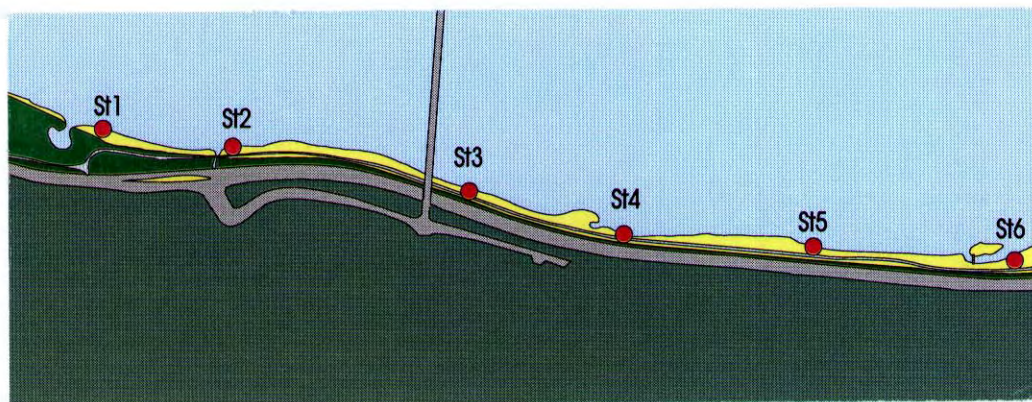


## Drammenselva

Miljøvurderinger i forbindelse  
med utfylling av strandsone ved  
Mjøndalen



**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 1  
4890 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5005 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-NIVA A/S**

Søndre Tollbugate 3  
9000 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Drammenselva. Miljøvurderinger i forbindelse med utfylling av strandsone ved Mjøndalen.	Løpenr. (for bestilling) 3687-97	Dato 12.september 1997	
	Prosjektnr. Undemr. O-97094	Sider 28	Pris
Forfatter(e) Torleif Bækken Leif Lien	Fagområde Miljøgifter i ferskvann	Distribusjon Åpen	
	Geografisk område Buskerud	Trykket NIVA	
Oppdragsgiver(e): Statens vegvesen, Buskerud vegkontor			Oppdragsreferanse

Sammendrag : I Drammenselva ved Mjøndalen planlegges det å fylle ut stranden ved nåværende veganlegg med tunnelmasse for å anlegge gang og sykkelveg. Miljøkonsekvenser av dette er vurdert. Forsøk med tunnelmasse viste utlekking av nitrater, ammonium og metaller. Ulagret masse avgir store mengder ammoniakk som er meget giftig for alle vannlevende organismer. Denne tunnelmassen bør ikke deponeres direkte i elva uten mellomlagring. Lagret tunnelmasse kan medføre giftvirkninger grunnet utlekking av metaller. Konsentrasjonene vil avta etter en tid. Det forventes ikke at finpartiklene fra tunnelmassen vil være skadelig for fiskegjeller. Det var forhøyede konsentrasjoner av enkelte tungmetaller i elvedimentene. Tilstanden var stedvis "nokså dårlig" med hensyn på kobber, krom og bly, og "dårlig" for kvikksølv. Det ble bare funnet ubetydelige mengder organiske miljøgifter. Bunndyrteheten var størst ved øverste stasjon. Utfyllingen medfører varig reduksjon av bunndyrproduksjonen på anslagsvis 5%. I en periode vil giftvirkninger fra fyllingen og nedslamming av elvebunnen gi ytterligere reduksjoner. Deler av utfyllingsområdet er kjent oppholdsplass for sjørørret før gytting i bekken Evja. Utfyllingen kan medføre redusert oppgang av sjørørret dersom det ikke tilrettelegges med tekniske tiltak. Deponeringen av fyllmasser medfører tilslamming av elvevannet. Deponering i gytetid og klekkeperioder kan medføre tilslamming av rogn og redusert klekkesuksess.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tunnelmasse</li> <li>2. Tungmetaller</li> <li>3. Organiske miljøgifter</li> <li>4. Drammenselva</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tunnel masses</li> <li>2. Heavy metals</li> <li>3. Organic micropollutants</li> <li>4. River Drammenselva</li> </ol>
---	---

  
Torleif Bækken  
Prosjektleder

ISBN 82-577-3252-4

  
Dag Berge  
Forskningsjef

## **Drammenselva**

# **Miljøvurderinger i forbindelse med utfylling av strandsone ved Mjøndalen**

## Forord

Statens vegvesen, Buskerud vegkontor har i brev av 5. mai 1997 bedt NIVA vurdere miljøkonsekvenser, blant annet for bunndyr og fisk, ved å benytte tunnelmasse til utfylling i Drammenselva.

Prosjektets omfang er gitt i revidert programforslag av 16. april 1997 og er fastlagt i kontrakt av 5. mai 1997.

Opplysninger om fisk ble gitt av fiskeforvalter Erik Garnås (Fylkesmannen i Buskerud), Arvid Simensen (Lakseoppsynet i Drammenselva) og Petter Solberg (Nedre Eiker laksegruppe). Vi er takknemlig for disse informasjonene.

Opplysninger om egenskaper ved drammensgranitten er gitt av Terje Kirkeby ved Buskerud vegkontor.

Arbeidet ved NIVA er utført av seniorforsker Leif Lien og forsker Torleif Bækken. Sistnevnte ha vært prosjektleder.

Prosjektleder og kontaktperson ved Buskerud vegkontor har vært Kai Midtskogen.

Oslo, 1. juli 1997

*Torleif Bækken*

---

---

# Innhold

<b>1. INNLEDNING</b>	<b>7</b>
<b>2. MATERIALE OG METODE</b>	<b>8</b>
2.1 Stedsbeskrivelse	8
2.2 Prøvetaking	8
2.2.1 Sedimenter	8
2.3 Bunndyr	9
2.4 Utlekkingsforsøk	9
2.5 Partikler	9
2.6 Parameterbeskrivelse og analyse	10
2.6.1 Tungmetaller	10
2.6.2 Organiske miljøgifter	10
2.6.3 Vurderingssystem	11
<b>3. FYLLMASSE</b>	<b>12</b>
3.1 Mengder og omfang	12
3.2 Geologi-partikkeltyper	13
3.3 Utlekking fra tunnelmasse	15
3.3.1 pH, K25 og N	15
3.3.2 Metaller	16
<b>4. MILJØGIFTER I SEDIMENTER</b>	<b>18</b>
4.1 Tungmetaller	18
4.2 Organiske miljøgifter	20
<b>5. BUNNFAUNA</b>	<b>22</b>
5.1 Mengder og sammensetning	22
5.2 Virkning av utfyllingen på bunndyr	22
<b>6. FISK</b>	<b>25</b>
6.1 Sammenstilling av opplysninger	25
6.2 Konklusjoner omkring fisk	26
<b>7. LITTERATUR</b>	<b>27</b>

---

## Sammendrag

1. I Drammenselva ved Mjøndalen mellom Mjøndalsbekken og Evja er det planlagt å fylle ut strandsonen utenfor nåværende veganlegg for å anlegge gang og sykkelveg. Buskerud vegkontor ønsker som utbygger å anvende tunnelmasse fra nærliggende veganlegg til utbyggingen. Vegkontoret ønsket å få kartlagt de miljømessige konsekvensene av et slikt tiltak.

2. Veganlegget vil påvirke Drammenselva direkte i ca. 1,2 km lengde i det foreliggende planområdet. Dybdeforholdene i utfyllingsområdet varierer mellom 0,5 m og 4 m. Fyllingene vil gå opptil ca 40 m ut i elva. Oftest vil imidlertid fyllingen nå 15-20m utover. Anslagsvis vil 50000 m<sup>3</sup> tunnelmasse bli liggende i flomsonen. Det aller meste av dette er grov stein. En mindre andel vil bestå av mer eller mindre finknust masse som kan avgi forurensninger og slamme til elva.

4. Utlekkingsforsøk med tunnelmasse mindre enn 8 mm viste følgende:

Konsentrasjoner av nitrat (NO<sub>3</sub>), ammonium (NH<sub>4</sub> + NH<sub>3</sub>) og metaller i utvaskingsvannet var til dels svært mye høyere enn i vann fra Drammenselva.

pH, ledningsevne og alle nitrogenverdier var betydelig høyere i utvaskingsvann fra masser tatt direkte ut av tunnelen sammenlignet med massene som var lagret en tid under åpen himmel.

Konsentrasjoner av metaller var gjennomgående høyere i utvaskingsvann fra lagret tunnelmasse enn i ulagret. Årsaken til forskjellig utlekking skyldes trolig svært ulike pH verdier i de to prøvene.

Tilførslene av nitrogen fra tunnelmassene til Drammenselva vil ikke ha særlig betydning for eutrofieringen av elva.

Ulagret tunnelmasse avgir store mengder ammoniakk. Dette vil være meget giftig for alle vannlevende organismer. En større blandsoner hvor elvevannet gradvis fortynner tunnelmassen vil være meget skadelig. Denne tunnelmassen bør derfor ikke deponeres direkte i Drammenselva uten mellomlagring.

Lagret tunnelmassen vil sannsynligvis medføre giftvirkninger for vannlevende organismer langs de nye elvekantene på grunn av metallutlekking. Konsentrasjonene blir imidlertid redusert både ved en tids utvasking og ved fortykning med elvevannet.

5. Det er ikke registrert store forskjeller i strukturene på finpartiklene fra tunnelmassen og et referanse fra naturlig sand. Tunnelmassen hadde muligens noen flere partikler med skarpe kanter, nåleformede eller med spisse ender. Det forventes ikke at den finknuste tunnelmassen vil være særlig skadelig for fiskegjeller.

6. Det ble tatt sedimentprøver fra 6 stasjoner fordelt over området som skal fylles ut. Følgende metaller ble analysert: arsen (As), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), mangan (Mn), nikkel (Ni), bly (Pb) og sink (Zn). Konsentrasjonene av metaller i sedimentene var generelt lave, men med noen unntak. Vurdert etter de svenske kriteriene for sedimentkvalitet (norske mangler), var tilstanden "nokså dårlig" for kobber og krom på St 1 for bly på St3 og for krom på St5. Kvikksølvkonsentrasjonene på St4 var meget høye og tilstanden betegnes som "dårlig".

