

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN

O-107/77

AVRENNING FRA FROSTISOLERENDE BARKLAG

I MOTORVEG E 6 VED KLØFTA

27. juni 1978

Saksbehandler: Kai Sørensen

Medarbeider: Kari Ormerod

Instituttetsjef: Kjell Baalsrud

ISBN 82-577-0074-6

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1. INNLEDNING	4
2. BESKRIVELSE AV MOTORVEGEN	4
3. STASJONSVALG	5
4. BARKENS SAMMENSETNING	7
5. ANALYSEMETODIKK	8
5.1 Generelt	8
5.2 Biologiske metoder	8
5.3 Bakteriologiske metoder	8
5.4 Fysisk/kjemiske metoder	9
6. BIOLOGISKE, MIKROBIOLOGISKE OG VANNKJEMISKE FORHOLD	10
6.1 Befaring 9. november 1977	10
6.2 Bakteriologiske data 9. november 1977	12
6.3 Vannkjemiske data 9. november 1977	13
6.4 Befaring 3. mai 1978	16
6.5 Vannkjemiske data 3. mai 1978	17
7. DISKUSJON AV RESULTATER	19
7.1 Fysisk-kjemiske forhold	19
7.2 Forurensningsbelastningen	23
7.3 Hygieniske- og toksikologiske forhold	23
8. SAMMENFATTENDE KONKLUSJONER	26
9. LITTERATUR	27

TABELLFORTEGNELSE

	Side
1. Bakteriologiske forhold ved stasjon nr. 2 og 3, 9. november 1977.	13
2. Vannkjemiske data 9. november 1977.	15
3. Beregnede restmengder av forurensningskomponenter.	16
4. pH, ledningsevne og farge 9. november 1977 og 3. mai 1978.	18
5. Laboratorie- og friluftsforsøk med fersk bark.	21
6. Vannekstraherbart stoff fra fersk granbark.	21
7. Forholdstall mellom konsentrasjoner for noen komponenter på forskjellige lokaliteter.	22
8. Kvalitetskrav til drikkevann.	24

FIGURFORTEGNELSE

1. Kart over motorvegen med prøvetakingspunkter.	6
2. Biokjemisk oksygenforbruk.	20

1. INNLEDNING

I brev av 27. september 1977 fra Statens Vegvesen i Akershus fylke ble NIVA bedt om å undersøke forurensningsproblemer i forbindelse med avrenning fra et isolerende barklag i overbygningen på motorveg E 6 ved Kløfta.

For nærmere å klargjøre undersøkelsens omfang ble det 18. oktober foretatt en befaring i området og avholdt et møte med en representant fra Vegkontoret i Akershus fylke. Under møtet ble det presisert at på grunn av erstatningskrav fra grunneierhold måtte områdene omkring Bogstad spesielt undersøkes.

Instituttets kontaktperson ved Vegkontoret i Akershus fylke har vært jordskifte kandidat Olaf Ballangrud. Statens Veglaboratorium ved Å. Knutson er blitt konsultert vedrørende barkspørsmål. Under vurderingen av de hygieniske og toksikologiske forhold er problemet blitt drøftet med Veterinærinstituttet og Landbrukshøgskolen.

Denne rapporten belyser problemene som er oppstått på grunn av utsiving av barkkomponenter fra motorveg E6 og hvilke konsekvenser dette har fått for brukerinteressene i området. Undersøkelsen har ikke hatt til hensikt å finne noen teknisk løsning på problemet.

Rapporten er utarbeidet på grunnlag av befaringer og analysedata fra 9. november 1977 og 3. mai 1978. Når det gjelder nedbørmengden er det benyttet data fra en nedbørstasjon på Furusmo planteskole ved Gardermoen. Bearbeiding av det biologiske materialet og analyseringen av de enkelte kjemiske parametre er utført ved NIVAs laboratorier etter de rutinemetoder som gjelder ved instituttet.

2. BESKRIVELSE AV MOTORVEGEN

Motorveg E 6 ved Kløfta er planlagt som en firefelts veg hvorav to ble åpnet for trafikk i 1976. Parsell Kløfta N - Haug er lagt gjennom store jordbruksområder og det ble her oppdaget forurensningsproblemer fra vegen sommeren 1977. Vegfyllingen er bygd opp av vekslende lag av tørrskorpelleire og drenerende sandlag hvorpå det er lagt et 40 cm tykt frostisolerende lag av bark. Barklaget er igjen dekket med ca. 1 meter med grus, pukk og asfaltbetong.

Dreneringssystemet i vegen består av gjennomløpskummer med drensledninger ved avrundingen mot veggrøften, og i midtdeleren plastdrensrør og G-rør. Annenhver kum i midtdeleren har forbindelse til gjennomløpskummene med G-rør. På spesielle steder føres overvannet fra vegen ut i terrenget til gamle bekkeleier, som er delvis fylt igjen og lagt i rør under fremføringen av vegen. Disse bekkene er gamle jordbruksbekker som går gjennom dyrket mark og på visse strekninger er de tidligere lagt i rør. Bekkene fra stasjon nr. 1 - 4 sammenblandes og renner ut i Hynna ved s. Ile. Hynna renner senere ut i Rømua.

3. STASJONSVALG

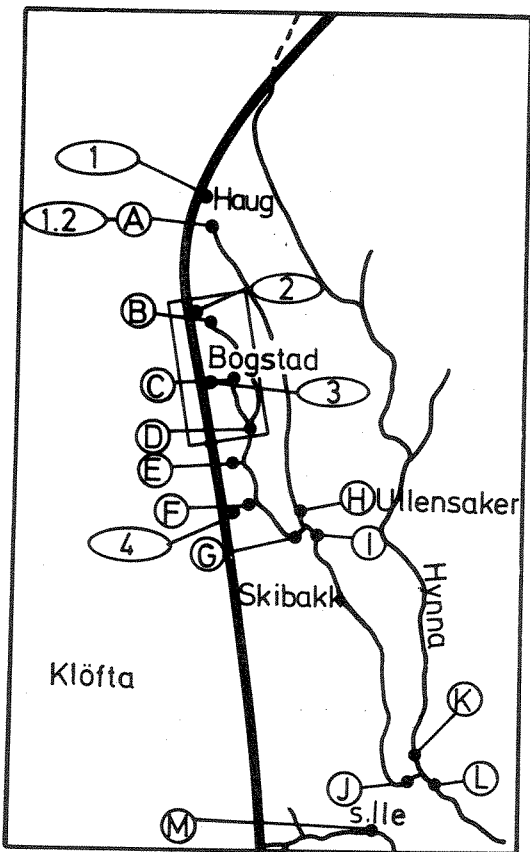
Under den innledende befaringen 18. oktober ble det påvist følgende steder hvor avrenningen fra motorvegen hadde forårsaket problemer.

