

RAPPORT LNR 4089-99

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



Hovedkontor

Postboks 124, Kjeller
 2011 Oslo
 Telefon (47) 22 10 53 00
 Telefax (47) 22 10 52 00
 Internet: www.niva.no

Serielandavdelingen

Telefon: 3
 0229 Drammen
 Telefon (47) 37 20 50 00
 Telefax (47) 37 04 45 15

Østlandsavdelingen

Trondheimregionen
 7017 Trondheim
 Telefon (47) 82 52 04 00
 Telefax (47) 82 52 06 50

Vestlandsavdelingen

Nordnorge
 5008 Utsagen
 Telefon (47) 56 00 22 50
 Telefax (47) 56 00 22 50

Akvaplan-NIVA A/S


0115 Trondheim
 Telefon (47) 77 00 52 00
 Telefax (47) 77 00 00 00

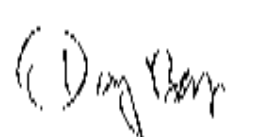
Tittel Miljøkonsekvenser for Drammenselva ved bygging av ny motorvegbro (E 18).	Copier (for binding) 2000 99	Dato 24. september 1999
	Prosjektet 11 09 108	Utgitt til 18
	Fagområde Miljøgifter	Distrikthoved Trondheim
Opplysningsinstans Huskeretted	Type NIVA	

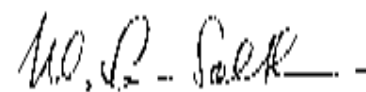
Oppdragsnavn(a) Statens vegvesen, Huskeretted vegkontor.	Opplysningsinstans
---	--------------------

Sammendrag
 Det er tatt nedbrenn- og brennstoffprøver i løseløsningen på lokaltidlar for karaktærisering av nye vegbroer over Drammenselva. Det ble påvist levetidsskadelige konsentrasjoner av tungmetaller som kvikksølv, kobber, kadmium, bly, sink og av PCB i nedbrennings- PAH, DDT og benz(a)pyren hvor mindretal/mærkbare forurensninger. Det ble ikke registrert spesielle forhold ved brennstoffene ved de planlagte brennstoffprøvene som ikke er omfattet ikke kan utelukkes. Ved tekniske utvalg i nedbrenningsprøvene å velge av utvalgte prøver som målt måltig vevet opp karaktærisering. For øvrig synes leges) brennstoffprøver nødvendige.

Fra norske kilder 1 Miljøgifter 2 Sedimenter 3 Bunnfauna 4 Drammenselva	Fra engelske kilder 1 Environmental pollutants 2 Sediment 3 Bottom fauna 4 River Drammenselva
--	--


 Erik Eide
 Fagkontrollant
 1 ut av 1 ut


 Dag Brøn
 Fagkontrollant
 1 ut av 1 ut
 ISBN 82-577-3695-3


 Nils-Einar Skarlien
 Fagkontrollant
 1 ut av 1 ut

**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 Bunnlyr	12
3.2.1 Hagernesløpet	12
3.2.2 Strømsløpet	15
4. Litteratur	18

Sammendrag og konklusjoner

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

Det ble ikke registrert spesiell spredte bunndyr blant de undersøkte grupper som tilsier at området ikke har utbygges. Det er forholdsvis vanligte arter som ble funnet og som trolig vil finnes også både oppstrøms, nedstrøms og utenfor de planlagte brofundamentene.

