



Københavns Kommune

Render og grøfter

Juni 2009

Københavns Kommune

Render og grøfter

Juni 2009

Ref Rrender og grøfter

Udarbejdet af:

- Rambøll Danmark A/S
- Erling Holm ApS
- KU, Skov og Landskab
- DTU Miljø
- Orbicon A/S

Indholdsfortegnelse

1.	DATABLAD	1
2.	GENEREL BESKRIVELSE	3
2.1	Opbygning og funktion	3
2.2	Krav fra myndigheder	5
2.3	Renseeffekt	6
2.4	Landskab og beplantning	7
2.5	Begrænsninger for anvendelsen	10
3.	ANLÆGSDELE	13
4.	DIMENSIONERING	21
5.	DRIFT OG VEDLIGEHOLD	25
6.	ØKONOMI	27
7.	REFERENCER	29

1. DATABLAD

Regnvand fra tage eller belægninger ledes til render eller grøfter. Her kan det strømme videre samtidig med, at der kan ske en fordampning eller nedsivning af vandet. Rrender og grøfter kan være naturlige lavninger i terrænet eller som oftest gravede render, hvor bunden er opbygget af sand og grus, hvor vandet kan magasineres og sive ned til grundvandet.

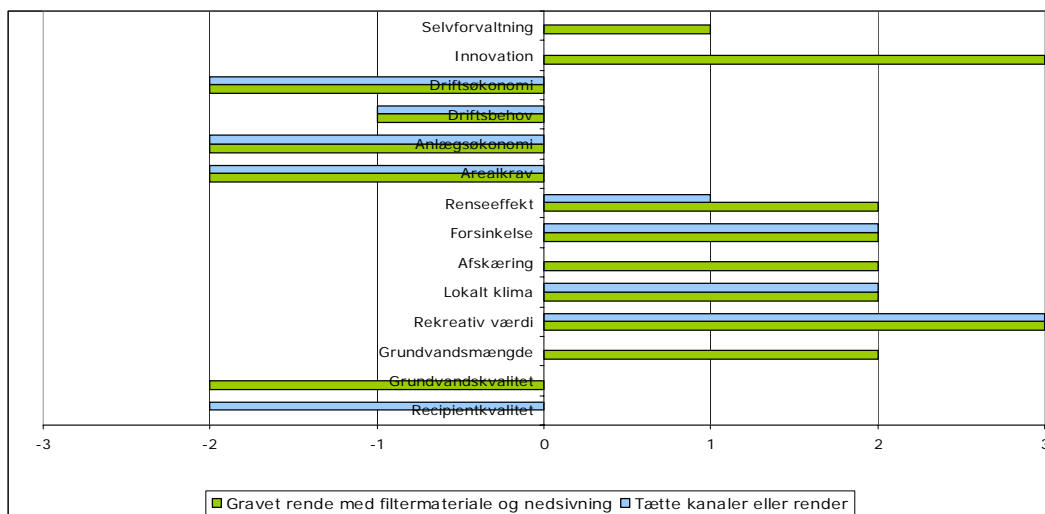
Der kan lægges store sten i renderne og grøfterne for at forsinke, ilte og fordele vandet. I områder med befæstede arealer kan render udføres i beton, granit eller andre tilsvarende materialer.



Rrender og grøfter kan indpasses i området og øge den rekreative og landskabelige værdi, og kan lede vand videre til f.eks. et regnbed eller et bassin.

Væsentligste egenskaber	Reduktion af vandvolumen	Middel
	Reduktion af intens regn	Høj
		Lav ved tætte render
	Fjernelse af suspenderet stof	Middel – Høj
	Fjernelse af kvælstof	Lav
	Fjernelse af tungmetaller	Middel
	Fjernelse af oliestoffer	Høj
	Fjernelse af pesticider	Middel
Landskabelig værdi	Høj	

Drift og vedligehold	Fjerne affald, blade og sand Tilsyn og rensning af brønde Slå græs Trimme og beskære beplantning Spuling af render med tæt belægning
Fordele	Nem og billig at anlægge Lokal nedsvining af regnvandet Stor forsinkelse af vandet Høj rekreativ værdi Let tilgængelig ved drift og vedligehold Rensning af vandet inden nedsvining
Ulemper	Opgravning og udskiftning af filtergrus hvert 10.-20. år. Risiko for erosion ved kraftigt regnvejr - specielt nyanlæg Dårlig nedsvining i frostperioder Renderne ligger tæt på jordoverfladen, hvorfor der kan være områder, der ikke kan afvandes Behov for mange eller store render i byområder.
Økonomi	Lave anlægsomkostninger ved de simple løsninger Lave til middel anlægsomkostninger ved mere kunstfærdige løsninger Øgede udgifter til renhold af tætte render



Samlet vurdering af render og grøfters egenskaber som LAR-metode i forhold til afledning af regnvand til fælleskloak. Hvor der ikke er angivet nogen værdi, er metoden vurderet at have samme egenskaber som den nuværende afledning af regnvand.

2. GENEREL BESKRIVELSE

2.1 Opbygning og funktion

Render og grøfter kan opbygges på følgende måder:

- a. Naturlig lavning i terræn
- b. Gravet grøft, hvor bunden er bygget op af sand/grus
- c. Gravet grøft, hvor bunden er bygget op af sand/grus. I gruslaget ligger et opsamlingsrør til at opsamle overskydende vand. I bunden af grøften kan der lægges membran, så vandet ikke kan sive ned.
- d. Gravet grøft med stenmateriale udlagt som fast bund
- e. Tætte kanaler eller render udført i beton eller lignende tætte materialer

Tagvand ledes via tagnedløb enten direkte til rende/grøft eller via traditionel stikledning til disse. Stikledningen kan alternativt udformes som en rende i beton/sten eller som lokal grøft på den enkelte parcel.

Render og grøfter, der skal aflede vejvand, skal normalt udformes, så regnvandet strømmer direkte fra vejen og ned i grøften eller renderen.

Uanset om der anvendes naturlige lavninger i terrænet, eller der graves nye render/grøfter, fungerer renderen både som transportsystem i stil med traditionelle kloakledninger, som nedslivningsanlæg og alt efter design også som forsinkelsesbassin ved større regnskyl. Der kan lægges store sten i renderne og grøfterne for at forsinke, ilte og fordele vandet. Et eksempel på dette er vist i figur 2.1.



Figur 2.1 Grøft med store sten i bunden, som forsinke og ilter vandet samt øger nedslivningen

Nedsivningen i render og grøfter kan øges ved at opbygge et lag af filtergrus under rendens bund. Gruslaget fungerer som et magasin, hvor regnvandet kan lagres, inden det siver ned. Desuden kan vandet hurtigere sive væk fra gruslaget end gennem den oprindelige jord. Se figur 3.1 i afsnittet om Anlægsdele.

