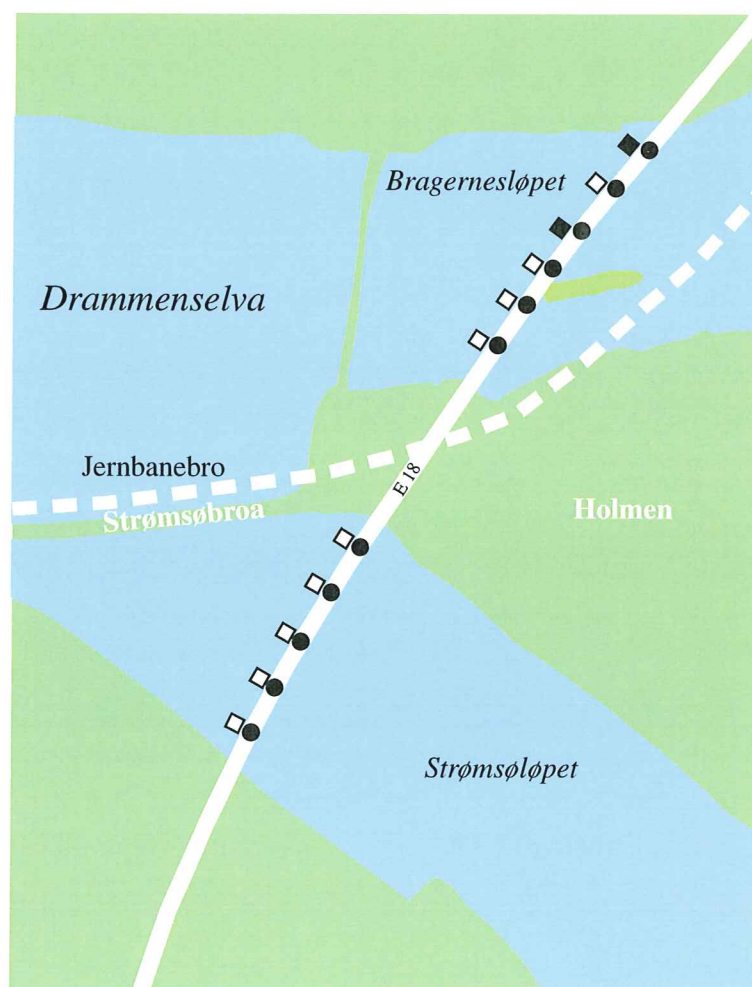


Miljøkonsekvenser for Drammenselva ved bygging av ny motorveg- bro (E18) - supplerende undersøkelser



Norsk institutt for vannforskning

RAPPORT

Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 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
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Miljøkonsekvenser for Drammenselva ved bygging av ny motorvegbro (E18) - supplerende undersøkelser.	Løpenr. (for bestilling) 4561-2002	Dato 27. september 2002
	Prosjektnr. Underrn. O-21342	Sider Pris 14
Forfatter(e) Leif Lien	Fagområde Miljøgifter	Distribusjon Fri
	Geografisk område Buskerud	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Statens vegvesen, Buskerud vegkontor.	Oppdragsreferanse
---	-------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Det er tidligere påvist lave/moderate konsentrasjoner av tungmetallene kvikksølv, kobber, kadmiom, bly, sink og av PCB i overflatesedimentene ved planlagte fundamenter til ny vegbro over Drammenselva. PAH, benzo(a)pyren, og DDT viste moderate/markerte forurensninger. Det er nå tatt prøver fra 10 til 30 cm sedimentdyp i elvebunnen på to av disse lokalitetene hvor det ble funnet organisk innhold i sedimentene. De viste lave konsentrasjoner av tungmetaller og moderate verdier for de organiske miljøgiftene PAH, benzo(a)pyren, PCB og DDT. Overflatesedimentene kan deponeres som spesialavfall, mens dypere sedimenter kan benyttes til f.eks. fyllmasse i vegskråninger. Alternativt kan hele sedimentsøylen blandes og spes med "rent" slam for utnyttelse til vegskråninger. Ved en eventuell deponering i vann bør de øverste 10 cm av massene skilles ut og lagres på godkjente mottak. En midlertidig anleggsveg/fylling, lagt på duk i Bragernesløpet, synes å være en miljømessig god løsning for anleggsarbeidet med brofundamentene.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Miljøgifter 2. Sedimenter 3. Drammenselva 4. Brofundamenter 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Environmental pollutants 2. Sediment 3. River Drammenselva 4. Bridge pier
--	--



Prosjektleder

Leif Lien



Forskningsleder

Dag Børge

ISBN 82-577-4216-3



Forskningssjef

Nils Roar Sælthun

**Miljøkonsekvenser for Drammenselva ved bygging
av ny motorvegbro (E18) - supplerende
undersøkelser.**

Innhold

1. Sammendrag og konklusjoner	4
2. Innledning	6
3. Materiale og metoder	7
4. Resultater og diskusjon	9
4.1 Midlertidig anleggsveg/fylling i Bragernesløpet	12
4.2 Deponering av muddermasser	13
4.2.1 Deponering på land	13
4.2.2 Deponering i vann	13
5. Litteratur	14