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

Ved tekniske inngrep i sedimentene under den nye broa 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

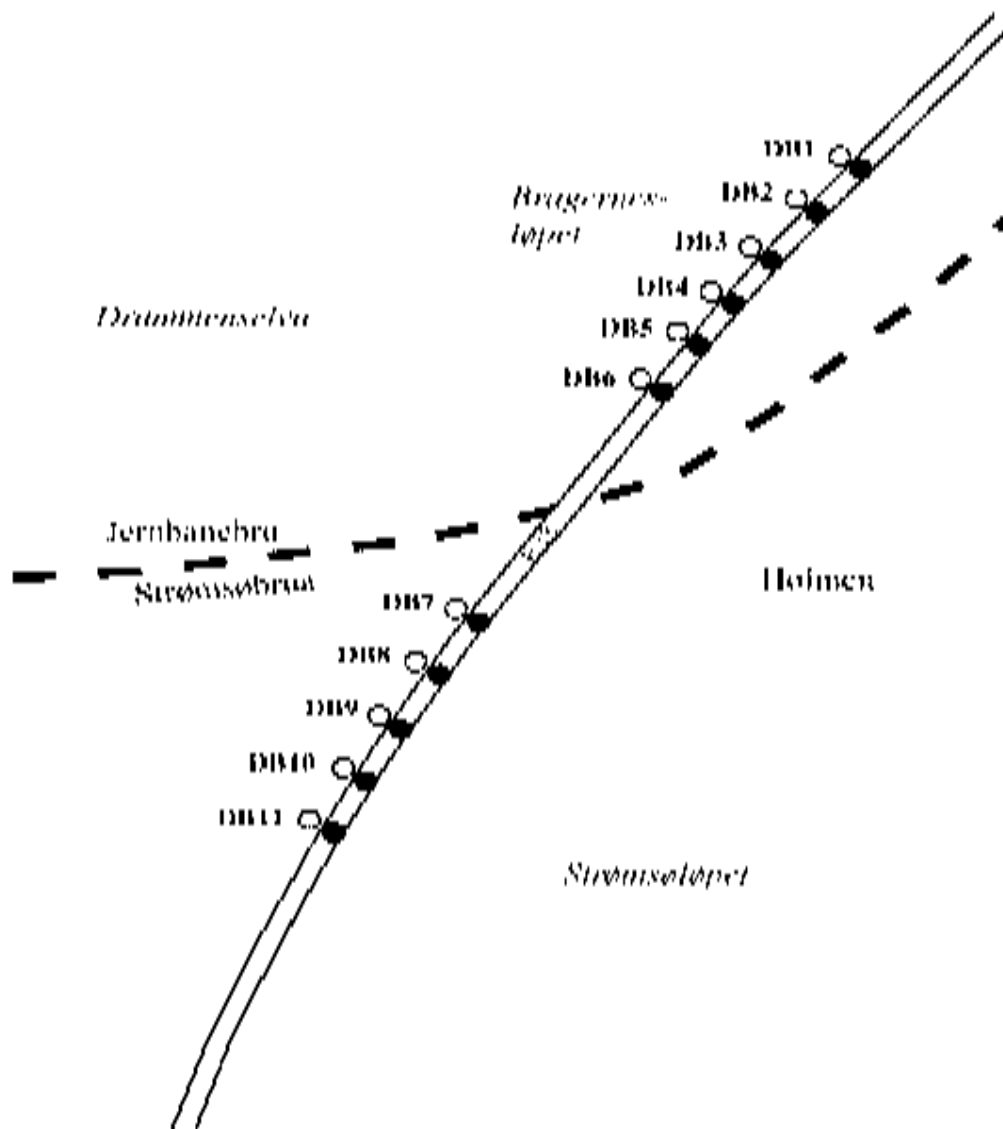
Samples of sediments and bottom animals were collected at the expected sites for the fundaments of the new bridge across River Drammenselva. Low to moderate concentrations were found of the heavy metals mercury, copper, cadmium, lead, zinc, and of polychlorinated biphenyls (PCB). The concentrations of 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 precautions 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. Drukarene 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 Brugernesløpet og fem i Strømsløpet.



Figur 1. Skisse som viser tilvarende motorvegbru (E18) over Drammenselva. Fylte sirkler viser lokaliseringen av tilvarende bru-fundamenter i Brugernesløpet og Strømsløpet, åpne sirkler (DB1 - DB11) viser prøvetakingslokalisiteter ved antatt plassering av nye bru-fundamenter.

