

BRUG AF REGNVAND

til wc-skyl og vaskemaskiner i boliger
Rørcenter-anvisning 003, 2. udgave
Juli 2002



Rørcenter-anvisning 003:
Brug af regnvand til wc-skyl
og vaskemaskiner i boliger

2. udgave, 1. oplag, 2002

© Rørcentret
Teknologisk Institut

Tryk og indbinding: Rødgaard grafisk produktion, Rødovre

ISBN 87-7756-560-6

ISSN 1600-9894

Forord

Denne anvisning er udarbejdet for Miljø- og Energiministeriet og By- og Boligministeriet. Anvisningen angiver regler og betingelser for brug af regnvand fra tage til wc-skyl og vaskemaskiner i boliger og i boliglignende byggeri så som kontorer mv.

Anvisningen er i denne 2. udgave ændret på få punkter nemlig i afsnittene 4 og 6.1. Ændringerne vedrører tilladelse til anvendelse af regnvandsanlæg i forskellige bygninger og mulighed for brug af regnvand fra tagpaptage.

I disse bygningskategorier er brug af regnvand fra tage tilladt efter Miljøstyrelsens regler. Brug af regnvand fra tage er efter disse regler ikke tilladt i bygninger med hospitaler, alderdomshjem, skoler og børneinstitutioner samt hoteller.

Anvisningen er udarbejdet under ”Aktivitetsplanen for fremme af økologisk byfornyelse og spildevandsrensning”.

Arbejdet med anvisningen har været fulgt af en følgegruppe bestående af:

Ove Nielsen (formand)	By- og Boligministeriet
Linda Bagge	Miljøstyrelsen
Katerina Hantzi	Miljøstyrelsen
Finn Kongsfelt	ETA-Danmark A/S
Sigfred Lindvig	Esbjerg Kommune / Danske Vandværkers Forening
Otto Graham	Gustavsberg A/S / VVS Fabrikantforeningen
Henrik Johansen	nyrup plast a/s/Danske Importører
Peter V. Andersen	Lyngby-Taarbæk Kommune / Dansk Standard, S 314
Børge Pejtersen	Dansk Standard, S 315
Poul Harremoes	PH-Consult ApS
Morten Andersson	Moe og Brødsgaard A/S

Desuden har anvisningen været sendt til høring hos:
Foreningen af Rådgivende Ingeniører
Dansk VVS
Bygningsinspektørforeningen

Samtidig med udarbejdelsen af denne anvisning har firmaet PH-Consult udarbejdet en rapport om ”Vurdering af hygiejniske risici ved håndtering af urent vand i huse”. Rørcentret har haft et tæt samarbejde med PH-Consult ved udformningen af forslag til installationerne på et regnvandsanlæg.

Anvisningen kan bl.a. anvendes af myndigheder, ingeniører, entreprenører, autoriserede virksomheder inden for kloak og VVS, der arbejder med anlæg til brug af regnvand fra tage.

Juli 2002
Rørcentret
Teknologisk Institut

Indholdsfortegnelse

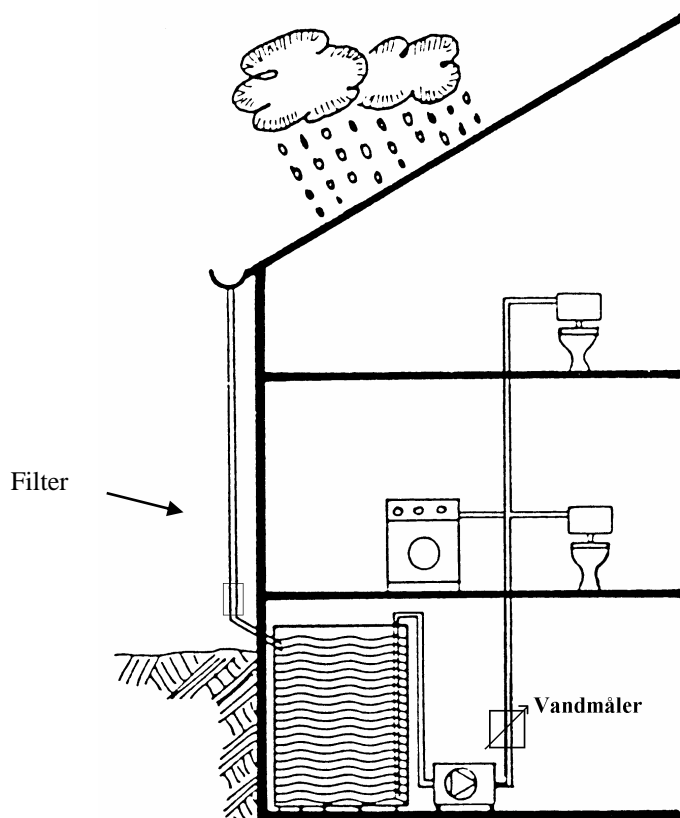
1	Baggrund	9
1.1	Historie.....	9
1.2	Baggrund for anvisningen.....	10
1.3	Principper for regnvandsanlæg	11
2	Udnyttelse af regnvand.....	13
2.1	Forudsætninger for effektiv udnyttelse	13
2.2	Beregning af regnvandsressource.	15
2.3	Miljøpåvirkninger	16
2.3.1	Påvirkninger af afløbssystemet og grundvandet	17
2.3.2	Kemisk forurening	17
2.3.3	Energi.....	18
2.4	Konklusion.....	18
3	Hygiejniske aspekter.....	19
3.1	Bakterievækst.....	20
4	Myndighedsbehandling	21
4.1	Nybyggeri	21
4.2	Eksisterende byggeri	21
4.2.1	Etageboliger og kontorer.....	21
4.2.2	Parcelhuse	21
4.3	VA-godkendelser	21
4.4	Vandafledningsbidrag	22
5	Hvem må installere et regnvandsanlæg	23
5.1	Autoriseret virksomhed, kloak.....	23
5.2	Autoriseret virksomhed, VVS.....	23
5.3	Undtagelser fra krav om autorisation.....	23
6	Opbygning af et regnvandsanlæg	25
6.1	Opsamlingsoverfladen	26
6.2	Filtre	26
6.2.1	Filtertyper.....	27
6.2.1.1	Lodret filter	27
6.2.1.2	Cyklonfilter	29
6.2.1.3	Skrå filtre	30
6.2.1.4	Vandret filter.....	32
6.2.2	Sammenfatning	33
6.3	Til- og overløb på regnvandstanken.....	33
6.4	Regnvandstank	34
6.4.1	Materiale	34
6.4.2	Tankens placering	34
6.4.3	Udformning af tanke	35
6.4.3.1	Tilløb og overløb.....	35
6.4.3.2	Afdækning.....	38
6.4.3.3	Temperatur	38
6.4.4	Dimensionering af tank.....	38
6.5	Sikring mod forurening af drikkevandet	39
6.5.1	Drikkevandsefterfyldning	39
6.5.1.1	Frit tilløb	39
6.5.1.2	Påfyldningscisterne	40
6.6	Anlægsstyring	42

Checkliste	71
Bilag 4	73
Regnvandstank - bestemmelse af størrelse.....	73
Bilag 5	76
Brug af regnvand fra tage til wc-skyl og vaskemaskiner - hvor kan det tillades	76

ringer, der danner baggrund for denne anvisning suppleret med erfaringer fra de regnvandsanlæg, der gennem de sidste par år er blevet installeret i Danmark.

1.3 Principper for regnvandsanlæg

Princippet i et regnvandsanlæg er vist i figur 1. Regnvand fra tage ledes via nedløbsrør til en lagertank. For at fjerne blade og andre urenheder fra regnvandet, anbringes der filtre på nedløbsrøret fra tagrenden eller på tilløbsledningen til lagertanken. Tanken kan være gravet ned eller være anbragt i en kælder.



Figur 1.1

Principskitse af anlæg til brug af regnvand fra tage til wc-skyl og maskintøjevask.

Regnvandet opbevares i tanken i kortere eller længere tid afhængigt af nedbørsmængde og vandforbrug. Temperaturen i tanken skal holdes så lav som muligt (ikke over 18° C) for at begrænse bakterietilvækst.

Fra lagertanken pumpes vandet til de installationer, der skal forsynes med regnvand - altså wc og vaskemaskiner. Ledningen fra lagertanken bør forsynes med en vandmåler, så den udnyttede regnvandsmængde kan måles. I mange kommuner er dette et krav, hvis ejendommen betaler afledningsafgift for spildevandet.

I tørre perioder er det nødvendigt at supplere med drikkevand i tanken. Det er meget vigtigt, at denne efterfyldning udføres på en måde, der sikrer, at regnvand under ingen omstændigheder kan forurene drikkevandsforsyningen.

2 Udnyttelse af regnvand

2.1 Forudsætninger for effektiv udnyttelse

En forudsætning for en effektiv udnyttelse af regnvand er, at det er relativt enkelt at opsamle den tilgængelige regnvandsmængde. Det er i første omgang i byområder, at udnyttelse af regnvand i større skala kan blive aktuel.

I Danmark og Tyskland er der lavet statistisk undersøgelse på, hvor stort tagarealet er på forskellige typer af bygninger samt hvilket tagmateriale, der er brugt.

I Danmark blev denne undersøgelse udført i forbindelse med udarbejdelsen af Miljøstyrelsens rapport om "Boligernes vandforbrug – den udnyttelige regnvandsressource", januar 1998 /1/. Resultaterne er gengivet i nedenstående figurer.

Tagmateriale	Tagareal i 1000 m ²	% af det samlede tagareal
Built-up tag (tagpap uden hældning)	41.311	8,6
Tagpap med hældning	37.164	7,8
Fibercement mv.	240.426	50,0
Cementsten	32.068	6,7
Tegl	65.926	13,8
Metal mv.	32.825	6,9
Stråtag	6.439	1,4
Fibercement, asbestfri	2.928	0,6
PVC	439	0,1
Glas	679	0,1
Andet	17.762	3,7
Total	477.983	100,0

Figur 2.1

Fordeling af tagmaterialer efter areal på landsplan /4/.

Det bemærkes at asbestholdige tage ikke er anvendelige, og at disse udgør et relativt stort areal

I eksisterende byggeri (parcelhuse, kontorbyggeri mv.) er det i princippet muligt at genbruge regnvandet, men ofte er bygningernes konstruktion og den eksisterende ledningsføring så kompliceret, at det langt fra er muligt at udnytte hele regnvandsressourcen. Fordelingen af bygningsanvendelsen efter areal er vist i figur 2.2.

Tagarealet af parcelhuse i gruppe 1 udgør i alt 25% af det samlede tagareal. Dette er en vigtig observation, da der er store regnvandsmængder at hente i netop denne bygningstype.

Man kan naturligvis ikke forudsætte, at hele tagarealet er tilgængeligt eller egnet til opsamling af regnvand. En del kan ligge langt fra det sted, hvor tagvandet skal bruges, andre kan være udført af et uegnet tagmateriale, fx asbest eller stråtage, eller det kan være svært at tilpasse det eksisterende ledningssystem eller installere et nyt.

I rapporten blev der ligeledes foretaget en undersøgelse af forskellige tagmaterialers afstrømningsgrad. Resultaterne af denne undersøgelse er gengivet i figur 2.3.

Gruppe	Bygningsanvendelse	Tagareal i 1000 m ²	% af det samlede tagareal
1	Stuehus	19.343	4,0
	Parcelhus	117.244	24,5
	Rækkehus mv.	22.173	4,6
	Etagebolig	23.174	4,8
Subtotal		181.934	37,9
2	Kollegium	622	0,1
	Døgninginstitution	2.938	0,6
	Anden bolig	772	1,6
Subtotal		4.332	2,3
3	Primær prod.virksomhed	119.839	25,0
	Sekundær prod.virksomhed	43.208	9,0
	El forsyning	2.694	0,5
	Anden prod.virksomhed	3.146	0,6
	Transportanlæg	4.631	1,0
	Engros/lager	34.325	7,2
	Detailhandel	3.695	0,8
	Øvrig virksomheder	822	0,2
Subtotal		212.360	44,3
4	Teater mv.	2.973	0,6
	Museum mv.	13.210	2,8
	Undervisning	1.692	0,4
	Hospital mv.	2.139	0,5
	Anden institution	2.654	0,6
	Fritidsformål	18.413	3,9
	Anden anvendelse	38.267	8,0
Subtotal		79.348	16,8
Total		477.974	100,0

Figur 2.2

Fordeling af bygningsanvendelse efter areal på landsplan /1/

I beskrivelser af de eksisterende danske anlæg til regnvandsopsamling anføres generelt, at ca. 20-25% ikke kan opsamles på grund af diverse forhold fx fordampning.

Dette stemmer godt overens med tallene i figur 2.3, hvor 8 af de 11 forskellige tagmaterialer har en afstrømningsgrad på 0,75, hvilket netop betyder, at 25% af vandet ikke kan opsamles.

De positive effekter er blandt andet mindre forbrug af grundvandsressourcer, mindre udledning af vand til afløbssystemet, mindre sæbeforbrug ved vask mv.

2.3.1 Påvirkninger af afløbssystemet og grundvandet

Under forudsætning af, at husholdningernes brug af vand er uændret, vil mere udbredt og effektiv udnyttelse af regnvand i byerne medføre, at der anvendes mindre vand fra grundvandsressourcen, fordi det forbrugte regnvand træder i stedet for anvendelse af oppumpet grundvand. Med hensyn til afledning er der flere tilfælde:

- Såfremt regnvandet i stedet for at blive afledt til et fællessystem anvendes til genbrug, vil denne mængde regnvand fortsat blive afledt til kloakken; men det vil ske med den forsinkelse, som er forbundet med opholdet i regnvandstanken forud for brug til fx wc-skyl. Afledningen vil blive formindsket med den mængde, som svarer til den sparede anvendelse af grundvand.
- På grund af den formindskede og forsinkede afledning vil den hydrauliske effekt på renseanlægget være positiv. Den tilledte forurening vil mindskes med indholdet i det vand, som ikke længere ledes til renseanlægget.
- Såfremt regnvandet i stedet for at afledes til separatsystem finder anvendelse til wc-skyl, vil regnvandet efter brug til wc-skyl blive afledt til spildevandsdelen af separatsystemet. Afledningen til spildevandsdelen af separatsystemet vil totalt set være den samme som før. Regnvandsafledningen til separatsystemet vil blive tilsvarende mindre.
- Den hydrauliske effekt på renseanlægget vil være uændret. Den tilledte forurening vil øges med forskellen mellem regnvandets og grundvandets indhold af forurenende stoffer, altså en mindre forøgelse.
- Såfremt regnvandet før var blevet afledt gennem infiltrationsanlæg, vil belastningen på spildevandsafledningen være uændret. Til gengæld vil der ske en tilsvarende formindskelse af fornyelsen af grundvandsressourcen i det lokale byområde.

Den hydrauliske effekt på renseanlægget vil være uændret. Den tilledte forurening vil øges med forskellen mellem regnvandets og grundvandets indhold af forurenende stoffer, altså en mindre forøgelse.

Der foreligger EDB-modeller, som kan beskrive de ændrede forhold for afledning og påvirkning af renseanlæggene.

2.3.2 Kemisk forurening

Regnvand kan indeholde mange forskellige kemiske forureninger. Vanddråber suger bl.a. kuldioxid og svovldioxid til sig på deres vej

ned gennem luften. Overflader og ledningssystemet tilfører andre forureninger. Tagmateriale kan indeholde tjære, ældre ledninger kan indeholde bly og andre metaller, som kan gøre regnvandet uegnet til genbrug. Eftersom det kun er regnvand fra tagflader, som må bruges, kan der ligeledes tilføres løv og fugleekskremer.

Man bør ikke anvende regnvand til tøjvask, hvis det er opsamlet på gammelt tagpap, idet det kan indeholde bitumen-rester.

Regnvand er normalt lige så farveløst som grundvand. Farvet regnvand tyder på en eller anden form for forurening fx algetilvækst eller korrosion. Metoder for filtrering og rensning er udviklet og er beskrevet i kapitel 6 Opbygning af regnvandsanlæg.

2.3.3 Energi

Brugssystemer for regnvand er energiforbrugende. Energiforbruget går hovedsageligt til drift af pumper. For at beregne det egentlige energiforbrug, skal der tages højde for den energi, der bruges til rensning og distribution af den tilsvarende mængde drikkevand. Undersøgelser viser, at energiforbruget er følgende :

Regnvand:	Distribution af regnvand:	ca. 0,3 – 0,5 kWh/m ³
Drikkevand:	Fremstilling og distribution:	ca. 0,37 kWh/m ³

Energiforbruget i forbindelse med regnvandssystemer er stort set lig med energiforbruget for det traditionelle system. Energiforbruget for distribution af drikkevand kan dog, i visse dele af landet, være mindre, hvilke taler for det traditionelle system.

2.4 Konklusion

Ud fra et miljømæssigt synspunkt må det konstateres, at et korrekt udført regnvandsanlæg vil mindske presset på grundvandsressourcen svarende til den anvendte mængde regnvand. Den hydrauliske belastning af renseanlæg i fællessystem vil mindskes svarende til det sparede grundvand; men vil være uden betydning i andre systemer. Den forureningsmæssige ændring af belastningen på renseanlæg og recipient vil være af ringe betydning.

Sammensætningen af regnvand er ikke kritisk for anvendelse af regnvand til wc-skyl og maskintøjvask.

