

0-91105

Vassdragsforurensning fra vegtunnelbygging i Storvasshammaren, Snillfjord 1991.



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Prosjektnr.: O-91105	Undernr.:
Løpenr.: 2802	Begr. distrib.:

Hovedkontor Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47 2) 23 52 80 Telefax (47 2) 95 21 89	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47 65) 76 752 Telefax (47 65) 78 402	Vestlandsavdelingen Breiviken 5 5035 Bergen - Sandviken Telefon (47 5) 95 17 00 Telefax (47 5) 25 78 90	Akvaplan-NIVA A/S Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Rapportens tittel: Vassdragsforurensning fra vegtunnelbygging Storvasshammeren, Snillfjord 1991.	Dato: 15/10 1992	Trykket: NIVA 1992
	Faggruppe: Vassdrag	
Forfatter(e): Magne Grande	Geografisk område: Sør-Trøndelag	
	Antall sider: 16	Opplag: 50

Oppdragsgiver: Statens Vegvesen, Sør-Trøndelag	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---------------------------------------------------	----------------------------------

Ekstrakt:

Slørdalsvassdraget i Snillfjord kommune ble overvåket i forbindelse med anleggning av vegtunnel i 1991. Drensvannet fra tunneldriften ble etter grovrensning i sandfang og oljeavskiller sluppet ut på 20 m dyp i Slørdalsvatn. Etter ca 6 ukers drift ble vassdraget sterkt tilslammet. Siktedypet ble redusert fra ca 4.5 til 1.5m og turbiditeten øket fra mindre enn 1 FTU til over 7 FTU. Tilslammingen vedvarte i 2-3 måneder. Forurensningene førte ikke til nevneverdige skadevirkninger overfor fisk eller bunndyr i vassdraget.

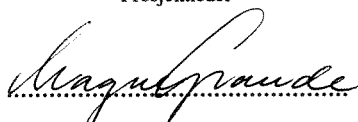
4 emneord, norske

1. Tunnelbygging
2. Vassdragsforurensning
3. Partikler
4. Fisk

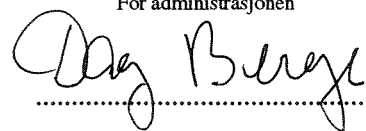
4 emneord, engelske

1. Tunnelbuilding
2. Pollution
3. Particles
4. Fish

Prosjektleder


Magne Grande

For administrasjonen


Dag Berge

ISBN 82-577-2189-1

Norsk institutt for vannforskning

O-91105

**Vassdragsforurensning fra vegtunnelbygging
i Storvasshammeren, Snillfjord 1991**

Oslo, 15. oktober 1992

Prosjektleder: Magne Grande
Medarbeidere: Sigbjørn Andersen
Halvor Hektoen

Innhold

1. Konklusjoner	3
2. Innledning	4
3. Vassdrag og brukerinteresser	5
4. Anlegg og rensetiltak.....	7
5. Prøvetaking og metoder	8
5.1 Vannprøver	8
5.2 Bunndyrprøver	8
5.3 Fiskeprøver	8
5.4 Sedimentfeller	8
6. Fysisk/kjemiske resultater.....	9
6.1 Vannanalyser.....	9
6.2 Sedimentfeller	11
7. Biologi	12
7.1 Bunndyr	12
7.2 Fisk.....	13
8. Sammenfattende kommentar.....	14
9. Litteratur	15

1. Konklusjoner

I perioden 15. september - 20. november 1991 ble det utført veiarbeid med tunneldriving og fylling av sprengstein ved Slørdalsvatnet i Snillfjord kommune. Drensvannet fra tunneldriften ble ført ut på ca 20 m dyp i Slørdalsvatnet og sprengstein ble tildels tippet ut i Slørdalsvatnet og tildels fylt opp langs Slørdalselven nedenfor. Drensvannet gjennomgikk før utledning en grovrensing i et åpent sandfang med oljeutskiller. Langs Slørdalselva ble sprengsteinen lagt i en viss avstand fra bredden for å unngå massetransport. Disse løsningene for å unngå forurensninger ble valgt av Statens Vegvesen i samråd med NIVA og fiskeoppdrettets representant.

