

Forurensinger i urbant overvann

Av Oddvar G. Lindholm

Oddvar Lindholm er professor ved
Institutt for matematiske realfag og teknologi, NLH

Innlegg på fagtreff 3. november 2003.

Sammendrag

Norske og internasjonale prosjekter med målinger av miljøgifter i overvann er gjennomgått og sortert i forhold til typen av tette flater som er undersøkt. Det har vært en betydelig endring i konsentrasjonsnivåene i løpet av de siste 30 år. Konsentrasjonsnivåene er også sterkt avhengig av hvilke typer tette flater det er målt på. Konsentrasjonene av miljøgifter som er målt i Norge de siste årene ligger ofte betydelig under andre lands målinger. Det er foreslått et sett med sjablongverdier for norske forhold som tenkes brukt ved forenklede beregninger. Videre har man vurdert ulike metoder for beregning av årlige volumavstrømninger av overvann, hvorav en er vurdert som brukbar for beregning for urbane overflater.

Innledning

Prosjektet er utført i forbindelse med SFTs og fylkesmennenes prosjekter for opprydning i forurensede fjord-sedimenter. Det er bestemt at en beregning av miljøgiftutslippene fra ulike kilder skal inngå som fase 1 i alle de enkelte opprydningsprosjektene. Overvannsavrenning fra tette

flater er en av kildene til disse miljøgiftene. Det er et meget tidkrevende og kostbart arbeid som måtte gjennomføres dersom man ville måle seg frem til representative data for alle typer tette flater. Det ligger dessuten mye arbeid i det å finne frem til relevante litteraturdata for miljøgifter fra tette urbane flatene. Det er derfor en stor fordel at en metodikk for beregning av stoffmengdene utvikles sentralt og ikke av hver enkelt fylkesmann. Denne metodikken er kort presentert i denne artikkelen.

Problemorientering

Bidraget av tungmetaller og organiske miljøgifter fra tette flater i urbane områder er ganske betydelig. Disse miljøgiftene bygger seg opp i tørrværsperioder fra kilder som atmosfærisk nedfall, avgasser fra kjøretøy og maskiner, fyring og forbrenning av organisk stoff, nedslitning og korrosjon av produkter fra kjøretøy, bygninger, vegdekker og andre konstruksjoner, samt rester fra produkter. Biltrafikken representerer en særlig stor kilde og bidragene herfra kommer fra forbrenning av drivstoffet, slitasje av bremsebelegget, slitasje av dekk og veibane og korrosjon av komponenter på bilen.

Når avrenning fra overflatene skjer p.g.a. nedbør eller snøsmelting spyles de avsatte stoffene ned i overvannsledninger eller kombinerte fellesavløpssystemledninger. Konsentrasjonen av en enkelt parameter kan være sterkt preget av den lokale situasjonen i det aktuelle feltet. Dersom man for eksempel har en stor andel takflater av kobber, vil innholdet av kobber bli større enn normalt, o.s.v.

Miljøgiftene fra de tette flatene når vannforekomstene i hovedsak via flere veier. Dette er:

- Direkte utløp fra overvannsledningene i separatavløpssystemene.

- Utslipp fra overløp i fellesavløpsledningsnett.
- Utslipp fra overløp i eller umiddelbart foran avløpsrenseanleggene.
- Utslipp fra avløpsrenseanleggene.

For å kunne finne de totale miljøgiftutslippene som er generert av de tette flater må derfor alle bidragene regnes med. Fra overløp og renseanlegg kommer det imidlertid også bidrag fra spillvann innblandet i overflatebidraget. Tabell 1 viser betydningen av ulike kilder for mengden av bly, sink og kobber i overvann (Malmqvist et al 1994) basert på omfattende kildeundersøkelser i Sverige.

Tabell 1. Ulike kilders betydning for miljøgiftinnholdet i overvann. Malmqvist et al. 1994.

Kilde	Bly	Sink	Kobber
Trafikk	Stor	Noe	Noe
Korrosjon og erosjon	Liten	Stor	Dominerende
Regn og atmosfærisk nedfall	Noe	Stor	Noe
Lokale aktiviteter	Liten	Liten	Liten

Tabell 2 viser Vägverkets, 2001, anslag på tallverdier for kilder for tungmetallutslipp via biltrafikken i Sverige. Bilenes bremsebelegg er en

stor kilde for bly og kobber, mens dekk er dominerende kilde for sink. Drivstoffet er hovedkilden for kadmiumutslipp fra biltrafikken.