Ved deponering av tunnelmasse på sedimentene vil deler av sedimentene virvles opp. Selv om det er forholdsvis mye kvikksølv i en del av sedimentene, er det ikke ventet at dette skal medføre vesentlig økte konsentrasjoner i vannfasen utover de lokale områdene, eller i sedimenter og biologisk materiale.

Det ble ikke funnet PCB eller nevneverdige pesticider i sedimentprøvene. Konsentrasjonene av PAH var generelt lave, men på stasjonene 2, 5, og 6 var det moderate mengder

7. Bunndyrtettheten var høyest på den øverste stasjonen. På stasjonene 3 og 4 var tetthetene ganske lave. Sammensetningen av faunaen viste stedvis stort innslag av fjærmygglarver og fåbørstemark. Døgnfluer ble bare funnet på stasjon 1. Vårfluelarver ble funnet i et lite antall på flere av stasjonene. Stasjon 2 var sterkt preget av organisk materiale og tidvis/stedvis oksygensvinn.

Utfyllingen medfører at bunndyrproduksjonen varig reduseres med anslagsvis 5%. Langs kanten i utfyllingssonen kan det imidlertid i en periode bli ytterligere reduksjoner på grunn av giftvirkninger grunnet utlekking fra fyllingen og nedslamming av elvebunnen. Det er ikke påvist forhold som skulle tilsi spesielle vernehensyn eller trussel mot det biologiske mangfoldet i elva.

8. Den øvre fjerdedelen av utfyllingsområdet på elvas sørside er godt kjent som oppholdsplass for sjøørret i Drammenselva. Årsaken er trolig at bekken Evja er én av bare to viktige gytebekker som er igjen i Nedre Eiker kommune. Sjøørreten står da på denne elvestrekningen i Drammenselva til vannføring og gyteforhold i Evja blir gunstig.

Evja føres i dag gjennom en kulvert til Drammenselva. Denne kulverten er allerede betenkelig lang m.h.t. oppgang av sjøørret. Ved ytterligere utfylling for sykkelveg må denne kulverten forlenges, og utløpet av kulverten vil kunne ut på dypere vann i Drammenselva. Dette vil medføre redusert eller helt stans i oppgang av sjøørret til Evja. Bygging av sykkelveg over ny fylling på bru/påler i en lengde på 50 m (40 m nedenfor og 10 m ovenfor Evja) vil sikre oppgangen. Dersom sykkel/gangvei legges på den gamle fyllingen, over det som i dag er et åpent bekkeløp utenfor veien, bør det også unngås å bruke kulvert, men la det være mest mulig åpent. Ved bygging av bru her vil det ikke være nødvendig med vesentlig større spenn enn det som er normalt over en elv.

Det ble foretatt en vurdering av gytemulighetene for fisk på den aktuelle elvestrekningen samtidig med den øvrige prøvetakingen. Den nedre tre fjerdedelen av strekningen er allerede fylt ut med bratte steinkanter til flere meters dyp, og egner seg ikke som gyteområder for noen fiskegrupper. Den øvre fjerdedelen har fortsatt strandsonen noenlunde intakt, men heller ikke denne strekningen synes spesielt gunstig som gyteplass for noen av de fiskeartene som finnes i elva. Strekningen har finkornet bunnsstrat, liten gjennomstrømning, og sparsom vegetasjon.

Deponering av tunnelmasser medfører også tilslamming av elvevannet. Deponering i gytetiden på høsten og i klekkeperioden gjennom vinteren og frem til våren vil medføre tilslamming av rogn og redusert klekkesuksess. Dette gjelder alle høstgytende arter som bl.a. laks, ørret og sik. Vårgytende fiskearter som gjedde, abbor og alle karpefiskene vil få redusert reproduksjon med tilslamming i mai og juni. Nedenfor utfyllingsområdet ligger noen strykområder (Stegla - Strykengrunn) som er viktige gyteplasser for laks i denne delen av Drammenselva. Sjøørret kan også tenkes å gyte på grunnere områder her i år med spesielt dårlige forhold i sidebekkene. Tilslamming mellom gyte- og klekkesetid vil redusere/eliminere rekrutteringen på deler av elva som nedslammes. Med Gyrodactylus i elva har dette for tiden ingen betydning for laksen da få eller ingen ungfisk vil overleve i elva.

# 1. Innledning

Gjennom mange år har det vært arbeidet med å gjøre strandsonen langs Drammenselva tilgjengelig og attraktiv for folk. Opparbeiding av en mer naturlig strandsone og anlegging av gang og sykkelveg har vært sentralt i arbeidet. På en strekningen ved Mjøndalen mellom Mjøndalsbekken og Evja er det planlagt å fylle ut strandsonen utenfor nåværende veganlegg for å anlegge gang og sykkelveg. Deler av denne strekningen er allerede fylt ut. I forbindelse med at en av hovedferdselsårene gjennom Drammen, RV11, skal legges i tunnel, ønsker en å bruke tunnelmasse herfra til oppbyggingen av gang og sykkelvegen.

Buskerud vegkontor har ønsket å få kartlagt de miljømessige konsekvensene av et slikt tiltak. Problemstillingene har vært følgende:

- Forurenset elvebunn. Kartlegging av forurensninger i elvedimentet og konsekvenser av oppvirvling og spredning av sedimentene når ny masse fylles over. Sedimentene analyseres på viktige miljøgifter som tungmetaller og et utvalg organiske mikroforurensninger.
- Tunnelmasse inneholder stein i et stort størrelsesspekter, fra borestøv til stor sprengstein. Finmaterialet fra nysprengt og nyboret stein er skarpe og kan medføre problemer for fisk og bunndyr ved at gjellene skades. Partikkeltyper og skadepotensialet er avhengig av bergarten. Virkningen av foreliggende bergart vurderes. Eksoneringsforsøk for å klarlegge eventuelle skader av finpartikler fra tunnelmassen er ikke lagt inn i det foreliggende arbeidet.
- Masse fra sprengt stein inneholder mye nitrogen fra eksplosivene som benyttes. Steinen kan også inneholde tungmetaller. Utlekkingspotensialet for sprengstein fra tunnelmassen som skal benyttes til utfyllingen undersøkes. Eventuelle konsekvenser vurderes.
- Utfyllingen reduserer det produktive arealet av elvebunnen. Prøver fra bunnfaunaen gir informasjon om hvor viktig influensområdet er som næringsområde for fisk. Det gir også en indikasjon på om det her er spesielt viktige områder med hensyn til biologisk mangfold. Videre vil materialet være viktig som referansemateriale ved en eventuell etterundersøkelse av konsekvenser.
- En vurdering av gytteforhold av stedlige fiskearter

Det er ikke satt av midler til særskilte fiskeundersøkelser for denne elvestrekningen. Noen prøver av den mest finknuste steinmassen ble imidlertid sett på i mikroskop med hensyn til å vurdere andelen spisse, skarpe kanter og mulige skadevirkninger på gjeller. Opplysninger om fisk og sportsfisket er innhentet bl.a. fra fiskeforvalteren hos Fylkesmannen i Buskerud (Erik Garnås), lakseoppsynet i Drammenselva (Arvid Simensen) og fra Nedre Eiker laksegruppe (Petter Solberg).

Ny og lagret tunnelmasse ble skaffet til veie av Kai Midtskogen v. Buskerud vegkontor.



## 2. Materiale og metode

### 2.1 Stedsbeskrivelse

Utbygningsområdet for gang og sykkelveg går langs Drammenselva ved Mjøndalen. Elvebredden på sørsiden er i hele utbygningsområdet steinsatt, mens elvebredden på nordsiden er naturlig.

Veganlegget vil påvirke Drammenselva direkte i ca. 1,2 km lengde i det foreliggende planområdet. Det er imidlertid nylig fylt ut en strekning på noen hundre meter nedenfor området som er vurdert i denne rapporten. Bredden på elva varierer fra ca. 200 m til 300 m i utbyggingsområdet. Dybdeforholdene i utfyllingsområdet varierer mellom 0,5 m og 4 m. De grunne partiene ligger i den øverste delen (**Figur 2**)

På sydsiden av Drammenselva mellom Mjøndalsbekken og Evja (også kalt Veia) er mesteparten av den opprinnelige strandsonen allerede fylt ut under bygging av kjørebane for Riksveg 11. Bare de øverste par hundre meterne er strandsonen lite berørt av vegutbyggingen. Nedstrøms er den tidligere strandsonen dekket av masse som er fylt tildels langt ut i elva. Den steinfylte elvekanten heller her bratt ned mot 2, 3, og 4 meters dyp. Endel større blokker har trillet noe lengre ut. Sedimentene utenfor den steinfylte elvekanten består hovedsakelig av leire med et tynnere lag med sand og organisk innhold på toppen.

### 2.2 Prøvetaking

#### 2.2.1 Sedimenter

Det ble tatt sedimentprøver fra 6 stasjoner fordelt over området som skal fylles ut (**Figur 1**). Prøvene ble tatt 12. mai 1997. Sedimentprøvene fra St1 og St2 ble tatt med rørhenter med diameter 6 cm. På de øvrige stasjonene var det ikke mulig å benytte denne henteren på grunn av bunnforholdene. I stedet ble det anvendt en såkalt van Veen grabb. De øverste 5 cm av sedimentene ble tatt ut for videre analyser av tungmetaller og organiske miljøgifter

Stasjon 1: Prøve fra ca 1m dyp. Leire i bunnen dekket med sand. Organisk materiale i form av små, langt nedbrutte plantefragmenter.

Stasjon 2: Prøve fra ca 0,5 m dyp. Stort sett organisk materiale som i stor grad besto av lite nedbrutte blader og andre plantedeler.

Stasjon 3: Prøve fra ca 4m dyp. Leirbunn dekket av sand. Organisk materiale i form av små, langt nedbrutte plantefragmenter.

Stasjon 4: Prøver fra ca 4 m dyp. Leirbunn dekket av fin sand. Relativt mye organisk materiale dels som små, langt nedbrutte plantefragmenter samt flis og små fibrer. Noe vegetasjon.

