

# Faskiner

LAR-metodekatalog

Oktober 2011

Aarhus Kommune

# Faskiner

Oktober 2011

Ref.: Faskiner

Udarbejdet af:

- Rambøll Danmark A/S

## Indholdsfortegnelse

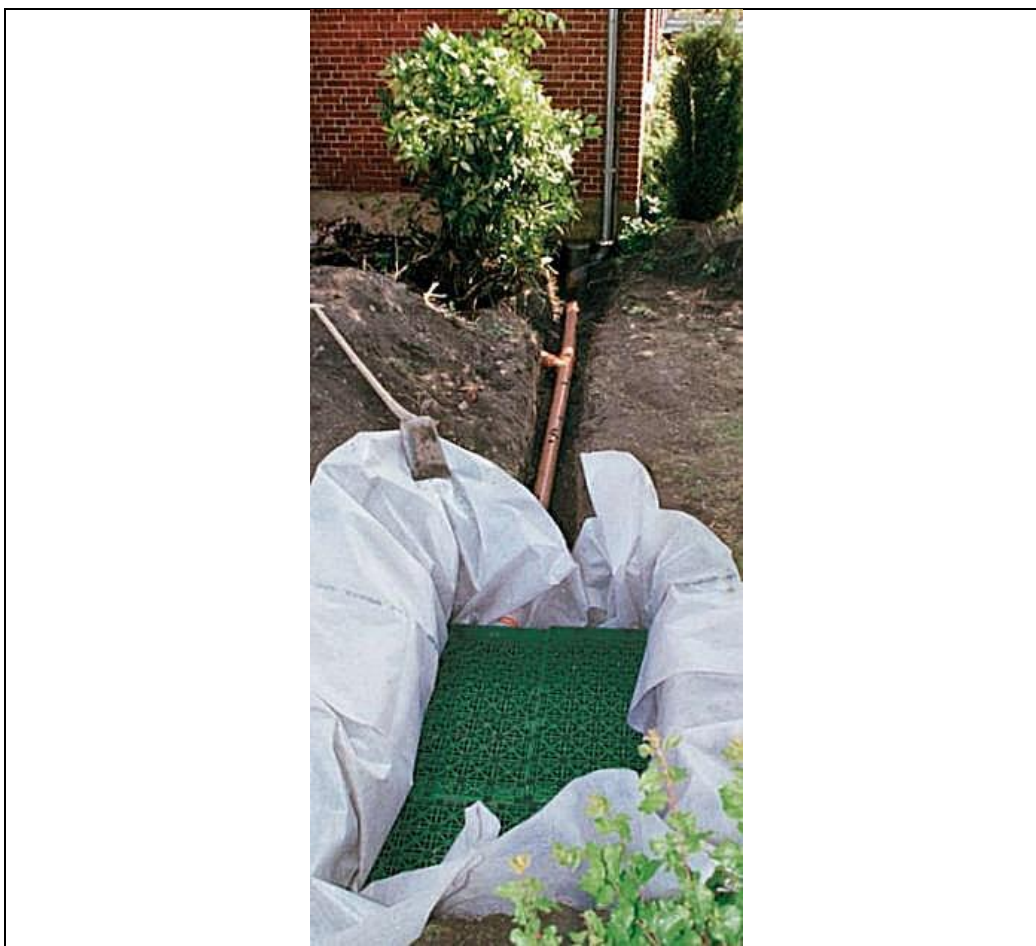
<b>1.</b>	<b>DATABLAD</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>GENEREL BESKRIVELSE</b>	<b>3</b>
2.1	Opbygning og funktion	3
2.2	Krav fra myndigheder	5
2.3	Renseeffekt	5
2.4	Landskab og beplantning	6
2.5	Begrænsninger for anvendelsen	7
<b>3.</b>	<b>ANLÆGSDELE</b>	<b>8</b>
<b>4.</b>	<b>DIMENSIONERING</b>	<b>12</b>
4.1	Nedsivningstest	12
4.2	Faskinens størrelse	15
<b>5.</b>	<b>DRIFT OG VEDLIGEHOLD</b>	<b>21</b>
<b>6.</b>	<b>ØKONOMI</b>	<b>22</b>
<b>7.</b>	<b>REFERENCER</b>	<b>23</b>



## 1. DATABLAD

En faskine skaber hulrum i jorden, hvor regnvandet opsamles. Faskiner kan bygges dels med sten, som ikke pakkes for tæt, men skaber mange hulrum, dels med forskellige typer af plastkassetter. Nedsivningsbrønde er en variant af faskiner, se metodebeskrivelsen om nedsivningsbrønde.

Regnvandet fylder først hulrummene, og herfra siver det ud i jorden og ned til grundvandet. Nedsivningen kan ske over tid og uden at genere brugen af arealerne på jordoverfladen, da faskiner er gravet ned og dækket med jord.

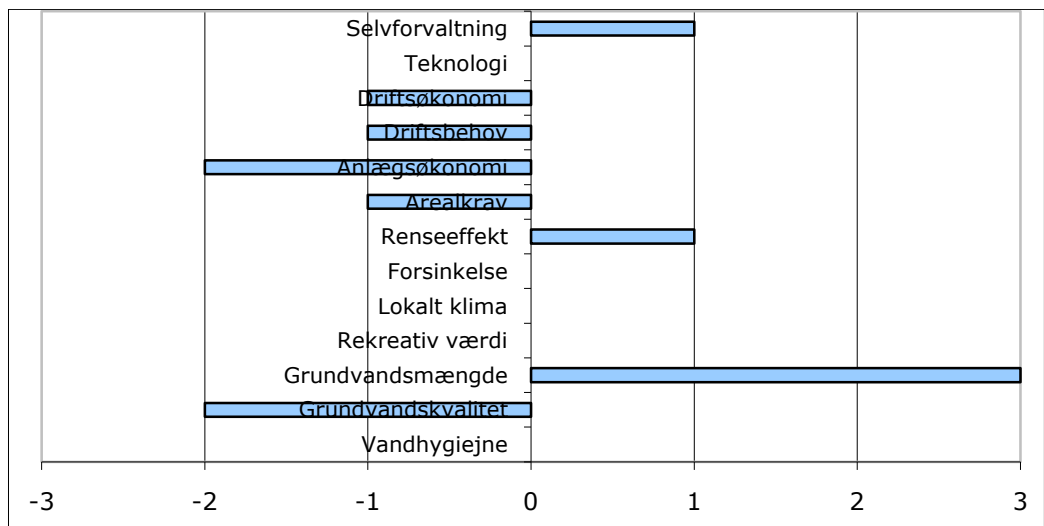


Figur 1.1 Eksempel på en faskine af plastkassetter.

Faskiner kan anvendes både ved enfamiliehuse, etageejendomme og erhvervsejendomme til at magasinere og nedsive regnvand enten selvstændigt eller i kombination med andre LAR-anlæg eller forsinkelsesmetoder. F.eks. kan der anlægges en faskine/nedsivningsanlæg i tilknytning til et regnbed eller under et bassin. Der kan etableres overløb fra faskiner til andre LAR-anlæg eller til kloak (regnvandssystem). Der må ledes uforurenat regnvand til en faskine. Nedsivning kræver altid en tilladelse.

