



REGNVANDSVENTILEN



Rørcenter-anvisning 023
Marts 2018

Regnvandsventilen

Rørcenter-anvisning 023

1. udgave, 1. oplag, 2017

© Rørcentret,
Teknologisk Institut

Tryk og indbinding:
Trykportalen ApS

ISBN XXX

ISSN 1600-9894
Nøgletitel: Rørcenter-anvisning

EAN XXX

Forord

Formålet med denne anvisning er at danne et fælles teknisk grundlag, der kan hjælpe kommuner, forsyninger, rådgiver, entreprenører og borgere i forbindelse med valg, projektering, montering og vedligeholdelse af regnvandsventilen.

Regnvandsventilen er udviklet af arkitekterne Cathrine Leth og Poul Erik Christensen

Realdania har støttet udvikling og afprøvning af regnvandsventilen, og dette er sket i samarbejde med følgende parter:

Cathrine Leth, Vandvender
Poul Erik Christensen, VTI
Bjarke Fjeldsted, Plastmo
Niels Ambæk, Plastmo
Thomas Aabling, Miljø-civilingeniør
Inge Faldager, Seniorprojektleder Teknologisk Institut, Rørcentret
Søren Gabriel, Civilingeniør, Orbicon
Nikolaj Ilsted Beck, Teknologisk Institut, Opfind Nu
Lars Voss, Aut. Kloakmester, entreprenør
Raymond Skaarup, TÅRNBYFORSYNING

Denne anvisning er udarbejdet af Inge Faldager Rørcentret, Teknologisk Institut efter input fra alle involverede parter i projektet.

Marts 2018
Rørcentret, Teknologisk Institut



Indholdsfortegnelse

1	INDLEDNING	6
2	HVAD ER EN REGNVANDSVENTIL	7
2.1	PRODUKTBESKRIVELSE	7
2.2	TEST AF REGNVANDSVENTILEN	8
2.2.1	<i>Laboratorietest på Teknologisk Institut</i>	8
2.2.2	<i>Praktiske forsøg i Tårnby</i>	8
2.2.3	<i>Dimensionering af regnvandsventil</i>	9
3	ANVENDELSESOMRÅDE	10
3.1	KAPACITETSUDFORDRINGER LOKALT	10
3.2	FORVENTNINGER.....	11
3.3	LOVGIVNING	11
4	INSTALLATIONSANVISNING	12
4.1	FORUDSÆTNINGER FOR ANVENDELSE AF REGNVANDSVENTILEN.....	12
4.2	INSTALLATION AF REGNVANDSVENTILEN.....	12
4.3	EKSEMPLER PÅ ETABLERING	14
4.4	ETABLERING AF RENDER	16
5	VEDLIGEHOLDELSE	18
5.1	HVOR SKAL MAN PASSE PÅ.....	18
	BILAG 1: TEST PÅ TEKNOLOGISK INSTITUT	20
	BILAG 2: PRAKTISKE FORSØG I TÅRNBY	22
	BILAG 3: TEST AF GRÆSRENDER	25
	BILAG 4: INSTALLATIONSVEJLEDNING TIL REGNVANDSVENTILEN ...	28

1 Indledning

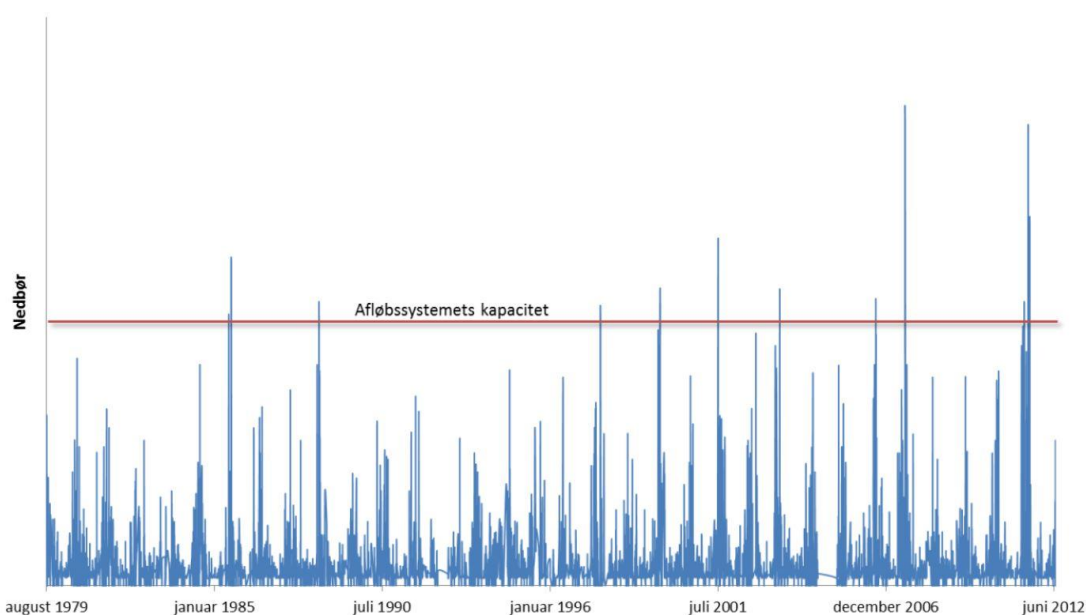
Nedbørsmønstret har ændret sig i Danmark i de senere år bl.a. forårsaget af klimaændringerne. Vi får både mere intensiv og langvarig regn, så større mængder regnvand skal håndteres. Flisebelægning, asfaltbelægning mm., hindrer endvidere den naturlige nedsivning og forøger den overfladiske afstrømning. Disse vandmængder skal også håndteres.

De eksisterende kloaksystemer i Danmark er mange steder ikke blevet vedligeholdt og ajourført. De er derfor i mange tilfælde forældede og nedslidte, og dermed sårbare overfor overbelastning. De er endvidere ikke blevet udvidet i takt med, at kloakplande er blevet ændret, fx når kommunerne udstykker boligområder, hvilket i de fleste tilfælde betyder flere tilslutninger og større belastning. Her viser det sig ofte, at det eksisterende system ikke har ledig kapacitet til at modtage regnvandet fra udstykningerne.

Det samme gør sig gældende ved udstykning af industriområder. Her vil der ofte være endnu større mængder vand, der skal håndteres på grund af en betydelig større befæstelsesgrad for disse områder. Konsekvensen af ikke at håndtere de større volumener regnvand er kælderoversvømmelser og opstuvning af vand på terræn.

Alle kommuner har udarbejdet klimatilpasningsplaner, hvor man angiver, hvordan de forskellige oversvømmelsesproblemer skal håndteres. Mange kommuner har ligeledes udarbejdet tidsplaner for i hvilken rækkefølge de forskellige projekter skal gennemføres. For mange problemområder betyder dette, at der kan være en tids-horisont på både 10 og 20 år inden problemerne er løst.

Det vurderes, at kun 2-5% af nedbøren falder som skybrud, og dermed giver de meget store oversvømmelser. En del af disse oversvømmelser kan afhjælpes midlertidigt eller permanent ved brug af regnvandsventiler. En regnvandsventil er et innovativt produkt på markedet, der kan afhjælpe eller mindske problemerne med overbelastning af kloaksystemerne ind til kommunens klimatilpasningsplan er blevet gennemført. Med en regnvandsventil skæres toppen af de store regnskyl og toppen på 2-5 % af årsnedbøren afledes lokalt i haver/grønne arealer, se figur 1.2



Figur 1.2. Regnvandsventiler kan skære toppen af de større regnskyl, inden de når kloakken

2 Hvad er en regnvandsventil

2.1 Produktbeskrivelse

Regnvandsventilen er en nytænkning og en intelligent løsning inden for regnvands-håndtering. Når regnvandsventilen er installeret under et tagedløb, vil regnvandet under normale regnhændelser føres til kloaksystemet. Under intensiv regn aktiveres ventilen, så tilførsel til kloakken lukkes, og regnvandet ledes ud på terræn. Derved aflastes kloak og afløbssystem, så risikoen for opstemning mindskes.

Regnvandsventilen fjerner toppen af alle kraftige regnbyger og ikke kun skybrud, mens hverdagsregn håndteres normalt

Regnvandsventilen er en del af den værktøjskasse, som eksempelvis forsynings-selskaber eller bygningsejere kan anvende som en hurtig, effektiv og billig sikring mod kraftig regn, fordi tilløbet til kloaksystemet kan reduceres uden store anlægs- og gravearbejder.



