

Når vejvandet skal renses helt i bund

Partikler fra udstødning, støv fra dæk og bremses, rester fra motorolie, korrosion af køretøjer, atmosfærisk nedfald samt en række andre kilder bidrager til forurening af vejene. Når det regner, skylles forureningen af vejoverfladen og føres med det afstrømmende vejvand til grøfter, vandløb, søer eller hav, hvor de forurenende stoffer kan skade vandmiljøet. Nogle af stofferne har potentiale for at blive ophobet i fødekæden og derved forårsage langtidsskader på miljøet. Andre stoffer fører til mere direkte skadevirkning, for eksempel fosfor der bidrager til iltsvind i søer, fjorde og havet. Hvilke stoffer, der forekommer i vejvandet, samt hvilke koncentrationer de forekommer i, afhænger af en række lokale forhold, så som trafikintensitet og den generelle forurening i området vejen passerer.



Jes Vollertsen.
Aalborg Universitet
jv@bio.aau.dk



Niels Krogh Kristensen.
Vejdirektoratet
nkk@vd.dk

Undersøgelse af vejvandsbassiners effektivitet

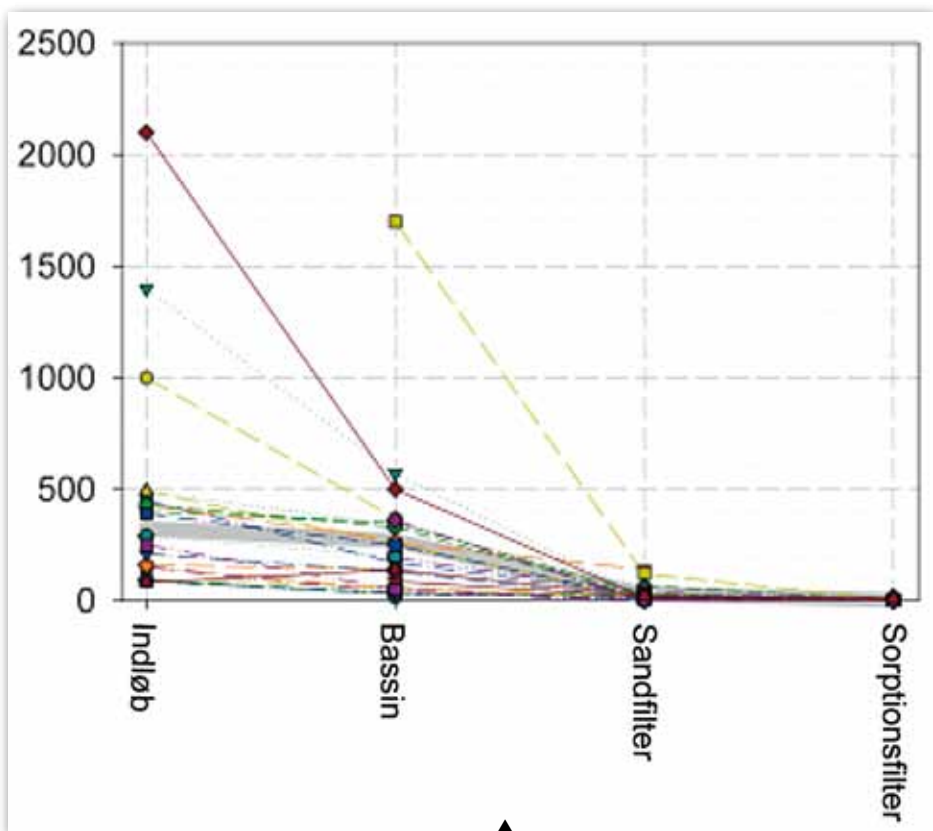
Forureningen i vejvand er for en stor dels vedkommende bundet til partikler, der kan fjernes ved bundfældning, og Vejdirektoratet har gennem de seneste 10 til 20 år anlagt et stort antal våde vejvandsbassiner til bl.a. dette formål. Sådanne bassiner har hidtil

Figur 1. Et vådt vejvandsbassin ved en dansk motorvej.

