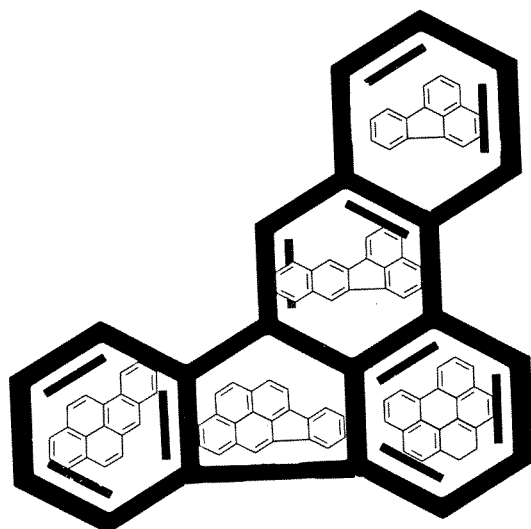


0-85138/E-92428


Maridalsvassdraget PAH i vann og sedimenter

sammenlignet med

Femunden og Farris



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.: O-85138 E-92428	Undernr.:
Løpenr.: 2994	Begr. distrib.:

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

Rapportens tittel: MARIDALSVASSDRAGET. PAH i vann og sedimenter sammenlignet med Femunden og Farris	Dato: 15.1. 1994	Trykket: NIVA 1994
	Faggruppe: Miljøgifter i ferskvann	
Forfatter(e): Gjertrud Holtan Lasse Berglind Hans Holtan	Geografisk område: Oslo og Østlandet	
	Antall sider: 28	Opplag: 50

Oppdragsgiver: Oslo vann- og avløpsverk (OVA) Norsk institutt for vannforskning (NIVA)	Oppdragsg. ref.:
--	------------------

Ekstrakt:

I 1993 er det gjennomført analyser av PAH i vann- og sedimentprøver fra Maridalsvassdraget, Farris og Femunden (referanse). Resultatene viser at Maridalsvassdraget, såvel som Farris og andre innsjøer i Østlandsområdet synes å være utsatt for en viss PAH-forurensning. Konsentrasjonene av PAH-komponenter i prøver fra Femunden er som ventet lavere enn i tilsvarende prøver fra Maridalsvassdraget og Farris. Ifølge internasjonal litteratur er PAH-verdiene i øvrige prøver likevel ikke spesielt høye, men nær antatt bakgrunsnivå, eller som en kan forvente i urbane områder.

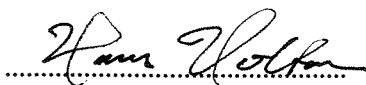
4 emneord, norske

1. Maridalsvassdraget
2. PAH-forurensning
3. Vann/sedimenter
4. Femunden/Farris

4 emneord, engelske

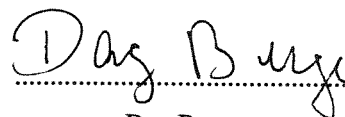
1. Maridalsvassdraget
2. PAH-pollution
3. Water/sediments
4. Femunden/Farris

Prosjektleder



Hans Holtan

For administrasjonen



Dag Berge

ISBN-82-577-2432-7

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

0-85138/E-92428

MARIDALSVASSDRAGET

PAH I VANN OG SEDIMENTER

sammenlignet med Femunden og Farris

15. januar 1994

Prosjektleder: Hans Holtan
Medarbeidere: Gjertrud Holtan
Lasse Berglind
Brynjar Hals
Stein Wisthus Johansen
John Knutzen

FORORD

Fra og med 1985 har Oslo kommune ved Vann- og avløpsverket (OVA) og Norsk institutt for vannforskning (NIVA) hatt en samarbeidsavtale om overvåking av Maridalsvannet. En kontrollundersøkelse av vannkvaliteten i innsjøen ble gjennomført i perioden 1985-1988 (Holtan, G. og P. Brettum, 1989) og undersøkelse av forurensningstilførsler fra jordbruksavrenning avsluttet i 1991 (Holtan, G. og H. Holtan, 1993). I 1989 ble Maridalsvannet og nedbørfeltet brukt som referanse ved undersøkelse av PAH-forurensning fra flytrafikken på Fornebu. Det ble da observert til dels høye PAH-konsentrasjoner i innsjøens sedimenter (Grande og medarb., 1990). OVA ved daværende seksjonsleder P. Hallberg var bl.a. derfor interessert i en kartlegging av eventuell PAH-forurensning i Oslos viktigste drikkevannskilde (Maridalsvannet). Programforslag for en enkel undersøkelse ble utarbeidet av NIVA i 1992 og undersøkelsen gjennomført i 1993.

Prøver fra Maridalsvannet og andre innsjøer i Maridalsvassdraget (vann og sedimenter) ble samlet inn i juni og prøver fra Femunden (referanse) i oktober.

B. Hals og S. W. Johansen (NIVA) har vært ansvarlige for gjennomføring av feltarbeidet. De innsamlede prøvene er analysert ved NIVAs kjemilaboratorium. Ansvarlig for dette arbeidet har vært L. Bergliind.

G. Holtan (NIVA) har skrevet programmet for undersøkelsen og utarbeidet rapporten. H. Holtan har vært NIVAs ansvarlige prosjektleder. Han har bidratt med gjennomlesning og kommentarer til rapporten. Videre har D. Berge og J. Knutzen (NIVA) gjennomgått og kommentert rapporten.

Halvparten av undersøkelsen i Maridalsvassdraget er finansiert av Oslo kommune, den andre halvparten av NIVAs interne forskningsmidler. Undersøkelsen av Femunden er i sin helhet finansiert av NIVA.

INNHOOLD

FORORD	2
SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	4
1. INNLEDNING	6
1.1 Bakgrunn	6
1.2 Målsetning	6
2. MATERIALE OG METODER	7
2.1 Prøvetakingsstasjoner og prøvetakingstidspunkt	7
2.2 Prøvetakings- og analysemetoder	9
3. PAH-KILDER, TRANSPORTVEIER OG BAKGRUNNSNIVÅER	11
3.1 PAH-kilder og transportveier	11
3.2 Bakgrunnsnivåer	12
4. RESULTATER OG KOMMENTARER	13
4.1 PAH i vann	13
4.2 PAH i sedimenter	15
5. REFERANSER	19
6. VEDLEGG	21

SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Maridalsvassdraget tjener som drikkevannskilde for Oslo. Det er derfor knyttet strenge restriksjoner til alle former for aktiviteter både i selve innsjøen og i nedbørfeltet. Ved undersøkelse av PAH-forurensning fra flytrafikken på Fornebu i 1989 ble Maridalsvannet og nedbørfeltet brukt som referanse. Det ble da observert til dels høye PAH-konsentrasjoner i innsjøens sedimenter.

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i vann kan skyldes atmosfærisk bidrag, tilførsel fra industriell virksomhet, veitrafikk m.m. PAH-komponentene adsorberes i vesentlig grad til partikulært materiale, spesielt organiske forbindelser.

PAH i ferskvann er bare sporadisk undersøkt her i landet, og vi kjenner lite til stoffenes utbredelse og konsentrasjon. Observasjoner midt på 80-tallet og senere har imidlertid gitt relativt høye konsentrasjoner.

Hovedmålsetningen med undersøkelsen har vært å belyse ovennevnte forhold. Samtidig med utarbeiding av program for denne undersøkelsen ble det imidlertid planlagt gjennomført en liknende undersøkelse av Farris (drikkevannskilde for store deler av Vestfold). Det var da av interesse å påvise eventuelle konsentrasjonsgradienter fra potensielt utsatte innsjøer til mer avsidesliggende. En mer regional undersøkelse ble derfor planlagt. Pga redusert bevilgning ble undersøkelsene begrenset til Maridalsvannet og vassdraget, Femunden og Farris, samt enkelte eksempler fra tidligere observasjoner, hovedsakelig fra vannforekomster i Oslo- og Østlandsområdet.

Resultatene viser at Maridalsvassdraget såvel som Farris og andre vannforekomster i Østlandsområdet synes å være utsatt for en viss PAH-forurensning. I følge internasjonal litteratur er imidlertid ikke konsentrasjonene av PAH-komponenter i de undersøkte vannprøver spesielt høye, heller ikke i de fleste av sedimentprøvene. I Canadian Water Quality Guidelines (1987) heter det at naturlige konsentrasjoner av Total-PAH i ferskvann varierer fra 20 til 3790 ng Total-PAH/l, mens tilsvarende konsentrasjoner i ferskvannsedimenter varierer fra 1 til 17000 µg Total-PAH/kg tørrvekt. En prøve fra Maridalsvassdraget (Øyungen) samt tre prøver fra tidligere undersøkelser (Nesøytjern, Padderudvann og Sems vann, alle i Asker kommune utenfor Oslo) hadde høyere konsentrasjoner, og særlig høye var konsentrasjonene i de to sistnevnte innsjøer med 53000 og 34000 µg/kg. Mengden og andelen potensielt kreftfremkallende PAH-stoffer var imidlertid høyest i Øyungen-prøven med 13000 µg/kg, dvs. 59 %, i forhold til 3 og 12 %.

Det foreligger få bakgrunnsverdier for PAH-innholdet i ferskvann og ferskvannsedimenter i Norge. Bortsett fra den ovennevnte prøven fra Øyungen synes resultatene å tyde på at PAH-innholdet både i overflate- og dypvannsedimenter i innsjøer i Maridalsvassdragets nedbørfelt til dels er i samme nivå som i tilsvarende prøver fra Farris, mens verdiene for Femunden er langt lavere. Vi ser her bort fra komponenten perylen som i følge litteraturen kan dannes naturlig (den høyeste perylenverdien ble påvist i en av prøvene fra dyplagsedimentene av Femunden).

Når det gjelder vannprøvene, ble det ikke funnet potensielt kreftfremkallende PAH-komponenter i Femunden. I øvrige 10 prøver varierte KPAH fra 0.2 (Øyungen) til 2.7 ng/l (Skjær sjøen). Benzo(a)pyren ble påvist i 4 av prøvene fra Maridalsvassdraget og varierte fra 0.2 til 0.3 ng/l. Disse verdier er betydelig lavere enn Folkehelsas krav til drikkevann, og kan sammenliknes med tilsvarende undersøkelser av råvannskilder i Rana, Namdal og Hallingdal, hvor KPAH-innholdet i prøvene varierte fra 0 til 1.3 ng/l, mens Benzo(a)pyren ikke ble påvist. Mht bakgrunnsnivå var st. Mn i Maridalsvannet den eneste sammen med råvannskilden i Hallingdal, hvor resultatene lå noe høyere enn antatte bakgrunnsverdier for tilnærmet uberørt ferskvann (20-50 ng/l). For Benzo(a)pyren var alle resultater innenfor intervallet 0.1-1.0 ng/l.

