



Københavns Kommune

Opsamling og anvendelse

December 2011

Københavns Kommune

Opsamling og anvendelse

December 2011

Ref.: Opsamling og anvendelse

Udarbejdet af:

- Rambøll Danmark A/S
- Erling Holm ApS
- KU, Skov og Landskab
- DTU Miljø
- Orbicon A/S

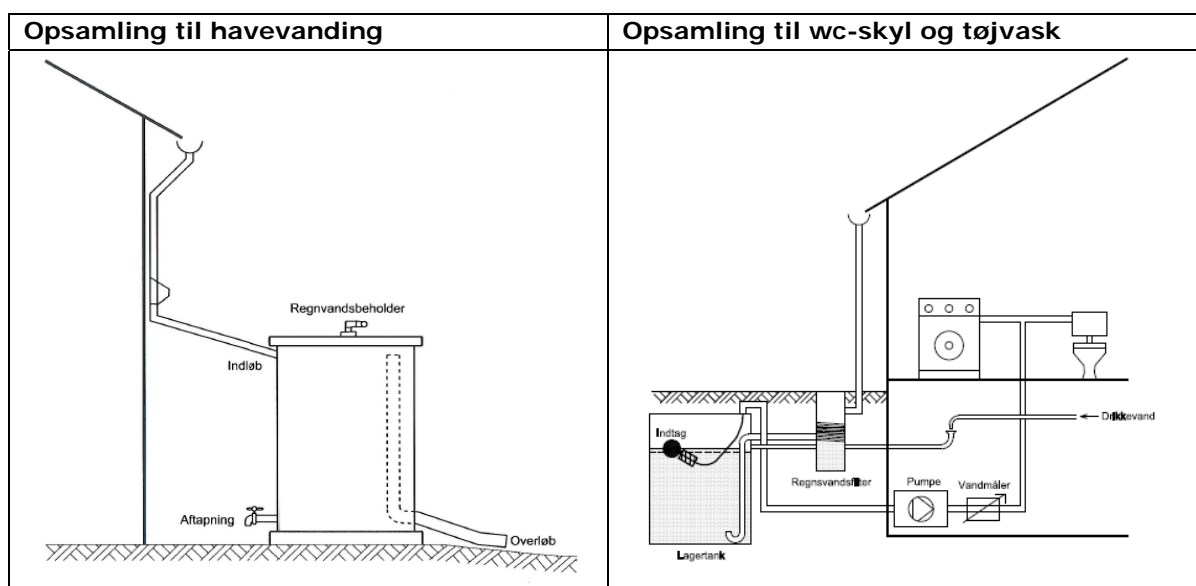
Indholdsfortegnelse

1.	DATABLAD	1
2.	OPSAMLING TIL HAVEVANDING	3
2.1	Generel beskrivelse	3
2.1.1	Opbygning og funktion	3
2.1.2	Krav fra myndigheder	4
2.1.3	Renseeffekt	4
2.1.4	Landskab og beplantning	4
2.1.5	Begrænsninger for anvendelsen	6
2.2	Anlægsdele	6
2.3	Dimensionering	7
2.4	Drift og vedligehold	7
2.5	Økonomi	7
3.	OPSAMLING TIL TOILETSKYL OG TØJVASK	9
3.1	Generel beskrivelse	9
3.1.1	Opbygning og funktion	9
3.1.2	Krav fra myndigheder	9
3.1.3	Renseeffekt	11
3.1.4	Landskab og beplantning	11
3.1.5	Begrænsninger for anvendelsen	11
3.2	Anlægsdele	11
3.3	Dimensionering	20
3.4	Drift og vedligehold	22
3.5	Økonomi	23
4.	REFERENCER	25

1. DATABLAD

Opsamling og brug af regnvand sker normalt på to måder:

- Tagvand opsamles i en beholder til havevanding
- Tagvand filtreres og opsamles i en lagertank, hvorfra det pumpes til toiletter og maskiner for tøjvask.

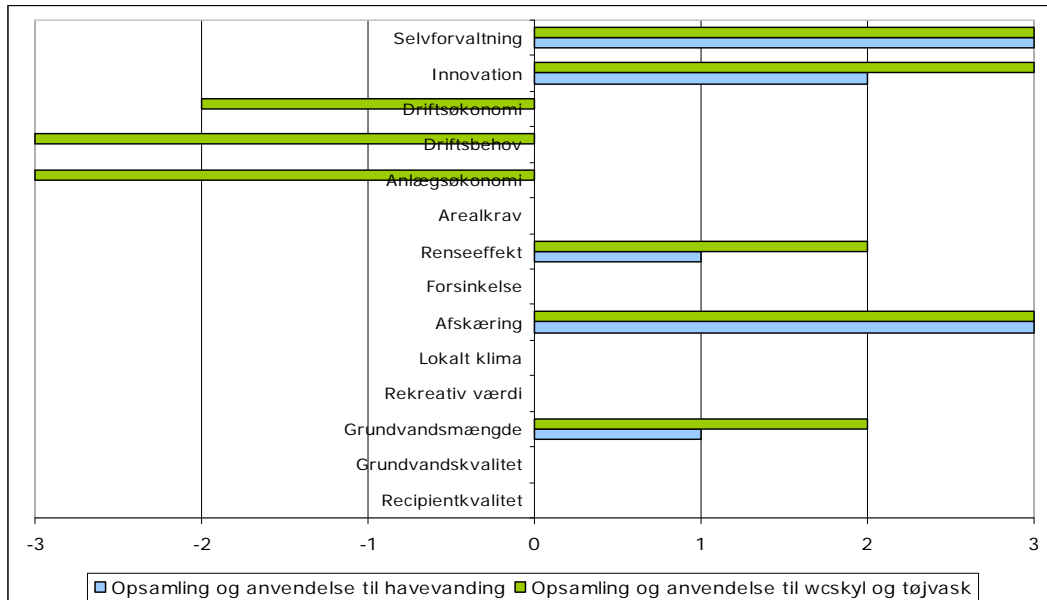


Begge former for opsamling kan anvendes ved enfamiliehuse, etageejendomme, erhvervsjendomme mv.

Ved metode a) kan vandet anvendes til havevanding.

Ved metode b) kan vandet fra egnede tagflader med tegl, beton og skiffer anvendes til toiletskyl og tøjvask. Vandet kan desuden bruges til vask af biler, maskiner mv. samt til forskellige former for vanding på fx idrætsanlæg og boldbaner. Der må kun anvendes regnvand, som er opsamlet på egnede tage. Der må aldrig anvendes regnvand opsamlet andre steder, som f.eks. fra veje og pladser.

Væsentligste egenskaber		a)	b)
	Reduktion af vandvolumen	Høj	Høj
	Reduktion af intens regn	Høj	Høj
	Fjernelse af suspenderet stof	Middel	Middel - høj
	Fjernelse af kvælstof	Lav	Høj
	Fjernelse af tungmetaller	Lav	Lav
	Fjernelse af oliestoffer	Lav	Lav
	Fjernelse af pesticider	Lav	Lav
Landskabelig værdi	Ingen	Ingen	
Drift og vedligehold	a)	Rensning af tagrender og nedløbsrør Tømning af beholderen om vinteren Inspektion og rensning af evt. filtre samt beholdere	
	b)	Rensning af tagrender Inspektion og rengøring af lagertank, sandfangsbrønd og regnvandsfilter	
Fordele	a)	Tilsyn og vedligehold af pumper og styresystem Erstatter brug af drikkevand Nem og billig at installere og vedligeholde	
	b)	Erstatter brug af drikkevand Kalkfrit vand til toiletter og vaskemaskiner, der mindsker sæbe-forbruget.	
Ulemper	a)	Ingen rensning af vandet	
	b)	Kræver en del tilsyn og pasning af anlægget for at sikre vandkvaliteten	
Økonomi	a)	Lave omkostninger til anlæg og drift	
	b)	Rentabelt i nybyggeri. Kan være en dyr løsning i eksisterende byggeri	



Samlet vurdering af opsamling og anvendelse af regnvands egenskaber som LAR-metode i forhold til afledning af regnvand til fælleskloak. Hvor der ikke er angivet nogen værdi, er metoden vurderet at have samme egenskaber som den nuværende afledning af regnvand.

