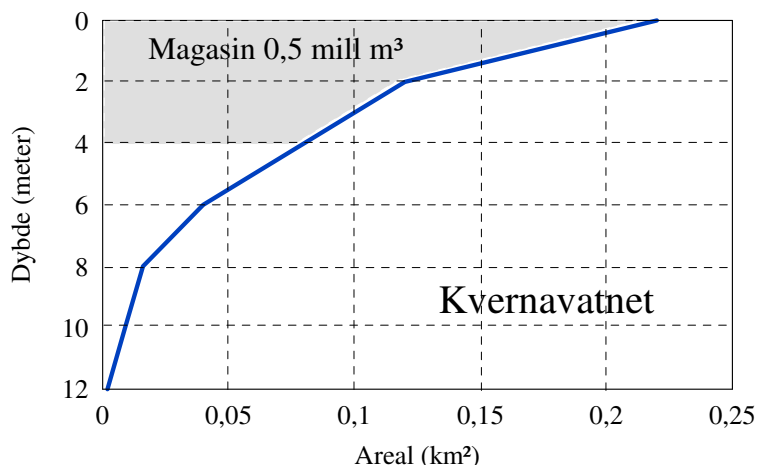


Figur 6. Dybdekart over Kvernavatnet med 2-meterskoter, basert på opplodding utført ved prøvefisket i september 2005.



Figur 7. Demningen ved utløpet av Kvernavatnet.

Figur 8. Magasinkurve for Kvernavatnet, basert på dybdekartet i figur 6.



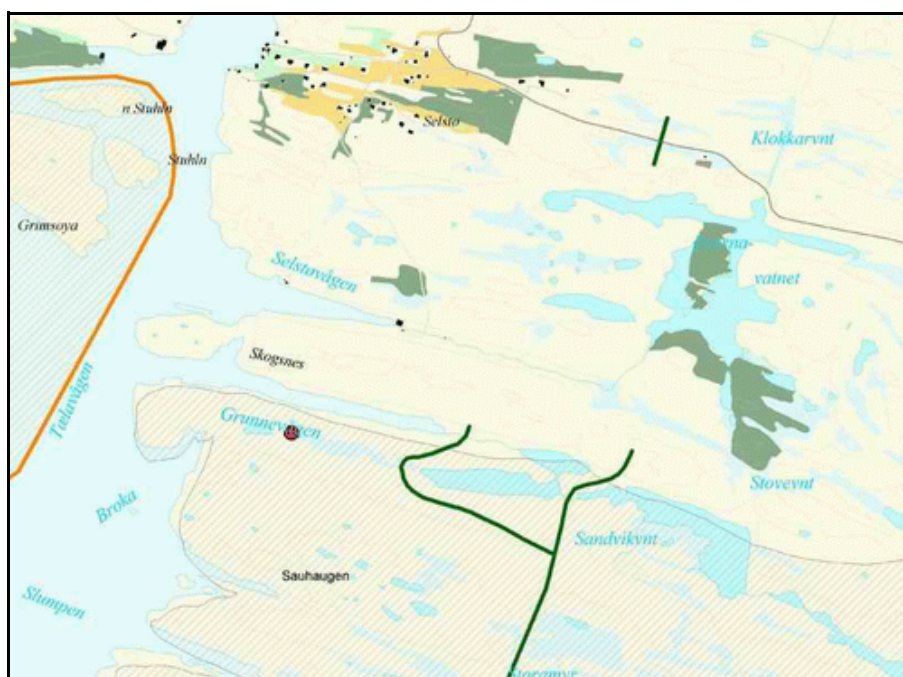
Med en reguleringshøyde på 4,0 m og et samlet areal på 0,22 km² gir dette et magasin på ca 500 000 m³. Det er imidlertid en terskel på ca 2,5 m som deler Kvernavatnet i to basseng (jf. figur 6), slik at det må sprenges / graves en maks 1,5 m dyp og 100 m lang kanal for også å kunne ta ut vannet fra den nordre delen av innsjøen i ekstremisituasjoner.

Biologisk mangfold og verneinteresser

Den planlagte utvidelsen av settefiskanlegget omfatter ikke noen nye eller omfattende naturinngrep utover en mer omfattende regulering av Kvernavatnet. Tiltaksområdet for denne søknaden blir da foruten selve anleggsområdet, strandsonen i Kvernavatnet med utløpselven fra innsjøen og til fjorden.

Det er ingen naturverdier av særlig verdi i det aktuelle tiltaksområdet. Sund kommune har gjennomført viltkartlegging (Bjørkevoll mfl 2006), men skal i gang med naturtypekartlegging først i 2006. Opplysningene nedenfor er derfor hentet fra Fylkesmannens miljøvernnavdeling (Olav Overvoll pers. med)

Figur 9. Kart over elementer i forbindelse med kartlegging av biologisk mangfold. Se teksten for forklaring. Kartet er fra Fylkesmannens miljøvernnavdeling. Vest for munningen av



Selstøvågen er det et prioritert viltområde for sjøfugl, og innenfor dette området ligger blant annet Little Gåsøy sjøfuglreservat (oransje linje på **figur 9**) Det er markert hekkeplass for havørn sør for Grunnevågen (rødt punkt), sør for Selstøvågen, men presisjonen på plasseringen er usikker. Sør for influens- og tiltaksområdet er det et lyngheiområde av antatt regional verdi (skravert grått felt). Om dette kvalifiserer for lynghei i dag er usikkert, men vil bli klarlagt gjennom naturtypekartleggingen i Sund kommune). Området har også hjortevilt, med trekkveier som vist med grønne streker på kartet. Skogdekte områder er markert med grønt. Vassdraget har ingen fosser med tilhørende fosserøyksoner med direkte fuktpåvirkning på vegetasjonen. Området er heller ikke omfattet av vern av noe slag, og tiltaket ventes ikke ha noen konsekvens for biologisk mangfold og verneinteresser på land.

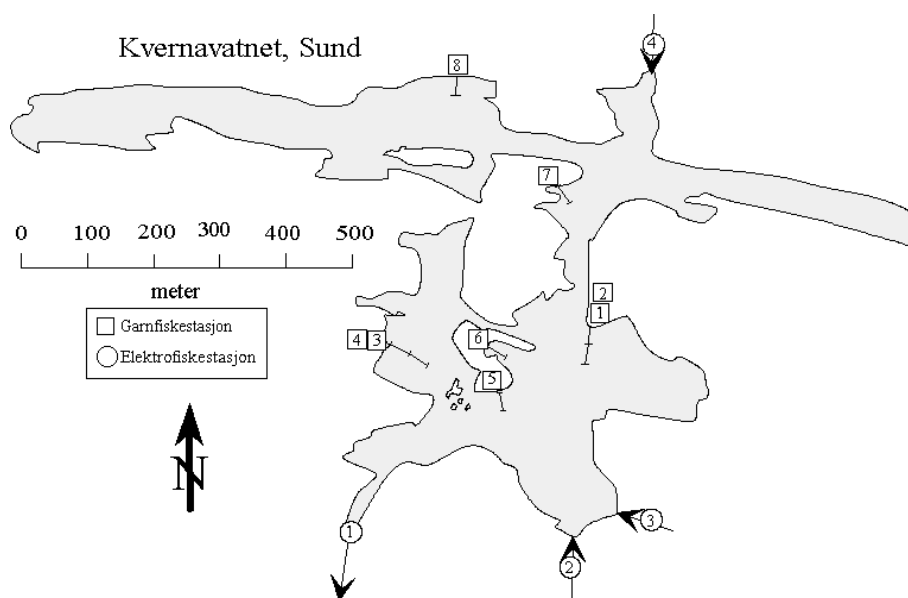
Fisk og ferskvannsbiologi i Kvernavatnet

Det ble gjennomført fiske i innløpselver og utløp med et elektrofiskeapparat 20. september 2005. Fiskene ble samlet, lengdemålt til nærmeste millimeter og deretter satt levende ut igjen i bekken/elven.

Hovedinnløpet til Kvernavatnet kommer inn på nordsiden av innsjøen (**figur 10**) og renner inn under en veifylling. På oppsiden av steinfyllingen renner elven mest som et sig gjennom et myrområde. Det er dårlige gyteforhold for aure i bekken. Det ble ikke fanget eller observert aure ved elektrofisket, men det ble fanget en ål. Det var middels til høy vannføring i elven, men det var likevel relativt god kontroll ved elektrofiske. Vanntemperaturen i elven var 11,9 °C. Det er lite sannsynlig at det er noe rekruttering av aure i denne bekken.

Det ble også elektrofisket i to innløp på sørsiden av innsjøen, begge bekkene er svært små, og det er sannsynlig at bekkene er tørrlagt i perioder med lite nedbør (**figur 10**). På undersøkelsestidspunktet var det middels til høy vannføring, men det ble ikke observert eller fanget fisk i noen av bekkene.

Figur 10. Garnplassering ved prøvefisket (firkanter) og bekker som er undersøkt ved elektrofiske (sirkler) i Kvernavatnet 20.- 21. september 2005.



Utløpselven renner gjennom en åpning i bunnen av demningen i utløpet. Elven er relativt smal og opp til 1 meter dyp. Bunnsubstratet varierer fra jord til stein med noe grus langs sidene, og gyteforholdene for aure ble vurdert til relativt dårlige. Et område på ca 20 m² ble elektrofisket ved høy vannføring og en vanntemperatur på 12,4 °C. Det ble fanget fire aure på henholdsvis 146, 168, 177 og 184 mm, og det ble også fanget noen stingsild. I tillegg ble det observert en aure på rundt 7 cm, trolig en årsyngel samt noen andre aure på samme størrelse med de som ble fanget. Det er mulig for fisk å gå fra bekken opp til innsjøen. Det er ikke sannsynlig at fisk kan gå fra sjøen og opp til innsjøen.

Kvernavatnet ble garnfisket 20. - 21. september 2005 med fire enkle fleromfars bunn garn (Nordisk standard) i dybdeintervallet 0-4 meter og to bunn garnslenker bestående av to garn hver i dybdeintervallet 0-10 meter (**figur 10**). Med unntak av en ål, ble det ikke fanget fisk i garnene. Siktedypet i innsjøen var 2,4 meter, og temperaturen i overflaten var 12,5 °C. Det ble observert mye stingsild i innsjøen i forbindelse med garnfisket.

Det ble tatt seks håvtrekk etter dyreplankton 20. september 2005, fra de øverste 7 meterne i Kvernavatnet. Tettheten av dyreplankton var generelt lav, men det var relativt høy diversitet i prøven (**tabell 1**). Mye av dette skyldes et høyt innslag av arter som er typisk strand- og bunnlevende, noe som gjenspeiler at innsjøen er grunn. Blant de krepsdyrartene man regner som pelagiske (lever i de frie vannmassene) var det bare to små arter vannlopper (*Bosmina cf. longispina* og *Ceriodaphnia quadrangula*) og tre arter hoppekreps. Dette er relativt få arter, noe som kan indikere at det pelagiske planktonsamfunnet er noe ustabil, kanskje etter stort beitepress fra stingsild. Det var et normalt hjuldyrsamfunn, med åtte hovedsakelig pelagiske arter og fem hovedsakelig littorale (strandlevende) arter.

