

## 1 FORMÅL

Formålet med VA/Miljø-bladet er å gi en veiledning til kommuner og VA-konsulenter over hvordan man på en hensiktsmessig og enkel måte kan beregne midlere årlige utslipp av miljøgifter fra overvann og regnvannsoverløp.

Miljøgifter i overvann har kommet mer i fokus for myndigheter og kommuner i det siste. Det har vist seg at overvann er en meget betydelig kilde for miljøgifter i forhold til mange andre kilder. For å kunne oppfylle Rammedirektivet for vannforekomster og Vannforskriften, må det fokuseres mer på utslipp av miljøgifter fra avløpsnettet.

Miljøgiftene som beskrives her er de mest betenkelige av tungmetallene og noen organiske miljøgifter og som fins i betydelig grad i overvann. Dette er kadmium, krom, kobber, kvikksølv, nikkel, bly, sink, og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH<sub>16</sub>) som også inkluderer benzo(a)pyren (BaP), samt PCB<sub>7</sub>.

## 2 BEGRENSNINGER

Veiledningen gjelder for overvann fra tette flater i urbane områder og regnvannsoverløp i fellesavløpssystemer. Det må påregnes at beregningene har en betydelig usikkerhet. Dette skyldes i hovedsak usikkerheten med å anslå en midlere konsentrasjon på en miljøgift over et helt middelår.

Overvann fra områder med ulike aktiviteter har ulik grad av forurensning. Overvann fra trafikkerte veier har høyt innhold av tungmetaller og organiske miljøgifter. Overvann fra renere områder kan brukes i LOD-anlegg uten særlige restriksjoner, mens overvann fra forurensende områder må renses før det brukes for eksempel i åpne dammer. Det er en viktig oppgave å bidra til at overvannet i utgangspunktet ikke tilføres forurensende stoffer.

## 3 FUNKSJONSKRAV

Miljøgifter fra tette flater renner ut i 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.

Miljøgifter bygges opp som avsetninger på flater i tørrvær.

Kildene er atmosfærisk nedfall, industri, avgasser fra kjøretøy og maskiner, fyring og forbrenning av organisk stoff som f.eks. avfall, sivevann fra avfallsfyllinger, nedslitning og korrosjon av produkter fra kjøretøy og bygninger, vegdekker og andre konstruksjoner, samt rester fra produkter. PAH dannes i hovedsak ved ufullstendig forbrenning av organisk stoff.

Biltrafikken representerer en særlig stor kilde og bidragene herfra kommer fra forbrenning av drivstoff, slitasje av bremsebelegg, slitasje av dekk og veibane og korrosjon av komponenter på bilen.

PCB ble produsert fra 1929 til slutten av 1970-tallet og ble bl.a. brukt i: transformatorer, elektriske isolatorer, kondensatorer i lysarmatur, sement som tilsatzmiddel, maling, kjølevæsker, smøremidler, vindusglasslim m.m.

Av noen virkninger ved miljøgiftene kan følgende fremheves:

- Bly (Pb) kan skade lever, nyrer, lunge, ben-substans, aorta, testikler, hjerte og hjerne. Symptomer på blyforgiftning kan være oppkast, diaré, kolikk og anoreksi. Bly kan føre til kroniske hjerneskader som vises ved rastløshet, irritabilitet, hodepine, skjelvinger, hallusinasjoner og manglende konsentrasjonsevne.
- Kadmium (Cd) kan gi lungeskader og skader på nyrer og lever, og føre til beinskjørhet. Det er karakterisert som kreftfremkallende, og akutte helseeffekter er kvalme, diaré og oppkast.
- Kobber (Cu) kan gi irritasjoner i munn, nese og øyne, hodepine, svimmelhet, kvalme og diaré. Noen mennesker tåler ikke kobber i det hele tatt.
- Krom (Cr) kan føre til kromallergi, kreft i lunger og skade i nyrene. Det kan også føre til allergisk eksem og muligens skade fosterutviklingen.
- Kvikksølv (Hg) er svært helseskadelig og skader nervesystemet. Skadene på nervesystemet er irreversible. Kvikksølv kan ha mutagene effekter som kan skade foster og hindre naturlig utvikling, og skade syn og koordineringsevne.