- Stasjon 1. I veggrøften ved Haug
- " 2. Utløp overvannsledning ved Bogstadbråten
- " 3. Utløp overvannsledning 500 m syd for Bogstadbråten
- " 4. I veggrøften 1 km nord for Vestre Skibakk

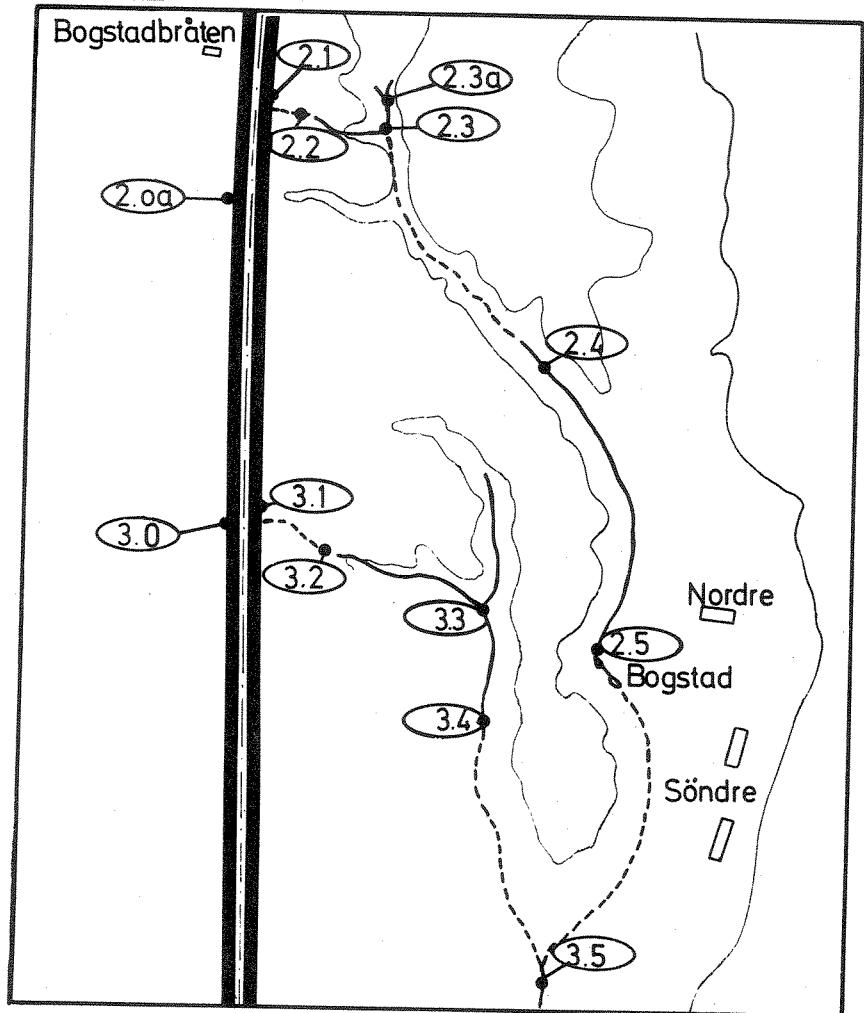
Ut fra de gitte forutsetningene om å konsentrere undersøkelsen ved Bogstad, ble det under prøveinnsamlingen 9. november valgt følgende prøvetakingssteder (figur 1).

- 1.2 : Utløp overvannsledning nedenfor Haug
- 2.0 a : Innløp kum ved Bogstadbråten
- 2.1 : Utløp drensledning
- 2.2 : Utløp overvannsledning
- 2.3 : Bekkemøte
- 2.3 a : Sidebekk
- 2.4 : Utløp rør ovenfor Bogstad
- 2.5 : Innløp rør ved Bogstad
- 3.0 : Innløp kum syd for Bogstadbråten
- 3.1 : Utløp drensledning
- 3.2 : Utløp overvannsledning
- 3.3 : Bekkemøte
- 3.4 : Innløp rør ved Bogstad
- 3.5 : Bekkesamløp nedenfor Bogstad

Fig.1 Kart over motorveien med prøvetakingspunkter.



- 1-4 Stasjonsnett 9.nov. 1977
- A-M Stasjonsnett 3.mai 1978



Stasjonsnettet 3. mai innbefatter de viktigste stasjonene fra befaringen 9. november samt en del lokaliteter nedenfor Bogstad.

- A - C : Utløp overvannsledning (st. 1.2, 2.2, 3.2)
- D : Bekkesamløp ved Bogstad (st. 3.5)
- E : Utløp overvannsledning nedenfor bekkesamløp
- F : Utøp overvannsledning stasjon 4
- G - I : Ullensaker kirke (Kirkedalen)
- J - L : S. Ile
- M : Bekk nedenfor s. Ile

Følgende kartblad og arbeidstegninger er benyttet ved stasjonsvalgene og rapportfremstillingen for øvrig.

1. NGOs topografisk kart, Blad 1915 II (1 : 50.000)
2. Detaljplan, Plan og profil, Profil nr: (21030 - 24450)
3. " Rørplan og tabell (22650 - 23400)
4. " " " (21900 - 22650)
5. " " " (21150 - 21900)
6. " " " (20400 - 21100)
7. Snitt av overbygning med drenering for E 6
8. Normalprofiler

4. BARKENS SAMMENSETNING

Av vannekstraherbare forbindelser i bark representerer organisk karbon fra barkens karbohydrater en vesentlig del. Karbohydratene domineres av hexoser, men også pentoser og disakkarider er funnet. Av vannekstraherbare uorganiske forbindelser er det rapportert at kalsium og kalium representerer 75-95 % av de "alkaliske mineraler", mens blant de "sure mineraler" er det silisium som dominerer (20 - 30 %). Andre stoffer som er rapportert funnet i betydelige konsentrasjoner er nitrogen, fosfor, jern, mangan og sink.

Når det gjelder barkens støttesubstanser som sannsynligvis i likhet med veden består av de organiske stoffgruppene cellulose, hemicellulose og lignin er disse tungt løselig og vil neppe gi noe bidrag av betydning til den vannekstraherbare delen. På den annen side er det viktig å være klar over at særlig cellulose er lett kjemisk og biologisk nedbrytbart og at det kan dannes nye ekstraherbare karbohydrater.

5. ANALYSEMETODIKK

5.1 Generelt

Organismer i vann er nær knyttet til vannets fysiske/kjemiske sammensetning. Når vannforekomster blir tilført forurensningskomponenter kan man få oppblomstring av organismesamfunn som bedre tilpasser seg de nye forholdene.

