

DESIGNGUIDE

FOR REGNVANDBASSINER

DANVA vejledning nr. 102, 2018

Designguide for regnvandsbassiner
DANVA vejledning nr. 102, 2018
1. udgave , 1. oplæg 2018

ISBN: 978-87-92651-24-2

DANVA
Vandhuset
Godthåbsvej 83
8660 Skanderborg

© DANVA sekretariat
www.danva.dk

Indhold

| | | <i>Side</i> |
|------------|---------------------------------------|-------------|
| 1 | Forord | 5 |
| 2 | Indledning | 6 |
| 3 | Regnvandsbassiner | 7 |
| | Lovgrundlag for udledning af regnvand | 7 |
| 3.1 | Valg af bassintype | 8 |
| 3.2 | Før projektet går i gang | 9 |
| 3.2.1 | Planlægning | 9 |
| 3.2.2 | Værktøjer i planlægningsfasen | 9 |
| 3.2.3 | Placering | 9 |
| 3.2.4 | Dimensionering | 9 |
| 3.2.5 | Adgangsforhold | 10 |
| 3.2.6 | Myndighedsforhold | 10 |
| 4 | BASSINTYPER | 12 |
| 4.1 | Våde bassiner | 13 |
| 4.1.1 | Dimensionering | 13 |
| 4.1.2 | Beregningseksempel | 13 |
| 4.1.3 | Design og fysisk udformning | 14 |
| 4.1.4 | Drift og vedligeholdelse | 14 |
| 4.2 | Renseprocesser i våde bassiner | 15 |
| 4.3 | Sedimentation | 16 |
| 4.4 | Beplantning af bassiner | 17 |
| 5 | Kunstige vådområder | 18 |
| 5.1 | Dimensionering | 19 |
| 5.2 | Design og fysisk udformning | 19 |
| 5.3 | Beregningseksempel | 20 |
| 5.4 | Drift og vedligeholdelse | 20 |
| 6 | Lukkede bassiner | 21 |
| 6.1 | Dimensionering | 22 |
| 6.2 | Beregningseksempel | 22 |
| 6.3 | Design og fysisk udformning | 22 |
| 6.4 | Drift og vedligeholdelse | 22 |
| 7 | Infiltrationsbassiner | 23 |
| 7.1 | Dimensionering | 23 |
| 7.2 | Beregningseksempel | 24 |
| 7.3 | Forrensning og indløb | 24 |
| 7.4 | Renseeffekt | 24 |
| 7.5 | Drift og vedligeholdelse | 24 |
| 7.6 | Design og fysisk udformning | 24 |
| 8 | Tørre bassiner | 25 |
| 8.1 | Dimensionering | 25 |
| 8.2 | Design og fysisk udformning | 25 |
| 8.3 | Drift og vedligeholdelse | 25 |
| 8.4 | Beregningseksempel | 25 |

| | | Side |
|-----------|---|-----------|
| 9 | Klimabassiner | 26 |
| 9.1 | Design og fysisk udformning | 26 |
| 9.2 | Dimensionering | 26 |
| 9.3 | Drift og vedligehold | 26 |
| 9.4 | Måling af effekt | 26 |
| 9.5 | Eksempler | 26 |
| 10 | Bygværker | 27 |
| 11 | Bygværker ved ind- og udløb | 28 |
| 11.1 | Sikkerhed og arbejdsmiljø ved bygværker | 28 |
| 12 | Sandfang | 29 |
| 12.1 | Åbent sandfang | 30 |
| 12.2 | Lukket sandfang | 30 |
| 13 | Indløbsværk | 31 |
| 13.1 | Dykket indløb med bygværk | 32 |
| 13.2 | Dykket indløb uden bygværk | 32 |
| 13.3 | Frit indløb med bygværk | 32 |
| 13.4 | Frit indløb uden bygværk | 32 |
| 14 | Spjæld | 33 |
| 14.1 | Svinerygsplanke | 34 |
| 15 | Udløbsværk | 35 |
| 15.1 | Udløb via betonbygværk | 36 |
| 15.2 | Udløb via brønd | 36 |
| 16 | Vandbremse | 37 |
| 16.1 | Afløbsregulator | 38 |
| 16.2 | Drosselledning | 38 |
| 16.3 | Variabelt afløb | 38 |
| 17 | Prøvetagningsbrønd | 39 |
| 18 | Nødoverløb | 40 |
| 18.1 | Integreret nødoverløb i udløbsbygværk eller lign. | 41 |
| 18.2 | Særskilt nødoverløb | 41 |
| 18.3 | Nødoverløb over kronekant | 41 |
| 19 | Kontraktlapper | 42 |
| 20 | Sikkerhedsforanstaltninger | 43 |
| 20.1 | Anlæg 1:5 eller fladere på skrænter | 44 |
| 20.2 | Indhegning af bassin | 44 |
| 20.3 | Dækslers udformning, herunder sikkerhedsriste | 44 |
| 20.4 | Sikkerhedsriste ved indløb/udløb | 44 |
| 21 | Kildeliste | 45 |
| 21.1 | Litteratur | 45 |
| 21.2 | Links | 45 |
| 21.3 | Øvrige links | 45 |

1. Forord

Denne designguide for regnvandsbassiner er resultatet af et DANVA-projekt, der skal forbedre og forenkle arbejdet med regnvandsbassiner.

Projektet er igangsat, fordi mange vandselskaber i dag oplever, at der er store udfordringer og mange udgifter forbundet med både etablering og drift af regnvandsbassinerne.

Designguiden er udarbejdet af en projektgruppe, som er sammensat af deltagere fra forskellige vandselskaber med særlig interesse for og erfaring med regnvandsbassiner.

Guiden bygger på projektgruppens erfaringer og den viden, der er tilgængelig på området.

Projektgruppen består af:

Søren Valentin Christensen, Nyborg Forsyning & Service A/S
Søren Madsen, SK Forsyning A/S
Anja Trælle Quorning, Syddjurs Spildevand A/S (Nu: Rambøll)
Lisa Melgaard, Vandmiljø Randers A/S
Jannie True Hansen, Vandmiljø Randers A/S (Nu: COK)
Klaus K. Jensen, Vejle Spildevand A/S
Helle Kayeød, DANVA

Designguiden er kvalitetssikret, kommenteret og suppleret af Orbicon samt Aalborg Universitet ved Jes Vollertsen. Derudover har en række vandselskaber gennemlæst og kommenteret designguiden inden udgivelsen:

Claus Mouritsen, HOFOR A/S
Lærke Kit Sangill m.fl., VandCenter Syd A/S
Maria Simonsen, Provas A/S

Design, layout og infografik:

Kirchgässner Infografik & 3D-visualisering
www.kirchgassner.dk

2. Indledning

Designguide for regnvandsbassiner

Denne designguide er skrevet som en hjælp til den enkelte forsyningsmedarbejder i arbejdet med at anlægge regnvandsbassiner. Guiden vil give et overblik over de i dag mest anvendte bassintyper og deres design.

Guiden beskriver de enkelte bassintyper med tilhørende beregningseksempler i forhold til dimensionering samt ind- og udløbsbygværker og renseforanstaltninger.

Der kan plukkes fra de enkelte afsnit i guiden alt efter, hvilke bassintyper, renseforanstaltninger eller bygværker, som er mest hensigtsmæssige i forhold til den enkelte lokalitet og de krav, der ellers stilles til det pågældende bassin.

Illustrationer og grafikker vist i designguiden er udført som principskitser.

God læselyst.

3. Regnvandsbassiner

Landets forsyningsselskaber har ansvaret for at håndtere overfladevand fra de arealer, der er angivet som separatkloakerede i spildevandsplanen i den enkelte kommune.

Det sker ved at lede vandet til vandløb, søer, fjorde, åbent hav eller via nedsivning, og i den proces spiller regnvandsbassinet en vigtig rolle.

Et regnvandsbassin har til formål at regulere og rense regnvand og dermed beskytte recipienterne mod for kraftige påvirkninger.

Derudover kan et regnvandsbassin fungere som et rekreativt element i lokalområdet, som skaber merværdi for områdets beboere.

Denne designguide giver et overblik over de i forsyningerne mest anvendte bassintyper og opridser fordele og ulemper ved de enkelte bassiner. Lokale forhold vil dog altid betyde, at ikke to bassiner er ens, derfor skal indholdet i denne designguide naturligvis altid holdes op imod de særlige vilkår, der gælder for det enkelte bassin.

Der bør kun være forsinkelse på et bassin, hvis der udledes til en hydraulisk følsom recipient.

Lovgrundlag for udledning af regnvand

Udledning af separatkloakeret regnvand til recipienten skal ifølge Naturstyrelsen reguleres som en diffus belastning.

Det kan gøres ud fra Bekendtgørelse 1022 (Bekendtgørelse om miljøkvalitetskrav for vandområder og krav til udledning af forurenende stoffer til vandløb, søer eller havet), som fastslår:

§ 13. Udledning af forurenende stoffer skal begrænses ved hjælp af bedste tilgængelige teknik (BAT).

Hvilken teknik man vælger, kommer an på en vurdering, der tager højde for særlige forhold i det konkrete projekt.

Særlige forhold, der har betydning for, hvilken bassinløsning der vælges, kan f.eks. være recipientens følsomhed, mængden og kvaliteten af det regnvand, der ledes til bassinet, størrelsen af det tilgængelige areal, det eksisterende afløbssystem og den rekreative værdi af det område, hvor bassinet skal placeres.