I gruslaget et stykke under rendens bund kan der lægges et opsamlingsrør, som kan opsamle overskydende vand og lede det videre til andre LAR-anlæg eller til afløbssystemet. Opsamlingsrøret kan være et drænrør med slidser i toppen af røret og kan være med eller uden direkte forbindelse til jordoverfladen. Alternativt kan opsamlingsrøret være et traditionelt afløbsrør, der er forbundet med grøften eller renden via nedløbsbrønde eller lignende. Nedløbsbrøndene skal være placeret således, at de kun træder i kraft, når vandniveauet i grøften når et vist niveau. Se figur 3.2, 3.4 og 3.5 i afsnittet om Anlægsdele.

For at fremme nedsivning i grøften og dermed en øget tilbageholdelse i LAR komponenten kan grøften sektioneres med dæmninger, se figur 2.2.



Figur 2.2 Eksempel på sektionering af grøft

Dette er en specielt egnet opbygning af grøften i områder med relativt stort fald på jordoverfladen, der tillader, at renden kan bygges op med terrasser, hvor vandet som nævnt bremses af små tværgående lerdæmninger, der beskyttes mod erosion af omkringliggende sten.

På denne måde vil vandet tilbageholdes i længere tid og mere vand vil kunne sive ned. Samtidig forøges den rekreative effekt, da der står vand i renden i længere perioder. Effekten kan endvidere øges yderligere ved at anvende forhøjede overløbsriste samt evt. lave en øget tilbageholdelse ved neddrosling inden udløb til anden LAR komponent.

Vandet fra render og grøfter kan ledes videre til andre LAR-anlæg som regnbede og bassiner eller til kloak.



Figur 2.3 Rende med blomster i bunden og trædesten, der også forsinker vandet

2.2 **Krav fra myndigheder**

Københavns Kommune, Center for Miljø skal give tilladelse til nedsivning af regnvand. Der må kun nedsives regnvand fra tage og fra arealer uden trafikbelastning eller andre ikke forurenende aktiviteter. Det være sig pladser uden bilkørsel, gågader, parkområder og tilsvarende arealer uden biler.

Forurening af vejvand varierer meget. Oftest er der minimal forurening i boligområder, end i mere tæt trafikerede områder og f.eks. industriområder.

Periodisk tømning af vejbrønde og især gadefejning fjerner store dele af en forurening. Denne "rensning ved kilden" anbefales ofte kraftigt i udlandet i stedet for anlæg til rensning.

Såfremt der ledes overfladevand fra veje og befæstede arealer f.eks. fra industriområder, skal der lægges membran i bunden af renderne, så der ikke kan ske nedsivning.

Københavns Kommune, Center for Byggeri skal give tilladelse til overløb til kloaksystem eller hvis overløbsvandet ledes ud på jordoverfladen. Center for Park og Natur skal give tilladelse til udledning til recipienter. Hvis der etableres overløb til kloak skal det sikres, at der ikke kan løbe vand tilbage fra kloakken til grøften ved at etablere en kontraklap.

Anlæg til nedsivning skal etableres mindst 5 meter fra huse med beboelse eller huse med kælder og mindst 2 meter fra huse uden beboelse eller uden kælder. Desuden skal der være mindst 2 meter til skel.

For at rødder fra træer ikke skal skade faskinen, skal grøfter med faskiner til nedsivning mindst placeres i en afstand fra træer, der svarer til halvdelen af træets krone-diameter, når træet er fuldt udviklet.

2.3 Renseeffekt

I render og grøfter som type a-d vil der ske en rensning af regnvandet, både når det strømmer over rendens overflade, og når vandet siver ned gennem jorden. Rensningen vil ske ved at stofferne optages i græsser og planter, binder sig til sand mv. som lægger sig på bunden af grøften, samt bliver filtreret fra gennem filtergruset og jordlag.

De tætte render renses kun vandet i ringe grad og virker derfor langt fra så godt som de naturlige og gravede grøfter med nedsivning. I de tætte render sker der en begrænset rensning, ved at stofferne binder sig til sand mv., som lægger sig på bunden af renderen.

I tabel 2.1 er der givet en oversigt over, hvordan render og grøfter renses vandet for suspenderet stof, tungmetaller, oliestoffer og pesticider i forhold til de øvrige LAR-metoder i kataloget.

	Suspenderet stof	Tungmetaller	Oliestoffer	Pesticider
Naturlige lavninger med og uden sten i bunden	Middel – Høj	Middel	Høj	Høj
Gravet rende med sand/grus	Middel – Høj	Middel	Middel	Middel
Gravet rende med sand/grus og opsamling	Middel - Høj	Middel	Høj	Middel
Tætte render	Ingen - Lav	Ingen - Lav	Ingen - Lav	Ingen - Lav

Tabel 2.1 Oversigt over rensning af regnvandet i render og grøfter

2.4 Landskab og beplantning

Grøfter

Grøfter er velegnede til håndtering af vand fra mindre befæstede områder og kan f.eks. anlægges langs en bygning, en vej eller på en parkeringsplads. Derudover kan grøfter placeres på grønne områder, der ikke benyttes intensivt, f.eks. plæner til solbadning, tørrestativer og restarealer.

På grund af deres forholdsvis store arealkrav kan de være vanskelige at indpasse i tæt bebyggelse hvor pladsen er begrænset. Placering på områder, der benyttes meget, f.eks. legepladser bør undgås, da kraftigt slid vil beskadige græsset og sammentrykke de øvre jordlag. Af samme grund bør grøfter ikke anlægges, så de kan benyttes til parkering. For at forhindre parkering kan følgende foranstaltninger anvendes:

- sikre at der er rigeligt med alternative parkeringsarealer
- etablere en randbeplantning af buske
- opstille store sten eller pullerter
- anlægge en høj kantsten.

Figur 2.4 viser et eksempel, hvor grøfterne er afskærmet med pullerter.



Figur 2.4 Grøfter afskærmet med pullerter langs mindre befærde vej

Det er desuden vigtigt at grøfterne ikke er permanent vandmættet, men afdræner i løbet af 2-3 døgn. Vanddybden bør højst være 30 cm, dels af hensyn til planterne, der ikke tåler oversvømmelse i længere tid, dels for at minimere risikoen for drukneulykker.

I etableringsfasen er det af afgørende betydning at undgå jordkomprimering, og kørsel med tungt maskineri må minimeres og så vidt muligt undgås, især hvis jorden er våd. Græsvegetationen skal nå at etablere sig og danne et tæt dække før grøften tages i brug. Hvis ikke der er tid til at vente på fremspiring og udvikling af et græs-dække, kan der anvendes græstørv eller rullegræs.

For at opnå en grøft-beplantning, der trives godt, må det øverste lag jord bestå af mindst 30 cm god muldjord. Planterne skal kunne tåle kortvarig oversvømmelse så vel som længerevarende tørke. Planterne på grøftens sider må danne et tæt dække og have en god tæt rodstruktur for at forhindre erosion. De fleste grøfter er dækket af græs. Græsblandinger til grøfter skal kunne klare sig uden gødning. Det anbefales at benytte naturligt forekommende arter, for at truget kan fremme bynaturen. Der findes forskellige velegnede blandinger på det danske marked. Rajgræs og forskellige arter af svingel er særligt velegnede.