Væsentligste egenskaber	Reduktion af vandvolumen	Høj
	Reduktion af intens regn	Høj
	Fjernelse af suspenderet stof	Lav - Middel
	Fjernelse af kvælstof	Lav
	Fjernelse af tungmetaller	Lav - middel
	Fjernelse af oliestoffer	Lav - middel
	Fjernelse af pesticider	Lav - middel
	Landskabelig værdi	Ingen
Drift og vedligehold	Rense tagrender	
	Feje og renholde befæstede arealer, der har afløb til faskinen	
	Oprette nedløbsbrønde og sandfang foran faskinen	
	Tilsyn med brønde, sandfang, nødoverløb mv.	
Fordele	Reducerer vandmængden til kloak	
	Usynlig på overfladen – vandet er væk med det samme	
	Nem at anlægge og vedligeholde	
	Meget anvendelig til parcelhuse og mindre ejendomme	
Ulemper	Faskinen kan stoppe til, hvor sandfanget ikke tømmes tilstrækkeligt eller ikke fungerer tilfredsstillende.	
	Begrænset rensning af vandet	
	Kræver plads og arealer fri for bygninger. Er især pladskrævende, hvis der ledes vand til faskinen fra større arealer.	
	Kan have kort levetid i forhold til andre LAR-metoder, da faskinen kan stoppe til.	
Økonomi	Middel omkostninger til anlæg og lave omkostninger til drift	

Tabel 1.1 Metodeoversigt.



Figur 1.2 Samlet vurdering af egenskaber.

Samlet vurdering af faskiners egenskaber 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.

## 2. GENEREL BESKRIVELSE

### 2.1 Opbygning og funktion

En faskine består typisk af et ca. 1-2 meter dybt hul eller rende i jorden, der er foret med en fiberdug og fyldt med sten eller plastkassetter, hvor vandet kan magasineres. Fiberdugen lægges omhyggeligt hele vejen rundt om stenene eller plastkassetterne, så det forhindres, at der trænger jord ind i faskinen.

Hvor der skal bygges faskiner, er det meget vigtigt, at der forinden etablering ikke køres med tunge køretøjer på byggepladsen. Det vil trykke jorden sammen, så jordens evne til at nedsive vand bliver formindsket.

Når faskinen er anlagt, dækkes den med jord og er ikke synlig på overfladen. Vand, der ledes til faskinen, vil efterfølgende sive ud i den omgivende jord fra faskinens bund og sider og ned til grundvandet. Faskinen skal være stor nok til at rumme vandmængden, hvis tilstrømningen under regn er større end udsivningen, og hvis der kommer to regn kort efter hinanden. Den første regn kan have fyldt faskinen op, så der ikke plads til den efterfølgende regn.

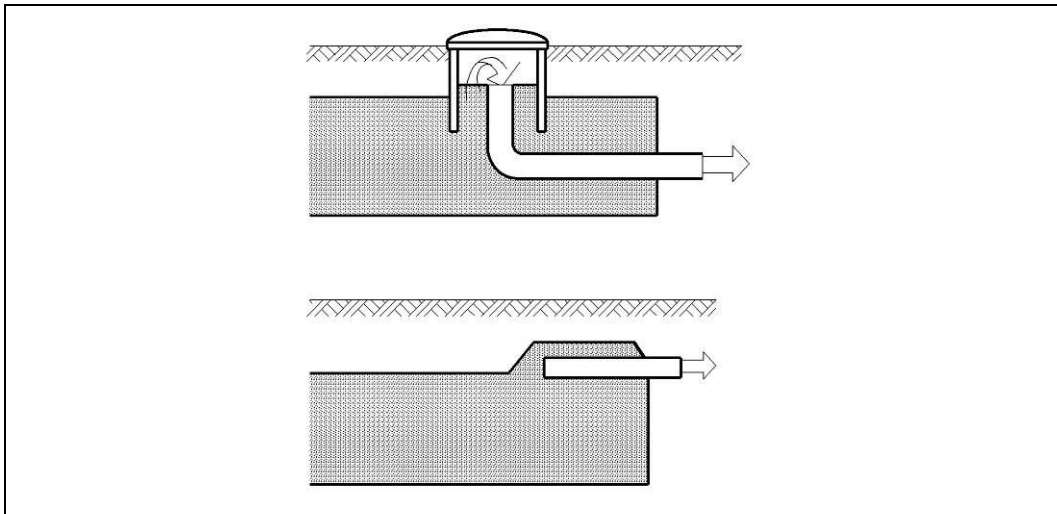
Regnvand fra lyskasser, kældernedgange mv. bør ikke sluttes til faskiner, der får vand fra tagarealer, men bør ledes til separate faskiner. Dette skal sikre, at der ikke sker overløb og dermed oversvømmelse af lyskasser og kældernedgange, hvis faskinen bliver overbelastet ved kraftige regnskyl.

Større partikler og suspenderet materiale (sand, blade mv.) skal fjernes i f.eks. en sandfangsbrønd eller i et åbent sandfang, inden vandet ledes til faskinen. På trods af forrensningen vil faskinens bund normalt stoppe til efter nogen tid. Herefter sker nedsivningen primært fra faskinens sider. Dette betyder, at lange, smalle faskiner med store gennemtrængelige sideflader i forhold til bunden er en fordel frem for rektangulære faskiner.

Ved meget langstrakte faskiner med sten kan der lægges et fordelerrør, som fordeler regnvandet over hele faskinens længde, og dermed udnytter faskinens volumen fuldt ud. Det er ikke nødvendigt med fordelerrør i faskiner med plastkassetter, da hulrummet i plastkassetter er så stort, at vandet hurtigt selv fordeler sig rundt i faskinen.

Faskiner kan udformes, så der er mulighed for overløb til andre LAR-anlæg eller til kloak. Etableres der overløb af regnvand til Aarhus Vands kloakanlæg, vil der blive opkrævet tilslutningsbidrag for regnvandsdelen, hvis der ikke tidligere er opkrævet bidrag herfor.

Ved overløb til kloak, skal der etableres en kontraklap, så der ikke kan løbe vand fra kloakken tilbage til faskinen. Overløbet etableres fra faskinens øverste del, for at faskinen kan forsinke mest muligt vand. Figur 2.1 viser to eksempler på overløb fra faskiner.



Figur 2.1 Overløb fra faskiner til f.eks. andre LAR-anlæg.

Det højeste niveau for grundvandet i løbet af året (som regel om vinteren/foråret) bør ligge mindst 1 meter under bunden af faskinen for at sikre en optimal nedsivning og rensning af vandet. Ved højere grundvandsstand mindskes nedsivningen, da der kun kan ske nedsivning fra den del af faskinen, der ligger over grundvandspejlet. I sådanne situationer kan faskinen f.eks. nedsive vand om sommeren, hvor grundvandsstanden er lavere, mens den om vinteren vil stå delvis vandfyldt.

Jordbunden skal være egnet til nedsivning. Sand og grus er meget velegnet, mens morænejord og ler kræver større faskiner. I meget tæt lerjord kan vandet ikke sive ud af faskinen. For at bestemme om jordbunden er egnet til nedsivning, bør der udføres en nedsivningstest, jf. afsnittet om dimensionering.

Faskiner kan anvendes til at magasinere og nedsive regnvand i alle størrelsesforhold og kan derfor anvendes både ved parcelhuse, etageboliger, virksomheder, parkeringsarealer, pladser mv. Regnvand fra p-pladser eller lignende arealer, hvor der er risiko for at vandet kan være forurenede må dog ikke nedsives, uden at det er renseset. I OSD-områder (Områder med Særlige Drikkevandsinteresser) og indvindingsplaner uden for OSD vil al nedsivning først kunne tillades efter en forudgående rensning eller dokumentation af vandets kvalitet.

Faskiner kan placeres under både ubefæstede og befæstede arealer, som parkeringspladser. Det er dog normalt at placere faskinerne i god afstand fra vej- eller parkeringsareal, så en eventuel opblødning af jorden ved overbelastning af faskinen ikke skader vejens bærelag. Faskiner placeret under f.eks. parkeringsarealer skal dimensioneres for den aktuelle belastning fra biler og lastbiler. Dette skal ske ud fra f.eks. anvisninger fra leverandøren af plastkassetter. Ofte betyder dette, at faskinen skal have større jorddække, end hvis den placeres i ikke-trafikerede områder.

I områder, hvor nedsivning ikke kan tillades, kan faskinen pakkes ind i en tæt membran og udelukkende fungere som forsinkelsesmagasin med afløb til andre LAR-anlæg eller kloak.



