

Våde regnvandsbassiner

Planlægning, udførelse og drift

Rørcenter-anvisning 035
September 2026

Våde regnvandsbassiner
Planlægning, udførelse og drift

Rørcenter-anvisning 035

2. udgave, 1. oplag 2026

© Rørcentret
Teknologisk Institut

Tryk og indbinding:
TI Tryk, Taastrup
Teknologisk Institut

Forsidefoto: Katrine Nielsen

ISBN 97887-85411-09-9

ISSN 1600-9894
Nøgletitel: Rørcenter-anvisning

EAN 9788785411099

Forord

Denne Rørcenter-anvisning er udarbejdet som led i projektet "Opdatering af viden om våde regnvandsbassiner" med det formål at samle og opdatere den nyeste viden om planlægning, design og dimensionering af våde regnvandsbassiner. Rørcenter-anvisningen bygger delvist på nyere forskning, samt erfaringer fra danske forsyningsselskaber, kommuner og rådgivere.

Formålet med projektet har været at sikre, at etableringen af fremtidens våde regnvandsbassiner sker på baggrund af den nyeste viden, og at både ny og eksisterende viden anvendes bedst muligt i det fremtidige design. Derfor indeholder Rørcenter-anvisningen både anvisninger inden for nye emner og præciseringer af anbefalinger fra tidligere anvisninger og vejledninger. Arbejdet bygger videre på "Faktablad om dimensionering af våde regnvandsbassiner" fra Aalborg Universitet (Vollertsen et al., 2012a), DANVA-Anvisning nr. 102 (DANVA, 2018) og Rørcenter-anvisning nr. 025 (Teknologisk Institut, 2018).

Til grund for Rørcenter-anvisningens indhold ligger rapporten "Opdatering af viden om våde regnvandsbassiner – Eksperttrapport", udarbejdet af Jacob Bennedsgaard Krog, Steffen Reestorff Frandsen og Sara Bugge Ploug, NIRAS; Thomas Aabling, Ingeniørfirma TAV; Anja Thrane Thomsen og Søren Gabriel, WSP; Luca Vezaro og Sissel Tønder, Krüger; Jes Vollertsen, Aalborg Universitet; samt Sara Egemose, Syddansk Universitet. Eksperttrapporten kan findes her: www.teknologisk.dk/projekter/opdatering-af-viden-om-vaade-regnvandsbassiner/opdatering-af-viden-om-vaade-regnvandsbassiner/47883

Rørcenter-anvisningen henvender sig til hele forsyningsbranchen: forsyningsselskaber, der projekterer, anlægger og driver regnvandsbassiner; kommuner, der varetager myndighedsopgaver og planlægning; samt rådgivere, der bistår med projektering og design. Det er vores håb, at Rørcenter-anvisningen vil bidrage til mere velfungerende og bæredygtige regnvandsbassiner i Danmark.

Projektgruppen vil gerne takke samarbejdspartnere og eksterne bidragsydere, herunder DANVA, EVA-udvalget, Regnudvalget under Spildevandskomiteen, Dalgas A/S og følgende kommuner: Aalborg, Allerød, Egedal, Esbjerg, Gladsaxe, Fredericia, Hørsholm, Frederikssund og Varde for deres bidrag til Rørcenter-anvisningen.

Projektet er gennemført i perioden december 2024 – maj 2026 og har været ledet af Katrine Nielsen, Teknologisk Institut. Projektet er finansieret af Novafos, DIN Forsyning, Aalborg Forsyning, Fredericia Forsyning og Fors.

Rørcenter-anvisningen er udarbejdet af projektets arbejdsgruppe bestående af:

Anders Hestbech, Anja Sloth Ziegler, Anja Thrane Thomsen, Anne Kirstine Lindvang, Freya Mosbæk, Inge Faldager, Jens Bøgh Vinther, Jens Stærdahl, Jimmy Grønbæk Teilmann, Katrine Nielsen, Kristina Buus Kjær, Lars Wieboe Pilman, Max Friis, Nina Thune, Peter Steen Mikkelsen, Søren Gabriel, Steffen Reestorff Frandsen og Tobias Holm.

Teknologisk Institut vil gerne takke arbejdsgruppen for deres mange konstruktive forslag i forbindelse med gennemførelse af projektet.

September 2026
Rørcentret, Teknologisk Institut

Indholdsfortegnelse

1	INDLEDNING	7
1.1	MÅLGRUPPER OG ANVENDELSE	7
1.2	AFGRÆNSNING	8
1.3	LÆSEVEJLEDNING	9
1.3.1	Chatbot.....	9
2	OPBYGNING AF DET VÅDE REGNVANDSBASSIN	10
2.1	ANSVAR - OG EJERSKAB FOR VÅDE REGNVANDSBASSINER	12
3	ANBEFALINGER	13
4	PLANLÆGNING OG MYNDIGHEDSFORHOLD	14
4.1	TIDLIG AREALRESERVATION	14
4.2	MYNDIGHEDSFORHOLD OG VANDHÅNTERINGSPLAN	15
5	DIMENSIONERINGSPRINCIPPER	17
5.1	FASTLÆGGELSE AF RENSEVOLUMEN	17
5.2	DIMENSIONERING AF FORSINKELSESVOLUMEN	18
5.3	EFFEKTIV OPHOLDSTID	19
6	VANDKVALITET OG RENSEEFFEKT	22
6.1	RENSEMEKANISMER OG STOFGRUPPER	22
6.2	ANVENDELSE AF VANDKVALITETSDATA	22
6.3	STATUS PÅ VANDKVALITETEN I VÅDE REGNVANDSBASSINER	23
7	DESIGN OG UDFORMNING	25
7.1	FOR-RENSNING	25
7.2	TILLØB OG FRALØB	26
7.3	SEDIMENTVOLUMEN OG DYBDE I VÅDVOLUMEN	27
7.3.1	Dybde i regnvandsbassinerne.....	28
8	MEMBRANER, MATERIALER OG ANLÆG	31
8.1	MEMBRANER OG TÆTHED	31
8.2	KLIMAAFTRYK OG RESSOURCEBETRAGTNINGER	32
8.3	SKRÅNINGSANLÆG OG SIKKERHED	33
8.3.1	Skråningsanlæg.....	33
8.3.2	Sikkerhed.....	34
9	DRIFT, VEDLIGEHOLD OG OPRENSNING	35
9.1	OPRENSNING	35
10	NATUR, BIODIVERSITET OG OMGIVELSER	37
11	ORDLISTE	38
12	REFERENCELISTE	40

1 Indledning

Våde regnvandsbassiner har været anvendt i Danmark siden 1970'erne og er i dag den mest udbredte metode til slutbehandling af separatloakeret regnvand før udledning. De våde regnvandsbassiner har tjent to hovedformål:

1. Forsinkelse af regnvandet, så recipienten ikke overbelastes hydraulisk
2. Rensning af regnvandet, så udledningen af suspenderet stof og forurenende stoffer reduceres

I løbet af det seneste årti er formålet med de våde regnvandsbassiner udvidet. Hvor fokus tidligere kun var forsinkelse og rensning, lægges der nu også vægt på at understøtte biodiversitet, renseseffekten for nye (miljøfremmede) stoffer og reducere udledning af klimagas-ser. Det har skærpet kravene til regnvandsbassinernes kapacitet og øget opmærksomheden på deres rolle som levesteder for flora og fauna samt som elementer i byens grønne infrastruktur.

Siden "Faktablad om dimensionering af våde regnvandsbassiner" blev udgivet i 2012 (Vollertsen et al., 2012a), har den danske vandbranche i høj grad lænet sig op ad dette dokument ved dimensionering og i afgørelser i klagenævnssager. Siden da er der gennemført yderligere forskning, og erfaringer fra drift og vedligehold af eksisterende anlæg har givet ny viden om, hvad der fungerer i praksis, og hvad der kan forbedres.

Denne Rørcenter-anvisning samler de væsentligste anbefalinger fra den tilhørende ekspertrapport, så branchen har adgang til et opdateret vidensgrundlag for design af fremtidens våde regnvandsbassiner. Ekspertrapporten bygger på den nyeste viden i Danmark i form af faglitteratur, rapporter og praktiske erfaringer, og eksperterne har bidraget uvildigt på baggrund af tilgængelig dokumentation. Eksperterne er udvalgt på baggrund af deres viden og erfaring inden for deres respektive arbejdsområder.

Anvisningens vigtigste anbefalinger

- Planlæg våde regnvandsbassiner tidligt og reservér tilstrækkeligt areal
- Afklar recipientforhold og udledningsmuligheder tidligt i processen
- Dimensionér med fokus på både rensesvolumen, sedimentvolumen og forsinkelsesvolumen
- Udform bassinet med høj effektiv opholdstid og dykket fraløb
- Inddrag overvejelser om drift, sikkerhed og oprensning allerede i designfasen
- Vælg robuste løsninger med lavt ressourceforbrug
- Understøt biodiversitet, hvor det kan ske uden at svække bassinets hovedfunktion

1.1 Målgrupper og anvendelse

Denne Rørcenter-anvisning henvender sig til aktører, der planlægger, myndighedsbehandler, projekterer, anlægger og driver våde regnvandsbassiner. Rørcenter-anvisningen skal understøtte et fælles fagligt grundlag for samarbejdet mellem de parter, der har ansvar for bassinernes funktion, udformning og den langsigtede drift.

Kommuner kan bruge Rørcenter-anvisningen i planlægning og myndighedsbehandling. Forsyninger og øvrige bassinejere kan bruge den ved udvikling, etablering og drift af våde

regnvandsbassiner. Rådgivere kan bruge den i forbindelse med dimensionering, projektering og dokumentation. Udførende kan bruge den som grundlag for at forstå de funktionelle og udførelsesmæssige krav til anlægget. Driftspersonale kan bruge den ved planlægning af tilsyn, vedligehold og oprensning.

Rørcenter-anvisningen er ikke kun tænkt som et opslagsværk for den enkelte faggruppe, men også som et fælles grundlag for samarbejdet mellem planmyndighed, bassinejer, rådgiver, udførende og drift. Formålet er at styrke sammenhængen mellem planlægning, myndighedskrav, design, udførelse og drift, så fremtidens våde regnvandsbassiner bliver mere velfungerende, robuste og bæredygtige.

1.2 Afgrænsning

Denne Rørcenter-anvisning omhandler våde regnvandsbassiner til håndtering af separat-kloakeret regnvand før udledning til recipient. Rørcenter-anvisningen fokuserer på bassinernes primære funktioner: forsinkelse og rensning af regnvand, samt på forhold, der har betydning for planlægning, myndighedsbehandling, dimensionering, design, udførelse, drift og vedligehold.

Rørcenter-anvisningen er udarbejdet som et fagligt grundlag for kommuner, forsyninger, rådgivere og udførende, der arbejder med nye regnvandsbassiner eller med ombygning, vurdering og drift af eksisterende anlæg. Rørcenter-anvisningen omfatter blandt andet:

- Planlægning af våde regnvandsbassiner i relation til byudvikling, separeringsprojekter og recipientforhold
- Fastlæggelse af arealbehov og hensigtsmæssig placering
- Myndighedsforhold med fokus på udledningstilladelser og vandhåndteringsplaner
- Hydraulisk dimensionering af renservolumen og forsinkelsesvolumen
- Design af bassinets geometri, tilløb, fraløb, for-rensning, sedimentvolumen og sikkerhed
- Valg af membraner og overordnede principper for tætning
- Hensyn til drift, vedligehold, oprensning, biodiversitet og ressourceforbrug

Rørcenter-anvisningen omfatter ikke en fuldstændig behandling af alle typer regnvandsanlæg eller alle forhold, der kan indgå i lokal vandhåndtering. Rørcenter-anvisningen omfatter således ikke:

- Tørre bassiner, skybrudsbassiner og andre anlæg uden permanent vandspejl
- Nedsivningsanlæg, faskiner, regnbede, grøfter og øvrige LAR-løsninger
- Vådområder og naturgenopretningsprojekter, hvor naturformål er det primære formål
- Renseløsninger med kemisk eller mekanisk specialbehandling ud over, hvad der normalt indgår i et vådt regnvandsbassin
- Detaljeret projektering af bygværker, ledningsanlæg, geotekniske konstruktioner og arbejdsmiljøforanstaltninger
- Alle juridiske og myndigheds-mæssige forhold i fuldt omfang, herunder konkrete afgørelser efter miljø-, natur-, plan- og vandlovgivning

Rørcenter-anvisningen angiver anbefalet faglig praksis, men kan ikke stå alene i den konkrete sag. Et vådt regnvandsbassin skal altid vurderes ud fra de lokale forhold, herunder:

- Recipientens tilstand og sårbarhed
- Oplandets karakter og forureningsbelastning

- Jordbunds- og grundvandsforhold
- Terræn og arealforhold
- Krav i planlægning, tilladelser og øvrig myndighedsbehandling
- Hensyn til drift, sikkerhed og adgangsforhold

Der vil derfor i mange projekter være behov for supplerende analyser, beregninger og faglige vurderinger, f.eks. hydrauliske modelberegninger, geotekniske undersøgelser, recipientvurderinger, naturvurderinger og risikovurderinger i forhold til grundvand mv.