Tabell 2. Totale metallutslipp via trafikk (tonn/år) i Sverige. Vägverket 2001.

Kilde	Bly	Sink	Kobber	Kadmium
Dekk	5	167	3,3	<0,05
Drivstoff	<3	1	0,025	0,08
Vegbane	1,7	17	6,7	0,03
Bremsebelegg	11	17	73	<0,02
Korrosjon	?	?	?	?
Totalt	18	201	83	0,1

For lettere å kunne iverksette tiltak mot miljøgifter i ulike typer overvann, har

Stockholm Stad, 2001, karakterisert overvann slik det går frem av tabell 3.

Tabell 3. Inndeling av overvann i ulike klasser. Stockholm Stad 2001.

Parameter	Lave konsentrasjoner (µg/l)	Midlere konsentrasjoner (µg/l)	Høye konsentrasjoner (µg/l)
Bly	< 3	3-15	> 15
Kadmium	< 0,3	0,3-1,5	>1,5
Kvikksølv	<0,04	0,04-0,2	>0,2
Kobber	<9	9-45	>45
Sink	<60	60-300	>300
Nikkel	<45	45-225	>225
Krom	<15	15-75	>75
PAH	<1	1-2	>2

Resultater

I litteraturstudiet er konsentrasjonene som de ulike prosjektene har frembrakt sortert i ulike tabeller. Dette er dels i nordiske og ikke-nordiske prosjekter. Videre er disse i igjen oppdelt i syv typer tette flater: sentrumsområder, boligområder med blokker/bygårder, boligområder med rekkehus, boligområder med villabebyggelse, næringsområder, veger med liten trafikk og veger med mye trafikk.

Det er påvist betydelige tidstrender de siste 30 år for konsentrasjoner av de fleste miljøgifter i overvann. Mest påfallende er den svært store reduksjonen i bly. Dette skyldes at blytilsetningene i bensin nærmest er tatt helt slutt i Norge.

De data man finner på målinger i overvann viser meget store variasjoner. Dette skyldes at tidspunktet for målingene og de lokale forhold slår sterkt inn.

Målinger fra sent på 1970-tallet og 1980-tallet ligger for de fleste parametere betydelig over nyere målinger. Norske nyere målinger fra midten av 1990-tallet ligger svært mye lavere enn de fleste tilsvarende danske og svenske målinger. For eksempel rapporterer den danske Miljøstyrelsen, 1997, tall for villaområder. Sammenligner man dette med Storhaugs, 1996, målinger i Norge, finner man at den danske PAH-verdi, bly-verdi og sink-verdi ligger 15 ganger høyere enn de tilsvarende norske. Den danske kobber-verdi og kadmium-verdi ligger 6 ganger høyere enn de tilsvarende norske. Den norske kvikksølvverdien lå under deteksjonsgrensen og kan ikke sammenlignes. Den danske kromverdien lå dobbelt så høyt som den norske. De svenske sjablongverdiene (StormTac) ligger et sted i mellom de danske og norske verdiene, men likevel stort sett betydelig over de norske.

Sammenligner man norske målinger, Storhaug 1996, for rekkehus med de svenske sjablongverdiene (StormTac) ligger de svenske stort sett 2 – 3 ganger høyere enn de norske.

Sammenligner man tilsvarende for blokkområder ser man igjen at svenske sjablongverdier ligger betydelig høyere enn de fleste av Storhaugs tall fra 1996. Stene Johansens norske tall fra 1995 ligger for de fleste parametere under Storhaugs tall, slik at Stene Johansens tall blir svært langt under stort sett alle utenlandske målinger.

Nye norske målinger på E6, Åstebøl 2002, ligger betydelig under de svenske tilsvarende tall. Danske målinger ligger stort sett høyt også i forhold til de svenske tallene.

Prosjektgjennomgangen viser at trafikkvolumet har stor betydning for nivået på miljøgiftkonsentrasjonene.

Målingene fra de ikke-nordiske landene ligger ganske høyt i forhold til de svenske tallene. Dette gjelder spesielt for kadmium og bly.

