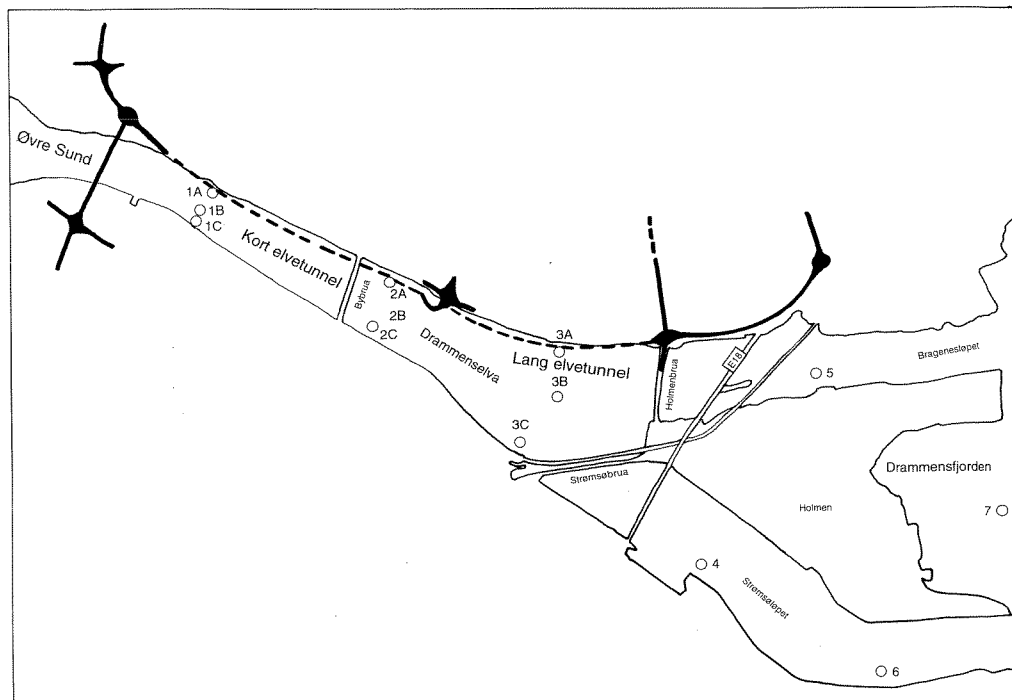


# Konsekvensanalyse

## "Lukket løsning Bragernes"

Konsekvensanalyse for Drammenselva - trinn 1  
Sedimentundersøkelser



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
O - 94176	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3137	

<b>Hovedkontor</b>	<b>Sørlandsavdelingen</b>	<b>Østlandsavdelingen</b>	<b>Vestlandsavdelingen</b>	<b>Akvaplan-NIVA A/S</b>
Postboks 173, Kjelsås	Televeien 1	Rute 866	Thormøhlensgt 55	Søndre Tollbugate 3
0411 Oslo	4890 Grimstad	2312 Ottestad	5008 Bergen	9000 Tromsø
Telefon (47) 22 18 51 00	Telefon (47) 37 04 30 33	Telefon (47) 62 57 64 00	Telefon (47) 55 32 56 40	Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 22 18 52 00	Telefax (47) 37 04 45 13	Telefax (47) 62 57 66 53	Telefax (47) 55 32 88 33	Telefax (47) 77 68 05 09

Rapportens tittel: <b>Konsekvensanalyse "Lukket løsning Bragernes". Konsekvensanalyse for Drammenselva - trinn 1. Sedimentundersøkelser</b>	Dato: Trykket: 20 sept. 1994 NIVA 1994
	Faggruppe: Vassdrag
Forfatter(e): Torleif Bækken Leif Lien	Geografisk område: Buskerud
	Antall sider: Opplag: 18 70
Oppdragsgiver: Statens vegvesen, Buskerud	Oppdragsg. ref.:

**Ekstrakt:** Statens Vegvesen vurderer å bygge vegtunneler på nordsiden i Drammenselva gjennom Drammen sentrum. På sørsiden av elva har Drammen kommune planer om å fylle ut elveløpet ytterligere. Undersøkelsen skal vurdere remobilisering av miljøgifter fra elvesedimenter ved de eventuelle inngrepene.

Det ble påvist tildels høye konsentrasjoner av flere miljøgifter (kadmium, kobber, kvikksølv, bly og polyklorerte bifenyler) i det øverste laget av sedimentene spesielt på sørsiden i Drammenselva. På nordsiden og i midten av elva oppstrøms Holmen er konsentrasjonene lavere, og sedimentlagene er tynne eller mangler helt.

Graving av vegtunneler på nordsiden vil ikke medføre frigjøring av større mengder miljøgifter fra bunnen til vannmassene. Det er lite sannsynlig at ferdigstilte vegtunneler i elva vil frigjøre større mengder miljøgifter fra sedimentene. Utbygging av både vegtunneler i elva på nordsiden og utfylling av elvebredden på sydsiden vil sannsynligvis medføre resuspensjon og videre transport til Drammensfjorden av sedimenter med høye miljøgiftkonsentrasjoner. Det foreligger ikke tilstrekkelig informasjon for å angi mengden av transportable miljøgifter i sedimentene.

Ved eventuell utfylling av elvebredden på sydsiden bør det tas hensyn til at sedimentene har høye konsentrasjoner av miljøgifter. Dumping av masser kan medføre oppvirling og transport av miljøgiftene nedover til Drammensfjorden. Spesielle tiltak med sedimentene (f.eks. tildekking, fjerning) bør vurderes før annen masse kjøres direkte på.

4 emneord, norske

1. Sedimenter
2. Tungmetaller
3. Organiske miljøgifter
4. Drammenselva

4 emneord, engelske

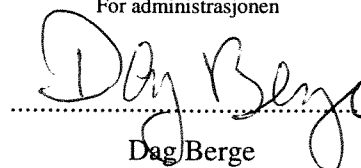
1. Sediments
2. Heavy metals
3. Organic micropollutants
4. River Drammenselva

Prosjektleder



Leif Lien

For administrasjonen



Dag Berge

ISBN 82-577-2609-5

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
Oslo

O - 94176

## Konsenkvensanalyse "Lukket løsning Bragernes".

Konsekvensanalyse for Drammenselva - trinn 1.  
Sedimentundersøkelser.

Oslo, 19 september 1994  
Torleif Bækken  
Leif Lien

# Innhold

Sammendrag.....	4
1 Innledning.....	5
2 Materiale og metoder.....	6
2.1 Stedsbeskrivelse.....	6
2.2 Prøvetaking.....	6
2.3 Parameterbeskrivelse og analyse.....	8
2.3.1 Tungmetaller.....	8
2.3.2 Organiske miljøgifter.....	8
2.3.3 Vurderingssystem.....	8
3 Resultater.....	9
3.1 Tungmetaller.....	9
3.1.1 Konsentrasjoner.....	9
3.1.2 Tilstand og forurensningsgrad.....	10
3.2 PCB og andre klororganiske forbindelser.....	14
3.2.1 Konsentrasjoner.....	14
3.2.2 Tilstand og forurensningsgrad.....	14
4 Diskusjon.....	14
5 Konklusjoner.....	16
6 Referanser.....	17
Vedlegg.....	18

## Sammendrag

Statens Vegvesen vurderer å bygge vegtunneler på nordsiden i Drammenselva gjennom Drammen sentrum. På sørsiden av Drammenselva har Drammen kommune planer om å fylle ut elveløpet ytterligere. NIVA er engasjert for å vurdere frigjøring av eventuelle miljøgifter fra elvedeponier.