Det ble også tatt et littoralt håvtrekk for å fange opp artsmangfoldet i strandsonen (**tabell 2**). Dette inneholdt færre arter enn den pelagiske prøven, noe som er uvanlig, men skyldes at de fleste artene som hovedsakelig lever littoralt også ble påvist i den pelagiske prøven. Det var bare tre arter (en i hver hovedgruppe) som kun ble påvist littoralt.

De fleste dyreplanktonartene i innsjøen har liten indikatorverdi i forhold til forsurening, men noen av artene forekommer helst i surt vann. Det gjelder hjuldyret *Keratella serrulata*, samt vannloppene *Streblocherus serricaudatus* og *Alona rustica*. Det var også noen moderat forsuringfølsomme arter, som vannloppene *Monospilus dispar* og *Chydorus piger*, og hjuldyrene *Keratella cochlearis* og *Polyarthra spp.* Totalt sett indikerer planktonsamfunnet en relativt næringsfattig og moderat sur innsjø.

Noen av artene som ble påvist i innsjøen foreligger det relativt få registreringer av fra fylket, og kan dermed regnes som forholdsvis sjeldne. Det gjelder hovedsakelig de mudderlevende artene *Monospilus dispar*, *Ilyocryptus cf. cuneatus*, og *Drepanothrix dentata*. Det er imidlertid ikke undersøkt så mange av denne type kystnære lokaliteter, samt at mudderlevende arter i liten grad blir fanget opp av vanlige planktonundersøkelser, så noen av disse artene kan være mer utbredt enn hittil antatt. Hjuldyret *Macrochaetus collinsi* er bare registrert i et par lokaliteter i Hordaland (og Norge) tidligere, men også denne arten er trolig noe mer utbredt.

Tabell 1. Tetthet av dyreplankton (antall dyr per m² og antall dyr per m³) i pelagiske håvtrekk fra Kvernvatnet 20. september 2005.

Gruppe	Art	Antall dyr/m ²	Antall dyr/m ³
Vannlopper (Cladocera)	<i>Alona guttata</i>	2	0,3
	<i>Alona rustica</i>	2	0,3
	<i>Alonella nana</i>	80	11,5
	<i>Alonopsis elongata</i>	2	0,3
	<i>Bosmina cf. longispina</i>	52	7,4
	<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	2	0,3
	<i>Chydorus latus</i>	2	0,3
	<i>Chydorus sphaericus</i>	2	0,3
	<i>Drepanothrix dentata</i>	2	0,3
	<i>Ilyocryptus cf. cuneatus</i>	2	0,3
	<i>Monospilus dispar</i>	5	0,7
	<i>Rhynchotalona falcata</i>	2	0,3
	<i>Streblocerus serricaudatus</i>	7	1
Hoppekreps (Copepoda)	<i>Cyclops abyssorum</i>	9	1,3
	<i>Cyclops scutifer</i>	2	0,3
	<i>Eucyclops</i> sp.	2	0,3
	<i>Eudiaptomus gracilis</i>	57	8,1
	Calanoide nauplier	481	68,7
	Cyclopoide nauplier	2490	355,7
	Calanoide copepoditter	594	84,9
	Cyclopoide copepoditter	170	24,3
Hjuldyr (Rotatoria)	<i>Collothea</i> sp.	32538	4648,3
	<i>Kellicottia longispina</i>	113	16,2
	<i>Keratella cochlearis</i>	13581	1940,2
	<i>Keratella hiemalis</i>	113	16,2
	<i>Keratella serrulata</i>	2	0,3
	<i>Lecane mira</i>	2	0,3
	<i>Lecane lunaris</i>	2	0,3
	<i>Macrochaetus collinsi</i>	85	12,1
	<i>Ploesoma hudsoni</i>	9	1,3
	<i>Ploesoma triacanthum</i>	141	20,2
	<i>Polyarthra major</i>	198	28,3
	<i>Polyarthra cf. remata</i>	28	4
<i>Synchaeta cf. grandis</i>	29 709	4244,1	
Annet	Fjærmygg (Chironomidae)	2	0,3
Totalt		80497	11499,6

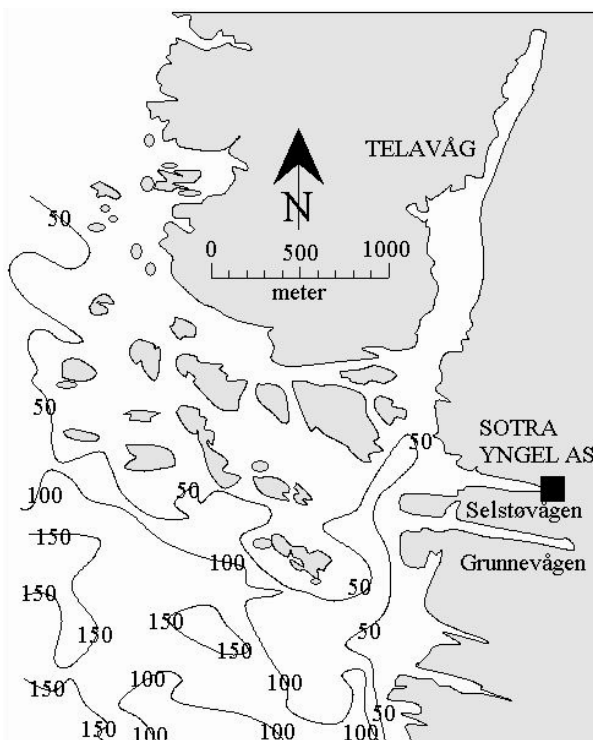
Tabell 2. Arter av dyreplankton i littorale håvtrekk i Kvernvatnet 20. september 2005.

Vannlopper	Hoppekreps	Hjuldyr
<i>Alona rustica</i>	<i>Eucyclops</i> sp.	<i>Collothea</i> sp.
<i>Alonella nana</i>	<i>Macrocyclops</i> sp.	<i>Euchlanis</i> sp.
<i>Alonopsis elongata</i>	calanoide nauplier	<i>Keratella cochlearis</i>
<i>Bosmina cf. longispina</i>	cyclopoide nauplier	<i>Lecane lunaris</i>
<i>Chydorus piger</i>	calanoide copepoditter	<i>Ploesoma hudsoni</i>
<i>Drepanothrix dentata</i>	cyclopoide copepoditter	<i>Ploesoma triacanthum</i>
<i>Monospilus dispar</i>		<i>Synchaeta cf. grandis</i>
<i>Rhynchotalona falcata</i>		
<i>Streblocerus serricaudatus</i>		

Sjøområdene utenfor

Anlegget har sitt utslipp i Selstøvågen. Dette er en smal og ca 450 m lang, vestvendt og terskelfri våg som ved utløpet er ca 15 m dyp. Ved utløpet møter Selstøvågen den sør - nordgående Telavågen der det er over 50 m dypt utenfor Selstøvågen, og det dybdes videre mot sør hvor sjøområdene utvides mot sørvest med dybder på over 150 m dyp (**figur 11**). Selstøvågen ligger ut mot et sjøområde som kun beskyttes av noen øyer mot sørvest og vest før en er ute på det åpne havet og Nordsjøen som nærmeste nabo. Sjøområdet er svært eksponert og værutsatt, og i perioder med dårlige værforhold vil en ha sjødrag helt inn i Selstøvågen. Selstøvågen ventes derfor å ha meget god utskifting og omrøring av vannmassene året rundt.

Figur 11. Enkelt dybdekart over Selstøvågen med tilliggende sjøområder. Dybdene er hentet fra sjøkart for området.



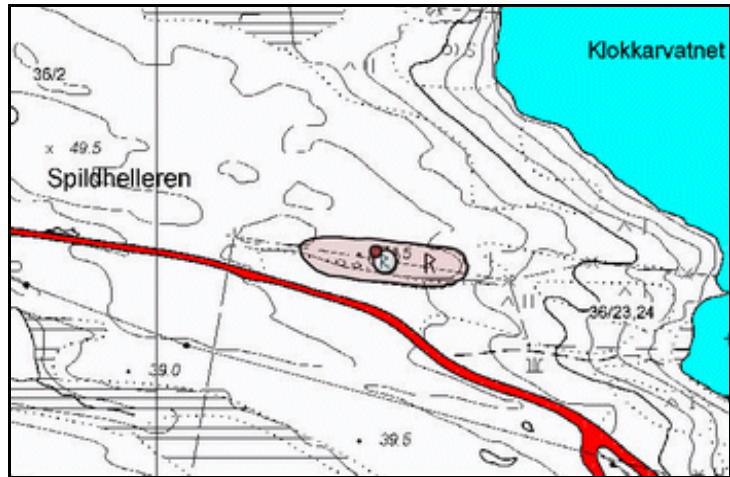
Landskapet, landbruk, kulturminner og andre interesser

Landskapet i området er preget av kystflatens lynchheimlandskap, der det veksler mellom nakne fjellknauser innimellom gress- og myrkledde områder. De landskapsmessige konsekvensene av tiltaket er i første rekke knyttet til senkingen av vannstanden i Kvernavatnet, som ligger godt synlig til langs veien ut til Selstø og Telavåg. En maksimal senking av vannstanden vil tørrlegge mye av det nordvestre bassenget av Kvernavatnet. Utløpselven ligger utenfor innsyn, og denne strekningen er i utgangspunktet allerede regulert. Tiltaket ventes å ha negativ konsekvens for landskap.

Det planlagte tiltaket innbefatter ikke noen beslag av landbruksarealer. Området rundt er i dag i svært liten grad benyttet til landbruk, med unntak av noe plantet granskog og mulig som utmarksbeite. Tiltaket ventes derfor ikke å ha noen konsekvenser for landbruk.

Riksantikvarens database har opplysninger om ett arkeologisk funn i området, nordøst for Kvernavatnet mot Klokkarvatnet, nord for veien. "Spildhelleren" (id nr 15885) er et bosettings- og aktivitetsområde som er automatisk fredet (jf. **figur 12**). Dette ligger like utenfor det aktuelle området, og det er for øvrig ingen arkivopplysninger om automatisk fredete kulturminner eller gjenstandsfunn fra tiltaks- og influensområdet. Det foreligger heller ingen opplysninger om andre kulturminner eller gamle bygninger i området. Basert på eksisterende informasjon er potensialet for eventuelle funn vurdert som liten. Tiltaket ventes derfor ikke å ha noen konsekvenser for kulturminner.

Figur 12. Den arkeologiske registreringen “Spildhelleren” nordøst for Kvernavatnet, mot Klokkarvatnet i Sund kommune (fra Riksantikavrens Askeladden-database for kulturminner).