5.2 Biologiske metoder

Ved undersøkelse av de biologiske forholdene ble det forsøkt å få en for-
mening om begroingens omfang. Den kvalitative sammensetningen av begro-
ingen ble bestemt ved mikroskopering av det innsamlede prøvematerialet.

Vannets innhold av organisk stoff som vil kunne underholde heterotrof vekst
(sopp og bakterier) ble bestemt ved analysemetoden "biokjemisk oksygenforbruk"
(BOF). Det ble benyttet en manometrisk metode som gir grunnlag for å be-
skrive oksygenforbruket over en lengre periode. Dette gir uttrykk for
hvordan mikroorganismene kan nyttiggjøre seg det organiske stoff. Resultatet
angis som mg O₂/l.

5.3 Bakteriologiske metoder

Disse undersøkelsene tok sikte på å påvise en eventuell bakteriologisk for-
urensning fra barken. Det ble analysert på totalantall og termostabile
koliforme bakterier. Koliforme bakterier er en samlebetegnelse på en rek-
ke tarm- og jordbakterier, mens termostabile koliforme hovedsakelig består
av tarmbakterien *Escherichia coli*. Påvisning av koliforme bakterier i vann
bør tas som et tegn på at en forurensning fra mennesker eller dyr kan ha
funnet sted mens påvisning av termostabile koliforme bør tas som sikkert tegn
på at en slik forurensning har inntruffet.

Membranfiltermetoden ble benyttet på alle prøvene, men på grunn av over-
grodde filter og interferens av et slimbelegg ble noen prøver reanalysert et-
ter MPN¹⁾-rørmetoden. Resultatet angis i begge tilfeller som antall bakterier
pr. 100 ml prøve.

1) Most probable number.

5.4 Fysisk/kjemiske metoder

pH, ledningsevne

Vannets surhetsgrad angis som pH, som er den negative logaritmen til hydrogenionkonsentrasjonen. Ved et høyt innhold av H^+ -ioner har man surt vann og altså lav pH. Vannets spesifikke ledningsevne (konduktiviteten) uttrykker innholdet av oppløste (dissosierte) mineraler og angis i $\mu S/cm$.

Farge

Dette er et viktig bruksmessig kvalitetskriterium for drikkevann og fargetallet har som regel sammenheng med innholdet av organiske forbindelser. På grunn av en del uoppløste forbindelser ble prøvene først filtrert gjennom glassfiberfilter. Fargen bestemmes kolorimetrisk og angis som mg Pt/l fordi man bruker et platinaholdig kjemikalie som basis for standardoppløsningen.

Kjemisk oksygenforbruk (KOF-DI)

Denne parameteren er et uttrykk for vannets innhold av oksyderbart stoff, og som oftest brukes det som et mål for oksyderbart organisk stoff. For rentvannsanalyser benyttes oksydasjon med kaliumpermanganat, men på grunn av høyt innhold av tungt oksyderbare organiske forbindelser ble det i denne undersøkelsen benyttet kaliumdikromat. Dikromattallet (KOF-DI) er i stor grad et uttrykk for totalinnholdet av organiske forbindelser, men angis i mg O/l.

Totalt organisk karbon (TOC)

Denne parameteren uttrykker på samme måte som KOF innholdet av organiske forbindelser, men det analyseres direkte på innholdet av karbon. Analysen er tatt med for sammenligning med tidligere undersøkelser av barkekstrakter. Metoden er basert på koking med oksydasjonsmiddel hvorved karbonet overføres til CO_2 . Mengden dannet CO_2 bestemmes og resultatet angis som mg C/l.

Jern (Fe) og mangan (Mn)

Disse elementene er viktige bruksmessige parametre da de ved høye konsentrasjoner gir vannet misfarge. Begge elementene er bestemt ved atomabsorpsjonsspektrofotometri. Innholdet angis i $\mu g/l$.

Klorid

Denne parameteren må ses i sammenheng med de bakteriologiske resultatene. En økning i kloridinnhold kan indikere en kloakkpåvirkning, men dataene må tolkes med forsiktighet; på grunn av f.eks. marine avsetninger kan kloridinnholdet naturlig være høyt. Klorid bestemmes kolorimetrisk og angis i mg/l.

Fosfor (P) og nitrogen (N)

Disse parametrene er viktige næringselementer for mikroorganismer og vil ved høye konsentrasjoner kunne forårsake en betydelig vekst av autotrofe organismer (planter og alger). Fosfor er bestemt kolorimetrisk som totalfosfor (TOT-P) og nitrogen titrimetrisk etter Kjeldahl-metoden (KJE-N).

6. BIOLOGISKE, MIKROBIOLOGISKE OG VANNKJEMISKE FORHOLD

6.1 Befaring 9. november 1977

Stasjon nr. 1 (ved Haug)

Veggrøften på østsiden av E 6 var preget av utsiving av barkvann fra vegskråningen ca. 1 meter under vegdekket og i en strekning av ca. 400 meter. Utsivingen hadde en sterk lukt av bark og det var dannet et tynt metallglinsende belegg. Utsivingen rant fra veggrøften inn over dyrkbar mark og det var her ansamlinger av barkvann.

Ved utløpet av overvannsledningen (stasjon nr. 1.2) var bekkebunnen dekket av en 4 - 5 cm tykk matte bestående av sopp. Denne heterotrofe begroingen dominerte nedover ca. 40 - 50 meter, og var svartgrå av farge. Videre nedover avtok begroingen noe og innslaget av autotrof vegetasjon ble mer markant.

Den heterotrofe begroingen var dominert av en type uidentifisert sopp, men innslaget av bakterier og protozoer var lite.

Stasjon nr. 2 (ved Bogstadbråten)

Det ble observert litt barkvannsutsiving ca. 70 - 80 meter nord for overvannsledning ved profil nr. 22300. Ved inspeksjon i kummene ble det funnet soppbegroing ved utløpet av dremsledningen (fra nord) på østsiden av vegen. Fra denne dremsledning (stasjon nr. 2.1) var det utsiving av ca. 4 liter vann pr. minutt. Vannet var tydelig farget av barkekstrakt-komponenter og hadde barkens karakteristiske lukt. Fra de øvrige dremsledninger var det lite eller ingen utsiving.

Overvannsledningen ble tilført betydelige vannmengder fra vestsiden av E 6 og denne ledningen var lagt ca. 40 meter ut til et gammelt bekkeløp. Ved utløpet av denne ledningen (stasjon nr. 2.2) var det oppstått kraftig heterotrof begroing ca. 100 meter nedover. Etter et parti i bekken med nedfelte trær og mye kvist avtok begroingen noe, men steiner og kvist var fremdeles dekket av sopp helt ned til stasjon nr. 2.3. Her var det et bekkemøte hvor det ble tilført leirholdig vann fra de omliggende jordområdene. Sidebekken (stasjon nr. 2.3 a) hadde kun autotrof vegetasjon.

