



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Tilstandsrapport for Storavatn på Stord, lokaliteten til Almås Fiskeoppdrett

FORFATTER:

Dr.philos. Geir Helge Johnsen

OPPDRAKSGIVER:

Almås Fiskeoppdrett AS, Postboks 84, 5410 Sagvåg.

OPPDRAGET GITT:

mars 2000

ARBEIDET UTFØRT:

2000

RAPPORT DATO:

7.mai 2000

RAPPORT NR:

439

ANTALL SIDER:

17

ISBN NR:

ISBN 82-7658-291-5

EMNEORD:

- Settefiskeoppdrett i innsjøer
- Resipientvurdering
- Stord kommune

SUBJECT ITEMS:

Telefon: 55 31 02 78

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082
www.radgivende-biologer.no

Telefax: 55 31 62 75

E-post: post@radgivende-biologer.no

FORORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra Almås Fiskeoppdrett AS foretatt en vurdering av tilstanden i Storavatnet på Stord, resipient for Almås Fiskeoppdrett AS sitt merdbaserte settefiskanlegg. Erfaringsmaterialet fra driften ved anlegget, og beskrivelsene av tilstanden i resipienten, er sammenstilt for å vurdere rammene for en utvidelse av driften ved anlegget. Rapporten skal således danne grunnlag for en søknad om utvidelse av konsesjonen til 500.000 settefisk.

Denne rapporten presenterer resultatene fra den overvåking Almås selv har fått utført, samt tidligere foretatte undersøkelser i forbindelse med anleggets virksomhet. Det er tidligere utført tre punktundersøkelser i regi av Rådgivende Biologer AS i forbindelse med Almås Settefisk AS, henholdsvis i 1989 (Johnsen & Kambestad 1989), i 1994 (Johnsen 1994) og i 1997 (Johnsen 1997). Det er ikke gjennomført noen nye undersøkelser i forbindelse med denne rapporten, og Rådgivende Biologer AS har heller ikke vært ansvarlig for det overvåkingsopplegget som har vært gjennomført. Beskrivelsen av driften ved settefiskanlegget bygger på opplysninger gitt av Andreas Almås, og er i overensstemmelse med det som årlig er rapportert til myndighetene.

Rådgivende Biologer AS takker Andreas Almås for oppdraget.

Bergen, 7.mai 2000

INNHALDSFORTEGNELSE

Forord og innholdsfortegnelse	2
Sammendrag	3
Miljøvirkninger av merdanlegg i innsjøer	4
Storavatnets "nedre" basseng	6
Driften ved anlegget	7
Vurdering av tilstand og utvikling	9
Vurdering av miljøvirkning fra anlegget	12
Referanser	15
Vedleggstabeller	16

SAMMENDRAG

JOHNSEN, G.H. 2000.

*Tilstandsrapport for Storavatn på Stord, lokaliteten til Almås fiskeoppdrett
Rådgivende Biologer AS, rapport 439, 17 sider, ISBN 82-7658-291-5.*

Almås Fiskeoppdrett ble etablert i 1987 med en konsesjon på produksjon av 100.000 settefisk årlig. Det merdbaserte smoltanlegget ligger ved Sagvåg i nedre basseng i Storavatnet på Stord. Anlegget består i dag av 16 merder på 4 x 6 meter, og samtlige har oppsamlingspresenning under. Det oppsamlete spillfôret og fiskeekskrementene føres på land og filtreres gjennom et UNIK-filter. Slammet avvannes og ble de første årene levert til den kommunale bossfyllingen, men er nå godkjent benyttet til jordforbedring. Det avsilte vannet ledes til offentlig kloakkledningsnett. Almås Fiskeoppdrett søker nå om utvidelse av konsesjonen til 500.000 settefisk årlig, med hovedvekt på produksjon av høstsmolt.

Tilstand i Storavatnet

Det er ikke foretatt systematisk miljøovervåking av tilstand i dette bassenget av Storavatnet. NIVA foretok den første og eneste fullstendige undersøkelsen i 1988 (Faafeng mfl 1989), mens det er tidligere utført tre punktundersøkelser i regi av Rådgivende Biologer AS; i 1989 (Johnsen & Kambestad 1989), i 1994 (Johnsen 1994) og i 1997 (Johnsen 1997). I tillegg har Almås Fiskeoppdrett AS jevnlig levert vannprøver til analyse ved Ytre Sunnhordland Næringsmiddeltilsyn.

Denne sammenstillingen viser at miljøkvaliteten i Storavatnet over de siste 12 årene er blitt gradvis endret fra SFTs tilstandsklasse I="meget god" til III="mindre god" med hensyn på næringsrikhet og fra I="meget god" til II="god" med hensyn på innhold av organisk stoff. Ut fra de foretatte undersøkelser er det ikke mulig å forklare årsaken til denne negative utviklingen. Det er sannsynlig at de økte tilførslene skyldes en kombinasjon av økte kloakktilførsler og avrenning fra landbruk. Det pågår kloakksaneringsarbeider i området rundt Storavatnet, og generelt sett er tilførslene fra landbruket de siste årene blitt redusert.

Fiskeanleggets miljøvirkning

De årlige tilførslene til miljøet fra Almås Fiskeoppdrett er små, og kan ikke på noen måte forklare den observerte endring i miljøkvalitet i Storavatnet. Enkle betraktninger viser at anlegget årlig bidrar med fosformengder som i gjennomsnitt tilsvarer mellom 0,5 og 1 µg P/l i perioden 1987 til 1999, med lavest tall de siste årene. Årlig fôrbruk har vært relativt stabilt i hele perioden, og har de siste årene vært på rundt 12 tonn. Tallene viser også at driften ved anlegget ikke kan forklare den observerte økningen i innhold av organisk stoff i innsjøen.

Konsesjonsutvidelse

En utvidelse av konsesjonen til 500.000 settefisk vil føre til en økning i de årlige miljøtilførslene. Men innsjøens resipientkapasitet for næringsstoff er relativt god grunnet den store vannutskiftningen. Samtidig er det ennå en betydelig gjenværende kapasitet for næringstilførsler dersom miljømålet for innsjøen settes innenfor SFTs tilstandsklasse III, slik det er gjort i en rekke andre kommuner i Hordaland når det gjelder kloakkresipienter. Med de kloakksaneringstiltak som er under gjennomføring i nedbørfeltet, er risikoen for en videre negativ utvikling vesentlig redusert.