Det er ikke noe uttak av vann til drikkevann for boliger fra Kvernavatnet eller utløpselven, slik at fraføringen av mer vann fra vassdraget heller ikke vil medføre noen brukerkonflikter. Det er heller ingen tilførsler av næringsstoff fra boliger eller avrenning fra landbruksområder langs den aktuelle elvestrekningen, slik at en redusert vannføring på strekningen ikke vil medføre konsekvenser for vannkvalitet og resipientforhold.

Det er ingen andre interesser eller brukerinteresser knyttet til tiltaksområdene. Det er ikke antatt at det utøves særlig aktivt fritidsfiske i vassdraget, siden det ikke er særlig med fisk der i utgangspunktet. Tiltaket ventes derfor å ha en liten negativ konsekvens for mulighet til å utøve fritidsfiske.

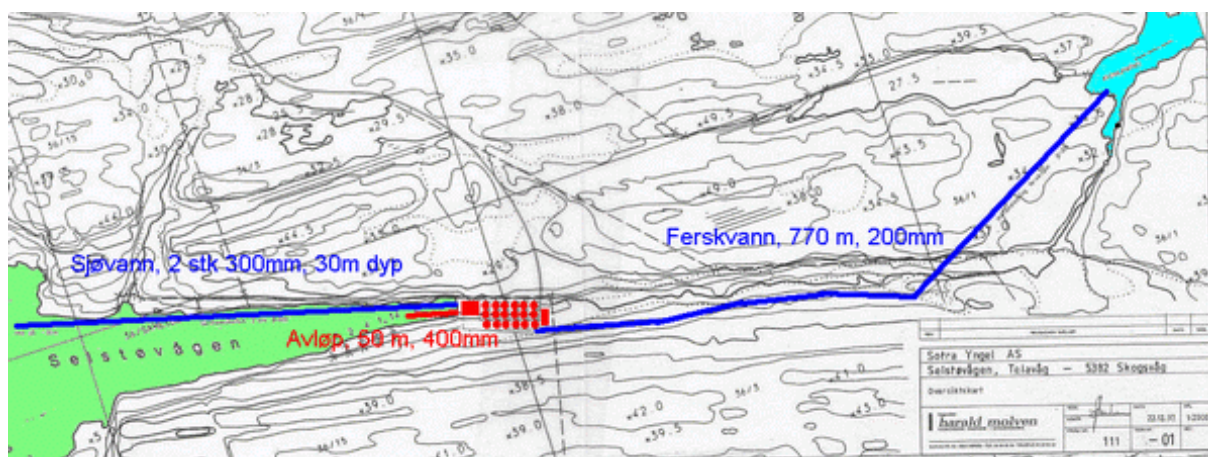
ANLEGGSBESKRIVELSE

Vannforsyning

Anlegget har sitt hovedinntak i Kvernavatnet. Dagens inntaksarrangement består av en ledning på 200 mm PEH som ligger fra anlegget og østover langs elveleiet helt opp til Kvernavatnet. Ledningen ligger i bunnen av elveleiet og et godt stykke innover i Kvernavatnet.

Problemet med dagens inntaksarrangement er at dersom vannet blir tappet lenger ned enn 1 m oppstår det en heverteffekt siden ledningen ligger i elvebunnen under den ca 1 m høye demningen. For å kunne tappe vannet ned ytterligere tre meter skal en 200 mm PEH ledning legges i et ca 320 m langt borehull i fjell fra Kvernavatnet. Inntaket i Kvernavatnet vil bli på ca 4 m dyp i forhold til toppnivået på demningen. Ved utløpet av tunnelen vil ledningen fortsatt følge elveleiet ca 450 meter fram til anlegget (jf. **figur 13**). Dette vil gi ca 12 m fallhøyde mellom inntakspunktet i Kvernavatnet og anlegget, som ligger på ca kote 8. Tilførselskapasiteten vil ligge på ca 10 m³/min.

Anlegget har to sjøvannsinntak med en samlet kapasitet på 7000 l/min. To stk inntaksledninger på 300 mm PEH ligger på ca 30 m dyp ved innløpet til Selstøvågen ca 500 m fra anlegget (**figur 13**). Anlegget har i dag ikke UV-anlegg for sjøvannsbehandling, men dette vil bli bygget i forbindelse med oppgraderingen av anlegget.



Figur 13. Oversikt Sotra Yngel AS, reg. nr. H/S 19 med inntaks- og utslippsarrangement.

Avløp

Avløpsvannet fra settefiskanlegget vil bli ført urensert ut i Selstøvågen gjennom to stk avløpsledninger, som ligger ca 50 m fra land og på 6 m dyp. ($\Phi = 400$ mm PEH).

Anlegget

På anlegget er det klekkeri- og startfôringshall fra tidligere drift. Karkapasiteten ved anlegget vil etter utvidelsen bestå av:

- 3 stk 3 m sorteringskar (vannhøyde 1,5 m) kar à 10,5 m³, totalt 31,5 m³
- 16 stk 8 m kar (vannhøyde 2,4 m) à 120,5 m³, totalt 1930 m³

Med en kartkapasitet på ca 1930 m³ og maksimal fiskemengde i anlegget på 45,4 tonn i løpet av året vil fisketettheten i karet maksimalt bli 23,5 kg/m³.

Sotra Yngel AS har siden anlegget ble kjøpt av de tidligere eierne etter konkursen (kreditor) siden 1995 hatt avtaler med grunneierne når det gjelder avståing av grunn for bygging av anlegget samt legging av inntaksledninger opp i Kvernvatnet og istandsetting av demning til høyde med nåværende stem. Nødvendige hjemmelsforhold er gjort greie for ved søknad om overtaking og drift av anlegget, men siden avtalen ble inngått 10. mars 1995 med en gyldighetsperiode på 10 år, må ny gyldig avtale framskaffes for å kunne dokumentere hjemmelsforholdene. En ny avtale som regulerer disse forholdene vil følge denne søknadsdokumentasjonen.

Anlegget skal benytte oksygentilsetting i hele produksjonssyklusen fra startfôring og fram til levering av smolt. Anlegget benytter ikke oksygentilsetting i klekkeriet. Det vil bli etablert mulighet for inntil 250 % oksygenmetning på råvannet. Som et gjennomsnitt for hele året regner man 200 % oksygenmetning på inntaksvannet.

Ved driftsoksygenering baserer en seg på høyt trykk i gassinnløserer for å få mer gass inn i vannet som skal superoksygeneres. Oksygen blir tilsatt råvannet gjennom delstrømsprispipet da man tar ut en delstrøm og overmetter denne med gass før delstrømmen tilsettes hovedledningen og deretter til hvert kar. F. eks. med Hydro Gas sitt HT system benytter et gasstrykk på opptil 6 bar der en kan oppnå en overmetning på minst 1000 %. Dersom delstrømmen utgjør 15 % av vannmengden i hovedledningen, vil inntaksvannet inn til karet være overmettet til 250 %. Ønskes en høyere innblandingprosent, kan man ta ut en ny delstrøm på samme vannledning og superoksygenerer denne.

Ved karoksygenering benyttest lavtrykksinnløserer, der disse kan dimensjoneres ut fra min - maks belastning med fisk, vannmengder tilgjengelig samt ønsket oksygenmetning i karet. Ved karoksygenering føres en ekstra ledning med overmettet råvann inn til hvert kar. Hydro Gas sine lavtrykksinnløserer evner å komme opp i en metning på langt over 400 % (et trykk på 0,6 - 1,5 bar). Det er således mulig å dimensjonere og tilpasse oksygentilsettingen til den ønskede overmetningen en ønsker på anlegget.

Dette systemet gjør at anlegget har et godt og sikkert opplegg for oksygentilsetting og vannforsyning der anlegget har mulighet til å veksle mellom oksygentilsetting direkte fra tank eller oksygentilsetting fra kjegler på ute- og inneavdelingene. En 200 % metning av inntaksvannet i kombinasjon med bruk av CO₂ karluftere gir ca 87 % vannsparingseffekt, og dette er spesielt gunstig ved høye temperaturer da det står mye fisk i anlegget, som ellers ville hatt et meget stort vannforbruk.

Som et trygghetstiltak for tilførsel av nødoksygen er det på utekarene også planlagt tilsetting av oksygen individuelt til hvert utekar (ARE Oxy Controller). Datastyrt magnetventiler vil automatisk gi tilførsel

av oksygen. Magnetventilene åpner seg ved en nedre grense på 8 mg O₂/l vann, og stenges ved en oksygenmetning på 10 mg O₂/l vann. Dette systemet vil gradvis bli montert på samtlige utekar.

Planlagt produksjon

Sotra Yngel AS legger opp til å produsere følgende grupper med fisk:

- 1.500.000 stk yngel med en snittvekt på rundt 20 gram for levering til andre anlegg
- 300.000 stk høstmolt (0-åringer) med en snittvekt på vel 90 gram for levering i okt/nov
- 450.000 stk vårmolt (1-åringer) med en snittvekt på vel 100 gram for levering i april/mai

Produksjonssyklusen i anlegget er planlagt som følger: Det blir lagt inn lakserogn i desember. Denne blir klekket i januar og ca 1,1 mill stk yngel blir startfôret i februar. Denne går på oppvarmet vann fram til mai, og i slutten av juli blir 600.000 stk yngel med en snittvekt på 20 gram levert til andre anlegg. De resterende 315 000 stk 20 grams yngel danner grunnlaget for produksjon av 300.000 stk 90 grams høstmolt for levering i oktober/november der 80 % skal leveres fra anlegget før 15. november.