1. Sammendrag og konklusjoner

Dette er en supplerende undersøkelse av miljøgiftinnholdet i dypere sedimenter i forbindelse med bygging av brofundamenter for ny E-18 over Drammenselva. Den baserer seg på en tidligere undersøkelse av overflatesedimenter (0-10 cm) og bunndyr som ble utført på de samme prøvestasjonene i 1999. Overflatesedimentene den gang inneholdt små til moderate mengder av tungmetaller, PCB og PAH, men det ble påvist markerte konsentrasjoner av benzo(a)pyren og DDT, og én markert verdi for PAH. Bare prøver med tydelig organisk innhold ble analysert. Dette var tilfelle for alle seks lokalitetene i Bragernesløpet samt ved det nordligste brofundamentet i Strømsløpet. De øvrige prøvene bestod vesentlig av sand og grus og inneholdt dermed ingen eller ubetydelige mengder med miljøgifter.

Vi har nå kartlagt dypere deler av sedimentene der det tidligere ble funnet markerte konsentrasjoner av miljøgifter i de øverste lagene. Kun på to av lokalitetene i Bragernesløpet ble det funnet sedimenter med organisk innhold dypere enn 10 cm. Begge lokalitetene hadde lave konsentrasjoner av tungmetaller og moderate verdier for de organiske miljøgiftene PAH, B(a)P, Σ PCB₇ og Σ DDT.

En anleggsveg/fylling, lagt på duk i Bragernesløpet, vil trolig medføre mindre forstyrrelser av forurensede overflatesedimenter enn f.eks. ved bruk av lektere i dette grunne løpet. Anleggsvegen bør imidlertid sikre jevn vannstrøm gjennom Bragernesløpet både med hensyn på vannkvalitet og vandringer av organismer. Elvebunnen vil trolig rekoloniseres med bl.a. bunndyr relativt kort tid etter at fyllmasse og duk er fjernet.

Forurensede sedimentmasser av forurensningsgradene IV og V skal deponeres som spesialavfall på egnede steder, mens sedimenter med forurensningsgradene I og II kan benyttes til de fleste formål. Overflatesedimentene (0 – 10 cm) ved fundamentene til den nye broa over Drammenselva inneholder én eller flere komponenter med forurensningsgrad III. Disse overflatesedimentene kan deponeres som spesialavfall, mens resten av sedimentene som fjernes kan benyttes som masse til f.eks. vegskråninger. Alternativt kan overflatesedimentene tilsettes like deler "rent" slam, og deretter blandes med dypere sedimentlag før eventuell bruk i vegskråninger.

Et annet alternativ for deponering av muddermassene er i vann i de nedre deler av Strømsløpet mot Holmen. Dette området har markerte/sterke forurensede sedimenter som bør tildekkes før eventuell deponering. De øverste 10 cm av massene fra brokarene bør ikke lagres her, men på godkjente mottak.

Summary

Title: Environmental impacts on River Drammenselva by construction of a new bridge – supplementary studies.

Year: 2002

Author: Leif Lien

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4216-3

Samples of surface sediments were collected in 1999 at the expected sites for the fundamentals of the new bridge across River Drammenselva. Low to moderate concentrations were found of the heavy metals mercury, copper, cadmium, lead, zinc, and of polychlorinated biphenyls (PCB). The concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), benzo(a)pyrene, and DDT showed moderate to distinct levels of pollution.

Deeper sediment layers (10 – 30 cm), sampled three years later, indicated low concentrations of the heavy metals and moderate values of the organic micropollutents.

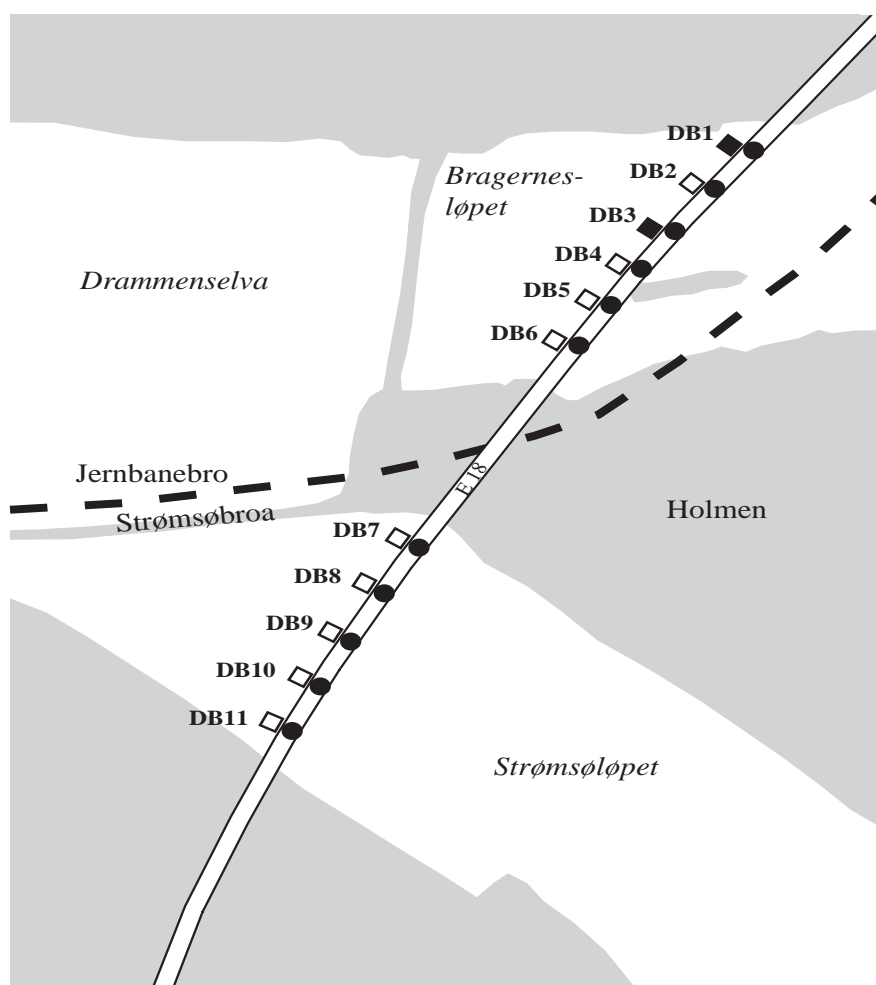
A temporary road, placed upon a fiber coat on the river bed, will cause small disturbance of the sediments, and are recommended when building the bridge.

