

Miljøgifter i overvann fra tette flater, renseanlegg og overløp – Case Indre Oslofjord

Av Oddvar Lindholm og Simon Haraldsen

Oddvar Lindholm er professor ved Institutt for matematiske realfag og teknologi UMB og Simon Haraldsen er senioringeniør hos Fylkesmannen i Oslo og Akershus.

Summary

The annual discharge of heavy metals, PAH and PCB in storm water runoff, combined sewer overflows and in effluents from waste water treatment plants – Case Oslofjord. The EU Water Framework Directive is relevant for heavy metals and organic micro pollutants like PAH and PCB in the inner parts of the Oslofjord. To follow this up, the County authority in Oslo and Akershus County, has started a project to calculate the annual discharges of these parameters. The water recipient is the parts of the Oslofjord north of the City of Drøbak. Nine municipalities are involved and they are Asker, Bærum, Frogn, Nesodden, Oppegård, Oslo, Røyken, Ski and Ås. Annual discharges from three sources were calculated. These three sources were storm water runoff from areas with separate sewer systems, combined sewer overflows (CSO) and other types of overflows and finally from the effluents from waste water treatment plants (WWTP).

The annual discharges from overflows are definitely the least compared to the two other sources for all types of parameters. It should be kept in mind that the discharges from CSO operate only during strong rainfalls and intense snowmelt which might be only 2 – 5 % of the time. The discharge of pollution in storm runoff from separate systems also occurs as intermittent discharges, compared to the effluents from the WWTPs. CSO and storm runoff might then

be seen as a shock loads compared to the discharge of pollution from WWTPs.

Concerning cadmium, chrome, mercury, lead, PAH and PCB, the effluents from the WWTPs contain far less of these parameters than the discharges from storm water runoff. However when we look at zinc, the effluents from the WWTPs and storm runoff are approximately the same.

Looking at copper and nickel, the annual discharges from WWTPs are significantly greater than those from storm runoff. It is no surprise that copper from WWTPs are the biggest source. This is probably due to corrosion in water pipes made of copper. The relatively big discharges of nickel and zinc from WWTPs are probably due to products that are continuously corroding.

For the rest of the parameters storm water runoff from areas with separate sewer systems are very dominating compared to the other sources. This is especially true for PAH and PCB.

Sammendrag

Rammedirektivet for vannforekomster gjelder også for miljøgifter og medfører klare krav til tilstand også for Indre Oslofjord. I den forbindelse har Fylkesmannen i Oslo og Akershus i samarbeid med Fagrådet for vann- og avløpsteknikk samarbeid i indre Oslofjord startet et prosjekt for beregning av utslipp til Oslofjorden innenfor

Drøbaksterskelen. Det er ni kommuner som er inkludert i undersøkelsen. Dette er Asker, Bærum, Frogn, Nesodden, Oppegård, Oslo, Røyken, Ski og Ås. De årlige utslippene ble beregnet for overvann fra tette flater som ligger i kommunenes områder med separatavløpssystem, overløpsutslipp fra fellesavløpssystemer og andre overløp, samt fra renseanleggenes utslipp.

De årlige utslippene fra overløp er den klart minste kilden for alle typer miljøgifter. Overløpene er normalt bare i funksjon under sterke regn og snøsmelteperioder, noe som kan være 2 – 5 % av tiden over et år. De andre typene utslipp er kontinuerlige uavhengig av værtype.

For kadmium, krom, kvikksølv, bly, PAH og PCB er renseanleggenes årlige utslipp betydelig mye mindre enn overvannsutslippene fra tette flater i separatsystemene. For sink er renseanleggenes utslipp omtrent i samme størrelse som overvannets utslipp. For kobber og nikkel er utslippene fra renseanleggene klart mye større enn overvannets utslipp. At renseanleggets utslipp av kobber er såpass stort er ikke overraskende. Det skyldes trolig korrosjonsprodukter fra vannrør av kobber. Renseanleggenes store utslipp av nikkel og sink skriver seg sannsynligvis fra konstante utslipp fra produkter som lekker ut korrosjonsprodukter.

For de andre miljøgiftene er overvannets utslipp fra områder med separatavløpssystem ganske dominerende. Dette gjelder spesielt for de organiske miljøgiftene PAH og PCB, da overvannets bidrag for disse er påfallende dominerende over alle de andre kildene.

