

Anbefalinger til udledning og nedsivning af regnvand

Oktober 2012

Søren Gabriel, Jes Vollertsen

Aalborg Universitet, Danmarks Tekniske Universitet, Teknologisk institut &
Orbicon A/S - 2012



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**



Indholdsfortegnelse

Anbefalinger til miljøkrav til udledning og nedsivning af regnvand....	3
Regler for afledning af regnvand....	3
Miljøvurdering af regnvandshåndtering....	3
Miljøfremmede stoffer i regnvand....	3
Udledning af separatkloakeret regnvand....	6
Forskellige løsninger har forskellige kvaliteter....	6
Miljøkrav og vilkår for udledning af separatkloakeret regnvand....	7
Rensning og renere teknologi....	7
Ansøgning og vilkår for udledning af separatkloakeret regnvand....	9
Nedsivning af tag- og vejvand....	10
Naturstyrelsens holdning til nedsivning af tag- og vejvand....	10
Forskellige løsninger har forskellige kvaliteter....	11
Miljøkrav og vilkår for nedsivning af tag- og vejvand....	12
Rensning af vejvand....	13
Ansøgning og vilkår for nedsivning af tag- og vejvand....	13
Mulighedskort for nedsivning af regnvand....	15
Referencer....	16
Øvrige referencer....	16
Bilag 1: Forslag til oplysninger i ansøgning om udledningstilladelse til separatkloakeret regnvand....	17
Bilag 2: Forslag til oplysninger i ansøgning om tilladelse til nedsivning af tagvand....	18
Bilag 3: Forslag til oplysninger i ansøgning om tilladelse til nedsivning af vand fra veje og parkeringspladser....	19

Anbefalinger til miljøkrav til udledning og nedsivning af regnvand

Vilkår for udledning af separatkloakeret regnvand og nedsivning af tag- og vejvand skal i hver enkelt sag udarbejdes med udgangspunkt i et konkret kendskab til lokale forhold som forureningskilder og recipienternes følsomhed.

Uanset hvor regnvand udledes eller nedsives vil der dog være nogle vilkår, som er vigtige at stille og andre, der er mindre relevante. I det følgende sammenfattes derfor en række anbefalinger til, hvilke generelle vilkår, der kan stilles til udledning og nedsivning af regnvand. I bilag findes desuden et forslag til, hvilke oplysninger, der kan indgå i ansøgning om udledning eller nedsivning af regnvand. Anbefalingerne er udarbejdet på baggrund af de baggrundsnotater, der indgår i projektet "Renere teknologi til håndtering og rensning af separat regnvand".

Projektet er udført for Naturstyrelsen af Jes Vollertsen fra Aalborg Universitet i samarbejde med Søren Gabriel og Thomas H. Larsen fra Orbicon.

Regler for afledning af regnvand

Det er kommunen, der meddeler tilladelser til både nedsivning og udledning af regnvand. Kun for listevirksomheder hvor Staten er tilsynsmyndighed skal tilladelse meddeles af Statens Miljøcentre.

Ved dimensionering af både bassiner til forsinkelse og anlæg til nedsivning af regnvand anbefales det at tage stilling til behovet for at klimasikre dimensioneringen i forhold til eksisterende normer for dimensionering. Spildevandskomiteen har udarbejdet en vejledning i dimensionering af både bassiner og nedsivningsanlæg /11/, /12/, /13/. Rørcenter, Teknologisk og Orbicon har udarbejdet en praktisk anvisning i nedsivning af regnvand /14/.

Miljøvurdering af regnvandshåndtering

Uanset hvordan regnvand håndteres vil det føre til en belastning af miljøet. Ved nedsivning ophobes regnvandets indhold af forurening i jorden i nedsivningsanlægget, ved separat udledning ender forureningen i recipienterne og ved afledning til fælleskloak forurenes spildevandsslammet samtidig med at regnvandet skaber øgede økonomiske og miljømæssige omkostninger til spildevandshåndtering og øger risikoen for overløb af spildevand.

Beslutningen om at etablere separat udledning eller nedsivning af regnvand frem for at udbygge fælleskloakken er derfor en strategisk beslutning, der tages, og som bør miljøvurderes i forbindelse med udarbejdelse af spildevandsplanen.

Miljøfremmede stoffer i regnvand

Projektet "Renere teknologi til håndtering og rensning af separat regnvand" rummer et baggrundsnotat med en sammenstilling af en stor mængde danske og udenlandske data, hvor indholdet af miljøfremmede stoffer i separatkloakeret regnvand er beskrevet og risikoen ved nedsivning og udledning vurderet /1/.

I notatet karakteriseres separatkloakeret regnvand i tre fraktioner: tagvand, vand fra mindre veje og parkeringspladser og vand fra større veje og parkeringspladser, industri mm. De tre vandtyper er beskrevet på baggrund af en gennemgang af en lang række data fra udenlandske og danske datasamlinger med henblik på at fastsætte indhold af diverse miljøfremmede stoffer.

Som et robust mål (worst case) for koncentrationen er for hovedparten af stofferne anvendt 90 % fraktilen i den lognormalfordeling, der bedst beskriver de anvendte data. Denne koncentration er sammenlignet med recipientkvalitetskriterier, grundvandskvalitetskriterier og drikkevandskvalitetskriterier. På den baggrund er der sket en udpegning af de stoffer, der potentielt kan føre til forureninger, der gør, at grænseværdierne i recipienter eller grundvand overskrides.

Vurderingen viser, at der i urensset separatloakeret regnvand findes en række stoffer, der i et "worst case scenarium" har en overkoncentration i forhold til grænseværdierne. Det skal derfor sikres, at der sker en rensning for disse stoffer før eller i forbindelse med, at regnvandet nedsives eller udledes. Nedenstående tabel viser de stoffer, hvor koncentrationerne i separatloakeret regnvand i worst case overskrider grænseværdierne for grund-, drikke- og recipientvand.

