

Vurdering av tilgjengelig vannmengde fra Bergesvatn



Geir Helge Johnsen
og
Atle Kambestad

Rådgivende Biologer AS
INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 47, august 1991.



Rapportens tittel:

Vurdering av tilgjengelig vannmengde fra Bergesvatn

Forfattere:


dr.philos. Geir Helge Johnsen


cand.scient. Atle Kambestad

Oppdragsgiver:

KS Skippersmolt AS, 5443 Bømlo.

Oppdraget gitt:

15.august 1991

Arbeidet utført:

August 1991

Rapport dato:

30.august 1991

Sammendrag:

Driften ved mæranlegget til KS Skippersmolt as. i Bergesvatn på Bømlo har belastet miljøet i Bergesvatn, og har derved ført til redusert vannkvalitet og tap av fisk i anlegget. Bergesvatns kapasitet som vannforsyningskilde ved en eventuell forflytning av hele eller deler av produksjonen til et karanlegg er her vurdert, sammen med de miljømessige konsekvenser for Bergesvatn. Det fremgår av beregningene som er utført på bakgrunn av nedbørsmålinger at Bergesvatn ikke har kapasitet til å forsyne hele produksjonsvolumet på 500.000 smolt, men at en kan klare å drive et karanlegg med halvparten så mye fisk dersom en iverksetter noen av de skisserte tiltak for å sikre vannkvaliteten og magasinerer noe mer av tilrenningen til Bergesvatn. Det anbefales derfor å dele driften mellom et lite karanlegg og det eksisterende mæranlegget slik at en unngår føring av fisk i Bergesvatn i algesesongen. En slik oppdeling vil kunne ha store positive konsekvenser for miljøet i Bergesvatn og for vannkvaliteten for oppdrettsfisken.

Emneord:

Fiskeoppdrett i ferskvann
Tiltaksvurdering
Vannforsyning

Cage culture in lakes
Mitigation suggestions
Water supply

Subject items:

Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen

Telefon: 05 - 31 02 78

Telefax: 05 - 31 62 75



FORORD

Rådgivende Biologer har på oppdrag fra KS Skippersmolt AS foretatt en teoretisk vurdering av vanntilgang fra og magasineringsmuligheter i Bergesvatn i forbindelse med foreliggende planer om flytting av deler av produksjonen av settefisk fra mæranlegget i Bergesvatn til et nytt karanlegg i Vika vest for Bergesvatn.

Produksjonen av smolt ved Skippersmolt foregår i dag ved at yngel fra eget klekkeri / startfôringsanlegg settes ut i et mæranlegg i Bergesvatn ved oppnådd størrelse på 2-3 gram i mai/juni. Fisken holdes så i mæranlegget til smoltifisering.

Vannkvaliteten i Bergesvatn har de siste årene imidlertid ikke vært tilfredsstillende for produksjon av fisk i mæranlegget. Store konsentrasjoner av blågrønnalger i Bergesvatn høsten 1990 opptrådte samtidig med en høy dødelighet på fisken i anlegget. Disse forholdene er beskrevet i Rådgivende Biologers rapport nr.37 (Kambestad og Johnsen 1990a).

Tilstanden i Bergesvatn, med store årlige algeoppblomstringer, tyder på at innsjøen er ute av balanse, slik at belastningen på økosystemet må reduseres for at en skal kunne opprettholde en god vannkvalitet. Skippersmolt ønsker således å fjerne en stor del av sin smoltproduksjon fra innsjøen, slik at belastningen fra mæranlegget på innsjøen kan reduseres til et minimum.

Denne rapporten skal vurdere mulighetene for en slik overføring, og foreslå driftsrutiner for å oppfylle konsesjonsrammen på 500.000 smolt ved å kombinere de to ønskemålene: 1) Utnytte tilgjengelig vannmengde fra Bergesvatn til maksimal produksjon i et nedstrøms karanlegg, og 2) utnytte mæranlegget på en slik måte at belastningen på Bergesvatn blir minst mulig. En enkel vurdering av konsekvensene for tilstanden i Bergesvatn er derfor også inkludert.

Rådgivende Biologer vil få takke Erlend Waatevik i Skretting as. for utfyllende opplysninger om vannforbruk i settefiskanlegg, og vi vil også få takke KS Skippersmolt as. for oppdraget.

Bergen, 30. august 1991



SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Bergesvatn får i dagens situasjon tilført for mye algenæringsssalter og organisk materiale, blant annet fra det nærbaserte settefiskanlegget til KS Skippersmolt as. Dette har ført til store oppblomstringer av blågrønnalger, som igjen har påført Skippersmolt tap av en del fisk. Som et ledd i arbeidet med å bedre vannkvaliteten i Bergesvatn og sikre driften, planlegger Skippersmolt å bygge en avdeling med kar som tar vann fra Bergesvatn. Avløpet vil da bli lagt til sjø, slik at utslippet til Bergesvatn kan reduseres tilsvarende den andel av produksjonen som overføres til kar. Virkningen på miljøet i Bergesvatn vil ventelig bli ekstra positiv, ettersom en slik kombinasjonsdrift mellom kar og mærer vanligvis fører til at en unngår å ha fisk i mæranlegget i algesesongen, og altså unngår utslipp av næringsssalter når algene kan gjøre nytte av dem.

En slik løsning vil redusere risikoen for fiskedød både fordi vannkvaliteten i Bergesvatn vil bedres, og fordi det vil være lettere å sette inn tiltak for å bedre vannkvaliteten for fisken i karanlegget under kritiske perioder. Vanligvis er veterinærmyndighetene skeptisk til anleggelse av kardrift med vanninntak i eller nedstrøms resipient fra annen oppdrettsvirksomhet, men i dette tilfellet er det kun snakk om en oppdeling av et anlegg hvor all fisken ellers ville gått i det samme vannet.

Våre beregninger av avrenning fra Bergesvatn basert på normalnedbør ved Slåtterøy fyr kombinert med beregninger av vannforbruk i et karbasert settefiskanlegg med konsesjon for 500 000 settefisk, viser at Bergesvatn ikke kan forsyne hele dette konsesjonsvolumet med vann. Underskuddet vil føre til en netto nedtapping på nesten to meter etter et år, forutsatt det skisserte vannforbruket og normalnedbør. Det er på ettermøtet og våren at underskuddet i vannbudsjettet er stort, og lange tørkeperioder eller kuldeperioder der nedbøren oppmagasineres som snø vil ytterligere forverre situasjonen.