Samspil med andre regler og vejledninger

Rørcenter-anvisningen erstatter ikke gældende lovgivning, standarder, myndighedskrav eller projektspecifikke vilkår. Hvor der gælder særlige krav til f.eks. udledning, grundvandsbeskyttelse, arbejdsmiljø, adgangsforhold eller naturbeskyttelse, skal disse håndteres særskilt i det konkrete projekt.

Rørcenter-anvisningen skal derfor læses i sammenhæng med relevant lovgivning, gældende kommunal planlægning, udledningstilladelser, tekniske standarder samt øvrige faglige vejledninger på området.

1.3 Læsevejledning

Rørcenter-anvisningen udspringer af projektet "Opdatering af viden om våde regnvandsbassiner", hvor der er udarbejdet en ekspertrapport, som samler den nyeste viden om planlægning, drift, design, dimensionering, hydraulik, vandkvalitet, biodiversitet og udledning.

Kapitel 2 indleder med en beskrivelse af våde regnvandsbassiners vigtigste formål og principielle opbygning, herunder hvordan formålene har ændret sig i lyset af klimaforandringer og ønsket om rekreativ anvendelse.

De efterfølgende kapitler beskriver de væsentligste områder og emner, hvor der er ny viden og behov for præciseringer, så fremtidens våde regnvandsbassiner kan anlægges på et så godt vidensgrundlag som muligt.

I tabel 3.1 findes anbefalinger for våde regnvandsbassiner, opsummeret sammen med de anbefalinger fra tidligere publikationer, som fortsat vurderes relevante.

Rørcenter-anvisningen henviser direkte til kapitler og sider i ekspertrapporten, hvor den konkrete vidensopdatering er beskrevet. Supplerende referencer er indarbejdet i teksten.

I kapitel 11 findes en ordliste over faglige udtryk brugt i denne Rørcenter-anvisning.

1.3.1 Chatbot

Der er i forbindelse med udgivelsen af Rørcenter-anvisningen, oprettet en Chatbot, der bygger på ekspertrapporten og Rørcenter-anvisningen.

Chatbotten kræver oprettelse af login og kan tilgås via nedstående link.

Chatbot: <https://apps.teknologisk.dk/rc-regnvand/>

2 Opbygning af det våde regnvandsbassin

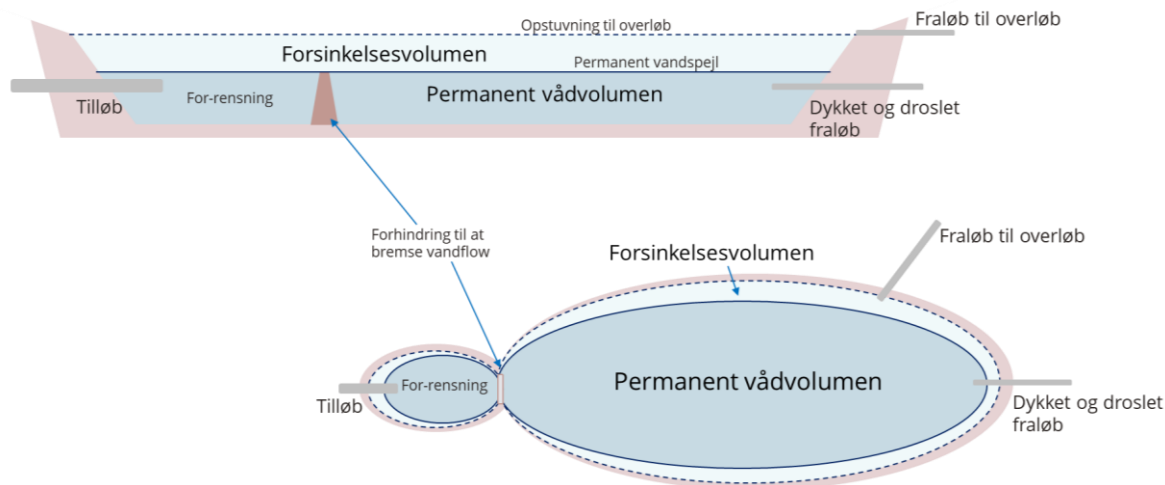
Våde regnvandsbassiner har et permanent vandspejl og dermed et permanent vådvolumen. Det våde regnvandsbassin er opbygget omkring to hovedelementer (figur 2.1):

- For-rensning, der kan bestå af forbassin, lukkede sandfang m.m.
- Hovedbassin, hvor forsinkelsen og den primære rensning foregår

I regnvandsbassinet etableres der plads til det permanent vådvolumen, hvori rensningen foregår i rensevolumenet, derudover gøres der plads til opstuvning i form af et forsinkelsesvolumen. Fra dette volumen etableres samtidigt et overløb til håndtering af regnhændelser, der overstiger bassinets dimensioneringsgrundlag.

Størstedelen af vandoverfladen i det våde regnvandsbassin ønskes at være uden permanent bevoksning. Dette opnås ved at udforme vådvolumen med en dybde på mere end 0,75 meter, hvilket betyder, at arter som tagrør og dunhammer kun kan vokse langs bassinets kant.

Et typisk vådt regnvandsbassin er opbygget med tilløb til et for-rensningselement. Formålet med for-rensning er at opsamle de grove partikler, så tidsintervallet mellem oprensninger i hovedbassinet forlænges. For-rensningen kan have mange udformninger, f.eks. som forbassin, "sandfangskasse" eller lukkede sandfang, og kan være integreret i eller adskilt fra hovedbassinet. Fra for-rensningen ledes vandet videre til hovedbassinet, hvor det renses og opstuvet, inden det via fraløbet ledes til recipienten. Vandet neddrøles gennem fraløbet i henhold til recipientens kapacitet og vilkårene i udledningstilladelsen.



Figur 2.1. Principskitse af et vådt regnvandsbassin med profiltegning og plantegning. For-rensningen er vist som et forbassin.

Renseprocesserne i våde regnvandsbassiner er naturlige og sammenlignelige med dem, der foregår i mindre søer. De vigtigste processer er sedimentation af partikler, planteoptag og biologisk nedbrydning. Sedimentation udgør den mest betydende renseproces. Hvilke partikler der når at sedimentere, afhænger af de hydrauliske forhold i bassinet, herunder opholdstid og strømningsveje, samt oplandets størrelse og karakter.



Figur 2.2. Eksempler på forskellige udformninger af våde regnvandsbassiner (Foto: K. Nielsen).

2.1 Ansvar - og ejerskab for våde regnvandsbassiner

For våde regnvandsbassiner er der typisk en klar, men delt rollefordeling mellem myndighed og ejer/driftsansvarlig. Ejerskabet kan ligge hos et forsyningsselskab, kommunen, Vejdirektoratet, en privat grundejer, en grundejerforening eller anden relevant aktør, afhængigt af bassinets placering og funktion.

Kommunen er som udgangspunkt tilladelsesmyndighed og fastsætter vilkår for bassinets etablering, udformning, drift og udledning. Dette kan omfatte krav til forsinkelse, rensning, afløbstal, vedligeholdelse og dokumentation. Staten har en overordnet tilsynsrolle efter gældende lovgivning.

Det er bassinejeren, der har ansvaret for, at bassinet etableres, drives og vedligeholdes i overensstemmelse med gældende tilladelser og vilkår. Dette omfatter blandt andet kontrol af bassinets hydrauliske og resemæssige funktion, vedligeholdelse af til- og fraløb, oprensning af sediment samt sikring af, at bassinets volumen og funktion opretholdes over tid.

Ved fælles anlæg eller anlæg med flere interessenter bør ejerskab, driftsansvar og adgangsforhold være tydeligt beskrevet i relevante aftaler eller driftsdokumenter. En klar ansvarsfordeling er en forudsætning for, at bassinet kan fungere efter hensigten og overholde de miljømæssige og hydrauliske krav gennem hele anlæggets levetid.

3 anbefalinger

Tabel 3.1 giver en oversigt over de væsentligste anbefalinger og præciseringer for våde regnvandsbassiner.

Tabel 3.1. Oversigt over de væsentligste anbefalinger og præciseringer, der beskrives i denne anvisning.

	Anbefaling	Hvad betyder det i praksis?	Relevant for	Kapitel
Planlægning	Indtænk bassiner tidligt i planprocessen	Regnvandshåndtering bør afklares tidligt i kommuneplan, spildevandsplan og lokalplan, så arealbehov og udledningsmuligheder er kendt, før området detailprojekteres	Kommune Forsyning Rådgiver	4
	Reservér tilstrækkeligt areal	Der bør afsættes plads til vådvolumen, forsinkelsesvolumen, skråninger, adgangsveje, sikkerhed og fremtidig drift og oprensning	Kommune Forsyning Rådgiver	4
	Udarbejd vandhåndteringsplan	Vandhåndteringsplaner skaber det faglige grundlag for placering af bassinet og mulighederne for udledning. Planen skal bl.a. redegøre for håndtering af regnvand og andre vandtyper i forbindelse med lokalplanproces og spildevandsplaner	Kommune Forsyning Rådgiver	4
Myndighed	Afklar recipient og forventede vilkår tidligt	Tidlig dialog om recipientforhold, afløbstal og udledning kan reducere risikoen for fejlprojektering og uhensigtsmæssige løsninger	Kommune Forsyning Rådgiver	4
Dimensionering	Dimensionér med fokus på både rensning og forsinkelse	Rensevolumen og forsinkelsesvolumen bør fastlægges særskilt og ud fra hver deres funktion	Rådgiver Forsyning Kommune	5
	Brug modelberegninger, når der er konkrete, udløder krav	Erfaringsstal kan bruges i simple tilfælde, men hvis der stilles krav til fraløbskoncentrationer eller recipienten er sårbar, bør der anvendes modelberegninger	Rådgiver Kommune Forsyning	5
Hydraulik	Priorité høj effektiv opholdstid	Bassinet bør udformes med lange strømningsveje, hensigtsmæssig placering af til- og fraløb samt eventuelle barrierer eller sektionering, så kortslutningsstrømme begrænses	Rådgiver Forsyning	5, 6
Vandkvalitet	Brug koncentration, ikke rensegrad, ved beskrivelse af vandkvaliteten	Koncentrationer kan bruges til at fastslå om våde regnvandsbassiner renses ned til miljøkvalitetskravene i recipienten	Kommune Forsyning Rådgiver	6
Design	Anvend dykket fraløb	Fraløbet bør placeres under det permanente vandspejl og over sedimentniveau for at reducere driftsproblemer og tilbageholde flydestoffer og olie	Rådgiver Forsyning Udførende	7
	Tilpas for-rensning til lokale forhold	For-rensning kan etableres med eller uden forbassin. Det afgørende er, at energien tages ud af tilløbsvandet, og at grove partikler håndteres på en måde, der passer til drift og opland	Rådgiver Forsyning Drift	7
	Skeln mellem rensesvolumen og sedimentvolumen	Vådvolumen bør forstås som summen af rensesvolumen og sedimentvolumen. Det giver bedre grundlag for at fastholde funktion og planlægge oprensning	Rådgiver Forsyning Kommune	4, 5, 7
	Indarbejd tilstrækkelig dybde og fri vandsøjle	Bassinet bør udformes, så den frie vandsøjle ikke reduceres til under 0,75 meter i driftfasen. Hvor det er relevant, kan større dybder i dele af bassinet anvendes til sedimentopbygning og drift	Rådgiver Forsyning	5, 7
Materialer	Brug naturlige tætningsløsninger, hvor det er muligt	Naturlige eller udlagte lermembraner bør vælges som udgangspunkt, hvis de tekniske og miljømæssige forhold tillader det	Rådgiver Udførende Forsyning	8
Ressourcer	Begræns jordflytning og materialeforbrug	Bassinet bør placeres og udformes, så jord kan genanvendes lokalt, og behovet for transport og tilkørte materialer reduceres	Forsyning, Rådgiver Udfører	7, 8
Sikkerhed	Udform skråninger med fokus på drift og sikkerhed	Skråningsanlæg på 1:5 bør som udgangspunkt tilstræbes. Stejlere skråninger kræver særlige overvejelser om adgang, arbejdsmiljø og afskærmning	Rådgiver Forsyning Udførende Drift	8
Drift	Inddrag drift tidligt i designet	Driftspersonale bør inddrages i planlægning og projektering, så adgangsforhold, tilsynspunkter, vegetation og oprensning tænkes ind fra start	Forsyning Rådgiver Drift	9
	Følg sedimentudviklingen og oprens i tide	Sedimentdybde og fri vandsøjle bør måles regelmæssigt. Oprensning bør ske, før rensesvolumenet reduceres, og senest når den frie vandsøjle er reduceret til 0,75 meter	Forsyning, Drift Kommune	7, 9
Biodiversitet	Understøt biodiversitet med fysisk variation	Uregelmæssigt omrids, variation i dybde og hjemmehørende vegetation kan styrke naturkvaliteten, når det ikke forringer bassinets funktion og driftbarhed	Kommune Rådgiver Forsyning	7, 10