Innledning

Forurensningsmyndighetene har i de senere år intensivert sin oppmerksomhet på miljøgifter i våre vannforekomster. Noe som blant annet har resultert i store og meget kostbare prosjekter hvor man sanerer deler av fjordbunnen i mange av våre fjorder, ved å fjerne eller dekke til sedimentene som har høyt innhold av miljøgifter. En vesentlig bidragsyter til disse miljøgiftene er overvann fra byenes tette flater. De miljøgifttypene man særlig fokuserer på i den sammenheng er tungmetaller, PAH og PCB. PCB-innholdet i sedimenter på

bunnen av en rekke fjorder i Norge er fremdeles en viktig årsak til kostholdsrad fra Mattilsynet, som da råder til begrenset inntak av enkelte marine organismer fra slike fjorder.

I forbindelse med oppfølgingen av Vannrammedirektivet tok Fylkesmannen i Oslo og Akershus i 2012 initiativet til å beregne utslippene av miljøgifter til Indre Oslofjord. Det er Drøbaksterskelen som avgrenser fjordavsnittet i syd. Ni kommuner har utslipp til dette fjordavsnittet. Utslippstallene som vises i denne artikkelen er beregnet som en del av dette prosjektet.

Miljøgifter bygges opp som avsetninger på tette flater i tørrværsperioder. Kildene er 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.

Transport av de avsatte miljøgiftene fra overflatene skjer p.g.a. nedbør eller snøsmelting, hvor stoffene spyles ned i overvannsledninger eller til kombinerte fellesavløpssystemledninger.

Bidraget av tungmetaller og organiske miljøgifter fra tette flater i urbane områder er ganske betydelig. Som et grovt anslag har det tidligere vært vanlig å anta at ca. 1/3 av tungmetallene i avløpslam fra avløpsrenseanlegg har stammet fra overvann som er tilført til fellesavløpssystemledningene. Når det gjelder organiske miljøgifter kan overvann transportere en svært stor mengde av enkelte organiske miljøgifter til steder hvor miljøgiftene deponeres/akkumuleres, for eksempel til sjøsedimenter. Hele 47 % av PCB tilførselen til San Fransisco Bay i 2002 ble transportert med overvann fra tette flater (University of California, 2003).

Miljøgiftene fra de tette flatene når frem til vannforekomstene i hovedsak via tre veier:

- direkte utløp fra overvannsledningene i separatavløpssystemene
- utslipp fra overløp i fellesavløpssystemer
- utslipp fra avløpsrenseanleggene når disse også betjener fellesavløpssystemer

For å finne de totale miljøgiftutslippene som er generert av de tette flater må derfor alle tre bidragene regnes med. Fra overløp og renseanlegg kommer det imidlertid også bidrag fra spillvann innblandet i overflatebidraget.

De miljøgiftene som spyles ned i overvannsledninger og det som går i overløp i fellesavløps-systemet går direkte til vannforekomstene utenom avløpsrenseanleggene. I de fleste norske byer er mer enn halvparten av de tette flatene knyttet til et overvannssystem som ikke leder til avløpsrenseanlegg. I høygradige avløpsrenseanlegg varierer renseseffekten for miljøgifter, men denne kan ligge mellom 40 % og 80 % avhengig av stoff, renseprosess etc.

Den stoffgruppe som det ofte fokuseres mest på i forbindelse med organiske miljøgifter i overvann er PAH-forbindelser. Det finnes flere hundre PAH-forbindelser. Ikke alle er like farlige. Det er mest vanlig å måle innholdet av de 16 av disse forbindelsene som det amerikanske miljødirektoratet US EPA har pekt ut. Det kalles ofte for total-PAH. SUM PAH₁₆ omfatter følgende forbindelser: naftalen, acenaftalen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benz(a)antracen, chrysen+trifenylen, benzo(b)fluoranten, benzo(j,k)fluoranten, benzo(a)pyren (BaP), indeno(1,2,3cd)pyren, dibenz(a,c/a,h)antracen, benzo(ghi)perylen.

PAH dannes i hovedsak ved ufullstendig forbrenning av organisk stoff som kull, olje, søppel og utslippene til luft fra personbiler.

PCB ble produsert fra 1929 til slutten av 1970-tallet og ble bl.a. brukt i transformatorer som elektriske isolatorer, i kondensatorer i lysarmatur, i sement som tilsatsmiddel, i maling, i kjølevæsker, i smøremidler, i isolerglasslim m.m. Selv om PCB har vært forbudt å bruke i Norge siden 1980, fins det fortsatt mye PCB i bygninger og produkter som årlig bidrar til nye utslipp.