Det er derfor nødvendig å opprettholde mæranlegget for avlastning av karanlegget i de perioder når det er størst biomasse av fisk i anlegget, og når vanntilgangen er for liten. De foreliggende beregninger viser at et slikt vekselbruk vil være gjennomførbart, og eksempelet med en lik deling av fisken mellom de to anleggene vil gi rikelig vann i normalår, og kun 70 cm nedtapping i korte perioder om sommeren. På grunn av relativt stor forskjell i nedbørsmønster fra år til år anbefales å opprettholde rikelig kapasitet i mæranlegget, slik at en kan møte unormalt lange tørkeperioder uten å måtte tappe ned Bergesvatn for mye. Vannsparende tiltak som for eksempel oksygeneringsanlegg for karanlegget vil kunne gi redusert vannforbruk og økt sikkerhet i kriseperioder.

Ved en oppdemming av Bergesvatn på en halv meter, vil mye av overskuddsnedbøren om høsten kunne magasineres slik at en reduserer behovet for å tappe ned den påfølgende våren og sommeren. Ved vannstandsvariasjoner mellom en halv meter over og en halv meter under naturlig nivå, vil virkningene på miljøet i Bergesvatn være liten, og ikke særlig anderledes enn da den gamle trestemmen var i drift i forbindelse med kvernhuset ved utløpsbekken.

Inntaksdypet for karanlegget bør kunne reguleres på en enkel måte slik at en regulerer temperaturen i karene og raskt kan senke inntaksslagen under et eventuelt lag av skadelige alger. For å minimalisere negativ påvirkning fra mæranlegget på vannkvaliteten i karanlegget, bør dessuten inntaksslagen legges lengst mulig vekk fra mæranlegget, aller helst i det andre bassenget.



INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD	3
SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER.....	4
INNHALDSFORTEGNELSE	5
Liste over figurer	5
Liste over tabeller	5
LOKALITETSBESKRIVELSE.....	6
TILGANG PÅ VANN.....	7
FORBRUK AV VANN.....	8
VANNBUDJETT.....	10
TILTAK.....	11
DRIFTSRUTINER FOR OPTIMALISERING.....	13
BETYDNING FOR BERGESVATN.....	13
HENVISNINGER	14
VEDLEGG 1: Grunnlagstall	15
VEDLEGG 2: Dybdekart	16

LISTE OVER FIGURER

Figur	side
1: Kart over Bergesvatn med nedslagsfelt.	6
2: Månedsnormaler for nedbør ved Slåtterøy fyr.	7
3: Månedlig middelavrenning fra Bergesvatn.	8
4: Mengde fisk gjennom året i et settefiskanlegg med konsesjon på 500.000 fisk.	9
5. Teoretisk anslått vannforbruk i forhold til vanntilgang.	10
6. Igjenværende fisk i et karanlegg der deler av produksjonen er overført til et mæranlegg.	11
7. Nedtapping av Bergesvatn.	12
8. Dybdekart over det nordlige bassenget av Bergesvatn.	16

LISTE OVER TABELLER

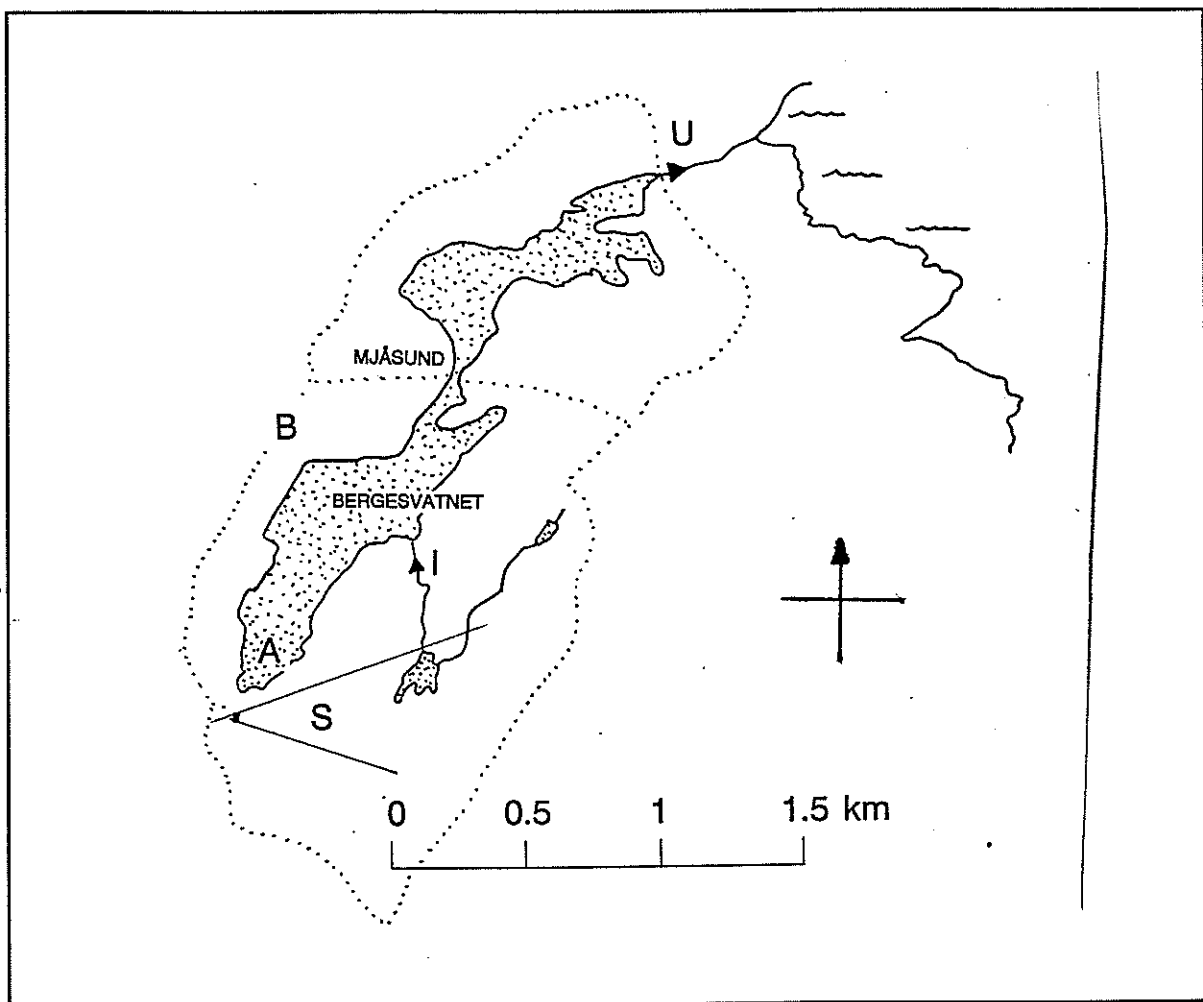
Tabell	side
1: Teoretisk antatt vannforbruk for forskjellige størrelser av laks i settefiskanlegg.	9
2: Teoretisk antatt antall, gjennomsnitt og biomasse av fisk gjennom et år.	15
3: Igjenværende fisk i et karanlegg der den største fisken flyttes til et mæranlegg.	15



LOKALITETSBEKRIVELSE

Bergesvatn ligger på den søre delen av Bømlo i Hordaland, 9 meter over havet og har et samlet areal på 0,65 km². Innsjøen består av to nesten helt adskilte bassenger, som kun henger sammen via det trange Mjåsund,- som er ca 20 meter bredt og har et terskeldyp på kun 1,5 meter (figur 1).

