



LAR- metodeguide 2010



Spildevandscenteret er stiftet i 1965 og ejes af 10 kommuner: Albertslund, Ballerup, Brøndby, Glostrup, Herlev, Hvidovre, Høje Taastrup, Ishøj, Rødovre, og Vallensbæk.

Spildevandscenteret er et serviceselskab, der arbejder bredt inden for spildevandsområdet. Vore primære samarbejdspartnere er ejerkommunerne og de nye forsyninger, og vore ydelser omfatter dels fælles drifts- og serviceopgaver for alle kommuner og forsyninger, og dels opgaver der udføres enkeltvis for den enkelte kommune / forsyning.

Vi lægger vægt på samarbejde med andre forsyninger, primært omkring spildevandsrensning.

Spildevandscenteret driver kloakforsyning for Vallensbæk og Brøndby kommuner.

Baggrund

Over sommeren 2010 har Spildevandscenter Avedøre afholdt et kursus om regnvandshåndtering for medarbejdere i de 10 oplandskommuner. På kurset delte byplanlæggere, miljømedarbejdere, afløbsingeniører og tekniske medarbejdere fra Spildevandscentrets ejerkommuner og forsyninger viden om bæredygtig håndtering af de kraftige regnskyl, vi oplever i disse år. Når regn fylder afløbssystemet ét sted, giver det ofte problemer et andet sted i systemet og det er derfor af stor betydning, at vi tænker i tværgående, regionale løsninger.

Som led i processen med at øge kapaciteten på renseanlægget vil Spildevandscenteret gerne være med til at fremme samarbejdet om at holde regnvandet væk fra spildevandsledningerne ved at styrke netværk og videndeling. I forlængelse af sommerens kursus har vi nu valgt at få udarbejdet dette katalog over muligheder for lokal afledning af regnvand, som kommuner og forsyninger frit kan anvende.

God fornøjelse

Spildevandscenter Avedøre

LAR Metode-guide 2010

Udgivet af Spildevandscenter Avedøre dec. 2010

Redaktion:

Tekst: Søren Gabriel, Orbicon

Bearbejdning: Rosalina W.-Torgard, Spildevandscenteret

Illustrationer: Lærke Kit Nielsen, Orbicon

Layout: Lærke Kit Nielsen og Rosalina W.-Torgard

Forsidefoto: Regnvandshaven Avedøre

En pdf-version kan downloades fra internetadressen:

<http://www.spildevandscenter.dk/regnvand>

Materialet kan hentes som tekstfiler, der frit kan benyttes ved behørig kildeangivelse. Gengivelse af illustrationer og fotos må kun ske med tilladelse fra ophavsberettigede fotograf eller grafiker.

Vil du vide mere om LAR på Spildevandscenteret, så er du velkommen til at kontakte kommuneservice på tlf: 36343800 eller epost@spildevandscenter.dk



LAR

Begrebet Lokal Afledning af Regnvand (LAR) dækker over en række metoder til håndtering af regnen der, hvor den falder. Det særlige ved LAR er, at der er tale om små, lokale og fleksible løsninger, der kan indpasses i det eksisterende afløbssystem. Metoderne kan bidrage til at udvikle en mere bæredygtig afvanding af byen, hvor regnvand i højere grad bliver brugt som en ressource end betragtet som et problem.

Denne rapport er udarbejdet for at samle noget af den viden og de ideer om LAR, der er nødvendige for, at forsyninger, kommuner, bygherrer, rådgivere og entreprenører kan medvirke til at skabe et mere bæredygtigt afløbssystem i Spildevandscentrets opland. Rapporten afsluttes med en samling af referencer, der henviser til kilder, hvor læseren kan hente yderligere viden.

Temaet for rapporten er LAR. Det er dog vigtigt at huske, at LAR blot er et af mange virkemidler til håndtering af problemer i afløbssystemet, og at vi også fortsat skal arbejde videre med mange af de løsninger, der allerede har vist gode resultater.

Indhold:

INDLEDNING: 2

Baggrund 2

LAR 3

Lidt om afløbssystemer 4

LAR i fælles- og separatkloakerede områder 5

LAR i oplandet til
Spildevandscenter Avedøre 6

Hvem skal tage initiativ til LAR? 7

GUIDE TIL LAR-METODER 8

Hvilken metode hvor? 8

Opdeling i tag- og vejvand 8

Vælg den rigtige LAR-metode 9

HÅNDTERING AF TAGVAND: 10

Vilkår for lokal håndtering af
vand af tagvandskvalitet. 10

Nedsivning af tagvand 10

Nedsivning af tagvand i faskiner. 11

Nedsivning af tagvand gennem
græsplænen. 12

Nedsivning af tagvand i regnbede 13

Fordampning af tagvand fra grønne
tage 14

Opsamling og anvendelse af
tagvand 15

HÅNDTERING AF VEJVAND: 16

Vilkår for lokal håndtering af vand fra veje
og befæstede arealer 16

Nedsivning og rensning af vejvand 16

Afledning af vejvand gennem permeable
belægninger 17

Udledning af vejvand til rabatter og grøfter 18

Forsinkelse af vejvand i Regnbede 19

REGLER FOR AFLEDNING AF OVERFLADEVAND: 20

Udledning af overfladevand 20

Nedsivning af overfladevand 21

LAR, myndighedsforhold og
økonomi 21

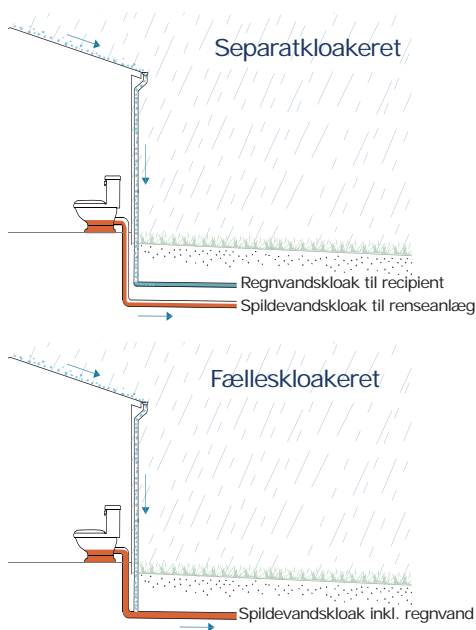
Rensning af vejvand 22

LINKS OG LÆSNING 23



Tørt bassin i skolegård til midlertidig opstuvning af regnvand, Augustenborg, Malmø
(Foto: Rosalina W. - Torgard, SCA)

Lidt om afløbssystemer



Byens afløbssystem er traditionelt opbygget enten med et kloaksystem der er fælles for regn og spildevand eller med to separate rørsystemer, et for spildevand og et for regn fra tage og veje. Tagvand og vejvand benævnes samlet overfladevand. Fælles for de to typer af kloaksystemer er, at klimaændringerne gradvist vil føre til, at kloakkerne i flere områder bliver for små til at håndtere de større regnskyl som følge af klimaændringerne.

Separatkloakerede områder

I separatkloakerede områder løber regnvand fra tage og veje via regnvandskloakken til vandløb, sø eller hav. Spildevandet fra husholdning og industri ledes til reenseanlæg i et kloaksystem, der principielt ikke modtager overfladevand. Derved er risikoen for overløb af spildevand begrænset. Hvis recipienten er et vandløb vil overfladevandet som regel være ført gennem et regnvandsbassin, der forsinker de store vandmængder, så der ikke opstår skader eller oversvømmelser i vandløbet. Regnvandsbassiner kan udformes som småsøer, der skaber rekreative muligheder og natur i byen samtidig med, at der sker en vis rensning af overfladevandet, før det løber ud i vandløbet.

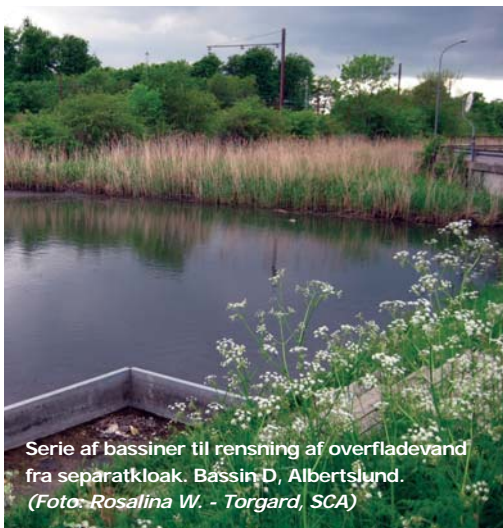
I nogle områder skaber klimaændringerne problemer med for lille kapacitet i regnvandskloakken, og det kan føre til oversvømmelser af veje og kældre. Samtidig må man forvente, at der i fremtiden vil blive stillet skærpede krav til rensning af overfladevand før det afledes til naturen.

En udbygning af separatkloakken med plads til mere vand og bedre rensning vil typisk kræve, at der etableres flere regnvandsbassiner. I eksisterende by kan det være svært at skabe plads til åbne bassiner. Derfor ender man ofte med at udbygge med dyre underjordiske bassiner.

Fælleskloakerede områder

I fælleskloakerede områder ledes både spildevand og overfladevand til reenseanlæg, hvor vandet renses og udledes. Ældre byområder anlagt før 1960 er oftest fælleskloakeret. Systemet er dimensioneret til at håndtere normal regn, men ved meget kraftige regnhændelser sker der overløb af regnblandet spildevand. Overløb ledes normalt til vandløb, søer eller havet, men under ekstrem regn kan der også ske oversvømmelser af veje og kældre.

I områder med overløb fra fælleskloakken løses oversvømmelsesproblemer traditionelt ved at etablere store bassiner, hvor spildevandet kan opmagasineres indtil der igen er plads i kloakken. Alternativt kan kloakken udbygges med større rør, men det vil ofte blot flytte kapacitetsproblemerne længere ned i systemet. Begge løsninger er meget dyre.



