

Videregående rensning af regnafstrømning Treasure Projektet

Regnvand er rent vand. Men når det først har været i kontakt med veje, bygninger og andre af byens overflader, bliver det ganske forurennet.

For det meste slår det regnvand, der strømmer af fra byen, ikke fisk ihjel, ej heller har det andre direkte toksiske effekter. Som oftest er effekterne mere indirekte: Reduceret biodiversitet og akkumulering af forurenende stoffer i fødekæden.

Men nogen gange - når folk eller industrier ulovligt udleder giftige stoffer - kan regnvand forårsage sådanne direkte effekter på vandmiljøet:



Baggrund

Det regner sjældent. Men når det regner så øser det ned. Dette gør rensning af afstrømmet regnvand til en teknisk udfordring.

Samtidigt består regnvand primært af uorganisk forurening, hvilket gør det endnu vanskeligere at rense.

Eksisterende teknologier for rensning af afstrømmet regnvand er alene rettet mod at fjerne den partikelbundne del af forureningen. Den opløste del bliver ikke håndteret på en tilfredsstillende måde.

Desværre er det den opløste fraktion der er mest mobil i miljøet og som lettest optages af planter og dyr.

Det er derfor en miljømæssig udfordring at udvikle simple, robuste, omkostningseffektive og virksomme teknologier for reduktion af opløst forurening i afstrømmet regnvand.

Tre danske vandselskaber og to danske universiteter har indgået et partnerskab for at adressere problemstillinger omkring rensning af afstrømmet regnvand for opløste forureningskomponenter. Partnerskabet er støttet af LIFE økonomiske instrument af den Europæiske Kommission (LIFE06 ENV/DK/000229). Projektet løb fra oktober 2006 til september 2009.

Formålet med TREASURE-projektet er at implementere og demonstrere metoder, som effektivt kan reducere forurening fra udledning af afstrømmende regnvand fra urbane områder og veje. Projektet fokuserer på fjernelsen af fosfor, tungmetaller og organiske mikroforureninger ved videregående rensning i våde regnvandsbassiner.

Som en del af projektet er der blevet anlagt tre regnvandsbassiner, der skal rense afstrømmende regnvand fra urbane områder med forskellig forureningsbelastning. De tre bassiner er placeret i henholdsvis Silkeborg, Århus og Odense. I forhold til normale regnvandsbassiner, er rensningen udbygget med filtrations- og adsorptionsenheder til fjernelse af både opløste og partikulære forureningskomponenter. For at kunne dokumentere renseeffektiviteten er bassinerne udstyret til on-line måling af bl.a. tilstrømmende vandmængder, temperatur og forskellige kemiske parametre.

Hovedformålet ved projektet er at demonstrere og verificere, hvordan man ved anvendelse af forholdsvis simple teknologier kan opnå en meget god rensning af afstrømmende regnvand fra urbane overflader og veje. Det er desuden et vigtigt element i projektet, at systemerne udformes som semi-naturlige søer, der kan bidrage til et forbedret urbant miljø.