MILJØVIRKNING AV MERDANLEGG I INNSJØER

Tre større forskningsprosjekt i perioden 1979 - 1989 hadde som sentral målsetting å avklare hvordan innsjøer påvirkes av merdbaserte fiskeoppdrettsanlegg, og hvordan en skal overvåke denne påvirkningen. Forskningsprosjektet “*Settefiskoppdrett i vassdrag*” ble utført i regi av Norges Fiskeriforskningsråd ved Havforskningsinstituttets Avdeling for Akvakultur i årene 1979 - 1981, og det ble fulgt opp i to store prosjekt som ble gjennomført ved Universitetet i Bergen; “*Økologiske forutsetninger for oppdrett av laksesmolt i innsjøer*” i årene 1983-1985 og “*Biologisk optimalisering av oppdrett av laksefisk i ferskvann*” i årene 1986-1988. Begge prosjektene var et samarbeide mellom Havforskningsinstituttets Avdeling for Akvakultur (nå: Senter for Havbruk) og tre institutt ved Universitetet i Bergen (Fiskeribiologi, Mikrobiologi og Zoologisk Museum). Til sammen ble det i tilknytning til disse tre prosjektene fullført 15 hovedfagsoppgaver og fire dr.philos. avhandlinger.

På dette grunnlaget har Rådgivende Biologer AS siden 1989 fortsatt arbeidet med overvåking av merdbaserte oppdrettsanlegg i innsjøer. Ved gjennomføring av denne type overvåkingsundersøkelser har vi valgt å vektlegge resultatene av den omtalte forskning, og vi benytter derfor et noe avvikende sett med parametre i forhold til det som SFT anbefaler ved generelle innsjøundersøkelser i innsjøer. For likevel å få en standard tilnærming til den aktuelle problematikken i slike innsjøer, er SFTs system og klassifisering hele veien benyttet. SFTs system er også forsøkt tilpasset forhold som SFT ikke har utarbeidet standardiserte klassifiseringssystem for.

De viktigste miljøpåvirkningene fra merdbaserte fiskeanlegg i innsjøer er tilførsler av:

- 1) næringsstoff fra spillfôr og fiskeavføring,
- 2) organisk stoff fra de samme kildene, og
- 3) rømt fisk, som reduserer innsjøens evne til algekontroll ved at dyreplanktonet beites ned.

Disse forhold blir vurdert ved å undersøke virkningene av dem i innsjøens økosystem, samtidig som en søker å vurdere omfanget og betydningen av disse tilførselene i forhold til andre tilførselskilder. SFTs system for vurdering av miljøkvalitet i ferskvann er utarbeidet med en mer generell tilnærming, slik at en ved undersøkelse av innsjøer i utgangspunktet skal søke å fange opp de fleste sannsynlige miljøpåvirkninger. Når en skal vurdere virkningene av en konkret og kjent tilførselskilde (her: fiskeanlegg), så behøver ikke parametervalget favne alle mulighetene.

Virkning i tilførsler av næringsstoff

Tilførsler av næringsstoff skjer fra mange forskjellige kilder, og virkningen og betydningen undersøkes både ved å se på mengden næringsstoff i innsjøen, og ved å vurdere den direkte effekten på mengden og sammensetningen av algene i innsjøen. SFTs system opererer også med *siktedyp* som sentral vurderingsfaktor. Dette kan nok være en god parameter i klarvanns-innsjøer, der klarheten i vannet kun påvirkes av algemengdene, men i humus-påvirkete Vestlands-innsjøer er siktedypet i all hovedsak påvirket av nettopp vannets farge og ikke av algemengdene. Derimot vil *variasjon i siktedypet* gjennom sommeren kunne fortelle noe om variasjon i algemengder, og eventuelle “klarvannsfaser” vil kunne dokumentere dyreplanktonets evne til å begrense algemengdene i slike perioder. Rådgivende Biologer har derfor valgt å vurdere variasjon i algemengdene direkte, samtidig som en også undersøker sammensetningen og størrelsene på dyreplanktonet i innsjøen.

Virkning av organisk belastning

I innsjøer vil tilførsler av organisk materiale komme fra eksterne kilder i nedbørsfeltet, fra innsjøens egen biologiske produksjon (i hovedsak av alger) og i dette tilfellet også fra fiskeanlegget. Tilførsler fra nedbørsfeltet vil i stor grad forefinnes som oppløst organisk materiale, noe som kan måles som *kjemisk oksygenforbruk* i vannprøver fra innsjøen.

Tilførsler av organisk stoff til innsjøer vil i hovedsak påvirke forholdene i det stabile dypvannet. Denne påvirkningen måles ved oksygenprofiler, som gjør det mulig å beregne "mangel" på oksygen i forhold til det som antas å ha vært tilstede ved full metning ved våromrøringen. Oksygenforbruksratene i dypvann for innsjøer har vist seg å være relativt stabilt over sommerhalvåret, slik at dersom en beregner det basert på målinger i august/september, er det også mulig å ekstrapolere utviklingen fram til høstomrøring en gang i oktober/november.

Det største problemet knyttet til oksygenfritt dypvann i innsjøer er fenomenet "indre gjødsling". Når det har vært oksygenfritt vann over sedimentene en tid, vil forholdet mellom toverdige og treverdige jern endres slik at bindingen av fosfor i sedimentet opphører. Da vil betydelige mengder av det tidligere sedimenterte fosforet bli frigitt til vannmassene som biotilgjengelig fosfat, og konsentrasjonene av fosfor i dypvannet kan være både 10 og 100 ganger høyere enn i overflatevannet. I slike innsjøer vil denne "indre gjødslingen" kunne utgjøre en vesentlig del av de samlede tilførsler av næring, og en kommer inn i en ond sirkel med stadig økende næringsinnhold og alagemengder.

Virkning av rømt fisk

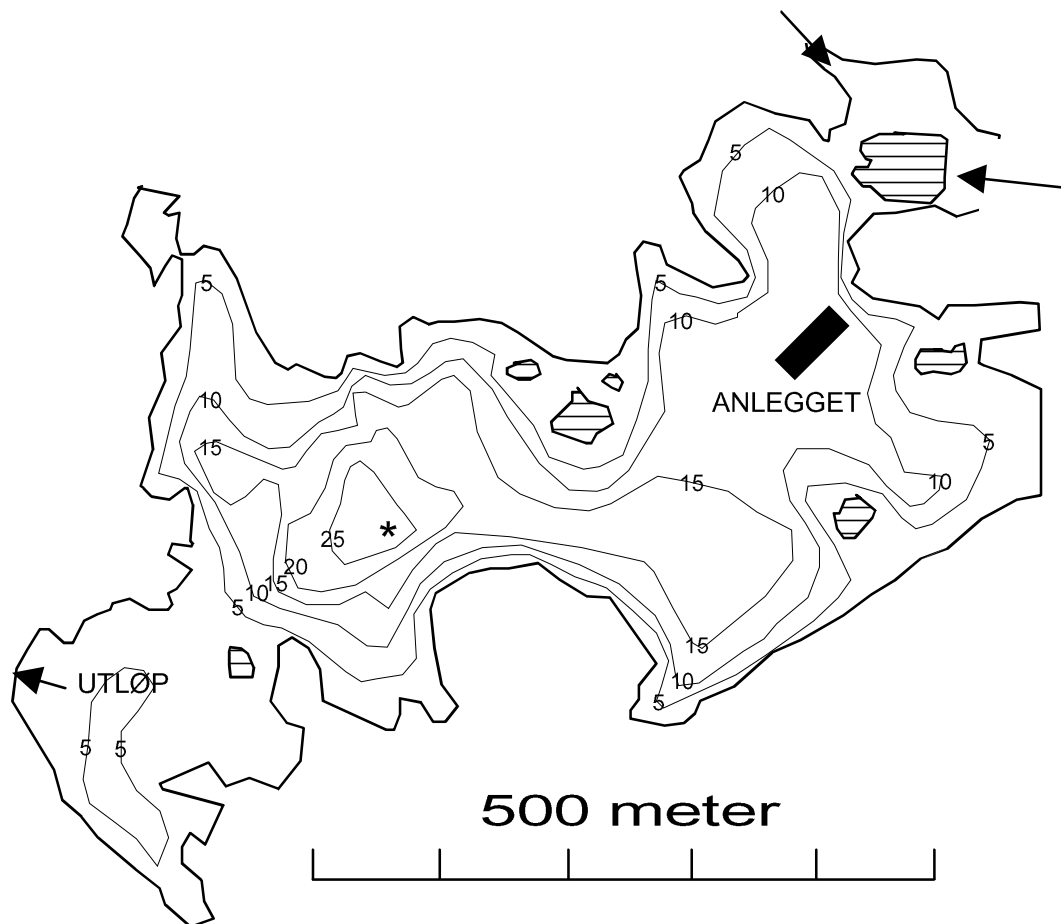
Det er en klar sammenheng mellom de typene av dyreplankton som finnes i et system og mengden fisk i innsjøen. I systemer med mye planktonspisende fisk, er det ikke bare færre dyreplankton generelt, men det er også andre og mindre typer som dominerer. I fravær av fisk, vil en derimot finne at store vannlopper dominerer, og disse har en god evne til å kontrollere alagemengdene i innsjøen. Dyreplanktonsammensetningen gjenspeiler således både mengde fisk og typer fisk som er tilstede.