- Nikkel (Ni) kan føre til nedsatt opptak av jern fra tarm og gi nedsatt vekst og anemi. Nikkel kan være allergi- og kreftfremkallende.
- Sink (Zn) kan gi magesmerter, kvalme og oppkast, men sink er ikke kreftfremkallende.
- PAH kan påvirke hormonsystemet og immunforsvaret, gi hudsykdommer og forsterke allergier. Noen av de ca. 500 ulike PAH-forbindelsene kan være kreftfremkallende.
- BaP er en av PAH-forbindelsene som er mest kreftfremkallende.
- PCB kan gi leverskader, økt kreftrisiko, effekter på sentralnervesystemet, reproduksjonsskader, fosterskader, immunsykdommer og hudsykdommer.
- PCB er ekstremt vanskelig nedbrytbart i miljøet og bygger seg opp i næringskjedene og akkumulerer seg bl.a. i lever og i fettcellene i mennesker. PCB kan også forårsake store skader i miljøet på fugler, fisk og pattedyr. PCB har vært forbudt i mer enn 30 år (siden 1980 i Norge), men fins fortsatt i stor grad i miljøet da mange produkter med PCB ennå fins i omløp.

## 4 LØSNINGER

I dette kapittelet beskrives en metode for beregning av utslippene av de parametrene som inngår i denne veiledningen. Det vil bli gitt forslag til konsentrasjonsverdier på parametrene, som kan brukes dersom brukeren ikke har bedre verdier selv, og som er tilpasset til det feltet som beregningen skal utføres for.

Ved beregning av utslipp til en resipient/vannforekomst kan det være aktuelt å regne utslipp for ulike delresipienter separat. F.eks. kan den innerste delen av en fjord være ekstra sterkt belastet i forhold til de ytre deler og man vil derfor vite hva de ulike delområdene får av miljøgiftbelastning. Denne inndelingen i flere delavsnitt kan med fordel gjøres i samråd med en person med kunnskap om vannforekomstens hydrografi og strømningsforhold.

For hvert resipientavsnitt foreslås det at det gjøres beregninger for de følgende areal typer som er vist i avsnitt 4.1.1.

### 4.1 DATAGRUNNLAGET FOR BEREGNINGENE

#### 4.1.1. TILFØRSELSAREALET PÅ ULIKE OMRÅDETYPEN

Dersom man ikke har arealet av de tette flatene direkte for de ulike områdetypene man velger, kan man benytte totalarealet for hele avrenningsområdet for de ulike områdetypene og bruke tabell 1. Den foreslår en tallverdi for andel tette flater i de ulike områdetypene. Det er imidlertid forbundet med en viss unøyaktighet å bruke hele områdearealet og multiplisere denne med en antatt tettflateandel.

Områdetypene man velger kan f.eks. være de

som er vist under.

- Sentrumsområder
- Industriområder
- Boligområder med følgende oppsplitting: andel av boligområdet med blokkbebyggelse, andel av boligområdet med rekkehusbebyggelse, andel av boligområdet med eneboligbebyggelse.
- Hovedveiers tettflateareal med mer enn 25.000 kjøretøyer pr. dag (ÅDT).
- Hovedveiers tettflateareal 10.000 – 25.000 kjøretøyer pr. dag.
- Veiers tettflateareal med 5.000 – 10.000 kjøretøyer pr. dag.

Områdetypene er valgt for å korrespondere med noen av de områdetypene som brukes av databasen StormTac for konsentrasjoner av miljøgifter i overvann /2/. Hvis det er ønskelig kan man bruke andre områdetyper som kontorområder, havneområder, etc. fordi StormTac har en lang rekke mulige valg for områdetyper.

Mindre trafikkerte veier enn 5.000 ÅDT kan man velge skal inngå i de andre nevnte områdetypene, eller opprette separate beregningsområder for kategorier med lavere ÅDT. Databasen StormTac har separate tall for veger med bl.a. 50.000, 25.000, 15.000, 10.000, 5.000, 2.000 og 1.000 ÅDT.