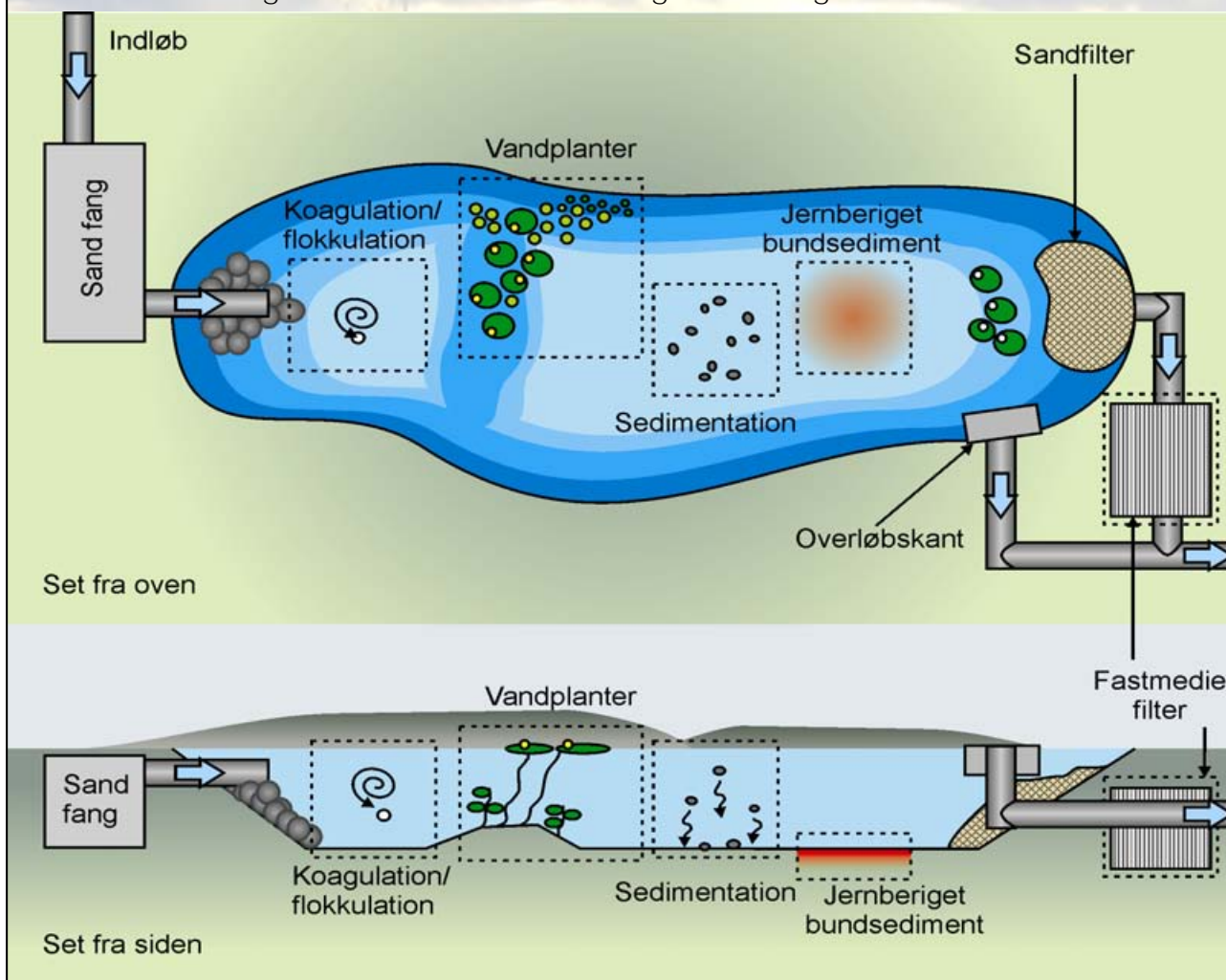
Teknologier

Den grundlæggende rensproces i våde regnvandsbassiner er sedimentation af partikulære stoffer, som derved akkumuleres i bundsedimentet. Derudover sker der en fjernelse af forureningsstoffer ved planteoptag, samt en fjernelse af finpartikulære (kolloide) forureningsstoffer ved adsorption til faste overflader som f.eks. planter og bundsedimenter. De sidstnævnte processer påvirker den opløste og mest mobile fraktion af forureningskomponenterne.

Demonstrationsanlæggene, der er etableret i forbindelse med TREASURE projektet, implementerer alle rensning ved sedimentation, planteoptag og adsorption samt efterfølgende sandfiltrering. Derudover er de enkelte anlæg udbygget med en af følgende teknologier til fjernelse af opløste og kolloide forureningsstoffer:

- sorption til jernberiget bundsediment,
- koagulering/flokkulering ved tilsætning af aluminiumsalte og
- sorption i et fastmedie-filter

Nedenstående figur illustrerer de forskellige teknologier:



Tekniske fakta

Sedimentation

Ved design af våde regnvandsbassiner skal de partikulære forureningsstoffer kunne nå at bundfældes i mellemliggende tørvejrperioder, hvor vandet tilbageholdes i bassinerne. Ved større regnhændelser strømmer vandet derimod igennem bassinet med en reduceret stoffjernelse til følge. I det afstrømmende regnvand er koncentrationen af partikler typisk så lille, at sedimentationen af partikler i regnvandsbassiner sker uhindret. Det vil sige, at partiklerne falder frit igennem vandsøjlen uden at støde ind i hinanden. I traditionelle bassiner vil partiklernes sedimentationshastighed dog også være påvirket af de hydrauliske forhold, idet vandet i et regnvandsbassin, pga. vindpåvirkninger og gennemstrømning, sjældent er helt stillestående.

Rodfæstede vandplanter

Rodfæstede vandplanter er ofte integrerede i designet af våde regnvandsbassiner. I tilfælde, hvor sådanne planter ikke har været tænkt ind i designfasen, vil de også typisk kolonisere bassinernes lavvandede områder. Både undervandsplanter og rørsumps- og flydebladsplanter bidrager til en forbedret rensning af regnvandet, idet de er i stand til at optage opløste forureningsstoffer. Derudover vil de rod-fæstede vandplanter også kunne adsorbere finpartikulære forureningsstoffer. I tillæg til en forbedret rensning kan de rod-fæstede planter også bidrage til at give regnvandsbassinerne et indtryk af et semi-naturligt vådområde med en bredzone domineret af rørsump og et åbent vandspejl længere fra land.