4 Planlægning og myndighedsforhold

Den overordnede planlægning af våde regnvandsbassiner bør ske tidligt i arbejdet med f.eks. byudvikling eller separeringsprojekter. Særligt to forhold bør afklares i den indledende planlægning: arealbehov og mulighed for udledning til recipient.

Erfaringer viser, at regnvandsbassiner, der først indtænkes sent i et udviklingsområde, ofte får en uhensigtsmæssig placering og udformning, og at det kan være vanskeligt at opnå udledningstilladelse. Tidlig vandplanlægning og recipientvurdering muliggør optimal placering, design og dimensionering af det våde regnvandsbassin.

4.1 Tidlig arealreservation

Våde regnvandsbassiner er pladskrævende anlæg, og arealreservation skal derfor ske tidligt i planprocessen. Det anbefales, at regnvandshåndtering indgår i den overordnede planlægning – herunder i kommuneplan, spildevandsplan og lokalplan – og ikke først i den detaljerede projektering hos forsyningsselskaber eller udviklere (figur 4.1).

Ved at reservere tilstrækkelige arealer tidligt i processen sikres bedre muligheder for at etablere velfungerende regnvandsbassiner med effektiv opholdstid og mulighed for at integrere rekreative og naturmæssige værdier.

Det nødvendige areal fastlægges som det samlede areal til vådvolumen, forsinkelsesvolumen og adgangsforhold. Grundlaget for en hensigtsmæssig arealreservation kan bl.a. bestå af:

- Tilladeligt afløbstal til recipienten
- Analyser af terrænforhold
- Kendskab til det tilstrømmende reducerede areal
- Restriktioner på arealanvendelsen

Kendes afløbstallet til recipienten ikke, kan man som udgangspunkt anvende det laveste afløbstal, der tidligere er givet til samme recipient. Det væsentlige er, at der i lokalplanfasen foretages en konkret vurdering af arealudlæg til regnvandsbassin, understøttet af en indledende projektering.

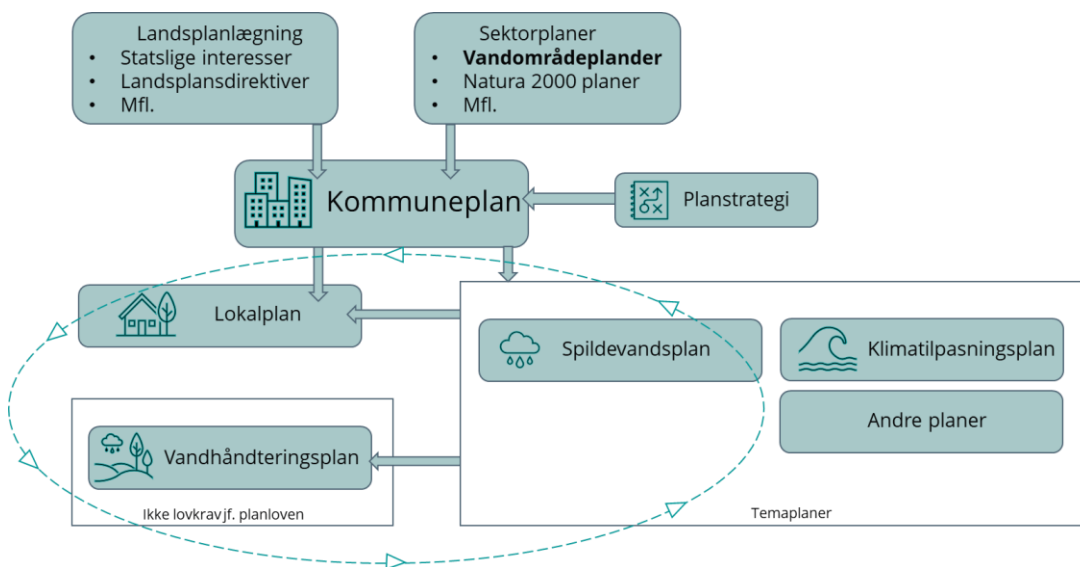
Bassinet bør så vidt muligt placeres lavt i området for at minimere jordhåndtering og sikre gravitation til bassinet.

Planlægningen bør tage udgangspunkt i dimensionsgivende regn (regn til serviceniveau). Regnvandsbassiner kan sammentænkes med andre klimatilpasningstiltag og vandtyper. Dimensionsgivende regn, skybrudslignende hændelser, længerevarende regn og terrænnært grundvand stiller forskellige krav til håndtering, men en helhedsorienteret tilgang kan ofte give bedre og billigere løsninger end isoleret planlægning for hver vandtype.

Ved tidlig arealreservation bør der også tages højde for, at der i byudviklingsområder ofte sker overbefæstelse i forhold til den afløbskoefficient, der er lagt til grund for planlægningen. Hvis den faktiske befæstelsesgrad bliver højere end forudsat, kan afstrømningen fra området øges, så der opstår behov for større forsinkelses- og rensesvolumen end planlagt.

Det anbefales derfor, at kommunen fastlægger afløbskoefficienter, som er realistiske i forhold til den planlagte bytypologi og arealanvendelse. Spildevandsplanens maksimale afløbskoefficienter udgør kommunens administrationsgrundlag, mens de først bliver bindende for grundejer gennem tilslutningstilladelsen.

Hvis grundejer eller udvikler overskrider den fastlagte maksimale afløbskoefficient, bør afstrømningen fra det overskydende befæstede areal håndteres særskilt, fx ved nedsivning eller lokal forsinkelse, så det ikke medfører behov for ekstra forsinkelsesvolumen i forsyningens anlæg.



Figur 4.1. Planhierarki på kommunalt niveau, i relation til planlægning af regnvandsbassiner (figur af billeder fra Eksperttrapport, designet af J. Bennedsgaard og S. B. Ploug).

Eksperttrapport – s. 13-21

4.2 Myndighedsforhold og vandhåndteringsplan

Etablering af våde regnvandsbassiner kræver typisk flere tilladelser og afklaringer. Den vigtigste er udledningstilladelsen, der fastsætter vilkår for bl.a. vandkvalitet, afløbstal og serviceniveau. Det planmæssige grundlag for udledningstilladelsen etableres typisk i spildevandsplanen.

Det anbefales, at kommunen tidligt i planprocessen afklarer, at et planlagt byudviklingsområde eller separatloakeringsprojekt kan forsynes med afledning af både spildevand og regnvand, herunder at der kan meddeles udledningstilladelse til relevante vandområder – og på hvilke vilkår. Dette kræver kendskab til recipientens tilstand og robusthed.

Det anbefales, at kommune og bassinejer tidligt indleder dialog om muligheder og forventede vilkår for en udledningstilladelse. Selve ansøgningen om udledningstilladelse kan først indsendes senere, når der foreligger viden fra detailprojektet.

Ved udarbejdelse af nye lokalplaner anbefales det at udarbejde en faglig analyse tidligt i processen i form af en vandhåndteringsplan. Vandhåndteringsplanen sikrer et fagligt grundlag for samspillet mellem lokalplan og spildevandsplan i fastlæggelsen af rammerne for rensning og samlet vandhåndtering.

Vandhåndteringsplaner (også kaldet vandhåndteringsstrategi, masterplan eller helhedsplan for regnvand) er et planlægningsværktøj, som udarbejdes tidligt og opdateres gennem projektforløbet for at sikre robust vandhåndtering. Planen beskriver detaljeret den fremtidige vandhåndtering i et område, herunder håndtering af regnvand til serviceniveau og muligheder for afledning til recipient.

Vandhåndteringsplanerne har i den iterative proces mellem lokalplan og spildevandsplan til formål at redegøre for håndteringen af alle vandkilder, herunder regnvand. En vandhåndteringsplan skal dokumentere, at byudviklingen tager højde for fremtidens klima, og hvordan vandet håndteres, så risikoen for oversvømmelser og skader forebygges allerede i planlægningen. Erfaringer fra kommuner, der anvender vandhåndteringsplaner, viser, at de er et stærkt værktøj, der bidrager positivt.

Ekspertrapport – s. 22-23

5 Dimensioneringsprincipper

Ved planlægning og design af våde regnvandsbassiner har både bassinets udformning og dimensioneringen af renservolumen stor betydning for renseseffekten. Ud over renservolumen skal også forsinkelsesvolumen beregnes. De to volumener dimensioneres efter forskellige principper. Renservolumen fastlægges enten ud fra erfaringstal eller ved dimensionering mod konkrete fraløbskrav. Forsinkelsesvolumen dimensioneres ud fra oplandets reduceret areal, afløbstal og serviceniveau.

5.1 Fastlæggelse af renservolumen

Fastlæggelse af renservolumen kan ske:

- På baggrund af **erfaringstal**
- Ved **dimensionering** med modelberegninger på baggrund af udledningskrav

Ved fastlæggelse af renservolumen på baggrund af **erfaringstal** tages der ofte udgangspunkt i Vollertsen et al. (2012a), og der regnes derfor ofte med et volumen på 200–300 m³/red. ha. Dette har hidtil været den mest anvendte metode i dansk praksis. Metoden er enkel, men tager ikke højde for det konkrete oplands forureningsbelastning, afløbs- og sedimentationsforhold eller bassinets faktiske udformning. Anbefalingerne i afsnit 5.3 bør derfor altid overholdes. Metoden gør det heller ikke muligt ved beregning at sandsynliggøre, hvilke fraløbskoncentrationer der kan forventes fra bassinet.

Fastlæggelse af renservolumen ved **dimensionering** sker ved modelberegninger, hvor bassinets renseseffekt modelleres, og hvor fraløbskoncentrationer eller stofmængder i fraløbet er målparametrene. Modelleringen vil ofte være deterministisk og numerisk og kræver derfor pålidelige inputdata for at give pålidelige resultater. Nøjagtigheden af dimensioneringen afhænger i høj grad af datakvaliteten.

Som tilløbskoncentration kan der f.eks. anvendes data fra screeningsværktøjet RegnKvalitet 2.1 (Clausen-Kaas et al., 2025) eller typetal (Miljøstyrelsen, 2022). Information om ratekonstanter og strømningsforhold er fortsat vigtige parametre, som bør indgå i beregningerne (Vollertsen et al., 2012b, s. 39–46).