PCB er ekstremt tungt nedbrytbart i miljøet og bygger seg opp i næringskjedene og akkumulerer seg bl.a. i lever og i fettcellene i mennesker. PCB kan gi leverproblemer, økt kreftrisiko, effekter på sentralnervesystemet, reproduksjonsskader, fosterskader, immunsykdommer, hudsykdommer, m.m. PCB kan også forårsake store skader i miljøet på fugler, fisk og pattedyr.

Metoder

Hovedprinsippet for miljøgiftutslippsberegningene fra tette flater har vært å finne antall m³ utslipp av overvann per år og multiplisere dette med en gjennomsnittlig konsentrasjon (sjablonverdi). Sjablonverdiene er de samme som den internasjonalt anerkjente databasen StormTac bruker. Lenge hadde ikke denne databasen verdier for PCB, men det har nå nylig kommet med.

PCB i overvann fra tette flater har vært en parameter man har visst svært lite om. I mange år brukte man en sjablonverdi på dette på 0,01 µg/l. Målinger utført i 2005 på PCB₇ (Jantsch, Lindholm, Hult og Strand 2006) i et felt i Oslo i Vika viste imidlertid en gjennomsnittsverdi på 0,12 µg/l og for feltet Vestli i Oslo en gjennomsnittsverdi på 0,06 µg/l. Dette passer bra med de tall som StormTac nå bruker på PCB₇, hvilket er 0,08 µg/l.

Indre Oslofjord ble inndelt i tre underavsnitt, som er i tråd med den NIVA har brukt i sine arbeider. (Helland m. fl. 2003). Disse er kalt Vestfjorden, Bekkelagsbassenget og Bunnefjorden. De 9 kommunene som var med fikk en bestilling av data som innebar å finne for hvert av de tre resipientavsnittene følgende:

- A) Det totale tilførselsarealet i km² på følgende områdetyper:
- Sentrumsområder
 - Industriområder
 - Kontorområder
 - Boligområder

med følgende oppsplitting:

- %-andel av boligområdet m. blokkbebyggelse
- %-andel av boligområdet m. rekkehusbebyggelse
- %-andel av boligområdet m. eneboligbebyggelse
- Hovedveiers tettflateareal med ca. 30 000 kjøretøyer pr. dag.
- Hovedveiers tettflateareal med ca. 15 000 kjøretøyer pr. dag.
- Veiers tettflateareal med ca. 5000 kjøretøyer pr. dag.

Veiene ble fordelt på den kategori som passet best.

Andre veier regnet vi med inngikk i de andre nevnte områdene.

For de totale områdearealer brukte vi en standardverdi på % tette flater i de ulike typene områder, samt en standardverdi på andel av de tette flatene som er knyttet til rørrettet.

Man skulle dessuten bare regne inn den andelen av de ulike områdene som er knyttet til separatsystem. (Dette fordi separatsystemets del går urensset ut, dvs. renner av direkte lokalt, mens fellessystemets del jo går enten til overløp eller til avløpsrensaneanlegg.)

- B) Utslippene i kg/år fra avløpsrensaneanleggene på alle kjente miljøgifter. Hvis dette ikke var kjent, måtte man oppgi utslipp i m³/år fra de ulike avløpsrensaneanleggene i kommunen for 2011 og rensaneanleggtype (for eksempel mek/kjemisk).
- C) Anslag på m³ per år som går i overløp i fellessystemene, sortert på de ulike resipientavsnitt.
- D) Gjennomsnittlig årlig nedbør i tettstedet i kommunen i mm/år.

Sjablonverdiene som ble brukt for miljøgiftkonsentrasjoner i overvannet er vist i tabell 1.

Den avstrømmede overvannsmengden fra tette flater er beregnet med formelen:

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

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

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 m².

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 = ca. 50 mm, og for flater områder b = ca. 100 mm.

Årlige nedbørmengder er gjennomsnittsverdiene for normalperioden 1960 – 1990.

Verdiene er hentet fra Meteorologisk institutt.