Sandfiltrering

Ved at filtrere udløbsvandet fra det våde regnvandsbassin igennem et porøst medie, som f.eks. kvartssand, vil partikulært materiale effektivt kunne tilbageholdes. Under filtrering vil der ske en afsætning af stof på filterets overflade, hvilket med tiden resulterer i, at overfladen klogger delvist til, og de hydrauliske egenskaber forringes.

Sorption til jernberiget bundsediment

Undersøgelser i en række lavvandede søer har vist, at høje jernindhold i bundsedimenter er i stand til at reducere fosforkoncentrationerne i vandsøjlen. Ved berigelse af bundsedimentet med udfældede jernhydroxider ($\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$) vil samme effekt kunne opnås. Fjernelsen af fosfor fra vandsøjlen sker primært ved adsorption af fosfat ioner på jernhydroxidernes overflade. Fosfat ioner kan dog også udfældes direkte som jernfosfat. I tillæg til fosforfjernelsen vil jernhydroxid også kunne adsorbere en lang række andre forureningsstoffer bl.a. tungmetaller.

Flokkulering/koagulering ved tilsætning af aluminiumssalte

Tilsætning af aluminiumssalte har bl.a. været anvendt i forbindelse med restaurering af næringsrige søer, hvor tilgængeligheden af fosfor ønskes begrænset. Ved tilsætningen af aluminiumssalte vil der dannes aluminiumhydroxid ($\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$), der ved flokkulerings/koaguleringsprocesser danner større partikler som udfældes. Den udfældede aluminiumhydroxid har, ligesom jernhydroxid, en evne til effektivt at binde opløste fosfationer og tungmetaller.

Sorption i et fastmedie-filter

Visse materialer har vist sig at kunne binde en lang række forureningsstoffer. Bl.a. kan kalkholdige materialer, som marmor, kalksten, dolomit og skaller fra marine organismer, effektivt adsorbere opløst fosfor. Ligeledes kan forskellige metaloxider og -hydroxider adsorbere fosfor og tungmetaller. Valget af filtermedie afhænger af en lang række parametre, bl.a. hastigheden hvormed sorptionsprocesserne foregår og mediets samlede sorptionskapacitet. Sorptionshastigheden bestemmer hvor lang kontakttid, der er nødvendig for at opnå en tilfredsstillende stoffjernelse i filteret, og vil typisk være den dimensionsgivende parameter. Inden vandet ledes igennem et fastmedie-filter er det vigtigt, at regnvandet først gennemgår rensning i et sandfilter eller lignende for at fjerne indholdet af partikler.



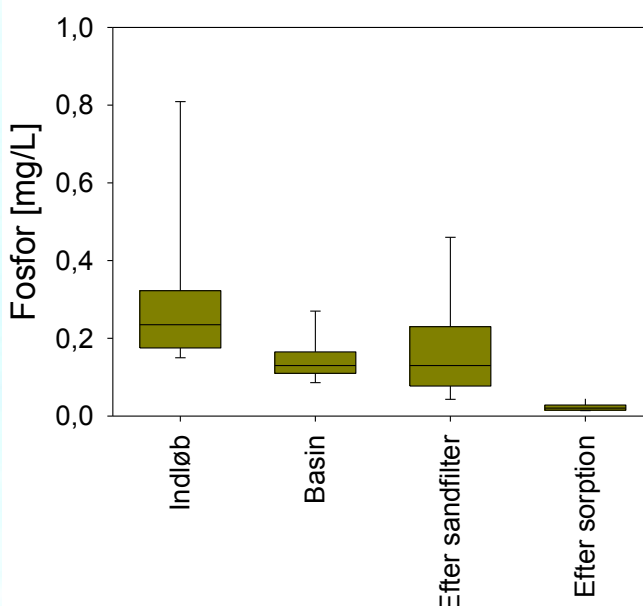
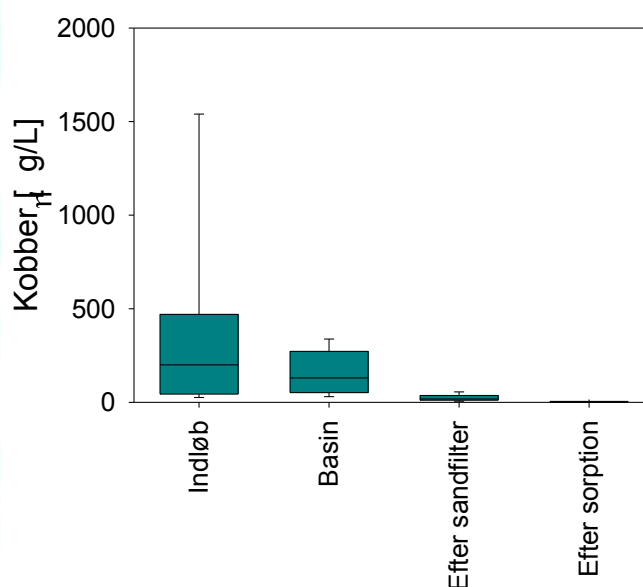
Resultater