The polluted surface sediments could be deposited as special waste, or alternatively mixed with "clean" sludge and the deeper sediments for use on road shoulders.

2. Innledning

Statens vegvesen, Buskerud vegkontor har tidligere bedt Norsk institutt for vannforskning (NIVA) vurdere miljøkonsekvenser ved bygging av ny motorvegbro for E 18 over Drammenselva. I 1999 ble dette gjort for overflatesedimenter (0-10 cm) og bunndyr (Lien og Bækken 1999). Det ble funnet fra "lite" til "markerte" forurensninger av ulike miljøgifter i overflatesedimentene. Buskerud vegkontor har nå bedt NIVA om å supplere denne undersøkelsen med en tilstandsvurdering av eventuelle forurensninger dypere i sedimentene. Det vil derfor bli tatt nye sedimentprøver fra 10 cm og ned mot 50 cm for analyser.

Denne nye E18 broa over Drammenselva vil gå parallelt med den gamle og bli plassert umiddelbart oppstrøms den gamle broa. Brokarene og fundamentene i elvebunnen til den nye broa vil alle bli plassert oppstrøms konstruksjonene til den gamle broa (Figur 1). Det er i dag seks pilarer i elvebunnen i Bragernesløpet og fem i Strømsøløpet.



Figur 1. Skisse som viser nåværende motorvegbro (E18) over Drammenselva. Fylte sirkler viser lokaliseringen av nåværende brofundamenter i elva, åpne og fylte firkanter (DB1 - DB11) viser lokaliteter for nye brofundamenter som ble prøvetatt i 1999, og fylte firkanter viser prøvelokalitetene for denne undersøkelsen i 2002 (DB1 og DB3).

3. Materiale og metoder

Fundamentene til den nye E18 broa vil alle bli plassert 10-12 meter oppstrøms fundamentene til den gamle broa. I Strømsløpet vil de nye fundamentene bli passert rett oppstrøms de gamle, og i Bragernesløpet 10 meter til side (sør) for de gamle fundamentene (Figur 1). De nye fundamentene vil dekke en flate av elvebunnen på 10 x 15 m (15 m på tvers av elvestrømmen). Planene for lokalisering av brofundamenter i 1999 var rett oppstrøms fundamentene til den gamle broa, og sedimentprøvene ble da tatt der. Den nye plasseringen, 10 meter til side (sør) for tidligere planlagt, vil likevel delvis dekke overflatesedimentene som ble prøvetatt i 1999 da bredden av brofundamentene nå vil bli 15 m (på tvers av elvestrømmen). Resultatene av overflatesedimentene som ble analysert i 1999 vil også bli benyttet i denne nye undersøkelsen.

De nye prøvene av dypere sedimenter ble tatt mer sentralt hvor brofundamentene nå skal plasseres. Den 11. juni 2002 ble det tatt tre prøver som ble slått sammen til én blandprøve på hver av lokalitetene DB1 og DB3. Sedimentproppene på stasjon DB 1 var 25-30 cm dype og på DB 3, 20-30 cm dype. De øverste 10 cm ble fjernet, og de resterende 10-20 cm ble benyttet til blandprøvene. Observasjoner under prøvetakingen viste tydelig at de øverste 10 cm av sedimentene hadde mest organisk innhold, og at det ble mindre organisk innhold og mer sand og med større kornstørrelser etter hvert som vi kom dypere ned i sedimentene (Tabell 1).

Det var videre planlagt å ta dypere sedimentprøver på lokalitetene DB 5 og DB 7, men på grunn av grovkornet bunnmaterialet, var det bare mulig å hente opp 10 til 15 cm høye sedimentpropper her. De øverste 5 til 10 cm bestod av en del organisk materiale, mens under 5-10 cm inneholdt prøvene hovedsakelig sand og grus (Tabell 1). Dette innebærer at prøvene dypere enn 10 cm ikke inneholdt nevneverdige konsentrasjoner av miljøgifter. Disse ble derfor ikke analysert videre. Det ble også forsøkt å ta prøver av lokalitetene DB 2, DB 4 og DB 6 som erstatning for de planlagte prøver på DB 5 og DB 7, men sammensetningen av sedimentene var meget like på alle disse stasjonene, og det var ingen hensikt å ta prøver av noen av disse med hensyn på analyser av miljøgifter.

