



Nedsivning på græsarealer

LAR-metodekatalog

Oktober 2011

Aarhus Kommune

Nedsivning på græsarealer

Oktober 2011

Ref Nedsivning på græsarealer

Udarbejdet af:

- Rambøll Danmark A/S

Indholdsfortegnelse

1.	DATABLAD	1
2.	GENEREL BESKRIVELSE	4
2.1	Opbygning og funktion	4
2.2	Krav fra myndigheder	4
2.3	Renseeffekt	5
2.4	Landskab og beplantning	5
2.5	Begrænsninger for anvendelsen	6
3.	ANLÆGSDELE	8
4.	DIMENSIONERING	10
5.	DRIFT OG VEDLIGEHOLD	13
6.	ØKONOMI	14
7.	REFERENCER	15

1. DATABLAD

Regnvand løber direkte ud over en græsflade. Her siver det ned og vander græsset. Ved nedsivning af tagvand, løber det de første par meter ud til græsfladen via en lille rende af betonsten eller andet. Regnvand fra belægninger løber fra belægningen direkte ud over arealet. Ved store regnvejr kan vand fortsætte til et regnbed, infiltrationsgrøft eller andet LAR-anlæg.



Figur 1.1 Eksempel på bygning, hvor tagvand ledes til nedsivning på græsplæne.

Strømning over græsflader væk fra en bygning kan anvendes ved små som store bygninger, hvor man ikke færdes på græsset, mens det regner eller umiddelbart efter, idet der da vil være ekstra vådt i græsset.

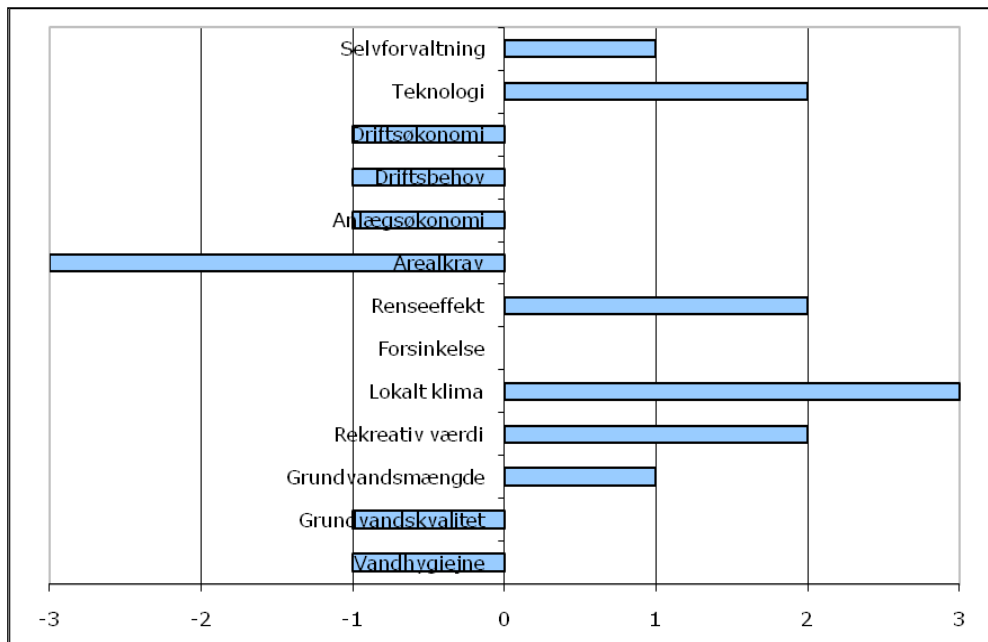
Strømning og nedsivning i græsflader anvendes også for vand, der løber direkte væk fra gang- og cykelstier, parkerings- og vejarealer.

Strømning over græs eller lignende anvendes desuden som forrensning, før regnvand ledes ud i f.eks. et regnbed eller en dam, idet sand og andet materiale fanges i græsset.

Væsentligste egenskaber	Reduktion af vandvolumen Reduktion af intens regn Fjernelse af suspenderet stof	Lav - middel Lav - middel Lav - middel Afhænger af, hvilken overflade vandet strømmer over.
	Fjernelse af kvælstof Fjernelse af tungmetaller Fjernelse af oliestoffer Fjernelse af pesticider Landskabelig værdi	Lav Lav - middel Middel Lav - middel Middel - høj
Drift og vedligehold	Fjerne blade, sand mv. som er skyllet ud i græs Inspicere og udbedre eventuelle skader fra erosion	
Fordele	Al regnvand anvendes direkte til vanding af græs og planter og meget fordampes. Meget enkel og billig at anlægge	
Ulemper	Arealkrævende Fungerer bedst ved flade arealer	
Økonomi	Meget billig at anlægge og vedligeholde	

Tabel 1.1 Metodeoversigt.