Bergesvatn er relativt dypt, med et maksimumsdyp i søre basseng på 35 meter og i det nordre på 27 meter (figur 8, vedlegg 2). Dette gir store volum,- det søre bassenget inneholder over 5 millioner m³ og har således også en langsom vannutskifting (se Kambestad & Johnsen 1990a).



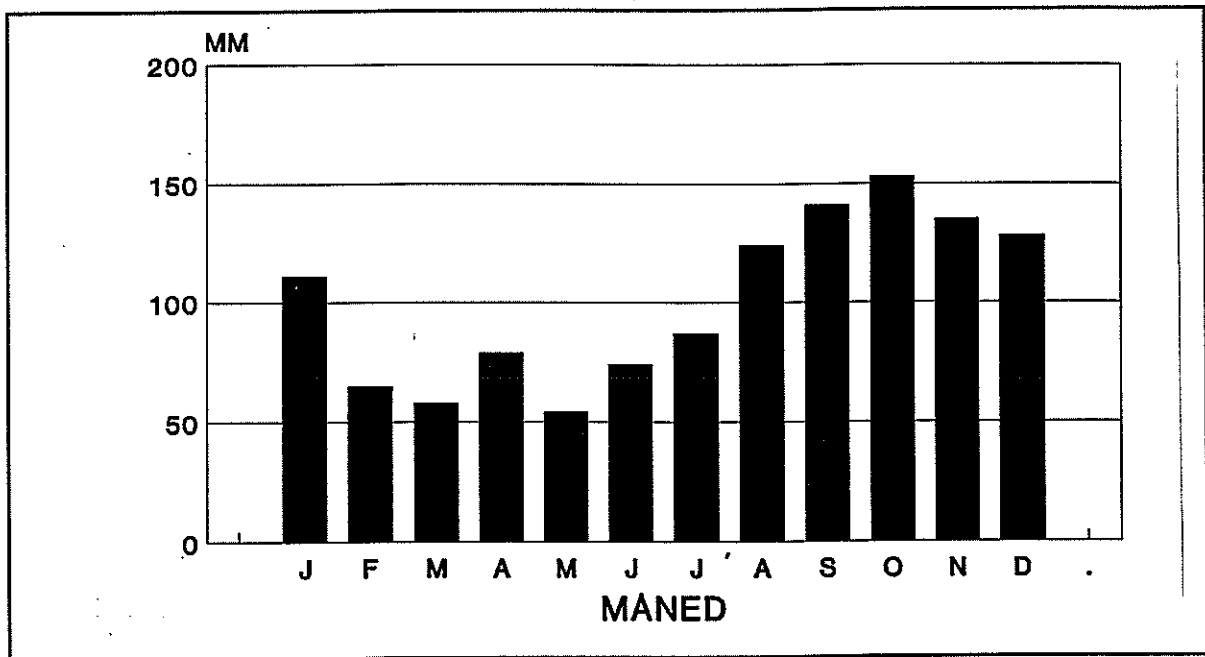
FIGUR 1: Kart over Bergesvatn med nedslagsfelt (prikket), utløpsbekk (U) til sjøen, innløpsbekk (I) i Juvdalen, gårdshusene (B) på Berge, mæranlegget med driftsbygning hos Skippersmolt (A) og skuddfelt for skytebane (S).



TILGANG PÅ VANN

NEDBØR

Bømlo har oseanisk klima med "varme" vintre og jevn fordeling av nedbøren gjennom året. Figur 2 viser nedbørsnormalene ved Slåtterøy fyr, som antas å være representative for sørspissen av Bømlo. De tørreste månedene er vinteren og våren mens hovedtyngden av nedbøren kommer fra august til januar.

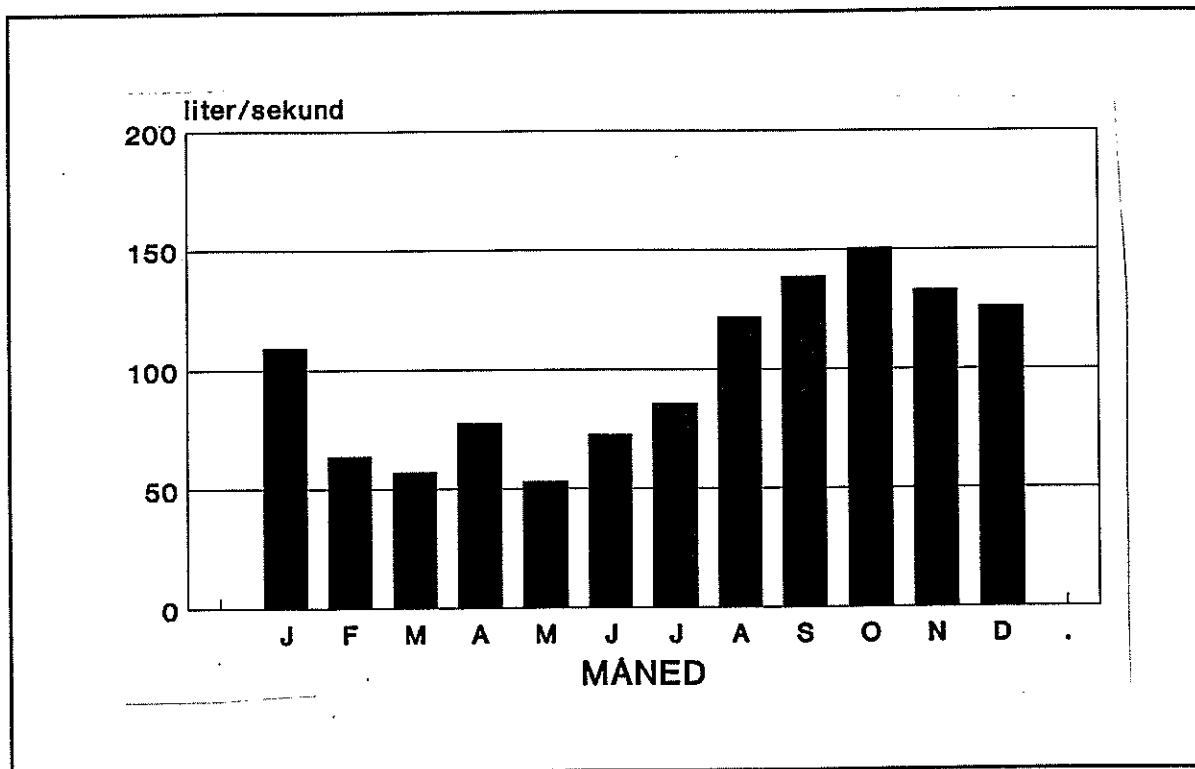


FIGUR 2: Månedsnormaler for nedbør ved Slåtterøy fyr (Anon 1984).

