



Københavns Kommune

Nedsivning på græsarealer

Juni 2009

Københavns Kommune

Nedsivning på græsarealer

Juni 2009

Ref Nedsivning på græsarealer

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 | Renseeffekt | 4 |
| 2.3 | Landskab og beplantning | 4 |
| 2.4 | Begrænsninger for anvendelsen | 5 |
| 3. | ANLÆGSDELE | 7 |
| 4. | DIMENSIONERING | 9 |
| 5. | DRIFT OG VEDLIGEHOLD | 13 |
| 6. | ØKONOMI | 15 |
| 7. | REFERENCER | 17 |

1. DATABLAD

Regnvand løber direkte ud over en græsflade. Her siver det ned og vander græsset. Er det tagvand, løber det de første par meter 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.

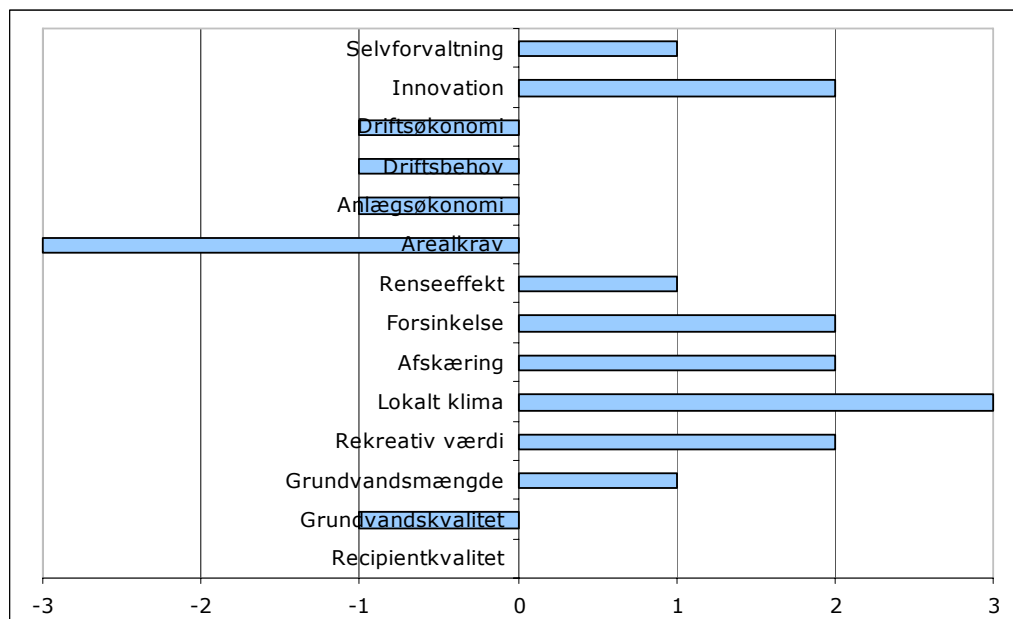


Strømning over græsflader væk fra en bygning kan anvendes ved små som store bygninger, hvor man ikke færdes, mens det regner eller umiddelbart efter, idet der da vil være ekstra vådt i græsset.

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 fx 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 fordamper. Meget enkel og billig at anlægge | |
| Ulemper | Arealkrævende Fungerer bedst ved flade arealer | |
| Økonomi | Meget billig at anlægge og vedligeholde | |



Samlet vurdering af nedsivning over græsarealer 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

Vandet fra et tagnedløbsrør løber direkte ned i en rende af fx betonsten med en lille hulning, se billedet på første side. 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 belægninger kan der derfor anlægges regnbede, damme eller andet til opsamling og nedsivning af vandet.

Hvor der er mulighed for at lede større vandmængder til fx 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 belægninger med græs-armeringsnet og -sten.

Krav fra myndigheder

Regnvand skal nedsives mindst 2 meter fra bygninger uden beboelse og uden kældre og mindst 5 meter fra bygninger med beboelse eller kældre. Disse afstande bør af hensyn til fugtskader 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 dimensionsgivende længde jf. kapitel 4 om dimensionering.

ring. Som en ekstra sikkerhed kan nedsivningsområdet udformes som en lille hulning, der kan magasinere vandet indtil, det er sivet ned.

Københavns Kommunes Center for Miljø skal give tilladelse til nedsivning af regnvand. Der må kun nedsives regnvand fra tage og fra arealer uden motortrafik eller andre ikke forurenende aktiviteter. Regnvand fra tage eller tagnedløbsrør af kobber, bly og zink skal renses inden det siver ned. Der må ikke ledes vand fra disse materialer direkte til nedsivning.

2.2 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 oversigt over, hvordan nedsivning på græsarealer renses vandet for suspenderet stof, tungmetaller, oliestoffer og pesticider i forhold til de øvrige LAR-metoder i kataloget. 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 strømning over ru overflader

2.3 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 2 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 multifi. 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.

2.4 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.

| 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 skal som minimum have en nedsivningsevne, der er større end 10^{-6} m/s. Græssets rodlag 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 | Der kan ikke etableres nedsivning i områder, hvor jorden er forurenede, da der er risiko for, at forureningen transporteres ned til grundvandet. 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. |

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

Vandet fra nedsivning på græsarealer kan opsamles i regnbede eller ledes videre til andre LAR-anlæg 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.

