

Forurensingstilførsler fra veg og betydningen av å tømme sandfang

Av Oddvar Lindholm

Oddvar Lindholm er professor på Institutt for matematiske realfag og teknologi, NMBU.

Innlegg på seminar i Norsk vannforening 19. januar 2015.

Summary

Gully pots, or roadside catch basins, are a common and important part of sewerage drainage networks. Their primary function is to retain solids in storm runoff from roads and streets, so that sediments will not clog the sewerage system.

Gully pots have only a very small significance on retaining phosphorous, but a large significance on retaining heavy metals and organic micro pollutants. The annual discharge of most of the heavy metals from a wastewater treatment plant is much smaller than the discharge coming from storm water from streets and roads.

Storm runoff from streets and roads contribute much more to the pollution than storm runoff coming from other areas in a city.

Hydraulic experiments and calculations have shown that the roadside catch basins, used in Norway, can receive a discharge of 20 - 25 l/s without significant loss of particles. However if the area of the contributing catchment is 1,0 hectare, the critical rain intensity will be about 28 l/s ha. With the normal time of concentration, this will be exceeded many times annually.

The retention of heavy metals in gully pots are about 50 % provided they are emptied before they are too filled up.

It is recommended that gully pots are empt-

ied when they are about 50 % filled up, which means that the sediments are about 50 cm under the outlet.

However, it is a matter of fact that far too many gully pots in Norway are not emptied, as they should.

Sammendrag

Det er ved en enkel analyse påvist at gatesandfang har en liten betydning for fosforutslipp, men desto større betydning for utslipp av miljøgifter.

Det er videre vist at utslipp av miljøgifter fra restutslippet fra avløpsrensaneanlegg er betydelig mindre enn miljøgiftutslippet i overvann, selv om dette ses samlet over et helt år.

Overvann fra veier har vist seg å være en dominerende kilde til miljøgiftutslipp i forhold til overvann fra andre områder i byer.

Hydrauliske forsøk og beregninger har vist at standard gatesandfang som benyttes i Norge i dag, kan dimensjoneres for en maksimal belastning på 20 - 25 liter per sekund, uten at dette forringer tilbakeholdelsen av miljøgifter og suspendert stoff i særlig grad.

Dersom man har et tilsluttet nedslagsfelt på 1 hektar til et gatesandfang blir kritisk regnintensitet ca. 28 l/s ha. For et vanlig gatesandfang, med den aktuelle konsentrasjonstiden disse har, betyr dette at den hydrauliske kapasiteten overstiges flere ganger hvert år.

Tilbakeholdelsen i standard sandfang av tung-

metaller og sannsynligvis også PAH, ligger i området ca. 50 %, forutsatt at sandfangene tømmes før de blir for oppfylt.

Det er anbefalt å tømme sandfangene når de er ca. 50 % fylt opp, noe som tilsvarer ca. 50 cm under utløpsstussen i sandfanget.

Det er dessverre en kjensgjerning at alt for mange sandfang ikke tømmes ofte nok.

I tillegg til å være et viktig bidrag i å redusere utslipp av miljøgifter til våre vannforekomster er sandfang viktige for å hindre tilstopping av avløpsledninger, noe som kan bidra til vannskader og oversvømmelser i byer.

Innledning og avgrensning

Sandfang mottar overvann fra gater og veier. For å kunne analysere sandfangenes betydning for de samlede utslipp til en vannforekomst, er det derfor klargjørende å se på overvannets betydning i forhold til spillvannets betydning for en vannforekomst. Det er i den forbindelse gjort en beregning for et hypotetisk avrenningsfelt i en by, med et areal på 1 hektar. Det er forutsatt at feltet har separatavløpssystem, og med utslipp av renset spillvann og urensset overvann. Andre beregningsforutsetninger er:

50 personer/ha, 400 l spillvann/pers og døgn, 0,26 mg/l med fosfor (Tot P) i effluent fra renseanlegget, (Ødegaard 2012), 0,05 µg PAH/l renset spillvann, og 0,06 µg Cd/l renset spillvann, (Lindholm og Haraldsen 2013), 850 mm nedbør/år, volumavrenningskoeffisient for området for hele året $\phi = 0,5$. Videre antas det 0,28 mg Tot P/l overvann, 0,6 µg PAH/l i overvann, og 1 µg Cd/l i overvann (Stormtac 2012).