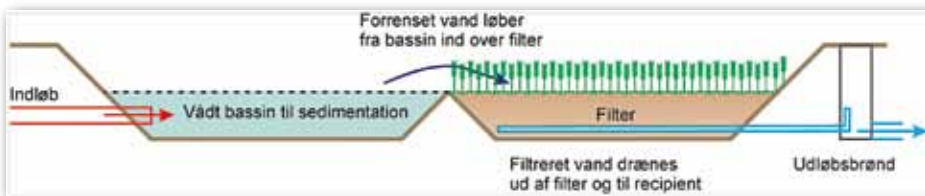


gældt som den bedst tilgængelige teknologi til rensning af vejvand, og på de nyere motorvejsstrækninger ses disse bassiner med få kilometers mellemrum som små vandhuller langs vejene (figur 1). Senest har Vejdirektoratet, i samarbejde med Aalborg Universitet, gennemført en større undersøgelse af 8 af disse bassiners effektivitet og funktion. Undersøgelsen viste, at bassinerne er effektive til at tilbageholde partikulært stof samt de hertil knyttede forureninger, idet over 80% af den totale partikelmasse kan tilbageholdes i bassinerne.

En mindre del af den samlede forureningsmasse er på opløst form og fjernes kun i beskedent omfang af disse bassiner. For tungmetallerne samt for fosfors vedkommende er der tale om 20-50% af forureningen, der slipper gennem bassinerne og ud i vandmiljøet. For PAH's vedkommende er det dog typisk mindre end 10% der udledes, idet PAH bindes stærkt til partikler. Endvidere kan der være tale om organiske miljøfremmede stoffer så som sprøjtemidler. Selvom Vejdirektoratet ikke selv benytter sprøjtemidler, vil selv en let vind under



Figur 2. Rensning af regnvand fra et byområde ved kombination af et vådt regnvandsbassin, et sandfilter og et sorptionsfilter. Der ses 28 sæt målinger af renseseffektiviteten, dækkende 1½ års drift.



Figur 3. Principskitse over anlæg til videregående rensning af vejvand.

udbringning på de omkringliggende arealer kunne føre disse ind på vejarealet, hvor de ophobes og siden skylles af under regn. Omfanget og betydningen af sidstnævnte bidrag er dog dårligt belyst.

Den biologiske tilgængelighed og dermed også giftigheden af et givent stof afhænger bl.a. af, om stoffet er partikelbundet eller opløst. Opløste stoffer er generelt mere mobile i vandmiljøet, hvor vandlevende organismer eksponeres med risiko for optagelse med deraf følgende mulighed for kort- eller langtidseffekter afhængig af stoffernes egenskaber. Alt andet lige er opløst forurening derfor mere giftigt og – gram for gram – mere problematisk end partikelbundet forurening. Med andre ord: Selvom våde vejvandsbassiner er effektive over for de mange og væsentlige problemer, der relaterer sig til partikler og partikelbundet forurening, så er vandet, der forlader bassinerne, ikke miljømæssigt uproblematisk.

Nye effektive rensemetoder

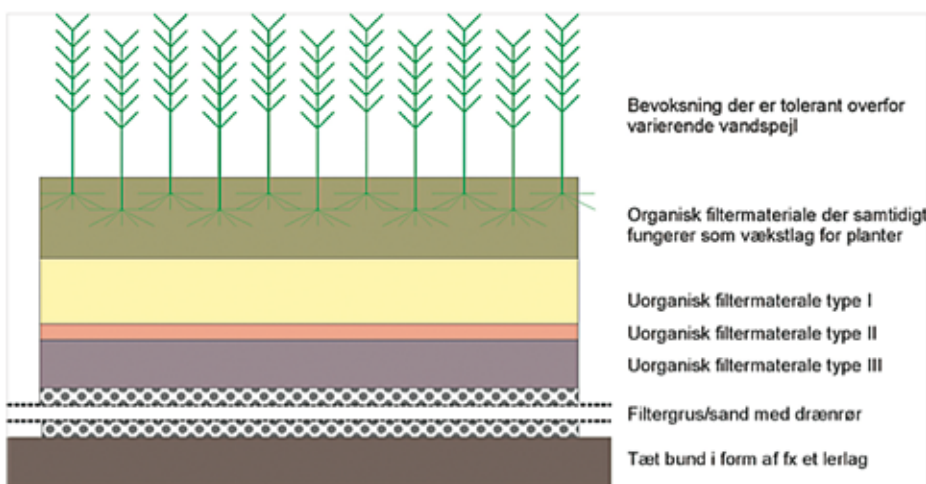
Gennem de senere år har forskning og udvikling peget på nye og effektive rensemetoder, der ved hjælp af lavteknologiske, drift-