Målingen fra Frankrike av Novotny, 1999, illustrerer også hvor store utslagene kan bli, når blyinnholdet der rapporteres til 523 µg/l og sinkinnholdet til 3839 µg/l. Noe som er 40 - 50 ganger høyere enn Åstebøls målinger på E6 i 2002.

Tabell 4 viser forslag til sjablongverdier for konsentrasjoner dersom ikke mer lokalt tilpassede eller presise data finnes.

Tabell 4 er satt opp på basis av følgende kriterier:

- Norske tall er spesielt relevante, men tallmaterialet er ofte noe spinkelt og kan dermed være lite representative for et helt år. Norske tall veier imidlertid tungt.
- Svenske og danske tall er også meget relevante, men veier mindre enn norske tall.
- Data fra den svenske databasen StormTac oppdateres kontinuerlig etterhvert som nye prosjekter offentliggjøres, og betraktes som en viktig referanse.
- Jo nyere tallene er, jo mer relevante er de.

Tabell 4. Forslag til norske sjablong-konsentrasjoner i overvann fra tette flater (µg/l)

Utslippskilde	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH	BaP	PCB
Sentrumsområder	0,5	5	30	0,1	10	20	140	0,6	0,1	0,01
Bolig-Villaområder	0,15	4	10	0,05	6	4	30	0,2	0,1	0,01
Bolig-Rekkehusområder	0,20	5	15	0,05	7	5	40	0,25	0,1	0,01
Bolig-Blokkbebyggelse	0,25	6	20	0,05	9	7	45	0,6	0,1	0,01
Næringsområder	0,5	5	30	0,1	10	20	140	0,6	0,1	0,01
Veger 5000 kj/d	0,25	3	30	0,1	4	10	60	0,3	0,1	0,01
Veger 30000 kj/d	0,5	5	60	0,1	10	20	140	1,5	0,1	0,01

Diskusjon og konklusjon om miljøgiftkonsentrasjoner.

Tidstrenden for enkelte tungmetaller er meget klar. For eksempel ser man at konsentrasjonene av bly, kadmium, kobber og kvikksølv var betydelig høyere for 20 - 30 år siden enn de er i dag. Larm, 1994, viser at blyinnholdet i overvann i Stockholm og Göteborg er redusert til en tredjedel av hva det var i 1980. For mindre tettsteder med mindre trafikk er det halvert. Sinkinnholdet er redusert med ca. 25 % i forhold til 1980, og innholdet av kobber er redusert med 35 % til 10 % avhengig av i hvilken grad kobber er brukt som taktekkingsmateriale.

For krom og nikkel er tidsutviklingen litt mer uklar. Lygren 1984, har imidlertid målinger som ligger svært høyt i forhold til andre nyere tall i tabellene. PAH ser snarere ut til å ha økt enn minket de siste årene. For PCB og BaP har man svært lite data i det hele tatt.

Vägverket, 2001, rapporterer at atmosfærisk nedfall av kadmium, bly og nikkel har minket de senere år, men at overvann fra veger og industriområder fremdeles har ca. 10 ganger høyere tungmetallinnhold enn naturlig avrenning.

Når man sammenligner data fra prosjekt til prosjekt eller fra felt til felt ser man at selv for områder av samme type er variasjonene enormt store. Når man går inn i et enkelt prosjekt og ser på måleresultatene fra regn til regn i samme feltet, ser man også at middelkonsentrasjonene varierer enormt. Dette beror på mange årsaker som f.eks:

- Tilfeldigheter som et søl eller en tilfeldig aktivitet som slår sterkt ut i mikroforurensingene.
- Lengden på tørrværsperioden før det regnet kommer som det måles på.
- Om man rakk fram til målestedet og tok ut prøver i første fase av avrenningen (first flush).
- Store unøyaktigheter i representativiteten i det prøvevolumet som tas ut.

Norske målingene har konsentrasjoner for mange av parameterene som ligger langt under de fleste svenske tallene og ennå lenger under andre lands målinger. I og med at flere uavhengige norske målinger de senere årene viser konsentrasjoner i det samme lave området, er det valgt å la dette prege anbefalingene selv om de svenske tallene er meget godt underbygget via omfattende måleserier gjennom mange år.

