

Miljøgifter i overvann

Av Oddvar Lindholm og Egil Gjessing

Oddvar Lindholm er forskningsleder på NIVA og Egil Gjessing assisterende divisjonssjef samme sted.

NTNF's VAR-utvalg har gitt Norsk institutt for vannforskning (NIVA) i oppdrag å utføre en litteraturstudie om miljøgifter i overvann. En av hovedhensiktene med litteraturstudiet har vært å danne grunnlag for en senere beslutning om hvorvidt målinger på miljøgifter i overvann bør utføres i Norge.

Konsentrasjonene av kadmium og kvikksølv synes stort sett å ligge på et relativt lavt nivå. Overvannets innhold av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) er imidlertid noe mer urovekkende.

INNLEDNING OG PROBLEM-ORIENTERING

I litteraturstudiet har man konsentrert seg om tungmetallene kadmium (Cd) og kvikksølv (Hg) samt polysykliske aromatiske hydrokarboner i overvann fra urbaniserte områder og veger. Det finnes svært mange referanser i internasjonal litteratur om forurensninger i overvann. Imidlertid er det bare en brøkdel som har målinger av kadmium, kvikksølv og PAH.

Kildene til PAH i overvann er hovedsakelig:

— Forbrenningsprodukter fra motorer, oppvarming av bygninger, industrielle forbrenningsprosesser, forbrenning av avfall og annen forbrenning av organisk materiale.

— Avslitt asfalt.

— Materiale fra bildekk.

Kildene for *kvikksølv* (Hg) i urbant overvann anses hovedsakelig å være atmosfærisk nedfall. Dette skriver seg igjen fra bl.a. avfallsforbrenning. Kvikksølv brukes bl.a. i elektrisk utstyr og av kloralkali industrien.

Kadmiuminnholdet i regnvann antas av Miljøstyrelsen (32) å være ca. 1 µg Cd/l. En annen kilde er avslitning av bildekk, som inneholder ca. 50 ppm Cd. Disse to kildene mener Miljøstyrelsen er ansvarlig for ca. 3 µg Cd/l, i et området som ble undersøkt. Det atmosfæriske bidraget kommer særlig fra industriutlipp, avfallsforbrenning, oppvarming og energiproduksjon. Avgassene fra bilene antas å bety lite for kadmiummengdene i overvann (7, 22). Imidlertid finnes kadmiumsulfid i smøremidler, rustbeskyttede bildeler og, som nevnt, i bildekk. Kadmium brukes også som stabilisator i plast, i malingprodukter og i legeringer (31), og dette er hovedårsaken til at det ved avfallsforbrenning slippes ut en del kadmium.

Konsentrasjonsnivåer i andre vann-typer enn overvann i Norge

PAH:

I en NIVA-rapport, Knutzen og Øren (19), oppgis PAH-konsentrasjonene i avløpsvannet ved Bekkelagets renseanlegg

til middel 1,4 $\mu\text{g/l}$ i perioden uke 45—50 i 1982. PAH-konsentrasjonen ved Sentralrenseanlegg Vest (SRV) oppgis i middel til 0,6 $\mu\text{g/l}$ i perioden uke 46—50 i 1982. Av disse PAH-mengdene er antagelig 10—20 prosent moderat til sterkt kreftfremkallende. PAH-konsentrasjonen i kystvann fjernt fra punktkilder antydes (19) i størrelsesorden 0,1—0,2 $\mu\text{g/l}$.

Kvikksølv, Hg:

Kvikksølvinnholdet ved Bekkelaget renseanlegg er rapportert i middel til ca. 0,5 $\mu\text{g/l}$ (uke 45—50 1982) og ved SRV til ca. 1 $\mu\text{g/l}$ (uke 46—50 1982), Knutzen og Øren (19).

Bakgrunnsnivået i kystfarvann anslåes til ca. 0,01 $\mu\text{g/l}$. SIFF (45) rapporterer at Hg-innholdet i norske vannkilder ligger under 0,05 $\mu\text{g/l}$.

Kadmium, Cd:

Kadmiumkonsentrasjonen i spillvann til norske avløpsrenseanlegg ligger vanligvis i området 1 $\mu\text{g Cd/l}$ (19). Bakgrunnsnivået i kystfarvann er ca. 0,05 $\mu\text{g/l}$. SIFF (45) rapporterer at deres kartleggingsarbeid for drikkevannskilder har vist at kadmiuminnholdet ligger under 1 $\mu\text{g/l}$.