Samlet vurdering af nedsivning over græsarealers egenskaber som LAR-metode i forhold til afledning af regnvand direkte til regnvandssystem eller recipient ses af figur 1.2. Hvor der ikke er angivet nogen værdi, vurderes metoden ikke at have nogen væsentlige fordele eller ulemper i forhold til at lede regnvandet direkte til regnvandssystem/recipient.



Figur 1.2 Samlet vurdering af egenskaber.

2. GENEREL BESKRIVELSE

2.1 Opbygning og funktion

Vandet fra et tagnedløbsrør løber direkte ned i en rende af f.eks. betonsten med en lille hulning, se figur 1.1. Renden kan også støbes med natursten eller brosten, eller det kan være et rør, der leder vandet nogle meter væk fra huset, så der ikke opstår fugtskader. Faldet på renden bør være mindst 20 ‰.

Ledes vandet direkte ud over en græsplæne eller lignende, vil vandet ved de fleste regnvejr optages af græssets rodlag og i de øverste jordlag. Ved større regnvejr vil vandet strømme videre, hvis det ikke umiddelbart kan sive ned i jorden.

Græsarealet bør have et fald på 2-5 ‰, så vandet løber langsomt, og så der nedsiver mest muligt vand undervejs.

Metoden er kun velegnet på stejle arealer, hvis græsarealet skrånede ned til et regnbed, dam eller lignende, der kan opsamle vandet.

Alternativer

Græsarealet kan udformes som en hulning i terrænet, se afsnit 4 under Dimensionering.

Jo større bygning / areal, der kommer regnvand fra, jo større græsareal kræves, jf. kapitel 4 om Dimensionering. Ved relativt store bygninger og belægningsområder kan der derfor anlægges regnbede, damme eller andet til opsamling og nedsivning af vandet.

Hvor der er mulighed for at lede større vandmængder til f.eks. en dam eller et vandløb, kan græsfladen have fald hen imod en mindre grøft eller rende, der leder vandet videre dertil. Grøften kan være med en mindre beplantning eller med grus, og have et lille fald på 2-3 ‰, så der optages / nedsiver mest muligt vand undervejs. Se metodebeskrivelsen om Rende og grøfter.

Grus / natursten eller evt. sten med lidt brede fuger er alternativer til græs som nedsivningsområde. Se metodebeskrivelsen om Permeable belægningsområder med græs-armeringsnet og -sten.

2.2 Krav fra myndigheder

Med hensyn til tilladelser der er nødvendige efter miljøbeskyttelsesloven og byggeloven ved etablering af LAR-løsninger henvises til notatet:

”Generelle krav fra myndigheder ved etablering af LAR. Hvad skal der ansøges om? Og hvad må jeg selv udføre?”

Specifikt for ”nedsivning på græsarealer” kan nævnes, at der som udgangspunkt kun må nedsives regnvand fra tage og fra arealer uden væsentlig motortrafik eller andre ikke forurenede aktiviteter. Hvis nedsivningen af regnvand sker fra jordoverfladen uden anlæg af et egentligt nedsivningsanlæg, og der er tale om uforurenede regn-

vand, kræver nedsivningen ikke tilladelse. Tilladelse til nedsivning skal meddeles såfremt vandet kan være forurenet, f.eks. vand fra kobber og blytage, vejvand, vand fra store P-pladser og lignende.

Regnvand skal nedsives mindst 2 meter fra bygninger uden beboelse og uden kældere og mindst 5 meter fra bygninger med beboelse eller kældere. Af hensyn til fugtskader bør disse afstande som ved faskiner også overholdes ved strømning og nedsivning direkte fra overfladen.

Ved strømning ud over frie arealer skal det altid sikres, at der ikke kan løbe vand videre til naboejendomme eller nabomatrikler, og at der i det hele taget ikke kan være gener for naboejendomme.

Der skal derfor sikres, at længden af strømningsarealet mindst svarer til den dimensiongivende længde, jf. afsnit 4 om dimensionering. Som en ekstra sikkerhed kan nedsivningsområdet udformes som en lille hulning, der kan magasinere vandet indtil det er sivet ned.