Resultatene av beregningen er vist i tabell 1. Man ser at utslippet av fosfor er ca. 40 % mindre fra overvann enn fra renset spillvann. Derimot er utslippet av kadmium ca. 10 ganger høyere for overvann enn for renset spillvann og ca. 7 ganger høyere for PAH i overvann enn i renset spillvann.

I tillegg til at miljøgiftene dominerer i betydning over næringssalter i overvann, er også sandfangenes evne til å holde tilbake nærings-salter betydelig dårligere enn evnen til å holde tilbake miljøgifter.

For å analysere betydningen av sandfang er det derfor i denne artikkelen holdt fokus på miljøgifter og ikke næringssalter.

Forurensingstilførsler fra veg og andre tette flater

Fylkesmannen i Oslo og Akershus og Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord startet et prosjekt i 2012 for beregning av utslipp til Oslofjorden innenfor Drøbaksterskelen. (Lindholm og Haraldsen 2013).

Med i undersøkelsen var Asker, Bærum, Frogn, Nesodden, Oppegård, Oslo, Røyken, Ski og Ås kommuner. De årlige utslippene ble beregnet for overvann fra tette flater i områder med separatavløpssystem, fra overløpsutslipp i felles-avløpssystemer og andre overløp, samt fra renseanleggenes restutslipp.

Tabell 2 viser utslippet av miljøgifter fra de ni kommunene, fordelt på tette flater (inkludert veier og gater), renset avløpsvann og overløpsutslipp.

Bortsett fra kobber ser man at bidraget fra overvann fra tette flater er en helt dominerende kilde for miljøutgiftslipp til Oslofjorden i forhold til bidragene fra renset spillvann og overløp. Grunnen til at kobber har renset avløpsvann som sin hovedkilde er korrosjonen i drikkevannsledningene i stikkledninger og i ledninger innvendig i hus.

For å vise forskjellen i konsentrasjoner av miljøgifter i overvann fra vegger med tre ulike grader av årsdøgntrafikk (ÅDT), i andre typer byområder og i renset spillvann og urensset spillvann, er tabell 3 utarbeidet.

Man kan merke seg at for alle miljøgiftene, bortsett fra for kobber, er konsentrasjonene i

	Total fosfor Tot P (kg/år)	Cd (gram/år)	PAH (gram/år)
Renset spillvann	1,9	0,44	0,37
Overvann	1,2	4,25	2,55

Tabell 1. Betydningen av utslipp (per ha og år) av renset spillvann kontra overvann.

Kilde	Cd	Cu	Hg	Pb	PAH
Tette flater	19,2	1081	2,1	544	20,1
Avløpsrenseanlegg	7,2	2528	0,9	79	5,8
Overløp	3,0	229	0,5	60	2,5
SUM	29,4	3838	3,4	684	28,4

Tabell 2. Kg per år av miljøgifter til Indre Oslofjord 2012. (Lindholm og Haraldsen 2013).

Type areal	Cd	Cu	Hg	Pb	PAH
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
30 000 ÅDT	0,5	72	0,08	30	1,3
15 000 ÅDT	0,4	47	0,08	17	0,7
5 000 ÅDT	0,3	30	0,08	8	0,3
Sentrumsområder	1	22	0,05	20	0,6
Boliger rekkehus	0,6	25	0,02	12	0,6
Spillvann urensset	0,2	70	0,2	4	0,3
Renset spillvann	0,06	14	0,02	0,5	0,05

Tabell 3. Konsentrasjoner av miljøgifter benyttet i Indre Oslofjord prosjektet 2012 – Overvann fra ulike områder og spillvann. (Stormtac 2012 og Lindholm og Haraldsen 2013).