Figur 2.1. Princippet i en regnvandsventil. Ved normal nedbør ledes alt regnvandet til kloaksystemet. Under kraftig regn vil en flyder lukke ventilen, så al nedbøren afskæres fra kloaksystemet og løber af på terræn og væk fra bygningen

Regnvandsventilen består af en betonfod, en tragt og en simpel mekanik - en lille flyder forbundet med en prop - der aktiveres af regnens intensitet. Regnvandsventilen installeres på nedløbsrør og placeres oven på den sandfangsbrønd, der fører regnvandet til det underjordiske kloaksystem. Regnvandsventilen fylder mindre end 25x25x25 cm.

Når regnvandsventilen er monteret på jordoverfladen under nedløbsrøret, vil regnvandet ved normale regnskyl løbe i kloaksystemet. Under kraftig regn vil ventilen lukke til, så regnvandet helt lokalt ledes ud på terræn. Derved hindres overbelastning af afløbssystemet, så kloakvand ikke trænger ind i kældre, skyder dæksler op, og støver op på gader og pladser.

2.2 Test af regnvandsventilen

Regnvandsventilen er blevet testet på Teknologisk Institut med henblik på:

- Produktudvikling og justering
- Vandføring inden overløbet træder i funktion

Regnvandsventilen er også testet i et villaområde i Tårnby med henblik på:

- Hvordan man frivilligt får boligejere med på at få monteret en regnvandsventil
- Test af regnvandsventilen i forhold til smuds og praktisk drift
- Måle og dokumentere reduktionen af vandføringen i hovedledningen, når regnvandsventilen var monteret

2.2.1 Laboratorietest på Teknologisk Institut

Regnvandsventilen er blevet udviklet og afprøvet i Teknologisk Instituts Klimalaboratorium med henblik på at finde den rigtige udformning af ventilen, samt den vandføring, der medfører lukning af ventilen og dermed overløb. Nærmere beskrivelse af laboratorietestene findes i bilag 1



Figur 2.2. A: Regnvandsventilen er åben. B: Regnvandsventilen er fyldt med vand og er lige ved at blive aktiveret. C: Regnvandsventilen er lukket og alt vandet går i overløb

2.2.2 Praktiske forsøg i Tårnby

I samarbejde med TÅRNBYFORSYNING blev regnvandsventilen testet i fuld skala i et boligkvarter med fælleskloakering i Tårnby i 2015 og 2016. Området har tidligere været plaget af oversvømmede kældre. Hovedformålet for testen var at undersøge, hvor store tagarealer, der kan afskæres fra kloaksystemet under kraftig regn, samt måle og dokumentere reduktionen af vandføringen i hovedkloakken, efter at regnvandsventiler var monteret på tagnedløb.

Beskrivelse af de praktiske forsøg er vist i bilag 2.

De praktiske forsøg viste, at i et villaområde kan ca. 50% af tagfladerne afkobles med en regnvandsventil.

I det gennemførte forsøg blev dog kun ca. 30 % afkoblet, fordi der ikke var mulighed for, i dette korte forsøg, at lave anlægsarbejder med at etablere græsrender til bortledning af overløbsvand fra nogle huse til græsarealer.

I Tårnby var der ingen "rigtige" skybrud med 15 mm over 30 min i testperioden, men der var 4 hændelser med regnintensiteter, der fik regnvandsventilerne til at lukke.

De praktiske forsøg viste, at med regnvandsventiler kan afstrømningen i afløbssystemerne under kraftig regn mindskes med samme procentdel, som de tagarealer, der afkobles. Dette forhold viser, at regnvandsventilen har potentiale til, at aflaste afløbssystemerne, så de kan overholde servicemål uden store anlægsarbejder.

2.2.3 Dimensionering af regnvandsventil

Regnvandsventilen skal lukke for tagvand ca. 3 gange pr. år. Ved hjælp af de seneste nedbørsdata fra Spildevandskomiteens skrift nr. 30 - Opdaterede klimafaktorer og dimensionsgivende regnintensiteter, svarer dette til en nedbørsintensitet på **75 l/s/ha**.

Ved hjælp af denne regnintensitet kan det beregnes, hvor store tagarealer, der kan sluttes til regnvandsventilen.

Regnvandsventilen lukker ved 0,32 l/s.

Med denne vandføring kan regnvandsventilen belastes med:

$0,32 \times 10.000 / 75 = 42.67 \text{ m}^2$ tagareal før den lukker.

En regnvandsventil er egnet til tage på 30-60 m²
--

Bemærk:

- Hvis der sluttes mere tagareal til, vil ventilen lukke oftere, og der vil løbe mere regnvand ud i haven. Dette kan medføre krav fra kommunen om, at der skal søges om nedsivningstilladelse
- Hvis der sluttes mindre tagareal til, vil ventilen lukke sjældent, men den vil altid lukke under voldsomt skybrud

3 Anvendelsesområde

Regnvandsventilen er en del af den værktøjskasse, som forsyningsselskaber kan anvende til en hurtig, effektiv og billig reduktion af vandmængderne i kloaksystemet uden store anlægs- og gravearbejder. Regnvandsventilen kan hjælpe forsyningsselskaber og bygningsejere med kapacitetsproblemer både i fællessystemer og separate regnvandsledninger. I underdimensionerede fælleskloakerede eller separatkloakerede systemer, vil det være relevant at installere regnvandsventiler på bygningernes tagnedløb. Det kan være permanent eller midlertidigt, hvis tidshorisonten, for eksempelvis renovering/udbygning af ledningsnettet, er lang.

For hovedkloaksystemerne har regnvandsventilen dog størst effekt, når et større antal nedløb i et givent område bliver frakoblet. Her vil regnvandsventilen både reducere belastning på hovedkloaksystemet og på det private afløbssystem ved den enkelte bygning.

Hvor kan regnvandsventilen anvendes:

- Ved villaer og etageejendomme, hvor overløbet af vand håndteres/nedsives i græsplæner eller blomsterbede
- I tætte byområder hvor overløbet kan nedsives i gårdrum, eller udledes til kanaler, havne eller parkrum
- I tætte byområder, hvor befæstede arealer kan bruges til overfladeforsinkelse eller overløbet kan ledes til veje, skybrudsveje mv.
- I mange ældre villaer er kapaciteten på stikledningen nedsat pga. ælde, eller ledningerne er underdimensionerede. Her kan regnvandsventilen aflaste stikledningen under kraftig regn og forhindre kælderoversvømmelse med eget tagvand
- I forbindelse med villaer med gamle utilstrækkelige faskiner kan regnvandsventilen aflaste faskinen, så overløb ikke opfugter murværket
- I tætte byområder, hvor det ikke er muligt eller er for dyrt at sløjfe de gamle rør ved en separering, kan regnvandsventilen anvendes til at sikre, at der under regn løber lidt vand i ledningerne, så de ikke bliver rottereder
- I forbindelse med etablering af LAR-anlæg kan, regnvandsventilen anvendes på samme måde. De eksisterende regnvandsledninger behøver ikke at blive sløjfet/nedlagt, fordi regnvandsventilen sikrer, at der under regn løber lidt vand i ledningerne, så de ikke bliver rottereder

De sidste 2 løsninger kræver dog, at det stadig er muligt at lede en smule regnvand til kloakken. Desuden skal afløbet fra regnvandsventilen neddroles, så størstedelen af regnvandet ledes til terræn. Sammenfatning om regnvandsventilen:

- Leder tagvand til kloak under normal nedbør
- Afskærer tagvand fra kloak under store regnskyl
- Er enkel at installere uden gravearbejde
- Fungerer som bladfang og er let at rense
- Det forventes, at regnvandsventilen aktiveres 2-5 gange årligt

3.1 Kapacitetsudfordringer lokalt

Private husejere, der har problemer med kapaciteten i de private kloakker, og som derfor oplever oversvømmelse med vand fra deres egne tage, kan anvende regnvandsventilen til aflastning af det private afløbssystem under kraftig regn.

I forbindelse med villaer med gamle utilstrækkelige faskiner kan regnvandsventilen aflaste faskinen, så overløb ikke sker ved nedløbsbrønden, der står klods op af husmuren. Her er der stor fare for opfugtning af murværket.

Grundejerforeninger, der i fællesskab ønsker at hjælpe hinanden, evt. i områder, hvor lavtliggende huses kældre belastes af højere beliggende huses tagflader.