2.3 Renseeffekt

Når vandet strømmer over græsoverflader og siver ned i jorden, renses regnvandet.

Stofferne i regnvandet bliver filtreret fra i græsset, bindes til græsset og til vækstlaget, filtreres fra gennem jordlag, optages i planter, nedbrydes af mikroorganismer og af solens ultraviolette stråler.

I tabel 2.1 er der givet en vurdering af, hvordan nedsivning på græsearealer renses vandet for forskellige stoffer. Vurderingen er inddelt i tre klasser: høj, middel og lav. Rensningen for især suspenderet stof afhænger meget af, hvilken overflade vandet strømmer over. Ved strømning over græs sker der en bedre rensning end strømning over asfalt eller andre faste belægninger, da sand og suspenderet stof bliver fanget / filtreret fra i græsset, hvor det bliver ført videre med vandet på de mere faste belægninger.

	Suspenderet stof	Tungmetaller	Oliestoffer	Pesticider
Nedsivning på græsarealer	Lav - middel	Lav - middel	Middel	Lav - middel

Tabel 2.1 Oversigt over rensning af regnvandet ved nedsivning på græsarealer.

2.4 Landskab og beplantning

Græsblandingen, der benyttes på arealer med nedsivning af regnvand skal være robust og kunne tåle vejsalt, hvis der ledes vand fra stier mv. ud over græsarealet. I tabel 2.2 er vist forslag til to forskellige græsblandinger, der er velegnede til danske forhold, og som kan bruges på græsarealer til nedsivning af regnvand. Digeblandingen forventes at være mest robust, mens Vejrabat Turflin kræver lidt mildere forhold og har et finere udtryk.

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

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

Hvis ikke græsarealerne skal anvendes, og dermed klippes jævnlige, kan der sås græs med blomsterblandinger. Ligeledes kan der plantes grupper af buske og træer i området, som vandet løber over ud. Herved øges også optagelsen og fordampningen af vand. Der bør ikke gødes eller bruges pesticider i områder, hvor vandet siver ned.

2.5 Begrænsninger for anvendelsen

I tabel 2.3 er nedsivning på græsarealer vurderet i forhold til en række lokale faktorer, som kan begrænse, ændre eller påvirke udførelsen eller driften.

Vandet fra nedsivning på græsarealer kan opsamles i regnbede eller ledes videre til andre regnvandsanlæg som bassiner eller faskiner via grøfter eller render. Efter behov kan der desuden laves et overløb til en afløbsledning for regnvand, en sø, et vandløb mv. Ved overløb til kloak skal det sikres, at der ikke kan ske tilbagestuvning af vand fra kloakken til græsarealet ved at etablere en kontraklap.

Faktor	Påvirkning af anvendelse
Grundvand	Der bør være mindst 1 meter til den højeste grundvandsstand i løbet af året, så vandet kan renses i jordlagene og sive ned.
Jordbundsforhold	Nedsivning af vand kræver, at jorden ikke indeholder for meget ler. Jorden bør minimum have en nedsivningsevne, der er større end 10^{-6} m/s. Græssets rodslag vil dog opsuge vandet fra de fleste regnvejr.
Pladsforhold/arealkrav	Metoden er arealkrævende og kræver flade arealer for at tilbageholde vandet. Det skal sikres, at der ikke kan strømme vand ind på nabogrunde.
Forurening i jorden	<p>Der kan som udgangspunkt ikke etableres nedsivning i områder, hvor jorden er forurenet, da der er risiko for, at forureningen transporteres ned til grundvandet.</p> <p>En stor del af Aarhus by er områdeklassificeret, dvs. jorden vurderes at være lettere forurenet. Forureningen ligger typisk i de øvre jordlag og består af komponenter, som er bundet hårdt til jorden. Nedsivning kan afhængig af den konkrete forurening måske alligevel være en mulighed. Kommunen skal altid foretage en konkret vurdering i det enkelte tilfælde.</p> <p>Hvor der er mulighed for at vejvand strømmer ud over arealerne skal det vurderes om rensningen i græsset og de øverste vækstlag er tilstrækkelig til at sikre, at der ikke siver forurening ned.</p> <p>Regnvand kan indeholde forurenende stoffer, som kan afsættes i jorden, når regnvandet nedsives. Der kan dermed ske en ophobning af forurenende stoffer i jorden, hvilket kan betyde, at der skal tages særlige forholdsregler ved efterfølgende håndtering af jorden."</p>

Tabel 2.3 Oversigt over forhold, der kan påvirke eller begrænse anvendelsen af metoden med nedsivning på græsarealer.