Energiforbruget er relativt neutralt i sammenligning med anvendelse af grundvand.

Forbruget af ressourcer til rør, ventiler, beholdere mv. vil normalt være større end i traditionelle anlæg. Ved anlæg til eksisterende boliger vil det altid være større.

3 Hygiejniske aspekter

De hygiejniske aspekter skal iagttages, når man anvender regnvand til wc-skyl og maskintøjvask. De væsentlige punkter vedrørende hygiejne er følgende:

- Risiko for spredning af sygdomme via regnvandet
- Opformering af mikroorganismer under opbevaring af regnvand
- Smitstoffer, der overføres med fugle (fx i ekskrementer)
- Risiko for tilbagestrømning af regnvand til vandforsyningsnettet

Miljøstyrelsen og By- og Boligministeriet har udarbejdet "Boligernes vandforbrug - Mikrobiologiske undersøgelser af regn og gråvandsanlæg" /2/. Formålet med rapporten har været at undersøge forekomsten af en række mikroorganismer herunder patogener i regnvandsanlæg og de tilknyttede wc'er samt foretage en sundhedsmæssig vurdering af de fundne mikroorganismer.

Der blev undersøgt for følgende patogene mikroorganismer:

- Pseudomonas aeruginosa
- Aeromonas
- Legionella
- Campylobacter
- Mycobacterium avium
- Cryptosporidium
- Giardia

samt for følgende indikatororganismer:

- E.Coli
- Enterokokker

og for kimtal.

Konklusionen af undersøgelserne er her gengivet i forkortet udgave.

Der er konstateret meget få gener i form af lugtgener eller belægnings i wc'erne hos brugeren ved brug af regnvand fra tage til wc-skyl.

Der blev fundet E.coli i størstedelen af prøverne fra regnvandstanke- ne, hvilket tyder på, at der er sket en fækal forurening af regnvandet, fx på opsamlingsfladen.

Ved at anvende regnvand fra tage til wc-skyl i boligerne frem for vandværksvand introduceres mikroorganismer, der ikke plejer at forekomme i forbindelse med vandværksvand.

Smitterisikoen ved at anvende regnvand fra tage til wc-skyl vurderes at være lille. Smitterisikoen vil kunne minimeres ved almindelig hygi-

ejne, hvorfor denne må indskræpes i forbindelse med etablering af regnvandsanlæg. På grund af den øgede smitterisiko bør regnvandsanlæg dog ikke etableres i forbindelse med institutioner med særligt udsatte grupper som fx hospitaler, alderdomshjem og børneinstitutioner.

3.1 Bakterievækst

Tankens bakterieindhold afhænger af vækstbetingelserne i tanken, dvs. vandets næringsindhold, strømningforhold, pH-værdi og temperaturen.

Temperaturen i tanken er af stor betydning for opformering af bakterier i regnvandet. I figur 3.1 angives de optimale forhold for vækst af forskellige bakterier.

Bakterie	*Opformerings-temperatur °C	Optimal temperatur °C	Optimal pH-værdi
Y.Pseudotuberculosis	4-42	28-29	4-10
Pseudomonas	4-43	28/37	-
Fækale streptokokker	10-45	37	-
Klebsiella	12-43	37	6-8
Salmonella	18-42	37	6-8
E.coli	18-44	37	6-8
Legionella	25-45	35-37	-

* Opformeringsstemperatur angiver det temperaturinterval, hvor antallet af bakterierne kan vokse.

Figur 3.1

Optimal opformeringstemperatur og pH-værdi for de bakterier, som normalt kan forekomme i regnvandsanlæg /4/.

Som figuren viser, sker bakterievæksten ved de temperaturer, som er normale for opsamlingsstanke i regnvandsanlæg 8 - 25° C. Dette understreger vigtigheden af, at temperaturen holdes lav, eventuelt ved nedgravning af tanken. pH-værdien på regnvand er naturlig lav og giver derfor ikke optimale vækstbetingelser for bakterier.

4.4 Vandafledningsbidrag

Lov om betalingsregler for spildevandsafledning giver kommunalbestyrelsen mulighed for at lade vandafledningsbidraget nedsætte eller bortfalde, når regnvand genanvendes i husholdningerne, fx til wc-skyl mv.

5 Hvem må installere et regnvandsanlæg

Ejeren af en ejendom er ansvarlig for, at installationen af et regnvandsanlæg bliver udført i overensstemmelse med gældende lovgivning og regler for området.

Dette lov- og regelsæt er omtalt i Bilag 2.

Ifølge "Autorisationsloven" skal arbejdet udføres af autoriserede personer eller virksomheder.

5.1 Autoriseret virksomhed, kloak

Alt arbejde med afløbsledninger og tanke i jord og under bygning skal udføres af en virksomhed, der har opnået autorisation som kloakmester. Det gælder både for nyanlæg og ved ændring af eksisterende systemer. Kravet om autorisation gælder både afpropning og sløjfning af ledninger, som ikke længere skal være i brug samt anlæg af nye ledninger og installation af filtre, tanke mv. i jord, som gennemstrømmes af regnvand.

Det eneste arbejde, som ikke er omfattet af kravet om autorisation, er udførelse af nedsivningsanlæg for overløbsvand fra regnvandstanken samt eventuelt nedsivningsanlæg for det ikke filtrerede vand fra filtrene før tanken. Dette arbejde skal naturligvis også udføres i overensstemmelse med gældende lovgivning, men kan udføres af andre inklusiv autoriserede kloakmestre.

5.2 Autoriseret virksomhed, VVS

Alt arbejde med vandinstallationen og alt arbejde med afløbsinstallationen i bygningen skal udføres af en virksomhed, der har opnået autorisation som VVS-installatør. Dette gælder alle ledninger og komponenter fra sugeledningens begyndelse i tanken til tilslutningen til wc og vaskemaskine.

Undtaget fra kravet om anvendelse af autoriseret VVS-mester er dog for tiden anlæg, hvor en enkelt forbruger har eget drikkevandsforsyningsanlæg. Disse anlæg skal også udføres i overensstemmelse med gældende lovgivning og regler.

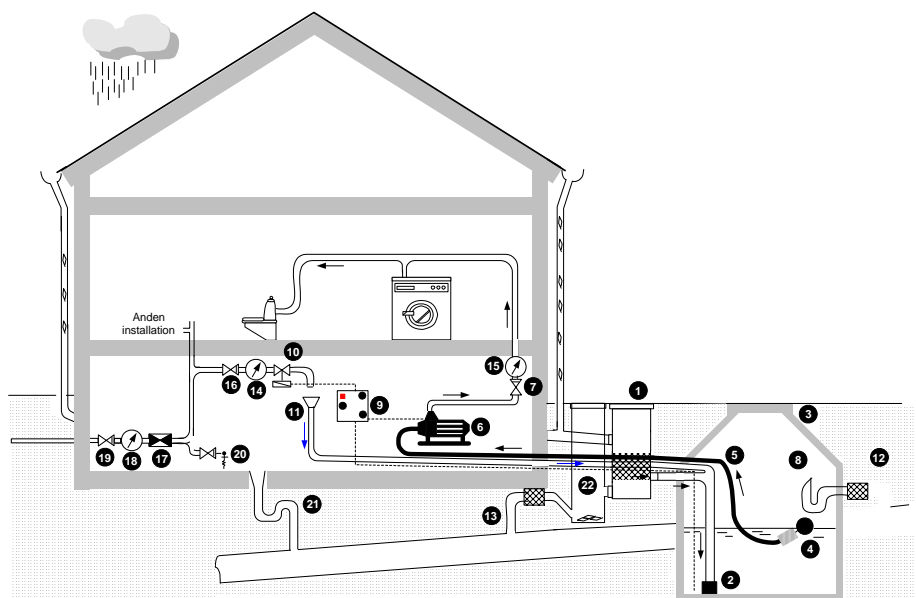
5.3 Undtagelser fra krav om autorisation

Udførelse af tagrender, nedløbsrør og anbringelse af filtre på tagnedløbsrør er undtaget fra kravet om, at arbejdet skal udføres af en autoriseret virksomhed. Det forudsætter dog, at anlæggene udføres af godkendte produkter. Filtrene skal være VA-godkendte.

6 Opbygning af et regnvandsanlæg

En forudsætning for et velfungerende regnvandsanlæg er, at anlægget er korrekt projekteret og udført. For at opnå en sikker og vedligeholdelsesvenlig og dermed billig drift af anlægget er det vigtigt, at anlægget projekteres og bygges, som angivet i denne anvisning.

I figur 6.1 er vist en skitse af et regnvandsanlæg, hvor alle de komponenter, der skal indgå, er beskrevet. I dette kapitel angives kravene til anlæggets enkelte dele.



Figur 6.1

Skitse af anlæg til brug af regnvand fra tage til wc-skyl og maskintøjvask

1. Filter på tilløbsledning
2. Indløb til regnvandstank
3. Regnvandstank
4. Svømmende indsugning med filter til pumpen
5. Sugeledning
6. Selvansugende pumpe
7. Kontraventil (kan være monteret i pumpen(6))
8. Vandlås på overløb fra tank
9. Automatisk styreenhed
10. Magnetventil på vandforsyningsledning
11. Drikkevandsefterfyldning til regnvandstank via luftgab
12. Sikring mod tilbagestuvning i overløb fra tank
13. Sikring mod tilbagestuvning i overløb fra filter
14. Vandmåler på vandforsyningsledning
15. Vandmåler på lokalt trykssystem (regnvandsledning)
16. Kontraventil
17. Rørfbryder (overløbsventil)
18. Vandmåler på den enkelte bolig
19. Kontraventil i forbindelse med vandmåler(18)
20. Aftapningsventil
21. Vandlås
22. Nedløbsbrønd

6.1 Opsamlingsoverfladen

Regnvand til brug for wc-skyl og maskintøjvask må kun opsamles fra tagflader. Her vil der kun i ringe grad optræde forureninger i form af olie, bly, ekskrementer m.m. Andre overflader såsom terrasser, parkeringsarealer eller gårdspladser må ikke anvendes, idet der her er risiko for forurening. Tagmaterialet vil påvirke kvaliteten af regnvandet. Af gode tagmaterialer kan nævnes tegl, beton og skiffer, mens tagflader med friske bitumenbelægninger eller elastisk bitumenpap ikke bør benyttes. Hvis man benytter tage eller tagrender af metal (kobber, zink, aluminium), kan man regne med en fordobling af metalindholdet i vandet, eftersom alle metaller med tiden nedbrydes af regnvand. Generelt kan det ikke anbefales at anvende vand fra kobbertage eller kobbertagrender. De tagmaterialer af metal, der i dag findes på markedet, er dog ofte overfladebehandlet og kan derfor godt benyttes. Asbestholdige tage må heller ikke anvendes til opsamling af vand, der skal anvendes til wc-skyl og tøjvask.

Der vil som regel være en vis forurening af fugleekskrementer på tage, men såfremt der ikke er en stor koncentration af fugle, vil det ikke give problemer.

Tagflader af følgende materialer regnes for at være uegnede til opsamling af regnvand:

- Tage med ny bitumenbelægning: Regnvandet herfra vil ofte være gulligt og uegnet specielt til tøjvask.
- Græs-, mos- og stråtage: Nedsætter regnvandsmængden betydeligt, og man risikerer en misfarvning af regnvandet.
- Kobbertage og kobbertagrender.
- Asbestholdige tage.

Anvend aldrig vand fra uegnede tagmaterialer!

Ved nye tage kan bitumenbelægning anvendes, hvis myndigheden giver dispensation, og bitumenbelægningen er skifferbelagt, danskproduceret tagpap, og tagfladen har en hældning på mindst 1:40.

Tagfladen skal vedligeholdes efter tagfabrikantens forskrifter.

Den udnyttelige regnvandsmængde afhænger i første række af størrelsen på de tilsluttede tagflader. Derfor bør alle til rådighed stående og egnede tagflader udnyttes.

6.2 Filtre

Regnvand fra tage indeholder urenheder såsom støv, blade, kviste, insekter og fugleekskrementer mv. Derfor er det nødvendigt med en filtrering af regnvandet, inden det ledes til opsamlingstanken. Det er særdeles væsentligt for funktionen og hygiejnen, at filtreringen sker før opsamlingstanken. Hvis man undlader et filter, vil partiklerne se-

dimentere i tanken og derved give gode betingelser for slamdannelse og bakterietilvækst.

Det er vigtigt, at regnvandet, inden det når tanken, ikke i længere tid har været i kontakt med biologisk nedbrydeligt materiale. Derfor bør der før tanken ikke være:

- bagfald på tagrender
- bladfang over tagrender
- løvfang over tagnedløbet
- nedløbsbrønde på tagnedløbet.

Alle regnvandsanlæg skal forsynes med et filter, der sorterer partikler fra vandet. Et sådant filter skal placeres før tanken. Maskestørrelsen på filteret bør være mellem 0,18 – 0,3 mm.

Filtre bør opfylde nedenstående krav:

- Store og små partikler i regnvandet skal med rimelig sikkerhed kunne filtreres fra
- Ringe risiko for tilstopning
- Stor virkningsgrad dvs. at vandfordelingen er således, at så stor en mængde filtreret vand som muligt kan ledes til regnvandstanken.
- Materialer skal vælges, så svampe-, alge- og bakterievækster forhindres
- Sikring mod oversvømmelse ved tilstopning af filtret eller ved afspærring/forstoppelse i indløbet til tanke
- Filteret anbringes let tilgængelig for drift og vedligeholdelse
- Regelmæssigt eftersyn, tømning og rensning

6.2.1 Filtertyper

De filtre, der findes på markedet, kan opdeles i følgende typer:

- Lodret filter til tagnedløb
- Cyklonfilter
- Skråfilter
- Vandret filter

6.2.1.1 Lodret filter

Filtret placeres direkte på tagnedløbsrøret. I et lodret rør løber vandet langs den indvendige rørvæg. Langs den indvendige rørvæg er der derfor placeret et finmasket net. Maskestørrelsen er ca. 0,28 mm. Regnvandet løber igennem det finmaskede net og til opsamlingstanken, mens de tungere partikler, blade, kviste etc. ledes til afløbssystemet sammen med resten af regnvandet.

Der er ingen tværsnitsindsnævringer i konstruktionen, som kan medføre opstemning af regnvand. Dette har stor betydning under store regnskyl.

Vandfordelingen er ca. 90% til opsamlingstank og 10% til afløbsledning, se figur 6.4, der viser virkningsgrad. Ved store regnskyl reduce-

res vandfordelingen til opsamlingsstanken. Det lodrette filter kan tilsluttes tagflader op til 125 m².

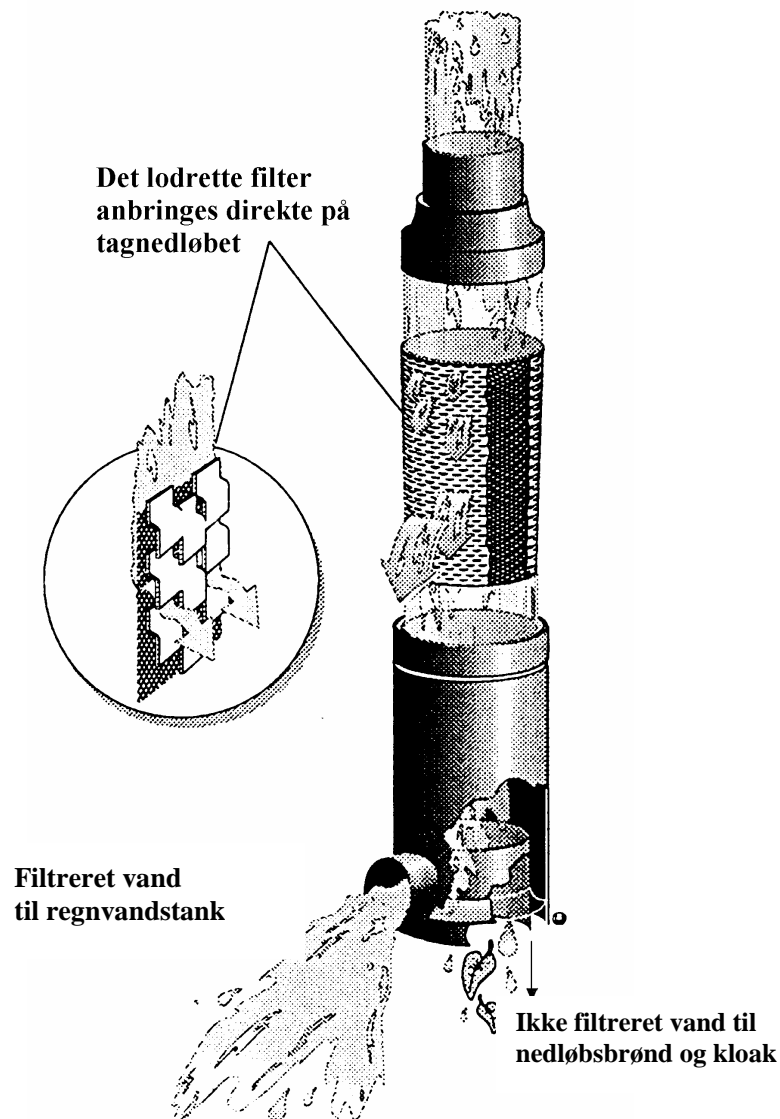
Vedligeholdelse

Effektiviteten af det lodrette filter forudsætter, at filterindsatsen rengøres 2-4 gange årligt. Dette gøres ved, at man afmonterer filterindsatsen og spuler med en hård stråle på filteret. Eventuelt anvendes en børste. Derved fjernes den tynde belægning fra filteret.

