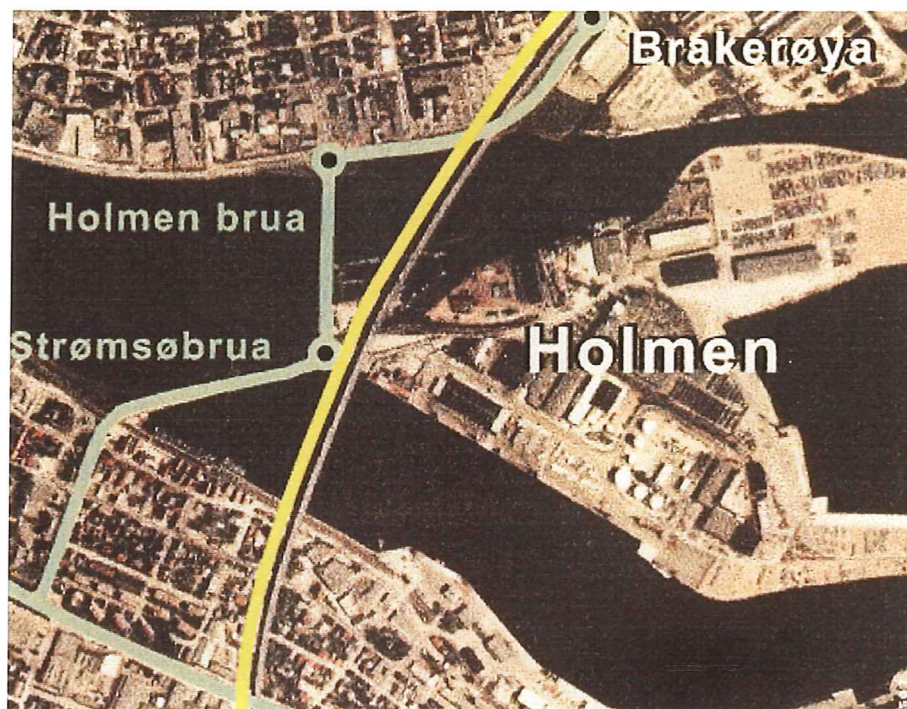


RAPPORT LNR 4089-99

Miljøkonsekvenser for Drammenselva ved bygging av ny motorvegbru (E18)



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 motorvegbru (E18).	Løpenr. (for bestilling) 4089-99	Dato 24. september 1999
	Prosjektnr. Undernr. O-99108	Sider Pris 18
Forfatter(e) Leif Lien Torleif Bækken	Fagområde Miljøgifter	Distribusjon Fri
	Geografisk område Buskerud	Trykket NIVA

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

<p>Sammendrag</p> <p>Det er tatt sediment- og bunndyrprøver i elvebunnen på lokaliteter for fundamenter til ny vegbru over Drammenselva. Det ble påvist lave/moderate konsentrasjoner av tungmetallene kvikksølv, kobber, kadmium, bly, sink og av PCB i sedimentene. PAH, DDT og benzo(a)pyren viser moderate/markerte forurensninger. Det ble ikke registrert spesielle forhold ved bunndyrfaunaen ved de planlagte brufundamentene som tilsier at området ikke bør utbygges. Ved tekniske inngrep i sedimentene anbefales å velge en arbeidsmetode som minst mulig virvler opp sedimentene. For øvrig synes ingen forholdsregler nødvendig.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Miljøgifter Sedimenter Bunndyr Drammenselva 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Environmental pollutants Sediment Bottom fauna River Drammenselva
---	---



Prosjektleder

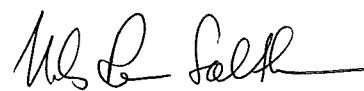
Leif Lien



Forskningsleder

Dag Berge

ISBN 82-577-3695-3



Forskningssjef

Nils Roar Sællthun

**Miljøkonsekvenser for Drammenselva ved bygging
av ny motorvegbru (E18).**

Innhold

Sammendrag og konklusjoner	4
Summary	4
1. Innledning	5
2. Materiale og metoder.	7
3. Resultater og diskusjon	9
3.1 Sedimenter	9
3.2 Bunndyr	12
3.2.1 Bragernesløpet	12
3.2.2 Strømsløpet	15
4. Litteratur	18

Sammendrag og konklusjoner

Fundamentene i elvebunnen til en nye motorvegbru over Drammenselva vil bli lokalisert like oppstrøms fundamentene til den gamle brua. Det ble tatt 7 sedimentprøver og 11 bunndyrprøver i elvebunnen på de nye lokalitetene.

Det ble ikke registrert spesielt sjeldne bunndyr blant de artsbestemte gruppene som tilsier at området ikke bør utbygges. Det er forholdsvis vanlige arter som ble funnet og som trolig vil finnes igjen både oppstrøms, nedstrøms og utenfor de planlagte brufundamentene.

Analyseresultatene fra sedimentene viser lave eller moderate konsentrasjoner av tungmetallene kvikksølv, kobber, kadmium, bly, sink og av PCB (polyklorerte bifenyler), mens konsentrasjonene av PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner), benzo(a)pyren og DDT viser at sedimentene er moderat til markert forurenset.

Ved tekniske inngrep i sedimentene under den nye brua vil det derfor anbefales å velge en arbeidsmetode som minst mulig virvler opp sedimentene. For øvrig synes det ikke å være nødvendig å anbefale noen spesielle forholdsregler ved den planlagte brubyggingen.