## 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 ”faskiner” kan nævnes, at der som udgangspunkt kun må ledes regnvand fra tage og fra arealer uden væsentlig motortrafik eller andre ikke forurenede aktiviteter til en faskine. Aarhus Kommune kan stille vilkår om rensning af overfladevandet forinden nedsivning via faskiner.

Hvis man selv etablerer en faskine for tagvand, skal nedenstående afstandskrav overholdes:

- Faskiner skal etableres mindst 5 meter fra huse med beboelse eller huse med kælder og mindst 2 meter fra huse uden beboelse og kælder. Desuden skal faskiner etableres mindst 2 meter fra skel.
- Afstanden til vandløb, søer og havet og til vandindvindingsanlæg, hvortil der er krav om drikkevandskvalitet, skal være mindst 25 m.

Afkobling og tilslutning til kloaksystemet må kun udføres af en autoriseret kloakmester.

## 2.3 **Renseeffekt**

I faskiner sker der en rensning af regnvandet ved at stofferne binder sig til sand og andre partikler i jorden, når vandet via faskinen nedsives. Endvidere kan mikroorganismer nedbryde stofferne, når vandet siver gennem faskinen og de underliggende jordlag.

Vandet siver dog ikke igennem de øverste jordlag, hvor der er en høj biologisk aktivitet i rodzonen. Der kan opnås en bedre rensning af vandet ved at placere faskinen under f.eks. en rende, hvor vandet først siver gennem de øverste jordlag inden det magasineres og siver videre fra faskinen. Se metodebeskrivelserne om Render og grøfter og Regnbede.

I tabel 2.1 er der givet en vurdering af, hvordan faskiner rens vandet for forskellige stoffer. Vurderingen er inddelt i tre klasser: høj, middel og lav.

	Suspenderet stof	Tungmetaller	Oliestoffer	Pesticider
Faskiner	Lav - Middel	Lav - Middel	Lav - Middel	Lav - Middel

Tabel 2.1 Oversigt over rensning af regnvandet i faskiner.

## 2.4 Landskab og beplantning

Faskiner er gravet ned i jorden og vandet er derfor hverken tilgængeligt eller synligt. Der er derfor ingen tilpasning til omgivelserne eller mulighed for at skabe rekreativ værdi.

Hvis jordoverfladen over faskinen består af bevokset jord, vil jorden direkte over faskinen typisk være mere tør end omgivelserne. Faskinen sikrer en hurtig nedsivning af vandet, og eftersom jorddækket er tyndt, vil der ikke kunne suges vand op fra dybere jordlag. For at undgå bar jord eller vissen vegetation kan der plantes tørketolerante planter over faskinen.

Skal der være græs over faskinen, bør der bruges en blanding af forskellige frø af såvel robuste græsser som andre typer. I tabel 2.2 er vist eksempler på to forskellige frøblandinger, som kan bruges. Digeblandingen forventes at være mest robust, mens Vejrabat Turflin kræver lidt mildere forhold og har et finere udtryk.

Hvis der bruges en græsblanding med mange forskellige egenskaber er der de bedste chancer for, at de forskellige arter og sorter fordeler sig og supplerer hinanden efter forholdene, så forskellige arter dominerer forskellige steder.

"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. Faskiner tiltrækker rødder fra planter, der gror i nærheden. Rødderne skaber hulrum i jorden, som kan øge nedsivningen, samt optage noget af vandet.

Rødder fra kraftige buske og træer skal imidlertid undgås, da de kan skade faskinen og stoppe siderne til, så vandet har sværere ved at sive ud. Der bør derfor holdes en afstand mellem træer og faskiner på ca. halvdelen af træets kronediameter, når det er fuldt udviklet. Som minimum skal der være en vandret afstand på 2,5 m fra faskinens yderkant til midte træ/busk.

## 2.5 Begrænsninger for anvendelsen

I tabel 2.3 er faskiner vurderet i forhold til en række lokale faktorer, som kan begrænse, ændre eller påvirke anlæggets udførelse og drift.

Faktor	Påvirkning af anvendelse
Grundvand	Grundvandet skal ligge minimum 1 meter under faskinens bund, for at nedsivningen fungerer. I områder med grundvandsinteresser kan der kræves særlige foranstaltninger inden nedsivning kan tillades.
Jordbundsforhold	Hvis jorden indeholder for meget ler, er vandet meget lang tid om at sive ned. Faskinen skal derfor være større for at kunne magasinere mere vand.  Jordens nedsivningsevne kan variere markant fra sted til sted selv inden for små områder. Det kan derfor være vanskeligt at dimensionere faskinen optimalt.
Pladsforhold/arealkrav	Faskiner kræver arealer uden bygninger. Da faskiner er nedgravede, kan arealet over faskinen bruges til græsplæne, parkeringsplads mv. Der skal ved dimensioneringen tages forbehold for køretøjer samt sammentrykning og opblødning af jorden.
Forurening i jorden	Der må ikke anlægges faskiner i forurenede jord. Der er risiko for, at forureningen siver med ned i grundvandet. En stor del af Aarhus by er områdeklassificeret, dvs. jorden vurderes at være lettere forurenede. Forureningen ligger typisk i de øvre jordlag og består af komponenter, som er bundet hårdt til jorden. Nedsivning kan som regel også tillades her, når blot der tages hensyn til den konkrete forurening (f.eks. nedsivning etableres under de øvre jordlag). Kommunen skal altid foretage en konkret vurdering i det enkelte tilfælde. 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.

Tabel 2.3 Oversigt over forhold, der kan påvirke eller begrænse anvendelsen af faskiner.

Faskiner kan kobles med overløb til andre LAR-anlæg eller kloakken. Dermed kan der kompenseres for begrænsninger i jordbundsforholdene og for høj grundvandsstand, hvis ikke det nødvendige areal til nedsivning er til rådighed.

Hvis der ikke er overløb fra faskinen, vil der komme til at stå vand på terrænet, hvis der tilledes mere vand, end faskinen er dimensioneret for. Vandet vil samles i naturlige lavninger i terrænet, og der kan blive sumpet og vådt i perioder og ske opblødning af græsplæner.

### 3. ANLÆGSDELE

Faskiner består af:

- Tagnedløbsbrønd eller andet sandfang
- Fyldmateriale i faskine
- Fiberdug omkring faskinen
- Overløb

#### **Terrænforhold**

Faskiner skal placeres, så nedsivningen ikke skader bygninger, og så jorden, hvor faskinen placeres, ikke belastes med regn fra andre flader. Terræn bør falde bort fra bygningen, og faskinen bør ikke anbringes i lavninger i terrænet. Faskinens størrelse og dermed arealkrav afhænger af jordbundens evne til at nedsive vandet, se afsnit 4 om dimensionering.

Faskiner skal placeres, så afstande jf. afsnit 2.2 om krav fra myndigheder er overholdt.

Faskiner skal være udført af materialer, der kan klare belastningen fra aktiviteter på jordoverfladen. Dette er især vigtigt, hvis faskinen ligger under parkeringsarealer eller andre områder med trafik.

#### **Sandfang**

Der skal placeres en sandfangsbrønd eller et åbent sandfang inden vandet løber til faskinen. Sandfanget skal fjerne bundfældeligt materiale fra regnvandet.

Ved mindre faskiner til parcelhuse skal der anbringes en nedløbsbrønd med sandfang enten lige under tagnedløbet, eller 2 tagnedløb kan føres til en fælles ø315 mm nedløbsbrønd med sandfang.

Tagnedløbsrøret kan afsluttes lidt over terræn, så der kan anbringes et grovfilter i afløbsrørets muffe, som vandet passerer, inden det løber ned i nedløbsbrønden med sandfang, jf. figur 3.1. Flere oplysninger om sandfang kan ses i metodebeskrivelsen om sandfangsbrønde og åbne sandfang.