På basis av de totale områdearealer brukes en standardverdi på % tette flater i de ulike typene områder, samt en standardverdi på andelen av de tette flatene som er knyttet til rørnettet. Ikke alle tette flater er direkte tilkoblet ledningsnettet.

Vi trenger dessuten bare å skaffe data for de områdene som ligger i felt med separatavløpssystem. (Dette fordi separatavløpssystemets del går urensset ut via overvannsledningsnettet, dvs. renner ut direkte lokalt, mens fellesavløpssystemets del går enten ut via regnvannsoverløp eller til avløpsrenseanlegg.)

Tabell 1 viser de verdier som foreslås for andel tette flater og andel deltagende flater av de tette flatene som er direkte koblet til overvannsnettet. Begge deler er vist i forhold til ulike områdetyper i urbane strøk. Det beste er å bruke lokalt bestemte verdier istedenfor å bruke standardtall fra tabell 1.

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

Tabell 1. Forslag til tette flater (%) og andel deltagende tette flater /1/.

## 4.1.2. ANSLAG ELLER BEREGNINGER PÅ AVLØPSVANN SOM GÅR I OVERLØP I FELLESSYSTEMENE I DE ULIKE RESIPIENTAVSNITTENE

Der det er fellesavløpssystem er det også normalt regnvannsoverløp. Man må da skaffe seg en oversikt over antall m<sup>3</sup> overløpsvann som går ut i de enkelte regnvannsoverløpene i et middelår. Dette kan måles eller beregnes. Det blir nødvendig å bruke datamodeller og bruke disse i tidsserieanalyser for ett eller flere år for å kunne beregne dette.

Når det gjelder middel på konsentrasjoner av miljøgifter i overløpsvann over ett helt middelår, bør dette vurderes lokalt. Dersom man ikke har egne bedre begrunnede forslag kan man bruke forslagene i tabell 2. Disse er utarbeidet på basis av antatte konsentrasjoner i overvann, vist i StormTacs database, utløpskonsentrasjoner fra noen norske avløpsrensaneanlegg og innsamlede data fra Lindholm /1/.

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 2. Forslag til sjablongverdier for miljøgiftkonsentrasjoner i overløpsvann.

## 4.1.3. KONSENTRASJONER AV MILJØGIFTER I OVERVANN FRA TETTE FLATER

Tabell 3 viser miljøgiftkonsentrasjonene som kan brukes dersom man ikke har andre forslag som er bedre begrunnet. /2/.

Type areal	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH	BaP	PCB
	[µg/l]									
Veger med ÅDT 25.000	0,45	18	64	0,08	14	26	365	1,1	0,04	0,08
Veger med ÅDT 15.000	0,38	13	47	0,08	10	17	231	0,72	0,03	0,08
Veger med ÅDT 5.000	0,31	9	30	0,08	6	8	97	0,32	0,02	0,08
Sentrum-sområder	1,0	5	22	0,05	8,5	20	140	0,6	0,10	0,08
Industri-områder	1,5	14	45	0,07	16	30	270	1,0	0,15	0,08
Boliger i blokkområder	0,7	12	30	0,03	9	15	100	0,6	0,05	0,08
Bolig rekkehusområder	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 3. Forslag til konsentrasjoner i overvann på miljøgifter /2/.

Konsentrasjonene i tabell 3 er de samme som StormTac har i sin database for 2014.

Hvis man f.eks. har fått inn data for hovedveiers tettflateareal med 10.000 – 25.000 kjøretøyer pr. dag, kan man bruke middelet av konsentrasjonene for 10.000 ÅDT og 25.000 ÅDT for overvannet fra disse vegene.

## 4.1.4. GJENNOMSNITTLIG ÅRLIG NEDBØR I FELTET I MM/ÅR

Det er vanlig å bruke nedbørdata fra Meteorologisk Institutt /3/. Instituttet baserer sin normalnedbør på gjennomsnittet over 30-årsperioden 1961–1990. Man bruker da årsmiddelet i mm per år. Det kan være flere målestasjoner i en enkelt kommune, og man bør da bruke den stasjonen som er mest representativ for det feltet man beregner for.