Serie af bassiner til rensning af overfladevand fra separatkloak. Bassin D, Albertslund. (Foto: Rosalina W. - Torgard, SCA)



Overløbsbassin i Grøn Kile for regnblandet spildevand fra fælleskloakeret system. Bassinet kan rumme 68.200 m³ ved kraftig regn. (Foto: Rosalina W. - Torgard, SCA)

LAR i fælles- og separatkloakerede områder

Lokal Afledning af Regnvand (LAR) dækker som begreb over en række forskellige teknikker, hvor regnvandet enten fordampes, nedsives, forsinkes eller renses lokalt der, hvor det falder.

I fælleskloakerede områder kan LAR bruges til at afskære overfladevand fra kloakken ved at etablere grønne tage, der fordampner vandet eller ved at nedsive vandet i faskiner eller grønne områder. Hvis det ikke er muligt at komme af med vandet ved nedsivning eller fordampning, vil en lokal forsinkelse af overfladevandet i mange tilfælde også kunne afhjælpe problemerne i fælleskloakken.

I separatkloakerede områder kan LAR bruges på samme måder, men kan ydermere bruges til at rense det overfladevand, der tidligere løb urensset til vandløb og søer.

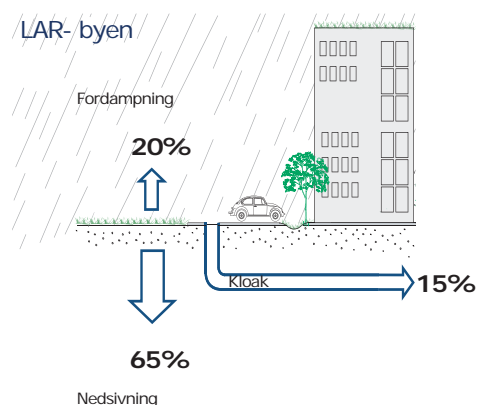
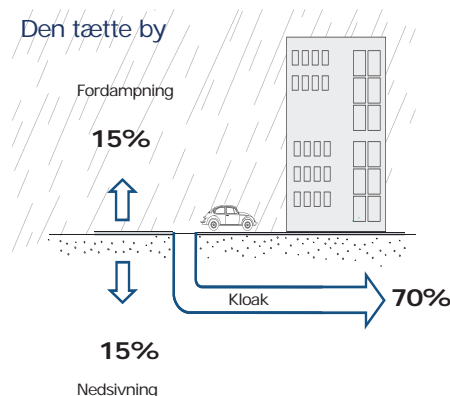
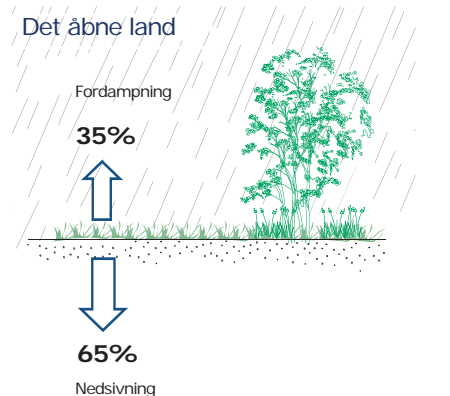
Ved indpasning af LAR i kloaksystemet skal LAR-anlæggene, f.eks. nedsivning af tagvand, ikke etableres der, hvor oversvømmelserne af kloakken viser sig, men derimod i de opstrøms oplande, hvor vandet stammer fra. Det betyder, at LAR ofte anlægges i områder, der ikke oplever problemer med for meget vand i kloakken.

Man vil ofte anvende flere LAR-løsninger, der spiller sammen indbyrdes eller med den eksisterende kloak for at håndtere overfladevandet i et område. I et parcelhusområde kan man f.eks. forestille sig, at vejvand ledes til regnbede med overløb til kloak, mens tagvand nedsives i haven efter at man har opsamlet en del af det til havevanding.

I forhold til traditionelle løsninger med ombygning på selve kloaksystemet er LAR-løsninger fleksible, så de kan indpasses der, hvor der er behov for dem og plads til dem. LAR vil tillige ofte være væsentlig billigere end traditionelle løsninger.

Hvis LAR indpasses rigtigt, kan det, foruden at løse problemerne med regnvandet, bidrage med nye kvaliteter til byen. Det er fordi mange LAR-løsninger skaber nye små grønne områder og bringer vandet ind i byen. Det forbedrer byens mikroklima og giver mere plads til oplevelser og natur.

Regnvandets veje:



Afkobling af regnen ved lokal nedsivning kræver at jorden er nedsivningseget og at vandet er rent eller renses.

Hvis regnvandet tilbageholdes på grønne beplantede overflader kan en del afkobles ved fordampning.



Spildevandscentret har vedtaget nogle overordnede mål for at:

- Reducere risikoen for overløb af regnblandet spildevand.
- Reducere miljøpåvirkningerne fra renseanlægget
- Forbedre badevandskvaliteten i Køge Bugt

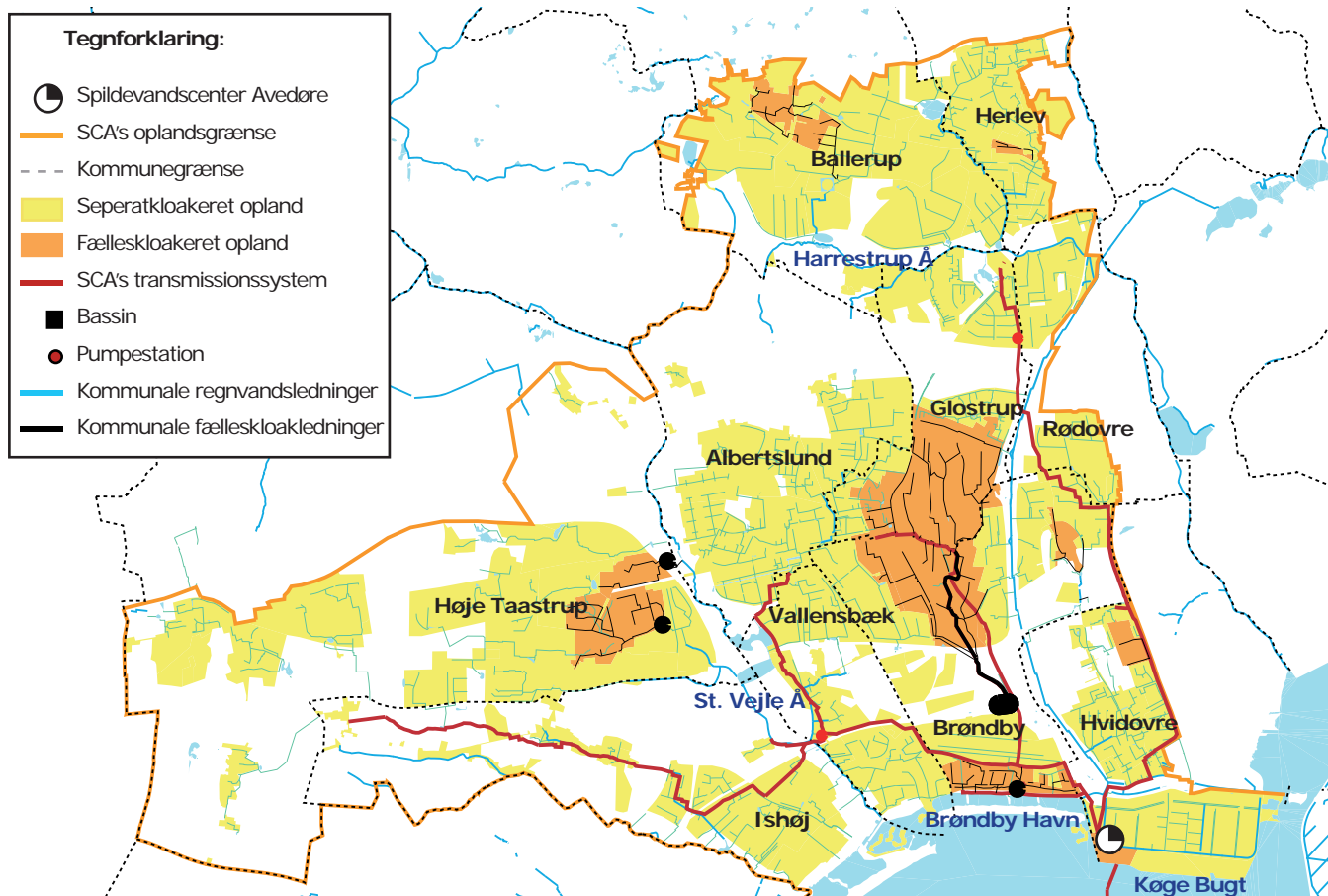
For at nå disse mål har Spildevandscentret igangsat en række aktiviteter, der bl.a. omfatter opsporing af uvedkommende overfladevand i spildevandskloakken. Spildevandscentrets engagement i udbredelsen af LAR i oplandet er en anden af disse aktiviteter.

LAR i oplandet til Spildevandscenter Avedøre.

I Spildevandscentrets opland findes problemer med at kloakken løber over til både recipienter, vej og kældre under ekstrem regn. Problemerne skyldes dels overfladevand fra de fælleskloakerede områder og dels fejkoblinger i separatkloakerede områder, hvor overfladevand er tilsluttet spildevandskloakken.

Størstedelen af Spildevandscentrets opland er separatkloakeret, men de ti oplandskommuner er meget forskellige med hensyn til kloakeringsprincipper. Således står tre kommuner for 90 procent af det fælleskloakerede areal, mens fire kommuner ikke har fælleskloakerede områder tilsluttet til Spildevandscentret.

Regnvandshåndteringen varetages af de lokale forsyninger i Spildevandscentrets ejerkommuner. I diskussionen af fremtidens regnvandshåndtering repræsenterer Spildevandscentret en vision om et robust og rummeligt regnvandssystem, der kombinerer nedsivningsløsninger med løsninger, hvor de grønne områder udnyttes i håndteringen af overfladevand. Som en del af dette arbejde er Spildevandscentret engageret i Visionsplanen for St. Vejde Å.



Oversigtskort over oplandet til Spildevandscentret. Under ekstrem regn sker overløb af regnblandet spildevand til Harrestrup Å, St. Vejde Å, Brøndby Havn og Køge Bugt. Regnvandskloakkerne afvander til områdets vandløbssystemer, primært St. Vejde Å og Harrestrup Å.