Grunner til at de svenske tallene ofte ligger høyere enn de norske kan være:

- Det er normalt mer nedbør i Norge enn i Sverige. Dette gir tilsvarende fortyningseffekter i middel over året.
- Det er i gjennomsnitt færre personer, og dermed også aktiviteter og trafikk i Norge enn i Sverige på hver km².
- Det er mindre industri og bedrifter i Norge enn i Sverige.
- Sverige ligger nærmere Tyskland og Øst-Europa enn Norge, og Sverige får da mer langtransporterte forurensinger via luftstrømmene.
- Sverige har brukt mer kobber og forsinkede materialer som takteking enn Norge.

Volumavrenningsmetoder.

Siste del av prosjektet tar for seg beregningsmetoder for avrenning av overvann fra tette flater.

Det er trukket frem to metoder for beregning av avrent overvannsmengde pr. år. Det er A) bruk av tette flaters areal direkte:

Den avstrømmede overvannsmengden er:

$$Q_{\text{år}} = a \times A \times (P-b) \times 10^{-3}$$

$Q_{\text{år}}$ = Avrent volum over et middelår i m^3

a = andelen deltagende aktive tette flater som dreneres til overvannssystemet. (En del tette flater drenerer direkte ut på permeable felter. For eksempel avløp fra hustak som går direkte ut i egen have.)

A = Totalareal tette flater i avrenningsområdet i m^2 .

P = Total nedbør over et middelår. (mm)

b = Totalt tap av vann p.g.a. fordampning. (mm). For områder med stor helning $> 1,5 \%$ kan man bruke $b \approx$ ca. 50 mm, og for flattere områder

$b =$ ca. 100 mm

Dersom man ikke har arealet av de tette flatene, kan man vurdere å benytte arealet for hele avrenningsområdet og bruke tabellen under. Den foreslår en tallverdi for andel tette flater i ulike typeområder. Det er imidlertid forbundet med stor usikkerhet å bruke hele områdearealet og multiplisere denne med tettflateandelen.

Tabell 5 viser de verdier vi foreslår for andel tette flater og andel deltagende flater.

Tabell 5. Prosent tette flater og andel deltagende flater i forhold til ulike typeområder.

Type område	Tette flater i % av totalt areal	Andel deltagende tette flater (a)
Villa / eneboliger	10-20	0,55
Rekkehus	20-40	0,6
Blokk	40-50	0,65
Sentrums-områder	80-90	0,9
Veger	100	Vurderes lokalt

Metode B) går ut på å ikke bruke tette flaters areal i det hele tatt, men å bruke hele området areal og en volumavrenningskoeffisient (c) for denne. Tabell 6 har ulike forslag på verdier for denne. Avrenningen blir da etter metode B:

$$Q_{\text{år}} = c \times A_{\text{område}} \times P \times 10^{-3}$$

$Q_{\text{år}}$ = Avrent volum over et middelår i m^3

c = volumavrenningskoeffisient på årsbasis

$A_{\text{område}}$ = Avrenningsområdets totale areal i m^2 .

P = Total nedbør over et middelår. (mm)

Metode B vil normalt gi for høy årlig avrenning fordi også de permeable flatene kan gi avrenning ved meget intense eller meget langvarige regn.

Av de to metodene bør man bruke den førstnevnte metode A med tette flater direkte.

For å finne stoffavstrømningen multipliserer man konsentrasjonen med avrenningsvolumet. Dersom man bruker dimensjonen $\mu\text{g/l}$ for miljøgiftkonsentrasjon og multipliserer med antall millioner m^3 overvann pr. år, får man miljøgiftutslippet direkte i kg/år .

Midlere årlige nedbørmengder finnes tryggest og lettest på Det norske meteorologiske institutt (DNMI) hjemmeside www.dnmi.no. Man

starter med å velge aktuelt fylke. Deretter velger man kommune. Man får automatisk opp alle stasjonene i kommunen, samt de midlere nedbørmengdene over 30-årsperioden 1961-1990. Velger man ett enkelt år, får man nedbøren for dette ene året. Imidlertid vil man normalt være interessert i nedbøren i et midlere år, slik som det kommer til uttrykk i middelet i perioden 1961-1990. Man velger den stasjonen som har mest mulig likt klima som det tettstedet man analyserer. Ofte vil dette være den nærmeste stasjonen. Dersom man skulle være interessert i stoffavrenningen i noen bestemt sommermåneder, bruker man disse månedenes nedbør fra tabellen.

Tabell 6. Ulike volumavrenningskoeffisienter for ulike arealbruk og forslag til sjablongverdi.