Stof	Koncentrationsmaksimum ved lav intensitet (Villavej etc.)	Koncentrationsmaksimum ved høj intensitet (Større veje)	Koncentrationsmaksimum tagvand	Korttidskrav ferskvand ³⁾	Korttidskrav saltvand ³⁾	Drikkevandskrav	Grundvandskrav	Bemærkninger
Total kulbrinter - olie ¹⁾	<1.500	<2.000	< 15			5	9	
PAH, Enkeltkomponenter	< 1	< 3	<0,02	0,005	0,002	0,01	0,01	pyren det mest problematiske
Sum PAH	<10	<20	< 0,1				0,1	
Dibutylphthalat (DBP) ²⁾	<2	<4		2,3	0,23	1 ⁴⁾	1	
Butylbenzylphthalat (BBP) ²⁾	<1	<2		7,5	0,75	1 ⁴⁾	1	
Diethylhexylphthalat (DEHP) ²⁾	<50	<120		1,3	1,3	1	1	
Diethylhexyladipat (DEHA) ²⁾	<4	<6		0,7	0,07	1 ⁴⁾	1	
Diethylphthalat (DEP) ²⁾	<2	<5				1 ⁴⁾	1	
Nonylphenol ²⁾	<15	<15		0,3	0,3	20	20	
Blødgørere, sum	<50	<130				1	1	
PCE ²⁾	<3	<3		10	10	1	1	
Chrom, Cr, opløst ²⁾	<5	< 10	< 1	4,9	3,4	20	25	
Kobber, Cu, opløst ²⁾	<20	<60	<20	1	1	100	100	
Nikkel, Ni, opløst ²⁾	<5	<10	<2	2,3	0,23	20	10	
Bly, Pb, opløst ²⁾	<1	<7	<1	0,34	0,34	5	1	
Zink, opløst ²⁾	<30	<120	<700	7,8	7,8	100	100	
Suspenderet stof ²⁾	<100	<300	<15					udledningskrav 20-30 mg/l
BOD ²⁾	<10	<20	<5	15				Udledningskrav, renseanlæg
Kemisk iltforbrug, COD ²⁾	<50	<400	<25	75				Udledningskrav, renseanlæg
Ammoniak+ammonium-N, filtreret ²⁾	<0,5	<0,5	<2			0,04		
Chlorid ²⁾	<2.500	<2.500	<250			250		Se særskilt afsnit om saltning
Termotolerante Coli (#/100 ml)	<50.000	<50.000	<5.000	1.000	1.000	1		Badevandskriterier for recipienter

1) Koncentration i µg/l, 2) Koncentration i mg/l, 3) Laveste krav for stoffer i gruppen detekteret i vandet, 4) Sum af blødgørere ud over DEHP

Tabel 1: Worst case koncentrationer i vejvand ved forskellige intensiteter sammenlignet med worst case koncentrationer for tagvand (metaltage undtaget) og kriterier for recipienter, grundvand og drikkevand. Værdier der overskrider et recipientkvalitetskriterium er mærket med gult, værdier der overskrider grundvand/drikkevandskvalitetskriterier er mærket med orange, værdier der overskrider både recipient- og grundvand/drikkevandskriterier er mærket med rødt.

Udledning af separatkloakeret regnvand

Udledning af separatkloakeret regnvand sker normalt ved, at vand fra veje og tage i et større opland samles i en separat regnvandskloak, der leder vandet til vandløb, sø eller hav. I større afløbssystemer og før eller i forbindelse med udledning etableres normalt et eller flere regnvandsbassiner, der tjener til at forsinke afstrømningen. Herved øges kapaciteten af den separate regnvandskloak samtidig med, at den hydrauliske belastning (målt i liter pr. sekund pr. ha opland) reduceres.

Forskellige løsninger har forskellige kvaliteter

Regnvandsbassiner etableres og dimensioneres traditionelt for at beskytte afløbssystem og recipienter mod hydraulisk overbelastning, men regnvandsbassiner kan også rense separatkloakeret regnvand og bidrage med både natur og rekreative kvaliteter der, hvor de anlægges. Rensning af separatkloakeret regnvand i bassinløsninger er beskrevet i baggrundsnotaterne Våde bassiner til rensning af separat regnvand /4/ og Større anlæg til overfladenedsivning af separat regnvand /6/ hvor der også findes en kort gennemgang af, hvilke forhold, der har betydning bassinernes kvalitet i forhold til natur og rekreativ kvalitet. De to baggrundsnotater er resumeret i Faktblad om dimensionering af våde regnvandsbassiner /3/ og Faktblad om dimensionering af større nedsivningsbassiner /5/.

Nedenstående tabel resumerer de kvaliteter, forskellige løsninger i separate regnvandssystemer har i forhold til hydraulisk belastning, rensning, drift og natur og rekreativ kvalitet.

	Hydraulisk belastning	Næringsstoffer	Miljøfremmede stoffer	Suspenderet stof	Klorid	Natur og rekreativ kvalitet	Drift og driftsomkostninger
Direkte udledning	0	0	0	0	0	0	0
Olieudskiller	0	0	0/+	0/+	0	0	--
Tørre regnvandsbassiner	+++	0/+	0/+	0/+	0	0/+	0
Traditionelle våde regnvandsbassiner ¹⁾	+++	+	+	++	0	+++	-
Veldimensionerede våde regnvandsbassiner ²⁾	+++	++	++	+++	0	+++	-
Veldimensionerede våde regnvandsbassiner med fældning	+++	+++	+++	+++	0	+++	--
Veldimensionerede våde regnvandsbassiner med binding til fast medie	+++	+++	+++	+++	0	+++	--
Nedsivningsbassiner	+++	+++	+++	+++	0	+ / ++	-
Vådsaltning mm.	0	0	0	0	++	0	0/-
Substitution af Vejsalt	0	0	0	0	+++	0	---

¹⁾Vådt volumen mindre end 200 m³/ha. ²⁾Vådt volumen større end 200 m³/ha

Tabel 2: Vurdering af effekten af forskellige tiltag til forsinkelse og rensning af separatkloakeret regnvand før udledning til recipient. Direkte udledning til recipient indgår som en referencesituation, som de øvrige tiltag vurderes i forhold til. "0" indikerer, at tiltaget ikke har nogen effekt i forhold til det givne vurderingskriterium, mens "+" indikerer en stigende positiv effekt med antallet af '+'er. Tilsvarende indikerer "-", at tiltaget er dyrere i drift end referencetiltaget.

Miljøkrav og vilkår for udledning af separatkloakeret regnvand

De miljømæssige konsekvenser af udledning af separatkloakeret regnvand afhænger af recipientens følsomhed for den belastning udledningen påfører. Nedenstående tabel rummer en vurdering af dette for forskellige recipienter med de typer af belastning, der er relevant ved vurdering af udledning af separatkloakeret regnvand. Miljøkrav og vilkår for udledning af separatkloakeret regnvand findes nærmere beskrevet i baggrundsnotatet Udledning af separatkloakeret regnvand til vandløb, sø og hav /2/.