Type areal	Cd	Cu	Hg	Pb	PAH
Veier med mye trafikk > 5000 ÅDT	1,3	145	0,33	47	2,0
Sentrumsområder	0,5	11	0,02	10	0,3
Industri og kontorer	0,5	14	0,03	10,5	0,4
Boligområder	0,2	7	0	3,4	0,2

Tabell 4. Utslipp fra Bærum av miljøgifter fra ulike typer områder. (Lindholm 2012)

overvann betydelig høyere enn tilsvarende i rensset spillvann. For kadmium ligger konsentrasjonene for vegvann lavere enn i sentrumsområder og boligområder. For PAH og bly ligger konsentrasjonene i boligområder omtrent i samme størrelsesorden som vegvann, noe avhengig av ÅDT på vegen.

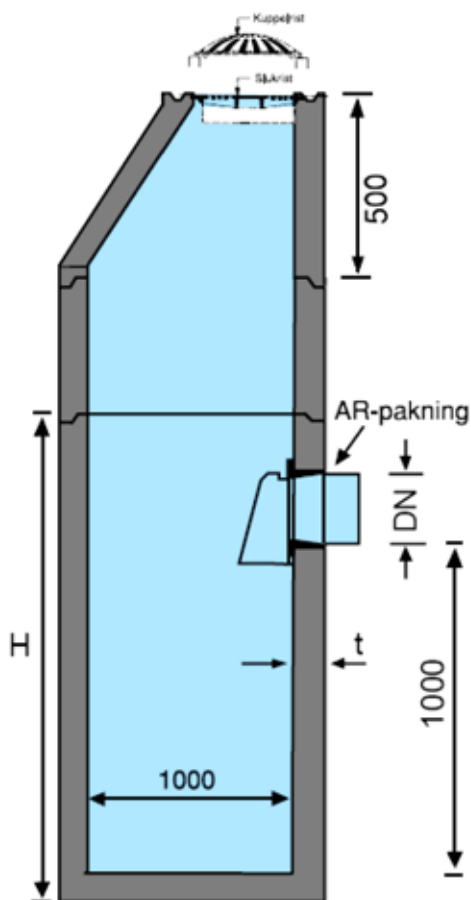
For å vise de relative betydninger av miljøgiftutslipp fra ulike områder i en kommune er et eksempel fra Bærum kommune vist i tabell 4. Tallene er fra de tidligere nevnte beregningene fra prosjektet i Indre Oslofjord i 2012. Vi ser at utslipp fra veier med stor trafikk, større enn 5000 ÅDT, dominerer stort over de andre typer områder. I tillegg må man huske at de andre

typer områder også har gater og veier som bidrar med sitt bidrag.

Totalt sett ser man av de beregningene som er vist over, at miljøgifter i overvann fra veier er meget betydningsfullt i forhold til andre kilder til utslipp i våre vannforekomster. Dermed har også sandfang en potensiell viktig rolle å spille som tiltak mot utslipp av miljøgifter.

Om sandfang og betydningen av å tømme sandfang

Figur 1 viser et typisk sandfang med de dimensjoner det er vanlig å bruke i Norge, og med en dykkeranordning på utløpet.



Figur 1. Skisse av en sandfangskum med dykker. (BASAL 2012)

Deletic, Ashley og Rest (2000) konkluderer i en analyse om gatesandfang at rollen til sandfang er viktig for å holde tilbake finere sedimenter fra overvann fra gater.

Sandfangets evne til å holde tilbake sand synker ved økende vanntilførsel. Forsøk med sandfang med diameter 1,0 m og utløpsrør 150 mm ga følgende resultater (Mosevoll og Lindholm 1986).

- Ved vannføring mindre enn 10 l/s og tom slamlomme vil nesten all sand med kornstørrelse over 0,7 mm bli avsatt.
- Økes vannføringen til 30 l/s, reduseres andelen avsatt sand i området 0,2 - 0,7 mm til 50 - 60 %.
- Når 50 - 60 % av slamlomma (regnet til underkant utløpsrør) er fylt med slam, vil en

med vannføring på 20 - 30 l/s hovedsakelig få bunnfelt sand med kornstørrelse over 2 mm.

Forsøkskummen hadde en slamlomme med dybde på 1,0 m regnet til underkant utløpsrør.

Lunde (1988) utførte hydrauliske forsøk med et gatesandfang lik det viste i figur 1, og fant at maksimal vannføring før sand av betydning ble vasket ut var 20 - 25 l/s.

Praksis er i dag å dimensjonere sandfang for maksimalt 20 - 25 l/s.