NIVA og andre har tidligere foretatt flere undersøkelser i de nedre delene av Drammenselva (Holm 1992, Komarov og medarb. 1994, Lien og Bekken 1998, Ness og Berresen 1998). Noen av disse undersøkelsene har påvist til dels høye konsentrasjoner av tungmetaller og organiske miljøgifter i elvesedimentene (Bekken og Lien 1994, Komarov 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 (Ejeld 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 bunnduinen 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 brukarene i elvebunnen. Fylkesmannens Miljøvernavdeling 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 brytpunktene til den nedvarende EØE-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 analyse på PAH (polyaromatiske hydrokarboner), PCB (polyklorerte bifenyler) og andre klororganiske forbindelser og tungmetallene kvikksølv, Ni, kobber, kadmium og sink. Det resterende av blandingen ble vasket ut i en bøy med en 250 µm duk for videre analyse av bunndyr.

Alle prøvene fra Bragernesløpet (DB1 - DB6) hadde et markant organisk innhold i sedimentene. Både 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 metaller er analysert med atomabsorpsjon, atomisering i grafittovn. Klororganiske forbindelser, bl.a. PCB, er analysert ved bruk av gasskromatografi utstyrt med elektroninfangingsdetektor. (NIVA metode H 3-4) PAH-prøvene er analysert ved bruk av gasskromatografi med flammionisationsdetektor, 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 andre deler av Drammenselva. Kadmium, kobber, kvikksølv og bly er tidligere analysert fra merlggende strekninger i Drammenselva (Bækken og Lien 1994). Sink er også funnet i forhøyede konsentrasjoner i utløpet av elva (Ness og Bortesen 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 (metylkvikksølv) som akkumuleres i organismene og oppkonsentreres i næringskjedene.

PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner) er tjærestoffer og lignende forbindelser som vanligvis dannes ved ufullstendig forbrenning av organisk materiale 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 forurensningsstiftelse (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 bla. 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 -heksakloreycloheksan (HCH) (Lindin) samt oktaoklor 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 i gj. 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 som summen av én veiledning for ferskvann (Andersen og medarb. 1997) og én for marine sedimenter (Molvær og medarb. 1997) (Tabell 3). 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 organismesamfunn.

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
D13	2	Tydelig organisk innhold	259	886
D14	2	Tydelig organisk innhold	277	900
D15	3	Tydelig organisk innhold	290	878
D16	3	Tydelig organisk innhold	251	876
D15	2	Tydelig organisk innhold	200	870
D16	2	Tydelig organisk innhold	420	932
D17	8	Tydelig organisk innhold	264	870
D18	7	Vesentlig sand og grus		
D19	5	Vesentlig sand og grus		
D110	5	Vesentlig sand og grus		
D111	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, kadmiom, 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-forbundet 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 DIBT moderate til markerte forurensninger av elvesedimentene ved den nye E18 bru. For i alt tretten verdier i gruppen "markert" forurensning er det bare én konsentrasjon som ligger i den øvre delen av intervallet for denne tilstandsklassen: B(a)P verdien på stasjon DIB3. De andre konsentrasjonene ligger ned mot grensen til "moderate" forurensninger.

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

Ved tekniske inngrep i sedimentene under den nye bru 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 bebyggelsen.

Tabell 4. Konsentrasjoner av polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH forbindelser) i sedimentet fra ulike stasjoner i Drammenselva. Potensielle kreftfremkallende PAH-forbindelser er markert med * og summert nederst i tabellen (Som KPAH*). Verdiene er oppgitt som µg/kg tørrvekt av sedimentet.