AVRENNING

Utløpet fra Bergesvatn har et nedslagsfelt på 3,4 km² (inklusive innsjøen), hvorav 1,58 km² drenerer til det søre bassenget. Regionen har en gjennomsnittlig avrenning på omtrent 30 liter/sekund/km² (NVE 1987), eller gjennomsnittlig 102 liter/sekund/km². Dette tilsvarer en normal avrenning på 3,2 millioner m³ pr. år.

Fordelingen av avrenningen over året er vist i figur 3 (neste side), med utgangspunkt i nedbørsdataene fra figur 2. En har her beregnet at i gjennomsnitt vil 25% av nedbøren fordampe eller bli tatt opp av vegetasjonen i nedslagsfeltet, slik at 75% renner av nokså umiddelbart. Bildet vinterstid vil kunne endres litt dersom nedbøren blir liggende som snødekke en tid før det smelter og blir til avrenning. Dette er ikke innbakt i framstillingen i figur 3.



FIGUR 3: Månedlig middelavrenning fra Bergesvatn basert på 75% av nedbørsmengden ved Slåtterøy fyr (figur 2).

Avrenningen fra Bergesvatn er konsentrert om en høsttopp,- dog med en liten topp på vårparten, med en generelt tørrere vinter- og sommerperiode. Minimums 7-døgns gjennomsnittlig avrenning fra Bergesvatn er beregnet til 4,1 liter/sekund i mai-juni, og 14,2 liter/sekund for vinterperioden. Det må her understrekes at dette er 7-døgns gjennomsnitt for hele perioden,- da det selvsagt i tørre perioder kan være tilnærmet ingen avrenning. Beregningene er utført på bakgrunn av data fra NVEs Hydrologiske avdeling (fra Ålbu 1988).

FORBRUK AV VANN

TEORETISK

Forbruk av vann i karbaserte settefiskanlegg vil variere avhengig av mange forhold. Fiskens størrelse, dens aktivitetsnivå og vannets temperatur. Stor fisk trenger vanligvis mindre vann pr vektenhet enn startfôringsfisk. Aktiv fisk forbruker mer oksygen enn rolig fisk, og ved høye vanntemperaturer vil fiskens generelle behov for oksygen øke, samtidig som innholdet av oksygen i vannet avtar.

Det har vært publisert en rekke tabeller og beregningsmetoder for vannforbruk i karanlegg. Mest brukt i senere år har tabellen som er presentert i Gjedrem (1986) vært, men også beregningsmetoden til Bergheim og Dahle (1986) blir tatt hensyn til. Det er vårt inntrykk at tabellen i Gjedrem gir minimumsestimater som er basert på svært lave oksygenkonsentrasjoner i avløpsvannet. Det er vanlig å velge høyere vanngjennomstrømning for å øke sikkerheten. Dessuten må vanngjennomstrømningen i karene økes i eventuelle perioder med nedsatt vannkvalitet eller annet stress hos fisken.



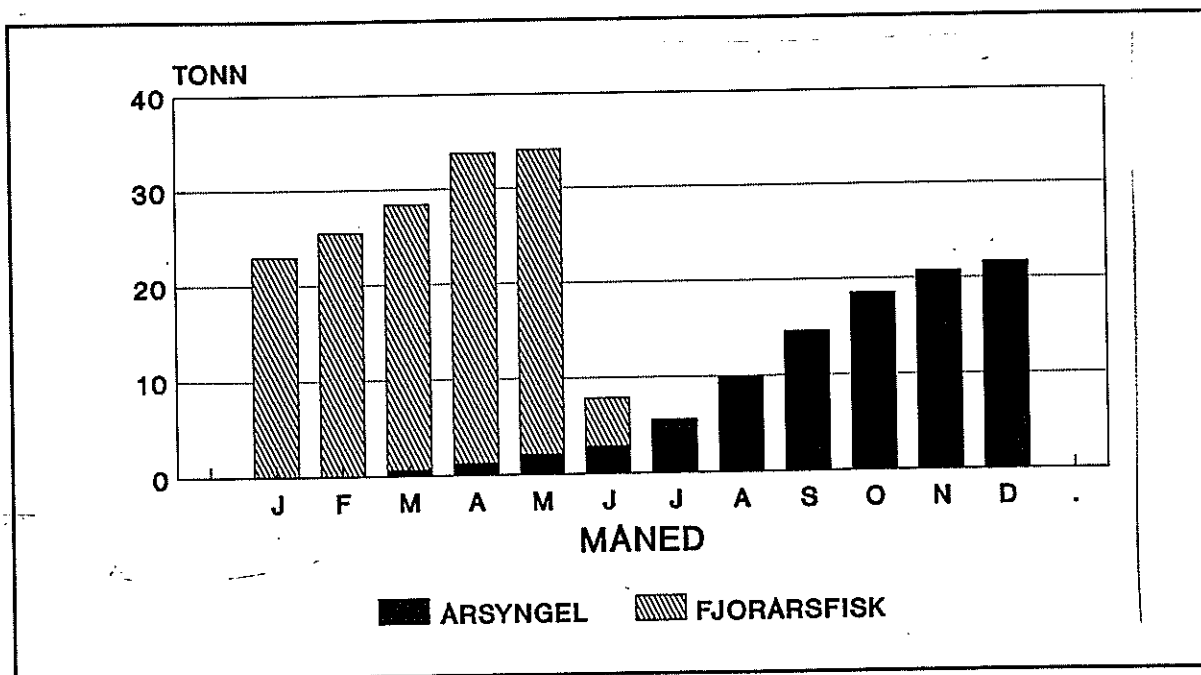
Vi har valgt å ta utgangspunkt i Gjedrems tabell ved våre teoretiske beregninger av vannforbruket gjennom året i et karanlegg, men har lagt på 20% i vannforbruket for alle størrelser/temperaturer (tabell 1). Vi har også satt en nedre grense ved 0.3 liter vann pr. minutt pr. kilo fisk, slik Bergheim og Dahle (1986) anbefaler. I tillegg har vi beregnet et noe økt vannforbruk pr. kilo når fisken er i smoltifiseringsfasen.