	Hydraulisk belastning	Næringsstoffer (P)	Miljøfremmede stoffer	Suspenderet stof	Klorid	Temperatur
Små/øvre vandløb	!!!	!	!!	!!!	!!!	!!
Større vandløb	!!	!	!! (i sediment)	!!	!!	!
Små søer	!	!!!	!!	!!	!!	!
Større søer	0	!!	! (i sediment)	!	!	0
Hav	0	0	! (i sediment)	0	0	0

Tabel 3: Vurdering af betydningen af forskellige typer af belastning ved udledning af separatkloakeret regnvand til forskellige recipienter. Antallet af !-tegn viser hvor væsentlig påvirkningen er.

Rensning og renere teknologi

Udledning af separatkloakeret regnvand skal ifølge Naturstyrelsen reguleres som en diffus belastning. Naturstyrelsen har ingen forventninger om konkrete krav til løbende kontrol af forurenende stoffer på de enkelte regnbetingede udledninger (kvalitetskrav), men anser derimod funktionskrav til rensning, f.eks. krav om bassin, for mere hensigtsmæssigt. Målet er, at udledning af separatkloakeret regnvand ikke er til hinder for vandplanernes mål om god kemisk og økologisk tilstand.

I dette projekt anbefales det at administrere udledning af separatkloakeret regnvand ud fra intentionerne i Bekendtgørelse 1022, (Bekendtgørelse om miljøkvalitetskrav for vandområder og krav til udledning af forurenende stoffer til vandløb, søer eller havet), således at:

- udledning af forurenende stoffer skal begrænses ved hjælp af bedste tilgængelige teknik (BAT)
- det ved beregning skal sikres, at miljøkvalitetskrav for forurenende stoffer for det berørte vandområde kan opfyldes.

- der i en blandingszone omkring udledningen kan accepteres en overskridelse af koncentrationerne af de regulerede stoffer, hvis de ikke påvirker det øvrige vandområdes opfyldelse af disse krav.

I baggrundsnotatet Udledning af separatkloakeret regnvand til vandløb, sø og hav /2/ er gennemført en overordnet vurdering af, hvilke tiltag til rensning og renere teknologi, der kan anbefales ved udledning af separatkloakeret regnvand til forskellige typer af recipienter. Disse anbefalinger er samlet i nedenstående tabel.

Anbefalingerne er i de fleste tilfælde en skærpelse af eksisterende praksis for rensning af regnvand. Det skal bemærkes, at anbefalingerne er generelle, og at lokale forhold omkring kvalitet og mængder af regnvand og følsomhed af recipienter altid skal vurderes.

Mulighederne for videregående rensning er beskrevet i baggrundsnotaterne Våde bassiner til rensning af separat regnvand /4/ og Større anlæg til overfladenedsivning af separat regnvand /6/, der findes resumeret i Faktblad om dimensionering af våde regnvandsbassiner /3/ og Faktblad om dimensionering af større nedsivningsbassiner /5/. Endelig kan rensning ske i lokale grøfter eller regnbede som beskrevet i afsnittet om nedsivning af vejvand. Reduktion af belastningen med klorid via renere teknologi kan ske ved substitution af vejsalt med andre midler til glatførebekæmpelse eller ved vådsaltning, der kan reducere den anvendte saltmængde væsentligt. For både reduktion af kloridanvendelsen og rensning ved nedsivning gennem jord gælder, at det er en udvidelse af begrebet BAT for regnvandshåndtering, der traditionelt alene omfatter rensning i bassiner.

	Hydraulisk belastning	Næringsstoffer (P)	Miljøfremmede stoffer	Suspenderet stof	Klorid
Små/øvre vandløb	Forsinkelse	Traditionelt vådt bassin	Videregående rensning	Traditionelt vådt bassin	Renere teknologi
Større vandløb	Forsinkelse	Traditionelt vådt bassin	Traditionelt vådt bassin	Traditionelt vådt bassin	-
Små søer	-	Videregående rensning	Videregående rensning	Traditionelt vådt bassin	Renere teknologi
Større søer	-	Videregående rensning	Traditionelt vådt bassin	Traditionelt vådt bassin	-
Hav	-	-	Traditionelt vådt bassin	-	-

Tabel 4: Anbefalinger for rensning og renere teknologi ved udledning af separatkloakeret regnvand til forskellige typer af recipienter.

Ansøgning og vilkår for udledning af separatkloakeret regnvand

Det er kommunens miljøafdeling, der skal meddele tilladelse til udledning af separatkloakeret regnvand. Myndigheden har ingen væsentlige muligheder for at reducere forureningen af regnvandet ved at regulere borgernes adfærd, når tilladelsen er givet. Der kan således ikke indarbejdes forbud mod at anvende pesticider, vejsalt eller lignende i tilladelsen. Det forventes dog, at kommunerne med revisionen af lov om lokalplanlægning i 2012 vil få hjemmel til at begrænse forurenende aktiviteter via bl.a. lokalplanerne.

I det følgende findes et forslag til vilkår for udledning af separatkloakeret regnvand. Bilag 1 indeholder et forslag til de oplysninger, der bør indgå i en ansøgning om tilladelse til udledning af separatkloakeret regnvand.

På private veje kan borgerne oplyses om risikoen for at forurene recipienterne med vejvand og der kan indgås frivillige aftaler med grundejerforeninger og vejlaug. På kommunale veje kan disse begrænsninger besluttet politisk.

Under normal drift har olieudskillere ingen funktion i sammenhæng med et regnvandsbassin, da renseevnen i regnvandsbassiner er langt bedre end i olieudskilleren. Spild fra eventuelle uheld kan opsamles direkte i regnvandsbassinet.

