

ViB - Regn med Kvalitet (IP10)

Faktablade for teknologier til rensning af regnvand

Skabelon og udfyldte faktablade



Styrelsen for Forskning og Innovation,
Uddannelses- og Forskningsministeriet

Teknisk notat

August 2014

ViB - Regn med Kvalitet (IP10)

Faktablade for teknologier til rensning af regnvand

Skabelon og udfyldte faktablade

Udarbejdet for Styrelsen for Forskning og Innovation,
Uddannelses- og Forskningsministeriet
Repræsenteret ved Shin Skovbølling Knudsen, fuldmægtig



Fæstningskanalen,, der får tilført regnvand

Projektleder	Ulrik Hindsberger, Teknologisk Institut
Kvalitetsansvarlig	Bodil Mose Pedersen, DHI
Projektnummer	Regn med kvalitet IP 10
Godkendelsesdato	August 2014
Revision	
Klassifikation	Åben

INDHOLDSFORTEGNELSE

1	Baggrund og formål	1
2	Faktablade og leverandører af renseteknologier	3
3	Test og kvalitetssikring.....	5
4	Evaluering.....	7

BILAG

BILAG A – Skabelon med forklaringer

BILAG B–Tom skabelon

BILAG C–Udfyldte faktablade

1 Baggrund og formål

Hvis danske byer skal tilpasses mere nedbør og opnå et mere lukket vandkredsløb ved hjælp af lokal håndtering af afstrømningen, skal der være styr på kvaliteten af regnvand, og i forbindelse med udledning skal det sikres, at regnvand ikke forringer vandområdets kvalitet, og at grundvandets kvalitet ikke forringes ved nedsivning.

Der er i mange tilfælde behov for, at regnafstrømning fra de mest forurenede overflader i byområder passerer renseforanstaltninger inden udledning eller nedsivning. Gennem de seneste 10 år er der udviklet en del teknologier til rensning af regnvand, både herhjemme og i udlandet. For at skabe overblik over produkterne og gøre dem sammenlignelige med hensyn til renseseffektivitet og andre væsentlige parametre (drift, levetid, pris, pladskrav, restprodukter, m.v.) er der i projektet "Regn med kvalitet" udarbejdet Faktablade for renseløsninger til håndtering af regnvand.

Faktabladene skal fungere som hjælp i den proces, som kommunerne og forsyningselskaberne skal igennem ved udarbejdelse af udbudsmateriale og frem til aftaler om levering af teknologi til regnvandsrensning og regnvandshåndtering.

Faktablad → Udbudsmateriale → Supplerende informationer fra leverandør → Leverance

Skabelonen for faktabladet og beskrivelserne af, hvilke informationer der bør leveres af renselanlægsleverandørerne, er udviklet af DHI og TI. En række forsyninger og kommuner har givet input til, hvilke informationer de betragter som nødvendige i forbindelse med planlægning af regnvandsprojekter og forud for udarbejdelse af et udbud vedrørende rensning af regnvand. HOFOR, Nordvand, Allerød Kommune og Odense Kommune har leveret værdifulde input til faktabladsskabelonen. Skabelonen er blevet præsenteret og justeret på baggrund af workshops på to VandCamps afholdt i december 2012 og december 2013 samt en workshop afholdt i september 2013 med deltagelse af leverandører af regnvandsteknologier.

2 Faktablade og leverandører af renseteknologier

Bilag A indeholder en skabelon med forklaringer til, hvilke informationer der bør inkluderes i de enkelte rubrikker. Skabelonen kan både anvendes til komponentbaserede teknologier (eksempelvis sedimentation/bundfældningsbassin (åbne eller lukkede), sandfang, sorptionsfilter, membranfilter (mikrosifilter), sandfilter m.fl.) og til landskabsbaserede teknologier (eksempelvis nedslivning gennem græs og filtermuld, våde og tørre regnvandsbassiner og regnbede). De resterende informationer vedrører:

- Renseeffektivitet og forureningskomponenter
- Kapacitet og pladsbehov
- Dokumentation og referencer
- Økonomi

Faktabladene udfyldes af leverandører/producenter, der har et navngivet firma eller agentur i Danmark. For at faktabladene skal kunne udfyldes af de fleste leverandører/producenter, og for at de ikke skal være for lange og detaljerede, er de tænkt anvendt ved en indledende identifikation af, hvilke teknologier der kan være anvendelige for en bygherre.

Følgende leverandører har udfyldt i nedenstående grupperinger af teknologier:

- Komponentbaserede: Hydrosystems ApS, Enregis Scandinavia A/S, Nyrup Plast A/S, Københavns Universitet og Milford P/S.
- Landskabsbaserede: Københavns Universitet
- Andre: IBF – lkast (permeable belægninger)

Firmaer nævnt i Tabel 2.1 har udfyldt faktabladet (se Bilag C). Så længe partnerskabet "Vand i Byer" eksisterer, vil faktabladene kunne findes på hjemmesiden: www.vandibyer.dk. Foreløbig fungerer partnerskabet frem til den 30. juni 2018.

Leverandører af teknologier til behandling af regnvand kan i takt med, at mere dokumentation og erfaring opstår, sende informationerne til sekretariatet for "Vand i Byer" - Ulrik Hindsberger, TI ulrik.hindsberger@teknologisk.dk - som sørger for opdatering af faktablade. Det er dog leverandørens hovedansvar, at faktabladene løbende bliver opdateret.

Naturstyrelsen vil gerne linke til www.klimatilpasning.dk

Tabel 2.1: Oversigt over leverandører af teknologier til behandling/håndtering af regnvand, som har udfyldt faktablade med informationer og renseteknologier (se Bilag C)

Navn på Leverandør	Adresse	Kontaktperson	Teknologi	Processer	Bemærkninger
Københavns Universitet	Rolighedsvej 23, 2000 Frederiksberg og Gregersensvej 3, 2630 Taastrup	Marina Bergen Jensen mbj@ign.ku.dk	Dobbeltporøst filter	Filtrering, adsorption	
Københavns Universitet	Rolighedsvej 23, 2000 Frederiksberg	Simon Toft Ingvertsen sti@ign.ku.dk	Filterjord	Filtrering, adsorption	
Hydrosystems ApS	Fynsvej 56, 5500 Middelfart	Arne Bonnerup Arne@bonnerup.net	Hydroseparator	Filtrering og lamelfiltrering	
Enregis Scandinavia A/S	Bådehavnsgade 42 2450 København SV	Henrik Kielland hki@enregis.dk	Biocalith	Biofiltrering	
Milford P/S	Walgerholm 13-15, 3500 Værløse	Mark Walton mw@milford.dk	Tunnelfaskine	Sedimentation	
IBF - Ikast	Lysholt Allé 4, 7430 Ikast	Kim Falkenberg kfl@ibf.dk	Belægningssten	Nedsivning	Er ikke en rensemetode, men mere en permeabel belægning
Nyrup Plast A/S	Kannikevej 1, 4296 Nyrup	Henrik Johansen hj@nyrupplast.dk	Sedi-Pipe	Sedimentation	

3 Test og kvalitetssikring

Udfordringen i forhold til dokumentation og kvalitetssikring er, at danske og internationale standarder på området for renseteknologier til regnvand i stort omfang mangler. Desuden kan det være omkostningstungt at få dokumenteret ydeevnen for regnvandsløsning eller teknologi, så den opfylder behovene hos købere af teknologien/løsningen. Der er dog flere muligheder i Danmark for test og dokumentation af teknologier

GTS-institutterne DHI og TI kan udføre test tilpasset teknologien og behovet for dokumentation. Desuden er det muligt under visse betingelser og mod betaling - eventuelt med tilskud - at få testet miljøteknologier i regi af ETV (Environmental Technology Verifikation) og NVTC (Det Nationale Vandtestcenter). Test kan både udføres i laboratorium og/eller som on-site/mobil test på demonstrationsanlæg på udvalgte lokaliteter.

DS Certificering tilbyder i samarbejde med DANETV (dansk center for verifikation af klima- og miljøteknologier) verifikation inden for bl.a. vandbehandling og –monitering, herunder klimatilpasningsteknologier. DANETV er et samarbejde mellem fem godkendte teknologiske serviceinstitutter: DHI, Teknologisk Institut, Force Technology, AgroTech og DELTA.

En ETV er dokumentation for, at en leverandørs teknologi kan det, leverandøren siger, den kan. ETV er netop tilpasset test af teknologier, for hvilke der ikke findes standarder eller godkendelser. En ETV munder ud i et verifikat, der beskriver teknologies miljøeffektivitet. Teknologileverandøren er selv med i verifikationsprocessen og med til at opstille relevante miljøkriterier. Der sker en effektiv kvalitetssikring, og man får et europæisk kvalitetsstempel, som er anerkendt i mange lande. En ETV tager typisk et halvt år, og indledningsvis sker der en forventningsafstemning mellem teknologileverandøren og DS certificering, og der indgås en kontrakt om, hvem der har ansvaret for hvad. Dernæst udarbejdes en verifikationsprotokol, og selve verifikationen og testen planlægges. Efter testens udførelse skrives en rapport, og teknologien er herefter verificeret, hvorefter verifikatet publiceres.

Det Nationale Vandtestcenter (NVTC) rådgiver virksomheder om, hvor de mod betaling kan få testet ideer og produkter inden for vandteknologi og klimatilpasning. Det gælder, uanset hvor produktet befinder sig i innovationskæden.