Indbygning

Det lodrette filter indbygges på tagnedløbsrøret. Det lodrette filter er ofte udført i rustfrit stål.

Ved anvendelse af lodrette filtre er der intet højdetab ved indbygningen, men der skal udføres to afløbsledninger fra hvert filter – én til tanken og én til nedløbsbrønd og kloak eller nedsivning.



Figur 6.2

Det lodrette filter er indbygget direkte på tagnedløbsrøret.

6.2.1.2 Cyklonfilter

Cyklonfilteret placeres i jord og egner sig specielt til store regnvandsstrømme. Et cyklonfilter modtager regnvand fra en liggende ledning. Tilslutningen sker i siden af filtret (tangentielt). Vandet løber derfor rundt langs filtrets periferi, hvor det presses ud gennem et finmasket net. Større partikler bliver på indersiden og ledes via nedløbsbrønd til kloak eller nedsivning sammen med en del af regnvandet. Det rensede vand, der er presset ud gennem det lodrette filter, ledes til regnvandstanken.

Der er ingen indsnævring af tværsnittet i konstruktionen, der kan medføre opstemning. Dette har stor betydning under store regnskyl.

Vandfordelingen er ca. 90% til opsamlingsstank, og resten til eksisterende afløb, se figur 6.4 over virkningsgrad. Ved store regnskyl vandfordelingen til opsamlingsstanken. Cyklonfilteret kan modtage regnvand fra flere tagnedløb – op til en samlet flade på 3000 m².

Indbygning

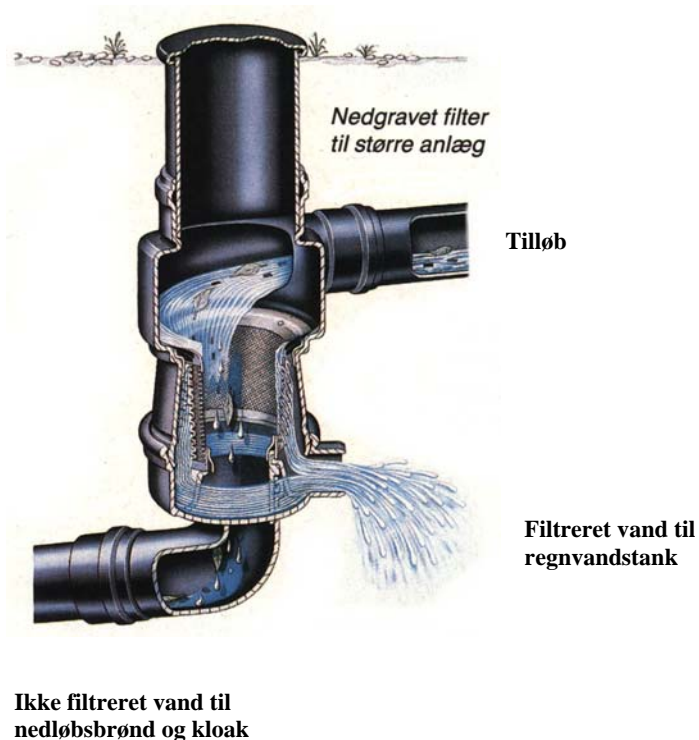
Cyklonfilteret anbringes i jord. Filteret skal være tilgængeligt for inspektion og rensning. Da der ikke er permanent vandfyldte dele i filtret, er det ikke nødvendigt, at filtret anbringes frostfrit.

Der er en højdeforskel på ca. 0,5 m mellem cyklonfilterets tilløb og afløb. Filteret har en tilløbsstuds og 2 afløbsstuds. Tilløbet og afløbet med rensede regnvand kan drejes 360° i forhold til hinanden alt efter behov. Ved placering af filteret i større dybder kan opføringsrøret (Ø 315 mm) forhøjes. Ikke alle typer af cyklonfiltre kan tåle trafiklast.

Der er mulighed for at indsætte en "blindindsats" i filteret sådan, at alt vand ledes direkte til kloak. Dette kan fx anvendes, når tanken skal rengøres.

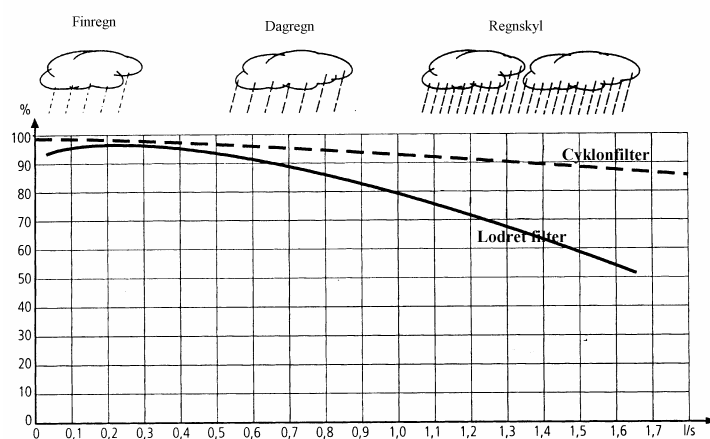
Vedligeholdelse

Cyklonfilterets effektivitet forudsætter, at filterindsatsen rengøres 2-4 gange årligt. Dette gøres ved, at man afmonterer filterindsatsen og spuler med en hård stråle på filtret. Eventuelt anvendes en børste. Derved fjernes den tynde belægning fra filtret.



Figur 6.3
Eksempel på cyklonfilter

Virkningsgrader



Figur 6.4
Virkningsgrader for lodrette filtre og cyklonfiltre /7/
(Eksempel fra fabrikantens brochure)

6.2.1.3 Skrå filtre

Skrå filtre kan anbringes på nedløbsrør eller i en brønd i jord. Et eksempel på et skrå filter indbygget i en brønd i jord er vist i figur 6.5. Regnvandet tilsluttes i siden af brønden. I brønden er der placeret et skråstillet filter. På oversiden sidder en række metalribber, der fungerer som grovfilter. Derunder sidder det finmaskede filter. Maskevidden er afhængig af type fra 0,2 mm til ca. 0,5 mm. Størstedelen af

regnvandet løber igennem filteret og videre til opsamlingsstanken, mens en mindre del af regnvandet løber via nedløbsbrønd til kloak. Der findes ingen oplysninger om vandfordeling.

Indbygning i jord

I jord anbringes skrå filtre i en brønd. Filteret skal være tilgængeligt for inspektion og rensning. Det er ikke nødvendigt at anbringe filtret frostfrit.

Der er en højdeforskel på ca. 100 – 350 mm mellem skråfilterets tilløb og afløb. Filteret har en stor tilløbsstuds og 2 mindre afløbsstuds. Ved placering af filteret i større dybder, kan opføringsrøret (ø 315 mm) forhøjes.

Ikke alle typer af skrå filtre kan tåle trafiklast.

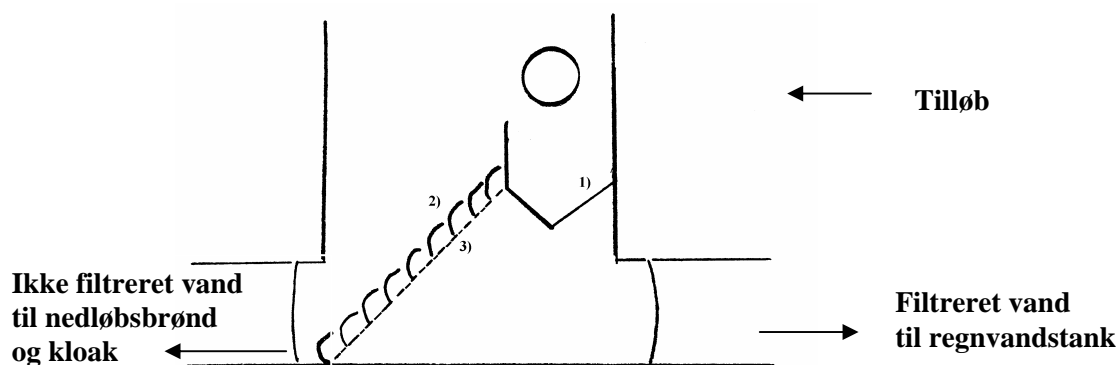
Vedligeholdelse

Filteret skal jævnligt tilses og renses.

Skrå filter på nedløbsrør

I figur 6.6 er vist et skrå filter anbragt i et tagnedløbsrør.

Over filtret er anbragt en plade, der skal sikre, at vandet, der normalt løber langs kanten af nedløbsrøret, bliver ledt hen over filtrets overflade. Vandstrømmen skal sikre, at store urenheder ikke bliver liggende på filtrets overfalde. Maskevidden i filtret er afhængig af typen. Der findes ingen oplysninger om vandfordeling.



1. Fordelingsrende til fordeling af regnvand over hele filterpladen
2. Metalribber, der fungerer som et grovfilter over for blade, kviste mv.
3. Finmasket filter

Figur 6.5

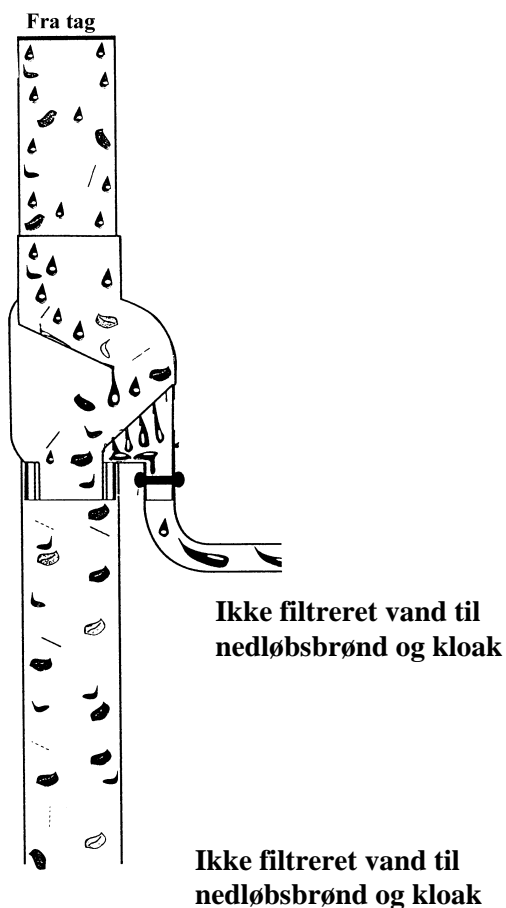
Skrå filter anbragt i brønd

Indbygning

Det skrå filter indbygges direkte på nedløbsrøret. Brug af dette filter medfører ikke højdetab.

Vedligeholdelse

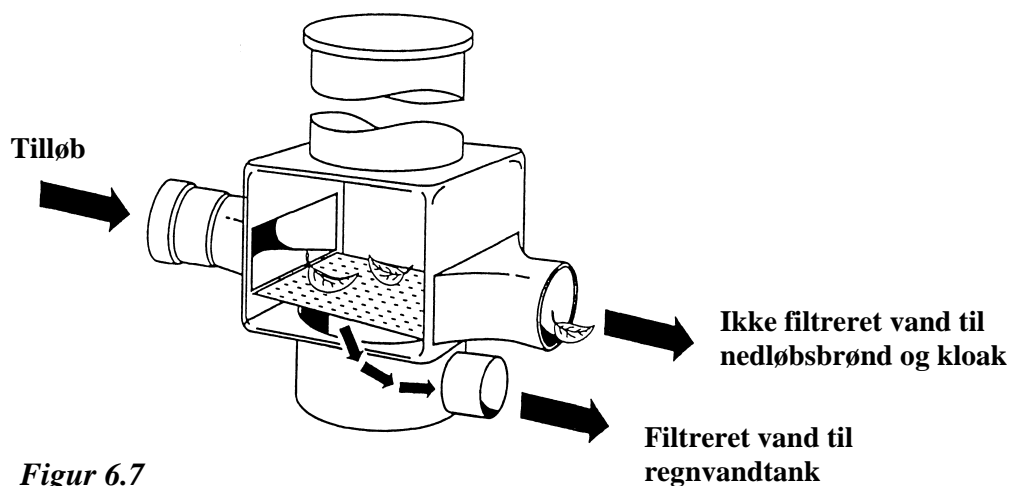
Effektiviteten af dette filter forudsætter, at filtret rengøres jævnligt, ca. 6 – 12 gange årligt. Blade kan tørre fast og medvirke til kimdannelse.



Figur 6.6
Skråt filter anbragt i tagnedløbsrør

6.2.1.4 Vandret filter

Vandret filter fungerer i princippet som et "kaffefilter". Vandet løber ind i filtret, der både skal opsamle urenhederne og lade det rene vand passere, se figur 6.7. Maskevidden er afhængig af typen.



Figur 6.7
Eksempel på et vandret filter

Indbygning

Vandrette filtre kan anbringes i jord i separat brønd eller kan indbygges direkte ved/i indløbet til tanken. Der er et højdetab på 200 – 500 mm gennem et vandret filter.

Vedligeholdelse

Vandrette filtre stopper meget hurtigt til og kræver derfor megen vedligeholdelse, ca. 12 – 24 gange pr. år.

6.2.2 Sammenfatning

Lodrette filtre og cyklonfiltre har en god vandfordeling og et lille servicebehov.

Skrå filtre har formentlig en lidt dårligere vandfordeling og kræver lidt mere vedligeholdelse.

Vandrette filtre har den dårligste vandfordeling og kræver megen vedligeholdelse.

Hvor det er muligt, bør lodrette filtre og cyklonfiltre anvendes.

Alle filtre har én tilløbsledning og to afløbsledninger. Det filtrerede vand ledes til regnvandstanken. Det ufiltrerede vand ledes via nedløbsbrønd til kloak eller nedsivning.

Filtre anbragt på nedløbsrør medfører ikke højdetab på afløbsledningerne.

Filtre anbragt i jord medfører et højdetab på 200 – 500 m.

6.3 Til- og overløb på regnvandstanken

Tilløbs- og afløbssystemet til regnvandstanken skal udføres i overensstemmelse med DS 432, Norm for afløbsinstallationer og denne anvisning.

Dette betyder bl.a., at følgende forhold skal være opfyldt:

- Alle filtre og ledninger i jord og bygning skal være VA- godkendte eller underkastet en godkendt kontrolordning.
- Alle vandfyldte brønde og beholdere i jord skal anbringes i frostfri dybde (ca. 0,75 m under terræn) - dog kan tørre ledninger anbringes i ca. 0,30 m dybde.
- Alle regnvandsledninger i jord skal have en indvendig diameter på mindst 75 mm og lægges med et fald, der sikrer, at de er selvrensende. Ledninger efter nedløbsbrønd og ledninger, der fører filtreret vand, kan lægges med et fald på minimum 10‰. Ledninger, der fører ufiltreret vand, skal lægges med et fald på minimum 20‰. Ledninger kan lægges med mindre fald, hvis der er gennemført beregninger vedrørende selvrensningsevnen.
- Ved dimensionering af til- og afløbssystemet bør man benytte en regn-intensitet på 140 l/s/ha.

- På ledningen, der fører "ikke filtreret regnvand" væk fra filterenheden, skal der være indbygget en nedløbsbrønd. Ved "ikke filtreret regnvand" forstås det regnvand, der ikke passerer filtret i filterenheden. Se f.eks. figur 6.6 og 6.7. Vandet kan enten føres til hovedkloak eller vandet kan nedsives.
- Såfremt afløbsledningen med "ikke filtreret regnvand" fra filterenheden eller overløbsledningen fra tanken tilsluttes en kloakledning, skal der sikres mod lugt, opstemning og rotter. I forbindelse med sikring mod opstemning må dette ikke ske ved at anbringe et højvandslukke. Såfremt det ikke er muligt at tilslutte afløbet fra filterbrønden eller afløbet fra overløbet over højeste opstemningskote, skal der etableres en pumpebrønd.
- Hvis overløbet fra tanken ledes til et nedsivningsanlæg, skal nedsivningsanlægget udføres i overensstemmelse med DS 440 "Norm for mindre afløbsanlæg med nedsivning".

6.4 Regnvandstank

Tanke til opsamling af regnvand skal være VA-godkendte.

Tanke, der indgår i VA-godkendte anlæg, vil opfylde godkendelseskravene, og de kan derfor anvendes sammen med andre fabriksfremstillede VA-godkendte anlægsdele.

6.4.1 Materiale

Tanken skal udføres af materialer, som har tilstrækkelig styrke og bestandighed i forhold til anlæggets placering, og som er tilstrækkelig bestandige over for de stoffer, der findes i det tilledte vand eller dannes i tanken.

Tanken må ikke afgive fremmede stoffer fx farve, oliesubstanser mv. til regnvandet.

Tanke af monolitisk beton eller plast er egnede til regnvandstanke.

6.4.2 Tankens placering

I jord

Tanke i jord skal placeres på egen grund og anbringes så tæt som muligt på huset af hensyn til ledningsføringen. Tanken skal være let tilgængelig for inspektion og tømning.

Er flere ejere fælles om en tank, bør rettighederne sikres ved en tinglyst deklARATION.

I nærheden af bygninger skal tanken placeres, så kravene i DS 415, Norm for fundering af bygværker er overholdt.