Forebyggelse af forurening:

- Giv ikke tilladelse til nedsivning af tagvand fra kobber, zink eller blytage. Hvis tagvandet alternativt afledes til separat regnvandskloak kan rensning ved nedsivning gennem jord dog være en miljømæssigt bedre løsning.
- Undgå, at regnvand fra tankstationer, vaskepladser og arealer med oplag af affald og forurenende materialer ledes til regnvandskloakken.
- Lav aftaler og udarbejd anbefalinger om hensigtsmæssig brug og drift af vejen. Undgå at anvende pesticider, vaske biler og lignende aktiviteter på veje med udledning til recipient.
- Undgå så vidt muligt, at vejarealer, der saltes traditionelt afledes til mindre vandløb og søer eller til recipienter, hvor regnvand udgør en væsentlig andel af vandtilførslen.
- Stoffer, der bruges i stedet for salt bør vurderes mht. miljø- og driftsmæssige konsekvenser før de tages i brug. Urea må ikke anvendes i områder, der afleder til separat kloak!
- Stil krav til rutiner for fejning og tømning af vejbrønde i oplandet
- Sørg for at ovenstående krav også indgår i miljøgodkendelser og tilsyn hos private virksomheder.

Renseforanstaltninger:

- Stil vilkår for udformningen af renseløsningen og ikke til kvaliteten af det afledte vand. Der er ikke hjemmel for det, og det er uforholdsmæssigt dyrt at dokumentere.
- Stil relevante krav om forsinkelse før afledning til vandløb og mindre søer. Regnvandsbassiner dimensioneres hydraulisk efter Spildevandskomiteens anvisninger /13/.
- Stil krav om våde regnvandsbassiner eller bassiner med nedsivning. Tørre regnvandsbassiner har ingen væsentlig renseseffekt. Ved afledning til vandløb eller sø bør regnvandsbassinerne dimensioneres efter Faktablad om dimensionering af våde regnvandsbassiner /3/ eller Faktablad om dimensionering af større nedsivningsbassiner /5/.

- Ved udledning til søer og små vandløb kan der som udgangspunkt være behov for en videregående rensning af det afledte vand. Det kan ske i våde regnvandsbassiner med fældning eller binding til fast medie (se /15/ og /18/) Disse teknologier er dog fortsat på udviklingsstadiet og kan endnu ikke betragtes som BAT, hvorfor der ikke er hjemmel til at stille krav til sådanne foranstaltninger. I stedet bør de implementeres som forsøgsanlæg i et konstruktivt samarbejde mellem forsyning og myndighed.
- Rensning kan også ske ved nedsivning i grøfter eller regnbede før afledning til separat kloak som beskrevet i afsnittet om nedsivning af tag- og vejvand.
- I udledningstilladelsen skal der indarbejdes vilkår for drift og vedligeholdelse af regnvandsbassinerne jf. baggrundsnotat om Våde bassiner til rensning af separat regnvand /4/.

Nedsivning af tag- og vejvand

Nedsivning af regnvand sker typisk for at aflaste den eksisterende kloak eller for at undgå at etablere kloak til håndtering af regnvand. Det betyder, at nedsivningsløsninger som regel er helt lokale, så vandet nedsives i umiddelbar forbindelse med det sted, det falder. Derfor giver det mening at håndtere tagvand og vejvand hver for sig i nedsivningsløsninger.

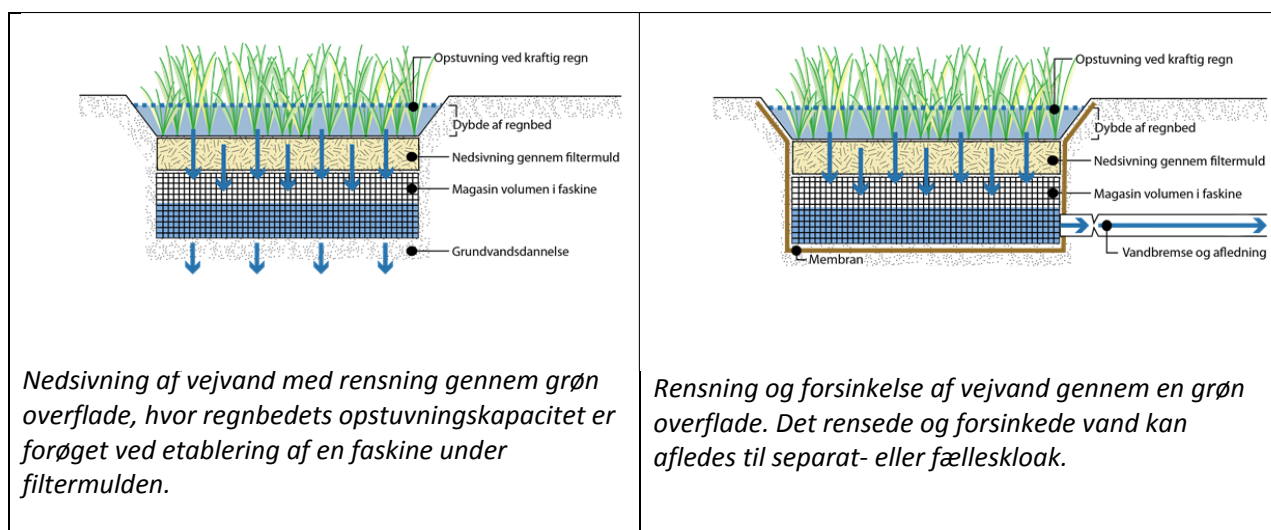
I områder, hvor regnvand ikke kan eller må nedsives, kan nedsivningsløsninger etableres som lokale anlæg til forsinkelse og rensning. Det kan f.eks. ske i regnbede eller grøfter, hvor vejvand forsinkes og renses før det ledes til eksisterende separat eller fælleskloak.

Naturstyrelsens holdning til nedsivning af tag- og vejvand

Naturstyrelsen peger på nedsivning af regnvand fra befæstede arealer som et virkemiddel til at fremme grundvandsdannelsen for grundvandsforekomster, som er i risiko for ikke at kunne opnå god kvantitativ tilstand, jf. vandplanerne /19/. Løsningen kan være at minimere befæstelsesgraden, så der sker en så stor naturlig grundvandsdannelse som muligt i områder, hvor jordens evne til at binde eller nedbryde pesticider og andre miljøfremmede stoffer er stor. Som en anden løsning end minimal befæstelsesgrad nævnes rensning af vej- og overfladevand inden nedsivning.

NST vurderer således /20/, at nedsivning af tagvand til grundvandet generelt ikke udgør en forureningsrisiko. Det vurderes, at nedsivning af vejvand og andet vand fra befæstede arealer kan udgøre et problem i sårbare områder og at vejsalt kan udgøre et lokalt problem i større byer og langs veje, der saltes intensivt.

Naturstyrelsen skriver i øvrigt, at rensning af vej- og overfladevand inden nedsivning, f.eks. ved dobbeltporøs filtrering eller filterjord. Løsningen kan benyttes, hvor grundvandsressourcen er meget sårbar.