Uanset hvilke tilløbsdata der anvendes, vil de ikke afspejle den faktiske variation over tid. Variation og usikkerhed i tilløbskoncentrationer medfører derfor stor usikkerhed i modellens output, dvs. koncentrationer eller stofmængder i bassinets fraløbsvand. Hvis man ønsker at beskrive den samlede usikkerhed på fraløbskoncentrationerne, kan dimensioneringen baseres på stokastiske modeller. Deterministiske og stokastiske modeller kan også kombineres, herunder modeller, der udnytter kendskab til specifikke stoffers egenskaber. Der sker i disse år en betydelig udvikling på området både i Danmark og internationalt. Det anbefales, at der ved dimensionering af renservolumen udføres et grundigt forarbejde med fastlæggelse af tilløbskoncentrationer, gerne ved målinger i det konkrete tilløb. Dette er dog ofte ikke muligt, når planlægningen omfatter nykloakering eller omkloakering. I sådanne tilfælde bør modelleringen baseres på den nyeste viden på området og eventuelt på målinger fra lignende eller nærliggende systemer. I nogle tilfælde kan det også være muligt at tilpasse bassinet på baggrund af tilløbsmålinger fra driftsfasen.

Valget af metode til fastlæggelse af renservolumen vil ofte afhænge af, om der stilles konkrete krav til udledningens kvalitet. Hvis der stilles sådanne krav, er brugen af erfaringstal

ikke tilstrækkelig, og dimensionering ved modelberegning vil være nødvendig. Valg af metode bør derfor ske i dialog med miljømyndigheden.

Eksperttrapport – s. 24, 76-78

5.2 Dimensionering af forsinkelsesvolumen

Ud over renevolumen skal forsinkelsesvolumen dimensioneres. Dimensioneringen afhænger af de beregningsmæssige forudsætninger, der fastlægges tidligt i projektet, herunder befæstede arealer, afløbstal, sikkerhedsfaktorer m.m. Forsinkelsesvolumen kan dimensioneres med værktøjer af forskellig kompleksitet.



Figur 5.1. Vådt regnvandsbassin, hvor øverste billede viser normal vandstand og nederste billede viser samme våde regnvandsbassin, hvor forsinkelsesvolumenet er udnyttet efter længere tids regn (Foto: K. Nielsen).

Statistisk model baseret på nedbørsstatistik

Med input om projektets geografiske placering, gentagelsesperiode, sikkerheds- og klimafaktor (operationel faktor) samt viden om oplandet (reduceret areal og afløbstal) kan der med SVK's regionale regnrækkeværktøj – Skrift 32 (Spildevandskomiteen, 2023a) beregnes et nødvendigt forsinkelsesvolumen.

Værktøjet regner ikke på koblede regnhændelser. For at tage højde for dette tillægges beregningen et ekstra volumen på 20 %. Værktøjet er udviklet i en periode, hvor afløbstallet fra våde regnvandsbassiner typisk lå over 2 l/s/ha, hvilket også er værktøjets angivende gyldighedsgrænse. I dag stilles der ofte krav om lavere afløbstal end 2 l/s/ha, hvilket giver udfordringer ved anvendelsen. Ved lavere afløbstal bør andre dimensioneringsværktøjer baseret på historiske regnserier dynamiske modeller anvendes. Gyldighedsområdet for SVK-regnearket er analyseret nærmere i notatet "Bassindimensionering med SVKs Regionale Regnrækkeværktøj" (Spildevandskomiteen, 2023b).

Dynamisk model under simple afløbsforhold

Med en relativt enkel dynamisk reservoirmodel kan forsinkelsesvolumen dimensioneres på baggrund af historiske regnserier, hvor koblede regnhændelser indgår. I modellerne kan der arbejdes med seriekoblede regnvandsbassiner og enkle styringsmekanismer, der kan regnes med lavere afløbstal end 2 l/s/ha og der er desuden mulighed for at beregne stofjernelse i regnvandsbassinerne. Lave afløbstal betyder dog, at det nødvendige forsinkelsesvolumen samt tømmetiden for et bassin stiger kraftigt. På nuværende tidspunkt er der ikke grundlag for at fastsætte en general nedre grænse for, hvilke afløbstal der kan håndteres i bassiner. Bassingeometri kan indgå som input til modellen afhængigt af modeltypen.

SVK-regnearket og simple dynamiske modelværktøjer forudsætter dog simple afløbsforhold: at bassinets oplandsareal er fast defineret, at al afstrømning fra oplandet ledes direkte og uforsinket til bassinet, og ofte også at både tilløbs- og afløbsforhold er uden tilbagestuvning eller styring. Hvis disse forudsætninger ikke er opfyldt, bør der anvendes en distribueret dynamisk model under mere komplicerede afløbsforhold, som kan beskrive disse forhold.

Eksperttrapport – s. 24

5.3 Effektiv opholdstid

Bassinets udformning har stor betydning for, om der opstår kortslutningsstrømme, som reducerer den effektive opholdstid og dermed renseseffekten. Kortslutningsstrømme kan beskrives ved den hydrauliske virkningsgrad λ , som angiver forholdet mellem effektiv og teoretisk opholdstid:

$$\lambda = \frac{t_{effektiv}}{t_{teoretisk}}$$

hvor $t_{effektiv}$ er den faktiske opholdstid, og $t_{teoretisk}$ er den teoretiske opholdstid, beregnet ud fra forholdet mellem tilløbsflow og bassinvolumen.

Som tommelfingerregel kan anvendes:

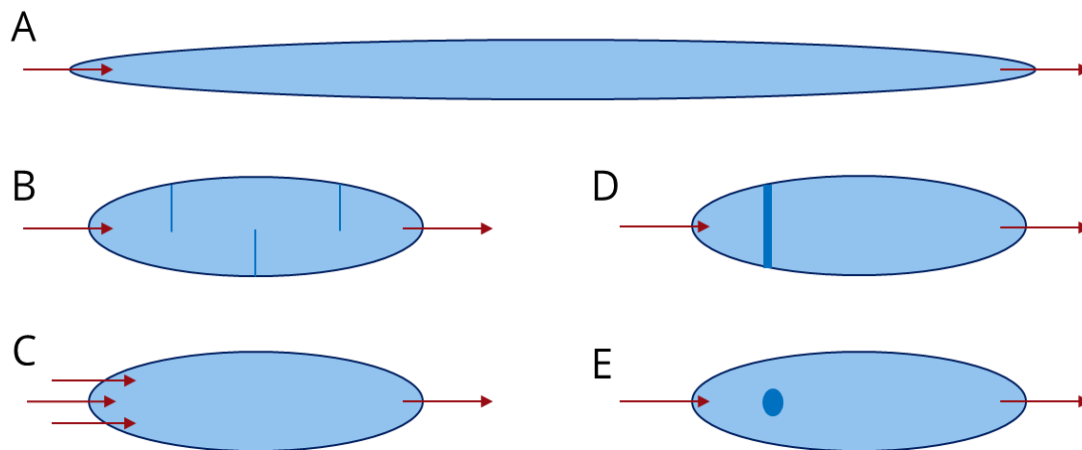
- God hydraulisk virkningsgrad: $\lambda > 0,75$
- Tilfredsstillende hydraulisk virkningsgrad: $0,5 < \lambda < 0,75$
- Lav hydraulisk virkningsgrad: $\lambda < 0,5$

Den vigtigste geometriske parameter er forholdet mellem bassinets længde og bredde. Et forhold på mindst 4:1 anbefales. Et langstrakt bassin giver en længere strømningsvej mellem tilløb og fraløb, hvilket forbedrer mulighederne for sedimentation og reducerer risikoen for kortslutningsstrømme.

Effektiv opholdstid bør derfor indgå aktivt i designovervejelser og planlægning. For at sikre en høj effektiv opholdstid og undgå kortslutningsstrømme anbefales følgende:

- Længde:bredde-forhold på mindst 4:1
- Placering af til- og fraløb, så strømningsvejen bliver længst mulig
- Etablering af sektionering eller barrierer, der bremser og fordeler vandet over hele bassinets overfladeareal
- Undgåelse af firkantede eller cirkulære regnvandsbassiner, som er mere udsatte for kortslutningsstrømme

Modelberegninger viser, at disse designprincipper er at foretrække. Det anbefales, at regnvandsbassiner fremadrettet udformes som vist i figur 5.4, hvor udformning A–C tager mest energi ud af tilløbsvandet og dermed giver den mest effektive opholdstid med en hydraulisk virkningsgrad $\lambda > 0,76$, mens D – E har en hydraulisk virkningsgrad $\lambda > 0,59$.



Figur 5.4. Anbefalede udformninger af regnvandsbassiner for at opnå størst mulig effektiv opholdstid. De indsatte strukturer i B, D og E symboliserer hindringer, som er med til at tage energien ud af tilløbsvandet (Illustration inspireret af Persson et al., 1999).

I praksis vil skråningsanlægget for design A optage uforholdsmæssigt meget areal i forhold til bassinets volumen, hvilket begrænser anvendeligheden.

Principperne er let anvendelige, men samtidig forenklede, og tager f.eks. ikke højde for varierende dybde, påvirkning fra vind eller bølger eller stratificering af vandet i det våde regnvandsbassin (f.eks. på grund af temperaturforskelle og/eller saltindhold). En høj estimeret λ -værdi garanterer derfor ikke en høj sedimentationsfjernelse, men er et godt og enkelt hjælpemiddel til at undgå fejlagtige udformninger af våde regnvandsbassin.



Figur 5.5. Eksempler på opbremsning og forlængelse af vandets vej i bassinet (Foto: K. Nielsen og T. Holm).

Eksperttrapport – s. 79

6 Vandkvalitet og renseseffekt

Vandkvalitet og renseseffekt er centrale forhold ved planlægning, dimensionering og myndighedsbehandling af våde regnvandsbassiner. Hvor regnvandsbassiner tidligere i høj grad blev etableret med fokus på fjernelse af sediment og suspenderet stof, samt hydraulisk forsinkelse, er der i dag øget opmærksomhed på, hvilke stoffer der tilbageholdes i bassinet, og hvilke koncentrationer der udledes til recipienten.

Renseseffekten i et vådt regnvandsbassin afhænger i høj grad af bassinets hydrauliske forhold og udformning. Særligt opholdstid, strømningsveje, bassinets geometri og håndtering af tilløb har betydning for, hvor effektivt partikler og partikelbundne stoffer tilbageholdes. Vandkvalitet kan derfor ikke ses isoleret fra bassinets dimensionering og design, men skal tænkes sammen med valg af rensesvolumen, effektiv opholdstid, for-rensning, fraløb og drift.

6.1 Rensemekanismer og stofgrupper

Rensningen i våde regnvandsbassiner sker primært ved tilbageholdelse af partikler. De vigtigste resemekanismer er sedimentation, adsorption, sorption, biologisk optag og nedbrydning af organiske stoffer.

Den vigtigste proces er sedimentation. Jo bedre bassinet er udformet til at skabe lang opholdstid og begrænse kortslutningsstrømme, desto bedre er mulighederne for at tilbageholde partikler og partikelbundne stoffer.

Generelt renser våde regnvandsbassiner godt for partikelbundne stoffer, mens renseseffekten for opløste stoffer ofte er mere begrænset. Det gælder f.eks. for en del metaller, PFAS-stoffer og pesticider. Dette bør indgå i vurderingen af både recipientpåvirkning, myndighedskrav og behovet for eventuelle supplerende løsninger.

6.2 Anvendelse af vandkvalitetsdata

Siden 2012 er våde regnvandsbassiner i Danmark i høj grad blevet dimensioneret efter "Faktablad om dimensionering af våde regnvandsbassiner" (Vollertsen et al., 2012a). Denne praksis har givet en systematisk reduktion af partikler og partikelbundne stoffer fra tilløb til fraløb. Nyere undersøgelser viser dog, at der fortsat er behov for mere viden om renseseffekten for en række miljøfarlige forurenende stoffer, og at renseseffekten varierer afhængigt af både opland, bassinets udformning og de stoffer, der vurderes.

Ved vurdering af vandkvalitet bør der som udgangspunkt anvendes koncentrationer frem for rensesgrader. Koncentrationer i fraløbet er mere direkte anvendelige i forhold til recipientvurdering, miljøkvalitetskrav og udledningstilladelser. Rensesgrader kan være misvisende, fordi den typisk varierer meget med koncentrationsniveauerne, eller hvis man ønsker at vurdere, om udledningen er forenelig med recipientens miljømål.