Det ble påvist tildels høye konsentrasjoner av flere miljøgifter (kadmium, kobber, kvikksølv, bly og polyklorerte bifenyler) i det øverste laget av sedimentene spesielt på sørsiden i Drammenselva. På nordsiden og i midten av elva oppstrøms Holmen er konsentrasjonene lavere, og sedimentlagene er tynne eller mangler helt. I disse områdene er det derfor mindre totale mengder av miljøgifter som kan transporteres videre ved eventuell bygging av vegtunneler i elva. På sørsiden av elva kjenner vi ikke den totale masse av sedimentene og vi har heller ikke kunnskaper om miljøgiftkonsentrasjonene nedover i sedimentlagene. For å kunne vurdere eventuelle massetransporter av miljøgiftene på sørsiden av elva, må vi kartlegge utbredelsen og tykkelsen av disse sedimentene samt måle konsentrasjonene av de aktuelle stoffene nedover i sedimentlagene.

Forekomsten av organiske sedimenter ved de prosjekterte vegtunnelene på nordsiden av Drammenselva er små og konsentrasjonene av miljøgifter i sedimentene er gjennomgående lavere enn på sydsiden. Fysisk graving av eventuelle vegtunneler på nordsiden vil derfor ikke medføre frigjøring av større mengder miljøgifter fra bunnen til vannmassene.

Ved ferdig utbygde vegtunneler på nordsiden av elva forventes det små endringer i strømningsmønsteret, og det ventes heller ingen større resuspensjon av sedimentert materiale ved ca. 3 % jevn økning av vannhastigheten ved Bybrua. Det vurderes lite sannsynlig at ferdigstilte vegtunneler i elva vil frigjøre større mengder miljøgifter til vannmassene.

Ved utbygging av både vegtunneler i elva på nordsiden og utfylling av elvebredden på sydsiden vil vannhastigheten øke med ca. 20 % ved Bybrua. Dette vil sannsynligvis medføre resuspensjon og videre transport til Drammensfjorden av sedimenter med høye miljøgiftkonsentrasjoner. Det foreligger ikke tilstrekkelig informasjon for å angi mengden av transportable miljøgifter i sedimentene.

Ved en eventuell utfylling av elvebredden på sydsiden bør det tas hensyn til at sedimentene her har høye konsentrasjoner av miljøgifter. Dumping av masser kan medføre oppvirvling og transport av miljøgiftene nedover til Drammensfjorden. Grundigere kartlegging av sedimentene i utfyllingsområdet med tanke på tiltak (f. eks. spesiell tildekking eller fjerning) av sedimentene bør vurderes før annen masse kjøres direkte på.

# 1 Innledning.

Bragernesområdet i Drammen er sterkt trafikkbelastet. Den viktigste gjennomfartsvegen har ca. 43000 kjøretøy/døgn. Statens Vegvesen Buskerud og Drammen kommune ønsker å lede trafikken rundt eller under bydelen fra Brakerøya i øst til Øvre Sund i vest. Prosjektet kalles "Lukket løsning Bragernes".

Fire alternative traseer er aktuelle, hvorav to er basert på fjelltunneler gjennom Bragernesåsen, og to er basert på elvetunneler langs nordsiden av Drammenselva. Vegtunnelene i elva blir fra én til to km lange og vil bli bygd tre til fire meter utenfor nåværende kaifront. Alle alternativer forutsetter bygging av ny bru ved Øvre Sund.

I denne forbindelse har Statens Vegvesen Buskerud engasjert NIVA til å foreta en analyse av hvordan de ulike alternativene innvirker på livet i Drammenselva. Konsekvensanalysen vil foregå trinnvis.

Alternativene med vegtunneler i elva vil skape størst konsekvenser for Drammenselva. Den mest alvorlige konsekvensen er trolig faren for remobilisering av miljøgifter fra forurenset elved sediment. Dette vil kunne skje dels ved fysisk graving og fortrenkning ved fylling og tunnellegging, og dels ved økt fysisk slitasje på sedimentene forårsaket av økt vannhastighet som følge av innsnevring av elveløpet.

Det første som skal kartlegges er derfor i hvilken grad sedimentene er forurenset på den aktuelle strekningen. Foreliggende rapport omhandler en enkel undersøkelse av overflatesedimenter fra området nedstrøms Øvre Sund.

På sørsiden av Drammenselva har Drammen kommune planer om å fylle ut elveløpet ytterligere. Foreløpige beregninger fra NVE viser at vegtunnelen alene vil øke vannhastigheten med ca. 3 % og vannstanden i elva med ca. 5 cm. Utfyllingen av den sørlige elvebredden vil i tillegg til vegtunnelen i elva øke vannhastigheten med ca. 20 % og vannstanden i elva med ca. 30 cm (Traae 1993). NVE ønsker imidlertid å foreta grundigere hydrologiske undersøkelser før en eventuell utbygging av vegtunnelene i elva.

## 2 Materiale og metoder.

### 2.1 Stedsbeskrivelse

Utbygningsområdet for vegtunnelene i elva er lokalisert til sentrum av Drammen by (Figur 1.). Elvebredden på nordsiden er i hele utbygningsområdet steinsatt som en kanalvegg, mens elvebredden på sørsiden er delvis steinsatt, delvis forbygd på annen måte eller bestående av løsmasser som er tippet ut for elvebredden.

Vegtunnelene i elva vil påvirke Drammenselva direkte i ca. 1600 m lengde. Bredden på elva varierer fra ca. 100 m til 400 m i utbyggingsområdet, og tunnelen vil redusere bredden med 4 til 5 m. Dybdeforholdene på denne strekningen varierer fra 0 til 15 m

### 2.2 Prøvetaking

Det ble tatt ialt 8 sedimentprøver i tre transekter i Drammenselva 3/8-94 (Figur 1). Alle transektene er lagt til deler av elva som vil bli innsnevret ved eventuelle vegtunneler. Transekt 1 er lokalisert nedstrøms Øvre Sund (stasjonene 1A, 1B og 1C). Transekt 2 er plassert nedstrøms Bybrua (stasjonene 2A og 2C), og Transekt 3 er lagt oppstrøms Holmenbrua - Strømsøbrua (stasjonene 3A, 3B og 3C). Alle sedimentprøvene ble tatt med rørhenter med diameter 6 cm. De øverste 5 cm av sedimentene ble tatt ut for videre analyser.

Stasjon 1A: Prøven er tatt fra flere nærliggende felter i strandkanten ved Byparken. På dypere vann ble det bare funnet stein, grus og sand.

Stasjon 1B: Prøven er tatt mellom midten av elva og 1C, og prøven er tatt på vanlig måte med sedimenthenter - God prøve. Den opprinnelige utvalgte lokaliteten i midten av elva inneholdt bare løs sand.

Stasjon 1C ble tatt på vanlig måte med sedimenthenter - God prøve.

Stasjon 2A: Sedimentprøven ble tatt fra flere nærliggende felter i strandkanten nedstrøms Bybrua. På dypere vann ble det bare funnet stein, grus og sand.

Stasjon 2B: Prøven ble ikke tatt. Hele bunnområdet var dekket av grov sand og grus. Det ble ikke funnet alternative prøvelokaliteter i nærheten.

Stasjon 2C: Prøven ble tatt på vanlig måte med sedimenthenter - God prøve.