Det samlede kloaksystem i Spildevandscentrets opland består af de kommunale systemer, der via Spildevandscentrets transmissionssystem leder spildevand til renseanlægget på Avedøre Holme. Kloakoplandet til Spildevandscentret dækker et areal på i alt 10.025 ha med en fordeling på henholdsvis 87 % separat- og 13 % fælleskloakeret opland.

Hvem skal tage initiativ til LAR?

Afvanding og kloaksystemer håndteres traditionelt af spildevandsingeniører i kommunernes forsyningsselskaber og i nogen grad af kommunens miljømedarbejdere, der har ansvaret for udarbejdelse af spildevandsplanerne, samt give tilladelser til LAR-anlæg. Det gælder både, når vand og spildevand skal ledes bort i et nyt projekt, og når der opstår oversvømmelser som følge af ekstrem regn. Derfor vil implementering af LAR i høj grad være afhængig af, at spildevandsingeniørerne ser de muligheder og perspektiver, der ligger i at bruge LAR til at løse konkrete problemer i afløbssystemet, og miljømyndighederne giver tilladelserne.

En vellykket kommunal strategi for bæredygtig afvanding, forudsætter dog, at afvanding tænkes ind på alle niveauer i både planproces og udførelse af projekter. Håndtering af overfladevand skal med andre ord gå fra at være et problem, der løses, når man har lavet sit projekt til at være en spændende mulighed, man indarbejder fra projektets tidligste start.

Arbejdet med lokal afledning af regnvand spænder over flere geografiske niveauer fra det enkelte tag eller befæstelse til hele boligblokke eller by kvarterer. I efterfølgende afsnit beskrives en række metoder til mindre lokale tiltag. Principperne for den landskabsbaserede regnvandshåndtering bygger dog på samme principper også i større skala.

På kvartersniveau kan den lokale afledning bestå af større landskabelige elementer i fællesarealer såsom vådeng, midlertidig oversvømmelse af boldbaner eller bassintyper hvor der arbejdes med forskellige grader af fugtighed og vandstand.

Måske er det muligt at reetablere gamle historiske vandområder eller det kan være nødvendigt at etablere helt nye recipienter.

Elementet i en vellykket kommunal strategi for bæredygtig afvanding:

- I Kommuneplanen skal visionen om bæredygtig afvanding kobles til kommunens øvrige mål for f.eks. recipientkvalitet, grundvand og vandforsyning, udbygning af grøn struktur, rekreative muligheder og sundhed.
- I Spildevandsplanen skal Kommuneplanens vision understøttes af en kortlægning af afvandingsmuligheder og udmøntes i konkrete krav til håndtering af overfladevand.
- I lokalplanerne skal der skabes plads til grønne LAR-løsninger, der bidrager med nye kvaliteter i byrummet, og Spildevandsplanens krav skal indarbejdes i planen, så de kan blive implementeret over tid i kommunens bolig- og erhvervsområder.
- I de grønne planer skal regnvand indarbejdes som en ressource, der skaber nye muligheder og nye finansieringskilder i parker og langs veje.
- På vejområdet skal vejafvandingen nytænkes, så der bliver mulighed for at forsinke, rense eller nedsive regnvand lokalt gennem permeable belægninger eller i regnbede eller grøfter langs vejen.
- I byggesagsbehandlingen skal Spildevandsplanens og lokalplanernes krav om LAR indarbejdes i de konkrete byggeprojekter hos både private og i kommunens egne byggerier.
- I Miljøafdelingerne skal der skabes den fornødne viden til at stille krav til håndtering af overfladevand, der gør det muligt at håndtere og aflede vandet lokalt samtidig med at kvaliteten af grundvand og recipienter sikres.



Grønt rekreativt regnvandsbassin, placeret hvor der før lå syv huse som blev oversvømmet ved ekstremregn. Sandum, Odense
(Foto: Rosalina W. - Torgard, SCA)



(Foto: Rosalina W. - Torgard, SCA)

Muligheder og principper for lokal regnvandshåndtering

Afledning:

- Fordampning i grønne tage
- Nedsivning i faskiner/gennem jord
- Udledning til lokal recipient
- Opsamling og anvendelse

Rensning:

- Bundfældning i bassiner
- Nedsivning gennem jord

Forsinkelse:

- Opstuvning på terræn
- Strømning over jordoverfladen eller gennem jord/grønt tag
- Opsamling i bassin eller faskiner

På baggrund af opdelingen i Spildevandsbekendtgørelsens § 30 og 31 skelnes i det følgende mellem:

- Tagvand, der i dette projekt dækker over vand fra tage, befæstede arealer uden trafik samt mindre veje og parkeringspladser til under 20 biler.
- Vejvand, der i dette projekt omfatter vand fra veje og parkeringspladser med større trafikbelastning.

Hvilken metode hvor?

Ved at gøre regnvandet synligt i bylandskabet skabes opmærksomhed på en forståelse af vandkredsløbet hvilket kan have en god miljøpædagogisk værdi. Regnvandet vil i de fleste tilfælde være en midlertidig begivenhed 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. Hvis regnvandet kan opmagasineres og gradvist udledes er det en fin livgivende ressource til vandløb og grønne områder.

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

Opdeling i tag- og vejvand

I lovgivningen skelnes ikke mellem tagvand og vand fra trafikbelastede befæstede arealer. Det kan dog være hensigtsmæssigt at opdele overfladevandet i de to kategorier, da de med hensyn til nedsivning håndteres forskelligt, og da de overflader, regnen lander på, har stor betydning for, hvor forurenede, det afledte vand er.

Der findes ikke danske data for forurening i overfladevand, som kan underbygge denne opdeling. Derimod findes et mindre datamateriale, der karakteriserer hhv. vand fra tage og vand fra trafikerede arealer. Se referencer til dette i kapitlet Links og læsning.

Lokal håndtering af overfladevand omfatter både lokal afledning, rensning og forsinkelse af regnvand. I praksis vil mange LAR-anlæg på en gang bidrage med afledning, rensning og forsinkelse.



Regnvandskanaler tilpasset eksisterende boligområde, Augustenborg, Malmø (Foto: Rosalina W. - Torgard, SCA)



Regnbed ved parkeringsplads, Mt. Tabor School, Portland, Oregon. (Foto: Orbicon)

Vælg den rigtige LAR-metode

Forskellige LAR-løsninger har, som det vil fremgå af beskrivelserne i næste kapitel, forskellige egenskaber og kvaliteter, som kan være afgørende for, hvor løsninger er velegnede. Disse "ibøende egenskaber" sammenfattes i tabel 1, hvor LAR-metoderne er vurderet i forhold til hinanden. Vurderingen omfatter metodernes kapacitet ved ekstrem 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 et regnbed kombineres med, at vandet under ekstrem regn kan løbe videre ud på plænen og nedsive der.

Stedet, hvor løsningen skal etableres, er altså afgørende for, hvilke metoder, der er velegnede. Forhold som plads, eksisterende belægninger eller anden brug af arealer kan f.eks. betyde, at en billig og god løsning, hvor tagvand ledes i græsset eller et regnbed ofte må vælges fra til fordel for en faskineløsning. Og tilsvarende er der ikke i samme grad behov for at fokusere på metodens renseseffekt ved nedsivning af uforurennet tagvand, som hvis man udleder forurennet vejvand til en følsom recipient.

Valget af den rigtige LAR-løsning kan altså ikke sættes på formel men må tages med udgangspunkt i kendskab til de lokale forhold og interesser.



Tabel 1: Vurderingen er baseret på etablering i forhold til eksisterende arealanvendelse, således at nedsivning på græs udsættes at være på eksisterende græsplæner, og dermed får 0 i pladskrav. De metoder der er dyrest at anlægge får 3, og de metoder der kan håndtere mest ekstremregn får 3.

Metode-Guide	Kapacitet ved ekstremregn	Renseevne	Levetid	Driftsbehov	Anlægsomkostninger	Pladskrav	Natur i byen og haven
TAGVAND							
Grønt tag	●	●	●●●	●	●●●		●●
Faskine	●●	●	●●	●	●●		
Nedsivning i græs	●●●	●●●	●●●		●		
Regnbede i grønne områder	●●●	●●●	●●●	●	●●	●●	●
VEJVAND							
Rabatter og grøfter	●●●	●●●	●●●	●	●●	●●	●●
Regnbede på befæstede arealer	●●	●●●	●●	●●	●●	●●	●●
Permeable belægninger	●●●	●●	●●	●	●		

Tilladelse til nedsivning af overfladevand på privat grund gives af kommunen og kræver, at følgende forhold er opfyldt:

- Afledning må ikke omfatte andre former for vand end regnvand fra de arealer, der afvandes, og arealerne må ikke anvendes til aktiviteter, hvor der afledes stoffer, der kan være til skade for grundvandet.
- Regnvand må nedsives i faskine eller nedsives gennem jordoverfladen. Dimensionering, placering og udførelse af anlægget skal sikre, at der ikke opstår gener.
- Nedsivning må ikke ske tættere end 25 meter fra drikkevandsboringer. Hvis afstanden til vandløb, sø eller hav er mindre end 25 meter søges om udledningstilladelse sammen med nedsivningstilladelse.
- De vejledende afstandskrav for nedsivning er 5 meter til beboelseshus og 2 meter til hus uden beboelse og til skel.

Der kan dispenseres for afstandskrav til bebyggelse, hvis terrænet falder bort fra huset, hvis huset er nyt eller hvis der på et eksisterende hus er etableret et lag, der spærrer for opstigende grundfugt. Tilsvarende kan dispenseres for afstandskrav til skel hvis jordbunden er nedsivningsegnede, eller hvis nabogrunden forbliver ubebygget.

Etablering af nedsivning af tagvand på egen grund kræver ikke autorisation. Afpropning af kloakken skal dog forestås af en autoriseret kloakmester. Denne regel gælder kun tagvand.

Vilkår for lokal håndtering af vand af tagvandskvalitet.

Både udledning og nedsivning af tagvand kræver tilladelse fra kommunens miljømyndighed. Ved afledning af vand fra større byggerier (principielt større end 150 m²) kræves endvidere en godkendelse fra byggemyndighed.