Figur 1 eksempler på lokale anlæg til håndtering af vejvand ved nedsivning til grundvand og ved forsinkelse og rensning før afledning til separat- eller fælleskloak

Forskellige løsninger har forskellige kvaliteter

Håndtering af regnvand fra veje og tage ved nedsivning kan gennemføres som eneste regnvandshåndtering i nye byområder eller indpasses i eksisterende by for at reducere den hydrauliske belastning af eksisterende fælleskloak eller separatkloak. Foruden at tage stilling til miljøforholdene ved nedsivning af regnvand er det vigtigt at tage stilling til en række andre potentielle muligheder og problemer ved lokal nedsivning af regnvand.

Ved at gøre regnvandet synligt i bylandskabet skabes en forståelse af vandkredsløbet og af at vi skal passe på vandet. Regnvandet vil i de fleste lokale nedsivningsløsninger (LAR-anlæg) være noget, man kun ser, når det regner, men samtidig noget, der forandrer oplevelsen af landskabet for en stund. Der kan derfor med fordel tænkes i flere funktioner af de rekreative arealer og muligheder for tilgængelighed afhængig af vandsituationen.

Når man vælger sin LAR-løsning, skal viden om metodens egenskaber suppleres med viden om forholdene på det sted, hvor løsningen skal etableres. Valget kræver således kendskab til så forskellige forhold som taghældning, plads- og terrænforhold omkring bygninger, trafikbelastning og andre forureningskilder, brugerinteresser etc.

Forhold som god plads, kan f.eks. betyde, at en billig og god løsning, hvor tagvand ledes ud over græsset eller et regnbed kan vælges frem for en dyrere faskineløsning. Og tilsvarende er der ikke i samme grad behov for at fokusere på metodens renseseffekt ved nedsivning af uforurenat tagvand, som hvis man skal nedsive forurenat vand fra en tæt befærde vej. Valget af den rigtige LAR-løsning kan altså ikke sættes på formel men må tages med udgangspunkt i det enkelte projekt. Når man bygger nyt kan de bedste og billigste løsninger opnås, hvis de integreres i byggeprojektet fra start.

Forskellige LAR-løsninger har forskellige egenskaber og kvaliteter, som kan være afgørende for, hvor løsninger er velegnede. Disse "iboende egenskaber" sammenfattes i tabel 5, hvor LAR-metoderne er vurderet i forhold til hinanden. Vurderingen omfatter metodernes kapacitet ved kraftig regn, deres evne til at rense vandet, de pladskrav, metoden stiller, driftsbehovet, anlæggets bidrag til ny grøn natur i byen eller haven samt anlægsøkonomien.

I praksis vil man ofte kombinere flere LAR-løsninger, f.eks. sådan at nedsivning i en faskine eller et regnbed kombineres med, at vandet under ekstrem regn kan løbe videre ud på plænen og nedsive der.

De konkrete LAR-metoder findes beskrevet kort i et baggrundsnotat i projektet ” Renere teknologi til håndtering og rensning af separat regnvand” i notatet Lokale nedslivnings- og renseløsninger /8/. En mere detaljeret gennemgang findes på www.laridanmark.dk /16/ og Århus Kommune /10/.

	Potentiale for håndtering af kraftig regn	Renseevne	Levetid	Anlægsomkostninger	Driftskrav	Pladskrav	Natur i byen og haven	Vand fra tag og have	Vand fra vej og parkering
Nedsivning gennem en grøn overflade									
Udledning på græs	+++	+++	+++	-	0	---	++	Velegnet	Velegnet
Regnbed	+++	+++	+++	--	-	--	+++	Velegnet	Velegnet
Render, grøfter og rabatter	+++	+++	+++	--	-	--	++	Velegnet	Velegnet
Andre nedslivningsanlæg									
Faskiner	++	++	++	---	--	0	0	Velegnet	Uegnet
Permeable belægninger	+++	++	++	---	--	0	0	Uegnet	Velegnet
Fordampning									
Grønne tage	+	++	++	---	-	0	++	Velegnet	Uegnet
Opsamling og anvendelse									
Regnvandsopsamling	+	0	++	-	-	-	0	Velegnet	Uegnet

Tabel 5: Indbyrdes vurdering af LAR-metoder til håndtering af regnvand. ”+” indikerer en stigende positiv effekt med antallet af +’er og tilsvarende med ”-”. Vurderingen 0 betyder, at metoden ikke gør nogen forskel i forhold til en traditionel kloakeringsløsning . Med kraftig regn menes regnændelser op til T=5-10 år.

Miljøkrav og vilkår for nedslivning af tag- og vejvand

Lovgivningen fastsætter ikke stofs specifikke kvalitetskrav eller specifikke krav til udformning af nedslivningsanlæg, bortset fra at anlægget skal dimensioneres, placeres og udformes så der ikke opstår overfladisk afstrømning eller gener i øvrigt. For at sikre en god rensning før nedslivning bør myndigheden dog stille funktionskrav til nedslivningsanlægget, der medvirker til at beskytte grundvandet. Alternativt kan myndighed stille vilkår for brugen af visse stoffer (f.eks. pesticider eller vejsalt) på de arealer, der afvandes. Et sådant vilkår dog være svært at håndhæve. Derfor vil information og frivillige aftaler i mange tilfælde være den bedste løsning

Hovedparten af de forurenende stoffer i separatkloakeret regnvand omsættes og/eller sorberes i den øverste del af jordsøjlen ved nedslivning. Ingen af de analyserede organiske stoffer eller metaller i separatkloakeret regnvand vurderes med de fundne koncentrationer overordnet at udgøre en risiko for grundvandsressourcen som helhed, hvis nedslivningen designes hensigtsmæssigt. Således kan det konkluderes, at:

- Forudsat at tagbelægningen ikke er af bly, kobber eller zink udgør nedslivning af tagvand ikke noget miljøproblem i forhold til grundvandet.
- For vejvand udgør klorid fra salt anvendt til glatførebekæmpelse et problem ved udbredt nedslivning af vejvand i byområder.
- De tungere organiske stoffer som tung olie og tunge PAH forventes sammen med metallerne at blive tilbageholdt i de allerøverste jordlag.
- De lettere oliekomponenter, de lette PAH og blødgørerne forventes at blive biologisk omsat ud fra generelle observationer af disse stoffers generelle opførsel i nedbrydningsforsøg.
- Mikroorganismer reduceres erfaringsmæssigt voldsomt igennem nedslivningen i den umættede zone pga. af dels filtreringen og dels det relativt lave indhold af organisk stof, der favoriserer andre bakterietyper end E. Coli mv.