2. OPSAMLING TIL HAVEVANDING

2.1 Generel beskrivelse

2.1.1 Opbygning og funktion

Regnvand fra taget ledes via tagrende og nedløbsrør til en beholder, der er koblet direkte på det enkelte tagnedløb. Beholderen anbringes for det meste på jorden, men den kan også være gravet helt eller delvist ned. For at undgå, at der samles blade og andet bundfald i beholderen, kan der anbringes et grovfilter, inden regnvandet løber ned i beholderen.

Nær ved bunden er beholderen forsynet med en hane, hvor vandet kan aftappes til en vandslange eller en vandkande. Beholderen kan også være forsynet med en lille dykpumpe, så regnvandet pumpes ud til havevanding eller kobles på et drypvandingsanlæg i et drivhus.

Udløbet fra beholderen bør ikke være placeret helt i bunden, hvor der ofte samles bundfald, som let kan stoppe hanen. Dette gælder især, hvis der ikke er anvendt et grovfilter før beholderen.

Nogle tagmaterialer kan afgive stoffer til regnvandet. Regnvand fra følgende tage bør derfor ikke bruges til at vande køkkenhaver med spiselige afgrøder, men kan godt bruges til vanding af blomster og andre planter:

- tage og tagrender af zink og kobber
- tage med asbest. Eternittage fra før 1988 indeholder næsten altid asbest.
- tage med tagpap, som indeholder bitumen. Forurenende stoffer fra tagpap frigives dog mest i de første år, efter at taget er lagt.

Regnvandsbeholderne kan være lavet af træ, metal, plast (polyethylen) eller andre materialer, som er modstandsdygtige over for sollys. Der kan også bruges større såkaldte palletanke, men de er ofte vanskelige at passe ind i omgivelserne og kan være klodsede at se på. Beholderne skal have et tætsluttende låg, så insekter, snegle mv. ikke kan kravle ned i beholderen.

Med mindre beholderen isoleres eller graves ned til frostfri dybde (ca. 80 cm) er der risiko for at evt. vand i beholderen fryser, og at beholderen sprænger. Regnvandsbeholderen bør derfor være tømt for vand om vinteren.

I perioder med meget nedbør vil beholderen ofte blive fyldt. Den skal derfor forsynes med et overløb. Vandet fra overløbet kan blot løbe ud på jorden eller ledes til beplantninger, der kan tåle meget vand, se f.eks. metodebeskrivelsen om Regnbede. Hvis vandet fra overløbet, løber ud over jorden tæt på en bygning, skal der være mindst 20 ‰ fald på jorden væk fra huset for at undgå, at vandet trænger ind i bygningens fundamenter.

2.1.2 **Krav fra myndigheder**

Der er ingen krav eller regler fra myndighederne. Den enkelte borger kan koble regnvandsbeholderen på tagnedløbet og bruge vandet direkte til havevanding. Hvis tagvandet tidligere har været tilsluttet kloakken, skal denne afproppes, og Københavns Energi skal orienteres. Afpropning af kloakken skal udføres af en autoriseret kloakmester.

Anlæg, hvor der anvendes regnvand til spiselige afgrøder, skal opfylde kravene til vandkvalitet i Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. (Jf. §5, stk. 1 om vaskning og §5, stk. 2 om vanding). Vandet skal således bl.a. kontrolleres for mikrobiologiske parametre og leve op til vandforsyningskravene for drikkevand.

2.1.3 **Renseeffekt**

Der sker ikke nogen væsentlig rensning af regnvandet, når det opsamles i beholdere. Der sker dog en sedimentation i beholderen, som kan fjerne små mængder af suspenderet stof, tungmetaller, PAH'er og eventuelle pesticidrester. Når regnvandet bruges til havevanding, sker der en rensning både ved optag i planter og ved filtrering gennem jordlagene.

2.1.4 **Landskab og beplantning**

Regnvandsbeholdere står ofte synligt udendørs, og der findes forskellige muligheder for at indpasse beholderne i omgivelserne. Der kan f.eks. vokse planter op ad dem, så de på den måde glider ind i haven, eller de kan placeres i kombination med anden "inventar" som f.eks. terrasser, havemøbler og legestativer, eller afskærmes bag f.eks. et flethegn, se figur 2.1.



Figur 2.1 Eksempel på afskærmning af opbevaringsbeholder i en privat have

Tæt buskads, espaliertræer og hurtigvoksende slyng- og klatreplanter er velegnede til at skjule opsamlingsbeholdere. Samtidig skygger planterne, så vandet i beholderen ikke bliver varmet op af solen.

Særligt til private haver er der mange plantearter og -sorter at vælge mellem. På offentlige arealer begrænses valget til planter med et lille plejebehov. Ofte vil arter, som hører naturligt hjemme i Danmark, være bedst egnede. I nogle områder kan der endvidere være behov for at skabe sikkerhedsmæssig barriere, så børn ikke leger på eller med regnvandsbeholderne. Her vil buske med torne være egnede.

Nogle slyng- og klatreplanter har stængler, som kan ødelægge nedløbsrør og andre dele af anlægget. Følgende arter kan derfor ikke anbefales:

- Arkitektens Trøst (*Polygonum aubertii*)
- Rådhusvin (*Parthenocissus tricuspidata* "Veitchii")
- Efeu (*Hedera helix*)
- Blåregn (*Wisteria sinensis* /*floribunda*/*frutescens*)

Hvis disse planter benyttes for at opnå en hurtig begrønning af en stor flade, skal det sikres, at opbindingssystemet slutter mindst 1,5 m fra nedløbsrør og andre rør.



Figur 2.2 Nedløbsrør deformeret af blåregn (*Wisteria*)

Eksempler på velegnede slyng- og klatreplanter er:

- Vildvin (*Parthenocissus inserta*/*vitacea*)
- Diverse clematis (*Clematis viticella* /*diversifolia* /*tangutica* /*montana* /*vitalba*)
- Krybende benved (*Euonymus fortunei* *Coloratus* / *Radicans*)
- Humle (*Humulus lupulus*)
- Klatre-Hortensie (*Hydrangea anomala* / *petiolaris*)
- Almindelig Gedeblad (*Lonicera periclymenum*)
- Klatreroser (*Rosa spec.*)
- Brombær (*Rubus fruticosus*)
- Vinterjasmin (*Jasminum nudiflorum*)



Figur 2.3 Nedløbsrør dækket af storblomstret clematis, sandsynligvis af sorten "The President"
(Foto: Papilio, www.mein-schoener-garten.de)

2.1.5 Begrænsninger for anvendelsen

I tabel 2.1 er opsamling af regnvand til havevanding vurderet i forhold til en række lokale faktorer, som kan begrænse, ændre eller påvirke anlæggets udførelse og drift.

Faktor	Påvirkning af anvendelse
Grundvand	Ingen
Jordbundsforhold	Ingen
Pladsforhold/arealkrav	Ingen væsentlige krav. Beholderne optager meget lidt plads
Forurening i jorden	Ingen

Tabel 2.1 Oversigt over forhold, der kan påvirke eller begrænse anvendelsen af anlægget til opsamling af regnvand til havevanding

Regnvandsbeholderen skal placeres, så overløb fra beholderen ledes væk fra bygninger. Der skal være et fald på minimum 20 ‰ på jorden væk fra huset.

2.2 Anlægsdele

Et typisk anlæg til opsamling af regnvand direkte fra et nedløbsrør består af følgende:

- Beholder på 400–600 liter, inkl. tætsluttende låg og hane.
- Grovfilter til montering på nedløbsrør eller på rør mellem nedløbsrør og beholder.
- Rør og fittings mellem nedløbsrør og beholder
- Rør og fittings til overløb
- Fliser eller andet fundament for beholderen. Fundamentet skal kunne klare trykket fra en vandfyldt beholder på 400-600 kg. Hvis der skal kunne fyldes en vandkande fra aftapningshanen, skal beholderen være hævet over jorden.

Figur 2.4 viser en typisk regnvandsbeholder i en parcelhushave.