I tætte byområder, hvor vandet på udvalgte steder kan afledes til gårdrum, parkeringspladser mv. til nedsivning eller til opmagasinering.

Regnvandsventilen virker således både ved kollektiv indsats, men kan også afhjælpe individuelle problemer. Det er dog den kollektive indsats, der har størst effekt på hovedafløbsledningernes funktion.

3.2 Forventninger

Med regnvandsventilen vil tagvandet løbe direkte fra taget ud på terræn under store regnskyl. Anvendelse af regnvandsventilen forudsætter derfor, at der er et areal til rådighed ved hver regnvandsventil, som vandet kan udledes til, og hvor det kan nedsives. Det kan være en græsplæne, et blomsterbed eller et større fliseareal. I tætte byområder kan vandet fra regnvandsventilen også afledes til et midlertidigt opmagasineringssted (en forsænket legeplads eller lignende), hvor vandet kan magasineres til den kraftige regn er ovre.

Regnvandsventiler har samlet set effekt, selvom de ikke installeres på alle nedløbsrør.

I villaområder vil 50% af tagarealer kunne afkobles med regnvandsventiler. I industriområder eller tætte bykerner kan en større procentdel formentlig afkobles. Det er ikke muligt, at afkoble alle tagnedløb, fordi der altid er steder hvor terrænfald, bygningsanvendelse mv. gør det uhensigtsmæssigt at installere regnvandsventiler. Se kapitel 4 om installation.

Brug af regnvandsventilen i større områder kan opgradere servicemålet for afløbssystemets funktion specielt i de områder, hvor serviceniveauet på oversvømmelse på terræn 1 gang hvert 10. år endnu ikke er opnået.

Regnvandsventilen er et af værktøjerne til LAS – Lokal Afledning af Skybrud og kraftig regn
--

3.3 Lovgivning

Der skal ikke søges om nedsivningstilladelse ved installation af regnvandsventilen. Dog skal nedsivningen af overløbet, som træder i kraft et par gange om året, opfylde de krav, der er angivet i både Bygningsreglementet og i Miljølovgivningen. Kravene er følgende:

- Overløbsvandet skal holdes på egen grund
- Overløbet skal placeres og udføres, så der ikke opstår overfladisk afstrømning og gener i øvrigt
- Afstanden til vandindvindingsanlæg, hvor der er stillet krav om drikkevandskvalitet skal være mindst 25 meter
- Afstand fra nedsivningsareal til vandløb, søer eller havet skal være mindst 25 meter
- Afstand fra nedsivningsareal til beboelse skal være mindst 2 meter
- Afstand fra nedsivningsareal til beboelse med kælder skal være mindst 2 meter men gerne 5 meter
- Afstand fra nedsivningsareal til udhuse og skel skal være mindst 2 meter
- Regnvandsventilen må ikke anvendes, hvis jordbunden er forurenset

Samtidig skal installationsvejledningen følges, herunder skal der foretages en vurdering af, om placering/nedløb er egnet til installation af regnvandsventilen. Da installationen ikke umiddelbart kræver indgriben i brønd og kloaksystem, er der ikke krav om at installationen udføres af en autoriseret kloakmester, jf. autorisationsloven på kloakinstallationsområdet.

4 Installationsanvisning

4.1 Forudsætninger for anvendelse af regnvandsventilen

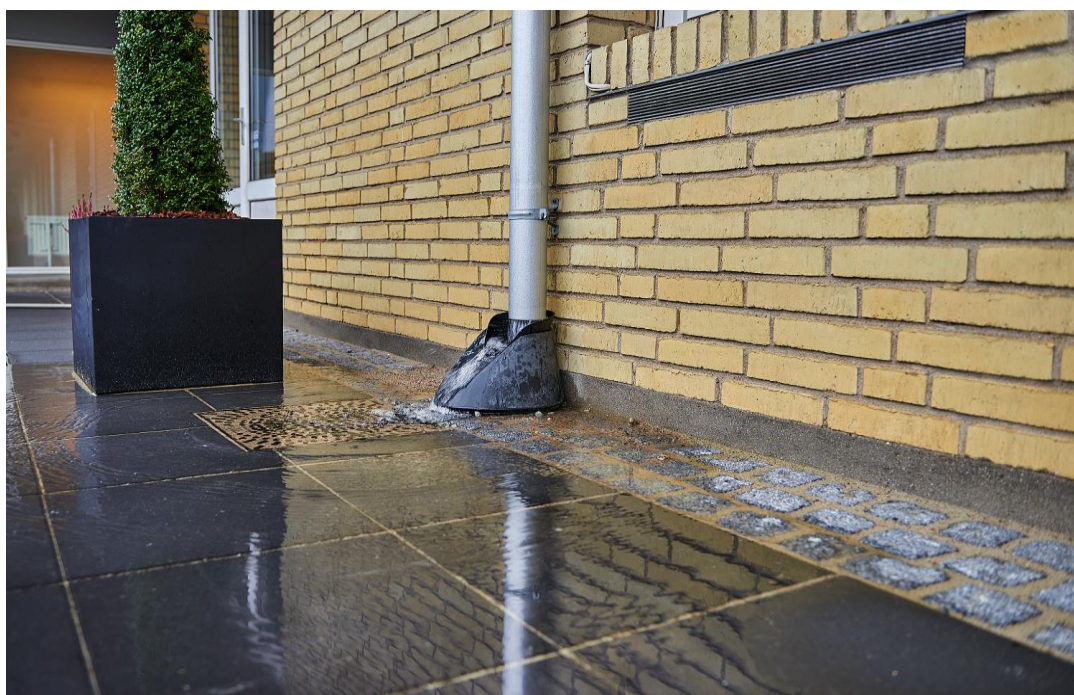
For at sikre, at der ikke skal opstå fugtskader på bygninger, når der er installeret en regnvandsventil, er det vigtigt at sikre sig, at følgende forudsætninger er opfyldt:

- Terræn skal have tilstrækkeligt fald væk fra bygningen – minimum 25 ‰, hvis vandet skal løbe over græsarealer og minimum 20 ‰. (2 cm pr. meter), hvis vandet skal løbe over en flisebelægning
- Regnvandsventilen skal placeres på fast belægning. Enten lige oven på betondækslet ved nedløbet eller ved at lægge en flise under regnvandsventilen
- Afstanden fra bygning til det sted, hvor vandet kan nedsive, skal være minimum 2 m
- Hvis bygningen har kælder anbefales det at afstanden øges til 5 meter
- På arealer med græs op til sokkel, skal der etableres en tæt rende enten af beton, fliser eller hårdt stampet jord med fiberdug under (se afsnit 4.4) i en afstand på 2-5 meter fra fundamentet
- Afstanden mellem skel og nedsivningsarealet, skal være minimum 2 m
- Terrænets fald fra regnvandsventilens overløb må ikke føre i retning af kælderskakt, kældervinduer eller lignende
- Regnvandsventilen er ikke egnet til tagarealer, der er mindre en 10 m² pr. nedløb.
- Det skal sikres, at overløbsvandet ikke kan løbe ind på nabogrunden

De oplyste forudsætninger for anvendelse af regnvandsventilen, skal være til stede for en vellykket installation.

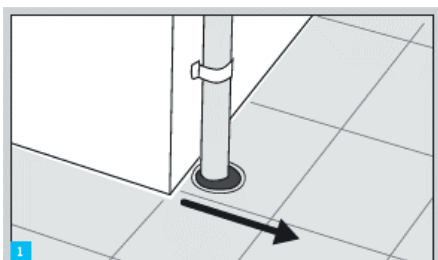
4.2 Installation af regnvandsventilen

Regnvandsventilen placeres oven på brønden under nedløbsrøret. Det er ikke nødvendigt at grave.

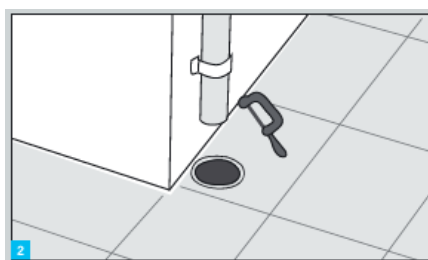


Figur 4.1. Sådan placeres regnvandsventilen

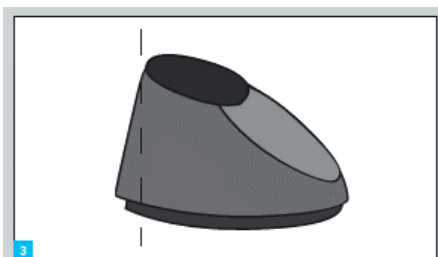
I det følgende er det vist, hvordan regnvandsventilen skal installeres. Installationsvejledningen findes som bilag 4.