Tabell 4 viser eksempler for noen stasjoners normalnedbør i perioden 1961–1990. Der kommunen har oppgitt egne tall er det naturlig å bruke disse dersom de er mer korrekte for feltet.

Kommune	Stasjon	Midlere nedbør [mm/år]
Asker	Asker	940
	Asker brannstasjon	910
Bærum	Dønski	900
	Fornebu	714
Frogn	Drøbak	920

Tabell 4. Årlige midlere nedbørmengder i perioden 1961-1990 for noen stasjoner nær Indre Oslofjord /3/.

Selv innen samme kommune kan nedbørstasjonen med høyeste årlige midlere nedbørmengde ha mer enn 50 % mer årlig midlere nedbør enn nedbørstasjonen med den laveste midlere årlige nedbørmengden.

## 4.2. BEREGNINGSMETODIKK

Årlig utslipp av miljøgifter fra overvannsnett beregnes ved å multiplisere antall m<sup>3</sup> avrent overvann per middelår med en middelkonsentrasjon for hele året av en komponent.

$$U = Q_{\text{år}} \cdot C_{\text{år}} \cdot 10^{-3}$$

Der

U = Utslipp for en arealtype og for en komponent (kg/år).

Q<sub>år</sub> = Avrent mengde overvann per år (m<sup>3</sup>/år).

C<sub>år</sub> = Midlere konsentrasjon av en komponent for en bestemt arealtype (mg/l).

Utslippet til et resipientavsnitt nr. 1 for en komponent A blir da:

$$U_{\text{RESIPIENT NR.1 OG KOMPONENT A}} = U_{\text{RESIPIENT NR.1 OG KOMPONENT A AREALTYPE 1}} + U_{\text{RESIPIENT NR.1 OG KOMPONENT A AREALTYPE 2}} + U_{\text{RESIPIENT NR.1 OG KOMPONENT A AREALTYPE N}}$$

Den midlere årlige avrente overvannsmengden fra tette flater er:

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

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

$a$  = 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 ( $\text{m}^2$ ).

$P$  = Total nedbør over et middelår (mm).

$b$  = Totalt tap av vann p.g.a. fordampning fra tette flater (mm). For områder med stor helning > 1,5 % kan man bruke  $b = \text{ca. } 50$  mm, og for flatere områder  $b = \text{ca. } 100$  mm.

Årlig utslipp fra et regnvannsoverløp beregnes ved å multiplisere midlere årlig overløpsmengde med en midlere årlig konsentrasjon av den komponenten man er interessert i:

$$U = Q_{\text{år}} \cdot C_{\text{år}} \cdot 10^{-3}$$

Der

$U$  = Utslipp fra et regnvannsoverløp og for en komponent ( $\text{kg}/\text{år}$ ).

$Q_{\text{år}}$  = Beregnet eller målt overløpsmengde i et middelår ( $\text{m}^3/\text{år}$ ).

$C_{\text{år}}$  = Midlere konsentrasjon av en komponent for et bestemt regnvannsoverløp ( $\text{mg}/\text{l}$ ).

Dersom man ikke ønsker å beregne utslippet for et middelår, men for et bestemt gitt år, bruker man beregnet eller målt overløpsmengde og konsentrasjonen av komponenten for dette bestemte året.

## 5. BEREGNINGSEKSEMPEL

I et tenkt eksempel antas det at et bestemt resipientavsnitt i en fjord har følgende data.

For den delen av resipientavsnittet som betjenes med separatavløpssystem har man:

Areal av vegger med trafikk tilsvarende mellom 5.000 ÅDT og 15.000 ÅDT er 80.000  $\text{m}^2$ .

Areal av sentrumsområder er 150.000  $\text{m}^2$ .

Areal av eneboliger er 1.000.000  $\text{m}^2$ .

Årlig midlere nedbørnormal for 1961 - 1990 er 750 mm.