Først etter ca 6 ukers drift - i begynnelsen av november - begynte en å legge merke til forandringer i vannets utseende. Etterhvert ble hele Slørdalsvatnet og vassdraget sterkt tilslammet av partikler fra driften. Siktedypet var ved en måling den 3. desember redusert fra ca 4,5 m til 1,5 m i Slørdalsvatnet. Turbiditetsverdiene økte fra under 1 FTU til over 7 FTU på det høyeste den 25 november. Analyser av partiklene viste at disse besto av en stor del mineralfragmenter som utvilsomt stammet fra selve tunnelsprengningen. Disse fragmentene var kantete og besto av glimmerflak og kvarts. Tilslammingen avtok gradvis og en måling fra 22. februar viste at turbiditeten var sunket til normalnivå.

Til tross for denne sterke tilslamming av vassdraget ble det ikke konstatert skadevirkninger på biologiske forhold hverken i vassdraget eller i et oppdrettsanlegg for laksesmolt som har vanninntak rett nedenfor anleggsområdet. Det oppsto ingen øket dødelighet eller sykdom på settefisken helt frem til utsettingen våren 1992 og analyser av gjelleprøver viste ingen forandringer som kunne tilskrives økt partikkelinnhold. Undersøkelser av bunndyr i vassdraget viste ingen tegn på skadevirkninger overfor vanlig forekommende grupper. Inntil dags dato er ikke rapportert om skadevirkninger eller effekter overfor den store bestand av ørret og røye i vassdraget.

Selv om forurensningen således var betydelig og ga seg markerte utslag i vannets farge og partikkelinnhold ble det altså ikke konstatert negative effekter overfor fisk og andre organismer i vassdraget ved de enkle undersøkelser som her ble utført. Dette skyldes sannsynligvis at denne type partikler (granitt og gneis) ikke har den skadelige effekt som f.eks. visse typer fiberliknende partikler fra bløte bergarter kan ha.

2. Innledning

I brev av 28. mai 1991 ble NIVA av Statens Vegvesen, Vegkontoret i Sør-Trøndelag, anmodet om å gi en risikovurdering av utslipp fra vegtunnelbygging til Slørdalsvassdraget i Snillfjord kommune i Sør-Trøndelag. Oppdraget skulle omfatte vurdering av mulige effekter overfor et større settefiskanlegg og fisk i vassdraget forøvrig, forslag til spesielle rensetiltak samt overvåking av vassdraget i anleggsperioden.

Den 26. juni ble det foretatt en befaring av området av Arnstein Mehlum, Vegkontoret i Sør-Trøndelag og Magne Grande, NIVA. På grunnlag av denne befaringen hvor det ble samlet inn vannprøver og biologisk materiale ble det gitt en vurdering av risiko, foreslått mulige rensetiltak og program for overvåking.

Anleggsarbeidet med tunneldriving startet i midten av september og ble avsluttet etter ca 2 måneder, ca 20. november. I en periode etterpå foregikk mindre arbeider med bl.a. ferdiggjøring av veien før og etter innslaget. Før, under og etter anleggsperioden ble det tatt kjemiske og biologiske prøver i vassdraget og på settefiskanlegget.

Vannprøvene er analysert ved NIVAs laboratorium i Oslo. I bearbeidelse, analyse og vurdering av de biologiske prøvene har Sigbjørn Andersen, Halvor Hektoen og Magne Grande deltatt fra NIVA.

3. Vassdrag og brukerinteresser

I fig. 1 er vist en skisse av det berørte vassdrag, Slørdalsvassdraget i Snillfjord kommune i Sør-Trøndelag. Vassdraget renner i nordøstlig retning fra områder ca 570 m o.h. til Sagfjorden. Nedbørfeltet har et areal av ca 35 km². Det er sterkt kupert og består av snaufjell, skog, myr og endel større og mindre innsjøer og elver. Berggrunnen består vesentlig av granitt og gneis, dvs. meget harde og lite forvitrelige bergarter. Den del av vassdraget som ble berørt av anleggsarbeidet begynner ved Slørdalsvatnet (Storvatnet) og renner herfra gjennom innsjøene Tjørna og Nervatnet km ned til Sagfjorden. Slørdalsvatnet ligger 93 m o.h. og skal etter sigende ha et dyp av ca 100 m.