Endvidere skal følgende forhold være opfyldt:

- tanken skal være anbragt i frostfri dybde (0,75 m til vandoverflade).
- tanken skal være tæt.
- tanken skal være formstabil og skal kunne modstå jordtryk og et eventuelt trafiktryk.
- tanken skal sikres, så den ikke hæver sig ved tømning. Grundvandsstanden det pågældende sted undersøges, og forankring kan være nødvendig.

I bygning

Tanke kan også anbringes i bygninger, i en kælder eller lignende steder.

For tanke anbragt i bygninger er det vigtigt, at

- tanken sikres mod lysindfald
- temperaturen i tanken holdes passende lav
- rum/bygning sikres mod skadelig oversvømmelse, hvis tanken lækker fx ved, at rummet er forsynet med et gulvafløb
- rummet, hvori tanken er anbragt, har tilstrækkelig loftshøjde til, at tanken kan få tilstrækkelig højde af hensyn til størrelsen af det anvendelige vandvolumen, og at vedligeholdelse kan foretages.
- støjgener fra pumper mv. minimeres, således at bygningsreglementernes krav overholdes.

Indendørstanke bør således anbringes i kølige rum, der kan aflåses. Anbringelse af tanken andre steder end på gulv mod jord bør så vidt muligt undgås. Dels vil den belaste de bærende konstruktioner, og dels kan det være svært at sikre den mod frost og varme. Desuden er der risiko for vandskader som følge af eventuelle utætheder.

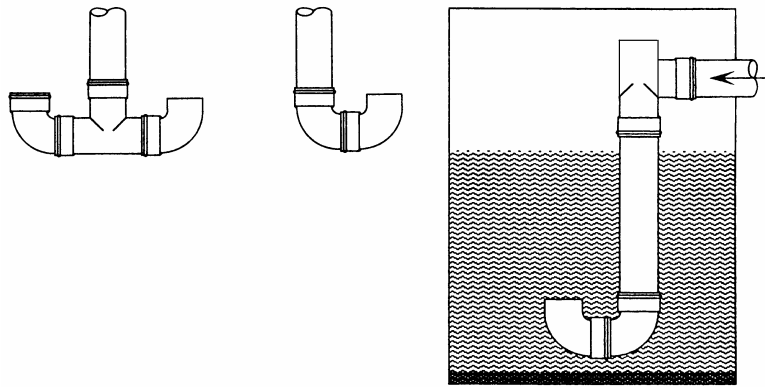
6.4.3 Udformning af tanke

Tanken skal udformes, så bundfældelige stoffer og flydestoffer ikke hvirvles op og føres ud af beholderen og ud til vandinstallationerne.

6.4.3.1 Tilløb og overløb

Selv om regnvandet har passeret et filter, før det ledes til tanken, vil det indeholde bundfældigt materiale, der vil lægge sig på bunden af tanken.

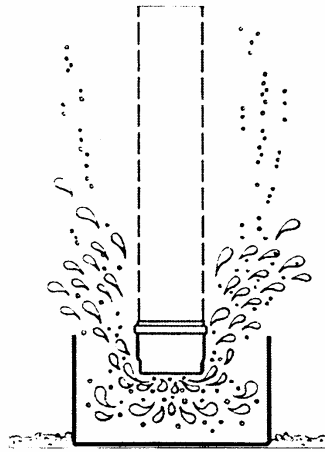
Det er vigtigt, at indløbet i tanken udføres på en sådan måde, at bundfaldet i tanken ikke hvirvles op ved indløb af regnvand/drikkevand i tanken. Dette kan fx sikres ved at udføre tilløbet med et dykket indløb, der afsluttes ca. 0,1 – 0,30 m fra bunden med enten 2 x 87°'s bøjninger eller med et T-stykke, hvorpå der er påsat 2 stk. 87°'s bøjninger, se figur 6.8.



Figur 6.8

Dykket indløb med 2 x 87°s bøjninger eller 1 x 87°s bøjninger.

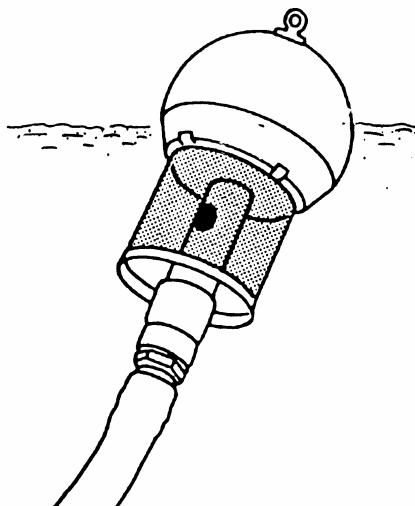
En anden mulighed er at montere en "kasse" på bunden af tanken og føre indløbet ned under kassens overkant, se figur 6.9.



Figur 6.9

Dykket indløb, der afsluttes i "kasse" i bunden af tanken.

Afløbet fra tanken bør også udføres dykket. Herved sikres det, at flydeslam ikke ledes til pumpe og installationer. Afløbet, der ofte er sugeløsningen til pumpen, kan med stor fordel udformes som en dykket anordning, der sikrer, at vandindtaget altid sker 100 – 200 mm under overfladen, se figur 6.10.



Figur 6.10

Afløb i form af svømmende indtag 100-200 mm under overfladen. Det svømmende indtag fås i forskellige udformninger.

Overløb

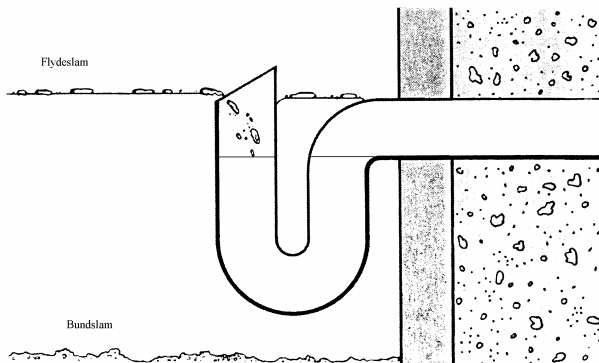
Tanken skal forsynes med et overløb til kontrolleret udledning af overskudsvand i tilfælde af store nedbørsmængder. Overløbsrøret skal have en større dimension end indløbsrøret for at undgå opstemning i tanken.

Overløbet anbringes i frostfri dybde og øverst i tanken, og vandet kan ledes til hovedkloaksystemet (fællessystem/regnvandssystem), eller det kan nedsives.

Kanten af overløbet skal skæres i en vinkel på minimum 20 - 45°, se figur 6.11. Dette vil sikre, at de opsamlede flydestoffer jævnlige vil blive ledt ud af regnvandstanken.

Består regnsvandsanlægget af flere paralleltkoblede enkelttanke skal overløbet placeres i samme tank som tilløbet. Udtag til forbrug bør ske i den fjerneste tank af hensyn til gennemstrømningen i tankene.

Inden overløbsvandet ledes til kloak eller nedsivning, skal det passere et slamfang.



Figur 6.11

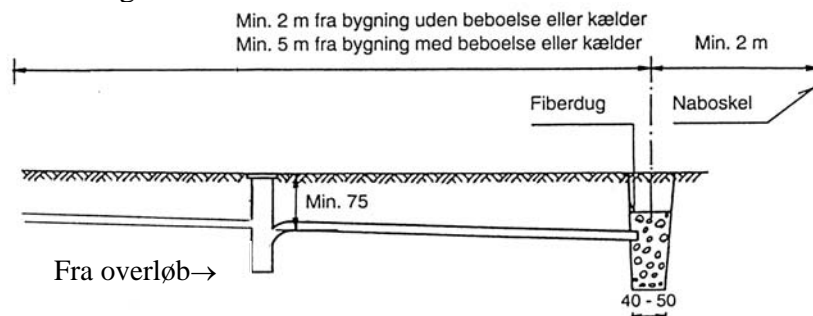
Kanten af overløbet afskæres i en vinkel på ca. 20 - 45°.

Såfremt overløbsledningen tilsluttes en kloakledning, skal der sikres mod lugt, opstemning og rotter. Sikring mod lugt sker via en vandlås, se figur 6.11. I forbindelse med sikring mod opstemning må dette ikke ske ved at anbringe et højvandslukke. Såfremt det ikke er muligt at tilslutte overløbsrøret over højeste opstemningskote, skal der etableres en pumpebrønd.

Nedsivning

Nedsivning af overløbsvand fra tanken (og ikke filtreret vand fra filteret) er den bedste løsning, idet dette sikrer mod tilbagestuvning til tanken af kloakvand.

Nedsivning kræver tilladelse fra kommunen. Hvis nedsivning er muligt, skal nedsivningsanlægget (faskinen) udføres efter reglerne i DS 440, Norm for mindre afløbsanlæg for nedsivning, se figur 6.12. Nedsivningsanlægget skal dimensioneres for hele tagfladearealets afstrømning.



Figur 6.12

Nedsivning af overløbsvand i faskine.

6.4.3.2 Afdækning

Tanken skal være let tilgængelig for tilsyn, drift og vedligehold. Åbningen skal derfor anbringes, så tilsyn af hele tanken er mulig. Åbningen må ikke være mindre end 600 mm ved tanke i jord og 200 mm ved tanke i bygninger.

Tanken skal være forsynet med et tæt dæksel (efter EN295), således at overfladevand ikke kan trænge ind.

6.4.3.3 Temperatur

For at minimere bakterievækster må temperaturen i tanken helst kun kortvarigt overstige + 16° - 18° C.

Man bør derfor ikke anbringe tanke i varme rum, men såvidt muligt nedgrave dem i jord uden for bygning.

6.4.4 Dimensionering af tank

Størrelsen af regnvandstanken skal tilpasses størrelsen af den udnyttelige tagflade. Tanken bør have et nyttevolumen på ca. 25-30 liter pr. m². Dette volumen modsvarer ca. en halv gennemsnitlig månedsnedbør og medfører overløb fra tanken ca. 3-5 gange om året. Der findes ingen dokumentation for disse tal, der stammer fra tyske erfaringer. Ovenstående kan bruges ved overslagsberegninger.

I bilag 4 er vist eksempler på mere nuanceret dimensionering af tanke.

Beregning af tankvolumen med eksempel fra en bygning med 100 m² tegltag.

$$100 \text{ m}^2 \times 30 \text{ l/m}^2 = 3000 \text{ l tankvolumen}$$

Der bør afsættes ca. 10% ekstra volumen som en slags slamfang nederst i tanken.

Tanken bør ikke være overdimensioneret. Af samme grund bør man i forbindelse med regnvandsanlæg kun tilslutte installationer, som ofte anvendes.

6.5 Sikring mod forurening af drikkevandet

For at opnå størst mulig sikkerhed mod forurening af drikkevandssystemet uden for bygningen, hvor regnvandsanlægget er installeret, skal stikledningen, der forbinder forsyningsledningen fra vandværket med ejendommens vandinstallation, være sikret med en til formålet VA-godkendt rørafbryder (overløbsventil). Rørafbryderen skal være monteret umiddelbart efter stikledningens indføring i bygningen og inden første afgrening til sideledninger. Desuden skal installationer i forbindelse med efterfyldning af drikkevand til regnvandsanlægget være sikret, som anført i efterfølgende afsnit 6.5.1.

6.5.1 Drikkevandsefterfyldning

I længerevarende tørre perioder eller frostperioder kan regnvandsmagasinet blive brugt op. For at sikre en fortsat brug af wc og vaskemaskine er det nødvendigt med efterfyldning af drikkevand. For at beskytte det offentlige drikkevandssystem mod forurening foreskriver DS 439, Norm for vandinstallationer, at det ikke er tilladt at have en direkte forbindelse mellem regnvandssystemet og drikkevandssystemet.

Der findes 2 løsninger til efterfyldning, der sikrer mod forurening af drikkevandssystemet:

- Frit tilløb
- Påfyldningscisterne

6.5.1.1 Frit tilløb

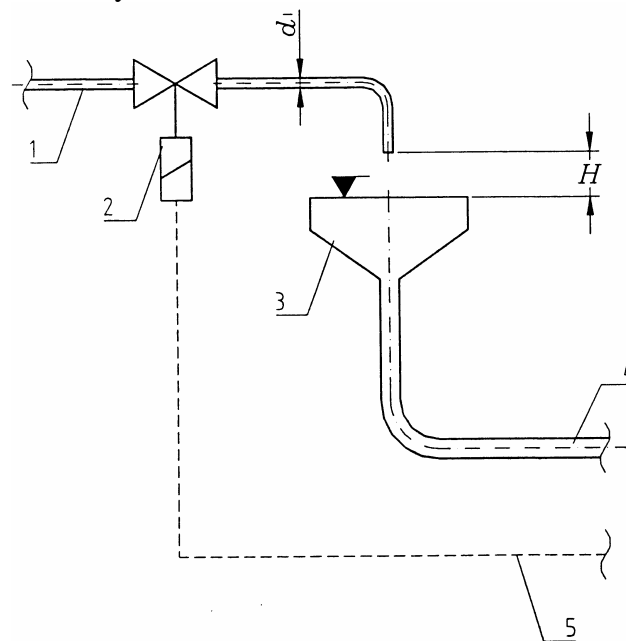
Drikkevandsledningen (trykledning) ender over en tragt, hvor drikkevandet ledes uhindret og i frit fald (trykkløst) til regnvandstanken. Drikkevandet tilføres tanken gennem tilløbet.

Afstanden mellem drikkevandsledningen og det højeste mulige vand-spejlsniveau i opsamlingsstanken (i dette tilfælde er det overkant af tragt) skal minimum være 20 mm. Det fri tilløb skal ske over højeste opstemningskote. I visse udsatte områder kan opstemningen være helt op til terræn. I sådanne områder må efterfyldning til tanken anbringes over terræn fx i stueetagen. Derudover skal det sikres, at vandet i tragten kan afledes i takt med tilledningen, hvis ventilen på trykledningen

går i stykker. Ledningen mellem tragten og tilløbsledningen til tanken skal derfor have en passende stor dimension.

Fastlæggelsen af dimension og minimumsfald sker ved anvendelse af DS 432's regler. Ledningen beregnes som en fuldt løbende regnvandsledning med minimumsfald. Den dimensionsgivende vandstrøm q_d sættes til 2 gange den dimensionsgivende vandstrøm, der beregnes som anført i afsnit 6.9.1.

Det anbefales, at det frie tilløb sker gennem en magnetventil, når vandstanden i opsamlingstanken er faldet til et vist niveau. Magnetventilen aktiveres ved hjælp af en svømmer i opsamlingstanken eller fra en styreenhed.



1. Tilslutning til brugsvandsinstallationen
 2. Magnetventil
 3. Tragt
 4. Tilløb til regnvandstanken
 5. Styreledning
- H Luftgab på mindst 20 mm jævnfør DS 439

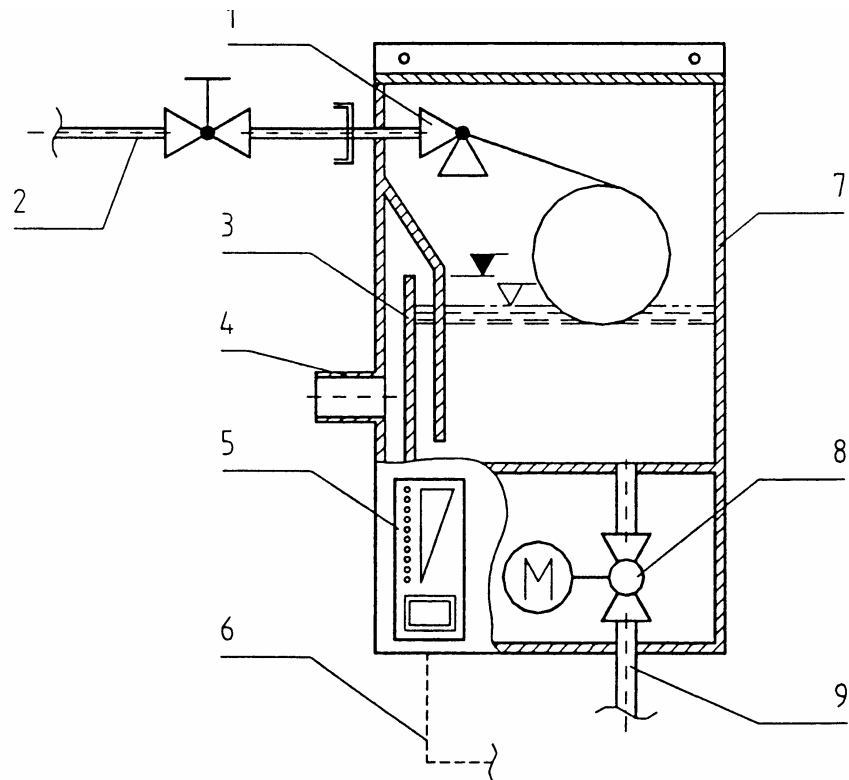
Figur 6.13
Efterfyldning ved frit tilløb

Efterfyldningsmængden og tryktabet over magnetventilen skal være så lille som mulig. Efterfyldningen bør være på maksimalt ½ dags vandforbrug.