En beregningsmetode til å finne maksimalt anbefalt avstand mellom hvert gatesandfang er vist i Lindholm, m.fl. (2012).

Byer har vanligvis svært mange gatesang. Ræstad (2014) har funnet følgende eksempler:

- Trondheim har ca. 11 500 sandfang på avløpsnettet.
- Oslo har ca. 30 000 sandfang. (Bevilgninger til å tømme bare ca. 1500 sandfang per år).
- Tønsberg har 1060 sandfang. Har meget gode erfaringer med systematisk tømning.
- Tilstopninger, skader og erstatninger har gått ned etter dette ble satt i gang.
- Bergen har 8000 sandfang på kommunalt vegnett og 7100 på fylkets og riksvegnettet.

Det er en betydelig nytte ved å ha sandfang, dersom de tømmes ofte nok:

- Minsker faren for tilstopninger i avløpsledningene, som kan gi økning i oversvømmelser i regnvær og kloakkstopp.
- Minsker slitasjen i avløpspumper og ledninger.
- Holder tilbake flytestoffer. Estetisk betydning i vannforekomstene.
- Minsker utslipp av forurensninger fra overløp og overvannsledninger, hvis sandfangene tømmes ofte nok.
- Det er imidlertid bedre å ikke ha sandfang enn å ha sandfang som ikke tømmes ofte nok. Dette skyldes at sjokkbelastningene øker betydelig med et depot i sandfangene som spyles ut i sterke regnvær.

Andre erfaringer med sandfang

Et vanlig sandfang kan holde tilbake ca. 0,5 m³ sand. Den årlige tilførselen ved, et areal på 0,5 - 2 ha, kan ligge på 0,2 - 1 m³ sand. For at et

sandfang skal være effektivt, bør det tømmes omtrent når det er halvfullt (Mosevoll og Lindholm 1986 og 1988).

Fra VA-norm: Normalt skal sandfang ha en diameter på minst 1 m. Utløp fra sandfang legges minst 100 cm over bunn. Utløp skal ha dykker/vannlås med diameter 150 mm på utløpsstuss. Avstanden mellom sandfang i vegs lengderetning bør ikke overstige 60 – 70 m.

Studier i USA har vist at opp til 57 % av partikler og 17 % av BOD, kan holdes tilbake i sandfang. Sandfang bør inspiseres hvert år, m.h.t. til tømmingsbehov. Tømming bør skje ved en dybde på 1/3 av dybde fra bunn til utløp (EPA 832-F-99-011-1999).

Studier i USA har vist at når sandfanget er mer enn 40 – 60 % fylt, kan selv en mindre vannføring føre til utspyling av innholdet til vannforekomster. Tømming av sandfanget hver måned fjerner 6 ganger mer sand enn tømming bare en gang per år. Gatefeiemaskiner, redusert sandstrøing om vinteren, fjerning av gatesøppel, etc. kan redusere belastningen på gatesandfanget og utslippet til vannforekomstene (Minnesota Urban BMP Manual).

Man ser av forslagene overfor at disse spriker en god del med hensyn til når sandfang bør tømmes.

Hvor stort areal kan et sandfang betjene?

Mosevoll og Lindholm (1986 og 1988) skriver at et sandfang normalt betjener ca. 0,5 til 2 hektar. I det følgende er det gjort en analyse på dette spørsmålet.

Vi antar en maksimal kapasitet på tilførsel til sandfanget på $Q = 25$ l/s, og avrenningskoeffisient for overvann fra arealet på $\varphi = 0,9$

samt et 2- års dimensjonerende regn fra Blin-dernkurven med varighet = 5 minutter. Et regn med varighet 5 minutter er valgt da konsentrasjonstiden for arealet til et vanlig sandfang kan ligge omtrent på ca. 5 minutter eller mindre. (Dersom konsentrasjonstiden er mindre enn 5 minutter, skal man dimensjonere for ennå sterkere regn enn det som er antydnet her). Regnintensiteten blir da for et slikt regn $I_5 = 170$ l/s ha.

Maksimalt areal blir da $A = Q / (\varphi I_5) = 25 / (0,9 \cdot 170) = 0,16$ ha = 1600 m²

Vanligvis betjener et sandfang et areal på mellom 0,5 og 2 ha.