Miljøbelastningen fra udledning af vand af tagvandskvalitet vil være begrænset i forhold til vejvand. Derfor fokuseres ikke på rensning i de metoder, der beskrives i efterfølgende kapitler.

Vand fra kobber- og blytage bør dog ikke nedsives, og når tagrender og nedløbsrør skiftes, skal man undgå, at anvende kobber og zink.

I forbindelse med udstedelse af nedsivningstilladelsen bør der oplyses om, at bilvask, anvendelse af pesticider, bekæmpelse af mos og alger på taget og andre forurenende aktiviteter ikke må foregå på de arealer, der afvandes til nedsivning.

Nedsivning af tagvand

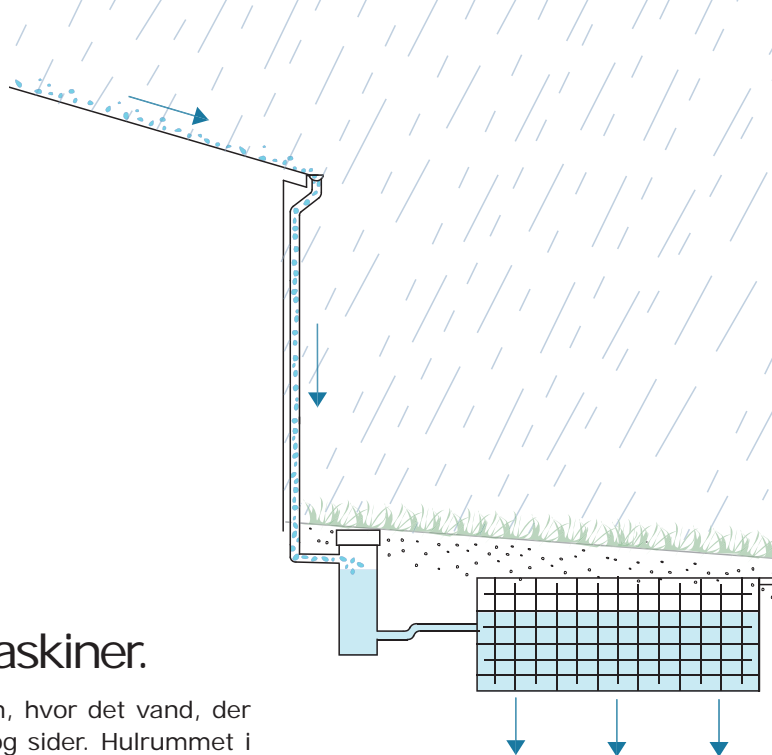
Uanset om man nedsiver gennem faskiner, regnbede eller blot gennem plænen forudsætter det, at Jordbunden er egnet til nedsivning. Kommunen kan gennemføre en kortlægning af nedsivningsegnede områder, men dette kan altid suppleres med en lokal test af jordens nedsivningsevne (infiltrationstest). Testen udføres efter Rørcenter-anvisning 009 fra Teknologisk Institut.



Afkoblede nedløbsrør på privat grund, Portland.
(Foto: Orbicon)



Rekreativ anvendelse af regnvand.
(Foto: Jane Schul)



Nedsivning af tagvand i faskiner.

En faskine er i princippet et hulrum i jorden, hvor det vand, der ledes til, siver ud gennem faskinens bund og sider. Hulrummet i faskinen skal være stort nok til at opmagasinere det vand, der strømmer til, hvis ikke det når at sive ned med det samme.

Både i private haver og i mange større byggerier er det muligt at aflede vandet til nedsivning i en faskine.

Faskiner kan anlægges som aflange rendefaskiner eller som lodrette nedsivningsbrønde. Hulrummet til opstuvning i faskinen opnås ved at fylde faskinen med sten eller Leca eller ved at benytte faskineelementer af plast.

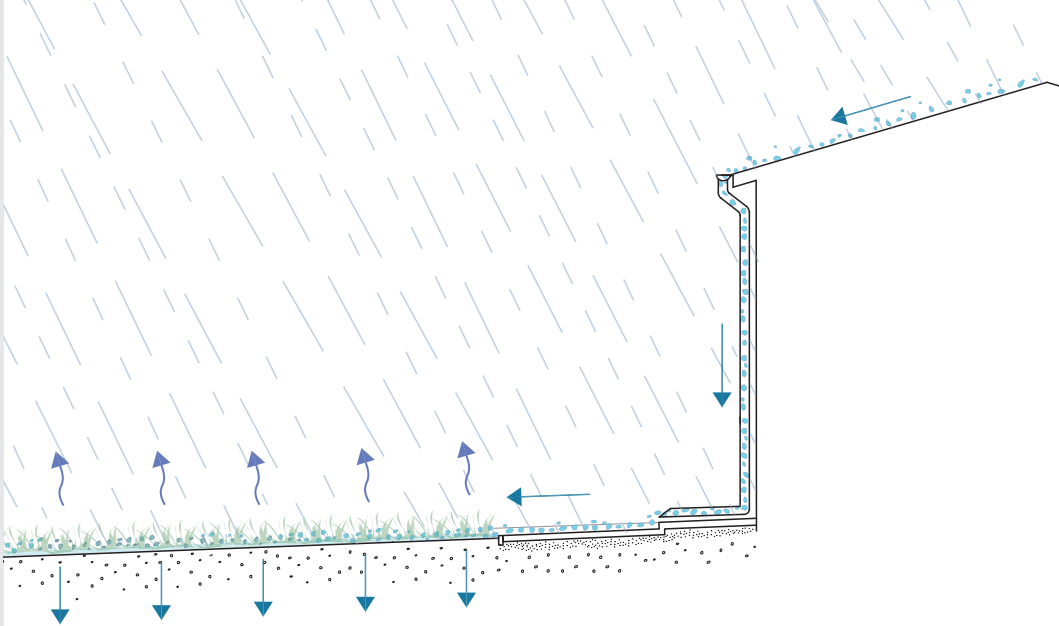
Faskiner dimensioneres med udgangspunkt i jordbundens nedsivningsevne og størrelsen af den flade, der afvandes. Det anbefales, at faskiner så vidt muligt etableres over grundvandsspejlet, da der ikke kan ske udsivning fra den del af faskinen, der ligger under grundvandsspejlet. Afstandskrav til bygninger og skel skal overholdes. (se side 10)

Faskiner vil med tiden blive tilstoppet, så de skal renses eller omlægges. Et sandfang før faskinen kan forlænge levetiden.

Den væsentligste fordel ved faskiner er, at de ligger under jorden, så de også kan bruges under flisebelægninger eller steder, hvor grunden ikke skrâner væk fra huset. Til gengæld er en faskine en relativt dyr løsning med en levetid, der kan være begrænset til 10 til 15 år. For at overbelastning af faskinen ikke resulterer i, at tagvandet løber over langs husets fundament, anbefales det, at der i god afstand fra huset etableres et overløb fra faskinen til terræn. Dette kan ske ved at lægge sandfangsbrønden i forbindelse med faskinen eller ved at etablere en kombineret udluftning og overløb af faskinen til terræn.

I kapitlet Links og læsning linkes til mere detaljerede beskrivelser af etablering af faskiner.





Nedsivning af tagvand gennem græsplæner

Tagvand kan helt simpelt nedsives ved at man leder det ud på græsplænen. Denne løsning kan både håndtere tagvandet fra parcelhuset og fra større byggerier, der er omgivet af grønne arealer, forudsat at arealerne skrâner let væk fra bygningerne.

Nedsivning i gennem plænen eller i grønne områder etableres lettest ved at vende tagnedløbene, så de leder ud på græsset i stedet for at løbe til kloak. Det er dog vigtigt, at afstandskravene til nedsivning overholdes. Derfor skal vandet ledes lidt væk fra huset i en tæt rende.

De væsentligste fordele ved nedsivning af tagvand i græsplænen eller i grønne områder er, at løsningen er billig og at det er tydeligt, hvor vandet løber hen – også under ekstreme regnhændelser. Ulemperne er, at plænen vil være våd længere end normalt efter et regnvejr, og at man risikerer, at vandet via overfladen løber ind mod naboer eller bygninger. Dette kan undgås ved at tænke sig om, før man etablerer anlægget eller ved at etablere små lavninger, der styrer vandet.

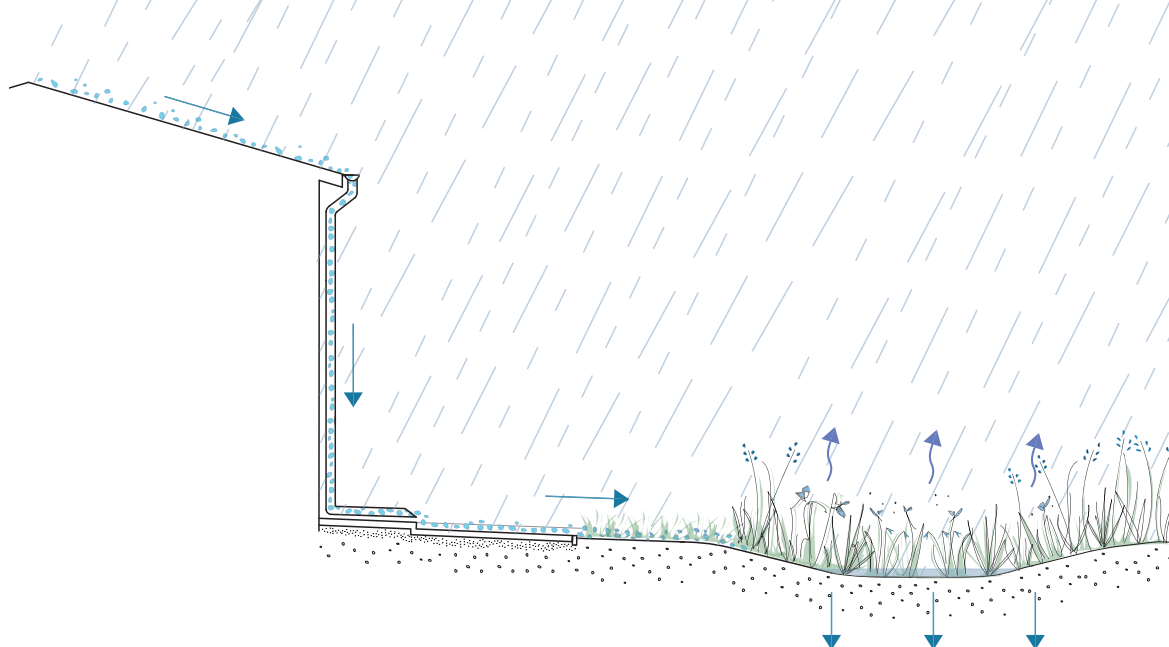


Afkobling af tagvand, Portland
(Foto: Orbicon)



Nedsivning på græs med trædesten
(Foto: Antje Backhaus)

Rende der leder tagvand til græsplæne,
Augustenborg (Foto: Rosalina W. - Torgard)



Nedsivning af tagvand i regnbede

Regnbede kan etableres samme steder som nedsivning gennem græsplænen og fungerer efter samme princip. Fra nedløbsrøret ledes vandet bort fra huset til regnbedet der udformes som en fordybning, hvor vandet kan samles og stå ind til det siver ned.