Stasjon 5: Prøver fra ca 4 m dyp. Leirbunn dekket av sand og noe grus. Organisk materiale i form av små, langt nedbrutte plantefragmenter. Noe vegetasjon.

## 2.3 Bunndyr

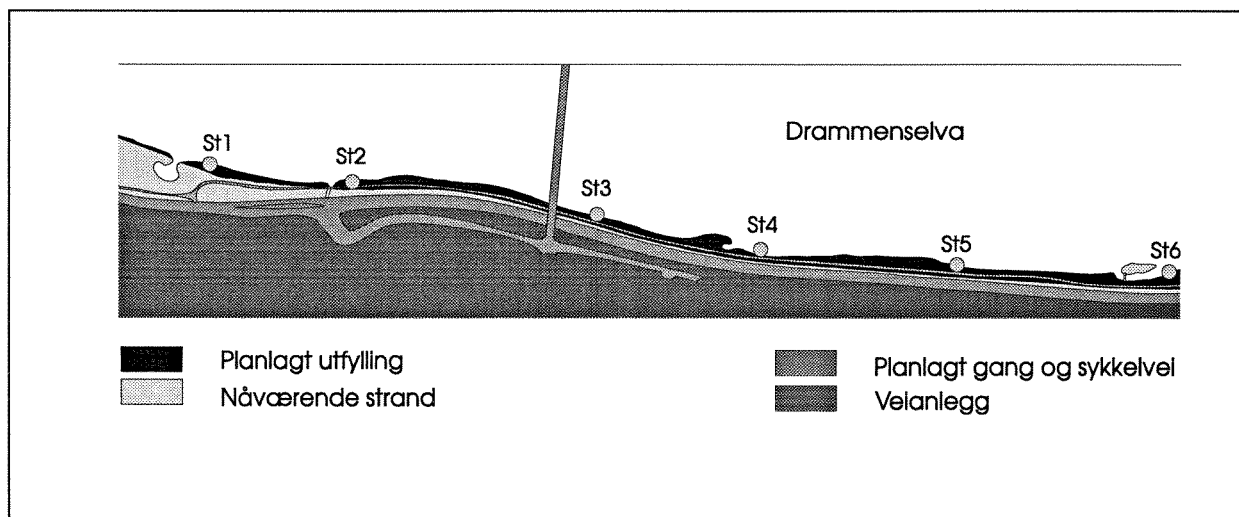
Bunndyr ble tatt ved hjelp av van Veen grabb på 6 stasjoner. På hver stasjon ble det tatt tre hugg som deretter ble samlet til én felles blandprøve per stasjon. Bestemmelse av arter og grupper samt telling av bunndyr ble utført ved hjelp av lupe ved 12X forstørrelse. Antall dyr ble beregnet til tetthet (antall/m<sup>2</sup>).

## 2.4 Utlekkingsforsøk

Tre ulike prøver av finknust tunnelmasse ble undersøkt med hensyn på utløsning av enkelte kjemiske komponenter i vann fra Drammenselva. Tunnelmassen var av størrelse 0 - 8 mm. Prøve 1 og 2 var lagret åpent en tid, mens prøve 3 var tatt direkte ut av tunnelen. Prøve 1 og 2 ble slått sammen, og 400 g av prøve 1-2 og 400 g av prøve 3 ble ristet hver for seg i 40 timer i 1 liter ellevann. Én liter vann fra Drammenselva ble ristet som kontroll. Prøvene ble sentrifugert ved 10000 omdreininger per minutt i 15 minutter. Vannprøver ble tatt ut og analyser på pH, konduktivitet, næringssalter og tungmetaller.

## 2.5 Partikler

Tre ulike prøver av finknust steinmasse (0-8 mm) som er tenkt brukt til vegfyllingen ble undersøkt. Prøvene ble ristet opp med vann. Partikler som ikke umiddelbart sank til bunns ble undersøkt i vanlig lysmikroskop ved ca 500 X forstørrelse.



**Figur 1.** Kartskisse over Drammenselva forbi Mjøndalen. Skissen viser planlagt utfylling i elva og stasjonene for sediment og bunndyrprøvetaking.

## 2.6 Parameterbeskrivelse og analyse

### 2.6.1 Tungmetaller

Sedimentene ble analysert på en rekke tungmetaller. Metallene er bestilt som pakke og inneholder derfor tungmetaller utover minimum. Følgende metaller ble analysert: arsen (As), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), mangan (Mn), nikkel (Ni), bly (Pb) og sink (Zn). Bly og kadmium kan ha alvorlige giftvirkninger, være kreftfremkallende og akkumuleres i organismer. Kobber er meget giftig for mange organismer, særlig vannlevende. Kvikksølv er giftig og kan danne meget giftige organiske forbindelser (metylkvikksølv). Det akkumuleres i organismene og oppkonsentreres i næringskjedene. Alle disse metallene er av SFT klassifisert som et betydelig miljøproblem i Norge (Dons & Beck 1993).

Prøvene ble oppluttet i salpetersyre. Analysene er utført ved ICP-AES og ICP-MS ved Svensk Grundämnesanalys.

### 2.6.2 Organiske miljøgifter

PCB (polyklorerte bifenyler) betegner en gruppe klorerte organiske stoffer som er giftige, tungt nedbrytbare, og som akkumuleres i organismer og oppkonsentreres i næringskjeden. Stoffene settes i sammenheng med reproduksjons- og adferdsforstyrrelser og nedsetting av immunforsvaret. PCB synes å ha liten virkning på arvestoffet DNA, men lavklorerte forbindelser kan ha mutagene egenskaper og gi DNA skader. PCB er av SFT klassifisert som et betydelig miljøproblem i Norge (Gruppe I-stoffer)(Dons & Beck 1993). PCB - holdige oljer har bl. a. blitt brukt som isolasjonsmateriale og kjølemiddel i elektrisk utstyr som store kondensatorer og transformatorer. Ny bruk ble forbudt i Norge i 1980.

Ved PCB analysen fokuseres det på 7 av de vanligste PCB forbindelsene (Seven Dutch) av i alt 209 mulige. Vanligvis utgjør disse 40-60% av PCB blandingen som finnes igjen i miljøet. De omfatter PCB med IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemists) nr 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180. Utfra enkelte undersøkelser synes det å være et forhold mellom total PCB og "Seven Dutch" på omkring 2:1. Dette forholdet er brukt for å beregne antatt konsentrasjon av total PCB i denne undersøkelsen.

Det er i tillegg analysert på en rekke pesticider, blant annet en rekke metabolitter av DDT (se **Tabell 7**) samt hexaklorbensen (HCB)(industriell opprinnelse) og 3 isomere av hexaklorsyklohexan (a-HCH, b-HCH, t-HCH). Alle er alvorlige miljøgifter.

Prøvene ble analysert ved bruk av gasskromatograf utstyrt med elektroninnfangingsdetektor (GC/ECD).

Stoffgruppen PAH består av mange forskjellige forbindelser. De er ringformede molekyler oppbygd bare av karbon og hydrogen. Egentlig omfatter PAH bare forbindelser med flere enn tre ringer. Ofte oppgis imidlertid også disykliske og heterosykliske forbindelser. Enkelte av PAH forbindelsene som f.eks. benzo(a)pyren er giftige, mutagene og kreftfremkallende. PAH dannes ved all ufullstendig forbrenning av organiske materiale.

Prøvene ble analysert ved bruk av HPLC med både UV og fluorescensdeteksjon.

### 2.6.3 Vurderingssystem

For å vurdere om de målte konsentrasjonene av ulike stoffer er lave eller høye er det utviklet kriterier og klassifiseringssystemer. Fordi det ikke er utviklet et kriteriesystem for ferskvannsedimenter i Norge, har vi i denne undersøkelsen anvendt det svenske klassifiseringssystemet for tungmetaller i ferskvannsedimenter i innsjøer (Lithner 1989). For PCB, HCB og PAH har vi anvendt det norske klassifiseringssystemet for marine sedimenter (Knutzen et al 1993). Klassifiseringssystemene anvender tilstandsklasser som angir om målte verdier er høye eller lave i forhold til antatt høyt bakgrunnsnivå ved bare diffus belastning. Tilstandsklassene for metaller er satt uavhengig av om det er naturlige verdier fra nedbørfeltet eller tilførte forurensninger. Ved angivelse av forureningsgrad beregnes overkonsentrasjoner i forhold til målt eller estimert bakgrunnsverdi. I denne rapporten er hovedvekten i presentasjonen lagt på tilstandsklassifiseringen. Klassifiseringssystemene er satt opp i **Tabell 1**.