Figur 3.1 Grovfilter på tagedløb (Foto: Kaj Vestergaard).

Til større faskiner, som afleder vand fra større arealer end parcelhuse, skal der etableres et effektivt sandfang opbygget efter følgende princip:

1. Grovfilter på tagedløb til at fjerne blade, grene, sten mv.
2. Stort volumen, så bundfældeligt materiale kan bundfældes.
3. Evt. finmasket filter, der kan fjerne suspenderet stof. Filtret skal være let tilgængeligt og udskifteligt.

Yderligere beskrivelse af sandfang ses i Metodebeskrivelsen om Sandfangsbrønde og Åbne sandfang.

#### **Tilløbsrør**

Afløbet fra nedløbsbrønden/sandfanget skal ligge 0,75 meter under terræn for at være frostsikker. Ledningen fra nedløbsbrønden til faskinen skal lægges med et fald på minimum 10 ‰, dvs. at udgravningen skal falde 10 mm pr. meter fra tagedløbsbrøndens udløb til det sted, hvor faskinen skal ligge. Diameteren af røret skal være mindst 110 mm. Ledningen må ikke ligge vandret eller have bagfald.

### **Fyldmateriale**

Fyldmaterialet kan enten være grus, sten, letklinker eller plastkassetter, der har forskellige hulrumsprocenter. Jo større hulrumsprocent, jo større magasineringsevne, der giver en mindre faskine og er mindre arealkrævende. Typiske hulrumsprocenter er:

- Grus: 10-20 %
- Sten: 20-30 %
- Letklinker: 50 %
- Plastkassetter: 75-95 %

Hulrumsprocenter kan variere, og der skal derfor altid dimensioneres med den hulrumsprocent, som den valgte leverandør kan dokumentere. I modsat fald kan det risikeres, at faskinen får et for lille volumen til magasinering og dermed hyppige oversvømmelser.

Sten: Hvis der anvendes sten, skal materialet være vasket, så stenmel og ler er væk inden materialet fyldes i faskinen. Ellers kan det fine materiale stoppe faskinens sider til. Stenstørrelsen vil typisk være 32/64 mm. Stenfaskiner kan anvendes under befæstede arealer.

Plastkassetter: Der findes mange forskellige typer plastkassetter, men fælles for dem alle er, at de lette at arbejde med og har en høj hulrumsprocent. Det betyder, at plastkassetter kan magasinere langt mere vand pr. areal end stenfaskiner. Faskiner af plastkassetter opbygges af moduler og er derfor fleksible og kan opbygges efter forholdene både i højde, længde og bredde. De forskellige producenter har rør, brønde mv., der passer til modulerne.

Faskiner med plastkassetter kan installeres både i befæstede arealer og i ubefæstede arealer. Producentens anvisninger for belastning af faskinen fra trafiklast skal følges. I befæstede arealer skal der være en jorddækning på minimum 0,8 meter og maksimalt 4 meter. I ubefæstede arealer skal jorddækningen være minimum 0,4 meter.

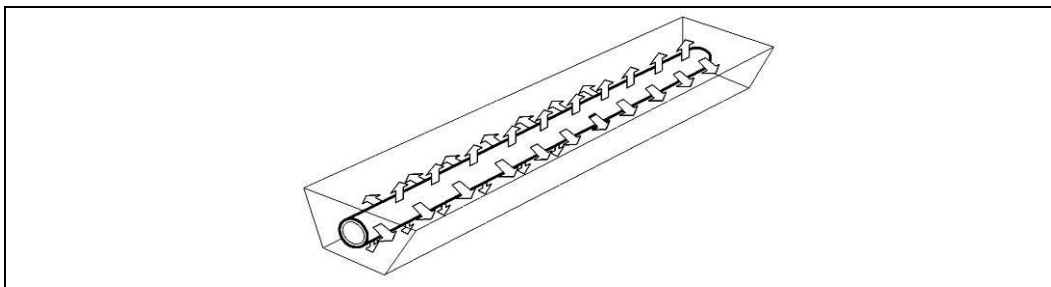
### **Fiberdug**

For at forhindre at jord og lignende kan trænge ind i faskinen og stoppe den til, skal faskinen fores med en fiberdug både i bund, sider og top. Fiberdugen skal lægges med min. 50 cm overlap. Fiberdugen over faskinen skal dækkes af et godt muldlag på minimum 30-40 cm for at sikre, at græsset kan gro. Der skal vælges fiberdug efter faskinens beliggenhed under befæstede overflader eller under ubefæstede arealer. Fiberdugen skal være af en ikke vævet type, have en høj vandgennemtrængelighed på tværs af fiberdugen på mindst 20.000 liter/m<sup>2</sup>/døgn ved et vandsøjletryk på 0,1 mVs og en brudforlængelse på mindst 25 %.

### **Fordelerrør**

For at fordele regnvandet så hurtigt som muligt over hele faskinen, skal der i større faskiner med sten altid udlægges fordelerrør. Af hensyn til drift og vedligehold bør fordelerrørene afsluttes i en rensebrønd, så det er muligt at rense hver ledning for

sig. Fordelerrørene kan være almindelige drænrør med indvendig glat overflade, da de er nemmere at rengøre. Figur 3.2 viser princippet i et fordelerrør.

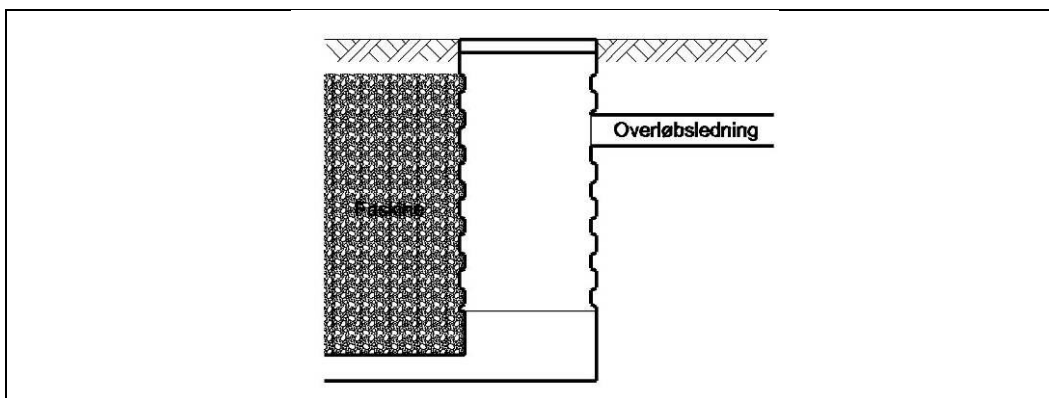


Figur 3.2 Fordelerrør i stenfaskine.

Bunden i større faskiner med fordelerrør skal anlægges med et fald på 2-3 ‰ bort fra fordelerarrangementet.

### Overløb

Større faskiner og faskiner i områder med risiko for overbelastning kan forsynes med et nødoverløb. Nødoverløbet placeres i en rensebrønd, der også kan bruges til inspektion af faskinens funktion. Figur 3.3 viser et nødoverløb i en rensebrønd.



Figur 3.3 Nødoverløb fra faskine.

### Afløbsrør til andet LAR-anlæg / afløbssystem

Overløbsledningen kan f.eks. lede vandet til et lavtliggende område, hvor det nedsi-  
ver eller fordampes eller evt. til regnvandssystem, hvis der er etableret tilslutning.

## 4. DIMENSIONERING

### 4.1 Nedsivningstest

Udsivning fra en faskine afhænger i høj grad af jordbunden. Der skal derfor udføres en nedsivningstest på det sted, hvor faskinen skal etableres. Ved nedsivningstesten bestemmes jordens nedsivningsevne, dvs. hvor hurtigt vandet kan sive væk i den pågældende jord.

