



Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

Undersøkelse av innsjøer på Vestre Bokn i forbindelse med legging av Europipe II

FORFATTERE:

dr.philos. Geir Helge Johnsen

&

cand.scient. Steinar Kålås

OPPDRAKSGIVER :

JV-Kaarstoe Pipeline Contractors, ved Jon R. Myhre, Knarholmen, 4290 Bokn

OPPDRAGET GITT:

24.august 1998

ARBEIDET UTFØRT:

August 1998

RAPPORT DATO:

9. September 1998

RAPPORT NR:

359

ANTALL SIDER:

21

ISBN NR:

ISBN 82-7658-219-2

EMNEORD:

- Slampåvirkning av innsjøer
- Vannkvalitet og fisk
- Bokn i Rogaland

SUBJECT ITEMS:

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

Telefon: 55 31 02 78

Telefax: 55 31 62 75

E-post: rb@bgnett.no

FORORD

Rådgivende Biologer as. har, på oppdrag fra JV-Kaarstoe Pipeline Contractors, foretatt en undersøkelse av tre innsjøer langs det pågående anleggsarbeidet på traséen for Europipe II-ledningen tvers over Vestre Bokn, og vurdert betydningen av tilførsler av silt og leire med hensyn på mulige skadevirkninger for fisk.

Undersøkelsen har som formål å danne et grunnlag for å vurdere mulige virkninger av anleggsarbeidet på fisken i innsjøene. Det er også foreslått oppfølgende undersøkelser for eventuelt å vurdere mulige langtidsvirkninger på fisken, samtidig som resultatene fra denne første undersøkelsen vil kunne utdypes og styrkes.

Undersøkelsen bygger på en synfaring foretatt i tidsrommet 25.-26.august. Gunnar Emil Bokneberg stilte båt til disposisjon for undersøkelsene i Boknabergsvatnet, mens det i Gunnarstadvatnet ble benyttet båt tilhørende Jørn Jøsund. De vannkjemiske analysene er utført av det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services as i Bergen, algeprøvene er bearbejdet av cand.real. Nils Bernt Andersen, og de histologiske prøvene av fiskeorganer er vurdert av cand.real. Hans Aase ved Aqualab i Bergen. Cand.scient. Steinar Kålås har assistert ved oppgjøring og aldersbestemming av fisken fra Ulvåna.

Forfatteren ønsker å takke samtlige som har bidratt, og Rådgivende Biologer as. takker JV-Kaarstoe Pipeline Contractors ved Jon R. Myhre, for oppdraget.

Bergen, 9.september 1998

INNHold

FORORD	2
INNHold	2
SAMMENDrag	3
UNDERSØKELSESOPPLEGG	4
BOKNABERG VATNET	5
ULVÅNA	8
GUNNARSTAD VATNET	13
VURDERING	16
HENVISNINGER	21

SAMMENDRAG

Johnsen, G.H. & S.Kålås 1998.

*Undersøkelse av innsjøer på Vestre Bokn i forbindelse med legging av Europipe II
Rådgivende Biologer as. rapport 359, 21 sider, ISBN 82-7658-219-2.*

Rådgivende Biologer as. har undersøkt tre av innsjøene langs det pågående anleggsarbeidet på traséen for Europipe II-ledningen tvers over Vestre Bokn med hensyn på tilslamming og mulige virkninger av dette.

Arbeidet med legging av gassledningen Europipe II over Vestre Bokn, medfører reeltivt omfattende anleggsaktivitet over en kort periode. En 18 meter bred sone bestående av en tre meter dyp grøft til rørledningen og en parallell anleggsvei går fra øst til vest tvers gjennom landskapet. Anleggsarbeidene startet for alvor i juli 1998, og etter planen skal ledningen være lagt og grøften fylt igjen allerede før julen 1998.

Arbeidene har tilført de nærliggende vassdragene betydelige mengder silt- og leirpartikler i forbindelse med de store nedbørmengdene midt i august. I særlig grad var det utvasking av oppgravd leire som ble vasket ut, men også steinstøv fra boring og mulig sprengsteinstøv fra sprengningsarbeider kan ha blitt vasket ut i vassdragene.

De største mengdene er utvilsomt tilført Boknabergvatnet, der utfylling av leirholdige masser direkte i innsjøen, sammen med utpumping av slamholdige vannmasser fra grøften, førte til sterkt redusert sikt i innsjøen. Vesentlig mindre tilførsler er rent ut i Ulvåna, der det ikke er fylt masser direkte i innsjøen, mens mindre deler av anleggsområdet drenerer til de nord-østre deler av innsjøen. I Gunnarstadvatnet var påvirkningen generelt sett enda mindre, men merkbart både i innløpselven fra Ulvåna, som krysses av anleggsområdet, samt i innløpselven i øst, som drenerer de høyestliggende anleggsområdene.

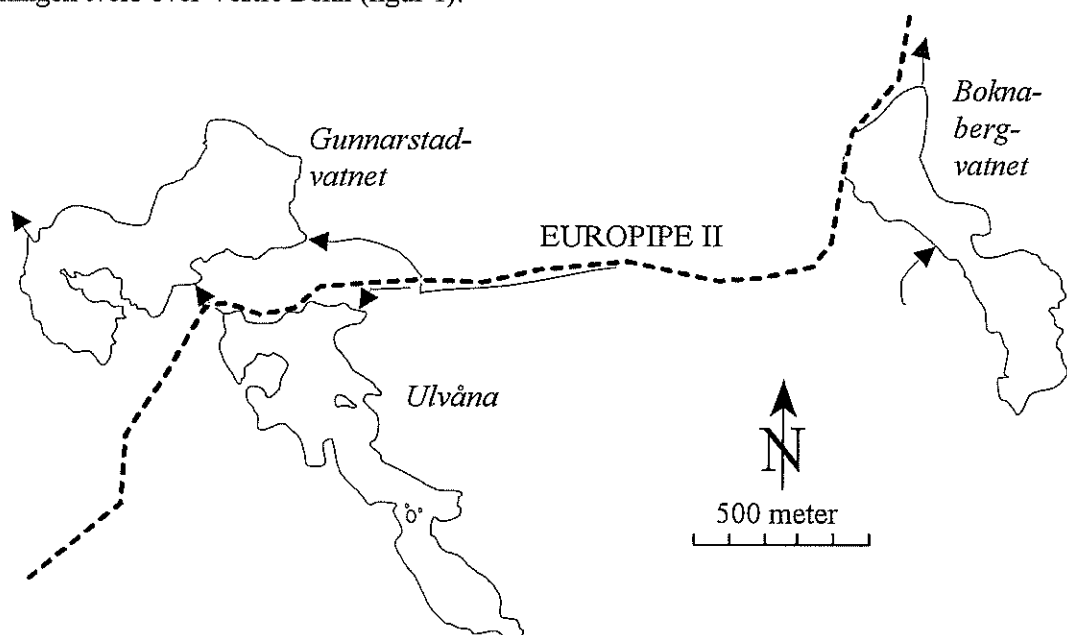
Både vannkvalitet og innsjø-økosystemene er markert påvirket av disse tilførslene, men det er ikke mulig å påvise at økte næringsmengder i innsjøene har ført til uheldige oppblomstringer av alger i noen av innsjøene. Det var heller ikke mulig å påvise skader på fisk i det påvirkede bassenget i Ulvåna ved prøvetakingen 25.-26.august 1998. Her antyder fangsten på to enkle prøvegarn en middels tett aurebestand, samtidig som verken gjeller eller indre organer på de få undersøkte fiskene hadde skader. Det synes derfor som om det observerte nivået av tilførsler i denne innsjøen, og derfor i Gunnarstadvatnet og i søndre basseng av Boknabergsvatnet, ikke hadde medført skader på fisken på det aktuelle tidspunktet.

I Boknabergvatnet ble det ikke fanget fisk, noe som kan skyldes at det i utgangspunktet er lite fisk i innsjøen, samtidig som det er sannsynlig at fisken unnviker områdene med høyest konsentrasjon av leire og derfor ikke gikk i garn. Det var derfor ikke mulig å slå fast om fisken har fått skader eller ikke. Ut fra kjennskap til hva fisk kan tåle, må en likevel kunne anta at de store tilførslene av leire til vannmassene vil være av et slikt omfang at fisk kan ha blitt skadet i det belastede bassenget. Samtidig kan det søndre bassenget tjene som et tilfluktssted for fisken i denne innsjøen.