En lang række planter kan bruges for at opfylde æstetiske ønsker og for at opnå et særligt landskabeligt udtryk. I Berlin køres forsøg med forskellige lavtvoksende buske, inkluderende bl.a. potentil (*Potentilla fruticosa*), kirsebærlaubær (*Prunus laurocerasus* Otto Luyken), hybenrose (*rosa rugosa*), efeu (*Hedera* spp.), fjelddribs (*Ribes alpinum*), rød snebær (*Symphoricarpos chenaultii*), mahognie (*Maghonia repens*), buksbom (*Buxus* spp.) og japansk kvæde (*Chaenomeles japonica*). Derudover kan vilde græsser og blomster introduceres for at give et særligt udtryk, og for at fremme bynaturen.

I tabel 2.2 er vist forslag til 2 forskellige græsblandinger, der er velegende til danske forhold. Digeblandingen forventes at være mest robust, mens Vejrabat Turflin kræver lidt mildere forhold og har et finere udtryk. Figur 2.5 viser et eksempel på en mindre græsklædt grøft.

"Digeblanding"			
40 %	Rødsvingel 3	<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>rubra</i> .	Maxima S
20 %	Rødsvingel 2	<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>tricho</i> .	Smirna S
20 %	Strandsvingel	<i>Festuca arundinacea</i>	Starlett
2,5 %	Alm. Hvene	<i>Agrostis capillaris</i>	Highland
2,5 %	Kryb. Hvene	<i>Agrostis stolonifera</i>	Kromi S
15 %	Westerwold. rajgræs	<i>Lolium multifl.</i> <i>Westerwoldicum</i>	Angus 1
"Vejrabat Turflin"			
20 %	Rødsvingel 1	<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>comm.</i>	Maritza S
15 %	Rødsvingel 2	<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>tricho</i> .	Smirna S
15 %	Rødsvingel 3	<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>rubra</i>	Maxima S
15 %	Stivbl. Svingel	<i>Festuca ovina</i> ssp. <i>duris</i> .	Ridu S
5 %	Engrapgræs	<i>Poa pratensis</i>	Dolfine S
25 %	Engrapgræs	<i>Poa pratensis</i>	Conni S
2,5 %	Kryb. Hvene	<i>Agrostis stolonifera</i>	Kromi S
2,5 %	Alm. hvene	<i>Agrostis capillaris</i>	Highland

Tabel 2.2 To forslag til græsblandinger, der forventes at være velegnede til danske forhold



Figur 2.5 Eksempel på grøft

Tætte render

Åbne render skaber øget opmærksomhed på regnvandshåndteringen i lokalområdet. Renderne danner et netværk, der fremhæver og forbinder de enkelte LAR-elementer. Med et omhyggeligt design kan dette mønster være en kvalitet i bebyggelsen, og for eksempel skabe nye former for landskabsrum hvor børnene kan lege. Renderne kan også bruges til at regulere trafikken og til at markere forskellige funktioner i det fælles grønne områder.

Render er ofte den simpleste måde at få ledt tagvand til andre LAR-elementer som bassiner, strømning over ru overflader, regnbede mv. For at sikre en tilpas strømning gennem renderen bør hældningen være mindst 7 ‰. Ifølge de danske vejregler er den ideelle hældning 15 – 20 ‰ (DS 1136 samt NOVA 2006).

Det er vigtigt, at renderne udformes, så de ikke kan udgøre en forhindring for gamle mennesker, cykler, barnevogne osv. Dette kan undgås hvis de placeres langs veje og stier og ved indbygning i det omgivende terræn. De skal være lette at passere og må ikke være farlige. Desuden skal man være opmærksom på strømningsmæssige flaskehalse, hvor der kan samle sig affald.

Render, der placeres i plæner eller andre vegetationsdækkede arealer skal udformes, så de ikke besværliggør pleje og vedligehold, f.eks. ved at forhindre græsslåmaskiner i at komme forbi.

Figur 2.6 viser forskellige eksempler på render.



Figur 2.6 Eksempler på render

2.5 Begrænsninger for anvendelsen

I tabel 2.3 er brugen af render og grøfter vurderet i forhold til en række lokale faktorer, som kan begrænse, ændre eller påvirke udførelsen eller driften.

Faktor	Påvirkning af anvendelse
Grundvand	<p>I områder med grundvand tæt på jordoverfladen kan der komme grundvand op i grøften, så kapaciteten af grøften til afledning af regnvand bliver for lille. Dette skal der tages højde for ved dimensioneringen af grøften.</p> <p>Nedsivning fra grøften nedsættes, hvis grundvandet ligger tæt på grøftens bund.</p> <p>Ved render med fast belægning, kan der være behov for at etablere dræn under renderen. Dette vil være tilfældet, såfremt der er højt grundvand eller risiko for tilstrømning af vand under belægningerne, som kan give anledning, til at belægningerne hæves pga. frost i den underliggende våde jord.</p>

Faktor	Påvirkning af anvendelse
Jordbundsforhold	<p>Hvis jorden indeholder for meget ler, kan vandet have svært ved at sive ned. Der skal derfor gennemføres nedsvivningstest eller udføres geotekniske borer for at bestemme nedsvivningsevnen langs grøften.</p> <p>Jorden under faste render må ikke give anledning til sætninger. Komprimeringskravene til belægninger skal derfor overholdes, jf. Vejdirektoratets Arbejdsbeskrivelser. Såfremt dette ikke er muligt, skal jorden udskiftes med f.eks. grus i et omfang, der er tilstrækkeligt til at sikre, at krav til komprimeringen kan overholdes.</p>
Pladsforhold/arealkrav	<p>Render og grøfter kræver arealer uden bygninger. Kravet til plads afhænger af, hvor dyb renderen kan/skal være.</p> <p>Render med faste belægninger kræver mere plads, da de ikke kan gøres væsentligt dybere end de omkringliggende veje og pladser. Der vil derfor være behov for at etablere flere mindre render for at kunne håndtere regnvandet, jo længere nedstrøms i renderen man kommer. Renderne vil derfor brede sig til flere render, hvorved kravet til plads forøges. Pladsforholdene til render ved f.eks. pladser og gader kan indbygges på en arkitektonisk vis således, at pladsen til renderne ikke opleves som et problem.</p>
Forurening i jorden	<p>Der kan ikke anlægges render og grøfter med nedsvivning i forurenede jord, da der er risiko for, at forureningen siver med ned til grundvandet.</p>

Tabel 2.3 Oversigt over forhold, der kan påvirke eller begrænse anvendelsen af render og grøfter

Det vil være oplagt, at grøfter etableres, så de leder vandet til en dam eller et bassin. Regnvandsbassinene kan magasinere vandet fra grøfterne, når det regner meget. Dermed kan størrelsen af grøfterne blive mindre. Tilsvarende vil en dam eller et bassin kunne etableres, så det fremstår som en sø, hvor vand fra grøften/renderen ledes til. På denne måde vil et teknisk anlæg til håndtering af regnvand kunne indpasses i omgivelserne og give mere natur.