Dersom økosystemet i en innsjø er i noenlunde balanse, vil ikke algene kunne blomstre uhemmet, fordi det vil være effektive dyreplankton som kan kontrollere dem. Dersom det er store mengder planktonspisende fisk i en innsjø, vil disse effektivt fjerne dyreplanktonet, slik at algene ikke lenger kontrolleres (såkalt "top-down"-effekt). Det samme vil kunne skje dersom næringstilførslene og produksjonsgrunnlaget for algene er for stort. Da vil ikke dyreplanktonet greie å kontrollere algene, som i tillegg vil kunne domineres av "uspiselige" alger som blågrønnalger (såkalt "bottom-up"-effekt). Et balansert økosystem er således i stand til å takle en større næringsbelastning og likevel opprettholde en akseptabel vannkvalitet, i motsetning til et ubalansert system som fort vil kunne bli dominert av store algeoppblomstringer med økende innslag av blågrønnalger.

STORAVATNETS "NEDRE" BASSENG

Storavatnet ligger 11 meter over havet og har en samlet overflate på nærmere 1,5 km². Innsjøen består av et hovedbasseng og et mindre basseng mot utløpet ved Sagvåg, omtalt som det "nedre" bassenget. De to bassengene er adskilt med noen svært grunne sund. Dette er 0,2 km² stort. Innsjøens samlede nedslagsfelt er på 18 km², og med en spesifikk avrenning på i gjennomsnitt 63 liter/sekund (NVE 1987), betyr det at innsjøen mottar tilrenning på rundt 1,1 m³/sekund eller 35,8 millioner m³ årlig. Alt dette passerer gjennom det nederste bassenget.

Det "nedre" bassenget har et maksimumsdyp på 26 meter og et samlet volum på 1,82 millioner m³. Bassenget har dermed en meget høy vannutskifting med en teoretisk fullstendig utskifting hver 18. dag, eller 20 ganger pr. år. Det er ikke mulig for fisk å vandre opp til Storavatnet fra sjøen. Dybdekart og volumberegninger for det nedre bassenget er hentet fra Johnsen og Kambestad (1989) (**figur 1**).



FIGUR 1. Dybdekart over "nedre" basseng av Storavatnet på Stord med plassering av fiskeanlegget inntegnet. Kartet er hentet fra Johnsen & Kambestad (1989).

DRIFTEN VED ANLEGGET

Almås Fiskeoppdrett ble etablert i 1987 med en konsesjon på 100.000 settefisk årlig. Anlegget består i dag av 16 merder på 4 x 6 meter, og samtlige har oppsamlingspresenning under. Det oppsamlete spillfôret og fiskeekskrementene føres på land og filtreres gjennom et UNIK-filter. Slammet avvannes og ble deførste årene levert til den kommunale bossfyllingen, men er nå godkjent benyttet til jordforbedring. Det avsilte vannet ledes til offentlig kloakkledningsnett.

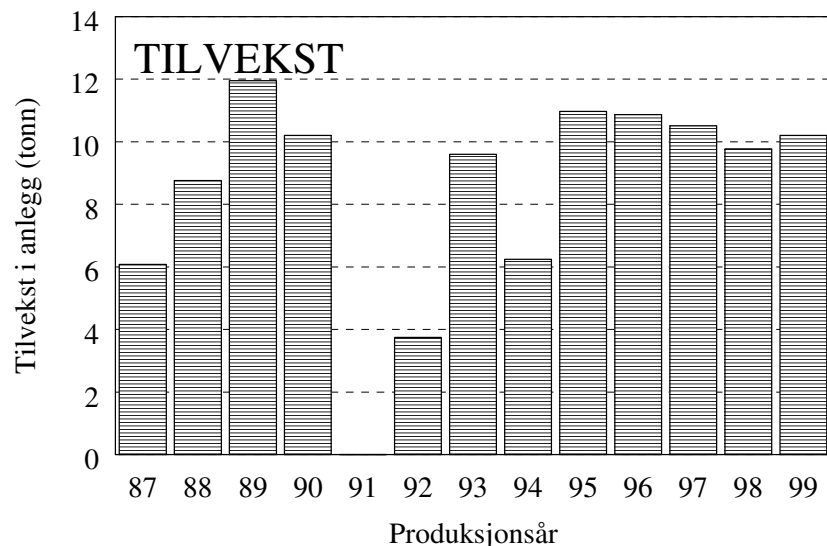
Produksjon og tilvekst

De første årene ble det tatt inn fisk til anlegget på forsommeren. Disse ble så fôret opp utover høsten og vinteren, og solgt som smolt den påfølgende våren. De siste årene har en tatt inn større fisk i juli, og levert en stor del av fisken som "høstsmolt" seinhøstes. Resten av fisken er solgt som ettårssmolt neste vår.

Salg av smolt fra Almås Fiskeoppdrett har stort sett ligget rundt konsesjonens ramme på 100.000 fisk, mens det de siste to årene har vært solgt henholdsvis 133.000 og 151.000 fisk årlig. Tilveksten i anlegget var størst driftsåret 1989/90 med hele 12 tonn. De påfølgende år var tilveksten lavere (**figur 2**), noe som skyldes at det disse årene ble satt ut større fisk i anlegget. De siste årene har en solgt en større andel av fisken som stor høstsmolt, og dermed hatt en noe større tilvekst i anlegget i sommer/høst-perioden.