Vandtestcentret samarbejder med et landsdækkende netværk af testfaciliteter på GTS-institutter, laboratorier, universiteter og hos forsyningsselskaber. Desuden har vandtestcentret adgang til mobilt testudstyr, der kan bruges i hele Danmark. Det Nationale Vandtestcenter kan bl.a. kontaktes via www.vandtestcenter.dk

Har din virksomhed behov for at dokumentere produkter, processer eller ydelser inden for håndtering af vand? Så kan Vandtestcentret hjælpe med at afklare testbehovet for følgende vandtyper:

- Regnvand
- Spildevand
- Drikkevand

Vandtestcentret kan hjælpe ved at:

- Inddrage procesfolk til at vurdere testmuligheder
- vejlede om, hvor og hvordan produktet kan markedstestes og afprøves, før I investerer i udvikling og produktion
- Bistå med mobile test hos forsyninger, virksomheder, i laboratorier og i testopstillinger i mindre skala
- Kortlægge lovpligtige og frivillige krav til vandteknologiske produkter i Danmark og internationalt, så de står stærkt ved markedsføring i ind- og udland

- vejlede om testmuligheder og om, hvordan indledende testresultater kan indgå i dokumenterbare sluttest

Derudover kan Vandtestcentret gennemføre et stort udvalg af akkrediterede test i henhold til danske, europæiske (EN) og internationale standarder (ISO). Vandtestcentret kan også hjælpe med ad hoc-test i laboratorium og som on site-måling, der kan føre til VA-mærke og international godkendelse via ETV og CE-mærkning.

4 Evaluering

I forbindelse med udviklingen af faktaarkene har udvalgte kommuner og forsyningselskaber kommenteret skabelonen og de tilhørende forklaringer. Ønsker og behov for informationer er sammenfattet herunder.

- Generelt er der stor interesse for nemt at kunne hente informationer af den karakter, som faktabladene lægger op til
- Det er vigtigt, at der løbende sker opdatering af fakta
- Links og referencer er vigtige, og de skal være identificerbare – det skal være nemt at hente yderligere oplysninger
- Der kræves stor selvdisciplin af leverandører med hensyn til at levere relevante, præcise og troværdige data for teknologiernes ydeevne i forhold til fjernelse af forurenende stoffer
- Der ønskes en høj detaljeringsgrad, når det gælder økonomi, effektivitet, og hvilke ekstra komponenter der er nødvendige (f.eks. udligningsbassin, pumper m.m.)
- Der er et vist overlap til andre kataloger (DANVA, LAR)

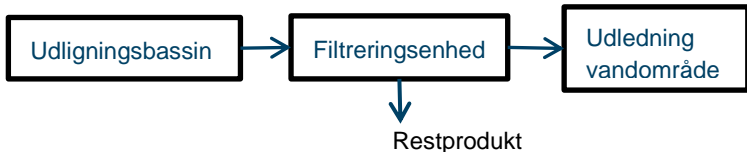
Kommunerne og forsyningselskaberne ønsker forholdsvist detaljeret beskrivelser af renseteknologiernes ydeevne, og i forhold til den dokumentation, som leverandørerne er i besiddelse af om teknologierne, er der et stort "gap".

Der er således behov for koordinering med andre kataloger samt behov for, at leverandørerne dokumenterer anlæggenes driftsstabilitet og effektivitet bl.a. i forhold til reduktion af forurenende stoffer. Denne dokumentation kan opnås gennem test og uafhængige driftsundersøgelser.

BILAG

BILAG A – Skabelon med forklaringer

A Skabelon med forklaringer

<p>Teknologi: Beskriv hvilken overordnet teknologi faktabladet omhandler</p> <p>Komponentbaserede teknologier: Sedimentation/bundfældningsbassin (åbne eller lukkede), sandfang, sorptionsfilter, membranfilter (mikrosifilter), sandfilter, lamelseparator, hvirvelseseparator, olieudskiller, anlæg med forceret filtrering og/eller kemisk fældning m.m.</p> <p>Landskabsbaserede teknologier: Nedsivning gennem græs og filtermuld, våde og tørre regnvandsbassiner og regnbede</p>	
Produktnavn og type:	Eksempler: Bassin, lamelseparator
Hvilke parametre kan der renses for, hvilke vandtyper, og hvad sker der med vandet efter rensning?	<p>Hvilke parametre er renseteknologien effektiv over for (suspenderet stof, partikler, total-P, tungmetaller m.fl.)</p> <p>Vandtyper, der ud fra erfaring kan behandles ved hjælp af teknologien:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tagvand • Vejvand opdelt efter trafikbelastning (<5000 og >5000 biler pr. dag) • P-pladser • Sammensat befæstet areal (tage, p-pladser, veje mv.) • Særligt forurenet regnvand: Oplagspladser, lastvognsparkering, tankstationer mv. • Muligheder for anvendelse/afledning efter rensning (udledning, nedsivning, anvendelse til rekreative formål eller sekundavand mv. - dette afhænger af myndighedernes efterfølgende godkendelse).
Leverandør	Navngivet firma eller agentur i Danmark
Anlægs- og procesbeskrivelse	<p>Procesdiagram og beskrivelse af de vigtigste processer.</p> <p>Anvendes adsorptionsmaterialer?</p> <p>Returskylleprocesser og returskyllevand (hyppighed og vandmængder)</p> <p>Anvendelse af kemikalier (flokulanter, koagulanter, andre typer)</p> <p>Eventuelle restprodukter – f.eks. tørstofindhold?</p> <p>Eksempel på procesdiagram:</p> <div style="text-align: center;">  <pre> graph LR A[Udligningsbassin] --> B[Filtreringsenhed] B --> C[Udledning vandområde] B --> D[Restprodukt] </pre> </div> <p>Flowdiagram for selve rensenheden bør præsenteres.</p>
Drift- og vedligehold	<p>Her beskrives, hvor hyppigt forventes udskiftning af adsorptionsmateriale/filtre eller andre materialer, der indgår i rensprocessen, f.eks. membraner.</p> <p>Restprodukter (hvilke typer, og hvordan bortskaffes de)</p> <p>Slamhåndtering (teknologi og bortskaffelsesmetoder)</p> <p>Omfang af tilsyn, nødvendige hjælpeprocesser eller –teknologier, herunder forbrug af koagulerings- og flokkuleringsmidler</p> <p>Derudover skal alle spørgsmålene med "H" besvares: Hvad skal vedligeholdes, Hvordan skal det gøres. Hvor skal det gøres, Hvor ofte osv.</p>

Forureningskomponenter og renseseffektivitet	<p>Forureningskomponenter kan specificeres som: SS (suspenderet stof), COD, BOD, Total-N, Total-P, specifikke tungmetaller (nævn hvilke tungmetaller rensenheden virker over for), specifikke organiske miljøfremmede stoffer, opløste stoffer.</p> <p>Oplys hvilket firma, der har testet/målt renseseffektiviteten.</p> <p>Renseseffektivitet opgives som fjernelsesgrad i procent af indløbskoncentrationer.</p> <p>Intervaller for indløbs- og udløbskoncentrationer bør oplyses.</p>
Kapacitet og pladsbehov	<p>Hydraulisk kapacitet (maks. m^3/h eller $l/s/m^2$), energiforbrug pr. m^3 rensset vand eller energi pr. døgn i drift, pladsbehov (footprint), mulighed for placering over/under jordoverfladen, strømforsyning, evt. drikkevandsforbrug til skylning og rengøring,</p>
Økonomi	<p>Oplysninger om anskaffelsesomkostninger (samlede) og driftsomkostninger (tid og materialer). Samlede omkostninger for rensning af $1m^3$</p>
Dokumentation	<p>Tredjepartsvurderinger af teknologi, test efter standarder, fuldskalatest, internationale artikler. Anfør oplysninger om, hvor dokumentationen kan findes (hjemmesider, artikler m.m.)</p>
Referencer i Danmark	<p>Specifikke projekter eller oplysninger om, hvor teknikken er etableret og hvornår, regnvandstype (vejvand, tagvand, P-pladser), anvendelse efter rensning, driftsstabilitet mv.</p>
Links	<p>Henvisninger til hjemmesider med information om afprøvninger, projekter mv. Det er vigtigt med den fulde kildehenvisning, når det gælder dokumentation for ydeevne, herunder energiforbrug, renseseffektivitet, afprøvning, test m.m.</p>

BILAG B–Tom skabelon

B Tom skabelon

Teknologi:	
Produktnavn og type:	
Hvilke parametre kan der renses for, hvilke vandtyper og hvad sker der med vandet efter rensning?	
Leverandør	
Anlægs- og procesbeskrivelse	
Drift- og vedligehold	
Forureningskomponenter og renseseffektivitet	
Kapacitet og pladsbehov	
Økonomi	
Dokumentation	
Referencer i Danmark	
Links	

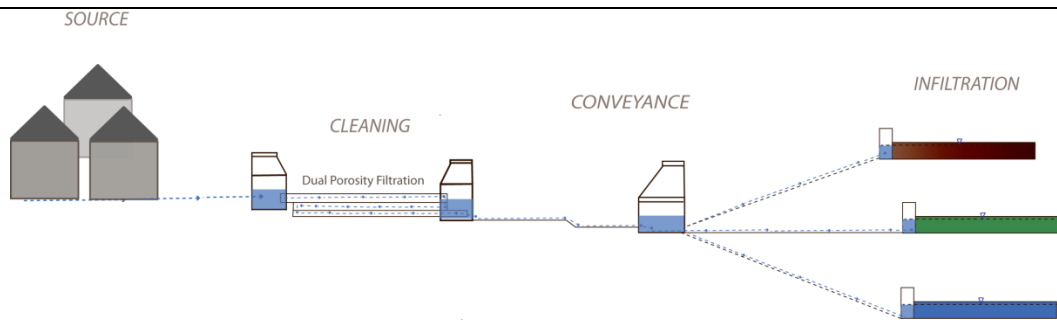
BILAG C–Udfyldte faktablade

C Udfyldte faktablade

1. Dobbeltporøst filter (Wavin, KU, Rambøll, Orbicon)
2. Filterjord (tyske retningslinjer, DWA-A138 – sand, silt, ler)
3. Hydroseparator® Kombineret lamelseparator og filterløsning (Hydrosystems)
4. ENREGIS Envia CRC (Enregis Scandinavia A/S)
5. Biocalith MR-F1 (Enregis Scandinavia A/S)
6. ENREGIS tungmetal adsorptionsfilter Biocalith K (Enregis Scandinavia A/S)
7. Tunnelfaskine (Milfort)
8. Belægningssten (IBF)