Figur 2.4 Regnvandsbeholder i have

2.3 Dimensionering

Da denne form for opsamling overvejende anvendes ved enfamiliehuse vælges normalt en beholder på 400-600 liter ved et eller flere tagnedløb. Der er ingen anden dimensionering af anlægsdele.

2.4 Drift og vedligehold

Der er meget lidt vedligeholdelse ved et anlæg, der opsamler regnvand til brug for havevanding. Aktiviteter for drift og vedligehold er vist nedenfor.

	Aktivitet	Hyppeghed
Jævnligt	Tagrender, nedløbsrør, filtre og opsamlingsbeholder skal renses regelmæssigt.	Mindst en gang årligt eller efter problemer med tilstopning.
	Opsamlingsbeholderen tømmes til vinteren.	Hvert år.
Efter behov	Udskiftning af filtre i til- og afløb på beholder.	Når de er gået i stykker
	Slyng- og klatreplanter og evt. anden omgivende vegetation skal passes, f.eks. opbinding og beskæring.	Beskæring foretages så vidt muligt tidlig forår.

Tabel 2.2 Drift og vedligehold for anlæg til opsamling af regnvand til havevanding

2.5 Økonomi

Der er meget lave anlægs- og driftsudgifter forbundet med opsamling af regnvand til havevanding.

Tabel 2.3 viser overslag over anlægsudgifter, udgifter til drift og vedligehold samt en samlet årlig udgift set over hele anlæggets levetid. Udgifterne er beregnet for anlæg til opsamling af tagvand fra 3 forskellige tagstørrelser:

- Parcelhus med tagareal på 140 m²
- Etageejendom med tagareal på 2.000 m²
- Kontorbygning med tagareal på 5.700 m²

Til drift og vedligehold er der regnet med en timepris på 325 kr., og der er i alle priser regnet med, at montering, drift og vedligehold foretages af eksterne folk. Drift og vedligehold kan også foretages af ejeren eller af viceværter, så udgifterne til driften minimeres.

For især de mindre anlæg til parcelhuse vil ejeren i de fleste tilfælde selv opsætte anlægget, så anlægsudgifterne bliver minimale.

Alle beløb er angivet i prisniveau 2011 og er ekskl. moms.

	Parcelhus	Etageejendom	Kontorbygning
Anlægsudgifter kr.	4.800	14.000	23.000
Driftsudgifter kr. pr. år	1.600	3.200	4.700
Årlig udgift kr. pr. år (levetid 25 år)	1.800	3.800	5.600

Tabel 2.3 Overslag over anlægs- og driftsudgifter til opsamling af regnvand til havevanding

3. OPSAMLING TIL TOILETSKYL OG TØJVASK

3.1 Generel beskrivelse

3.1.1 Opbygning og funktion

Regnvand fra taget ledes via tagrender, tagnedløbsrør og afløbsrør i jorden til en lagertank. Den bedste løsning er at grave tanken ned i jorden for at holde vandtemperaturen lav. Alternativt kan tanken placeres i et uopvarmet kælderrum. Temperaturen skal dog holdes så lavt som muligt og under 18 °C for at begrænse bakterievækst i tanken.

For at fjerne blade og andre urenheder, skal vandet passere et filter, før det når lagertanken. Filtret anbringes enten på nedløbsrøret eller indbygges i en brønd i jorden.

Lagertanken skal have et overløb, så overskydende vand kan ledes bort, når det regner mere, end tanken kan rumme. Overløbsvandet og vand med urenheder fra filteret skal passere en brønd, før det ledes til f.eks. nedsivning i faskiner (jf. metodebeskrivelse om faskiner) eller til et afløbssystem.

Fra lagertanken fordeles vandet til de tilsluttede toiletter og vaskemaskiner til tøj. Dette sker med en pumpe, der styres af et styresystem. I længerevarende perioder med tørvejr er der mulighed for at supplere regnvandsanlægget med drikkevand fra vandforsyningen.

Mængden af alt vand, der ledes til kloakken, skal måles gennem en vandmåler. Anlægget skal derfor være forsynet med to vandmålere. En der måler vandmængden fra lagertanken, og en der måler den drikkevandsmængde, der bruges til at supplere med i tørre perioder. Vandmålerne skal være godkendte afregningsmålere fra Københavns Energi og skal sættes op af en autoriseret VVS-installatør. På Københavns Energis hjemmeside (www.ke.dk) kan der læses mere om regnvandsanlæg og vandmålere samt hos Center for Byggeri: <http://www.kk.dk/Borger/BoligOgByggeri>.

Ud over toiletskyl og tøjvask kan regnvand også bruges til vask af biler, maskiner mv. samt til forskellige former for vanding af f.eks. idrætsanlæg, boldbaner og på gartnerier. Regnvandsanlæg til disse anvendelser opbygges og dimensioneres på principielt samme måde, som anlæg til toiletskyl og tøjvask.

3.1.2 Krav fra myndigheder

Anlæg, hvor der anvendes regnvand til toiletskyl og tøjvask i maskine skal ifølge Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg (nr. 1449, 2007) være udført i overensstemmelse med Rørcenteranvisning 003: Brug af regnvand til wc-skyl og vaskemaskiner i boliger.

Efter bekendtgørelsen (§ 4, stk. 3) må regnvandsanlæg for toiletskyl og tøjvask i maskine ikke anvendes i offentlige bygninger. Det kan fx være i institutioner med

særligt udsatte personer, som for eksempel skoler, daginstitutioner, (herunder fx vuggestuer, børnehaver, skolefritidsordninger og fritidshjem), døgninstitutioner (herunder fx plejehospitaler og hospitaler) samt hoteller og bygninger med offentlig adgang.

Kravene i byggelovgivningen indebærer desuden, at der skal søges byggetilladelse for regnvandsanlæg til etageboliger, kontorer mv. Der skal ikke søges byggetilladelse til regnvandsanlæg til parcelhuse, da de hører under byggeloven om ukompliceret byggeri.

Anlæg, hvor der anvendes regnvand til spiselige afgrøder, skal opfylde kravene til vandkvalitet i Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. (Jf. §5, stk. 1 om vaskning og §5, stk. 2 om vanding). Vandet skal således bl.a. kontrolleres for mikrobiologiske parametre og leve op til vandforsyningskravene for drikkevand.

Produkter til selve vandinstallationen efter lagertanken og alle afløbsrør skal være VA-godkendte. Produkter til lagertanke, filtre, pumpning, efterfyldning og styring kan opnå en frivillig VA-godkendelse, som dokumenterer, at kravene i Rørcenteranvisning 003 er opfyldt for de enkelte anlægsdele.

I Københavns Kommune skal regnvand- og vandinstallationsanlægget til supplerende drikkevand godkendes af Center for Byggeri.

Regler i følgende normer skal følges:

- Norm for vandinstallationer (DS 439)
- Norm for afløbsinstallationer (DS 432)
- Norm for fundering (DS 415)
- Norm om sikring mod forurening af drikkevand i vandinstallationer samt generelle krav til tilbagestrømningssikring (DS/EN 1717)
- Norm for etablering af ledningsanlæg i jord (DS 475)

Jf. desuden kravene til vand- og afløbsinstallationer i Bygningsreglementets afsnit 8.4.

Regnvandsanlæg skal udføres af autoriserede mestre for henholdsvis vand og afløb. Den autoriserede VVS-installatør skal udføre alt arbejde med vandinstallationer fra lagertanken til tilslutning af toilet og vaskemaskine samt afløbsinstallationer i bygninger. Den autoriserede kloakmester skal udføre alt arbejde med afløbsinstallationer i jorden, inkl. brønde og tanke.

Der skal endvidere opsættes to vandmålere, der udleveres af Københavns Energi til måling af regnvandet og til måling af supplerende drikkevand. Der er endvidere krav om, at der skal anbringes en TBS-ventil (tilbagestrømningssikring), før hovedmåleren, så der ikke kan ske forurening fra regnvandsanlægget til vandforsyningens ledninger.

3.1.3 Renseeffekt

Regnvandet renses gennem et mekanisk filter, hvor blade og suspenderet stof fjernes. I lagertanken bundfældes yderligere suspenderet stof og tungmetaller. Den del af regnvandet, der bruges til toiletskyl og tøjvask ledes efter brug til den offentlige kloak. Her renses vandet som alt andet spildevand på rensningsanlægget. Den øvrige del af regnvandet ledes gennem et sandfang, før det ledes videre til nedsivning eller offentlig kloak.