sikre og kosteffektive anlæg kan nedbringe såvel den partikulære som den opløste del af forureningen. For at være på forkant med udviklingen har Vejdirektoratet sammen med Aalborg Universitet igangsat et projekt, hvor den nye teknologi tilpasses danske forhold og implementeres til beskyttelse af miljøfølsomme overfladevande. Konkret vil teknologien blive implementeret i forbindelse med etableringen af den nye Silkeborgmotorvej på et sted, hvor denne passerer et højt målsat og miljøfølsomt vandløb.

Rensning af vejvand stiller anderledes teknologikrav end for eksempel rensning af byspildevand. Set ud fra indholdet af organisk stof og næringssalte er koncentrationen i vejvand uanselig i forhold til byspildevand. Vejvand indeholder dog tungmetaller og organiske miljøfremmede stoffer i meget lave koncentrationer, men de store mængder af vejvand gør, at den samlede forureningsmasse alligevel ender med at være anseelig. Endvidere falder regn som bekendt ikke jævnt over tid, men i et stærkt varieret mønster. I Danmark har vi tørvejr 95% af tiden, men når det så endeligt regner, kommer der ofte store mængder vand på kort tid. Disse

forhold gør, at der er behov for et stort antal relativt små, simple og robuste rensfaciliteter. Samtidigt skal disse anlæg kunne nedbringe forureningen til et niveau, hvor det udledte regnvand ikke gør uacceptabel skade på vandmiljøet.

Våde bassiner har fundet stor udbredelse til rensning af vejvand, idet disse effektivt fjerner partiklerne der transporteres med vandet. Kombineres denne rensstype med filtre, der binder opløst forurening, kan vejvandet renses til under kvalitetskriterierne for drikkevand. Opløst forurening i vejvand er enten uomsættelig, som eksempelvis tungmetaller og fosfor, eller meget langsomt omsættelig, som eksempelvis organiske miljøfremmede stoffer. Disse forurenende stoffer kan fjernes fra vejvandet ved sorption til faste materialer i filtre. Filtrene skal bestå af materialer, der kan sorbere forureningen ved de relativt lave koncentrationer, der forekommer i vejvand. Samtidigt skal materialerne have en stor sorptionskapacitet og dermed lang levetid. En række materialer har sådanne egenskaber, og det kan være hensigtsmæssigt at anvende flere typer filtermaterialer i kombination. Hvilke



Figur 4. Principopbygning af filteranlæg.

materialer og kombinationer der er egnede i det konkrete tilfælde afhænger af, hvilke forureninger der skal fjernes, filtermaterialernes kemiske og fysiske egenskaber, samt disses pris.

For at sikre filteranlæggene en lang levetid skal anlæggene endvidere være robuste, driftsikre samt kræve minimal drift. På samme tid skal anlæggenes samlede pris stå i rimeligt forhold til den miljøgevinst der opnås. Erfaringer fra forskningsverdenen viser, at filteranlæg potentielt har disse egenskaber, men der er begrænset langtidserfaringer med drift af teknologien. Verden over findes der relativt få fuldskalaanlæg, og disse har ikke været i drift længe. Dog udføres der i Danmark for tiden flere fuldskalaforsøg på regnvand fra byer, og disse har vist, at teknologien er effektiv. Et eksempel på fjernelse af tungmetallet zink i et sådant anlæg er vist i figur 2. Anlægget renses overfladevand fra et industriområde og består af et vådt bassin efterfulgt af et sandfilter samt et filter til sorption af forurenende stoffer (sorptionfilter). Sidstnævnte er fyldt med et kalkholdigt produkt (fossile muslingeskaller), der er i stand til kemisk at sorbere en lang række forurenende stoffer.