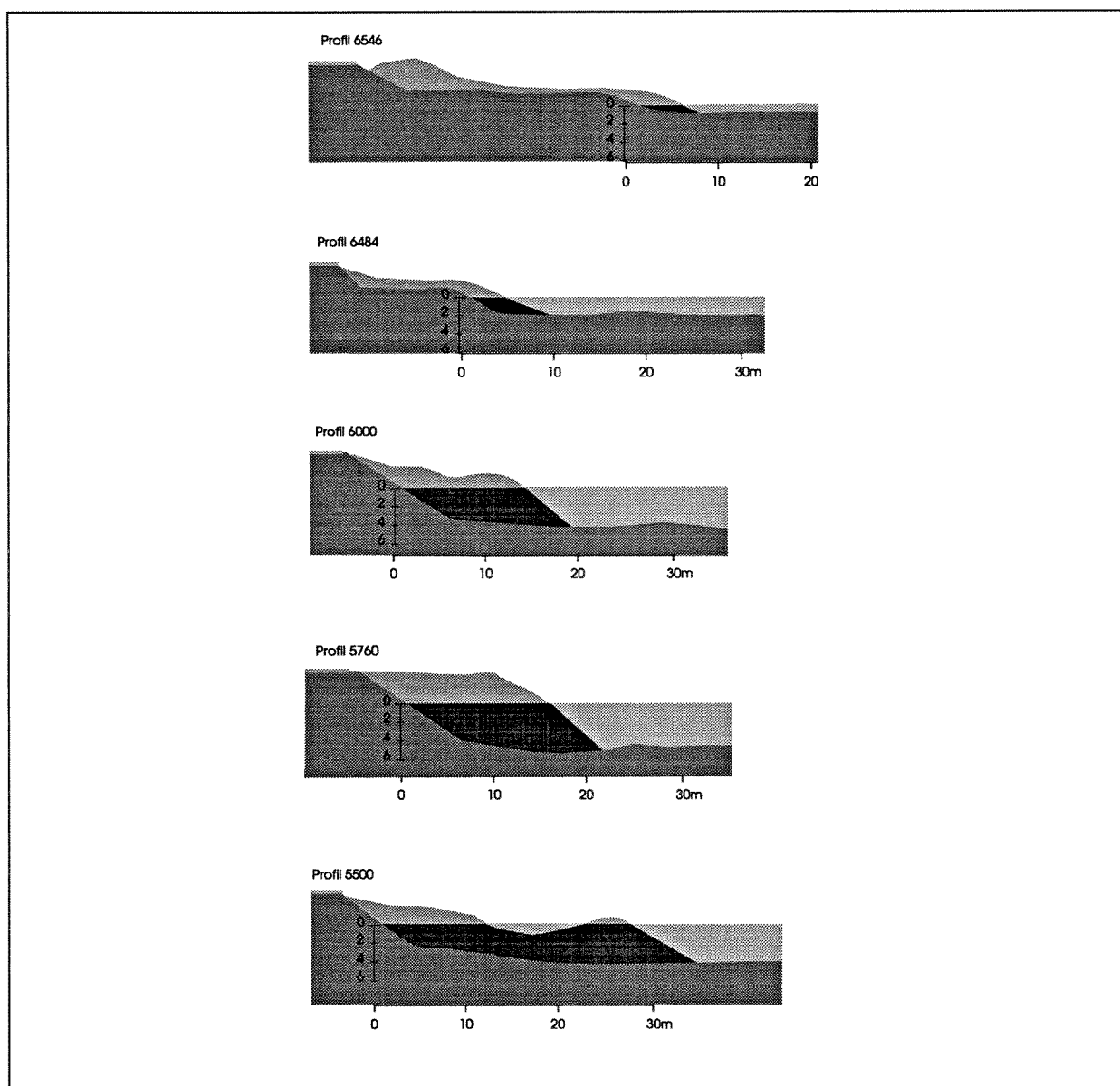
**Tabell 1.** Tilstandsklasser med fargemarkering av metaller (Lithner 1989), PCB, HCB og PAH (Knutzen et al. 1993) satt opp i forhold til tørrstoffkonsentrasjoner i sedimenter. Metallene og PAH er angitt som mg/kg, PCB og HCB er angitt som µg/kg.

Tilstandsklasse		1	2	3	4	5
Fargemarkering		God Blå	Mindre god Grønn	Nokså dårlig Gul	Dårlig Rød	Meget dårlig Fiolett
Kvikksølv	Hg	≤0,05	0,05-0,15	0,15-0,3	0,3-1,0	>1
Kadmium	Cd	≤0,2	0,2-0,7	0,7-2,0	2,0-5,0	>5,0
Krom	Cr	≤10	10-25	25-75	75-300	>300
Bly	Pb	≤5	5-30	30-100	100-400	>400
Arsen	As	≤5	5-15	15-75	75-250	>250
Kobber	Cu	≤10	10-25	25-50	50-150	>150
Nikkel	Ni	≤10	10-30	30-75	75-300	>300
Sink	Zn	≤70	70-175	175-300	300-1000	>1000
Tot-PCB		≤5	5-25	25-100	100-300	>300
HCB		≤0,5	0,5-2,5	2,5-10	10-50	>50
PAH		≤0,3	0,3-2	2-6	6-20	>20

## 3. Fyllmasse

### 3.1 Mengder og omfang

Hoveddelen av fyllmassen til veganlegget skal hentes fra Strømsåstunnelen. Det er regnet med mellom 70000 og 100000 m<sup>3</sup> masse for å bygge opp den planlagte gang og sykkelvegen. Anslagsvis kan en regne med at 50000 m<sup>3</sup> er tunnelmasse som blir liggende i flomsone. Det aller meste av dette er grov stein. En mindre andel vil bestå av mer eller mindre finknust masse som vil lekke ut i elva. Fyllingene vil gå opptil ca 40 m ut i elva (**Figur 2**). Oftest vil imidlertid fyllingen nå 15-20 m utover.



**Figur 2.** Profiler som viser planlagt utfylling på forskjellige steder langs den undersøkte strekningen. Profilene tilsvarer ca prøvetakingsområdene (St1: P6546, St2: P6484, St3 og St4: P6000, St5: P5760, St6: P5500). Planlagt utfylling under vann - svart, opprinnelig elveprofil - mørk grå, Planlagt utfylling over vann - lysere grå, Vann - lys grå

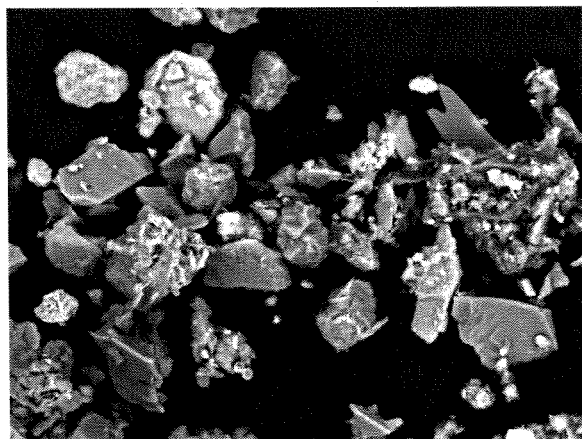
## 3.2 Geologi-partikkeltyper

Drammensgranitten har, som andre granitter, hovedmineralene kvarts, alkalitfeltspat og plagioklasfeltspat. Forholdene mellom dem er henholdsvis 25-35%, 40-50% og <30%. 2-3% er mørke mineraler og aksessorier, hovedsakelig biotitt og magnetitt. Bergarten er i vanligvis ikke anrikt med metaller. Blyinnholdet ligger typisk omkring 20 mg/kg. Mineraler som kan avgi uønskede grunnstoffer finnes i svært små megder, spredt eller konsentrert i små områder. I tunnelen er det bare funnet små sprekker og hulrom av disse mineralene, og mengden i forhold til hovedbergarten er forsvinnende liten (T. Kirkeby, Statens vegvesen, Buskerud vegkontor, i brev).

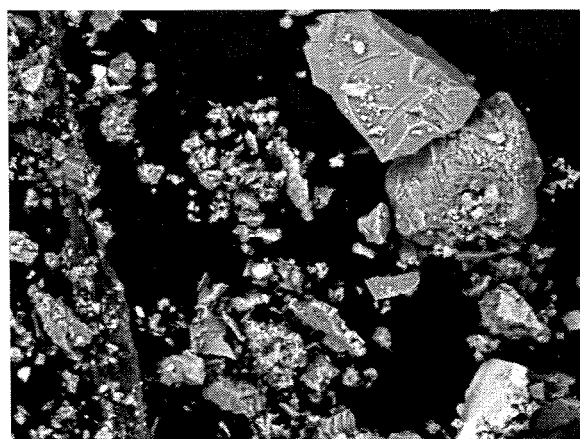
Bergarten forvitrer forholdsvis lett, ikke bare langs større sprekker og soner, men også i større partier. Dette er forhold som ofte påtreffes i Strømsåstunnelen. Det kan raskt skifte fra tilsynelatende massiv, hard granitt til svært oppsprukne, forvitrete partier. Dette vil gjenspeiles i massene som fraktes til deponering i elva. Selv frisk drammensgranitt er forholdsvis sprø. Mesteparten av finstoffet ved utlekking og utvasking vil komme fra bergartens egen dekomponering på forhånd, som har pågått over årtusener (T. Kirkeby, Statens vegvesen, Buskerud vegkontor, i brev).

Finknuste steinmasser har vist å ha negative virkninger ved at spisse deler skader den tynne overflaten på gjellene, og massedød er registrert i fiskeoppdrettsanlegg som følge av partikkelforurensning fra anleggsvirksomhet. Bløtere bergarter synes å være mest skadelige, mens andre bergarter har liten eller ingen innvirkning. (Hessen og medarb 1989, Hessen 1992, Bjerknes og medarb.1994).

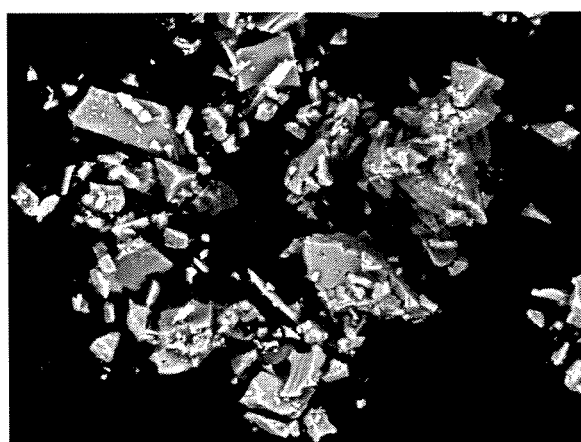
Det ble ikke registrert store forskjeller i strukturene på finpartiklene fra tunnelmassen sammenliknet med referanse fra naturlig sand (**Figur 3**). Tunnelmassen hadde muligens noen flere partikler som var nåleformet eller hadde spisse ender. Eventuelle forsøk med tunnelmasse og fisk må foretas for å kunne avgjøre med sikkerhet om partiklene kan skjære opp gjelleflatene, men det forventes ikke at denne finknuste tunnelmassen (granitt) vil være særlig skadelig for fiskegjeller.