Tjørna ligger 38 m o.h. og har et dyp større enn 8 m hvor fiskeanleggets inntak ligger. Ut fra nedbørfeltets størrelse og middel avrenning fra området (ca 43 l/sek/km²) kan en regne med en middelvannføring på ca 1,5 m³/sek i Slørdalselva ved utløpet i Sagfjorden.

Slørdalsvassdraget har en bestand av stasjonær ørret og røye samt noe laks og ørret. Melvatnet har en tett bestand av ørret av god kvalitet og størrelse ca 200 g. I Slørdalsvatnet er ørretbestanden som i Melvatnet og i tillegg er det en bestand av småfallen røye. Tjørna har samme forhold som Slørdalsvatnet, men bestanden er noe tettere. I nedre del går laks og sjøørret opp i Nervatnet til en foss ovenfor Slørdalsgårdene. Det blir satt noe yngel av laks i vassdraget og det kan være bra fiske i elva.

Ved munningen av Slørdalsvassdraget ligger et anlegg for produksjon av laksesmolt for utsetting i matfiskanlegg. Anlegget hadde i 1991 en kapasitet på ca 1 million smolt/år. Vannforbruket var da ca 28 og 20 m³/min, sommer og vinter henholdsvis. Vannforbruket i klekkeriet var ca 1 m³/min.

Ikke noe av vannet i anlegget resirkuleres, men det benyttes varmeveksler for oppvarmet vann til startforing. Kolonnelufter benyttes til klekkeriet. Anlegget har et sandfilter, men dette er ikke anvendelig til større vannmengder.

Anleggets vanninntak ligger ca 1,5 km høyere opp i vassdraget, i Tjørna, på 8 m dyp om vinteren og 4 m om sommeren. Høydeforskjellen på 30 m gir naturlig vanntrykk (ikke pumpedrift). Anlegget har 24 oppdrettskar på 70 m³ og 60 kar på 3 m³ for oppforing av yngel og smolt.

Oppdrettet starter med øyerogn (fra MOWI) som ankommer anlegget i februar. Klekkingen skjer da i løpet av noen uker, hvorpå startforingen begynner. Vanlig dødelighet i denne perioden er ifølge opplysningene 5-10% hvilket er normalt bra. Smolten settes ut i mai etter å ha gått i anlegget i 2 år.



Fig. 1 Slørdalsvassdraget med nedbørfelt.

4. Anlegg og rensetiltak

På grunn av rasfare ble riksvei 714 høsten 1991 lagt i tunnell på en ca 600 m lang strekning langs Slørdalsvatnet (fig. 1). Tunnelldrivingen ble påbegynt ca 15. september og avsluttet ca 19. november. Sprengstein fra søndre forskjæring ble lagt i fylling ut i Slørdalsvassdraget ved tunnellens søndre ende og nord for tunnelen langs Slørdalselva fra Slørdalsvatnet ned mot Tjørna. Fyllmassene ble her lagt i en viss avstand fra elva for å unngå massetransport med ellevannet. Drensvannet fra tunneldriften ble ført ut på ca 20 m dyp i Slørdalsvannet etter å ha passert en grovrensing i et åpent sandfang med oljeutskiller. Denne løsningen ble valgt av Statens vegvesen ut fra en skjønnsmessig vurdering i samråd med NIVA og fiskeoppdrettsanleggets representant. Det var ikke kommet noen innsigelser fra miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Sør-Trøndelag.

5. Prøvetaking og metoder

For å kunne fastslå og dokumentere forurensningssituasjonen og eventuelle effekter i vassdrag og settefiskanlegg ble det gjennomført prøvetaking før, under og etter anleggsperioden.

5.1 Vannprøver

Vannprøver ble tatt fra utløpet av Melvatnet, Slørdalsvatnet og Tjørna. I tillegg ble det tatt endel prøver fra innløpet av Tjørna og fiskeanlegget. I anleggsperioden ble prøvene fra utløpet av Slørdalsvatnet og Tjørna tatt ukentlig. Prøvene ble sendt til NIVA hvor de ble analysert etter metoder som fremgår av Vedlegg 1.