En videre oppfølging av fisken i Boknabergsvatnet vil være nødvendig for å fastslå eventuelt skadeomfang, samtidig som langtidseffekter med skade på indre organer først vil kunne påvises etter en viss tid både i denne og i de øvrige innsjøene.

UNDERSØKELSE SOPPLEGG

Det ble foretatt en befaring til Bokn kommune tirsdag 25. til onsdag 26. august 1998. Tirsdagen var været vekselvis pent med enkelte kraftige, men kortvarige regnskyll. Onsdag formiddag var det ikke noe nedbør, men begge dagene blåste det frisk bris fra nord-vest. Uken før hadde det vært betydelige nedbørmengder. Det ble foretatt undersøkelser i tre av innsjøene langs det pågående anleggsarbeidet på traséen for Europipe II-ledningen tvers over Vestre Bokn (figur 1).



FIGUR 1: Oversiktskart over undersøkelsesområdet, med de tre innsjøene og traséen for Europipe II tegnet inn.

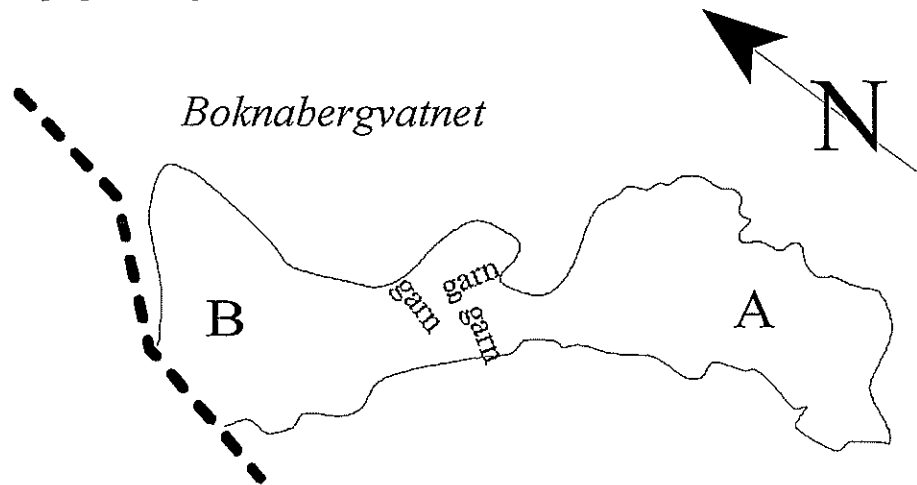
I alle tre innsjøene ble det målt siktedyp med en 30 cm secchi-disk langs en gradient fra områdene nærmest anleggsarbeidet og langsetter innsjøene. Videre ble det foretatt en enkel opplodding av innsjøene, samtidig som det ble målt temperatur- og oksygenprofiler ved innsjøens dypeste punkt. Det ble tatt vannprøver av overflatevannet i alle de påvirkete bassengene, og disse ble analysert for å vurdere omfang av forskjellige typer påvirkninger, så som næringssalt, partikler og mulige giftvirkninger for fisk. Det ble også tatt algeprøver i innsjøene, for å kunne vurdere om tilførslene har ført til oppblomstring av uheldige algetyper som eventuelt også kan medvirke til skader på fisk.

I Ulvåna ble det om natten til onsdag 26. august satt to fleromfars prøvegarn for å fange fisk slik at mulig skadeomfang på fisken kunne vurderes. De sto ute i 13 timer. Hvert garn er 30 meter langt og 1,5 m dypt, og er satt sammen av 12 stk. 2,5 meter lange seksjoner med forskjellige maskevidder, tilfeldig plassert i garnet. Maskeviddene som er benyttet er: 5,0 - 6,3 - 8,0 - 10,0 - 12,5 - 16,0 - 19,5 - 24,0 - 29,0 - 35,0 - 43,0 - og 55,0 mm. Plassering av garn er vist i figur 4 øverst. I Boknabergvatnet ble samme natt satt tre bunn-garn med maskevidder på henholdsvis 26 mm, 31 mm og 35 mm. Disse ble lånt ut av grunneier Gunnar Emil Bokneberg, fordi dette fisket i utgangspunktet ikke var planlagt utført. Det ble ikke utført noen undersøkelse av fisken i Gunnarstadvatnet, og det er ikke foretatt noen vurdering av mulige skadevirkninger på fisken i settefiskanlegget nedstrøms Gunnarstadvatnet.

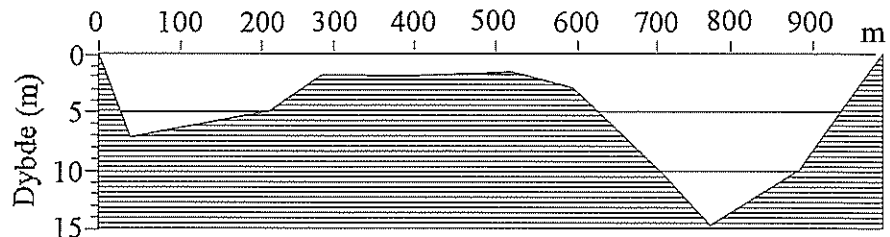
BOKNABERGVATNET

Boknabergvatnet (UTM: 32V 02968 – 65698) ligger 56 moh., har et areal på 0,178 km² og er den av innsjøene som er mest påvirket av anleggsarbeidet. Rørledningen skal plasseres gjennom vannet i nordre enden, og i den forbindelse fylles det masser i selve innsjøen (figur 2 øverst). I følge grunneiere var det i denne delen av innsjøen opp til 15 meter dypt før utfyllingene startet, og ut fra en enkel vurdering av foretatte utfyllinger vil en anslå at det er fylt ut vel 10.000 m³ masser som inneholder mye silt og leire, i innsjøens nordende. I tillegg skal den tre meter dype rørledningsgrøften på innsiden av utfyllingene tømmes for avrenningsvann ved pumping ut i innsjøen.

FIGUR 2 øverst:
Boknabergvatnet med traséen for Europipe II, samt plassering av vannprøvepunktene (A og B) og garnplassering.



FIGUR 2 midten:
Enkel dybdeprofil for midtlinjen i Boknabergvatnet.



FIGUR 2 nederst:
Foretatte siktedypsmålinger langs midtlinjen i Boknabergvatnet den 25. august 1998

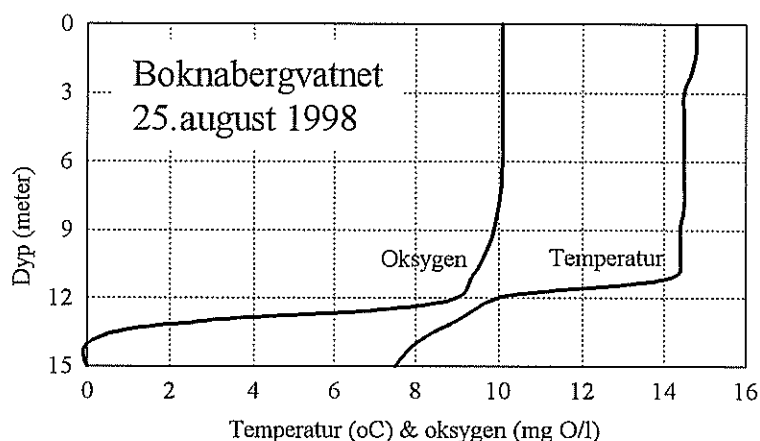


Nordre basseng av Boknabergvatnet var grunt, med 7 meters dyp i nordenden. Det ble grunnere sørover, med 5 meter midt i nordre basseng og ned mot 2 meter i søndre halvdel av dette bassenget og inn i sundet. Søndre bassenget var dypere, med 3 meters dyp like sør om sundet, men dybden økte til 15 m i søndre halvdel av dette bassenget (figur 2 midten).