3.1 Valg af bassintype

I nedenstående skema er listet en række bassintyper sammenholdt med bassintypernes kvalifikationer.

For mere detaljerede oplysninger, se de enkelte afsnit.

Læsevejledning

Antallet af minusser indikerer indbyrdes vurdering, hvor --- er dyrest eller kræver mest areal.

Tilsvarende indikerer +++ den løsning, der er bedst mht. levetid, renseseffekt, rekreativ værdi og naturværdi.

| | Drift | Anlæg | Areal behov | Levetid | Rense effekt | Rekreativ værdi | Naturværdi |
|--|------------------|------------------|------------------|---------|--------------|------------------|----------------|
| Våde bassiner (Se side 12) | -- | - | -- | +++ | ++ | +++ | ++ |
| Kunstige vådområder (Se side 17) | --- | - | --- | +++ | +++ | +++ | +++ |
| Lukkede bassiner (Se side 19) | - | --- | - | ++ | 0 | 0 | 0 |
| Infiltrationsbassiner (Se side 21) | - | - | -- | +++ | +++ | + (+) | + |
| Tørre bassiner (Se side 23) | - | - | -- | +++ | 0 | + (+) | + |
| Klimabassiner* (Se side 24) | Fra - til --- | Fra - til --- | Fra - til --- | +++ | 0 | Fra + til +++ | Fra 0 til + |

* Informationen om klimabassiner er vejledende, da kategorien dækker over forskellige bassintyper og anlæg. I denne designguide defineres klimabassiner som stuvningsvoluminer, der træder i kraft, når det normale serviceniveau ikke kan overholdes.

3.2 Før projektet går i gang

3.2.1 Planlægning

Regnvandsbassiner planlægges i udgangspunktet ud fra et forsyningsbehov. Regnvandsbassiner kan blive meget mere end funktionelle tekniske anlæg. Med den rette planlægning helt fra starten og med den rette involvering af interessenter kan man opnå en stor værdi for det lokale område, man etablerer bassinet i. Hvor det giver mening, bør der være fokus på at sikre inddragelse af de rette forvaltninger i kommunen, borgere, institutioner, foreninger og andre interessenter osv.

I den indledende planlægning af bassinet skal det sikres, at kommunens plangrundlag for det pågældende lokalområde screenes for emner, der måtte have indflydelse på projektet. Ud over de juridiske og tekniske forhold gældende for området, kan der være særlige planer, strategier, politikker og visioner, som er med til at sætte rammen for bassinets rolle i nærmiljøet.

3.2.2 Værktøjer i planlægningsfasen

Første skridt i et givent projekt er at undersøge de fysiske forhold på og omkring stedet. Det skal bl.a. undersøges, om området er egnet til nedsivning, om der er drikkevandsinteresser at tage hensyn til og meget mere. Nedenfor er listet nogle af de fysiske forhold, der bør undersøges:

- Jordbundens beskaffenhed
- Grundvandsstand
- Drikkevandsboringer
- Jordforurening
- Terrænforhold
- §3 beskyttet natur
- Natura2000 beskyttet natur
- Recipienter – er der mulighed for overløb til nærliggende recipient
- Strømningsveje (Skybrudskort, 10-års hændelse, 100-års hændelse)
- Kritiske koter (oversvømmelsesrisiko)
- Anvendelige friarealer til oversvømmelse (f.eks. parker og boldbaner)
- Blue spot-kortlægning
- Hydraulisk overfladeberegning
- Afløbsmodel
- Afløbsmodeller og overflademodeller kombineret
- Kombineret endimensionel afløbsmodel og overflademodel (1D-1D)
- Kombineret afløbsmodel og todimensionel (2D) overflademodel (1D-2D)
- Kombineret afløbs-, overflade-, grundvands- og havmodel (1D-2D)

3.2.3 Placering

Den fysiske placering af bassinet bør afklares i samarbejde med kommunen allerede i opstartsfasen af lokalplanlægningen. Det bør så vidt muligt undgås at placere bassinet i områder med beskyttede naturtyper, fredede arealer, arealer med fortidsminder, områder med høj grundvandsstand eller arealer med forurennet jord, da sådanne placeringer kan besværliggøre, fordyre og forlænge processen med at etablere bassinet betydeligt.

3.2.4 Dimensionering

Bassiners stuvningsvolumen dimensioneres ud fra almindelig funktionspraksis og Spildevandskomiteens skrifter. Konkret for dimensionering af bassinvolumen anvendes Spildevandskomiteens skrift 30. Der henvises i øvrigt til Spildevandskomiteens skrifter 27–30, som kan findes på Spildevandskomiteens hjemmeside.

Dræn

Dræntilstrømning bør som udgangspunkt ledes uden om bassinet. Er der for store omkostninger forbundet hermed, skal udløbet forøges med den gennemsnitlige drænmængde. Hvis drænvand føres gennem et bassin, vil det nedsætte bassinets evne til at rense vandet. Det er altså ikke tilstrækkeligt blot at forøge udløbet tilsvarende.

Grundvand/nedsivning

Det er vigtigt at kontrollere, om et planlagt bassin er placeret inden for et område med særlige drikkevandsinteresser, på vandindvindingsopland eller indenfor 300 m fra vandboringer. Myndigheden stiller ofte i sådanne tilfælde krav om tæt bassinbund til sikring af grundvandet. Er bassinet ikke placeret inden for et af de ovenstående områder, er det muligt via geotekniske boringer at undersøge, om jordbundsforholdene egner sig til nedsivning. I tilfælde hvor grundvandspejlet står højere end bassinbund, skal bassinet sikres mod opdrift.

Boringsnære beskyttelsesområder (BNBO)

Etableres bassinet i nærheden af boringsnære beskyttelsesområder (BNBO) skal evt. afstandskrav og tiltag aftales med det pågældende vandværk og den kommunale myndighed, før endelig placering fastlægges.

3.2.5 Adgangsforhold

Adgangsforholdene kan eventuelt tænkes sammen med en rekreativ anvendelse af området som f.eks. en gangsti omkring bassinet. Der bør altid være afsat plads til, at en slamsuger kan komme frem til eventuelle indløbsbygværk, sandfang og udløbsbygværk.

Samtidig skal forsyningens eget personale have mulighed for at køre til bassinet for at tilse og vedligeholde tekniske installationer, eltavler, brønde, bygværker med videre.

Der skal hvis muligt være plads til, at bassinet kan oprenses, hvilket kræver, at store entreprenørmaskiner har adgang til området. Hvis det er muligt, bør der også afses areal langs bassinkanten til mellemdeponi af sediment til afvanding i forbindelse med oprensningen.

3.2.6 Myndighedsforhold

Der er mange myndighedsforhold, som forsyningsmedarbejderen skal forholde sig til, inden selve etableringen af regnvandsbassinet kan gå i gang.

Nedenfor er opřidset nogle af de vigtigste:

Spildevandsplaner

Matrikler, der berøres af et kloakprojekt, bør være beskrevet i en spildevandsplan eller i et tillæg til en spildevandsplan, før kloakprojektet kan gå i gang. Hvis matrikler skal eksproprieres eller erhverves på ekspropriationslignende vilkår, så skal matriklerne fremgå af spildevandsplanen eller et tillæg til en spildevandsplan.

Udledningstilladelse

Før opstart af anlægsarbejdet skal der foreligge en godkendt udledningstilladelse. Det kan være en god idé at indlede dialogen med kommunen tidligt i forløbet.

Der bør søges udledningstilladelse inden detailprojekteringen af bassinet går i gang, da tilladelsen oplyser om de funktionskrav, der vil være til bassinet i forhold til f.eks. udløb (l/s), gentagelsesperioder og sikkerhedsfaktorer. Det anbefales tillige at indarbejde vilkår for fremtidig oprensning og drift af bassinet og de bassinnære arealer (plejeplan, se DANVA vejledning nr. 97, drift og vedligeholdelse af regnvandsbassiner) i udledningstilladelsen, så fremtidige konflikter undgås, når bassinet har opnået status af §3-område.

VVM-screening

I forbindelse med etablering (eller ændring) af tørre og våde bassiner skal der udføres en VVM screening. Såfremt projektet påvirker miljøet væsentligt, er det VVM-pligtigt. Det er forsynings-selskabet, der skal udføre og fremsende VVM-screeningen til den pågældende kommune.

- VVM-loven (lovbekendtgørelse 448 af 10/5/2017)
- VVM-bekendtgørelsen (bekendtgørelse 447 af 10/5/2017)
- Vejledning om VVM i planloven (marts 2009) – OBS ny vejledning forventes ultimo 2018.

Dispensation i forhold til naturbeskyttelsesloven

Der skal gives særlig dispensation, hvis bassinet skal placeres i eller ved natur, der er beskyttet af naturbeskyttelseslovens § 3.

Landzonetilladelse

Placeres et bassin i en landzone, skal der søges landzonetilladelse efter planlovens § 35. Sagsbehandlingstiden er forskellig fra kommune til kommune og kan være flere måneder.

Jordflytningstilladelse

Skal bassinet anlægges på jord, der ikke er intakt (ren jord), skal der indhentes jordflytningstilladelse hos kommune. Er der tale om et kortlagt areal, skal der udtages jordprøver og udarbejdes en jordhåndteringsplan efter aftale med kommunen.