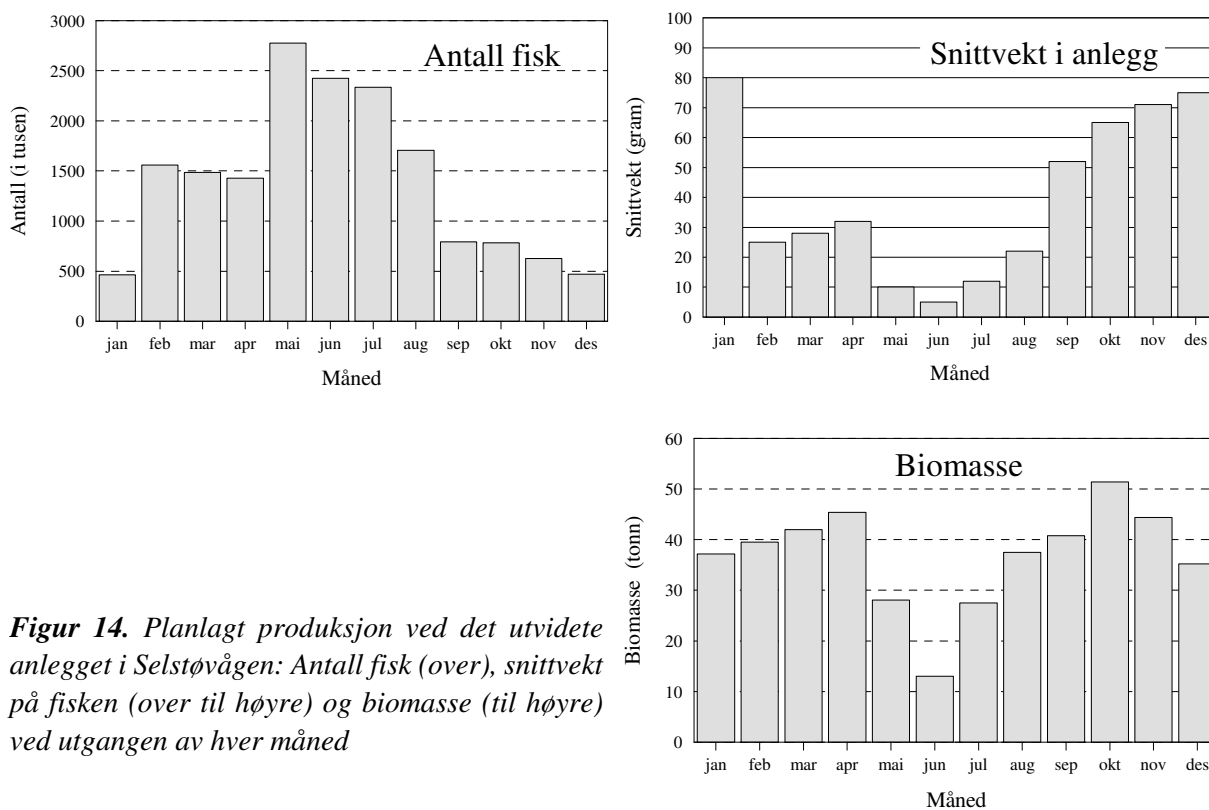
Det blir lagt inn en ny gruppe lakserogn i mars. Denne blir klekket i april, og ca 1,6 mill stk yngel blir startfôret i mai. I slutten av august blir 900.000 stk yngel med en snittvekt på 18 gram levert til andre anlegg. De resterende 495 000 stk 18 grams yngel danner grunnlaget for produksjon av 450.000 stk 100 grams ettåring for levering i april/mai der 80 % skal leveres fra anlegget før 15. mai.

Samlet levert mengde fisk fra anlegget blir 100 tonn, mens samlet årlig produksjon i anlegget vil være på omtrent 104,5 tonn. Det er i disse produksjonsanslagene regnet omtrent 16 % svinn/utsortering i antall fra startfôring og gjennom produksjonssyklusen fram til yngelen og smolten er levert fra anlegget. Dette tapet utgjør en samlet fiskemengde på omtrent 4,5 tonn for hele anlegget (fra **tabell 3**).

Produksjonen er summert opp i **tabell 3**, der en har oppsummert for hver måned det som står i anlegget ved utgangen av hver måned. For hver måned regner en også vannforbruket ut fra utgangsvekten i slutten av samme måneden. Dette gir derfor et noe høyere belegg og vannforbruk enn det som er tilfellet, og gjennomsnittet for hver måned hadde vært riktigere å presentere. Det samme gjelder ved leveranse av fisk, der all fisken er med til utgangen av en måned selv om fisken er kjøpt inn eller levert f. eks. midt i samme måned. Dette er gjort fordi en da benytter "maksimaltall" for belegg i anlegget, slik at en dekker opp for variasjon både i vekst og leveringstidspunkt, og fordi en ved de videre beregninger av vannforbruk hele tiden vil være på den sikre siden.

Tabell 3. Beskrivelse av planlagt driftssyklus i det planlagt utvidete anlegget i Selstøvågen med overslag over fiskemengde ved utgangen av hver måned gjennom året av alle typer fisk, samt samlet mengde i anlegget.

	Høstsmolt				Ettårssmolt				Samlet mengde (tonn)
	Temp °C	snittvekt (g)	antall 1000	mengde (tonn)	Temp °C	snittvekt (g)	antall 1000	mengde (tonn)	
jan					3,5	80	465	37,2	37,2
feb	10	0,4	1100	0,4	3,5	85	460	39,1	39,5
mars	10	1	1030	1	4,5	90	455	41	42
april	10	2,5	975	2,4	6,5	95	452	42,9	45,4
mai	12	5	950	4,8	12	100	1600	22,5	28,1
juni	14	10	925	9,3	14	2,5	1500	3,8	13
juli	15	20	915	18,3	15	6,5	1420	9,2	27,5
aug.	15	40	310	12,4	15	18	1395	25,1	37,5
sept	12	70	305	21,4	12	40	487	19,5	40,8
okt.	9	80	302	24,2	9	56	480	26,9	51
nov	7	90	150	13,5	5	65	475	30,9	44,4
des					4	75	470	35,3	35,3



Figur 14. Planlagt produksjon ved det utvidete anlegget i Selstøvågen: Antall fisk (over), snittvekt på fisken (over til høyre) og biomasse (til høyre) ved utgangen av hver måned

Planlagt vannbruk

Bakerst i rapporten er det et kapittel som kortfattet skisserer utviklingen i settefisknæringen når det gjelder vannbruk og prinsippene for oksygenering av inntaksvannet og ulike former for vannbehandling som etter hvert har blitt rådende i setterfisknæringen. Det henvises til dette kapitlet for en videre gjennomgang utover det som er beskrevet i dette kapitlet.

Forutsetningene for benyttning av oksygenering og spesifikt vannbehov for de forskjellige størrelsene av fisk er spesifisert og følger vanlige aksepterte normer, der vannbehov for laks (**tabell 4**) er hentet fra Gjedrem (1993) sin tabell. Der er vannbehovet regnet ut fra at inntaksvannet holder en oksygenmetning på 95 % (uten oksygentilsetting), og at utløpsvannet skal inneholde 7 mg O₂ pr l vann, som er regnet som nedre grense for optimal tilvekst på settefisken. Ved beregning av spesifikt vannbehov i denne sammenheng (**tabell 4**), er det benyttet en nedre grense på 8 mg O₂ /l vann i avløpet, samtidig som en benytter oksygenering av inntaksvannet til 200% metning. Temperaturen i vannet og gjennomsnittstørrelse på fisken (**tabell 3**) er basert på erfaringsdata fra settefiskanlegget og deres planer for utvidet drift. Tilsetting av desinfisert sjøvann er i bruk gjennom hele produksjonssyklusen der mengde tilsatt sjøvann og % innblanding av det samlede vannforbruket er som følger, og en forutsetter at tilgjengelig oksygen for fisken er den samme ved tilsetting av sjøvann og for rent sjøvann som ved bruk av bare ferskvann.:

Tabell 4. Mengde innblandet sjøvann og prosentvis andel av vannforbruket i forhold til fiskestørrelse.

Fiskestørrelse (gram)	Innblanding (‰)	Andel av vannforbruket (%)
< 1	1	3
1 - 4	2	6
4 - 10	3	8,5
10 - 20	4	11,5
20 - 40	5	14
40 - 50	7	20
50 - 60	15	43
60 - 80	20	57
> 80	35	100

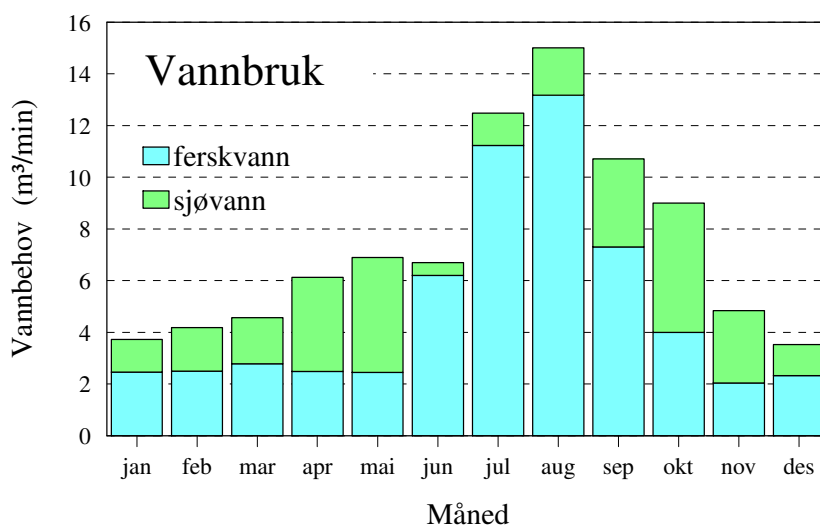
En benytter 6 - 8 uker med lysregime for å få i gang smoltifiseringsprosessen på høstmolten. På høstmolten starter en lysregime i overgangen mellom august og september. Da øker en innblandingen av sjøvann rundt 10. september fra 12 ‰ den første uken til 20 ‰ etter 300 døgngader med lysregime, dvs rundt 25. september. Etter 400 døgngader med lysregime, kan fisken gå på rent sjøvann, dvs fra ca 5. - 10. oktober. Etter avsluttet lysregime rundt 15 - 20. oktober går all høstmolten på rent sjøvann fram til levering. Fisken går deretter på rent sjøvann 1 - 4 uker før levering. Litt forenklet regner man en gjennomsnittlig 17 ‰ innblanding på høstmolten i september, 28 ‰ innblanding i oktober og rent sjøvann i november, som utgjør 49, 80 og 100 % av vannforbruket.

I perioden 1. oktober - 1. februar benytter en 12 ‰ innblanding av sjøvann på ettåringene, som tilsvarer 34 % av vannforbruket. En benytter 10 - 12 uker med lysregime for å få i gang smoltifiseringsprosessen på ettåringene. På ettåringene starter en lysregime i februar, og innblandingen av sjøvann øker til 15 ‰. Etter ca 300 døgngader med lysregime, dvs rundt 10. april øker innblandingen av sjøvann til 20 ‰. Etter 400 døgngader med lysregime, kan fisken gå på rent sjøvann, dvs fra ca 25. april. Etter avsluttet lysregime fra ca 25. april går alle ettåringene på rent sjøvann fram til levering. Litt forenklet regner man en gjennomsnittlig 15 ‰ innblanding på ettåringene i februar og mars, 25 ‰ i april og rent sjøvann i mai, som utgjør 43, 71 og 100 % av vannforbruket. Sjøvannskapasiteten skal bestå av 1 anlegg med UV filter og to inntak som kan levere ca 7.000 l/min.

Tabell 5. Spesifikt vannbehov (mg O/kg fisk) og teoretisk beregnet minimums vannbehov for det planlagte utvidelsen ved Sotra Yngel AS i Selstøvågen. Spesifikt vannbehov for laks i l/min/kg fisk er hentet fra Gjedrem (1993). Spesifikt vannbehov for Sotra Yngel AS er beregnet ut fra beleggstall for anlegget (tabell 3), der O₂-nivået i avløpsvannet ikke skal være lavere enn 8 mg/l og 200 % O₂ metning i inntaksvannet. *) ved spesifikk vannbehov under 0,1 l/kg fisk/min er dette satt som minimum, og samlet forbruk i anlegget er derfor ikke lik summen av de enkelte gruppenes vannbehov.