Siktedypet var kun 25 cm utenfor presenningen langs anleggsarbeidet i det nordre bassenget, og økte bare svalt til 30 cm sørover mot sundet og var 35 cm i selve sundet. Midt i sundet gikk det et helt klart skille, der siktedypet økte brått til 90 cm. I søndre bassenget var siktdypet 90 cm midtveis økte til 1.0 m og 1,2 meter i søndre enden.

Sjiktningforholdene i innsjøen ble undersøkt ved det dypeste punktet i det søndre bassenget, og dette gjenspeiler også forholdene ellers i innsjøen. De øverste 11 metrene av vannsøylen var i omrøring, med høyt oksygeninnhold og en temperatur på ca. 14 °C. Under 12 meters dyp sank temperaturen, og her var det også fritt for oksygen (figur 3). Dette er et klassisk bilde i innsjøer med en viss grad av organisk belastning og et svært begrenset dypvannsvolum. Dette har i prinsippet derfor ikke noe med tilførselene av slam til innsjøen å gjøre.

FIGUR 3: Oksygen- og temperaturprofil ved det dypeste punktet i Boknabergvatnet 25. august 1998. Målingene er foretatt med et YSI-instrument med nedsenkbar elektrode.



Det ble tatt vannprøver (blandeprøve 0m, 1m og 2m), både i det nordre (B på figur 2) og i det søndre bassenget ved det dypeste (A på figur 2). I tillegg ble det tatt en vannprøve i dypvannet i det søndre bassenget. Resultatene fra disse prøvene er vist i tabell 1, og det er tydelig at innholdet av partikler var svært høyt i det nordre bassenget, med turbiditet på hele 58 FTU. Videre var innholdet av plantenæringsstoffene silisium og fosfor også forhøyet. Vannet i det søndre bassenget var mindre næringsrikt, og tilsvarende tilstandsklasse III = "mindre god" for fosfor i følge SFTs vurderingssystem (SFT 1997).

TABELL 1: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i Boknabergvatnet 25. august 1998, Prøvene er analysert av Chemlab Services as. i Bergen.

Parameter	Enhet	Metode	Søndre basseng (A)		Nordre basseng (B)
			Overflate	Dypvann	
Silisium	mg Si / l	NS 4773	0,32	-	5,95
Total-nitrogen	µg N / l	NS 4743: 1993	790	-	-
Total-fosfor	µg P / l	NS 4725: 1984	18	18	34
Jern	mg Fe / l	NS 4773	0,27	-	-
Aluminium	µg Al / l	NS 4781	226	-	-
Turbiditet	FTU	Std.Met. 2130	6,1	2,0	58
Surhet	pH	NS 4720	7,07	-	-
Ledningsevne v/ 25°C	mS/m	NS-ISO 7888	9,45	-	-
Kjemisk oks-forbruk	mg O/l	NS 4759	4,83	-	-
Fargetall, filtrert	mg Pt / l	NS 4787: 1988	22	15	17

Det ble også påvist relativt store mengder alger i det søndre bassenget, men ingen kiselalger som er den viktigste algetyper som kan gi skader på fiskens gjeller (tabell 2). Den fullstendig dominerende gullalgen, *Dinobryon sociale*, er kjennetegn på begynnende næringsrike forhold. Oppblomstringen skyldes ikke utelukkende tilførsler fra anleggsarbeidet, fordi det er sannsynlig at Boknabergvatnet i utgangspunktet ikke var næringsfattig.

TABELL 2: Typer og mengder av alger i en prøve fra Boknabergvatnet 25. august 1998. Prøven ble tatt som en blandprøve fra de øverste to metrene (0m, 1m og 2m) i vannsøylen, og den er analysert av cand.real. Nils Bernt Andersen.

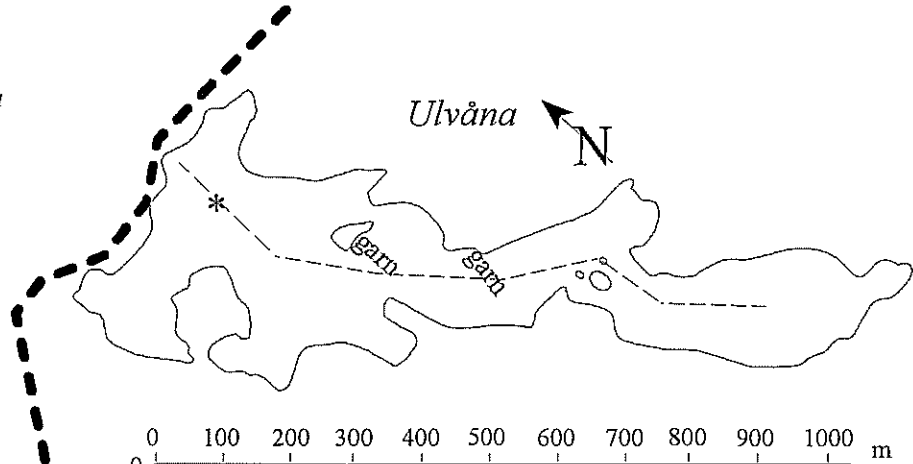
ALGETYPE / ART	ALGE-ANTALL (celler / liter)	ALGE-MENGDE (mg/l)
BACILLARIOPHYCEAE - KISELALGER		
CHLOROPHYCEAE - GRØNNALGER		
Ankistrodesmus sp.	61.200	0,0061
Closterium sp.	15.300	0,0077
Sphaerocystis sp.	428.000	0,0484
Chlorophyceae sp.	15.300	0,038
CRYPTOPHYCEAE -		
Cryptomonas sp.	15.300	0,0153
Rhodomonas sp.	1.521.000	0,1521
CHRYSOPHYCEAE - GULLALGER		
<i>Dinobryon sociale</i>	19.925.000	2.9888
DINOPHYCEAE - FUREFLAGELLATER		
<i>Ceratium hirundinella</i>	8.000	0,14
CYANOPHYCEAE - BLÅGRØNNALGER (-BAKTERIER)		
<i>Anabaena flos-aquae</i>	1.000 kolonier	0,03
<i>Gomphosphaeria</i> sp.	2.000 kolonier	0,06
FLAGELLATER OG MONADER		
Ubestemte < 5 µm store	367.000	0,0121
Ubestemte > 5 µm store	245.000	0,0277
SAMLET	22.604.100	3.5262

Det ble ikke fanget fisk i det nordre og påvirkete bassenget ved befaringen, selv om det ble satt tre garn med aktuelle maskevidder (25, 30 og 35 mm). Det betyr ikke at det ikke er fisk i innsjøen, men at fisken sannsynligvis unngår de mest belastede områdene, eller blir inaktiv og dermed mindre fangbar i disse delene av innsjøen.

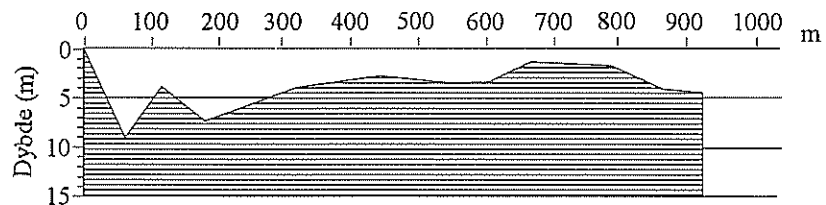
ULVÅNA

Ulvåna (UTM: 32V 02952 – 65694) er relativt stort med mange grunnområder. Rørledningen passerer langs innsjøens nordre ende, men det er ikke foretatt utfylling av masser i selve innsjøen (figur 4 øverst). Likevel er det en del tilførsler av silt og leire som drenerer fra de nedre deler av grøften som kommer fra øst.

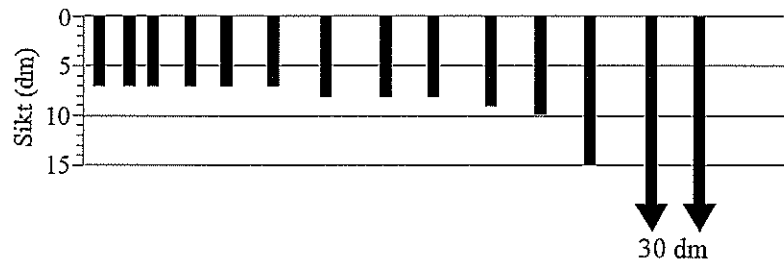
FIGUR 4 øverst: Ulvåna med inntegnet trasé for Europipe II i nordenden, samt garnplassering, prøvetakingssted (*) og transekt for siktedypsmåling (se under).