Dobbeltporøst filter (Wavin, KU, Rambøll, Orbicon)

Teknologi: Dobbeltporøst filtrering®	
Produkt navn og type:	Dobbeltporøst filter, opbygget af DPF-regnvandskassetter. Filtermateriale: kalk og okker.
Hvilke parametre kan der renses for, hvilke vandtyper, og hvad sker der med vandet efter rensning?	<p>DPF er udviklet til at fjerne suspenderet stof og opløste forureninger i vejvand, under bevarelse af vandvolumenet. Suspenderet stof fjernes ned til kolloidfraktionen (alle partikler større end 1-2 µm fjernes). Der er desuden omfattende dokumentation for fjernelse af en række tungmetaller og Total-P samt betydelig dokumentation for fjernelse af organiske mikroforureninger, herunder PAH'er, pesticider og blødgørere.</p> <p>Ud over vejvand forventes teknologien at kunne rense blandet tag- og vejvand, vand fra overløbsbygværker, søvand samt visse typer industrielt spildevand og gråvand fra husholdninger.</p> <p>Vandvolumenet bevares 100 %. Efter rensning kan vandet enten udledes til en recipient eller bruges til forsyningsformål. I København er teknikken godkendt til rensning af vejvand, før forsyning af Ørestads kanalsystem. I København forventes teknikken også at kunne bruges til rensning af vejvand før udledning til Harrestrup Å, der er målsat med høj økologisk standard. I Århus køres forsøg med nedsivning af blandet tag- og vejvand i OSD-indvindingsopland, efter rensning i DPF. I samarbejde med Sofiebadet køres forsøg med rensning af tagvand til badevandskvalitet og gråvand til toiletskyl og tøjvask. Naturstyrelsen anbefaler teknikken ved nedsivning af vejvand, hvor grundvandsressourcen er sårbar (1).</p>
Leverandør	Wavin forventes at være leverandør samt at anvise opbygning. Dimensionering og sammenkobling med afvandingssystem kan foretages af ingeniørrådgiver. Rambøll og Orbicon har erfaring. KU kan bidrage med tilpasning ved levering af renseløsninger for andre typer vand (dvs. andet end vejvand og blandet tag- og vejvand).
Anlægs- og procesbeskrivelse (husk flowdiagram og procesdiagram)	<p>Anlægget opbygges af DPF-lamelplader (L: 1 m, B: 0,5 m, H: 0,2 m), der leveres i en kassette bestående af 10 DPF-plader. Filteret består af et 20 m langt forfilter efterfulgt af et 40 m langt hovedfilter. Forfilteret skal spules for sediment 1-2 gang pr. år. Hovedfilteret indeholder filtermateriale og skal regenereres efter 15-20 år. Anlægget kan opbygges som en lineær struktur (60 m langt) eller som en Z-struktur (20 m langt).</p> <p>Vandet modtages i en DPF-indløbsbrønd og løber herfra direkte ind i forfilteret. Overgangen fra forfilter til hovedfilter sker via brønd. Fra hovedfilteret udledes vandet via udløbsbrønd. Anlægget placeres vandret. Efter hver regn dræner anlægget af og beluftes derved. Anlægget kan placeres på jorden, under jorden eller indbygges under en sti, en plads, en bænk eller lignende.</p>

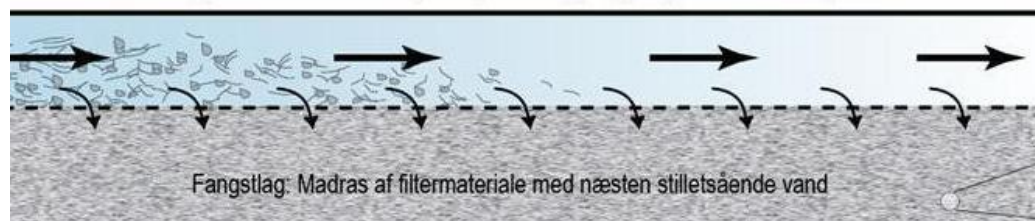


Flowdiagram fra anlæg i Mårslet ved Århus. Blandet tag- og vejvand renses i et Z-DPF anlæg, før det infiltreres. I dette anlæg pumpes vand direkte fra regnvandsledningen ind i indløbsbrønd. I anlægget i Krogebjergparken i København forsinkes vandet i et græsbassin før rensning. (Skitse ikke i korrekt målestok).

Foto fra opbygning i Mårslet. Øverst ses forfilter uden kalk, nederst hovedfilter med kalkfyldte kassetter. Blå boks er vendekassette for hovedfilter.



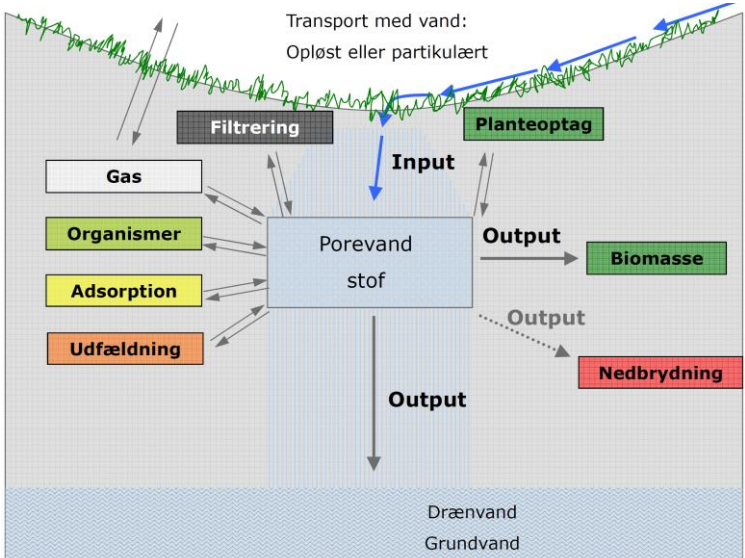
Renseprocessen er baseret på sedimentation, sorption og nedbrydning. Partikler sedimenterer til det stillestående vand mellem lameller. Dette sker primært i forfilteret. Sorption af opløste forureninger foregår til filtermateriale. Dette sker primært i hovedfilteret. Desuden foregår mikrobiel nedbrydning. Dette sker især i tørvejrperioden efter nedbør, hvor filtermaterialet er fugtigt og iltholdigt. Det smarte ved DPF er, at forureningen opsamles et andet sted end der, hvor vandet strømmer. På den måde undgås tilstopning. Der benyttes således ingen kemikalier i renseprocessen, men mineralet kalk og restproduktet okkerslam fra vandværk. Vandet drives af tyngdekraften gennem filteret, så ingen pumpe er nødvendig, hvis der kan skabes et naturligt terrænfald. Den nødvendige gradient er ca. 1 %, dvs. 60 cm fald over et 60 m langt filter, og vandet kræver blot en gradient på 10 promille for at kunne løbe af sig selv gennem filteret.



Procesdiagram: Det beskidte vand strømmer i et tyndt lag hen over fangslaget, der enten indeholder stillestående vand (forfilter), eller filtermateriale (hovedfilter). Partikler fjernes ved sedimentation, mens opløste forureninger fanges ved sorption.

<p>Drift- og vedligehold</p>	<p>Driften af forfilteret forventes at bestå af spuling 1-2 gange om året. Enten på tværs af filteret via spule- og opsamlingsrender eller på langs via opsamling i brønd. Samtidig efterses ind- og udløb. Sedimentet håndteres som sediment fra regnvandsbassiner. Drift af hovedfilter består af udskiftning af filtermateriale (kalk, okker) hvert 15. – 20. år. Okker-kalken kan evt. regenereres; ellers håndteres det som sediment fra regnvandsbassiner. Levetiden på ind- og udløbsbrønde samt DPF-regnvandskassetter er som for øvrige regnvandskassetter. Det vil sige mange år, hvis materialet ikke udsættes for sollys.</p>
<p>Forureningskomponenter og</p>	<p>DPF-teknologien er testet i et pilotanlæg i Ørestad for rensning af vejvand før udledning til Ørestads kanalsystem. Vejvandet har passeret ordinært sand- og oliefang før DPF-rensning. Der er analyseret 25 regnhændelser ved brug af kalk som filtermateriale og</p>