Opbygning af anlægget

Anlægget konstrueres som en kombination mellem et vådt vejvandsbassin og et filteranlæg. I det våde bassin sker der en effektiv fjernelse af større partikler og den hertil bundne forurening. Ved design af det våde bassin bringes den nyeste viden, skabt gennem de seneste års intensiv monitoring af danske motorvejsbassiner, til anvendelse. Fra det våde bassin ledes vandet, der nu er renses for partikulær forurening, til filteranlægget, der står tørt mellem regnhændelser.

Kernen i anlægget er selve filteret, opbygget som en sandwichkonstruktion af

forskellige filtermaterialer, figur 4. Øverst befinder sig et lag af organisk materiale, for eksempel tørvemuld. Laget fungerer dels som filtermateriale med høj effektivitet over for blandt andet organiske miljøfremmede stoffer samt som vækstilgødning for planter. Planterne skal være tolerante over for variationer i vandspejlet og har dels æstetiske formål, og dels øger et korrekt valg af beplantning den hydrauliske kapacitet af det øverste filterlag.

Under det organiske filterlag befinder sig et eller flere lag uorganisk filtermateriale. Her er det specielt kalk-, aluminium- og jernholdige materialer og mineraler, der kommer på tale. Sådanne materialer er blandt andet effektive til at sorbere tungmetaller og fosfor. Under filterlagene ligger et drænlag bestående af groft sand eller fint grus, hvorfra det rensede vand føres til recipienten.

Filteropbygning og filtermaterialer

En af de store udfordringer ved filteranlæg er, at en delvis tilstopning (klogning) af filteroverfladen med fine partikler ikke kan undgås. Selvom det foranliggende våde bassin fjerner langt den største del af partiklerne, er det uundgåeligt, at en vis mængde fine partikler sætter sig i filterets overflade. Herved opstår et tilklogningslag, der bliver dimensionsgivende for filterets hydrauliske kapacitet, altså for hvor hurtigt vandet kan passere gennem filteret. Et filters kapacitet vil variere over tid, være forskellig for forskellige anlægstyper og afhænge af, hvorvidt filteroverfladen afdrænes mellem hændelser eller ej. Den største hydrauliske kapacitet opnås i et afdrænet filter, og derfor designes det øverste filterlag, der samtidigt er vækstilgødning for planter, så det står tørt mellem regnhændelser.

Det øverste, organiske filterlag vil primært binde organiske forureninger så som

PAH'er, sprøjtemiddelrester og lignende. Under dette lag kommer to eller flere lag uorganisk filtermaterialer, hvis primære opgave er at binde tungmetaller og fosfor. Til sidst kommer et drænlag, gennem hvilket det rensede vand føres til udløbet. Filteranlægget opbygges med en filterkapacitet svarende til mindst 100 års levetid.

Der findes en lang række materialer, der kan bruges som filtermateriale. De mest effektive er kunstigt fremstillet til formålet, så som aktiv kul. De kunstigt fremstillede filtermaterialer er dog samtidigt langt de dyreste, og det er ikke realistisk at indbygge dem i filtre til rensning af vejvand fra motorveje. Der findes også en række naturligt forekommende materialer og mineraler, der kan bruges til at sorbere forurening. Til sorption af organisk forurening har for eksempel tørv vist sig effektiv, mens aluminiumholdige mineraler så som olivin og kalkholdige mineraler så som kalksten, marmor eller fossile muslingeskaller er effektive til at sorbere tungmetaller.

For at afklare hvilke materialer der er bedst egnede til dette formål, samt i hvilken kombination de skal anvendes, udføres der for tiden på Aalborg Universitet laboratorieforsøg med en række af disse materialer. Der undersøges bl.a. hvor store mængder forurening materialerne kan sorbere, og hvor lang kontakttid mellem vejvand og filtermateriale, der er behov for. Figur 5 viser et eksempel på indledende forsøg, hvor forskellige materialer er sammenlignet og afprøvet for hvor hurtigt tungmetaller sorberes. Som det ses, opnås meget lave koncentrationer efter allerede efter få minutters kontakttid, og indenfor en halv time er tungmetallerne bragt ned til lave koncentrationer.