RESULTATER FRA LITTERATUR-STUDIET

Generelle betraktninger

Bradford (6) mener at en av grunnene til at data ofte spriker og viser uforklarlige utslag, er forskjeller i innsamlingsmetoder og kjemiske analysemetoder. Han mener slike metoder bør standardiseres. Bradford skriver videre at forurensningskonsentrasjonene normalt øker med trafikkvolumet. Imidlertid mener han at trafikkmengde og hastighet bidrar til

å «blåse» forurensningene vekk, slik at en entydig sammenheng ikke kan ventes. Undersøkelser i Oslo-området av Gjessing et.al. (22) understøtter dette.

Lygren, Gjessing og Berglind (23) referer at piggdekk på biler sliter svært mye på asfaltvegene. Slitasjen regnes til 25—50 g pr. kjørt km og bil. Mesteparten av dette er meget fint støv.

Spesielt om kvikksølv

Miljøstyrelsen i Danmark (32) mener at atmosfærisk nedfall utgjør det største kvikksølvbidraget til overvannet, og anslår dette til ca. 0,7 g Hg/ha.år. Det refereres til svenske målinger (16) av Hg i nedbør på 0,08—0,09 $\mu\text{g/l}$. Miljøstyrelsen (33) fant videre for et område nær København at kvikksølvbelastningen var ca. 6,5 prosent av kadmiumbelastningen. Dette ble funnet i sedimenter i en innsjø som er mottaker for overvann.

Murphy og Carleo (34) rapporterer om en god korrelasjon mellom kvikksølvkonsentrasjonene i overvann og regnskyllets intensitet og varighet, men en noe mindre sterk korrelasjon mellom Hg og suspendert stoff (SS). Over 50 prosent av tungmetallene i gateforurensninger var knyttet til partikler mindre enn 246 μm . Murphy og Carleo mener videre at Hg i overvann er en betydelig kilde sammenlignet med andre kilder. De mener at tilbakeholdelse av partikler i overvann og overløpsvann vil fjerne mye kvikksølv.

Spesielt om kadmium

Helsel et.al. (14) hevder at overvann fra boligfeltet i urbane områder bidrar med mange ganger så mye kadmium til resipienten som spillvannet.

Dauber et al. (9) fant at middelkonsentrasjonene for kadmium i avrennings-

vann fra et «autobahn» i Sveits var 3,4 µg Cd/l mens tilsvarende for regnvannet var 3 µg Cd/l. Dauber et al. fant videre at 62 prosent av Cd var partikulært bundet. Dette stemmer godt med norske observasjoner. Midlere Cd-konsentrasjon ble funnet å være 3,0 µg Cd/l, og det meste av dette sedimenterer ganske raskt i stillestående vann (Gjessing et al. (22)). Transporten av kadmium fra vegoverflaten ble beregnet av Dauber til 0,025 kg Cd/ha.år, eller 0,077 kg Cd pr. km veg og år.

Gjessing et al. (22) har målt avrenning fra motorvegen E-6 på Jessheim i perioden september 1980 — mai 1982. I tidsrommet september 1980 — februar 1981 lå midlere innhold av Cd i overvannet på ca. 17 µg/l, mens det i tidsrommet mars 1981 — mai 1982 lå i middel på 2,7 µg Cd/l. Grunnen til at konsentrasjonen i første periode lå unormalt høyt er foreløpige ikke kjent, men kan kanskje ha sammenheng med at veien da var ny-asfaltert og nyanlagt.

Melanen og Tätelä fant at nedbøren inneholdt mindre enn 1 µg kadmium pr. liter, dette for alle de seks felt i undersøkelsen, inkludert et trafikkområde med 35 prosent tette flater. I den norske undersøkelsen som er referert ovenfor, ble det i en snøprøve, tatt i mars måned ca. 50 m fra motorveg, funnet 0,7 µg Cd/l.

