

Det beskidte vejvand

Vejvand er forurenet med stof, som vandet har samlet op på sin vej. Hvor meget stof afhænger af en række forhold, og vejvandets forurening varierer derfor meget såvel fra sted til sted som fra regn til regn. En række af de stoffer, der forekommer i vejvand, er potentielt miljøskadelige, og det kan derfor være påkrævet at rense vandet før udledningen. En sådan rensning sker ofte ved våde regnvandsbassiner, der er robuste og effektive anlæg til dette formål. Våde regnvandsbassiner kommer med tiden til at fremstå som små, lavvandede søer, der naturmæssigt fungerer på linje med naturlige småsøer og vandhuller.

Professor Jes Vollertsen,
Institut for Byggeri og Anlæg, Aalborg Universitet
jv@civil.aau.dk

Lektor Asbjørn Haaning Nielsen,
Institut for Byggeri og Anlæg, Aalborg Universitet
ahn@civil.aau.dk

Professor Emeritus Thorkild Hvitved-Jacobsen,
Institut for Byggeri og Anlæg, Aalborg Universitet
thj@bio.aau.dk

Regnvand fra vejarealer indeholder et stort antal stoffer, hvoraf en del kan være potentielt skadelige for det omgivende miljø. Stofferne stammer dels fra køretøjer på vejen, og dels fra selve vejen. Endvidere kommer der en del stof fra arealerne, der omgiver vejen, samt fra atmosfæren. Størrelsen af de enkelte kilders bidrag er meget varierende og afhænger af en lang række faktorer. Således kommer for eksempel PAH'er (Polycykliske Aromatiske Hydrocarboner) primært fra forbrænding af olieprodukter samt fra selve vejbelægningen. Fosfor derimod er et eksempel på et stof, der kommer med støv fra de omkringliggende arealer og fra atmosfæren, og vejvandets fosforbelastning bliver således uafhængig af vejens trafikbelastning.

Vejvandets indhold af forurenende stoffer

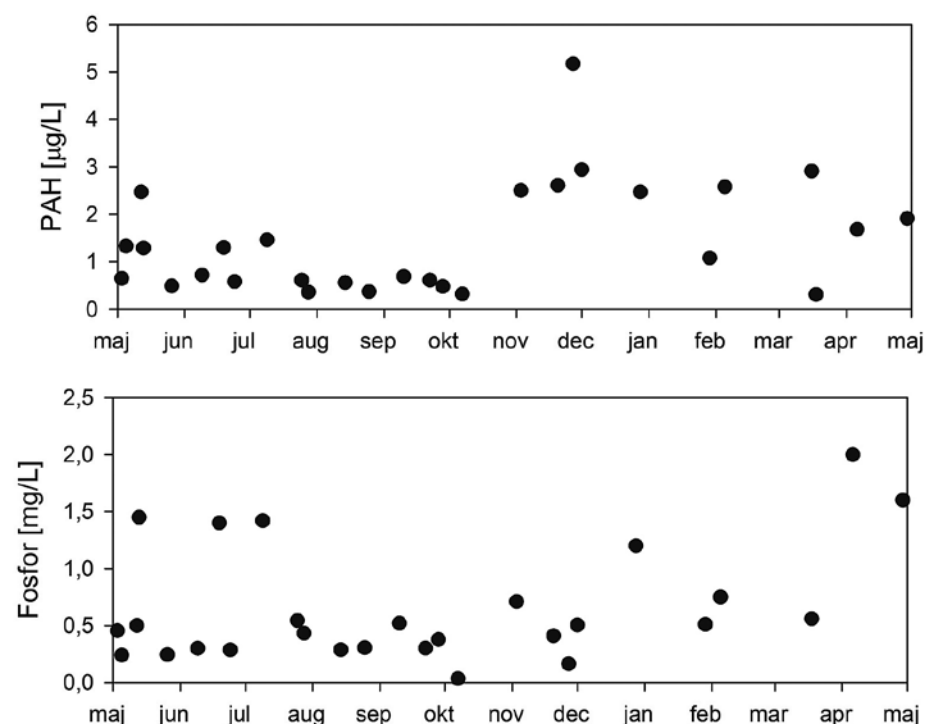
På grund af de forskellige kilders natur vil vejvandets forureningsgrad variere betydeligt fra sted til sted. Måler man således forureningsbelastningen over lang tid på et stort antal lokaliteter, er det ikke ualmindeligt at finde en faktor 10 forskel i stofkoncentrationer mellem to lokaliteter med i øvrigt sammenlignelige karakteristika. Samtidigt er sammenhængen mellem trafikbelastningen på en lokalitet og den gennemsnitlige stofbelastning herfra ikke altid lige

tydelig. Sidstnævnte gør sig selvstændigt mest gældende for de forureningskomponenter, hvor de omkringliggende arealer og atmosfæren giver et væsentligt bidrag til vejens forurening.