En viktig årsak til PAH-innholdet i prøvene fra Maridalsvassdraget er nærheten til Oslo (atmosfærisk nedfall pga industriell virksomhet, ved-/og oljefyring og ikke minst veitrafikken der hovedkilden er forbrenningsprodukter fra drivstoff og slitasjeprodukter fra asfalt). Det kan her nevnes at den høyeste PAH-verdien i vannprøvene ble funnet i prøven fra den stasjonen i Maridalsvannet som ligger nærmest Maridalsveien. Både for Farris i Vestfold og Padderudvann i Asker/Akershus antas PAH-innholdet i prøvene i vesentlig grad å ha sammenheng med stor trafikk på motorveien (E18). Høyt PAH-innhold i prøvene fra Nesøytjern og Sems vann i Asker og fra Øyungen i Maridalsvassdraget er vanskeligere å forklare. Ved siden av atmosfærisk påvirkning, kan skogbranner være en medvirkende årsak. Større branner kan forårsake betydelige tilførsler til nærliggende vann, og derved gi høye verdier i sedimentene. Nevnte faktorer vil også gjelde for øvrige vannkilder, hvor nærheten til by-/industri-område og stor trafikk (særlig på vei) er av avgjørende betydning for påvirkningsgrad. I tillegg kan enkelte PAH-stoffer (f.eks. perylen) dannes naturlig, noe som særlig vises i dyplagsedimentene, og hvor den høyeste verdien i denne undersøkelsen som nevnt ble målt i en av prøvene fra Femunden.

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Maridalsvannet tjener som drikkevannskilde for Oslo. Det er derfor knyttet strenge restriksjoner til alle former for aktiviteter både i selve innsjøen og i nedbørfeltet. Ved undersøkelse av PAH-forurensning fra flytrafikken på Fornebu i 1989 ble Maridalsvannet og nedbørfeltet brukt som referanse. Det ble da observert til dels høye PAH-konsentrasjoner, bl.a. i innsjøens sedimenter.

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) dannes ved ufullstendig forbrenning eller omsetning av organisk materiale og biosynteseprosesser. På grunn av skogbrann, vulkanisme osv. vil det alltid finnes en viss naturlig bakgrunnskonsentrasjon av PAH i vann og i sedimenter. Atmosfærisk deposisjon sammen med avrenning fra landbaserte aktiviteter (biltrafikk, industri, søppelfyllplasser m.m.) kan medføre betydelige PAH-forurensninger i vassdrag.

PAH i ferskvann er bare sporadisk undersøkt her i landet, og vi kjenner lite til stoffenes utbredelse og konsentrasjon. En undersøkelse av Padderudvannet (v/E18, nær Oslo) som ble utført i begynnelsen av 80-årene av Lygren og Gjessing (1984), viste at avrenningen fra motorveier var betydelig. På samme tid fant Knutzen (1984) høye konsentrasjoner i Heddalsvannet, som tidligere var resipient for et ferromanganverk. Videre viser nyere undersøkelse (1991) bl.a. av Padderudvannet økte verdier (Bækken og medarb., in press). Mer tilfeldige observasjoner bl.a. i Farrisvannets sedimenter har også gitt relativt høye konsentrasjoner (Holtan og medarb., 1983).

Internasjonale undersøkelser f.eks. i Canada (se ref. i Knutzen, 1989), har vist at PAH-konsentrasjonen, kan være uønsket høy i vannforekomster som ligger utsatt til for industriforurensninger.

1.2 Målsetning

Samtidig med utarbeiding av program for denne undersøkelsen ble det planlagt gjennomført en liknende undersøkelse i Farris (drikkevannskilde for store deler av Vestfold fylke). Det var da av interesse å påvise eventuelle konsentrasjonsgradienter fra potensielt utsatte innsjøer til mer avsidesliggende. Opprinnelig ble det derfor planlagt å gjennomføre en mer regional undersøkelse i Østlandsområdet. På grunn av redusert bevilgning ble undersøkelsene begrenset til Maridalsvannet og vassdraget, samt Femunden og Farris.

Hovedmålsetningen med undersøkelsen har vært å belyse ovennevnte forhold (kap. 1.1), dvs. PAH-nivået i vann og sedimenter fra to representative større drikkevannskilder og en større innsjø fjernt fra sivilisatorisk påvirkning ved trafikk og lokal luftforurensning.

2. MATERIALE OG METODER

2.1 Prøvetakingsstasjoner og prøvetakingstidspunkt

De benyttede prøvetakingsstasjoner fremgår av fig. 1 (Maridalsvannet med tilløp og utløp) og av fig. 2 (Maridalsvassdraget), mens beliggenhet av innsjøene Farris og Femunden sammen med enkelte tidligere undersøkte vannforekomster, er vist i fig. 3.