renseeffektivitet	<p>yderligere 17 hændelser ved brug af kalk og okkerkalk som filtermateriale. I pilotanlægget blev der afprøvet to forskellige opbygninger af DPF; begge 50 m lange, men med enten 6 dobbeltporøse strømningsslag (6 mm strømningsspalte, 10 mm fangslag) eller 18 dobbeltporøse strømningsslag (4 mm strømningsspalte, 10 mm fangslag), begge dimensioneret til 2,5 L/s. 18-lags versionen gav de bedste resultater takket være længere opholdstid og kortere faldhøjde (4 mm sammenlignet med 6 mm), men ifølge miljømyndighederne er vandkvaliteten efter 6-lag versionen acceptabel for udledning. Det er muligt at opnå tilstrækkeligt god vandkvalitet, hvilket resultaterne i tabel 1 viser. Det ses, at DPF effektivt fjerner suspenderet stof (SS), zink, bly og fosfor. For kobber og krom ligger koncentrationer i udløb tæt på kravet. Det er dokumenteret, at renseseffekten over for kobber og krom kan forbedres ved coating af kalkkorn med okker.</p> <p><i>Tabel 1: DPF Renseeffektivitet</i> <i>Totale koncentrationer af udvalgte stoffer som gennemsnit af 25 rensenhændelser (hver hændelse kan bestå af flere nedbørshændelser). Rensekrav er fastsat af Københavns Kommune for anvendelse af rensed vejvand i Ørestads kanaler. SS = suspenderet stof. 25 regnhændelser. Kalk som filtermaterialer.</i></p> <table border="1" data-bbox="408 846 1469 1122"> <thead> <tr> <th></th> <th>SS mg/L</th> <th>Zink µg/L</th> <th>Kobber µg/L</th> <th>Krom µg/L</th> <th>Bly µg/L</th> <th>Fosfor µg/L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rensekrav (Ørestad)</td> <td>25</td> <td>110</td> <td>12</td> <td>10</td> <td>3,2</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Indløb (Vejvand)</td> <td>123</td> <td>98</td> <td>25</td> <td>18</td> <td>9</td> <td>178</td> </tr> <tr> <td>Udløb (DPF-6-Lag)</td> <td>10,5</td> <td>29,5</td> <td>12,2</td> <td>10,9</td> <td>1</td> <td>47,4</td> </tr> <tr> <td>Udløb (DPF-18-Lag)</td> <td>1,4</td> <td>12</td> <td>9,6</td> <td>10,0</td> <td>0,2</td> <td>39</td> </tr> <tr> <td>Renseeffekt (%)</td> <td>91,5</td> <td>70</td> <td>50,6</td> <td>40,5</td> <td>88,1</td> <td>73,3</td> </tr> </tbody> </table>		SS mg/L	Zink µg/L	Kobber µg/L	Krom µg/L	Bly µg/L	Fosfor µg/L	Rensekrav (Ørestad)	25	110	12	10	3,2	100	Indløb (Vejvand)	123	98	25	18	9	178	Udløb (DPF-6-Lag)	10,5	29,5	12,2	10,9	1	47,4	Udløb (DPF-18-Lag)	1,4	12	9,6	10,0	0,2	39	Renseeffekt (%)	91,5	70	50,6	40,5	88,1	73,3
	SS mg/L	Zink µg/L	Kobber µg/L	Krom µg/L	Bly µg/L	Fosfor µg/L																																					
Rensekrav (Ørestad)	25	110	12	10	3,2	100																																					
Indløb (Vejvand)	123	98	25	18	9	178																																					
Udløb (DPF-6-Lag)	10,5	29,5	12,2	10,9	1	47,4																																					
Udløb (DPF-18-Lag)	1,4	12	9,6	10,0	0,2	39																																					
Renseeffekt (%)	91,5	70	50,6	40,5	88,1	73,3																																					
Kapacitet og pladsbehov	<p>Hydraulisk: Mindste dimensionering (60 kassetter i serie) har en renskapacitet på 0,5 L/s. Maks. kapacitet ved Ø1000 ind- og udløbsbrønd er 1,5 L/s.</p> <p>Energi pr. m³ rensed vand: 0, hvis der er et terrænfald at arbejde med. Dette er tilfældet i Krogebjerg-anlægget. Ellers skal der en pumpe til at løfte vandet til indløbsbrønden.</p> <p>Filterets kapacitet vokser med antallet af lag, og disses bredde. Der anvendes ca. 10 m indløbsspalte (20 DPF-lamellplader eller 2 DPF-kassetter) pr. L/s. Graden af rensning vokser med vandets opholdstid, hvilket vil sige, at rensgraden stiger med filtrets længde ved en given bredde, højde og strømningshastighed (gradient). En længde på 20 m forfilter og 40 m hovedfilter anbefales. Forfilter og hovedfilter kan placeres hver sit sted, og kan have kurvede eller knækkede forløb.</p>																																										
Økonomi	<p>Økonomien i etablering og drift af et DPF-standardprodukt kendes endnu ikke, da produktet er under udvikling. Ud over forsinkelseselement eller pumpestation skal der benyttes en indløbsbrønd, 60 kassetter pr. 0,5 L/s og en udløbsbrønd. Evt. også en mellembønde mellem for- og hovedfilter, hvis der er tale om en linjeformet opbygning. Et DPF-anlæg vil ofte kunne indbygges i en grøft eller langs kanten af et eksisterende forsinkelsesbassin. Driftsomkostningerne begrænser sig til spuling af forfilter samt tilsyn af ind- og udløbsbrønde. Drift (skønnet af aut. Kloakmester): 7.000 kr. pr. spuling.</p>																																										
Dokumentation	<p>DPF blev i perioden 2006 – 2010 afprøvet og dokumenteret i det nævnte fuldskala forsøgsanlæg i Ørestad. Der er p.t. tre rapporter: En basisrapport med baggrund for data i tabel 1. En tillægsrapport 1 med resultat af de mange yderligere stoffer, der blev analyseret for i de 25 hændelser. En tillægsrapport 2 med resultat af de 17 hændelser efter iblanding af okkerslam (følg linket nedenfor). Resultater fra Mårslet og Krogebjerg forventes i 2014.</p>																																										
Referencer i Danmark	<p>DPF-pilotanlæg i Ørestad, Mårslet ved Århus og Krogebjerg i København.</p>																																										
Links	<p>http://sl.life.ku.dk/forskning/landskab_og_byer/vand_ressourcer_og_haandtering/dobbeltproes_filtrering.aspx www.byerivandbalance.dk</p>																																										

Teknologi: Filterjord til nedsivningsløsninger	
Produktnavn og type:	Filterjord
Hvilke parametre kan der renses for, hvilke vandtyper og hvad sker der med vandet efter rensning?	<p>Hvilke parametre er renseteknologien er effektiv overfor (suspenderet stof, partikler, total-P, tungmetaller m.fl.):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Suspenderet stof (dokumenteret ned til partikelstørrelse på 5 µm) - Opløste forureningsstoffer: <ul style="list-style-type: none"> • Tungmetaller • Fosfor • De fleste hydrofobe og mobile organiske stoffer (olie, PAH, blødgørere, pesticider, mm.) <p>Vandtyper, der ud fra erfaring kan behandles ved hjælp af teknologien:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tagvand - Vejevand (>5000 biler pr. dag) - P-pladser - Sammensat befæstet areal (tage, p-pladser, veje mv.) <p>Muligheder for anvendelse/afledning efter rensning:</p> <ul style="list-style-type: none"> - udledning til recipient via drænrør under nedsivningsløsningen (vær dog opmærksom på indholdet af næringsstoffer, som kan være forhøjet pga. udvaskning fra jorden). - Nedsivning til grundvand
Leverandør	Produktet er ikke forankret hos en leverandør, men kan i stedet fremstilles af enhver. Der foreligger per dags dato ikke nationale retningslinjer for sammensætning af filterjord. Der refereres indtil videre til de tyske retningslinjer (DWA-A138) med hensyn til jordens tekstur (sand, silt, ler), pH, indhold af organisk materiale, jordlagets tykkelse og homogenitet samt den hydrauliske ledningsevne.
Anlægs- og procesbeskrivelse	<p>Regnafstrømningen løber til grøft, bassin eller bed med filterjord og siver ned gennem jorden. De fleste kendte rensprocesser er aktive, herunder filtrering, planteoptag, adsorption til organisk og uorganisk materiale, nedbrydning af organiske forureningsstoffer, m.fl. Se desuden nedenstående skitse.</p>  <p>The diagram illustrates the complex processes occurring in filter soil. At the top, water is transported from the surface (grass) through the soil. Key processes include: <ul style="list-style-type: none"> Filtrering (Filtration): Physical removal of particles. Planteoptag (Plant uptake): Nutrients and substances are taken up by plants. Gas: Exchange of gases between the soil and the atmosphere. Organismer (Organisms): Biological activity within the soil. Adsorption: Binding of substances to soil particles. Udfældning (Precipitation): Formation of insoluble compounds. Nedbrydning (Breakdown): Degradation of organic pollutants. Biomasse: Production of biomass from organic matter. The central part of the diagram is labeled 'Porevand stof' (pore water substance), which is the medium where these processes occur. The final 'Output' is 'Drænvand' (drainage water) and 'Grundvand' (groundwater). </p>