Oven i dette kommer, at for en given lokalitet vil stofbelastningen variere fra regnhændelse til regnhændelse, da der i tørvejrperioden mellem regnhændelser langsomt opbygges et lag af støv og skidt på vejen. Des længere der er mellem regnhændelser, des mere støv og skidt samler der sig på vejen. Dog opstår der på et tidspunkt en ligevægt mellem den mængde støv og skidt, der aflejres på vejen, og den mængde der igen transporteres væk på grund af vind og ophvirvling fra trafikken. Såvel vejforhold som trafikforhold forud for en regnhæn-

delse har derfor stor betydning for, hvor meget stof der kommer i den enkelte regnhændelse. I figur 1 er dette illustreret med PAH og fosfor som eksempel. Datasættene stammer fra langtidsmålinger på en motorvej i den nordlige del af Oslo.

Man kan nu spørge sig selv om, hvor stor betydning de forurenende stoffer i regnvand egentlig har, når det kommer til stykket. Dette spørgsmål er ikke let at svare på, da det ofte er særdeles vanskeligt at identificere en entydig årsag-virkning sammenhæng mellem et stof i afstrømmet regnvand og en forringelse af den biologiske kvalitet i det akvatiske miljø. Dette forhold besværliggøres af, at såvel den biologiske tilgængelighed som den biologiske effekt af et stof afhænger af den kemiske form, det forekommer på.



Figur 1. Et års måling af PAH og fosfor i regnvand afstrømmet fra en motorvej i Oslo.



Figur 2. Et vådt regnvandsbassin til rensning af vejvand.

Hertil kommer, at der sjældent er kun én kilde til forurening af et givent vandmiljø, og at det kan være endog særdeles vanskeligt at bestemme, hvilken af kilderne der har forårsaget hvilken effekt.

Vi ved dog, at en række af stofferne i vejvand har potentiale for at gøre skade på organismer i vandmiljøet. Således ved vi, at en række tungmetaller potentielt er proble-

matiske; at en lang række organiske miljøfremmede stoffer er giftige; at fosfor bidrager til algeopblomstringer i søer, fjorde og havet; at suspenderet stof kan få vandløb til at slamme til; og så videre.

Regulering af udledning af vejvand

Modsat for eksempel en industriudledning har vejens ejer ingen mulighed for at regu-

lere indholdet af forurenende stoffer i det afstrømmede vejvand. Naturstyrelsen har derfor slået fast, at vejvand skal betragtes som en diffus kilde til udledning af forurening, og at miljømyndighederne ikke kan stille krav til, at vandet skal have en bestemt sammensætning før udledning.

Miljømyndighederne skal dog fortsat tilse, at miljøkvalitetskravene for et givet vandområde kan opfyldes. Dette kan de gøre ved at stille funktionskrav til udledningen. De kan således stille krav om, at der etableres renseforanstaltninger baseret på bedste tilgængelige teknik og ved anvendelse af bedste miljømæssige praksis, således at udledning af forurenende stof nedbringes mest muligt. Endvidere kan de stille krav til, at den hydrauliske belastning af et vandområde nedbringes til et acceptabelt niveau. Der kan altså stilles krav til, hvad man ofte kalder for BAT (Best Available Technology). Altså den bedste, men samtidigt velafprøvede, veldokumenterede, og økonomisk tilgængelige teknologi, der er praksis for at anvende til dette formål.

Og hvad er så BAT for regnvand? Verden over anvender man i dag oftest våde regnvandsbassiner, når vejvand skal renses. Denne teknologi har været kendt gennem årtier og har en veldokumenteret og god effekt over for en stor del af de forurenende stoffer i vejvandet. Kunstige vådområder samt nedslivningsbassiner er på tilsvarende vis teknologier, der har fundet en vis an-

Stof	Typisk indhold [mg/L]	Rensegrad [%]	Udløb fra bassin [mg/L]	Bemærkning
SS	90 (30-300)	80 (70-90)	12 (5-20)	Våde regnvandsbassiner er primært effektive overfor partikulært stof, og reduktionen af SS er god såvel sommer som vinter.
Total-P	0,3 (0,1-0,5)	70 (60-80)	0,09 (0,05-0,2)	En stor del af fosforet i afstrømmet regnvand er på partikulær form, og fjernes primært ved bundfældning. Fjernelsen af partikulært fosfor er derfor nogenlunde konstant sommer som vinter.
Opløst-P	0,15 (0,05-0,3)	70 (50-75)	0,05 (0,03-0,1)	Opløst fosfor fjernes primært ved optag i planter om foråret, sommeren og dele af efteråret.
COD	55 (20-100)	45 (30-60)	30 (10-60)	COD i afstrømmet regnvand har en lav bioomsættelig, da den primært kommer fra jordpartikler, visne blade, og lignende. Det udgør kun en uvæsentlig belastning af recipienten. Det er derfor almindeligvis uinteressant at se på COD i afstrømmet regnvand.
BOD	6 (2-10)	30 (20-40)	4 (1-8)	BOD ligger normalt lavt, og udgør kun en uvæsentlig belastning af recipienten. BOD i afstrømmet regnvand er derfor almindeligvis uinteressant.
Total-N	2 (1-3)	40 (20-60)	1,2 (0,7-2)	Kvælstof ligger normalt lavt, og udgør kun en uvæsentlig belastning af recipienten. Kvælstof i afstrømmet regnvand er derfor almindeligvis uinteressant.
Total-Cu	15 (5-100)	75 (60-80)	5 (2-8)	En væsentlig del af kobberet er partikelbundet, og fjernes derfor sammen med det suspenderede stof.
Total-Zn	100 (50-200)	75 (40-85)	30 (5-60)	En væsentlig del af zinken er partikelbundet, og fjernes derfor sammen med det suspenderede stof.