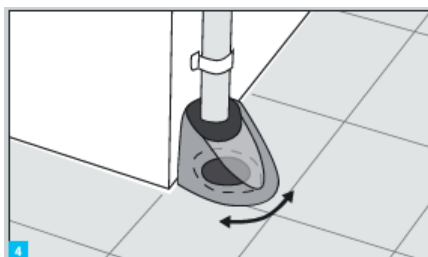
Terrænet skal have fald væk fra huset. Faldet skal være 25 ‰ ved græsarealer og 20 ‰ ved befæstede arealer.



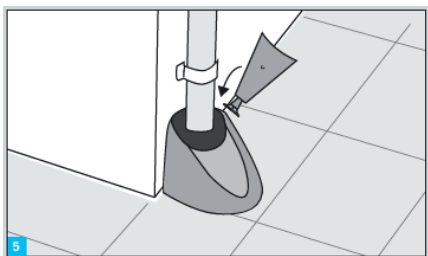
Nedløbsrøret justeres eller afkortes med en nedstryger til 21 - 23 cm over den faste belægning. Nedløbsrørets udløb skal ende inde i tragtens krave, så der ikke kommer vandstænk på facaden. Ofte er det tilstrækkeligt at fjerne den nederste del af nedløbet (nedførslen) og løfte nedløbet en anelse op. Dermed kan afkorting af nedløbet undgås. Nedløbsrøret skal sidde godt fast på facaden.



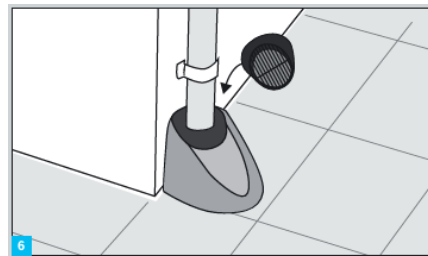
Hvis brønd og nedløb sidder for tæt ind til facaden, kan bagkanten af foden skæres af med en vinkelsliber.



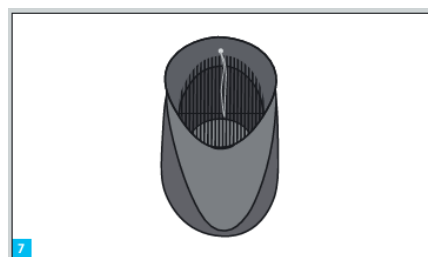
Foden sættes på plads over brønden. Drej foden den vej, som man ønsker at vandstrømmen skal løbe ved overløb.



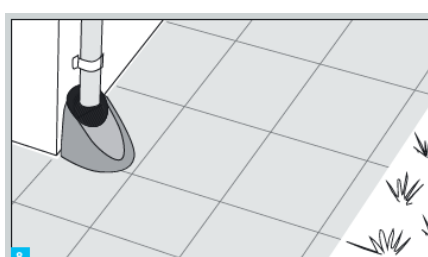
Tragten sættes i foden, så de to tapper på tragten trykkes i hak på tværs af foden. Tragten er nu fikseret.



Tragten krave med rist placeres i toppen af foden. Ristens lille udhængslæbe skal hvile på fodens udløb.



Snoren fra toppen af flyderen skal gå mellem ristens midterste ribber over forsiden af den tværgående ribbe og ud gennem hullet i kravens bagside.



Nu er regnvandsventilen klar til brug. Ved almindelig regn løber vandet gennem ventilen og ned i kloakken. Ved kraftig regn lukker ventilen, og vandet løber ud på terræn. Regnvandsventilen forbliver lukket ind til tilførslen af regnvand stopper helt.

4.3 Eksempler på etablering

I det efterfølgende er vist eksempler på, hvordan regnvandsventilen er monteret ved forskellige bygninger.



Regnvandsventilen er placeret på en flisebelægning med fald væk fra bygningen. Regnvandet nedsives i et blomsterbed.



Regnvandsventilen er placeret på en flisebelægning med fald væk fra bygningen. Regnvandet nedsives i en græsplæne.



Regnvandsventilen er placeret på en flisebelægning med fald væk fra bygningen. Regnvandet nedsives i en græsplæne, og der er lagt fiberdug under græsset, så nedsivningen sker 2 meter fra huset.

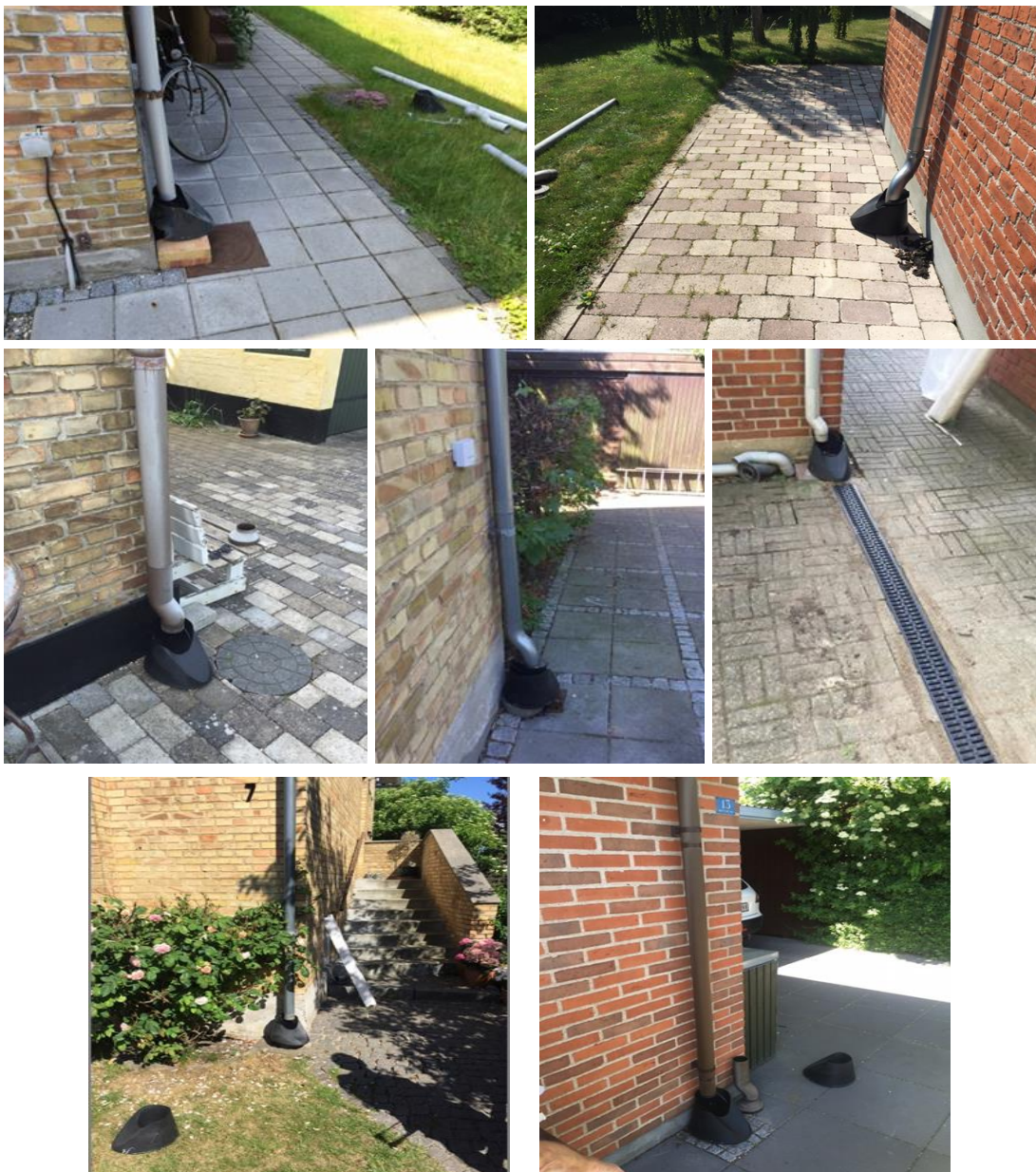


Eksempel på regnvandsventil anbragt på flise i græsareal. Det skal sikres, at nedsivningen af regnvandet ikke sker, før afstanden til husmuren er 2 meter.