Ved præsentation og vurdering af data for regnvandsudledninger anbefales det derfor:

- At anvende koncentrationer frem for rensesgrader
- At oplyse, om der er anvendt middelværdier, medianer eller fraktiler
- At beskrive variationen i data, f.eks. med minimum, maksimum og relevante fraktiler

Brugen af medianer og fraktiler kan i mange tilfælde give et mere retvisende billede end middelværdier, især når datasæt er skævt fordelt eller indeholder ekstreme værdier. Det bør dog fremgå tydeligt, hvilken statistisk metode der er anvendt, da forskellige opgørelsesmetoder kan føre til forskellige vurderinger af vandkvaliteten.

Vandkvalitet bør indgå tidligt i planlægningen af regnvandsbassiner. Hvis der forventes skærpede krav til udledningen, eller hvis recipienten er særlig sårbar, bør dette afklares tidligt i dialog mellem kommune, bassinejer og rådgiver. I sådanne tilfælde vil simple erfaringstal ofte ikke være tilstrækkelige, og der kan være behov for målinger, modelberegninger og en mere detaljeret vurdering af bassinets forventede renseseffekt.

Kapitel 6 skal derfor læses i sammenhæng med:

- Kapitel 4 om planlægning og myndighedsforhold
- Kapitel 5 om dimensioneringsprincipper
- Kapitel 7 om design og udformning
- Kapitel 9 om drift, vedligehold og oprensning

Samlet set er pointen, at vandkvalitet ikke alene er et spørgsmål om, hvilke stoffer der findes i regnvandet, men også om hvordan regnvandsbassinet planlægges, dimensioneres, udformes og drives.

6.3 Status på vandkvaliteten i våde regnvandsbassiner

En gennemgang af regnvandsbassiners rensesevne viser, at der fortsat er relativt få studier, og mange refererer til de samme undersøgelser som i Faktabladet (Vollertsen et al., 2012b). Nyere studier er ofte udenlandske og baseret på enkelte anlæg eller vådområder, og fokus har ofte været på få parametre (f.eks. partikler eller næringsstoffer).

Nyere undersøgelser af udledningskoncentrationer fra danske våde regnvandsbassiner giver et bedre billede af, hvilke stoffer der tilbageholdes, og hvilke der udledes. En rapport fra Vejdirektoratet (Vollertsen et al., 2025) undersøger til- og fraløbskoncentrationer i prøver fra 14 regnvandsbassiner langs to forskellige motorveje.

I tabel 6.1 listes til- og fraløbskoncentrationer for udvalgte stoffer, fra disse 14 våde regnvandsbassiner. De indsamlede målinger er alle fra samme type opland (motorvej), hvorved variationen af forskellige oplandstyper ikke fremgår af data.

Tabel 6.1. Til- og fraløbskoncentrationer, fra prøver indhentet fra 14 våde regnvandsbassiner. Koncentrationer er angivet som 25-, 50- og 75 %-fraktiler (Vollertsen et al. 2025).

Stof	Tilløb			Fraløb			Rensegrad (%)
	Fraktiler (%)			Fraktiler (%)			Fraktiler (%)
	25	50	75	25	50	75	50
TSS (mg/L)	31,3	58,5	106,5	6,8	11,0	18,0	81
Total – P (mg/L)	0,14	0,2	0,3	0,045	0,068	0,098	66
COD (mg/L)	41,0	63,0	100,0	19,3	28,5	46,5	55
BI5 (mg/L)	0,91	1,5	2,68	0,52	0,79	1,0	48
Total – N (mg/L)	1,7	2,2	3,3	0,72	1,1	1,4	50
Total – Cu (µg/L)	19,8	30,8	41,8	4,1	6,0	8,2	81
Total – Zn (µg/L)	110,0	170,0	337,5	20,0	32,5	56,8	81

Sammen med de stoffer, der fremgår af tabel 6.1, er der i undersøgelsen analyseret for 44 stoffer med miljøkvalitetskrav i bekendtgørelse nr. 1668 af 08/12/2025. Tabel 6.2 viser eksempler på stoffer fra undersøgelsen, hvor fraløbskoncentrationer overskrider miljøkvalitetskravene.

Tabel 6.2. Eksempler på stoffer, hvor målte fraløbskoncentrationer (µg/L) overskrider miljøkvalitetskravene. Koncentrationer er angivet som 25-, 50- og 75 %-fraktiler (Vollertsen et al. 2025).

Stof	Tilløb			Fraløb			Generelt Kvalitetskrav ¹	Max. Kvalitetskrav ¹
	Fraktiler (%)			Fraktiler (%)				
	25	50	75	25	50	75		
Benzo(g,h,i)perylen	0,003	0,0105	0,0625	0,0002	0,002	0,003	0,00017	0,002
PFOS	0,05	0,29	0,49	0,27	0,38	0,54	0,00065	36
Barium, filtreret	18,5	28	51,5	23,75	36	52,1	19	145
Kobber, filtreret	6,26	8,61	11,8	1,76	2,66	3,56	1	2
Selen, filtreret	0,098	0,16	0,215	0,079	0,10	0,145	0,1	31
Zink, filtreret	34,75	56,0	90,5	4,47	7,7	15,3	7,8	8,4

1: Kvalitetskravene er gældende for indlandsvand.

Eksperttrapport – s. 87–99

7 Design og udformning

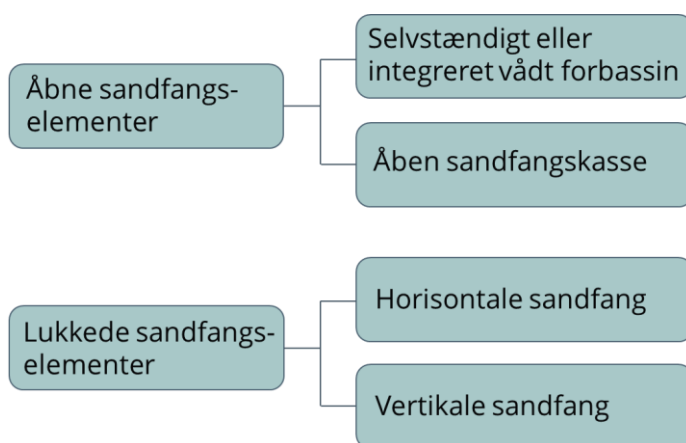
7.1 For-rensning

For-rensning ved våde regnvandsbassiner har til formål at tilbageholde grove partikler og dermed forhindre, at disse ledes til hovedbassinet. Ved at reducere mængden af grove partikler i hovedbassinet forlænges tidsintervallet mellem oprensninger.

For-rensning kan have flere fordele:

- Reducerede samlede driftsomkostninger, hvis for-rensningen er så enkel at oprense, at oprensningsomkostningen pr. ton sediment bliver lavere end i hovedbassinet
- Øget effektiv opholdstid i det samlede anlæg, hvis tilløbsvandet spredes godt
- Afhængigt af udformning kan for-rensningen fungere som olieudskiller og være lettere at oprense for olie end hovedbassinet

For-rensning kan udføres på forskellige måder med forskellige sandfangselementer. Valget afhænger af lokale forhold, men drift og vedligehold er afgørende for at opretholde rens-effekten. I figur 7.1 gives en oversigt over gængse sandfangstyper.



Figur 7.1. Oversigt over forskellige sandfangselementer (Figur: S. R. Frandsen).

I praksis kan et sandfang kombineres af flere typer og kan også opstilles i serie, f.eks. et lukket sandfang efterfulgt af et åbent forbassin.

Lukkede sandfangselementer kan dimensioneres efter forskellige hydrauliske og sedimentationstekniske principper. Rørsandfang og andre horisontale sandfang er typisk baseret på Stokes' lov, hvor lavere strømningshastighed giver bundfældelige partikler tilstrækkelig tid til at synke. I nogle vertikale sandfang udnyttes desuden centrifugalkræfter til at separere tunge partikler, som ledes til en sandfangszone.



Figur 7.2. Eksempler på lukkede sandfangselementer fra henholdsvis Uponor, Wavin og Water-care (Foto: M. A. Christensen, J. Groth og T. Mortensen).

Åbne sandfangselementer, bør etableres med vådvolumen, der både indeholder rensevolumen og sedimentvolumen.

Uagtet metoden til for-rensning, skal sandfangselementet oprensnes hyppigere end hovedbassinet for at opretholde den ønskede samlede drifts-effekt. Åbne sandfangselementer bør oprensnes, inden rensevolumen reduceres til under 0,75 meter. For lukkede sandfangselementer, bør producentens forskrift følges.

Et sandfangselement er ikke en forudsætning for et velfungerende regnvandsbassin. Regnvandsbassiner uden sandfangs-elementer kan etableres, hvis dette passer bedre til driftsplan og lokale forhold. Uanset om der anvendes for-rensning, skal energien tages ud af tilførsel vandet, og vandet skal spredes ud i bassinets bredde, f.eks. med stenbarrierer, ledewægge eller lignende.

Ved alle regnvandsbassiner skal det sikres, at der er tilstrækkeligt sedimentvolumen og god effektiv opholdstid. Regnvandsbassiner uden for-rensning vil typisk skulle oprensnes oftere, men til gengæld bortfalder den opdelte oprensning, som erfaringsmæssigt kan være en udfordring.

Eksperttrapport – s. 41, 57-60

7.2 Tilløb og fraløb

Udformning og placering af til- og fraløb har stor betydning for bassinets funktion. De skal bidrage til at optimere den effektive opholdstid.

For at tydeliggøre terminologien anbefales følgende begrebsbrug:

- **Tilløb:** Rør, der leder vandet til bassinanlægget fra kloaksystemet
- **Fraløb:** Rør, der leder vandet fra bassinet og videre gennem den droslede ledning
- **Udløb:** Rør, der leder vandet fra fraløbet videre ud i recipienten

Tilløbet bør udformes, så vandet fordeles jævnt over bassinets bredde, for at undgå erosion og kortslutningsstrømme, som reducerer den effektive opholdstid.

Fraløbet bør udføres som et dykket fraløb: placeret under det permanente vandspejl, men så højt, at underkanten ligger over maksimal sedimenthøjde. Erfaringer viser, at regnvandsbassiner med dykket fraløb har mindre driftsbehov end regnvandsbassiner med traditionelle fraløb. Et vådt bassin med dykket fraløb fungerer desuden principielt som en stor olieudskiller, hvor lang opholdstid giver fri olie tid til at samle sig og evt. fordampe.

Til- og fraløb er centrale driftspunkter. Det anbefales derfor at etablere gode adgangsforhold, f.eks. trapper og tydelig markering af rør-ender.



Figur 7.3. Eksempler på trapper, til brug ved driftsarbejde. I billedet til højre er fraløbet markeret med en stor sten (Foto: K. Nielsen).

Der er hverken formelt eller fagligt grundlag for at stille krav om separate olieudskillere ved normale oplande til korrekt udformede våde regnvandsbassiner med dykket fraløb. Lokalt i systemet, hvor der forekommer høje koncentrationer af fri olie (f.eks. ved tankstationer), bør olieudskillere fortsat etableres ved kilden.

Hvor olieudskiller alligevel påkræves ved bassinet, anbefales det fortsat at anvende dykket fraløb, da dette reducerer risikoen for tilstopning – flydende affald og plantedele trækkes ikke ind i fraløbet.

Eksperttrapport – s. 37–40, 61–62

7.3 Sedimentvolumen og dybde i vådvolumen

Traditionelt har man opdelt volumen i et forsinkelsesvolumen (stuvningsvolumen) og et vådvolumen, hvor renservolumen er placeret i vådvolumen. Forsinkelsesvolumenet er konstant gennem bassinets levetid, mens renservolumen reduceres, efterhånden som sediment ophobes. Denne ophobning har hidtil ikke været entydigt defineret.

For at præcisere og forbedre forståelsen anbefales det at opdele vådvolumen i:

- **Rensevolumen:** andel i det anlagte vådvolumen, der skal bidrage til rensningen af regnvandet. Rensevolumen er den nedre grænse for, hvor stort et vandvolumen der skal bidrage til rensningen i bassinet. Rensevolumen er permanent gennem bassinets levetid
- **Sedimentvolumen:** del af vådvolumen, der bruges til ophobning af sediment. Sedimentvolumen er det maksimale antal kubikmeter af vådvolumenet, der kan anvendes til ophobning af sediment, inden bassinet skal oprenses

Rensevolumen og sedimentvolumen udgør derved tilsammen vådvolumenet.