Lokalitet	DIB1	DIB2	DIB3	DIB4	DIB5	DIB6	DIB7
PAH-forbindelser µg/kg							
Nafthalen	26	25	17	19	22	15	24
2-Metylnafthalen	14	9	11	10	10	9	25
1-Metylnafthalen	4	6	1		4	5	15
Fluorantyl	13	44	25	49	31	9	28
2,6-Dimetylnafthalen	50	38	13	86	41	31	52
Acenafthylen			10	5	6	4	6
Acenafthen	10	7	22	6	11	8	14
2,3,5-Trimetylnafthalen	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(1,2,3,4)	92	79	214	87	79	45	96
Benzo(b,f,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,h)antracen*	10	8	10	12	9	11	22
Benzo(ghi)perylen	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 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt i sedimenter fra prøvestasjoner i Drummenselva.

Lokalitet	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7
Klororganiske forbindelser							
PCB 28	0,27	0,25	0,28	0,23	0,18	0,13	0,27
PCB 52	0,72	0,41	0,39	0,34	0,26	0,24	0,62
PCB 101	2,40	1,70	1,40	1,20	1,00	1,30	1,60
PCB 118	2,00	0,86	0,72	0,76	0,67	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	0,35	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 (PCB)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Hexa klorbenzen (HCB)	0,22	0,11	0,10	0,18	0,08	0,12	
α -heksaklorocycloheksan (α -HCH)	0,50	0,36	0,37	0,35	0,41	0,21	0,85
γ -heksaklorocycloheksan (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 DDE	3,13	2,68	2,89	3,55	3,20	2,02	3,72

3.2 Bunnflor

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

3.2.1 Bragernesløpet

DB1

De to vanligste dyregruppen i prøven fra DB1 var fjernmygglarver og småmuslinger med tetteter på henholdsvis omkring 1300 og 800 individer/ m^2 (Tabell 6). Også fåbørstemark og vårfluer var vanlige med tetteter på henholdsvis omkring 400 og 300 individer/ m^2 . Av andre grupper ble det blant annet registrert døgnfluer, snegler og tpler, samt forholdsvis mange individer av krepsdyrarten asell (*Asellus*

aquaticus). Døgnfluefåmnen besto av artene *Cicnus horaria* og *Ephemerella macromata*, mens vårflyefåmnen besto av vanskelig bestembare små individer av familien Leptoceridae og slekten *Oxyethira*, samt av artene *Mystacides azurea* og *Oxyethira lacustris* (Figur 2). Summen av antall døgnflue-, stemflue- og vårflyearter (EPT) var seks (Figur 4). Iglefåmnen besto av to arter: *Helohidella stagnalis* og *Herpobidella octoculata* (Tabell 7). Det ble registrert én snegleart, *Falvata piscinalis* (Figur 3, Tabell 7). Antall registrerte hovedgrupper på denne stasjonen var elve (Tabell 6).

D12.

Forekomst og tetthet av hovedgrupper av bunndyr på D12 var nokså likt det som ble registrert på D11 med dominans av fjærmygglarver og småmuslinger (Tabell 6). Det var lavere tetthet av usell på D12 enn på D11. Døgnfluefåmnen besto bare av en art, *Cicnus horaria*. Ukant vårflyer var *Mystacides azurea* den vanligste, *Cyranus flavipes* ble funnet i et mindre antall. Denne arten ble ikke funnet på D11. Ellers ble det registrert arter innen slektene *Mystacides* og *Athripsodes* (Figur 2). Antall EPT var fem. Det ble registrert én igleart, *Helohidella stagnalis*, mens det ble funnet to sneglearter, *Falvata piscinalis* og *Cyranus acronotus*. Antall hovedgrupper var ti.