Summary

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

Year: 1999

Author: Leif Lien and Torleif Bækken

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3695-3

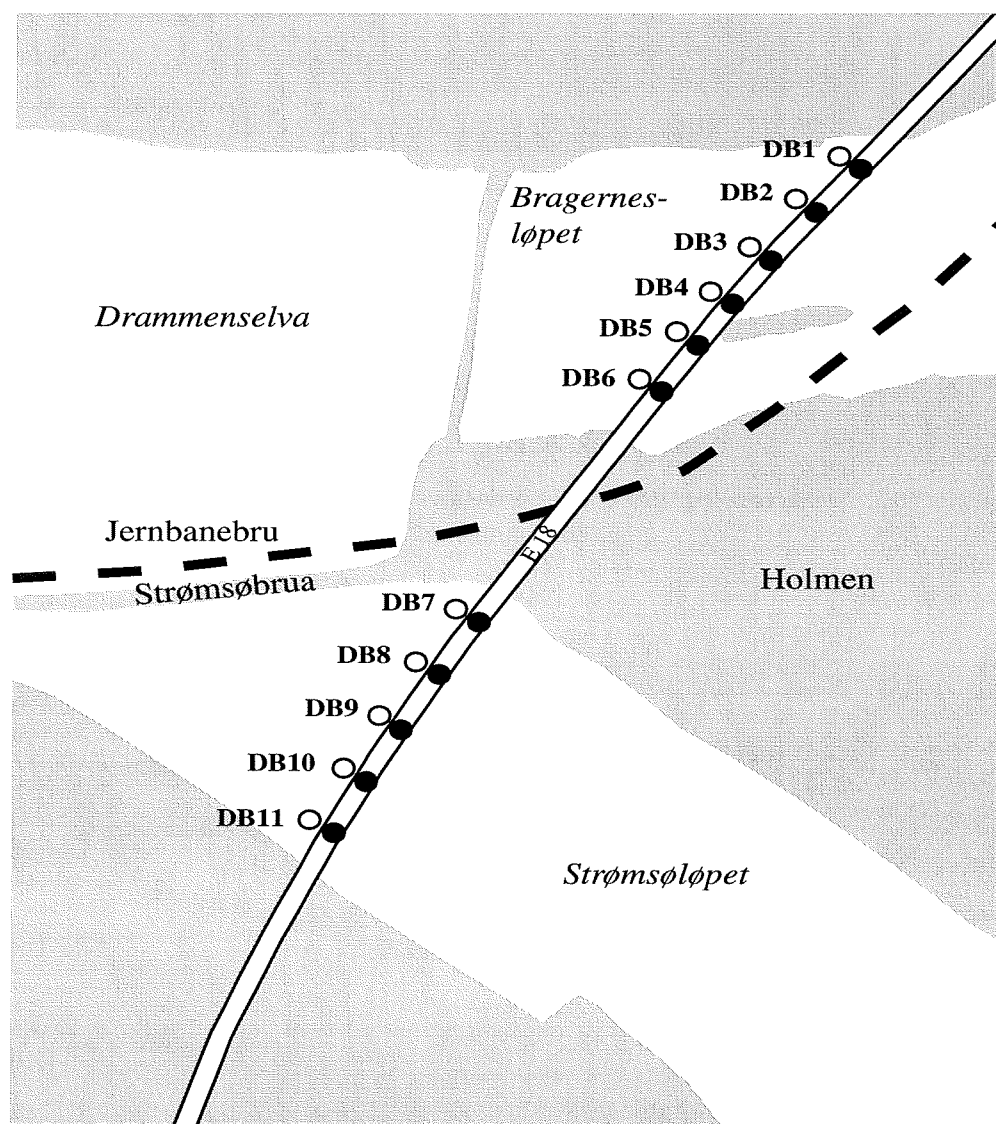
Samples of sediments and bottom animals were collected at the expected sites for the fundaments of the new bridge across River Drammenselva. Low to moderate concentrations were found of the heavy metals mercury, copper, cadmium, lead, zinc, and of polychlorinated biphenyls (PCB). The concentrations of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

No endangered species of bottom fauna were recorded in the sediments for the fundament sites of the bridge. The same species are frequently observed elsewhere in the river.

Technical methods, which cause minimum disturbance of the sediments, are recommended when building the bridge. No other precaution seems to be necessary.

1. Innledning

Statens vegvesen, Buskerud vegkontor har bedt Norsk institutt for vannforskning (NIVA) vurdere miljøkonsekvenser ved bygging av ny motorvegbru for E 18 over Drammenselva. Denne nye brua vil gå parallelt med den gamle og bli plassert umiddelbart oppstrøms den gamle brua. Brukarene og fundamentene i elvebunnen til den nye brua vil også bli plassert oppstrøms fundamentene til konstruksjonene til den gamle brua (Figur 1). Det er i dag seks pilarer i elvebunnen i Bragernesløpet og fem i Strømsøløpet.



Figur 1. Skisse som viser nåværende motorvegbru (E18) over Drammenselva. Fylte sirkler viser lokaliseringen av nåværende brufundamenter i Bragernesløpet og Strømsøløpet, åpne sirkler (DB1 - DB11) viser prøvetakingslokaliteter ved antatt plassering av nye brufundamenter.

NIVA og andre har tidligere foretatt flere undersøkelser i de nedre delene av Drammenselva (Holtan 1992, Konieczny og medarb. 1994, Lien og Bækken 1998, Ness og Børresen 1998). Noen av disse undersøkelsene har påvist til dels høye konsentrasjoner av tungmetaller og organiske miljøgifter i elvedimentene (Bækken og Lien 1994, Konieczny og medarb. 1994). En nylig undersøkelse av NIVA viser også at fisk i nedre deler av elva fortsatt har høye konsentrasjoner av bl.a. kvikksølv (Fjeld og medarb.1999).