	Høstsmolt				Ettårssmolt				Samlet i anlegget				
	mg O/kg	l/kg/min	m ³ /min ferskv.	m ³ /min sjøv.	mg O/kg	l/kg/min	m ³ /min ferskv.	m ³ /min sjøv.	m ³ /min	l/kg/min			
jan					1,3	0,1	2,46*	1,27*	3,72	0,07*			
feb	9,2	0,63	0,27	0,01	1,3	0,1	2,23*	1,68*	4,19	0,07*			
mars	6,7	0,46	0,45	0,03	1,5	0,1	2,33*	1,76*	4,57	0,09*			
apr	6,5	0,45	1,03	0,07	1,9	0,12	1,46	3,57	6,12	0,13			
mai	5,7	0,42	1,84	0,16	10,6	2,8	0,79	0,19	0,61	0,02	4,27	6,9	0,25
juni	5,7	0,46	3,88	0,34	8,6	0,69	2,44	0,16	0,16	6,81	0,52		
juli	4,9	0,41	6,63	0,82	6,6	0,55	4,6	0,43	12,5	0,45			
aug	4,5	0,37	3,95	0,64	5	0,41	9,22	1,2	15	0,4			
sept	3,5	0,26	2,79	2,68	3,6	0,27	4,51	0,73	10,7	0,26			
okt	2,6	0,17	0,84	3,37	2,7	0,18	3,17	1,63	9,02	0,18			
nov	2,1	0,13		1,75	1,7	0,1	2,04*	1,05*	4,84*	0,11			
des					1,4	0,1	2,33*	1,20*	3,53*	0,08			

Figur 16. Teoretisk minimums vannbehov ved Sotra Yngel AS i Selstøvågen etter utvidelse, basert på tallene i tabell 3 og 5 foran. Blå del av søyle er ferskvannsbehovet og grønn del av søyle er sjøvannsbehovet.



I perioden november - mars forutsettes det et spesifikt vannbehov på 0,1 l/kg fisk/min selv om behovet er lavere. Dette for å opprettholde et vist minimum av strøm i karene for internsirkulasjon og selvrensing samt at fisken også skal opprettholde det ordinære svømmemønsteret.

Siden anlegget ikke har vært i drift på mange år, så foreligger det i dag ikke noe system for driftsoxygenisering av inntaksvannet, men når anlegget kommer i drift vil det bli investert i nødvendig utstyr for dette.

Som et trygghetstiltak for tilførsel av nøddoksygen er det også mulig å tilsette oksygen individuelt til hvert utekar (f. eks ARE Oxy Controller). Datastyrte magnetventiler vil automatisk gi tilførsel av oksygen.

Magnetventilene åpner seg ved en nedre grense på 8 mg O₂/l vann, og stenges ved en oksygenmetning på 10 mg O₂/l vann. Anlegget har ikke et sånt system i dag, men ved utvidelsen av produksjonen vil opplegget for oksygenering blir vurdert og utvidet etter behov.

Det er ikke ønskelig at det er noe særlig mer enn 150 % oksygenmetning i karene. Dette blir tilpasset ved den mengde oksygenovermettet vann som kommer inn i anlegget, slik at fisken forbruker oksygen av det vannet som kommer inn i anlegget.

Sotra Yngel AS har heller ikke hatt system for intern sirkulasjon og utlufting av CO₂ i utekarene, men karluftere vil bli installert på noen av utekarene, og etter hvert som produksjonen økes vil karluftere bli installert på hvert kar. Slike karlufterne sørger for at CO₂ nivået i produksjonsvannet ikke overstiger 15 - 20 mg CO₂/liter, slik at en kan redusere det faktiske vannforbruket til under 0,1 l/min/kg fisk på høye sommertemperaturer. Ved full produksjon på anlegget vil karluftere bli benyttet mer eller mindre kontinuerlig.

Det gjøres oppmerksom på at våre vannberegninger kun tar utgangspunkt i en 200 % oksygenmetning av råvannet, og at bruk av karluftere og individuell oksygentilsetting i hvert kar i perioder med høyt vannbehov vil redusere vannbehovet f. eks. i perioden juni - september fra henholdsvis 0,52 l, 0,45 l, 0,40 l og 0,26 l/min/kg fisk til 0,1 l/min/kg fisk (jf. **tabell 5**). Dette vil redusere forbruket i perioden juni - september fra henholdsvis 6,8 m³, 12,5 m³, 15,0 m³ og 10,7 m³/min til henholdsvis 1,3 m³, 2,75 m³, 3,75 m³ og 4,08 m³/min. Av dette vil ferskvannforbruket utgjøre henholdsvis 1,3 m³, 2,65 m³, 3,45 m³ og 3,8 m³/min.

Våre beregninger av vannbehov forutsetter også at fisken står i anlegget hele måneden selv om den f. eks blir levert innen midten av måneden (jf. **tabell 3**). Vannforbruket i november og mai vil bli lavere enn beregnet all den tid 80 % av fisken skal være levert innen utgangen av månedene.

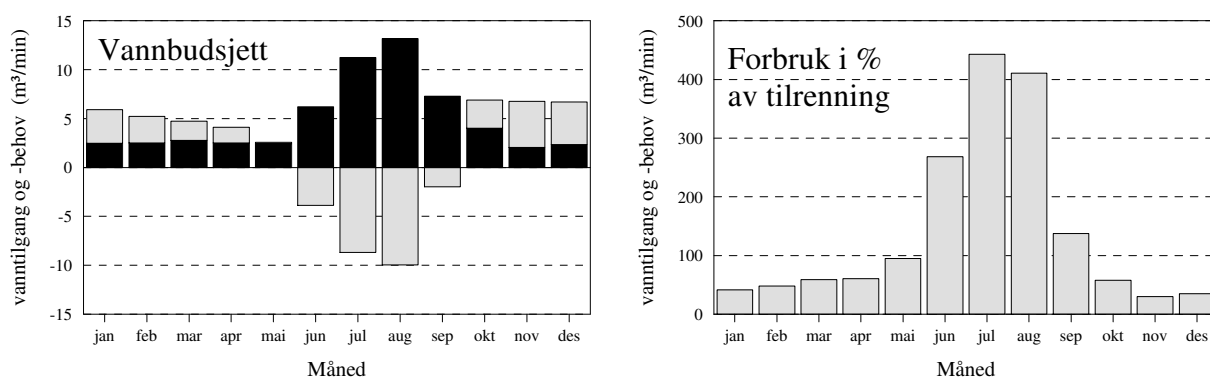
Med bare 200 % driftsoksygenering av råvannet synes leveringskapasiteten av ferskvann å være noe knapp i perioden juni - september, og det forutsetter bruk av karluftere i denne perioden. Dette vil særlig være tilfelle dersom temperaturen på råvannet periodevis blir høyere enn gjennomsnittstemperaturen da dette vil øke vannbehovet.

DISKUSJON MED KONSEKVENSVURDERING

Sotra Yngel AS, reg. nr. H/ 19 har siden 2003 hatt konsesjon for produksjon av 250.000 sjødyktig settefisk, og søker nå om utvidelse av konsesjonen til 750.000 sjødyktig settefisk. Den omsøkte produksjonen omfatter i hovedsak tre grupper fisk: 1,5 mill yngel, 300.000 stk høstsmolt og 450.000 stk ettårsmolt. Anlegget henter sitt vann fra Kvernavatnet, som har et 1,3 km² stort nedbørfelt. Nedtapping av innsjøen i perioder med for lite vann, skal sammen med bruk av UV-behandlet sjøvann, oksygenering og karluftere benyttes for å sikre produksjonen av fisk. Anlegget har i dag utslipp i Selstøvågen 50 meter utenfor anlegget på 6 meters dyp.

Vannbudsjett i et normalår og risiko for tørke

Den gjennomsnittlige årlige tilrenning til Kvernavatnet er 4,7 m³/min. Minst tilrenning er det i mai med 2,5 m³/min i et gjennomsnittsårlig år og vel 3 m³/min i august. Størst vannbehov har anlegget på sommeren når alle tre gruppene med fisk samtidig står i anlegget og fram mot salget av høstsmolten. I et gjennomsnittsårlig år vil dette bety at en planlegger å benytte mer enn 100% av tilrenningen i hele perioden fra mai til og med september, og over 400% av tilrenningen i juli og august (**figur 17**).



Figur 17. Til venstre: Månedlig teoretisk minimums vannbehov (sort del av søyle) for 750 000 stk laks sett i forhold til gjennomsnittlig månedlig vanntilgang (grå søyler). Nedover-søyler viser overforbruk av vann. For beregning av vannbehov vises til teksten foran. **Til høyre:** Teoretisk minimums vannbehov som % av gjennomsnittlig tilrenning.

Dette krever at en har et betydelig vannmagasin som sikrer behovet i et gjennomsnittsårlig år, men også i år med mindre nedbør og eventuelle tørkeperioder. Beregninger av tilrenning fra naboinnsjøen Kjørelen (Holmquist 2004) viser at sannsynligheten er stor for betydelig lavere tilrenning enn gjennomsnittet. I tre av fire år vil det være under 4 m³/min i tilrenning i månedene mai til juli, og i halvpartene av årene er det under 2 m³/min tilrenning i juli (**tabell 6**).

Tabell 6. Sannsynlighet for at tilrenningen er mindre enn angitte grenser i de ulike månedene. Tallene er hentet fra **vedleggstabell 1** bakerst i rapporten og er også vist i **figur 4** på side 6.

Måned	< 0,5 m ³ /min	< 1 m ³ /min	< 2 m ³ /min	< 3 m ³ /min	< 5 m ³ /min
Mai	4 %	12 %	38 %	71 %	94 %
Juni	6 %	23 %	54 %	74 %	91 %
Juli	4 %	16 %	46 %	71 %	90 %
August	4 %	6 %	29 %	51 %	84 %

Tabell 7. Oversikt over magasinets varighet og nedtappingshastighet ved ulike tappingsrater i forhold til tilrenning. Tappingsrate blir et resultat av antatt forbruk minus aktuell tilrenning, som kan variere i forhold til oppgitte sannsynligheter i **tabell 6** foran.

Tapping utover tilrenning i m ³ /min	4	7	10	13
Senking av magasinet cm/døgn	3 - 6	5 - 11	7 - 16	9 - 20
Varighet av magasinet i døgn	97	55	39	30

I et gjennomsnittså vil en ikke tappe magasinet i mai. I ett av åtte år vil det imidlertid være en tilrenning på under 1 m³/min og dermed et behov for å tappe magasinet i mai med 1,5 m³/min, og magasinet blir i mai tappet ned med 35 cm og 12 %.