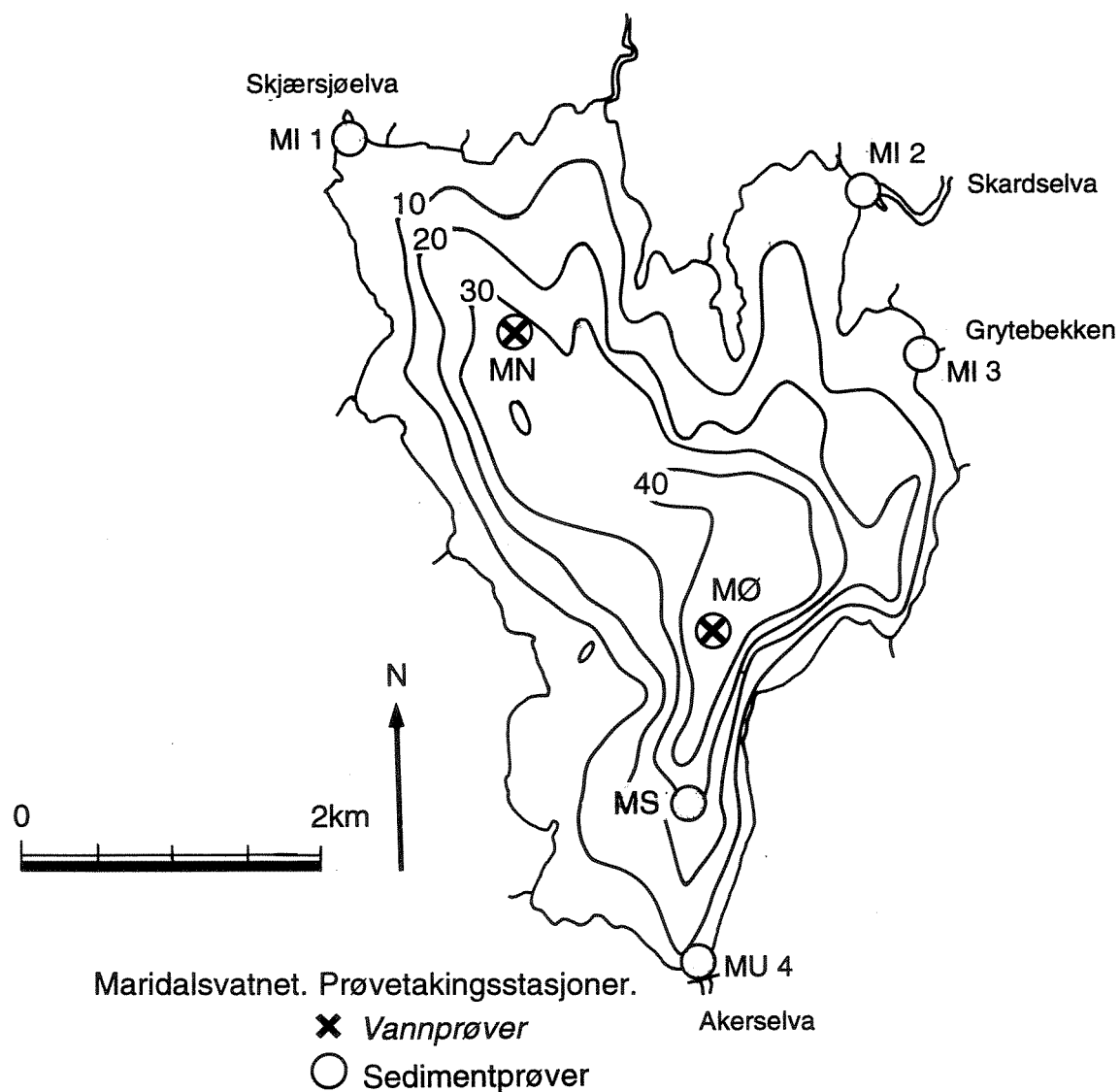


Fig. 1. Maridalssvatnet med prøvetakingsstasjoner 1993

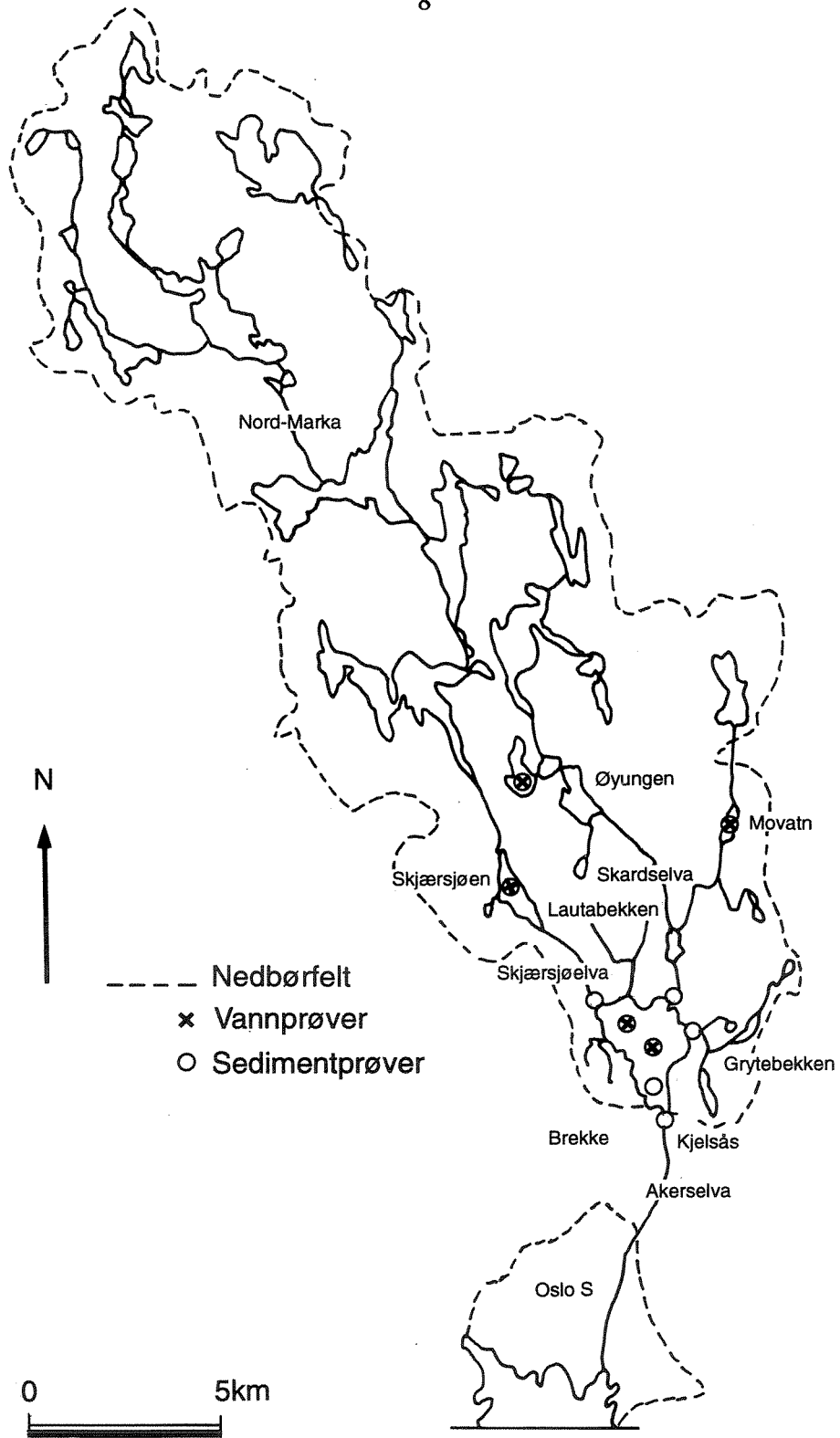


Fig. 2. Maridalsvassdraget med prøvetakingsstasjoner 1993

I følge programmet ble det innhentet vannprøver fra overflate- (1 m) og dyplag (ca. 1 m over bunnen) fra to stasjoner i Maridalsvannet (fig. 1 og nedenfor) og prøver fra en stasjon i innsjøene Movannet, Skjærsvjøen og Øyungen, hhv den 11. og 10. juni. (fig. 2 og nedenfor). Fra Femunden ble det samlet inn vannprøver fra to stasjoner den 7. oktober (se nedenfor). Tilsammen ble det fra disse lokaliteter samlet inn 14 vannprøver.

Videre ble det innhentet sedimentkjerner fra de samme stasjoner og i tillegg 3 prøver fra innløps- og 2 prøver fra utløpsområdet til Maridalsvannet (fig. 1), i alt 12 sedimentkjerner.

MN	Maridalsvannet Nord	Nær Maridalsveien, ca. 38 m dyp
MØ	Maridalsvannet Øst	Nær/i omr. hvor drikkevannsinnt. er plassert, ca. 40 m dyp
MS	Maridalsvannet Sør	Nær Brekkeveien, ca. 20 m dyp
MI1	Innløp Nordvest	Skjærsvjøelva
MI2	Innløp Nordøst	Skardselva
MI3	Innløp Øst	Grytebekken
MU4	Utløp	Akerselva
MO	Movannet	Innsjøens sentrale vannmasser, ca. 12 m dyp
Sk	Skjærsvjøen	Innsjøens sentrale vannmasser, ca. 18 m dyp
ØY	Øyungen	Innsjøens sentrale vannmasser, ca. 25 m dyp
FEI	Femunden N	Nord for Elgå, ca. 40 m dyp
FEII	Femunden S	Dypeste område, 150 m dyp

Den 24.8 ble det samlet inn sedimentkjerner fra 4 stasjoner i Farris h.h.v. st. I, nær utløpet (28 m dyp), st. II, (72 m dyp), st. III, (120 m dyp) og st. IV (127 m dyp). Resultatene fra denne observasjons-serien og for 3 serier fra enkelte av tilløpene (vannprøver) er foreløpig bearbeidet (H. Holtan, 1993). Undersøkelse av Farris vil imidlertid fortsette i 1994. For nærmere spesifikasjon av prøvetakingssteder etc. og mer utførlig informasjon om resultatene herfra, vises til 1993-rapporten og senere rapporter.

2.2 Prøvetakings- og analysemetoder

Vannprøvene ble samlet inn på spesialvaskede 5-liters glassflasker. Sedimentprøvene ble tatt ved hjelp av en rørhenter med indre diameter 60 mm (Skogheim, 1979). Kjernen ble splittet i 2 cm tykke sjikt, overflatesedimenter 0-2 cm og dyplagsedimenter i varierende nivå, innenfor 10-22 cm (tab. 2).

De analysemetoder som er anvendt er inngående beskrevet av Berglind og Gjessing (1980) og er her bare kort gjennomgått.

Fremgangsmåten kan sammenfattes i følgende punkter:

1. Ekstraksjon av PAH fra prøven (vann og sediment)
2. Rensing av ekstrakt for fjerning av forstyrrende stoffer (clean-up)
3. Separasjon av PAH-forbindelsene på GC-FID og GC-MSD
4. Identifikasjon og kvantifisering av de ulike PAH.

Vannprøvene ble ekstrahert i prøveflaskene med cyklohexan vha magnetrører. Ekstraktene ble deretter redusert i volum og rensset på silicagel før analyse. Sedimentprøvene ble først frysetørket og deretter ekstrahert i Soxhletapparat med cyklohexan. Sedimentekstraktene ble rensset ved partisjonering med N, N-dimetylformamid (DMF). Deretter ble ekstraktene rensset på silicagel.

Den gasskromatografiske separasjon ble utført på gasskromatograf (Hewlett Packard 5890 Series II) utstyrt med glasskapillarkolonnes, "splitless injector" og masseselektiv detektor (MSD).

Forbindelsene ble identifisert ut fra retensjonstider og selektive ioner. Kvantifisering skjedde ut fra indre standarder som ble tilsatt prøvene før ekstraksjon.

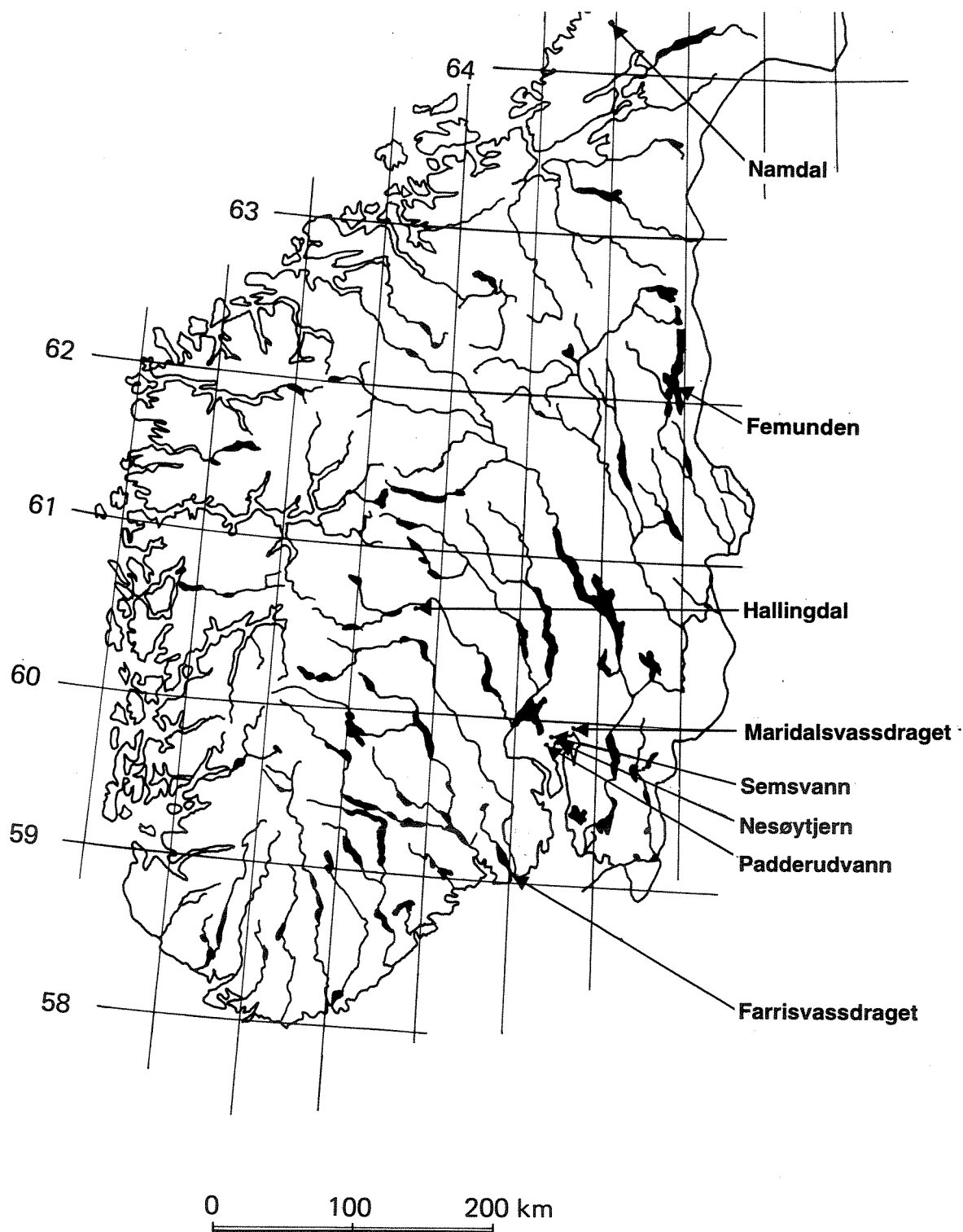


Fig. 3. Sør-Norge. Enkelte lokaliteter hvor det ved forskjellige anledninger er foretatt PAH-målinger i vann/sedimenter i perioden 1989-1993

3. PAH-KILDER, TRANSPORTVEIER OG BAKGRUNNSNIVÅER

3.1 PAH-kilder og transportveier

Den følgende fremstilling (kap. 3) er i sin helhet hentet fra Knutzen (1989). For øvrige referanser til "PAH-kilder og transportveier" vises til denne rapporten.

Ved siden av kull og råolje er den primære kilde for PAH alle former for ufullstendig forbrenning av organisk materiale. Ved oppheting spaltes større organiske molekyler (pyrolyse), og de ofte ustabile spaltingsproduktene kan reagere med hverandre eller andre stoffer til PAH (pyrosyntese). Dette hovedprinsippet omfatter en rekke dannelsesveier, som gir bakgrunnen for at PAH og beslektede heterosykliske stoffer omfatter mange hundre forbindelser.