D13 og D14

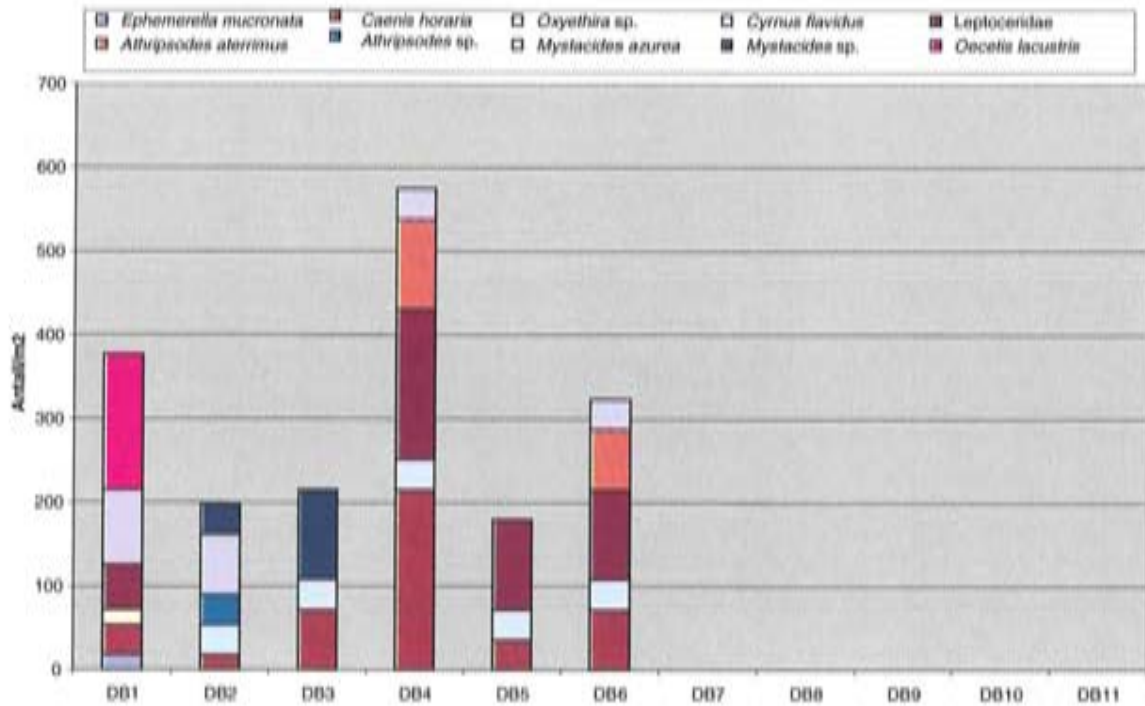
På begge disse stasjonene var bunndyrsamfunnet i hovedsak av samme type som på de første stasjonene i Brøggerløpet med dominans av småmuslinger og fjærmygglarver. Det ble imidlertid ikke funnet igler på noen av stasjonene, og usell ble bare funnet på D14. *Cicnus horaria* var eneste døgnflue på disse stasjonene. *Cyranus flavipes* og arter fra slekten *Mystacides* var de eneste vårflyene på D13, mens *Mystacides azurea*, *Athripsodes acronotus* samt ubestemte arter fra familien Leptoceridae ble registrert i tillegg på D14. Antall EPT var tre og fem på henholdsvis D13 og D14. *Falvata piscinalis* var eneste registrerte snegleart på begge stasjonene. Antall hovedgrupper var syv og åtte på henholdsvis D13 og D14.