Videre gikk bekken i rør ned til prøvetakingssted 2.4 hvor det ved utløpet på nytt var begroing av sopp ca. 20 - 25 meter nedover. Ved Bogstad (stasjon nr. 2.5) gikk bekken på nytt i rør gjennom et jordområde ned til bekkesamløpet ved prøvetakingssted 3.5.

Begroingens sammensetning ved de forskjellige prøvetakingsstedene ved stasjon nr.2 besto av flere sopptyper, protozoer og bakterier. Begroingen ved utløpet av dremsledningen inneholdt to uidentifiserte sopptyper og en del protozoer (ciliater). Ved prøvetakingssted 2.4 besto soppbegroingen hovedsakelig av typen *Leptomitius lacteus* og det ble funnet både fastsittende og frittsvømmende ciliater.

Stasjon nr. 3 (syd for Bogstadbråten)

Overvannsledningen ved denne stasjonen ble tilført humusholdig vann, ca. 25 liter pr. minutt fra terrenget på vestsiden av vegen (stasjon nr. 3.0). Tilsvarende dremsledning som ved stasjon nr. 2 hadde også soppbegroing ved utløpet og vannmengden var ca. 4 liter pr. minutt. De øvrige dremsledninger

var tørrlagte. Fra utløpet av overvannsledningen til prøvetakingssted 3.3 hvor det var innblanding av leirholdig vann fra en sidebekk dominerte den heterotrofe begroingen. Ved en mindre oppdemning nedenfor utløpet var vannoverflaten dekket av et metallglinsende belegg. Fra prøvetakingssted 3.4 var bekken lagt i rør til sammenblanding med bekk fra stasjon nr. 2.

Etter bekkesamløpet nedenfor Bogstad (stasjon nr. 3.5) var bekken noe utgravd og det var her ansamlinger av soppbegroing som så ut til å være "drift" fra stasjonene ovenfor. Videre nedover var den heterotrofe begroingen svak, men ble fortsatt observert på strømsvake partier i bekken.

Begroingen ved utløpet av overvannsledningen besto av den samme uidentifiserte sopptypen som ved stasjon nr. 1.2 og 2.2. Ved stasjon nr. 3.3 var innslaget av protozoer (ciliater) øket vesentlig. Etter bekkesamløpet ved prøvetakingssted 3.5 besto soppen av *Leptomitius lacteus* og betydelige mengder protozoer og bakterier.

Stasjon nr. 4 (nord for vestre Skibakk)

Her ble det kun foretatt en befaring av vegskråningen hvor det var tydelig utsiving av barkvann i en strekning av 10 - 15 meter. Samme karakteristiske lukt og metallglinsende belegg som på de øvrige stasjonene ble observert. Utsivingen rant inn på det tilstøtende jordområdet.

6.2 Bakteriologiske data 9. november 1977

Ved befaringen ble det tatt sanitær-bakteriologiske prøver fra stasjon nr. 2 og 3 ned til bekkesamløpet. Analysedataene er gjengitt i tabell 1, og viser innholdet av totalantall og termostabile koliforme bakterier pr. 100 ml prøve.

Det ble ikke påvist termostabile koliforme bakterier i barkutsivingen fra dremsledningene, men ved stasjon nr. 2 var totalantallet koliforme bakterier 79 pr. 100 ml. Ved analyse av overvann fra terrenget ved stasjon nr. 3 ble det påvist termostabile koliforme bakterier i en av parallellene. Totalantallet koliforme bakterier var ca. 20 pr. 100 ml.

For begge stasjonene inneholdt vannet i utløpet fra overvannsledningen et høyt totalantall koliforme bakterier. Ved stasjon nr. 2 ble det påvist 9 termostabile koliforme bakterier pr. 100 ml, som kan skyldes kloakkutslipp fra Bogstadbråten. Innholdet av koliforme bakterier økte nedover i bekkene, hvilket kan skyldes tilførsler fra de omliggende jordene. Ved vanningsstedet etter bekkesamløpet var bakterieinnholdet meget høyt. Totalantallet og antall termostabile koliforme bakterier var henholdsvis i størrelsesorden 10.000 og 1.000 pr. 100 ml.

Tabell 1. Bakteriologiske forhold ved stasjon nr. 2 og 3, 9. november 1977.

Prøvetakingssted	St. nr.	Total koliforme pr.100 ml	Termostabile koliforme pr.100 ml
Utløp drensledning	2.1	79 ¹⁾	0
Utløp overvannsledning	2.2	> 800 ²⁾	9
Bekkemøte	2.3	> 800 ²⁾	14
Innløp rør ved Bogstad	2.5	> 800 ²⁾	48
Innløp kum syd for Parallell I	3.0	19	2
Bogstadbråten " II	3.0	20	0
Utløp drensledning	3.1	< 2	< 1
Utløp overvannsledning	3.2	> 800 ²⁾	< 1
Innløp rør ved Bogstad	3.4	> 800 ²⁾	36
Bekkesamløp nedenfor Parallell I	3.5	18600 ¹⁾	1220
Bogstad " II	3.5	9700 ¹⁾	1030

1) Etter reanalysering med MPN-rørmetode

2) For mange kolonier pr. filter med membranfiltermetoden

6.3 Vannkjemiske data 9. november 1977

Under befaringen ble det samlet inn vannprøver fra stasjon nr. 1, 2 og 3 ved de prøvetakingssteder som vist i figur 1. Nedbørmengden hadde den siste perioden vært over gjennomsnittet og de siste 7 døgn var det falt 33 mm.

Analyseresultatene er gjengitt i tabell 2 hvor de viktigste prøvetakingsstedene er gruppert etter lokalitetstype. De øvrige resultater er gjengitt i tabell 4 sammen med dataene fra befaringen 3. mai 1978.

Utløp dremsledninger

Analyse av vann fra utløpet av dremsledningen ved stasjon nr. 2 og 3 ga meget høye verdier av samtlige analyserte parametre. Vannmengdene var ca. 4 liter pr. minutt for begge prøvetakingssteder (stasjon nr. 2.1 og 3.1).

pH ble målt til 5,1 for begge lokaliteter mens ledningsevnen og fargetallet var lavest ved stasjon nr. 3. Innholdet av organisk karbon regnet som KOF-DI var ca. 2,5 ganger høyere ved stasjon nr. 2, mens innholdet av jern og mangan var henholdsvis 2 og 3 ganger høyere her enn ved stasjon nr. 3.