Rensning af vejvand

Ved nedsivning af regnvand fra overfladen kan der generelt forventes at ske en rensning, der sikrer, at grundvandet ikke forurenes ud over grund- og drikkevandskvalitetskriterierne. Renseevnen i selve nedsivningsanlægget afhænger dog af anlæggets design.

Ved nedsivning af vejvand skal det sikres, at nedsivningsanlægget både har en god sorptionskapacitet og en iltet umættet zone tilstede, da der ellers vil kunne forekomme en uacceptabel lokal påvirkning af grundvandet. Dette opnås bedst ved at nedsive vandet gennem en vegetationsdækket jordoverflade.

Den del af forureningen, der ikke nedbrydes vil blive ophobet i overjorden i nedsivningsanlægget. Overjorden skal derfor med mellemrum udskiftes for at forhindre en dybere nedtrængning af de stoffer der primært fjernes ved sorption.

Nedenstående tabel indeholder en indbyrdes vurdering af anlægstypers renseseffekt over for forskellige forureningskomponenter.

	Metaller	PAH	Oliestoffer	Blødgørere mm.	Bakterier	Klorid	Drift og driftsomkostninger
Urenset separat-kloakeret regnvand	0	0	0	0	0	0	0
Injektion i primært grundvandsmagasin	+	+	+	0/+	+	0	-
Faskiner og nedsivningsbrønde	++	++	++	+	++	0	--
Nedsivning gennem grus- og permeable belægnings	++	+++	+++	++	+++	0	--
Nedsivning gennem grøn overflade	++++	++++	++++	++++	++++	0	-
Nedsivning gennem filtermuld med forbedret renseseffekt	+++++	+++++	+++++	++++	++++	0	-

Tabel 6: Indbyrdes vurdering af renseseffekten af forskellige metoder til nedsivning af separatkloakeret regnvand over for stoffer, der udgør et potentielt forureningsproblem i grundvandet. Urenset separatkloakeret regnvand indgår som reference, som kvaliteten af det rensede vand vurderes i forhold til. "0" indikerer, at tiltaget ikke har nogen renseseffekt, mens "+" indikerer en stigende positiv effekt med antallet af +'er. Tilsvarende indikerer "-", at tiltaget er dyrere i drift end referencetiltaget.

Ansøgning og vilkår for nedsivning af tag- og vejvand

Det er kommunens miljøafdeling, der skal meddele tilladelse til nedsivning af regnvand, både når det gælder nedsivning på privat grund og nedsivning af vejvand.

Myndigheden har ingen væsentlige muligheder for at regulere borgernes adfærd, når tilladelsen er givet. Der kan således ikke indarbejdes forbud mod at anvende pesticider, vejsalt eller lignende i tilladelsen. Det er dog muligt for myndighed at sætte ind på flere niveauer for at reducere risikoen for grundvandsforurening.

Det forventes, at kommunerne med revisionen af lov om lokalplanlægning i 2012 vil få hjemmel til at begrænse forurenende aktiviteter via lokalplanerne.

Tagvand

Som tagvand betragtes vand fra tage og fra arealer, der ikke er forurenede af trafik og andre aktiviteter på overfladen.

Nedsivning af tagvand er normalt ikke forbundet med risiko for grundvandsforurening og tagvand kan nedsives i både faskiner og gennem jordoverfladen i grøfter, regnbede eller gennem plænen. Bilag 1 indeholder et forslag til de oplysninger, der bør indgå i en ansøgning om tilladelse til nedsivning af tag- og vejvand.

- Giv ikke tilladelse til nedsivning af tagvand fra kobber, zink eller blytage.
- Nedsivningstilladelse skal følges af en opfordring til at tagrender og nedløbsrør med tiden skiftes til plast.
- Oplys samtidig om, at man skal undgå at bruge pesticider og midler mod mos og alger på taget. Indgå eventuelt aftaler med grundejer eller hele grundejerforeninger om dette.

Vejvand

På private veje kan borgerne oplyses om forureningsrisikoen ved nedsivning af vejvand og der kan indgås frivillige aftaler med grundejerforeninger og vejlaug. På kommunale veje kan disse begrænsninger besluttet politisk. Bilag 1 indeholder et forslag til de oplysninger, der bør indgå i en ansøgning om tilladelse til nedsivning af tag- og vejvand.

Klorid fra vejsalt udgør den væsentligste risiko for forurening af grundvandet ved nedsivning af vejvand. Klorid er også et problem ved udledning af vejvand til sø eller vandløb.

- Undgå nedsivning af vand fra veje, der saltes traditionelt (2 kg salt pr. m². pr. år), hvis vejarealet udgør mere end 5 procent af det opland, vejen ligger i /17/.
- Undgå nedsivning af vand fra veje, der vådsaltes (0,5 kg salt pr. m². pr. år), hvis vejarealet udgør mere end 20 procent af det opland, vejen ligger i /17/.
- Stoffer, der bruges i stedet for salt (grus, CMA, urea m.fl.) bør vurderes mht. miljø- og driftsmæssige konsekvenser før de tages i brug.

Vejvand bør nedsives i et "grønt nedsivningsanlæg", dvs. gennem en vegetationsdækket overflade, for at opnå den bedst mulige rensning. Nedsivning af vejvand kan således ske i rabatten, i grøfter eller i regnbede.

- I den øverste del af nedsivningsanlægget kan udlægges 30-50 cm "filtermuld", der er karakteriseret ved at have en sammensætning, der ligner god muldjord med 5 procent organisk stof.
- Stil krav om at udviklingen i indholdet af metaller og tunge PAH i jorden hvert 10. år skal måles i overfladen og i 30 cm dybde og at mulden skal skiftes, når koncentrationen i 30 cm dybde overskrider forurenede jord i klasse 2.

Under normal drift har olieudskillere ingen funktion i nedsivningsanlæg for vejvand, da renssevnen i jorden er langt bedre end i olieudskilleren. Et krav om at vejvand renses i olieudskillere før nedsivning vil i praksis fjerne muligheden for at nedsive vandet gennem en vegetationsdækket overflade. Spild fra uheld kan opsamles, hvis spildet rapporteres. I et grønt nedsivningsanlæg kan spildet opsamles ved at bortgrave det øverste muldlag.