I tabel 3.1 er der givet en oversigt over, hvordan nedsivningsbrønde renses vandet i forhold til de øvrige LAR-metoder i kataloget.

	Suspenderet stof	Tungmetaller	Oliestoffer	Pesticider
Opsamling og anvendelse	Middel-høj	Lav	Lav	Lav

Tabel 3.1 Oversigt over rensning af regnvandet i anlæg til opsamling af regnvand til brug for toiletskyl og tøjvask

3.1.4 Landskab og beplantning

Alle anlægsdele er enten inde i bygninger eller gravet ned i jorden. Der er derfor ingen tilpasning til omgivelserne eller brug af planter ved metoden.

3.1.5 Begrænsninger for anvendelsen

I tabel 3.1 er anlægget til opsamling og brug af regnvand til wc-skyl og tøjvask vurderet i forhold til en række lokale faktorer, som kan begrænse, ændre eller påvirke anlæggets udførelse og drift.

Faktor	Påvirkning af anvendelse
Grundvand	Tanken skal efter behov sikres mod opdrift
Jordbundsforhold	Ingen
Pladsforhold/arealkrav	Lagertanken fylder nogle m ² inde i en kælder, men er oftest gravet ned i jorden udenfor.
Forurening i jorden	Ingen

Tabel 3.2 Oversigt over forhold, der kan påvirke eller begrænse anvendelsen af anlægget til opsamling og brug af regnvand til wc-skyl og tøjvask

Det skal sikres, at overløb fra lagertanken kan ledes til f.eks. nedsivning eller til offentligt afløbssystem.

3.2 Anlægsdele

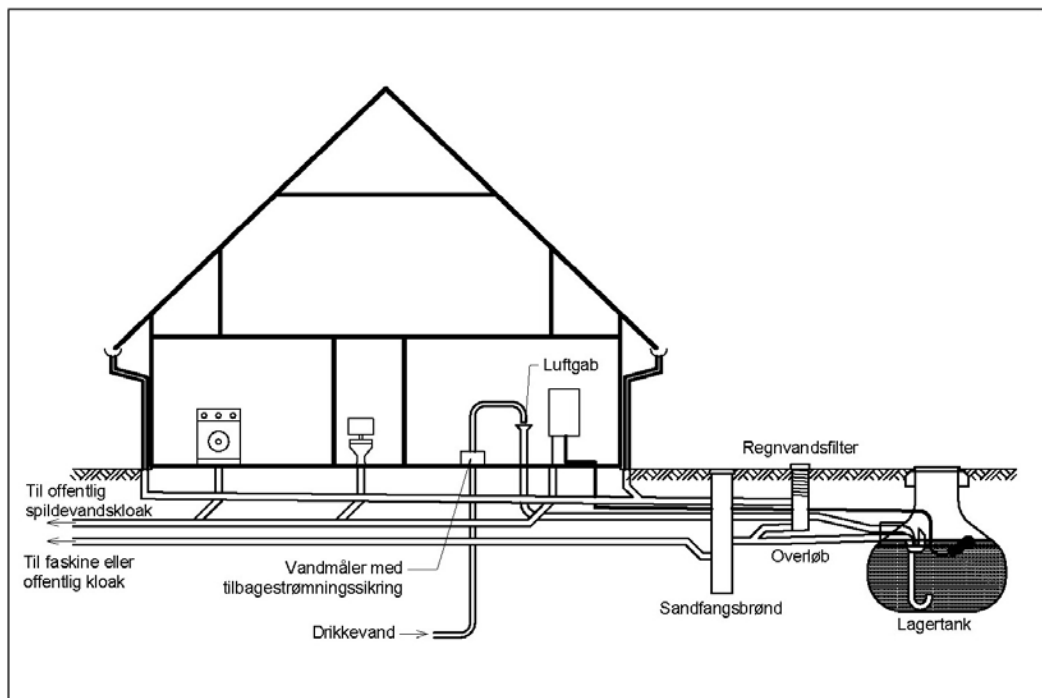
Regnvandsanlægget består af følgende anlægsdele:

- Specielt regnvandsfilter
- Lagertank
- Sandfangsbrønd
- Pumpe
- Styresystem
- Rør og fittings til vandinstallation fra tank til styresystem og til toiletter og vaskemaskine

- Rør og fittings til forbindelse til offentlig vandforsyning
- Rør og fittings til afløbsinstallation fra nedløbsrør via regnvandsfilter til lagertank og fra overløbet via sandfangsbrønd til f.eks. faskine eller offentlig kloak.

Alle anlægsdele skal have dimensioner og størrelser, der svarer til de aktuelle vandmængder, som opsamles fra tagfladen.

I det følgende gennemgås de enkelte anlægsdele samt de tagflader, som er velegnede til at opsamle vand fra. De enkelte anlægsdele er vist på figur 3.1.



Figur 3.1 Anlægsdele i anlæg til opsamling af regnvand til brug for wc-skyl og tøjvask

Tage

Regnvand må kun opsamles fra tagflader. Fra andre flader som f.eks. veje og befæstede arealer er der risiko for forurening af vandet med f.eks. olie og tungmetaller.

Ikke alle tagflader er egnede på grund af muligheden for forurening med metaller og misfarvning af vandet. Velegnede tagflader er tegl, beton og skiffer.

Vand fra følgende tage og tagrender må ikke anvendes til toiletskyl og tøjvask:

- Tage med bitumen (tagpap).
- Tage med asbest. Asbest forekommer næsten altid i eternittage fra før ca. 1988.
- Tage med græs og strå
- Tage af metal, fx kobber og aluminium, med mindre dette er overfladebehandlet.
- Vand der ledes via tagrender af kobber og zink.

Rørføringer før og efter lagertanken

Rørføringen fra taget til regnvandsfilter og videre til lagertanken skal være kortest mulig.

Lagertanken skal anbringes i frostfri dybde med en afstand fra jordoverfladen til højeste vandspejl i tanken på mindst 0,75 meter.

Afløbsrør fra tagnedløbsrøret via filteret til tanken behøver ikke lægges så dybt. De kan lægges som tørre ledninger startende 25-30 cm under jordoverfalden, hvis der ikke er nogen ekstra belastning, fx biler, på jorden over rørene.

Der anvendes minimum 20 ‰ fald på rørene frem til regnvandsfilteret, og minimum 8-10 ‰ derefter, idet vandet da er rensat. Der anvendes Ø110 mm ledninger.

Der må ikke være tagnedløbsbrønde, sand- og bladfang eller lignende mellem tagnedløbet og regnvandsfilteret.

Afløbsrør efter lagertanken inkl. brønden med sandfang og vandlås skal være i frostfri dybde, dvs. minimum 0,75 meter under terræn.

Skal overløbsvandet fra sandfangsbrønden ledes til offentligt afløbssystem, skal ledningen være sikret mod lugt, opstuvning og rotter. Sikring mod lugt sker normalt ved vandlåsen i sandfangsbrønden. Sikring imod opstuvning må ikke ske ved et højvandslukke. Ligger ledningerne fra sandfangsbrønden således under højeste opstuvningskote i det offentlige afløbssystem, må der etableres en pumpebrønd, som sikrer mod opstuvning og kan pumpe vandet videre til afløbssystemet. Pumpning af regnvand tillades dog kun særlige tilfælde i Københavns Kommune. Pumpebrønden sikrer også mod rotter. Hvis der ikke etableres en pumpebrønd sikres mod rotter med et godkendt rottestop.

Krav og vejledning om afløbsinstallationer findes fx i Norm for afløbsinstallationer (DS 432) og i bogen Afløbsinstallationer (SBI-anvisning 185).

Regnvandsfiltre

Før regnvandet fra taget kommer til lagertanken er det vigtigt, at det ikke i længere tid har været i kontakt med biologisk nedbrydeligt materiale som f.eks. blade, insekter og ekskrementer fra fugle. For at sikre dette er der følgende krav til tagrender og nedløbsrør:

- Tagrender må ikke have bagfald.
- Der må ikke være bladfang over hverken tagrender eller tagnedløb.
- Der må ikke være en tagnedløbsbrønd eller andre installationer før regnvandsfilteret.