Eksperttrapport – s. 42–44, 55–56

7.3.1 Dybde i regnvandsbassinerne

Dybden af det permanente vådvolumen er en central designparameter, som påvirker både renseseffekt og vedligeholdelsesbehov. Traditionelt har regnvandsbassiner været designet med forholdsvis ensartet dybde, men varierende dybder anvendes i stigende grad for at skabe flere levesteder og understøtte de biologiske renseprocesser.

Tidligere danske anbefalinger har typisk ligget på 1–1,5 meter vanddybde i vådvolumen, bl.a. af hensyn til risiko for iltfrie zoner i dybere regnvandsbassiner. Erfaringer viser imidlertid, at iltfrie områder kan opstå både i lavvandede og dybe områder, afhængigt af placering, sæson, vindforhold, temperatur, tilløbsflow m.m. Beregninger viser samtidig, at den forventede frigivelse af fosfor er begrænset. Tidligere oplevelser med højt organisk indhold og deraf følgende lave iltkoncentrationer ses sjældnere i dag, bl.a. fordi mængden af fejkoblinger er reduceret.

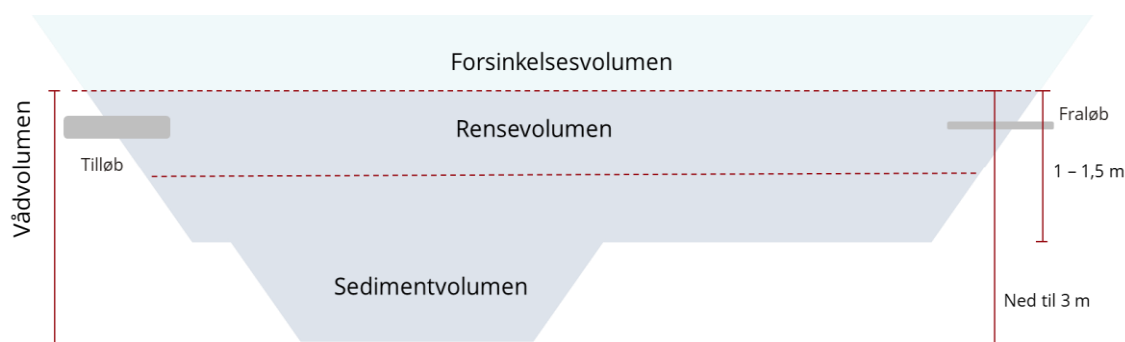
Den traditionelle udførelse med vanddybder ned til ca. 1,5 meter har vist sig udfordret af at sedimentophobning, relativt hurtig reducerer den frie vandsøjle (rensevolumen) så meget at der bliver risiko for både re-suspension af sediment og tilgroning med tagrør eller dumhamre og dermed faldende rensegrad.

Der er derfor gode argumenter for at etablere større dybder visse steder i bassinet for at fastholde det beregnede renseseffekt i længere tid.

En generel forøgelse af dybden i hele bassinet kan umiddelbart synes attraktiv men er ikke optimal. Øget dybde i hele bassinet kan forringe forholdene for planter og dyr og dermed reducere den samlede renseseffekt.

For regnvandsbassiner, hvor det vurderes hensigtsmæssigt, anbefales det at etablere varierende dybder, så der ved tilløbet kan etableres dybder ned til 3 meter (figur 7.4). Dette område kan udgøre op til 50 % af bundarealet.

Den øgede dybde må ikke reducere bassinets overfladeareal, og renseseffekten skal fortsat beregnes efter de anbefalede principper. Den ekstra dybde skal alene betragtes som et sedimentvolumen, der mindsker driften.

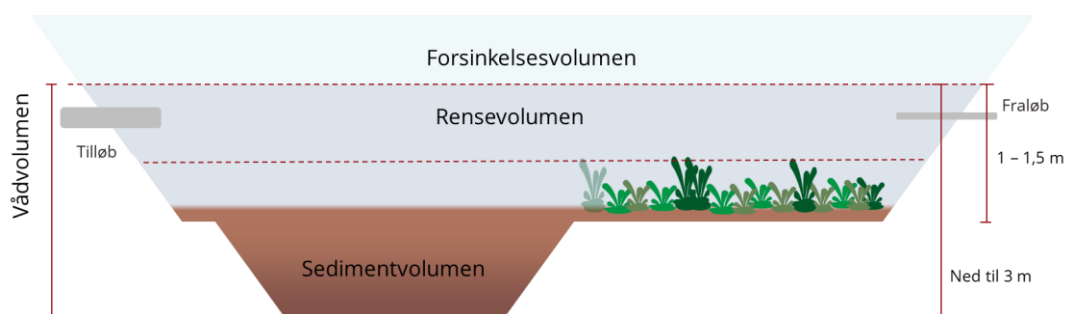


Figur 7.4. Principskitse af nyanlagt vådt regnvandsbassin, inden sediment i sedimentvolumen. Ved anlæg af det våde regnvandsbassin, indeholder det to dimensionerede volumener: Rensevolumen og forsinkelsesvolumen, samt et ekstra volumen på ned til 3 meter (sedimentvolumen).

Anvendelse af varierende dybder i de regnvandsbassiner, hvor der er mulighed for det, rummer flere fordele:

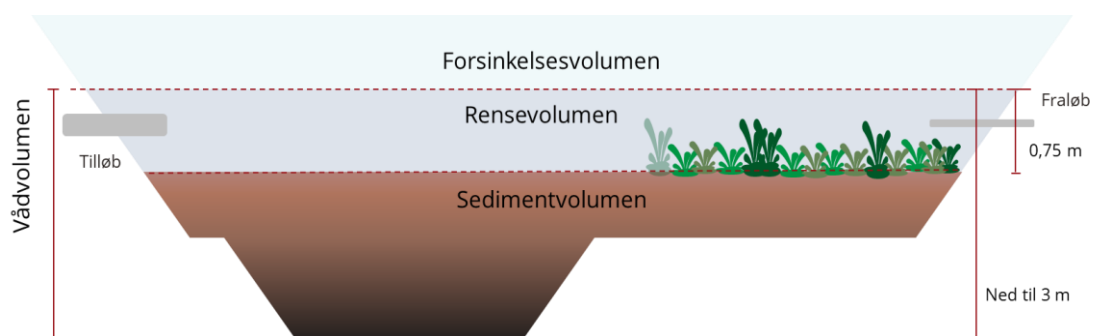
- Et større volumen til ophobning af sediment
- Reduceret risiko for at bassinet fyldes op med sediment, allerede i anlægs- og udviklingsfasen
- Den varierende dybde giver mulighed for øget biodiversitet, der bidrager til renseeffekten
- Reduceret frekvens for oprensning og derved minimeret forstyrrelse i bassinet

Med indførelsen af sedimentvolumen vil våde regnvandsbassiner over tid omfatte tre volumener: rensenvolumen, sedimentvolumen og forsinkelsesvolumen. Rensevolumen og sedimentvolumen udgør tilsammen vådvolumen (figur 7.4).



Figur 7.5. Principskitse af vådt regnvandsbassin, en årrække efter ibrugtagning, der indeholder de tre volumener: Rensevolumen, sedimentvolumen og forsinkelsesvolumen.

Over tid vil sedimentet opbygges i sedimentvolumenet, og det reelle vådvolumen vil mindskes, mens sedimentmængden øges (figur 7.5). Bassinet bør oprensnes, inden sedimentvolumen er fyldt (figur 7.6). Den frie vandsøjle (afstand fra sedimentoverflade til permanent vandspejl) bør aldrig være mindre end 0,75 meter, da dunhammer og tagrør ellers hurtigt kan brede sig ud i bassinet (figur 7.8), og risikoen for resuspension øges.



Figur 7.6. Principskitse af vådt regnvandsbassin klar til oprensning, der indeholder de tre volumener: Rensevolumen, sedimentvolumen og forsinkelsesvolumen.



Figur 7.8. Våde regnvandsbassiner, hvor renservolumen er kommet under 0,75 meter og bevoksningen er vokset ind i bassinet (Foto: K. Nielsen).

Eksperttrapport – s. 42–44, 55–56, 105–110

8 Membraner, materialer og anlæg

8.1 Membraner og tæthed

Et vådt regnvandsbassin bør have lavpermeabel bund og sider i vådvolumenet, så der hverken siver grundvand ind eller regnvand ud, og det permanente vandspejl dermed fastholdes. Er der risiko for indsvivning af grundvand også i forsinkelsesvolumenet, kan der sikres imod indsvivning op til dettes øvre kant eller det højest tænkelige grundvandsspejl. Lavpermeabel bund og sider kan sikres med forskellige typer membraner.

Membranerne kan inddeles i fire typer, som angives nedenfor. Rækkefølgen angiver en anbefalet prioriteringsskala, hvor a) er den mest foretrukne løsning og d) den mindst foretrukne. Prioriteringen er baseret på økonomi, bæredygtighed, "bygbarhed" i udførelsesfasen samt den efterfølgende drift:

- a) **Lavpermeabel *in-situ* lermembran:** Membran af intakte aflejringer såsom moræneler, eller anden natur-ler i bassinet
- b) **Lavpermeabel udlagt lermembran:** Komprimeret tilkørt lerlag (natur-ler) i bassinet
- c) **Lavpermeabel præfabrikeret membran** (bentonit-membraner/måtter): Fabrikproduceret membran af bentonit og geotekstiler, samt tilhørende overlejrings- og beskyttelseslag af egnet jord-materiale
- d) **Impermeabel membran:** Såsom membraner i plast og gummi (HDPE, LDPE, EPDM mm.) samt tilhørende overlejrings- og beskyttelseslag af egnet jord-materiale



Figur 8.1. Vådt regnvandsbassin med *in-situ* lermembran (Foto: J. Knudsen og J. Pedersen).

Erfaringerne viser, at regnvandsbassiner etableret med naturlige membraner (lermembraner i kategori a og b) fungerer godt. Erfaringsmæssigt kan man med lerjord med et lerindhold, $L > 14 \%$, og et plasticitetsindeks, $I_p > 5 \%$, i teorien opnå en permeabilitetskoefficient på $k < 10^{-10}$ m/s, som i praksis er "tæt".

Praktiske erfaringer viser endda også, at ler med et lerindhold, $L > 10 \%$, og et plasticitetsindeks, $I_p > 4 \%$, kan anvendes som "tæt" membran, forudsat at der er fokus i udførelsen på homogenisering og komprimering. Dette skal også ses i lyset af, at bassinbunden klogger relativt hurtigt til med tilstrømmende finpartikulært sediment.

Lermembraner giver en lettere drift, og hvis leret kan fremskaffes ved udgravning af bassinet eller i nærområdet, er der fordele i forhold til økonomi, bæredygtighed og bygbarhed i

udførelsesfasen. Det anbefales derfor som udgangspunkt, at denne type membran anvendes.

Hvis bassinet placeres i et område med særlige drikkevandsinteresser (OSD), i et boringsnært beskyttelsesområde (BNBO) eller i et nitratfølsomt indvindingsområde (NFI), kan der være skærpede krav til beskyttelse af grundvandet, og der bør laves en risikovurdering, der kobler værdien af grundvandsressourcen med oplandets karakteristika. I nogle tilfælde vil dette afstedkomme skærpede krav f.eks. at membranen etableres i henhold til DS466. Hvis lermembraner af type a og b ikke vurderes tilstrækkelige, eller ler ikke kan skaffes, kan membraner af type c og d benyttes.

Brugen af disse membraner kræver særlig opmærksomhed i udlægningsfasen, herunder et beskyttende overlejringslag, typisk 30–50 cm egnet jord. Derudover vil der være krav til opbevaring og etablering af membranerne, samt tætninger omkring til- og fraløb, bygværker og øvrige konstruktioner.



Figur 8.2. Udlægning af bentonitmembran i forskellige våde regnvandsbassiner (Foto: J. Knudsen, T. B. Pedersen og F. Mosbæk).

Eksperttrapport – s. 38, 63-67

8.2 Klimaaftryk og ressourcebetragtninger

Der er mange miljømæssige forhold, der kan inddrages i vurderingen af bæredygtigheden ved anlæg og drift af våde regnvandsbassiner. CO₂-ækvivalenter er primært et mål for emission af klimagasser, men kan også bruges som et samlet mål for flere miljøpåvirkninger, da en reduktion i CO₂ ofte medfører reduktioner i lokale miljøpåvirkninger.