5.2 Bunndyrprøver

Bunndyrprøver ble innsamlet i utløpene fra Melvatnet, Slørdalsvatnet og Tjørna. Prøvene ble tatt med en bunndyrhåv med maskevidde 250 µm. Innsamlingen foregikk i 3x1 minutt etter standard prosedyre med opproting av bunnmaterialet i strømmen ovenfor håven. Materialet ble først observert levende i en hvit plastbakke, deretter oppbevart på sprit og sortert i hovedgrupper på laboratoriet.

5.3 Fiskeprøver

For å undersøke eventuelle effekter på fisken i fiskeanlegget ble det tatt ut gjelleprøver av settefisk i anlegget 3 ganger før, under og etter anleggsperioden. Det ble tatt prøver av 8-15 fisk ved hver anledning. Disse ble undersøkt histologisk i lysmikroskop. Prøvene ble fiksert på buffret 4% formaldehyd etter uttak og senere preparert og farget med hematoxylin/eosin (HE) ved fellesavdelingen for patologi, Norges Veterinærhøgskole/Veterinærinstituttet.

5.4 Sedimentfeller

Det ble satt ut 2 sedimentfeller, en i Slørdalsvatnet og en i Tjørna. Sedimentfellene består av to plexiglassrør (60 x 10 cm) som blir holdt vertikalt i vannet ved hjelp av en snor festet til et lodd på bunnen og en bøye på overflaten. I bunnen av røret sitter plastflasker som kan skrus av etter bruk. Fellene ble plassert ca 1 m over bunnen.

6. Fysisk/kjemiske resultater

6.1 Vannanalyser

Resultatene av de fysisk/kjemiske analysene av vannprøvene fra Slørdalsvassdraget er sammenstilt i tabell 1. Vannet i vassdraget er svakt surt (pH 5,6-6,3), saltfattig (Ca = 0,65-1,3 mg/l) og har et middels innhold av organisk stoff (TOC = 2,9-4,6 mg/l). Det organiske stoffet er overveiende humusstoffer, noe som delvis fremgår av fargetallet som er middels høyt (17-36 mg Pt/l). Disse parametrene viser små og usystematiske svingninger gjennom undersøkelsesperioden.

Turbiditeten, som er et mål for vannets partikkelinnhold/grumsethet, lå i begynnelsen av analyseperioden på et normalt, lavt nivå, dvs. fra ca 0,3-0,9 FTU. I løpet av undersøkelsen økte turbiditeten opp til 7,3 FTU på det høyeste ved utløpet av Slørdalsvatnet den 25. november. Utviklingen i turbiditeten er fremstilt i fig. 2. Figuren viser at verdiene i Tjørna og Slørdalsvatnet er omtrent de samme, mens Melvatnet hele tiden ligger lavt, dvs. 1,0 FTU eller lavere. Verdiene ved innløpet av Tjørna viser liten forskjell fra utløpet av Slørdalsvatnet. Dette viser at den økede partikkeltransport kommer fra Slørdalsvatnet og utslippet og/eller virksomheten forøvrig ved denne innsjøen. Turbiditetsverdiene avtar noe i desember. Målingene senere er for få til å fastslå eksakt når normalnivået igjen ble nådd. Ved prøvetakingen i februar var turbiditeten igjen omtrent normal.

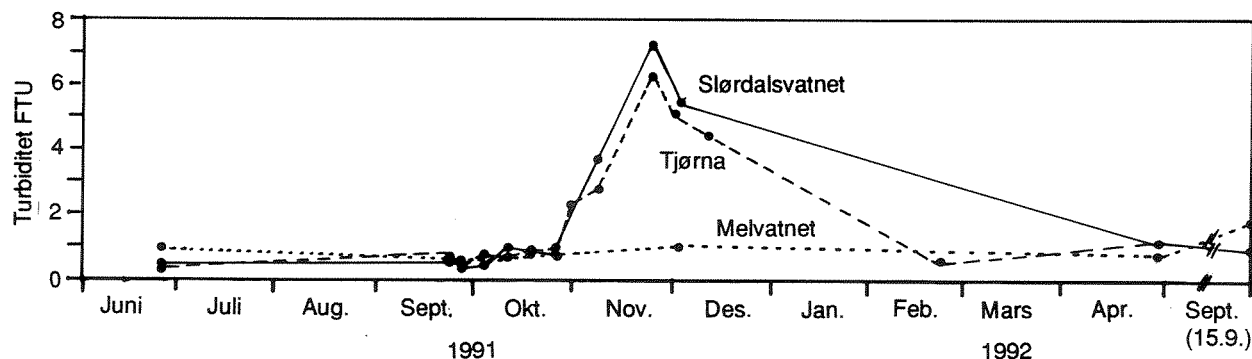


Fig. 2 Turbiditetsutvikling i Slørdalsvassdraget i forbindelse med anleggsdriften.