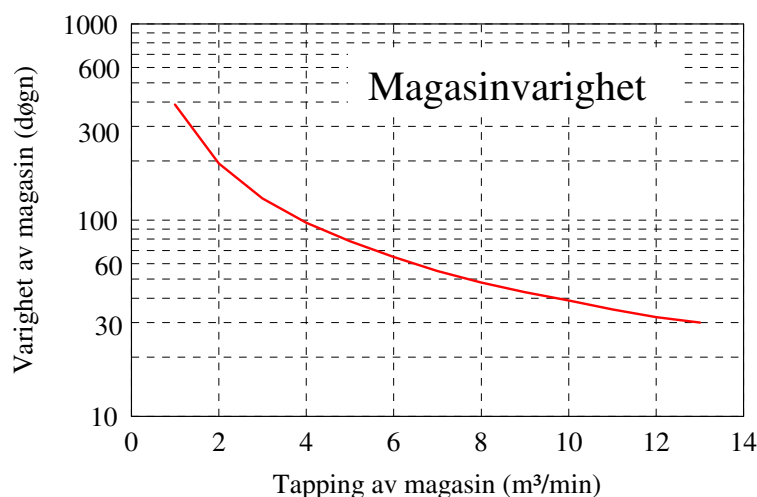
I et gjennomsnittså vil en tappe magasinet i juni 4 m³/min mer enn gjennomsnittlig tilrenning. Det vil tappe 30 % av magasinet. I ett av fire år vil det imidlertid være tilrenning under 1 m³/min, og behov for å tappe over 5 m³/min som utgjør 39% av magasinet.

I juli vil en i et gjennomsnittså tappe magasinet 9 m³/min mer enn gjennomsnittlig tilrenning. Det vil tappe 70 % av magasinet, og hvis det da var nedtappet også i juni så er det tomt.

I august vil en i et gjennomsnittså tappe magasinet 10 m³/min mer enn gjennomsnittlig tilrenning. Det vil tappe 77 % av magasinet, og hvis det da var nedtappet også i juli så er det tomt. Dersom det er tørke, vil en kunne tappe ned med hele 13 m³/min, som tømmer hele magasinet på en måned.

Dette viser at anlegget har alt for lite vann til den omsøkte produksjonen dersom inntaksvannet bare skal oksygeneres 200 %.

Figur 18. Oversikt over magasinets varighet og nedtappingshastighet ved ulike tappingsrater i forhold til tilrenning.



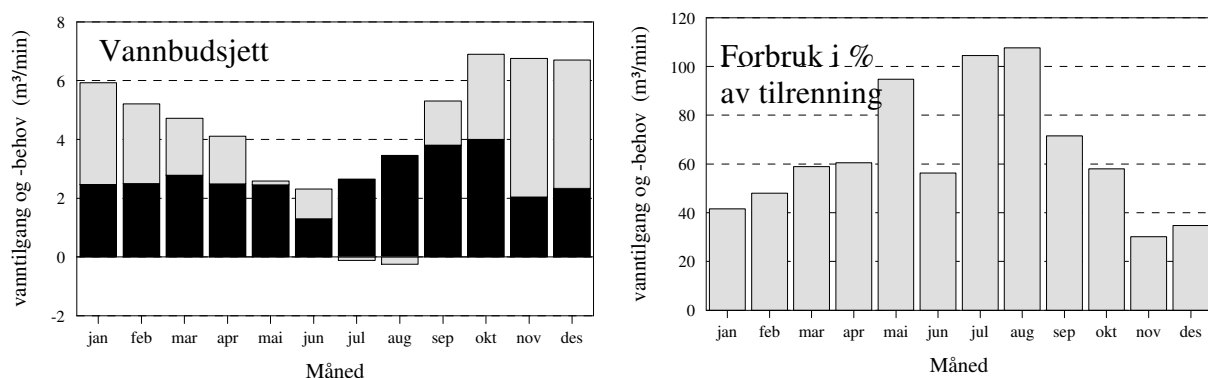
For at anlegget skal ha nok vann til å kunne produsere smolt og yngel, finnes det flere alternativer:

- redusere den omsøkte produksjonen av smolt og yngel
- øke magasinet i Kvernvatnet ved f. eks å heve demningen 1 m.
- øke oksygeneringen av råvannet til 300 %
- endre produksjonsprofilen for å redusere vannforbruket i perioden juni - september
- resirkulere vann
- resirkuleringskar
- øke mengden sjøvann i produksjonen
- individuell oksygenering på hvert utekar og bruk av karluftere for fjerning av CO₂.
- overføring av vann fra andre vassdrag

Det er ikke aktuelt for søker å redusere den omsøkte produksjonen, så det blir lagt opp til å tilpasse vannforbruket i forhold den tilgjengelige vannmengde anlegget har. Søker har konkrete planer om å få til en overføring av overskuddsvann fra nabovassdraget Kjørelen. Dette er imidlertid en komplisert og omstendelig prosess å få på plass der alle impliserte parter må involveres (Fjell og Sund kommune og grunneiere). Det kreves også en søknad om konsesjon etter vannressursloven til NVE. Vannet må også UV- eller ozonbehandles siden det er anadrom oppgang av villfisk til Kjørelen.

Det mest realistiske forslaget i forhold til denne søknaden er å se på en løsning som involverer bruk av karluftere og individuell oksygentilsetning i hvert kar. Dette er en teknologi som har vært i bruk med godt resultat i settefisknæringen i 10 år, og som erfaringsmessig reduserer vannforbruket til under 0,1 l/min/kg fisk også ved høye sommertemperaturer.

Ved bruk av karluftere vil dette redusere ferskvannsforbruket til henholdsvis 1,3 m³, 2,65 m³, 3,45 m³ og 3,8 m³/min i perioden juni - september (jf. side 20 i rapporten). I et gjennomsnittså vil dette bety at en planlegger å benytte omtrent 100% av tilrenningen i mai og litt mer enn 100 % av tilrenningen i juli og august når en samtidig benytter karluftere på anlegget (**figur 19**).



Figur 19. Til venstre: Månedlig teoretisk minimums vannbehov (sort del av søyle) for 750 000 stk laks ved bruk av karluftere i perioden juni - september sett i forhold til gjennomsnittlig månedlig vanntilgang (grå søyler). Nedover-søyler viser overforbruk av vann. For beregning av vannbehov vises til teksten foran. **Til høyre:** Teoretisk minimums vannbehov som % av gjennomsnittlig tilrenning.

I et gjennomsnittså vil en ikke tappe magasinet i juni. I ett av fire år vil det imidlertid være tilrenning under 1 m³/min, og behov for å tappe 0,3 m³/min som utgjør bare 2,5 % av magasinet.

I juli vil en i et gjennomsnittsårlig tappe magasinet bare 0,1 m³/min mer enn gjennomsnittlig tilrenning. Hvert 6. år vil det imidlertid være tilrenning under 1 m³/min, og behov for å tappe 1,65 m³/min som utgjør 15 % av magasinet.

I august vil en i et gjennomsnittsårlig tappe magasinet 0,25 m³/min mer enn gjennomsnittlig tilrenning. Det vil tappe 2 % av magasinet. Hvert 17. år vil det imidlertid være tilrenning under 1 m³/min, og behov for å tappe 2,45 m³/min som utgjør 22 % av magasinet. Dersom det tilfeldigvis skulle bli en tilrenning på under 1 m³/min i juli og august, vil nedtappingen av magasinet likevel ikke bli høyere enn 37 %. I september vil det bare være ca hvert 8. år at vannføringen er under 2 m³/min, og behovet for å tappe 1,8 m³/min utgjør utgjør 16 % av magasinet. **Under forutsetning av bruk av karluftere i perioden juni - september ser en at magasinet vil være tilstrekkelig også i lengre perioder med liten tilrenning til magasinet.**

Konsekvenser for fisk og ferskvannsbiologi

Det ble ikke fanget fisk (aure) hverken i innløpsbekkene til Kvernavatnet eller i Kvernavatnet. Det planlagte inngrepet ventes ikke å ha noen betydning for fisk eller fiske i vassdraget.

Konsekvenser for andre interesser

Den planlagte utvidelsen ventes ikke å ha noen konsekvens for biologisk mangfold og verneinteresser på land. Tiltaket forventes heller ikke i nevneverdig grad å ha noen negativ konsekvens for landskapet, landbruk, kulturminner og andre interesser. Ved nedtapping av Kvernavatnet vil imidlertid tørrelegge mye av det nordvestre bassenget av Kvernavatnet.

Utslipp til sjø

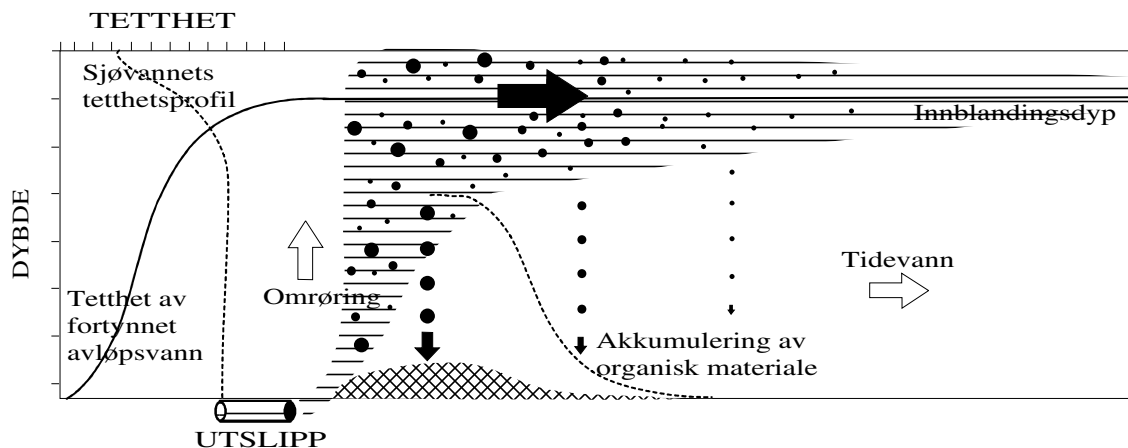
Anlegget vil ha sitt utslipp ca 40 meter fra land og på 6 meters dyp. Ut fra den omsøkte produksjonen vil det bli produsert ca 115 tonn i året ved anlegget. Fôrbruken vil bli ca 130 tonn i året (fôrfaktor ca 1,15). Ved den nåværende konsesjonen på 250 000 stk sjødyktig settefisk ble den årlige fôrbruken i utslippstillatelsen fra Fylkesmannen i Hordaland, miljøvernvedlegg datert 30. september 1998 stipulert til 35 - 40 tonn. Det vil således bli en tredobling av fôrbruken ved den omsøkte produksjonen. I den samme utslippstillatelsen krever Fylkesmannen at utslippsledningen legges minst 350 meter ut i Selstøvågen og på minst ti meters dybde på en slik måte at det ikke blir gjennomslag til vannoverflaten. Dette kravet begrunnes med at det planlagte utslippet inne i vågen kan gi grunnlag for lokal forurensing.