3. ANLÆGSDELE

Nedsivning på græsarealer er meget simpel og består udover et evt. "indløb" til selve nedsivningsområdet af et område med græsgræs.

Indløb

Hvor regnvand fra større flader skal strømme hen over en græsflade, skal det sikres, at vandet fra starten spredes bedst muligt ud langs hele den ene side af græsfladen. Dette gælder f.eks. ved indløb fra et parkeringsareal.

Det brede indløb kan f.eks. udføres ved at sikre et jævnt fald hele vejen hen imod græsfladen, og uden kantsten mellem indløbet og græsfladen. Der kan også sættes kantsten i niveau med belægningen eller en lav kantsten, hvor der f.eks. for hver 5. meter sænkes en kantsten, så det er kontrolleret, hvor vandet strømmer ud på græsfladen.

Hvor vandet strømmer ud på græsfladen lægges mindre natursten, som vandet skal strømme hen over. Herved undgås, at det første græs ødelægges, og at jorden eroderes væk. Meget sand og affald i vandet fanges i indløbet, så det er enkelt at fjerne.

Hvis det er meningen, at vandet skal nedsive, bør det specielt ved parkerings- og vejarealer sikres, at der ikke kan køres ind på græsarealerne, idet jorden da hurtigt mister en del af sin evne til nedsivning. For at forhindre dette kan der f.eks. sættes et hegn eller anden barriere som afgrænsning mellem belægning og græsareal. Skal der være trafik på dele af græsarealet, kan der anvendes f.eks. græsarmeringssten eller græsarmeringsnet, hvor græsset kan gro mellem stenene, se metodebeskrivelsen om permeable belægninger.

På figur 3.1 er vist et eksempel, hvor regnvandet fra en sti strømmer direkte ud på et græsområde, og på figur 3.2 er vist et eksempel, hvor vandet strømmer fra et nedløbsrør via en betonrende til en græsplæne.



Figur 3.1 Eksempel på strømning af vand fra stiareal ud over et græsområde.



Figur 3.2 Eksempel på strømning af vand fra nedløbsrør til græsplæne.

Ved nyanlagte græsplæner kan der ske erosion i jorden, indtil græsset et groet til. Nogle sten til at dæmpe strømningen for enden af renden kan afhjælpe dette. Eller der kan anvendes græsmåtter lige for enden af renden.

4. DIMENSIONERING

Skal regnvandet blot løbe over en græsflade på vej til et regnbed, en infiltrationsgrøft, en dam eller andet regnvandsanlæg behøves der ingen egentlig dimensionering. Det skal her sikres, at vandet ledes direkte til det andet anlæg og ikke kan løbe til f.eks. naboejendomme. De efterfølgende anlæg dimensioneres for alt vandet.

Hvis regnvandet skal nedsives på en græsflade, viser erfaringen ved de fleste jorde, at der behøves en græsflade på 1-2 gange arealet af tage, parkering mv. for at optage og nedsive det meste af regnvandet. Dette gælder for langt de fleste almindelige jorde, der kan sikre en tilstrækkelig nedsivning.

Arealbehovet kan reduceres til 20-25 % af det ovennævnte areal, hvis græsarealet udformes som en 20-30 cm dyb hulning. Her vil vandet danne en lille dam i op til 1-3 dage efter regnvejret, alt efter hvor god nedsivning, der er i jorden. Jorden skal altså være egnet til nedsivning og have en nedsivningsevne på 10^{-6} - 10^{-2} m/s. Se nærmere om jordens nedsivningsevne i metodebeskrivelsen for Faskiner.

Det nødvendige græsareal til nedsivning kan bestemmes således:

Først bestemmes vandmængden fra taget, som et efterfølgende anlæg skal dimensioneres for:

$$Q_{\text{dim}} = i_{\text{dim}} \times \varphi \times A_{\text{tag}}$$

Afløbskoefficienten, φ , er den del af regnvandet, der strømmer videre fra taget. Normalt anvendes 1,0 for tage. Dog er grønne tage og stråtage undtaget herfra, da de tilbageholder en del af vandet. Her anvendes afløbskoefficienter mellem 0,4 - 0,6 jf. tabellen i metodebeskrivelsen for Grønne tage.

i_{dim} er den mængde regn, der skal dimensioneres for (regnintensitet), (åbent system), og A_{tag} er tagets areal.