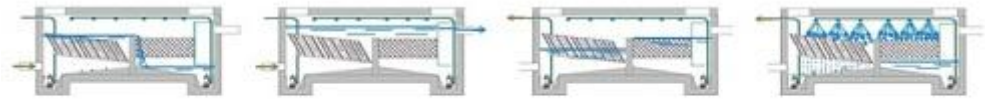
Drift- og vedligehold	<p>Filterjorden skal med tiden udskiftes, dels for at bevare optimale rense- og nedsvivningsegenskaber og dels for at den ikke skal opnå klassifikation som svært forurenet jord (klasse 3 el. 4). Der er ikke nogen entydig livstid for filterjord, da det vil afhænge af den enkelte situation, bl.a. jordens sammensætning samt mængde og forurening af den afstrømning der håndteres.</p> <p>Der må desuden påregnes vedligehold af vegetation samt fjernelse af blade og andet organisk materiale (f.eks. klippet græs), såfremt der akkumuleres så meget at jordoverfladen eller den herskende vegetation dækkes helt.</p>
Forureningskomponenter og renseeffektivitet	<p><i>Forureningskomponenter specificeret som: partikler, SS, COD, BOD, Total-N, Total-P, specifikke tungmetaller (nævn hvilke tungmetaller renseenheden virker overfor), specifikke organiske miljøfremmede stoffer, partikelbundne stoffer, opløste stoffer. Oplys hvilket firma, der har testet/målt renseeffektiviteten.</i></p> <p><i>Renseeffektivitet opgives som fjernelsesgrad i procent af indløbskoncentrationer.</i></p> <p><i>Intervaller for indløb og udløbskoncentrationer bør oplyses.</i></p> <p>STI: Denne bør vi vente med at udfylde, til vi har lidt flere målinger.</p>
Kapacitet og pladsbehov	<p>Filterjord er en integreret del af flere typer af nedsvivningsløsninger, som kan dimensioneres efter behov. Dog fordrer effektiv rensning at forholdet mellem afdræningsareal og infiltrationsareal ikke er for stort. Typiske forhold er mellem 5:1 og 25:1. Ved større forhold, kan jordlaget evt. gøres tykkere.</p>
Økonomi	<p><i>Oplysninger om anskaffelsesomkostninger (samlede) og driftsomkostninger (tid og materialer). Samlede omkostninger for rensning af 1m³</i></p> <p>Variabelt. Afhænger bl.a. af hvorfra komponenterne til jorden kommer og hvordan jorden blandes (homogeniseres), hvilken vegetation der etableres og hvilke lokale forhold der i øvrigt hersker.</p> <p>Her kan evt. refereres til eksempler på anlæg og forventede driftomkostninger, men det virker også lidt omsonst.</p>
Dokumentation	<p><i>Tredjepartsvurderinger af teknologi, test efter standarder, fuldskala test, internationale artikler. Oplysninger om hvor dokumentationen kan findes (hjemmesider, artikler m.m.)</i></p> <p>Cederkvist og Ingvertsen (2010): Filterjord – en metode til håndtering af forurenet vejvand. Videnblad Skov og Landskab, Park og Landskab, Blad nr. 7.3-3, Oktober 2010.</p> <p>Ingvertsen, S.T., Cederkvist, K., Jensen, M.B. and Magid, J. (2012): Assessment of existing roadside swales with engineered filter soil. Part II. Treatment efficiency and in-situ mobilisation in soil columns. Journal of Environmental Quality.</p> <p>Ingvertsen, S.T., Cederkvist, K., Régent, Y., Sommer, H., Magid, J. and Jensen, M.B. (2012): Assessment of existing roadside swales with engineered filter soil. Part I. Characterisation and lifetime expectancy. Journal of</p>

	<p>Environmental Quality.</p> <p>Nielsen, A. R. og Winther, R. L. H. (2013): Evaluering af en designet filtermuld til rensning af afstrømmet regnvand. Afgangprojekt, Aalborg Universitet</p>
Referencer i Danmark	<p><i>Specifikke projekter, eller oplysninger om hvor teknikken er etableret og hvornår, regnvandstype (vejevand, tagvand, P-pladser), anvendelse efter rensning, driftsstabilitet mv.</i></p> <p>P-plads ved Syddansk Universitet, Odense Regnbede på Dahlsvej, Odense Vejbete på Lindevang, Brøndby Vejbete på Møllebakken, Brønshøj Kantstensbed på Strandvejen i Bredballe, Vejle</p>
Links	<p><i>Henvisninger til hjemmesider med information om afprøvninger, projekter mv. Det er vigtigt med den fulde kildehenvisning når det gælder dokumentation for ydeevne herunder energiforbrug, renseeffektivitet, afprøvning, test m.m.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • http://www.vandibyer.dk/31778 • http://www.byerivandbalance.dk/30630 • http://www.laridanmark.dk/nedsivning-og-rensning-af-vejevand-i-vejle/om-ideen/32544,2 • http://www.laridanmark.dk/vejbete-paa-lindevang-i-broendby/forside/32848 • http://www.laridanmark.dk/vejbete-paa-moellebakken-broenshoej/forside/33926

Faktablad for teknologi til rensning af regnvand, betegnet HydroSeparator®

Teknologi: Selvrensende lamel- og filterløsning. Kan yderligere leveres med følgende funktioner: <ul style="list-style-type: none">- Desinfektion- Fældningskemikalie	
Produkt navn og type:	HydroSeparator®. Kombineret lamelseparator og filter løsning
Hvilke parametre kan der renses for, hvilke vandtyper og hvad sker der med vandet efter rensning?	<p>Hvilke parametre er renseteknologien effektiv overfor (suspenderet stof, partikler, total-P, tungmetaller m.fl.):</p> <ul style="list-style-type: none">- Suspenderet stof (SS)- Oliestoffer- Total-P- Tungmetaller- En række miljøfremmede stoffer <p>Kan udvides med følgende funktioner efter behov:</p> <ul style="list-style-type: none">- Desinfektion til bakteriefjernelse- Fældning med kemikalier <p>Vandtyper, der ud fra erfaring kan behandles ved hjælp af teknologien:</p> <ul style="list-style-type: none">- Sammensat befæstet areal (tage, p-pladser, veje mv.)- Særligt forurenede regnvand: Oplagspladser, lastvognsparkering, industriarealer mv.- Overløbsvand/kloakoverløb <p>Muligheder for anvendelse/afledning efter rensning</p> <ul style="list-style-type: none">- Udledning til recipient. Ferskvand og marine- Nedsivning- Rekreative formål og sekundavand beror på den konkrete sag og der skal eventuelt anvendes udvidede funktioner som desinfektion og kemikaliefældning.
Leverandør	HydroSystems Fynsvej 56 5500 Middelfart Tel. 64 40 08 80 info@hydrosystems.dk www.hydrosystems.dk
Anlægs- og procesbeskrivelse	<p>Ved hvert regnskyl starter en fuldautomatisk proces:</p> <ol style="list-style-type: none">1) Rensning med lameller2) Rensning med filtre3) Udledning af det rensede vand til recipient4) Tilbageholdelse af en del af det rensede vand til skylning af systemet5) Skylning af lameller og filtre så de automatisk holdes fri for aflejringer og de ikke stopper til6) Det beskidte vand (restproduktet) opsamles i bunden af HydroSeparatoren og pumpes til spildevandssystemet. Dermed håndteres restproduktet forsvarligt og automatisk.

7) HydroSeparatoren er nu tømt og rensset, og klar til at håndtere næste regnskyl.



Fyldning af tank

Rensning gennem lameller og filtre

Tømning af tank til spildevandssystem

Skylning af tank, lameller og filtre

Drift- og vedligehold

Restprodukter: Det tilbageholdte stof/vand pumpes til spildevandssystemet hvor det håndteres på normal vis.

Tilsyn og vedligeholdelse:

Lameller og filtre renholdes automatisk efter hvert regnskyl. Derfor vil de ikke under normale forhold stoppe til, og derfor vil der ikke være behov for regelmæssige udskiftninger. Over tid vil materialet dog kunne kræve udskiftning. Det er i det tilfælde let at hejse både lameller og filtre op, og nedsætte nye.

Anlæggets overvågningssystem overvåger alle processer og sender alarm når det er hensigtsmæssigt.

Eftersyn og service af anlægget begrænses til 1 gang årligt og omfatter:

Kontrol af styretavle

Der foretages en kontrol af alle betjeningsknappers funktion ved aktivering af startniveauer, enten manuelt eller elektronisk.

Kontrol af pumpe drift

Alle pumper kontrolleres for drift i manuel tilstand.

Kontrol af tømme – og skyllefunktion

Der foretages en kontrol af skyllefunktionen ved manuel drift. For at sikre vand til skyllefunktion kan både tømme- og skyllepumpe forinden sættes i manuel drift, så den ved forudgående regnskyl ikke aktiveres.

Skyllefunktion kontrolleres fra pumpeump, hvor fordelingen af vand fra lameller kan ses.

Kontrol af aflejringer på lameller

Kontrol af lameller kan foretages visuelt gennem dæksel eller ved ophejsning.

Hvis der er betydelige aflejringer på pladerne, foretages spuling af lameller.

Kontrol af aflejringer i filtre

Kontrol af filtre kan foretages visuelt gennem dæksel eller ved ophejsning.

Hvis der er betydelige aflejringer på pladerne, foretages spuling af filtre.

Ved større aflejringer overvejes om der skal udskiftes filtermateriale.

Tømning af grus og sand i sandfang

Der foretages en kontrol af grus/slammængde i bund af reguleringsbrønd.

Kontrol af rist i sandfang

Der foretages en kontrol af ristefunktion, og fjernelse af evt. aflejringer.

Kontrol af kontraklappernes funktion i udløbsbygværk.