Ved bygging av fundamenter til brukarene vil sedimentene i elvebunnen bli påvirket, og eventuelle miljøgifter i sedimentene vil da kunne virvles opp og influere plante- og dyrelivet nedover i Drammenselva og videre ut i Drammensfjorden.

Tidligere undersøkelser har beskrevet bunnfaunaen i ulike deler av Drammenselva. Ved fjerning av sedimenter bør det dokumenteres hvilke bunndyrgrupper som blir berørt. NIVA har derfor konsentrert undersøkelsene til sedimenter og bunndyr i områdene som omfattes av fundamenteringene til de nye brupilarene i elvebunnen. Fylkesmannens Miljøvernnavdeling i Buskerud har akseptert programmet for undersøkelsene.

2. Materiale og metoder.

Innsamling av sedimenter og bunndyr ble foretatt 21 juni 1999. Det ble tatt prøver fra i alt 11 lokaliteter, 6 i Bragernesløpet (DB1 til DB6) og 5 i Strømsløpet (DB7 til DB11). Lokalitetene ble nummerert fortløpende fra nord til syd (se Figur 1). Prøvene ble tatt 10 – 15 m oppstrøms brufundamentene til den nåværende E18-brua. De øverste 10 cm av bunnsedimentet ble prøvetatt. Det ble benyttet en van Veen grabb for å hente opp sedimentene, og tre prøver ble samlet inn på hver lokalitet. De tre prøvene ble blandet og det ble tatt ut én sedimentprøve for analyser på PAH (polyaromatiske hydrokarboner), PCB (polyklorerte bifenyler) og andre klororganiske forbindelser og tungmetallene kvikksølv, bly, kobber, kadmium og sink. Det resterende av blandprøven ble vasket ut i en hov med en 250 µm duk for videre analyser av bunndyr.

Alle prøvene fra Bragernesløpet (DB1 - DB6) hadde et markant organisk innhold i sedimentene. Bare den nordligste lokaliteten i Strømsløpet (DB7) hadde noe vesentlig organisk innhold. De øvrige lokalitetene i Strømsløpet (DB8 - DB11) besto hovedsakelig av sand og grus. Det ble derfor ikke tatt ut prøver for organiske mikroforurensninger eller tungmetaller av disse fire lokalitetene, men prøvene ble analysert med hensyn på bunndyr.

Prøvene er analysert ved NIVA's 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. Klororganiske forbindelser, bl.a. PCB, er analysert ved bruk av gasskromatograf utstyrt med elektroninnfagningsdetektor. (NIVA metode H 3-4). PAH-prøvene er analysert ved bruk av gasskromatograf med flammeionisasjonsdetektor, samt masseselektiv detektor (NIVA metode H 2-3).

De tungmetallene som er analysert er delvis valgt ut på grunn av høy giftighet og delvis på grunn av funn ved tidligere undersøkelser i nedre deler av Drammenselva. Kadmium, kobber, kvikksølv og bly er tidligere analysert fra nærliggende strekninger i Drammenselva (Bækken og Lien 1994). 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.

PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner) er tjærestoffer og liknende forbindelser som vanligvis 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.

PCB (polyklorerte bifenyler) er en gruppe klorerte organiske stoffer som er tungt nedbrytbare og giftige. De 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 isolasjonsmaterialer og kjølemidler i elektrisk utstyr som transformatorer og kondensatorer. Statens forurensningstilsyn (SFT) har klassifisert PCB som et betydelig miljøproblem i Norge, og bruk av stoffene ble forbudt i 1980.

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.

Videre ble det 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 det foretatt analyser på stoffene penta- og heksa-klorbenzen, α - og γ -heksaklorcycloheksan (HCH) (Lindan) samt oktaklor-styren.

3. Resultater og diskusjon

3.1 Sedimenter

Tabell 1 viser hvilke dyp de enkelte sedimentprøvene er hentet fra. Tabellen viser også observasjoner av konsistensen i prøvene med hensyn på organisk innhold eller om prøven besto hovedsakelig av sand og grus. For prøver med tydelig organisk innhold ble også tørrstoff og gløderest bestemt. Disse prøvene inneholdt mye vann, mellom 70 og 80 %, mens én prøve hadde 58 % vann. Det organiske innholdet i disse prøvene lå mellom 7 og 13 % (av tørrstoffet).

Konsentrasjonene av tungmetaller og organiske miljøgifter i sedimenter vil bli 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 fjordsedimenter. Dette fordi vi foreløpig ikke har noe klassifiseringssystem for organiske miljøgifter i ferskvannsedimenter. Vi må imidlertid være noe varsom med å benytte de marine kriteriene på ferskvannslokaliteter, da dette er ulike økosystemer med forskjellige egenskaper og organismsamfunn.

Tabell 1. Prøvelokaliteter i Drammenselva med dybdeangivelser, merknader om organisk innhold og sand/grus, samt tørrstoff og gløderest i prøver med organisk innhold. Tørrstoff og gløderest er oppgitt som henholdsvis g/kg våtvekt og g/kg tørrstoff.