Brukte konsentrasjoner i overvann 2012										
Type areal	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH	BaP	PCB
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
30 000 ÅDT	0,48	51	72	0,08	16	30	432	1,3	0,04	0,08
15 000 ÅDT	0,38	42	47	0,08	10	17	238	0,72	0,03	0,08
5 000 ÅDT	0,31	28	30	0,08	6	8	97	0,32	0,02	0,08
Sentrumsområder	1	5	22	0,05	8,5	20	140	0,6	0,10	0,08
Industriområder	1,5	14	45	0,07	16	30	270	1,0	0,15	0,08
Kontorområder	0,9	13	30	0,10	7	30	140	1	0,15	0,08
Boliger Blokk	0,7	12	30	0,03	9	15	100	0,6	0,05	0,08
Boliger rekkehus	0,6	6	25	0,02	7	12	85	0,6	0,05	0,08
Eneboligområder	0,5	4	20	0,02	6	10	80	0,6	0,05	0,08

Tabell 1. Sjablongverdiene for miljøgiftkonsentrasjoner i overvannet.

Tabell 2 viser de verdier som vi brukte for andel tette flater og andel deltagende flater av de tette flatene. Begge deler er vist i forhold til ulike typeområder.

På basis av konsentrasjoner i overvann, vist i StormTacs database, og konsentrasjoner i spillvann samt innsamlede data fra Lindholm (2004) er sjablongverdiene vist i tabell 3 brukt. Verdiene er meget usikre da konsentrasjonen i et gitt overløp og i et gitt tidspunkt avhenger bl.a. meget av mengden overvann i forhold til mengden spillvann i overløpsblandingen. Verdien må derfor betraktes som særdeles usikre og er ment som et sannsynlig gjennomsnitt over en lang tidsperiode. For et bestemt overløp og for et bestemt nedbørfelle kan selvsagt verdien bli helt gale å bruke.

For renseanleggene VEAS, BEVAS og NFR er det brukt målte utslippstall for året 2011.

De tre store avløpsrenseanleggene har de helt dominerende bidragene av utslipp fra avløps-

renseanleggene Ofte er analyseresultatet i avløpsrenseanleggene under deteksjonsgrensen. Da er halve deteksjonsgrensen benyttet i beregningen av utløpsmengde. VEAS behandler årlig ca. 100 mill m³ avløpsvann. Dette betyr f.eks. at når alle analysene er under deteksjonsgrensen og man benytter halve deteksjonsgrensen som multipliseres med 100 mill m³, så blir det for eksempel for PCB rapportert ca 0,5 kg pr år. Dette tallet kan i virkeligheten være mye lavere.

Det fins noen mindre avløpsrenseanlegg som ikke utfører målinger slik som de tre store anleggene. I disse tilfellene har man, der det ikke er egne oppgitte utslippstall eller konsentrasjoner, brukt konsentrasjoner for effluentene slik det er vist i tabell 4. Disse bidragene utgjør svært lite i forhold til de andre kildene.

Tabell 5 er brukt der det var utslipp av ubehandlet spillvann. Dette er også et helt ubetydelig bidrag i forhold til de andre kildene.

Type område	Tette flater i % av totalt areal	Andel deltagende tette flater (a)
Villa/eneboliger	20	0,55
Rekkehus	40	0,6
Blokk	60	0,7
Sentrumsområder	80	0,9
Veger	100	1,0

Tabell 2. Tette flater (%) og andel deltagende tette flater.

Parameter	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH	BaP	PCB
µg/l	0,6	10	45	0,1	8	12	100	0,5	0,05	0,05

Tabell 3. Brukte sjablongverdier for miljøgiftkonsentrasjoner i overløpsvann.

	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH	BaP	PCB
Utløp fra kjemiske renseanlegg	0,06	1	14	0,01	3	0,5	30	0,05	0,01	0,01

Tabell 4. Typiske miljøgiftkonsentrasjoner i utløp fra høygradige avløpsrenseanlegg (µg/l)

Parameter	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH	BaP	PCB
µg/l	0,2	7	70	0,1	6	4	100	0,3	0,03	0,03

Tabell 5. Typiske konsentrasjoner i ubehandlet spillvann i Oslo-området.

Resultater fra utslippsberegningene

Til Vestfjorden sogner Asker, Bærum, Frognsvestre deler, Nesoddens vestre deler og Røyken.

Tabell 6 viser fordelingen mellom utslipp fra overvann fra tette flater, renseanleggenes effluenter, samt utslipp fra overløp i ledningsnett, i renseanlegg og i transportsystem for øvrig.