En har de siste årene holdt seg til den tillatte rammen når det gjelder samlet produksjon. Med løyve til å produsere 100.000 stk 100 grams smolt tilsvarer dette en samlet tilvekst på omtrent 10 tonn årlig. Dette har en oppnådd ved å ta inn store fisk til anlegget, slik at den enkelte fisks tilvekst i anlegget er mindre enn det som er angitt i konsesjonsrammen. Dette har en kompensert for ved at antallet har vært noe høyere enn 100.000 fisk. Samlet sett har en derfor ikke overskredet degitte rammene for miljøtilførsler.

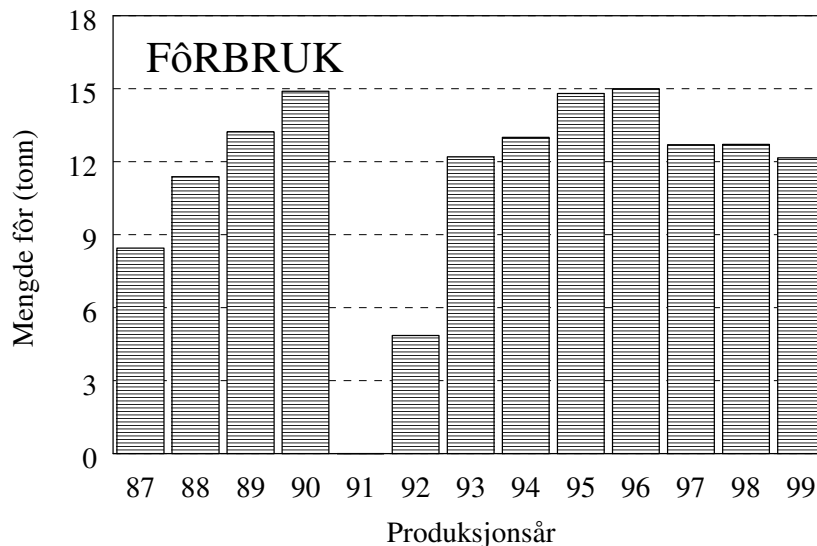
FIGUR 2. Årlig tilvekst fordelt på produksjonssyklus. Produksjonsåret 1991/92 var anlegget uten konsesjon. Tallene er oppgitt av oppdretter, og samsvarer med oppdretters årsrapporter sendt Fylkesmannens miljøvernnavdeling.



Fôrbruk og fôrfaktor

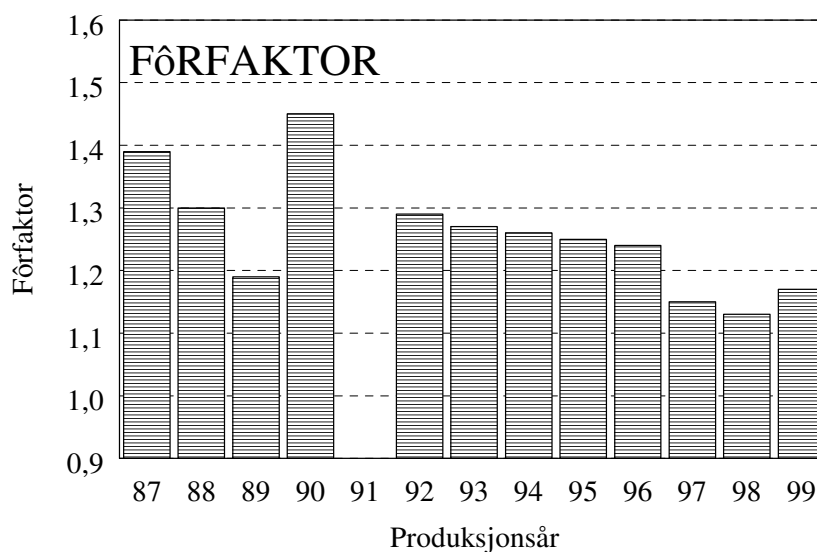
De fire første driftsårene ble det benyttet stadig større fôrmengder, fra nesten 8,5 tonn det første året til nesten 15 tonn i 1990/91. De siste årene har det variert en hel del, med et fôrbruk på vel 12 tonn de tre siste driftsårene (**figur 3**).

FIGUR 3. Årlig fôrbruk fordelt på produksjonsår. Produksjonsåret 1991/92 var anlegget uten konsesjon, og tallene for 1997 gjelder fram til utgangen av oktober. Tallene er oppgitt av oppdretter, og samsvarer med oppdretters årsrapporter sendt Fylkesmannens miljøvernnavdeling.



Fôrfaktoren har blitt gradvis bedre ved anlegget siden starten i 1987. Høyest fôrfaktor var det i 1990/91 med 1,45. De siste tre årene har fôrfaktoren ligget på omtrent 1,15 (**figur 4**). Fôrfaktoren gjenspeiler forholdet mellom tilvekst og fôrbruk, - altså fôrutnyttelsen. En fôrfaktor på 1,0 viser at ett kg fôr (tørrvekt) er blitt til ett kg tilvekst (våttvekt), mens en høyere fôrfaktor viser at det har medgått mer fôr enn en har fått igjen i tilveksten. Denne fôrutnyttelsen vil naturlig variere mye gjennom en driftssyklus, både fordi det ofte viser seg nødvendig å overføre liten fisk enn større fisk, men samtidig er det ikke så lett å holde en lav fôrfaktor ved lave temperaturer om vinteren.

FIGUR 4. Fôrfaktor beregnet årlig siden oppstart av anlegget i 1987. Forholdet er beregnet ut fra tilvekst (**figur 3**) og registrert fôrbruk. I 1992 var anlegget uten konsesjon, og dette gjenspeiles i manglende verdi for generasjon 1991. Tallene er oppgitt av oppdretter, og samsvarer med oppdretters årsrapporter sendt Fylkesmannens miljøvernnavdeling.



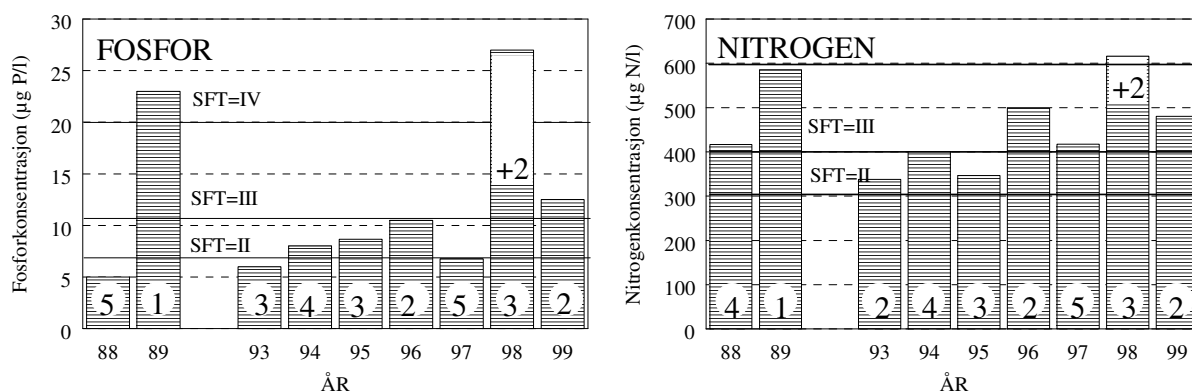
VURDERINGER AV TILSTAND OG UTVIKLING

Storavatnets nedre basseng har de siste 12 årene vært inne i en utvikling der både innhold av næringsstoffer og organisk materiale er blitt klart høyere. Det er ikke mulig å fastslå årsakene til denne utviklingen, men tilførselene fra fiskeanlegget er langt fra store nok til å kunne forklare den observerte utviklingen.