Museumsundersøgelser

Inden gravearbejdet går i gang, er det værd at overveje, om det lokale museum bør anmodes om en udtalelse om, hvorvidt det planlagte arbejde vil medføre risiko for ødelæggelse af væsentlige fortidsminder, jf. Bekendtgørelsen af Museumslovens §25-27.

Ved mindre byggearbejder skal museet afholde udgiften til denne undersøgelse, ved større arbejder, der kræver en større forundersøgelse, afholdes udgiften af bygherre.

I forhåndsudtalelsen kan museet frigive arealet. Frigives arealet, vil bygherre ikke blive holdt økonomisk ansvarlig, hvis der findes væsentlige fortidsminder under arbejdet, og staten vil betale udgifterne forbundet med eventuelle supplerende undersøgelser.

Frigives arealet ikke i første omgang, kan staten kræve, at byggearbejdet først påbegyndes, når der er foretaget en arkæologisk undersøgelse. Mindre undersøgelser betales af museet, større undersøgelser betales af bygherre.

Alternativt kan man undlade at indhente en forhåndsudtalelse fra museet. I så fald bærer bygherre det fulde ansvar for eventuelt fundne fortidsminder. Findes der fortidsminder under gravearbejdet, skal arbejdet indstilles og museet adviseres. Hvis man ikke på forhånd har bedt museet om en udtalelse, afholdes alle udgifter forbundet med standsningen af arbejdet og eventuelle arkæologiske undersøgelser af bygherre.



4. Bassintyper

I Danmark har vi igennem de seneste cirka 50 år anvendt våde bassiner til rensning af overfladevand før udledning til søer, vandløb og hav.

De våde bassiner står imidlertid ikke alene, og i dette afsnit beskrives fordele og ulemper ved en række forskellige bassintyper.



4.1 VÅDE BASSINER

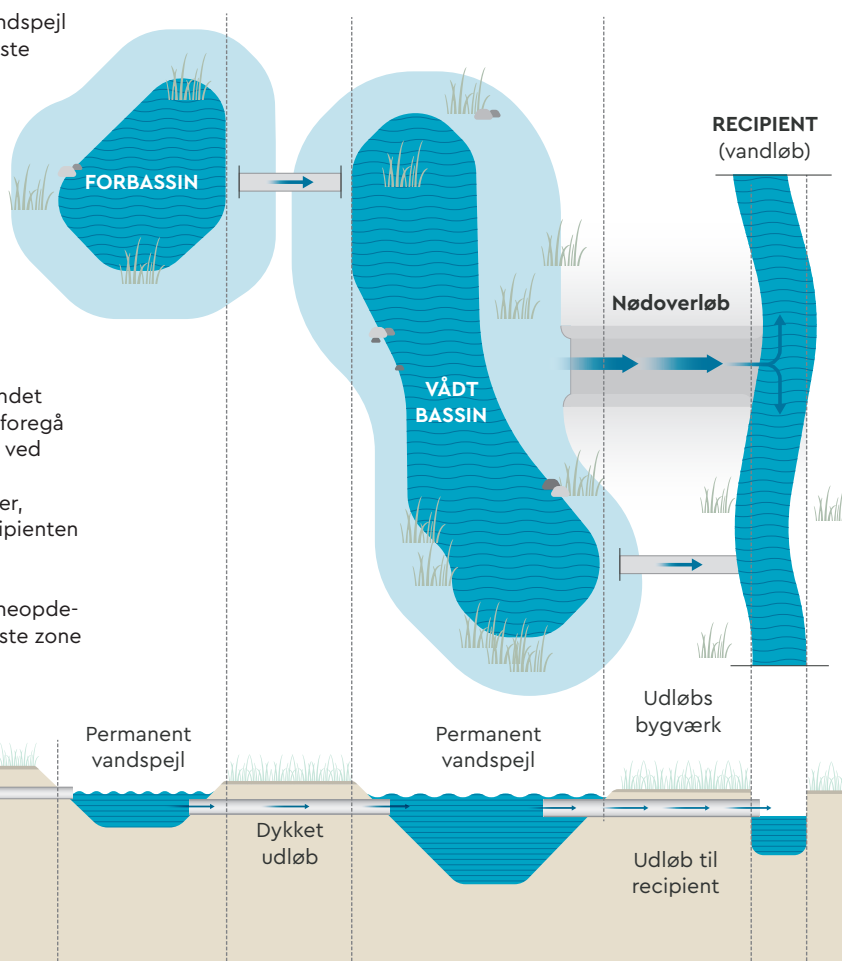
Det våde regnvandsbassin har permanent vandspejl (det permanente vådvolumen) og kan ved første øjekast ligne en sø eller et gadekær.

Udløbet fra et vådt bassin er reguleret (droslet) for at beskytte vandløb mod erosion og hydraulisk overbelastning.

Vandstanden i bassinet vil derfor variere (stuvningsvolumen) alt efter, om det regner eller ej. Det våde bassin er effektivt både når det handler om at opmagasinere og rense regnvand.

De gode renseegenskaber skyldes, at regnvandet opholder sig i bassinet i så lang tid, at der vil foregå både bundfældning og (begrænset) rensning ved biologisk omsætning knyttet til bakterier. Dette betyder at udledningen af næringsstoffer, miljøfremmede stoffer og tungmetaller til recipienten mindskes.

Det våde regnvandsbassin kan med fordel zoneopdeles efter ønske. Oftest sker opdelingen, så første zone fungerer som et sandfang.



Planlægning

Grundige geotekniske forundersøgelser er en forudsætning for succesfuld etablering af et vådt bassin. Forundersøgelserne skaber klarhed omkring jordbundsforholdene og giver viden om, hvordan man i det konkrete tilfælde kan sikre en tæt bund i bassinet. En tæt bund kan f.eks. være en lermembran, bentonitmembran eller lign.

4.1.1 Dimensionering

I vandplanerne er der fastlagt, hvor meget vådvolumen et vådt bassin som udgangspunkt skal have. Der kræves omkring 200–250 m³ pr. red. ha opland for at opnå størst mulig rensningseffekt. Hvis der etableres mere end 250 m³ vådvolumen, opnås der ikke yderligere rensningseffekt.

I ovenstående er der dog ikke taget højde for den rensning, der foregår i forsinkelsesvoluminet. Er der brug for en mere præcis beregning af et bassins rensningsevne, kan man med fordel bruge programmer som f.eks. WDP, som kan downloades på separatvand.dk.

I forbindelse med dimensionering af vådvolumen er det vigtigt at have for øje, at den største partikulære rensning sker ved de små hyppige regn (First Flush). Ved gentagelsesperioder over 1/2 – 1 år vil der ikke ske en nævneværdig rensning, da der kommer mindre stof i forhold til mængden af vand. •

I afsnittet om renseforanstaltninger (se side 14w) er det muligt at læse om de enkelte bassinkomponenter som f.eks. sandfang og forbassin.

4.1.2 Beregningseksempel

Dimensionering af bassiner med skrift 30. Der ønskes bassin for et opland på 10 ha med en befæstelsesgrad på 50 %, hvilket resulterer i et befæstet areal på 5 ha.

Med baggrund i ovenstående beregnes vådvoluminet: Først vælges hydrologisk reduktionsfaktor. I eksemplet er der brugt en hydrologisk reduktionsfaktor på 1,0. $250 \text{ m}^3 \text{ pr. reduceret hektar opland} \times 5 \text{ ha} = 1.250 \text{ m}^3$

Derefter benyttes tilhørende regneark til Spildevandskomiteens skrift 30 /1/ for at finde det nødvendige stuvningsvolumen.

- Koordinater for det aktuelle område indtastes
- Sikkerhedsfaktor indtastes (typisk 1,0 – 1,3).
- Afskærende ledningskapacitet (l/s) (afløbstallet) indtastes.
- Afløb og overløbshyppighed (gentagelsesperiode) indtastes – (aftales med miljømyndigheden). Undersøg evt. muligheden for et variabelt afløb.

I indværende eksempel er der ved maksimalt afløb taget udgangspunkt i 1 l/s ha.

- Befæstet areal: indtastes
- Hydrologisk reduktionsfaktor: (typisk 0,8–1,0).

Ved koblede bassiner og større regnvandssystemer anbefales det at udføre modelberegninger.

| Regnkurve karakteristika | | Ledningsdimensionering | | Bassindimensionering opstrøms udløb | |
|---|-----------|---|-------------------|---|-------------------|
| Northing (WGS84 ZONE 32) | 6175407 | CDS karakteristika | | Oplandskarakteristika | |
| Easting (WGS84 ZONE 32) | 538023 | CDS regn varighed (min) | 240 | Befæstet areal (ha) | 5 |
| Årsmiddeldnedbør (mm) | 791 | Tidsskridt (min) | 1 | Hydrologisk reduktionsfaktor (-) | 0,9 |
| Middelværdi ekstrem døgnnedbør | | Asymmetri, koefficient | 0,5 | Afskærende lednings kapacitet (l/s) | 10 |
| DMI Klimagrid (mm/dag) | 25.0 | Beregnes ud fra N og E koordinater | | NB: Frekvens - og sikkerhedsfaktorer på regnen indgår ved beregningen af bassinvolumen. | |
| | | Beregnes ud fra N og E koordinater | | | |
| Gentagelsesperiode (år) | 5 | Defineret i Skrift 27, Faktor til beskrivelse af usikkerhed, klima mv. Typisk 1.0 - 1.8 | | | |
| Sikkerhedsfaktor (fra Skrift 27) | 1.25 | | | | |
| Intensitet givet ovenstående input (pm/s) | | | | | |
| Varighed (min) | 20 | 15.15 | | | |
| Design regnkurve | | CDS regn | | Volumen af bassin 2145 m ³ | |
| Varighed (min) | Zt (pm/s) | S(zt) (pm/s) | Regression (pm/s) | Tid (min) | Intensitet (pm/s) |
| | | | | Plot af CDS regn) | |
| | | | | Effekten af koblede regn ER inkluderet (20% ekstra) volumen) | |

Ved ovenstående eksempel skal der bruges et stuvningsvolumen på 2.145 m³ og et permanent vådvolumen på 1.250 m³.