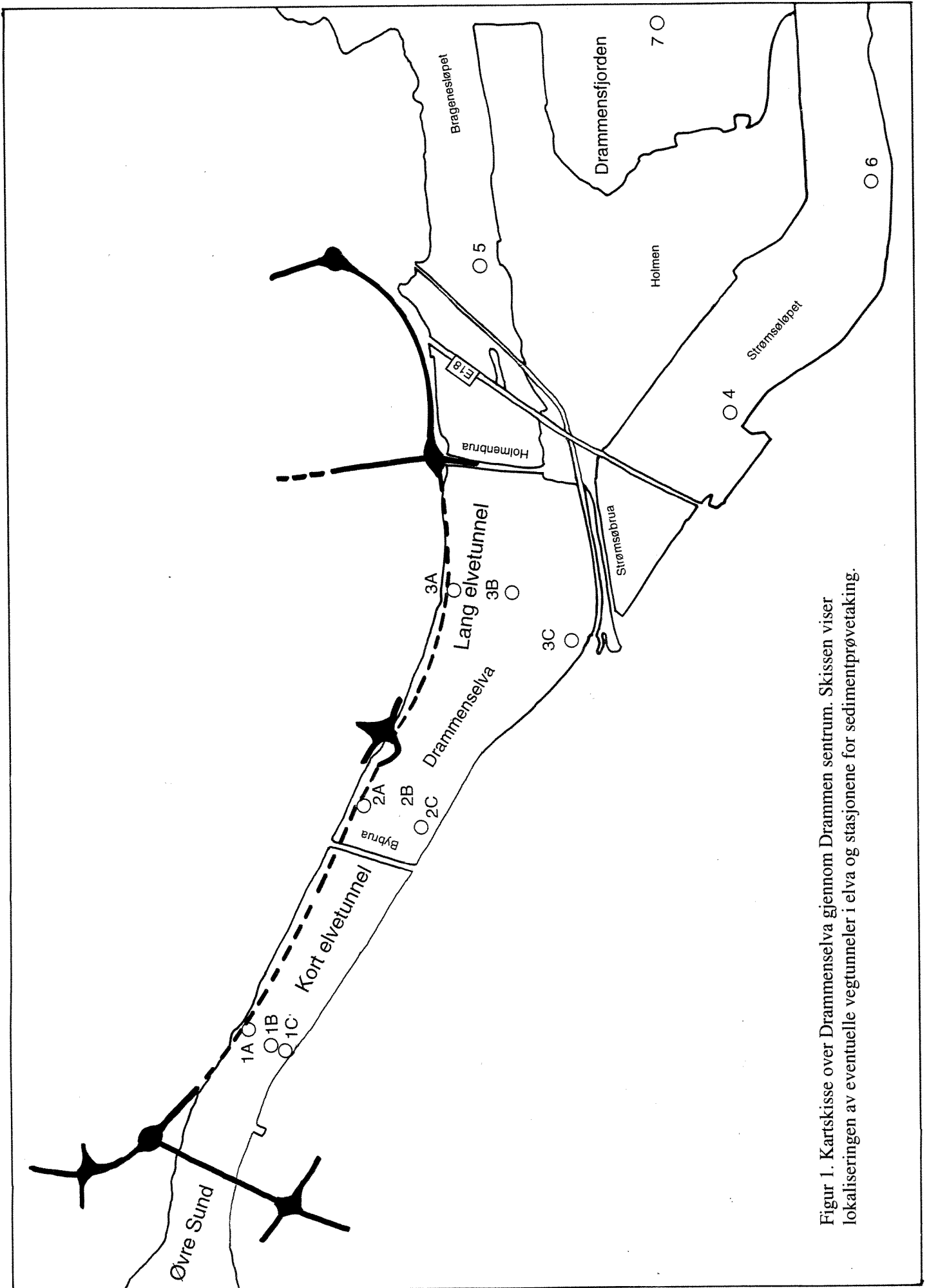
Stasjon 3A: Prøven ble tatt på vanlig måte med sedimenthenter - God prøve.

Stasjon 3B: Prøven ble tatt på vanlig måte med sedimenthenter - God prøve.

Stasjon 3C: Prøven ble tatt på vanlig måte med sedimenthenter - God prøve.

De midtre og nordlige delene av elvebunnen gjennom Drammen sentrum (stasjonene 1A, 2A, 2B) var dekket av stein, grus og sand med lite organisk materiale. Det ble gjort en rekke forgjeves forsøk på å finne bunnforhold med høyt organisk innhold på disse lokalitetene. Elvebunnen langs den sørlige bredden, og hele tverrsnittet eller større deler av bunnen ned mot Holmenbrua - Strømsøbrua var dekket av mer finpartikulært og organiske sedimenter.

Det ble foretatt en sedimentundersøkelse i utløpet av Drammenselva i 1993 (Konieczny et al 1994). Resultatene fra fire stasjoner fra denne undersøkelsen er tatt med i vår konsekvensanalyse. Disse fire stasjonene er merket st 4, st 5, st 5 og st 7 på figur 1.



Figur 1. Kartskisse over Drammenselva gjennom Drammen sentrum. Skissen viser lokaliseringen av eventuelle vegtunneler i elva og stasjonene for sedimentprøvetaking.



## 2.3 Parameterbeskrivelse og analyse

### 2.3.1 Tungmetaller

Det ble analysert på tungmetallene kadmium (Cd), kobber (Cu), kvikksølv (Hg) og bly (Pb). 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 oppsluttet i salpetersyre. Kadmium, kobber og bly ble analysert med atomabsorpsjon, atomisering i grafittovn. Kvikksølv ble analysert ved kalddamp atomabsorpsjon.

### 2.3.2 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. I tillegg analyseres 3 PCB forbindelser med IUPAC nr 105, 156 og 209. Utfra enkelte undersøkelser synes det å være et forhold mellom tot PCB og "Seven Dutch" på omkring 2. Dette forholdet er brukt for å beregne antatt konsentrasjon av total PCB i denne undersøkelsen.

Ved analyser av PCB tas det også med endel andre klororganiske stoffer som penta- og heksaklorbenzen,  $\alpha$  og  $\gamma$  (Lindan) heksaklorsykloheksan, oktaklorstyren samt derivater av DDT som p,p-DDE og p,p-DDD. Alle disse stoffene er tungt nedbrytbare. Heksaklorbenzen, DDT og oktaklorstyren akkumuleres i organismene og oppkonsentreres i næringskjedene. Heksaklorbenzen er mulig kreftfremkallende. Lindan er et plantevernmiddel som også er påvist å være kreftfremkallende. Alle disse stoffene er av SFT ansett som et miljøproblem i Norge (Gruppe II- stoffer) (Dons & Beck 1993)

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

### 2.3.3 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 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 uavhengig av om det er naturlig betingede verdier (metaller) eller tilførte forurensninger. Ved angivelse av forurensningsgrad 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) og PCB (Knutzen et al. 1993) satt opp i forhold til tørrstoffkonsentrasjoner i sedimenter. Metallene er angitt som mg/kg og PCB som µg/kg.

Tilstandsklasse		1	2	3	4	5
		God	Mindre god	Nokså dårlig	Dårlig	Meget dårlig
Fargemarkering		Blå	Grønn	Gul	Rød	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
Bly	Pb	≤5	5-30	30-100	100-400	>400
Kobber	Cu	≤10	10-25	25-50	50-150	>150
Tot-PCB		≤5	5-25	25-100	100-300	>300

## 3 Resultater

### 3.1 Tungmetaller

#### 3.1.1 Konsentrasjoner

Innholdet av tungmetaller var tildels meget høyt på sørsiden av elva, mens både midtpartiet og nordsiden av elva oftest hadde forholdsvis lave verdier. For kadmium ble det funnet tilnærmet bakgrunnsverdier på st 1A og 3B med henholdsvis 0,19 og 0,17 mg/kg, mens de høyeste konsentrasjonene funnet på st 1C og st 3C med henholdsvis 0,71 og 0,74 mg/kg (Tabell 2). Tilsvarende fordeling ble også funnet for kobber med de største verdiene på st 1C og st 3C med henholdsvis 102 og 109 mg/kg. Kvikksølv hadde meget høye konsentrasjoner ved st 3C med 2,59 mg/kg. De lave konsentrasjonene ble igjen funnet på st 1A og 3B i tillegg til st 2A. Også bly hadde den klart høyeste konsentrasjonen ved st 3C med 128 mg/kg. De øvrige verdiene varierte mellom ca. 25 og 68 mg/kg med lavest verdier på st 3B.