	Der foretages kontrol af kontraklups tæthed og funktion.
Forureningskomponenter og renseseffektivitet	Forureningskomponenter specificeret som: partikler, SS, COD,BOD, Total-N, Total-P, specifikke tungmetaller (nævn hvilke tungmetaller rensenheden virker overfor), specifikke organiske miljøfremmede stoffer, partikelbundne stoffer, opløste stoffer. Oplys hvilket firma, der har testet/målt renseseffektiviteten. Renseeffektivitet opgives som fjernelsesgrad i procent af indløbs-koncentrationer. Intervaller for indløb og udløbskoncentrationer bør oplyses.
Kapacitet og pladsbehov	<p>Hydraulisk kapacitet: Præmonterede standardenheder: 25 l/s, 50l/s og 75l/s Standardenheder der samles og monteres onsite: 100 – 400l/s Specialdesignede enheder: >400 l/s</p> <p>Pladsbehov: Eksempler: Standardenhed 25 l/s er en sekskant hvor hver side måler ca. 1,7 m. Højde ca. 2,8 m Standardenhed 200 l/s måler ca. HxLxB: 3,5x13x6 m</p> <p>Valgfri placering over eller under jordoverfladen, Strømforsyning er kræves. Ingen drikkevandsforbrug til skylning og rengøring,</p>
Økonomi	Samlede omkostninger for rensning af 1m³ 0,2- 0,5 kr/m ³
Dokumentation	<i>Tredjepartsvurderinger af teknologi, test efter standarder, fuldskala test, internationale artikler. Oplysninger om hvor dokumentationen kan findes (hjemmesider, artikler m.m.)</i>
Referencer i Danmark	<p>7 anlæg ved Københavns havn: 1 stk. på Tegholms Allé, under TV2'parkeringsplads 2 stk. på Sluseholmen, anlagt under parkeringspladser 1 stk. på Arsenalvej, anlagt under parkeringsplads 1 stk. på Gallionsvej, anlagt under græsareal 1 stk. på Leo Mathisens Vej, anlagt under parkeringsplads 1 stk. på Takkeloftvej ved Operaen, anlagt under terræn i kaj arealet</p> <p>Anlæggene håndterer vand fra de omkringliggende overflader. P-arealer, veje, tage mm., og udleder det rensede vand direkte til havnen.</p>
Links	www.hydroseparator.dk www.bonnerup.net

Produkt navn og type:



ENREGIS Envia CRC

Hvilke parametre kan der renses for, hvilke vandtyper og hvad sker der med vandet efter rensning?

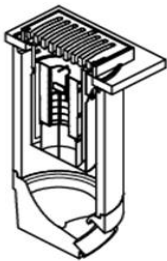
ENREGIS Envia CRC til rensning af vejvandet – og vandet fra p-pladser, industripladser, fabriksområder, oplagspladser m.v. CRC'en renses for mineralske væsker som benzin, diesel og olier – samt små partikler.

Renset vand kan ledes direkte til kloak, recipient eller til nedsivning.

Leverandør

Enregis Scandinavia A/S.

Anlægs- og procesbeskrivelse

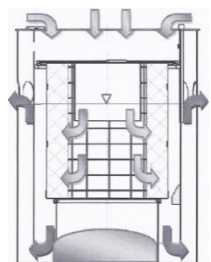
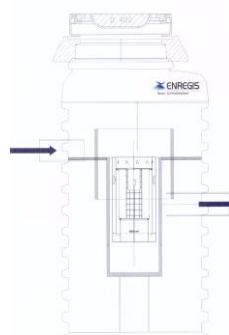
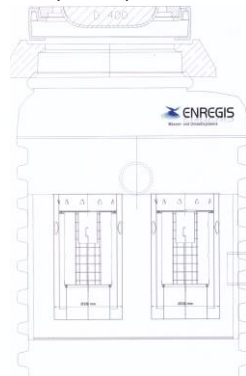


ENREGIS CRC rensenheden kan placeres enten direkte i eksisterende vejindløb, hvor CRC beholderen er placeret umiddelbart under dækslet i indløbet, som her på billedet.

Alternativt produceres og installeres indløbsbrønde, som er dimensioneret til at indeholde én eller to CRC filterenheder, udover et normalt sandfang.

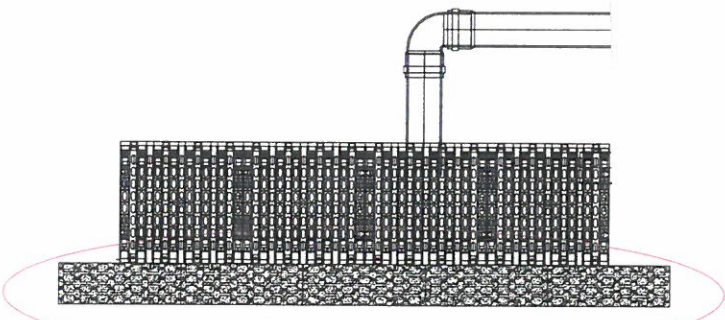


Indløbsbrønde med hhv. dobbelt og enkelt CRC filterenhed.



Det indløbende regnvand bringes til stilstand i tilløbskammeret, så olierester ikke hvirvles rundt. Derved synker fedtstofferne samt partikelbundne tungmetaller til bunds og sætter sig i slamsamleren. Flydende væsker som olie- og smøremidler samler sig på CRC enhedens rensfilter indsatsen.

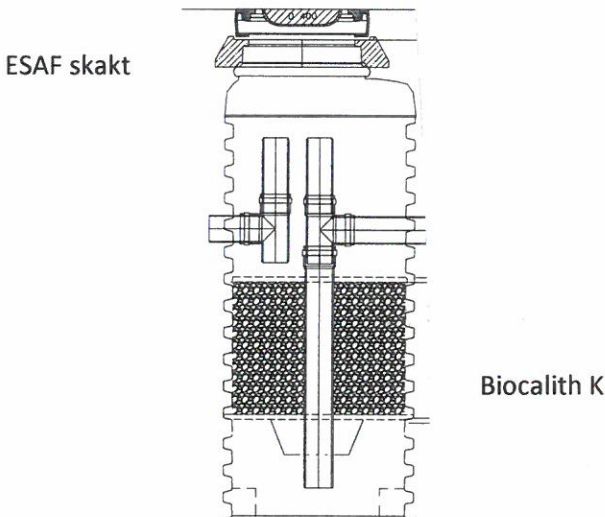
Drift- og vedligehold	<p>Filtermaterialet befinder sig i stålbeholderen, og kan nemt ses oppefra. Den kan også nemt tages ud og sættes i igen. En synskontrol vil vise, om indsatsen skal rengøres eller udskiftes. Som regel er det nok at rense filterindsatsen ved hjælp af vandtryk. Rengøringen af filtermaterialet skal ske uden for ENREGIS Envia-CRC-systemet. Den udvaskede forurening skal behandles som farligt affald. Hvis filtermaterialet er beskadiget, eller det ikke længere er muligt at rengøre systemet, kan filtermaterialet udskiftes.</p> <p>Sedimentationsfilteret kontrolleres og rengøres jævnlige - afhængigt af forureningsgraden af det indløbende vand. Fx 1-2 gange om året eller efter behov. Det betyder, at kontrol og rengøringsintervallerne følger intervallerne for kontrol og rengøring af et normalt sandfangs filter.</p> <p>Som regel er en halvårlig synskontrol nok til at fastslå, hvornår filtret skal renses.</p>																												
Forureningskomponenter og renseseffektivitet	<p>CRC'en renses for mineralske væsker som benzin, diesel og olier – samt små partikler.</p> <p>Renseeffektiviteten er op til 95 % af forureningen, afhængigt af forureningsgrader og vandvolumen.</p>																												
Kapacitet og pladsbehov	<p>ENREGIS Envia-CRC-systemet anvendes til områder på op til 1.200 m² med en nominal effekt på 5 og 7 til 12 l/s ved en nedbørsmængde på 100 l/sha (op til 600 m² ved en tilgrundsiggende nedbørsmængde på 200 l/sha). Ved særligt høje krav eller til brug på større flader anbefaler vi at anvende ENREGIS Envia-TRP-systemer med en nominal effekt op til 450 l/s til flader på mere end 10.000 m².</p> <p>Kapacitet:</p> <table border="1" data-bbox="552 992 1498 1310"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Navn</th> <th rowspan="2">Aflednings- evne l/s</th> <th colspan="2">Sammensluttede flader [m²]</th> <th rowspan="2">Slam- volumen [l]</th> <th colspan="2">Masse</th> <th rowspan="2">Vægt [kg]</th> </tr> <tr> <th>ved 100 l/sha</th> <th>ved 200 l/sha</th> <th>Ø [mm]</th> <th>H [mm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ENVIA-CRC 5</td> <td>5</td> <td>maks. 500</td> <td>maks.250</td> <td>5</td> <td>330</td> <td>600</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>ENVIA-CRC 7 ENKELT ENVIA-CRC 7 DOBBELT</td> <td>7 12</td> <td>maks. 700 maks. 1200</td> <td>maks.350 maks.600</td> <td>500 – 1.500 500 –</td> <td>1.000 1.000</td> <td>variabel variabel</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>ENREGIS Envia-CRC-systemet optager ikke plads, da filterbeholderen placeres i nedløbskakt/brønd eller direkte i vejindløb.</p> <p>CRC enheden indeholder et mindre sandfang.</p>	Navn	Aflednings- evne l/s	Sammensluttede flader [m ²]		Slam- volumen [l]	Masse		Vægt [kg]	ved 100 l/sha	ved 200 l/sha	Ø [mm]	H [mm]	ENVIA-CRC 5	5	maks. 500	maks.250	5	330	600	38	ENVIA-CRC 7 ENKELT ENVIA-CRC 7 DOBBELT	7 12	maks. 700 maks. 1200	maks.350 maks.600	500 – 1.500 500 –	1.000 1.000	variabel variabel	
Navn	Aflednings- evne l/s			Sammensluttede flader [m ²]			Slam- volumen [l]	Masse		Vægt [kg]																			
		ved 100 l/sha	ved 200 l/sha	Ø [mm]	H [mm]																								
ENVIA-CRC 5	5	maks. 500	maks.250	5	330	600	38																						
ENVIA-CRC 7 ENKELT ENVIA-CRC 7 DOBBELT	7 12	maks. 700 maks. 1200	maks.350 maks.600	500 – 1.500 500 –	1.000 1.000	variabel variabel																							
Økonomi	<p>1 stk. CRC filterenhed kan leveres til en pris i størrelsesordenen kr. 12.000 – 15.000 ex moms.</p> <p>Selve rensfilteret udskiftes for kr. 300-400 kr. ex moms.</p>																												
Dokumentation	<p>EME-certificering, VITUKI, Water Research Centre KHT, 2012 (i henhold til EN 858 –standard).</p> <p>Renseevne målt på CRC system ved Stenlille, Sorø Forsyning, 2013.</p> <p>Test af rensesevne af småpartikler, Teknologisk Institut, 2013.</p>																												
Referencer	<p>Vejafvanding/nedsivning ved Stenlille.</p> <p>Nedsivning fra P-plads ved Gladsaxe Rådhus.</p> <p>Nedsivning af tagvand og fra p-plads ved boligforening i Bagsværd.</p> <p>http://www.enregis.dk/da/103601-Cases</p>																												
Links	<p>www.enregis.dk</p> <p>www.enregis.de</p>																												