I tabel 4.1 er vist eksempler på nedsivningsevne i forskellige jordtyper. Nedsivningsevnen bør ideelt ligge mellem  $5 \times 10^{-3}$  og  $5 \times 10^{-6}$  m/s. Hvis nedsivningsevnen er større end  $10^{-2}$  m/s løber vandet for hurtigt gennem jordlagene uden at blive renset. Hvis nedsivningsevnen er mindre end  $10^{-7}$  m/s, kan vandet ikke løbe hurtigt nok væk fra faskinen.

Jordtype	Kornstørrelse $\mu\text{m}$	Nedsivningsevne K m/s	Værdi ved beregning K m/s
Grus	2.000-60.000	$10^{-3} - 10^{-1}$	$10^{-3}$
Sand	50-2.000	$10^{-5} - 10^{-2}$	$10^{-4}$
Silt	2-50	$10^{-9} - 10^{-5}$	$10^{-6}$
Blåler (uden sprækker)	0-2	$<10^{-9}$	$10^{-8}$
Moræneler	-	$10^{-10} - 10^{-6}$	$10^{-7}$

Tabel 4.1 Nedsivningsevne i forskellige jordtyper.

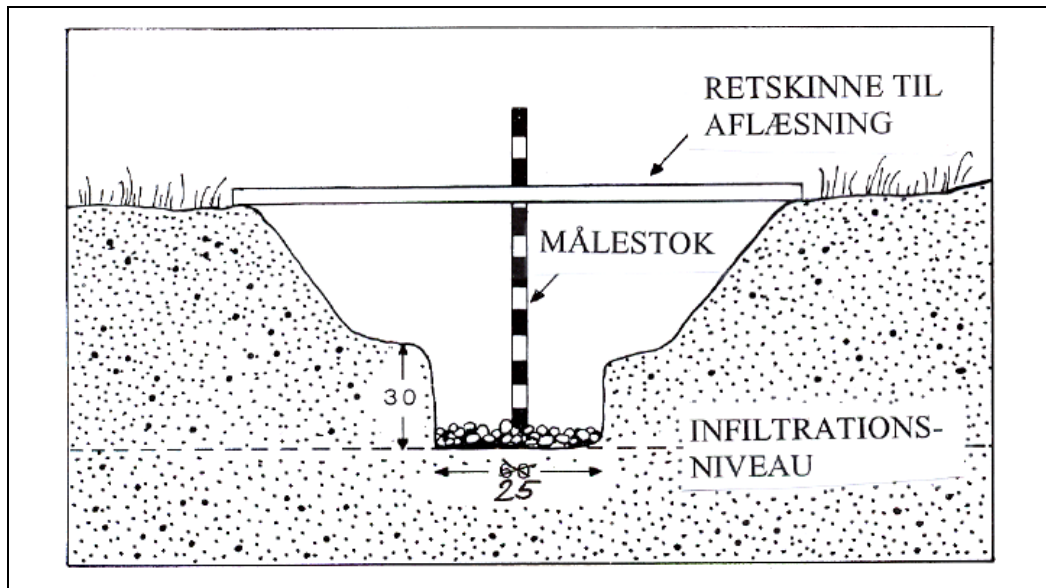
Nedsivningsevnen er også afhængig af, om jorden har et højt eller lavt antal sprækker eller rod/ormegange. Dvs. at en leret jord godt kan have en forholdsvis høj nedsivningsevne, hvis der er mange sprækker eller gange efter rødder eller orme.

Nedsivningstesten udføres på følgende måde:

#### Prøvehul

Der udgraves mindst 2 prøvehuller i området, hvor faskinen skal etableres. Hullerne skal være mindst 0,25 m x 0,25 m og mindst 0,3 m dybe. Hullerne skal ligge mindst 5 m fra hinanden, jf. figur 4.1.





Figur 4.1 Skitse af prøvehul til bestemmelse af jordens nedsivningsevne.

### Vandmætning af jorden

Før nedsivningstesten kan gennemføres, skal jorden være vandmættet. I bunden af hullet lægges ca. 5 cm grus. Derefter fyldes der vand i hullet, så der står mindst 0,2 m over gruslaget. Hullet holdes derefter fyldt i ca. 30 min.

Vandtilførslen afbrydes, og vandets synkehastighed måles. Hvis vandspejlet synker mindre end 0,2 m på 15 min., kan vandmætningen afsluttes, og nedsivningsprøven kan gennemføres.

Hvis vandspejlet synker mere end 0,2 m på 15 min., skal vandmætningen fortsætte, indtil synkehastigheden er næsten konstant.

### Måling af nedsivningsevnen

Vandniveauet i hullet justeres, så det står 0,15 m over gruset i bunden.

Der lægges en retskinne over hullet, og herfra måles nedstik til vandoverfladen.

Nu bestemmes, hvor langt vandet synker på f.eks. 10 min.

Derefter omregnes synkehastigheden til m/s.

Synkehastigheden i m/s er jordens nedsivningsevne, K. Den mindste værdi af de målte nedsivningsevner i de to huller skal anvendes ved dimensionering af faskinen.

### Eksempel

Nedsivningstesten har vist, at vandet synker 50 mm på 10 min. Nedsivnings-  
evnen K i m/s bliver derfor:

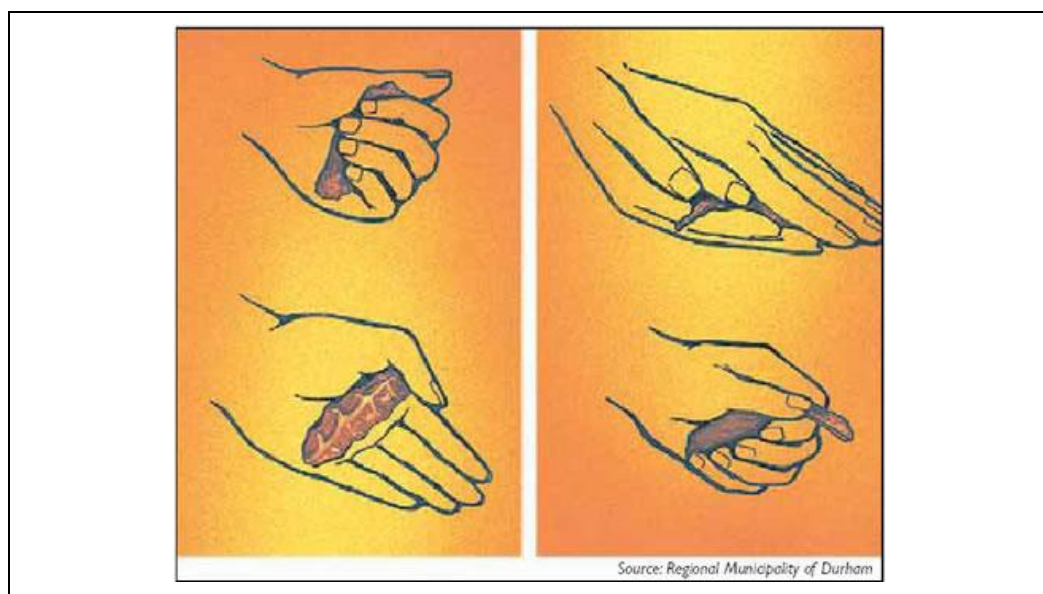
$$50 \text{ mm} / (10 \text{ min} \times 60 \text{ sek/min}) = 0,0833 \text{ mm/s} = 8,3 \times 10^{-5} \text{ m/s.}$$

Som supplement til eller til underbygning af resultaterne fra nedsivningstesten kan jordtypen vurderes ved at føle på jorden. Jord opdeles efter kornstørrelser i ler, sand og en mellemting silt. Jordarternes indhold af ler, sand og silt inddeler jorden i jordbundsclasser, som vist i tabel 4.2.