Sedimentundersøkelser i utløpet av Drammenselva i 1993 (Koniczny et al 1994) viste kadmium- og blyverdier omkring samme nivå som i foreliggende undersøkelse. For kobber og kvikksølv var enkelte verdier fra 1994-observasjonene betydelig over det som ble funnet i utløpet av elva i 1993. Den høyeste kvikksølvkonsentrasjonen funnet i foreliggende undersøkelse var ca. 10 ganger høyere enn høyeste verdi i utløpet i 1993. Undersøkelsen i 1993 viste gjennomgående høyere metallinnhold i det søndre elveløpet (Strømsløpet) enn i det nordre (Bragernesløpet). Det er således det samme fordelingsmønsteret her som lengre oppe i elven.

Tabell 2. Konsentrasjoner av tungmetaller (mg/kg tørrvekt) og total-PCB ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  tørrvekt) i sedimenter fra Drammenselva 3. august 1994 og fra utløpet av Drammenselva 1993 (Konieczny et al. 1994). Sedimentdyp henholdsvis 0-5 cm og 0-2 cm.

Stasjon		Cd	Cu	Hg	Pb	Tot-PCB
1A		0,19	18,4	0,07	54,8	6,8
1B		0,36	38	0,12	38,2	57
1C		0,71	102	0,23	68,4	271,6
2A		0,22	21,7	0,17	41	29,6
2C		0,33	41,8	0,31	36,8	54,6
3A		0,52	48	0,64	44,7	47,4
3B		0,17	14	0,13	25,2	13,2
3C		0,74	109	2,59	128	225,4
	Konieczny et al 1994					
4	(st 2)	0,47	47,5	0,23	38,5	30,4
5	(st 5)	0,11	29,5	0,01	29,5	20,2
6	(st 3)	0,47	47,5	0,12	45	32,4
7	(st 6)	0,48	66,5	0,27	100	104,4

### 3.1.2 Tilstand og forurensningsgrad

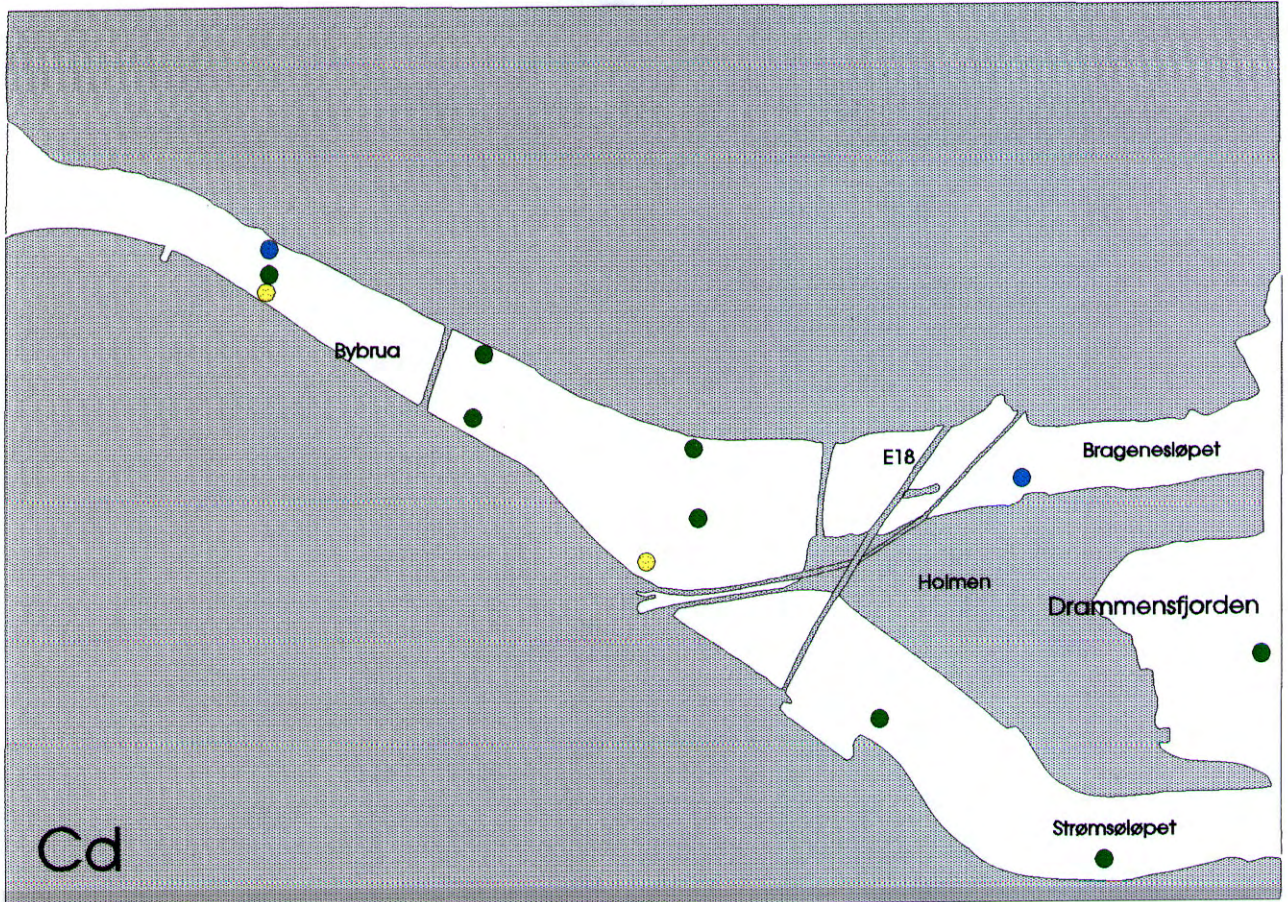
Vi har valgt å klassifisere tungmetallene i sedimentene fra Drammenselva i henhold til det svenske klassifikasjonssystemet for ferskvannsedimenter (Tabell 1). Forurensnings-tilstanden i sedimentene med hensyn til de enkelte miljøgiftene klassifiseres i grupper fra 1 til 5, med 1 som god og 5 som meget dårlig. Tilstanden for tungmetallene kadmium, kobber, kvikksølv og bly på de enkelte prøvetakingsstasjonene i Drammenselva er satt opp i tabell 3 og vist som fargekoder på kartskisser i figurene 2,3,4 og 5. I følge dette systemet gir kadmiumverdiene tilstandsklasse 1 - god - på st 1A, tilstandsklasse 3 - nokså dårlig - på st 1C og 3C, og klasse 2 - mindre god - på de øvrige stasjonene (Figur 2). For de andre metallene var det særlig på st 3C det ble funnet høyt innhold. Disse sedimentene ble plassert i klasse 4 - dårlig - både for kobber og bly, og i tilstandsklasse 5 - meget dårlig - for kvikksølv (Figurene 3, 4 og 5). På de fire nederste stasjonene fra undersøkelsen i 1993 var tilstanden stort sett noe bedre enn ovenfor, men sedimentene på den mest påvirkede stasjonen, st 7, var sterkt påvirket av kobber og bly.

I tillegg ble det i utløpet av Drammenselva funnet konsentrasjoner av arsen, sink, nikkel og krom (Konieczny et al. 1994), som klassifiserer sedimentene som "nokså dårlige". Disse metallene ble ikke analysert i den foreliggende undersøkelsen.