Teknologi: ENREGIS / Biocalith MR-F1. Biofiltreringssubstrat, 100 % biologisk filter, under- eller overjordisk. Som filter i forbindelse med nedsivning eller som filter ved udløb til kloak eller recipient.	
Produktnavn og type:	ENREGIS / Biocalith MR-F1. Biofiltreringssubstrat.
Hvilke parametre kan der renses for, hvilke vandtyper og hvad sker der med vandet efter rensning?	Behandling/biologisk rensning af vand fra tage, veje, p-pladser mv. med henblik på efterfølgende nedsivning eller videre udledning til recipient. Kan installeres som selvstændigt filter eller i kombination med Enregis Biocalith K filtersubstrat til tungmetaller. Se vedhæftede oversigt. Renser for: Polycykliske aromatiske hydrocarboner/ kulbrinter (PAH) Mineralolietype kulbrinter (MOH) Chemical Oxygen Demand (COD) Tungmetaller fra mindre flader, samt fra større flader i kombination med Enregis Biocalith K filtersubstrat.
Leverandør	Enregis Scandinavia A/S /Enregis GmbH.
Anlægs- og procesbeskrivelse	Den organiske behandling/nedbrydning sker i underjordiske kassetter placeret under nedsivningskassetter/faskine. MR-F1substratet fyldes i kassetterne i en tykkelse af 20 cm uden komprimering. Mængden af anvendt ENREGIS / Biocalith MR-F1 afhænger af størrelsen af det tilsluttede område og den forventede forurening i vandet. MR-F1 er mineralisk baseret, uden kemikalier. Nedbrydningen af de organiske stoffer er en fuld regenerativ biologisk proces gennem aerob og anaerob bionedbrydning ved hjælp af mikroorganismer. Det sker ved en biotisk og abiotisk sorption, bundfældning og kompleksdannelse ved hjælp af opløst oxygen (i det indkommende vand), samt ved hjælp af bestemte indholdsstoffer i substratet og bakterierne. Konstante betingelser skaber et passende miljø for processerne og mikroorganismerne. Underjordisk filtreringsenhed:  <p style="color: red; text-align: center;">ENREGIS/Biocalith MR-F1 installed underground, uncompacted placed in infiltration-boxes as a full regenerative biological filtration stage.</p> I kombination med Enregis Biocalith K substrat til rensning for tungmetaller fra større flader: se vedhæftede oversigt over anvendelsesområder: Biocalith MR-F1 og K.
Drift- og vedligehold	Biocalith MR-F1 filteret skal ikke udskiftes. Det er et biologisk substrat tilsat en bakteriemængde/ mikroorganismer, som sikrer rensning af det forurenede vand. Der er ikke tilsat kemikalier. Bakteriemængden afhænger af forureningsgraden i vandet – og omvendt. Systemet passer derfor sig selv uden nogen form for driftsmæssig regulering, og givet nødvendig ilt tilførsel. Af samme grund er filteret meget anvendelig i en underjordisk sammenhæng. Hvis filtersubstratet er anbragt i overjordiske rende, skal påregnes regelmæssigt eftersyn og bortskaffelse af affald, sedimenter mv., som naturligt ophobes på flader, og derfor også ovenpå MR filter materialet i en åben, gitter belagt rende.

Forurenings - komponenter og renseeffektivitet	<p>Polycykliske aromatiske hydrocarboner/ kulbrinter (PAH) Mineralolietype kulbrinter (MOH) Chemical Oxygen Demand (COD) Renseevne op til 98 %, afhængig af forureningsgrad, kontakttid og vandvolumen ctr. anvendt m3 Biocalith MR-F1.</p>
Kapacitet og pladsbehov	<p>Hydraulisk kapacitet er 0,5 l / s * m2 installation, pladsbehov er 1 m2 pr 20 m2 tilsluttet overflade ved installation under jordoverfladen. Andre fordele: Fuldgyldig terrænfordybnings filterjord erstatning, ikke nødvendig med større overjordisk kontaktflade/ terrænfordybning, intet overfladetab, høj jonisk adsorptionsydelse, dyre afskalninger undgås, ingen risiko for ulykker på grund af usikre terrænfordybninger.</p>
Økonomi	<p>Ca. kr. 450,00/m3 ex moms. Ekskl. pris for de elementer, substraten ligger i – Enregis X Box kassetter, Enregis Vivo Stone Flex eller Enregis Vivochannel rende mv. Leveringsomkostninger vil afhænge af mængden af MR-F1 substrat. Ingen driftsomkostninger, da der er tale biologisk filter substrat, som ”passer sig selv”.</p>
Dokumentation	<p>Universiteterne i Innsbruck og i Darmstadt har dokumenteret Biocalith MR-F1's renssevne og-effektivitet. En sammenfatning herpå er vedhæftet dette dataark. Der er derudover gennemført undersøgelse med fokus på miljøvenlighed i henhold til den tyske LAGA – ZO norm. Ekspertudtalelser findes i henhold til Spildevandsteknisk Forening i Tyskland ATV-DVWK-A 138/M 153.</p>
Referencer	<p>Tyskland: Langenargen, Landsberg,, Bauruth. Østrig: Highway A7-M5, Völs.</p>
Links	<p>www.enregis.dk www.enregis.de</p>

Teknologi:
ENREGIS tungmetal adsorptionsfilter Biocalith K - installeret i en ENREGIS ESAF filterskakt.

Kernen i ENREGIS tungmetal filtersystem er et særligt udviklet adsorptionssubstrat, der sikkert og permanent fjerner tungmetallerne fra regnvandet. Fysisk-kemiske processer ligger til grund for selve processen, hvor substratet indgår i en nærmest uopløselig binding med de opløste tungmetaller.

Produktnavn og type:	ENREGIS Biocalith K tungmetal adsorptionssubstrat og ENREGIS ESAF filterskakt.
Hvilke parametre kan der renses for, hvilke vandtyper og hvad sker der med vandet efter rensning?	<p>Biocalith K renses tagvand (fx kobbertag, zink render mv.), vejr vand, vand fra p-pladser, oplagspladser, genbrugspladser, lastvognsparkeringspladser, vand fra kunststofbaner m.fl.</p> <p>Filteret opsamler/binder tungmetallerne i vandet – fx kobber, zink, krom, cadmium, nikkel, bly, tin, jern m. fl.)</p> <p>Det fungerer som adsorptionsfilter i en (ESAF) skakt - eller i en åben rende - før nedsivning eller før direkte udledning til recipient.</p>
Leverandør	Enregis Scandinavia A/S.
Anlægs- og procesbeskrivelse	<p>Biocalith K substratet anbringes inde i den underjordiske indløbs ESAF skakt. Afhængig af indløbs flowet opsamles vandet forud for indløb til skakten, fx i form af underjordisk opsamlingsfaskine omsluttet af vandtæt membran.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Specielt i forbindelse med rensning fra større trafikerede områder anvendes Biocalith K i kombination med det biologiske filter, Biocalith MR-F1. I så fald enten installeret underjordisk i en ESAF skakt og med det biologiske filter efterfølgende i en nedsivningsfaskine, eller i overjordiske render.</p> <p>En substrat udskiftning sker uden yderligere installationsomkostninger og uden udskiftning af ESAF skakten/beholderen. Substratet suges ganske enkelt ud af ESAF skakten efter udløb af den definerede levetid. Systemets hydraulik er optimeret med særligt henblik på kontaktfladen og kontakttiden.</p> <p>ESAF skakten kan installeres med first flush overløb.</p>
Drift- og vedligehold	<p>Levetiden på filtersubstratet, "K", er sædvanligvis 2-20 år, afhængig af forureningsgrad og vandmængde.</p> <p>Udskiftning af brugt filtersubstrat sker nemt, enkelt og billigt ved at suge det op fra ESAF skakten.</p>