FIGUR 4 midten: Dybdeprofil langssetter Ulvåna, basert på enkelte loddskudd.



FIGUR 4 nederst: Siktedypsmålinger langs en transekt i Ulvåna 25. august 1998.

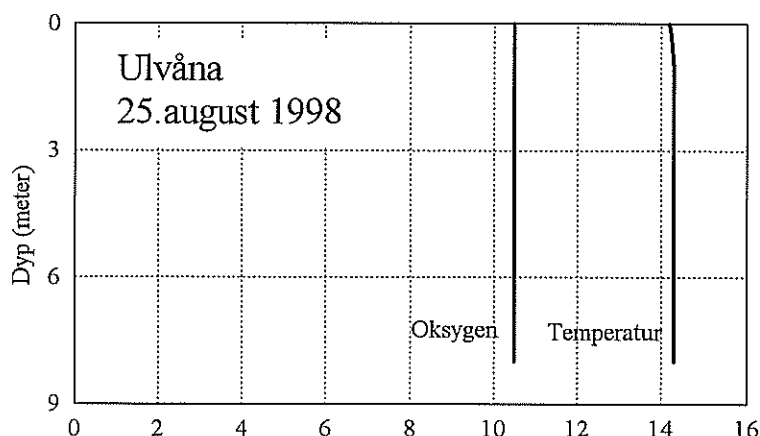


Også Ulvåna består av to basseng, der tilførslene av leire og silt skjer til det nordre. Dette nordre bassenget er grunt, med ni meters dyp målt nokså langt i nord. Sørøver ble det grunnere med rundt tre meter i søndre halvdel av dette bassenget. I sundet mellom de to bassengene var det mye store rullestein, og dybder på opp mot 1,5 meter. Det søndre bassenget hadde dybder på opp mot fem meter, men ble bare delvis loddet opp (figur 4 midten).

Siktedypet var 0,7 m langs hele den nordre stranden og også sørøver mot midten av det nordre bassenget. Videre sørøver mot overgangen til det søndre bassenget økte siktedypet gradvis til 0,9 m. Midt i sundet gikk det et helt klart skille, der siktedypet økte brått fra 0,9 m til 1,5 meter. I søndre bassenget var siktdypet på 3 m, og syntes helt upåvirket av tilførslene til nordre basseng.

Sjiktningforholdene i innsjøen ble undersøkt ved det dypeste punktet i det nordre bassenget, og dette gjenspeiler også forholdene ellers i innsjøen. Det var ingen temperatursjiktning i vannmassene, til dette er innsjøen for grunn. Hele vannsøylen hadde en temperatur på vel 14 °C, og det var full oksygenmetning til bunns (figur 5).

FIGUR 5: Oksygen- og temperaturprofil ved det dypeste punktet nord i Ulvåna 25. august 1998. Målingene er foretatt med et YSI-instrument med nedsenkbar elektrode.



Det ble samlet inn vannprøver fra overflaten i det nordre bassenget (blandeprøve fra 0m, 1m og 2m), og fra utløpeselven like nedstrøms anleggsveien. Vannkvaliteten viser at det tilføres betydelige næringsmengder, både av silisium og fosfor, samt at partikkelinnholdet målt som turbiditet er høyt. Også innholdet av jern og aluminium er høyere enn det en skulle forvente (tabell 3).

TABELL 3: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i Ulvåna og utløpet (nederfor veien) 25. august 1998, Prøvene er analysert av det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services as. i Bergen.

Parameter	Enhet	Metode	Nordre basseng	Utløp Ulvåna
Silisium	mg Si / l	NS 4773	1,62	4,04
Total-nitrogen	µg N / l	NS 4743: 1993	405	404
Total-fosfor	µg P / l	NS 4725: 1984	16	20
Jern	mg Fe / l	NS 4773	0,31	0,42
Aluminium	µg Al / l	NS 4781	355	467
Turbiditet	FTU	Std.Met. 2130	8,5	15
Surhet	pH	NS 4720	6,25	6,40
Ledningsevne v/ 25°C	mS/m	NS-ISO 7888	7,02	7,00
Kjemisk oks-forbruk	mg O/l	NS 4759	4,78	4,66
Fargetall, filtret	mg Pt / l	NS 4787: 1988	28	26

Det forhøyete næringsinnholdet i Ulvåna (tilstanden = SFT-klasse III="mindre god"), gir seg likevel ikke utslag i tilsvarende høye algemengder eller skadelige algetyper (tabell 4). Dette skyldes sannsynligvis at særlig fosfortilførslene ikke er biologisk tilgjengelige, slik en ofte ser i forbindelse med tilførsler av breslam til vassdrag. Der kan en ha høye konsentrasjoner av total-fosfor, mens innholdet av biologisk tilgjengelig orto-fosfat er lavt.

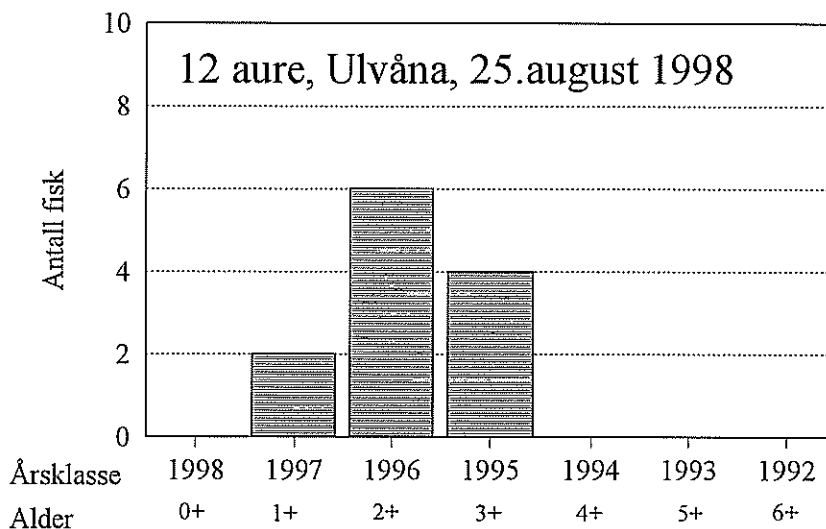
TABELL 4: Typer og mengder av alger i en prøve fra Ulvåna 25.august 1998. Prøven ble tatt som en blandprøve fra de øverste to metrene (0m, 1m og 2m) i vannsøylen, og den er analysert av cand.real. Nils Bernt Andersen.

ALGETYPE / ART	ALGE-ANTALL (celler / liter)	ALGE-MENGDE (mg/l)
BACILLARIOPHYCEAE - KISELALGER		
CHLOROPHYCEAE - GRØNNALGER		
Closterium acutum	30.600	0,0077
Closterium ehrenbergii	15.300	0,0077
Crucigenia quadrata	842.000	0,0034
CRYPTOPHYCEAE -		
Rhodomonas sp.	61.200	0,0061
CHRYSOPHYCEAE - GULLALGER		
Bitrichia sp.	15.300	0,0015
DINOPHYCEAE - FUREFLAGELLATER		
Gymnodium sp.	45.900	0,023
CYANOPHYCEAE - BLÅGRØNNALGER (-BAKTERIER)		
Lyngbya limnetica	15.300 kolonier	0,0053
FLAGELLATER OG MONADER		
Ubestemte < 5 µm store	413.000	0,0136
Ubestemte > 5 µm store	184.000	0,0208
SAMLET	1.622.600	0,0891