4.1.3 Design og fysisk udformning

Den fysiske udformning af et vådt bassin dikteres i høj grad af det område, hvor bassinet skal etableres. Alligevel er der nogle retningslinjer i forhold til vanddybde og længde af bassinet, som er gode at holde sig for øje.

Vanddybden i et vådt bassin vælges ofte til et sted mellem 1 m og 1,5 m. Er vanddybden for lav, kan der være fare for resuspension dvs. at bundsediment ophvirvles til vandfase eller at bassinet gror til. Vanddybder over 2,5-3 m kan resultere i iltsvind på bunden og frigivelse af stoffer som f.eks. fosfor til vandfasen.

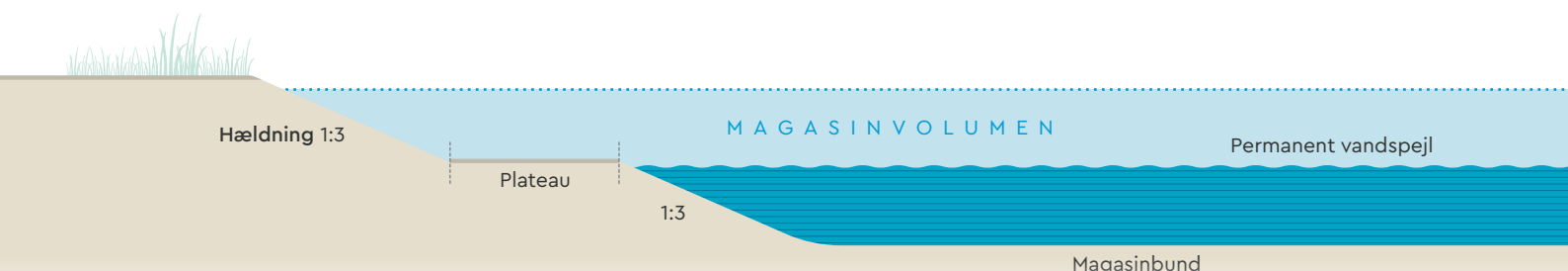
Skrænterne omkring et bassin kan med fordel anlægges i 1:5 eller fladere. Det sikrer, at en person kan komme op igen efter at have bevæget sig ned til vandspejlet. Af samme årsag anbefales det også at anlæg 1:5 under vandoverfladen. Hvis det eksisterende terræn nødvendiggør et skråningsanlæg på f.eks. 1:3, er det vigtigt at etablere et plateau/sti eller lignende ved det permanente vandspejl. Alternativt kan områder beplantes med buske, eller der kan etableres hegn.

Der anvendes forskellige værdier for sikkerhedsfaktorer- og korrektionsfaktorer for klima, fortætning og modelusikkerhed ved forsyningerne. De fleste forsyninger har allerede taget stilling til, hvilke sikkerhedsfaktorer der anvendes, hvorfor det anbefales at man bruger disse. Vil man vide mere om sikkerhedsfaktorer- og korrektionsfaktorer, kan man læse mere herom i Spildevandskomiteens skrift 27 og skrift 30.

Et vådt regnvandsbassin skal anlægges, så strømningsvejen mellem indløb og udløb bliver så lang som mulig. Lang strømningsvej giver den bedste rensning, derfor anbefales det som udgangspunkt, at et bassin bør være omkring tre gange så langt, som det er bredt. Dette for at undgå kortslutningsstrømme og sikre, at der ikke er dødzoner. Ind- og udløbsbygværker bør ikke sammenbygges og såfremt de ligger i samme ende bør der etableres en mur/vold i bassinet for at lede vandet den længste vej. Ved at etablere dykket udløb sikres det, at bassinet fungerer som olieudskiller.

4.1.4 Drift og vedligeholdelse

Her henvises til DANVA-vejledning nr. 97 om drift og vedligeholdelse af regnvandsbassiner.



FORDELE

- Kan let passes ind i grønne arealer.
- Giver høj rekreativ værdi. Reducerer vandhastigheden, så recipienten beskyttes.
- Forsinker påvirkningen af intens regn i forhold til recipienten.
- Fjerner en del suspenderet stof, kvælstof, fosfor, tungmetaller, oliestoffer og nogle pesticider.

ULEMPER

- Kræver meget plads på grund af de flade skråninger.
- Kræver meget vedligehold for at beholde både den rekreative værdi og renseeffekten.
- Kræver en del drift af de tekniske installationer som sandfang, riste, brønde, indløb og udløb.
- Kræver opsamling af affald.

Læs mere

- Separatvand.dk
- Spildevandskomiteens skrift 27 og 30
- Faktblad om dimensionering af våde regnvandsbassiner, Aalborg Universitet, Danmarks Tekniske Universitet, Teknologisk Institut og Orbicon A/S, 2012.

4.2 Renseprocesser i våde bassiner

Våde bassiner er den type bassin, der i dag oftest anvendes de steder, hvor miljømyndighederne stiller krav til rensning af regnvandet inden udledning til recipient.

I dette kapitel beskrives sedimentation og planteoptag for våde bassiner.



4.3 SEDIMENTATION

Sedimentation eller bundfældning udgør den væsentligste renseproces i et vådt regnvandsbassin.

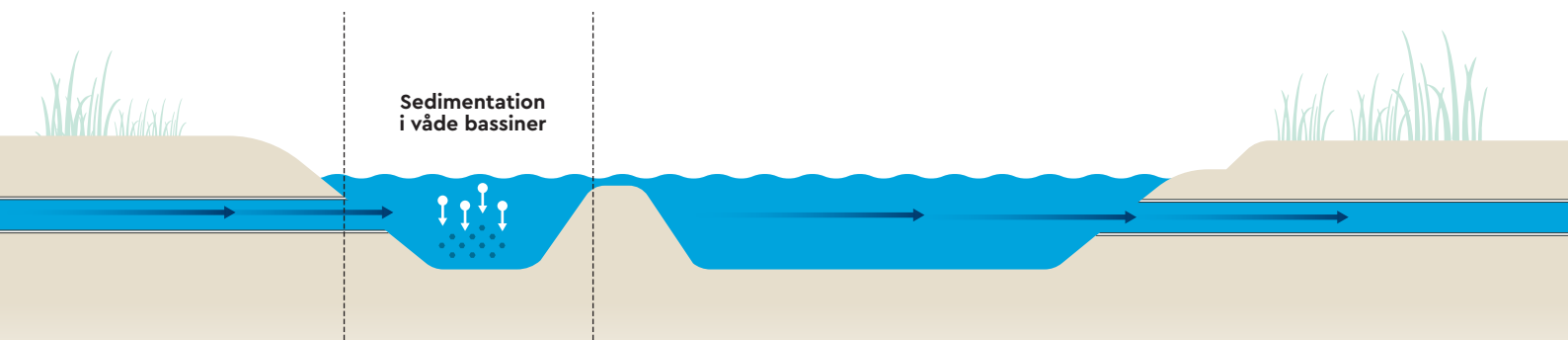
Effekten afhænger af partiklernes egenskaber, især partikelstørrelse og densitet samt hastigheden i bassinet. Derudover er placeringen af tilløb og udløb i bassinanlægget af afgørende betydning for renseseffekten.

Stofbelastningen i et regnvandsbassin varierer i forhold til oplandets sammensætning og hænger altså sammen med f.eks. fordelingen mellem industri og boliger, mængden af vejarealer samt tømningen af vej- og sandfangsbrønde. Dette er dog ikke verificeret gennem målinger.

Størstedelen af de stoffer, overfladevandet indeholder, og som man ønsker at rense for, knytter sig til de partikulære bundfældelige stoffer.

Sedimentationen af partiklerne foregår i tørvejsperioderne mellem regn, hvor der ingen strømning er i bassinet.

Erfaring viser, at zoneinddelt bassin eller niveauopdelt bund øger sedimentationen.



4.4 BEPLANTNING AF BASSINER

Beplantningen omkring et bassin kan både have betydning for rensningen og den rekreative værdi.

Derfor er det en god idé at gøre sig nogle tanker om, hvilke planter man ønsker at fremme i og omkring sit bassin under hensynstagen til årstidsvariation og vejsalt.

Lader man beplantningen være op til naturen selv, vil artsdiversiteten udvikle sig som for det omkringliggende område. Ved at udvælge specifik beplantning, kan en anden eller større artsdiversitet opnås.