Lokalitet	Dyp (m)	Merknader	Tørrstoff	Gløderest
DB1	2	Tydelig organisk innhold	259	886
DB2	2	Tydelig organisk innhold	277	900
DB3	3	Tydelig organisk innhold	290	878
DB4	3	Tydelig organisk innhold	251	876
DB5	2	Tydelig organisk innhold	200	870
DB6	2	Tydelig organisk innhold	420	932
DB7	8	Tydelig organisk innhold	264	870
DB8	7	Vesentlig sand og grus		
DB9	5	Vesentlig sand og grus		
DB10	5	Vesentlig sand og grus		
DB11	5	Vesentlig sand		

I tidligere rapporter, bl.a. fra Drammenselva (Bækken og Lien 1994, Bækken og Lien 1997) ble det benyttet et annet klassifiseringssystem for tungmetaller som hadde noe lavere grenseverdier for de ulike tilstandsklassene (Lithner 1989). Fargekodene fra de tidligere rapportene kan derfor ikke sammenlignes direkte med de nyere tilstandsklassene og fargekodene som er anbefalt av Statens forurensningstilsyn (SFT).

Analyseresultatene fra sedimentene i Drammenselva er satt opp i Tabellene 3, 4 og 5. Alle konsentrasjonene av tungmetallene kvikksølv, kobber, kadmium, bly, sink og PCB er lave eller moderate etter de nyeste tilstandsklasser for forurensninger (Andersen og medarb. 1997), mens konsentrasjonene av summen av PAH, PAH-forbindelsen benzo(a)pyren og DDT viser moderate til markerte forurensninger, mest markert for benzo(a)pyren og DDT (Molvær og medarb. 1997). PAH-tabellen (Tabell 4) lister opp potensielt kreftfremkallende polysykliske aromatiske hydrokarboner (KPAH). KPAH utgjør en relativ høy andel (24 – 37 %) av de totale PAH konsentrasjonene i sedimentene.

For øvrige klororganiske forbindelser som lindan (tidligere brukt pesticid), oktaklorstyren og andre industrielle biprodukter som penta- og hexaklorbenzen var det generelt lave til moderate konsentrasjoner i sedimentene (Tabell 5).

Stasjon DB7 er den lokaliteten med de største forurensningene når vi vurderer stasjonene samlet for alle undersøkte parametre. Stasjon DB6 er den minst belastede lokaliteten. De øvrige stasjonene er ganske like med hensyn til totale forurensninger i sedimentene.

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

En nyere undersøkelse nedenfor Holmen viser også hovedsakelig de samme lave/moderate konsentrasjonene av tungmetaller i sedimentene (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 sedimentene ved motorvegbrua.

Tabell 2. Tilstandsklasser for metaller (Andersen og medarb. 1997) og organiske miljøgifter (Molvær og medarb. 1997) satt opp i forhold til tørstoffkonsentrasjoner i sedimenter. Metallene og 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 (mg/kg)	<300	300-2000	2000-6000	6000-20000	>20000
Benzo(a)pyren	<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 Drammenselva. Kvikksølv, kobber, kadmium, bly og sink er oppgitt som mg/kg tørrvekt og PAH, benzo(a)pyren, S PCB₇ og S DDT som µg/kg tørrvekt.

Lokalitet	Hg	Cu	Cd	Pb	Zn	PAH	B(a)P	S PCB ₇	S 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

Som nevnt viste konsentrasjonene av PAH, B(a)P og DDT moderate til markerte forurensninger av elved sedimentene ved den nye E18 brua. For i alt tretten verdier i gruppen "markert" forurenset er det bare én konsentrasjon som ligger i den øvre delen av intervallet for denne tilstandsklassen: B(a)P verdien på stasjon DB3. De andre konsentrasjonene ligger ned mot grensen til "moderate" forurensninger.

For miljøgifter i sedimenter er det kjente skadeeffekter ved konsentrasjoner i forurensningsgruppene IV og V ("Sterkt forurenset" og "Meget sterkt forurenset"). Det ble ikke funnet forurensningskonsentrasjoner i disse gruppene i det undersøkte området. Det kan imidlertid ikke utelukkes at det også kan forekomme skadelige (langtids-) effekter ved konsentrasjoner i gruppen "Markert forurenset".

Ved tekniske inngrep i sedimentene under den nye brua vil det derfor anbefales å velge en metode som minst mulig virvler opp sedimentene. For øvrig synes det ikke å være nødvendig å anbefale noen forholdsregler ved den planlagte brubyggingen.

Tabell 4. Konsentrasjoner av polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH-forbindelser) i sedimenter fra ulike stasjoner 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	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7
PAH-forbindelser µg/kg							
Naftalen	26	25	17	19	22	15	24
2-Metylnaftalen	14	9	11	10	10	9	25
1-Metylnaftalen	4	6	1		44	5	15
Bifenyl	13	44	25	49	31	9	28
2,6-Dimetylnaftalen	50	38	13	86	41	31	52
Acenaftalen			10	5	6	4	6
Acenaften	10	7	22	6	11	8	14
2,3,5-Trimetylnaftalen	23	67	110	13	33	18	73
Fluoren	23	12	25	9	13	13	50
Fenantren	89	49	56	46	60	63	101
Antracen	13	15	10	12	31	19	28
1-Metylfenantren	15	6	11	13	14	13	28
Fluorantren	295	142	155	172	173	111	464
Pyren	166	131	237	131	143	88	307
Benz(a)antracen*	69	62	223	44	77	47	120
Chrysen+trifenylen	97	79	214	87	79	45	96
Benzo(b+j,k)fluoranten*	211	99	267	102	96	79	192
Benzo(e)pyren	78	59	129	52	60	36	76
Benzo(a)pyren*	76	60	158	58	72	39	76
Perylen	4	36	24	39	43	24	44
Indeno(1,2,3cd)pyren*	65	25	27	44	58	36	82
Dibenz(a,c/a,h)antracen*	10	8	10	12	9	11	22
Benzo(ghi)perylene	90	70	89	66	74	46	95
Sum PAH	1481	1049	1844	1081	1200	769	2018
Sum KPAH*	431	254	685	266	312	212	492

Tabell 5. Konsentrasjoner av klororganiske forbindelser i µg/kg tørrvekt i sedimenter fra prøve-stasjoner i Drammenselva.