Utløp overvannsledninger

Ved disse lokalitetene ble det analysert vannprøver fra stasjon nr. 1, 2 og 3. Lengden av overvannsledningen, dvs. avstanden fra veggen, er forskjellig på disse stasjonene. På grunn av mangelfulle opplysninger om vannføringen er det vanskelig å beregne fortynningsgraden, men ut fra de foreliggende analysedataene og de vannmengdene som er målt kan man både for stasjon nr. 2 og 3 anslå en fortynning fra utløp dremsledning til utløp overvannsledning på 6 - 8 ganger.

Ved stasjon nr. 3 ble det fra terrenget tilført overvann som ikke hadde vært i kontakt med barklaget i veggen. Analyser av dette vannet viser et mye lavere innhold av organisk karbon og et lavere fargetall enn utsivingen fra dremsledningene. Ved stasjon nr. 2 har man sannsynligvis også tilførsler av spillvannkloakk fra Bogstadbråten. Ved utløpet av overvannsledningen er innholdet av omtrent alle forurensningskomponentene redusert, dels som følge av fortynningen, og dels som et resultat av mikrobiologisk omsetning.

Tabell 2. Vannkjemiske data 9. november 1977.

Lokalitet	St.nr.	pH [H ⁺]	Ledn. evne µS/cm	Filtr. farge mgPt/l	KOF mg O/l	TOC mg C/l	BOF mg O/l	Fe µg/l	Mn µg/l	P (TOT-P) µg/l	N (KJE-N) µg/l	Cl mg/l
Vann uten bark- innflytelse	2.0 a	6,0	64	191	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.3 a	6,4	216	67	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.0	4,8	44	118	87	-	< 5	-	-	-	-	-
Utløp drensledning	2.1	5,1	1000	1055	2580	860	1870	46000	31000	-	-	28
	3.1	5,1	570	725	1090	320	800	20000	10200	2000	4000	22
Utløp overvanns- ledning	1.2	6,7	490	129	106	-	-	-	-	-	-	-
	2.2	5,6	340	302	319	102	184	6950	3200	700	3000	24
	3.2	6,1	235	422	222	68	134	6950	2200	330	3500	20
Ovenfor bekke- samløp	2.4	6,6	325	396	372	-	-	-	-	-	-	-
	2.5	7,2	292	211	45	-	13	-	-	-	-	-
	3.4	7,1	223	382	15	-	-	-	-	-	-	-
Bekkesamløp ved Bogstad	3.5	7,1	295	266	54	17	17	3950	1000	170	4000	34

Bekkesamløp ved Bogstad

Vannets kjemiske sammensetning etter bekkesamløpet (st. 3.5) viser at konsentrasjonen av de fleste forurensningskomponentene er redusert fra utløpet av overvannsledningene. Tabell 3 viser restmengdene av de analyserte komponentene i forhold til middelkonsentrasjonen ved utløpet av overvannsledningen for stasjon nr. 2 og 3.

Tabell 3. Beregnete restmengder av forurensningskomponenter.

(Fra utløp overvannsledninger til bekkesamløp ved Bogstad)

Stasjon	Ledn.evne		Filtr. farge		KOF		BOF		Fe		Mn		P (TOT-P)		N (KJE-N)	
	µS/cm	%	mg Pt/l	%	mg O/l	%	mg O/l	%	µg/l	%	µg/l	%	µg/l	%	µg/l	%
2.2+3.2 (middel)	289	100	362	100	271	100	159	100	6950	100	2700	100	515	100	3250	100
3.5	295	102	266	73	54	20	17	11	3950	57	100	37	170	33	4000	123

Ledningsevnen og fargetallet reduseres ikke i samme grad som de andre komponenter, noe som kan skyldes at de nedbrutte forbindelsene ved stoffomsetningen vil gi et bidrag til ledningsevnen og at de fargede komponentene er tyngre nedbrytbare. Økningen i nitrogenmengden som sannsynligvis skyldes tilførselen fra jordsmonnet vil også bidra til en økning i ledningsevnen.

Innholdet av organiske forbindelser og næringselementer for øvrig er fremdeles høye og vil kunne underholde både heterotrof og autotrof vekst lenger nedover i bekkene.

6.4 Befaring 3. mai 1978

I tillegg til prøvetakingsstedene ved utløp av overvannsledningene ved stasjon nr. 1, 2 og 3, ble også områdene nedenfor Bogstad ned til samløp med Hynna befart. Det var ikke falt nedbør de siste dagene før befaringen og i den siste 7-døgnperioden var det falt kun 0,2 mm nedbør, noe som er langt under det normale for årstiden.

Ved utløpet av overvannsledningene fra stasjon nr. 1 og 2 var den heterotrofe begroingen fremdeles til stede, men i noe mindre omfang. Ved stasjon nr. 3 var overvannsledningen blitt forlenget ned til prøvetakingssted 3.3 og begroingen var her meget liten. Bekkesamløpet ved Bogstad hadde liten begroing og det ble ikke funnet noen slike soppansamlinger som under befaringen 9. november. Nedenfor Bogstad ble det tilført vann fra en overvannsledning (stasjon E) som kom fra motorvegen ved profil nr. 21500. Ved stasjon nr. 4 (F) var det ingen synlig begroing, men leiren hadde på visse steder en rødbrun farge som kan skyldes oksyderte metallhydroksyder(jern).

Nedenfor Ullensaker kirke (stasjon G) ble det funnet soppbegroing i bekken fra områdene som innbefatter stasjon nr. 2 - 4. Denne heterotrofe begroingen besto av sopparten *Leptomitus lacteus*. Det var her en sammenblanding med bekk fra stasjon nr. 1 og her dominerte den autotrofe vegetasjonen og tuster av en trådformet grønnalge av slekten *Stigeochlonium* ble funnet. Denne algetype har mange representanter i sterkt forurensede vassdrag, og er eksempelvis funnet i forbindelse med avrenning fra gruver. Ved samløp med Hynna (stasjon J) ved s. Ile ble kun spor av soppbegroing registrert.

En mindre bekk sør for s. Ile (stasjon M) som kom fra motorvegen ved Isingrud var også barkforurensset og hadde heterotrof begroing. Denne bekken renner ut i Rømua ved Norum nord for Lørenfallet.

6.5 Vannkjemiske data 3. mai 1978

Befaringen 3. mai ble hovedsakelig foretatt for å kartlegge eventuell begroing nedenfor tidligere stasjoner, men det ble innsamlet noen vannprøver hvor det ble målt pH, ledningsevne og farge før disse ble lagret for eventuell senere oppfølging av prosjektet.

Resultatene fra de målte parametrene er vist i tabell 4 hvor de er stilt sammen med de tilsvarende dataene fra befaringen 9. november 1977. Bortsett fra noe lavere verdier ved utløp av overvannsledning ved stasjon nr. 2 ligger ledningsevnen og fargetallet på samme nivå.

Tabell 4. pH, ledningsevne og farge 9. november 1977 og 3. mai 1978.