En større artsdiversitet kan øge anlæggets rekreative værdi og skaber bedre livsvilkår for et varieret dyre- og planteliv.

Ønskes en større artsdiversitet kan man med fordel reducere driften af grøn vedligehold til et minimum, således at græsarter, buske mv. plejes mindst muligt.

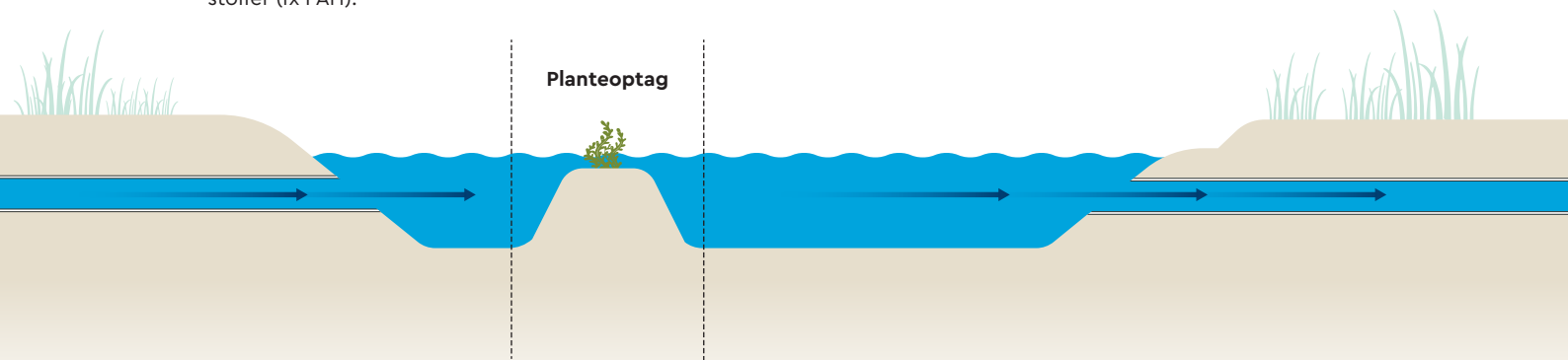
Planter i et bassin kan især i sommerperioden medvirke til en mindre omsætning af opløste forureningsstoffer via planteoptag på grund af planternes adsorptionsevne. Det er dog den mikrobiologiske omsætning, der spiller den største rolle i fjernelsen af diverse miljøfremmede stoffer (fx PAH).

Etablering af plantebælter (barrierer) på tværs af bassinerne kan ligeledes have en gavnlig effekt på rensningen i form af øget sedimentation. Beplantningen kan imidlertid også udgøre en trussel mod rensprocessen, idet planterne kan invadere bassinet og udgøre en faretruende biomasse ved nedbrydning.

I designfasen bør man overveje at etablere kantvegetation på steder, der er sårbare over for erosion. Derudover kan planterne være med til at forskønne bassinet ved at dække f.eks. bygværker og andre tekniske elementer. Der kan med fordel vælges arter, der hører naturligt hjemme i den danske natur.

I forbassinet bør der anvendes kraftige næringskrævende arter, såsom Gul iris, Lyssesiv mv. I hovedbassinet, hvor næringsindholdet er mindre bør der anvendes mindre næringskrævende arter f.eks. vandmynde, forglemmigej m.v.

Ofte vælges at overlade beplantning af bassiner til naturen.



FORDELE

Forøger bassinets rekreative værdi.

Mindsker risikoen for erosion af kanterne.

Har en vis renseseffekt.

Beplantning kan hjælpe til at skjule tekniske installationer.

ULEMPER

Dominerende planter bør jævnligt reguleres, hvis man vil bevare artsdiversiteten.

Invasion af planter kan belaste bassinet med ekstra biomasse.

4.1.6

Læs mere

Faktablad om dimensionering af våde regnvandsbassiner Aalborg Universitet 2012

Rørcenter anvisning 025. Regnvandsbassiner med natur og aktivitet, april 2018

Miljøstyrelsen, pleje af små søer og vandhuller:
<http://mst.dk/natur-vand/natur/national-naturbeskyttelse/naturpleje/naturplejeportalen/naturtyper-og-deres-pleje/smaa-soeer-og-vandhuller/>

5. KUNSTIGE VÅDOMRÅDER

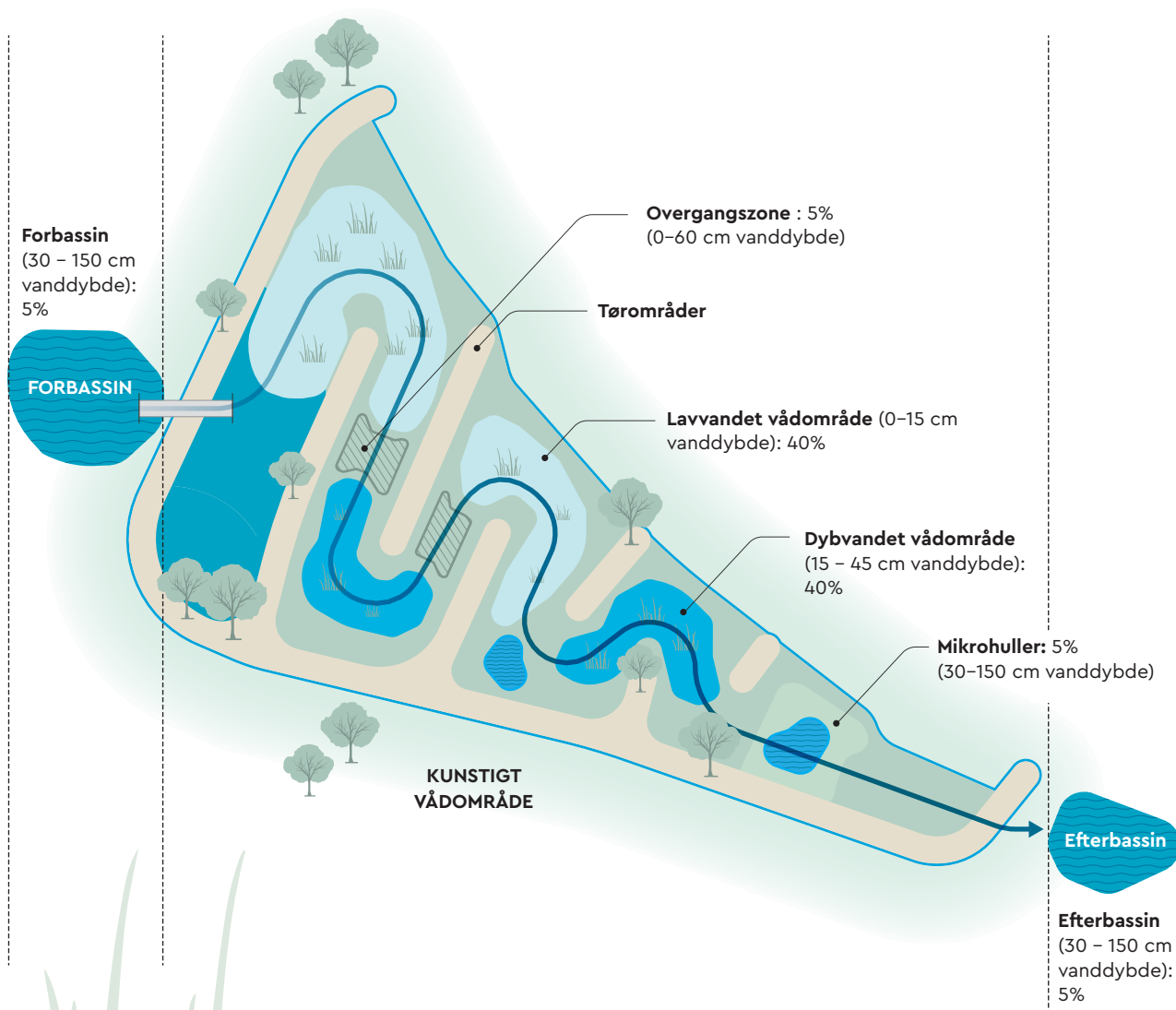
Kunstige vådområder eller konstruerede vådområder (Constructed Wetlands) er vådområder, der renser urbant regnvand ved sedimentation og mikrobiel omsætning.

Grundideen er, at regnvandet efter en forsedimentation i et forbassin ledes jævnt ud over et overrislingsareal, der er permanent eller midlertidigt oversvømmet.

I forbindelse med vandets passage af overrislingsarealet aflejres partikler på bunden og i vådområdets vegetation.

Udformningen af et kunstigt vådområde handler derfor om at sænke regnvandets hastighed gennem arealerne så meget som muligt. Dette gøres ved at indlægge tærskler og småsøer og sno og forlænge strømningsvejene i terrænet. Derudover etablerer og opretholder man beplantning, der øger sedimentationen.

Kunstige vådområder kan have stort naturindhold og herlighedsværdi og kan indpasses i ådale, engområder og andre våde naturområder. Nedenfor ses en principskitse på konstruktionen af et kunstigt vådområde.



5.1 Dimensionering

I Danmark vil der typisk være behov for både at rense og fersinke regnvand, idet udledning ofte sker til hydraulisk følsomme vandløb.