Kull inneholder en betydelig andel aromater, sammenbundet til et polymert materiale. PAH ekstraheres derfor bare vanskelig fra kull, men forbindelsene frigjøres/dannes når kull varmes opp eller prosesseres.

Råolje inneholder en varierende mengde PAH (<1-10%) og med et klart høyere innslag av alkylerte PAH enn i produktene fra ufullstendig forbrenning, der usubstituerte molekyler dominerer. I skiferolje og syntetisk olje fra kull kan PAH-andelen være så høy som 15%. Etter raffinering er PAH oppkonsentrert i de tyngre fraksjonene (bunkersolje, asfalt).

Også naturgass kan være en forurensningskilde for PAH.

Nåtidig naturlig dannelse av enkelte PAH-forbindelser menes først og fremst å skje i et reduserende miljø med utgangspunkt i bl.a. biologiske fargestoffer bygget over en polyaromatisk grunnstruktur (f.eks. forskjellige kinoner). Slike prosesser finner typisk sted i myrer og anaerobe sedimenter, der PAH også er meget stabile. Andre forløpere til PAH er isoprenoider og terpenoider.

Bare relativt få PAH dannes i særlige mengder på denne måten. Det beste eksemplet er kanskje perylen, dessuten reten, pinantren, og enkelte fenantren- og chrysenderivater. Naturlig forekommende PAH i kull omfatter reten og metylerte chrysen, picener og fenantrener.

Vulkanutbrudd og særlig skogbranner er sammen med sig fra oljeforekomster de viktigste årsakene til at man har et naturlig bakgrunnsnivå av en rekke PAH som samtidig kommer fra menneskelig virksomhet.

Direkte biosyntese ved visse bakterier, alger og høyere planter, har vært hevdet påvist, men bevismaterialet er omdiskutert og tvilsomt.

Sivilisatoriske kilder omfatter først og fremst forbrenning av fossilt brensel, enten for oppvarmings- og strømforsyningsformål eller i forbindelse med industri, spesielt en del typer smelteverk, koksproduksjon og raffinerier. Bilavgasser og asfaltslitasje er også betydelige kilder.

Til vann kommer PAH som direkte atmosfærisk nedfall, ved avrenning fra land, oljespill og med kloakkutslipp og industrielt spillvann. I Norge spiller utslipp til luft og vann fra smelteverk (aluminium-, ferrolegering- og karbidproduksjon) en særlig viktig rolle for lokale resipienter.

For kvantifisering av ulike kilders betydning i forskjellige sammenheng vises til ovennevnte rapport og til Berge og medarb. (in press).

3.2 Bakgrunnsnivåer

Med uttrykket "bakgrunnsnivåer" menes her konsentrasjoner som det er vanlig å registrere i vannforekomster utenfor direkte innflytelse av punktkilder. Knutzen (1989) antyder i sin rapport som tentativ retningslinje at tilnærmet uberørt ferskvann neppe inneholder mer enn 0.1-1 ng/l Benzo(a)pyren og 20-50 ng/l Total PAH, men tilføyer at regnvann ofte kan inneholde mer enn overflatevann. Det understrekes i rapporten at "pålitelige data om PAH-konsentrasjoner i ferskvannsføremster er begrenset". Videre at PAH har en kompleks vannkjemi. Et karakteristisk trekk er tilknytningen til partikler og dermed ofte svingninger i takt med vannets turbiditet. Et annet forhold er assosiasjonen med humus og derved redusert ekstraherbarhet.

M.h.t. ferskvannsedimenter viste Knutzen (1989) at variasjonen i Total-PAH i overflatesedimenter som antas å være utenfor innflytelse av utslipp til vann, går over mer enn 2 størrelsesordener, og fant det derfor ikke mulig å operere med et praktisk anvendelig bakgrunnsintervall. For bl.a. Benzo(a)pyren ble det i gjennomgått datamateriale funnet en variasjon på mer enn 3 størrelsesordener. Datagrunnlaget om PAH i naturlige innsjøsedimenter i Norge er dessuten sparsomt. Van de Meent og medarb. (1990) har gitt noen eksempler på maksimale akseptable risikonivåer (MAR) for PAH-komponenter i ferskvannsedimenter og eksempler på bakgrunnsverdier i "preantropogene" Rhinsedimenter:

PAH-komponenter (Benevning, mg/kg tørrvekt)	MAR	"Bakgrunn"
Antracen	5.2	0.02
Benzo(a)antracen	2.0	0.001
Benzo(k)fluoranten	2.5	0.005
Benzo(g,h,i)perylene	2.0	0.003
Benzo(a)pyren	2.5	0.004
Chrysen	2.0	0.005
Fenantren	4.6	0.03
Fluoranten	1.6	0.01
Indeno(1.2.3-cd)pyren	2.5	-
Naftalen	1.3	-

Det gjøres oppmerksom på at de preantropogene sedimenter er vanskelig å sammenlikne med de sedimentkjerner vi måler i her i landet, særlig med overflatesedimentene (kap. 4.2, s. 18) . Videre understrekes det at MAR-verdiene ikke er forslag til kriterier.

4. RESULTATER OG KOMMENTARER

Samtlige analyseresultater av PAH er angitt i tabellene I til VIII i Vedlegg. I teksten som følger vil bare hovedresultatene bli fremstilt i summariske tabeller.

4.1 PAH i vann

Resultatene av vannprøvene fremgår av tabellene I til III i Vedlegg, tabellen nedenfor og fig. 4.

Tabell 1 gir en oversikt over Total-PAH, egentlige PAH-komponenter, sum potensielt kreftfremkallende komponenter (KPAH, etter IARC, 1987) og Benzo(a)pyren, som bl.a. Folkehelsa anvender i sine kvalitetsnormer (1987).

Tabell 1. PAH-verdier i vannprøver fra innsjøene Maridalsvannet, Movannet, Skjærsvjøen, Øyungen og Femunden 1993 samt 3 råvannskilder (benevning: nanogram/l).

0 = <0.2 ng/l * = 1 m over bunnen. ** = Råvannskilde.

STASJON	DATO	TOT - PAH		EGENTL. PAH		SUM KPAH		B(a) PYREN	
		Overfl (1 m)	Dyplag *	Overfl (1 m)	Dyplag *	Overfl (1 m)	Dyplag *	Overfl (1 m)	Dyplag *
ØY	10/6-93	26.6	19.2	5.1	7.6	0.2	1.4	0	0
MO	10/6-93	36.9	22.0	13.7	9.3	0.6	1.6	0.2	0.2
SK	10/6-93	26.4	35.6	6.9	15.5	0.7	2.7	0	0.3
MN	11/6-93	62.7	23.0	24.5	5.8	1.2	1.0	0.2	0
MØ	11/6-93	32.0	20.3	5.0	6.0	0.2	1.2	0	0
FE I	7/10-93	11.4	9.6	6.9	5.9	0	0	0	0
FE II	7/10-93	29.4	8.3	10.7	4.9	0	0	0	0
Hallingdal **	21/9-93	133.1		111.5		1.3		0	
Namdal **	15/1-93	9.3		8.1		0		0	
Rana **	4/10-91	14.0		6.3		0.8		0	

Tot-PAH = Total-PAH, Egentl. PAH = PAH-komponenter fra og med Fluoren (dvs. fratrukket disykliske forbindelser, som for det meste er oljeavledet), Sum KPAH = sum potensielt kreftfremkallende PAH, B(a)pyren = Benzo(a)pyren.

Kommentarer til PAH i vannprøver (tabell 1, fig. 4)

Resultatene viser nivåer fra ca. 8-63 ng/l. I overflateprøvene fra innsjøene i Maridalsvassdraget varierte verdiene for Total-PAH fra ca. 26.5 ng/l (Skjærsvjøen og Øyungen) til ca. 63 ng/l (Maridalsvannet, st. MN). I dyplagene var variasjonsbredden fra ca. 19 (Øyungen) til ca. 36 (Skjærsvjøen) ng/l. I dypvannsprøvene fra Maridalsvannet var verdiene hhv 20.3 (st. MØ) og 23.0 (st. MN) ng/l. I prøvene fra Femundens overflatelag var Total-PAH 11.4 og 29.4, i dyplagene 9.6 og 8.3 ng/l, st. I og II, hhv.

De høyeste verdiene som ble målt i Maridalsvannet for Total-PAH, skyldes i vesentlig grad naftalener som er funnet ikke å være kreftfremkallende. De egentlige PAH-komponenter var også høyest i de samme prøver, og lavest i prøvene fra Femunden og Øyungen. Forekomst av potensielt kreftfremkallende PAH-komponenter var lavt i alle prøver, og ble ikke påvist i prøvene fra Femunden.

I henhold til Verdens helseorganisasjon (WHO, 1984) og Folkehelsas normer for godt drikkevann, skal konsentrasjonen av Benzo(a)pyren være lavere enn 10 ng/l. Av tabell 1 fremgår at de målte verdier var lavere i alle prøver. Benzo(a)pyren ble ikke påvist i prøvene fra Femunden og heller ikke i Øyungen, Skjær sjøens overflate lag eller st. MØ (nærmest drikkevannsinntaket) i Maridalsvannet. For øvrig varierte verdiene fra 0.2 ng/l som ble funnet i prøven fra Maridalsvannets dyplag (st. MN) og i prøvene fra Movannet, både overflate- og dyplag til 0.3 ng/l, som ble påvist i Skjær sjøens dypvannsmasser.

PAH-innholdet i norsk drikkevann har vært lite undersøkt. Som sammenlikningsgrunnlag vises derfor til resultater for tre enkeltprøver fra såkalt upåvirket overflatevann (råvannskilder), en prøve fra Rana i 1991, og to 1993-prøver, en fra Namdalen og en fra Hallingdal. Total-PAH refereres som lavt i disse prøver, dvs. 14 ng/l i "Ranaprøven", 9.3 ng/l i "Namdalsprøven" og 133.1 ng/l i "Hallingdal-prøven". Sum KPAH var hhv 0.8, 0 og 1.3 ng/l. Benzo(a)pyren ble ikke påvist i noen av prøvene. I "Hallingdalprøven" var innholdet av detekterte forbindelser høyere enn hva som er vanlig i upåvirket overflatevann, men tilfredsstillende mht PAH-innhold i drikkevann, iflg. WHO's og Folkehelsas krav (pers. medd. L. Berglind). Som vist ovenfor ligger resultatene for "Rana"- og "Namdalsprøven" i samme område som for de fleste prøvene fra Maridalsvassdraget og fra Femunden, og dermed innenfor antatt bakgrunnsnivå (kap. 3.2).