Det må imidlertid understrekes at det ikke er foretatt årlige undersøkelser av tilstanden i Storavatnet. NIVA foretok den første og eneste fullverdige undersøkelsen i 1988 (Faafeng mfl 1989), mens det også er utført tre punktundersøkelser i regi av Rådgivende Biologer AS; i 1989 (Johnsen & Kambestad 1989), i 1994 (Johnsen 1994) og i 1997 (Johnsen 1997). I tillegg har Almås Fiskeoppdrett AS jevnlig levert vannprøver til analyse for vurdering av vannkvalitet. Denne vurderinger baserer seg på alle disse målingene (se **vedleggstabell 1** for detaljer bakerst i rapporten).

Virkning av tilførsel av næringsstoff

Innholdet av næringsstoffet fosfor har vist en gradvis økning siden 1988, og var i 1999 midt i tilstandsklasse III="mindre god". Innholdet av nitrogen har variert nokså mye, men har stort sett holdt seg innenfor tilstandsklasse II="god" og III="mindre god" (**figur 5**). Det kan således synes som om Storavatnet er blitt gradvis mer næringsrikt i perioden etter 1988, men det foreligger imidlertid ikke et tilfredsstillende datagrunnlag for å vurdere om denne målte næringsrikheten også har gitt en tilsvarende respons i algemengdene i innsjøen. Tallene fra 1989 baserer seg på ett målepunkt, mens måleresultatene i 1998 er preget av en ekstrem variasjon i innhold av både næring og organisk materiale. Et par av prøvene er derfor holdt utenfor (vist med +2 i **figur 5**) fordi disse avviker fra alt annet. De ble tatt etter at det hadde vært svært mye nedbør, samtidig som det ble foretatt gravearbeider i nærområdet til innsjøen. Siktedyp og vannkvalitet ble dramatisk endret "over natten". Klassifiserte resultater fra de foretatte undersøkelsene er samlet i **tabell 3**.



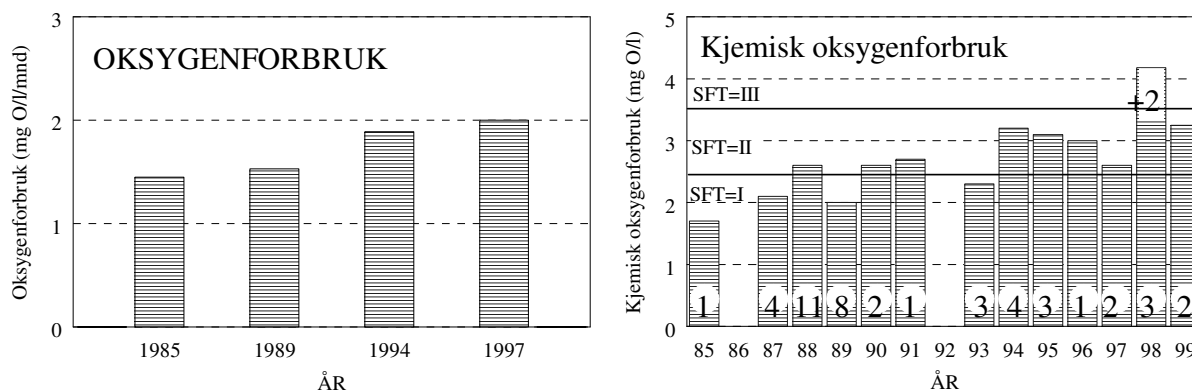
FIGUR 5. Årlig gjennomsnittlig konsentrasjon av næringsstoffene fosfor (til venstre) og nitrogen (til høyre) i Storavatnets nedre basseng. Antall målinger bak hvert gjennomsnitt er vist med tall på hver søyle, og SFT-klassifisering er angitt i figurene. For 1998 er verdiene vist med (+2) og uten to ekstremmålinger.

TABELL 3. Årlig SFT-klassifisering av virkning av tilførsler av næringsstoff i Storavatnets nedre basseng. Nøkkelparametre er uthevet, men samlet vurdering er vanskelig å gjennomføre fordi det ikke foreligger tilfredsstillende datagrunnlag.

Parameter / år	1988	1989	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Fosfor	I	IV ?	I	II	II	II	I	III ?	III
Klorofyll-a	I	-	-	-	-	-	-	-	-
Siktedyp									
Nitrogen	III	III ?	II	II	II	III	III	III ?	III
“SAMLET”	I	II ?	II ?	III ?

Virkning av tilførsel av organisk materiale

Det nedre bassenget av Storavatnet mottar betydelige mengder organisk stoff fra nedbørfeltet, som i hovedsak består av skog og myrområder. Dette er både målt som kjemisk oksygenforbruk i vannet, og som reelt oksygenforbruk i dypvannet ved det dypeste i bassenget. Begge forhold antyder en negativ utvikling med økende tilførsler av organisk materiale. I dypvannet var det høsten 1997 observert et oksygenforbruk på omtrent 2 mg O/l/mnd, hvilket betyr at det i løpet av sommeren ville bli oksygenfrie forhold i det meste av dypvannet fram mot høstomrøringen i november (**figur 6 til venstre**). Denne utviklingen gjenspeiles også i en tilsvarende økning i kjemisk oksygenforbruk i overflatevannet, fra SFT-klasse I=“meget god” på 1980-tallet over i II=“god” gjennom 1990-årene (**figur 6 til høyre**).



FIGUR 6. Beregnet oksygenforbruk i dypvannet (til venstre) og årlig gjennomsnittlig kjemisk oksygenforbruk i overflatevann-prøver (til høyre) fra Storavatnets nedre basseng. Antall målinger bak hvert gjennomsnitt er vist med tall på hver søyle, og SFT-klassifisering er angitt i figurene. For 1998 er verdiene for kjemisk oksygenforbruk vist med (+2) og uten to ekstremverdier.

Diskusjon

Storavatnets nedre basseng har de siste 12 årene vært inne i en utvikling der både innhold av næringsstoffer og organisk materiale er blitt klart høyere. Det er sannsynlig at kloakktilførsler til Storavatent, og særlig det neder bassenget utgjør en vesentlig del av forklaringen på denne negative utviklingen. Fremdeles går de meste av kloakken fra bebyggelsen på Almås til “nedre” basseng av Storavatnet. Våren 2000 er bare tre til fire hus koblet på det offentlige nettet, slik at dette kan forklare mye av den organiske belastningen på dette bassenget.