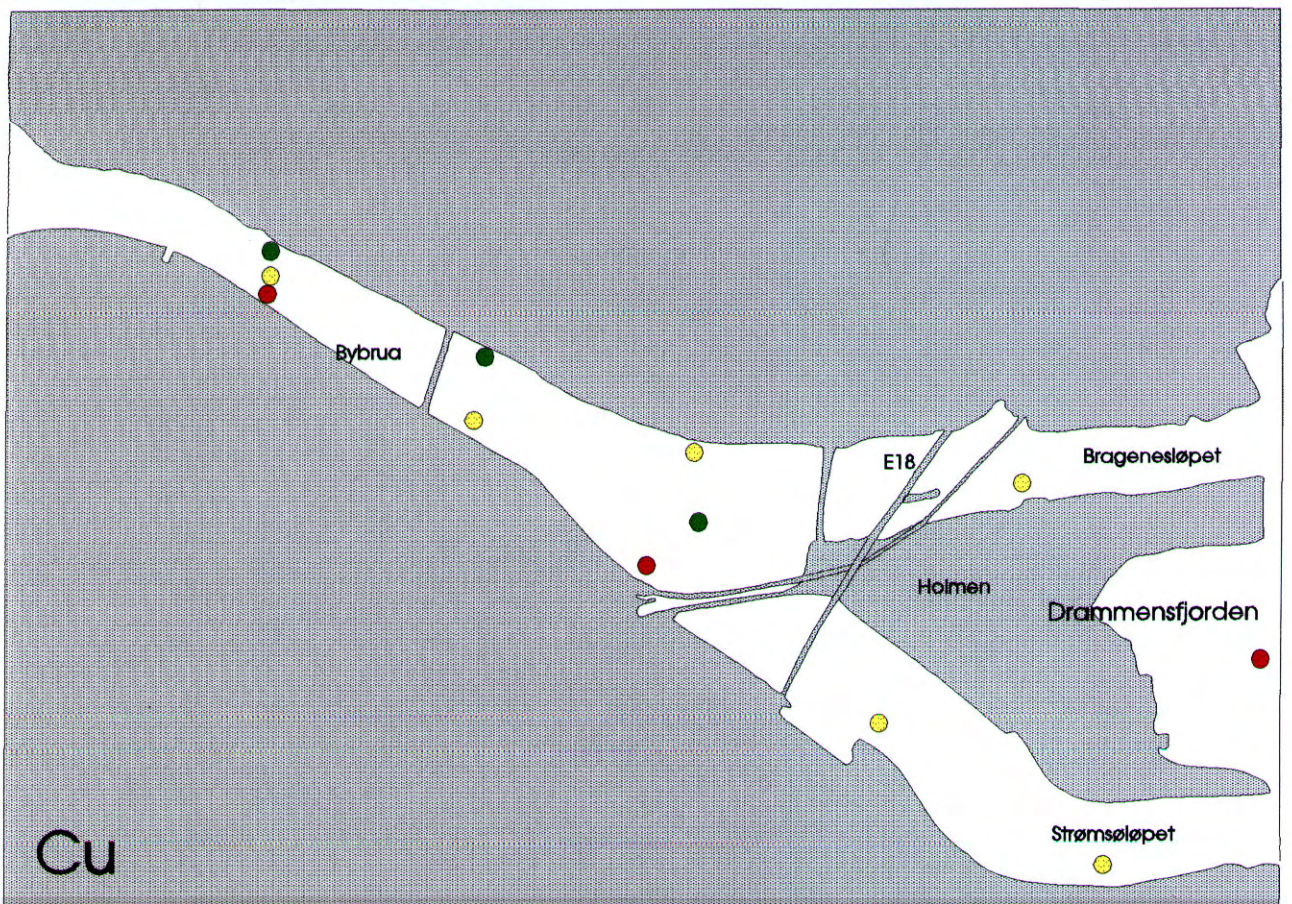
Tabell 3. Tilstandsklassifisering av sedimentene etter deres innhold av tungmetaller etter svensk system for ferskvannssedimenter (Lithner 1989) og for PCB etter norsk system for marine sedimenter (Knutzen et al 1993).

Stasjon	Cd	Cu	Hg	Pb	Tot-PCB
1A	1	2	2	3	2
1B	2	3	2	3	3
1C	3	4	3	3	4
2A	2	2	3	3	3
2C	2	3	4	3	3
3A	2	3	4	3	3
3B	2	2	2	2	2
3C	3	4	5	4	4
4	2	3	3	3	3
5	1	3	1	2	2
6	2	3	2	3	3
7	2	4	3	4	4

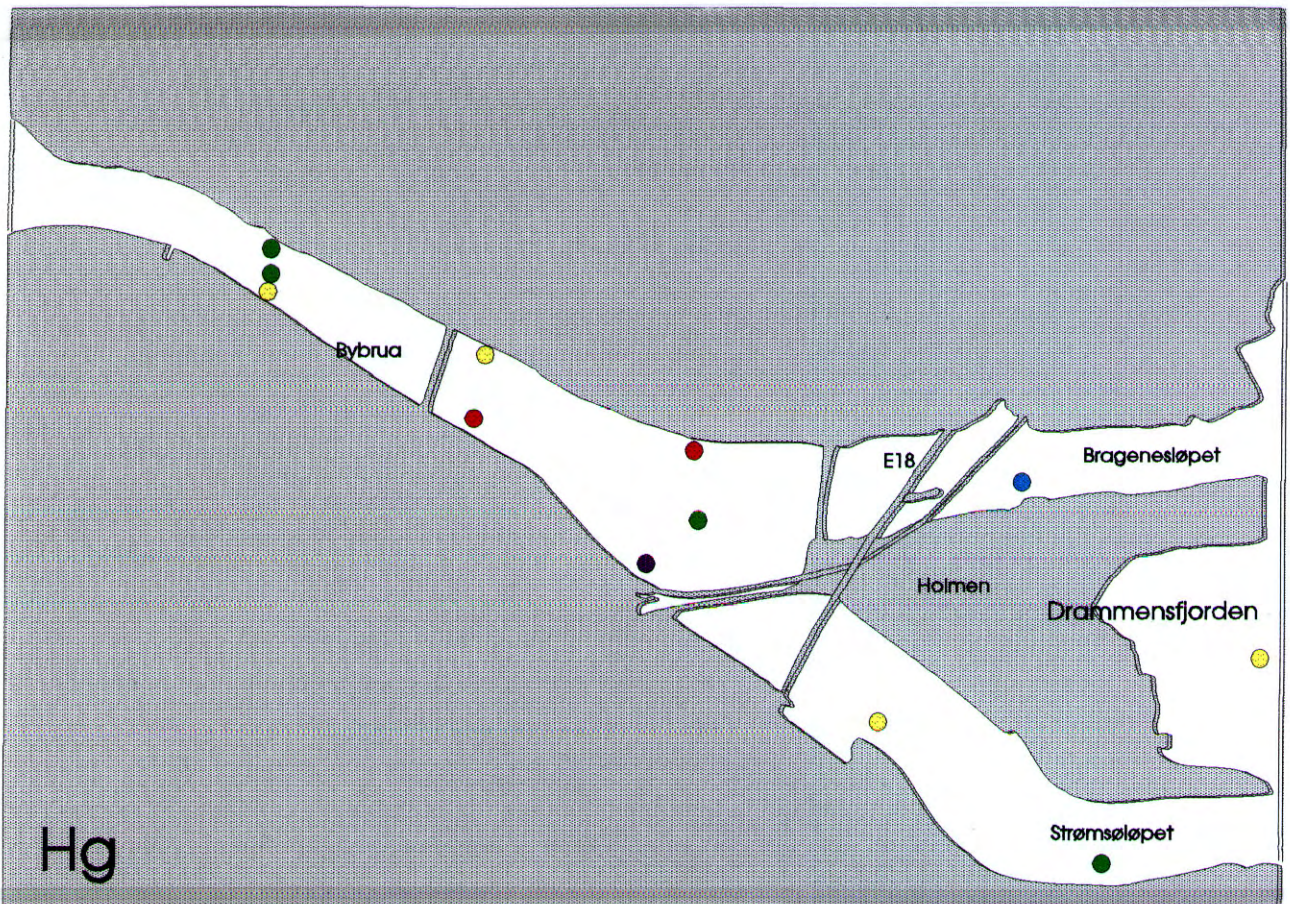
Basert på målte og estimerte bakgrunnsnivåer kan forurensningsgraden bestemmes som overkonsentrasjoner i forhold til bakgrunn. Kontamineringsfaktoren, Kf, angir forholdet mellom observerte verdier og bakgrunnsverdier. Rognerud & Fjeld (1990) har gjort en landsomfattende studie av enkelte tungmetaller (Pb, Ni, Cd, Hg) i norske innsjøsedimenter. Lithner (1989) angir provisoriske bakgrunnsnivåer for tungmetaller basert på undersøkelser i svenske innsjøer. Basert på bakgrunnsverdier fra disse undersøkelsene blir den største kontamineringsfaktoren for kadmium 2, for kobber 11, for bly 6 og for kvikksølv over 40. Ifølge Rognerud og Fjeld (1990) angis sedimenter med Kf over 6 som sterkt påvirkede, 3-6 for markert påvirkede, 1,5-3 moderat påvirkede og mindre enn 1,5 for ubetydelig påvirkede. Det innebærer at flere av prøvene fra Drammenselva karakteriseres som sterkt forurenset av tungmetaller.