Rensesystemet bestående af et vådt regnvandsbassin, et sandfilter og et fastmedie sorptionsfilter var den meste effektive teknologi for at reducere et bredt spektrum af opløste og kolloide forureningskomponenter i afstrømmet regnvand. De to andre teknologier var ligeledes virksomme overfor visse stoffer, men kun deres effekt på fosfor kunne eftervises. Sandfiltre var effektive til at polere vandet. Planter bidrog i mindre omfang til renseprocessen, men var væsentlige for at sikre integration af anlæggene som rekreative elementer i byen.

Sorption til faste medier

Fast-medie sorptionsteknologien vise sig at være særdeles effektiv til at nedbringe de høje belastninger af tungmetaller, der forekom i Odense-oplandet. Denne teknologi tillod særdeles lave udløbskoncentrationer, der var uafhængige af indløbskoncentrationerne til anlægget. Alle målte forurenende stoffer blev systematisk reduceret til under vandkvalitetskravet for ferske vande. Dette var endda tilfældet for kobber, der til tider lå adskillige hundrede gange over vandkvalitetskriteriet.

Som eksempler på renseeffekter er fjernelsen af kobber og fosfor vist. Kobber blev reduceret fra i snit 310 $\mu\text{g/L}$ til 4 $\mu\text{g/L}$, svarende til en fjernelsesgrad på 99%. Fosfor blev reduceret fra 0.27 til 0.025 mg/L , svarende til en fjernelsesgrad på 91%.



Sorption til jernberiget

bundsediment førte ikke til en generel reduktion af forenende stoffer, men det modvirkede algevækst i selve bassinet. I forhold til bassinet i Odense, hvor der ikke skete sorption i bassinets vandfase, var forårets algeopblomstring forsinket og meget afkortet. Endvidere var klorofyl indholdet lavt resten af sommeren.

Tilsætning af aluminiumsalte for koagulering/ flokkulering

ved var særdeles effektivt til at forhindre algeopblomstring i bassinet. Bedre end jernberigelsen af bundsedimentet i Århus. Langt det meste af tiden var algekoncentrationen i bassinet kun nogle få procent af hvad det var i Odense. Men når det kommer til kemiske vandkvalitetsparametre, havde tilsætningen ingen målelig effekt.

Økonomisk og miljømæssig kost-benefit

Den væsentligste gevinst ved teknologierne er beskyttelse af miljøet mod hovedparten af de forurenende stoffer, der findes i afstrømmet regnvand. Specielt fast -medie sorption har i denne sammenhæng vist sig effektiv, og udgør samtidig en virksom barriere mod mange former for ulovlig udledning.

Tilsætningen af en koagulant/flokulant som aluminium udgør en effektiv beskyttelse mod fosfor, hvilket i mange situationer er afgørende ved bekæmpelse af eutrofiering af urbane og naturlige vande.

Omkostningerne ved at beskytte miljøet mod forureningskomponenter i afstrømmet regnvand er primært knyttet til etablering og drift af anlæggene. Håndteringen af de koncentrerede affaldsstoffer, der dannes ved rensningen, udgør også en økonomisk og miljømæssig omkostning, som dog vurderes at være marginal i forhold til den opnåede miljømæssige gevinst.

Resultaternes omsættelighed

De demonstrerede teknologier for videregående rensning af afstrømmet regnvand er ikke begrænsede til en enkelt urban kontekst, region eller klima. Endvidere kan teknologierne anvendes til relaterede formål så som rensning af drikkevand for f.eks. arsen og tungmetaller. En anden anvendelse er fjernelse af fosfor fra overfladevande, fx søoprensning eller våde enge.

LIFE-TREASURE

Treatment and re-use of urban stormwater runoff
by innovative technologies for removal of pollutants



Silkeborg Kommune



Århus Kommune

Odense
Vandselskab as 



Kontakt:

Silkeborg Spildevand A/S
Tietgensvej 3, 8600 Silkeborg
Tlf.: 8920 6400
Fax: 8920 6464
E-mail: silkeborg@life-treasure.dk