I 1999 ble sedimentprøvene (0-10 cm) tatt ut med en van Veen grabb. De nye prøvene av dypere sedimentlag ble nå hentet opp med en sedimentprøvetaker som ble presset ned i elvebunnen. Prøvetakeren er et rør med et innvendig stempel som opprettholder et "sug" når røret presses ned i sedimentene. Dette stemplet brukes videre til å skyve sedimentproppen ut i et pleksiglassrør for oppdeling i ønskede lengder når prøvene er tatt opp.

De tungmetallene som er analysert er delvis valgt ut på grunn av høy giftighet, delvis på grunn av funn ved tidligere undersøkelser i nedre deler av Drammenselva, og delvis fordi disse ble analysert i overflatesedimentene i 1999. Kadmium, kobber, kvikksølv og bly er tidligere analysert fra nærliggende strekninger i Drammenselva (Bækken og Lien 1994, Fjeld og Rognerud 2001). Sink er også funnet i forhøyede konsentrasjoner i utløpet av elva (Ness og Børresen 1998). Kobber er meget giftig for mange vannlevende organismer. Bly og kadmium kan ha alvorlige giftvirkninger, de er kreftfremkallende, og de akkumuleres i organismer. Kvikksølv er også giftig, og kan danne meget giftige organiske forbindelser (metyllkvikksølv) som akkumuleres i organismene og oppkonsentreres i næringskjedene.

Sedimentprøvene er videre analysert på en rekke organiske miljøgifter som PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner) og PCB (polyklorerte bifenyler) i tillegg til enkelte pesticider.

PAH er hovedsakelig tjærestoffer som bl.a. dannes ved ufullstendig forbrenning av organisk materialer eller de kan komme fra oljeforbindelser. Enkelte av PAH forbindelser er giftige, bl.a. benzo(a)pyren,

B(a)P, som er mutagen og kreftfremkallende. B(a)P ble påvist i ”markerte” konsentrasjoner i overflatesedimentene i 1999.

PCB er en gruppe klorerte organiske stoffer som er tungt nedbrytbare og giftige. Statens forurensningstilsyn (SFT) har karakterisert PCB som et betydelig miljøproblem i Norge, og bruk av stoffene ble forbudt i 1980. PCB settes i sammenheng med reproduksjonssvikt og adferdsforstyrrelser og med nedsatt immunforsvar. Stoffene akkumuleres i organismene og oppkonsentreres i næringskjedene. PCB-holdige oljer har bl.a. blitt brukt som tilsetningsstoff til skipsmaling, og som isolasjonsmaterialer og kjølemidler i elektrisk utstyr som transformatorer og kondensatorer.

PCB analyseres oftest på de syv vanligste PCB-forbindelsene av over 200 komponenter. Disse syv, PCB₇ (Seven Dutch), utgjør gjerne 40 – 60 % av PCB-forbindelsene som finnes igjen i miljøet. Forholdet mellom total PCB og PCB₇ blir derfor omkring 2:1. I Tabell 2 nedenfor er tilstandsklassene satt opp med konsentrasjoner av summen av PCB₇ (Sum PCB₇), mens verdiene av total PCB i miljøet sannsynligvis er det dobbelte.

Sedimentprøvene er også analysert på DDT og nedbrytningsproduktene DDE og DDD. DDT ble brukt som insektmiddel i jordbruket frem til 1969. Dette ble også forbudt i skogbruket fra 1988, men det finnes fortsatt rester av disse persistente stoffene bl.a. i sedimenter. Det er utarbeidet tilstandsklasser for summen av DDT og nedbrytningsproduktene DDE og DDD (Sum DDT). I tillegg ble sedimentene analysert på stoffene penta- og heksa-klorbenzen, α - og γ -heksaklorcycloheksan (HCH) (Lindan) samt oktaklor-styren.

Sedimentprøvene er analysert ved NIVAs laboratorium etter internasjonalt akkrediterte metoder. Tungmetallanalysene er oppsluttet i salpetersyre. Kvikksølv ble analysert ved kalddamp atomabsorpsjon. De øvrige metallene er analysert med atomabsorpsjon, atomisering i grafittovn i 1999, og med ICP-AES i 2002. Klororganiske forbindelser, bl.a. PCB, er analysert ved bruk av gasskromatograf utstyrt med elektroninnfangningsdetektor. (NIVA metode H 3-4). PAH-prøvene er analysert ved bruk av gasskromatograf med flammeionisasjonsdetektor, samt masseselektiv detektor (NIVA metode H 2-3).

4. Resultater og diskusjon

Resultatene fra den tidligere sedimentundersøkelsen for vegbrofundamentene (Lien og Bækken 1999) danner grunnlaget for denne nye undersøkelsen, og hovedresultatene vil derfor bli gjentatt nedenfor.