Regnbedet dimensioneres efter samme principper som faskiner og er underlagt de samme afstandskrav. Regnbede kan udformes som græsklædte lavninger i plænen eller som noget, der har mere karakter af staude- og buskbede. Bedet bør drænes godt så vandet er væk indenfor 2-3 døgn for ikke at tiltrække myg. Planterne skal kunne tåle skiftende vandforhold da bedet i nogle perioder står under vand og i andre perioder tørrer ud.

Regnbede kan lige som nedsivning gennem græsplænen være en billig løsning, hvor man kan se, hvor vandet løber hen, også under ekstrem regn. Regnbede har desuden den fordel, at de samler vandet på et begrænset område. Det betyder, at man har bedre styr på, hvor vandet samles, end hvis det bare ledes ud på græsset.

Forskellige former for regnbede beskrives i afsnittet under vejvand, og i kapitlet Links og læsning linkes til mere detaljerede beskrivelser af terrænbearbejdning, plantevalg og etablering af regnbede.



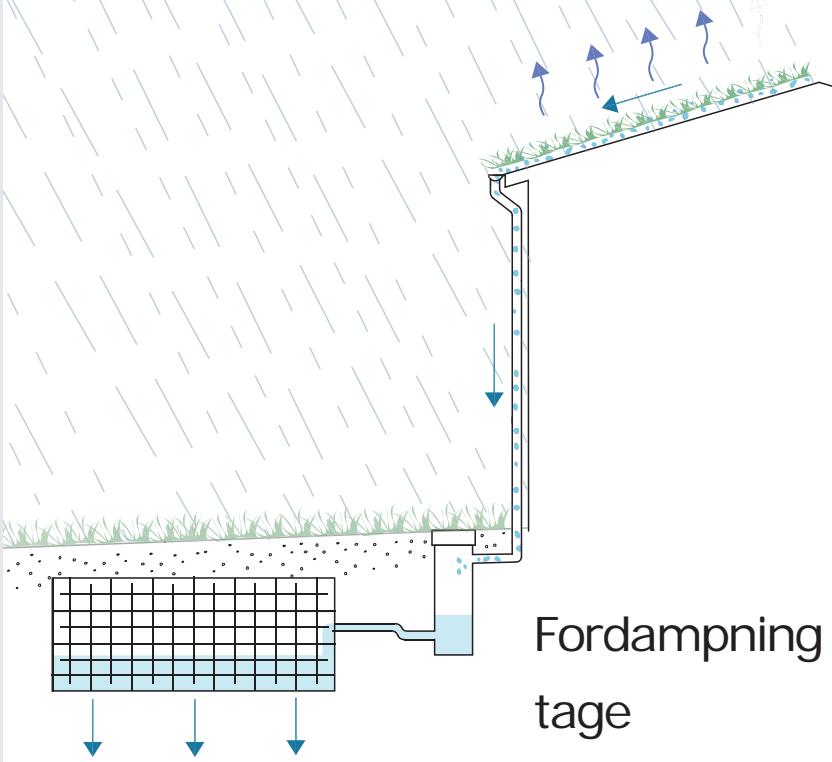
Ellesump, Bo01 Malmø
(Foto: Rosalina W. - Torgard, SCA)



SEA streets in Seattle.
(Foto: Antje Backhaus)



Augustenborg, Malmø
(Foto: Rosalina W. - Torgard)



Fordampning af tagvand fra grønne tage

Grønne tage virker ved at vegetation og jordlag tilbageholder og fordampner en del af det regnvand, der falder på taget.

Grønne tage kan både indarbejdes i nybyggeri og etableres på eksisterende tage. Det er dog en forudsætning, at tagkonstruktionen kan bære taget, og at taghældningen ikke overstiger 30 grader. Vægtbelastningen fra det grønne tag er 50-130 kg pr.m² alt efter tagtype. Taget opbygges oven på en tæt membran, et drænlag og en rodspærre.

Grønne tage bidrager positivt til byen og dens mikroklima med grønne arealer, der kan fordampe vand. Det er dog kun ca. halvdelen af nedbøren, der fordampes fra taget på årsbasis. Kapaciteten kan øges ved at etablere kassetter med knust tegl til at tilbageholde regnvandet og som vækstlag for stenurtsplanterne.

En ulempe ved grønne tage er, at det vand, der ikke fordampes fra taget, skal afledes til kloak eller nedsives. Metoden er derfor ikke velegnet til forsinkelse af vandet ved langvarige og ekstreme regnskyl. Endelig er grønne tage relativt dyre i etablering.

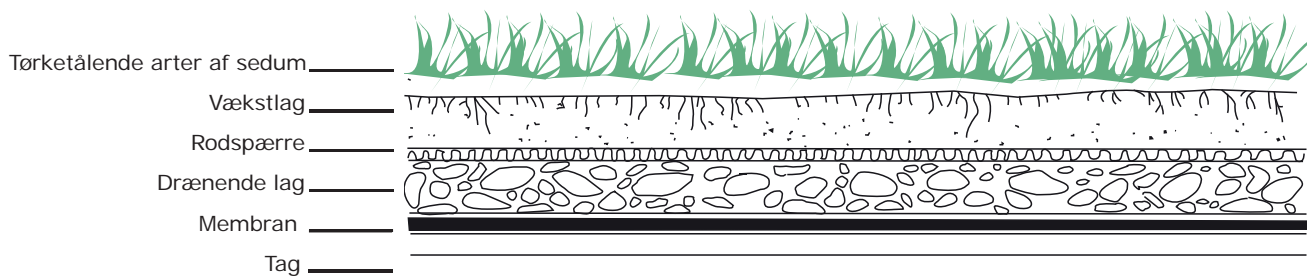
Grønne tage er velbeskrevne og der findes standarder for opbygning og håndtering i forhold til f.eks. brand og isolationskrav. I kapitlet Links og læsning linkes til mere detaljerede beskrivelser.



Grønt tag demonstration, Augustenborg Malmø, (Foto: Rosalina W. - Torgard, SCA)



Øget kapacitet med knust tegl (Foto: Green & Blue)



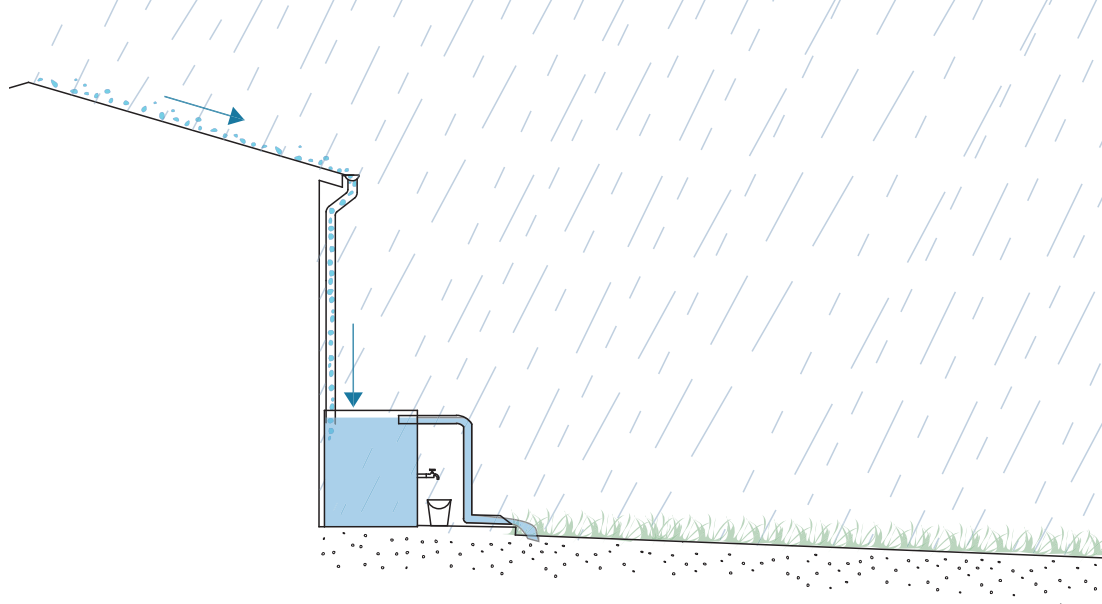
Grønt tag på nybyggeri, BI Ghouse Ørestaden (Foto: Veg tec)



Enkel etablering på cykelskur (Foto: Kim Tang, Danske anlægsgartnere)



Tørketålende vandholdige Sedumplanter (Foto: Rosalina W. - Torgard, SCA)



Opsamling og anvendelse af tagvand

Tagvand kan opsamles til havevanding eller sekundavand til toiletskyl og tøjvask. Dette er en mulighed fra langt de fleste tage. Der findes dog en række regler for anvendelse af opsamlet regnvand i toiletter og vaskemaskiner.