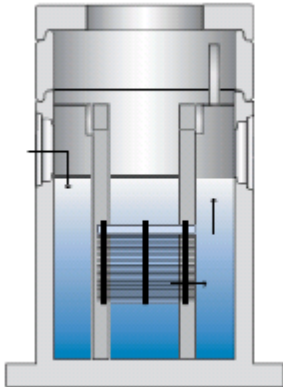
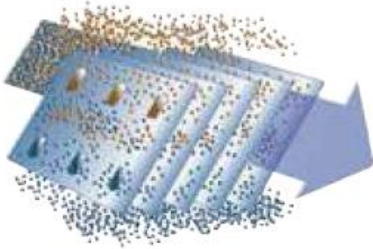
	<p><u>Andre fordele</u></p> <p>Virker også sammen med andre rensemetoder, eksempelvis i forbindelse med biologisk filter til rensning af organiske stoffer.</p> <p>Nemt at tilkoble udstyr til måling af vandkvalitet efter rensning.</p> <p>Installeres underjordisk og optager derfor ikke plads.</p> <p>Tåler trafikbelastning.</p> <p>Vej- og trafiksalt fører ikke til en remobilisering af de bundne tungmetaller.</p> <p>Udskiftning af K substratet sker uden yderligere installationsomkostninger.</p> <p>Lave vedligeholdelses- og driftsomkostninger.</p> <p>Virker uafhængigt af udendørstemperaturer i fx afløbsrender eller terrænfordybningssystemer.</p> <p>Designsoftware til projekt design/dimensionering er gratis.</p>
Forureningskomponenter og renseseffektivitet	<p>Opsamler/binder tungmetallerne i vandet:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kobber, zink, krom, cadmium, nikkel, bly, tin, jern m. fl. <p>Op til 100 % renseseffektivitet. Der foretages projektspecifik og præcis beregning af rensesevnen og af rensesevnen levetid ud fra nødvendig dimensionering på basis af forureningsgrader, vandmængde og kontakttid i filteret.</p> <p>K substratet:</p> <p>0-3 mm, KF værdi $2,8 \times 10^{-3}$, pH værdi 6 -7,5, adsorptions kapacitet ca. 10g/l.</p>
Kapacitet og pladsbehov	<p>Anvendelig til flader på mellem 200 m² og 3.000 m².</p> <p>(Underjordisk) ESAF filterskakt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Højde 2, 2,5 eller 3 meter - Indgang 680 mm, eller efter behov - Udvendig diameter 1-1,2 meter - Ind-og udløb Ø200 eller efter behov - Ventilation/udluftning valgfrit, typisk Ø150 -250 på siderne
Økonomi	<p>Prisen for en ESAF filterskakt afhænger af ønskede/nødvendige dimensioner herpå.</p> <p>Prisen på selve filtersubstratet i ESAF skakten ligger i størrelsesordenen kr. 17.000 ex moms pr. m³.</p>
Dokumentation	<p>Adsorptionsmaterialet ENREGIS/Biocalith K har en påvist rensningsevne, der svarer til kravene og grænseværdierne i den tyske bekendtgørelse om jordbundsbeskyttelse og forurenede arealer, Trink WV – Trinkwasser-verordnung.</p> <p>Universiteterne i Innsbruck og i Darmstadt har dokumenteret Biocalith K's rensesevne og-effektivitet. En sammenfatning herpå findes her: http://www.enregis.dk/da/104599-regnvand</p>
Referencer	Kontakt Enregis Scandinavia A/S.
Links	<p>www.enregis.dk</p> <p>www.enregis.de</p>

Faktablad for teknologi til rensning af regnvand forud for udledning eller nedsivning

Teknologi: Rensning, opmagasinering og nedsivning/udledning af tag- og overfladevand	
Produktnavn og type:	Tunnelfaskine
Hvilke parametre kan der renses for, hvilke vandtyper og hvad sker der med vandet efter rensning?	<p>Hvilke parametre SS (suspenderet stof) TPH (total kulbrinter - olie) Total-P (fosfor) Total-Zn (zink)</p> <p>Vandtyper Tagvand Vejevand P-Pladser</p>
Leverandør	Milford Walgerholm 13-15 3500 Værløse Danmark +45 44971099 www.milford.dk
Anlægs- og procesbeskrivelse	<p>Procesdiagram</p> <pre> graph LR A[Indløb via aflejringstunnel] --> B[Opmagasinerings/ Forsinkelse] B --> C[Nedsivning/ Udledning] </pre>
Drift- og vedligehold	<p>Tilsyn samt evt. rensning af aflejringstunnelen hver 6. måned.</p> <p>Aflejringstunnelen spules og aflejringer suges op. Spuling kan ske fra fordelerbrønden/sandfanget. Behovet for rensning kan vurderes ved at måle mængden af aflejringer gennem inspektionshullet.</p> <p>Der skal bruges spuleudstyr som passer til tunnelernes størrelse.</p>
Forureningskomponenter og rensningseffektivitet	<p>Forureningskomponenter Op til 80% SS (suspenderet stof) Op til 90% TPH (total kulbrinter - olie) Op til 49% Total-P (fosfor) Op til 53% Total-Zn (zink)</p> <p>Rensningseffektivitet Rensning opnås ved en god tilbageholdelse af SS hvortil metaller og TPH er bundet</p>
Kapacitet og pladsbehov	Hydraulisk kapacitet

	<p>Energiforbrug Ingen</p> <p>Pladsbehov Tunnelerne fås i forskellige størrelser således at anlæggets foot-print kan varieres. Store tunneler kræver dybere udgravning, men giver mindre foot-print. Små tunneler giver større foot-print, men mindre dyb udgravning. Anlægget kan derfor i stort omfang tilpasses arealmæssigt, og med lav højde kan der tages hensyn til f.eks. højt grundvandsspejl.</p> <p>Placeres under jorden og kan evt. placeres under veje eller parkeringspladser</p>
Økonomi	<p>Anskaffelsesomkostninger Materialeomkostninger ca. 1.500-2.500 dkk pr. m³.</p> <p>Driftsomkostninger (tid og materialer)</p>
Dokumentation	<p>www.milford.dk/milstorm http://www.milford.dk/sites/default/files/brochures/milstorm/index.html</p>
Referencer i Danmark	<p>Specifikke projekter Troldeparken, Give (Vejle Spildevand/Arkil) Ladelundvej, Vejen (Vejle Spildevand/Frisesdahl A/S) Thisted Genbrugsplads (Cowi Vejle/Barlund) Baunebakken (Grontmij/Hofor/Ebbe Dalsgaard)</p>
Links	<p>Henvisninger. http://www.milford.dk/milstorm http://vejlespildevand.dk/andet/aktuelt.htm?nid=60 Der foreligger forskellige test hvori renseeffektiviteten er målt. Henvendelse til Milford.</p>

Belægningssten (IBF)

Teknologi: Lameludskiller/lamelseparator, olieudskiller – gravemetrisk olieudskiller for store regnmængder.	
Produktnavn og type:	UNISEP Lameludskiller, type 20/35-400
Hvilke parametre kan der renses for, hvilke vandtyper og hvad sker der med vandet efter rensning?	<p>Renseteknologien er effektiv især overfor (og beregnet til) olie-/benzin, men kan også benyttes for udskillelse af flydende væsker med densiteter mindre end vands.</p> <p>Vandtyper, der ud fra erfaring kan behandles ved hjælp af teknologien:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vejvand - P-pladser - S sammensat befæstet areal (tage, p-pladser, veje mv.) - Særligt forurenede regnvand: Oplagspladser, lastvognsparkering, tankstationer mv.
Leverandør	IBF (Ikast Betonvarefabrik), telefon 72 13 41 60, mail unisep@ibf.dk
Anlægs- og procesbeskrivelse	<p>Procesdiagram og beskrivelse af de vigtigste processer. Anvendes adsorptionsmaterialer – ANVENDES IKKE Anvendelse af kemikalier – ANVENDES IKKE Eventuelle restprodukter – FINDES IKKE</p> <p>Regnvandet ledes gennem UNISEP Lameludskilleren – og gennem lamellerne placeret i midten af denne.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Pga. placeringen af de skrå lameller opfanges olieperler, hvorefter de stiger til vejrs. På denne måde tilbageholdes olie-/benzin i UNISEP Lameludskillere.</p> <div style="text-align: center;">  </div>
Drift- og vedligehold	<p>UNISEP Lameludskilleren skal forventes tømt min. hver anden måned. Tilbageholdt olie bortskaffes af slamsuger/miljøvogn og bortskaffes til forbrændingsanlæg eller lign. Tilbageholdt slam bortskaffes med slamsuger/miljøvogn og bortskaffes til forbrændingsanlæg eller lign.</p>

	Ved tømning af lameludskilleren skal lameller optages, spules og efterses for genmontering. UNISEP Lameludskilleren rengøres ved spuling og efterses for evt. utætheder osv.
Forureningskomponenter og renseseffektivitet	Klasse II-udskillelse = max 100 mg/liter i testsituationen Klasse I-udskiller = max 5 mg/liter i test situationen
Kapacitet og pladsbehov	UNISEP Lameludskiller 20/35-400 fungerer som klasse I-udskiller op til 20 l/sek, fungerer som klasse II-udskiller op til 35 l/sek og leder op til 400 l/sek igennem udskilleren, hvor der sker en evt. renselse mindre end klasse II. UNISEP Lameludskiller er ikke en by-pass udskiller.
Økonomi	Pris dkr. 100-115.000,- excl. etableringsomkostninger
Dokumentation	Fuldskalatestet iht. EN858-1, kan rekvireres hos producenten.
Referencer i Danmark	Bla. Hvidovre Hospital, Rørbassin i Ølby-Lyng ved Køge, Nordhavnsudvidelsen i København, Køge Jorddepot, BaneDanmark i Struer, Nyt Fængsel i Nr. Alslev, Vestre Havnevej Sjællandsodde, ved jernbanen i Høng, Fayard (Odense Stålskibsværft/Lindø), Københavns Lufthavn, Odense Havn, diverse P-pladser over hele landet, samt i Norge, Sverige, Grønland, Færøerne og Polen
Links	-