D15

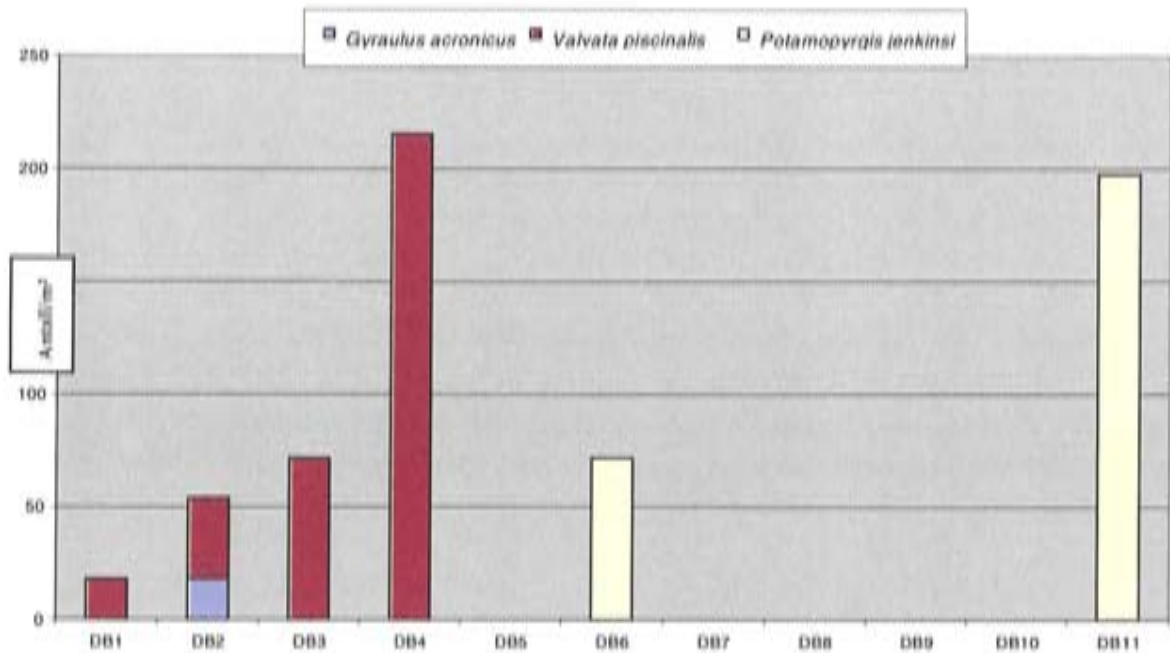
Bunndyrsamfunnet på D15 manglet snegler og hadde et større innslag av igler enn de øvrige stasjonene i Brøggerløpet. For øvrig var faunnen på denne stasjonen av samme type som på stasjonene D11-D14. Døgnfluefåmnen besto av arten *Cicnus horaria*. Vårflyefåmnen besto av *Cyranus flavipes* og ubestemte individer av familien Leptoceridae. Antall EPT var tre og antall hovedgrupper var seks.

D16.

Fjærmygglarver og fåbørstemark var de to vanligste gruppene på D16, men det var også her et stort innslag av småmuslinger. Det ble funnet større tettheter av usell og av "andre lavinger" enn ved de andre stasjonene på Brøggerløpet. Døgnflue- og vårflyer besto av de samme artene som funnet ved de andre stasjonene. Antall EPT var fem. Det ble registrert et "artskille" i sneglefåmnen, *Falvata piscinalis*, som stort sett var eneste art på D11-D15, ble ikke funnet. Derimot ble det registrert flere individer av arten *Potamopyrgis falklandi*. Tidligere funn av denne arten er gjort både i fekkvann og brakkevannsprøveder (Økland 1990).



Figur 2. Sammensetning av arter i bunndyrgruppene døgnfluer, steinfluer og vårfluer (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 Stramsløpet

DB7.

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

DB8 - DB10.

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

1. Bunnsubstratet består av sand og grus i stadig bevegelse og med lite næringsstilgang for bunn dyr.
2. Området skifter mellom ferskvann og saltvann noe som vanskeliggjør etablering av et stabilt bunnfyksamfunn (ferskvann eller marint).