Hvis kunstige vådområder etableres før udledning til sø eller kyst, hvor der ikke er behov for fersinkelse, skal fokus være på rensning. Indtil vådområder er bedre dokumenteret under danske forhold, anbefales det med udgangspunkt i australske standarder, at de dimensioneres, så opholdstiden for vandet gennemsnitlig er 14 dage i forhold til årsmiddel.

For en klimatilpasset femårsregn betyder det, at der med udgangspunkt i Spildevandskomiteens bassinregneark skal etableres en bassinkapacitet svarende til, at afløbstallet er knap 2 l pr. s pr ha red.

Ved etablering af våde bassiner udlægges et permanent vådt volumen på 250 m³ pr. ha red. med en middeldybde på 1-1,5 meter. Vanddybden i kunstige vådområder er mindre end dette, men samtidig bidrager vegetationen til anlæggets rensningseffekt. Indtil kunstige vådområder er bedre dokumenteret, anbefales det derfor, at der lige som i våde bassiner dimensioneres med et permanent vanddækket areal på mindst 250 m³ pr. ha red.

5.2 Design og fysisk udformning

I udenlandske anvisninger for design af kunstige vådområder inddeles vådområdet i tre dele:

Et forbassin, der bringer vandhastigheden ned og virker som sandfang.

Selve vådområdet, hvor vandet stiger og ledes igennem, er et lavvandet område med både tørre og våde områder og dybere sedimentationspools. Det er i denne del af anlægget, at vandet har en lang opholdstid og bliver rensat.

En by-pass-kanal, der skal sikre, at vandhastigheden gennem selve vådområdet ikke bliver så høj, at aflejret sediment rives med. Og som ligeledes fungerer som overløb ved kraftige nedbørshændelse, så disse ikke forårsager erosion og beskadiger vådområderne.

Rensningen i vådområdet sker som i almindelige våde regnvandsbassiner ved sedimentation, men også ved at planterne virker som sedimentfælder for partikler, der klistrer til biofilm på planterne eller sedimenterer i områder, hvor planterne skaber læ for strømmen.

Hvis sedimenteret materiale re-suspenderes og rives med af strømmen, vil det i høj grad ske i form af sammenklumpe partikler, der hurtigere sedimenterer igen, når forholdene er til det. Derfor er det vigtigt, at selve vådområdet indeholder nogle dybere render og efterfølgende tærskler på tværs af strømningsretningen, hvor sedimentet kan samle sig.

I vådområdet sker der, lige som i våde regnvandsbassiner desuden en vis omsætning og fordampning af organiske forureninger, en omsætning af ammonium og nitrat og en mere permanent binding af fosfor og tungmetaller i sedimentet.

FORDELE

Kan tilføre mere natur og dyreliv.

God fjernelse af byforurening og forurening generelt.

Kan anvendes ved sårbart grundvand med membran.

God reduktion af maks. flow.

ULEMPER

Er pladskrævende.

Uegnet i terræn med stort fald.

Er sårbart ved tilstrømning med højt sedimentindhold.

Invasion af visse plantearter kan øge vedligeholdelsen.

Kræver opsamling af affald

Kræver vedligeholdelse at beholde den rekreative værdi og rensningseffekt.

Vedligeholdelse af bundvegetation.

Læs mere

Der findes mange eksempler på guidelines for konstruerede vådområder. Dette afsnit er baseret på:

Melbourne Water, Constructed wetlands design manual, 2017.

<https://www.melbournewater.com.au/planning-and-building/developer-guides-and-resources/standards-and-specifications/constructed-0>

Melbourne water corporation, Report for Kelletts Roads wetland, detailed design 2009.

<https://www.melbournewater.com.au/sites/default/files/Constructed%20wetlands%20detailed%20design%20report%20-%20example.pdf>

5.3 Beregningseksempel

Ved kunstige vådområder beregnes først arealbehovet til et vådområde med en tilfredsstillende rensning. Da et vådområde som tommelfingerregel bør have en størrelse på minimum ca. 2 % af det befæstede areal, hvorfra det modtager regnvand, vil det for et kloakopland på 10 ha og befæstelsesgrad på 50% samt en hydrologisk reduktionsfaktor på 0,9 kræve at der anvendes et areal på 900 m². Såfremt rensningen primært foregår som overrisling vil arealfordelingen af for- og efterbassiner, dybe og lave vådområder m.m. være som vist i nedenstående tabel.

| Område Forbassin | Vanddybde | Areal- fordeling | Areal- og volumenbehov til rensning | Areal- og volumenbehov til forsinkelse | Samlet areal – og volumenbehov |
|-------------------------|-------------|---------------------|---|--|---|
| Forbassin | 0–15 cm | 5% | 45 m ² /40,5 m ³ | 357,5 m ² /322 m ³ | 402,5 m ² /362 m ³ |
| Overgangszone | 15 – 45 cm | 5% | 45 m ² /13,5 m ³ | 357,5 m ² /107 m ³ | 402,5 m ² /121 m ³ |
| Lavvandet vådområde | 0 – 60 cm | 40% | 360 m ² /27 m ³ | 2860 m ² /215 m ³ | 3220 m ² /242 m ³ |
| Dybvet vandet vådområde | 30 – 150 cm | 40% | 360 m ² /108 m ³ | 2860 m ² /858 m ³ | 3220 m ² /966 m ³ |
| Mikrovandhuller | 30 – 150 cm | 5% | 45 m ² /40,5 m ³ | 357,5 m ² /322 m ³ | 402,5 m ² /362 m ³ |
| Efterbassin | 30 – 150 cm | 5% | 45 m ² /40,5 m ³ | 357,5 m ² /322 m ³ | 402,5 m ² /362 m ³ |
| I alt | | | 900 m ² /270 m ³ | 7150 m ² /2145 m ³ | 8050 m ² / 2415 m ³ |

Hvis vådområdet også skal forsinke regnvandet af hensyn til recipienten, så vil vådområdet eventuelt skulle udvides for at opnå dette. Dette kan håndteres på to måder:

En konservativ løsning være at beregne det nødvendige forsinkelsesvolumen på samme måde som det gøres for våde regnvandsbassiner. Efterfølgende udvides arealet efter samme fordelingsnøgle som anvist i tabel 1, således at vådområdet blot bliver større, men de lave vanddybder fastholdes. I nærværende beregningseksempel vil arealet jf. denne metode skulle udvides fra 900 m² til 8000 m² for at der er det nødvendige forsinkelsesvolumen.

En anden mere korrekt og mindre konservativ tilgang vil være at gennemføre en hydrodynamisk beregning af vådområdets forsinkelse ved gradvist større overrislingsareal. Ved denne tilgang vil forsinkelsen i rense-vådområdet indgå og arealbehovet vil blive reduceret. Et resultat af beregningen kan være at vådområdet i forvejen forsinke regnvandet tilstrækkeligt.

5.4 Drift og vedligehold

Som alle andre bassiner kræver kunstige vådområder en indsats vedrørende drift og vedligeholdelse. Vådområder skal driftes intensivt i starten for at fremme væksten af de ønskede planter. Når først planterne har fået fat, kan driften normaliseres. Der skal fjernes affald, ind- og udløb skal renses, og vegetationen i området skal vedligeholdes gennem græsning eller høslæt, hvilket muligvis kræver bistand fra specialister. Derudover skal der lige som i våde regnvandsbassiner fjernes ophobet sediment efter behov (se DANVA-vejledning nr. 97 om drift og vedligeholdelse af regnvandsbassiner).