Det nødvendige græsareal for nedsivning er:

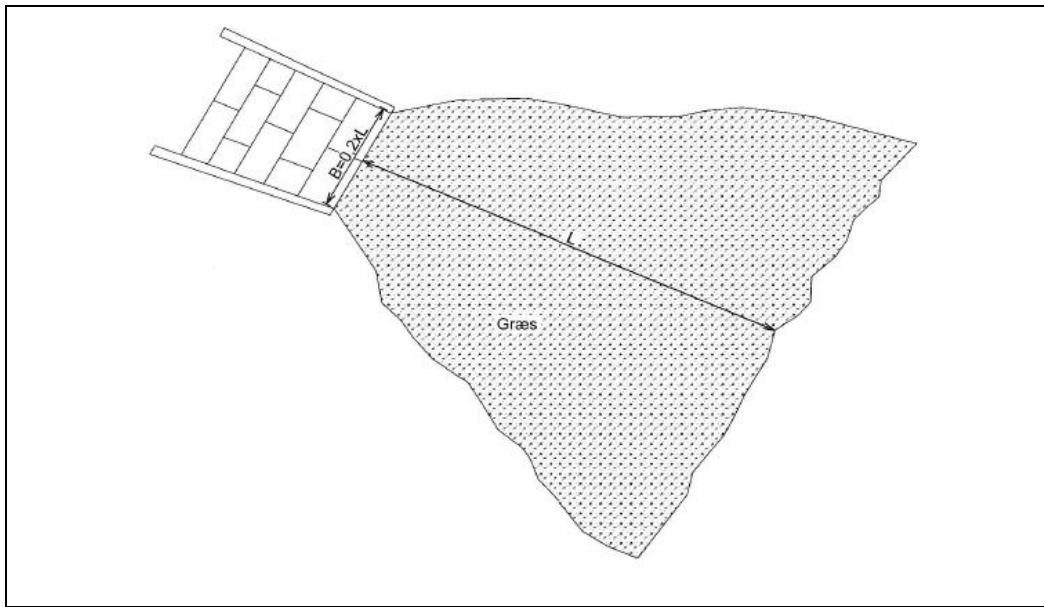
$$A_{\text{græs}} = Q_{\text{dim}} / K$$

hvor K er jordens nedsivningsevne angivet som m/s. Jordens nedsivningsevne er nærmere beskrevet i metodebeskrivelsen om faskiner. Her vises, hvordan en jords evne til nedsivning kan bestemmes, og der findes værdier for K for forskellige jordtyper.

Erfaringer viser, at der opnås en god strømning, når vandet strømmer ud over en bredde (B) på 0,2 gange længden (L) af græsfladen med et fald på græsfladen på 2-5 ‰.

$$A_{\text{græs}} = B \times L$$

Erfaringer viser, at længden kan fastlægges til $L = Q_{\text{dim}} / 4,6$ (meter). (Erfaringer er baseret på Urban Storm Drainage, hvor $4,6 \text{ l/s/m} = 0.05 \text{ cfs/linear foot}$). Figur 4.1 viser princippet i metoden.



Figur 4.1 Skitse af forholdet mellem indstrømningsarealet og længden af græsarealet, som erfaringsmæssigt sikrer en god strømning af vandet.

Ledes vandet til et regnbed, en infiltrationsgrøft, en dam eller andet, se da disse metoder for dimensionering.

Eksempel

Regnvandet fra et parcelhus med tagsten og et tagareal på 140 m^2 skal afledes og nedsives over et græsareal. Der regnes med en dimensionsgivende regn på 274 l/s/ha .

Vandet strømmer ud over en græsflade, hvor den underliggende jord består af fint sand med en nedsivningsevne $K = 10^{-5} \text{ m/s}$. Vandet nedsiver ikke så godt, og der anlægges derfor et regnbed i den nederste del af græsarealet til at opfange den vandmængde, der ikke nedsiver ved at strømme over græsset.

Det nødvendige areal af græsfladen beregnes til:

$$A_{\text{græs}} = (i_{\text{dim}} \times \varphi \times A_{\text{tag}}) / K = (274 \text{ l/s/ha} \times 1,0 \times 140 \text{ m}^2) / 10^{-5} \text{ m/s} = 384 \text{ m}^2$$

Længden på ejendommens græsareal er kun 20 meter. Vandet bør derfor strømme ud på græsarealet over en bredde på ca. 4 meter ($0,2 \times 20$ meter). Det vil sige, at vandet kan strømme over ca. 80 m^2 ($4 \text{ m} \times 20 \text{ m}$) pr. tilløb. Afhængig af bredden af græsarealet kan der etableres flere tilløb. Der skal være en passende afstand mellem indløbene. Med f.eks. 2 tagedløb fra parcelhuset vil der ikke være tilstrækkelig areal til nedsivning af den samlede vandmængde ($2 \times 80 \text{ m}^2 < 384 \text{ m}^2$).