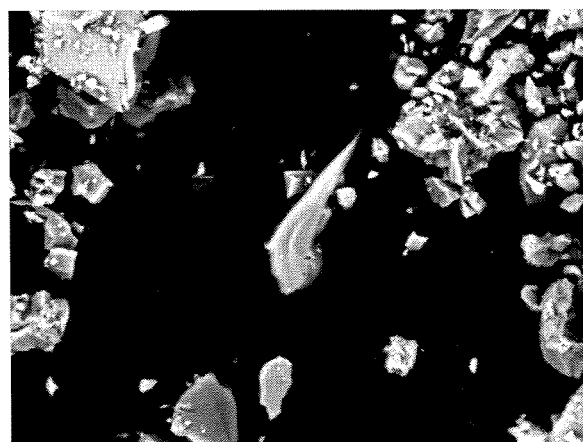
Ref



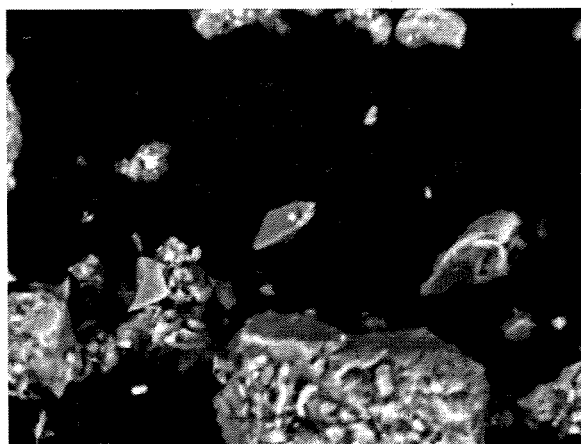
1



2



2



3

**Figur 3.** Oppslemmet tunnelmasse, som er tenkt deponert i Drammenselva. 1 og 2 er lagret en tid under åpen himmel, mens 3 er tatt rett ut fra tunnelen. Ref. viser partikler fra oppslemmet naturlig sand. Bildene viser til dels meget skarpe og spisse kvartspartikler. Også naturlig sand inneholder skarpe kvartspartikler om enn i noe mindre konsentrasjoer.

### 3.3 Utlekking fra tunnelmasse

#### 3.3.1 pH, K25 og N

pH, ledningsevnen og alle nitrogenverdiene var betydelig høyere i utvaskingen fra massen som var tatt direkte ut av tunnelen sammenlignet med massene som var lagret en tid under åpen himmel. Alle verdiene, unntatt fosfor, var også mye høyere enn i vannet fra Drammenselva (**Tabell 2**). Våre verdier av næringssaltkonsentrasjoner er i god overensstemmelse med andre analyseresultater av vann fra Drammenselva (Holtan og medarb. 1996). Sprengningsarbeidene i tunnelen er utført med slurry-sprengstoff.

**Tabell 2.** Analyseresultater for pH, ledningsevne, ammonium, nitrat, totalnitrogen, fosfat og totalfosfor fra Drammenselva og utvasking av lagret tunnelmasse (Tun/vann 1-2) og masse direkte fra tunnelen (Tun/vann 3).

Parameter	Symbol	Enhet	Ellevann	Tun/vann1-2	Tun/vann3
pH			7.01	8.54	11.3
Konduktivitet	K <sub>25</sub>	mS/m	3.49	19	82.4
Ammonium-nitrogen	NH <sub>4</sub> -N	mg/l	0.007	1.97	22.64
Nitrat-nitrogen	NO <sub>3</sub> -N	mg/l	0.28	2.56	44.3
Total-nitrogen	Tot-N	mg/l	0.415	4.66	67.7
Fosfat-fosfor	PO <sub>4</sub> -P	ug/l	< 1	3	3
Total-fosfor	Tot-P	ug/l	3	8	8

Tilførslene av nitrogen fra tunnelmassene til Drammenselva vil ikke ha særlig betydning for eutrofieringen av elva. Planteveksten i elva er i utgangspunktet fosforbegrenset, og ekstra tilførsler av nitrogen har teoretisk ingen betydning før det eventuelt kommer ut i Drammensfjorden.

Drammenselva med en vannføring på 300 m<sup>3</sup>/sek, transporterer omkring 450 kg totalnitrogen, 300 kg nitrat og 7 kg ammonium i timen. Tilførslene fra utvaskingen av tunnelmassene vil trolig bare utgjøre en brøkdel av totalnitrogen og nitrat i elva, mens ammoniumtilskuddet vil ha større betydning.

Ammoniakk er meget skadelig for de fleste vannlevende organismer ved konsentrasjoner over 1 mg/l, og laksefisk reagerer på konsentrasjoner ned mot 0.01 mg/l. Ammoniakk er i en likevekt i vann med ammonium som er vesentlig mindre skadelig, og denne likevekten er bl.a. styrt av pH og temperatur. Ved økende temperatur og økende pH forskyves likevekten mot det skadelige ammoniakk. Ved pH 8.5, som er verdien i vannbadet fra tunnelprøve 1-2, vil 4 til 12 % være på ammoniakkform ved temperaturer mellom 5 og 20 °C. Dette vil gi ammoniakk-konsentrasjoner mellom 0.1 - 0.25 mg/L. Dette kan synes å være noe høyt, men det er ventet at pH ganske raskt vil gå ned ved blanding av tunnel slam og ellevannet. Dette vil medføre at konsentrasjonen av ammoniakk vil gå under 0.01 mg/l, og bare den nærmeste blandsonen mellom tunnelmasse og ellevann vil være skadelig.

Ved deponering av tunnelmasse tilsvarende prøve 3 i elva (pH 11.3 og temperaturer opp mot 20 °C) vil ammoniakk-konsentrasjonene bli over 20 mg/l. Dette vil være meget giftig for alle vannlevende organismer. Med så høye konsentrasjoner og så høy pH vil en større sone hvor ellevannet gradvis fortynner tunnel slamm, være meget skadelig. Denne tunnelmassen bør derfor ikke deponeres direkte i Drammenselva uten at det mellomlagres tilsvarende prøve 1 og 2.



### 3.3.2 Metaller

Metallkonsentrasjonene i elvevannet er vist i **Tabell 3**. Verdiene for aluminium, kobber og kvikksølv viser markert forurenset vann. De øvrige verdiene for elvevannet er lave eller moderate. Våre verdier av metall-konsentrasjoner var i god overensstemmelse med andre analyseresultater av vann fra Drammenselva (Holtan og medarb. 1996). To av metallene, kobber og kvikksølv, hadde imidlertid vesentlig høyere konsentrasjoner i vår prøve. Dette kan for eksempel ha sammenheng med at våre prøver er tatt på en annen lokalitet og/eller nærmere områder med utslipp til elva. For den videre bruken av elvevannet til utvasking av tunnelmasse har dette ingen betydning.

Utvaskingen av tunnelmasser viser høye konsentrasjoner av spesielt aluminium, men også krom. Deponering av den lagrede tunnelmassen i Drammenselva vil sannsynligvis medføre giftvirkninger for vannlevende organismer langs de nye elvekantene. Graden av utvasking, og bredden av uegnet strandsone for organismer og varigheten av utlekkingen er det vanskelig å si noe om uten at det blir foretatt utlekkingsforsøk som også inkluderer vannlevende organismer. Konsentrasjonene blir imidlertid redusert både ved en tids utvasking, endringer av pH og ved fortykning med elvevannet.

Ulagret tunnelmasse viser lavere konsentrasjoner for de fleste metallene sammenlignet med lagrede masser. Utvaskingen av den ulagrede tunnelmassen hadde vesentlig høyere pH enn den lagrede. De lavere konsentrasjonene i ulagrede masser er ikke så uventet, da løseligheten av en rekke metaller øker ved redusert pH, og felles ut ved økende pH. I enkelte tilfeller er også konsentrasjonene av noen metaller (kobber, kvikksølv) lavere etter utvasking med tunnelmasse enn metallkonsentrasjonene i det elvevannet som er brukt til utvaskingen. Dette forklares også ved lavere pH i elvevannet.

Selv om forskjellene i metallkonsentrasjoner i stor grad kan forklares ved pH- endringer, kan vi ikke utelukke at noe av forskjellene skyldes variasjoner i geologien for de tre prøvene. For eksempel burde aluminiumkonsentrasjonene vært høyere i utlekkingsvann fra den ulagrede massen (Tun/vann3) dersom aluminiuminnholdet i lagret og ulagret prøve var lik i utgangspunktet.

På grunnlag av utvaskingsforsøkene av metaller synes de ulagrede massene å være minst skadelige for de vannlevende organismene. De ulagrede tunnelmassene hadde imidlertid meget høy konsentrasjon av ammoniakk som på kort sikt er mer skadelig/dødelig for bunndyr og fisk enn metallene. Ved deponering i elva av ulagrede tunnelmasser vil man først få utlekking av ammonium/ammoniakk. Deretter, etter at pH er senket bl.a. ved utvasking av massene, vil de samme metallene lekke ut som for den lagrede tunnelmassen. Vi anbefaler derfor at tunnelmassene lagres før deponering i elva.

Eventuell spyling av massene på et avrenningssikret område (f.eks. under transport til elva) vil ventelig frigjøre massene for mer lettløselige metaller og samtidig fjerne deler av den mest finknuste massen som grumser mest til i elva.

**Tabell 3.** Analyseresultater av pH og metaller fra Drammenselva og utvasking av lagret tunnelmasse (Tun/vann 1-2) og masse direkte fra tunnelen (Tun/vann 3). Verdiene for metaller er gitt i ug/l. Markert høye verdier er rammet inn.