Jordtype	Jordbundsnummer (JB)	Ler < 2µm	Silt 2-20 µm	Finsand 20-200µm	Sand i alt 20-2000µm
Grovsandet jord	1	0-5	0-20	0-50	75-100
Finsandet jord	2	0-5	0-25	50-100	75-100
Grov lerbl. sandjord	3	5-10	0-25	0-40	65-95
Fin lerbl. sandjord	4	5-10	0-25	40-95	65-95
Grov sandbl. lerjord	5	10-15	0-30	0-40	55-90
Fin sandbl. lerjord	6	10-15	0-30	40-90	55-90
Lerjord	7	15-25	0-35		40-85
Svær lerjord	8	25-45	0-45		10-75
Meget svær lerjord	9	45-100	0-50		0-55
Siltjord	10	0-50	10-100		0-80

Tabel 4.2 Kornstørrelse og procentvise forekomst i de respektive jordbundsclasser.

Nedenstående feltmetoder kan bruges til at indkredse jordbundsnummeret. Figur 4.2 viser, hvordan test A og B udføres.



Figur 4.2 Udførelse af Test A og B til at bestemme jordtyper.

### A Udrulningstest:

En test som er god til at bestemme indholdet af ler. Man ruller den fugtige jord til en pølse mellem håndfladerne. Herefter ruller man ud mellem fingrene til den længst mulige pølse, før den brækker af.

JB-nummer	Udrulningstest
1-2	Prøven kan ikke udrulles, brækker ved forsøg herpå.
3-4	Prøven kan ikke udrulles til ½ blyantstykkelse (3 mm), prøven revner og brækker
5-6	Prøven kan med besvær udrulles til ½ blyantstykkelse, men har stor tendens til at revne og brække.
7	Prøven kan uden større besvær udrulles til ½ blyantstykkelse, da den kun udviser svag tendens til at revne eller brække.
8-9	Prøven udrulles let til ½ blyantstykkelse, og vil ofte kunne formes til en tyk fingerring.

Tabel 4.3 Udrulningstest.

### B Test af jordens evne til at bevare former:

1. Indikation af lerindholdet: Man tager en håndfuld jord op i hænderne og presser jorden sammen i hånden. Hvis jorden holder sammen og forbliver i den form, som man har presset den ind i, kaster man den fra hånd til hånd for at teste styrken af den dannede form. Jo bedre formen forbliver som den er, desto højere lerindhold.
2. Indikation af sandindholdet: Jo højere sandindholdet er, desto dårligere er jordens evne til at bevare sin form. En sandjord med JB-nummer 1-2 har svært ved at bevare nogen form.

### C Test af hvordan jorden føles

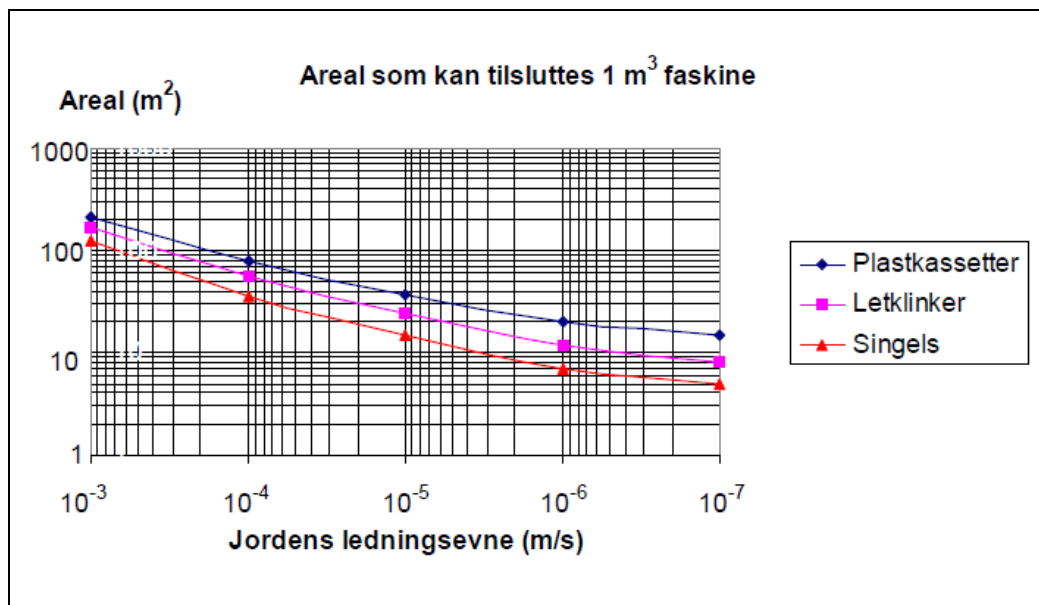
- Indikation af siltindhold: Hvis jorden er en siltjord uden sand, føles prøven som fløjl eller silke (hvis våd) eller talkum (hvis tør).
- Indikation af sandindhold: Hvor indholdet af ler, silt og sand er næsten ens vil en lufttør jord, der er presset sammen til en klump i hånden kunne tåle at blive holdt forsigtigt mellem to fingre. Hvor indholdet af sand er over 95 % kan der ikke dannes en sammenhængende klump af fugtig jord.
- Hvor sandindholdet er omkring 50 % vil man høre en knasende lyd ved at gnide lidt af jorden mellem fingrene nær øret.
- Et lavt sandindhold (under 25-30 %) kan erfares ved at gnide lidt jord ud med vand i håndfladen. Det er da muligt at mærke selv små mængder sand.

## 4.2 Faskinens størrelse Små anlæg

Mindre faskiner til parcelhuse, carporte, udestuer mv. kan dimensioneres efter en simpel metode. Metoden forudsætter, at der anlægges smalle faskiner med en bredde på højst 1 meter og en højde af faskinen på 1 meter. Faskinen må maksimalt modtage vand fra et areal på 150 m<sup>2</sup>.

På figur 4.3 er vist, hvor store arealer, der kan tilsluttes 1 m<sup>3</sup> faskine i forskellige jordtyper. Der er regnet med, at faskinen i gennemsnit bliver overbelastet én gang

hvert andet år. Ved overbelastning kan det overskydende vand f.eks. ledes til lavtliggende græsareal.



Figur 4.3 Areal, som kan tilsluttes 1 m<sup>3</sup> faskine med singels, letklinker eller plastkassetter i forskellige jordtyper. Der må maksimalt være tilsluttet et areal på 150 m<sup>2</sup>.

### Eksempel

Til et hus med en tagflade på 140 m<sup>2</sup> har en infiltrationstest vist, at jorden har en hydraulisk ledningsevne på 10<sup>-6</sup> m/s. Der skal etableres en faskine med plastkassetter. På figur 4.3 aflæses, at der kan tilsluttes 20 m<sup>2</sup> tagflade pr. m<sup>3</sup> faskine.