Overflateprøven fra st. MN i Maridalsvannet var den eneste hvor resultatene for Total-PAH (62.7 ng/l) lå høyere enn de antatte bakgrunnsverdier for tilnærmet "uberørt" ferskvann, (20-50 ng/l). For Benzo(a)pyren var alle resultater innenfor intervallet 0.1-1 ng/l.

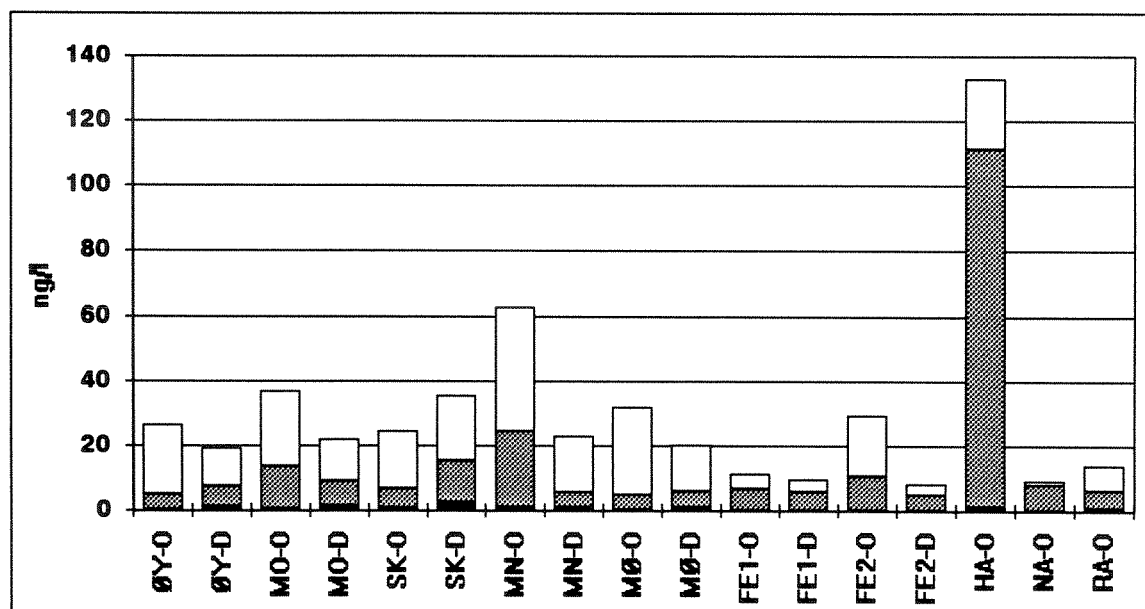


Fig. 4. Total-PAH (hel søyle), oljebaserte PAH-komponenter (grå og sort del av søyle) og karsinogent PAH (sort del av søyle) i vannprøver fra O = overflate (1 m), og D = dyplag (1 m over bunnen) fra Maridalsvassdraget og Femunden 1993, samt enkelte råvannskilder 1991-1993 (Ha=Hallingdal, Na=Namdalen og Ra=Rana)

4.2 PAH i sedimenter

Resultatene fra sedimentprøvene fremgår av tabellene IV til VIII i Vedlegg, tabellen nedenfor og fig. 5 - 7.

Verdiene for Total-PAH, Sum KPAH, Benzo(b)fluoranten, Benzo(a)pyren og perylen er fremstilt i tabell 2 A og B.

Tabell 2. Konsentrasjoner av PAH-komponenter i sedimentprøver fra Maridalsvannet med inn- og utløp, Movannet, Skjærsjøen og Øyungen, samt fra 2 stasjoner i Femunden og 4 stasjoner i Farris, 1993, 5 stasjoner i Padderudvann (PA), 1 stasjon i Sems vann (SE), 1991 og 1 stasjon i Nesøytjern, 1989 (benevning: µg/kg tørrvekt).

0= <0.5 µg/kg tørrvekt

A: Overflatesedimenter (0-2 cm)

STASJON	DATO	TOT-PAH	SUM KPAH		B(b)FLUORANTEN		B(a)PYREN		PERY-LEN
				% T-PAH		% KPAH		% KPAH	
FE I	7/10-93	503	124	25	56	45	17	14	13
FE II	7/10-93	1635	488	30	412	84	29	6	111
ØY	10/6-93	22279	13181	59	4205	32	1032	8	281
MO	10/6-93	6765	2761	41	1590	58	196	7	2483
SK	10/6-93	4991	2889	58	1253	43	201	7	421
MI 1	11/6-93	8070	3830	47	1170	31	624	16	153
MI 2	11/6-93	1879	950	51	403	42	115	12	59
MI 3	11/6-93	1263	605	48	241	40	91	15	81
MN	26/6-89	5864	3179	54	1738	55	419	13	132
MN	26/10-89	3248	1376	42	799	58	94	7	0
MN	11/6-93	4928	2824	57	1380	49	246	9	109
MØ	11/6-93	6107	3449	56	1780	52	246	7	539
MS	11/6-93	2230	1199	54	543	45	174	15	162
MU 4	11/6-93	3312	1609	49	766	48	171	11	198
PA 3 m S	15/10-91	7297	1050	14	449	43	112	11	159
PA 6 m S	15/10-91	6458	1386	21	715	52	121	9	251
PA 20 m	15/10-91	53273	1677	3	892	53	139	8	103
PA 3 m N	15/10-91	3712	136	4	67	49	15	11	262
PA 6 m N	15/10-91	25091	1013	4	452	45	108	11	173
SE 24 m	15/10-91	33735	4044	12	1893	47	436	11	386
NE	2/6-89	21502	7768	36	3648	47	1336	17	395
NE	19/10-89	3298	2200	37	1302	59	385	17	0
FA I	24/8-93	6037	3422	57	2.043	60	198	6	492
FA II	24/8-93	10114	6211	61	3404	55	337	5	161
FA III	24/8-93	12049	6879	57	3389	49	346	5	711
FA IV	24/8-93	8690	4678	54	2195	47	262	6	116

Kommentarer til prøver fra overflatesedimenter (tabell 2A, fig. 5 og 6)

Analysene ble tatt av de øverste to cm av sedimentet. Bortsett fra den ene verdien fra Øyungen som var spesielt høy, varierte verdiene i prøvene fra Maridalsvassdraget i størrelsesorden fra 1300 til 8100 µg/kg tørrvekt. Som ventet var konsentrasjonene i prøvene fra Femunden lavere enn i de øvrige innsjøprøver (ca. 500 µg/kg på den ene stasjonen og vel 1650 µg/kg på den andre). Innholdet av Sum KPAH var relativt høyt i Maridalsprøvene (41-59% av total-PAH), dvs. i samme nivå som i prøver fra Maridalsvannet i 1989 og i omtrentlig samme nivå som i prøver fra Farris i 1983 og 1993 (54-61% av Total-PAH). I Femunden var de målte KPAH-konsentrasjonene lavere, 25 og 30% av Total-PAH.

I prøver av overflatesedimentene tatt sentralt i innsjøene Padderudvannet og Semsvannet ble det i 1991 funnet svært høye Total-PAH-verdier, mens innholdet av KPAH var lavt i forhold til resultatene for Maridalsvassdraget og for Farris. Høyest KPAH-verdi ble funnet i prøven fra Øyungen (vel 13000 µg/kg, dvs. 59 % av det totale). Total-PAH lå her i samme område som i analyseresultater fra Nesøytjern i Asker (1989), mens Sum KPAH var langt høyere i Øyungens overflatesedimenter enn i Nesøytjernets. Av KPAH-komponentene var Benzo(b)fluoranten viktigst i alle prøver, så nær som i prøven fra Øyungen hvor innholdet av Ind(1,2,3cd)pyren var høyest (38%) og dernest Benzo(b)-fluoranten (32%). Benzo(a)pyren ble påvist i alle prøver og varierte fra 7 til 16 % av Sum KPAH.

B: Dyplagsedimenter (Tabell 2. Forts.)

STASJON	DYP/cm	TOT-PAH	SUM KPAH		B(b)FLUORANTEN		B(a)PYREN	PERY-LEN
				% T-PAH		% KPAH		
FE I	12-14	256	10	3.9	5	50	0	100
FE II	14-16	8815	8	0.1	8	100	0	8500
ØY	20-22	2532	316	12.5	104	33	41	2020
MO	20-22	3975	0	0	0	0	0	3923
SK	20-22	3008	51	1.7	20	39	0	2906
MI 1	14-16	1615	36	2.2	0	0	28	1269
MI 2	10-12	1069	525	49.1	221	42	70	175
MI 3	10-12	939	491	52.3	197	40	71	75
MN	20-22	3511	14	0.4	14	100	0	3473
MØ	20-22	4891	49	1.0	27	55	0	4834
MS	20-22	2656	44	1.7	26	59	0	2600
MU 4	10-12	4891	49	4.4	27	55	0	4834
FA I	20-22	37	5	13.5	5	100	0	25
FA II	20-22	1341	16	1.2	10	63	0	1225
FA III	20-22	4945	542	11.0	234	43	38	3513
FA IV	16-18	264	24	9.1	24	100	0	197

Kommentarer til prøver fra dyplagsedimenter (tabell 2B, fig. 6 og 7)

På grunn av varierende sedimentforhold og tilstand under prøvetaking var det umulig å hente opp vel 20 cm lange søyler alle steder. Dyplagsjiktet er derfor ikke det samme på alle stasjoner, men representerer materialavsetninger før den industrielle tid.

I de fleste prøvene var PAH-konsentrasjonene i overflatesedimentene langt høyere enn i sedimenter fra dypere områder, mens forholdet var omvendt i to av prøvene. Dette var tilfelle for st. MU4 (Utløp Maridalsvannet) og st. FEII (Femunden). For begge stasjoner/prøver var perylen dominerende høyt med hhv 99 og 96% av Total-PAH. For øvrig forekom perylen i forholdsmessig høye konsentrasjoner og var det dominerende innslag i de fleste prøver fra dyplagsedimentene. I følge Wakeham og medarb. (1979) synes dette å være et kjent fenomen for ferskvannsedimenter (se også andre ref. i Knutzen, 1989). Perylen er en av enkelte PAH-komponenter som kan dannes naturlig (kap. 3.1). For øvrig kan bemerkes at perylen aldri er funnet som et så dominerende innslag i saltvanns- eller brakkvannsedimenter. Resultatene viser også at nivået i ferskvannsedimenter uten nærhet til punkt-kilder kan ligge betydelig over det man finner i tilnærmet "uberørte" marine områder (pers. medd. J. Knutzen). Antakelig kan dette skyldes at innholdet av organisk stoff (som PAH assosieres med) ofte er mye høyere i ferskvannsedimenter.