TABELL 1: Teoretisk antatt vannforbruk for forskjellige størrelser av laks i settefiskanlegg.

FISKESTØRRELSE	TEMPERATUR	VANNFORBRUK
Yngel (2 - 5 gram)	4 - 12 °C	0,5 liter / kg fisk / minutt
5 - 25 grams fisk	10 - 18 °C	0,9 liter / kg fisk / minutt
25 - 40 grams fisk	6 - 10 °C	0,3 liter / kg fisk / minutt
40 - 60 grams fisk	2 - 6 °C	0,3 liter / kg fisk / minutt
Smolt	6 - 10 °C	0,5 liter / kg fisk / minutt

VANNBEHOV

Ved en driftssituasjon der fisken klekkes, startføres i nåværende anlegg og overføres til et eventuelt nytt karanlegg, vil overføringen kunne skje allerede i mars-april, ved en gjennomsnittlig størrelse på vel 1-2 gram. Vi vil anta at det er naturlig å startføre vel 650.000 fisk dersom en med sikkerhet vil fylle konsesjonsrammene på 500.000 smolt. Fiskens antatte vektøkning utover året er vist i tabell 2 (vedlegg 1) og mengde fisk i figur 4.

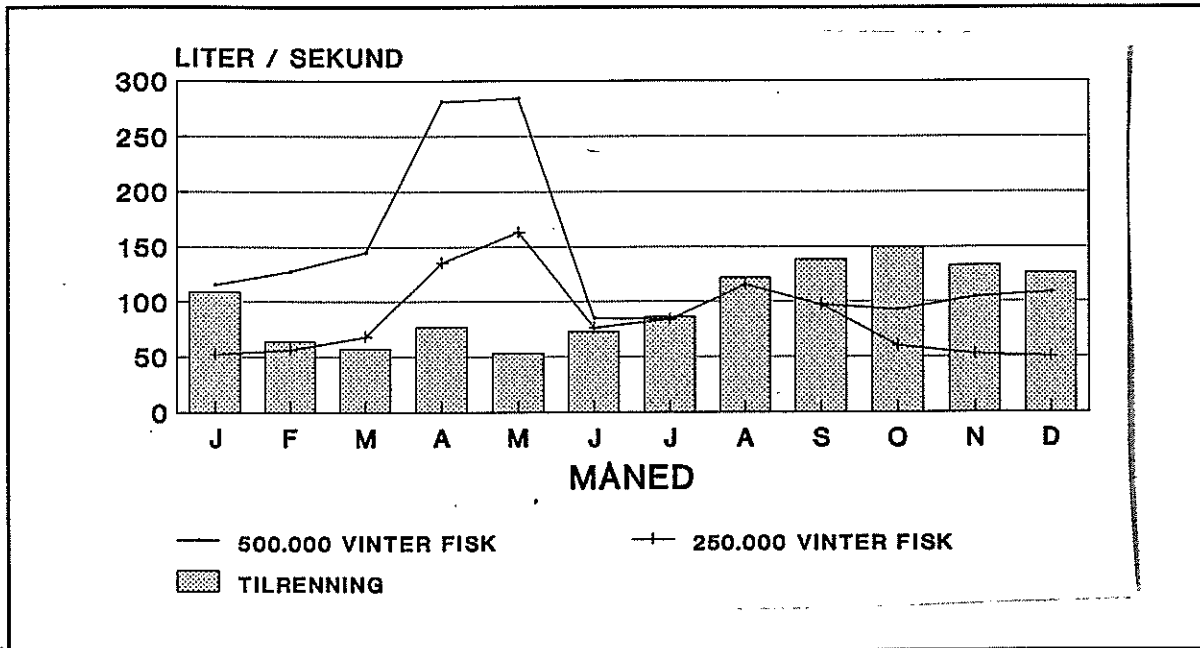


FIGUR 4: Teoretisk anslått mengde fisk gjennom året i et settefiskanlegg med konsesjon på 500.000 fisk.



VANNBUDSJETT

Vannforbruket i et karanlegg med konsesjon på produksjon av 500.000 smolt årlig vil ikke samsvare med den tilgjengelige vannmengde. Vannbehovet er størst på vårparten da mengde fisk er på det største, mens nedbøren er på det laveste (figur 5). Likeledes er nedbøren høyest på høstparten,- da bestanden i anlegget er mindre, men raskt økende.



FIGUR 5: Teoretisk anslått vannforbruk i forhold til vanntilgang. Øverste linje representerer et karbasert settefiskanlegg med konsesjon på 500.000 fisk og nederste representerer et karanlegg der den største fisken på høsten overføres til et mæranlegg (se eksempel tiltak 1). Vanntilgang (avrenning) er vist med søyler nederst.

Som det fremgår av figur 5, vil vannforbruket for hele produksjonen på 500 000 smolt i karanlegg være langt over det Bergesvatn kan gi på lengre sikt. Allerede etter et driftsår vil Bergesvatn være nedtappet 1.8 meter (figur 7), forutsatt normalnedbør, og innsjøen vil bli helt tømt etter få år.

En bør også være forberedt på at nedbørsmengdene kan avvike sterkt i lengre perioder, og at en i perioder kan få vesentlig større nedtapping enn det som fremgår av figur 7. Dette gjelder blant annet når nedbøren magasineres opp i nedslagsfeltet i form av snø.