6.5.1.2 Påfyldningscisterne

Påfyldningscisternen er en automatisk styret enhed, der principielt fungerer som en wc-cisterne. Drikkevandsefterfyldningen sker direkte til pumpens sugeledning og ikke til selve regnvandstanken. Dette medfører, at der kun tilledes den mængde drikkevand, der er behov for. Ud over tilførslen af drikkevand i perioder uden regn, giver påfyldningscisternen mulighed for manuelt at slå om til 100% drikkevandsforsyning, fx når regnvandstankene skal renses. Dette forudsæt-

ter, at der på sugeledningen til regnvandstanken monteres en afspæringsventil. En principskitse af en påfyldningscisterne er vist i figur 6.14.



1. Ventil med flyder
2. Tilslutning til brugsvandsinstallation
3. Overløb med vandlås
4. Afløb fra overløbet (til afløbsinstallation) bør udmunde frit over gulvafløb
5. Styreenhed med niveauføler i tanken
6. Styreledning fra tanken
7. Kabinet/cisterne
8. Styret ventil
9. Tilslutning til pumpens sugeledning

Figur 6.14

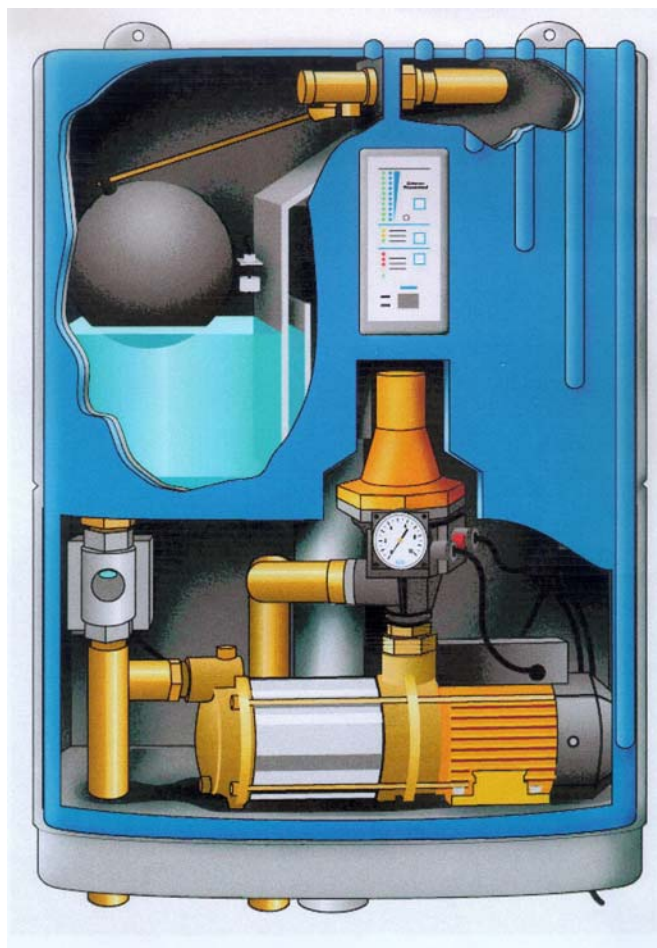
Principskitse af påfyldningscisterne. Har påfyldningscisternen overløb med vandlås, skal den desuden have overløb, der udmunder frit over en installationsgenstand. Der skal være minimum 20 mm fra overløbet til indløbets underste kant.

Også i påfyldningscisternen sker tilsætninger af drikkevand gennem et luftgab på min. 20 mm. Når der er behov for efterfyldning med drikkevand, åbner ventilen (8) i bunden af cisternen og leder vandet, der står i cisternen til pumpens sugeledning. Når cisternen tømmes, sørger flyderventilen (1) for, at forbindelsen til brugsvandsinstallationen åbnes, så der fyldes vand i cisternen. Når der ikke længere pumpes vand ud til wc eller tøjvask, stiger vandstanden i cisternen, og flydeventilen lukkes. Hvis flydeventilen til brugsvandsforsyningen ved en fejl ikke lukker, sikrer overløb (3) og (4), at vandet kan afledes samtidig med, at luftgabets på 20 mm overholdes. Påfyldningscisternen skal være forsynet med overløb, der sikrer, at vandspejlet i cisternen altid er mindst 20 mm under drikkevandsindløbets underste kant. Er cisternen forsy-

net med overløb med vandlås (der kan stoppe til), som på figur 6.1.4, skal der yderligere være monteret et overløb, som alene giver tilstrækkelig sikkerhed. Overløbet skal udmunde synligt over en installationsgenstand.

Brugsvandsefterfyldning til pumpens sugeledning medfører, at der kun sker efterfyldning med de mængder, der helt præcis er behov for. Det er derfor den mest økonomiske efterfyldning.

I nogle påfyldningscisterner er pumpen anbragt sammen med cisternen i et fælles kabinet, se figur 6.15.



Figur 6.15
Påfyldningscisternerne sammenbygget med pumpe.

6.6 Anlægsstyring

Et betjeningsvenligt og driftsikkert regnvandsanlæg kræver anlægsstyring. Denne anlægsstyring er indbygget i påfyldningscisternen. Ved systemer uden påfyldningscisternen bliver systemer til styring af anlæg udbudt i mange forskellige udgaver. Ud over en synlig niveaumåler i tanken kontrollerer anlægsstyringen også drikkevandsefterfyldningen og sikrer pumpen mod tørløb. Anlægsstyring sikrer, at kun en lille, men tilstrækkelig drikkevandsmængde efterfyldes.

Det anbefales ved valg af system at være opmærksom på følgende punkter:

- Anlægsstyring skal overholde regler for produktet og montagen
- Dele, der er i kontakt med vand, skal installeres med lavspænding (12 - 24 V) eller fungere uden tilslutning af strøm
- Mekaniske styringsdele opbygges af rustfrit materiale
- Styringssystemet skal sikre, at efterfyldningsmængden med drikkevand holdes på et minimum
- Styringssystemets energiforbrug skal være lavt
- Måleudstyr til bestemmelse af vandniveauet i opsamlingsstanken skal fungere effektivt uden særlig eftersyn/vedligeholdelse.

6.7 Pumper

Det opsamlede regnvand i regnvandstanken skal fordeles til wc'er og vaskemaskiner i bygningen. Denne fordeling foretages ved hjælp af en eller flere pumper og et ledningssystem. Pumpen kan være anlæggets kritiske komponent, fordi et svigt på denne eller en strømafbrydelse vil betyde, at installationsgenstandene (wc'er og vaskemaskiner) ikke kan bruges.

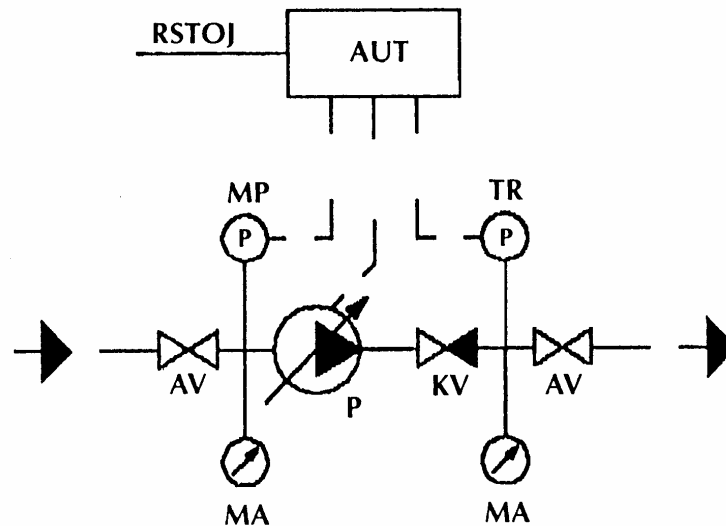
En sikker drift kræver altså en driftsikker pumpe.

6.8 Pumpeenheten

Ved pumpeenheten forstås pumpen og tilhørende reguleringsanordning (drifts- og minimumspressostater) for styring af tryk, kontraventiler, manometer, afspærringsventiler mv.

6.8.1 Pumpetyper

For regnvandsanlæg kan både selvansugende centrifugalpumper og dykpumper anvendes.



RSTOJ:	Strømforsyning
AUT:	Automatikkab
MP:	Minimumspressostat
TR:	Trykreguleringspressostat
P:	Pumpe med variabel hastighed
AV:	Afspærringsventil
KV:	Kontraventil
MA:	Manometer

Figur 6.16
Principskitse af pumpeenhed

6.8.1.1 Selvansugende centrifugalpumper

Centrifugalpumpen kan opstilles uafhængigt af opsamlingstanken i et andet rum - endog i en helt anden bygning. Afstanden imellem pumpe og opsamlingstank er begrænset af sugeledningen. Sædvanligvis ligger løftehøjden på 40 m til 60 m og vandstrømmen fra 0,8 l/s til 1,4 l/s. Sugehøjden er begrænset. Både sugehøjde og trykhøjde skal altid kontrolleres for det aktuelle pumpediagram, netop for den valgte pumpe. Pumperne fås også under betegnelsen trykforøgeranlæg, og denne type bør anvendes, når anlægget forsyner mere end 1 husstand. Trykforøgeranlæg findes i VA-godkendte fabrikater.

Centrifugalpumper kan være dyre i drift, idet de bruger energi, også når de står på stand by.

Monteringsregler for centrifugalpumper.

Pumpeplacering:

- Placering af pumpe skal være frostfrit
- Pumpen skal installeres på en sådan måde, så sugehøjden bliver så lille som mulig.
- Pumpen monteres på gummi for at mindske vibrationsrystelser til væg eller gulv

- Ved indendørs placering af pumpe bør rumtemperaturen ikke kunne overstige 18° C.

Materialer:

- Der bør kun anvendes materialer, der er korrosionsfaste såsom kunststof, messing eller syrefast rustfrit stål. Er der risiko for klorid i regnvandet (fx kystnære områder), bør det undersøges, om messing er afzinkningsbestandig.
- Fleksible ledninger imellem pumpe og ledningssystem til tapsteder, sådan at transmission af støj minimeres.
- Der bør anvendes pumper, der af fabrikanten angives som egnede til regnvand.

Sugeledning:

- Sikring imod tørløb fx brug af niveausvømmer i tanken. Nogle pumper har indbygget tørløbsbeskyttelse.
- Sugeledningen fra opsamlingstanken skal være stigende imod pumpen
- Kontraventil på sugeledningen forkorter ansugningstiden.
- Sugeledningen bør ikke være længere end 12 m
- Før første benyttelse skal pumpe- og sugeledning fyldes op med vand

6.8.1.2 Dykpumpe

Dykpumpen monteres direkte i vandet. Trykhøjden afhænger af fabrikat, men er imellem 6 og 40 mVS, og vandstrømmen på 0,8 l/s til 2,8 l/s.

Dykpumper fremstilles i forskellige udformninger, fx pumper med sugesi, hvori pumpeløbehjulet er indbygget. Andre dykpumper har en tilløbstud, hvorpå en kort sugeledning er tilsluttet. Denne opbygning gør det muligt, at sugesiden tilsluttes et svømmende ansugningsfilter. Dykpumper med sugeledning gør det muligt at installere pumpen tæt på opsamlingstankens bund, eller i en tør opstilling. Denne anordning forener fordelene ved sug- og trykpumper.

6.9 Dimensionering

Ved dimensionering forstås fastlæggelse af data, der er nødvendige for bestemmelse af pumpe størrelse og type samt rørsystemets diameter. De nødvendige data er vandstrøm (l/s) og tryktab.

6.9.1 Vandstrøm

Vandstrømmen fastlægges på grundlag af de forudsatte vandstrømme til de installationsgenstande, der er tilsluttet regnvandsanlægget.

For wc'er og husholdningsvaskemaskiner (VM) sættes den forudsatte vandstrøm til:

$$\text{Wc: } q_f = 0,05 \text{ l/s}$$

$$\text{VM: } q_f = 0,20 \text{ l/s}$$

Er regnvandsanlægget kun tilsluttet wc'er, sættes den dimensionsgivende vandstrøm, q_d til 0,1 l/s svarende til, at 2 cisterner fyldes samtidigt.

Dette gælder op til et antal af wc'er på maksimum 12.

Er antallet af wc'er større end 12, anvendes følgende formel:

$$q_d = 0,1 + 0,015(n \times 0,05 - 0,2) + 0,12\sqrt{n \times 0,05 - 0,2}$$

hvor n er antallet af wc'er.

Ledninger, der forsyner både wc'er og vaskemaskiner eller vaskemaskiner alene dimensioneres i henhold til DS 439, Norm for vandinstallationer, idet der dog kan foretages passende skøn over sandsynligheden for samtidigt vandindtag på 2 eller flere vaskemaskiner, når $q_d \leq 12 \text{ l/s}$. Ledninger, der forsyner vaskemaskiner i fællesvaskerier, dimensioneres ud fra vaskemaskinefabrikantens oplysninger og eventuelle krav til samtidig brug af vaskemaskinerne.

5 etagers boligblok med regnvandsopsamling i kælder og wc-skyl med regnvand. $q_d = 0,1 \text{ l/s}$ for hele ledningen. Placeres tank og pumpe i kælder og regnes med 16 m pex-rør med dimensionen 10 x 1,8 mm, fås:		
Løftehøjde:	5 x 3 m = 15 m ~	150 kPa
Rørtab:	16 x 16 kPa x 1,25	320 kPa
Cisterneventil:		50 kPa
Tryktabet i pex-rør dimension 10 x 1,8 mm er 16 kPa/m, og der tillægges 25% for enkeltmodstande		
Minimumpumpeydelse:		
0,1 l/s ved P =		520 kPa
når rørdimensionen 10 x 1,8 mm pex anvendes. Anvendes pex-rør dimension 12 x 2 mm, er:		
Tryktabet:	kPa/m	
Løftehøjde:	16 x 6 kPa x 1,25	150 kPa
Rørtab:		120 kPa
Cisterneventil:		50 kPa
Minimum pumpeydelse:		
0,1 l/s ved P =		320 kPa
Af hensyn til støj i nederste cisterne bør pumpe-trykket her ikke være større end ca. 300 kPa. Rørdimensionen bør derfor vælges til mindst 12 x 2 mm.		

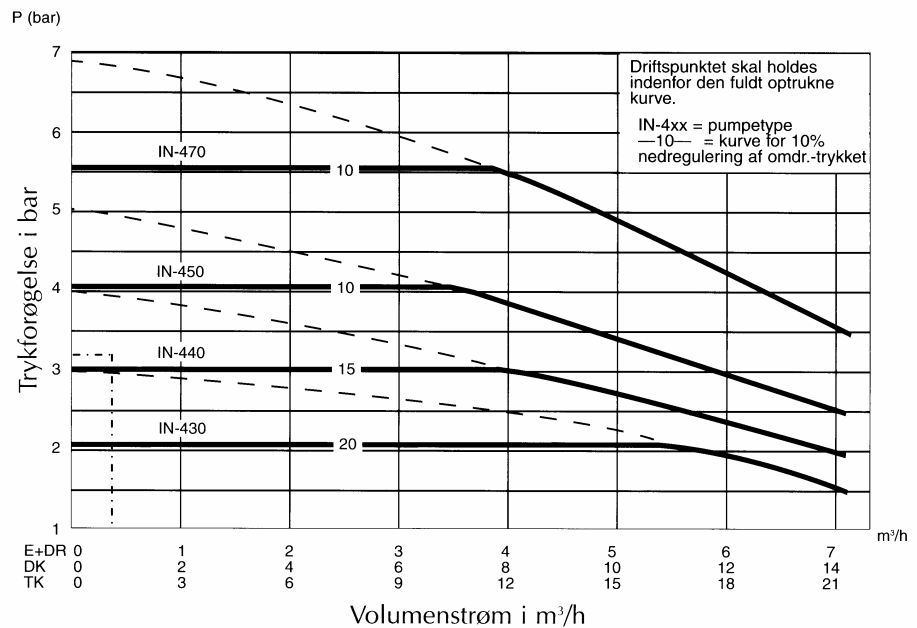
Figur 6.17

Eksempel på dimensionering af pex-rør og pumpe til vandinstallation for wc'er med 3-4 l skyllevandsmængde.

Vandstrømmen til fastlæggelse af pumpeydelsen og ledningsdimensionen er lig med den dimensionsgivende vandstrøm q_d . Ledningsdimensioner bestemmes i henhold til DS 439, Norm for vandinstallationer, hvor tryktab i ledningerne og enkeltmodstande også kan findes. Pumpens nødvendige trykydelse kan herefter bestemmes af:

$$P_{\text{pumpe}} = \Delta P_{\text{sugeledning}} + \Delta P_{\text{løftehøjde}} + \Delta P_{\text{rør}} + \Delta P_{\text{enkelt modstande}} + \Delta P_{\text{største udløbstab}}$$

En pumpe kan derefter findes, og det kan undersøges, om den opfylder krav til ydelse og tryk, se figur 6.18.



Figur 6.18

Pumpekaraktistik for centrifugalpumpe. Indtegnet ydelse fra figur 6.17. Pumpetype E – IN 440 kan anvendes.

6.10 Fordelingsledninger/koblingsledninger

Ledninger skal udføres af korrosionssikre materialer, fx plast eller syrefast rustfrit stål. Alle fittings og rør skal være VA-godkendte. Alle samlinger skal være udskiftelige. Ledninger af støbejern, kobber, ulegeret stål samt varmforzinkede rør bør undgås på grund af risikoen for korrosion.

Fordelingsledninger og koblingsledninger dimensioneres og projekteres som angivet i DS 439, Norm for vandinstallationer.