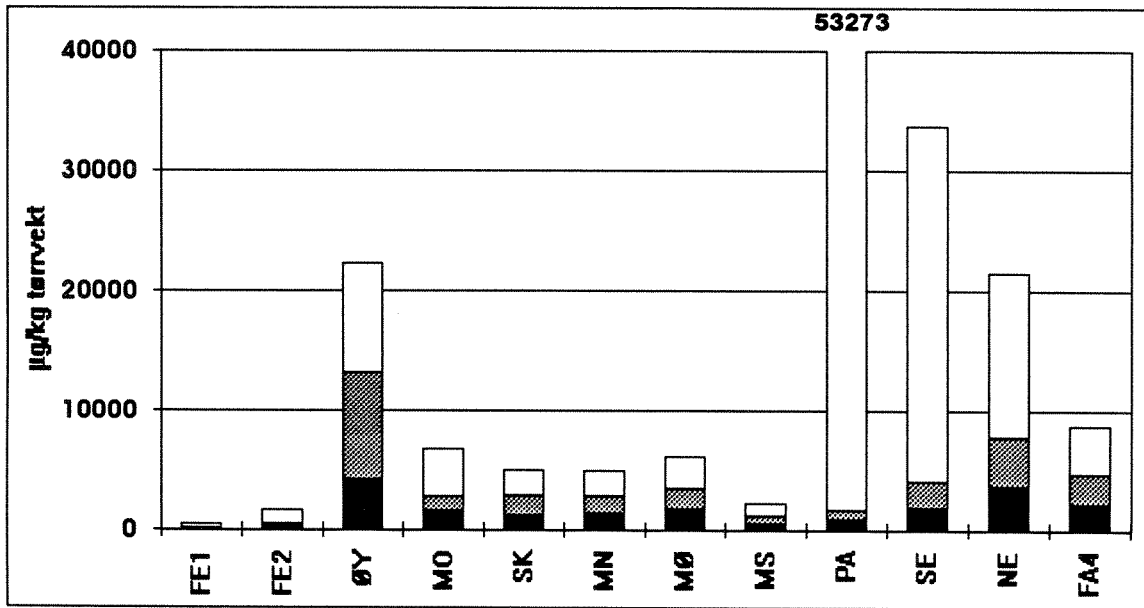


Fig. 5. Femunden, Maridalsvassdraget, Padderud- og Sems vann (Pa og Se), Nesøytjern (Ne) og Farris (Fa). Total PAH (hel søyle), karsinogent PAH (grå og sort del av søyle) og Benzo(b)-fluoranten (sort del av søyle) i overflatesedimenter 1993 (Pa og Se 1991, Ne 1989)

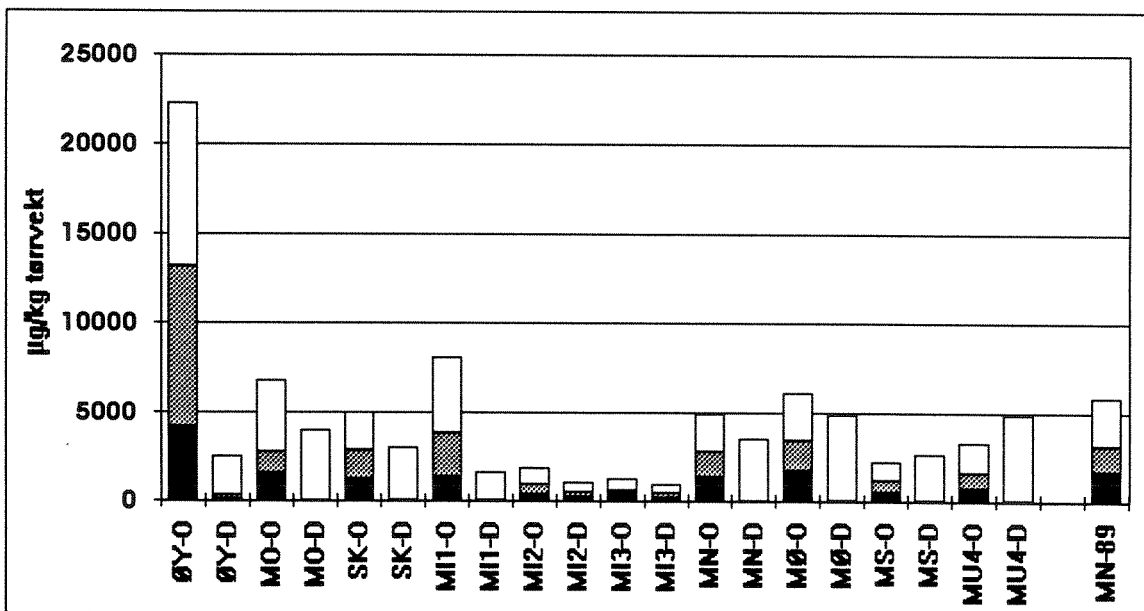


Fig. 6. Maridalsvassdraget. Total PAH (hel søyle), karsinogent PAH (grå og sort del av søyle) og Benzo(b)fluoranten (sort del av søyle) i sedimentprøver fra O = overflate- og D = dyplag 1993

Innholdet av KPAH var i alle prøver lavt i forhold til i overflatesedimentene og varierte fra 0 (st. MO) til 13.5 (st. FAII) $\mu\text{g}/\text{kg}$ i innsjøsedimentene. I to av tilløps-bekkene til Maridalsvannet (st. MI2 og MI3, Skardselva og Grytebekken hhv) var KPAH-innholdet en del høyere, ca. 50 % av Total-PAH. Som i de fleste prøver fra overflatesedimentene var Benzo(b)-fluoranten dominerende også i "dyplagsprøvene" (opptil 100% av Sum KPAH). Bare i prøven fra st. MI1 (Skjærsljøelva) var Benzo(a)pyren viktigst, og utgjorde her 78% av Sum KPAH. Benzo(a)pyren ble for øvrig påvist i 5 av 16 prøver, Benzo(b)fluoranten i 14, og for 4 av prøvene med 100 %.

Konsentrasjonene i dypvannsedimentene både i Maridalsvassdraget og Farris stemmer så noenlunde med van de Meents foreslåtte bakgrunnsverdier, eller/og lå noe høyere hvor forekomst (kap. 3.2). Konsentrasjonene av de fleste stoffer i de fleste prøver fra overflatesedimentene er langt høyere. Alle verdier ligger imidlertid til dels langt lavere enn det foreslåtte risikonivå. Det er ikke gitt risiko- eller- og bakgrunnsnivå for Benzo(b)fluoranten.

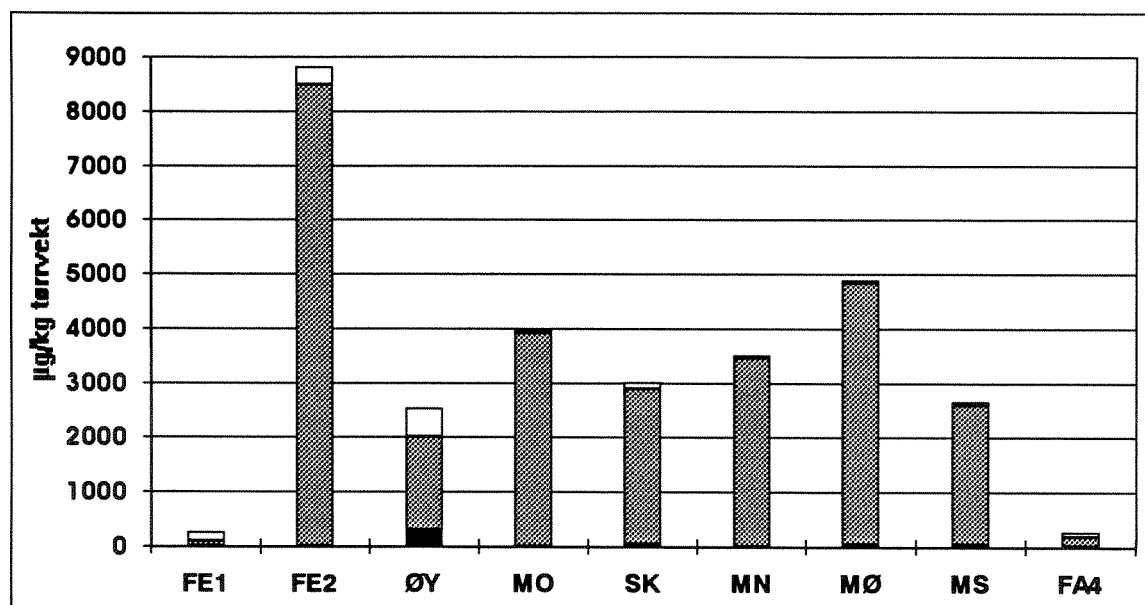


Fig. 7. Femunden, Maridalsvassdraget og Farris. Total-PAH (hel søyle,) karsinogent PAH (sort del av søyle) og perylen (grå del av søyle) i dyplagsedimenter 1993

5. REFERANSER

- Berge, D., Holtan, G., Innset, B., Knutzen, J. og S. Larsen, 1993: Materialstrømanalyse av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). NIVA-/NILU-rapport (in press).
- Berglind, L. og Gjessing, E., 1980: Utprøving av analysemetoder for PAH og kartlegging av PAH-tilførsler til norske vannforekomster.
- Bækken, T., 1993: Miljøvirkninger av vegtrafikkens asfalt og dekkslitasje. NIVA-rapport O-92090. L.nr. 2874. 42 s.
- Bækken, T. og medarb., 1993: Forurensning fra motorveg. Langtidseffekter på vannbiologien i Padderudvannet. NIVA-prosjekt 0-91113 (in press).
- CCREM (Canadian Council of Resource and Environment Ministers), 1987: Canadian Water Quality Guidelines. March 1987. Environment Canada. Ottawa.
- Grande, M., Berglind, L., Holtan, G. og M. Walday, 1989: PAH-forurensning fra flytrafikken på Fornebu mai- desember, 1989. NIVA-rapport O-89102. L.nr. 2461. 41 s.
- Holtan, G., Berglind, L., Erlandsen, A. H., Knutzen, J., Lindstrøm, E.-A. og M. Mjelde, 1984: Rutineovervåking i Farris - Siljanvassdraget 1983. Fagrapport om sedimenter, høyere vegetasjon og begroing. Overvåkingsrapport 125/84, NIVA-rapport O-8000227. L.nr. 1595. 38 s.
- Holtan, G. og P. Brettum, 1989: Kontrollundersøkelse av Maridalsvatnet. Årsrapport 1988. NIVA-rapport 0-85138/E-87684. L.nr. 2186. 14 s.
- Holtan, G. og H. Holtan, 1993: Avrenning fra jordbruksområder i Maridalen 1989-1991. NIVA-rapport O-85138/E-87684. L.nr. 2839. 41 s.
- Holtan, H., 1993: Farrisvannet, PAH i vann og sedimenter. Foreløpig notat. NIVA-prosjekt O-92212. 15 s.
- IARC, 1987: IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risk of chemicals to humus. Overall evaluation of carcinogenicity: An updating of IARC monographs volume 1 to 42. Suppl. 7. Lyon, France.
- Knutzen, J., 1984: Undersøkelse av forurensning med PAH og metaller i Heddalsvannet 1982-83. NIVA-rapport 0-82063. L.nr. 1660. 39 s.
- Knutzen, J., 1989: PAH i det akvatiske miljø - opptak/utskillelse, effekter og bakgrunnsnivåer. NIVA-rapport O-87189/E-88445. L.nr. 2205. 107 s.
- Lygren, E. og E. Gjessing, 1984: Highway pollution in a Nordic climate. NIVA-rapport O-79024. L.nr. 1603. 83 s.
- Skogheim, O.K., 1979: Beskrivelse av en sedimenthenter konstruert for prøvetaking av korte sedimentkjerner. Rapport for Årungenprosjektet 1979, nr. 2.