3. ANLÆGSDELE

Strømning over ru overflader er meget simpel og består af et indløb til selve afstrømningsområdet samt området med græs, natursten eller andet.

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 fx ved indløb fra et parkeringsareal.

Det brede indløb kan fx 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 fx 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 sive ned, 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 fx sættes et hegn eller anden barriere som afgrænsning mellem belægning og græsareal. Skal der være trafik på dele af græsarealet, kan der anvendes fx 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 LAR-anlæg behøves der ingen egentlig dimensionering. Det skal her sikres, at vandet ledes direkte til det andet LAR-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), fx 140 l/s/ha, og A_{tag} er tagets areal.

Det nødvendige græsareal for nedsivning er:

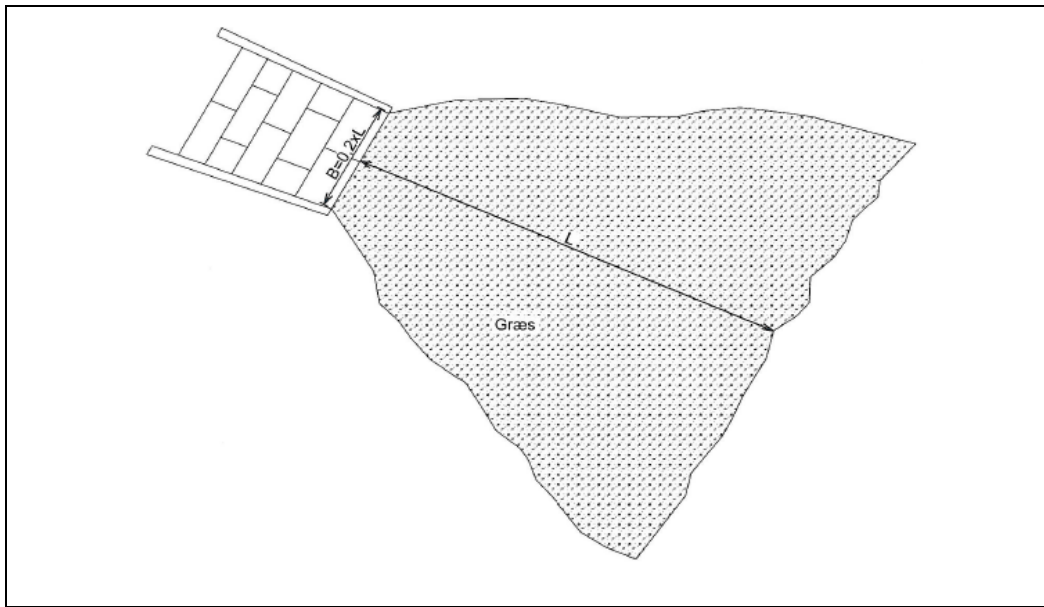
$$A_{\text{græs}} = Q_{\text{dim}} / K$$

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 en etageejendom med tagsten og et areal på 300 m^2 skal afledes og nedsives over et græsareal. Der regnes med en dimensionerende regn på 140 l/s/ha . Alternativt kan der regnes med en dimensionsgivende regn på 182 l/s/ha , svarende til en klimafaktor på $1,3$, der tager højde for fremtidige ændringer i klimaet. I dette eksempel vælges der at ses bort fra en klimafaktor, da vandet ledes til et regnbed, der kan magasinere og nedsive den resterende del af regnvandet.

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:

$$A_{\text{græs}} = (i_{\text{dim}} \times \phi \times A_{\text{tag}}) / K = (140 \text{ l/s/ha} \times 1,0 \times 300 \text{ m}^2) / 10^{-5} \text{ m/s} = 420 \text{ m}^2$$

Længden på etageejendommens græsareal er kun 20 meter. Vandet bør derfor strømme ud på græsarealet over en bredde på ca. 4 meter (0,2 x 20 meter). Det vil sige, at vandet kun kan strømme over ca. 80 m² (4 m x 20 m), hvorfor der ikke nedsiver nok.

For enden af græsarealet er der et område med borde og bænke, hvor der kan bygges et regnbed. Det meste af de 140 l/s/ha x 1,0 x 300 m² = 4,2 l/s strømmer til regnbedet, som derfor dimensioneres for denne vandmængde. Der kan eventuelt regnes med et tillæg på 1,3 (klimafaktor), hvis der regnes med, at levetiden for regnbedet er så lang, at der skal tages højde for udvikling i regnmængder som følge af klimaændringer. For dimensionering af regnbedet se videre i regneeksemplet ved metoden om regnbede.

Der kan også anvendes fx 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 fx 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. Udgifterne er beregnet for 3 forskellige tagstørrelser:

- Parcelhus med tagareal på 140 m² og 2 tagedløb
- Boligejendom med tagareal på 2.000 m² og 10 tagedløb
- Kontorbygning med tagareal på 5.700 m² og 20 tagedløb

I beregningen er der regnet med en enhedspris på 250 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 300 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. | 2.500 | 12.500 | 25.000 |
| Driftsudgifter kr. pr. år | 1.200 | 8.000 | 16.000 |
| Årlig udgift kr. pr. år - levetid 25 år | 400 | 2.500 | 5.000 |

Tabel 6.1 Overslag over anlægs- og driftsudgifter i forbindelse med nedsivning på græsarealer

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

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

Scandinavian green roof association: www.greenroof.se

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