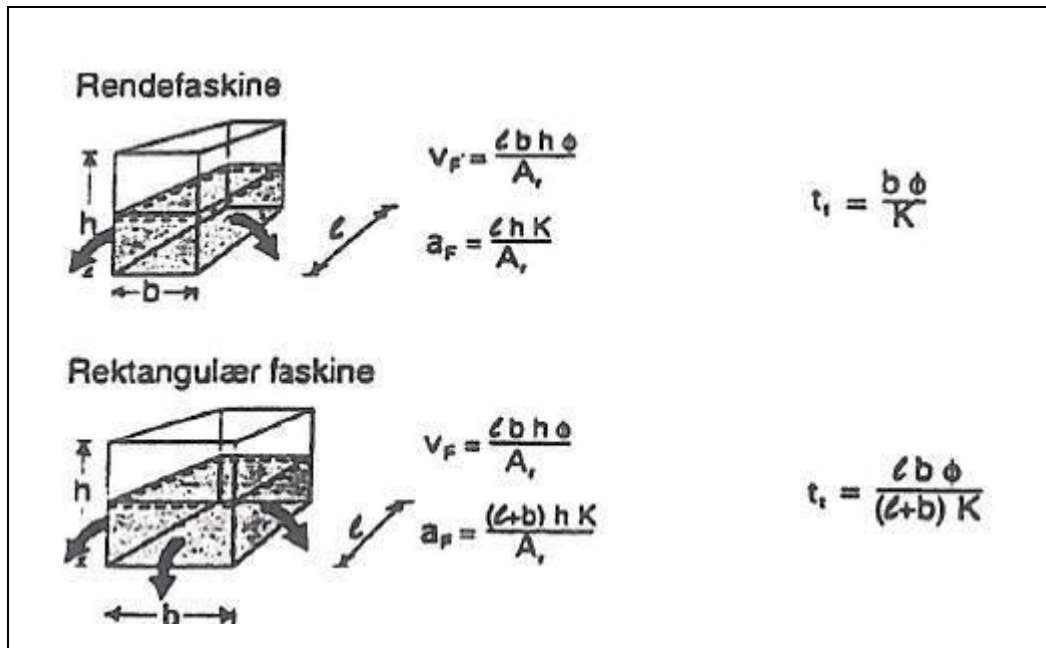
Faskinen skal have størrelsen:  $140 \text{ m}^2 / 20 \text{ m}^2/\text{m}^3 = 7,0 \text{ m}^3$

Med en bredde af faskinen på 1 m og en højde på 1 m bliver faskinens længde 7,0 m.

### Større anlæg

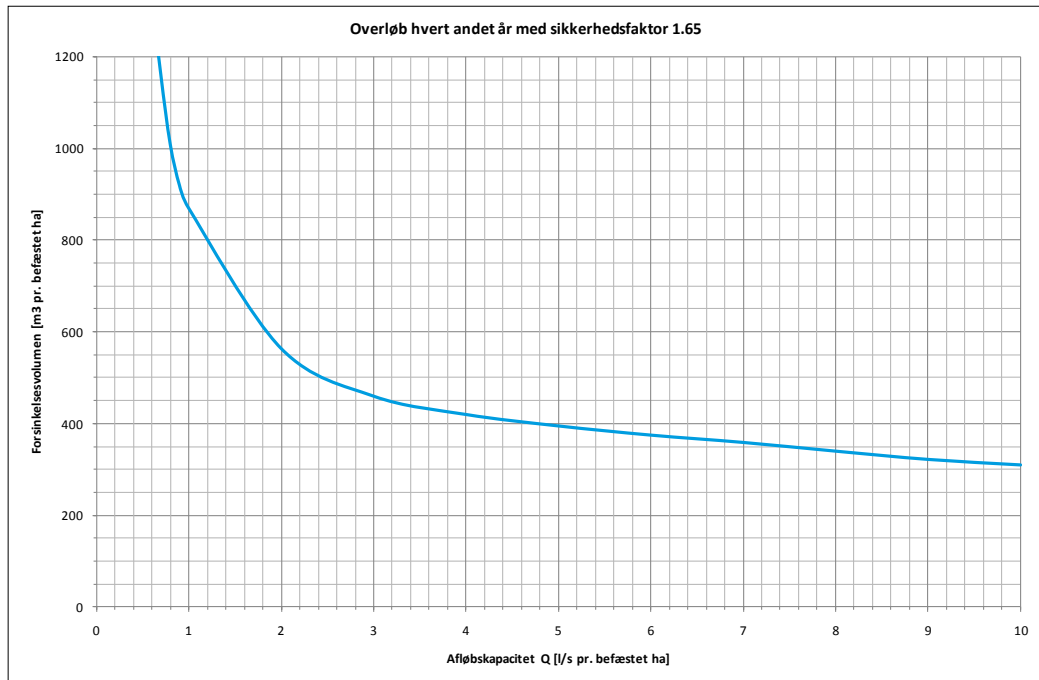
Dimensionering af faskiner til større parcelhuse, flere huse samt afvanding af pladser og veje foretages ud fra nedenstående formler. Da faskiner ofte stopper til i bunden, regnes der kun med udsivning gennem faskinens sider. Figur 4.4 viser beregningsformler for rendefaskiner og rektangulære faskiner.

På figur 4.5 og figur 4.6 er vist det nødvendige specifikke forsinkelsesvolumen, når der maksimalt må ske overløb fra faskinen 1 gang hvert andet år og 1 gang hvert femte år.

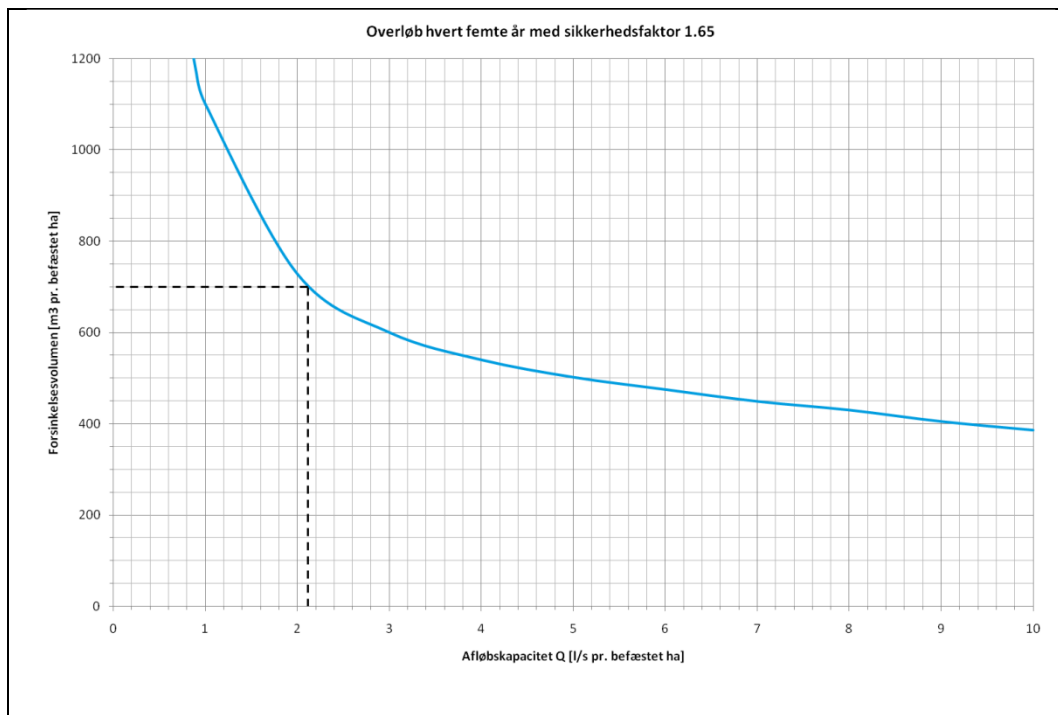


Figur 4.4 Beregningsformler for rendefaskiner og rektangulære faskiner med tæt bund.

- b (m) = bredde af faskine
- h (m) = højde af faskine
- l (m) = længde af faskine
- K (m/s) = jordens nedsivningsevne
- $A_r$  (m<sup>2</sup>) = areal, som afvander til faskinen
- V (m<sup>3</sup>) = volumen af faskine
- $v_F$  (m) = specifikt magasinivolumen i faskine ( $v_F = V/A_r$ )
- $a_F$  (m/s) = afløbstal fra faskine
- $\Phi$  = hulrumsprocenten
- $t_t$  = tømmetiden for faskinen



Figur 4.5 Nødvendigt specifikt volumen af faskine ved forventet overløb 1 gang hvert andet år ( $T = 2$  år).



Figur 4.6 Nødvendigt specifikt volumen af faskine ved forventet overløb 1 gang hvert femte år ( $T = 5$  år).

## Metode

Der udføres nedsivningstest og nedsivningsevnen beregnes som beskrevet i afsnit 4.1.