Fylkesmannen gir i samme utslippstillatelsen en åpning for at avløpet kan legges lenger inne i vågen. Dette forutsetter at en kompetent fagsinstans først gir en vurdering av mulige forurensningsvirkninger ved det alternative utslippspunktet. Det må da utføres en vurdering av bunnforholdene og vannutskiftingen i resipienten. I tillegg bør det gjennomføres en analyse av de viktigste strømretningene mellom 0 og 30 m dyp i området. Uttalelsen fra fagsinstansen skal vurderes av fylkesmannen før annen plassering av avløpspunktet blir bestemt.

Denne uttalelsen ble gitt for 7,5 år siden, og etter dette er det gjort mange undersøkelser som viser hvordan en kan forvente at påvirkningen fra det omsøkte utslippet vil påvirke omgivelsene. Selv om det omsøkte utslippet ligger innerst i Selstøvågen er det liten sannsynlighet for at miljøpåvirkningen vil være noe annet

en helt lokal og moderat og begrense seg til avløpet og i en avstand på maksimalt 10 - 20 m fra avløpet. Dette er fordi avløpet i utgangspunktet ligger i en våg som er åpen og terskelfri og som ligger i tilknytning til svært åpne og eksponerte sjøområder helt vest i Sund kommune. Store deler av året vil det blåse såpass at havdønninger skaper et drag som går helt inn i Selstøvågen, og ved kulig og storm vil dette draget bli så sterkt at det vil støvsuge sjøbunnen for avsetninger ved og rundt avløpet. Dette vil bidra til at de negative miljøeffektene ved det omsøkte utslippet blir helt marginal, og erfaringsmessig har vi også sett at det er en fordel om avløpet ikke ligger så dypt da dette vil gi en større spredningseffekt i de øvre vannlagene ved "mye" vær og stor omrøring i vannmassene. Det er også positivt at den eksponerte og vestvendte plasseringen av Selstøvågen ut mot åpne sjøområder med god utskifting vil gi relativt gode strømforhold både i overflaten og ned til det omsøkte utslippet på 6 m dyp selv uten så mye sjødrag i roligere værperioder.

Et slikt ferskvannsutslipp til en sjøresipient vil bli spredd bort fra utslippsstedet selv så pass langt inne i Selstøvågen. Fordi utslippet har lavere tetthet enn sjøvannet, vil det stige mot overflaten, og de partikulære tilførslene spres effektivt bort fra utslippstedet med tidevannet. Det vil ikke akkumulere særlig mye stoff annet enn eventuelt små mengder direkte ved selve utslippet, og avfall fra anlegget vil effektivt blir spredd utover et større område og omsatt i sedimentene.



Figur 20. Prinsippskisse for et ferskvannsutslipp i sjø, uten gjennomslag til overflaten og kun lokal sedimentering av organiske tilførsler i resipientens umiddelbare nærhet til utslippspunktet.

Ved et slikt avløp vil de finpartikulære tilførslene spres effektivt vekk fra utslippstedet med tidevannet (**figur 20**), og ved mye regn vil også ferskvann fra elven inne i Selstøvågen bidra til ytterligere spredning av partikler fra utslippet. Bare de største partiklene vil sedimentere lokalt ved selve utslippet. Lenger bort fra utslippet vil strømhastigheten etter hvert avta og være avhengig av de generelle strømforholdene i sjøområdet. Det vil da være mer "sedimenterende forhold" ettersom vannhastigheten avtar, og partikler med stadig mindre størrelse vil sedimentere ut. Der vil naturlig nedbryting kunne holde tritt med tilførslene dersom det er god tilgang på oksygen ved tilførsel av friskt vann over sedimentet.

Undersøkelser fra tilsvarende utslipp som ligger noe innestengt, men i tilknytning til svært eksponerte sjøområder med gode utskiftingsforhold viser derfor at det kun er mulig å spore miljøeffekter i den umiddelbare nærhet av selve utslippet. Et eksempel på dette er Vespestadvågen på søre Bømlo (Johnsen & Tveranger 2001). Flere undersøkelser utført i relativt innestengte sjøområder der noen av disse også er terskleter viser også at miljøeffekten er helt lokal der som en har gode utskiftingsforhold i området rundt

selve utslippet. Dette gjelder f. eks. Gjøravågen på Bømlo (Johnsen 2002, Tveranger og Johnsen 2004), Kassosen på Bømlo (Johnsen & Tveranger 2002), Storebøvågen i Austevoll (Johnsen m. fl. 2002a, Brekke m. fl. 2005a) Salpevika på Tysnes (Johnsen m. fl. 2002b, Brekke m. fl. 2005b) og Hjelmåsvågen i Lindås (Tveranger & Johnsen 2003). Denne relativt omfattende dokumentasjonen taler for at miljøeffekten av det omsøkte utslippet inne i Selstøvågen på 6 m dyp vil avgrense seg til selve utslippet og dets umiddelbare nærhet. Det er overveiende sannsynlig at anlegget med den omsøkte produksjonen i liten grad vil påvirke miljøet i Selstøvågen negativt selv med et utslipp som omsøkt helt inne i Selstøvågen på 6 m dyp. Dette kan eventuelt undersøkes etter noen års drift for å få vurdert effekten av utslippet.

Konklusjon

En utvidelse av kapasiteten til 750 000 mill stk sjødyktig settefisk og 1,5 mill stk 20 grams yngel vil medføre økning både i vannbehov og i utslipp til resipienten. De foreliggende planer for utvidelsen, kan oppsummeres som følger:

- Den planlagte produksjonssyklusen vil medføre at anlegget bare med en 200 % oksygenering av inntaksvannet og bruk av sjøvann ikke har nok ferskvann til den omsøkte kapasitetsutvidelsen. Dette gjelder både i en situasjon med normal avrenning og i ekstremår med lite nedbør i perioden juni – september. Allerede i juli vil magasinet kunne være tomt ved en 6 - 8 ukers tørkeperiode. Dersom anlegget benytter karluftere og individuell oksygentilsetting i hvert kar i perioden juni - september, vil vannbehovet bli redusert til 0,1 l/min/kg fisk eller lavere. Magasinet vil teoretisk maksimalt bli nedtappet ca 40 % ved to måneders tørke i perioden juli - august. Anlegget vil da ha nok magasinkapasitet til å møte lengre perioder med lav tilrenning i den perioden av året med de høyeste temperaturene, det høyeste belegget og den laveste tilrenningen.
- Den planlagte utvidelsen ventes ikke å ha noen konsekvens for biologisk mangfold og verneinteresser på land. Tiltaket forventes heller ikke i nevneverdig grad å ha noen negativ konsekvens for landskapet, landbruk, kulturminner og andre interesser. Ved nedtapping av Kvernavatnet vil imidlertid tørrlegge mye av det nordvestre bassenget av Kvernavatnet.
- Regulering av Kvernavatnet på 4 m vil ikke få noen betydning for fisk eller fiske i vassdraget. Det ble ikke fanget fisk (aure) i Kvernavatnet eller i innløpsbekkene til Kvernavatnet. Det ble fanget noen aure i utløpsbekken nedenfor demningen.
- Økningen i utslipp til Selstøvågen vil i liten grad medføre en økt belastning på resipienten siden denne ligger ut mot ekponerte sjøområder med stor vannutskifting. Det aller meste av tilførslene vil bli ført bort fra utslippspunktet og blir fordelt over bunnarealer med god evne til å bryte ned tilførslene. Bare i utslippets umiddelbare nærhet vil det kunne bli en mindre lokal effekt.

REFERANSER

BJØRKEVOLL, I., A.T.MJØS & O.OVERVOLL 2003

Viltet i Sund. Kartlegging av viktige viltområde og status for viltartane
Sund kommune & Fylkesmannen i Hordaland, MVA-rapport 1/2006,
ISBN 82-8060-050-7, 46 sider + vedlegg.

BREKKE, E., G. H. JOHNSEN & B. TVERANGER 2005a.

Resipientundersøkelse av Austre Storebøvågen, Austevoll kommune, sommeren 2005
Rådgivende Biologer AS, rapport 848, 25 sider, ISBN 82-7658-441-1.

BREKKE, E., G. H. JOHNSEN & B. TVERANGER 2005b.

Kombinert MOM B og MOM C-resipientundersøkelse av Salpevika, Tysnes kommune, sommeren 2005.
Rådgivende Biologer AS, rapport 858, 33 sider, ISBN 82-7658-452-7.

GJEDREM, T. 1993.

Fiskeoppdrett. Vekstnæring for distrikts-Norge.
Landbruksforlaget AS, 383 sider, ISBN 82-529-1398-9

HOLMQVIST, E. 2004.

Vannuttak Kjørelen, virkning på avløp og vannstand.
NVE 2004-00163, 7 sider + vedlegg.

JOHNSEN, G.H. 2002.

Dokumentasjonsvedlegg til søknad om utvidelse ved Bremnes Fryseri AS (reg.nr. H/B 05)
avdeling Gjøravågen på Bømlo
Rådgivende Biologer AS, rapport 557, 21 sider.

JOHNSEN, G.H & B.TVERANGER. 2001.

Resipientvurdering av Vespestadvågen juni 2001
Rådgivende Biologer as. Rapport nr 529, 16 sider, ISBN 82-7658-356-3

JOHNSEN, G.H. & B.TVERANGER 2002.

Strømmålinger samt kombinert MOM B og MOM C-resipientundersøkelse av Kassosen,
Bømlo kommune, våren 2002
Rådgivende Biologer AS Rapport nr 589, 39 sider, ISBN 82-7658-379-2.

JOHNSEN, G.H., E.BREKKE & B.TVERANGER 2002a.

Resipientvurdering av Austre Storebøvågen, Austevoll kommune, høsten 2001
Rådgivende Biologer AS, Rapport nr 569, 17 sider. ISBN 82-7658-373-3.

JOHNSEN, G.H., E.BREKKE & B.TVERANGER 2002b.

Kombinert MOM-B og MOM-C-resipientundersøkelse av Salpevika, Tysnes kommune, sommeren 2002.

Rådgivende Biologer AS, rapport 597, ISBN 82-7658-386-5, 25 sider.

NVE 2002.

Avrenningskart over Norge. Referanseperiode 1.9.1960 - 31.8.1990.

NVE. Vassdragsdirektoratet, Hydrologisk avdeling

TVERANGER B. & G.H. JOHNSEN 2003.

Strømmålinger samt kombinert MOM B- og MOM C-resipientundersøkelse av Hjelmåsvågen, Lindås kommune, høsten 2002

Rådgivende Biologer AS. Rapport nr 632, 37 sider, ISBN 82-7658-205-2.

TVERANGER, B & G. H. JOHNSEN 2004.

Resipientvurdering av Gjøravågen, Sakseidvågen og Lindøyosen februar 2004

Rådgivende Biologer AS, rapport 716, 30 sider, ISBN 82-7658-244-3.