Området er ganske flatt.

I den delen av resipientavsnittet som betjenes med fellesavløpssystem har man regnvannsoverløp med en årlig midlere overløpsmengde på 90.000  $\text{m}^3$ .

I slike beregninger er det svært effektivt å bruke regneark.

I kopien fra regnearket vist under har man omregnet arealene fra  $\text{m}^2$  til  $\text{km}^2$  ( $1.000.000 \text{ m}^2 = 1 \text{ km}^2$ ) og konsentrasjonene er omregnet fra  $\text{mg}$  til  $\mu\text{g}$  ( $1.000 \mu\text{g} = 1 \text{ mg}$ , og  $1.000 \text{ mg} = 1 \text{ g}$ ).

Som konsentrasjonstall for vegarealet, som hadde mellom 5.000 og 15.000 ÅDT, er det brukt middelet for 5.000 ÅDT og 15.000 ÅDT. Fordi området er ganske flatt brukes det en fordampning på 100 mm per år fra de tette flatene. For eneboligområder er det brukt en andel tette flater på 20 % og det er antatt at av dette er 55 % direkte tilknyttet overvannsnettet. For sentrumsområdene er det antatt en tettflateandel på 80 % og at av dette er 90 % direkte tilknyttet til overvannsnettet. Dette er som foreslått i tabell 1.

Man ser f.eks. av regneeksempelet at utslippet av kadmium (Cd) fra tette flater er 0,12  $\text{kg}/\text{år}$  og at utslippet av kadmium fra regnvannsoverløp er 0,05  $\text{kg}/\text{år}$ , til sammen 0,17  $\text{kg}/\text{år}$  fra hele resipientavsnittet.

Data om tette flater						Konsentrasjoner i overvann									
Type areal	Areal	Tette flater	Delta-gende	Nedbør	Tap	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH	BaP	PCB
	[km <sup>2</sup> ]	[%]		[mm/år]	[mm/år]	[µg/l]									
5.000 ÅDT						0,31	9	30	0,08	6	8	97	0,32	0,02	0,08
15.000 ÅDT						0,38	13	47	0,08	10	17	231	0,72	0,03	0,08
5.000 - 15.000	0,08	100	1	750	100	0,35	11	39	0,08	8	12,5	164	0,52	0,025	0,08
Sentrums-områder	0,15	80	0,9	750	100	1	5	22	0,05	8,5	20	140	0,6	0,10	0,08
Eneboliger	1	20	0,55	750	100	0,5	4	20		6	10	80	0,6	0,05	0,08

Tabell 5. Data om tette flater.

Produsert pr. år fra tette flater											
Type areal	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH	BaP	PCB	
	[kg/år]										
5.000-15.000 ÅDT	0,02	0,6	2,0	0,004	0,4	0,7	8,5	0,03	0,001	0,00	
Sentrumsområder	0,07	0,4	1,5	0,004	0,6	1,4	9,8	0,04	0,01	0,006	
Eneboliger	0,04	0,3	1,4	0,001	0,4	0,72	5,7	0,04	0,004	0,006	
SUM	0,13	1,3	4,9	0,009	1,4	2,82	24	0,11	0,015	0,012	

Tabell 6. Produsert pr. år fra tette flater.

Utslip fra lokale overløp											
Overløp i mill. m <sup>3</sup> pr. år	0,9										
	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH	BaP	PCB	
	[µg/l]										
Konsentrasjon i overløp	0,6	10	45	0,1	8	12	100	0,5	0,05	0,05	
Utslipp [kg/år]	0,05	0,9	4,1	0,009	0,7	1,1	9	0,05	0,005	0,005	

Tabell 7. Produsert pr. år fra tette flater.

Henvisninger:		Utarbeidet:	mai 2015	Oddvar Lindholm
/1/	Lindholm, O. 2004. "Miljøgifter i overvann fra tette flater". NIVA-rapport 4775-2004	Revidert:		
/2/	StormTac. 2014. www.stormtac.com	/3/	Meteorologisk Institutt. www.met.no	