Miljøgifter binder seg hovedsakelig til sedimenter som inneholder organisk materiale. Det ble i 1999 funnet tydelig innhold av organisk stoff i overflatesedimentene på lokalitetene fra DB1 til DB7 (Figur 1). Disse ble gjenstand for videre analyser. På de øvrige lokalitetene, fra DB8 til DB11, besto sedimentene vesentlig av sand og grus, og det var derfor ikke ventet å finne nevneverdige konsentrasjoner av miljøgifter i disse (Lien og Bækken 1999).

I 2002 ble det funnet noe organisk innhold i sedimenter dypere enn 10 cm på to lokaliteter (DB 1 og DB 3), og disse ble videre analysert. Prøvene inneholdt en del vann (30 – 35 %), men det organiske innholdet var lavt: omkring 3,5 % (av tørrstoffet). De øverste 5 til 10-12 cm av alle sedimentprøvene inneholdt tydelige mengder med organisk materiale, fra 10 til 20 cm syntes det også og være en del organisk materiale, mens dypere enn 20 cm ble det mye sand og kornstørrelsen økte med økende dybde ned i sedimentene (Tabell 1).

Tabell 1. Prøvelokaliteter for sedimenter i Drammenselva med tørrstoff og gløderest i blandprøvene, dybde på sedimentprøven, samt merknader om organisk innhold og sand/grus i de enkelte sedimentsøylene. Tørrstoff og gløderest er oppgitt som henholdsvis g/kg våtvekt og g/kg tørrstoff.

Lokalitet	Tørrstoff	Gløderest	Prøve	Merknader
DB1	647	966	30 cm	10 cm mye organisk, 10 cm organisk/sand, 10 cm sand
			25 cm	10 cm mye organisk, 10 cm organisk/sand, 5 cm sand/grus
DB2			30 cm	12 cm mye organisk, 10 cm organisk/sand, 8 cm sand/grus
			15 cm	5-10 cm mye organisk, 5 cm sand
DB3	696	965	20 cm	10 cm mye organisk, 10 cm mye sand
			30 cm	10 cm mye organisk, 10 cm organisk/sand, 10 cm sand
DB4			20 cm	10 cm mye organisk, 10 cm mye sand
			12 cm	5-10 cm mye organisk, 5 cm sand
DB5			15 cm	5-10 cm mye organisk, 5 cm sand/grus
DB6			10 cm	5-10 cm mye organisk, 5 cm grus/stein
DB7			15 cm	10 cm mye organisk, 5 cm mye sand

Konsentrasjonene av tungmetaller og organiske miljøgifter i sedimenter er vurdert ut fra et oppdatert klassifiseringssystem satt sammen av én veiledning for ferskvann (Andersen og medarb. 1997) og én for marine sedimenter (Molvær og medarb. 1997) (Tabell 2). Metallene er fra innsjøsedimenter, og de organiske miljøgiftene PAH, B(a)P, PCB og DDT er tatt fra klassifiseringssystemet for fjordsedimenter. Dette fordi vi foreløpig ikke har noe klassifiseringssystem for organiske miljøgifter i ferskvannsedimenter. Vi bør være noe varsom med å benytte de marine kriteriene på ferskvannlokaliteter, da dette er ulike økosystemer med forskjellige egenskaper og organismesamfunn. Imidlertid, de dypeste lokalitetene, spesielt i Strømsløpet hadde et tydelig marint preg av bunndyr (Lien og Bækken 1999), og klassifiseringssystemet for marine sedimenter kan godt benyttes der.

Analyseresultatene fra overflatesedimentene (0-10 cm) i Drammenselva (Tabell 3) viste at alle konsentrasjonene av tungmetallene kvikksølv, kobber, kadmium, bly, sink og PCB er lave eller moderate (Andersen og medarb. 1997), mens konsentrasjonene av summen av PAH, benzo(a)pyren og DDT viser moderate til markerte forurensninger, mest markert for benzo(a)pyren og DDT (Molvær og medarb. 1997).

Tabell 2. Tilstandsklasser for metaller (Andersen og medarb. 1997) og organiske miljøgifter (Molvær og medarb. 1997) satt opp i forhold til tørrstoffkonsentrasjoner i sedimenter. Metallene er oppgitt i mg/kg og PAH, benzo(a)pyren, PCB₇ og DDT i µg/kg.

Tilstandsklasse	1. God	2. Mindre god	3. Nokså god	4. Dårlig	5. Meget dårlig
Forurensningsgrad	Liten	Moderat	Markert	Sterkt	Meget sterkt
Fargemerking	Blå	Grønn	Gul	Orange	Rød
Kvikksølv Hg (mg/kg)	<0,15	0,15-0,6	0,6-1,5	1,5-3	>3
Kadmium Cd (mg/kg)	<0,5	0,5-2,5	2,5-10	10.-20	>20
Bly Pb (mg/kg)	<50	50-250	250-1000	1000-3000	>3000
Kobber Cu (mg/kg)	<30	30-150	150-600	600-1800	>1800
Sink Zn (mg/kg)	<150	150-750	750-3000	3000-9000	>9000
Sum PAH (ug/kg)	<300	300-2000	2000-6000	6000-20000	>20000
Benzo(a)pyren (ug/kg)	<10	10-50.	50-200	200-500	>500
Sum PCB (ug/kg)	<5	5-25.	25-100	100-300	>300
Sum DDT (ug/kg)	< 0,5	0,5 - 2,5	2,5 - 10	10 - 50.	< 50

Tabell 3. Konsentrasjoner av tungmetaller og organiske miljøgifter i sedimenter fra 0-10 cm i Drammenselva. Kvikksølv, kobber, kadmium, bly og sink er oppgitt som mg/kg tørrvekt og PAH, benzo(a)pyren, Σ PCB₇ og Σ DDT som µg/kg tørrvekt (Lien og Bækken 1999).