Parameter	Symbol	Ellevann	Tun/vann1-2	Tun/vann3
pH		7.01	8.54	11.3
Aluminium	Al	73.4	2740	95
Arsen	As	<0.3	0.344	3
Barium	Ba	10.2	7.68	2.21
Kadmium	Cd	0.0269	0.0547	0.0432
Kobolt	Co	0.103	2.05	0.331
Krom	Cr	0.27	29.6	11.8
Kobber	Cu	13.5	7.95	6.72
Jern	Fe	51	63.2	23.5
Kvikksølv	Hg	0.0722	0.0131	<0.0022
Mangan	Mn	6.71	13.6	7.34
Nikkel	Ni	0.715	4.36	1.82
Bly	Pb	0.52	1.36	0.549
Strontium	Sr	22.1	295	76.3
Sink	Zn	4.7	14.3	1.02

## 4. Miljøgifter i sedimenter

### 4.1 Tungmetaller

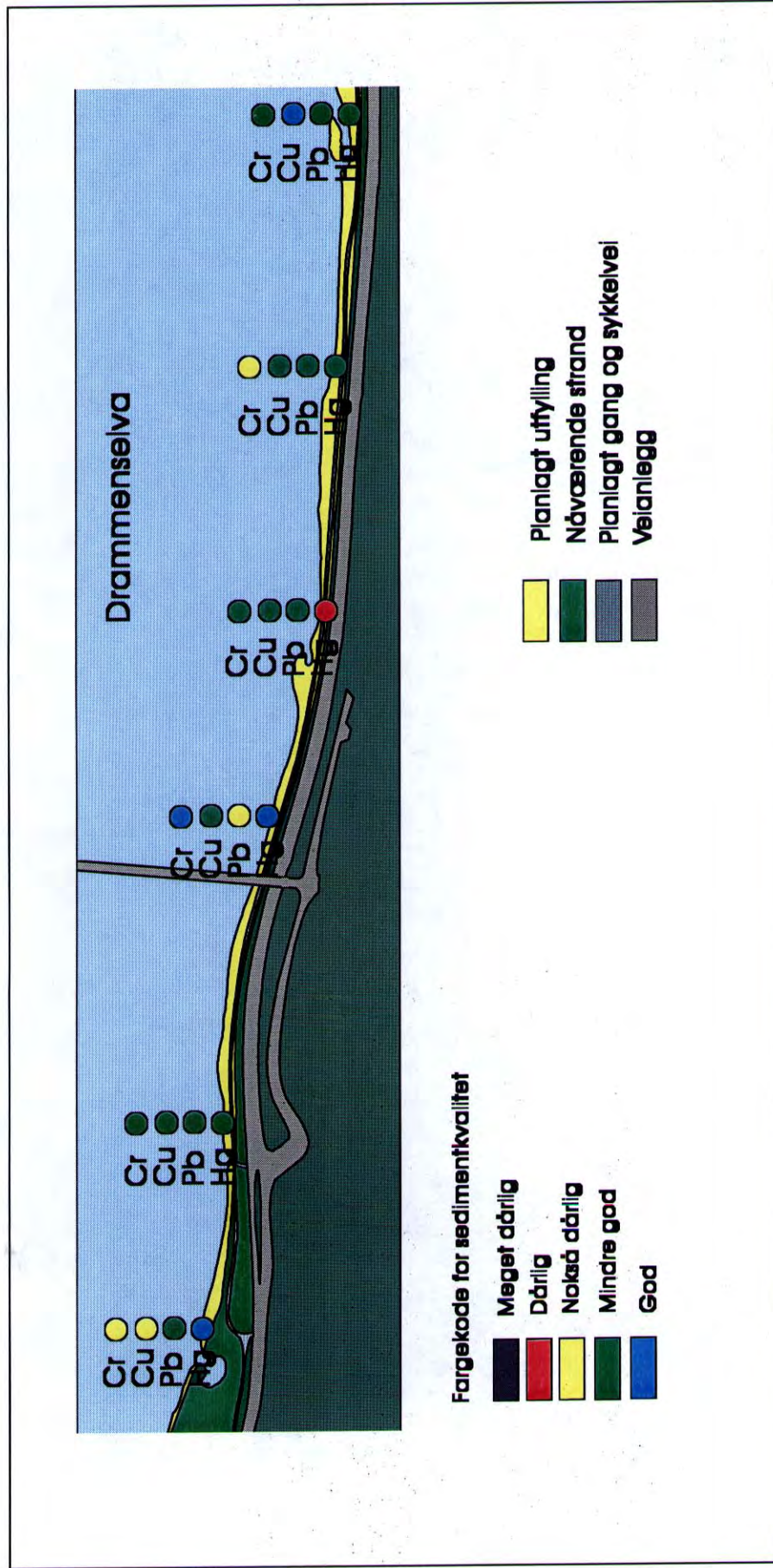
Konsentrasjonene av metaller er generelt lave, men med noen unntak som kan karakteriseres som markert forurenset. Dette gjelder kobber på St1, bly på St3, kvikksølv på St4 og krom på St5 (**Tabell 4**). Vurdert etter de svenske kriteriene for sedimentkvalitet, var tilstanden mindre god (grønn) for flere av metallene på mange stasjoner (**Figur 4**). Tilstanden ble vurdert som nokså dårlig (gul) for kobber og krom på St 1 for bly på St3 og for krom på St5. Kvikksølvkonsentrasjonene på St4 var meget høye og tilstanden med hensyn på kvikksølv betegnes som dårlig. Sedimentene på denne stasjonen var preget av fiber fra en eller annen treforedlingsindustri. Trolig har kvikksølvet samme kilde.

Ved deponering av tunnelmasse vil deler av sedimentet virvles opp. Selv om det er forholdsvis mye kvikksølv i en del av sedimentet, er det ikke ventet at dette skal medføre vesentlig økte konsentrasjoner i vannfasen som kan være skadelig for vannlevende organismer.

Kobberkonsentrasjonen var høyest på stasjon 1, men verdiene var også høye på de fleste andre stasjonene. Kobberverdien var også noe høy i vannprøven fra Drammenselva. Kobber er én av flere forurensninger som synes å være en belastning for deler av Drammenselva (Bækken og Lien 1994). Ytterligere tilførsler fra tunnelmasser er derfor lite ønskelig.

**Tabell 4.** Konsentrasjoner av metaller (mg/kg TS, tørrstoff) samt prosent tørrstoff i sedimenter fra Drammenselva ved Mjøndalen. Markert forhøyede verdier er rammet inn.

		Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3	Stasjon 4	Stasjon 5	Stasjon 6
	% TS	63	60.7	59.3	56.4	22.8	39.5
Arsen	As	5.65	2.95	1.18	1.7	1.82	1.53
Kadmium	Cd	0.106	0.324	0.0923	0.188	0.432	0.146
Kobolt	Co	15	5.04	5.23	5.25	5.12	4.65
Krom	Cr	26.5	12.9	8.72	19.7	64.5	15.8
Kobber	Cu	25.4	16.7	11.8	17.6	19.6	7.79
Kvikksølv	Hg	0.0473	0.0689	< 0.04	0.303	0.135	0.0807
Mangan	Mn	565	127	123	168	178	178
Nikkel	Ni	28.2	11.5	9.72	11.9	9.15	8.34
Bly	Pb	15.5	14	30.5	18.6	23.5	11.6
Sink	Zn	92	129	41.3	70.5	70.6	42.3



**Figur 4.** Klassifisering av sedimentene etter innholdet av 4 tungmetaller; krom (Cr), kobber (Cu), bly (Pb) og kvikksølv (Hg). For konsentrasjoner se tabell 4.

## 4.2 Organiske miljøgifter

Det ble ikke funnet PCB eller nevneverdige pesticider i sedimentprøvene (**Tabell 5** og **Tabell 7**). Konsentrasjonene av PAH var også generelt lave, men på stasjonene 2, 5, og 6 var det moderate forurensninger av PAH (**Tabell 6**).

**Tabell 5.** Konsentrasjoner av PCB, polyklorerte bifenylar (mg/kg TS, tørrstoff) samt prosent tørrstoff i sedimenter fra Drammenselva ved Mjøndalen.

PCB	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3	Stasjon 4	Stasjon 5	Stasjon 6
% Tørrstoff	61.9	51.3	56.6	47.3	28.3	50.3
PCB 28	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 52	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 101	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 118	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 138	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 153	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 180	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Sum PCB7	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003

**Tabell 6.** Konsentrasjoner av PAH, polyaromatiske hydrokarboner (mg/kg TS, tørrstoff) samt prosent tørrstoff i sedimenter fra Drammenselva ved Mjøndalen.

PAH	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3	Stasjon 4	Stasjon 5	Stasjon 6
% Tørrstoff	61.9	51.3	56.6	47.3	28.3	50.3
Naftalen	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Acenaftalen	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Acenaften	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Fluoren	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Fenantren	<0.01	0.05	<0.01	0.02	0.04	0.05
Antracen	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Fluoranten	0.02	0.08	0.02	0.04	0.16	0.09
Pyren	0.01	0.07	0.01	0.04	0.14	0.06
Bens(a)antracen	<0.01	0.03	<0.01	0.02	0.06	0.04
Krysen	<0.01	<0.08	<0.02	<0.01	<0.33	0.05
Bens(b)fluoranten	<0.02	<0.10	<0.02	0.02	0.07	0.03
Bens(k)fluoranten	<0.01	0.03	<0.01	0.01	0.03	0.02
Bens(a)pyren	<0.01	0.03	0.02	0.02	0.06	0.03
Dibens(ah)antracen	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Benso(ghi)perylene	<0.02	0.02	<0.02	<0.02	0.03	0.03
Indeno(123cd)pyren	<0.02	0.02	<0.02	<0.02	0.03	0.02
Sum 16 EPA-PAH	0.03	0.34	0.05	0.17	0.6	0.4

**Tabell 7.** Konsentrasjoner av pesticider (mg/kg TS, tørrstoff) samt prosent tørrstoff i sedimenter fra Drammenselva ved Mjøndalen. Eneste verdi over deteksjonsgrensen er rammet inn.

Pesticider	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3	Stasjon 4	Stasjon 5	Stasjon 6
% Tørrstoff	61.9	51.3	56.6	47.3	28.3	50.3
Pentaklorbensen	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Hexaklorbensen	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
a-hexaklorsyklohexan	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
b-hexaklorsyklohexan	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
t-hexaklorsyklohexan	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Isodrin	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Telodrin	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Heptaklor	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Cis-heptaklorepoxyd	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Trans-heptaklorepoxyd	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Aldrin	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Endrin	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
o,p'-DDT	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
p,p'-DDT	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
o,p'-DDD	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
p,p'-DDD	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
o,p'-DDE	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
p,p'-DDE	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
a-endosulfan	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Hexaklorbutadin	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Hexakloretan	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Sum pesticider	<0.01	0.001	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

## 5. Bunnfauna

### 5.1 Mengder og sammensetning

Forholdene for bunndyr var forskjellige på de ulike stasjonene. Dette gjenspeiles i tettheten og sammensetningen av faunaen. Størst tetthet og størst variasjon ble observert på den øverste stasjonen St1. Her var tettheten forholdsvis høy. Den dominerende dyregruppen var fjærmygglarver. Men det var også betydelige innslag av småmuslinger, fåbørstemark og døgnfluer. Døgnfluer ble bare funnet på denne stasjonen og besto bare av en art *Caenis horaria*. Arten lever i mudderet på bunnen av roligflytende elver og vann. Det ble ikke observert steinfluer på noen av stasjonene. Dette er ikke overraskende siden denne gruppen først og fremst holder til i mer rasktstrømmende vann. Tre vårfluearter ble påvist.