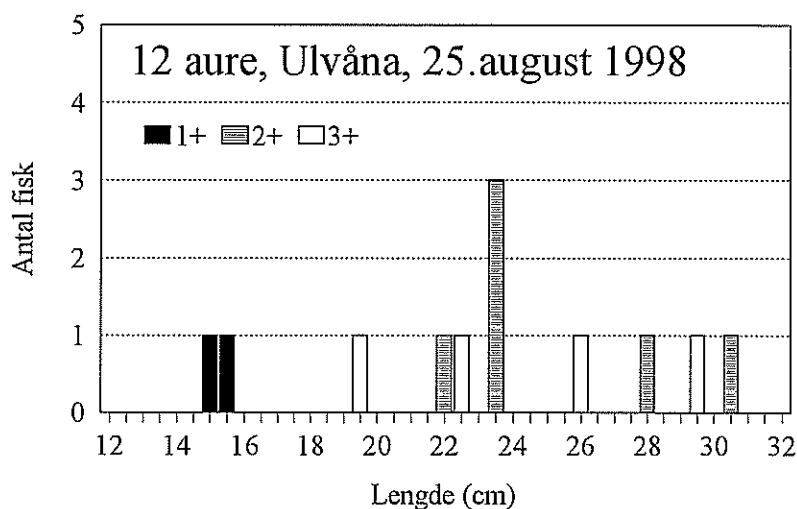
Det ble satt to garn i Ulvåna natten til 26.august 1998, og det ble fanget 13 aure med en gjennomsnittlig kondisjonsfaktor på 1,0. To av fiskene var delvis oppspist av ål, mens en av de små, som fremdeles levde, ble fiksert hel for nærmere undersøkelse av indre organer (drept med slag mot hodet, sprettet i buken og fiksert direkte på bufret formalin).

Aurebestanden er middels tett, med en fangst på 13 fisk på to garn. Den består for det meste av unge fisk, der aldersklassene 1997-1995 dominerer. Ingen fisk eldre enn tre år ble fanget (figur 6 øverst). Fiskene hadde vokst raskt, og hadde en gjennomsnittslengde på 8,1 cm etter første vekstsesongen, 18,0 etter andre og 23,0 etter tredje vekstsesong (figur 6 nederst). Forøvrig er det ikke mulig å gå nærmere inn på beskrivelse av fisken ut fra et såpass sparsomt materiale.

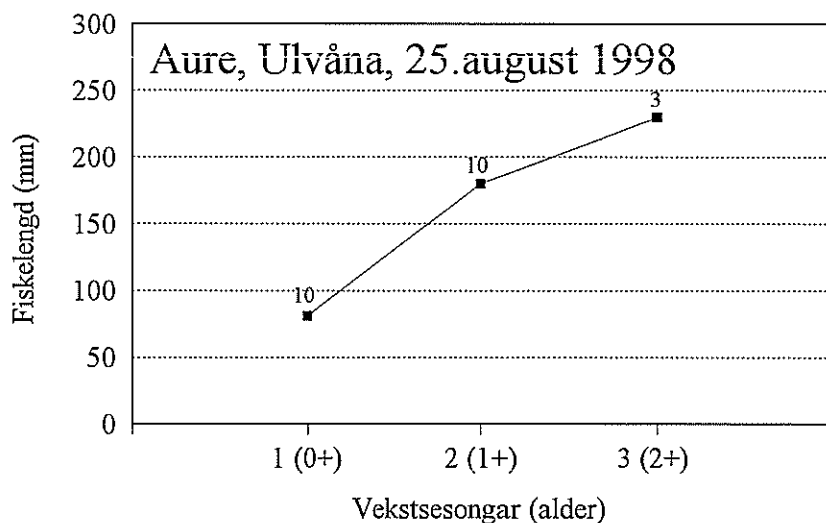
FIGUR 6 øverst:
Aldersfordeling av de 12 aurene som ble fanget på fleromfars bunn garn i Ulvåna. Fisken er aldersbestemt både ved lesing av otolitt og skjell.



FIGUR 6 midten:
Lengdefordeling av de 12 aurene fanget i Ulvåna. Tre fisk var spist opp av ål før garn ble trukket om morgene, og en fisk ble fiksert hel for vurdering av indre organer. Alle disse fire fisken hadde sannsynligvis vært / var under 15 cm.



FIGUR 6 nederst: Vekstkurve for aurene i Ulvåna, basert på lesing av skjell fra de 10 fiskene som var eldre enn ett år.



Det ble tatt histologiske prøver av fire fisk, men det ble ikke funnet gjelleskader på noen av fiskene. Det ble heller ikke påvist aluminiumsutfelling på gjellene, noe som kunne vært et resultat av eventuelle forsureningskader. De indre organene til en av fiskene ble også undersøkt, og det var ingen tegn til skader. (tabell 5)

TABELL 5: Resultat fra histologisk undersøkelse av fire garnfangete fisk i Ulvåna 16. august 1998. Fisken er undersøkt av cand.real.Hans Aase ved Aqualab i Bergen.

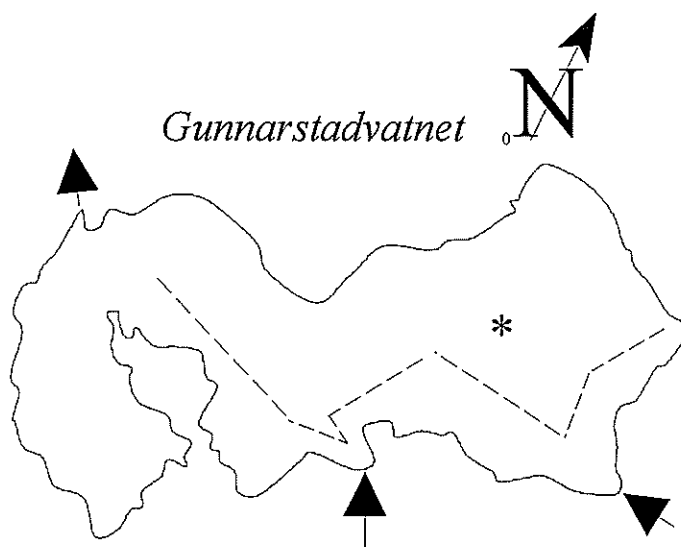
FISK / STATUS	Lengde	Vekt	Gjellestatus	Indre organ
FISK 1 : "levde" og ble blodtappet	23,5 cm	130 g	Ingen skader	-
FISK 2 : "levde" og ble blodtappet	22,5 cm	138 g	Ingen skader	-
FISK 3 : "nydød" (ikke stiv)	23,5 cm	128 g	Dødelighetsendring	-
FISK 4 : "nydød" (ikke stiv)	15 cm	-	Dødelighetsendring	Ingen skader

GUNNARSTADVATNET

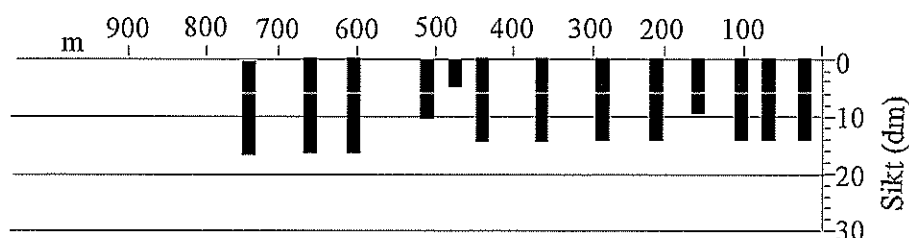
Gunnarstadvatnet ligger 17 meter over havet (UTM 32V 02952 65698) og innsjøen har et areal på 0,28 km² (figur 7 øverst). De vestre og midtre delene er grunne, med 3-4 meters dyp, mens det finnes et dypere parti i det østre bassenget, der det ved befaringen ble målt 18 meters dyp, mens det skal være opp til 22 meter dypt. Gunnarstadvatnet er vannkilde for et settefiskanlegg ved utløpet.

Siktedypet var 1,5 m helt i øst ved stranden, det avtok til 1,0 m utenfor innløpsbekken fra øst, og var stort sett 1,5 og 1,6 meter i hele resten av innsjøen. Like utenfor presenningen utenfor tilførselsbekken fra Ulvåna var siktedypet 1,0 meter, mens det innefor den oppspente presenningen / gardinen var 0,5m (ytterst) og 0,3m (helt innerst ved elven) (figur 7 nederst). Skillet ved gardinen var meget klart,- det så ut til at den virket bra med hensyn på oppsamling av tilført slam. Den burde imidlertid vært ettersett, slik at effekten kunne vært enda bedre.

FIGUR 7 øverst:
Gunnarstadvatnet med
tilløpselver og utløp,
samt inntegnet prøve-
takingssted (*) og
transekt for siktedyps-
måling (se under).