Miljøstyrelsen i Danmark (33) rapporterer en relativt dårlig korrelasjon mellom kadmium og suspendert stoff (SS), men derimot en bedre korrelasjon til glødetap (på SS). Dette kan tyde på at Cd i stor grad er knyttet til organisk materiale. Korrelasjonskoeffisienten mellom Cd og glødetap var 0,88 (22 tallpar). Regresjonsligningen ble funnet til:

$$\text{Cd } (\mu\text{g/l}) = 0,15 + 0,049 \text{ GT } (\text{mg/l}).$$

Kadmium var dessuten dårlig korrelert til bly og sink. Dette gjaldt et område med ca. 48 prosent boligområde, 10 prosent industriområder, 22 prosent offentlig- og senterområder og resten grønne områder (totalt 248 ha). Ca. 80 prosent av kadmiumet var i suspendert form.

I en rapport fra Bærum kommune (7) hevdes det at kadmiumkonsentrasjonen i overvann fra veger i Bærum bare er 1/100—1/1000 av blykonsentrasjonene. Tilsvarende tall fra motorveg (Drammensveien) antyder at forholdet Cd/Pb er 1/100 — 1/200. Avgassene fra bilene antas å bety lite som kilde for kadmium. Kadmiumsulfid finnes i smøremidler, bildekk og i rustbeskyttelse i bildeler. Dette regner man med ikke bidrar i særlig grad. Kadmiumkonsentrasjonene ble funnet å følge verdiene for trafikkb belastningene ganske godt.

Om tungmetallene samlet

Robert Pitt (37) rapporterer fra tre områder i byen San Jose i USA at konsentrasjonen av tungmetaller i overvanns-avrenningen var meget mindre enn i gatestøvet, mens det omvendte var tilfellet for organisk stoff og næringsstoffer. Han konkluderer med at «gate-aktivitetene» dermed er ansvarlig for mesteparten av tungmetallene. Pitt (38) mener at tungmetallene i overvann stort sett skriver seg fra gateoverflater og biltrafikk, og i mindre grad fra omkringliggende områder.

Pope (40) mener at kadmium, krom, kobber, nikkel og andre tungmetaller er knyttet til hver sine forskjellige partikkelstørrelser som løsrives ved spesielle vannhastigheter.

Alley og Ellis (1) rapporterer at konsentrasjonen av Hg og Cd er negativt

korrelert til tid etter regnets start og negativt korrelert til akkumulert regnvannvolum i regnhendelsen. Sterkt uttalte «first flush» mekanismer ble ikke funnet. Sporelementer knyttet til partikler i forhold til løst i vannfasen, var som 20:1.

Horkeby og Malmqvist (15) hevder at atmosfærisk nedfall kan forklare en stor del av Cd og Hg i overvannet i Gøteborg.

Gupta (12) fant at tungmetallkonsentrasjonene i overvann fra veier kunne korreleres meget godt i en multipl-korrelasjon med parametrene årstdøgntrafikk (ÅDT), prosent tette flater og atmosfærisk støvnedfall. Enkel korrelasjon med en og en parameter gir ikke alltid like god korrelasjon.

Tungmetallene var nær knyttet til partikler idet den løste fraksjonen nærmet seg deteksjonsgrensene.

Spesielt om PAH

Horkeby og Malmqvist (15) fant i et boligområdes overvann i Gøteborg at mesteparten av PAH var knyttet til partikler, og at PAH-konsentrasjonene varierer mye fra tidspunkt til tidspunkt. PAH-konsentrasjonene i overvann var høye sammenlignet med spillvannets i ett tilfelle.

Gjessing et al. (22) fant ved laboratorieprøver at 90—99 prosent av den partikkel-tilknyttede PAH ikke kom gjennom et 8 cm tykt jordprofil med mye «kunstig» sur nedbør.

MacKenzie og Hunter (25) skriver at ca. 95 prosent av det totale innhold av aromatiske forbindelser er knyttet til partikler. De mener at overvannsavrenning er en betydelig kilde til PAH mengdene i vannforekomstenes bunn-sedimenter. Dette bekreftes delvis ved de norske undersøkelsene (22).

Blumer (5) konkluderer at PAH-nivåene i områdene rundt veier er nært korrelert med trafikkmengden på veien. Blumer hevder også at krefthypigheten hos personer som bor nær en motorveg, i den sveitsiske by hvor PAH-målingene er foretatt, er ni ganger høyere enn hos personer som ikke bor nær motorvegen. Disse undersøkelsene foregikk i perioden 1958—1970.