Afløbskapaciteten beregnes som  $Q_a = (a_F \times 10.000 \text{ m}^2/\text{ha} \times 1.000 \text{ l/m}^3)_r$

Det nødvendige specifikke forsinkelsesvolumen aflæses af grafen og omregnes til aktuelt volumen:  $V = (v_F \times A_r) / 10.000 \text{ m}^2/\text{ha}$

Længde, bredde og højde af faskinen besluttet og faskinens effektive volumen beregnes:

$$V = l \times b \times h \times \Phi$$

Det kontrolleres, om faskinens effektive volumen som minimum svarer til faskinens påkrævede volumen. Hvis det ikke er tilfældet, vurderes en ny højde, bredde eller længde af faskinen, indtil det effektive volumen svarer til det påkrævede volumen.

### Eksempel

Der skal dimensioneres en rektangulær faskine af plastkassetter til en ejendom med et tagareal på  $2.000 \text{ m}^2$

Jordens nedsivningsevne:  $K = 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$

Hulrumsprocent:  $\Phi = 0,95$

Der gættes på følgende dimensioner af faskinen:

Længde  $l = 38 \text{ m}$

Bredde  $b = 4 \text{ m}$

Højde  $h = 1 \text{ m}$

Volumen  $V = l \times b \times h \times \Phi = 38 \times 4 \times 1 \times 0,95 = 144 \text{ m}^3$

Først beregnes afløbskapaciteten:

$Q_a = ((l + b) \times h \times K) / A_r = ((38\text{m}+4\text{m}) \times 1\text{m} \times 1 \times 10^{-5} \text{ m/s} \times 10.000 \text{ m}^2/\text{ha} \times 1.000 \text{ l/m}^3) / 2.000 \text{ m}^2 = 2,1 \text{ l/s}$  pr. befæstet ha.

Der vælges en overløbshyppighed på 1 gang hvert femte år og på figur 4.6 aflæses forsinkelsesvolumenet til:  $700 \text{ m}^3$  pr. befæstet ha.

Det nødvendige volumen af faskinen beregnes til:

$(700 \text{ m}^3/\text{ha} \times 2.000 \text{ m}^2) / 10.000 \text{ m}^2/\text{ha} = 140 \text{ m}^3$ .

Da det beregnede forsinkelsesvolumen svarer til, eller er mindre end, faskinens reelle volumen, er dimensioneringen færdig.

I tabel 4.4 er vist eksempler på størrelser af faskiner med plastkassetter til nedsivning af tagvand fra arealer på henholdsvis 140 m<sup>2</sup>, 1.500 m<sup>2</sup> og 3.500 m<sup>2</sup>.

Bebyggelse	Tagareal m <sup>2</sup>	Højde m	Længde m	Bredde m	Volumen m <sup>3</sup>
Parcelhus	140	1,0	4	1	3,8
Boligejendom	1.500	1,5	20	4	114
Kontorbygning	3.500	2,0	30	5	285

Tabel 4.4 Eksempler på dimensioner af faskiner til nedsivning af regnvand fra forskellige tagarealer. Nedsivningsevne 10<sup>-5</sup> m/s.



## 5. DRIFT OG VEDLIGEHOLD

Aktiviteter for drift og vedligehold af faskiner er vist i tabel 5.1.

	Aktivitet	Hyppighed
Jævnligt	Rense tagrender	Årligt
	Feje og renholde befæstede arealer, der har afløb til faskinen	6-12 gange årligt
	Oprense nedløbsbrønde og sandfang foran faskinen	Mindst 1 gang årligt efter løvfald
	Tilsyn med brønde, sandfang, nødoverløb m.v.	2 gange årligt
Efter behov	Indvendig TV-inspektion af faskine med fordelerrør	Ved manglende funktion
	Kontrol af faskinens funktion i inspektionsbrønd / brønd til nødoverløb ved at fylde vand på faskinen og efterfølgende måle vandets synkehastighed	Ved manglende funktion
	Spule fordelerrør, brønde og større faskiner af plastkassetter.	Når de er tilstoppet

Tabel 5.1 Drift og vedligehold af faskiner.

Vedligeholdelsen af faskiner afhænger meget af, om sand/ler, blade mv. bliver fjernet, inden vandet løber til faskinen. Regelmæssig rensning af tagrender og tømning af sandfang vil forbedre driften og forlænge levetiden af faskinen.

Jævnlig fejning af parkeringsarealer, veje og stier fjerner store dele af forureningen, så det ikke løber med vandet til sandfanget, og betyder øget risiko for at belaste faskinen. Gadefejning som "rensning ved kilden" anbefales derfor kraftigt i udlandet i stedet for anlæg til rensning.

Faskiner kan være vanskelige at inspicere. Nogle faskiner anlægges med inspektionsbrønde og regnvandskassetter, der tillader tv-inspektion (kamera på fjernstyret vogn forbundet med PC) og spuling.

## 6. ØKONOMI

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 følgende 3 forskellige tagarealer. Der er anvendt prisniveau 2011, og alle beløb er ekskl. moms:

- Parcelhus med tagareal på 140 m<sup>2</sup>
- Boligejendom med tagareal på 1.500 m<sup>2</sup>
- Kontorbygning med tagareal på 3.500 m<sup>2</sup>

Til drift og vedligehold er der regnet med en timepris på 325 kr., og der er i alle priser regnet med, at montering, drift og vedligehold foretages af eksterne folk. Drift og vedligehold kan dog også foretages af ejeren selv eller ansat personale, så driftsudgifterne minimeres.

For især de mindre anlæg til parcelhuse kan ejeren selv grave faskinen ned. Afkobling af et eksisterende tagnedløb fra kloaksystemet skal dog stadig foretages af en autoriseret kloakmester.

Anlægsudgifterne indeholder etablering af faskine og sandfangsbrønd samt ledningsarbejde før faskinen.

	Parcelhuse	Boligejendom	Kontorbygning
Anlægsudgifter kr.	12.000	240.000	515.000
Driftsudgifter kr. pr. år	1.000	5.300	10.500
Årlig udgift kr. pr. år - levetid 25 år	1.500	14.700	31.000

Tabel 6.1 Overslag over anlægs- og driftsudgifter til faskiner (prisniveau 2011).

Såfremt der ledes regnvand fra befæstede arealer til faskinen, skal der også indregnes driftsudgifter til at feje og renholde de befæstede arealer. Udgifterne til dette er indregnet i driftsudgifterne i tabel 6.2. Der er regnet med samme faskinestørrelser som ovenfor.

	Parcelhuse	Boligejendom	Kontorbygning
Anlægsudgifter kr.	12.000	240.000	515.000
Driftsudgifter kr. pr. år	2.300	24.000	39.000
Årlig udgift kr. pr. år - levetid 25 år	2.800	33.500	59.500

Tabel 6.2 Overslag over anlægs- og driftsudgifter til faskiner inkl. fejning af arealer (prisniveau 2011).

## 7. REFERENCER

- /1/ Mahabadi, Mehdi (2001): Regenwasserversickerung – Planungsgrundsätze und Bauweisen. Thalacker Medien, Braunschweig.
- /2/ DS 430: Dansk Ingeniørforenings norm for lægning af fleksible ledninger i plast i jord.
- /3/ DS 475: Norm for etablering af ledningsanlæg i jord inkl. tillæg.
- /4/ Teknologisk Institut. Nedsivning af regnvand i faskiner. Vejledning i projektering, dimensionering, udførelse og drift af faskiner. Rørcenter-anvisning 009. Juni 2005.
- /5/ Nedsivning af regnvand – dimensionering. Skrift 25. IDA Spildevandskomiteen 1994.

*Figurer, skitser og grundlag for skitser og fotos er venligst stillet til rådighed af Teknologisk Institut og Spildevandskomiteen (inkl. fotos med ©).*