TILTAK

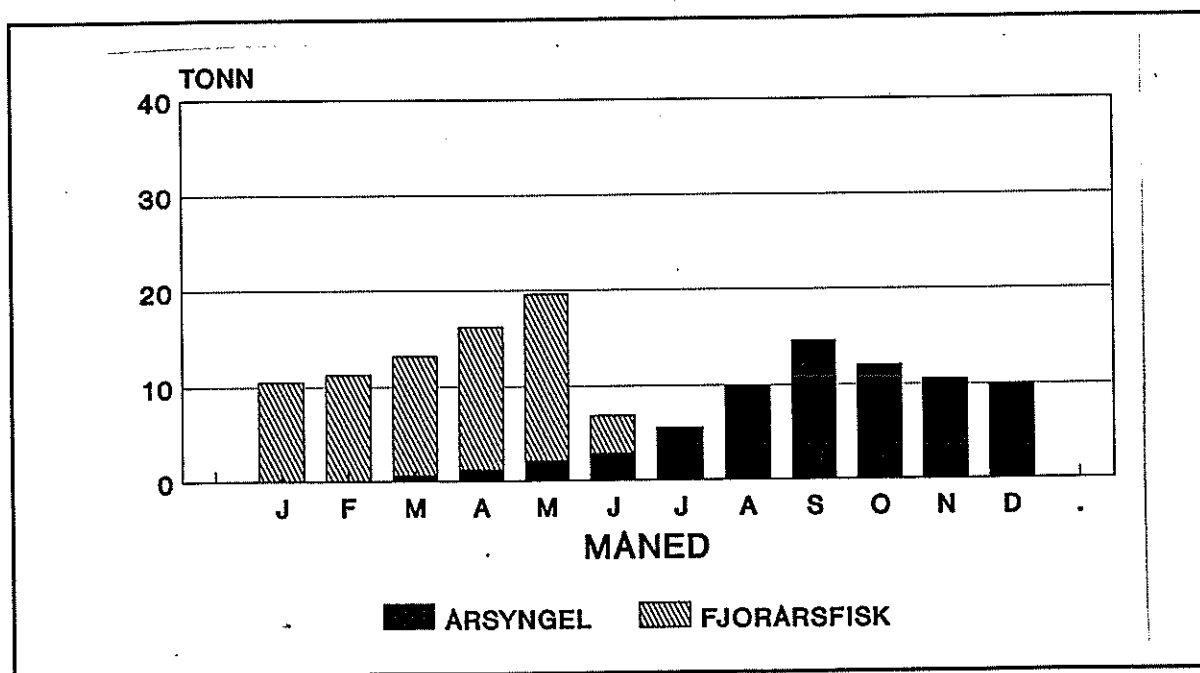
Det er derfor nødvendig med tiltak for å kunne møte denne perioden der vannbehovet overstiger tilgangen selv i nedbørsrike år. Dette kan en oppnå ved gjennomføring av en kombinasjon av følgende tiltak:

- 1) Kombinasjonsdrift mæranlegg/karanlegg.
- 2) Øke magasineringskapasiteten i Bergesvatn.
- 3) Oksygenering av inntaksvannet.

1) KOMBINASJONSDRIFT MÆRANLEGG/KARANLEGG

Mange settefiskprodusenter benytter en kombinasjonsdrift der fisken holdes i et mæranlegg den siste vinteren fram mot smoltifisering. Dette har mange fordeler,- både driftsmessig og økonomisk, grunnet lavere investerings- og driftskostnader ved slike anlegg. I dette tilfellet vil også den begrensede vanntilgangen være en vesentlig faktor som taler for en slik kombinasjonsdrift.

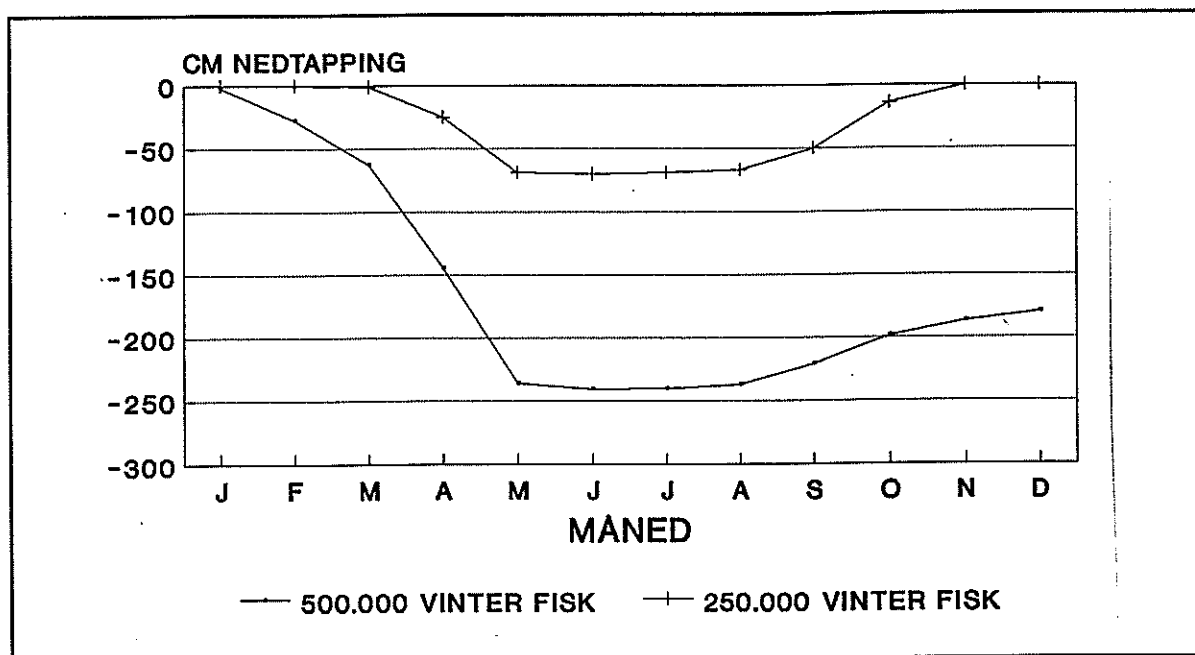
Vi beskriver her et tenkt tilfelle der halvparten av konsesjonsrammen på 500.000 smolt overføres til og oppbevares i mæranlegget fra seinhøstes av. Tabell 3 (vedlegg 1) viser det tenkte antall og gjennomsnittsstørrelse på den fisken som da blir værende i karanlegget, og figur 6 viser mengde fisk gjennom året i tonn. Vannforbruket for denne fisken er vist i figur 5.



FIGUR 6: Igjenværende mengde fisk i et karbasert settefiskanlegg der deler av produksjonen er overført til et mæranlegg slik som beskrevet i tabell 3, vedlegg 1.



Dersom en tar utgangspunkt i vårt tenkte tilfelle,- der halvparten av produksjonen fra seinhøstes og utover vinteren foregår i mæranlegget i Bergesvatn, har en således tilstrekkelig vann i et normalår for månedene fra juni til ut i mars (figur 5). I vårmånedene vil det med det tenkte forbruket normalt bli en nedtapping av Bergesvatn, men under en meter nedtapping, og ikke større enn at det vil fylles opp igjen til høsten (figur 7). I unormalt lange tørkeperioder vil det imidlertid bli nødvendig med ytterligere tiltak for å unngå stor nedtapping av Bergesvatn, se tiltak 2 og 3.