VEDLEGGSTABELL VANNFØRING

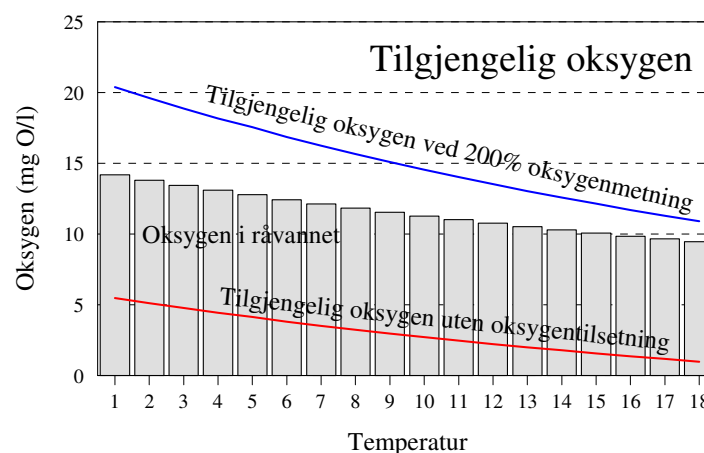
Vedleggstabell 1. Varighetstabell for tilrenning til Kvernavatnet for de ulike månedenes vannføring, vist som akkumulert frekvens for de ulike vannføringsintervall. Tallene er omregnet fra vannføringsmålinger for det nærliggende feltet til Kørelen, fra et NVE notat til Fjell kommune (Holmquist 2004) der en baserer seg på vannføringsmålinger fra 1934 (sannsynligvis fra målestasjonen i Oselven).

m ³ /min	jan	feb	mars	april	mai	juni	juli	august	sept	okt	nov	des
< 0,5	0,0	0,0	0	1,4	4,3	5,8	4,3	4,3	1,4	0,0	0,0	0,0
< 1,0	0,0	2,9	2,9	1,4	11,6	23,2	15,9	5,8	1,4	0,0	1,4	0,0
< 1,5	0,0	8,7	4,3	4,3	26,1	40,6	33,3	18,8	5,8	2,9	1,4	1,4
< 2,0	7,2	17,4	11,6	7,2	37,7	53,6	46,4	29,0	13	2,9	2,9	1,4
< 2,5	11,6	20,3	23,2	20,3	55,1	59,4	56,5	42	17,4	7,2	4,3	4,3
< 3	17,4	24,6	29	27,5	71	73,9	71	50,7	18,8	13,0	5,8	5,8
< 4	26,1	42,0	46,4	52,2	81,2	84,1	87	66,7	27,5	18,8	15,9	14,5
< 5	49,3	50,7	58	72,5	94,2	91,3	89,9	84,1	40,6	31,9	29,0	29,0
< 6	53,6	63,8	68,1	88,4	94,2	97,1	94,2	95,7	66,7	37,7	43,5	40,6
< 7	68,1	73,9	84,1	94,2	100	100	98,6	97,1	79,7	56,5	62,3	53,6
< 8	73,9	79,7	91,3	95,7	100,0	100,0	98,6	98,6	87	66,7	66,7	69,6
< 9	88,4	88,4	91,3	97,1	100,0	100,0	98,6	100,0	94,2	73,9	78,3	82,6
< 10	92,8	91,3	97,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,7	82,6	85,5	88,4
> 10	100,0	100,0	100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100	100,0	100,0	100

VEDLEGG OM VANNBRUK I SETTEFISKOPPDRETT

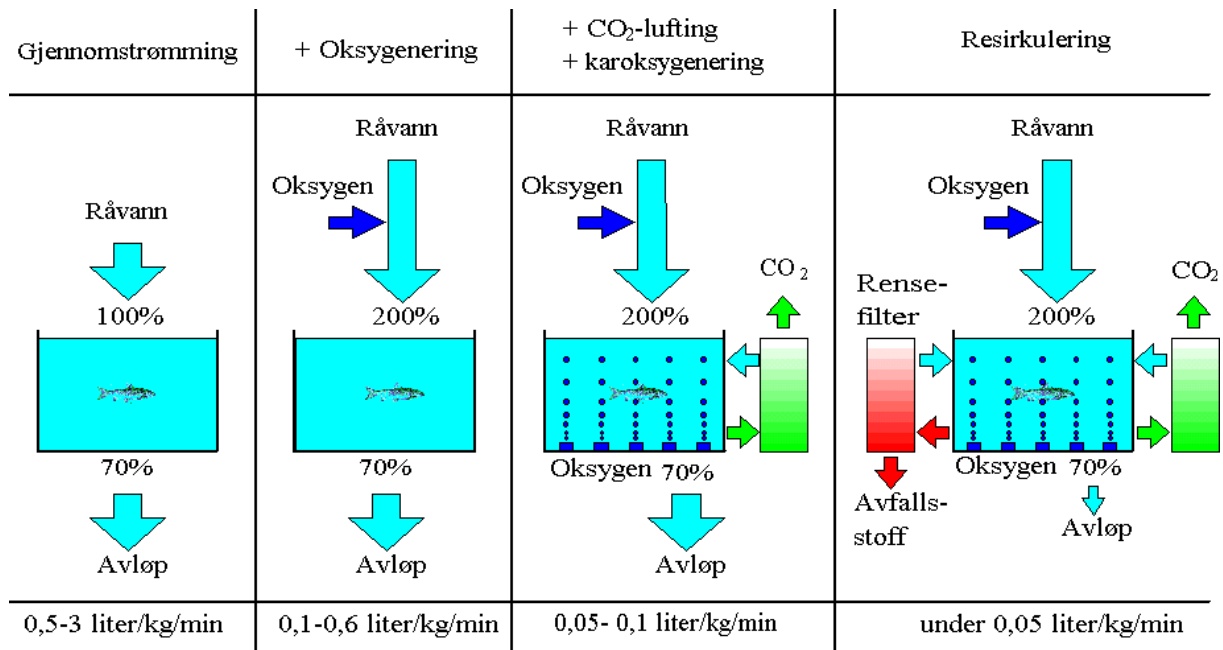
Det har skjedd en rivende utviklingen i utnyttelsen av vann i settefiskproduksjon. Utgangspunktet er at fisken skal ha tilgang på rent vann med tilstrekkelig med oksygen. Dersom man kun benytter oksygenet som er tilgjengelig i råvannet, og har krav om at avløpsvannet skal ha minst 7 eller 8 mg O/l, vil bare en liten del av oksygenet være tilgjengelig (rød linje i **figur A**). Dette var utgangspunktet i næringens tidlige fase, da *gjennomstrømningsopplegg* var dominerende (til venstre i **figur B**). Det var da vanlig å regne at en trengte minst 1 liter vann pr kg fisk pr minutt, og gjerne opp mot både 2 og 3 l / kg / min.

Figur A. Tilgjengelig oksygen i ulike vann-kvaliteter avhengig av temperatur: Oksygen i råvannet (grå søyler), tilgjengelig andel for fisken (rød linje) og tilgjengelig for fisk ved 200 % oksygenmetning (blå linje).



Det er nå vanlig å *tilsette oksygen til driftsvannet* slik at tilgjengelig oksygenmengde i innløpet til karene er større. Med samme krav til konsentrasjon i avløpet, kan en da produsere mange ganger så mye fisk på en liter vann ved 12°C som en ellers kunne gjort (blå linje i **figur A**). Ved driftsoksygenering baserer en seg på høyt trykk i gassinnløpere for å få mer gass inn i vannet som skal superoksygeneres. Oksygen blir tilsatt råvannet gjennom delstrømsprisippet da man tar ut en delstrøm og overmetter denne med gass før delstrømmen tilsettes hovedledningen og deretter til hvert kar. Feks. Benytter Hydro Gas sitt HT system et gasstrykk på opptil 6 bar der det kan oppnås en overmetning på minst 1000 %. Dersom delstrømmen utgjør 15 % av vannmengden i hovedledningen, vil inntaksvannet inn til karet være overmettet til 250 %. Ønskes en høyere innblandingsprosent, kan man ta ut en ny delstrøm på samme vannledning og superoksygenerer denne. I alle våre beregninger er minimumsvannbehovet for anlegget regnet ut fra at en benytter oksygenert vann med 200% metning inn i karene. Dette er situasjon to fra venstre i **figur B**, og det er da vanlig å regne at en trenger mellom 0,1 og 0,5 liter vann pr kg fisk pr minutt.

Etter hvert har man også montert opplegg for oksygenering av vannet i selve karet. Ved karoksygenering benyttes lavtrykksinnløpere, der disse kan dimensjoneres ut fra min - maks belastning med fisk, vannmengder tilgjengelig samt ønsket oksygenmetning i karet. Ved karoksygenering føres en ekstra ledning med overmettet råvann inn til hvert kar. Hydro Gas sine lavtrykksinnløpere evner å komme opp i en metning på langt over 400 % (et trykk på 0,6 - 1,5 bar). Det er således mulig å dimensjonere og tilpasse oksygentilsetningen til den ønskede overmetningen en ønsker på ha på anlegget. Dette ble først benyttet som en sikkerhetsløsning for nødtilfeller hvis vanntilførselen skulle stanse, men er nå i større grad blitt vanlig for å kunne utnytte vannet lenger i karene. Men da hoper avfallsstoffer fra fisken seg opp i vannet, og en må *lufte ut CO₂* for at vannet skal ha den ønskete kvaliteten for fisken. Med slike ordninger (nr to fra høyre i **figur B**) kan vannbruken reduseres til godt under 0,1 liter pr kg fisk pr minutt. CO₂ lufting er nå vanlig på hvert enkelt kar i de aller fleste settefiskanlegg.



Figur B. Utvikling i vannbruk i settefiskproduksjon, fra de rene gjennomstrømningsanlegg (til venstre), via oksygenering av råvann (to fra venstre), med CO₂ lufting (tre fra venstre) til resirkuleringsanlegg der hele eller deler av vannmengden resirkuleres (til høyre). Rammer for vannbruk er angitt nederst.

Dersom en ønsker å holde vannet enda lenger i karene, så vil i tillegg avfallsstoff både fra fiskens faeces og spillfôr samle seg opp og gjøre vannkvaliteten dårlig. En må derfor koble på et renseanlegg bestående av både filter for å håndtere de partikulære stoffene, samt et biofilter for å håndtere de oppløste stoffene. Da kan man i prinsippet resirkulere så godt som det meste av vannet, og vannbehovet er redusert til et minimum. Det finnes flere *resirkuleringsanlegg* som har vært i drift i flere år, der en resirkulerer større eller mindre deler av vannet i anlegget til enhver tid. Samlet sett kan en da komme ned i vannbruk på under 0,05 liter vann pr kg fisk pr minutt (til høyre i **figur B**). Dette er ned mot 1% av vannbruken en har sammenlignet med et rent gjennomstrømningsanlegg.