6.10.1 Mærkning

Det er et krav, at ledninger tydeligt markeres med fx. "ikke drikkevand", og at ledningsføringen udføres og markeres, så der ikke er risiko for forveksling eller fejlkoblinger.

Eksempel på mærkninger er vist i figur 6.19. Afstanden mellem mærkerne bør være 1 – 2 meter.



Figur 6.19

Eksempel på mærkning af ledninger med "Regnvand - ikke drikkevand".

Desuden vil det være en god idé, at der anbringes skilte fx ved stophanen og ved de wc'er og vaskemaskiner, hvor der anvendes regnvand. Disse skilte skal angive, at i dette hus/installation anvendes regnvand.



Figur 6.20

Eksempel på skiltning ved et wc, hvor der bruges regnvand til skyl.

7 Projektering og udførelse

7.1 Projektering

Når et regnvandsanlæg skal projekteres, skal retningslinierne i kapitel 6 følges.

Når det drejer sig om nyanlæg, er det vigtigt, at man så hurtigt som muligt i forbindelse med projektering af bygning og installationer tager stilling til, om der skal etableres et regnvandsanlæg. En tidlig beslutning gør det muligt at projektere anlægget på den mest hensigtsmæssige måde.

7.1.1 Hovedafløbssystemet

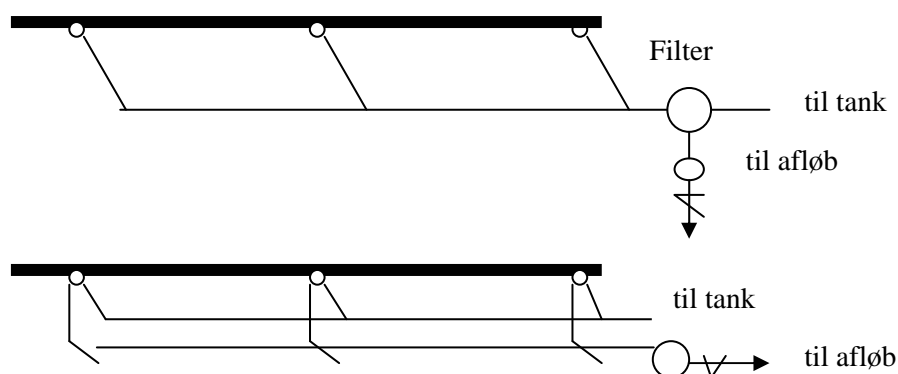
Hovedafløbssystemet har stor betydning for udformningen af regnvandsanlægget. I separatsystemer skal afløb af urensset vand fra filtrene og overløbet fra regnvandstanken tilsluttes den separate regnvandsledning. Da vandet i separate regnvandsledninger er mindre forurenset end vand fra fællessystemer, kan pumpning normalt udelades. Pumpning skal dog overvejes, hvis der er risiko for opstemning til terræn.

Hvis regnvandsanlægget skal tilsluttes et fællessystem, kan pumpning kun udelades, hvis tilslutningen kan ske 0,3 m over højeste opstemningskote. Er dette ikke muligt, skal tilslutning ske via pumpning.

7.1.2 Højdetab

Filtre anbragt i jord medfører et højdetab. Er der tilstrækkelig højde, kan man med fordel samle flere tagedløb til et filter anbragt i jord.

Hvis der ikke er tilstrækkelig højde til dette, må der anbringes filtre på samtlige tagedløb. Dette giver en mere kompliceret ledningsføring, se figur 7.1.



Figur 7.1

Ledningsføring, når der anvendes filter i jord, og når der anvendes filter på hvert tagedløb. Fra filtret føres det ikke rensede regnvand til afløb gennem en Ø 315 mm nedløbsbrønd.

7.1.3 Afløbsinstallationen

7.1.3.1 Tilløbssystemet til tanken

Tilløbssystemet til regnvandstanken skal udføres i overensstemmelse med DS 432, Norm for afløbsinstallationer og denne anvisning.

Ledningerne både før og efter filtre kan betragtes som tørre ledninger og udføres efter de samme regler.

Normen tillader, at "tørre ledninger" ikke lægges i frostfri dybde, men blot så dybt, at de ikke ødelægges ved ydre påvirkninger. For tagvandsledninger tæt ved huse, hvor der ingen trafikbelastninger forekommer, er en lægningsdybde på 0,3 – 0,4 m tilstrækkeligt. I trafikerede arealer er det trafikbelastningen, der bestemmer lægningsdybden. Hvis der er tale om let trafik fx ved indkørsler til énfamiliehuse eller lignende, anses 0,6 – 0,7 m for at være tilstrækkeligt.

Ledningerne før filtrene og ledningerne med urensset vand fra filtrene kan lægges med 2‰. Ledningerne med det rensede vand fra filtrene og ledninger med urensset vand, der har passeret en 315 mm nedløbsbrønd kan lægges med 10‰. Mindre fald kan anvendes, hvis der gennemføres en fuldstændig beregning.

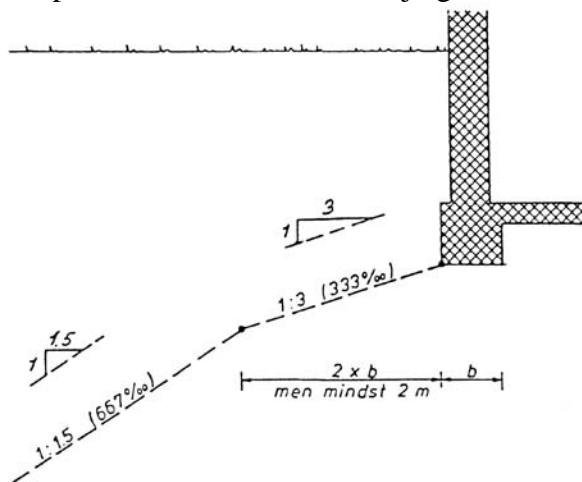
7.1.3.2 Afløbssystemet fra tanke

Ledningerne fra overløbet skal lægges med 10‰'s fald, og afløbsvandet skal passere en Ø 315 mm nedløbsbrønd før tilslutning til afløbssystem eller nedsivning.

7.1.4 Tanken

Tanken skal være nedgravet på egen grund og skal anbringes, så den er tilgængelig for inspektion og rensning. I nærheden af bygninger skal tanken placeres, så kravene i DS 415, Norm for fundering er overholdt. I figur 7.2 er vist fundamentsreglerne for lerjord.

Tanken skal placeres, så afstanden til vej og skel er mindst 2 meter.



Figur 7.2

Grænseflader for udgravninger langs fundamenter. Jordbund ler.

7.1.5 Vandinstallationen

Vandinstallationerne skal udføres i overensstemmelse med DS 439, Norm for vandinstallationer og denne anvisning. Hovedprojektet skal indeholde det fuldstændige grundlag for arbejdets udførelse og skal derfor være meget detaljeret. Projektet bør fx omfatte detaljerede anvisninger.

Når forundersøgelser er tilendebragt, bør man foretage en samlet vurdering af den planlagte vandinstallation.

Fremføringsveje for vandinstallationens vigtigste ledninger fastlægges efter følgende retningslinier:

- Ledninger i jord gøres så korte som muligt under hensyntagen til placering af målere og styringsanlæg.
- Fordelingsledninger føres så tæt som muligt til installationsgrupper.
- Af hensyn til reparationer opdeles anlæg i rimeligt afgrænsede zoner.
- Ledningernes tilgængelighed og udskiftelighed skal være så god som mulig.
- Alle samlinger skal være udskiftelige.

7.1.6 Eksisterende anlæg

At etablere et regnvandsanlæg i eksisterende byggeri medfører ofte større problemer end i nybyggeri.

Ved en eksisterende bebyggelse skal de eksisterende tagedløbsbrønde måske fjernes, og tagedløbene skal føres via det eller de valgte filtre til tanken. Man kan ofte spare en del gravearbejder ved at vende faldet på tagrender, så tagedløb samles på strategiske steder. Dette vil dog ofte kræve omlægning af rendejernene.

Korrekt afpropning af ikke brugte ledninger er vigtigt, hvis man senere vil undgå rottegener på grund af indtrængende rotter fra spildevandsledningen. Alle afpropninger skal ske så tæt ved den benyttede del af afløbssystemet som muligt, og afpropningen skal, så vidt det er muligt, foretages med korrekte endepropper. "Døde" ledninger, som det ikke er hensigtsmæssigt at fjerne, proppes af i begge ender og fyldes op med sand eller letbeton.

Det skal kontrolleres, at de eksisterende afløbsledninger ligger med tilstrækkeligt fald (15-20‰) til at være selvrensende, og at de har en rimelig kvalitet.

Ofte vil det vise sig, at ikke alle tagflader kan udnyttes, fordi afløbene er uhensigtsmæssigt placeret.

Ligeledes kan placeringen af wc, gæste-wc og vaskemaskine være således, at det ikke er realistisk at etablere brug af regnvand fra tage ved alle installationerne.

Man skal også være opmærksom på, at vandkvaliteten i de tilbageværende ledninger, fx til køkken forringes, hvis regnvandsanlæg etableres. Dette skyldes det nedsatte forbrug på de gamle ledninger, når wc-skyl og vaskemaskiner ikke længere er tilsluttede.

7.2 Udførelse

Regnvandsanlæg skal udføres efter de samme regler, som gælder for afløbsinstallationer og for vandinstallationer. Afløbsinstallationerne i jord må kun udføres af autoriserede kloakmestre, og afløbsinstallationerne i bygning samt vandinstallationerne må kun udføres af autoriserede VVS-mestre.

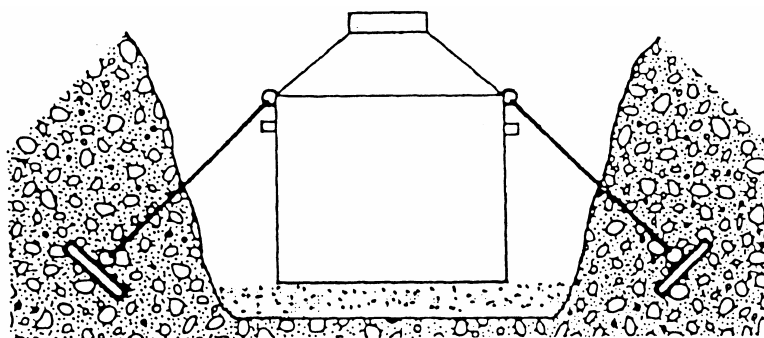
7.2.1 Tanke

Alle tanke skal være VA-godkendte og skal i udgravningen være omgivet af et mindst 0,15 m tykt lag sand til alle sider, og tanken må ikke lægges dybere, end fabrikantens anvisninger angiver.

Da kunststofftanke har en ringere styrke end betontanke, skal der tages specielle hensyn til dette ved installationen. Det kan således være nødvendigt at "forstærke" nogle plasttanke enten ved speciel omhyggelig komprimering af jorden rundt om tanken ved lægning eller ved at aflaste tanke ved udstøbning af betonplade over tanken.

Da plasttanke er lette, skal de sikres mod opdrift, hvis grundvandspejlet kan stå højt. Et eksempel på sikring mod opdrift er vist i figur 7.3. Sikring kan også foretages ved udstøbning af betonplade over tanken.

Sikring af tanken bør ske for den størst mulige opdrift på tanken (tom tank). Dette betyder, at hele vægten af tankens vandindhold skal erstattes af betonvægt fratrukket eventuel jordvægt, der hindrer tankens opdrift. Fabrikantens anvisninger skal følges.



Figur 7.3

Eksempel på forankring af tank.

7.2.2 Tanke anbragt i et kælderrum

Installation af en regnvandstank i et kælderrum er betydeligt enklere end at etablere en nedgravet tank. Det kræver ingen opgravning, rørføringen er som regel kortere, og der vil aldrig være problemer med opdrift på tanken. Samtidig vil vedligeholdelse af et kælderanlæg være betydeligt enklere, idet alle dele som regel vil være let tilgængelige.

Installation i kældre kan dog ikke anbefales, hvis der er risiko for temperaturer over 18° C.

Ulemperne ved et kælderanlæg kan være pladsbegrænsningen samt risikoen for oversvømmelse i tilfælde af forstoppelse eller utæthed.

Størrelsen af tanken er i praksis begrænset af adgangsforholdene til kælderrummet. Der er dog mulighed for at sætte flere mindre tanke sammen således, at man opnår et passende stort volumen.

Mange kældertanke er fremstillet af polyetylen og er farvet i en mørk farve, således at regnvandet ikke udsættes for lys, men installation i mørklagte rum skal dog alligevel foretrækkes.

Ved til- og afløb er der isat gennemføringer eller monteret faste tilslutninger, ligesom der er mulighed for at indføre kabler til styring- og overvågningsudstyr.

En større åbning øverst i tanken sikrer, at der er mulighed for indvendig rengøring samt tømning af tanken. Der skal ligeledes være mulighed for tømning af tanken gennem en tømmeventil ved tankens bund.

Der kræves ikke et specielt fundament for at installere en regnvandstank indendørs. Den skal blot være opstillet på en plan flade.

De fleste tanke har en bredde på mellem 720 og 780 mm, hvilket gør det muligt at få dem gennem de fleste døråbninger. De har et volumen på op til 1000 liter, vejer ca. 30 kg og kan serieforbindes således, at man opnår et passende volumen. Tankene skal købes forberedt for en sådan sammenkobling.

Der stilles krav til de lokaler, som de indendørs tanke installeres i. Rummet skal have tilstrækkelig loftshøjde til, at vedligeholdelsesarbejder kan foregå. Rummet skal være forsynet med gulvafløb, så vand kan ledes væk. Rummet skal helst være køligt, så temperaturen i tanken kan holdes under 18° C. Rummet skal kunne låses, så der kun er adgang for driftspersonalet.

8 Drift og vedligeholdelse af regnvandsanlæg

I lighed med alle andre afløbsinstallationer skal et regnvandsanlæg jævnligt tilses og vedligeholdes, så funktionen af anlægget sikres.

Der skal derfor til hvert anlæg udarbejdes vejledninger i brug, drift og vedligeholdelse af regnvandsanlægget.

8.1 Brugervejledning

En brugervejledning skal indeholde oplysninger om, hvordan de enkelte dele af regnvandsanlægget betjenes. Dette kan fx være:

- Vejledning i brug af påfyldningscisterne
- Vejledning i inspektion af filtre og tanke
- Forholdsregler ved alarm fra eventuel pumpebrønd
- Vejledning i brug af rørafbryderen

Der skal også gøres opmærksom på, at anlægget aldrig må tilføres andet vand end regnvand opsamlet fra tagfladerne eller drikkevand, og at der ikke må foretages tilslutning af andet end wc'er og vaskemaskiner til regnvandsledningerne.

Rørafbryderen (overløbsventilen) skal kontrolleres 1 gang om året. Dette skal ske på ejerens foranledning og i overensstemmelse med leverandørens driftsvejledning.

Endelig skal en brugervejledning indeholde oplysninger, suppleret med tegninger om, hvordan anlægget er opbygget, og hvordan det virker.

8.2 Driftsvejledning

En driftsvejledning skal indeholde en udførlig beskrivelse af regnvandsanlæggets opbygning og funktion samt ajourførte tegninger.

En af de vigtigste ting i forbindelse med en korrekt færdiggørelse er levering af et sæt rettede tegninger. Tegningerne skal være rettet i overensstemmelse med de ændringer, der er foretaget under arbejdets udførelse og med påskrevne data for ledninger, brønde, filtre, tank(e) og eventuelt nedsivningsanlæg.

De rette tegninger skal ligeledes indeholde oplysninger om materiale på ledninger, brønde, filtre og tank(e).

På afløbstegningerne bør også markeres særlige rensedgange samt de komponenter, der kræver tilsyn. Samtidig skal man udarbejde en liste over disse komponenter med tilhørende driftsinstruktion og tilsynsintervaller.

Driftsvejledningen skal endvidere indeholde de driftsmæssige forudsætninger for korrekt funktion, fx:

- Rørafbryderen
- Intervaller for rensning af filtre
- Intervaller for rensning af tanke(e)
- Justering og kontrol af styringsanlæg herunder brugsvandsefterfyldning
- Intervaller for eftersyn og rensning af pumper og brønde

8.3 Vedligeholdelsesvejledning

Der skal udarbejdes de nødvendige vedligeholdelsesvejledninger for regnvandsanlægget.

Vedligeholdelsesvejledningerne skal indeholde fx:

- Vedligeholdelsesrutiner for filtre tank(e), pumper, ventiler og nedløbsbrønde
- Rensevejledning (renseadgang og –metoder)
- Reparations- og udskiftningsvejledning
- Komponentspecifikationer

Den almindelige vedligeholdelse skal sikre, at der ikke opstår skader.