For enden af græsarealet er der et område med borde og bænke, hvor der kan bygges et regnbed. Det meste af de $274 \text{ l/s/ha} \times 1,0 \times 140 \text{ m}^2 = 3,8 \text{ l/s}$ strømmer til regnbedet, som derfor dimensioneres for denne vandmængde.

For dimensionering af regnbedet se videre i regneeksemplet ved metoden om regnbede.

Der kan også anvendes f.eks. regnvandskassetter til nedsivning af den vandmængde, der strømmer videre fra græsarealet. Se mere i metodebeskrivelsen om faskiner.

5. DRIFT OG VEDLIGEHOLD

I tabel 5.1 er vist en oversigt over drift og vedligehold ved nedsivning på græsarealer.

	Aktivitet	Hyppighed
Jævnligt	Fjerne blade, sand mv. som er skyllet ud i græsset	Efter hvert større regnvejr eller efter behov
	Slå græs af området	1 gang om ugen
	Feje og renholde stier, parkeringsarealer mv. som leder vand til græsarealet	1 gang om måneden
Efter behov	Efterse og vedligehold evt. afspærring og hegn	Når nødvendigt – 1 gang årligt
	Inspicere og udbedre eventuelle skader fra erosion ved indløbet på græsområdet	Efter kraftige regnvejr. Mest påkrævet ved nyanlagte græsplæner.

Figur 5.1 Drift og vedligehold ved nedsivning på græsarealer.

Nedsivning på græsarealer kræver meget lidt vedligeholdelse ud over det, der normalt kræves for det pågældende område.

Forurening af vand fra veje, stier, parkeringsarealer mv. varierer meget. Oftest er der begrænset forurening i boligområder og mere i tæt trafikerede områder og f.eks. industriområder.

Jævnlig fejning af parkeringsarealer, veje og stier fjerner store dele af forureningen, så det ikke løber med vandet ud på strømningsarealet. Gadefejning som "rensning ved kilden" anbefales derfor kraftigt i flere lande i stedet for anlæg til rensning.

6. ØKONOMI

Nedsivning af regnvand på eksisterende græsflader er en meget billig metode at anlægge og vedligeholde.

Tabel 6.1 viser overslag over anlægsudgifter, udgifter til drift og vedligehold samt en samlet årlig udgift set over hele anlæggets levetid. Alle udgifter er ekskl. moms. Udgifterne er beregnet i prisniveau 2011 og for 3 forskellige tagstørrelser:

- Parcelhus med tagareal på 140 m² og 2 tagedløb
- Boligejendom med tagareal på 1.500 m² og 8 tagedløb
- Kontorbygning med tagareal på 3.500 m² og 12 tagedløb

I beregningen er der regnet med en enhedspris på 275 kr. pr. meter til etablering af en rende til at lede vand 5 meter væk fra hvert tagedløb til et eksisterende græs-område.

Timepris til vedligehold er antaget til 325 kr. pr. time. I langt de fleste tilfælde kan vedligeholdelsen foretages af ejeren som en del af den normale vedligeholdelse af haver og grønne områder, og her er udgifterne til vedligehold derfor 0 kr. Ligeledes kan anlægget i langt de fleste tilfælde anlægges af ejeren. Dog skal afkobling fra det eksisterende kloaksystem foretages af en autoriseret kloakmester.

	Parcelhus	Boligejendom	Kontorbygning
Anlægsudgifter kr.	2.750	11.000	16.500
Driftsudgifter kr. pr. år	1.250	6.700	10.100
Årlig udgift kr. pr. år - levetid 25 år	1.350	7.200	10.800

Tabel 6.1 Overslag over anlægs- og driftsudgifter i forbindelse med nedsivning på græsarealer (prisniveau 2011).

7. REFERENCER

/1/ Urban Storm Drainage, Criteria manual, vol. 3. Urban Drainage and Flood Control District, Denver, 1999.

/2/ Scandinavian green roof association: www.greenroof.se

Figurer, skitser og grundlag for skitser samt fotos er venligst stillet til rådighed af Rambøll med ©.