Statens institutt for folkehelse, 1987: Kvalitetsnormer for drikkevann. Hefte G2. 72 s.

Van de Meent, D., Aldenberg, T., Canton, J.H., van Gestel, C.A.M. & W. Sloof, 1990: Desire for levels. Background study for the policy document "Setting Environmental Quality Standards for Water and Soil" Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiene. Report 670101 002, 58 p. + annex.

Wakeman, G., Schaffner C. and W. Giger, 1979: Polycyclic hydrocarbons in Recent lake sediments - II. Compounds derived from biogenic precursors during early diagenesis. *Geochemica et Cosmochemica Acta*, Vol 44 pp 415 to 429.

WHO, 1984: Guidelines for drinking-water quality, Vol. 1. Recommendations. WHO, Geneve. 130 s.

6. VEDLEGG

Tabell	I	Maridalsvannet. PAH-konsentrasjoner i vannprøver fra to st. (MN og MØ) overflate (1 m) og dyplag (1 m over bunnen) 11.6-93
Tabell	II	Movann (MO), Øyungen (ØY) og Skjærsjøen (SK). PAH-konsentrasjoner i vannprøver fra overflate (1 m) og dyplag (1 m over bunnen) 10.6-93
Tabell	III	Femunden. PAH-konsentrasjoner i vannprøver fra to st. (FEI og FEII) overfl.(1 m) og dyplag (1 m over bunnen) 7.10-93
Tabell	IV	Maridalsvassdraget. PAH-konsentrasjoner i sedimentprøver fra to st. i Maridalsvannet (MN og MØ) og fra utløpet (MU4), Akerselva (overfl. og dyplag)
Tabell	V	Maridalsvannet. PAH-konsentrasjoner i sedimentprøver fra en st., MS, (overfl. og dyplag)
Tabell	VI	Maridalsvassdraget. PAH-konsentrasjoner i sedimentprøver fra tilløpene Skjærsjøelva,MI1, Skardselva, MI2, og Grytebekken, MI3, (overfl. og dyplag)
Tabell	VII	Movann (MO), Øyungen (SK) og Skjærsjøen (SK). PAH-konsentrasjoner i sedimentprøver fra overflate og dyplag
Tabell	VIII	Femunden. PAH-konsentrasjoner i sedimentprøver fra to st., FEI og FEII, (overfl. og dyplag)

Tabell I Maridalsvannet. PAH-konsentrasjoner i vannprøver fra to st. (MN og MØ) overflate (1 m) og dyplag (1 m over bunnen) 11.6-93

Navn/lokalitet : Maridalsvannet
 Oppdragsnr. : E-92429
 Prøver mottatt : 11.6.93
 Lab.kode : XAD
 Jobb nr. : 93/120
 Prøvetype : Vann
 Kons. i : Ng/l
 Dato : 2.7.93
 Analytiker : Brg

1: Maridalsvannet N 1m
 2: Maridalsvannet N dyp
 3: Maridalsvannet Ø 1m
 4: Maridalsvannet Ø dyp
 5:
 6:

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
Naftalen	17	13	16	12		
2-M-Naf.	11	2.2	6	1.4		
1-M-Naf.	6.1	1.8	4	0.9		
Bifenyl						
2,6-Dimetylnaftalen	1.1	0.2	0.5			
Acenaftalen	0.4					
Acenaften	0.9		0.5			
2,3,5-Trimetylnaftalen	1.7					
Fluoren	1.4	0.3	0.7	0.2		
Fenantren	7.3	1.1	1.9	0.9		
Antracen	0.2					
1-Metylfenantren	2.8	0.5	0.4	0.3		
Fluoranten	3.6	1.2	0.9	1.1		
Pyren	6.5	0.3	0.5	0.7		
Benz(a)antracen*	0.3					
Chrysen/trifenylen	0.9	0.7	0.4	0.8		
Benzo(b)fluoranten*	0.5	0.7	0.2	0.8		
Benzo(j,k)fluoranten*						
Benzo(e)pyren	0.4	0.4		0.4		
Benzo(a)pyren*	0.2					
Perylen						
Ind.(1,2,3cd)pyren*	0.2	0.3		0.4		
Dibenz.(a,c/a,h)ant.* 1)						
Benzo(ghi)perylen	0.2	0.3		0.4		
Coronen						
Dibenzopyrener*						
SUM	62.7	23	32	20.3		
Derav KPAH(*)	1.2	1	0.2	1.2		
%KPAH	1.9	4.4	0.6	5.9		
%Tørrstoff						

Anm.: deteksjonsgrense 0.2 ng/l

benzo(b)fluoranten inkluderer benzo(j,k)fluoranten
 * markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A+2B (sannsynlige+trolige cancerogene).
 Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren.

Tabell II Movann (MO), Øyungen (ØY) og Skjærsjøen (SK). PAH-konsentrasjoner i vannprøver fra overflate (1 m) og dyplag (1 m over bunnen) 10.6-93

Navn/lokalitet : Maridalsvassdraget
 Oppdragsnr. : E-92428
 Prøver mottatt : 11.6.93
 Lab.kode : XAD
 Jobb.nr. : 93/120
 Prøvetype : Vann
 Kons. i : Ng/l
 Dato : 2.7.93
 Analytiker : Brg

1: Movann 1m
 2: Movann dyp
 3: Øyungen 1m
 4: Øyungen dyp
 5: Skjærsjøen 1m
 6: Skjærsjøen dyp

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
Naftalen	12	6.2	11	6	12	8.1
2-M-Naf.	4.4	2.3	5.5	2.4	3.4	3.2
1-M-Naf.	3.4	2.5	3.5	2.2	2.7	3.2
Bifenyl						
2,6-Dimetylnaftalen	0.6	0.3	0.6	0.4	0.5	1.4
Acenaftylene						0.9
Acenaften	2.1	1	0.4	0.2	0.5	0.8
2,3,5-Trimetylnaftalen	0.7	0.4	0.5	0.4	0.4	2.5
Fluoren	2.4	0.8	0.9	0.3	0.7	1.5
Fenantren	5.8	1.9	2.1	1.4	2.4	4.1
Antracen						
1-Metylfenantren	1	1	0.4	0.6	0.7	1.1
Fluoranten	2	1.5	0.9	1.4	1.2	2.4
Pyren	0.9	0.6	0.2	0.7	0.4	1.3
Benz(a)antracen*						0.2
Chrysen	0.7	1	0.4	0.9	0.6	1.3
Benzo(b)fluoranten*	0.4	1	0.2	1	0.5	1.3
Benzo(j,k)fluoranten*	x)	x)	x)	x)	x)	0.3
Benzo(e)pyren	0.3	0.5		0.5	0.2	0.7
Benzo(a)pyren*	0.2	0.2				0.3
Perylen						
Ind. (1,2,3cd)pyren*		0.4		0.4	0.2	0.6
Dibenz. (a,c/a,h)ant.* 1)						
Benzo(ghi)perylene		0.4		0.4		0.4
Coronen						
Dibenzopyrener*						
SUM	36.9	22	26.6	19.2	26.4	35.6
Derav KPAH(*)	0.6	1.6	0.2	1.4	0.7	2.7
%KPAH	1.6	7.3	0.8	7.3	2.7	7.6
%Tørrstoff						

Anm.: deteksjonsgrense 0.2 ng/l

x) inkludert i benzo(b)fluoranten

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A+2B (sannsynlige+trolige cancerogene).
 Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren.

Tabell III Femunden. PAH-konsentrasjoner i vannprøver fra to st. (FEI og FEII) overfl.(1 m) og dyplag (1 m over bunnen) 7.10-93

Navn/lokalitet : Femunden
 Oppdragsnr. : 92428
 Prøver mottatt : 8.10.93
 Lab.kode : YST 1-4
 Jobb nr. : 93/193
 Prøvetype : Vann
 Kons. i : Ng/l
 Dato : 29.10.93
 Analytiker : Brg

1: FE I, 1m 6.10.93
 2: FE I, 40m 6.10.93
 3: FE II, 1m 6.10.93
 4: FE II, 130m 6.10.93
 5:
 6:

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
Naftalen	i.a	i.a	i.a	i.a.		
2-M-Naf.	i.a	i.a	i.a	i.a.		
1-M-Naf.	i.a	i.a	i.a	i.a		
Bifenyl	1	1.2	2.8	1		
2,6-Dimetylnaftalen	1.3	1	6.8	0.9		
Acenaftalen	1	0.9	6.4	0.8		
Acenaften	0.7	0.6	1.5	0.7		
2,3,5-Trimetylnaftalen	0.5		1.2			
Fluoren	0.7	0.5	2			
Fenantren	1.7	1.2	2.8	0.9		
Antracen	0.5		0.8			
1-Metylfenantren	1.2	0.8	1.4	0.7		
Fluoranten	1.5	2	2	1.9		
Pyren	1.3	1.4	1.7	1.4		
Benz(a)antracen*						
Chrysen/trifenylen						
Benzo(b)fluoranten*						
Benzo(j,k)fluoranten*						
Benzo(e)pyren						
Benzo(a)pyren*						
Perylen						
Ind.(1,2,3cd)pyren*						
Dibenz.(a,c/a,h)ant.* 1)						
Benzo(ghi)perylen						
Coronen						
Dibenzopyrener*						
SUM	11.4	9.6	29.4	8.3		
Derav KPAH(*)	0	0	0	0		
%KPAH	0	0	0	0		
%Tørrstoff						

Anm.: Deteksjonsgrense 0.5 ng/l

i.a. - ikke analysert

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A+2B (sannsynlige+trolige cancerogene).

Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren.

Tabell IV Maridalsvassdraget. PAH-konsentrasjoner i sedimentprøver fra to st. i Maridalsvannet (MN og MØ) og fra utløpet (MU4), Akerselva (overfl. og dyplag)

Navn/lokalitet : Maridalsvannet
 Oppdragsnr. : 92428
 Prøver mottatt : 14.6.93
 Lab.kode : XAI 13-18
 Jobb nr. : 93/121
 Prøvetype : Sedimenter
 Kons. i : Ug/kg tørrvekt
 Dato : 28.10.93
 Analytiker : Brg

1: MU1 0-2 cm
 2: MU1 20-22 cm
 3: MN 0-2 cm
 4: MN 20-22 cm
 5: MØ 0-2 cm
 6: MØ 20-22 cm

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
Naftalen						
2-M-Naf.						
1-M-Naf.						
Bifenyl						
2,6-Dimetylnaftalen	11	5	11	6	7	
Acenaftalen					9	
Acenaften			15			
2,3,5-Trimetylnaftalen	20	16	18	18	21	
Fluoren	10		12		15	
Fenantren	241	85	155		126	
Antracen	14		12		11	
1-Metylfenantren	58	17	23		19	
Fluoranten	372	57	425		387	
Pyren	196	27	270		244	
Benz(a)antracen*	149	10	256		215	
Chrysen/trifenylen	190	15	345		375	
Benzo(b)fluoranten*	766	59	1380	14	1780	27
Benzo(j,k)fluoranten*	117		195		269	
Benzo(e)pyren	220		397		518	
Benzo(a)pyren*	171	26	246		246	
Perylen	198	2509	109	3473	539	4834
Ind. (1,2,3cd)pyren*	341	32	627		817	22
Dibenz. (a,c/a,h)ant.* 1	65		120		122	
Benzo(ghi)perylene	173	14	312		387	8
Coronen						
Dibenzopyrener*						
SUM	3312	2872	4928	3511	6107	4891
Derav KPAH(*)	1609	127	2824	14	3449	49
%KPAH	48.6	4.4	57.3	0.4	56.5	1.0
%Tørrstoff						

Anm.: deteksjonsgrense 5 ug/kg
 * markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A+2B (sannsynlige+trolige cancerogene).
 Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomerer.

Tabell V Maridalsvannet. PAH-konsentrasjoner i sedimentprøver fra en st., MS, (overfl. og dyplag)

Navn/lokalitet : Maridalsvannet
 Oppdragsnr. : 92428
 Prøver mottatt : 14.6.93
 Lab.kode : XAI 19-20
 Jobb nr. : 93/121
 Prøvetype : Sedimenter
 Kons. i : Ug/kg tørrvekt
 Dato : 28.10.93
 Analytiker : Brg

1: MS 0-2 cm
 2: MS 20-22 cm
 3:
 4:
 5:
 6:

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
Naftalen						
2-M-Naf.						
1-M-Naf.						
Bifenyl						
2,6-Dimetylnaftalen	5					
Acenaftalen						
2,3,5-Trimetylnaftalen	17					
Fluoren						
Fenantren	33					
Antracen	6					
1-Metylfenantren	11					
Fluoranten	237					
Pyren	153					
Benz(a)antracen*	156					
Chrysen/trifenylen	144	6				
Benzo(b)fluoranten*	543	26				
Benzo(j,k)fluoranten*	102					
Benzo(e)pyren	157					
Benzo(a)pyren*	174					
Perylen	162	2600				
Ind. (1,2,3cd)pyren*	190	18				
Dibenz. (a,c/a,h)ant.* 1	34					
Benzo(ghi)perylen	106	6				
Coronen						
Dibenzopyrener*						
SUM	2230	2656				
Derav KPAH(*)	1199	44				
%KPAH	53.8	1.7				
%Tørrstoff						

Anm.: deteksjonsgrense 5ug/kg tørrvekt
 * markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A+2B (sannsynlige+trolige cancerogene).
 Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren.

Tabell VI Maridalsvassdraget. PAH-konsentrasjoner i sedimentprøver fra tilløpene Skjærsjøelva, MI1, Skardselva, MI2, og Grytebekken, MI3, (overfl. og dyplag)

Navn/lokalitet : Maridalsvannet
 Oppdragsnr. : 92428
 Prøver mottatt : 14.6.93
 Lab.kode : XAI 7-12
 Jobb nr. : 93/121
 Prøvetype : Sedimenter
 Kons. i : Ug/kg tørket materiale
 Dato : 28.10.93
 Analytiker : Brg

1: MI 1 0-2cm
 2: MI 1 20-22cm
 3: MI 2 0-2cm
 4: MI 2 20-22cm
 5: MI 3 0-2cm
 6: MI 3 20-22cm

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
Naftalen						
2-M-Naf.		12				
1-M-Naf.	15	26				
Bifenyl		34				
2,6-Dimetylnaftalen	29	14	11			
Acenaftylen	44	73				
Acenaften	64					
2,3,5-Trimetylnaftalen	20	22	18	17	15	15
Fluoren	49	40	8			
Fenantren	551		94	28	78	18
Antracen	127	44				
1-Metylfenantren	85	5	10	18		5
Fluoranten	1097	25	237	97	185	111
Pyren	685	15	144	51	109	69
Benz(a)antracen*	1010		114	63	80	53
Chrysen/trifenylen	591		136	56	75	55
Benzo(b)fluoranten*	1170		403	221	241	197
Benzo(j,k)fluoranten*	266		63	34	38	32
Benzo(e)pyren	405		109	48	56	42
Benzo(a)pyren*	624	28	115	70	91	71
Perylen	153	1269	59	175	81	75
Ind. (1,2,3cd)pyren*	610	8	203	100	118	110
Dibenz. (a,c/a,h)ant.* 1	150		52	37	37	28
Benzo(ghi)perylen	325		103	54	59	58
Coronen						
Dibenzopyrener*						
SUM	8070	1615	1879	1069	1263	939
Derav KPAH(*)	3830	36	950	525	605	491
%KPAH	47.5	2.2	50.6	49.1	47.9	52.3
%Tørrstoff						

Anm.: deteksjonsgrense 5 ug/kg

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A+2B (sannsynlige+trolige cancerogene).

Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren.

Tabell VII Movann (MO), Øyungen (SK) og Skjærstjøen (SK). PAH-konsentrasjoner i sedimentprøver fra overflate og dyplag

Navn/lokalitet : Maridalsvassdraget
 Oppdragsnr. : 92428
 Prøver mottatt : 14.6.93
 Lab.kode : XAI 1-6
 Jobb nr. : 93/121
 Prøvetype : Sedimenter
 Kons. i : Ug/kg tørket materiale
 Dato : 28.10.93
 Analytiker : Brg

1: MO 0-2 cm 11.6.93
 2: MO 20-22 cm
 3: ØY 0-2 cm
 4: ØY 20-22 cm
 5: SK 0-2 cm
 6: SK 20-22 cm

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
Naftalen						
2-M-Naf.	12		10			
1-M-Naf.	14		28			
Bifenyl						
2,6-Dimetylnaftalen	18	33	22	25	18	18
Acenaftalen						
2,3,5-Trimetylnaftalen	10	19	26	24	21	19
Fluoren			27	7	8	
Fenantren	49		360	13	62	
Antracen			74			
1-Metylfenantren			59	9	22	
Fluoranten	290		1590	17	286	
Pyren	182		1037	24	173	
Benz(a)antracen*	191		973	14	169	
Chrysen/trifenylen	279		1397	17	283	
Benzo(b)fluoranten*	1590		4205	104	1253	20
Benzo(j,k)fluoranten*	228		1404	10	202	
Benzo(e)pyren	435		1522	6	352	
Benzo(a)pyren*	196		1032	41	201	
Perylen	2483	3923	281	2020	421	2906
Ind. (1,2,3cd)pyren*	488		5048	117	929	31
Dibenz. (a,c/a,h)ant.* 1	68		519	30	135	
Benzo(ghi)perylen	232		2665	54	456	14
Coronen						
Dibenzopyrener*						
SUM	6765	3975	22279	2532	4991	3008
Derav KPAH(*)	2761	0	13181	316	2889	51
%KPAH	40.8	0.0	59.2	12.5	57.9	1.7
%Tørrstoff						

Anm.: deteksjonsgrense 5 ug/kg tørrvekt

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A+2B (sannsynlige+trolige cancerogene).

Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren.

Tabell VIII Femunden. PAH-konsentrasjoner i sedimentprøver fra to st., FEI og FEII, (overfl. og dyplag)

Navn/lokalitet : Femunden
 Oppdragsnr. : E-92428
 Prøver mottatt : 9.10.93
 Lab.kode : YSY 1-4
 Jobb nr. : 93/194
 Prøvetype : Sedimenter
 Kons. i : Ug/kg tørrvekt
 Dato : 16.12.93
 Analytiker : Brg

1: FE I, 0-2 cm
 2: FE I, 12-14 cm Reanalyse
 3: FE II, 0-2 cm Reanalyse
 4: FE II, 14-16 cm
 5:
 6:

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
Naftalen	81	44	189	81		
2-M-Naf.	50	12	66	50		
1-M-Naf.	34	9	41	34		
Bifenyl	16	11		16		
2,6-Dimetylnaftalen	16		14	34		
Acenaftalen				31		
Acenaften		5		23		
2,3,5-Trimetylnaftalen	12			8		
Fluoren	8			7		
Fenantren	49	19	48			
Antracen	10		10			
1-Metylfenantren			11			
Fluoranten	19	18	374	10		
Pyren	14	21	167	7		
Benz(a)antracen*	7		6			
Chrysen/trifenylen	15	7	33	6		
Benzo(b)fluoranten*	56	5	412	8		
Benzo(j,k)fluoranten*	9	5	xx)	xx)		
Benzo(e)pyren	20		63			
Benzo(a)pyren*	17		29			
Perylen	13	100	111	8500		
Ind. (1,2,3cd)pyren*	35		41			
Dibenz.(a,c/a,h)ant.* 1)						
Benzo(ghi)perylene	22		20			
Coronen						
Dibenzopyrener*						
SUM	503	256	1635	8815		
Derav KPAH(*)	124	10	488	8		
%KPAH	9.9	3.9	29.8	0.1		
%Tørrstoff						

xx): inkludert i benzo(b)fluoranten

Deteksjonsgrense 5 ug/kg tørrvekt

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A+2B (sannsynlige+trolige cancerogene).

Sum av * utgjør KPAH.

NIVA 

Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

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

ISBN 82-577-2432-7