Den 3. desember under en befaring ble det foretatt en siktedypsmåling. Det viste seg da at siktedypet var 4,7 m i Melvatnet mot 1,6 m i Slørdalsvatnet og Tjørna. Fargen på vannet var da lyst, brunlig - dvs. omtrent som vanlig sølevann i veipytter på grusvei.

I følge opplysninger fra anleggsarbeidere og fiskeoppdrettspersonale begynte en ikke å merke noen farge på vannet før ca første uke i november. Tilslammingen økte da gradvis til ca 23. november for så å avta noe. Så sent som i slutten av desember var tilslammingen fortsatt betydelig. Utover vinteren har så tilslammingen avtatt gradvis.

Verdien for total nitrogen viser en klar økning gjennom anleggsperioden på alle stasjoner unntatt Melvatnet. Dette skyldes sannsynligvis nitrogenholdige stoffer fra tunnellsprengingen. Verdiene er ikke høyere enn det en ofte finner i norske vassdrag, f.eks. Orkla.

Tabell 1. Fysisk/kjemiske analyseresultater fra Slørdalsvassdraget

Lokalitet	Dato	pH	Kond. mS/m	Turb. FTU	TOC mg/l	Farge mg Pt/l	Tot N µg/l	Ca mg/l
Melvatnet, utløp	26/6-91	6.1	3.2	0.9	3.7	32		0.74
	24/9	6.3	3.3	0.5		32	111	
	3/12	6.1	3.7	1.0		29	113	
	30/4-92	5.6	4.9	0.7		19	89	
	15/9	5.4	4.3	1.7	3.2			
Slørdalsvatnet, utløp	26/6-91	6.1	3.0	0.45	4.6	31		0.70
	24/9	6.1	2.9	0.50	2.9	30	128	0.68
	27/9	5.9	2.9	0.34		33	117	
	4/10	5.9	2.6	0.43		32	113	
	11/10	6.0	3.1	0.90		27	158	
	18/10	5.9	3.1	0.83		30	146	
	26/10	5.9	3.2	0.89		28	158	
	1/11	6.2	3.4	2.1		85	164	
	8/11	6.1	3.4	3.7		29	176	
	25/11	6.2	4.0	7.3		36	347	
	3/12	6.2	3.5	5.4		31	192	
	30/4-92	5.9	5.0	1.1		18	119	
	15/9	5.4	3.6	0.85	3.5			
	Tjørna, innløp	27/9-91	6.1	3.2	0.82		29	486
4/10		5.9	3.0	0.60		33	386	
11/10		6.0	3.5	0.73		28	266	
18/10		6.3	3.6	0.84		34	266	
26/10		6.0	3.5	0.70		26	270	
Tjørna, utløp	26/6-91	6.0	2.9	0.31	4.0	28		0.65
	24/9	6.1	3.0	0.70	3.4	36	128	0.77
	27/9	6.1	3.1	0.48		30	213	
	4/10	5.8	0.74?	0.80		18	129	
	11/10	5.9	3.5	0.72		28	266	
	18/10	6.0	3.6	0.93		26	305	
	26/10	6.0	3.5	0.70		28	266	
	1/11	6.1	3.6	2.3		29	296	
	8/11	6.0	3.9	2.8		29	267	
	21/11	6.0	3.9	3.2		29	300	
	25/11	6.2	3.7	6.4		30	261	
	3/12	6.2	3.8	4.9		34	267	
	30/4-92	6.1	5.0	1.2		17	126	
Fiskeanlegg	24/9-91	6.1	3.1		3.1	33	128	0.79
	29/11	6.2	3.7	5.4		31	255	
	21/12	5.2	4.2	3.7		24		1.3
	22/2-92	5.5	5.3	0.56		18		1.2