For at fjerne urenheder fra tagvandet skal regnvandet filtreres, før det kommer til selve lagertanken. Den bedste filtrering og nemmeste drift og vedligeholdelse opnås, hvis regnvandsfiltret opfylder følgende krav til design og placering:

- Regnvandsfilteret skal være nemt at rense, og det skal placeres, så det er nemt at tilse og rense. Regnvandsfiltret placeres udendørs, da det ikke er tæt.
- For at sikre den bedst mulige funktion og mindst mulige vedligehold skal et regnvandsfilter rense så meget af regnvandet som muligt - også ved store nedbør. Dette opnås ved at vælge et filter med mange huller i filterfladen. Det kan f.eks. være et regnvandsfilter med et filtervæv, der har en maskevidde på omkring 0,2 mm. Maskevidden må ikke være mindre end 0,1-0,15 mm for at undgå biologisk vækst på filteret. Maskevidder op til 0,5 mm kan anvendes og giver normalt ikke forringet vandkvalitet.
- Et regnvandsfilter skal være selvrensende og lede det opsamlede materiale væk fra filteret. Dette opnås ved, at en del af regnvandet renser filteret, og transporterer materialet væk fra filteret. Normalt går 90 % af vandet til lagertanken og 10 % til rensning af filteret. Stopper et filter til, kommer der ikke vand til lagertanken, men alt regnvandet fortsætter gennem overløb til nedsivning eller til offentlig afløbssystem.
- Et meget glat filter, der er jævnt forarbejdet uden kanter, giver mindst fastklæbning af blade og andet organisk materiale. En god udluftning og dermed hurtig tørring af filteret efter nedbør er ligeledes med til at sikre en god funktion.

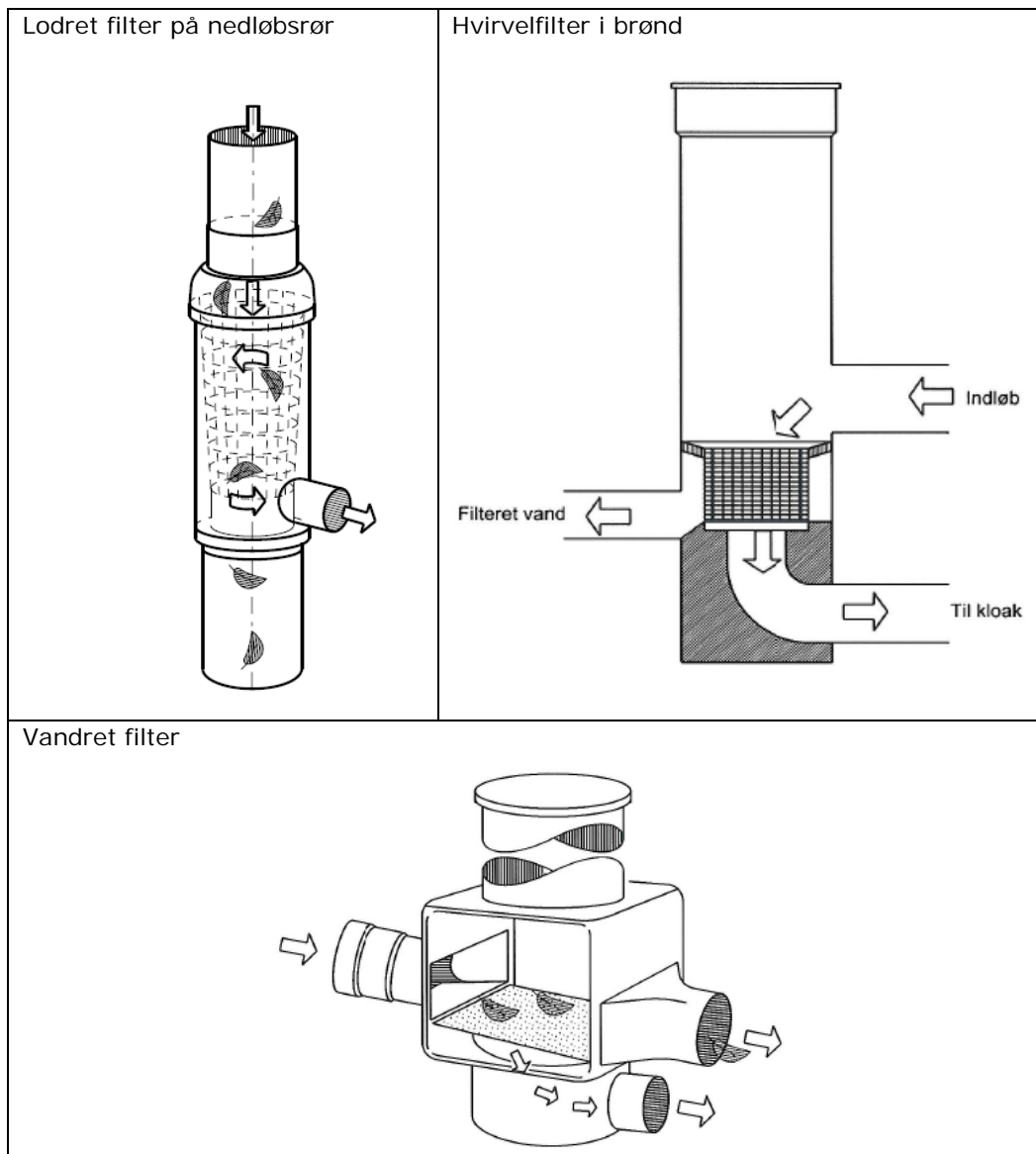
Der findes forskellige typer regnvandsfiltre. Eksempler på 3 regnvandsfiltre er vist på figur 3.2

I lodrette filtre passerer vandet parallelt med filtret og ind igennem det. Lodrette filtre er specielt udviklet til filtrering af regnvand fra tage og opfylder erfaringsvist de nævnte krav bedst. Endvidere kræver lodrette filtre mindst tilsyn og rengøring.

Lodrette filtre findes til at bygge ind på tagnedløbsrøret (faldrørsfiltre) og som cyclon- / hvirvelfiltre til at bygge ind i en brønd. Til filtre i jorden skal der ofte anvendes specielt værktøj til afmontering, når filtret skal rengøres, renses, efterses mv.

Der kan også anvendes skrå eller vandrette filtre, hvor vandet løber hen over filterfladen. I disse filtre vil store dele af det frafiltrerede materiale blive liggende på filteret, og der vil hurtigt ske biologisk vækst. Vandrette og skrå filtre bliver derfor nemt begroede og stopper til.

For alle filtre skal leverandørens anvisninger for montering, drift og vedligeholdelse følges nøje.



Figur 3.2 Eksempler på 3 forskellige typer regnvandsfiltre

Lagertanke

Lagertanken placeres tættest mulig på det sted i ejendommen, hvor pumpe og styresystem skal anbringes. Den bedste løsning er at placere tanken i jorden, da vandtemperaturen så bliver lav. Alternativt kan tanken placeres i et uopvarmet kælderum, og så den er sikret mod sollys og varme fra andre rum. Temperaturen skal være lavest mulig og under 18 oC.

Lagertankene er oftest lavet af plast (polyethylen eller glasfiber), men kan også være af beton eller fiberbeton. En tank af beton kan især være aktuel, hvor høj grundvandstand gør plasttanke mindre velegnede eller ved store fællesanlæg.

Placering af lagertanke i en kælder sker ofte kun ved mindre anlæg, da såvel et tilstrækkeligt volumen af tanken og vedligeholdelse kan kræve en del plads. Kælder-rummets gulv skal være dimensioneret til vægten af tanken, og skal være forsynet med et gulv afløb, der kan lede vandet væk, hvis tanken bliver utæt.

Når lagertanken graves ned i jorden, skal den placeres i frostfri dybde (minimum 0,75 meter mellem jordoverfladen og højeste vandspejl i tanken). Endvidere skal tanken placeres i forhold til bygninger og deres fundamenter, så kravene i Funde-ringsnormen for henholdsvis ler- og sandjord er overholdt. Desuden skal afstanden til skel være mindst 2 meter, og der skal være fri adgang til at føre tilsyn og rense tanken.