Pope et al. (40) sier at PAH er hovedsakelig knyttet til partikler, mens den høyeste prosentandelen total PAH i løst form ble observert under «first flush» forhold. Hastigheten til løsrivelsen av hydrokarboner fra gate-overflater er nært knytte til partikkeltransporten og dermed til regnintensiteten, ifølge Pope.

PAH-innholdet i overvannet fra riksveg E-6 ved Jessheim (Lygren et al. (23)) var i vintermånedene januar-mars ca. 12—14 µg PAH/L, mens det i juni, september, oktober og november lå i området 2—5 µg PAH/l. Videre tok man snøprøver fra 50—2000 m fra veien. Ca. 50 m fra E-6 lå nivået på ca. 13 µg PAH/l, mens det lå i området 1—2 µg/l i en avstand 150—2000 m fra vegen. Dette tyder på at PAH-konsentrasjonen i overvannet varierer betydelig over året, samt at konsentrasjonene faller sterkt med avstanden fra vegen.

SAMLET VURDERING AV RESULTATENE

De mest relevante data for overvannets konsentrasjoner av kadmium og kvikksølv er stilt sammen i tabell 1. «Max» og «min» verdiene er ytterpunkter for enkeltanalyser, mens «middelverdier» er gjennomsnitt for alle de rapporterte undersøkelsesens middelverdier.

Tabell 1. Sammenstilling av data om kadmium og kvikksølv.

Vanntype og områdetype	Kadmium			Kvikksølv		
	Min	MiddeI	Max	Min	MiddeI	Max
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overvann i separatsystem. Boligområder	0,4	3,5	12,1	0	0,3	0,6
Overvann i separatsystem, forretnings- og city-område.	0,6	7,5	7000*	<0,1	0,7	2,6
Overvann i separatsystem. Industriområder	<1,0	4,5	40	<0,1	0,25	0,4
Snøsmeltevann i separatsystem. Bolig, forretning, industri	<1,0	2,5	12	0,2	0,55	3,5
Overvann fra veger i USA	2	36	400	0,05	4,7	250
Overvann fra veger i Europa	0,5	5	140			

* Ekstremt tall fra USA.

Kadmium

SIFF's nåværende krav til kadmium i drikkevann er maksimalt 5 µg/l, mens Knutzen og Øren (19) angir et grensekriterium for kronisk giftighet for enkelte organismer i ferskvann på 0,012 µg Cd/l. Kadmiumkonsentrasjonen i spillvann til norske avløpsrensaneanlegg ligger omkring 1 µg Cd/l, mens bakgrunnsnivået i kystfarvann er ca. 0,05 µg Cd/l.

De midlere konsentrasjonsnivåene i overvann ligger i området 2,5—7,5 µg/l. Målingene fra USA trekker disse tallene helt klart opp. Tilsvarende middeltall fra Europa ligger i området 1—5 µg/l.

Overvann fra veger i europeiske måltinger har et typisk middeltall på ca. 5 µg/l.

Den overveiende delen av kadmium er partikulært bundet og vil derfor raskt sedimentere i vannforekomstene. Kadmium i overvann synes etter dette å ikke være en særlig farlig kilde for menneskers helse. Den økologiske påvirkning må man se noe mer nyansert på, særlig bunnfaunaen.

Kvikksølv

SIFF's krav til kvikksølv i drikkevann er maksimalt 0,5 µg Hg/l, mens Knutzen og Øren (19) angir et grensekriterium på 0,0006 µg Hg/l for kronisk giftighet for enkelte organismer i ferskvann.

Kvikksølvinnholdet i spillvannet til norske avløpsrensaneanlegg er ca. 0,5 µg Hg/l, mens bakgrunnsnivået i kystfarvann er ca. 0,01 µg/l.

Midlere konsentrasjonsnivåer i overvann ligger i området 0,2—0,7 µg Hg/l. Også her drar amerikanske data disse tallene opp. Middeltall fra europeiske måltinger alene ligger i området 0,1—0,2 µg Hg/l, mens snøsmeltevann fra finske tettsteder ligger i området 0,4—0,7 µg Hg/l.

Tabell 2. Overvann i separatsystemer. PAH.