6.2 Sedimentfeller

Det ble satt ut to sedimentfeller i vassdraget, den ene i Slørdalsvatnet i bukta ca 100 m fra utløpet av bekken fra Melvatnet. Den andre ble plassert nær utløpet av Tjørna og vanninntaket til fiskeanlegget. Fellene ble satt ut den 24. september og tatt opp den 3. desember. I begge fellene var det samlet noe slam som ble undersøkt av Veglaboratoriet, Oslo, på følgende karakteristika:

1. Mineralinnhold
2. Kornstørrelse og grovgradering
3. Kornform

Analysen, som må betraktes som en grovanalyse, ble utført utelukkende visuelt etter filtrering av prøvene. Det ble benyttet ulike typer bergartsmikroskop. Analysene ga følgende resultater:

Slørdalsvatn

Ca 50% av prøvene inneholdt overveiende mineralfragmenter fra bergarter, samt litt organisk materiale der kornstørrelsen varierte mellom 0,01 og 1 mm. Mineralfragmentene var kantet og bestående av glimmerflak og kvarts.

Resten med kornstørrelse <0,01 mm syntes å bestå av en blanding av kolloide stoffer som leire, humus og svært små andre mineralfragmenter av samme type som ovenfor.

Tjørna

Prøven besto overveiende av svært små korn og kolloider. Ca 10% var mineralfragmenter i størrelser 0,01-1 mm. Disse ble i hovedsak identifisert som glimmer og kvarts. 5-10% av prøven besto av humusstoffer. 80-85% var mindre enn 0,01 mm og besto av leire, rust, samt ikke identifiserbare kolloider.

Analysene viser at det innsamlete materialet fra Slørdalsvatnet for en stor del besto av mineralfragmenter som utvilsomt stammer fra tunneldriften. Både form og bestanddeler peker i den retning. Noe av materialet i fellene besto imidlertid av organisk stoff (humus etc.), leire, rust etc. som dels kan være tilført naturlig fra omgivelsene og dels være opphvirvlet bunnmateriale i forbindelse med utlegg av sprengstein i vannet.

Materialet fra Tjørna var vesentlig mer finkornet og viser at det grovere materiale fra Slørdalsvatnet delvis var sedimentert på veien nedover vassdraget.

7. Biologi

7.1 Bunndyr

Resultatene av bunndyranalysene er vist i tabell 2. Prøvene som ble tatt før anleggsperioden startet viste normale forekomster av de vanlige bunndyrgruppene. Steinfluene var spesielt tallrike i utløpet av Melvatnet, mens vårfluene dominerte i utløpet av Slørdalsvatnet og Tjørna.

I desember, etter anleggsperioden, var antallet dyr noe lavere. Dette gjaldt imidlertid også på referansestasjonen, utløpet av Melvatnet. Nedgangen kan derfor ikke settes i sammenheng med forurensninger, men skyldes sannsynligvis naturlige årsaker. Vannmidd manglet både i Slørdalsvatnet og Tjørna, mens de var tilstede i Melvatnet. I september ble de funnet på alle lokalitetene. For fjærmygg, vårfluer, steinfluer og døgnfluer var det ingen vesentlige forskjeller.

I september 1992 (15/9) ble det også tatt prøver av bunndyr i utløpselvene nedenfor Melvatnet, Slørdalsvatnet og Tjørna. Disse prøvene er ikke nærmere analysert, men observasjoner av det levende materialet på stedet viste tilsynelatende normale forhold på alle stasjoner. Både nettspinnende vårfluelarver og døgnfluer, som antas å være følsomme overfor partikkelforensning, ble funnet (Bjerknes og medarb. 1991).

Ut fra disse resultatene ser det ut som om forurensningene ikke hadde noen vesentlig negativ effekt overfor bunndyrsumfunnene.

Tabell 2 Bunndyr fra Slørdalsvassdraget, 24/9 og 3/12 1991.

Antall dyr i 3x1 minutt sparkeprøver (*Melvatnet 1x1 min, 24/9) tatt fra utløpselvene. Utplukk fra 1/10 av prøven.