Det væsentligste CO₂-aftryk ved etablering af våde regnvandsbassiner stammer fra bortkørsel af jord samt fra materialer til membraner, rør og bygværker. De beregnede CO₂-reduktioner nedenfor stammer fra konkrete cases og er ikke generelle værdier. Følgende tiltag til CO₂-reduktion kan anbefales:

- Placer bassinet så der skal graves mindst muligt
- Indbyg opgravet jord lokalt, frem for bortkørsel (kan reducere CO₂-aftryk med op til 65 %)
- Undgå tilkøbt materiale til membran hvor muligt (yderligere reduktion op mod 78 % sammenlignet med scenario med både bortkørsel og kunstige membran)
- Etablér til- og fraløb i åbne render/grøfter frem for rør
- Anvend træ og sten frem for beton i bygværker hvor muligt
- Undgå så vidt muligt opgravning i tørvejord (afgasser CO₂)
- Indtænk areal til dræning af sediment ved fremtidig oprensning, så der skal transporteres mindre stof (målt i kg)

Eksperttrapport – s. 67-70

8.3 Skråningsanlæg og sikkerhed

Våde regnvandsbassiner etableres ofte i områder tæt på bebyggelse og mennesker og skal samtidig kunne driftes af fagligt personale. Sikkerhed for både driftspersonale og borgere skal derfor tænkes ind allerede i planlægningen.

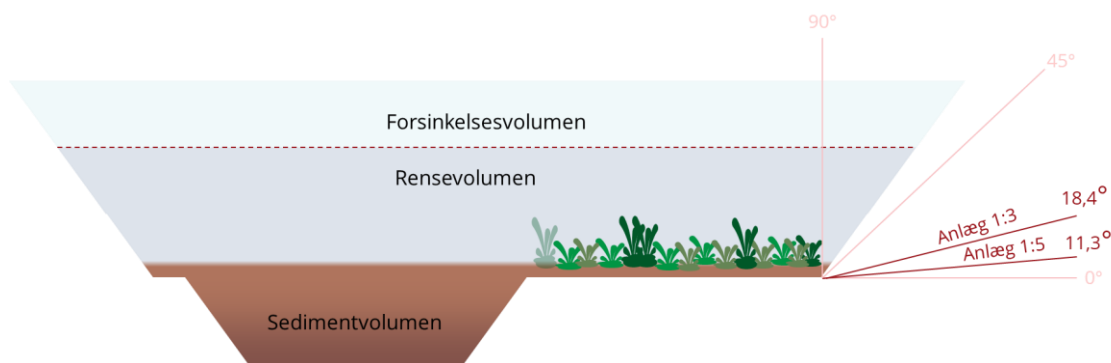
Skråningsanlæg og adgang til vandet er to væsentlige forhold. Skråningerne skal udformes, så man kan komme op af bassinet i tilfælde af fald, og så driftspersonalet kan færdes og arbejde sikkert.

8.3.1 Skråningsanlæg

Bassinsider bør have et passende skråningsanlæg, så de er lette at vedligeholde og ikke udgør en risiko for personer eller maskiner. For stejle skråninger kan føre til manglende drift og vedligeholdelse omkring regnvandsbassinerne, hvilket på sigt kan betyde, at græsområder springer i skov.

Det anbefales generelt:

- Skråningsanlæg på 1:5 som udgangspunkt for at sikre gode arbejdsforhold
- Ved større terrænforskelle eller begrænset plads kan skråningsanlægget øges til 1:3
- Ved stejlere skråninger end 1:5 kan området være problematisk for arbejdsmiljøet eller ikke være driftbart, og udformningen bør afstemmes med driftsmedarbejdere
- Ved skråningsanlæg på 1:3 eller stejlere bør der af sikkerhedshensyn etableres plateau, barriere, hegn og/eller sti omkring den våde del, og man kan ikke forudsætte en kontinuerlig drift af disse skråninger



Figur 8.3. Anlæg 1:5 anbefales som udgangspunkt, da denne hældning giver de bedste arbejdsforhold for driftspersonale.

Brug af stejlere skråninger end 1:5 er mulig, men kræver særlige overvejelser om drift, adgangsforhold og afskærmning. Ved stejlere skråninger kan membraner udfordres ved, at de knækker i folder, og at dæklaget glider.

Helt lodrette skråninger kan anvendes, hvis der i planlægningen tages højde for arealanvendelse, adgangsforhold og driftsmæssig adgang til bassinet.

Eksperttrapport – s. 33, 72-74

8.3.2 Sikkerhed

I planlægningen af våde regnvandsbassiner skal det overvejes, hvordan anlægget kan driftes sikkert, og hvordan borgernes direkte adgang til vandet kan begrænses.

Skråningsanlæg på 1:5 er med til at sikre driftspersonalets arbejdsforhold og mindske risikoen for faldulykker og ankelskader.

Adgangsveje bør være mindst 4 meter brede og vendeplads anbefales, for at sikre ordentlige arbejdsforhold og tilstrækkelig sikkerhed ved brug af slamsuger eller andre maskiner.

Regnvandsbassiner bør om muligt designes, så der ikke er behov for hegn. Hvis hegn ikke kan undgås, skal det overvejes nøje, så det ikke skaber vanskelige drifts- eller adgangsforhold. Hvis hegn vurderes nødvendigt, bør materialer vælges, der falder naturligt ind i omgivelserne og ikke hindrer driften.

Alternativt kan stejle skråninger beplantes med tornede buske, eller skrånningen kan dækkes med store sten, der besværliggør adgangen til bassinet og samtidig kan fungere som støtte, hvis nogen falder i. Dette vil dog gøre driften af bassinet vanskeligere.

Eksperttrapport – s. 30

9 Drift, vedligehold og oprensning

En velfungerende drift forudsætter, at der udarbejdes en drifts- og vedligeholdelsesplan i forbindelse med planlægningen af anlægget og i samarbejde med driftsafdelingen. Planen skal kunne indarbejdes i den daglige drift.

Driftspunkter og tilsynsintervaller bør fastlægges, herunder tilsyn med til- og fraløb, vandbremsere, bygværker m.m. samt måling af sedimentdybde.

For de grønne arealer og vandflader bør den ønskede tilstand for de forskellige arealtyper beskrives, og der bør udarbejdes en grøn driftsplan i samarbejde med driftsafdelingen.

Eventuelle krav fra tilladelser bør fremgå tydeligt af driftsplanen, så driftspersonalet er opmærksomt på, hvilke vilkår, der skal overholdes. Desuden bør adgangsforhold, sikkerhedsforhold og installationer beskrives, herunder placering af adgangsveje, låsbare dæksler, sikkerhedsudstyr og produktspecifikke installationer. Ved særlige forhold og installationer kan fotodokumentation med fordel indgå i driftsplanen.

Driftsplanen bør også indeholde som-udført dokumentation, så driftspersonalet har et klart overblik over anlæggets opbygning og placeringen af bygværker.

Eksperttrapport – s. 44-45

9.1 Oprensning

Regnvandsbassiner renser primært ved, at regnvandet står stille, så partiklerne kan bundfældes. Over tid ophobes sediment i sedimentvolumenet, og vådvolumen reduceres.

For at opretholde en god renseeffekt bør forbassiner i ældre våde regnvandsbassiner oprenses, når renservolumenet er reduceret med 50 %. For forbassiner udformet med sedimentvolumen, bør disse oprenses før dette fyldes. For hovedbassinet i normalt dimensionerede regnvandsbassiner bør oprensningen ske, når ét af følgende kriterier er opfyldt:

- Den frie vandsøjle i renservolumen er reduceret til 0,75 meter
- Renservolumen angivet i udledningstilladelsen er ikke længere opfyldt på grund af sedimentophobning og/eller det angivne sedimentvolumen er fyldt

Mange ældre regnvandsbassiner er anlagt med mindre end 200 m³/red. ha. eller med en vanddybde under 1 meter. For disse regnvandsbassiner afhænger tidspunktet for oprensning af en konkret vurdering af det enkelte bassin, opland og recipient. Som tommelfingerregel kan det dog anvendes, at regnvandsbassiner med en dybde til fast bund på under 1 meter bør oprenses, når sedimentet fylder 20–25 % af det samlede vådvolumen (Vollertsen et al., 2012b). Ved oprensning af sådanne regnvandsbassiner bør det overvejes at gøre dem dybere og samtidig vurdere den effektive opholdstid.

For at sikre, at ovenstående kriterier overholdes, og at den frie vandsøjle ikke reduceres til under 0,75 meter, anbefales det, at vandsøjle og sedimentdybde måles regelmæssigt, f.eks. hvert 2. år i forbassiner og hvert 5. år i hovedbassiner.

Det anbefales, at kriterierne for måling af vandsøjle/sedimentdybde og oprensning indskrives i udledningstilladelsen og vedligeholdelsesplanen.

Oprensning bør indtænkes allerede i designfasen, så der afsættes plads til den ønskede oprensningsmetode. De to mest anvendte metoder er:

- **Tøropgravning:** Bassinet tømmes for vand, og sedimentet graves op. Dette er den foretrukne metode ved de fleste regnvandsbassiner. Sedimentet bør afdrænes i mindst én uge i bassinet ved kontinuerlig bortpumpning af vand fra overfladen
- **Vådoppumpning (cuttersugning):** Sedimentet suges op med pumpe. For hver m³ sediment suges 7–9 m³ vand med, hvilket kræver efterfølgende afvanding, f.eks. i geotubes

Ved begge metoder vil sedimentet typisk indeholde 70–85 % vand, samt forurening. Det anbefales derfor at forsøge at afvande og udtørre sedimentet, inden det bortskaffes til en godkendt jordmodtager.

Oprensning af et hovedbassin forudsætter næsten altid en dispensation efter naturbeskyttelseslovens § 3 og, afhængigt af lokalitet og metode, eventuelt også andre tilladelser.



Figur 9.1. Eksempler på tøropgravning (øverst) og brugen af cuttersuger, ved oprensning af våde regnvandsbassiner (Foto: T. Aabling og B. Shabeer).

10 Natur, biodiversitet og omgivelser

Våde regnvandsbassiner kan have høj naturværdi, især hvis de designes med biodiversitet for øje. Erfaringer viser, at fysisk variation er den vigtigste enkeltfaktor for at opnå høj biodiversitet. Et bassin med uregelmæssigt omrids, varierende dybder og lavvandede zoner vil typisk rumme langt flere arter end et ensartet, rektangulært bassin.

For at fremme biodiversitet og naturkvalitet anbefales:

- **Skab fysisk variation:** uregelmæssigt omrids, variation i dybde og solbelyste lavvandede zoner
- **Etabler flad bundhældning:** flad hældning i bredzonen af hensyn til padder
- **Undgå næringsrig topjord:** undgå udlægning af næringsrig topjord i eller omkring bassinet – anvend i stedet råjord
- **Anvend naturligt forekommende planter:** Lad planter indvandre naturligt, frem for ved udplantning. Hvis udplantning ønskes, bør fokus være på naturligt forekommende arter
- **Bekæmp invasive arter:** karper, sumpskildpadder og vandpest kan ødelægge bassinets økosystem

Vegetationen i bassinet har flere funktioner. Vandplanter som vandaks fremmer sedimentationen ved at reducere strømningshastigheden og optager kun lidt plads i bassinet. Sumpplanter som tagrør og dunhammer kan derimod brede sig kraftigt og reducere vådvolumenet betydeligt, hvis de ikke holdes nede ved regelmæssig vedligeholdelse.



Figur 10.1. Tv. Tagrør og dunhammer, der kan reducere vådvolumen i det våde regnvandsbassin, hvis ikke de vedligeholdes. Th. vandaks, der fremmer sedimentation i bassinet (Foto: S. Egemose).

Erfaring viser, at dyr og planter hurtigt indfinder sig i bassinet efter en oprensning. Hvis der findes særlige planter eller dyr i bassinet, som ikke forekommer i nærområdet, kan der efterlades mindre områder, f.eks. 5 %, med urørt vegetation, der efterfølgende kan brede sig.