DB11

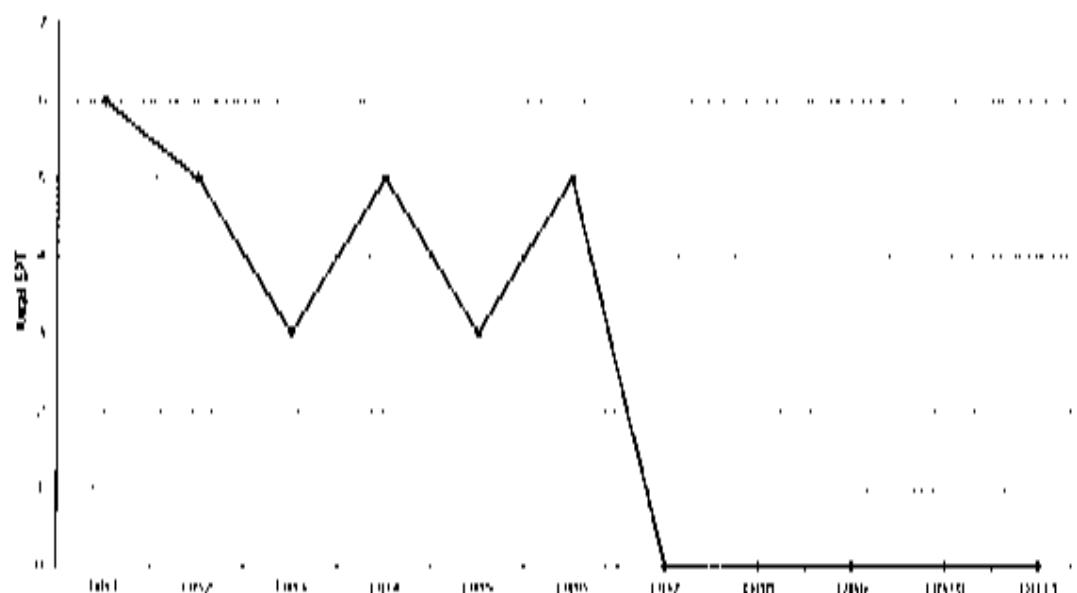
Det ble funnet noen flere bunnfygrupper på denne stasjonen enn på DB8-DB10. Fjærmygglarver og låberstemark var de to vanligste gruppene. Det var imidlertid et stort innslag også av snegler. Sneglelammene besto av én art, den samme som ble funnet på DB6; den brakkevannstolerante *Potamopyrgis pyralis*. Det ble også registrert blant marine bunnfyelementer som sneglelammestemak og marint gammeldae. 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 bunnsubstrat og er mindre utsatt for elvestrommen enn stasjonene DB8-DB10 med grus i tillegg til sand. Dette har gitt bedre forhold for brakkevannstolerante arter enn ute i hovedløpet til elven.

Tettheten av dyr i prøvene fra Bragernesløpet var i samme størrelsesorden som det som ble funnet i Drammenselven utenfor Mjøndalen og på 2-3 meters dyp på Bragernesiden i Drammen (Bækken og Laen 1997, Laen og Bækken 1998). De samme hovedgruppene var vanlige. Fjærmygg, låberstemark og sneglelammene ble stedvis funnet i høye tettheter. Den eneste døgnfluen som ble funnet ved Mjøndalen var *Cyenia humilis*, 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 vårfluerartene. Av arter som ikke ble funnet ved de ovenfor nevnte undersøkelsene, men som var vanlige i den foreliggende undersøkelsen, er sneglen *Potamopyrgis pyralis* og vårfluen *Cyenia fluvialis*.

Det er ikke funnet bunnfy 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 landfundamentene.

Tabell 6. Forekomst og tetthet av bunndyrgrupper på forskjellige stasjoner i Bragernesløpet 1981-1986 og Strømsløpet 1987-1991 nede i Drammenselva 21. juni 1999. Antall/m². Grupper merket M er sulfvann/brakkvanns-grupper/arter.

Stasjon	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
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					
Vannsnild	36		36		36	72					
Muslingkreps	18	18		36		36					
Asell	144	18		36	36	359		18			
Gammundae ^M											18
Dyrstikkerer											
Døgnfluer	54	18	72	215	36	72					
Billelarver						36					
Vårfluer	323	179	144	359	144	251					
Knottfluer					36						
Ejernmyglarver	1346	1005	772	790	969	1220		36	18	36	323
Ejernmygpupper						108					
Andre bøvinger	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 1. Antall døgnflue-, stemflue og vårfluerarter (EPT) på ulike stasjoner på tvers av Drammenselva. Bragernesløpet (1981-1986) og Strømsløpet (1987-1991)

Tabell 7. Forekomst og tetthet av døgnflue-, steinflue- og vårfluer (EFT), samt arter for enkelte andre bunnedyrgrupper på forskjellige stasjoner i Brågerfjæsløpet DB1-DB6 og Strømsløpet DB7-DB11 nedest i Drammenselva 21. juni 1999. Antall/m².