Laboratorieforsøg er nødvendige og væsentlige for at identificere egnede materialer samt bestemme disses sorptionsegenskaber. Denne type forsøg er dog ikke tilstrækkelig, når det gælder om at bestemme, hvordan et filter opfører sig i den virkelige verden, udsat for virkelige belastninger over lang tid. For at kunne bestemme dette, er det nødvendigt at udføre såkaldte pilotforsøg, hvor nedskalerede udgaver af filteranlæg afprøves under feltforhold med vand fra et vejvandsbassin. Til dette formål bygges et antal pilotskala filteranlæg ind i en container, der placeres ved et Jysk vej vandbassin.

Filteranlæggene består af et udsnit af filteropbygningen, sådan som det ses på figur 4. Udsnittene opbygges i rør på 40 cm i diameter og 2 m i højden, hvoraf den nederste meter indeholder filteropbygningen. Fra bassinet pumpes der vejvand ind gennem filter efter et mønster, der simulerer virkelige regnhændelser. Disse forsøg strækker sig over 4 år og udføres i et accelereret tempo,

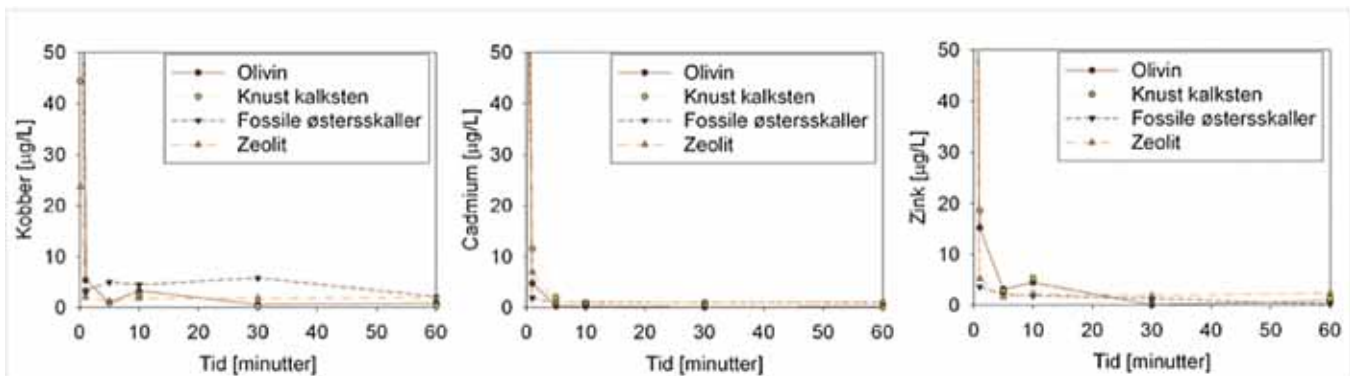
således at belastningen i forsøgsperioden samlet set svarer til mindst 10 års belastning med vejvand. Undervejs i forsøgene måles der på anlæggene for at overvåge deres funktion med hensyn til såvel hydraulisk kapacitet som sorptionseffektivitet. Til slut nedtages filtrene og deres fysiske tilstand, såvel som deres restkapacitet til sorption af forurenende stoffer, bestemmes.

Monitering af fuldskalaanlægget

Med udgangspunkt i de opnåede erfaringer fra laboratorieforsøg og pilotforsøg fastlæg-

ges den endelige dimensionering af fuldskalaanlægget, der står klart samtidigt med åbningen af motorvejsetapen Hårup-Låsby. Efter en indkøringsperiode på et års tid påbegynder en detaljeret monitering af anlæggets renseseffektivitet samt anlæggets beskyttende effekt over for vandløbets dyreliv, som det rensede vejvand udledes til. I denne fase ansættes der en forsker på fuld tid, der i en 3-årig periode skal overvåge, undersøge og dokumentere renseteknologien. Forskeren skal gennemføre tilbundsgående undersøgelser af de kemiske, biologiske og fysiske

processer, der er centrale for den afprøvede teknologi. Det samlede arbejde afsluttes med dokumentation af teknologiens effekt samt en praktisk anvisning til, hvordan fremtidens vejvandsbassiner skal konstrueres, når der udledes vejvand til miljøfølsomme vandområder. ■



Figur 5. Sammenligning af tungmetal sorptions-hastigheden for olivin, fossile muslingeskaller, knust kalksten og zeolit.