Ved St2 var situasjonen helt forskjellig fra St1. Prøvene ble tatt fra 0,5m dyp og området er en bakevje umiddelbart nedstrøms Evja. Bunnsubstratet besto i stor grad av organisk materiale som for en stor del var mer eller mindre nedbrutt løv. Tettheten av bunndyr var lavere enn ved St1, men faunaen var sterkt dominert av fåbørstemark. Masseforekomsten av fåbørstemark (eventuelt sammen med muslingkrepser) og relativt færre fjærmygglarver tyder på mye organisk materiale og delvis/tidvis anoksiske forhold. Det ble ikke observert vårfluer eller døgnfluer.

St3 og St4 hadde omtrent samme tetthet av bunndyr. Sammensetningen av bunndyrsamfunnet var også forholdsvis like. Begge stasjonene lå på ca 4 m dyp. Stasjonen hadde langt mindre innhold av organisk materiale. På St4 ble det observert to vårfluearter.

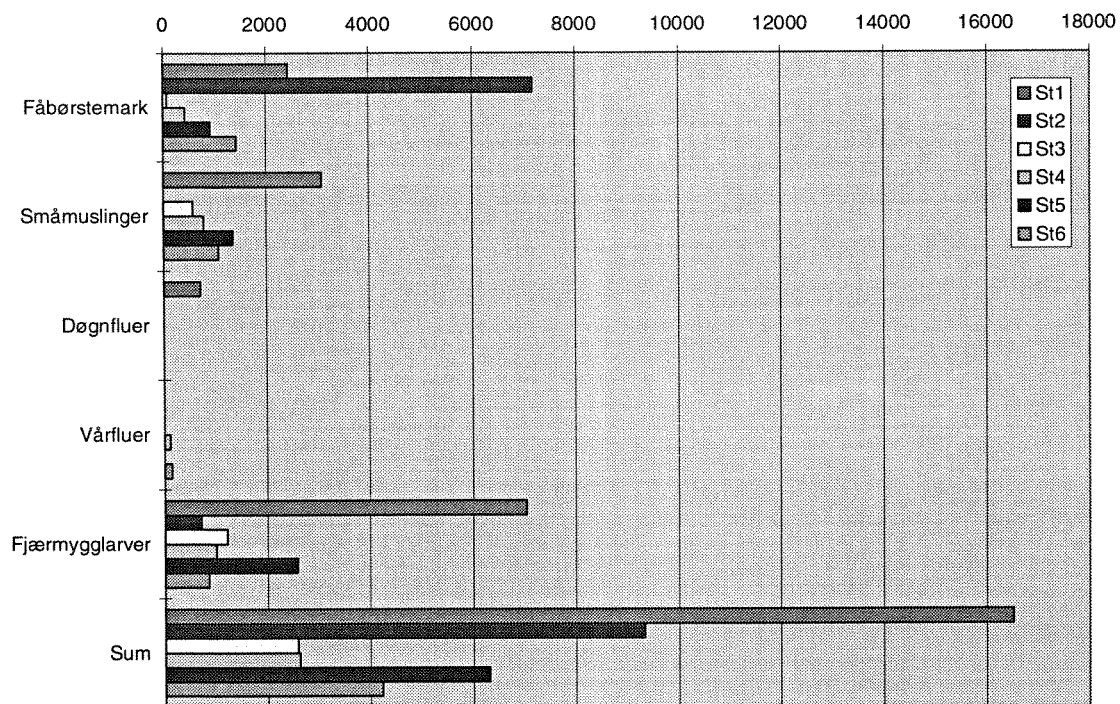
På St 5 økte tettheten igjen. Fjærmygglarver dominerte men med store innslag av småmuslinger og fåbørstemark. Ved St6 var tettheten noe lavere igjen. Fåbørstemark og små muslinger var de dominerende gruppene. Sammensetningen av faunaen her antyder noe mer tilgang på organisk materiale.

### 5.2 Virkning av utfyllingen på bunndyr

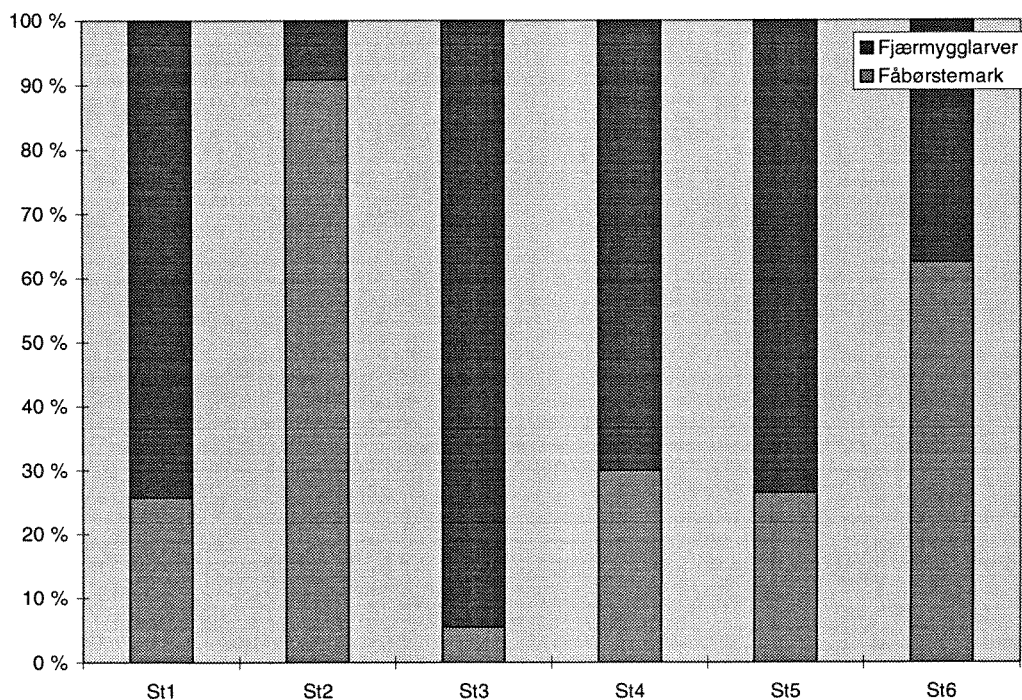
Nedfylling av bunnarealer ved øverste stasjon blir sannsynligvis små og vil i liten grad påvirke bunndyrproduksjonen. Lengre nedover i elva blir fyllingene større. Fyllingene går sjelden mer enn ca 20 m utover i elva med 10-15m dekking av gammel elvebunn og 5 m gammel vegfylling. Dersom vi regner med en gjennomsnittlig utfyllingsbredde på ca 15 m på flat bunn, gir det et redusert bunnareal på omkring 15000 m<sup>2</sup>. Dette utgjør anslagsvis 5% av det totale bunnarealet på denne strekningen. Tettheten var ikke særlig høy i dette området og trolig gjelder det for bunndyrproduksjonen også. Det innebærer grovt sett at bunndyrproduksjonen reduseres med anslagsvis inntil 5%. Det er ikke påvist forhold som skulle tilsi spesielle vernehensyn eller trussel mot det biologiske mangfoldet i elva.

Utlekking av ammonium og metaller fra nylagt fylling kan over en periode medføre giftvirkninger i de nærmeste vannmassene og på elvebunnen langs fyllingen. I tillegg vil det bli en nedslamming av de nærmeste områdene utover i elva og nedstrøms. Begge disse forhold vil gi dårligere forhold for bunnfaunaen og redusert produksjon. Hvor stort influensområdet blir er det vanskelig å forutse, men de minste partiklene kan holde seg i vannmassene i lengre tid og transporteres videre nedover i elva.

For å gjøre minst mulig skade på bunnfaunaen anbefales det å mellomlagre tunnelmassen før utfylling. Det bør også legges vekt på å fylle minst mulig finmasse i vannet.



**Figur 5.** Sammensetningen og tettheten av hovedgrupper av bunndyr på 6 stasjoner i Drammenselva 12. mai 1997.



**Figur 6.** Forholdet mellom antall fjærmygglarver og fåbørstemark på 6 stasjoner i Drammenselva 12.mai 1997.



**Tabell 8.** Forekomst og tetthet av bunndyrgrupper på forskjellige stasjoner i Drammenselva 12 mai 1997. Antall/m<sup>2</sup>.

Stasjon	St1	St2	St3	St4	St5	St6
Dyp	1m	0,5m	4m	4m	4m	4m
Flatmark	0	0	0	0	0	72
Fåbørstemark	2441	7179	72	431	933	1436
Igler	503	144	0	0	72	72
Snegler	0	0	0	0	72	0
Småmuslinger	3087	0	574	790	1364	1077
Vannmidd	574	0	0	0	0	0
Muslingkrepser	718	1005	287	144	144	215
Krepser	0	0	72	72	72	215
Døgnfluer	718	0	0	0	0	0
Vårfluer	0	0	0	108	0	144
Billelarver	144	0	0	0	0	0
Fjærmyggglarver	7035	718	1220	1005	2584	861
Fjærmyggpupper	574	144	287	0	144	0
Andre tovinger	718	144	72	72	933	215
<b>Sum</b>	<b>16511</b>	<b>9333</b>	<b>2584</b>	<b>2620</b>	<b>6317</b>	<b>4236</b>

**Tabell 9.** Forekomst og tetthet av døgnfluer steinfluer og vårfluer på forskjellige stasjoner i Drammenselva 12. mai 1997. Antall/m<sup>2</sup>.