Referanse	Sentrum	Bolig Villa	Bolig Rekkehus	Bolig Blokk	Næringsområder/		Betong Asfalt	Veger med asfalt
					Lett	Tung		
Larm 2002		0,3	0,45	0,5				0,9
Olivera 2003	0,6	0,1	0,2	0,3				0,9
EPA SMRS	0,74	0,18	0,3	0,45				0,9
Thorolfsson 2003	0,55	0,25	0,35	0,45				0,9
VAV	0,5-0,7		0,4	0,4 - 0,6			0,8 - 0,9	
Forslag	0,55	0,18	0,3	0,4	0,5	0,65		0,9

Diskusjon av metoder for beregning av overvannsmengder

Metode A) benytter bare de tette flater som utgangspunkt, mens metode B) benytter hele nedbørdistriktet som utgangspunkt. Metode B) har den svakheten at det er meget vanskelig å bestemme volumavrenningskoeffisi-

enten for et helt år. Dette skyldes at de permeable flatene også bidrar noe i avrenningen. Dette kompliserer beregningene.

I metode A trenger man ikke avrenningskoeffisienten (c) for å beregne den årlige avrenningsvannmengden, men bare totalarealet av de tette flatene (A), andelen av disse tette

flatene som er koblet til overvannssystemet (a), årlig nedbørmengde (P) og årlig tap av denne årlige nedbørmengde (b). Fordi verdiene (a) og (b) er gitt ved anbefalinger i denne artikkelen, er det bare A og P som må vites for det enkelte feltet. Dersom man ikke kjenner arealet av de tette flatene, kan man bruke totalarealet av bestemte typer av områder som for eksempel de typene som er vist i tabell 5. Man kan da anslå andelen av arealet som er tette flater i de områdene man tar for seg.

Volumavrenningskoeffisienten, som er gjennomsnittet for et helt år med nedbør, er mye lavere enn spissavrenningskoeffisientene, som normalt er de som oppgis i litteraturen. Dette er fordi mange av årets regn har så lav intensitet eller volum at grop-tap, fukttap og fordampning utgjør en

meget stor andel av den nedbøren som faller. Cirka 10 % av alle årets regn gir f.eks. nesten ikke avrenning i det hele tatt.

Når man finner tabeller for avrenningskoeffisienter i håndbøker, lærebøker og veiledninger, står det desuten ofte ikke om de avrenningskoeffisientene som er oppgitt er de såkalte spissavrenningskoeffisienter eller om de er volumavrenningskoeffisienter.

I tabell 7 er det vist resultater av et regneksempel som sammenligner beregninger med metode A) og metode B). I eksemplet er det forutsatt at alle avrenningsområder er 100 000 m². Midlere årsnedbør er 1000 mm. Data fra tabell 5 og 6 er brukt for å anslå andel tette flater, andel deltagende tette flater og volumavrenningskoeffisienten c.

Tabell 7. Beregninger av avstrømmet overvann i m³/middelår basert på de to beskrevne metodene

Type område	Topografi	Metode A. (Bare tette flater direkte)	Metode B. (Bruker hele områdets areal)
Villa	Bratt	8209	18000
Rekkehus	Bratt	17910	30000
Blokk	Flatt	26325	40000
Sentrum	Flatt	68850	60000

Som man ser gir metode A stort sett betydelig lavere avrenninger av overvann enn metode B. En grunn til dette er antagelig at enkelte av årets regn er så kraftige eller langvarige at avrenning også skjer fra de permeable flatene i slike tilfeller. Av denne årsaken anbefales det at man ikke bruker metode B, men at man bruker

tette flater direkte og dermed metode A.

Dersom man har arealet av de ulike typene tette flater i et nedbørfelt, bør man bruke disse. Beregningene blir dermed betydelig mer nøyaktig enn om man må anslå tettflatearealet av de ulike tette flater i de ulike typer områder.

Referanser.