Dato/Stasjon	24/9			3/12		
	Melvatnet	Slørdalsvatnet	Tjørna	Melvatnet	Slørdalsvatnet	Tjørna
Fåbørstemark	30		40	10		
Snegl						
Muslinger		220			120	
Vannmidd	60	20	10	30		
Døgnfluer	540	100	20	150	260	70
Steinfluer	1110	220	30	260	180	50
Billelarver	360		10			
Vårfluer	600	300	250	100	90	80
Knott	30	10		20		
Fjærmygg	600	210	170	430	200	160
Sum	3330	1080	530	1000	850	360
Antall grupper	8	7	7	7	5	4

7.2 Fisk

Det ble tatt gjelleprøver av settefisk den 24/9, dvs. før anleggstart, den 21/11 og 28/11, mens partikkeltransporten (forurensningen) var størst og like etter at tunnellsprengningen var avsluttet.

Undersøkelsene viste at prøvene ved alle tre anledninger hadde normale sekundærlameller uten tegn til hypertrofi, ødem eller infiltrasjon av betennelsesceller.

Ut fra disse undersøkelsene kunne det således ikke påvises forandringer på gjellene som kunne tilskrives økt partikkelinnhold i vannet.

Under befaringen i desember 1991 ble det observert ørret i elva nedenfor Slørdalvatnet. I september 1992 ble det iaktatt mye vakende fisk såvel i Slørdalsvatnet som i Tjørna. Grunneiere ved vassdraget som ble kontaktet hadde ikke inntrykk av at fisket var negativt berørt. Tvert i mot hadde garnfiske i Slørdalsvatnet gitt gode resultater med gode fangster av ørret. Ved sørenden av Slørdalsvatnet er det tidligere i forbindelse med tunnelbyggingen fylt opp med stein over en gammel gyteplass for røye. Selve gyteplassen kan her være negativt påvirket og mulighetene for garnfiske redusert. Garnfisket her har imidlertid i de senere år vært lite utnyttet og da vannet heller er noe overbefolket av røye og ørret behøver en reduksjon i røyas gytemuligheter ikke være til skade for fiskebestanden som helhet. Høsten 1992 ble det observert stimer av røye på det aktuelle sted.

8. Sammenfattende kommentar

Tunnellsprengningen og anleggsarbeidet ved Slørdalsvassdraget førte til en betydelig partikkelforensning av vassdraget til tross for at forholdsregler var tatt. Forensningen besto i tilslamming av Slørdalsvatnet og hele vassdraget ned til sjøen. Andre målte komponenter utenom partikler viste ikke verdier som kunne forventes å gi skadevirkninger. Siktedypet i Slørdalsvatnet ble redusert fra ca 5 m normalt til 1-2 m på det meste. Turbiditeten (partikkelinnholdet) som normalt synes å ligge på ca 0,3-1 FTU var oppe i over 7 FTU på det høyeste. Fargen og inntrykket av vannmassene var som vanlig sølevann i grus og sand, dvs. lyst gråbrunt. En grov analyse av partiklene viste at en stor del av disse høyst sannsynlig stammet fra tunneldriften. Noe var også materiale som kunne stamme fra bunnsedimenter i innsjøene.

De enkle biologiske undersøkelsene som ble foretatt kunne ikke dokumentere noen negative effekter av betydning hverken overfor bunndyr i vassdraget eller fisk i settefiskanlegget. Settefiskanlegget hadde hverken i anleggsperioden eller utover vinteren noen økt sykdom eller dødelighet som følge av forensingene. Dette til tross for at vannet hadde et betydelig partikkelinnhold fra november og ut i februar. Når det ikke oppsto skadevirkninger i settefiskanlegget er det også forståelig at en ikke fikk effekter i vassdraget. I et settefiskanlegg går fisken meget tett og kan være utsatt for betydelig stress. En ekstra belastning av ugunstige miljøfaktorer vil lett kunne føre til økt dødelighet og sykdomsutbrudd. Et fiskeanlegg kan således være en god kontroll på forholdene i vassdraget. Det foreligger ingen opplysninger som antyder negative effekter overfor fisken hverken i Slørdalsvatnet eller i Tjørna.