Lokalitet	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7
Klororganiske forbindelser							
PCB 28	0,27	0,25	0,28	0,23	0,18	0,13	0,77
PCB 52	0,72	0,41	0,39	0,34	0,26	0,24	0,62
PCB 101	2,40	1,20	1,40	1,20	1,00	1,30	1,60
PCB 118	2,00	0,86	0,72	0,76	0,62	0,47	1,10
PCB 105	0,92	0,42	0,29	0,35	0,29	< 0,10	0,53
PCB 153	3,30	1,90	1,60	1,70	1,10	0,84	2,60
PCB 138	3,50	1,90	1,50	1,70	1,10	0,84	2,60
PCB 156	0,47	0,25	0,21	0,24	0,17	0,13	0,39
PCB 180	1,80	1,30	0,97	0,97	0,67	0,56	1,60
PCB 209	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Sum PCB	15,38	8,49	7,36	7,49	5,39	4,51	11,81
Sum PCB ₇ (Seven Dutch)	13,99	7,82	6,86	6,90	4,93	4,38	10,89
Penta-klorbenzen (QCB)	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Heksa-klorbenzen (HCB)	0,22	0,11	0,10	0,18	0,08	0,12	
α-heksaklorcycloheksan (α-HCH)	0,50	0,36	0,37	0,35	0,41	0,21	0,85
γ-heksaklorcycloheksan (γ-HCH, Lindan)	0,19	0,18	0,17	0,19	0,18	0,12	0,23
Oktaklorstyren (OCS)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
DDE	0,90	0,78	0,28	0,87	0,40	0,53	0,93
DDD	1,70	1,50	2,10	2,10	1,50	1,10	2,20
DDT	0,53	0,40	0,51	0,58	1,30	0,39	0,59
Sum DDT	3,13	2,68	2,89	3,55	3,20	2,02	3,72

3.2 Bunndyr

Drammenselvas nedre del har to løp: Bragernesløpet og Strømsløpet. Størstedelen av vannføringen går i Strømsløpet. Bunndyrstasjonene DB1-DB6 ligger i Bragernesløpet, mens DB7-DB11 ligger i Strømsløpet. Alle bunndyrprøvene fra Bragernesløpet er tatt fra 2-3 meters dyp og sedimentene har et markert innhold av organisk materiale (Tabell 1). På Strømsøstiden varierte prøvedypet mellom 5 og 8 meter og bunnsstratet besto i stor grad av sand og grus. Ved DB7 var det imidlertid et område med mye organisk stoff. Trolig er det her en bakevje hvor organisk materiale lettere kan sedimentere.

3.2.1 Bragernesløpet

DB1.

De to vanligste dyregruppen i prøven fra DB1 var fjærmygglarver og småmuslinger med tettheter på henholdsvis omkring 1300 og 800 individer/m² (Tabell 6). Også fåbørstemark og vårfluer var vanlige med tettheter på henholdsvis omkring 400 og 300 individer/m². Av andre grupper ble det blant annet registrert døgnfluer, snegler og igler, samt forholdsvis mange individer av krepsdyrarten asell (*Asellus*

aquaticus). Døgnfluefaunaen besto av artene *Caenis horaria* og *Ephemerella mucronata*, mens vårfluefaunaen besto av vanskelig bestembare små individer av familien Leptoceridae og slekten *Oxyethira*, samt av artene *Mystacides azurea* og *Oecetis lacustris* (Figur 2). Summen av antall døgnflue-, steinflue- og vårfluearter (EPT) var seks (Figur 4). Iglefaunaen besto av to arter: *Helobdella stagnalis* og *Herpobdella octoculata* (Tabell 7). Det ble registrert én snegleart, *Valvata piscinalis* (Figur 3, Tabell 7). Antall registrerte hovedgrupper på denne stasjonen var elve (Tabell 6).

DB2.

Forekomst og tetthet av hovedgrupper av bunndyr på DB2 var nokså likt det som ble registrert på DB1 med dominans av fjærmygglarver og småmuslinger (Tabell 6). Det var lavere tetthet av asell på DB2 enn på DB1. Døgnfluefaunaen besto bare av en art, *Caenis horaria*. Blant vårfluer var *Mystacides azurea* den vanligste. *Cyrnus flavidus* ble funnet i et mindre antall. Denne arten ble ikke funnet på DB1. Ellers ble det registrert arter innen slektene *Mystacides* og *Athripsodes* (Figur 2). Antall EPT var fem. Det ble registrert én igleart, *Helobdella stagnalis*, mens det ble funnet to sneglearter, *Valvata piscinalis* og *Gyraulus acronicus*. Antall hovedgrupper var ti.