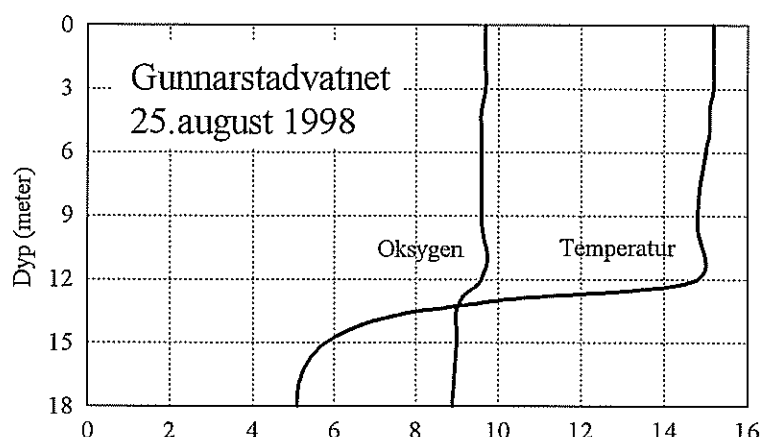


FIGUR 7 nederst:
Siktedypsmålinger langs
en transekt i Gunnar-
stadvatnet 25.august
1998.



Sjiktningforholdene i innsjøen ble målt ved det dypeste området i det østre bassenget (* figur 7 øverst), og temperatursjiktningen lå på i underkant av 12 meters dyp. Det var ikke tegn til oksygenvikt i de dypere vannmassene i Gunnarstadvatnet (figur 8).

FIGUR 8: Oksygen- og temperatur-profil ved det dypeste punktet i Gunnar-stadvatnet 25.august 1998. Målingene er foretatt med et YSI-instrument med nedsenkbar elektrode.



Vannprøven fra overflaten (blandeprove 0m,1m og 2m) ved det dypeste punktet viste at innsjøens partikkelinnhold var forhøyet, med en turbiditet på 4,2 FTU. Ellers var innholdet av næringsstoff tilsvarende en næringsfattig innsjø, tilsvarende SFT tilstandsklasse II = “god” for både fosfor og nitrogen. Innholdet av silisium, jern og aluminium var også lavere enn i de andre undersøkte innsjøene (tabell 6).

TABELL 6: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i Gunnarstadvatnet 25.august 1998, Prøvene er analysert av Chemlab Services as. i Bergen.

Parameter	Enhet	Metode	Østre basseng
Silisium	mg Si / l	NS 4773	0,18
Total-nitrogen	µg N / l	NS 4743: 1993	367
Total-fosfor	µg P / l	NS 4725: 1984	9
Jern	mg Fe / l	NS 4773	0,14
Aluminium	µg Al / l	NS 4781	230
Turbiditet	FTU	Std.Met. 2130	4,2
Surhet	pH	NS 4720	6,32
Ledningsevne v/ 25°C	mS/m	NS-ISO 7888	7,31
Kjemisk oks-forbruk	mg O/l	NS 4759	2,60
Fargetall, filtret	mg Pt / l	NS 4787: 1988	15

Det ble samlet inn en algeprøve fra Gunnarstadvatnet, og denne inneholdt lave mengder med alger, som samsvarer godt med den relativt næringsfattige tilstanden til innsjøen (tabell 7 neste side).

TABELL 7: Typer og mengder av alger i en prøve fra Gunnarstadvatnet 25. august 1998. Prøven ble tatt som en blandprøve fra de øverste to metrene (0m, 1m og 2m) i vannsøylen, og den er analysert av cand.real. Nils Bernt Andersen.

ALGETYPE / ART	ALGE-ANTALL (celler / liter)	ALGE-MENGDE (mg/l)
BACILLARIOPHYCEAE - KISELALGER		
CHLOROPHYCEAE - GRØNNALGER		
Closterium acutum	15.300	0,0015
Crucigenia quadrata	15.300	0,0006
Elakatothrix sp.	107.000	0,0107
Oocystis sp.	30.600	0,0153
Chlorophyceae sp.	153.000	0,0383
CRYPTOPHYCEAE -		
Cryptomonas sp.	45.900	0,0459
CYANOPHYCEAE - BLÅGRØNNALGER (-BAKTERIER)		
Aphanocapsa sp.	15.300 kolonier	0,001
anabaena flos-aquae	1.000 kolonier	0,030
FLAGELLATER OG MONADER		
Ubestemte < 5 µm store	413.000	0,0136
Ubestemte > 5 µm store	321.000	0,0363
SAMLET	1.117.400	0,01932

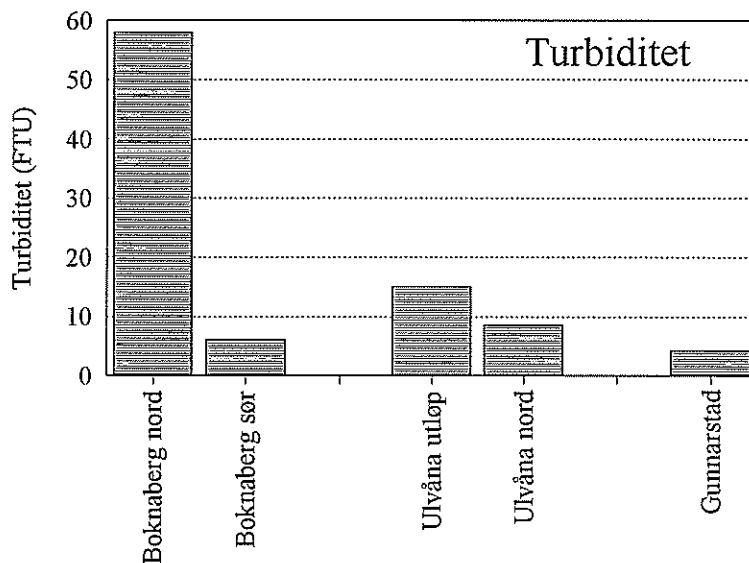
VURDERING

Tilførsler av leire og silt kan påvirke livet i innsjøer og fisk på flere måter, og det foreligger nokså mye litteratur på dette området. For videre lesing henvises til Hessen mfl. (1989) og Sægrov mfl. (1991). Her skal følgende forhold vurderes for de tre innsjøene Boknabergvatnet, Ulvåna og Gunnarstadvatnet:

- 1) omfattende tilslamming kan hemme næringsdyrproduksjon for fisk
- 2) omfattende innhold av fine partikler i vannet kan legge seg på gjeller og "kvele" fisken
- 3) skarpe partikler fra enten sprengsteinstøv eller også kiselalger kan skade fiskens gjeller
- 4) tilførsel av næringsstoff kan gi oppblomstring av alger, særlig kiselalger med kvasse skall
- 5) tilførsel av jern og aluminium fra drenering av myrer kan skade fisk ved utfelling på gjellene
- 6) tilslamming av gytebekker kan føre til redusert rekruttering

Tilførslene

Det er tydelig at tilførslene av leire og silt til Boknabergvatnet er desidert størst, mens Ulvåna hadde hatt betydelig mindre tilførsler. Tilstanden i Gunnarstadvatnet var minst påvirket av slike tilførsler. I begge de to mest påvirkete innsjøene var det imidlertid et klart skille mellom de nordre og søndre bassengene, målt både som siktedyp og innhold av partikler (figur 9), samt innhold av tilførte næringsstoff som fosfor og silisium (figur 11) og som tilførsler av metaller (figur 12).



FIGUR 9: Turbiditet i de undersøkte innsjøene den 25. august 1998.

Ut fra de presenterte tall, kan en sette opp følgende rekke av påvirkningsgrad:

Desidert **mest** påvirket: *Boknabergvatnet nordre basseng*

Mindre, og noenlunde likt påvirket: *Boknabergvatnet søndre basseng og Ulvåna nordre basseng*

Enda **mindre** påvirket: *hele Gunnarstadvatnet*

Minst påvirket: *Ulvåna søndre basseng*

Det ble samlet inn vannprøver fra de aktuelle innsjøene umiddelbart før anleggsarbeidet startet opp, og det var klart at også da var turbiditeten (innholdet av partikler som reflekterer hvitt lys) vesentlig høyere i Boknabergvatnet enn i de øvrige innsjøene (tabell 8). Dette kan skyldes høyt innhold av alger i den mer næringsrike innsjøen. Tilstanden tilsvarte da SFT-klasse IV="dårlig". Det er også foretatt prøvefiske i disse innsjøene tidligere (Kambestad & Taraldlien 1993).