Tabel 1. Et veldimensioneret vådt regnvandsbassins forventelige effekt overfor udvalgte stoffer i typisk urban regnafstrømning og vejvand.

vendelse. Selvom også disse er effektive og rimeligt dokumenterede, er de dog mindre veldokumenterede end våde regnvandsbassiner. Kunstige vådområder og våde regnvandsbassiner har potentielt set sammenlignelig renseseffekt. Et nedslivningsanlæg benytter grundvandet som recipient og er derfor i princippet effektiv til beskyttelse af overfladevande. Teknologien bør dog fortrinsvis vælges, hvor udledning til overfladereipient ikke er mulig, da teknologien dels ikke kan implementeres overalt, og dels har markant højere risiko for svigt end våde regnvandsbassiner. Teknologier, der opnår en større grad af rensning end våde regnvandsbassiner, er i dag på forsøgsstadiet. Her er der især tale om teknologier, der implementer absorption eller fældning for at opnå en videregående rensning.

Våde bassiner til rensning af vejvand

Våde regnvandsbassiner er det hyppigst anvendte og mest veldokumenterede anlæg til rensning af vejvand før udledning til recipient. I et vådt regnvandsbassin foregår en række rensprocesser, der i mange henseender kan sammenlignes med, hvad der sker i naturlige søer. Et sådant bassin har typisk et permanent vådt volumen mellem 200 og 300 m³ per reduceret hektar opland, og et veldimensioneret bassin af denne størrelse fjerner en væsentlig mængde forurenende stof. Korrekt dimensionerede og ordentlig vedligeholdte våde regnvandsbassiner ned sætter derfor recipientbelastningen væsentligt.

Samtidigt med at et bassinet renser vejvandet, kan det fungere som forsinkelsesbassin, hvor dette måtte være nødvendigt for at reducere den hydrauliske effekt på et nedstrøms vandløb. For rensningens skyld er det dog ikke nødvendigt med et forsinkelsesvolumen, da rensningen først og fremmest sker i den permanente våde del i tørvejsperioden mellem regnhændelser. Oftest kombineres forsinkelse og rensning i samme bassin, men i princippet kan de to funktioner holdes fysisk adskilt.

Et vådt regnvandsbassin fremstår som en mindre, lavvandet sø med permanent, frit vandspejl (figur 2). Det får med tiden karakter af et semi-naturligt vandområde og kan opnå rekreativ værdi i nærmiljøet. I naturmæssig henseende kommer det til at fungere på linje med en naturlig vandhulsbiotop. På Aalborg Universitet har vi blandt andet målt på dyr og planter i danske vejvandsbassiner og set på, hvor meget forurening de forskellige dyre- og plantegrupper indeholder. Her fandt vi, at for normalt belastede bassiner er dyre- og plantelivet sammenligneligt med, hvad der findes i naturlige, små, lavvandede søer. Indholdet af visse tungmetaller var en

smule forøget, men syntes ikke at påvirke arts sammensætningen og bestanden i bassinerne. I nogle vejvandsbassiner forekommer der endvidere fredede arter så som storvandsalamander og løgfrø. Ved også at måle på sediment, kunne vi se, at forureningen blev ophobet i sedimentet, men altså ikke så ud til at skade bestanden af planter og dyr i nævneværdigt omfang.

Renseeffekt

Et veldimensioneret bassin er effektivt over for specielt partikulær forurening, men mindre effektivt over for opløst stof. Baseret på undersøgelser af en lang række regnvandsbassiner i specielt USA og Canada, men også Danmark og Norge viser erfa-

ringen, at man for veldimensionerede våde regnvandsbassiner kan forvente en renseseffekt, som vist i tabel 1. Hvor regnvandet er tyndere end, hvad typisk forekommer, kan man ikke forvente rensegraderne vist i tabellen. Her kan man alene forvente de viste udløbskoncentrationer. Tallene er primært baseret på urbane regnvandsbassiner, og der indgår kun et mindre antal bassiner til vejvand alene. Som gennemsnit er regnvand afledt fra større veje og regnvand afledt fra byer dog nogenlunde ens belastet, så tabellen giver også for vejvand et rimeligt billede af, hvilken rensning der kan opnås med våde regnvandsbassiner. ■