Lokalitet	Hg	Cu	Cd	Pb	Zn	PAH	B(a)P	Σ PCB ₇	Σ DDT
DB1	0,48	38,8	0,43	40,5	193	1481	76	14,0	3,1
DB2	0,28	30,5	0,41	30,9	163	1049	60	7,8	2,7
DB3	0,45	33,6	0,44	32,8	169	1844	158	6,9	2,9
DB4	0,16	34,3	0,49	34,7	190	1081	58	6,9	3,6
DB5	0,15	31,3	0,34	29,9	156	1200	72	4,9	3,2
DB6	0,07	19,8	0,23	28,2	124	769	39	4,4	2,0
DB7	0,09	41,2	0,48	54,4	210	2018	76	10,9	3,7

Tabell 4. Konsentrasjoner av tungmetaller og organiske miljøgifter i sedimenter fra 10-30 cm i Drammenselva. Kvikksølv, kobber, kadmium, bly og sink er oppgitt som mg/kg tørrvekt og PAH, benzo(a)pyren, Σ PCB₇ og Σ DDT som µg/kg tørrvekt.

Lokalitet	Hg	Cu	Cd	Pb	Zn	PAH	B(a)P	Σ PCB ₇	Σ DDT
DB1	0	16,5	< 0,2	17	64,1	988	46	20,5	2,48
DB3	0	18,0	< 0,2	19	68,5	712	46	6,55	1,81

Fem lokaliteter i nærheten av motorvegbroa over Drammenselva er tidligere undersøkt med hensyn på overflatesedimenter. Tre prøver ble tatt oppstrøms Holmenbroa/Strømsøbroa (Bækken og Lien 1994), én prøve ble tatt i Bragernesløpet og én i Strømsløpet begge nedstrøms motorvegbroa (Koniczny og medarb. 1994). Med unntak av én av disse fem tidligere prøvene (lokalisert til sørsiden ved Strømsøbroa) er konsentrasjonene av tungmetallene av samme størrelsesorden som det vi finner i våre undersøkelser.

En undersøkelse nedenfor Holmen viser også hovedsakelig de samme lave/moderate konsentrasjonene av tungmetaller i overflatesedimentene (Ness og Børresen 1998). PAH er også av samme størrelse i begge undersøkelsene, mens PCB og benzo(a)pyren er noe høyere nedenfor Holmen sammenlignet med overflatesedimentene ved motorvegbroa. Det er ikke registrert analyseresultater fra dypere sedimentlag fra disse områdene.

Tabell 5. Konsentrasjoner av polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH-forbindelser) i sedimenter fra 10-30 cm i Drammenselva. Potensielle kreftfremkallende PAH-forbindelser er markert med * og summert nederst i tabellen (Sum KPAH*). Verdiene er oppgitt som µg/kg tørrvekt av sedimenter.

Lokalitet	DB1	DB3
PAH-forbindelser µg/kg		
Naftalen	38	20
2-Metylnaftalen	23	< 15
1-Metylnaftalen	< 20	< 15
Bifenyl	< 20	< 15
2,6-Dimetylnaftalen	24	< 15
Acenaftylen	< 20	< 15
Acenaften	30	< 15
2,3,5-Trimetylnaftalen	< 20	< 15
Fluoren	35	18
Fenantren	140	78
Antracen	44	28
1-Metylfenantren	40	27
Fluorantren	140	110
Pyren	120	86
Benzo(a)antracen*	41	46
Chrysen+trifenylen	56	53
Benzo(b+j,k)fluoranten*	83	80
Benzo(e)pyren	35	32
Benzo(a)pyren*	46	46
Perylen	25	25
Indeno(1,2,3cd)pyren*	34	33
Dibenz(a,c/a,h)antracen*	< 20	< 15
Benzo(ghi)perylene	34	30
Sum PAH	988	712
Sum KPAH*	204	205

Tabell 6. Konsentrasjoner av klororganiske forbindelser i µg/kg tørrvekt i sedimenter fra 10-30 cm i Drammenselva