- Ahlman, S. and Svensson, G. 2002. "Substance flow analysis of the stormwater in Vasastaden, Göteborg". Chalmers University of Technology. Göteborg.
- Arnell, V., Strandner, H. og Svensson, G. 1980. "Dagvattnets mengd och beskaffenhet i stadsdelen Ryd". Meddelande nr. 48 Chalmers Tekniska Högskola. Göteborg. 1980.
- Brikowski, T. 2002. "Lecture note". University of Dallas. USA.
- Dannecker, W., Au, M. and Stechmann, H. 1990. "Substance load in rainwater runoff from different streets in Hamburg". The science of the Total Environment". Vol. 93, pp 385-392.
- Dauber, L. et al. 1978. "Pollutants in Motorway Stormwater Runoff. OECD Reports, Road Research Symposium. Protection of the Environment, pp332-342. Paris.
- Dixon, L.K., Heyl, M. G. and Murray, S. 1998. "Interpretation of bulk atmospheric deposition and stormwater quality data in the Tampa Bay Region. Mote Marine laboratory technical report No. 602.
- Ekvall, J. 2001. "Dagvattenundersökningar i Stockholm 1992-2000". Stockholm Vatten AB.
- Environmental Protection Agency. 2003. "Technical notes from watershed protection techniques". USA
- Gjessing et al.1983. "Effect of Highway Pollution on lake Water Quality". NIVA rapport O- 79024. Oslo.
- Government of Alberta. 2002. "Erosion Control Reference Material". Chapt. 7. Canada.
- Gromaire, M. C., Garnaud, S., Gonzalez, A. and Chebbo, G. 1999. "Characterisation of Urban Runoff Pollution in Paris". Wat. Sci. Tech. Vol. 39, No 2, pp1-8.
- Göttle, A. 1978. "Atmospheric contaminants". Wat. Sci. Tech. Vol10, Nos 5/6, pp 455-467. UK.
- Herrmann, R. et al. 1992. "Charakterisierung und Analyse der Verschmutzung des niederschlage und des Niederschlagsabflusses, Teilprojekt 1. Lehrstuhl für Hydrologie, Univ. Bayreuth, Tyskland.
- Horkeby, B. og Malmqvist, P-A. 1977. "Mikroämnen i dagvatten". SNV PM 926. Stockholm.
- Kern, U., Wüst, W., Daub, J., Striebel, T. und Herrmann, R. 1992. "Abspülverhalten von Schwermetallen und organischen Mikro-schadstoffen im Strassenabfluss". Wasser-Abwasser 133/11.
- Klein, H. 1982. "Die Beschaffenheit der Niederschlagsabflüsse von Autobahn". Wasserwirtschaft, vol. 72, pp37-43. Stuttgart.
- Larm, T. 1994. "Dagvattenets sammansättning, recipientpåverkan och behandling". VAV-rapport nr. 1994-06. Stockholm.
- Larm, T. 2003. "Schablonhalter-StormTac. Version 2003-02. SWECO
- Larm, T. et al. 2002. "Kartlegging av föroreningsutsläpp med dagvatten til recipienter i Lidingö Stad". SWECO VBB VIAC Stockholm.
- Lindholm, O. 1977. "Forurensninger i overvann". PRA brukerrapport nr. 7. NIVA. Oslo.
- Lisper, P. 1974. "Om dagvattnets sammansättning och dess variationer". CTH. Doktorsavhandling. Göteborg.