Tidligere erfaringer og undersøkelser har vist at finkornet materiale fra menneskelig arbeider/aktiviteter kan virke skadelig overfor fisk og andre organismer i vassdrag (Bjerknes og medarb. 1991, Borgstrøm 1973, Grande 1986, Hessen 1992, Aass 1979 og 1985,). Den Europeiske Innlandsfiskekommisjon (EIFAC) har foreslått kriterier for ferskvannsfisk som er basert på tørrstoffinnhold i mg/l (Alabaster and Lloyd, 1982). Imidlertid er det sannsynlig at partikkeltypen spiller en avgjørende rolle. Det er antatt at nydannede partikler fra veiskjæringer, tunneller, knuseanlegg, gruvedrift etc. har større negative effekter enn partikler dannet ved naturlige prosesser over lang tid (leire, sand etc.). Videre er det noe belegg for at f.eks. fisk er mer sensitive overfor visse mineraltyper enn andre.

Det ligger utenfor rammen av dette arbeidet å gi en omfattende drøfting av partiklers effekt på biologiske forhold, og det skal bare refereres til ovenfor nevnte litteratur. Det som er betydningsfullt i denne sammenheng er å konstatere at til tross for betydelig tilslamming av vassdraget ser det ikke ut til at dette hadde vesentlige negative konsekvenser for de biologiske forhold. Sannsynligvis er mineral- og partikkeltypen her av avgjørende betydning (granitt-gneiss). Selve utslippsanordningen med grovrensing i sandfang og utledning på dypt vann (ca 20 m) i en innsjø ga ikke det forventede resultat og førte til tilslamming av vassdraget. Dette kom sannsynligvis i forbindelse med høstsirkulasjonen. Utslippsanordninger kan likevel ha bidratt til at det ikke oppsto vesentlige skadevirkninger overfor de biologiske forhold ved at grovere partikler har sedimentert i sandfang og på dypet av innsjøen og at en viss oppholdstid har påvirket partiklenes struktur.

9. Litteratur

- Alabaster, J.S. & Lloyd, R. 1982. Water quality criteria for freshwater fish. Butterworths, London.
- Bjerknes, V., Aanes, K.J. og Bækken, T. 1991. Flomsikring av Vangsvatn. Miljøvirkninger av anleggsarbeid. NIVA rapport, O-90226/E-90449 (l.nr. 2676), 38 s.
- Borgstrøm, R. 1973. The effect of increased water level fluctuations upon the brown trout population of Mårvann, a Norwegian Reservoir. *Norw. J. Zool.* 21: 101-112.
- Grande, M. 1986. Virkning av partikler på fisk. Norsk Limnologforening. Seminar på Dombås. S. 71-91. ISBN 82-990973-9-8.
- Hessen, D. 1992. Uorganiske partikler i vann. Effekter på fisk og dyreplankton. NIVA-rapport, O-89179 (l.nr. 2787), 42 s.
- Aass, P. 1979. Tilslamming i Hallingdalselva 1966-67. Fisket i Ustedalsfjord og Strandafjord. s. 93-115 i Gunnerød, T. og Mellqvist, P. 1979: Vassdragsregulerings biologiske virkninger i magasiner og lakseelver. Symp. 1978. NVE-DVF. 294 s.
- Aas, P. 1985. Langvarige fiskeribiologiske forskningsprogrammer i ferskvann. *Fauna* 39: 10-17.

**Vedlegg 1 Fysisk/kjemiske analysemetoder for prøver fra Slørdalsvassdraget.
Enheter og analysemetoder**

Parameter	Enhet	Nedre grense	
pH			NS 4720 Radiometer phm 82
Konduktivitet	mS/m 25°C		NS 4721 Radiometer CDM 2e
Farge	mg PT/l	5 mg/l	NS 4722 Spektrometer HITACHI 101 450 mm
Turbiditet	FTU	0.05 FTU	Norsk Standard 4723 Hach Turbidimeter, Modell 2100A
Tot. org. karbon	mg C/l	0.2 mg/l	Astro 1850 Fotokjemisk/våtkjemisk oppslutning
Total nitrogen	µg N/l	10 µg/l	Automatisert versjon av 4743
Kalsium	mg Ca/l	0.005 mg/l	Perkin-Elmer AA 372

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
ISBN 82-577-2189-1