Grøfterne skal projekteres, så vandet ved overløb fra grøften løber til områder, hvor vandet naturligt kan bortledes, alternativt der hvor skaderne er mindst mulige hvis der ikke er noget alternativ. Det er derfor nødvendigt at se på jordoverfladens højdeforhold (koter) omkring grøften for at kunne danne sig et billede af, hvor vandet vil løbe hen ved oversvømmelse.

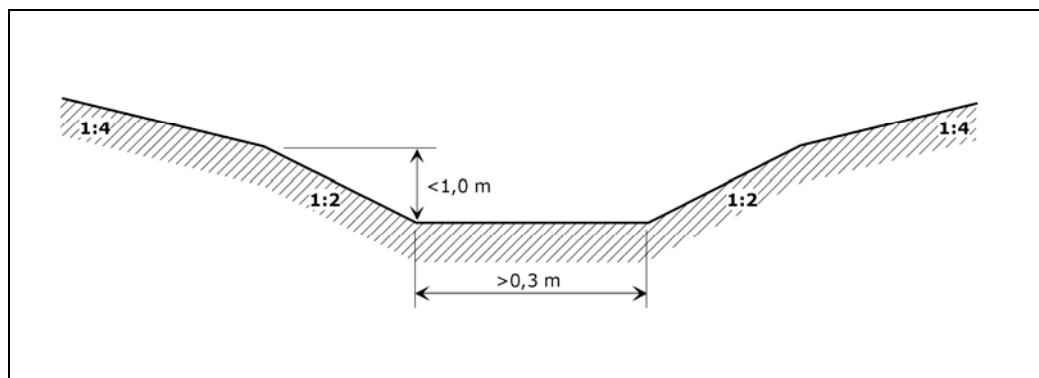
Tilsvarende skal der gennemføres en vurdering af potentielle skader ved en oversvømmelse af render i bymæssig bebyggelse, således at det bedst muligt sikres, at vandet samles et sted, hvor skaderne vil være uden betydning. Hvis dette ikke kan lade sig gøre, kan der etableres brønde med riste, som placeres således, at vandet fra renderne ved oversvømmelse løber igennem ristene og videre til afløbssystemet.

3. ANLÆGSDELE

Render og grøfter, angivet som a – d i afsnit 2, består af følgende:

- Til anlæg af render/grøfter bruges naturmaterialer som sand, grus, muld, råjord og evt. beplantning.
- Yderligere kan der til nogle af løsningsforslagene benyttes dræn, drænbrønde, inkl. riste og dæksler samt diverse fittings til rørene og brøndene.
- Render og grøfter bør have skråninger med en hældning på 1:2 på den nederste 1,0 meter målt fra bunden, da dette giver større vanddybder og flow end ved "fladere" skråninger. Det betyder, at der oftere vil være vand i grøften/renderen. Hermed forøges den rekreative effekt, da renderne så ofte som muligt vil virke som rislende vandløb.
- Bunden af renderen bør være bredere end 0,3 m. En smallere rende vil gøre det mere besværligt at oprense bunden, slå græsset, udskifte sten og grus mv.
- Render, som beskrevet ovenfor, vil have en bredde ved jordoverfladen på mellem 2,3 m til 4,3 m ved en dybde på 1,0 m. Hvis renderen er dybere end 1,0 m målt i forhold til det eksisterende terræn, bør skrånningen ved terræn anlægges med en hældning på mindst 1:4. Pladskravene til en rende eller grøft afhænger derfor af de aktuelle terrænforhold i det pågældende område.

På figur 3.1 er vist en skitse af en grøft med de anbefalede bredder og skråningshældninger.



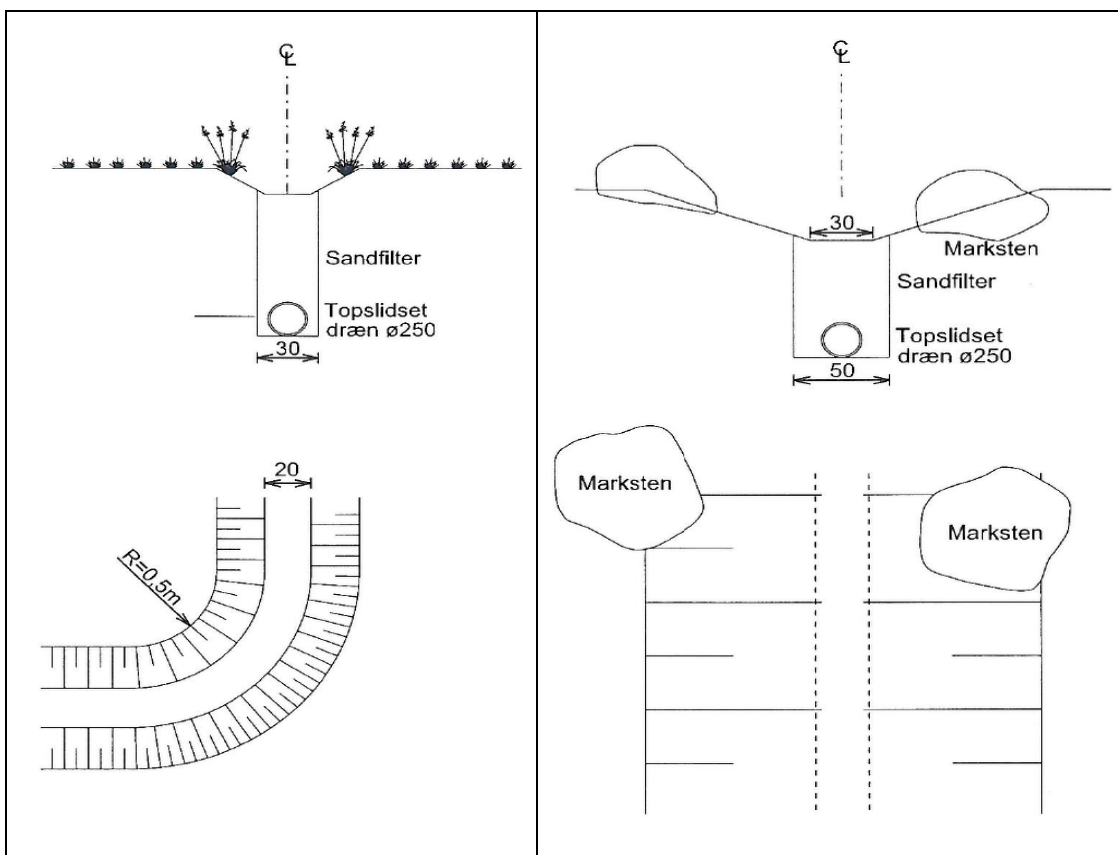
Figur 3.1 Skitse af grøft med anbefalet bredde og skråninger

Der skal udføres nedsivningstest jf. metodebeskrivelsen om faskiner eller eventuelt geotekniske borer i enkelte steder i en planlagt grøfts tracé for at kunne vurdere om jordbundsforholdene er egnede til nedsivning.