Lokalitet	DB1	DB3
Klororganiske forbindelser		
PCB 28	1,8	0,61
PCB 52	2,9	0,99
PCB 101	3,7	0,90
PCB 118	3,1	0,78
PCB 105	1,5	0,37
PCB 153	3,5	1,2
PCB 138	4,2	1,3
PCB 156	0,55	< 0,3
PCB 180	1,3	0,77
PCB 209	< 0,3	< 0,3
Sum PCB	22,55	6,92
Sum PCB ₇ (Seven Dutch)	20,5	6,55
Penta-klorbenzen (QCB)	< 0,15	< 0,15
Heksa-klorbenzen (HCB)	1,3	0,81
α-heksaklorcycloheksan (α-HCH)	< 0,3	< 0,3
γ-heksaklorcycloheksan (γ-HCH, Lindan)	< 0,3	< 0,3
Oktaklorstyren (OCS)	< 0,15	< 0,15
DDE	0,58	0,41
DDD	1,9	1,4
DDT	< 0,5	< 0,5
Sum DDT	2,48	1,81

Analyseresultater av miljøgifter i sedimenter fra 10 – 30 cm viser lave konsentrasjoner av alle tungmetallene og moderate verdier for de organiske miljøgiftene PAH, B(a)P, Σ PCB₇ og Σ DDT (Tabell 4, 5 og 6). Konsentrasjonene var forholdsvis like på de to lokalitetene med svakt høyere verdier for tungmetaller på stasjon DB3, og en del høyere verdier for de organiske miljøgiftene på stasjon DB1. Som forventet er konsentrasjonene av alle miljøgiftene lavere i de dypere sedimentene (med unntak av Σ PCB₇ på stasjon DB1), sammenlignet med de øverste lagene (Tabell 3 og 4).

Det foreligger ingen andre undersøkelser fra området rundt utløpet av Drammenselva hvor det er tatt tilsvarende prøver av dypere sedimentlag som kunne sammenlignes.

Det ble ikke funnet noe vesentlig organisk materiale i dypere sedimenter enn 10 cm på prøvestasjonene utenom DB1 og DB3 til tross for gjentatte forsøk under feltarbeidet. Det er derfor lite sannsynlig at det fins nevneverdige konsentrasjoner av miljøgifter under overflatelaget av sedimentene i dette tverrsnittet av elveløpet.

4.1 Midlertidig anleggsveg/fylling i Bragernesløpet

Buskerud vegkontor vurderer å legge ut en midlertidig fylling/anleggsveg i Bragernesløpet under arbeidet med å fjerne elvededimenter og støping av brofundamenter. Vegkontoret ønsket NIVAs synspunkter på eventuelle miljøeffekter av en slik fylling/anleggsveg. Den midlertidige fyllingen/anleggsvegen skulle legges oppå en forsterket duk som vil bli tatt opp igjen etter anleggsperioden.

Byggingen av brofundamentene i Drammenselva vil nødvendigvis medføre mer eller mindre oppvirvling av overflatededimenter som er fra lite til markert forurenset (Tabell 3). Bragernesløpet er grunt, 2-3 meter dypt, og eventuell bruk av båter/lektere i anleggsperioden vil trolig virvle opp mye sedimenter over lengre tid. Det har ikke vært mulig å gjøre noen kvantitative beregninger for å belyse dette, men det kan synes som en fylling/anleggsveg vil medføre mindre oppvirvling av sedimenter over tid sammenlignet med bruk av båter/lektere. Dersom fyllingen/anleggsvegen også blir anlagt helt rundt hver lokalitet hvor fundamentene skal bygges kan det synes å være enklere å ta hånd om de forurensede sedimentene slik at disse ikke blir ført videre nedover i Bragernesløpet.

En duk med fyllmasse oppå elvebunnen vil slå ut bunndyrbestanden under anleggsperioden. Det ble imidlertid ikke registrert noen spesielle bunndyrformer i dette området (Lien og Bækken 1998, 1999), og dyrelivet under de midlertidige fyllmassene forventes å rekoloniseres etter relativ kort tid etter fjerning av fyllmassene og duken.

Ved bruk av fylling/anleggsveg i Bragernesløpet bør det sikres at det fortsatt går en jevn vannstrøm gjennom løpet. Dette bør gjøres for ikke å redusere vannkvaliteten i elva nedstrøms anleggsområdet samtidig som det vil muliggjøre eventuell vandringer av fisk og andre vannlevende organismer i den tiden anleggsarbeidene pågår. Dette kan f.eks. gjøres ved å legge kulverter gjennom fyllingen.

4.2 Deponering av muddermasser

Buskerud vegkontoret ønsket NIVAs synspunkter på deponering av forurensede sedimenter som blir tatt opp fra elvebunnen ved brofundamentene. I Bragernesløpet kan dette være i størrelsesorden 6-7000 m³ masse som skal fjernes.

Miljøverndepartementet (1997) har utarbeidet "Forskrift om regulering av mudring og dumping i sjø og vassdrag", og SFT har laget et utkast til "Retningslinjer vedrørende mudring og dumping i marine områder" (SFT 2002). Med bakgrunn i bl.a. disse forskriftene og retningslinjene har Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen sett på et utkast fra Buskerud vegkontor for mudring og dumping av sedimentene fra Drammenselva, og kommet fram til at masser i forurensningskategoriene I og II (Tabell 1) ikke skulle medføre noen større problemer, men at masser i kategoriene III, IV og V må leveres til Langøya eller andre godkjente mottak.