Prøvetakings- sted	Stasjonsnett		pH		Ledn.evne µS/cm		Filtr.farge mg Pt/l	
	9/11	3/5	9/11	3/5	9/11	3/5	9/11	3/5
Utløp overv.ledn.	1.2	A	6,7	6,9	490	438	129	184
"	2.2	B	5,6	6,1	340	153	302	197
"	3.2	C	6,1	5,5	235	256	422	356
Samløp v/ Bogstad	3.5	D	7,1	6,7	295	225	266	323
Utl.overv.ledn. ndf.stasjon 3.5	-	E	-	6,9	-	150	-	422
Utl.overv.ledn. stasjon 4	-	F	-	5,9	-	105	-	342
Kirkedalen, fra stasjon 2-4	-	G	-	6,9	-	246	-	342
Kirkedalen, fra stasjon 1	-	H	-	7,0	-	533	-	86
Kirkedalen, etter samløp	-	I	-	7,1	-	372	-	258
S. Ile, fra Kirkedalen	-	J	-	7,3	-	321	-	303
S. Ile, fra Hynna	-	K	-	7,3	-	146	-	368
S. Ile, etter samløp	-	L	-	7,3	-	189	-	394
Bekk fra Isingrud	-	M	-	7,1	-	175	-	266

7. DISKUSJON AV RESULTATER

7.1 Fysisk-kjemiske forhold

Ved nedbrytning av organisk materiale i bark frigjøres karbohydrater og organiske syrer som registreres som svært høye KOF- og BOF - verdier. Dette har gitt opphav til den kraftige soppveksten i bekkene. Den høye ledningsevnen viser at det også skjer en utvasking av ioner fra barklaget.

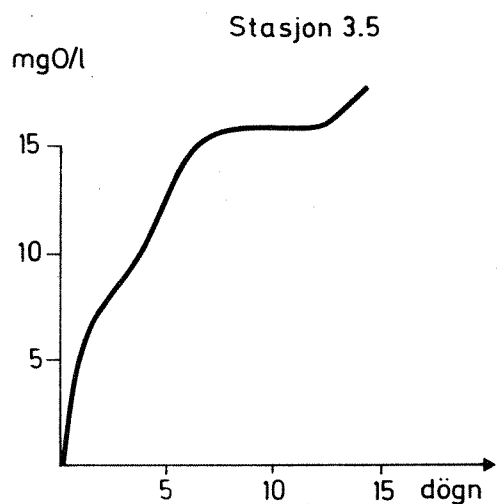
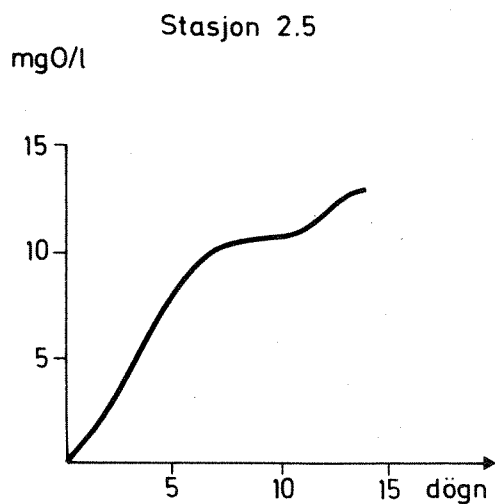
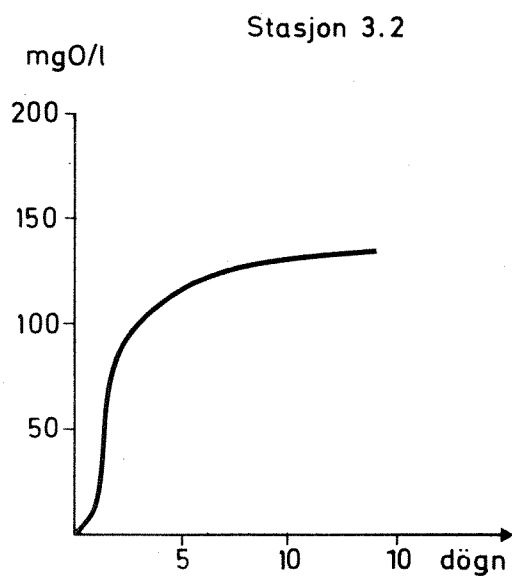
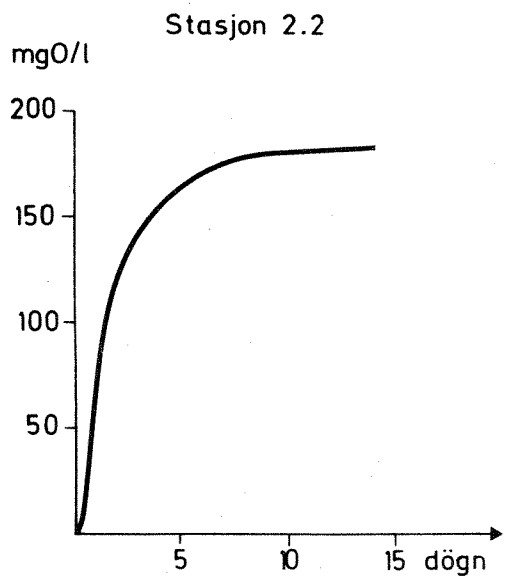
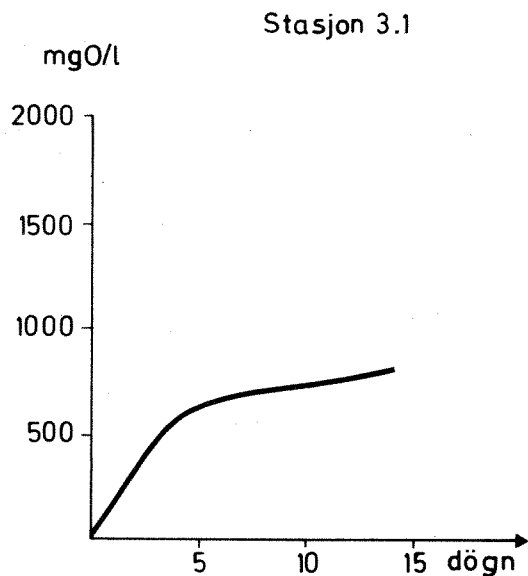
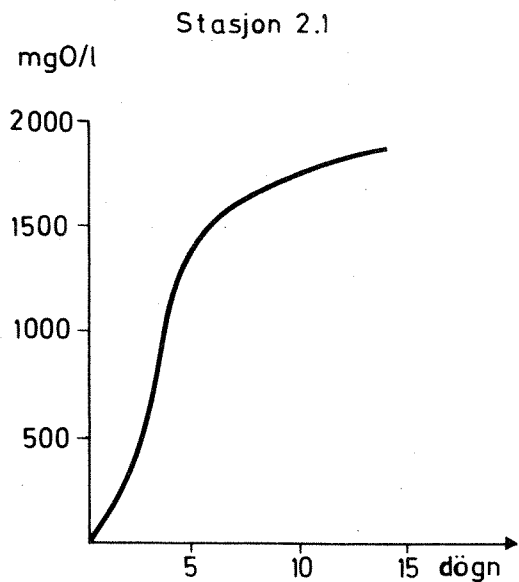
De lettere nedbrytbare organiske forbindelsene (% BOF av KOF) var redusert fra 70 % til 30 % fra utløpet av overvannsledningen til bekkesamløpet ved Bogstad. Analyse av vann som ikke var barkinfisert hadde en BOF-andel på 6 % regnet i forhold til KOF-DI - verdien. Figur 2 illustrerer oksygenforbruket (nedbrytningen) som funksjon av tiden for en del prøver.