DB3 og DB4

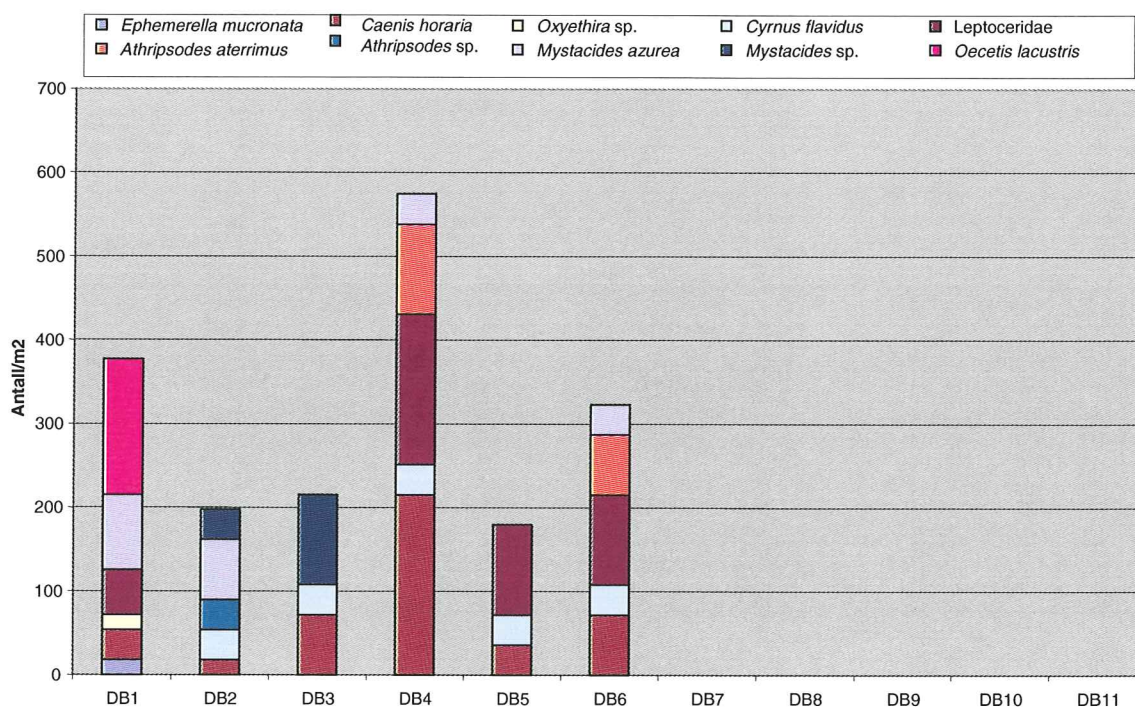
På begge disse stasjonene var bunndyrsamfunnet i hovedsak av samme type som på de første stasjonene i Bragernesløpet med dominans av småmuslinger og fjærmygglarver. Det ble imidlertid ikke funnet igler på noen av stasjonene, og asell ble bare funnet på DB4. *Caenis horaria* var eneste døgnflue på disse stasjonene. *Cyrnus flavidus* og arter fra slekten *Mystacides* var de eneste vårfluene på DB3, mens *Mystacides azurea*, *Athripsodes aterrimus* samt ubestemte arter fra familien Leptoceridae ble registrert i tillegg på DB4. Antall EPT var tre og fem på henholdsvis DB3 og DB4. *Valvata piscinalis* var eneste registrerte snegleart på begge stasjonene. Antall hovedgrupper var syv og åtte på henholdsvis DB3 og DB4.

DB5

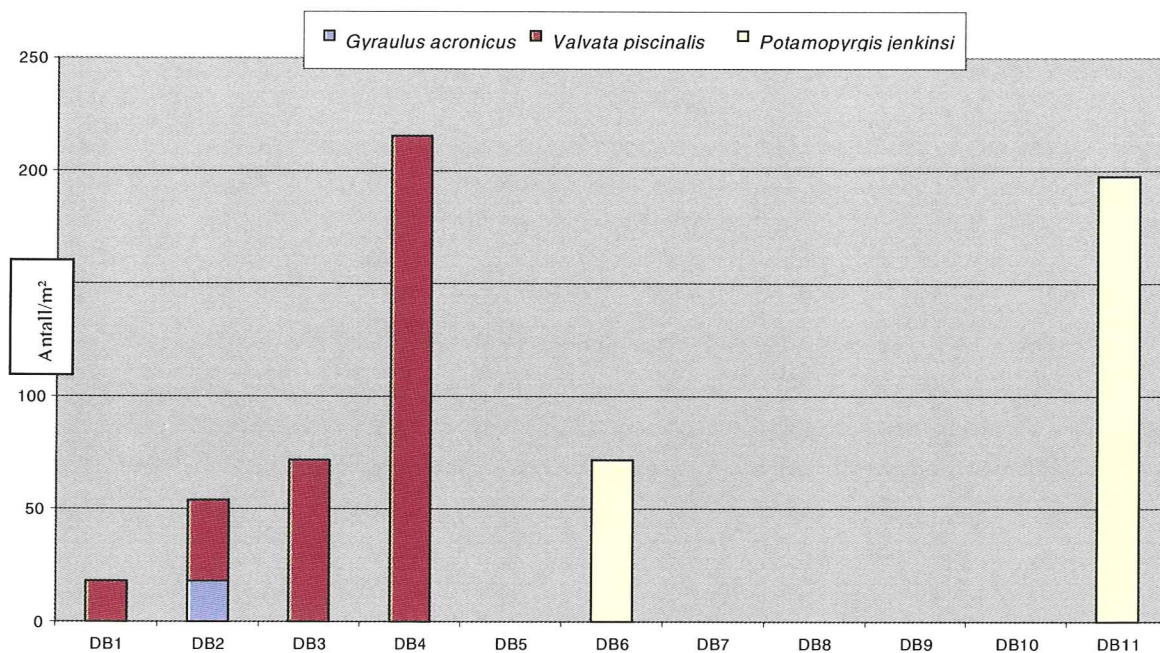
Bunndyrsamfunnet på DB5 manglet snegler og hadde et større innslag av igler enn de øvrige stasjonene i Bragernesløpet. For øvrig var faunaen på denne stasjonen av samme type som på stasjonene DB1-DB4. Døgnfluefaunaen besto av arten *Caenis horaria*. Vårfluefaunaen besto av *Cyrnus flavidus* og ubestemte individer av familien Leptoceridae. Antall EPT var tre og antall hovedgrupper var seks.