TABELL 8: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i de tre innsjøene 6.juli 1998, før oppstart av anleggsarbeidet på Europipe II- traséen. Prøvene er analysert av Næringsmiddeltilsynet Haugaland.

Parameter	Enhet	Metode	Boknaberg- vatnet	Ulvåna	Gunnarstad- vatnet
Kimtall 22 °C	ant/ml	NS 4791	270	200	400
Kolf.bakt. 37 °C	ant/100ml	NS 4788	15	3	15
Term.kolif.bakt 44,5 °C	ant/100ml	NS 4792	9	2	6
Surhet	pH	NS4720	7,2	6,0	6,4
Ledningsevne	mS/m	NS 7888	9,5	6,8	7,3
Turbiditet	NTU	NS 7027	2,1	0,25	0,72
Fargetall	mg Pt/l	NS 4787	11	10	15

1) Næringsdyrproduksjon

Det er å vente at de store slammengdene som tilføres Boknabergvatnets nordre basseng vil føre til en midlertidig reduksjon i næringsdyrproduksjonen. Den største akkumulering av sediment i en slik innsjø skjer i de dypeste delene (Rognerud og Fjeld 1990), men dette bassenget er så grunt at det vil være turbulente vannmasser i det meste av bassenget, og dermed en mer jevn sedimentering i hele bassenget. Mest vil det imidlertid være i nord nærmest tilførselskilden. Dette vil kunne medføre en betydelig reduksjon i næringsdyrproduksjon i dette bassenget over tid, kanskje så mye som et par år.

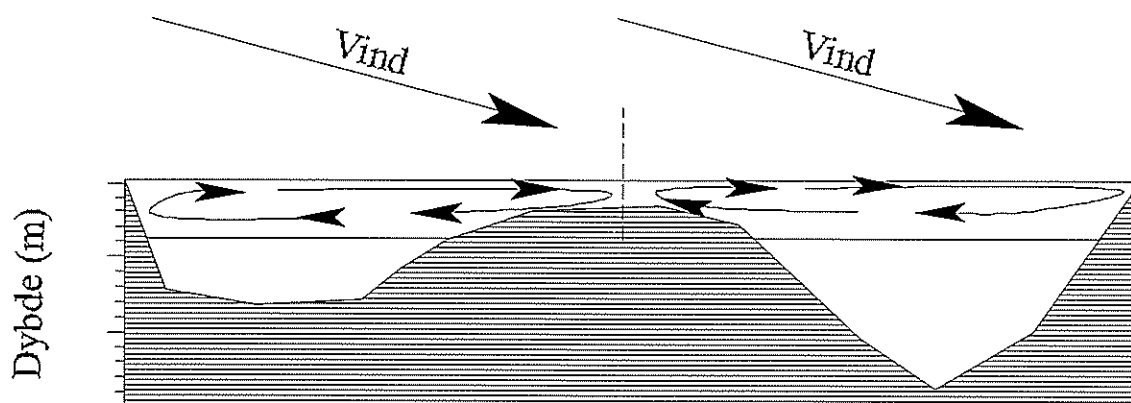
Når det gjelder produksjon av dyreplankton i innsjøen, skjer dette i de åpne vannmassene, og også disse vil være klart påvirket ved så høy turbiditet som i Boknabergvatnet. Dette vil imidlertid kunne bedre seg umiddelbart ettersom innholdet av partikler sedimenterer, og forholdene for dyreplanktonproduksjon vil ventelig være fullt på høyde allerede ved neste sommersesongs oppstart i mai. Dyreplanktonproduksjonen er på et lavnivå gjennom vinteren, slik at forholdene må ansees midlertidig redusert kun utover høsten 1998.

Samlet sett vil en anslå at næringsdyrproduksjonen for fisk i Boknabergvatnet er redusert med maksimalt 50% sensommeren og høsten 1998, maksimalt 30% sommeren 1999 og gradvis mindre ettersom bunndyrproduksjonen tar seg opp i nordre del av innsjøen. I de øvrige innsjøene vil en anta at reduksjon i næringsdyrproduksjon vil være lokalt begrenset til de mest påvirkete delene nær tilførselskildene. Det er tvilsomt om dette får målbar effekt på fisken.

2 og 3) Skader på fiskens gjeller

Undersøkelsene av fisk viser at det ikke var påviselige skadeeffekter på fisken i Ulvånas nordre basseng, verken på gjellene som er fiskens mest følsomme organ for slik påvirkning, eller på andre indre organer. Det betyr at det heller ikke er ventelig å finne skader på fisk i Boknabergsvatnets søndre basseng eller i Gunnarstadvatnet. Fisken i Boknabergsvatnet vil sannsynligvis oppleve skadelige mengder partikler i vannet i det mest påvirkete bassenget, men kan og vil sannsynligvis søke seg til det søndre bassenget for å slippe unna.

Det markerte skillet i påvirkning mellom nordre og søndre basseng både i Boknabergvatnet og i Ulvåna skyldes vindens påvirkning av vannmassene. En nordavind vil sørge for at overflatevannmassene sirkulerer med vinden i overflaten, med en motsatt rettet kompenserende strøm under. Dette vil kunne skape et markert skille på midten i innsjøer med to adskilte basseng, selvom en skulle tro at overflatelaget var sammenhengende (figur 10). Det betyr at nordavind på langs av innsjøen fra tilførselskilden faktisk er gunstig med hensyn på opprettholdelse av et mindre påvirket habitat for fisken.



FIGUR 10: Prinsippkisse for sirkulasjonsmønster i overflatelaget en vindpåvirket innsjø med to delvis adskilte basseng.

En vet ikke hvordan påvirkningen er for fisken i Boknabergvatnets søndre basseng ved andre værforhold, og eventuelle langtidseffekter med hensyn på utvikling av for eksempel nefrokalsinose er heller ikke mulig å avgjøre med utgangspunkt i de foreliggende undersøkelsene. For å avklare dette, anbefales en ny gjennomgang av tilstanden i innsjøene seinere på høsten, særlig med vekt på prøvefiske i Boknabergvatnet.

Det foreligger få avklarende studier fra norske vassdrag, men Hessen mfl (1989) har ut fra litteratur satt opp følgende skade-gradering ut fra omfang av innhold av partikler:

- < 25 mg/l: Ingen skadelige effekter
- 25 - 80 mg/l: Noe redusert avkastning
- 80 - 400 mg/l: Betydelige reduksjoner i avkastning
- > 400 mg/l: Meget dårlig fiske, betydelig redusert avkastning

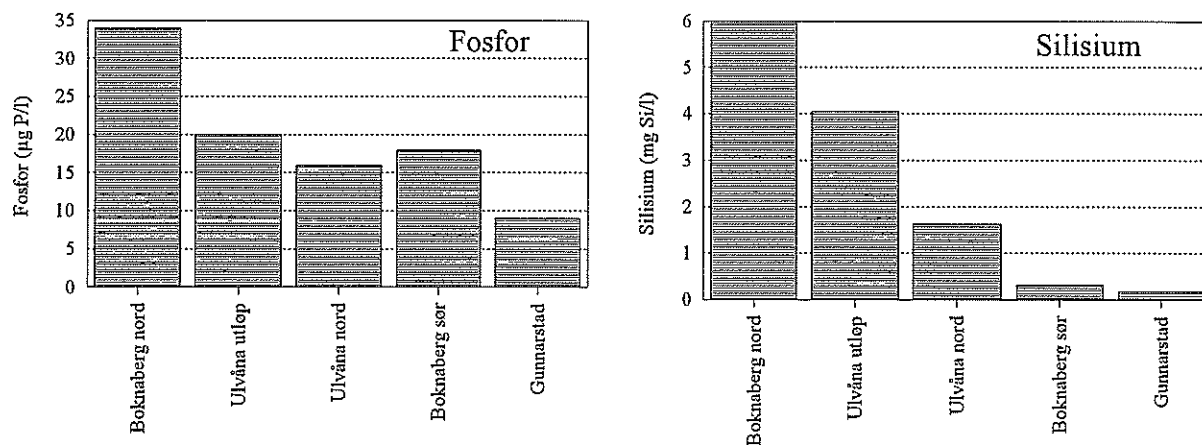
Sægvov mfl (1991) har fortsatt skalaen ved å vise til at:

- > 1000 mg/l over 10 døgn gir akutt død

Turbiditetsmålinger fra Boknabergvatnets nordre basseng tilsvarer et innhold av stoff på vel 150 mg/l, hvilket plasserer den på skalaen med "betydelige reduksjoner i avkastning"(Hessem mfl. 1989).