Vedligeholdelsesrutinen kan bestå af følgende operationer for forskellige komponenter:

- Filtre
Brugeren skal orienteres om filterets funktion og herunder gøres opmærksom på, at filterindsatsen skal rengøres x antal gange om året. Det skal også beskrives, hvordan filtrene rengøres/renses.
- Regnvandstank
Ca. 1 gang om året bør tanken inspiceres visuelt. Bundfald og eventuelt flydeslam fjernes. Indløb og overløb efterses og renses. Hvert år bør tanken tømmes, eventuelle renses, og de indvendige sider renses for eventuelle belægninger ved spuling. Dækslet kontrolleres. Svømmende sugefilter renses. Dækslet kontrolleres.
- Pumpebrønde for sikring mod tilbageløb
Pumpeanlægget bør gennemprøves én gang om året (start, stop, sugeledning og alarm), og de elektriske installationer tilses. Niveaumålere (flydere) skal rengøres, og brønden eventuelt spules.
- Nedløbsbrønd
Brugeren skal orienteres om brøndens funktion og herunder gøres opmærksom på, at slamrummet jævnligt skal oprenses for blade, sand mv.
- Fordelingssystemet (tryksystemet)
På drikkevandssystemet kan være placeret snavssamlere med et filter, der skal inspiceres og renses. Pumper og målere inspiceres 1 gang årligt eller efter leverandørens anvisninger.

9 Eksempler på anlægsudførelse

9.1 Eksempel på brug af regnvand til wc-skyl og til maskintøjvask i parcelhus

Fakta

Bygning: Parcelhus

Ringsted

Opførelsesår for parcelhus: 1920, ombygget i 1992.

Opførelsesår for regnvandsanlæg: 1996/1997

Tagareal : 250 m²

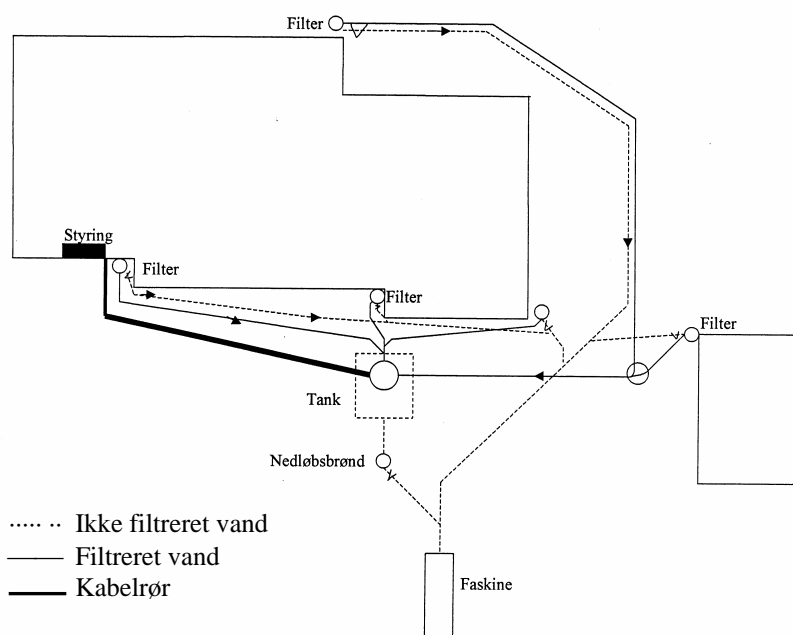
Tagdækningmateriale: Decra Plast (metalplader med plast)

Wc'er: 2 stk.

Vaskemaskine: 1 stk.

9.1.1 Overordnet beskrivelse af anlægget

Regnvandsanlægget er etableret i et eksisterende parcelhus. Ejendommen er ikke tilkøbt den offentlige kloakledning, men afvander regnvand til faskine. Alt regnvand fra tagfladerne ledes gennem tagnedløbsfiltre. Efter filtrene afledes regnvandet i 2 separate ledningssystemer. Én ledning fører det filtrerede regnvand til regnvandstank. En anden leder det ikke filtrerede regnvand til faskine. Styringssystemet og pumpe er placeret i selve parcelhuset under bryggersvasken. Fra den tørt opstillede pumpe suges regnvandet fra regnvandstanken ind i bygningen. Fra bryggersrummet ledes vandet i et separat trykrørssystem ud til wc'erne og vaskemaskinen. I tilfælde af mangel på regnvand efterfyldes der med drikkevand til regnvandstanken.



Figur 9.1

Principskitse af regnvandsanlæg i parcelhus.

9.2 Beskrivelse af anlæggets delkomponenter

9.2.1 Omfang

- Ledningssystem til regnvandstank
- Filter
- Regnvandstank
- Styringssystem
- Ledningssystem til installationsgenstande

9.2.2 Ledningssystem til regnvandstank

Tagvandet fra i alt 250 m² tag ledes via tagedløbsfiltrene til en ø 110 mm ledning i jord til regnvandstank. Det filtrerede regnvand ledes via to tilløb, se figur 9.3.

9.2.3 Filter

Der er installeret i alt 5 stk. tagedløbsfiltre, se figur 9.2. Det ikke filtrerede vand ledes via de eksisterende tagedløbsbrønde til en faskine.



Figur 9.2

Tagedløb med indbygget filter, hvorfra der føres 2 afløb.

9.2.4 Regnvandstank

Der er installeret en regnvandstank på 3,5 m³. I regnvandstanken er der installeret et svømmende sugefilter med tilslutning til pumpen i bygningen.

Regnvandstanken er forsynet med niveaudeviper, der via signal til en ventil på drikkevandsforsyningen automatisk sikrer efterfyldning af drikkevand i det omfang, der ikke tilføres den nødvendige regnvandsmængde. Efterfyldningen af drikkevand ledes via en ø 110 mm ledning direkte ind i tanken som et sideindløb. I regnvandstanken er der etableret et overløb i tilfælde af, at der ledes mere regnvand til tanken, end der er kapacitet til. Overløbet ledes til en nedløbsbrønd med sandfang. Fra nedløbsbrønden ledes vandet til faskinen, der også nedsiver vand fra tagnedløbsbrøndene.



Figur 9.3
Regnvandstank med 2 tilløb og efterfyldning

9.2.5 Styringssystem

Der er i bryggersrummet monteret et styringssystem, se figur 9.4. Regnvandet suges ind fra regnvandstanken. Der er monteret vandmåler på forsyningsledningen fra regnvandstanken til installationerne, på vandstikket og på drikkevandsefterfyldningen. Drikkevandsefterfyldningen sker automatisk, når vandstanden i regnvandstanken når under et vist niveau. Efterfyldningen af drikkevand ledes via en slange, der er "tilsluttet" til ø 50 mm rør, se figur 9.4 i bryggersrummet. Derefter ledes drikkevandet via en ø 110 mm ledning direkte til regnvandstanken.



Figur 9.4
Styringsystem og pumpe anbragt under vask.

9.2.6 Ledningssystem til installationsgenstandene

Fra den tørt opstillede pumpe i bryggerrummet ledes regnvandet i et trykssystem til wc'erne, og vaskemaskinen.

9.3 Eksempel på brug af regnvand til wc-skyl i et kontorhus

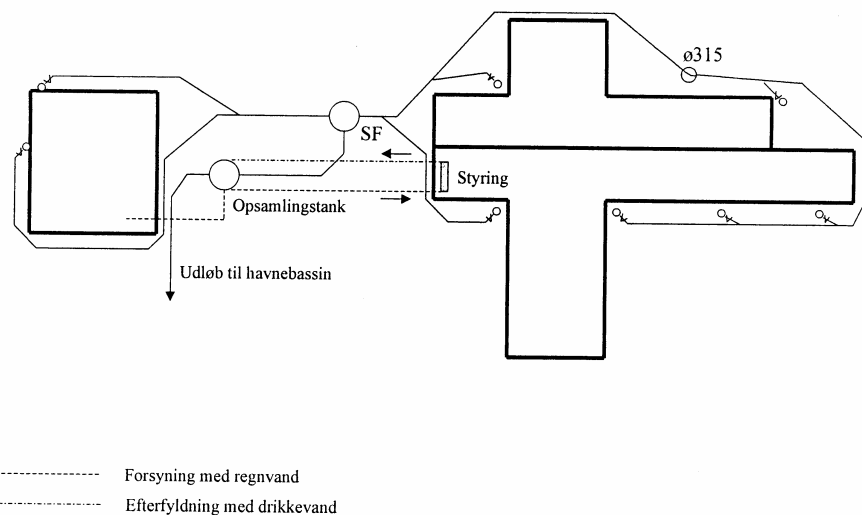
Fakta

Bygning: IDA kontorhus
Kalvebodbrygge 31-33, 1560 København V
Opførelsesår: 1998
Tagareal: 1600 m²
Regnvandstank: 30 m²
Tagdækningmateriale: Aluminium
Wc installationer: 60 stk.

9.3.1 Overordnet beskrivelse af anlægget

Allerede i projekteringsfasen for dette kontorhus har det været klart, at der skulle anvendes regnvand til wc-skyl.

Alt regnvand fra tagfladerne ledes gennem separate regnvandsledninger til en stor "filterbrønd", der ikke fungerer som filter, men som sandfang. Efter sandfanget ledes regnvandet til en regnvandstank, hvor regnvandet opsamles. Fra tanken pumpes regnvandet til bygningens teknikrum. Fra teknikrummet ledes det i et separat trykrørsystem ud til wc'erne. I tilfælde af mangel på regnvand efterfyldes regnvandstanken med drikkevand.



Figur 9.5

Principskitse af regnvandsanlæggets ledningsføring i IDA.

9.4 Beskrivelse af anlæggets delkomponenter

9.4.1 Omfang

- Ledningssystem til regnvandstank
- Regnvandstank
- Styringssystem
- Ledningssystem til installationsgenstande

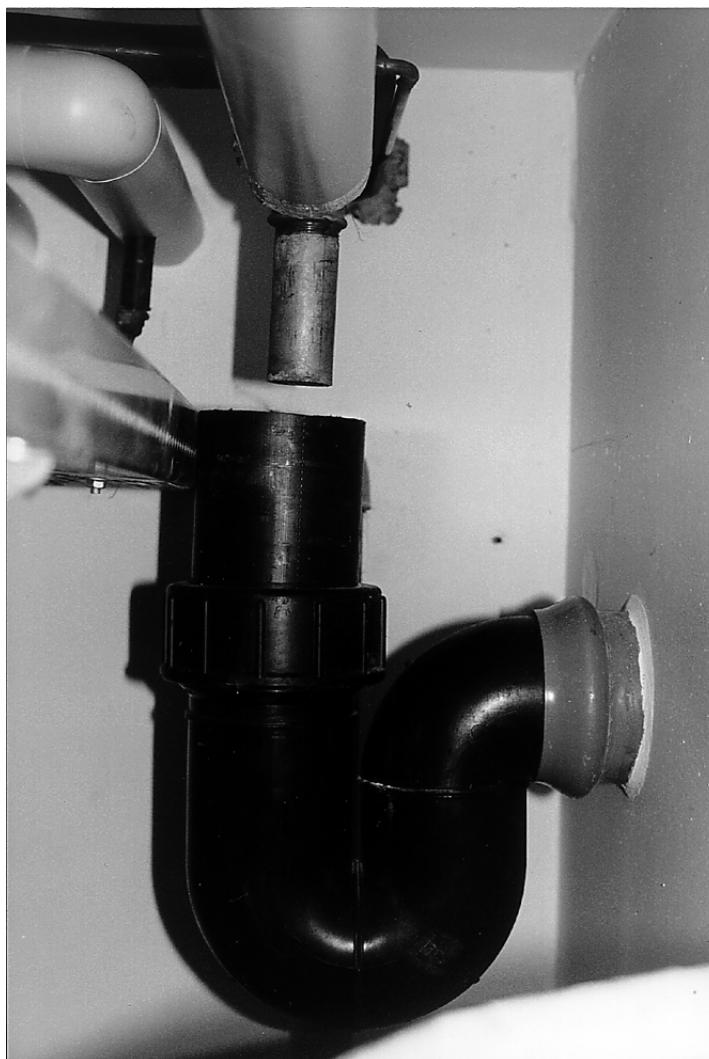
9.4.2 Ledningssystem til regnvandstank

Tagvandet fra i alt 1600 m² tag ledes via ø 160 - ø 200 mm PVC-ledning i jord til regnvandstank. Desuden findes der et antal indvendige tagedlørsrør af støbejern, der også føres til regnvandstank. Alle udvendige tagedlørsrør passerer tagedlørsbrønde ø 315 mm med vandlås. Før indløbet i regnvandstanken passerer alt regnvandet et ø 1500 mm sandfang med et slamvolumen på 0,46 m³ og med dykket til- og afløb.

9.4.3 Regnvandstank

Regnvandstanken er på 30 m³. I regnvandstanken er der installeret en dykket pumpe med et svømmende indtag med filter. Pumpens ydeevne ligger i intervallet 20 - 120 l/min og løftehøjde 4,7 - 15,2 m.

Regnvandstanken er forsynet med niveaudeviper, der via signal til en ventil på drikkevandsforsyningen sikrer automatisk efterfyldning af drikkevand i det omfang, der ikke tilføres den nødvendige regnvandsmængde. Efterfyldningen sker via et frit luftgab i teknikrummet, se figur 9.6. Drikkevandet ledes via en ø 110 mm PVC-ledning direkte til tilløbet af regnvandstanken. Tilløbet til tanken foregår via et dykket indløb (som vist i kapitel 6). I regnvandstanken er der etableret et overløb med en ledning ud til havnebassinet i tilfælde af, at der ledes mere regnvand til tanken, end der er kapacitet til.

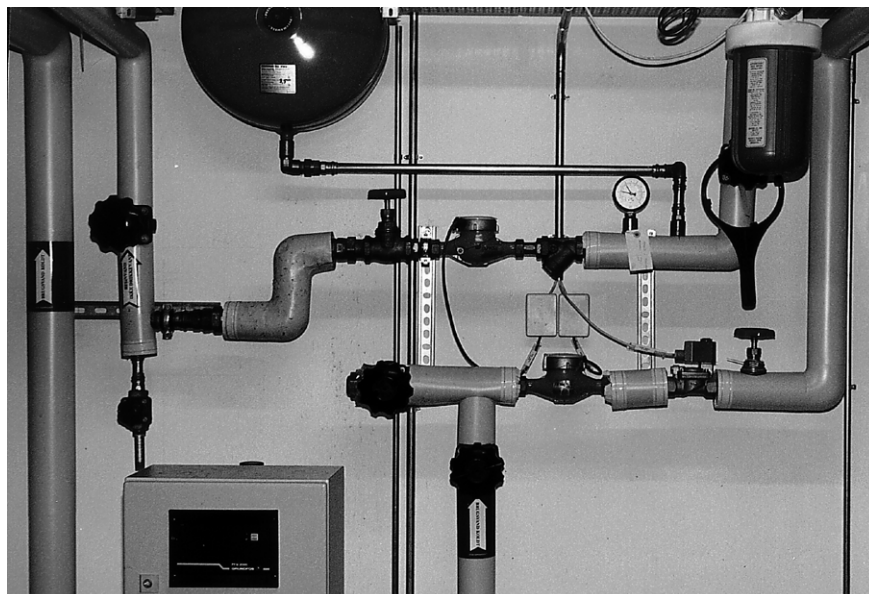


Figur 9.6
Efterfyldning via luftgab.

9.4.4 Styringssystem

Der er i teknikrummet monteret et styringssystem, se figur 9.7. Vandet pumpes via en pumpe ind fra regnvandstanken. Der er monteret vandmåler på forsyningsledningen fra regnvandstanken og på drikkevandsledningen.

Vandmålerne er placeret i teknikrummet, se figur 9.7. I tilfælde af vedligeholdelsesarbejder i regnvandstanken eller stop af andre årsager, er det muligt at lave en manuel omkobling på ledningssystemet, så drikkevandsledningen sluttes direkte til forsyningsledningen, der fører regnvand til installationsgestandene, se figur 9.7. Drikkevandsefterfyldningen sker automatisk, når vandstanden i regnvandstanken når under et vist niveau.



Figur 9.7
Styringssystemet i teknikrummet.

9.4.5 Ledningssystem til installationsgenstande

Fra regnvandstanken ledes regnvandet i et trykssystem til wc'erne. Ledningssystemet er mærket med klæbebånd i farverne sort og gul, hvorpå der står: REGNVAND IKKE DRIKKEVAND, se figur 9.8. Alle andre drikkevandsledninger er mærket med klæbebånd i farverne blå og hvidt, hvorpå der står BRUGSVAND KOLDT, se figur 9.8.

Bag wc'erne er der sat et klæbemærke op, der orienterer om, at installationen bruger regnvand, se figur 9.9.

9.4.6 Driftserfaringer

På grund af den manglende filtrering af regnvandet før indløb til tank er der meget slam i tanken, og filteret omkring pumpens indløb stopper derfor ofte til. Dette medfører, at der ofte kobles om til direkte forsyning med drikkevand, mens tank og pumpefilter renses



Figur 9.8
Mærkning af regnvandsledning og drikkevandsledning



Figur 9.9
Mærkat der angiver, at der anvendes regnvand i denne installation.