Regnvandsventilen er placeret på en flise på et græsareal. Der er etableret en tæt rende i græsset, så vandet først nedsiver 5 meter fra husets facade (der er kælder i huset).

I det følgende er vist flere eksempler på installerede regnvandsventiler.



4.4 Etablering af render

Regnvandet fra regnvandsventilen skal ledes minimum 2 meter væk fra huset, før det nedsives.

Der findes flere løsninger til at sikre dette:

1. Hvis der er fliser rundt om huset i en afstand på min. 2 meter er det tilstrækkeligt at lede vandet ud på fliserne (kun hvis fliserne har fald bort fra huset)
2. Etablering af en rende i beton, fliser eller belægningssten
3. Fjernelse af græstørv i et tykt lag (min 10 cm). Jorden under græsset graves ud, så der dannes en rende og stemples så hårdt som muligt. Derefter udlægges geotekstil fx type DuPont Typar geotekstil SF94 eller lignende, og derefter lægges græstørvne på plads igen

I bilag 2 er beskrevet forsøg med at etablere render i græs. Forsøgene viste, at ved at udføre renderne som angivet i (3), får man en nedsættelse af jordens infiltrationssevne.

I det følgende er vist forskellige eksempler på, hvordan sådanne vandrender kan udformes.

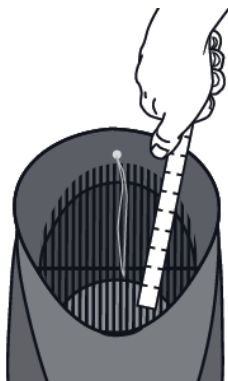


Figur 4.2. Forskellige eksempler på udformning af render, der leder vandet væk fra huset

5 Vedligeholdelse

Regnvandsventilens rist fungerer som bladfång og minimerer behovet for at rense brønden. Det kan være nødvendigt løbende at fjerne blade eller andet fra risten.

Tragtens udløbshul i bunden af regnvandsventilen kan blive tilstoppet, og alt regnvand vil derved ledes på terræn. Sker dette, skal tragten tømmes for vand og renses for snavs. Ofte vil man kunne nøjes med at trykke flyderen lidt ned i tragten, hvorved vand og snavs løber ud gennem udløbshullet, se figur 5.1. Er udløbshullet fortsat stoppet fjernes rist, og den resterende enhed løftes op og renses, hvorefter delene samles under nedløbsrøret igen.



Figur 5.1. Regnvandsventilen kan renses ved at trykke flyderen ned

5.1 Hvor skal man passe på

Regnvandsventilen er en synlig konstruktion. Man kan se, når den ikke virker efter hensigten, fx hvis den lukkes af skidt, og al nedbør ender på terræn. Sker dette, løftes tragten op, og skidtet rystes/skylles ud, og tragten sættes på plads igen.

Det er en god idé at efterse regnvandsventilen efter kraftige regnhændelser.



Figur 5.2. En regnvandsventil skal efterses, og blade skal fjernes, så tagvandet ikke utilsigtet løber ud på overfladen



Figur 5.3. I frostvejr kan der dannes is i regnvandsventilen

I frostvejr kan der dannes is på regnvandsventilen rist. Når det igen bliver tørt, kan det medføre, at tagvandet løber ud på terræn og ikke ned i kloaksystemet. Isen skal fjernes så hurtigt, som det er muligt.

Etablering af render kan volde problemer. På figur 5.4 er vist en rende, der er etableret med en tæt membran(plastik) under græstæppet. Dette medførte, at græsset visnede. Render skal udføres som nævnt i afsnit 4.4.



Figur 5.4. Eksempel på rende, hvor græsset er visnet

Bilag 1: Test på Teknologisk Institut

Dokumentation af regnvandsventilen

Regnvandsventilen er blevet udviklet og afprøvet i Teknologisk Instituts Klimalaboratorium med henblik på at finde den rigtige udformning af ventilen, samt den vandføring, der medfører lukning af ventilen og dermed overløb.

Forsøgsopstillingen består af en tagrende på 5 meter og et nedløbsrør, der er 3 meter højt. Vandet tilsættes i enden af tagrenden, så tilstrømningen til tagnedløbet bliver så naturligt som muligt, se figur 1.



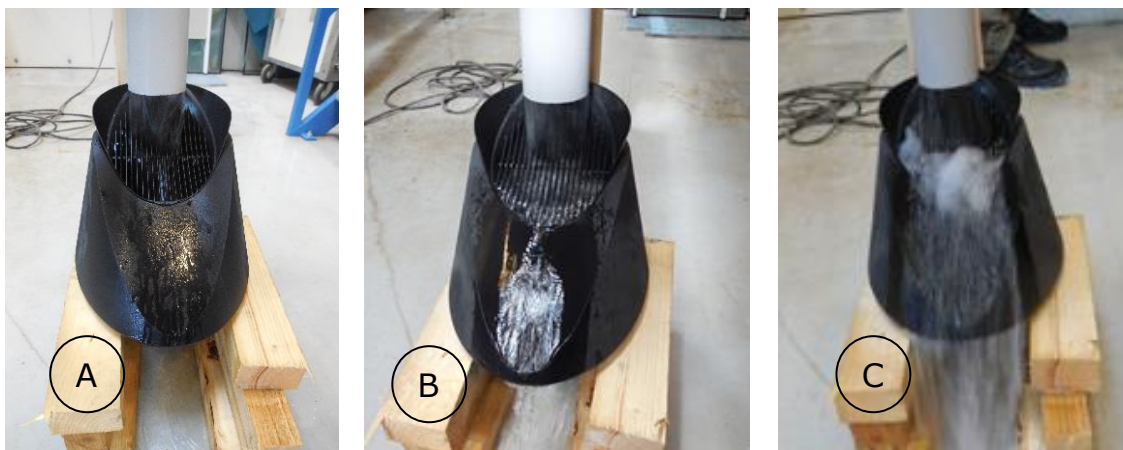
Figur 1. Forsøgsopstilling

Regnvandsventilen belastes med stigende vandføringer, og det registreres ved hvilke vandføring regnvandsventilen lukker. Der er gennemført forsøg med forskellige udløbsdiametre på regnvandsventilen.

Da projektet er et udviklingsprojekt, er der gennemført flere serier af test med henblik på at optimere ventilafstanden i bunden af regnvandsventilen, flyderens form og placering, ristehældning mv.



Figur 2. Eksempel fra produktudviklingen. Her justeres ventilafstanden, og udløbsdiameteren ændres ved påsætning af indsats i bunden af regnvandsventilen



Figur 3. A: Regnvandsventilen er åben. B: Regnvandsventilen er fyldt med vand og er lige ved at lukke. C: Regnvandsventilen er lukket, og alt vandet går i overløb

Ventilen bliver i lukket tilstand testet med en stor vandstrøm for at tjekke, om det store vandtryk vil kunne trykke flyderen ned. Det skete ikke. Ventilen forbliver lukket ved store vandstrømme.

Regnvandsventilen lukker ved en vandføring på 0,32 l/s. I lukket tilstand løber der 0,03 l/s gennem lukkeproppen, men ventilen åbner ikke.

Bilag 2: Praktiske forsøg i Tårnby

TÅRNBYFORSYNING udpegede et fælleskloakeret villaområde, der tidligere havde været plaget af oversvømmelser som egnet til testområde. Villaområdet var koblet til topstrækningen af en hovedledning, så det vand, der løb i kloakken, stammede kun fra området. I 2015 blev der opsat flowmåler i afløbssystemet og regnmåler i området for at få nogle referencemålinger til den efterfølgende sæson, hvor regnvandsventilerne blev monteret. Der er således målt lokal nedbør og sammenhørende vandføring i hovedkloakken før installation af regnvandsventiler i sommeren 2015 og i sommeren 2016 efter montering af regnvandsventiler.

Borgerne i villaområdet blev indkaldt til et informationsmøde, hvor de fik mulighed for frivilligt at tilmelde sig testen. Samlet set meldte 35 af 47 boligejere sig til at deltage i testen. Af de der ikke deltog, meldte nogen tilbage, at de allerede havde faskiner, var ved at få nyt tag, var i hussalg eller ikke havde interesse i at deltage.

Det var testens formål at montere regnvandsventiler, hvor det var muligt, uden at grave eller lave om på belægninger mv. En gennemgang af de 35 huse viste, at det var teoretisk muligt af afkoble 50 % af tagarealerne, uden at der skulle gennemføres større anlægsarbejder.