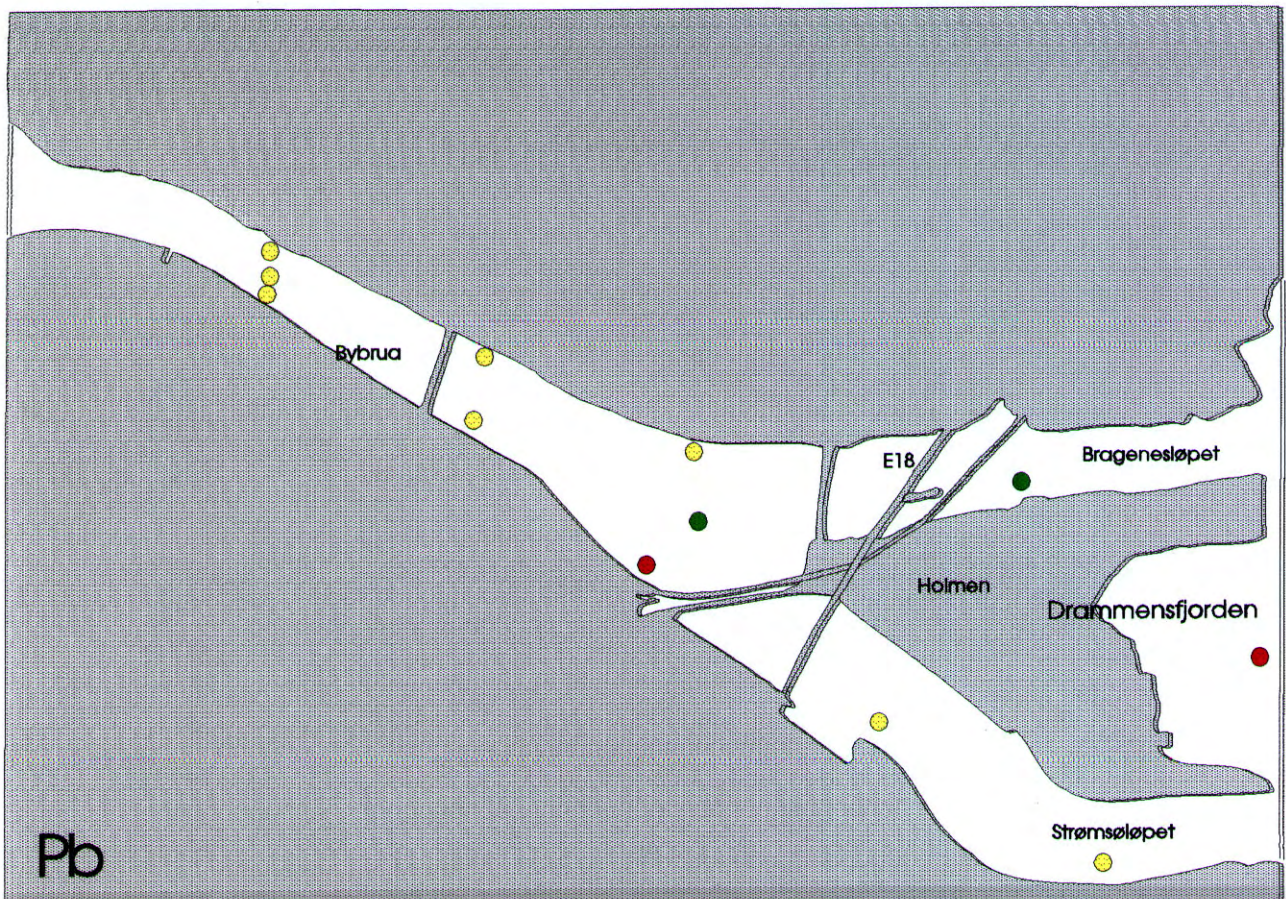
Figur 2. Tilstandsklasser for kadmium i sedimenter fra nedre deler av Drammenselva 1993 (st 4 - st 7, Konieczny et al. 1994) og 1994 (st 1- st 3). Blå = god, grønn = mindre god, gul = nokså dårlig.



Figur 3. Tilstandsklasser for kobber i sedimenter fra nedre deler av Drammenselva 1993 (st 4 - st 7, Konieczny et al. 1994) og 1994 (st 1- st 3). Blå = god, grønn = mindre god, gul = nokså dårlig, rød = dårlig.



Figur 4. Tilstandsklasser for kvikksølv i sedimenter fra nedre deler av Drammenselva 1993 (st 4 - st 7, Konieczny et al. 1994) og 1994 (st 1- st 3). Blå = god, grønn = mindre god, gul = nokså dårlig, rød = dårlig, fiolett = meget dårlig.



Figur 5. Tilstandsklasser for bly i sedimenter fra nedre deler av Drammenselva 1993 (st 4 - st 7, Konieczny et al. 1994) og 1994 (st 1- st 3). Blå = god, grønn = mindre god, gul = nokså dårlig, rød = dårlig.

## 3.2 PCB og andre klororganiske forbindelser

### 3.2.1 Konsentrasjoner

Innholdet av PCB var forholdsvis lavt på st 1A og st 3B med totalverdier på henholdsvis 6,8 og 13,2 µg/kg (Tabell 2). De høyeste konsentrasjonene ble registrert på st 1C og st 3C med henholdsvis 272 og 225 µg/kg. På de øvrige stasjonene varierte konsentrasjonene mellom ca. 30 og 57 µg/kg.

For de andre klororganiske forbindelsene var det stort sett lavt innhold. St 3C hadde imidlertid forhøyde verdier av DDT-derivatene p.p.-DDE og p.p.-DDD.

Konsentrasjonene av PCB var til dels langt høyere i denne undersøkelsen enn i den tidligere undersøkelsen fra utløpet av Drammenselva i 1993 (Konieczny et al. 1994). Den høyeste konsentrasjonen funnet i selve elven i 1993 var 32 µg/kg ved st 6. Noe lengre ut, på utsiden av Holmen (st 7), ble det registret 104 µg/kg. Det ble ikke funnet nevneverdige mengder av DDT-derivater i disse prøvene.