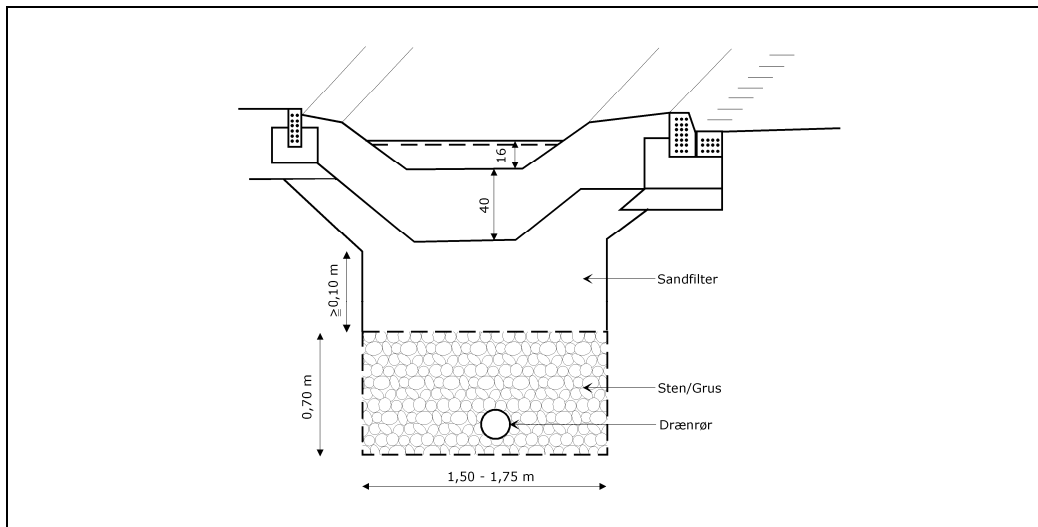
Hvis der skal stå vand i grøften så længe som muligt, skal det ved etableringen sikres, at der ikke er sandlommer, hvor vandet i grøften hurtigere vil nedsive. Dette gælder også, hvis der ønskes et permanent vandspejl af rekreative hensyn.

På figur 3.2 til 3.4 er vist eksempler på forskellige former for render og grøfter.

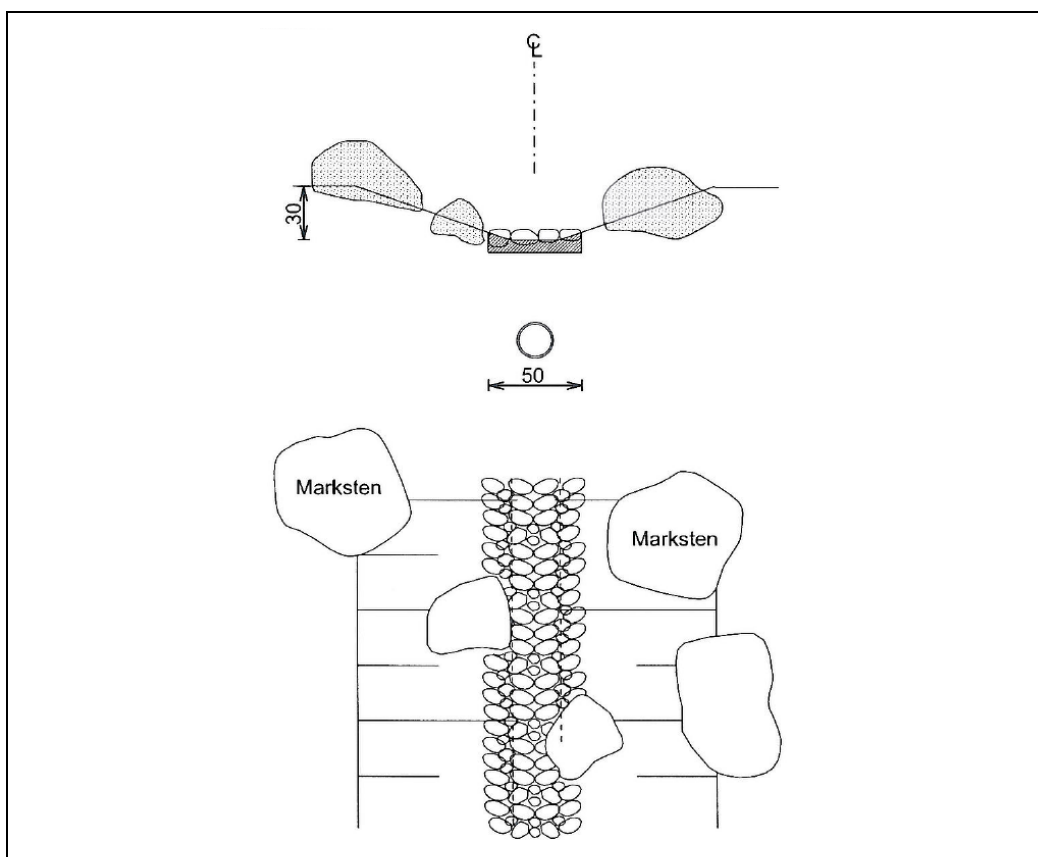
Figur 3.5 og 3.6 viser grøfter opbygget med dæmninger for at give øget tilbageholdelse og nedsivning af vandet. Figur 3.7 viser princippet i en forsinkelsesbrønd, hvor neddrosling sikrer øget tilbagestuvning i "bassinerne" skabt via dæmningerne.



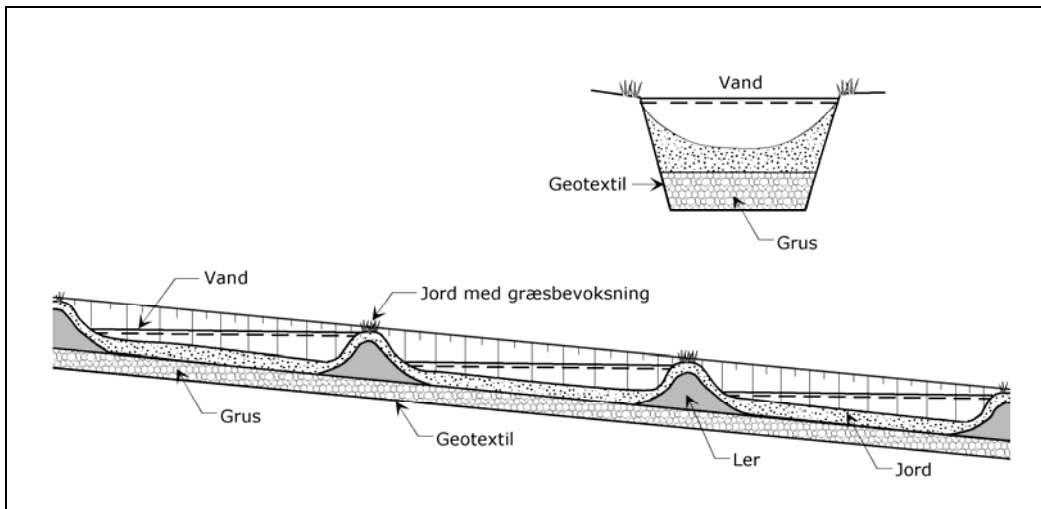
Figur 3.2 Gravede render med sand og grus og opsamlingsrør