4.2.1 Deponering på land

Buskerud vegkontor har tenkt på muligheten for bruk av disse sedimentene i vegskråninger som underlag for beplantning av bl.a. gress. Dersom sedimentmassene for øvrig er egnet til dette formålet ser NIVA ingen betenkeligheter i å bruke sedimenter i forurensningskategoriene I og II til fyllmasser i vegskråninger. Miljøverndepartementet (1997) og SFT (2002) har strenge restriksjoner på masser i forurensningskategoriene IV og V, mens forurensningskategorien III inntar en mellomstilling som omtales lite. I følge SFT (2002) er "Sedimentskvalitetskriterier" relatert til sedimentenes øvre lag, og kjemiske innhold i overflateprøvene vil dermed klassifiserte lokaliteten".

Med unntak av én høy verdi for B(a)P på stasjon DB 3 ligger alle verdiene i dette tverrsnittet av Drammenselva i forurensningskategori III for overflatesedimentene (0 – 10 cm) i den nedre tredjedelen av variasjonsbredden for denne forurensningskategorien (Tabell 2 og 3). I dypere sedimentlag (10 –30 cm) er forurensningskategoriene I og II (Tabell 2 og 4). Dersom overflatesedimentene fra alle brofundamentlokalitetene blandes, og dersom disse sedimentene røres sammen med sedimenter fra flere meters dyp, har NIVA mindre betenkeligheter med å anbefale disse sedimentene til underlag for beplantning av vegskråninger. Dersom denne blandingen av sedimenter i tillegg spes ut med like mengder, tilsvarende overflatesedimentene, med "rent" slam fra kloakkrensaneanlegg har NIVA ingen større betenkeligheter med å anbefale deponering av denne blandingen i vegskråninger.

Et annet alternativ kunne også være å fjerne de øverste 10 cm av sedimentene ved hvert brohode, og deponere dette på Langøya eller andre godkjente mottak. Den øvrige sedimentene som skal graves ut kunne så nyttes i vegskråninger.

4.2.2 Deponering i vann

Buskerud vegkontor ønsker også en vurdering av deponering av muddermassene i vann, og nedre deler av Strømsløpet mot Holmen er et aktuelt område. Dette er områder som tidligere er undersøkt av bl.a. Konieczny og medarb. (1994) og av Ness og Børresen (1998). Det er bl.a. funnet markerte forurensninger av PAH i overflatesedimentene som også var sterkt forurenset av Benso(a)pyren. Ved en eventuell deponering i dette området bør bunnen dekket til med f.eks. en fiberduk slik at de sterkt forurensede sedimentene ikke virvles opp i vannmassene når muddermassene fra brokarene slippes ned.

Som nevnt ovenfor, er de største problemene knyttet til de øverste 10 cm av sedimentene ved brokarene. Dersom disse blir tatt hånd om på forsvarlig måte, f.eks. lagret på godkjente mottak, kan de dypere delene av sedimentene deponeres i området ved Holmen.

5. Litteratur

- Andersen, J.R., Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O. og Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av Miljøkvaliteter i ferskvann. Veiledning. Statens forurensningstilsyn. 97:04.
- Bækken, T. og Lien, L. 1994. Konsekvensanalyse "Lukket løsning Bragernes". Konsekvensanalyse for Drammenselva - trinn 1. Sedimentundersøkelser. Norsk institutt for vannforskning. Rapport O-94176.
- Fjeld, E., Lien, L., Rognerud, S. og Underdal, B. 1999. Miljøgiftundersøkelse i Drammenselva, 1997 - 1998. Tungmetaller og organiske mikroforurensninger i fisk, moser og muslinger. Norsk institutt for vannforskning. Rapport 4060-99.
- Fjeld, E. og Rognerud, S. 2001. Kvikksølv i sedimenter fra Drammenselva og i abbor fra indre Drammensfjord, 2000-2001. Norsk institutt for vannforskning. Rapport 4523-2002.
- Konieczny, R.M., Bruskeland, O., Brønstad, G., Heland, A. og Hovde, L.R. 1994. Kartlegging av miljøgifter i Drammensfjorden 1993. Norsk institutt for vannforskning. Rapport 3034.
- Lien, L. og Bækken, T. 1998. Kartlegging av bunndyr og fisk i strandsonen som tildekkes av steinmasser nederst i Drammenselva. Norsk institutt for vannforskning. Rapport 3873 -98.
- Lien, L. og Bækken, T. 1999. Miljøkonsekvenser for Drammenselva ved bygging av ny motorvegbru (E18). Norsk institutt for vannforskning. Rapport 4089-99.
- Lithner, G. 1989. Bedømningsgrunder för sjöar och vattendrag. Bakgrundsdocument 2. Metaller. Statens Naturvårdsverk. Rapport 3628.
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson J., Rygg, B., Skei J. og Sørensen, J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. Statens forurensningstilsyn. 97:03.
- Miljøverndepartementet 1997: Forskrift om regulering av mudring og dumping i sjø og vassdrag. Det Kongelige Miljøverndepartement.
- Ness, M. og Børresen, M. 1998. Furuholmen, Drammen Havn. Kartlegging av forurensning i utfyllingsområde. Norges Geotekniske Institutt. Rapport 984124-1.
- Statens forurensningstilsyn 2002. Retningslinjer vedrørende mudring og dumping i marine områder. (søkers veiledning). Utkast 20/03-2002.