- Lygren, E. og Gjessing, E. 1984. "Highway pollution in a Nordic climate" VA-rapport nr. 3 1984. NIVA, Oslo.
- Makepeace, D. K., Smith, D.W. and Stanley, S.J. 1995. "Urban Stormwater Quality: Summary of Contaminant Data". Critical Review in Env. Sci. Tech. Vol. 25 (2), pp 93-139.
- Malmqvist, P-A., Svensson, G. og Fjellström, C. 1994. "Dagvattnets sammansättning". VAV-rapport nr. 1994-11. Stockholm.
- Malmqvist, P-A. 1983. "Urban Stormwater Pollutant Sources". ISBN 91-7032-106-X. CTH Göteborg.
- Malmqvist, P-A. 1982. "Dagvattnets föroreningar". Chalmers tekniska Högskola. Meddelande nr. 66. Göteborg.
- Malmqvist, P-A. og Svensson, G. 1975. "Tungmetaller i dagvatten". VATTEN nr. 3. 1975.
- Melanen, M. 1980. "TaaJamien huleja sulamisvedet" Tiedatus 197. National Board of Waters, Helsinki.
- Miljöförvaltningen. 1999. "Källor till föroreningar i dagvatten i Stockholm". Miljöförvaltningen i Stockholm by.
- Miljøstyrelsen. 1981. "Regnvandsundersøgelser 1979-1980. Slutrapport". Miljøprosjekter nr. 33 maj 1981 København.
- Miljøstyrelsen 1994. Vandmiljø - 94. Redegjørelse fra Miljøstyrelsen nr. 2, 1994. København.
- Miljøstyrelsen. 1997. "Miljøfremmede stoffer i overfladeafstrømning fra befæstede arealer". Miljøprosjekt nr. 355. København.
- Mountain Empire Community College. Virginia. USA. 2003. www.me.cc.va.us/dept/ietech/water_wastewater/distance_learning/courses/CIV246/able2b.htm
- Ng, H. Y. F. 1987. "Rainwater contribution to the dissolved chemistry of storm runoff". Fourth International conference on urban storm runoff. Lausanne 1987.
- NIVA 2003. "Strategisk instituttprogram om organiske miljøgifter". Oslo.
- Novotny, V., Smith, D. W., Kuemmel, D.A., Mastriano, J. and Barto, A. 1999. "Urban and Highway Snowmelt: Minimizing the impact on receiving Water". Water Environment Research Foundation WERF. Project 94-IRM-2.
- Olivera. 2003. "Direct runoff coefficients". University of Texas. Department of Civil Engineering. USA.
- Oslo kommune. 2003. "Årsberetning for Bekkelaget renseanlegg år 2002". Oslo
- Robinson, P., Avergård, J., Mattson, J. og Paxéus, N. 1989. Provtagningar i referensområden. Etapp 2. Rapport 1991:1. GRYAB & Ryaverket. Göteborg.
- Schueler, T. 1987. "Controlling Urban Runoff: A Practical Manual for Planning and Designing Urban Best Management Practices". MWWCOG. Washington, D.C.
- Siverth, R. 1995. "Vägdagvatten. En miljöstudie". Examensarbete 1995: 14. VA-teknik Chalmers. Göteborg.
- Statens forurensingstilsyn. 1979. "Veiledning ved dimensjonering av avløpsledninger". TA-550. Oslo.
- Statens Naturvårdsverk. 1983. "Dagvattenhantering. Planering och miljöeffekter". Meddelande 1/1983.

- ISBN 91-38- 07325-0. Stockholm.
- Statistiska centralbyrån, 1995.
 - "Utsläpp till vatten och slamproduktion 1995. Statistiska meddelande, Na 22 SM 9701. Stockholm.
 - Stene Johansen, S. og Samdal, J. E. 1995. "Miljøgiftundersøkelser i Indre Oslofjord". NIVA-rapport 611/95. Oslo.
 - Stockholm Stad. 2001. "Klassifisering av dagvatten och recipienter, samt riktlinjer för reningskrav- del 2". April 2001. Stockholm.
 - Storhaug, R. 1996. Miljøgifter i overvann". SFT-rapport 96:18
 - Storhaug, R og Paulsrud, B.. 1993. "Miljøgifter i kommunalt avløpsvann". SFT-rapport nr. 93:10. Oslo.
 - "StormTac." 2003. Se Larm.
 - Stormwater Manager's Resource Center . EPA. 2003. <http://www.stormwatercenter.net/>
 - Stotz, G. 1987. Investigations of the properties of the surface water runoff from federal highways in Germany" The Science of the Total Environment, 59 pp. 329-337.
 - Thorolfsson, S. T. "Personlig meddelelse". 2003.
 - Vestfjorden avløpssekskap (VEAS) 2003. "Årsberetning for 2002" Røyken.
 - Vestfjorden avløpssekskap (VEAS) 2002. "Årsberetning for 2001" Røyken.
 - VAV. 1976. Anvisningar för beräkning av allmänna avloppsledningar. VAV P28. Stockholm.
 - Vägverket. 2001. "Dagvattenbelastning på sjöar och vattendrag I förhållande till andra föroreningskällor" Publikation 2001:114. Sverige.
 - Wüst, et al. 1994. "Street wash-off behaviour of heavy metals, PAH and nitrophenols". Science of the Total Environment. 146/147, pp457-463.
 - Århus Amt 1996. "Undersøgelse af miljøfremmede stoffer i Århus Amt 1996. Nov. 1996.
 - Åstebøl, S. O. og Krogh, A. 2002. "Overvåking av rensebasseng E6 Skullerudkrysset" Interconsult. Oslo.