Lagertanken skal være dimensioneret, så den kan klare belastningen fra jorden. Pla-ceres tanken, så der kan ske belastning fra trafik, skal det sikres, at tanken kan kla-re denne belastning. Betontanke kan leveres, så de kan klare trafiklast. Ved plast-tanke kan der efter leverandørens anvisning støbes en aflastningsplade over tanken, så de kan klare trafiklast.

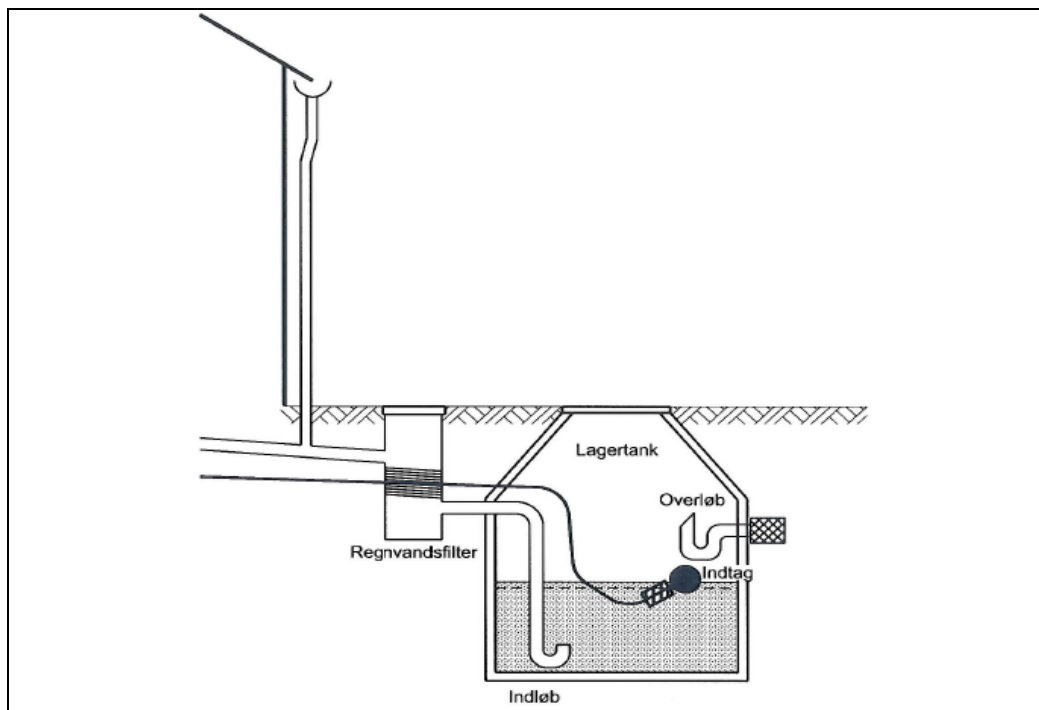
Er der risiko for grundvand omkring tanken, skal den sikres mod opdrift. Betontanke er normalt sikrede mod opdrift. Plasttanke sikres mod opdrift ved fx at forankre dem i jorden eller ved en støbe en plade over tanken som ved trafikbelastning. Tankene dimensioneres normalt svarende til, at grundvandet står ved jordoverfladen og en tom tank. Der kan læses mere om dimensionering for opdrift i og installation af rør, brønde mv. i DANVA's vejledning: Brug af plastrør til vand- og afløbssystemer.

For alle lagertanke skal leverandørens anvisninger for montering, drift og vedligehol-delse nøje følges. Dette gælder også krav til størrelse af udgravning for tanken og til lagvis omkringfyldning med sand og grus samt komprimering.

Efter montering af tanken rengøres den indvendigt, inden den tages i brug.

Lagertankens indvendige udformning

Lagertanke skal indvendigt være udformet, så stoffer, der er bundfældet eller flyder oven på vandet, ikke hvirvles op og føres med ud af tanken til vandinstallationerne. Figur 3.3 viser en skitse af ind- og udløb samt overløb fra tanken.



Figur 3.3 Skitse af lagertankens indvendige udformning

Indløbet i tanken fra regnvandsfilteret kan fx føres ned mod bunden og afsluttes med en opadvendt bøjning (dykket indløb).

Vandudtaget fra tanken til vandinstallationen bør også være dykket. Afløbet kan f.eks. svømme i overfladen af tanken, så vandet tages 15-20 cm under overfladen. Herved undgås det, at flydestof suges med ind i vandinstallationen.

Overløbet fra lagertanken skal være i frostfri dybde og skal ledes til sandfangsbrønden. Det skal som minimum have samme dimension som tilløbet. Overløbet skal "skimme" vandoverfladen, hvilket det bedst gør, hvis det er skåret skråt af. Lagertanke, hvor regnvandsfilteret sidder i tanken og samtidig fungerer som overløb, skimmer ikke overfladen og kan være vanskelige at rense og vedligeholde.

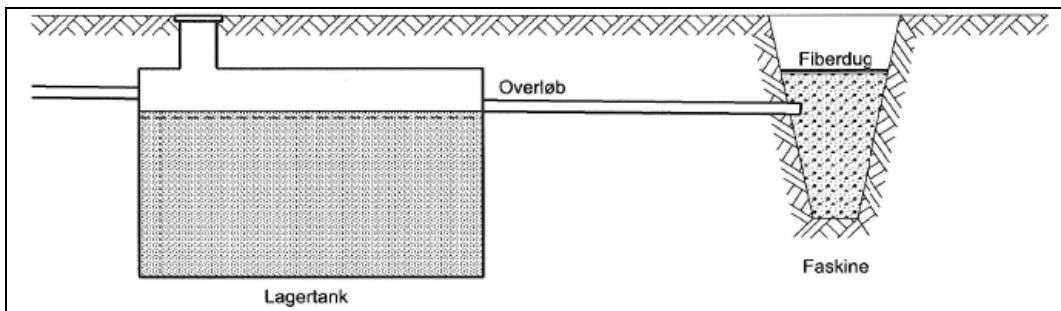
Består lagertanken af flere tanke, skal overløbet være i samme tankenhed som tilløbet. Rør mellem tankene bør være af samme dimension som tilløbet.

Lagertanken skal være forsynet med en åbning, så hele tanken kan renses indvendigt. Ved tanke i jorden skal åbningen være mere end 600 mm i diameter. Ved tanke i bygninger skal åbningen være mere end 200 mm. Åbningen skal være let tilgængelig, og skal for tanke i jord være tæt, så vand fra de omkringliggende overflader ikke kan trænge ind i tanken. Dæksler til tanken kan med fordel være hævet over jordoverfladen. Endvidere skal dækslerne være aflåselige eller være designet, så de kun kan åbnes med specialværktøj. Dette er særlig vigtigt, hvis der er offentlig adgang til dækslerne.

Nedsivning

Overløbet fra lagertanken kan med fordel ledes til en faskine, så vandet kan sive ned i jorden, jf. metodebeskrivelsen om faskiner.

Faskiner eller andre anlæg til nedsivning af vand fra sandfangsbrønden skal placeres mindst 2 meter fra bygninger uden beboelse eller kælder og mindst 5 meter fra bygninger med beboelse eller kælder. Figur 3.4 viser en skitse af en nedgravet lagertank med overløb til faskine.