Aktiviteterne på de veje, der afvandes har betydning for indholdet af forurening i det vejvand, der afledes:

- Vand fra stærkt befærdede veje indeholder højere koncentrationer af forurening end fra let befærdede veje
- Andre aktiviteter – tankstationer, vaskepladser, oplag af affald og materialer kan også forurene vejvand.
- Lav affaler og udarbejd anbefalinger om hensigtsmæssig brug og drift af vejen, herunder:
- Undgå at anvende pesticider, vaske biler og lignende aktiviteter på veje med afløb til nedsivningsanlæg

Vejenes andel af det samlede oplandsareal har ligeledes betydning for risikoen for at forurene grundvandet. Nedsivende vand fra en enkelt landevej i det åbne land vil blive fortyndet mere end vand fra f.eks. vejsystemet i et parcelhusområde, hvor vejene udgør en større andel af oplandet.

Mulighedskort for nedsivning af regnvand

Hvis nedsivning af regnvand indgår som et virkemiddel i spildevandsplanen anbefales det, at miljømyndigheden gennemfører en risikovurdering af nedsivning af regnvand for deres kommune.

Mulighedskortet for nedsivning er et eksempel på en sådan risikovurdering, der håndterer vigtige forhold som forskelle i lokal grundvandsfølsomhed, forurenede grunde, grund- og drikkevandsinteresser, regnvandets forureningsgrad og ikke mindst det beskyttelsesniveau, kommunen ønsker at administrere efter.

Formålet med kortet er, at miljømyndigheden kan bruge det i en prioritering af deres indsats, så der kan afsættes ressourcer til at behandle de potentielt problematiske ansøgninger grundigt, mens de uproblematisk som udgangspunkt kan tildeles nedsivningstilladelser. Mulighedskortet for nedsivning er beskrevet i et selvstændigt baggrundsnotat under projektet "Renere teknologi til håndtering og rensning af separat regnvand" i notatet Mulighedskort for nedsivning af separatkloakeret regnvand /9/.

Referencer

Følgende baggrundsnotater indgår i projektet "Renere teknologi til håndtering og rensning af separat regnvand", som er udført for Naturstyrelsen af Jes Vollertsen fra Ålborg Universitet i samarbejde med Søren Gabriel og Thomas H. Larsen fra Orbicon samt Inge Faldager fra Rørcenter, Teknologisk.

/1/ Risiko ved nedsivning og udledning af separatkloakeret regnvand

/2/ Udledning af separatkloakeret regnvand til vandløb, sø og hav

/3/ Faktablade om dimensionering af våde regnvandsbassiner

/4/ Våde bassiner til rensning af separat regnvand

/5/ Faktablade om dimensionering af større nedsivningsbassiner

/6/ Større anlæg til overflade-nedsivning af separat regnvand

/8/ Lokale nedsivnings- og renseløsninger

/9/ Mulighedskort for nedsivning af separatkloakeret regnvand

Øvrige referencer

/10/ LAR-katalog for Århus Kommune: <http://www.aarhus.dk/da/borger/natur-og-miljoe/Vand/Spildevand/Afledning-af-regnvand/LAR-metodekatalog.aspx>

/11/ Dimensionering af LAR-anlæg - Spildevandskomiteen, Ingeniørforeningen i Danmark, 2012 http://ida.dk/netvaerk/fagtekniskenetvaerk/energimiljooguland/spildevandskomiteen/Documents/SVK_LAR-Dimensionering_v1_0.pdf

/12/ Regneark til dimensionering af LAR-anlæg - Spildevandskomiteen, Ingeniørforeningen i Danmark, 2012 http://ida.dk/netvaerk/fagtekniskenetvaerk/energimiljooguland/spildevandskomiteen/Documents/SVK_LAR_Dimensionering_v1_0.xls

/13/ Regneark til dimensionering af regnvandsbassiner - Spildevandskomiteen, Ingeniørforeningen i Danmark, 2012 http://ida.dk/netvaerk/fagtekniskenetvaerk/energimiljooguland/spildevandskomiteen/Documents/Regional%20CDS%20Ver_3.1.xls

/14/ Anvisning for håndtering af regnvand på egen grund, Rørcenter, Teknologisk og Orbicon: <http://www.laridanmark.dk/vejledninger/31261>

/15/ Vollertsen J, Juul MC, Nielsen AH, Veldt A, Hvitved-Jacobsen T (2012). Opgradering af våde regnvandsbassiner for videregående rensning (Upgrading retention ponds for advanced treatment). Miljøministeriet, Naturstyrelsen (Danish Ministry of Environment), pp. 94, ISBN 978-87-92903-46-4

/16/ www.laridanmark.dk Hjemmeside til formidling af erfaringer med LAR

/17/ Vejsalt og nedsivning af vejvand, Orbicon 2012 i udkast

/18/ Vollertsen J, Lange KH, Pedersen J, Hallager P, Bruus A, Laustsen A, Bundesen VW, Brix H, Nielsen AH, Nielsen NH, Wium-Andersen T, Hvitved-Jacobsen T (2009). Monitoring the startup of a wet detention pond equipped with sand filters and sorption filters. *Water Science and Technology*, 60(4): 1071-1079

/19/ Statslig udmelding til vandplanernes retningslinjer 40 og 41 vedr. byudvikling og Områder med Særlige Drikkevandsinteresser (OSD), Naturstyrelsen oktober 2012.

/20/ Bilag 1 til: Statslig udmelding til vandplanernes retningslinjer 40 og 41 vedr. byudvikling og Områder med Særlige Drikkevandsinteresser (OSD) , Naturstyrelsen oktober 2012.

Bilag 1: Forslag til oplysninger i ansøgning om udledningstilladelse til separatkloakeret regnvand

Ejerforhold

- Ansøger
- Ejerforhold for de arealer, der afvandes

Karakterisering af recipient

- Beskrivelse af recipientens følsomhed, tilstand og aktuelle belastning mht. hydraulik, suspenderet stof, salt, temperatur, fosfor og miljøfremmede stoffer.