Sted for undersøkelse	Konsentrasjon i µg/l			Type og karakterisering av område	Kommentar	Litt. ref.
	middel	max	min			
Nordre Philadelphia	0,056	0,062	0,044	Urbant område på 608 ha	Dibenzothiofen. 95 % er knyttet til partikler	(25)
Oppsummert vurdering av Malmqvist for flere områder						
Bolligområde i Gøteborg Overvann om høsten		4	0,2	Bolligområder	Benz(a)pyrén	(26)
	vår	320	20	Bolligblokker, areal = 16 ha, Tette flater = 37 %	2-ring naftalene ekv.	(15) og (26)
	høst	230	8	Antall personer = 1800	3-ring fenantrene ekv.	
	vår	40	0,5	Trafikkvolum = 3100/d	> 4-ring fluoranten ekv.	
høst	22			Naftalen ekv.		
Vara i Sverige	320	910	31	Vannprøver fra taket på industribygning.	Fenantren ekv.	(27)
Lidköping i Sverige	60	150	10	(Volvo) Bygningen er omgitt av jordbruksmark	B(a)P ekv.	(27)
	1,6	4,9	0,25	Tak av asfaltapp	Naftalen ekv.	
	78	100	55	Vannprøver fra taket på rekkehus i et bolligområde.	Fenantren ekv.	
	17	19	16	2 km øst fra bysenteret.	B(a)P ekv.	
	0,49	0,65	0,54	Tak av asfaltapp	Fenantren ekv.	(27)
					B(a)P ekv.	

* Ekstremt tall fra USA.

Sted for undersøkelse	Konsentrasjon i µg/l			Type og karakterisering av område	Kommentar	Litt. ref.
	middele	max	min			
Oppsummert vurdering av Malinivåst for flere områder		200	20	Trafikkområder	Bens(a)pyrén	(26)
Motorveg i England	12,4	14,9	1,3	Ca. 50 m lang motorvegstrekning	Total PAH	(40)
Bygate i Trondheim Kløbuvegen	300	-	-	ADT = 9000 kj/d	Bare 1 prøve tatt	(42)
Jessheim, Norge	3,7	11,6	1,7	50 m av. riksvei E6 ADT ≈ 10.000 kj/d	11 observasjoner sept 80 - mai 82	(22)
Asker, Norge (E18)	0,5	1,5	0,04	Avrenning fra motorveg	3 prøver (mars-nov)	(22)
Floda i Sverige	4900 2023	10000 4400	2000 570	Motorveg E3, 30 km NV for Gøteborg	Naftalen ekv. Fenantren ekv. B(a)P ekv-	(27)

Overvann fra veger i USA har et midteltall på 4,7 µg/l og et maksimumtall på 250 µg/l. Kvikksølv er også i stor grad bundet partikulært, og som for kadmium vurderes ikke overvann å være en helseisiko for mennesker. Den økologiske påkjenning vil imidlertid variere fra sted til sted.

PAH

SIFF har ikke satt noe generelt maksimalkrav til PAH i drikkevann. Siden det særlig er den kreftfremkallende effekten som man er opptatt av, er det i prinsippet ingen sikker grense for skadevirkningene. WHO har satt et maksimalkrav til total-PAH i drikkevann til 0,2 µg/l, og dette er også retningsgivende i Norge.

Spillvann til avløpsrensaneanlegg i Osloområdet har ca. 1 µg total-PAH/l, mens bakgrunnsnivået i kystfarvann ligger i området 0,1 µg/l.

Tabell 2 og 3 viser en del verdier for PAH.

PAH-innholdet i overvann synes å være betydelig høyere enn nivåene for Cd og Hg, sett i forhold til andre aktuelle vann typer. Norske målinger fra motorvei E-6 på Jessheim gav i middel 3,7 µg PAH/l (22), mens Lygren, NIVA, har rapportert en enkeltmåling på 30 µg PAH/l i et fellessystem under nedbør.

Behovet for videre undersøkelser

Overvannets innhold av kadmium og kvikksølv er ikke ubetydelige. Imidlertid synes en vesentlig del av disse tungmetallene å være knyttet til det partikulære materialet og vil dermed få en moderat spredning i vann. På grunnlag av den informasjon som foreligger er ikke overvann en særlig dominerende kilde for Cd eller Hg i miljøet.

Når det gjelder PAH, synes imidlertid overvannet å være en mer betydelig kilde sammenlignet med andre kilder. Ettersom PAH er antatt å ha grupper som er sterkt kretittfremkallende, og da mye overvann

dreneres til drikkevannskildene, vil det, til tross for at det meste av PAH er partikulært bundet, være behov for økt kunnskap om PAH i overvann og konsekvensene for vannresipientene.