Af de 35 huse, der meldte sig til testen, lå 23 i det område, hvor der kunne måles på hovedkloaksystemer. På de 23 huse var der i alt 55 nedløbsrør, og ud af disse var det muligt at placere regnvandsventiler på 17 tagnedløbsrør, uden at der skulle udføres anlægsarbejder. De fravalgte nedløb var enten uegnede pga. terrænhældning mod fundament, nærhed til nabo, kælderskakt eller vejbrønd, eller der skulle udføres anlægsarbejder fx i form af render i græs, se bilag 3.

Det er et krav, at overløbsvandet ledes 2 m væk fra facaden - enten hen over allerede belagte arealer eller i render i græsplænen. De første forsøg med render i græs endte uheldigt, hvilket resulterede i en sideløbende test i 2016/17 hos TI, som beskrives i bilag 2. For ikke at ødelægge græsplæner blev regnvandsventiler, der ledte til græs ikke monteret i testen ude i Tårnby. Af testens potentielt egnede nedløbsrør, ledte 17 til belagte arealer. Kun disse nedløb fik regnvandsventiler monteret.

De fleste regnvandsventiler blev monteret på mellem 10 min. og 1½ time. Mange steder var det nok at løfte tagnedløbsrøret og stille ventilen oven på brønden - andre steder skulle tagnedløbsrøret og/eller ventilens fod justeres.

I Tårnby kom regnvandsventilerne i overløb 4 gange i testperioden. Husejerne registrerede ingen gener i forbindelse med disse hændelser, og de fleste har valgt at beholde ventilerne efter test.

I den del af testområdet, hvor der blev installeret vandføringsmåling/flowmåling i afløbssystemet, var følgende gældende:

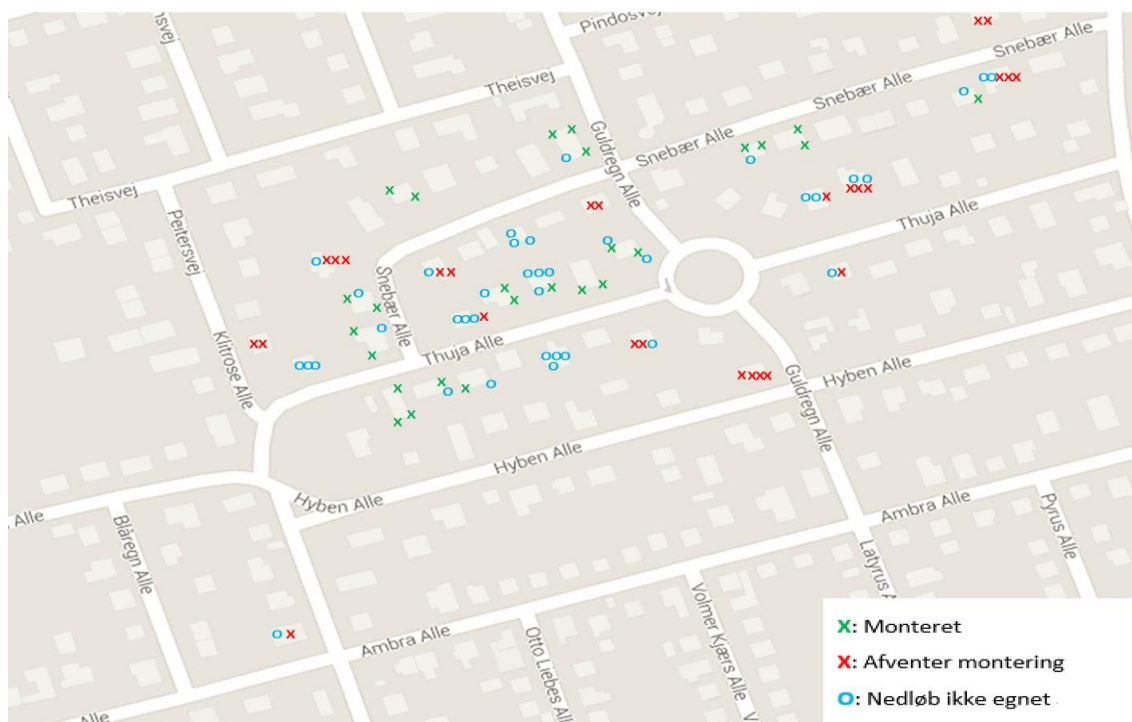
- Der var 23 boliger med 55 tagnedløb
- 17 egnede nedløb til belagte arealer fik monteret regnvandsventiler (30%)

Flowmåleren i afløbssystemet blev således monteret i et område, hvor 30% af tagarealet blev afkoblet under kraftig regn. Afløb fra vejarealerne løber også til kloak, så i praksis blev 15 % af det tilsluttede areal afskåret fra kloaksystemet.

Sammenfatning

Erfaringerne fra testen var følgende:

- Der var 47 boliger i testområdet
- 35 af de 47 boligejere (75 pct.) meldte sig frivilligt til at deltage i testen. De resterende boligejere havde enten afkoblet deres regnvand ved nedsivning i faskine (10 pct.) eller ønskede af andre årsager ikke at deltage i testen
- En gennemgang af de enkelte boligernes tagnedløb viste, at ca. 73 pct. af boligene havde et eller flere nedløb, som var egnet til regnvandsventilen
- I gennemsnit blev der installeret regnvandsventil på 2,5 nedløb pr. bolig
- Vejarealet med vejbrønde, som er tilsluttet hovedkloakken, udgør ca. 50 pct. af det samlede areal, der er tilsluttet kloaksystemet



Figur 1. Oversigt over området, hvor regnvandsventilen blev monteret



Figur 2. Oversigt over området, hvor vandføringsmålingerne blev gennemført

Vandføringsmåling

I det testområde, hvor der blev installeret vandføringsmåling/flowmåling i afløbssystemet, se figur 2 var følgende gældende:

- Der var 23 boliger med 55 tagedløb
- 17 nedløb var egnede til montering af skybrudsventiler (30%)

Flowmåleren i afløbssystemet blev således monteret i et afløbssystem, hvor 30 pct. af tagarealet kunne afkobles. Medregnes regnvandet fra de omkringliggende veje, var skybrudsventilerne sat på ca. 15 % af det totale areal, der førte regnvand til kloakken.

I begge år var der to hændelser - i alt fire regnbyger - som var kraftige nok til at udløse regnvandsventilerne. I figur 3 og 4 er vist data for de fire regnbyger.

Før regnvandsventil Dato	Regndybde [mm]	Varighed [timer]	Max intensitet [mm/h]	Flow i kloak [m ³]	Afstrømning [m ³ /mm regn]
28. august 2015	6,0	1	65	12,7	2,12
20. september 2015	7,0	1½	48	16,5	2,36

Figur 3. Data for de to kraftige regnbyger målt før opsætning af regnvandsventiler

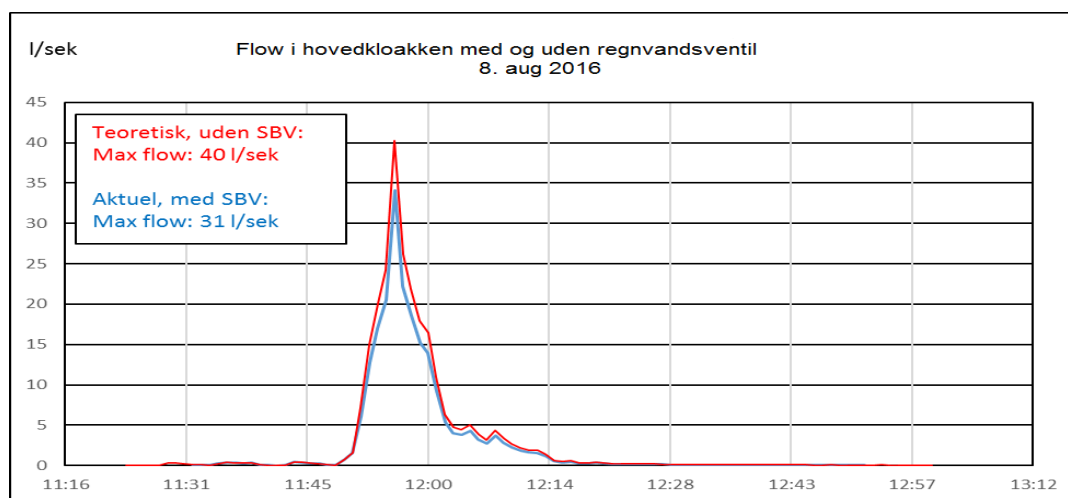
Efter regnvandsventil Dato	Regndybde [mm]	Varighed [timer]	Max intensitet [mm/h]	Flow i kloak [m ³]	Afstrømning [m ³ /mm regn]
2. august 2016	4,8	½	63	8,5	1,78
8. august 2016	6,4	1	62	12,1	1,89

Figur 4. Data for de to kraftige byger målt efter opsætning af regnvandsventiler

Kolonnen *Afstrømning*: viser, hvor meget vand der løber i kloakken i forhold til, hvor meget det har regnet.