DB6.

Fjærmygglarver og fåbørstemark var de to vanligste gruppene på DB6, men det var også her et stort innslag av småmuslinger. Det ble funnet større tettheter av asell og av "andre tovinger" enn ved de andre stasjonene på Bragernessiden. Døgnfluer og vårfluer besto av de samme artene som funnet ved de andre stasjonene. Antall EPT var fem. Det ble registrert et "artsskifte" i sneglefaunaen. *Valvata piscinalis*, som stort sett var eneste art på DB1-DB5, ble ikke funnet. Derimot ble det registrert flere individer av arten *Potamopyrgis jenkinsi*. Tidligere funn av denne arten er gjort både i ferskvann og brakkvannsområder (Økland 1990).



Figur 2. Sammensetning av arter i bunndyrgruppene døgnfluer, steinfluer og vårflyer (EPT) på stasjoner i Bragenesløpet (DB1-DB6) og Strømsløpet (DB7-DB11) i nederste del av Drammenselva 21. juni 1999.



Figur 3. Tetthet og fordeling av sneglearter på stasjoner i Bragenesløpet (DB1-DB6) og Strømsløpet (DB7-DB11) i nederste del av Drammenselva 21. juni 1999

3.2.2 Strømsløpet

DB7.

På denne stasjonen ble det ikke funnet dyreliv. Trolig er stasjonen helt eller periodevis utsatt for oksygensvinn. Sedimentene var organiske med svart utfelling. Det var også denne stasjonen med organiske sedimenter som hadde de høyeste konsentrasjonene av de fleste miljøgiftene. Det er sannsynligvis oksygensvinn og ikke miljøgifter som var årsaken til det manglende dyrelivet på denne lokaliteten.

DB8 - DB10.

Bunndyrsamfunnet på disse stasjonene var vesentlig forskjellig fra bunndyrsamfunnet på DB1-DB6 i Bragernesløpet (Tabell 6). Det ble bare funnet tre til fire hovedgrupper der fåbørstemark var den vanligste gruppen. Det ble verken funnet døgnfluer, vårfluer, igler eller snegler (Figur 4, Tabell 7). Med unntak av et mindre antall aseller på DB8 var også denne gruppen fraværende. Årsaken til endringen bunndyrsamfunnet er todelt:

1. Bunnsbstratet består av sand og grus i stadig bevegelse og med lite næringstilgang for bunndyr.
2. Området skifter mellom ferskvann og saltvann noe som vanskeliggjør etablering av et stabilt bunndyrsamfunn (ferskvann eller marint).

DB11.

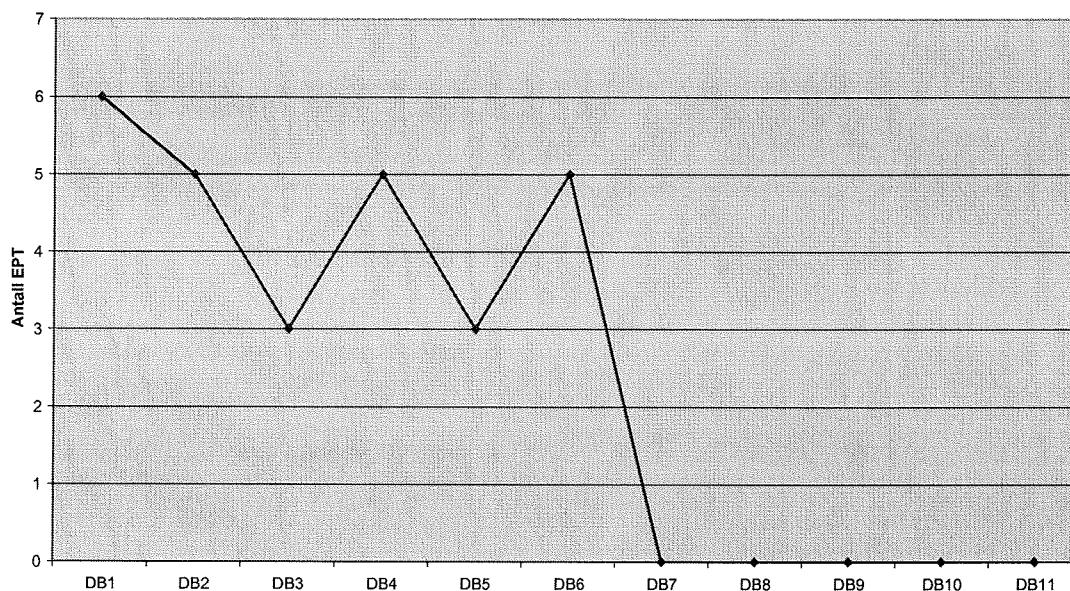
Det ble funnet noen flere bunndyrgrupper på denne stasjonen enn på DB8-DB10. Fjærmygglarver og fåbørstemark var de to vanligste gruppene. Det var imidlertid et stort innslag også av snegler. Sneglefaunaen besto av én art, den samme som ble funnet på DB6; den brakkvannstolerante *Potamopyrgis jenkinsi*. Det ble også registrert klart marine faunaelementer som mangebørstemark og marin gammaridae. Antall hovedgrupper var fem. Også for denne stasjonen gjelder punkt 1. og 2. angående substrat og saltvann nevnt ovenfor. Stasjon DB11 har bare sand som bunnsbstrat og er mindre utsatt for elvestrømmen enn stasjonene DB8-DB10 med grus i tillegg til sand. Dette har gitt bedre forhold for brakkvannstolerante arter enn ute i hovedløpet til elven.