Opsamling og anvendelse af tagvand til havevanding sker normalt i regnvandstønder, der kobles på nedløbsrøret, så de bliver fyldt, når det regner. Installationen skal ske, så det vand, der ikke ender i regnvandstønden afledes til kloak eller nedsives efter gældende regler.

Anvendelse af tagvand som sekundavand i husholdningen sker ved at samle vandet i en nedgravet tank. Også disse installationer kræver, at det vand, der ikke opsamles, afledes efter gældende regler.

Ved installation af tagvand til brug som sekundavand skal en række regler overholdes, og der gælder også nogle begrænsninger, der f.eks. betyder, at tagvand ikke må anvendes til toiletskyl på skoler og plejehjem. Større installationer for opsamling og anvendelse af tagvand som sekundavand i boligforeninger eller industri kan dimensioneres, så de håndterer en større del af tagvandet end almindelige installationer i enfamiliehuse.

Opsamling og anvendelse af tagvand kan reducere forbruget af drikkevand. Til gengæld kan det ikke bidrage væsentligt til at reducere den hydrauliske belastning af kloakken, idet opsamlingstankene netop vil løbe over under kraftig regn, hvor der er behov for, at de holder vandet tilbage.

Anlæg til opsamling og anvendelse af tagvand inde i huset er relativt dyrt at etablere. Til gengæld er det både let og billigt at opstille en regnvandstønde.

I kapitlet Links og læsning linkes til mere detaljerede beskrivelser af opsamling og anvendelse af regnvand.



Miljøeffekterne fra håndtering og udledning af vejevand kan principielt reduceres ved at udlede til en robust recipient, ved at bekæmpe forureningen ved kilden eller ved at stille krav til håndtering af vandet før det afledes til recipient.

● **Valg af recipient.**

Da vejevand er mere forurenset end tagvand, bør det vurderes, om nedsivningen truer vigtige grund- eller drikkevandsressourcer eller om lokal udledning truer en særlig følsom recipient. Lokale løsninger bør sammenlignes med afledning via kloak for at vurdere hvilken løsning, der resulterer i de mindste miljøpåvirkninger.

● **Bekæmpelse af forurening ved kilden.**

Forureningen af vejevandet kan reduceres ved at sætte ind over for kilderne til forurening. Dette kan f.eks. ske ved at begrænse aktiviteter som bilvask, anvendelse af pesticider, saltning etc.

● **Funktionskrav til LAR-løsningen.**

Ved at stille krav til udformningen af den LAR-løsning, der skal håndtere vandet, kan det sikres, at vandet gennemgår bedst mulig rensning før det afledes. Nedsivning af vejevand gennem et biologisk aktivt bevokset grønt areal vil f.eks. sikre en bedre rensning end afledning til en faskine.

Nogle af ovenstående krav kan indarbejdes som vilkår i nedsivnings- eller udledningstilladelsen eller i tilslutningstilladelsen, mens andre må basere sig på oplysning og frivillige aftaler.

Vilkår for lokal håndtering af vand fra veje og befæstede arealer

Vand fra veje og befæstede arealer med væsentlig trafikbelastning kan indeholde forurening i koncentrationer, der overstiger recipientmål og grund- og drikkevandskriterier væsentligt. Både udledning og nedsivning af vejevand kræver derfor tilladelse fra kommunens miljømyndighed.

Ved håndtering af vand fra veje og befæstede arealer med væsentlig trafikbelastning, er lokal afledning ved nedsivning fortsat en mulighed, forudsat at vandet renses undervejs.

Hvis nedsivning ikke er en mulighed kan det være interessant at arbejde med løsninger, der forsinket vandet før det afledes til fælleskloak eller forsinket og renses det, før det ledes til recipient via separatkloak.

Nedsivning og rensning af vejevand

Ligesom for nedsivning af tagvand gælder, at jordbunden skal være nedsivningsegnet, for at det er muligt at nedsive vejevand, og at man skal overholde afstandskrav til indvinding af drikkevand, recipienter og bygninger.

Desuden skal der som beskrevet ovenfor tages hensyn til risikoen for grund- og drikkevandsforurening og arbejdes aktivt med at reducere risikoen for forurening ved at opstille vilkår for oplandet og for de LAR-metoder, der anvendes.

Vejevand er erfaringsmæssigt mere forurenset end tagvand. Derfor er det vigtigt at fokusere på renseseffekten i de metoder, der benyttes til lokal håndtering af vejevand, uanset om vandet i sidste ende afledes ved nedsivning eller udledning.

Bagest i kataloget findes tabel-oversigter vedrørende rensning af vejevand.

Afledning ved / til

Vilkår

Nedsivning:



Vandet renses før eller i forbindelse med nedsivning.

Fælleskloak:

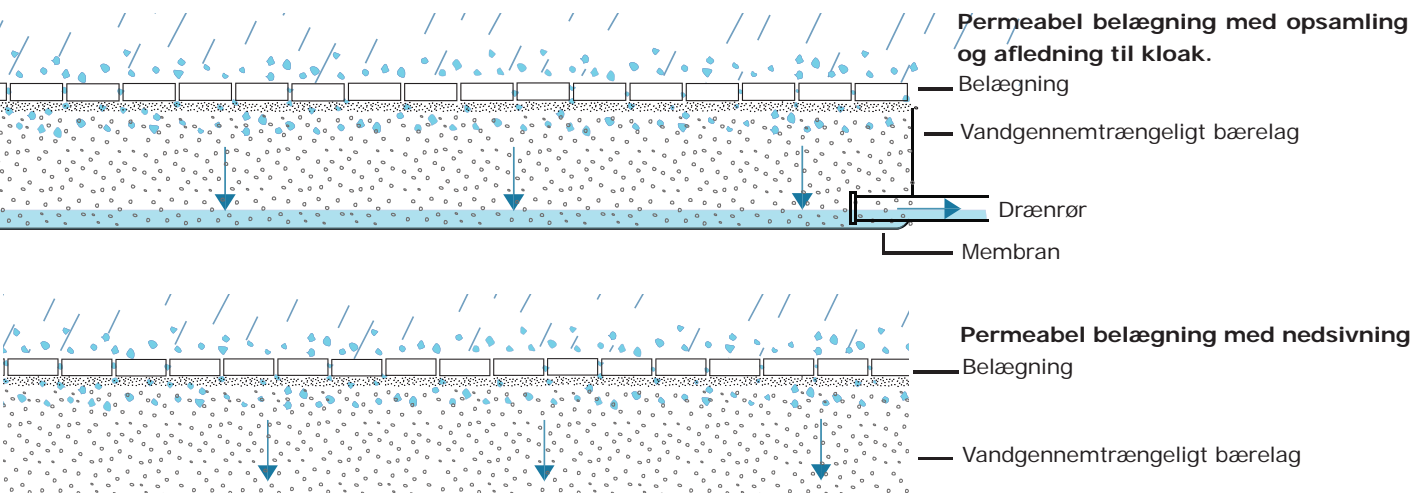


Vandet forsinkes før afledning til fælleskloak.

Regnvandskloak og recipient:



Vandet forsinkes og renses før afledning til recipient via separatkloak.



Afledning af overfladevand gennem permeable belægninger

Permeable belægninger tillader overfladevandet at sive ned gennem selve belægningen eller i fugen mellem belægningsstenene. For at lede den nedsivende vand bort, skal underlaget under belægningerne være opbygget til at kunne aflede vand samtidig med at bæreevnen bevares. I underlaget kan vandet nedsives direkte mod grundvandet eller opsamles i drænrør og ledes til kloakken, eller nedsivning uden for vejen. Permeable belægninger kan altså enten bruges til nedsivning af overfladevand eller til at forsinke og rense vandet før afledning til kloak. For at øge kapaciteten af de permeable belægninger, kan underlaget opbygges, så det har et stort magasinivolumen mellem sten eller i plastkassetter.

Permeable belægninger kan principielt bruges til alle typer af arealer. Ved nedsivning af vand fra arealer med en væsentlig trafikbelastning skal det vurderes, om der er risiko for forurening af grundvandet. Eksempler på permeable belægninger er drænasfalt, græsarmingssten, permeable flisebelægninger og visse typer af grusbelægninger.

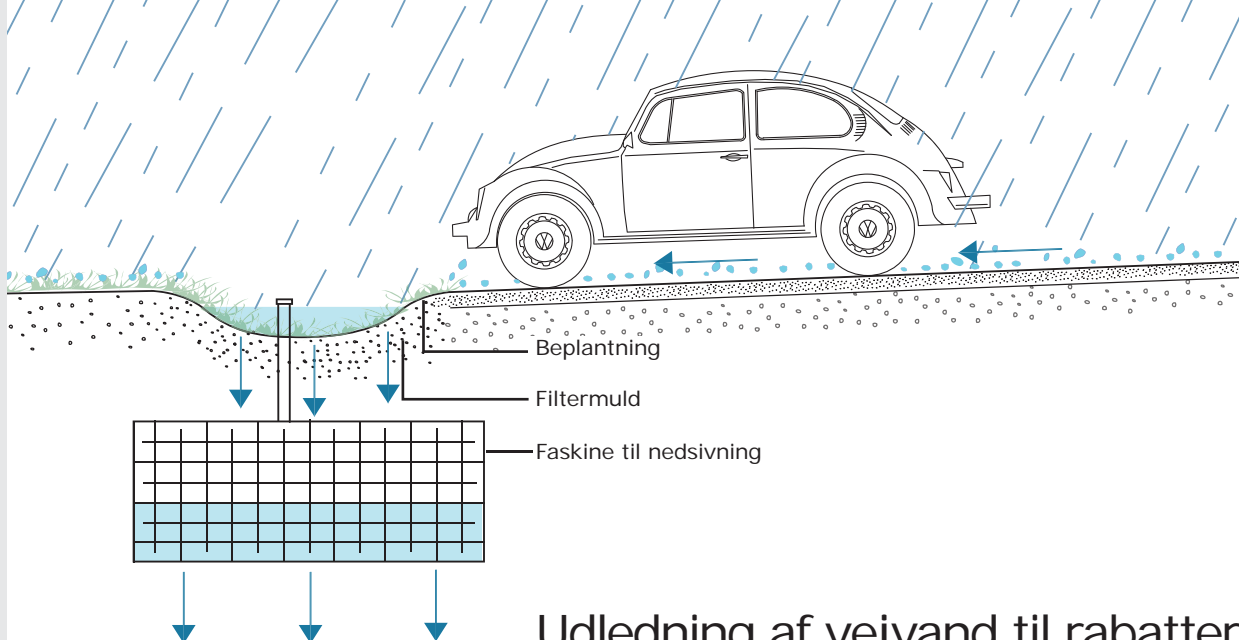
Permeable belægninger kan indpasses som afløb i større arealer af tætte belægninger. De permeable belægninger og det opstuvningsvolumen, der etableres under dem dimensioneres, så det modsvarer det afløb, der sker ved nedsivning eller via dræn til kloak.