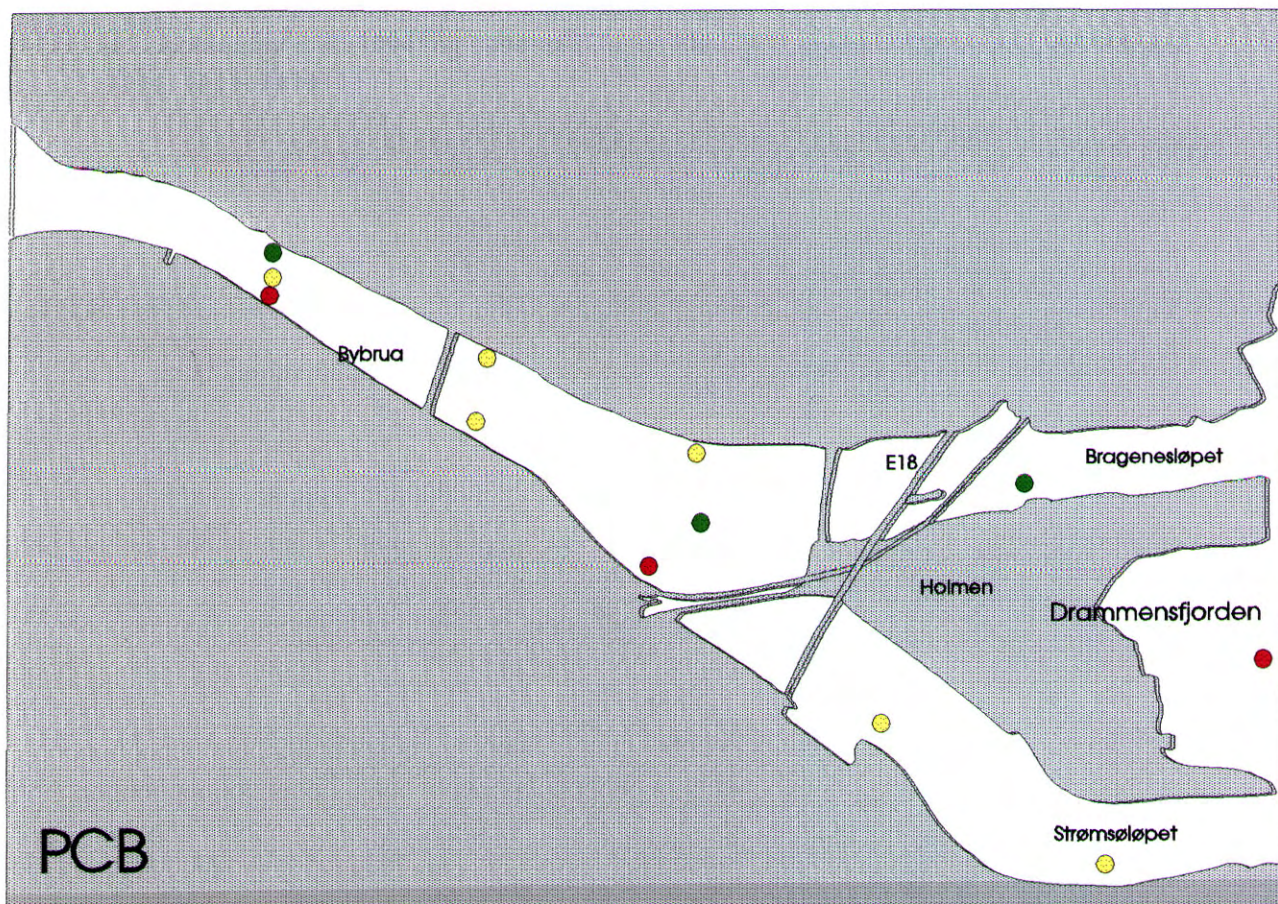
### 3.2.2 Tilstand og forurensningsgrad

Tilstanden i sedimentene med hensyn på PCB er klassifisert i henhold til det norske systemet for marine sedimenter (Knutzen et al. 1993). Resultatene er vist i tabell 3 og figur 6. Tilstanden på st 1A og 3B som de minst forurensede stasjonene ble klassifisert som mindre god, klasse 2, mens sedimentene på st 1C og 3C ble ansett som dårlige, klasse 4. De øvrige prøvene ble satt i klasse 3 og derved ansett å være "nokså dårlige" med hensyn på konsentrasjoner av PCB. Prøvene fra utløpet av elva i 1993 (Konieczny et al. 1994) var på samme nivå som i foreliggende undersøkelse.

PCB er et kunstig fremstilt stoff og har derfor et naturlig bakgrunnsnivå på 0. Forurensningsgraden settes derfor lik tilstandsklassene. De mest forurensede sedimentene på st 1C og 3C betegnes derfor som sterkt forurensede. På grunn av diffus/ langtransportert forurensning finnes det imidlertid PCB i lave konsentrasjoner i de fleste sedimenter. Sedimentundersøkelsen i utløpet av elva i 1993 brukte 5 µg/kg som referanseverdi. Overkonsentrasjoner i foreliggende undersøkelse i forhold til denne referanseverdien varierte mellom 1,4 og 54 ganger.

## 4 Diskusjon

Sedimentene på sørsiden av Drammenselva var tildels meget forurenset av både tungmetaller og PCB. I andre sammenlignbare undersøkelser i industri/trafikkpåvirkede elvesedimenter finner en både lavere og høyere konsentrasjoner av disse stoffene. I Loeselva, som er en forurenset sideelv til Drammenselva ved Hokksund, var innholdet av tungmetaller og PCB i sedimentene stort sett lavere enn det som ble funnet på sørsiden i Drammenselva, da med unntak av én ekstrem lokalitet (Lingsten 1991). For kvikksølv var konsentrasjonene i Loeselva betydelig lavere enn i Drammenselva. Industriforurensede sedimenter i Seutelva i Fredrikstad hadde tilsvarende konsentrasjoner for kadmium og kobber (Hovde et al. 1994). Maksimumsverdiene for bly var imidlertid langt høyere i Seutelva. For kvikksølv var det først og fremst maksimum-konsentrasjonene som var forskjellige og langt høyere i Drammenselva enn i Seutelva.



Figur 6. Tilstandsklasser for PCB i sedimenter fra nedre deler av Drammenselva 1993 (st 4 - st 7, Konieczny et al. 1994) og 1994 (st 1- st 3). Blå = god, grønn = mindre god, gul = nokså dårlig, rød = dårlig.

I sedimentene i Akerselva i Oslo, som har vært sterkt industripåvirket og er betydelig trafikkpåvirket, ble det påvist høyere konsentrasjoner av alle tungmetallene sammenlignet med Drammenselva (Lingsten et al. 1989, Bækken 1994). PCB-konsentrasjonen hadde omkring samme nivå i de to elvene med tilnærmet like maksimumskonsentrasjoner. Samlet sett betyr dette at sedimentene i Drammenselva, spesielt på sørsiden, ligner sedimenter fra andre industri- og trafikkpåvirkede elver. Forurensningen kan samlet vurderes som middels alvorlig. For kobber, kvikksølv, bly, og PCB er det imidlertid stedvis en sterk og meget sterk forurensning.

Resultatene både fra denne og den tidligere undersøkelsen av Drammenselva (Konieczny et al. 1994) viser tildels høye konsentrasjoner av flere miljøgifter i det øverste laget av sedimentene spesielt på sørsiden. På nordsiden og i midten av elva er konsentrasjonene lavere. Sedimentlagene er tynne eller mangler helt på nordsiden og i midten i de øvre delene av elva oppstrøms Holmen. I disse områdene er det derfor mindre totale mengder av miljøgifter som kan transporteres videre ved eventuell bygging av vegtunneler. På sørsiden av elva kjenner vi ikke den totale utbredelsen av sedimentene med de høye miljøgiftkonsentrasjonene. Vi vet ikke hvor tykke sedimentlagene er, og vi har heller ikke kunnskaper om miljøgiftkonsentrasjonene nedover i sedimentlagene. For å kunne vurdere eventuell massetransport av miljøgiftene på sørsiden av elva, må vi kartlegge utbredelsen og tykkelsen av disse sedimentene samt måle konsentrasjonene av de aktuelle stoffene nedover i sedimentlagene.