LITTERATUR-REFERANSER

1. *Alley, W. M. and Ellis, S. R.* (1978) «Trace elements in runoff from rainfall and snowmelt at several localities in the Denver, Colorado, Metropolitan area.» Int. symp. on urban storm water management. Univ. of Kentucky, July.
2. *Barkdoll, M. P., Overton, D. E. and Betson, R. P.* (1977) «Some effects of dustfall on urban stormwater quality.» Journal WPCF pp. 1976—1984, Sept.
3. *Bengtsson, E. et al.* (1980) «Snøhantering i tätort.» Statens råd för Byggnadsforskning. Rapport R 27: 1980, Stockholm.
4. *Betson, R.* (1976) «Urban hydrology. A system study in Knoxville, Tennessee. Tennessee Valley Authority, USA, June.
5. *Blumer, M., Blumer, W. and Reich, T.* (1977) «Polycyclic aromatic hydrocarbons in soils of a mountain valley. Correlation with highway traffic and cancer incidence.» Environmental Science and Technology. Vol 11, Nov.
6. *Bradford, W. L.* (1977) «Urban stormwater pollutant loadings. A statistical summary through 1972.» Jour. Water Poll. Control Fed., 49, p. 613.
7. *Bærum kommune* (1982) «Forurensning langs veier.» Rapport november. Sandvika.
8. *Dagvatten i Uppsala 1975.»* Hälsovårdsnämnden Miljövärdprogram. Uppsala kommun. Sverige.
9. *Dauber, L., Novak, B., Zobrist, J. and Zürcher, F.* (1979) «Schmutzstoffe im Regenwasserkanal einer Autobahn.» ETH, separatum Nr. 740. Zürich.
10. *Davis, W. J., McCuen, R. H. and Kamulski, G. E.* (1978) «The effect of storm water detention on water quality.» Int. symp. on urban storm water management Univ. of Kentucky, July.
11. *Gupta, M. K.* (1978) «Constituents of highway runoff. An executive summary.» U.S. Dept. of Transportation. Washington, July.
12. *Gupta, M. K., Agnew, R. W., Gruber, D. and Kreutzberger* (1978) «Characteristics of runoff from operating highways — Final report vol. IV.» U.S. Dept. of Transportation, July, Washington.
13. *Harrison, R. M., Perry, R. and Wellings, R. A.* (1975) «Polynuclear aromatic hydrocarbons in raw potable and waste waters.» Water Research Vol 9, pp. 331—346.
14. *Helsel, D. R. et al.* (1979) «Land use influences on metals in storm drainage.» Jour. Water Poll. Control Fed. 51, p. 709.
15. *Horkeby, B. and Malmqvist, P. A.* (1977) «Microsubstances in urban storm water.» Int. symp. on the effects of urbanization and industrialization on the hydrological regime and water quality. Amsterdam, Oct.
16. *Horkeby, B. og Malmqvist, P. A.* (1977) «Mikroämnen i dagvatten.» SNV DM 926. Statens Naturvårdsverk, Sverige.