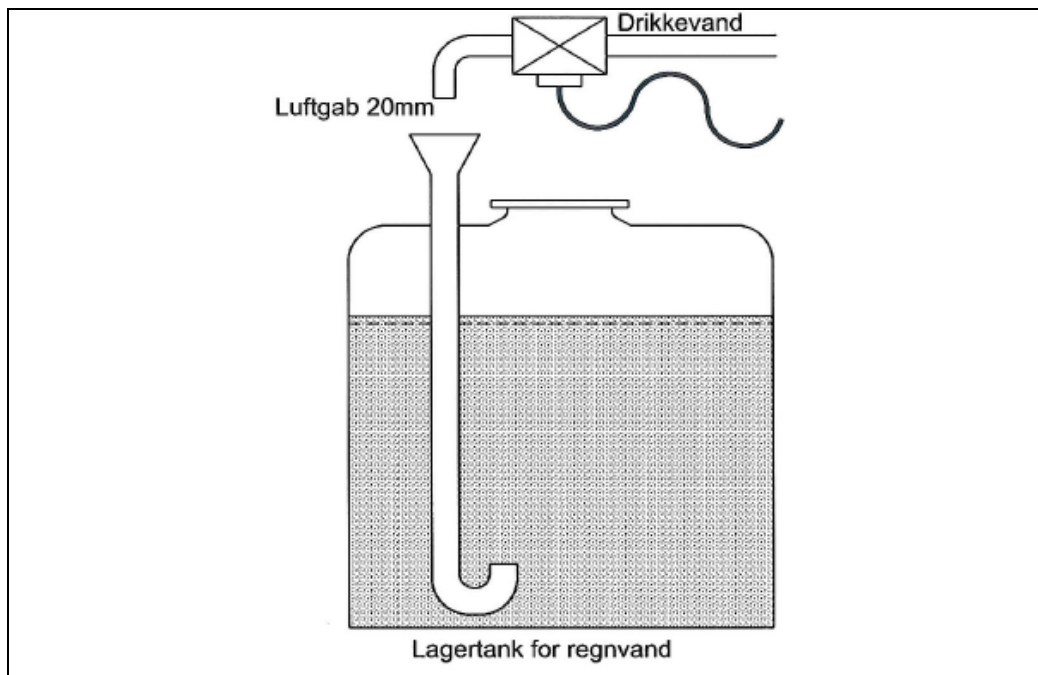
Figur 3.4 Skitse af nedgravet lagertank med overløb til faskine

Vandinstallationer

Rør og fittings i vandinstallationerne fra lagertanken via pumpe- og styresystem frem til de enkelte installationer af toiletter og vaskemaskiner skal være i korrosionsbestandige materialer, da regnvand er blødt vand. Korrosionsbestandige materialer kan f.eks. være plast eller rustfrit stål.

Når der ikke er tilstrækkeligt med nedbør, eller ved meget stærk frost, skal lagertanken kunne efterfyldes med vand fra ejendommens vandforsyning. Det er ikke tilladt at have en direkte forbindelse mellem ledninger eller anlæg med regnvand og drikkevandsledninger.

Efterfyldning skal derfor ske via en trykløs zone med et frit fald af vandet. Det kan f.eks. være fra et vandrør ned i en tragt, hvor der mindst er en afstand på 20 mm mellem vandrøret og tragten (et såkaldt luftgab). Figur 3.5 viser en skitse af et luftgab. På vandrøret oven over tragten kan der være en hane til påfyldningen. Det anbefales imidlertid, at påfyldningen sker via en magnetventil, som automatisk aktiveres af en svømmer i lagertanken eller fra et styresystem.



Figur 3.5 Skitse af luftgab, når drikkevand skal efterfyldes på regnvandssystemet

Tragten til efterfyldningen med drikkevand skal være anbragt højere end den kote, hvor der er risiko for, at det offentlige kloaksystem kan stuve op til. Dette skal gøres for at undgå, at der kan stuve kloakvand tilbage i drikkevandsledningerne og sikres normalt ved, at tragten placeres i stueetagen og ikke i en kælder.

Til at påfylde drikkevand kan der også anvendes en automatisk påfyldningscisterne, som indeholder et luftgab på 20 mm, og har et overløb, der altid sikrer dette luftgab. Da en cisterne oftest er bygget sammen med en sugepumpe sker efterfyldningen med drikkevand direkte til afgangsledningen fra lagertanken og ikke til selve lagertanken. Dette har den fordel, at der kun sker efterfyldning med de mængder drikkevand, der er behov for. Når lagertanken skal rengøres er det let og enkelt at bruge drikkevand til toiletskyl og tøjvask.

Da der ofte er problemer med at få vandtryk nok til at rense tanken, kan der etableres et midlertidigt passtykke mellem drikkevandsforsyningen og det tekniske vandanlæg. Der skal dog altid etableres en ventil til at sikre mod tilbagestrømning (TBS-ventil).

Regnvandet skal pumpes ud til toilet og vaskemaskine. Dette kræver en driftssikker pumpe. Pumpen kan være en dykpumpe ude i lagertanken eller en sugepumpe, der er placeret inde i ejendommen og eventuelt sammenbygget med en påfyldningscisterne og en styreenhed for hele anlægget. Sugepumpen har rørforbindelse til et svømmende sugefilter i lagertanken.

Dykpumper til regnvandsanlæg kan fås med en kort sugeledning, hvor der kan monteres et svømmende filter, se oven for om lagertankens indretning.

En pumpe i lagertanken skal være forsynet med en kæde, så den nemt kan trækkes op ved eftersyn.

Der kan læses mere om pumper i Rørcenter-anvisning 003.

Stikledningen fra vandværkets vandledning skal umiddelbart efter indføringen i ejendommen være forsynet med en tilbagstrømningssikring (TBS-ventil), så vandet fra regnvandsanlægget ikke kan strømme tilbage til vandledningerne.

Mærkning af rør og haner

Alle synlige installationer, rør, haner og aftapningssteder med regnvand skal mærkes med "Ikke drikkevand", så der ikke er risiko for forveksling mellem regnvand og drikkevand eller risiko for fejkoblinger, specielt hvis der senere skal ændres på en vandinstallation.

3.3 Dimensionering Afløbsledninger

Afløbsledninger fra taget frem til lagertanken dimensioneres for en regnintensitet på 140 l/s/ha eller for 182 l/s/ha, hvis der medtages en sikkerhedsfaktor på 1,3 for udvikling i ekstremregn.

Lagertanken

Lagertanken skal have et volumen under højeste vandspejl, som passer til størrelsen af den tagflade, som leverer vand til tanken.

Ved almindeligt forbrug af vand til toiletskyll og tøjvask kan der overslagsmæssigt regnes med, at der skal anvendes vand fra en vandret tagflade (tagets areal set oven fra) på 25-30 m² og et tankvolumen på 800-1.000 liter pr. person i husstanden.

Overslagsmæssigt kan der efter tyske erfaringer fastsættes et volumen af lagertanken på 25-30 liter pr. m² tagflade. Dette svarer cirka til halvdelen af en gennemsnitlig månedsnedbør og giver overløb fra tanken 3-5 gange om året. Ved overløb fjernes flydestoffer fra tanken.

Lagertanken kan også dimensioneres for ca. 3 ugers vandforbrug eller ca. 6 % af årets vandbehov. Herved opnås også den nævnte overløbsfrekvens på 3-5 gange om året.

Hvis regnvandsmængden fra tagarealet ikke er stort nok til at dække hele vandbehovet, dimensioneres lagertanken svarende til 6 % af den udnyttelige regnvandsmængde (den vandmængde, som kan opsamles på tagarealet).

Hertil bør lægges et volumen på yderligere 10 %, så der er plads i lagertanken til bundfald imellem to rensninger. Lagertanken bør ikke være overdimensioneret, da vandet så kommer til at stå for længe i tanken, og der ikke sker det ønskede overløb fra tanken 3-5 gange årligt.

Vandbehov

Vandbehovet til toiletskyl og tøjvask i vaskemaskiner i beboelser kan fastsættes ud fra en anvendelse i 365 døgn om året og med et vandforbrug for toiletter på 36 liter pr. person pr. døgn og for vaskemaskiner med 18 liter pr. person pr. døgn. For kon-torer regnes med et vandbehov på 2.500 liter pr. person pr. år.

Den udnyttelige regnvandsmængde fastsættes som:

$$A \times N \times R_1 \times R_2$$

A = Vandret målt tagareal for egnet tagmateriale (m²)

N = Årlig gennemsnitlig nedbørsmængde. 700 liter / m², hvis andet ikke kendes.

R₁ = Afstrømningsgrad fra taget

R₂ = 0,9 = Anden reduktion af vandmængde ved filtre, overløb mv.

Afstrømningsgraden (R₁) kan ved en taghældning på 45° fastsættes til 0,75 for de almindeligt egnede tagmaterialer (tegl, beton og skiffer). R₁ mindskes med 0,05 for hver gang tagets hældning bliver 15° mindre og øges med 0,05, for hver gang tages hældning bliver 15° større.