Tettheten av dyr i prøvene fra Bragernesløpet var i samme størrelsesorden som det som ble funnet i Drammenselva utenfor Mjøndalen og på 2-3 meters dyp på Bragernessiden i Drammen (Bækken og Lien 1997, Lien og Bækken 1998). De samme hovedgruppene var vanlige. Fjærmygg, fåbørstemark og småmuslinger ble stedvis funnet i høye tettheter. Den eneste døgnfluen som ble funnet ved Mjøndalen var *Caenis horaria*, den samme arten som var vanlig i Drammen, og den eneste som ble funnet på dypt vann. Det ble også funnet noen av de samme vårflueartene. Av arter som ikke ble funnet ved de ovenfor nevnte undersøkelsene, men som var vanlige i den foreliggende undersøkelsen, er sneglen *Potamopyrgis jenkinsi* og vårfluen *Cyrrnus flavidus*.

Det er ikke funnet bunndyr blant de artsbestemte gruppene som tilsier at området ikke bør utbygges. Det er forholdsvis vanlige arter som vil finnes igjen både oppstrøms, nedstrøms og utenfor de planlagte brufundamentene.

Tabell 6. Forekomst og tetthet av bunndyrgrupper på forskjellige stasjoner i Bragernesløpet DB1-DB6 og Strømsøpet DB7-DB11 nederst i Drammenselva 21. juni 1999. Antall/m². Grupper merket M er saltvann/brakkvanns-grupper/arter.

Stasjon	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	DB11
Dyp	2m	2m	3m	3m	2m	2m	8m	7m	5m	5m	5m
Fåbørstemark	431	574	431	503	323	646		54	1059	610	215
Mangebørstemark ^M											18
Igler	36	18			144	36					
Snegler	18	54	72	215		72					197
Småmuslinger	808	1149	2297	1077	861	574					
Vannmidd	36		36		36	72					
Muslingkreps	18	18		36		36					
Asell	144	18		36	36	359		18			
Gammaridae ^M											18
Øyestikkere											
Døgnfluer	54	18	72	215	36	72					
Billelarver						36					
Vårfluer	323	179	144	359	144	251					
Knottlarver					36						
Fjærmygglarver	1346	1005	772	790	969	1220		36	18	36	323
Fjærmyggpupper						108					
Andre tovinger	54	18				215		18	18	18	
Sum	3266	3051	3823	3230	2584	3697	0	126	1095	664	772
Antall grupper	11	10	7	8	9	12	0	4	3	3	5



Figur 4. Antall døgnflue-, steinflue og vårfluearter (EPT) på ulike stasjoner på tvers av Drammenselva, Bragernesløpet (DB1-DB6) og Strømsøpet (DB7-DB11)

Tabell 7. Forekomst og tetthet av døgnflue-, steinflue- og vårfluearter (EPT), samt arter fra enkelte andre bunndyrgrupper på forskjellige stasjoner i Bragernesløpet DB1-DB6 og Strømsøløpet DB7-DB11 nederst i Drammenselva 21. juni 1999. Antall/m².

	DB1 2m	DB2 2m	DB3 3m	DB4 3m	DB5 2m	DB6 2m	DB7 8m	DB8 7m	DB9 5m	DB10 5m	DB11 5m
DØGNFLUER											
<i>Ephemerella mucronata</i>	18										
<i>Caenis horaria</i>	36	18	72	215	36	72					
STEINFLUER											
VÅRFLUER											
<i>Oxyethira sp.</i>	18										
<i>Cyrtus flavidus</i>		36	36	36	36	36					
<i>Leptoceridae</i>	54			179	108	108					
<i>Athripsodes aterrimus</i>				108		72					
<i>Athripsodes sp.</i>		36									
<i>Mystacides azurea</i>	90	72		36		36					
<i>Mystacides sp.</i>		36	108								
<i>Oecetis lacustris</i>	162										
Antall EPT	6	5	3	5	3	5	0	0	0	0	0
ANDRE ARTER											
Igler											
<i>Helobdella stagnalis</i>	18	18			72						
<i>Herpobdella octoculata</i>	18					36					
<i>Glossiphonia complanata</i>					72						
Snegler											
<i>Gyraulus acronicus</i>		18									
<i>Valvata piscinalis</i>	18	36	72	215							
<i>Potamopyrgis jenkinsi</i>						72					197
Krepsdyr											
<i>Asellus aquaticus</i>	144	18		36	36	359		18			
Gammaridae											18

4. 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 løsnings Bragerne". Konsekvensanalyse for Drammenselva - trinn 1. Sedimentundersøkelser. Norsk institutt for vannforskning. Rapport O-94176.
- Bækken, T. og Lien, L. 1997. Drammenselva. Miljøvurderinger i forbindelse med utfylling av strandsone ved Mjøndalen. Sedimentundersøkelser. Norsk institutt for vannforskning. Rapport 3687-97.
- 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.
- Holtan, H. 1992. Ny jernbanebro over Drammenselva. Virkninger på vannmiljø. Norsk institutt for vannforskning. Rapport O-92029.
- 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.
- 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.
- Ness, M. og Børresen, M. 1998. Furuholmen, Drammen Havn. Kartlegging av forurensning i utfyllingsområde. Norges Geotekniske Institutt. Rapport 984124-1.
- Økland, J. 1990. Lakes and snails. Environment and Gastropoda in 1500 Norwegian lakes, ponds and rivers. Universal Book Services/Dr. W. Backhuys, Oegstgeest. 516 s.