Bilag

Bilag 1 Litteraturliste

Bilag 2 Love, regulativer, normer og autorisation

Bilag 3 Checkliste

Bilag 4 Regnvandstank - bestemmelse af størrelse

Bilag 5. Brug af regnvand fra tage til wc-skyl og vaskemaskiner - hvor kan det tillades

Bilag 1

Litteraturliste

- /1/ Boligernes Vandforbrug – Den udnyttelige vandresource.
Miljøstyrelsen, Boligministeriet, januar 1998.
- /2/ Boligernes Vandforbrug – Mikrobiologiske undersøgelser af regn- og gråvandsanlæg. Miljøstyrelsen, Boligministeriet,
juli 1998.
- /3/ Rapport om anvendelse af regnvand. Danske Vandværkers Forening. Vejledning nr. 14.
- /4/ BBR-registeret, 1997.
- /5/ Spola wc med regnvatten – inte drickvatten, Boverket 1998.
- /6/ Wege zur ökologischen Wasserversorgung. Ökobuch, 1993.
- /7/ Regenwasser für Garten und Haus, Karl-Heinz Böse, 1998.
- /8/ Regenwassernutzung, Klaus W. König, 1999
- /9/ Regenwassernutzungsanlagen. Planung, Bau, Betrieb und Wartung, FBR, 1998.
- /10/ Zukunft der Regenwassernutzung, FBR 1996.
- /11/ Regenwasser – Hinweise und Empfehlungen zur Umgang mit Regenwasser. Fachverband Sanitär, Heizung – und Klimatechnik, 1997.
- /12/ Regenwasser – Sammelanlag, Wolfgang Bredow, 1988.
- /13/ Regenwasser in der Architektur, Klaus W. König, 1996.
- /14/ Vurdering af risici ved håndtering af urent vand i huse, PH-Consult, Miljøstyrelsen 2000

Bilag 2

Love, regulativer, normer og autorisation

Der kræves ikke tilladelse til at opsamle regnvand, men behandling og distribution af regnvand hører under vandforsyningsloven. Vandinstallationer på privat grund hører under byggelovgivningen og reguleres gennem DS 439, Norm for vandinstallationer. Afløbsinstallationer på privat grund hører under byggelovgivningen og reguleres gennem DS 432, Norm af afløbsinstallationer.

Regelsættet i relation til anvendelse af regnvand i husholdninger udgøres af følgende:

- a. Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg, Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 515 af 29. august 1988 med senere ændringer.
- b. Byggeloven, lovebekendtgørelse nr. 834 af 9. december 1998 med senere ændringer.
- c. Bygningsreglementet 1995 og Småhusreglementet 1998.
- d. Norm for vandinstallationer, DS 439, 3. udgave, 2000.
- e. Norm for afløbsinstallationer, DS 432, 3. udgave, 2000.
- f. Lov om gasinstallationer og installationer i forbindelse med vand- og afløbsledninger, lov nr. 206 af 27 marts 2000, "Autorisationsloven".
- g. Norm for fundering, DS 415, 4. udgave, 1. oplag, 1998.
- h. Norm for etablering af ledningsanlæg i jord, DS 475, 1. udgave, 1993.
- i. Norm for lægning af stive ledninger af beton i jord, DS 437, 2. udgave, marts 1986.
- j. Norm for lægning af fleksible ledninger af plast i jord, DS 430, 2. udgave, april 1986.
- k. Norm for mindre afløbsanlæg med nedsivning, DS 440, 1983.
- l. Brug af regnvand til wc-skyl og vaskemaskiner i boliger. Rørcenter-anvisning 003, 2000.

Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg

Af bekendtgørelsens indhold har følgende især betydning for anvendelse af regnvand til husholdningsbrug:

§ 4 ”Vandet fra forsyningsanlæg, der forsyner mennesker med vand til husholdningsbrug, skal overholde de grænseværdier for indhold af stoffer i vandet, som i bilag 1 til denne bekendtgørelse er angivet som de højst tilladelige værdier.

Bekendtgørelsen er under revision. Revisionen består i, at regnvand opsamlet fra tage til wc-skyl og tøjvask i maskiner tillades i boliger og boliglignende byggeri.

Ændringen forventes at træde i kraft 31. juli 2000.

Byggeloven

Lovens § 4 stk. c foreskriver, at en bebyggelse først må tages i brug, når der er drikkevandsforsyning, som er i overensstemmelse med vandforsyningsloven.

Norm for vandinstallationer, DS 439, 3. udgave, 2000

Normen gælder for vandinstallationer, der er tilsluttet almene vandforsyninger samt mindre ikke almene anlæg. Normen gælder såvel for nye installationer som for ændringer og tilføjelser i eksisterende anlæg. Normen gælder derfor også for installationer, som forsynes med regnvand.

Fabriksfremstillede produkter, der indgår i eller tilsluttes vandinstallationer, skal være godkendt af By- og Boligministeriet (VA-godkendelser). Produkter eller sammenbyggede anlæg, der er særskilt fremstillet til montering i en bestemt installation, skal godkendes af kommunalbestyrelsen.

Vand, som tilføres en vandinstallation, forudsættes at opfylde de krav, som Miljøministeriet stiller til drikkevand. En vandinstallation, der er tilsluttet et alment vandforsyningsanlæg, må ikke samtidigt kunne sættes i forbindelse med andre vandindvindingsanlæg såsom nødforsyningsanlæg og enkelt-anlæg.

Vand, der tappes fra vandinstallationer, skal opfylde de krav til drikkevand, der fastsættes af Miljøministeriet.

Installationer for vand til teknisk brug eller installationer, der af andre grunde medfører, at kravene til drikkevandskvaliteten ikke er opfyldt, skal være mærket på en sådan måde, at fejlagtig brug undgås.

DS 439 er revideret samtidig med udarbejdelsen af ændringerne i Miljøstyrelsens bekendtgørelser. I den reviderede norm bliver regnvandsanlæg omtalt, og der henvises til, at anlæg skal udføres efter Rørcenter-anvisning 003, Brug af regnvand til wc-skyl og vaskemaskiner i boliger.

Autorisationsloven

Loven foreskriver, at kun virksomheder, der har opnået autorisation som gas-, vand- og sanitetsmester eller kloakmester, må udføre arbejder ved installationer fra og med tilslutningen til forsyningsledningen/hovedledningen.

Norm for afløbsinstallationer, DS 432, 3. udgave, 2000

Normen gælder for afløbsinstallationer til bortledning af spildevand, regnvand og drænvand. Normen gælder for nye installationer.

Fabriksfremstillede produkter, der indgår i eller tilsluttes afløbsinstallationer, skal være godkendt af By- og Boligministeriet (VA-godkendelser). Produkter eller sammenbyggede anlæg, der er særskilt fremstillet til montering i en bestemt installation, skal godkendes af kommunalbestyrelsen.

Afløbsinstallationer skal udformes således, at de ikke giver anledning til forurening af vandforsyningsanlæg eller -installationer.

Afløbsinstallationer skal udføres således, at opstemning i hovedafløbsledninger ikke medfører skadelig oversvømmelse.

DS 432 er revideret samtidig med udarbejdelsen af ændringerne i Miljøstyrelsens bekendtgørelser. I den reviderede norm er regnvandsanlæg omtalt, og der henvises til, at anlæg skal udføres efter Rørcenter-anvisning 003, Brug af regnvand til wc-skyl og vaskemaskiner i boliger.

Norm for fundering, DS 415, 1. udgave, 1. oplag 1998

Angiver en række regler for placering af ledninger samt anlæg under hensyntagen til eksisterende fundament.

Norm for etablering af ledningsanlæg i jord, DS 475, 1. udgave 1993

Angiver en række bestemmelser, der tilsigter, at rør og kabler i jord etableres under hensyntagen til omgivelserne

Normen gælder for nye anlæg samt ved fornyelser, udbedringer eller udvidelser af eksisterende anlæg.

Norm for lægning af stive ledninger af beton i jord, DS 437, 2. udgave, marts 1986

Angiver en række bestemmelser, der gælder for at opnå en forsvarlig anvendelse af stive rør af beton mv. i jord.

Norm for lægning af fleksible ledninger af plast i jord, DS 430, 2. udgave, april 1986

Angiver en række bestemmelser, der gælder for at opnå en forsvarlig anvendelse af fleksible rør af plast mv. i jord.

Norm for mindre afløbsanlæg med nedsivning, DS 440, 2. udgave, september 1983

Angiver en række bestemmelser, der gælder for indretning og udførelse af mindre afløbsanlæg med nedsivning, herunder nedsivning af regnvand i faskiner.

Af de nævnte normer har nogen status som lov, fordi der er henvist til dem i Bygningsreglementet. Det gælder således DS 432, Norm for afløbsinstallationer og DS 439, Norm for vandinstallationer.

De øvrige normer har ikke lovkarakter, men kan betragtes som en anvisning på, hvordan anlæg og konstruktion bedst kan udføres. Hvis der i kontrakten for udførelse af et anlæg er henvist til disse normer, betyder det, at anlægget skal opfylde de krav, der står i disse normer. Hvis der i kontrakten er angivet andre krav, så skal anlæggene opfylde disse krav.

Bilag 3

Checkliste

Checkliste for projektering af regnvandsanlæg til wc-skyl og maskinvask i boliger			
Grunddata	Ja	Nej	Bemærkninger
Foreligger der en situationsplan?			
Foreligger der oplysninger om terrænkoter?			
Er området kloakeret?			Fællessystem/separatsystem
Foreligger der en afløbsplan?			
Er der opstemning i hovedkloakken?			Opstemningskote:
Foreligger der oplysninger om jordbundsforhold?			
Foreligger der oplysninger om grundvandsstanden?			
Tagflader			
Er tagmaterialet egnet?			
Foreligger der oplysninger om tagfladens størrelse?			Antal m ²
Tilløbssystemet til tanken			
Er filtret nedgravet?			
Er filtret tilgængeligt?			
Er afløbet fra filtret ført til sandfang?			
Er afløbet fra filtret sikret mod opstemning?			
Ligger ledningerne med de foreskrevne fald?			

Tanken			
Er tankens størrelse tilpasset tagarealet?			Størrelse:
Er tanken nedgravet?			
Er tanken frost-/varmesikret?			
Er tanken tilgængelig?			
Er der tilsluttet en efterfyldning af brugsvand?			
Afløbet fra tanken			
Er overløbet tilsluttet kloakken?			
Er overløbet ført over sandfang?			
Er overløbet sikret mod opstemning?			
Ligger ledningerne med de foreskrevne fald?			
Et par checkpoints på vandsiden			
Baggrund/regnvand	Ja	Nej	
Er anlægget VA-godkendt			Der skal foreligge VA-godkendelsesblade, som fabrikanter mv. leverer.
Er alle komponenter VA-godkendte?			
Er alle samlinger udskiftelige?			
Er alle rør mærkede?			
Er alle komponenter mærkede?			

Bilag 4

Regnvandstank - bestemmelse af størrelse

Generel fremgangsmåde og eksempel gennemgås nedenfor.

Vandbehov B pr. år				
	Boliger		Antal person	I alt
	Wc*)	36 l pr. person/døgn	x 250	
	Vaskemaskine (VM)	18 l pr. person/døgn	x 250	
a.	Vandbehov B pr. år			
	Kontorer*)	2500 l pr. person/år		
b.	Vandbehov B pr. år			
	Regnudbytte	Benævnt	Enhed	
	Tagareal målt som vandret areal (beregnes)	A	m ²	
	Nedbørsmængde målt som årlig gennemsnitsværdi (700 l/m ²)	N	l pr. m ²	
	Reduktionsfaktor på grund af afstrømningsgrad, se fig. 2.3	R ₁		
	Andre reduktioner på grund af filtre, overløb mv.	R ₂ = 0,9		
	Udnyttelig regnvandsmængde:			
c.	T = A · N · R ₁ · R ₂ = l pr. år			
	Regnvandstankens størrelse bestemmes på grundlag af vandbehovet pr. år. Det er ønskeligt, at tankens størrelse fastlægges, således at overløbet på tanken træder i funktion ca. 3-5 gange om året, og flydeslammet derved fjernes. Vælges tankens størrelse, således at den kan rumme ca. til 21 dages forbrug, opnås den ønskede overløbsfrekvens. 21 dage svarer til ca. 6% af et år. På grundlag af beregningen under a. eller b. bestemmes vandbehovet B og dermed regnvandstankens størrelse.			
d.	Volumen af tank: V = B x 0,06 l			
	Der foretages en beregning af, hvor stor en del af vandbehovet, der kan dækkes af den udnyttelige regnvandsmængde fra tagarealerne.			
e.	Vandbehov: B = l pr. år.			
	Regnvandsmængde efter c: T = l pr. år			
	Er T < B, bør volumen af tanken beregnes som: Volumen af tank, for at sikre ovennævnte overløbseffekt: V = T x 0,06 l			
*) Ved anvendelse af wc'er med dobbeltskyl 6/3 l pr. skyl reduceres forbruget med 30%				

Eksempel 1

Énfamiliehus

Bebygget areal:	150 m ²
Brugeligt areal:	120 m ²
Antal wc'er:	2 stk. med 6 l skyl
Antal VM:	1 stk.
Antal beboere:	4 personer

Vandbehov B pr. år:

$$\begin{aligned} \text{Wc'er:} & \quad 4 \text{ personer } \acute{a} \text{ 36 l pr. dag} = 144 \text{ l/dg} \\ & \quad 144 \times 250 \text{ d\o{g}n} = \quad \quad \quad 36000 \text{ l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{VM:} & \quad 4 \text{ personer } \acute{a} \text{ 18 l pr. dag} = 72 \text{ l/dg} \\ & \quad 72 \times 250 \text{ d\o{g}n} = \quad \quad \quad \underline{18000 \text{ l}} \end{aligned}$$

$$\text{I alt pr. \r{a}r: B} = \quad \quad \quad \underline{\underline{54000 \text{ l}}}$$

Udnyttelig regnvandsm\angde: (af formel c)

$$\begin{aligned} T &= A \times N \times R_1 \times R_2 = \\ &= 120 \times 700 \times 0,75 \times 0,9 = \quad \quad \quad 56700 \text{ l} \end{aligned}$$

Da $T = 56700 \text{ l} > B = 54000 \text{ l}$, bliver volumen af tank:

$$V = B \times 0,06 = 54000 \times 0,06 = \quad \quad \quad 3240 \text{ l}$$

Der v\aelges en 4 m³ tank.

Eksempel 2

Kontorhus/lager

Bebygget areal:	4000 m ²
Etageareal:	8000 m ²
Tagh\ældning:	30°
Anvendeligt tagareal:	4000 m ²
Antal ansatte personer:	200 personer

Vandbehov B pr. \r{a}r:

$$\text{Wc'er:} \quad 200 \times 2500 \text{ l pr. \r{a}r} \quad \quad \quad 500000 \text{ l}$$

$$\text{I alt pr. \r{a}r: B} = \quad \quad \quad \underline{\underline{500000 \text{ l}}}$$

Udnyttelig regnvandsm\angde: (af formel c)

$$\begin{aligned} T &= A \times N \times R_1 \times R_2 = \\ &= 4000 \times 700 \times 0,6 \times 0,9 = \quad \quad \quad 1512000 \text{ l} \end{aligned}$$

Da $T = 1512000 \text{ l} > B = 500000 \text{ l}$, bliver volumen af tank:

$$\begin{aligned} V &= B \times 0,06 = 500000 \times 0,06 = \quad \quad \quad 30000 \text{ l} \\ &= 30 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Der vælges tankvolumen svarende til 32 m^3 .

Eksempel 3

Boligblok

Bebygget areal:	1200 m^2
Etageareal:	6000 m^2
Taghældning:	30°
Anvendeligt tagareal:	$1200 \text{ m}^2 + 900 \text{ m}^2$ carport
Antal wc'er:	60 stk.
Antal VM:	60 stk.
Antal 3-værelses lejligheder:	60 stk. á 3 personer

Vandbehov B pr. år:

Wc'er:	60 stk. med $6/3 \text{ l}$ pr. skyl	
	$60 \times 36 \times 0,7 \times 3 = 4536 \text{ l/dg}$	
	$4536 \times 250 \text{ døgn} =$	1134000 l

VM:	$60 \times 18 \times 3 = 3240 \text{ l/dg}$	
	$3240 \times 250 \text{ døgn} =$	<u>810000 l</u>
I alt pr. år: B =		<u><u>1944000 l</u></u>

Udnyttelig regnvandsmængde: (af formel c)

$T = A \times N \times R_1 \times R_2 =$	
$= 2100 \times 700 \times 0,6 \times 0,9 =$	793800 l

Da $T = 793800 \text{ l} < B = 1944000 \text{ l}$, bliver volumen af tank:

$V = T \times 0,06 \text{ l} = 793800 \times 0,06 =$	47628 l
$= 48 \text{ m}^3$	

Der vælges tankvolumen svarende til 50 m^3 .

Bilag 5

Brug af regnvand fra tage til wc-skyl og vaskemaskiner – hvor kan det tillades
Tilladt uden ansøgning til myndigheder Eksisterende enfamiliehuse
Tilladt efter ansøgning til myndigheder Enfamiliehuse, nye Etageboliger, nye og gamle Fællesvaskerier i etageboliger Møntvaskerier Kontorer, hvor der kun er adgang for kontorets ansatte Arbejdssteder med fast brugerkreds som fx virksomheders personaletoiletter og fælles vaskemaskiner Universiteter Tekniske skoler Separate gymnasier VUC-centre
Ikke tilladt Hospitaler Beskyttede boliger Plejehjem (alle wc'er og vaskemaskiner) Andre døgninstitutioner Daginstitutioner (vuggestuer, børnehaver, skolefritidsordning og fritidshjem) Forsamlingshuse Skoler (som folkeskoler og private skoler) Wc'er, hvor der er adgang for offentligheden Offentlige tilgængelige toiletter i forbindelse med biograf og teater, foredrag, andet Restauranter, cafeteriaer, hoteller mv. Sportshaller/idrætsanlæg, svømmehaller Øvrige bygninger med adgang for offentligheden