I 2015 inden regnvandsventilerne var installeret, løb der i gennemsnit 2,24 m³ vand i kloakken for hver millimeter regn over skybrudsintensitet. I 2016 løb der i gennemsnit 1,84 m³ vand i kloakken for hver millimeter regn over skybrudsintensitet. Det svarer til, at der løb 18 % mindre vand under skybrud efter at 15 % af det befæstede areal blev afkoblet ved regnvandsventilerne.

Effekten er derfor klar. Med en regnvandsventil kan afstrømningen i afløbssystemerne under kraftig regn mindskes med samme procentdel som de befæstede arealer, der afkobles, se figur 5.



Figur 5. Det aktuelle flow i afløbssystemet med regnvandsventiler monteret, sammenlignet med et beregnet flow for samme ledning uden regnvandsventiler. Reduktionen var ved dette regnskyld 23 %

Bilag 3: Test af græsrender

Test af græsrender

I mange haver er det uønsket med større render af beton til bortledning af overløbsvandet fra regnvandsventilen. Teknologisk Institut, Rørcentret har derfor gennemført forsøg med forskellige måder at udføre render i græs, med henblik på at finde en udformning, der giver en tæt rende også på sigt.

Forsøget omfatter 4 typer af render:

- Bane 1:* Græstørv er fjernet, og der er udlagt fiberdug under græsset
- Bane 2:* Græstørv er fjernet, og jorden er stampet med en jordloppe. Derefter er der udlagt fiberdug under græsset
- Bane 3:* Græstørv er fjernet, og jorden er stampet med en jordloppe.
- Bane 4:* Jorden over græsset er stampet med en jordloppe

Hver bane måler 50 cm i bredden og 100 cm i længden. Der er 50 cm mellem hver bane.

Den anvendte fiberdug har specifikationerne: DuPont Typar geotekstil SF94.

Banerne blev etableret 1. november 2016.

Jordens infiltrationsevne er målt med et ringinfiltrometer på de enkelte baner dels før og lige efter etablering i november, derefter i maj og juni 2017.

Ved forsøgets start var jordens infiltrationsevne $9,5 \times 10^{-5}$ m/s.

Ved etablering af renderne er græsset fjernet. Tykkelsen af de græstørv, der tages op er ca. 10 cm.



Figur 1. De 4 prøvebaner lige efter etablering, samt måling af jordens infiltrationsevne med ringinfiltrometer



Figur 2. A: Udlægning af fiberdug under græstørv. B: Jorden under græstørv er stampet med en jordloppe



Figur 3. Testrenderne i maj 2017. Græsset er ikke gået ud på nogen af renderne

Resultat af de gennemførte test

Bane 1: Græstørv er fjernet og der er udlagt fiberdug under græsset

Nedsivningsevne efter etablering: Ingen nedsivning (0,0 cm/10 min). Målt i november 2016.
 Nedsivningsevne efter 7 mdr.: $1,67 \times 10^{-5}$ m/s (1,0 cm/10 min).

Bane 2: Græstørv er fjernet, og jorden er stampet med en jordloppe. Derefter er der udlagt fiberdug under græsset

Nedsivningsevne efter 7 mdr.: $8,3 \times 10^{-6}$ m/s (0,5 cm/10 min).

Bane 3: Græstørv er fjernet, og jorden er stampet med en jordloppe

Nedsivningsevne efter 7 mdr.: $1,67 \times 10^{-5}$ m/s (1,0 cm/10 min).

Bane 4: Jorden over græsset er stampet med en jordloppe

Nedsivningsevne efter 7 mdr.: $5,83 \times 10^{-5}$ m/s (3,5 cm/10 min).

Konklusion: Render udført som angivet på bane 2 viser mindst nedsivningsevne.

Sammenfatning

Hvis der skal etableres en rende i græsset til bortledning af overløbsvand fra regnvandsventilen, så skal renden udføres ved at græstørv fjernes i et tykt lag (min 10 cm). Jorden under græsset graves ud, så der dannes en rende og stampes så hårdt som muligt. Derefter udlægges geotekstil fx type DuPont Typar geotekstil SF94, og derefter lægges græstørvene på plads igen.

Den anvendte teststrækning blev ikke belastet med tagvand, og efter 7 måneder var græsset en smule vissent. I praksis vil der være tilført noget tagvand i forår/sommermånederne. Ellers kan render udført på denne måde vandes, når græsset begynder at se tørt ud.



Figur 4. Efter 7 måneder er renden med geotekstil under en smule vissent

Bilag 4: Installationsvejledning til regnvandsventilen

FØR DU BEGYNDER

Regnvandsventilen kan modtage regnvand fra tagarealer på 30-60 m² pr. nedløbsrør, hvorved den vil aktiveres ca. 3 gange om året*.

Terræn skal have minimum 2,5 cm pr. meter fald væk fra bygningen, hvis vandet skal løbe over græsarealer og minimum 2 cm fald pr. meter, hvis vandet skal løbe over en flisebelægning. Ventilen monteres på fast belægning**. Det vil sige direkte på

betondækslet ved nedløbet eller ved at lægge en flise under regnvandsventilen. Afstanden fra bygning til det sted, hvor vandet skal nedslive, skal være minimum 2 m. Har bygningen kælder anbefales det, at afstanden forøges til 5 m.

På arealer med græs helt op til sokkel, skal der etableres en tæt rende af beton, fliser eller hårdt stampet jord med fiberdug under, i en afstand på 2-5 m fra sokkel.

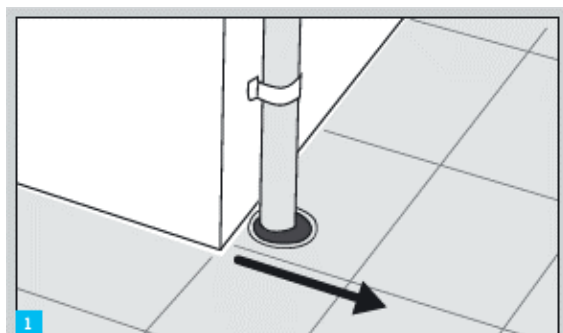
Terrænets fald fra regnvandsventilen må ikke føre i retning af kælderskakt, kældervinduer eller lignende.

Overløbsvandet fra ventilen skal holdes på egen grund og kan afhængig af jordbundsforhold og regnmængde give en ophobning af vand på terræn. Afstanden til vandløb, søer, havet eller vandindvindings-anlæg skal være mindst 25 m.

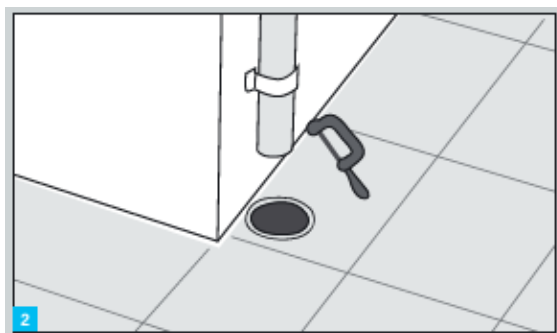
* I rørcenteranvisningen fra Teknologisk Institut kan man finde mere information om installationen af Regnvandsventilen.

** Fast underlag kan være en 60x60 cm flise med en udskæring over brønden. Belægningssten, brosten, asfalt eller lignende kan også anvendes.