FIGUR 7: Nedtapping av Bergesvatn gjennom et år med normal månedsvis nedbør, beregnet ut fra teoretisk anslått vannforbruk i forhold til vanntilgang i et anlegg hvor hele produksjonen av 500 000 smolt foregår i karanlegg (nederste linje), og når halvparten av produksjonen overflyttes til mæranlegg (øverste linje).

2) ØKE MAGASINERINGSKAPASITETEN I BERGESVATN

Dersom en foretar en oppdemming av Bergesvatn med en halv meter, vil en kunne holde tilbake en del av overskuddstilrenningen senhøstes. Dette vil redusere nedtappingen om våren med ca 60cm. Bergesvatn har et overflateareal på 0,65 km², noe som gir en magasineringskapasitet på nesten 350.000 m³ ved en halv meters oppdemming.

Bergesvatn har tidligere vært regulert med en liten trestemme ved utløpet i nordre ende, og det lå en kvern nedstrøms innsjøen. En tilsvarende regulering i dag utført som en ren restaurering av denne stemmen, vil således ikke bety noen form for nytt inngrep. Rettigheter og forhold knyttet til reguleringen bør kunne oppsøkes i grunnboksarkiv.

3) OKSYGENERING AV INNTAKSVANNET

Ved oksygentilførsel til inntaksvannet i perioder med vannmangel kan vannbehovet reduseres med mellom 20 og 50%. Mulighet for oksygenering er i tillegg et svært viktig sikkerhetstiltak som kan vise seg avgjørende i perioder med redusert vannkvalitet, svikt ved vanntilførselen eller lignende.



DRIFTSRUTINER FOR OPTIMALISERING

Dersom en vil nytte vanntilførselskapasiteten fra Bergesvatn optimalt, er det særlig viktig å sørge for best mulig vannkvalitet for å redusere behovet for vanngjennomstrømning i karene. En minimumsavrenning med 7 døgns snitt kan vinterstid være nede i under 25% av normalnedbøren. Dette, sammen med risiko for perioder med akkumulering av snø i nedslagsfeltet forsterker behovet for tiltak for å kunne møte flaskehalsperioder av en viss varighet.

Vanninntaket bør kunne heves og senkes i vannsøylen i Bergesvatn slik at en kan regulere temperaturen på inntaksvannet opp og ned etter behov. Dette vil gjøre en i stand til å unngå ekstremt høye vanntemperaturer om sommeren som gir høyt vannbehov og stress for fisken. Dessuten kan en få hentet dypvann som holder opptil 3-4°C selv under de kaldeste periodene om vinteren. En vil på denne måten også kunne unngå de store algekonsentrasjonene som har forekommet i de øvre lag av Bergesvatn på seinsommeren og høsten de siste årene. Muligheten for å senke inntaket ned under algelaget kan vise seg å bli helt avgjørende for overlevelsen av fisken i karene, noe som har vist seg å være tilfelle ved et karanlegg på Frøya (Kambestad og Johnsen 1990b).

For ytterligere å redusere risikoen for uheldig påvirkning fra mæranlegget på vannkvaliteten i karanlegget, bør det vurderes om inntaket til karanlegget kan legges til det andre bassenget (det nord-østlige). Dette vil også gi bedre muligheter for å regulere inntaksdybden, ettersom oksygenforbruket i bunnvannet vil være atskillig lavere enn i det bassenget hvor mæranlegget ligger. I perioden august-oktober kan bunnvannet i det sør-østlige bassenget være nesten oksygenfritt (Kambestad og Johnsen 1990a).

BETYDNING FOR BERGESVATN

Dersom store deler av produksjonen flyttes ut av Bergesvatn, vil dette ha stor positiv betydning for miljøet i innsjøen. Som det ble skissert i Rådgivende Biologers rapport nr. 37 (Kambestad og Johnsen 1990a), er Bergesvatn i dag overbelastet med næringssalter og organisk materiale som gir oksygenvinn i bunnvannet og høy algevekst. Enhver reduksjon av belegget i mæranlegget vil gi reduksjon i utslippene.

En overgang til slik vekseldrift mellom karanlegg og mæranlegg vil kunne ha en positiv virkning i Bergesvatn som er langt over det den andel av produksjonen som overflyttes til karanlegg skulle tilsi. Dette er fordi en i sommermånedene oftest kun har liten fisk igjen, slik at det vil være plass til all fisk i karanlegget. En vil således helt kunne unngå drift ved mæranlegget i den perioden når den gjensidige uheldige påvirkningen mellom mæranlegget og miljøet i vannet er størst. Faren for oksygenvinn, større oppblomstringer av blågrønnalger og fiskedød i anlegget skulle derved kunne bli betydelig redusert.

Hvis en velger å magasinere vann i Bergesvatn til bruk i karanlegg, kan dette påvirke miljøet i innsjøen. Vanligvis gir slike reguleringer seg utslag i økt utskylning av næringssalter fra strandsonen i en overgangsperiode på et par år. Dette vil altså kunne føre til noe høyere næringstilførsler til algene. I tillegg fører ofte slike reguleringer til at det blir lite tiltalende "sår" i vegetasjonsbeltet rundt vannet når magasinet er nedtappet. Imidlertid har Bergesvatn stort sett meget steile bredder bestående av nærmest blankskurte fjellsider. Påvirkningen ved en slik regulering vil derfor være atskillig mindre i Bergesvatn enn det som er vanlig andre steder. Hvis en holder seg innenfor en regulerings høyde på ± 0.5 meter i forhold til naturlig nivå, vil påvirkningen være minimal, og ikke avvike særlig fra det som var vanlig i Bergesvatn for få år siden, da stemmen ved utløpet som regulerte vannføringen i bekken forbi kvernhuset var i drift. Bergesvatn har dessuten et trangt utløp, slik at naturlige flommer i innsjøen forekommer naturlig.



HENVISNINGER

ANON 1984.

Nedbørnormaler.

Det norske meteorologiske institutt, 15 sider.

BERGHEIM, A. & A.B.DAHLE 1986.

Vannforbruk i settefiskanlegg I.

Norsk Fiskeoppdrett 11 (1), s. 10-11.

GJEDREM, T. 1986.

Miljø for oppdrettsfisk. I: Fiskeoppdrett med framtid. T.Gjedrem (red.).

Landbruksforlaget, ISBN 82-529-1105-6, s. 58-67.

KAMBESTAD, A. & G.H. JOHNSEN 1990a.

Tilstandsrapport nr. 1 for Bergesvatn, Børnlo i Hordaland.