Stasjon	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6
Dyp	1m	0,5m	4m	4m	4m	4m
<b>DØGNFLUER</b>						
Caenis horaria	718	0	0	0	0	0
<b>STEINFLUER</b>	0	0	0	0	0	0
<b>VÅRFLUER</b>	0	0	0	0	0	0
Hydroptila sp.	72	0	0	0	0	0
Athripsodes aterrimus	144	0	0	0	0	72
Ceraclea sp	0	0	0	0	0	0
Mystacides azurea	144	0	0	0	0	72
Leptoceridae indet	0	0	0	72	0	0
Molanna angustata	0	0	0	36	0	0

## 6. Fisk

### 6.1 Sammenstilling av opplysninger

Det fins et tyvetalls fiskearter i Drammenselva nedenfor Hellefoss. De vanligste artene er: Laks, ørret (sjø-ørret og stasjonær ørret), sik, krøkle, gjedde, abbor, hork, brasme, mort, vederbuk, sørv, stam, laue, ørekyt, ål, trepigget- og nipigget stingsild. Sett ut fra sportfisket er laks og sjø-ørret de viktigste, og årlige fangster har variert fra under 1 tonn og opp til over 20 tonn.

Den øvre fjerdedelen av utfyllingsområdet på elvas sørside er godt kjent som oppholdsplass for sjø-ørret i Drammenselva. Det foregår neppe noen gyting i dette avsnittet, men sportsfiskere i Nedre Eiker praktiserer et selvpålagt fiskeforbud i hele dette området når det nærmer seg gytetid for ørreten. De ønsker derfor minst mulige endringer ved utfyllinger på denne elvestrekningen. Dette omfatter både forandringer av elvesubstratet og strømforhold.

Årsaken til at sjø-ørreten oppholder seg på den øvre elvestrekningen har trolig sammenheng med at bekken Evja er én av bare to viktige gytebekker som er igjen i Nedre Eiker kommune. Sjø-ørreten står da på denne elvestrekningen i Drammenselva til vannføring og gytetider i Evja blir gunstig en gang på høsten. Det er i det hele tatt få sidebekker til Drammenselva som fortsatt er egnet som gyteplasser for sjø-ørret.

Videre nedover på utfyllingsstrekningen hvor elvekanten heller bratt ned til flere meters dyp er det i tillegg til gang- og sykkelveg, også tanker om å lage en ny strandsone på ned til ca. én meters dyp. Det kunne også tenkes å legge ut større blokker lengre ut i elva for å gi fisken et noe mer variert biotop enn det som er tilfelle i dag. Det er en viss skepsis både hos lakseoppsynet og i laksegruppen i Nedre Eiker både til en nylagt strandsone og til store blokker på elvebunnen. Det aller meste av (lakse-) fiske på denne strekningen foregår med båt, og av hensyn til utøvelse av dette fisket ønskes ikke større blokker på elvebunnen, selv om dette kunne gi mer varierte levevilkår for fisken. Disse blokkene (av sprengstein) har vanligvis også skarpe kanter som skjærer fiskesnørene. Dette er også en begrunnelse for ikke å legge ut en ny kunstig strandsone. En annen motforestilling er eventuelle endringer av strømningsmønstrene spesielt i den øvre fjerdedelen av utfyllingsstrekningen som er oppholdsplass for sjø-ørret. Den generelle oppfatningen ved samtaler med (sports-) fiskere er at de ønsker minst mulig inngrep på elvestrekningen, selv om dette teoretisk kunne ha gunstige innvirkninger for noen fiskearter. Miljøvern avdelingen hos Fylkesmannen i Buskerud mener at både strandsonen bør fylles ut og at større blokker kan legges utenfor. Elva blir da tilgjengelig også for andre sportsfiskere, og det kunstig, rettlinjede preget av elvekanten kan brytes opp.

Evja føres i dag gjennom en kulvert til Drammenselva. Denne kulverten er allerede betenkelig lang, og lokale fiskere mener å se en redusert oppgang av sjø-ørret i Evja. Ved ytterligere utfylling for sykkelveg må denne kulverten forlenges, og utløpet av kulverten vil kunne ut på dypere vann i Drammenselva. Dette kan medføre redusert oppgang eller i verste fall helt stans i oppgang av sjø-ørret til Evja. Bygging av sykkelveg over ny fylling på bru/påler i en lengde på 50 m (40 m nedenfor og 10 m ovenfor Evja) vil sikre oppgangen. Dersom sykkel/gangvei legges på den gamle fyllingen, over det som i dag er et åpent bekkeløp utenfor veien, bør det også unngås å bruke kulvert, men la det være mest mulig åpent. Ved bygging av bru her vil det ikke være nødvendig med vesentlig større spenn enn det som er normalt over en elv. Eventuelle tekniske tiltak med hensyn til utformingen av kulverten kan også tenkes. Dagens kulvert er imidlertid allerede i lengste laget og virkningen på oppvandringen av en forlenget, godt utformet kulvert synes mer usikker enn å legge sykkelvegen på bru/påler.

Det ble foretatt en vurdering av gytemulighetene for fisk på den aktuelle elvestrekningen samtidig med den øvrige prøvetakingen. Den nedre tre fjerdedelen av strekningen er allerede fylt ut med bratte steinkanter til flere meters dyp, og egner seg ikke som gyteområder for noen fiskegrupper. Den øvre fjerdedelen har fortsatt strandsonen noenlunde intakt, men heller ikke denne stekningen synes spesielt gunstig som gyteplass for noen av de fiskeartene som finnes i elva. Strekningen har finkornet bunnsubstrat, liten gjennomstrømning, og sparsom vegetasjon.

Deponering av tunnelmasser medfører også tilslamming av ellevannet. Deponering i gytetiden på høsten og i klekkeperioden gjennom vinteren og frem til våren vil medføre tilslamming av rogn og redusert klekkesuksess. Dette gjelder alle høstgytende arter som bl.a. laks, ørret og sik. Vårgytende fiskearter som gjedde, abbor og alle karpefiskene vil få redusert reproduksjon med tilslamming i mai og juni. Nedenfor utfyllingsområdet ligger noen strykområder (Stegla - Strykengrunn) som er viktige gyteplasser for laks i denne delen av Drammenselva. Sjø-ørret kan også tenkes å gyte på grunnere områder her i år med spesielt dårlige forhold i sidebekkene. Tilslamming mellom gyte- og klekkesetid vil redusere/eliminere rekrutteringen på deler av elva som nedslammes. Med Gyrodactylus i elva har dette for tiden ingen betydning for laksen da få eller ingen ungfisk vil overleve i elva.

I 1996 ble det deponert endel tunnelmasse nedstrøms den elvestrekningen som nå blir undersøkt. Lakseoppsynet observerte da sterkt tilgrumset vann 1,5 km nedover på sørsiden av elva. Tilgrumsingen var godt synlig i minst en uke etter deponeringen. Det var også et tydelig skille i elva mellom grumsete og klart vann. Dette viser at vannmassene blandes lite med strømningene nedover i elva. Lignende forhold kan ventes ved de kommende deponeringene. Dette at vannmassene ikke blandes så raskt vil være en fordel for fisk som måtte oppholde seg på denne elvestrekningen når deponeringen foregår: Denne fisken har da gode muligheter til å unngå og raskt komme over i vannmasser som ikke er grumset til av fyllmassen. Dette gjelder også videre nedstrøms i elva inntil tilgrumsingen har blitt så fortennet at eventuelle skadevirkninger er redusert.

## 6.2 Konklusjoner omkring fisk

Det forventes ikke at den finknuste tunnelmassen vil være særlig skadelig for fiskegjeller.

Det bør foretas bare et absolutt minimum av nye inngrep i området rundt samløpet Evja - Drammenselva:

Gang- og sykkelvegen bør føres over Evja på påler/bru hvor bruåpningen strekker seg i minst 50 meters lengde, 40 m nedstrøms samløpet og 10 m oppstrøms dagens utløp i Drammenselva. Strandsoner til Drammenselva oppstrøms Evja, som i dag ikke er nevneverdig påvirket av riksvegutbyggingen bør også spares for opp- og utfylling for gang- og sykkelveg. Hvis mulig bør gang- og sykkelvegen kunne legges lavere i terrenget for derved å unngå utfylling over nåværende strandområder.

Masser som tas direkte fra tunnelen har et høyt innhold av ammoniakk som er meget skadelig for vannlevende organismer. Denne tunnelmassen bør derfor ikke deponeres direkte i Drammenselva uten mellomlagring.

## 7. Litteratur

Bjerknes, V., Lydersen, E., Golmen, L. G., Hobæk, A. & Holtet, L. 1994. Nefrokalsinose hos regnbueørret i oppdrettsanlegg ved Trengereid. Miljømessige årsaker. NIVA-rapport nr. 3027. 22 s.

Bækken, T. 1994. Miljøgifter i sedimenter fra nedre deler av Akerselva. - NIVA notat til Oslo kommune, Vann og avløpsverket.

Bækken, T og Lien, L. 1994. Konsekvensanalyse "Lukket løsning Bragernes". Konsekvensanalyse for Drammenselva - trinn 1. Sedimentundersøkelser. - NIVA Rapport 3137.

Dons, C. og Beck, P.Å. 1993. Miljøgifter i Norge. - SFT-Rapport nr. 93:22.

Hessen, D.O. 1992: Uorganiske partikler i vann; effekter på fisk og dyreplankton. -NIVA Rapport 2787.

Hessen, D.O., Bjerknes, V., Bækken, T. og Aanes, K.J. 1989. Økt slamføring i Vetlefjordelva som følge av anleggsarbeid. Effekter på bunndyr og fisk. - NIVA Rapport 2226.

Holtan, G, Berge, D., Holtan, H. og Hopen, T. 1996: Paris convention. Annual report on direct and riverine inputs to Norwegian coastal waters during the year 1995. A. Principles, results and discussion. B. Data report. - NIVA Rapport 3568-96.

Lithner, G. 1989. Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Bakgrundsdocument 2. Metaller. - Statens Naturvårdsverk, Rapport 3628.

Knutzen, J., Rygg, B. & Thélin, I. 1993: Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Virkning av miljøgifter. - SFT-veiledning nr. 93:03.

Konieczny, R. M., Bruskeland, O., Brønstad, G., Helland, A. & Hovde, L. R. 1994: Kartlegging av miljøgifter i Drammensfjorden 1993. - NIVA Rapport 3034.

## **Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00  
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,  
oppgi løpenummer 3687-97

ISBN 82-577-3252-4