Det vil si at et sandfang med kapasitet på 25 l/s er langt fra å klare å betjene 0,5 – 2 ha, idet 0,2 hektar heller burde være det arealet som dreneres, dersom 2-års regnet legges til grunn.

Dersom man har et sandfang som kan ta imot 25 l/s og et areal på $A = 1$ ha, blir kritisk regnintensitet $I = Q / (\varphi A) = 25 / (0,9 \cdot 1) = 28$ l/s ha.

Dette er betydelig mindre enn et 2-års regn med varighet 5 minutter. Et slikt regn på 28 l/s ha, med varighet på ca. 5 minutter kommer flere ganger per år.

«Renseeffekter» for sandfang

For å kunne beregne tilbakeholdelsen / «renseeffekten» for et sandfang, må man vite % tilbakeholdelse av ulike partikkelfraksjoner og innholdet av forurensinger tilknyttet hver partikkelfraksjon. Lager m.fl. (1977) har arbeidet med disse spørsmålene og har fått følgende resultater.

Tabell 5 viser fordelingen av ulike forurensingsparametere som er adsorbent på de ulike partikkelfraksjonene, regnet som prosent av total mengde.

	Mindre enn 0,1 mm	0,1-0,25 mm	0,25-0,84 mm	Større enn 0,84 mm
Totalt fast materiale	15 %	28 %	25 %	32 %
BOFS	42 %	15 %	16 %	27 %
KOF	68 %	12 %	13 %	7 %
Fosfater	86 %	6 %	7 %	1 %
Nitrat	68 %	17 %	8 %	7 %
Kjeldahl nitrogen	38 %	20 %	20 %	22 %
Tungmetaller	29 %	23 %	15 %	33 %

Tabell 5. Innholdet av forurensinger tilknyttet hver partikkelfraksjon. Lager m.fl. (1977).

Partikkelstørrelse (mm)	Tilbakeholdelse (%) i sandfang ved 25 l/s
< 0,1	0 %
0,1 – 0,25	50 %
0,25 – 0,84	90 %
0,84	Ca. 100 %

Tabell 6. Tilbakeholdelse i sandfang for ulike partikkelfraksjoner ved 25 l/s. (Lager m.fl. 1977).

Tabell 6 viser prosent tilbakeholdelse i sandfang ved ulike partikkelstørrelser. Resultatene er oppnådd i et standard gatesandfang i USA med diameter 1,2 m og dybde under utløpet på 1,0 m.

Ved å kombinere resultatene fra tabell 5 og tabell 6 finner man en tilbakeholdelse av tungmetaller på ca. 50 %.

Butler og Davies (2000) har i sin bok ”Urban Drainage”, nederst på side 373, en formel for å beregne tilbakeholdelsen ϵ i en sandfangskum, forutsatt diskrete partikler og at Stokes lov gjelder, samt fullstendig omblanding i kummen.

$$\epsilon = \frac{1}{1 + \frac{72Qv}{\alpha \pi g d^3 D_p^2 (S_G - 1)}}$$

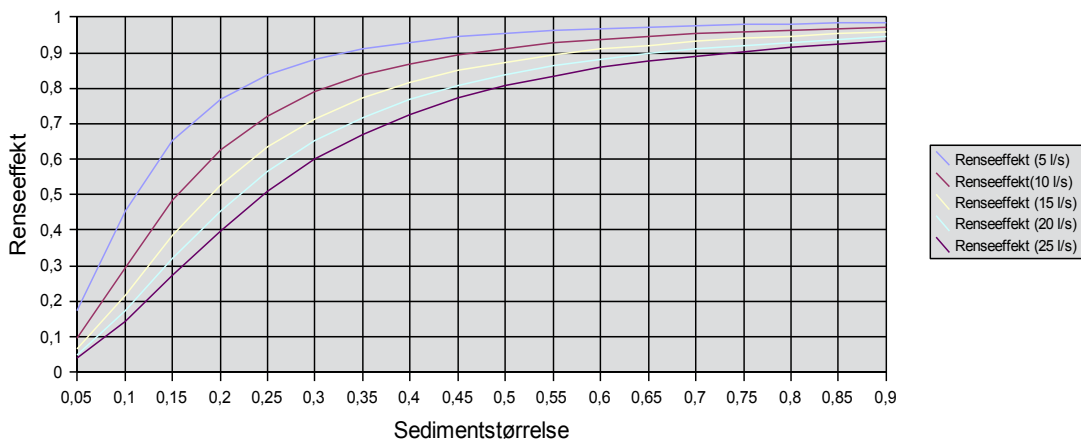
Her er:

- Q vannføringen (m³/s)
- v kinematisk viskositet (m²/s)
- α turbulens-korreksjonsfaktor, anbefalt satt til 0,6
- g gravitasjonskonstanten (m/s²)
- d partiklenes diameter (m)
- D_p sandfangskummens diameter (m)
- S_G spesifikk tetthet

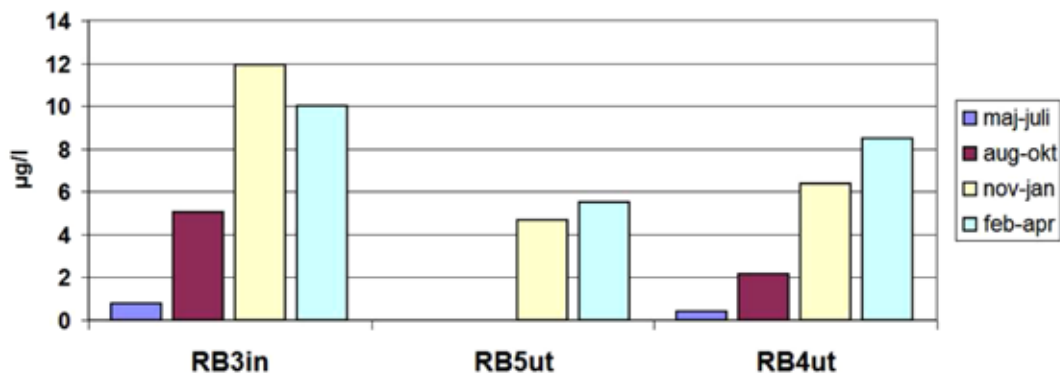
I figur 2 er det laget et diagram av Dyrnes (2006) med utgangspunkt i denne formelen. Verdiene som er brukt er: Kinematisk viskositet $v = 10^{-6}$, turbulenskorreksjonsfaktor $\alpha = 0,6$, spesifikk tetthet $S_G = 2,62$.

Ifølge Dyrnes (2006) stemmer resultatene fra formelen til Butler og Davies og diagrammet i figur 2, rimelig bra overens med dataene fra tabell 6.

Renseeffekten i en norsk sandfangskum



Figur 2. Diagrammet viser renseeffekten for ulike partikkelstørrelser ved vannføringer i området 5 l/s til 25 l/s. Partikkelstørrelsen er gitt som diameter i millimeter. (Dyrnes 2006).



Figur 3. PAH-konsentrasjoner for tremåneders blandprøver 1999-2000. (Bennerstedt 2005)

Man ser av figur 2 at renseeffekten for f.eks. en partikkel med diameter på 0,2 mm er ca. 40 % ved en vannføring på 25 l/s og ca. 45 % ved en vannføring på 20 l/s.

Bennerstedt (2005) har målt renseeffekter over ca. ett år i fire såkalte svenske «rännstensbrunnar». Disse hadde et volum på 131 liter, mens norske standard sandfang har et volum under utløpsstussen på 785 liter. Bennerstedt fant en midlere renseeffekt for tungmetaller på ca. 10 %, ved å måle mengder av disse i sedimentene i sandfanget. PAH-konsentrasjoner i overvannet i innløpene og utløpene på rännstensbrunnene ble også målt, og renseeffekten her lå på 30 – 50 %.

Tømming av sandfang

Dersom god avskilningseffekt ønskes i sandfanget, bør det tømmes når det er ca. 50 % fylt opp, det vil si ved 0,5 m over bunnen i norske standard sandfang.

Mange sandfang blir ikke tømt når de burde tømmes. Dette skyldes blant annet at vegvesenet eier og driver sandfangene som en del av vegene. Knappe budsjetter i vegvesenet medfører at tømmingen blir utsatt eller sløyfet helt.