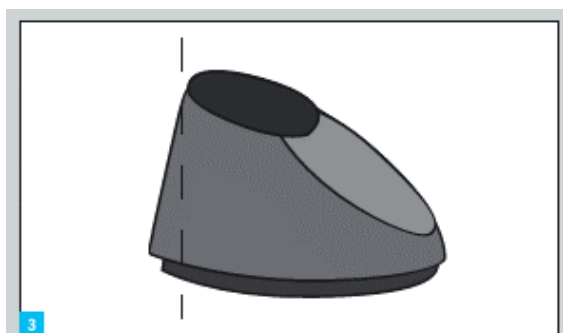
SÅDAN GØR DU



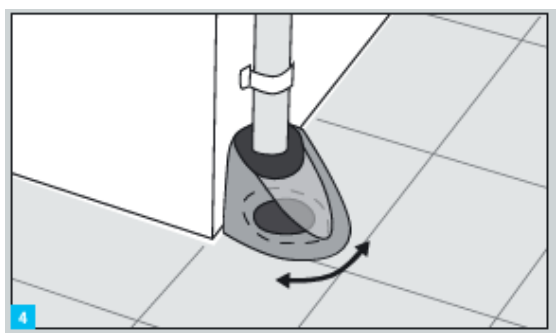
Vurdér terrænets fald fra bygningen. Terrænet skal have fald væk fra huset. Faldet skal være 2,5 cm pr. meter ved græsarealer og 2 cm pr. meter ved befæstede arealer.



Oftest er det tilstrækkeligt at fjerne nedførslen og løfte nedløbsrøret en anelse op, så afkortning undgås. Alternativt kan nedløbsrøret justeres/afkortes med en nedstryger til 21-23 cm over den faste belægning. Nedløbsrørets udløb skal ende inde i tragtens krave lige over risten, så der ikke kommer vandstænk på facaden.

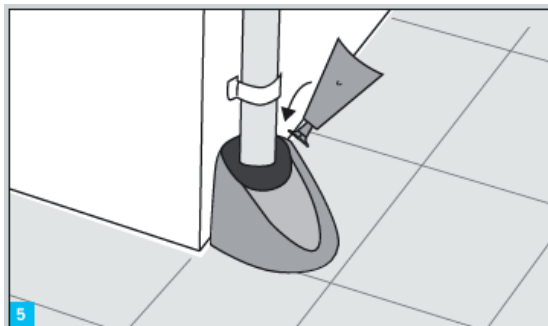


Sidder brønd/kloakrør og nedløb for tæt ind til facaden, er det muligt at reducere tykkelsen af betonfoden bagkant med en vinkelsliber.

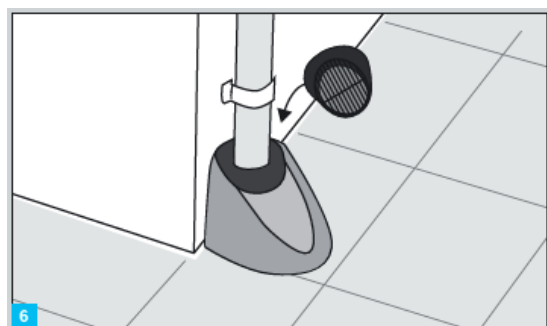


Betonfoden placeres over brønden/kloakrør. Foden drejes den vej, som man ønsker, at vandstrømmen skal løbe ved overløb.

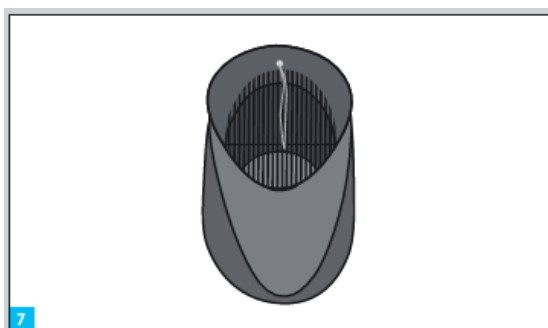
MONTERING



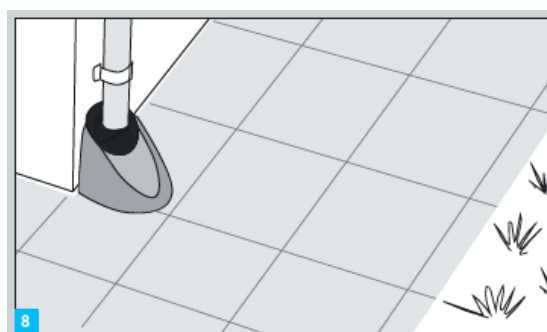
Tragten sættes i foden, så de to tapper på tragten yderside falder i hak på tværs i betonfoden.



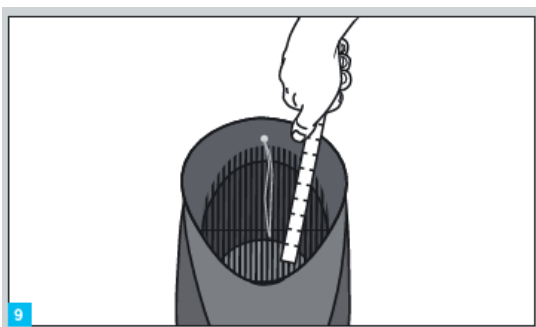
Tragten krave med rist placeres i toppen af betonfoden. Ristens lille udhængslæbe skal hvile oven på betonfodens udløbsflade.



Snoren, fra toppen af flyder, skal gå mellem ristens midterste ribber over forsiden af den tværgående ribbe og ud gennem hullet i kravens bagside.



Nu er Regnvandsventilen klar til brug. Ved almindelig regn løber vandet gennem ventilen og ned i kloakken. Ved intensiv regn lukker ventilen, og vandet løber ud på terræn. Regnvandsventilen vil forblive lukket, indtil tilførsel af regnvand til ventilen stopper helt.



Ved tilstopning: Tryk flyderen ned med en tommestok eller lign. Tragten kan også demonteres og tømmes.

Øvrige anvisninger fra Rørcentret:

Rørcenter-anvisning 001
Ressourcebesparende afløbsinstallationer i boliger, juni 1999

Rørcenter-anvisning 002
Ressourcebesparende vandinstallationer i boliger, juni 1999

Rørcenter-anvisning 003
Brug af regnvand til wc-skyl og vaskemaskiner i boliger, september 2012

Rørcenter-anvisning 004
Renovering af afløbsledninger. Paradigma for udbud og beskrivelse inkl. vejledning 2 udgave, januar 2005, inkl. Indlagt cd-rom

Rørcenter-anvisning 005
Fedtudskillere. Projektering, dimensionering, udførelse og drift, marts 2000

Rørcenter-anvisning 006
Olieudskilleranlæg. Vejledning i projektering, dimensionering, udførelse og drift, marts 2004

Rørcenter-anvisning 007
Dæksler og Riste. Dæksler og riste af støbejern til kørebane og gangarealer, maj 2005

Rørcenter-anvisning 008
Acceptkriterier. Retningslinier for vurdering af nye og fornyede afløbsledninger ved hjælp af TV-inspektion, maj 2005

Rørcenter-anvisning 009
Nedsivning af regnvand i faskiner. Vejledning i projektering, dimensionering, udførelse og drift af faskiner, maj 2005

Rørcenter-anvisning 010
Tømning af bundfældningstanke (septitanke). Paradigma for udbudsmateriale, marts 2006

Rørcenter-anvisning 011
Vacuumsystemer i bygninger. Vejledning i projektering, udførelse og drift, marts 2006

Rørcenter-anvisning 012
Nye afløbssystemer samt omlægninger. Paradigma for udbud og beskrivelse, maj 2007

Rørcenter-anvisning 013
Erfaringer med nedsivningsanlæg, februar 2007

Rørcenter-anvisning 014
Afløbssystemer. Oversigt over undersøgelses-, måle- og fornyelsesmetoder, april 2007

Rørcenter-anvisning 015
Tilbagestrømningssikring af vandforsyningssystemer, oktober 2009

Rørcenter-anvisning 016
Anvisning for håndtering af regnvand på egen grund, maj 2012

Rørcenter-anvisning 017
Legionella.
Installationsprincipper og bekæmpelsesmetoder, april 2012

Rørcenter-anvisning 018
Store nedsivningsanlæg.
Dimensionering og udførelse, august 2012

Rørcenter-anvisning 019
Vandbremser.
Regulering af vandstrømme i afløbssystemer, maj 2013

Rørcenter-anvisning 020
Skybrudssikring af bygninger, september 2013

Rørcenter-anvisning 021
Kælderoversvømmelser.
Sikring mod opstigende kloakvand, september 2013

Rørcenter-anvisning 022
Renovering af faldstammesystemer, maj 2017

Rørcenter-anvisning 023
Regnvandsventilen, marts 2017

*Rørcenter-anvisning 024
Beredskab-Indsatsplaner for oversvømmelse*

*Rørcenter-anvisning 025
Rekreative Regnvandsbassiner*