Videre har det de siste årene vært episoder med ekstrem vannkvalitet, både med hensyn på innhold av næringsstoff og også kjemisk oksygenforbruk. Effekten av disse episodene er antydnet i **figurene 5 og 6**, der gjennomsnittsverdier for 1998 er vist med disse to målingene og uten disse målingene. Disse to målingene ble gjort i august og september etter kraftig nedbør der vannstanden i innsjøen økte betydelig, siktedypet ble nær halvvert og vannet ble kraftig brunt med fargetall på opp i 56 mg Pt/l i august. Det ble også utført gravearbeide i innsjøens umiddelbare nærhet i forbindelse med sanering og omlegging av den offentlige kloakken rundt innsjøen.

I det sentrale bassenget av Storavatnet ble det i 1996 påvist fullstendig råttent, livløst og permanent stagnerende dypvann (Hobæk & Aanes 1996). Dette skyldes sig fra deponerte avgangsmasser fra gruvene, slik at dypvannet var tungt grunnnet svært høyt innhold av blandt annet jern, svovel og mangan. Det kan være mulig at dette tilsiget også kan påvirke vannkvaliteten i det nederste bassenget i Storavatnet, både i overflatevannet og eventuelt også i dypvannet.

Det er ikke sannsynlig at økt landbruksaktivitet i nedbørfeltet er årsak til den observerte negative utviklingen, fordi landbruket generelt er blitt “flinkere” til å avgrense tilførsler til miljøet de siste årene, samtidig som aktiviteten er avtakende heller enn økende. Det kan imidlertid ikke utelukkes at også landbruket kan ha bidratt til den observerte utviklingen, uten at det kan pekes på konkret hva det skulle være.

I det følgende kapittelet er det gjort rede for at heller ikke tilførslene fra fiskeanlegget har det omfang som er nødvendig for å forklare den observerte endringen i tilstand i Storavatnets nedre basseng.

VURDERING AV MILJØVIRKNING FRA ANLEGGET

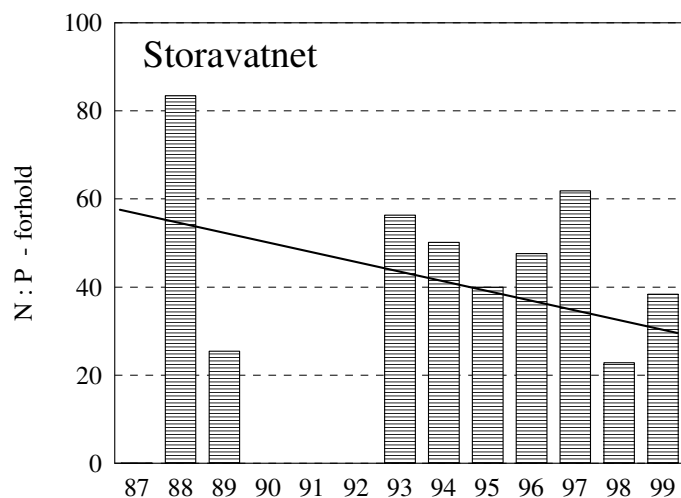
Almås Fiskeoppdrett er blant de minste settefiskanleggene som ennå driver med de opprinnelige konsesjonene. Anlegget har en 13 år gammel konsesjonsramme på 100.000 sjødyktig settefisk årlig. Et “gjennomsnittlig” settefiskanlegg produserer i dag årlig over 650.000 fisk, og den øvre rammen for settefiskanlegg er utvidet til 2 millioner fisk årlig. I det følgende er det foretatt en sammenstilling av målte miljøforhold og den årlige produksjonen i anlegget i perioden 1987 til 1999, slik at en kan beskrive miljøvirkninger fra anlegget slik det er i dag og vurdere omfanget ved en eventuell utvidelse til 500.000 fisk ved Almås Fiskeoppdrett. Dersom en tar inn 15 grams fisk og selger i gjennomsnitt 90 grams smolt, vil denne økningen bety at dagens konsesjonsramme på 10 tonn årlig tilvekst blir fire ganger større.

Tilførsler av næringsstoff og algerespons

Storavatnet er blitt gradvis mer næringsrikt i perioden etter 1988, og både innholdet av fosfor og nitrogen har holdt seg innenfor SFTs tilstandsklasse III=“mindre god” de siste årene (**figur 5**), og årsaken er altså ukjent.

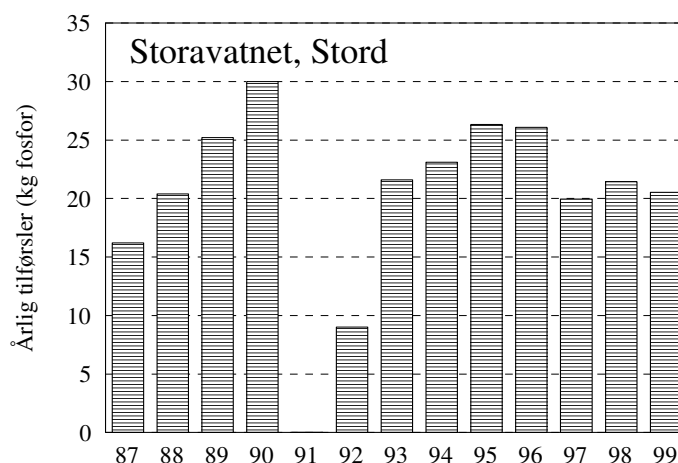
Ulike typer tilførsler har hver sin spesifikke sammensetning av næringsstoffene, uttrykt ved forholdstallet mellom nitrogen og fosfor. Vanligvis venter en å finne et forholdstall på rundt 15 i lite påvirkete innsjøer, altså at en har 15 ganger så høye konsentrasjoner av nitrogen som fosfor. Dersom en finner betydelige avvik fra dette, tyder det på at en har dominans av enkelte tilførselskilder til denne aktuelle innsjøen. For eksempel vil avrenning fra fjell, myr og skog på Vestlandet kunne ha et høyt N:P-forholdstall, gjerne opp mot 70, mens både kloakkavløp fra boliger og tilførsler av for eksempel gjødsel fra kyr begge har et forholdstall på rundt 7. Særlig fosfor-rike utslipp er silosaft, med et forholdstall nede på 1,5 mens tilførsler fra fiskeoppdrett og for eksempel gjødsel fra gris også er fosfor-rike med et forholdstall på rundt 5. I Storavatnet har N:P-forholdstallet stort sett vært høyt de fleste årene (**figur 7**), noe som antyder at hovedtilførslene til innsjøen faktisk kommer fra arealavrenning i nedbørsfeltet. Samtidig er det tydelig at den gradvise økningen i næringsriktighet i stor grad skyldes økning i fosfor-rike tilførsler. Hovedandelen av dette utgjøres etter all sannsynlighet av kloakk.