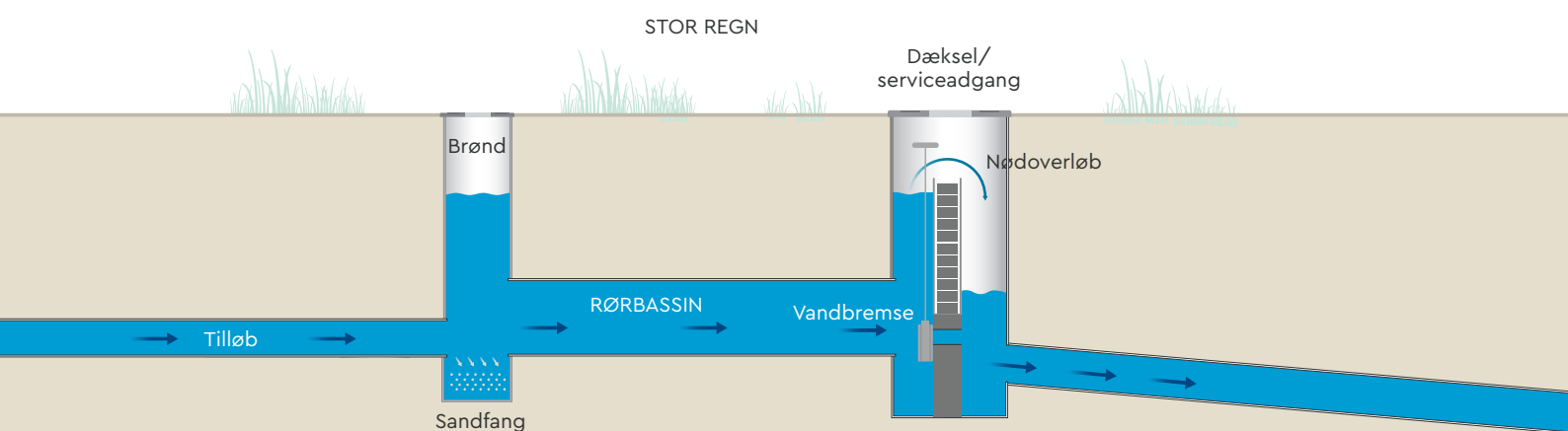
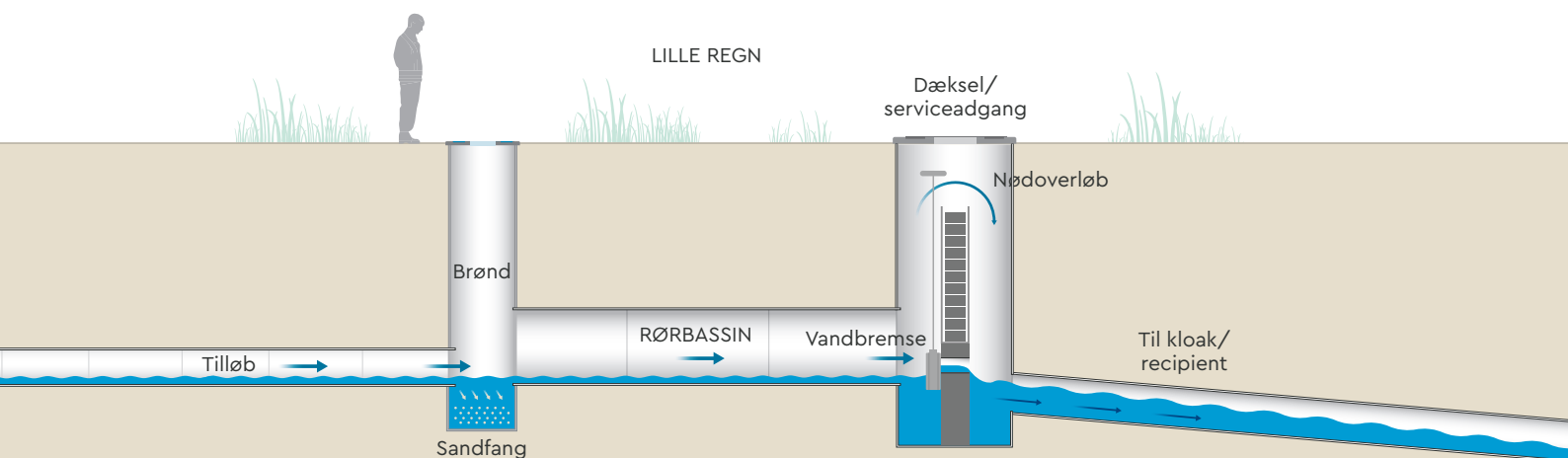
6. LUKKEDE BASSINER

Et lukket bassin er et bassin, hvor regnvandet kan opmagasineres og forsinkes, inden det ledes videre til afløbssystemet, recipient eller LAR-anlæg.

Lukkede bassiner bruges, hvor der er begrænset plads på overfladen til etablering af bassin, men hvor der samtidigt er et behov for at forsinke større mængder regnvand, så vandet ikke overbelaster afløbssystemet.

Et lukket bassin kan f.eks. anvendes under arealer, som skal bruge til andre formål såsom p-pladser eller veje. Et lukket bassin kan etableres som en underjordisk tank eller et rør af f.eks. beton, stål, glasfiber eller plast.

Det lukkede bassin har et droslet afløb, så der ledes en fastlagt mængde vand videre i afløbssystemet. Der er normalt vand i et lukket bassin i to til tre døgn efter at bassinet har været i brug.



6.1 Dimensionering

Et lukket bassin dimensioneres på samme måde som forsinkelsesvoluminet for våde bassiner, jf. spildevandskommiteens skrift 30 /1/. Vær opmærksom på at myndigheden kan stille krav til et maks. udløb f.eks. på 1 l/s/red ha., ydermere skal der tages stilling til sikkerhedsfaktor og den hydrologiske reduktionsfaktor.

6.2 Beregningseksempel

Der regnes på samme eksempel som for våde bassiner. Der ønskes forsinket overfladevand fra et område med et samlet opland på 10 ha med en befæstelsesgrad på 50 %, hvilket resulterer i et befæstet areal på 5 ha. Gentagelsesperioden er sat til 5 år, hydrologisk reduktionsfaktor til 0,9 og sikkerhedsfaktor til 1,25. I lukkede bassiner anvendes ikke permanent vådvolumen, dette udelades derfor. Stuvningsvolumen/forsinkelsesvolumen bliver ved indtastning i regneark = 2145 m³ (som i eksemplet for våde bassiner).

For at finde længden på rørbassinet, anvendes formlen: $\pi \times r^2 \times \text{længden} = \text{volumen}$
Dette betyder, ved forskellige rørdimensioner (længder i meter, volumen i m³):

$$\text{Indre diameter} = 1,6 \text{ m: } \pi \times 0,8^2 \times L = 2145 \rightarrow 2145 / (\pi \times 0,8^2) = L \rightarrow L = 1067 \text{ m}$$

$$\text{Indre diameter} = 2 \text{ m: } \pi \times 1^2 \times L = 2145 \rightarrow 2145 / (\pi \times 1^2) = L \rightarrow L = 683 \text{ m}$$

$$\text{Indre diameter} = 3 \text{ m: } \pi \times 1,5^2 \times L = 2145 \rightarrow 2145 / (\pi \times 1,5^2) = L \rightarrow L = 303 \text{ m}$$

6.3 Design og fysisk udformning

De væsentligste anlægsdele i et lukket bassin omfatter de nedenfor oplyste elementer:

Forrensning

Et lukket bassin kræver som minimum, at vandet bliver rensat, så sand og større partikler er fjernet, inden vandet ledes til bassinet. Det kan ske ved at vandet renses i en sandfangsbrønd eller et åbent sandfang. Se metodebeskrivelserne om "Sandfangsbrønde" og "Åbne sandfang".

Adgangsvej

Der skal være mulighed for, at en slamsuger kan tømme sandfangsbrønden. Yderligere skal der være mulighed for tilsyn af udløbsbygværk og flowregulator. Hvor det ved de mindre bassiner er vanskeligt at etablere vej til sandfangsbrønden, kan denne eventuelt flyttes hen til en eksisterende vej.

Bassin

Bassinet etableres med tæt bund og sider og med fald på bunden fra tilløb til afløb. For lukkede bassiner er det vigtigt at opdriftssikre bassinet eller sørge for, at bunden ligger over højeste grundvandsspejl.

Indløbsbygværk

Ved et lukket underjordisk bassin sker tilløbet via en tilløbsbrønd med adgang til bassinet fra terrænniveau. Ved bassinudformning som tank kan tilløbsbrønden være sammenbygget med tanken, og ved et rørbassin kan tilløbsbrønden være udført som en nedgangsbrønd i starten af rørbassinet.

Tilløbsbrønden udluftes til det fri via en udluftningsbjøning eller -hætte.

Udløbsbygværk

Udløbet fra bassinbunden sker til en sandfangsbrønd i bunden af bassinet, hvorfra selve afløbet sker via et udluftet, dykket udløbsrør til en flowregulator placeret i en brønd nedstrøms for bassinet, hvis regulering er nødvendigt.

Udløbet sikres mod udledning af bundfældet og flydende stof ved f.eks. at udforme bunden ved udløbet /sandfangsbrønden med et dykket udløb,

Ved rørbassiner kan afløbsbrønden udføres som en nedgangsbrønd for enden af rørbassinet, jf. figur 2.1.

Flowregulator med overløb

Det dykkede afløb føres til en nedgangsbrønd med en flowregulator i afløbet, f.eks. en cyklonvandbremse jf. metodebeskrivelsen om "Drosling af afløb".

Den korrekte type flowregulator vil afhænge af det ønskede maksimale afløbsflow.

I brønden med flowregulatoren etableres et overløb over vandbremsen i niveau med det ønskede maksimale vandspejl i bassinet under regn.

Fra brønden føres afløbet og overløbet til en udløbsbrønd med afløb til kloak eller recipient.

Tømmetiden på bassinet vil afhænge af, hvor fyldt bassinet er, og hvor hurtigt vandet løber ud af bassinet gennem det droslede afløb. Bassinet bør dimensioneres, så det er tømt i løbet 2-3 døgn efter et regnvejr.

Kontraklap

Hvis vandspejlet i kloakken eller recipienten i perioder kan blive højere end vandspejlet i bassinet, forsynes afløbet og overløbet til udløbsbrønden med en kontraklap for at forhindre tilbagestuvning i bassinet.

6.4 Drift og vedligehold

I nedenstående tabel er en oversigt over drift og vedligehold af lukkede bassiner.

| | Aktivitet | Hyppeghed |
|-------------|--|---|
| Jævnligt | Tilsyn og rensning af brønde, vandregulator og kontraklap. | Regelmæssigt efter regnvejr |
| | Tømning af sandfangsbrønd | 1 gang årligt eller når det er 50-75% fyldt |
| Efter behov | Oprensning af sedimenteret materiale fra bunden i bassinet | Efter behov hvert 5. - 15. år |

FORDELE

- Magasinerer og forsinker vandet inden udløb
- Pladsen ovenpå bassinet kan udnyttes til andre formål.
- Reducerer vandhastigheden, så recipienten beskyttes hydraulisk.
- Forsinker påvirkningen af intens regn i forhold til recipienten.