For at sikre, at vandet i lagertanken bliver udskiftet jævnlige, bør der kun tilsluttes toiletter og vaskemaskiner, der anvendes ofte.

Eksempel

Énfamiliehus med 4 beboere og med 140 m² vandret tagflade, tegltag, 30° hældning. 2 toiletter og 1 vaskemaskine.

Vandbehov: 4 x 36 x 365 + 4 x 18 x 365 liter = 78.840 liter

Udnytteligt regnvand: 140 x 700 x 0,70 x 0,9 liter = 61.740 liter

Da den udnyttelige regnvandsmængde er mindre end vandbehovet fastsættes lagertankens volumen til 6 % af den udnyttelige vandmængde.

Volumen: 0,06 x 61.740 = 3.700 liter

Overslagsberegningen ville være fx 25 l/m² tag x 140 m² tag = 3.500 liter.

Med et tillæg på 10 % til bundfald vil en tank på 3,5 - 4 m³ være passende.

Vandinstallationen

Vandinstallationens ledninger i huset dimensioneres efter reglerne i DS 439 med dimensionerende vandstrømme for henholdsvis toiletter og vaskemaskiner for tøjvask. I normen findes de aktuelle vandstrømme, tryktab og enkeltmodstande. Disse anvendes også ved dimensionering af pumpeydelsen. Endvidere anvendes normen DS/EN 1717 om tilbagestrømningssikring.

Der må under ingen omstændigheder etableres aftapningshaner på teknisk vand til fx spulehaner i eller udenfor huset.

Pumpen dimensioneres for tryktab hele vejen fra regnvandstanken via alle ledninger og fittings til og med løftehøjder inde i ejendommen samt udløbstab ved de enkelte installationer.

I Rørcenter-anvisning 003 findes flere eksempler på dimensionering. Herunder dimensionering af en lagertank ud fra vandbehov i forskellige ejendomme med lejligheder.

For dimensionering af sandfang henvises til metodebeskrivelsen Sandfang.

3.4 Drift og vedligehold

Aktiviteter for drift og vedligehold er vist i tabel 3.3.

	Aktivitet	Hyppeghed
Jævnligt	Tagrender tilses og renses	Minimum hvert efterår efter løvfald
	Filtre tilses og rengøres afhængig af type	Lodrette filtre 1-4 gange årligt. Vandrette filtre 12-24 gange årligt
	Sandfangsbrønden tømmes for sand, blade mv.	1-3 gange årligt. Som minimum om efteråret.
	Lagertanken tømmes og efterses.	1 gang årligt
	Tanken, inkl. indløb, overløb, niveaumålere og sugefiltre, rengøres / spules og bundfald og evt. flydeslam fjernes	1 gang årligt
	Eftersyn af tagrender og anlægsdele	Efter meget store regnskyl
	Vaskemaskiners filtre både afløb og tilløb tilses og renses som normalt	2-4 gange årligt
Efter behov	Udskiftning af filtre og check af pumpe.	Efter leverandørernes anvisning

Tabel 3.3 Drift og vedligehold af anlæg til opsamling af brug af regnvand til wc-skyl og tøjvask

3.5 Økonomi

Alle priser i dette afsnit er angivet i prisniveau 2011 og er ekskl. moms.

Et regnvandsanlæg til et nyt parcelhus med 140 - 200 m² tagflade og 4 beboere kan inkl. indendørs og udendørs installationer normalt etableres for 45. – 50.000 kr. ekskl. moms. Et sådant anlæg består af en lagertank i jorden på 4 m³ og med integreret styre- og pumpesystem, sugefilter i tanken og et hvirvel-regnvandsfilter i brønd.

For ca. 25.000 kr. ekskl. moms kan der normalt etableres et anlæg til et parcelhus op til 120 m² tagflade med en indendørs lagertank på 2 m³ og med et mindre styresystem, pumpe, efterfyldningstragt med magnetventil og et lodret regnvandsfilter på et tagnedløbsrør. Prisen er inkl. alle indendørs og udendørs installationer.

Et anlæg til f.eks. en institution med 2.000 m² tagflade kan inkl. indendørs og udendørs installationer normalt etableres for ca. 260.000 kr. ekskl. moms. Et sådant anlæg består af en lagertank i jorden på 30 m³ og med integreret styre- og pumpesystem samt sugefilter i tanken og et hvirvel-regnvandsfilter i brønd.

Et anlæg til en kontorbygning med ca. 6.000 m² tagflade kan inkl. indendørs og udendørs installationer normalt etableres for ca. 475.000 kr. ekskl. moms. Et sådant anlæg består af en lagertank i jorden på 80 m³ og med integreret styre- og pumpesystem samt sugefilter i tanken og et hvirvel-regnvandsfilter i brønd. Lagertanken er her dimensioneret ud fra den mængde regnvand, der kan opsamles med en årlig nedbør på 650 mm.

For de sidste to større anlæg gælder, at ca. 60 % af prisen dækker lagertank, filtre samt pumpe og styringsenhed. Resten er til rørinstallationer, brønde og installation. Udgifterne til sidstnævnte kan blive højere, specielt hvis der er særligt mange toiletter, meget lange ledningsføringer og meget højtplacerede toiletter.

Priserne er for nybyggeri. Specielt rørinstallationer kan fordyre anlæg i et eksisterende byggeri.

Tabel 3.4 viser overslag over anlægsudgifter, udgifter til drift og vedligehold samt en samlet årlig udgift set over hele anlæggets levetid. Udgifterne er beregnet for anlæg til opsamling af tagvand fra 3 forskellige tagstørrelser:

- Parcelhus med tagareal på 140 m²
- Etageejendom med tagareal på 2.000 m²
- Kontorbygning med tagareal på 5.700 m²

Til drift og vedligehold er der regnet med en timepris på 325 kr., og der er i alle priser regnet med, at montering, drift og vedligehold foretages af eksterne folk. Ejeren

af anlægget eller en ansat vicevært kan i de fleste tilfælde selv vedligeholde anlægget, så driftsudgifterne bliver minimale.

I driftsudgifterne er det indregnet, at der kun betales halvdelen af afledningsafgiften for det regnvand, der afledes til kloakken samt sparet vandforbrug. I henhold til Københavns Energi udgør afledningsafgiften pr. 1. januar 2011 13,79. kr./m³ mens vandprisen udgør 15,65 kr. ekskl. moms

	Parcelhus	Etageejendom	Kontorbygning
Anlægsudgifter kr.	47.000	260.000	475.000
Driftsudgifter kr. pr. år	5.600	17.300	28.400
Sparet vandafgift og afledningsafgift	-1.375	-11.300	-27.000
Årlig udgift kr. pr. år (levetid 20-50 år)	5.500	13.600	14.800

Tabel 3.4 Overslag over anlægs- og driftsudgifter til opsamling af regnvand til toiletskyl og tøjvask (prisniveau 2011)

Hvis regnvandet afkobles fuldstændigt fra kloaksystemet, er der mulighed for at søge Københavns Energi om tilbagebetaling af en del af tilslutningsbidraget. Der er ikke indregnet tilbagebetaling af tilslutningsbidraget i de økonomiske overslag.

4. REFERENCER

Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg (nr. 1449), 2007

Brug af regnvand til WC-skyl og vaskemaskiner i boliger, Rørcenter-anvisning 003, 2. udgave, juli 2002. Se www.mst.dk

DS 415: Norm for fundering

DS 432: Norm for afløbsinstallationer

DS 439: Norm for vandinstallationer

DS 440: Norm for mindre nedsivningsanlæg for nedsivning

DS/EN 1717: Norm om sikring mod forurening af drikkevand i vandinstallationer samt generelle krav til tilbagestrømningssikring

Brug af plastrør til vand- og afløbssystemer, vejledning nr. 54, 2. udgave, juli 2006, DANVA. Se www.danva.dk

Afløbsinstallationer, SBI-anvisning 185, 1997

Figurer, skitser og grundlag for skitser samt fotos er venligst stillet til rådighed af Nyrup plast A/S og Erling Holm ApS med ©