	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	DB11
	2m	2m	3m	3m	2m	2m	8m	7m	5m	5m	5m
DØGNFLUER											
<i>Ephemera macronata</i>	18										
<i>Cerix horvati</i>	36	18	72	215	36	72					
STEINFLUER											
VÅRFLUER											
<i>Oxyethira</i> sp.	18										
<i>Cyrmix flavidus</i>		36	36	36	36	36					
<i>Leptoceridae</i>	54			179	108	108					
<i>Athripsodes aterrimus</i>				108		72					
<i>Athripsodes</i> sp.		36									
<i>Mystacides azurea</i>	90	72		36		36					
<i>Mystacides</i> sp.		36	108								
<i>Chectis lacustris</i>	162										
Antall EFT	6	5	3	5	3	5	0	0	0	0	0
ANDRE ARTER											
Igler											
<i>Hebodelta stagnalis</i>	18	18			72						
<i>Herpobdella obovata</i>	18					36					
<i>Glossiphonia complanata</i>					72						
Suegler											
<i>Cyranthus acronotus</i>		18									
<i>Valvata piscinalis</i>	18	36	72	215							
<i>Potamoopyrgis jenkinsi</i>						72					192
Krepser											
<i>Asellus aquaticus</i>	144	18		36	36	359		18			
Gammaridae											18

4. Litteratur

- Andersen, J.R., Bratli, J.L., Fjeld, E., Paulsen, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rindrud, D., Røsseland, B.O. og Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av Miljøkvaliteter i ferskvann. Veileiding. Statens forurensningstilsyn, 97/04.
- Bækken, T. og Lien, L. 1994. Konsekvensanalyse "Lukket løsning Dragernes". Konsekvensanalyse for Drammenselva - tinn 1. Sedimentundersøkelser. Norsk institutt for vannforskning. Rapport O-94176.
- Bækken, T. og Lien, L. 1997. Drammenselva. Miljøvurderinger i forbindelse med utfylling av strandsoner ved Mjøndalen. Sedimentundersøkelser. Norsk institutt for vannforskning. Rapport 3687-97.
- Fjeld, E., Lien, L., Rognerud, S. og Underdal, H. 1999. Miljøtilstandsklasse i Drammenselva, 1997-1998. Tungmetaller og organiske mikroforennesninger i fisk, moser og muslinger. Norsk institutt for vannforskning. Rapport 4060-99
- Holtan, H. 1992. Ny jernbanebro over Drammenselva. Virkningene på vannmiljø. Norsk institutt for vannforskning. Rapport O-92029.
- Konieczny, R.M., Bruskelund, O., Brønstad, G., Heland, A. og Hovde, E.R. 1994. Kartlegging av miljøgifter i Drammensfjorden 1993. Norsk institutt for vannforskning. Rapport 3030.
- Lien, L. og Bækken, T. 1998. Kartlegging av bunndyr og fisk i strandsonen som er dekket av steinmasser nederst i Drammenselva. Norsk institutt for vannforskning. Rapport 3873-98.
- Lathmer, G. 1989. Bedømmingsgrunder for sjøer og vattendrag. Bakgrunnsdokument 2. Metaller. Statens Naturvårdsverk. Rapport 3628.
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson J., Rygg, B., Skerfving, J. og Sørensen, J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veileiding. Statens forurensningstilsyn, 97/03.
- Ness, M. og Børresen, M. 1998. Farnholmen, Drammen Havn. Kartlegging av forurensning i utfyllingsområde. Norges Geotekniske Institutt. Rapport 98-124-1.
- Økland, J. 1990. Lakes and swamps. Environment and Gastropoda in 1500 Norwegian lakes, ponds and rivers. Universit Book Services/Dh. W. Backhuys, Utrecht, 516 s.