Rådgivende Biologer, rapport nr. 37, 31 sider.

KAMBESTAD, A. & G.H. JOHNSEN 1990b.

Vannkvalitetsvurdering av vannkilden til Frøy-laks as. Frøya i Sør-Trøndelag.

Rådgivende Biologer, rapport nr. 31, 25 sider.

NVE 1987.

Avrenningskart over Norge. Referanseperiode 1.9.1930 - 31.8.1960.

NVE. Vassdragsdirektoratet, Hydrologisk avdeling, Kartblad nr. 1.

ÅLBU, Ø. 1988.

Metode for datafangst og typifisering av vassdragene i LENKA-prosjektet.

LENKA metode nr. 8, 33 sider.



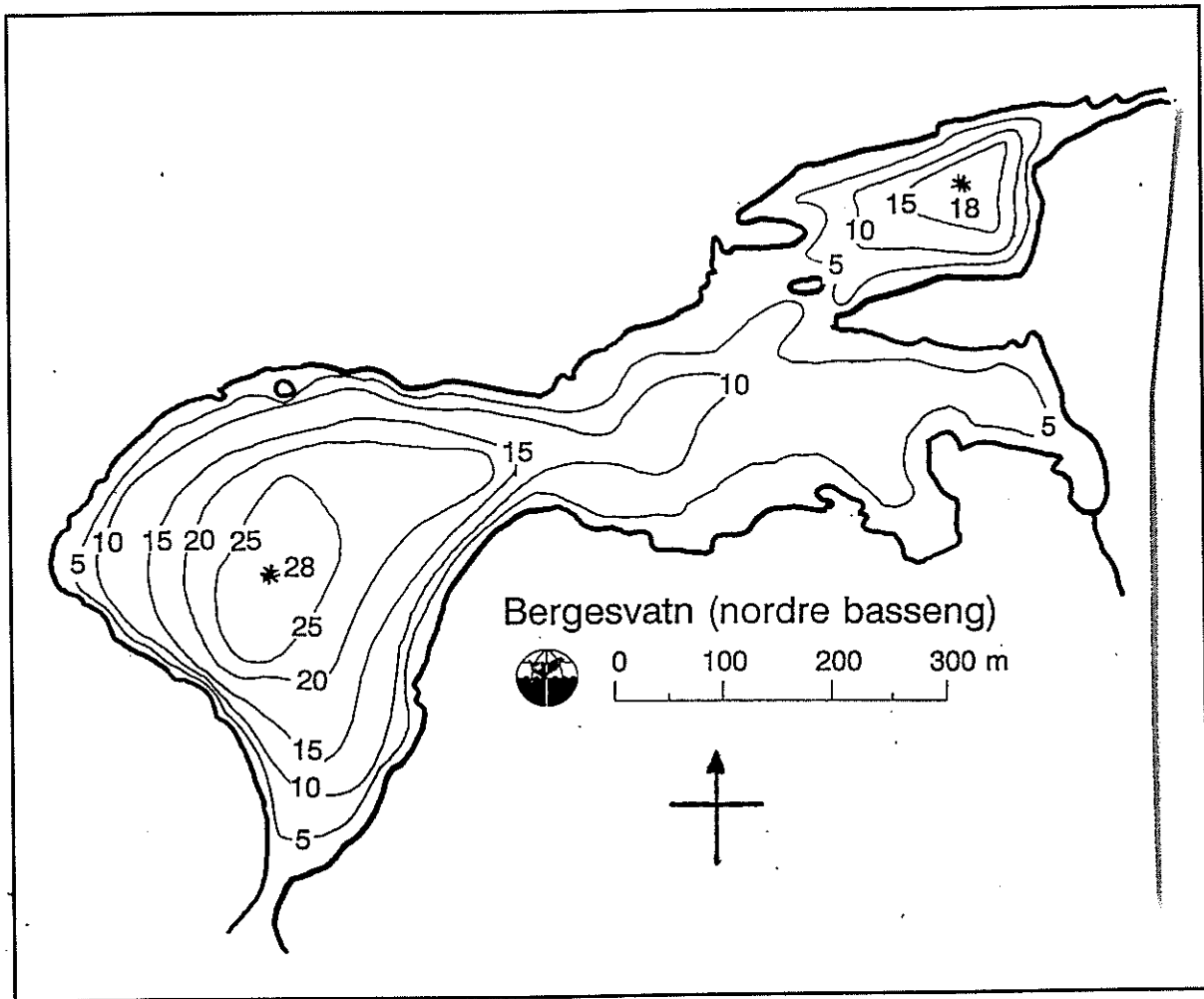
VEDLEGG 1: GRUNNLAGSTALL

TABELL 2: Teoretisk antatt antall, gjennomsnittsvekt og biomasse av de to årsklassene fisk gjennom et år for et settefiskanlegg med konsesjon på 500.000 fisk.

MÅNED	Antall fisk (1.000)		Snittstørrelse (gram)		Mengde fisk (tonn)
	Årsyngel	Fjorårs	Årsyngel	Fjorårs	
JANUAR		512		45	23,0
FEBRUAR		510		50	25,5
MARS	650	505	1	55	28,4
APRIL	625	500	2	65	33,8
MAI	600	400	3,5	80	34,1
JUNI	575	50	5	100	7,9
JULI	560		10		5,6
AUGUST	550		18		9,9
SEPTEMBER	540		27		14,6
OKTOBER	530		35		18,6
NOVEMBER	520		40		20,8
DESEMBER	515		42		21,6

TABELL 3: Igjenstående fisk i et karanlegg der den største fisken flyttes til et mæranlegg på høsten. Dette gir således grunnlaget for vannbehovsberegningene i figur 5.

MÅNED	Antall fisk (1.000)		Snittstørrelse (gram)		Mengde fisk (tonn)
	Årsyngel	Fjorårs	Årsyngel	Fjorårs	
JANUAR		250		42	10,5
FEBRUAR		250		45	11,3
MARS	650	250	1	50	13,2
APRIL	625	250	2	60	16,3
MAI	600	250	3,5	70	19,6
JUNI	575	50	5	80	6,9
JULI	560		10		5,6
AUGUST	550		18		9,9
SEPTEMBER	540		27		14,6
OKTOBER	400		30		12,0
NOVEMBER	300		35		10,5
DESEMBER	250		40		10,0



FIGUR 8: Dybdekart over det nordlige bassenget av Bergesvatn. Dette ble loddet opp med skrivende ekkolodd 21. august 1991. Det sørlige bassenget ble loddet opp i 1990, og dybdekartet er presentert i Rådgivende Biologers rapport nr 37 (Kambestad og Johnsen 1990a).