I tabell 5 og 6 er det gjengitt noen resultater fra vannekstrakter av bark (Gjessing og Haugen) og fra utvaskingsforsøk med fersk bark i friluft og under laboratoriebetingelser (Henriksen).

I tabell 7 er forholdstallene mellom konsentrasjonene av en del komponenter fra stasjon nr. 2 og 3 og fra dataene i tabell 6 og 7 beregnet. Forholdstallene fra utløpet av drensledningene og til bekkesamløpet ved Bogstad viser at de lettere nedbrytbare organiske forbindelsene omsettes raskere enn det totale karboninnholdet og de fargede komponentene. Mangan forsvinner raskere enn jern og fosforinnholdet reduseres også raskt.

Det er vist ved tidligere forsøk med bark og trefiber (Laake 1977) at fosfor utløses best ved god oksygentilgang, mens nitrogen utløses relativt uavhengig av oksygenforholdene i barkdepoer. Fosfor kan også absorberes til metalloksyder. Jern og mangan kan utløses effektivt fra bark under oksygenfrie forhold, men jern holdes tilbake i massen ved tilgang på oksygen. Jern og mangan utløses sannsynligvis som to-verdige forbindelser under anaerobe forhold. To-verdig mangan vil ved økende pH kunne oksyderes til mangan(IV)oksyd og utfelles. To-verdig jern kan oksyderes til tre-verdig og de rødbrune utfellingene som ble registrert kan være jern(III)-oksyhydroksyd som kan dannes fra jern(III)hydroksyd selv ved pH = 7.0.

Fig. 2. BIOKJEMISK OKSYGENFORBRUK



Tabell 5. Laboratorie- og friluftsforsøk med fersk bark.
(Henriksen 1966)

Forsøk	Komponent	Farge	KOF-DI
		g Pt/kg	g O/kg
	Ekstrahert i laboratoriet	104	46
	Ekstrahert i friluft	10	14

Tabell 6. Vannekstraherbart stoff fra fersk granbark.
(Gjessing, Haugen 1973)

Komponenter	Vekt	Totalt	
		Pr. liter fersk bark	Pr. kg tørr bark
Farge	g Pt	28	160
KOF (KMnO ₄)	g O	26	151
Organisk karbon	g C	14	82
Jern	mg Fe	4	24
Mangan	mg Mn	29	168
Fosfor	mg P	35	201
Nitrogen	mg N	48	278

Tabell 7. Forholdstall mellom konsentrasjoner for noen komponenter på forskjellige lokaliteter.

Lokalitet	Stasjon nr.	Farge KOF-DI	Farge Karbon	Karbon BOF	Karbon Nitrogen	Karbon Fosfor	Nitrogen Fosfor	Jern Mangan
Vann uten barkinnflytelse	3.0	1,36	4,1 ¹⁾	5,8 ¹⁾	-	-	-	-
Utløp dretnedninger	2.1	0,41	1,23	0,46	-	-	-	1,48
	3.1	0,67	2,27	0,40	80	160	2,0	1,96
Utløp overvannsledninger	2.2	0,95	2,96	0,55	34	146	4,29	2,17
	3.2	1,90	6,21	0,51	19	206	10,6	3,16
Bekkesamløp v/Bogstad	3.5	4,94	15,6	1,0	4	100	23,5	3,95
Laboratorieekstrakt av granbark (Gjessing, Haugen)		1,1 ²⁾	2,0	0,53 ³⁾	295	409	1,4	0,14
Laboratorieforsøk med bark (Henriksen)		2,3	-	-	-	-	-	-
		0,7	-	-	-	-	-	-

1) Karboninnholdet er estimert fra KOF-DI verdien

2) KOF-verdien var angitt som permanganattall

3) Ekstraktet fortynnet med vann 1 -> 100

7.2 Forurensningsbelastningen

Ved å bruke begroingen som et mål for forurensningens omfang ser man at virkningene er store helt ned til Kirkedalen, dvs. ca. 1 km nedenfor bekkesamløpet ved Bogstad. Spor av begroing ble registrert 2 km nedenfor Kirkedalen. Begroingen var av noe mindre omfang 3. mai 1978 enn ved befaringen 9. november 1977. Dette kan mer være et resultat av årstiden enn av en nedgang i forurensningstilførselen og man kan vente at begroingen på nytt vil øke. Datamaterialet er for spinkelt til at det kan trekkes sikre slutninger om den totale avrenning av forurensningskomponenter, noe som krever hyppig prøvetaking og gode vannføringsdata. Det er også meget vanskelig å anslå hvor lang tid denne barkpåvirkningen vil vedvare.

Man må anta at barken under det faste dekket i veggen er godt konservert. Tilgangen på oksygen antas her å være minimal og barken påvirkes ikke av nedbør. Den del av barken som imidlertid ligger i vegskråningene og i midtdeleren er mer utsatt. Man må regne med at barkvannet i barken under vegbanen forholdsvis raskt vil presses ut og vil neppe ha innflytelse på de omliggende vannforekomstene. Det er derfor sannsynlig at det er bidraget fra vegskråningen og midtdeleren som er avgjørende.

Ekstraksjonsforsøk med bark i laboratoriet viser at det stort sett er en endelig mengde vannekstraherbart materiale i bark. I hvilken grad den eksponerbare barken (dvs. barken i vegskråningen og i midtdeleren) vil være aktuelle i vannforurensningssammenheng vil avhenge av, foruten de meteorologiske forhold, graden av overdekking.

7.3 Hygieniske- og toksikologiske forhold

Generelt stiller man de samme krav til drikkevann for husdyr som for mennesker. I tabell 8 er kvalitetskravene til drikkevann for noen parametre gjengitt (SIFF 1976). Når det gjelder kravene til drikkevann for husdyr på beite kan man tillate et høyere bakterieinnhold. Kvalitetskravene til jern, mangan og permanganattall har alle sammenheng med begroingsproblemer i drikkevannsledninger og renvannsmagasiner og er derfor lite relevante i denne sammenheng.