4) Økning i næringsrikhet og eventuell oppblomstring av alger

Næringsinnholdet i innsjøene er påvirket av tilførslene, og dette gir forhøyete verdier av plantenæringsstoffene silisium og fosfor. Dette er tydelig ved at nordre basseng av Boknabergsvatn har vesentlig høyere konsentrasjoner enn søndre basseng, mens utløpet av Ulvåna har høyere verdier enn innsjøen like oppom utløpet. Prøven i utløpet er tatt i elven like nedenfor anleggsveien.

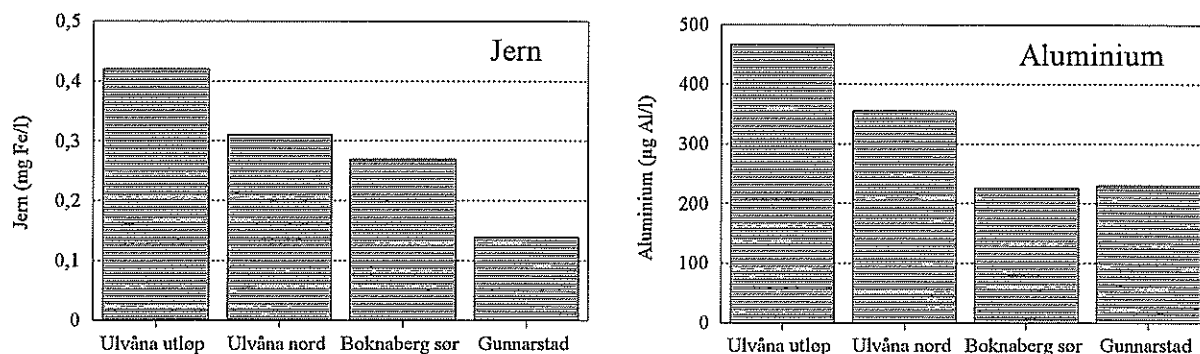


FIGUR 11: Innhold av plantenæringsstoffene fosfor (til venstre) og silisium (til høyre) rangert etter antatt belastning i de forskjellige innsjøene den 25.august 1998.

Det er imidlertid ikke noe som tyder på at økningen i næringsinnhold har ført til økning i algemengder. Både i Gunnarstadvatnet og i Ulvåna var mengdene med alger lave, hvilket de forøvrig skal være på denne tiden av året. mens det i Boknabergsvatnet var større mengder. Dette kan ha sammenheng med tilførslene fra anleggsarbeidet, men det antas at Boknabergvatnet i utgangspunktet var mer næringsrik, både fra tilførsler av gjødsel fra omkringliggende beiteområder og også mulig kloakk. Det manglende oksygenet i dypvannet tyder på at innsjøen generelt har relativt store tilførsler av organisk materiale, og dette henger ofte sammen med gjødselførsler. Det ble ikke påvist oppblomstring av kiselalger i noen av innsjøene, til tross for relativt omfattende tilførsler av silisium.

5) Innhold av giftige metaller

Til Ulvåna blir det tilført avrenningsvann fra grøften langs traséen fra øst. Her er det ikke bare leire og silt som tilføres, men også dreneringsvann fra utfylte myrer. Slik avrenning kan inneholde til dels store mengder både jern og aluminium, elementer som kan skape problemer for fisk ved at det legger seg på gjellene og skader disse. Mengdene av disse to metallene var da også størst i Ulvåna og særlig i utløpet (figur 12).



FIGUR 12: Innhold av metallene jern (til venstre) og aluminium (til høyre) rangert etter antatt belastning i de forskjellige innsjøene den 25. august 1998.

Aluminium er mest giftig ved lave pH-verdier, slik at det ikke antas å medføre noen umiddelbar fare for fisken. Det ble heller ikke påvist aluminiumsutfelling på de undersøkte gjellene på fisk fra Ulvåna. Heller ikke jern hadde felt ut på gjellene, slik at det ved befaringen 25. august heller ikke var noen umiddelbar påviselig skadevirkning av de høye konsentrasjonene. Det antas at skadelig nivå for innhold av jern ligger på rundt 0,5 mg Fe/l. Så høye konsentrasjoner ble ikke observert i innsjøene, mens det i utløpselven fra Ulvåna var tilnærmedesvis slike konsentrasjoner.

6) Tilslamming av gytebekker

Gytemulighetene og mulige konsekvenser for gytebekkene ble enkelt vurdert ved befaringen, men det ble ikke foretatt noe elektrofiske i slike bekker fordi anleggsarbeidet i liten grad påvirker bekkene. Bokn kommune, ved tidligere miljøvernleiar Olaug Askeland, gjennomførte i 1993 et prøvofiske i 15 av kommunens innsjøer, deriblant de tre aktuelle innsjøene, og her er gyteforholdene beskrevet (Kambestad & Taraldlien 1993).

I Boknabergvatnet var utløpsbekken tidligere en svært god gytebekk, men på 1980-tallet ble store deler av denne, - og særlig utløpsdelen, lagt i rør. Det er ikke gode gytemuligheter i noen av de små innløpsbekkene til denne innsjøen. Det betyr at fiskebestanden allerede i utgangspunktet var tynn, noe som også ble slått fast i 1993 (Kambestad & Taraldlien 1993).

I Ulvåna skal gyteforholdene være gode, og midt på 1980-tallet ble det utført opprensning i et par av bekkene (Kambestad & Taraldlien 1993). Disse bekkene ligger sannsynligvis ikke i nordenden, da det meste av feltet der drenerer til Gunnarstadvatnet. Gytebekkene til Ulvåna blir dermed ikke påvirket av arbeidet.

Gunnarstadvatnet skal i 1993 ha hatt en småfallen og tett aurebestand med gode gyteforhold (Kambestad & Taraldlien 1993). Det er ikke sannsynlig at fisken har kunnet benytte tilløpet fra Ulvåna til gyting, mens bekkene fra øst kan er godt egnet. Den har i dag en del tilførsler fra anleggsområdet, og det kan komme i konflikt med høstens gyting. Dette må eventuelt undersøkes ved en seinere anledning.

HENVISNINGER

KAMBESTAD, O., & T.TARALDLIEN 1993.

Prøvefiske Bogn kommune.

Bogn kommune, unummerert rapport, 26 sider.

HESSEN, D., V.BJERKNES, T.BÆKKEN & K.J.AANES 1989.

Økt slamføring i Vetlefjordelva som følge av anleggsarbeid. Effekter på fisk og bunndyr.

NIVA-rapport 226, ISBN 82-577-1521-2, 36 sider

ROGNERUD, S. & E.FJELD 1990

Landsomfattende undersøkelse av tungmetaller i innsjøsedimenter og kvikksølv i fisk.

Statlig program for forurensningsovervåking, rapport 426/90, 79 sider + vedlegg,

ISBN 82-90031-60-2

SFT 1997

Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann.

Statens Forurensningstilsyn, veiledning 97:04, 31 sider, ISBN 82-7655-368-0

SÆGROV, H., B.T.BARLAUP & H.LURA 1991

Anleggsarbeidet i Vosso, vinteren 1990-91. Effekter på overleving av lakseegg.

Unummerert rapport, Økologisk Avdeling, Zoologisk Museum, Universitetet i Bergen.

WETZEL, R.G. 1983

Limnology, second edition.

Saunders College Publishing, 859 sider (se side 308), ISBN 0-03-057913-9