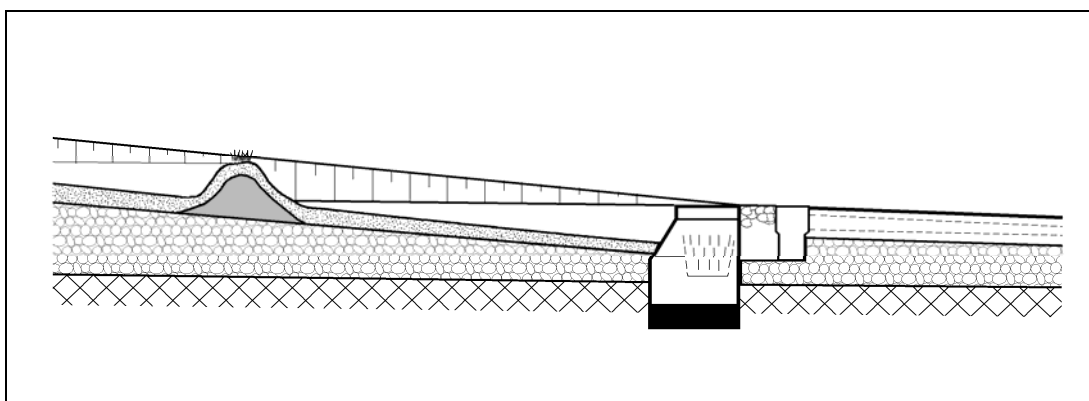
Figur 3.3 Grøft opbygget med faskine til nedsivning



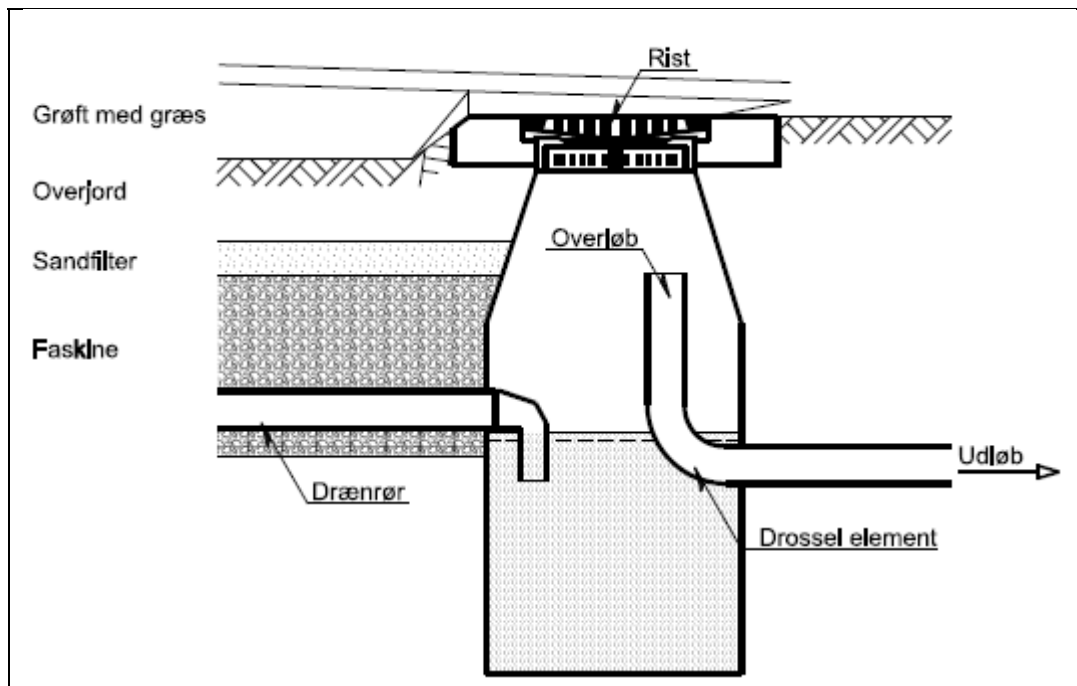
Figur 3.4 Naturlig grøft med sten til at tilbageholde og forsinke vandet



Figur 3.5 Grøft med dæmninger for opstuvning og øget nedsivning af vandet



Figur 3.6 Grøft med dæmninger og brønd til neddrøsling af udløbet, så der støver vand op i grøften



Figur 3.7 Eksempel på neddrøslingsbrønd for opstuvning og øget nedsivning af vandet

Vælges det at etablere en grøft/rende oven på et drænlag bestående af sand/grus samt en drænledning, jf. figur 3.2, bør der etableres renseadgange til drænet. Dette kan udføres ved, at drænet pr. 100 – 120 m føres ud til en drænbrønd placeret i kanten til grøften/renden. Fra denne brønd føres drænet tilbage under grøften/renden og forsættes under grøften/renden 100 – 120 m til næste drænbrønd. På denne måde vil der være adgang til at spule, og evt. rodkære drænet, således at opgravning af grøften/renden kan undgås ved en eventuel tilstopning af drænet. Drænbrøndene bør udføres som mindst Ø425 mm med mindst 70 l sandfang, hvor det skal sikres at vandspejlet er mindst 0,75 m under terrænet.

I bunden af renden/grøften kan der udlægges en blanding af grus og sten bestående af:

- 15 % ærtesten: 8-16 mm
- 50 % nødder: 16-32 mm
- 35 % singels: 32-64 mm

Det vil medføre en rislende lyd, når der løber vand i renden, hvilket har vist sig at give en beroligende og afstressende effekt på mennesker. Grusblandingen udlægges i et lag på 0,1 m i bunden af renden/grøften.

Udover ovenstående grus/stenblanding kan der udlægges større sten som vist på figur 2.3. og figur 3.4. Disse sten kan benyttes som naturlige passager af grøft-

ten/renderen. Det skal dog sikres, at stenene udlægges med en tilstrækkelig afstand, således at der ikke kan opstå en "prop" i grøften/renderen.



Figur 3.8 Eksempel på grøft med store sten i bunden, der kan bruges som trædesten

Ved tilsåning af brinkerne til grøfterne/rendererne kan det vælges at tilføre yderligere en rekreativ værdi til anlægget ved at benytte en naturgræsblanding til fugtig jord bestående af alm. røllike, nyse røllike, trævlekrone, kattehale, alm. katost, skovfor-glemmigej, alm. brunelle, dagpragtstjerne, alm. kamgræs og Fløjlsgræs (nykilde).