Karakterisering af det afvandede opland og det afløbsopland, det indgår i

- Opmåling og indtegning af opland på kort
- Samlet areal, der afledes
 - o Oplandstype (åbent land, tæt by, industri, osv.)
 - o Opdel på vand fra tagflader, vand fra veje opdelt efter vejklasse
- Potentielle forureningskilder i oplandet
 - o Oplag af affald og materialer
 - o Andre aktiviteter (vaskeplads, påfyldning etc.)
- Området kortlagt som forurenede i oplandet
- Relevante ledningsoplysninger samt vurdering af anlæggets betydning for disse

Beregning af belastning fra udledning

- Årligt afstrømmet volumen
- Beregn belastning med suspenderet stof, fosfor, salt og relevante miljøfremmede stoffer fra urensede separatkloakeret regnvand fra oplandet

Beskrivelse af anlæg til forsinkelse og rensning af udledningen

- Skitse af anlæggets opbygning og beskrivelse af anlæggets funktion
- Anlæggets dimensionering (m² bassin pr. ha befæstet opland og m³ vandfyldt bassin pr. ha befæstet opland)
- Andre renseforanstaltninger (nedsivning gennem filtermuld, videregående rensning – andet)
- Beskrivelse af vandets vej under skybrud (indtegn på kort)

Beskrivelse af andre tiltag til at reducere risiko for forurening

- Vejsalt
 - o Fremtidig strategi for glatførebekæmpelse (saltning, vådsaltning, andre tømning-midler, grus)
 - o Anslået årlig spredt mængde (kg/m²)
- Andre begrænsninger i anvendelsen af arealet (forbud mod pesticider, vask af biler etc.)
- Procedurer for fejning af veje og tømning af sandfangsbrønde (hvor ofte)

Forslag til drift og oprensning af anlæg

- Monitoring af opbygning af forurening i anlægget (sedimenttykkelse)
- Tømning af sandfang
- Tømning af bassin
- Planlagt pleje af anlægget
- Eventuelle analyser på vand

Bilag 2: Forslag til oplysninger i ansøgning om tilladelse til nedsivning af tagvand

Placering og ejerforhold

- Adresse, matrikel, ejerlav
- Grundejer
- Ansøger og kloakmester

Afstandskrav

- Er afstanden til vandløb, sø eller hav større end 25 meter (ellers søges udledningstilladelse)
- Er afstanden til vandindvindingsanlæg større end 25 meter

Vejledende afstandskrav – fastlægges på baggrund af konkret vurdering

- Er afstanden til skel større end 2 meter
- Er afstanden til bygning med beboelse eller kælder større end 5 meter
- Er afstanden til bygning uden beboelse eller kælder større end 2 meter

Beskrivelse af projektet

- Samlet areal, der ledes til nedsivning
- Tagmateriale
- Er området kortlagt som forurennet

Beskrivelse af nedsivningsanlægget

- Skitse af anlæggets placering, opbygning og beskrivelse af anlæggets funktion
- Nedsivning gennem grøn overflade – regnbede, grøfter etc.
- Nedsivning gennem permeable belægninger
- Nedsivning i faskine
- Anlæggets dimensionering
- Dimensionering af anlægget
- Beskrivelse af vandets vej under skybrud (indtegn på kort)

Bilag 3: Forslag til oplysninger i ansøgning om tilladelse til nedsivning af vand fra veje og parkeringspladser

Placering og ejerforhold

- Adresse, matrikel, ejerlav
- Grundejer
- Ansøger

Afstandskrav

- Er afstanden til vandløb, sø eller hav større end 25 meter (ellers søges udledningstilladelse)
- Er afstanden til vandindvindingsanlæg større end 25 meter

Vejledende afstandskrav – fastlægges på baggrund af konkret vurdering

- Er afstanden til skel større end 2 meter
- Er afstanden til bygning med beboelse eller kælder større end 5 meter
- Er afstanden til bygning uden beboelse eller kælder større end 2 meter

Karakterisering af det afvandede opland og det afløbsopland, det indgår i

- Samlet areal, der ledes til nedsivning
 - o Heraf vejareal
- Vejklasse
- Kapacitet af parkeringsplads (antal pladser)
- Belægningstyper (vej og tilstødende afvandede arealer)
- Oplag af affald og materialer
- Andre aktiviteter (vaskeplads, påfyldning etc.)
- Oplandstype (åbent land, tæt by, industri, osv.)
 - o Overslag over den afvandede vejs andel af det samlede afløbsopland
 - o Overslag over det samlede vejareals andel af det samlede afløbsopland
- Findes der eller er der planlagt med andre anlæg til nedsivning af tag- eller vejvand i afløbsoplandet
- Er området kortlagt som forurenat
- Relevante ledningsoplysninger samt vurdering af anlæggets betydning for disse

Beskrivelse af nedsivningsanlægget

- Skitse af anlæggets opbygning og beskrivelse af anlæggets funktion
- Nedsivning gennem grøn overflade – regnbede, grøfter etc.
- Nedsivning gennem permeable belægninger
- Nedsivning i faskine
- Anlæggets dimensionering
- Dimensionering af anlægget og beskrivelse af dimensioneringskriterier
- Supplerende tilløb fra tilstødende områder
- Beskrivelse af vandets vej under skybrud (indtegn på kort)
- Hvor løber vandet hen ved skybrud (overbelastning af nedsivningsløsning og eventuelt kloaksystem)

Beskrivelse af rensforanstaltninger

- Nedsivning gennem grønne overflader og belægninger
- Anlæggets dimensionering (m² afvandet flade pr. m² nedsivningsareal/grønt nedsivningsareal)
- Beskrivelse af filtermuld eller andre rensmedier (sammensætning, tykkelse etc.)
- Beskrivelse af andre rensetiltag (sandfang, rensning i filtermedier etc.)

Beskrivelse af andre tiltag til at reducere risiko for grundvandsforurening

- Vejsalt
 - o Fremtidig strategi for glatførebekæmpelse (saltning, vådsaltning, andre tømmidler, grus)
 - o Anslået årlig spredt mængde (kg/m²)
- Andre begrænsninger i anvendelsen af arealet (forbud mod pesticider, vask af biler etc.)
- Procedurer for fejning af veje (hvor ofte fejes)
- Afskæring af saltbelastning ved at lukke anlægget af om vinteren

Forslag til drift og oprensning af anlæg

- Vurdering af hvor længe anlægget (filtermulden) vil opretholde sin renssevne
- Tømning af sandfang
- Procedurer for fejning i fremtiden
- Planlagt pleje af anlægget
- Planlagt udskiftning af filtermuld i anlægget
- Eventuelle analyser på vand eller filtermedie