FIGUR 7. Forholdstallet mellom nitrogen og fosfor i Storavatnet de siste 13 årene. Et N:P-forhold på under 10 angir merkbar påvirkning av tilførsler fra for eksempel fiskeoppdrett, mens mellom 12 og 20 angir tilførsler med en “naturlig balanse”. Over dette er tilførslene dominert av nitrogenrike avrenningskilder.



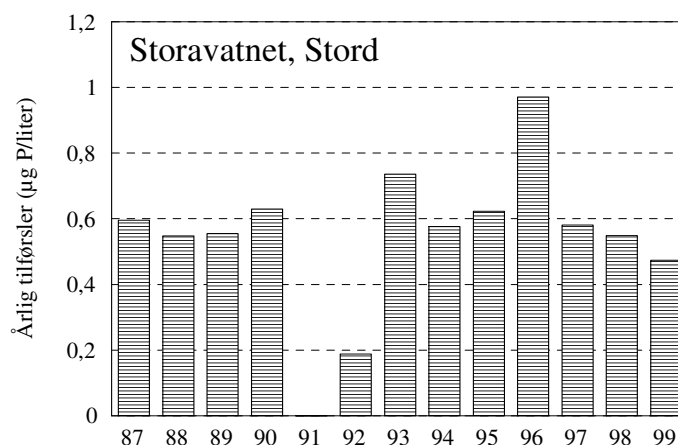
Merdanlegg i Storavatnet bidrar med relativt sett små mengder næringstilførsler til innsjøen. Samlet sett har de årlige fosfortilførslene fra anlegget ligget mellom 20 og 30 kg fosfor (**figur 8**). Disse tallene er beregnet ut fra erfaringstall for de samlede tilførsler fra oppdrettet basert på årlig fôrbruk, fôrfaktor, tilvekst i anlegget (Håkansson mfl. 1988). Dessuten viser erfaringstall fra tilsvarende anlegg at i størrelsesorden 70% av fosforet som tilføres miljøet via spillfôr og fiskeavføring sedimenterer relativt raskt, mens kun 30% er tilgjengelig for algeproduksjon i de åpne vannmassene (Håkansson mfl. 1988). Siden det er montert et effektivt oppsamlingsutstyr under merdanlegget i Storavatnet, er det derfor antatt at disse 70% av fosforet som tilføres til miljøet i hovedsak vil bli samlet opp og fjernet fra innsjøen.

FIGUR 8. Beregnet årlige tilførsler fra Almås Fiskeoppdrett til Storavatnet. Beregningene bygger på produksjon, fôrfaktor, erfaringstall for tilførsler (Håkansson mfl 1988) og antagelse om 70% oppsamlingseffektivitet under merdene.



Når en samtidig vurderer denne belastningen i forhold til de store vannmengdene som passerer gjennom innsjøen årlig,- i gjennomsnitt 35,8 millioner m³, og justerer for varierende mengde nedbør de aktuelle årene, kan en regne ut anleggets gjennomsnittlige betydning på konsentrasjonen av fosfor i innsjøen. **Figur 9** viser at anleggets tilførsler bidrar med mellom 0,5 og 1 µg P/l i årene 1987 til 1999, med lavest tall de siste årene da fôrfaktoren har vært rundt 1,15.

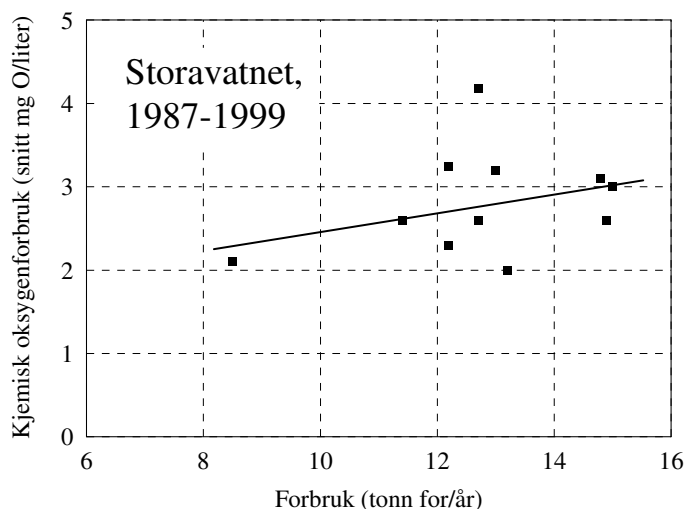
FIGUR 9. De årlige beregnede mengdene fosfor tilført Storavatnet fra Almås Fiskeoppdrett, fordelt på den årlige vanntilførselen til Storavatnets nedre basseng.



Det er klart at tilførsler av dette omfang ikke kan forklare den økningen i næringsrikhet som er observert i Storavatnet de siste årene. Dersom de årlige observerte gjennomsnittsverdiene for fosforinnholdet i innsjøen plottes som funksjon av de årlige fosfortilførslene fra anlegget, har dette forholdet en svært liten forklaringsverdi (n=9, r²=0,03).

Virkning av tilførsel av organisk materiale

Fôrbruken ved anlegget har variert nokså lite (**figur 3**) og de siste årene har det vært benyttet omtrent 12 tonn fôr årlig. Det er ikke å vente at dette skal gi seg dramatiske utslag på oksygenforbruket i innsjøens dypvann, fordi oppsamlingsutstyret under merdene effektivt samler opp det aller meste av det som ellers ville blitt tilført miljøet. I **figur 10** er det vist at en økende fôrbruk ved anlegget ser ut til å sammenfalle i tid med en økning i innhold av organisk stoff i innsjøen, - målt som kjemisk oksygenforbruk (KOF). Sammenhengen har imidlertid en dårlig forklaringsverdi, - mindre enn 10 % av variasjonen i KOF kan tilskrives den samtidige samvariasjonen i mengde fôr brukt i periode ($n=11$, $r^2=0,095$).



FIGUR 10. De årlige gjennomsnittsverdien for kjemisk oksygenforbruk i Storavatnet plottet i forhold til den årlige fôrbruken ved Almås Fiskeoppdrett.

Konklusjon med tanke på utvidet konsesjon

Virksomheten ved Almås Fiskeoppdrett sitt settefiskanlegg har stort sett holdt seg innefor de rammer som er gitt når det gjelder produksjonens omfang. En har også etablert et effektivt oppsamlingsanlegg under merdene, med avsiling og separering av vann og partikler på land, og alt dette føres bort fra innsjøen på ulikt vis.

Dersom en foretar en økning i konsesjonsrammen fra dagens nivå på 100.000 til 500.000 fisk, og samtidig beholder de rutiner en har for produksjonsyklus og avfallsbehandling, vil dette samlet sett medføre at anlegget tilfører miljøet i størrelsesorden 3 μg P/liter vann på årsbasis og sannsynligvis ubetydelige mengder organisk stoff. Biomassemessig utgjør den planlagte femdoblingen av konsesjonsrammen med hensyn på antall kun en firedobling av miljøtilførslene.