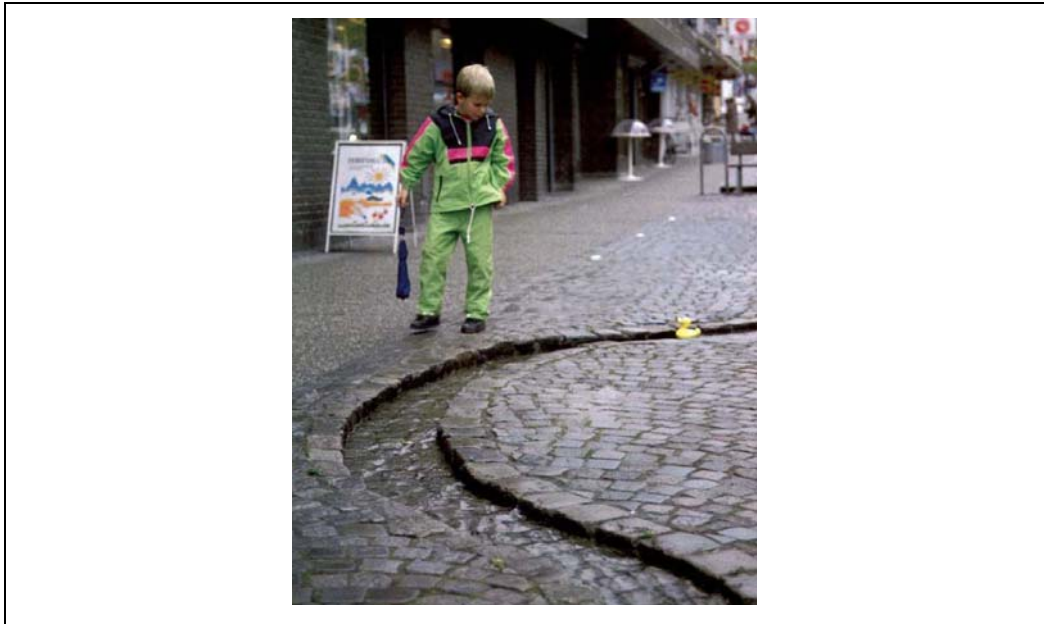
Græsblandingen blandes med muldjord, hvorefter det græsblandet muldjord udlægges i et mindst 3 cm tykt lag på brinkerne efterfulgt af tromling/klapning af muldlaget.

Inden græssåning skal der udlægges mindst 0,1 m muld, som skal fræses og finplaneres og større sten end 64 mm fjernes. Herefter sås græsset, og der tromles herefter.

Tætte render og grøfter som beskrevet i e) består af følgende:

- Til anlæg af render vil der kunne anvendes naturmaterialer som granit, men også belægninger af støbt beton samt fliser
- Oftest vil der være behov for at benytte dræn, drænbrønde, inkl. riste og dæksler samt diverse fittings til rørene og brøndene.

Anvendes belægninger med en ru overflade, tilføres en rislende lyd når der løber vand i renderen, jf. figur 3.9. Som det ses af billedet kan renderen tilføres en arkitektonisk effekt ved f.eks. at anlægge renderen i slyngninger.



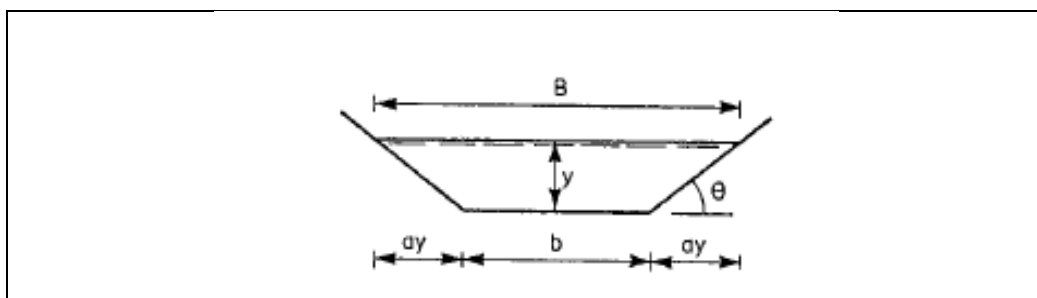
Figur 3.9 Tæt rende i bymæssig bebyggelse

4. DIMENSIONERING

De dimensionsgivende regnmængder til grøfter/render findes på samme måde som ved almindelig dimensionering af regnvandssystemer. Dette gøres ved at vælge en dimensionsgivende regntintensitet for det pågældende område, som i dette tilfælde er 182 l/s ha inklusive en faktor 1,3 af hensyn til udviklingen i ekstemregn.

Dimensioner på grøften/renderen vil derefter dimensioneres efter fald i m/m samt ruheden, hvilket afhænger af om grøften/renderen består af græs, sten, jord, betonfliser osv.

I tabel 4.1 og 4.2 tager forslagene til dimensioner af grøfter og render udgangspunkt i et tværsnit som vist på figur 4.1 med et skråningsanlæg på 1:2.



Figur 4.1 Tværsnit af grøfter og render benyttet til forslag til dimensioner

Forslagene til dimensioner er beregnet for følgende tre typer af områder, hvor regnvandet skal afledes.

Bebyggelse	Tagareal m ²	Grønt areal m ²	Befæstet areal m ²	I alt m ²
Parcelhus	140	530	80	750
Boligkarré	2.000	2.000	2.000	6.000
Kontorbygning	5.700	1.800	2.500	10.000

Tabel 4.1 Beregningseksempler

Til dimensionering er der benyttet en regntintensitet på 182 l/s ha samt afløbskoefficienter for tage, grønne arealer og befæstet areal på henholdsvis 1,0, 0,1 og 0,9.

Fald	2 ‰	5 ‰	10 ‰
Parcelhus			
Bredde (B) [m]	0,44	0,36	0,31
Bredde (b) [m]	0,20	0,15	0,10
Dybde (Y) [m]	0,08	0,07	0,07
Boligkarré			
Bredde (B) [m]	1,15	1,00	0,91
Bredde (b) [m]	0,40	0,40	0,40
Dybde (Y) [m]	0,25	0,20	0,17
Kontorbygning			
Bredde (B) [m]	1,55	1,30	1,16
Bredde (b) [m]	0,65	0,55	0,50
Dybde (Y) [m]	0,30	0,25	0,22

Tabel 4.2 Forslag til dimensioner af grøfter beklædt med græs med et skråningsanlæg på 1:2

Fald	2 ‰	5 ‰	10 ‰
Parcelhus			
Bredde (b) [m]	0,2	0,15	0,1
Dybde (Y) [m]	0,1	0,06	0,07
Boligkarré			
Bredde (b) [m]	0,40	0,35	0,35
Dybde (Y) [m]	0,24	0,2	0,15
Kontorbygning			
Bredde (b) [m]	0,50	0,40	0,4
Dybde (Y) [m]	0,35	0,3	0,22

Tabel 4.3 Forslag til dimensioner af render med belægningssten med lodrette kanter

Grøfter etableres normalt til transport af vand. Hvis grøfterne etableres med nedsivning som sideformål, kan størrelsen af grøfterne/rendererne principielt reduceres. Dette anbefales dog ikke i praksis, da mængden af vand, der kan nedsive i grøften, varierer over tid. Fx kan grøftens nedsivningsevne være meget lav i forbindelse med tørt brud. Det anbefales derfor, at grøfter altid dimensioneres for den fulde vandmængde, der skal transporteres.