Strømhastigheter og strømningmønstre er bestemmende faktorer for sedimentasjon eller resuspensjon av partikler i elva. Ved en bygging av vegtunneler på nordsiden av elva er det antatt at vannhastigheten vil øke med omkring 3 % og vannstanden vil heves med ca. 5 cm (Traae 1993). Hvis vi videre antar at vegtunnelens yttervegger mot elvevannet formes som en jevn, rett flate uten kurvinger eller utbygg forventes ingen større endringer i strømningmønsteret, og vi venter heller ingen større resuspensjon av sedimentert materiale ved 3 % jevn økning av vannhastigheten.

Ved både utbygging av vegtunneler i elva på nordsiden og utfylling av elvebredden på sydsiden er det antatt at vannhastigheten vil øke med 20 % og vannstanden vil heves med 30 cm. Dette vil sannsynligvis medføre resuspensjon av sedimenter og videre transport av sedimentene nedover elva og ut i Drammensfjorden. Mengden av sedimenter som vil resuspenderes er ikke mulig å anslå med eksisterende datagrunnlag. En grundigere hydrologisk undersøkelse, spesielt av stømningsendringene i bunnvannet, vil kunne belyse dette nærmere. Det vil imidlertid være de øverste sedimentene med de relativt høye miljøgiftkonsentrasjonene som vi har målt som vil resuspenderes først.

Ved en eventuell utfylling av elvebredden på sydsiden bør det tas hensyn til at sedimentene her har høye konsentrasjoner av miljøgifter. Dumping av masser kan medføre oppvirvling og transport av miljøgiftene nedover til Drammensfjorden. Tiltak som f.eks. spesielle tildekking eller fjerning av disse sedimentene bør vurderes før annen masse kjøres direkte på.

## 5 Konklusjoner

Forekomsten av organiske sedimenter ved prosjekterte vegtunneler på nordsiden av Drammenselva er små og konsentrasjonene av miljøgifter i sedimentene er gjennomgående lavere enn på sydsiden. Fysisk graving av eventuelle vegtunneler på nordsiden vil derfor ikke medføre frigjøring av større mengder miljøgifter fra bunnen til vannmassene. Vi forutsetter da at den terrestriske delen av elvebredden ikke inneholder gamle miljøgiftholdige fyllinger, og i tilfelle at disse unngås å bli eksponert for elvevannet.

Ved ferdig utbygde vegtunneler på nordsiden av elva forventes det små endringer i strømningmønsteret, og det ventes heller ingen større resuspensjon av sedimentert materiale ved 3 % jevn økning av vannhastigheten. Det vurderes lite sannsynlig at ferdigstilte vegtunneler i elva vil frigjøre større mengder miljøgifter fra sedimentene til vannmassene.

Ved utbygging av både vegtunneler på nordsiden og utfylling av elvebredden på sydsiden vil vannhastigheten øke med ca. 20 %. Dette vil sannsynligvis medføre resuspensjon og videre transport til Drammensfjorden av sedimenter med høye miljøgiftkonsentrasjoner.

Ved en eventuell utfylling av elvebredden på sydsiden bør det tas hensyn til at sedimentene her har høye konsentrasjoner av miljøgifter. Dumping av masser kan medføre oppvirvling og transport av miljøgiftene nedover til Drammensfjorden. Grundigere kartlegging av sedimentene i utfyllingsområdet med tanke på spesielle tiltak (tildekking, fjerning eller annet) av sedimentene bør vurderes før annen masse kjøres direkte på.

## 6 Referanser

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

Dons, C. & Beck, P.Å. 1993: Miljøgifter i Norge - SFT, TA 985/1993.

Hovde, L. R., Bækken, T. & Bruskeland, O. 1994: AGA a/s. Miljøtekniske grunnundersøkelser og resipientundersøkelser mars 1994. Seutveien 34 og Seutelva, Fredrikstad. -Rapport Noteby 43473/NIVA O-93220

Lingsten, L., Brabrand, Å., Bremnes, T., Brittain, J., Efraimsen, H., Källqvist, T., Saltveit, S. J. & Økland, B. 1989: Undersøkelser av glødeskall i Akerselva 1988. - NIVA Rapport 2342.

Lingsten, L. 1991: Undersøkelser av sedimenter i Loeselva. Tungmetaller, PCB, PAH og dioksiner. - NIVA Rapport 2662.

Lithner, G. 1989: Bedømningsgrunder för sjöar och vattendrag. Bakgrundsdocument 2. Metaller. - Statens Naturvårdsverd. 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.

Rognerud, S. & Fjeld, E. 1990: Landsomfattende undersøkelse av tungmetaller i innsjøsedimenter og kvikksølv i fisk. - SFT Rapport 426/90.

Traae, E 1993: Vassdragsteknisk vurdering av utfyllinger i Drammenselva i tråd med kommuneplanen og vei-tunnel langs Drammenselva. NVE Rapport 12-1993.

## Vedlegg 1.

PCB og enkelte andre klororganiske forbindelser i sedimenter fra Drammenselva 3. august 1994 og fra utløpet av Drammenselva 1993 (Konieczny et al 1994). Enheten er µg/kg.

Stasjon	1A	1C	1D	2A	2C	3A	3B	3C	4 (st 2)	5 (st 5)	6 (st 3)	7 (st 6)
5-CB	<0,2	0,4	<0,2	1,1	<0,2	0,5	<0,2	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
a-HCH	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
HCB	0,2	1,1	0,4	1,7	0,4	0,7	<0,2	1,3	0,5	<0,5	<0,5	0,5
g-HCH	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
PCB 28	<0,2	14,3	3,4	1,8	6,3	1,8	<0,2	3,6	3,1	0,9	3,3	1,5
PCB 52	0,3	8,9	1,9	1,2	3,3	2,8	0,5	5,6	1,8	1	1,8	5,6
OCS	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<,2	0,2	<0,2	<0,2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
PCB 101	0,5	13,5	2,6	2,5	2,7	4	1,1	15,9	1,7	1,6	1,9	12,1
p,p-DDE	0,4	2,4	0,7	0,5	0,8	1,6	0,4	5,6	1,1	<0,5	1,2	2,3
PCB 118	0,5	8,3	1,9	1,6	2,4	3,6	0,8	8,7	1,5	1,3	1,6	9,4
p,p-DDD	1,1	3,8	1	1,1	1,5	3	1,5	17,7	1	<0,5	1	1,5
PCB 153	0,7	31,5	6,5	2,8	4,5	4,1	1,8	27,6	2,7	1,9	2,8	9
PCB 105	0,2	3	0,7	0,6	1	1,2	0,2	2,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
PCB 138	0,8	26,3	5,4	3,1	4	4,6	1,5	26,9	2,5	2,1	2,8	11
PCB 156	0,2	6,1	mask	0,5	0,9	1	mask	5,7	<0,5	<0,5	<0,5	1,8
PCB 180	0,6	33	6,8	1,8	4,1	2,8	0,9	24,4	1,9	1,3	2	3,6
PCB 209	<0,2	<0,5	0,2	0,5	<0,2	0,8	<0,2	1,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
SUM PCB	3,8	144,9	29,4	16,4	29,2	26,7	6,8	123,1	15,2	10,1	16,2	54
Seven Dutch	3,4	135,8	28,5	14,8	27,3	23,7	6,6	112,7	15,2	10,1	16,2	52,2
%tørrstoff	63,3	15,9	37,9	69,8	48,8	39,7	62,7	26,3	10,9	59,7	15	33,2



**Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2609-5