17. *Hovmand, M. F.* (1977) «Atmosfærisk metalnedfald i Danmark 1975—76.» Institutt for økologisk botanikk. Danmark. December.
18. *Huber, W. C., Heaney, J. P., Smolensk, J. and Aggidis, D. A.* (1979) «Urban rainfall-runoff quality data base.» EPA-600/8-79-004, Ohio.
19. *Knutzen, J. og Øren, K.* (1983) «Vurdering av renskrav for utslipp av kommunalt avløpsvann til sjøresipienter. Rapport 4, Avløpsvanns innhold av miljøgifter.» NIVA-rapport 0-81006.
20. *Lager, J. A. et al.* (1977) «Urban stormwater management and technology. Update and user's guide.» EPA-600/8-77-014. Sept. Ohio.
21. *Lisper, P.* (1974) «Om dagvattnets sammensætning och dess variationer.» Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg, Sverige.
22. *Gjessing, E., Berglind, L., Gulbrandsen, T. og Lygren, E.* (1983) «Effect of Highway Runoff on Lake Water Quality.» NIVA, 0-79024.
23. *Lygren, E., Gjessing, E.* (1983) «Highway pollution in a Nordic Climate.» 0-79024 NIVA (In press).
24. *Lygren, E., Gjessing, E. og Ferguson, J.* (1979) «Vannforurensning fra veg. Programforslag.» VA-rapport 6/79 — NIVA, Oslo, desember.
25. *MacKenzie, M. J. and Hunter, J. V.* (1979) «Sources and fates of aromatic compounds in urban stormwater runoff.» *Env. Science & Technology*, vol. 13, February.
26. *Malmqvist, P. A.* «Lathund för beräkning av dagvattnets föroreningar.» Geohydrologiska forskningsgruppen. Meddelande nr. 66, 1982, Göteborg.
27. *Malmqvist, P. A. og Hård, S.* (1981) «Grundvattenpåverkan av dagvatteninfiltration.» Meddelande nr. 59, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg.
28. *Manning, M. J. et al.* (1977) «Nationwide evaluation of combined sewer overflows and urban stormwater discharges, volume III. Characterization of discharges.» USEPA report No. 600/2-77-064 c, Ohio.
29. *Mattraw, H. C.* (1978) «Quality and quantity of storm water runoff from three land-use areas, Broward county, Florida.» *Int. symp. on urban storm water management.* Univ. of Kentucky. July.
30. *Melanen, M.* (1980) «Taajamien hule-ja sulamisvedet.» Tiedatus 197, National board of waters, Helsinki.
31. *Melanen, M. and Tähtelä, H.* (1981) «Particle deposition in urban areas.» *Publ. No. 42 of the water research institute, National board of waters, Helsinki.*
32. Miljøstyrelsen. Regnvandsundersøgelser 1978—1979. Statusrapport. Miljøprosjekter nr. 19, juni 1979, København.
33. Miljøstyrelsen. Regnvandsundersøgelser 1979—1980. Slutrapport. Miljøprosjekter nr. 33, maj 1981, København.
34. *Murphy, C. B. and Carleo, D. J.* (1978) «The contribution of mercury and chlorinated organics from urban runoff.» *Water Research*, vol 12, pp. 531—533.
35. Nordisk vegteknisk forbund (1980) «Overflatevann fra veg.» Rapport nr. 30, Oslo.
36. *Perry, R. and Harrison, R. M.* (1975) «General trends in air pollution and some aspects of its relation to water pollution control.» *Metropolitan centre of the Instituion of Public Health Engineers.* 6 Febr., England.
37. *Pitt, R.* (1979) «Demonstration of nonpoint pollution abatement through improved street cleaning practices.» EPA-600/2-79-161, Aug., Ohio.
38. *Pitt, R.* (1978) «The potential of street cleaning in reducing nonpoint pollution.» *Int. Symp. on urban storm water management.* Univ. of Kentucky, July.

39. *Pitt, R. and Amy, G.* (1973) «Toxic materials analysis of street surface contaminants.» USEPA report No. EPA-R2-73-283, Aug.
40. *Pope, W., Graham, N. J. D., Young, R. J. and Perry, R.* (1978) «Urban runoff from a road surface — A water quality study.» *Prog. Wat. Tech.* Vol 10, pp. 533—543.
41. «Proposed UHR filtration pilot plant test program on combined sewer storm overflows and raw dry weather sewage at New York city's Newton Creek sewage treatment plant.» USEPA demonstration grant No. S-803271. May 1975.
42. *Reinertsen, T. R.* (1981) «Quality of stormwater runoff from streets.» Institutt for vassbygging, NTH, Jan.
43. *Sartor, J. D. and Boyd, G. B.* (1972) «Water pollution aspects of street surface contaminants.» USEPA report No. EPA-R2-72-081, NTIS No. PB 214408, Nov.
44. Statens forurensningstilsyn, «Statlig program for forurensningsovervåking. Årsrapport 1981.» SFT-rapport nr. 65/82, Oslo.
45. Statens Institutt for Folkehelse (1976) «Kvalitetskrav til vann.» nov., Oslo.
46. *Sørensen, C.* (1973) «Vejstøv.» Dansk Kedelforening — MTA, Danmark.
47. «Untersuchung über die Beschaffenheit von Strassenoberflächenwasser in Abhängigkeit der Luftverschmutzung and der BAB A 81.» Institut für Siedlungswasserbau, Wasserqüte- and Abfallwirtschaft der Universität Stuttgart. Tyskland, Mars 1979.