Anvendes stuvningsgrøfter etableret med dæmninger, kan disse anvendes som forsinkelsesbassin og dimensioneres som et traditionelt tørt bassin, se metodebeskrivelse for tørre bassiner.

Nedsivning i grøfter kan beregnes på samme måde som nedsivning i faskiner, se metodebeskrivelsen for faskiner.

Kombineres både en nedsivningsfunktion og en bassinfunktion i en stuvningsgrøft med dæmninger, skal man ved beregning af bassinvolumenet modregne den mængde

de, der nedsives. Dette gøres lettest ved at udregne den samlede nedsivningskapacitet i l/s for den del af grøften, hvori vand staves op og tillægge denne værdi til afløbstallet fra grøften.

Bassindelen skal stuve vandet op, og skal have et volumen, der kan tilbageholde den mængde vand, som ikke løber ud af bassinet, jf. metodebeskrivelsen om tørre bassiner. Den mængde vand, der løber ud af bassinet (afløbstallet) er summen af den mængde vand, der kan nedsives, og den mængde vand, der løber ud af grøften.

5. DRIFT OG VEDLIGEHOLD

Drift og vedligehold af render og grøfter varierer alt afhængigt af konstruktionen og den valgte udformning.

Er der tale om åbne gravede render/grøfter vil der være et periodevist behov for slåning af græs, rydning af tagrør og nedskæring af de naturligt forekommende gevekster. Behovet afhænger helt af ønsket om rendern/grøftens visuelle fremtræden. Ønskes der en grøft med naturlig tæt bevoksning, vil behovet for vedligehold være mindre, end hvis man ønsker en velholdt græsbeklædt grøft, der periodevis kræver slåning i sæsonen.

Anvendes et filtermateriale af grus/sand vil dette med tiden skulle udskiftes, da tilstopninger medfører en gradvis mindre nedsivning og rensegrad. Filtergruset må påregnes at skulle udskiftes inden for en periode på 10 – 20 år.

Sandfang tilknyttet grøfter og render bør tilses et år efter etableringen af grøften/renderen for at kunne vurdere, hvor meget grus og sand der er i sandfanget. Herefter kan hyppigheden af rensningen af sandfanget vurderes.

Render udført i tæt belægning vil kun kræve et minimum af vedligehold. Spuling kan være nødvendig med fastlagte intervaller, hvor rendern/kanalen er udført med lavt fald. I løvfaldssæsonen kan der være behov for periodevis oprensning af render.

I tabel 5.1 er vist en oversigt over drift og vedligehold for render og grøfter.

	Aktivitet	Hypighed
Jævnligt	Fjerne affald, sand og blade	2-4 gange pr. måned
	Feje og spule faste belægninger	1 gang pr. måned
	Slå græs	1-4 gang pr. måned
	Tilsyn og rensning af brønde	1 gang årligt
	Trimme og beskære beplantning	1-2 gang årligt eller efter behov
Efter behov	Spuling af opsamlingsrør	Når nødvendigt
	Udskiftning af filtergrus	Hvert 10.-20. år
	Eftersåning eller efterplantning, hvis vegetationen beskadiges eller går ud	Når nødvendigt

Tabel 5.1 Drift og vedligehold for render og grøfter

6. ØKONOMI

Overslag over anlægsudgifterne til etablering af de beskrevne typer render og grøfter er vist i tabel 6.1. De samlede anlægsudgifter til en rende eller grøft afhænger af, hvor lang grøften skal være og dermed af de lokale forhold.

Type	Overslag pr. lbm. kr. ekskl. moms
Naturlig lavning i terræn	Ca. 300 kr.
Gravet grøft med filtermateriale sand/grus	Ca. 350 kr.
Gravet grøft med filtermateriale sand/grus samt fordelerrør eller opsamlingsrør	Ca. 650 kr.
Gravet grøft med stenmateriale udlagt som fast bund	Ca. 375 kr.
Tætte kanaler eller render udført i beton eller lign.	Ca. 200 kr.

Tabel 6.1 Økonomiske overslag for anlæg af render og grøfter

Tabellen angiver overslagspriser på typiske grøfter inkl. opbygning, jf. tabel 4.2 og 4.3.

Overslagsprisen på den tætte rende er angivet for en rende med en bredde på 0,3m i beton udlagt på et bærelag af bundsikrings- og stabil grus. Prisen på render kan variere meget alt efter valg af materialer og udformning.

I tabel 6.2 er vist overslag over udgifterne til anlæg, drift og vedligehold og en samlet årlig udgift set over hele grøftens levetid for tre forskellige længder af grøfter:

- Type 1: Grøft på 20 meter
- Type 2: Grøft på 150 meter
- Type 3: Grøft på 250 meter

I priserne er der regnet med en timepris på 300 kr. pr. time til vedligehold og en enhedspris for etablering af en gravet grøft med filtermateriale af sand og grus på 350 kr. pr. meter. Vedligehold kan foretages af ejeren som led i den normale pasning af grønne områder og befæstede arealer, hvilket reducerer udgifterne til 0 kr.

	Type 1	Type 2	Type 3
Anlægsudgifter kr.	7.000	52.500	87.500
Driftsudgifter kr. pr. år	5.400	44.000	73.950
Årlig udgift kr. pr. år - levetid 25 år	5.700	46.100	81.500

Tabel 6.2 Overslag over anlægs- og driftsudgifter til grøfter med filtermateriale af sand og grus

Hvis regnvandet afkobles fuldstændigt fra kloaksystemet, er der mulighed for at søge Københavns Energi om tilbagebetaling af en del af tilslutningsbidraget. Der er ikke indregnet tilbagebetaling af tilslutningsbidraget i de økonomiske overslag.

7. REFERENCER

- Spildevandskomiteens skrift 29: "Forventede ændringer i ekstremregn som følge af klimaændringer", 2008
- Spildevandskomiteens skrift 27: "Funktionspraksis for afløbssystemer under regn", 2005
- Mahabadi, Mehdi (2001): Regenwasserversickerung – Planungsgrundsätze und Bauweisen. Thalacker Medien, Braunschweig.
- The SUDS manual. CIRIA
- Prodana: <http://www.prodana.dk/>
- Normer og vejledning for Anlægsgartnerarbejde 2006, NOVA 06.
- DS 1136 Brolægning og belægningsarbejder, 2003