Brinkvegetation har en række positive funktioner. Træer og buske af hjemmehørende arter langs bassinets kant skaber skygge, som reducerer opvarmningen af vandet i sommerperioden. Dette er vigtigt, fordi varmt vand fra bassinet kan påvirke temperaturfølsomme arter i et nedstrøms mindre vandløb negativt. Samtidig skaber brinkvegetationen levesteder for fugle, insekter og andre dyr. For opvækst af paddeyngel er det også vigtigt, at der findes områder med lavt, solrigt vand. Det understreger igen, at fysisk variation – med både sol og skygge – er den vigtigste enkeltfaktor.

11 Ordliste

Begreb	Definition
Adsorption	Binding af fine partikler og kolloider til faste overflader som planter, sten og bundsedimenter
Afløbskoefficient	Den andel af nedbøren over et areal, der omdannes til direkte afstrømning fra arealet. Kan estimeres ud fra bl.a. det befæstede areal, evt. afkobling af delarealer og information om belægningstyper
Afløbstal	Afløbstallet beskriver den maksimale udledning relativt til de reducerede areal, der må finde sted fra et bassin, og er dermed dimensionsgivende for det bassinvolumen, som skal etableres
Bentonitmembran	Natrium- eller calciumbentonit udlagt mellem to geotekstiler
Dimensionsgivende regn	Den regnhændelse, som kloaksystemets hydrauliske kapacitet dimensioneres for (regn til serviceniveau)
Effektiv opholdstid ($t_{effektiv}$)	Den faktiske tid, vandet opholder sig i bassinet under hensyntagen til strømningsmønstre
Dykket fraløb	Fraløbsrør placeret under det permanente vandspejl og over sedimentoverfladen. Fungerer som olieudskiller og reducerer driftsbehovet
Forbassin/sandfangselement	Element til for-rensning, der opsamler grove partikler inden hovedbassinet for at forlænge tidsintervallet mellem oprensninger af hovedbassinet
Forsinkelsesvolumen (stuvningsvolumen)	Volumenet over det permanente vandspejl, hvori vandet opstuvet ved regnhændelser, inden det drosles ud til recipienten
Fraløb	Det rør, der leder vandet fra bassinet
Fri vandsøjle	Afstanden fra sedimentoverfladen til det permanente vandspejl. Bør ikke være under 0,75 m
Hovedbassin	Den primære del af bassinanlægget, hvor vandet renses og opstuvet
Hydraulisk virkningsgrad (λ)	Forholdet mellem effektiv og teoretisk opholdstid: $\lambda = \frac{t_{effektiv}}{t_{teoretisk}}$. Angiver, hvor godt bassinet udnytter sit volumen
Impermeabel membran	Kunstig membran af plast eller gummi (<i>polymermembran</i>), der er helt vandtæt
Koagulation og flokkulering	Processer, hvor fine partikler samler sig til større partikler, der lettere sedimenterer
Kortslutningsstrømme	Uønskede strømningsveje, hvor vandet løber direkte fra tilløb til fraløb uden tilstrækkelig opholdstid, hvilket reducerer renseseffekten
Lermembran	Tætningslag af ler (naturligt eller tilkørt), der forhindrer vandudveksling mellem bassin og grundvand
Miljøkvalitetskrav	Grænseværdier for koncentrationer af stoffer i vandmiljøet, fastsat i lovgivningen (jf. Vandrammedirektivet)

Begreb	Definition
Oprensning	Fjernelse af ophobede sedimenter fra bassinet for at opretholde renseseffekten
Overløb	Anlæg til håndtering af regnhændelser, der overstiger bassinets dimensioneringsgrundlag
Permeabilitetskoef-ficient (k)	Mål for hvor let vand kan strømme gennem et materiale. For "tætte" membraner: $k < 10^{-10}$ m/s
Recipient	Det vandområde (vandløb, sø eller hav), som modtager det rensede regnvand fra bassinet
Rensevolumen	Den del af vådvolumenet, der skal bidrage til rensningen af regnvandet
Reduceret areal (red. ha.)	Det befæstede areal ganget med afløbskoefficientenden
Sedimentation	Den vigtigste rensproces, hvor partikler bundfældes i bassinet
Sedimentvolumen	Del af vådvolumenet, der bruges til ophobning af sediment over tid. Det maksimale antal kubikmeter, der kan anvendes til sediment, inden bassinet skal oprenses
Skråningsanlæg	Hældningen på bassinets sider, angivet som forholdet mellem vandret og lodret distance (f.eks. 1:5 betyder 5 meter vandret pr. 1 meter lodret)
Sorption	Binding af opløste forurenende stoffer til bundsedimentet
Teoretisk opholdstid ($t_{teoretisk}$)	Beregningsmæssig opholdstid baseret på forholdet mellem tilløbsflow og bassinvolumen
Tilløb	Det rør eller evt. rende, der leder vandet ind i bassinanlægget fra kloaksystemet
Tøropgravning	Oprensningsmetode, hvor bassinet tømmes for vand, og sedimentet graves op
Udledningskoncentrationer	Koncentrationer af forurenende stoffer i det vand, der udledes fra bassinet til recipienten
Udledningstilladelse	Tilladelse fra myndigheden, der fastsætter vilkår for vandkvalitet og afløbstal ved udledning til recipient
Udløb	Det rør, der leder vandet ud i recipienten
Vandhåndteringsplan	Planlægningsværktøj, der beskriver den fremtidige vandhåndtering i et område, herunder regnvandshåndtering og muligheder for udledning til recipient
Vådoppumpning (cuttersugning)	Oprensningsmetode, hvor sedimentet suges op med pumpe uden at tømme bassinet
Vådt regnvands-bassin	Et bassin med permanent vandspejl (vådvolumen) og mulighed for opstuvning (forsinkelsesvolumen), som har til formål at forsinke og rense regnvandet inden udledning til recipient
Vådvolumen	Det permanente vandvolumen i bassinet, som udgøres af rensesvolumen + sedimentvolumen

12 Referenceliste

Clausen-Kaas J., Dalkvist T., Viktor F., Rasmussen D., **2025**. *RegnKvalitet+: Effektiv vurdering af MFS i regnvandsudledninger til brug for udlednings- og tilslutningstilladelser*. Weblink: https://vudp.dk/CustomerData/Files/Folders/8-pdf-slutrapport/438_2024-19-slutrapport-opdateret.pdf (18-04-2026)

DANVA, **2018**. Designguide for regnvandsbassiner, DANVA Vejledning nr. 102. ISBN 978-87-92651-24-2. Weblink: https://www.danva.dk/media/4817/danva_regnvandsbassiner_designguide_2018_final.pdf (18-04-2026)

Miljøstyrelsen, 2022. Typetal for miljøfarlige forurenende stoffer i regnbetingede udledninger. På baggrund af data fra det nationale overvågningsprogram 2000 – 2020. Weblink: <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2022/01/978-87-7038-386-8.pdf> (18-04-2026)

Persson, J., Somes, N.L.G., Wong, T.H.F., **1999**. Hydraulics efficiency of constructed wetlands and ponds. *Water Science and Technology* 40, 291–300

Spildevandskomiteen **2023a**, Spildevandskomiteen, *Regional variation af ekstremregn i Danmark (1979-2019) inkl. korrektion for klimaændringer*. Weblink: <https://spildevandskomiteen.dk/skrift-nr-32-2/> (18-04-2026)

Spildevandskomiteen, **2023b**. Bassindimensionering med SVKs Regionale Regnrækkeværktøj. Weblink: <https://spildevandskomiteen.dk/bassindimensionering-med-svks-regionale-regnraekkevaerktoej/> (18-04-2026)

Teknologisk Institut, **2018**. Regnvandsbassiner med natur og kvalitet. Rørcenter-anvisning 025. Weblink: <https://www.teknologisk.dk/ydelser/roercenter-anvisninger-og-rapporter-fra-roercentret/486> (18-04-2026)

Vollertsen J., Hvitved-Jacobsen T., Haaning Nielsen A., **2012a**. Faktablad om dimensionering af våde regnvandsbassiner. Weblink: https://separatvand.dk/download/Faktablad_V%C3%A5de%20bassiner_3.pdf (18-04-2026)

Vollertsen J., Hvitved-Jacobsen T., Haaning Nielsen A., Gabriel S., **2012b**. Våde bassiner til rensning af separat regnvand, Baggrundsrapport. Weblink: https://separatvand.dk/download/V%C3%A5de%20bassiner_BAGGRUNDSRAPPORT.PDF (18-04-2026)

Vollertsen J., Kristensen N., Dencker J., Koch H., **2025**. Monitoring af vejvandsbassiner for miljøfarlige stoffer, Vejdirektoratet

Øvrige anvisninger fra Rørcentret:

Rørcenter-anvisning 001

Ressourcebesparende afløbsinstallationer i boliger, juni 1999

Rørcenter-anvisning 002

Ressourcebesparende vandinstallationer i boliger, juni 1999

Rørcenter-anvisning 003

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

Rørcenter-anvisning 004

Renovering af afløbsledninger. Paradigme for udbud og beskrivelse inkl. vejledning, 2. udgave, januar 2005, inkl. Indlagt cd-rom

Rørcenter-anvisning 005

Fedtudskillere. Projektering, dimensionering, udførelse og drift, 2. udgave, april 2021

Rørcenter-anvisning 006

Olieudskilleranlæg. Vejledning i projektering, dimensionering, udførelse og drift, 2. udgave, april 2021

Rørcenter-anvisning 007

Dæksler og Riste. Dæksler og riste af støbejern til kørebane og gangarealer, maj 2005

Rørcenter-anvisning 008

Acceptkriterier. Retningslinjer for vurdering af nye og fornyede afløbsledninger ved hjælp af TV-inspektion, maj 2005

Rørcenter-anvisning 009

Nedsivning af regnvand i faskiner. Vejledning i projektering, dimensionering, udførelse og drift af faskiner, maj 2005

Rørcenter-anvisning 010

Tømning af bundfældningstanke (septiktanke). Paradigme for udbudsmateriale, marts 2006

Rørcenter-anvisning 011

Vacuumsystemer i bygninger. Vejledning i projektering, udførelse og drift, marts 2006

Rørcenter-anvisning 012

Nye afløbssystemer samt omlægninger. Paradigme for udbud og beskrivelse, maj 2007

Rørcenter-anvisning 013

Erfaringer med nedsivningsanlæg, februar 2007

Rørcenter-anvisning 014

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

Rørcenter-anvisning 015

Tilbagestrømningssikring af vandforsyningssystemer, oktober 2009

Rørcenter-anvisning 016

Anvisning for håndtering af regnvand på egen grund, maj 2012

Rørcenter-anvisning 017

Legionella. Installationsprincipper og bekæmpelsesmetoder, maj 2019

Rørcenter-anvisning 018

Store nedsivningsanlæg. Dimensionering og udførelse, august 2012

Rørcenter-anvisning 019

Vandbremsere. Regulering af vandstrømme i afløbssystemer, maj 2013

Rørcenter-anvisning 020

Skybrudssikring af bygninger, september 2013

Rørcenter-anvisning 021

Kælderoversvømmelser. Sikring mod opstigende kloakvand, september 2013

Rørcenter-anvisning 022

Renovering af faldstammesystemer, maj 2017

Rørcenter-anvisning 023

Regnvandsventilen, marts 2018

Rørcenter-anvisning 024

Beredskab. Indsatsplaner for oversvømmelser, maj 2017

Rørcenter-anvisning 025

Rekreative regnvandsbassiner, marts 2018

Rørcenter-anvisning 026

LAR-Anlæg. Vejledning i projektering, dimensionering, udførelse og drift af LAR-Anlæg, juni 2018

Rørcenter-anvisning 027

Vandinstallationer. Eksempelsamling til bygningsreglementets afsnit 21 og 24, december 2018

Rørcenter-anvisning 028

Undgå kælderoversvømmelser med pumper, højvandslukker og by-pass anlæg, april 2020

Rørcenter-anvisning 029

Dræning og isolering af kældre, juli 2022

Rørcenter-anvisning 030

Dræning af grønne arealer, juli 2022

Rørcenter-anvisning 031

Spuling og rensning af afløbsledninger, august 2022

Rørcenter-anvisning 032

Sikring af bygninger mod rotter fra kloakken, oktober 2023

Rørcenter-anvisning 033

Sokkelrender, september 2024

Rørcenter-anvisning 034

Afløbsrender, september 2024

Rørcenter-anvisning 035

Våde regnvandsbassiner. Planlægning, udførelse og drift, april 2026