Ulempene ved at sandfang ikke tømmes er ikke noe vegvesenet føler særlig problematisk, da disse ulempene påføres VA-etatene og miljøet.

Ræstad (2014) sier:

Så lenge kommunale vegforvaltere har en meget anstrengt budsjettsituasjon, nedprioriterer mange

å tømme sandfangene, dersom kostnadene belastes vegbudsjettet. Manglende oversikt og manglende tømmerutiner synes å gå igjen i mange kommuner. I flere tilfeller tømmes sandfangene bare når publikum ringer og melder om vann i vegbanen. Da er sandfangene fulle og avløpsrørene fylles av sand og løsmasser, samtidig som tilførselen av forurensingene øker. Hvis rutinene ikke forbedres, medfører dette økte forurensinger og økte driftsproblemer i avløpssystemet.

Dyrnes (2006) sier i sitt notat:

Kort oppsummert kan det følgende antas å være konsekvensene av å ha sandfangkummer som ikke tømmes ofte nok.

- ”Utslipp av SS (suspendert stoff) kan dobles, mens utslipp av bly kan flerdobles i forhold til en situasjon hvor gatesandfangene tømmes når de når ca. 50 % oppfylling” (Det samme gjelder andre tungmetaller, f.eks. kadmium, kvikksølv, sink og for miljøgifter som PAH).
- Når det gjelder fosfor og organisk stoff har sandfangenes situasjon lite å si for forurensingsmengder tilført resipientene.
- Det er gunstigere å ikke ha sandfang enn sandfang som ikke tømmes. Dette skyldes at sjokkbelastningene av SS og Pb øker betydelig med et depot i sandfangene.

Referanser

BASAL. 2012. www.basal.no

Bennerstedt, K. 2005. "Lokal rening av trafikdagvatten". VA-forsk rapport nr 2005-05.

Butler, D. and Davies, J. 2000. "Urban Drainage." Spon Press. London.

Delectic, A., Ashley, R. and Rest, D. 2000. "Modelling input of fine granular sediment into drainage systems via gully pots". Wat. Res. Vol. 43, No15, pp. 3836-3844. 2000.

Dyrnes, V. 2006. "Notat om renseeffekter av sandfangkummer". Notat. Statens vegvesen.

EPA (Environmental Protection Agency). 1999. Storm Water. O & M Fact sheet. "Catch basin cleaning". EPA 832-F-99-011-1999.

Lager, J. A. et al. 1977. «Catchbasin technology overview and assessment». US Environmental Protection Agency. EPA-600/2-77-051.

Lindholm, O. 2012. «Rapport til miljøgiftprosjektet Indre Oslofjord 2012 - Kommunale kilder» Fylkesmannen i Oslo og Akershus og Indre Oslofjord fagråd.

Lindholm, O. og Haraldsen, S. «Miljøgifter i overvann fra tette flater, renseanlegg og overløp - Case Indre Oslofjord». VANN nr. 2 - 2013.

Lindholm, O., Endresen, S., Smith, B. T. og Thorolfsson, S. 2012. «Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportssystem». Norsk Vann rapport 193 - 2012.

Lunde, T. 1988. «Hydraulisk dimensjonering av gatesandfang». Prosjektrapport 69/88. NTNF. Program for VAR-teknikk.

Minnesota Urban Small Sites BMP Manual. 2014. "BMP Maintenance". Page 3-41. <http://www.pca.state.mn.us/index.php/water/water-types-and-programs/stormwater/stormwater-management/stormwater-best-management-practices-manual.html>.

Mosevoll, G. og Lindholm, O. 1986. "Sandfang i avløpsledninger fra gater og veier: forprosjekt" NTNF. ISBN 82-7337-056-9.

Mosevoll, G. og Lindholm, O. 1988. "Hydraulisk dimensjonering av gatesandfang", NTNF.

Ræstad, C. 2014. «Håndtering av overvann fra urbane veier». Norsk Vann rapport 200/2014.

StormTac 2012. www.stormtac.com.

Ødegaard, H. 2012. «Vannforsyning og avløpsteknikk». Norsk Vanns VA-lærebok.