Jern og mangan representerer trolig heller ingen toksikologiske problemer med hensyn til bruken som drikkevann for husdyr. Disse parametrene ble tatt med da de vanligvis forekommer i høye konsentrasjoner i avrenning fra barkdepoer.

Tabell 8. Kvalitetskrav til drikkevann (SIFF 1976)

Parametre	Generelle krav
<u>MIKROBIOLOGISKE</u>	
Termostabile koliforme bakterier	pr. 100 ml 0
Koliforme bakterier	pr. 100 ml < 1
<u>FYSISK/KJEMISKE</u>	
Fargetall	mg Pt/l < 15
Lukt/smak	- Ingen spesiell
Jern	mg Fe/l < 0,2
Mangan	mg Mn/l < 0,1
Permanganattall	mg KMnO_4 /l < 15
Nitrat	mg N/l < 2,5
Nitritt	mg N/l < 0,05

Mer betenkelig er det høye innhold av nitrogenforbindelser i bekkevannet. Høyt innhold av nitrat og nitritt kan føre til helsemessige problemer for både mennesker og dyr. Internasjonalt benyttede grenseverdier ligger på mellom 1 og 23 mg NO₃-N pr. liter drikkevann; de fleste land forlanger at innholdet ikke skal overskride 2 mg NO₃-N pr. liter. Bekkevannet inneholdt 3 - 4 mg TOT-N pr. liter. Det burde derfor undersøkes hvor mye av dette som foreligger som nitritt eller nitrat. Tilsvarende undersøkelser fra barkforurenset vann viser at nitrat og nitritt-innholdet er lavt, men det er rapportert funnet nitratmengder som utgjorde 60 - 70 % av det totale nitrogeninnhold.

Soppinfeksjon i tarm hos storfe er uheldig da det kan påvirke den naturlige tarmflora. Det er kjent at sopptoxiner kan forårsake diare og nedsatt produksjon. Slike toxinproduserende sopparter er funnet i forvarer og det dreier seg her om blant annet sopptypene *Aspergillus*, *Penicillium* og *Mucor*, men ingen typiske eksempler på disse soppartene ble funnet i det innsamlede materialet. De pleier vanligvis heller ikke å ha vann som voksested, slik som soppartene *Leptomitus lacteus*, *Fusarium aquaeductuum* og *Geotrichum candidum*. Sistnevnte sopp har vært funnet i forbindelse med avrenning fra barkhauger, men karakteristiske eksemplarer av denne soppen ble ikke observert i det innsamlede materialet. Det kan imidlertid ikke sies med sikkerhet at toxinproduserende sopp ikke vokser i vann, slik at man bør være oppmerksom på forholdet hvis problemer som nevnt ovenfor skulle oppstå.

Selv om man kan tillate et noe høyere bakterienivå under beiteforhold, synes innholdet av termotabile koliforme bakterier å være svært høyt (jfr. tabell 1, s.13). Man kan ikke utelukke at det tilføres kloakk til bekken fra områdene omkring Bogstadbråten, noe som kan være uheldig. Ut fra tegninger av dreneringssystemet virker det som om spillvannskloakk blir tilført overvannsledningen ved stasjon nr. 2. Disse forholdene må undersøkes nærmere.

Giftforsøk med barkekstrakter på laksefisk har vært foretatt ved NIVA tidligere (Henriksen 1966). Det er vist at vann fra barkdepoter må opptre i relativt store konsentrasjoner før markante giftvirkninger kan påvises. Derimot må man være klar over at små bekker ofte kan være viktige gyte- og oppvekstområder for laksefisk og det er registrert ørret i den øvre delen

av Rømtua (Grande 1972). Utsiving av barkforurenset vann til større vassdrag vil trolig ikke skape noen problemer på grunn av den store fortynningen.

Barkutsivingen rant på visse steder inn på dyrket mark og man vet fra tidligere observasjoner at barkvann kan forårsake skader på vekster. Et moment som kan trekkes fram i denne sammenheng er at bark "suger" til seg nitrogen og kan gi redusert vekst som følge av nitrogenmangel.

8. SAMMENFATTENDE KONKLUSJONER

Den anlagte vegparsellen Kløfta N - Haug har ført til betydelige sigevannsproblemer fra det frostisolerende barklaget i vegfyllingen. Sigevannsproblemene er størst rent lokalt, men virkningene er merkbare flere kilometer nedenfor avrenningsområdene.

Avrenningsproblemene har i første rekke forårsaket en betydelig soppbegroing som på visse strekninger fullstendig dekker bekkene og rent estetisk ødelegger disse. Det foreligger ikke opplysninger i faglitteraturen om at slik soppbegroing forringer vannets brukbarhet til vanning av dyr.

Det ble ikke påvist tarmbakterier i avrenningen fra vegfyllingen, men det bør avklares nærmere om det via overvannsledningen i vegen tilføres kloakk fra Bogstadbråten. Dessuten bør det undersøkes hvor stor del av nitrogeninnholdet som utgjøres av nitrat eller nitritt, og i hvilken utstrekning disse tilføres bekkene fra barkfyllingen eller jordbruksområdet.

I forbindelse med et eventuelt erstatningskrav må disse forhold være avklart, og det bør tas kontakt med veterinær angående bedømmelse av vannets egnethet som drikkevann for dyr.

Det antas at begroingsproblemene vil avta med tiden, men med det nåværende bedømmelsesgrunnlag kan det ikke sies noe om hvor fort dette vil skje.

9. LITTERATUR

GJESSING, E., HAUGEN, S. "Barkavfall - Vannforurensning".

Meddelelse nr. 47, Juni 1973.

Statens Vegvesen, Veglaboratoriet, Oslo.

GRANDE, M. (1972) "Resipientforholdene i Romeriksvassdragene Nitelva, Leira og Rømua, Del III, Fiskeribiologiske undersøkelser".

HENRIKSEN, A. (1966) "Barkopplags betydning for drikkevannskvalitet".
NIVA-rapport 0-19/65.

HENRIKSEN, A., SAMDAL, J. E. "Centralized Log Barking and Water Pollution".

LAAKE, M. (1977) "Sigevannsproblemer ved fyllplass for bark og trefiber i Påldalen, Vennesla Vest-Agder".

NIVA-rapport 0-12/73, A2-08.

SIFF (1976) "Kvalitetskrav til vann. Drikkevann - Vann for omsetning - Badevann.

Sosialdepartementet, Helsedirektoratet.

Statens institutt for folkehelse, Oslo.