Vannkvaliteten i Storavatnet har de siste årene gradvis blitt noe mer næringsrik, men selv med de beregnede økningene i tilførsler vil en ligge godt innenfor grensen for SFTs tilstandsklasse III="mindre god" med hensyn på fosfor. Denne grensen er allerede godkjent når det gjelder tilførsler av kloakk til innsjøer/vassdrag i flere andre kommuner i Hordaland. Dersom en velger dette som miljømål også i Storavatnet, burde det være mulig, med dagens driftsmodell å tillate en produksjon som medfører samlede årlige tilførsler av fosfor på opp mot 100 kg, eller en fôrbruk på 45 tonn.

REFERANSER

FAAFENG, B., P.BRETTUM & D.O.HESSEN 1990

Landsomfattende undersøkelse av trofitalstanden i 355 innsjøer i Norge.
NIVA-rapport 2355, 57 sider, ISBN 82-577-1638-3

HOBÆK, A. & K.J.AANES 1996

Gruveforurensning av Storavatnet, Stord: Resipientundersøkelse og mulige konsekvenser av foreslåtte tiltak
NIVA-rapport 3575, 31 sider, ISBN 82-577-3127-7

HÅKANSON, L., A. ERVIK, T. MÄKINEN & B.MÖLLER 1988.

Basic concepts concerning assessments of environmental effects of marine fish farms.
Nordisk råd rapport 1988:90, 103 sider.

JOHNSEN, G.H. 1994.

Resipientvurdering av lokaliteten til Almås fiskeoppdrett, Storavatn på Stord.
Rådgivende Biologer rapport nr 142, 15 sider.

JOHNSEN, G.H. 1997

Resipientvurdering av Storavatn på Stord 1997, lokaliteten til Almås fiskeoppdrett.
Rådgivende Biologer as. Rapport nr 312, 16 sider.

JOHNSEN, G.H. & A.KAMBESTAD 1989.

Tilstandsrapport for Storavatn (nedre basseng) på Stord.
Rådgivende Biologer rapport nr 22, 32 sider.

NAGEL-ALNE, O.1985.

Storavatnet, temperatur/oksygenmåling 12.10.85.
Brev fra Tiltakskontoret-Kystsonenplan for Stord, datert 17.oktober 1985.

NVE 1987.

Avrenningskart for Norge. Kartblad 1.

SFT 1997.

Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann.
SFT-veiledning nr. 97:04, 31 sider.
ISBN 82-7655-368-0

VEDLEGGSTABELL DETALJRESULTAT

VEDLEGGSTABELL 1. Vannkjemiske analyseresultat fra "nedre" basseng av Storavatnet på Stord. De fleste prøvene er samlet inn i forbindelse med Almås Fiskeoppdrett og analysert av Næringsmiddeltilsynet på Stord. 1) Tallene er målt av NIVA (Faafeng mfl 1989). 2) Tallene er fra Rådgivende Biologer as. (Johnsen & Kambestad 1989) Tabellen fortsetter på neste side.

ÅR	Dato	Surhet pH	Farge mg Pt/l	KOF mg O/l	Fosfor µg tot-P/l	Nitrogen µg tot-N/l	Aluminium µg tot-Al/l
1985	10/6	6,56	-	1,7	-	-	
	24/6	6,85	5	1,1	-	-	10
	27/8	6,50	5	2,3	-	-	-
1987	29/9	6,50	15	2,6	-	-	-
	3/12	6,35	7	2,3	-	-	50
	7/1	6,15	15	3,6	-	-	-
	26/1	6,45	20	2,4	-	-	-
	26/2	6,00	5	2,4	-	-	-
	26/3	6,40	15	1,9	-	-	70
	23/4	6,70	10	1,8	-	-	60
	31/5 ¹⁾	-	-	-	35	419	-
1988	24/6	6,85	5	1,1	< 10	-	10
	26/6 ¹⁾	-	-	-	6	489	-
	20/7 ¹⁾	-	-	-	4	389	-
	15/8	6,60	< 5	2,0	-	-	-
	17/8 ¹⁾	-	-	-	4	371	-
	5/9	6,50	5	2,9	-	-	-
	3/10	6,55	20	3,5	-	-	-
	24/10	6,40	20	3,0	-	-	-
	14/11	6,40	10	2,5	-	-	50
	5/12	6,40	25	2,6	-	-	-
	2/1	6,35	33	1,8	-	-	-
	23/1	6,45	30	2,0	-	-	-
	13/2	6,40	45	2,8	-	-	80
1989	6/3	6,50	28	2,4	-	-	80
	28/3	6,30	28	1,8	-	-	-
	17/4	6,45	26	2,1	-	-	-
	18/5	6,70	21	1,5	-	-	40
	29/5	6,45	20	1,6	-	-	< 10
	19/9 ²⁾	-	-	-	23	585	
	25/10	6,35	29	2,7	-	-	50
1990	20/12	6,55	20	2,5	-	-	30
	19/3	6,45	29	-	-	-	-
1991	8/5	6,60	28	2,7	-	-	40
1992	20/11	6,45	-	-	-	-	-

VEDLEGGSTABELL 1 fortsetter. *Vannkjemiske analyseresultat fra "nedre" basseng av Storavatnet på Stord. De fleste prøvene er samlet inn i forbindelse med Almås Fiskeoppdrett og analysert av Næringsmiddeltilsynet på Stord. 2) Tallene er fra Rådgivende Biologer as (Johnsen 1994).*

ÅR	Dato	Surhet pH	Farge mg Pt/l	KOF mg O/l	Fosfor µg tot-P/l	Nitrogen µg tot-N/l	Aluminium µg tot-Al/l
1993	5/2	6,60	28	2,7	< 5	-	60
	30/3	6,55	29	2,0	< 5	375	50
	29/7	6,90	11	2,3	11	300	20
	7/9	6,95	-	-	-	-	-
	6/12	6,70	24	-	-	-	-
1994	28/3	6,15	37	2,9	< 10	510	160
	19/7	6,95	18	2,8	< 10	430	50
	5/9 ²⁾	-	-	3,2	105	435	-
	3/10	6,70	21	3,7	11	230	40
1995		6,90	27	3,1	<5	360	160
		7,05	12	2,3	13	340	20
		6,85	15	2,7	9	340	-
1996		6,55	30	3,0	-	-	-
		6,80	17	-	11	510	-
		6,55	35	-	10	490	-
1997		6,55	-	2,3	5	440	-
		6,75	22	-	6	450	80
		7,10	-	-	7	300	-
		6,70	27	2,6	9	480	-
1998	22/6	7,10	15	2,7	14	390	-
	17/7	7,00	21	3,1	14	560	-
	21/8	6,85	56	4,8	25	590	-
	25/9	6,90	20	6,1	68	960	-
	30/10	6,90	29	4,2	14	580	-
1999	26/5	7,10	31	3,2	13	550	-
	22/7	7,00	30	3,3	12	410	-