Fordelen ved permeable belægninger er, at de kan indpasses i stedet for traditionelle belægninger. Samtidig spares etableringen af et afvandingsystem og omkostningerne og besværet ved at håndtere det opsamlede vand. Manglende danske erfaringer er en barriere for udbredelsen af permeable belægninger, der i deres opbygning og funktion bryder med danske traditioner for at der ikke må løbe vand ned i vejaksen. Der er desuden usikkerhed om permeable belægningers evne til at rense det nedsivende vand og hvor længe de bevarer deres permeabilitet. Endelig er der også den store usikkerhed om frost/tø påvirkningen, som jo ødelægger mange belægninger.

For at bevare permeabiliteten, skal permeable belægninger renholdes. Dette kan omfatte rensning, ukrudtsbekæmpelse og efterfugning.

I kapitlet Links og læsning linkes til mere detaljerede beskrivelser af permeable belægninger.





Udledning af vejvand til rabatter og grøfter

Hvis der ikke etableres kantsten og opsamling af vejvand, løber regnvandet ud i rabatten, hvor det siver ned eller løber af. Udledning og nedsivning af vejvand i grøfter og rabatter har altid været udbredt praksis for små og store landeveje uden for byerne. Grøfter dimensioneres principielt lige som faskiner. Nogle grøfter udføres med overløb til kloak eller recipient, så de ikke blot nedsiver vandet, men kan transportere det.

Fordelen ved at aflede vejvand direkte til rabatten er, at det er en billig og let lokal løsning. Til gengæld har afvanding til rabat ført til forurening af rabatjord langs vejene. Forurening fra nedsivning af vejvand har dog endnu ikke vist sig at være et problem for kvaliteten af grundvandsressourcen.

I udlandet arbejdes med wadier, der er en type grøfter, der er særligt velegnede til at nedsive vejvand. Wadier er opbygget, så vejvandet skal sive gennem et lag af filtermuld, der både leder vandet godt og har gode renseevner. Under filtermulden kan indbygges en faskine, der kan opmagasinere vandet til det siver videre mod grundvandet. Vandet under wadier kan også opsamles i dræn og afledes forsinket og rensat til fælleskloak eller separat regnvandskloak. Princippet beskrives i efterfølgende afsnit om regnbede.

Der er normalt ingen væsentlig drift ved grøfter, mens vejrabatter ofte kræver løbende vedligeholdelse på grund af slid fra trafikken.

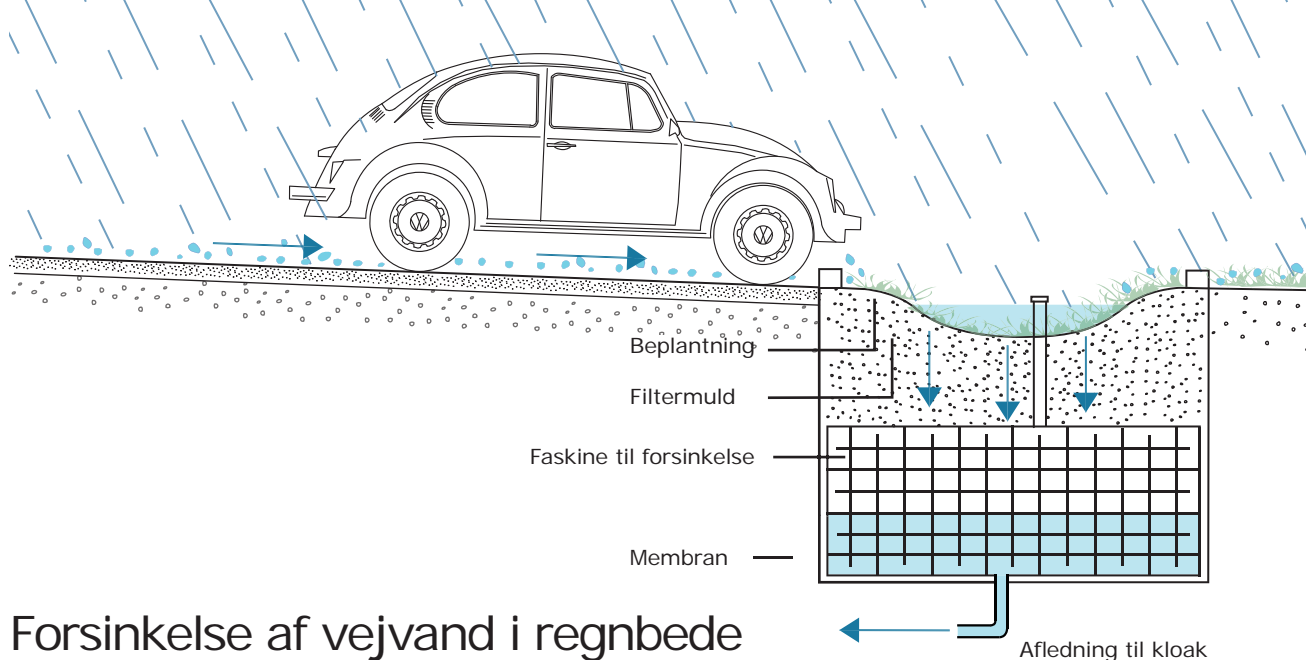
I kapitlet Links og læsning linkes til rapporter om forurening af rabatjord.



Grøft med filtermuld, Tyskland.
(Foto Simon Toft Ingvertsen)



Nye vejrabatter langs villavej, SEA streets, Seattle.
(Foto Orbicon)



Forsinkelse af vejvand i regnbede

Regnbede udformes som en lavning, der opsamler vand fra tilstødende befæstede arealer og magasinere det, indtil vandet siver ned. Regnbede kan indpasses i eksisterende veje der ikke har plads til grøfter langs hele vejsiden. Nedsivningen sker gennem et plantedækket jordlag, der er opbygget, så det sikrer god nedsivnings- og renseevne. Hvis den lokale jord ikke er velegnet til dette, kan andre typer af jord anvendes (filtermuld). For at øge regnbedets hydrauliske kapacitet kan der indbygges en faskine til magasinering af vand under laget af filtermuld. Med denne opbygning kaldes regnbedet også en wadi.

I områder, hvor vandet ikke kan nedsives på grund af jordbundsforhold eller grundvandsinteresser, kan vandet opsamles under regnbedet og ledes til kloak. Herved opnås, at vandet er forsinket og renses inden det når kloakken. Forsinkelsen er en fordel i fælles kloaksystemer, mens både rensning og forsinkelse er gunstigt i separatsystemer.

Regnbede dimensioneres principielt som faskiner, så deres magasinvolumen og nedsivningsevne modsvarer oplandsarealet. Bedene kan etableres med overløb til kloak eller til lavninger i det omgivende terræn.

Regnbede kan afvande alle områder, hvor det er muligt at indpasse dem. Det gælder f.eks. håndtering af tagvand i haver eller lokal håndtering af vejvand i boligområder, i tæt by eller på parkeringsarealer.

Regnbedets evne til at rense det tilførte vand er særlig vigtig, når der håndteres forurenet vejvand. Når vandet siver gennem de øverste plantedækkede jordlag sker der en god rensning for langt de fleste forurenende stoffer. Alligevel bør det vurderes om der er risiko for forurening af grundvandet ved nedsivning af vand fra arealer, der er belastet af kraftig trafik.

Driften af regnbede omfatter pleje af vegetationen og indsamling af affald. Her til kommer, at aflejret forurenet materiale med års mellemrum skal oprensnes fra bedet.

I kapitlet Links og læsning linkes til mere detaljerede beskrivelser af regnbede til vejvand.



I forbindelse med afledning af overfladevand definerer Spildevandsbekendtgørelsen overfladevand som:

- Regnvand fra tage
- Regnvand fra veje.
- Regnvand fra parkeringspladser

Regnvand og vand der efter bekendtgørelsen defineres som spildevand:

- Vand fra vaskepladser
- Vand fra påfyldningsplader
- Vand fra oplagspladser
- Vand fra skrot- eller genbrugspladser
- Vand fra arealer, hvor benyttelsen afviger fra normal færdsel og arealanvendelse

Regler for afledning af overfladevand

Afledning af overfladevand er primært reguleret af Miljøbeskyttelsesloven, Spildevandsbekendtgørelsen og Betalingsloven. Desuden indvirker bl.a. miljømålsloven og vandløbsloven på området.

Efter kommunalreformen har kommunerne overtaget kompetencen til at meddele tilladelser til både nedsivning og udledning af overfladevand (kun for listevirksomheder skal tilladelse meddeles af Statens Miljøcentre).

Kommunens myndighedsafdeling meddeler således også tilladelser til kommunens egne udledninger. Her skal udkastet til tilladelsen dog fremsendes til Statens Miljøcenter for vejledende udtalelse. Hvis udledningen tillige omfatter etablering af udløb i havet kræves yderligere en tilladelse til nedlægning af ledningen, som meddeles af kystinspektoratet.

Ved dimensionering af bassiner til forsinkelse og anlæg til nedsivning af overfladevand anbefales det at klimasikre dimensioneringen i forhold til eksisterende normer for dimensionering. Indtil der foreligger en national praksis for dimensionering af bassinvolumener til klimatilpasset regn, kan man vælge at forøge alle magasin-volumener og faskiner med en faktor 1,56.