Parameter	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH	BaP	PCB
Tette flater	4,17	221	291	0,59	68,7	120	1351	4,57	0,35	0,64
Renseanlegg	5,93	60,5	1707	0,47	252	60,2	2315	0,44	-	0,43
Overløp i nett, i renseanlegg og i transportsystem	0,37	6,2	29,3	0,06	5	7,3	60,3	0,31	0,04	0,031
Sum	10,47	287,7	2027	1,12	325,7	187,5	3726	5,32	-	1,1

Tabell 6. Miljøgifter til Vestfjorden (kg/år).

Til Bekkelagsbassenget er det bare Oslo kommune som har utslipp.

Parameter	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH	BaP	PCB
Tette flater	11,8	414	654	1,20	169	340	3453	12,6	1,19	1,2
Renseanlegg	1,11	30,4	793	0,34	200	16,4	1506	5,33	-	0,23
Overløp i nett, i renseanlegg og i transports.	2,51	41,9	189	0,42	33,4	50,2	418	2,09	0,21	0,21
Sum Oslo	15,4	486	1636	2	402	406	4367	20	-	1,6

Tabell 7. Total sum for Bekkelagsbassenget (kg/år).

Til Bunnefjorden sogner Frognsvestre deler, Nesoddens østre deler, Oppegård, Ski og Ås.

Parameter	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH	BaP	PCB
Tette flater	3,26	71,2	136	0,26	38,5	84,3	730	2,96	0,36	0,27
Renseanlegg	0,141	60,7	27,7	0,07	13,8	2,6	212	0,042	-	0,113
Overløp i nett, i renseanlegg og i transports.	0,14	2,31	11	0,02	1,9	2,8	24	0,11	0,01	0,011
Sum	3,54	134	175	0,35	54,2	89,7	966	3,11	-	0,39

Tabell 8. Miljøgifter til Bunnefjorden (kg/år).

Totale summer for alle de tre kildene for hele Indre Oslofjord er vist i tabell 9.

Som tabell 9 viser er utslippene fra overløp

den klart minste kilden for alle typer miljøgifter. Man skal imidlertid ha i minnet at denne type utslipp skjer bare 2 – 5 % av tiden. Dette gjør at

Parameter	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH	BaP	PCB
Tette flater	19,2	706	1081	2,05	276	544	5534	20,1	1,9	2,1
Renseanlegg	7,18	152	2528	0,88	466	79,2	4033	5,8	-	0,77
Overløp	3,02	50	229	0,5	40	60,3	502	2,5	0,26	0,25
Sum	29,4	908	3838	3,43	782	684	10069	28,4	2,16	3,1

Tabell 9. Total sum hele Indre Oslofjord (kg/år).

i de periodene disse utslippene skjer, er disse de dominerende utslippene, og nesten sjokkerte utslipp, regnet i kg per time. Overløpene er normalt i funksjon under sterke regn og snøsmelteperioder.

For kadmium, krom, kvikksølv, bly, PAH og PCB er renseanleggenes utslipp betydelig mye mindre enn overvannsutslippene fra tette flater i separatsystemene. For sink er renseanleggenes utslipp omtrent i samme størrelse som overvannets utslipp. For kobber og nikkel er utslippene fra renseanleggene klart mye større enn overvannets utslipp. At renseanleggets utslipp av kobber er såpass stort er ikke overraskende. Det skyldes trolig korrosjonsprodukter fra vannrør av kobber. Renseanleggenes store utslipp av nikkel og sink skriver seg sannsynligvis fra konstante utslipp fra produkter som lekker ut korrosjonsprodukter.

For de andre miljøgiftene er overvannet fra områder med separat avløpssystem ganske

dominerende. Dette gjelder spesielt for de organiske miljøgiftene PAH og PCB, da overvannets bidrag for disse er påfallende dominerende over de andre kildene.

Referanser

Helland, A., Lindholm, O., Traaen, T., Uriansrud, F. og Rygg, B. 2003. "Tiltaksplan for forurensede sedimenter i Oslofjorden". NIVA-rapport 4742-2003. Oslo.

<http://www.stormtac.com/index.php>

Jantsch, T., Lindholm, O., Hult, F. og Strand, K. 2006. "Forekomst av organiske miljøgifter i overvann." VANN nr 1, 2006.

Lindholm, O. 2004. "Miljøgifter i overvann fra tette flater". NIVA-rapport 4775-2004.

University of California, 2003. "Analysis of Management Strategies for Stormwater Conveyance Systems to Control Input of PCB Contaminated Sediments to San Francisco Bay". April 2003. Santa Barbara.