Udledning af overfladevand

Den vigtigste og mest benyttede regel for fastsættelse af vilkår for udledning af overfladevand til vandløb, er, at udledningen skal svare til naturlig afstrømning. Dette bliver i praksis oversat til en afstrømning på 1-2 l/s pr. hektar.

Hvis udledning sker direkte til sø eller hav er hensynet til den hydrauliske belastning normalt ikke dimensionsgivende. Her er det belastningen med forurenende stoffer, som er afgørende for de krav som fastlægges i udledningstilladelsen.

Lovgivningen fastsætter ikke stofspecifikke kvalitetskrav for udledning af overfladevand, hvilket betyder, at By- og Landskabsstyrelsen under Miljøministeriet anbefaler, at udledningstilladelser normalt kun indeholder funktionskrav til de renseforanstaltninger (f.eks. bassiner), som etableres i tilknytning til udledningen. Funktionskravene bør tilpasses vandets kvalitet, recipientens mål-sætning, tilstand og følsomhed og fastsættes efter om udledningen sker til vandløb, søer eller havet.

Hvis overfladevandet forventes at indeholde andre stoffer eller have en væsentlig anden sammensætning end det normalt forventes i overfladevand, er der intet til hinder for at myndigheden fastsætter vilkår om maksimalt indhold af specifikke stofparametre. Stofspecifikke kvalitetskrav bør altid følges med krav om tilhørende prøveprogram, da håndhævelsen ellers bliver vanskelig. Alternativt kan myndighed stille vilkår for brugen af visse stoffer (f.eks. pesticider eller vejsalt) på de arealer, der afvandes. I praksis vil et sådant vilkår til f.eks. alle grundejere i et område både praktisk og juridisk være svært at håndhæve. Derfor skal det altid følges op af en informationskampagne, f.eks. via grundejerforeningerne.



Regnbede indarbejdet i fortov, Portland
(Foto Orbicon)



Regnbede i vejside, Portland
(Foto Orbicon)

Nedsivning af overfladevand

Lovgivningen fastsætter ikke stofspecifikke kvalitetskrav eller specifikke krav til udformning af nedsivningsanlæg, 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 nedsivning bør myndigheden dog stille funktionskrav til nedsivningsanlægget, der medvirker til at beskytte grundvand og vandområder. Alternativt kan myndighed stille vilkår for brugen af visse stoffer (f.eks. pesticider eller vejsalt) på de arealer, der afvandes. Ligesom for nedsivning af tagvand vil et sådant vilkår dog være svært at håndhæve. Derfor vil information og frivillige aftaler i mange tilfælde være den bedste løsning.

LAR, myndighedsforhold og økonomi

Både i eksisterende byområder og ved nybyggeri har Kommunen altid mulighed for at indarbejde LAR i projekter på kommunal grund og kommunale veje. På privat grund er Kommunen og Forsyningen begrænset af, at lodsejer skal indvillige i selv at håndtere sit regnvand. I dette tilfælde er der principielt to muligheder:

Tilbagebetaling af tilslutningsbidrag for regnvand

Kommunen og Forsyningen kan beslutte at tilbagebetale tilslutningsbidrag for regnvand til private, der afskærer regnvand fra kloakken. Det kan enten ske ved at skrive denne mulighed ind i spildevandsplan og betalingsvedtægt eller ved at Kommunalbestyrelsen beslutter at gøre det. Tilbagebetaling af tilslutningsbidrag forudsætter, at denne løsning ikke er forbundet med væsentlige ekstraudgifter for forsyningen.

Finansiering af anlæg på privat grund

Forsyningen kan indgå aftaler med private lodsejere om at Forsyningen iværksætter og finansierer afkobling af regnvand på lodsejers grund. Omkostningerne til afkobling kan i dette tilfælde godt overstige tilslutningsbidraget. Denne løsning må ikke være dyrere end de andre muligheder, Forsyningen har for at løse afvandingproblemet. Da denne løsning endnu kun er afprøvet i en kommune anbefales det at inddrage en advokat i et eventuelt projekt.

For tagvand og mindre veje og parkeringspladser (mindre end 20 biler) kan der meddeles tilladelse til nedsivning af tag- og overfladevand når:

- Afstanden til drikkevandsindvinding er mindst 25 meter.
- Anlægget udføres således at der ikke opstår overfladisk afstrømning eller andre gener.
- Afstanden til vandløb, søer eller havet er mindst 25 meter (hvis afstanden er mindre ansøges om udledningstilladelse).
- Nedsivning ikke medfører risiko for spredning af forurening fra f.eks. forurenede jord

Fra veje og parkeringsarealer med væsentlig trafikbelastning er kravene for at opnå tilladelse til nedsivning, desuden at:

- Tilladelsen ikke er i modstrid med områdets vandforsynings-, spildevands-, kommune og vandplaner
- De hydrogeologiske forhold sandsynliggør, at nedsivningen kan foregå uden risiko for forurening af vandindvindingsanlæg.
- Nedsivningen ikke vil medføre forurening af grundvandsressourcer, der er anvendelige til vandforsyningsformål.
- Nedsivningen ikke er til hinder for, at vandplanernes mål for kvaliteten af grundvand, vandløb, søer og havet kan opfyldes.
- Afstanden til vandløb, søer eller havet er mindst 25 meter (hvis afstanden er mindre ansøges om udledningstilladelse).



Forsinkelse af regnvandet i vådeng område ved Store Vejleå
(Foto: Rosalina W. - Torgard, SCA)

Rensning af vejvand

I det følgende gives en kort introduktion til principperne for rensning af overfladevand i LAR-anlæg og en gennemgang af de anlægstyper, der er relevante for lokal håndtering af vejvand.

Rensning baserer sig som illustreret i tabel 2 på en række mekanismer, der alle har større eller mindre effekt på de forureningskomponenter, der indgår i overfladevandet. Det er stofspecifikke egenskaber som vandopløselighed, nedbrydelighed etc., der afgørende for, om hvilke rensmekanismer, der er effektive.

Stof	Bio-nedbrydning	Fordampning	Fotolyse	Optag i planter	Adsorption	Filtrering	Sedimentation
Cd	0	0	0	+	+++	++++	++
Cr	0	0	0	+	++	++	+
Cu	0	0	0	+	+++	+++	+++
Ni	0	0	0	+	++++	++++	+++
Pb	0	0	0	+	++++	++++	++++
PAH	+	+	++	+++	++++	++++	+++++
Benzin	+++++	+++	++	++	++	++	++
Olier	+++	+++	+	+	++	+++	+++

I den konkrete LAR-løsning har de enkelte rensmekanismer større eller mindre betydning. Dette er illustreret i tabel 3, der f.eks. viser, at regnbede rens vandet mere effektivt end faskiner, da der er flere rensmekanismer i spil i regnbedet.

LAR-metode	Bio-nedbrydning	Fordampning	Fotolyse	Optag i planter	Adsorption	Filtrering	Sedimentation
Olieudskiller	0	0	0	0	+	0	++
Bassiner	++	+++	+++	+++	++++	0	++++
Faskiner	+	0	0	0	+++	++++	++
Permeabel belægning	++	++	0	+	++++	++++	0
Regnbede og grøfter	+++++	+++	+	+++++	+++++	+++++	+++++
Sand- og kalkfilter	+	0	0	0	+++++	+++++	0



Regnbede til afledning af vand fra parkering, Portland
(Foto: Orbicon)

Links og læsning:

Københavns Kommunes hjemmeside om LAR indeholder en projekthåndbog og en række detaljerede notater om forskellige LAR-løsninger. Desuden rummer baggrundsrapporten bag arbejdet en række notater om bl.a. regnvand og miljø, hydraulisk dimensionering af regnvandsløsninger samt mål og regler for regnvandshåndtering. www.kk.dk/lar

Vand i Byer er et stort forskningsprojekt, der samler mange danske kommuner, forsyninger, universiteter og virksomheder med det fælles mål at udvikle en mere bæredygtig håndtering af vand – og særligt overfladevand – i byerne. Projektets hjemmeside er www.vandibyer.dk.

LAR i Danmark er en hjemmeside, der formidler viden og erfaringer om LAR og rummer et kort over LAR-anlæg i Danmark. Hjemmesiden er et produkt af Vand i byer og præsenterer også resultaterne af Vand i byer i takt med at de kommer. www.laridanmark.dk.

Se også tidligere forskningsprojekter blandt andet www.2BG.dk

Links tagvandsløsninger:

Nedsivning af tagvand:

Vejledning i nedsivning af tagvand fra Teknologisk: http://www.teknologisk.dk/_root/media/29832_Retningslinier%20for%20udf%F8relse%20af%20faskiner%20-%20uden%20rettelser.pdf

Grønne tage:

www.diademroof.com

www.vegtech.dk

<http://www.greenandblue.dk/brochurer/Groenne%20tage%20og%20vaegge/REGNVAND.pdf>

http://www.zinco.dk/download/zinco_broch_extensiv-tagbeplantning.pdf

Regnbede - terrænbearbejdning og plantevalg :

http://www.dgkloak.dk/filer_regn/filer/grafik/lar.pdf

<http://www.haven.dk/content.asp?detail=21942>

Opsamling og brug af regnvand:

http://www.ebst.dk/file/1933/fra_taget_til_toilettet.pdf

Links vejvandsløsninger:

Permeable belægninger:

<http://www.sl.life.ku.dk/forskning/partnerlandskab/udviklingsprojekter/permeablebefaestelser.aspx>

www.paving.org.uk

http://www.byggeteknik.dk/article/article_print.php?id=65987

Filtermuld til rensning af vejvand:

http://www.vejforum.dk/CFP_SeBidrag.aspx?ID=729

http://www.2bg.dk/Internal_Workshop/Monsterregn/11_Vandets%20kvalitet_SimonToftInvgvertsen.pdf

Udenlandske referencer

Nedsivning i græs og afkobling af nedløbsrør: <http://www.portlandonline.com/bes/index.cfm?c=43081&a=177702>

Regnvandstønder: <http://www.portlandonline.com/bes/index.cfm?c=46962&a=188638>

Regnhaver: <http://www.portlandonline.com/bes/index.cfm?c=46962&a=188636>

Green Streets: <http://www.portlandonline.com/bes/index.cfm?c=45379&a=209685>