ULEMPER

- Ingen væsentlig rensning af regnvand
- Ingen rekreativ værdi.
- Forholdsvis dyrt i drift og anlæg.

Læs mere

Kilde: /1/ Lukkede bassiner LAR metodekatalog, Aalborg Kommune, september 2016

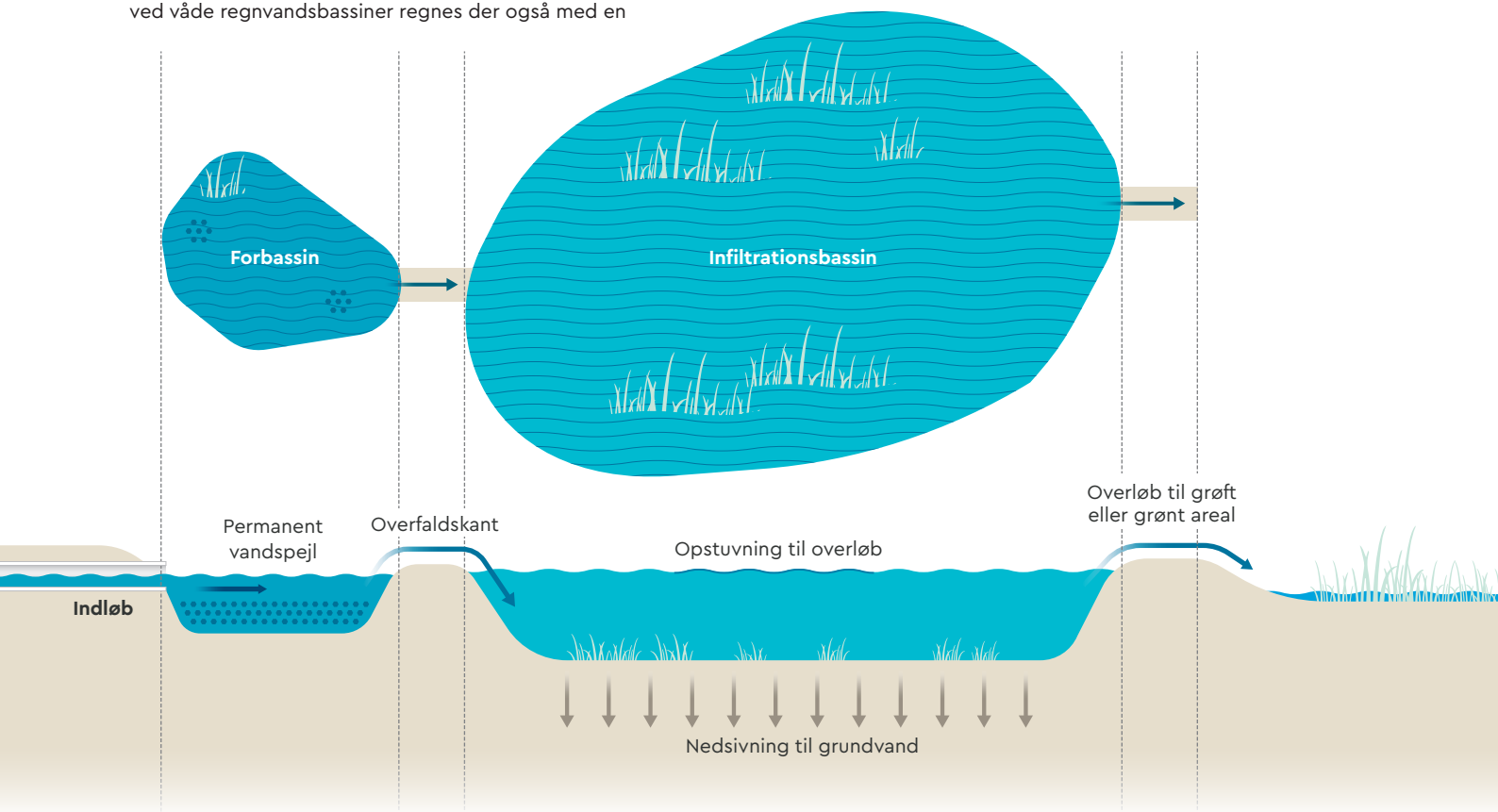
7. INFILTRATIONSBASSINER

Infiltrationsbassiner anvendes oftest de steder, hvor bortledning til overfladerecipient ikke er mulig, eller hvor geologiske, hydrologiske og tekniske forhold ikke tillader det.

Et infiltrationsbassin er designet til at tilbageholde og infiltrere/nedsive afstrømet overfladevand. Ligesom ved våde regnvandsbassiner regnes der også med en

gentagelsesperiode for overløb.

Vandet i et infiltrationsbassin infiltrerer i løbet af timer til dage, og bassinet står derefter tørt indtil næste hændelse.



7.1 Dimensionering

For at finde bassinets størrelse, både areal- og volumenmæssigt, skal følgende tre parametre fastlægges:

- Gentagelsesperioden for overløb
- Den dimensionsgivende infiltrationsrate
- Bassinets acceptable tømmetid

Gentagelsesperioden

Gentagelsesperioden skal her vælges som ved et almindeligt vådbassin. Stuvningsvoluminet findes som for et vådt bassin med udløb til recipient. Udløbsvandføringen erstattes blot med vandføringen til infiltration.

Hydraulisk ledningsevne

Jordens hydrauliske ledningsevne er ikke lig med bassinets infiltrationsrate. Den dimensionsgivende infiltrationsrate er den rate, der kan opretholdes lige før, infiltrationsoverfladen skal oprenses/klogges til og afhænger desuden også af den underliggende jords hydrauliske ledningsevne.

I USA, hvor man har større erfaring med infiltrationsbassiner, opererer man med dimensionsgivende infiltrationsrater som vist i tabellen.

Undergrundens sammensætning

Specifik infiltrationsrate

| | |
|--|--------------------|
| Grus med noget sand | 12 $\mu\text{m/s}$ |
| Sand og grus med spor af silt | 6 $\mu\text{m/s}$ |
| Silholdigt sand/grus | 4 $\mu\text{m/s}$ |
| En del silt eller organisk silt med sand eller | 2 $\mu\text{m/s}$ |

For at benytte værdierne fra tabellen skal den underliggende jord have en mættet hydraulisk ledningsevne væsentlig over de viste værdier for dimensionsgivende infiltrationsrater.

Vil man nedsive vejvand i jord med ringere mættet hydraulisk ledningsevne end cirka 3–4 $\mu\text{m/s}$, vil det være underjordens ledningsevne, der bestemmer infiltrationsraten, snarere end ledningsevnen af det med vejvandet aflejrede materiale.

For at fastlægge infiltrationsraten kan der udføres en sivetest eller en sigtekornanalyse.

Grundvand og tømmetid

Et vigtigt forhold ved design af infiltrationsbassiner er afstanden til grundvandet. Er afstanden mindre end en meter, vil vandet ikke sive ud af bassinet, hvilket vil forlænge den periode, hvor bassinet står med vand. Står bassinet vandfyldt i længere perioder, vil det føre til hyppigere overløb og en hurtigere tilklogning af infiltrationsoverfladen. Derfor må bassinets tømmetid heller ikke blive for lang. Et bassin bør optimalt være tømt inden for 24 timer – og maksimalt 72 timer for en et-års hændelse.

7.2 Beregningseksempel

Eksempel: Et infiltrationsbassin ønskes anlagt i et område hvor den specifikke infiltrationsrate kan antages til $4 \mu\text{m/s}$. Som første estimat gættes på, at infiltrationsoverfladen er $400 \text{ m}^2/\text{red. ha}$. Infiltrationsraten bliver dermed $400 \cdot 4 \cdot 10^{-6} = 0,002 \text{ m}^3/\text{s} \approx 2 \text{ l/s}$. Bassin voluminet findes nu som for et traditionelt forsinkelsesbassin. Der skal laves en nedvisningstest på arealet for at bestemme infiltrationsraten for region vest, gentagelsesperiode 1 år samt en årsmiddelnedbør på 700 mm bliver voluminet $222 \text{ m}^3/\text{red. ha}$ under hensyntagen til effekten af koblede regn, men uden hensyn til sikkerhedsfaktorer. Som kontrol beregnes tømmetiden til $222 \text{ m}^3 / 0,0016 \text{ m}^3/\text{s} \approx 39 \text{ h}$. Der ønskes dog en tømmetid omkring 24 timer, hvorfor beregningerne gentages for et større areal. Efter et par gentagelser viser det sig, at bassinet skal have et areal på $565 \text{ m}^2/\text{red. ha}$ samt et volumen på 196 m^3 , for at nå ned på en tømmetid på 24 timer.

7.3 Forrensning og indløb

For at undgå for hurtig tilklogning bør regnvandet undergå en forrensning, før det ledes ind på infiltrationsoverfladen. Forrensningen kan f.eks. foregå i et permanent vådt forbassin eller et åbent sandfang. Det er vigtigt at undgå at drosle indløbet til bassinet, da vandet skal fordeles ud over hele infiltrationsoverfladen for at belaste overfladen jævnt og udnytte hele infiltrationspotentialen. Ved store bassiner kan det være hensigtsmæssigt at lave et arrangement, der sikrer vandfordelingen.

7.4 Renseeffekt

Det er i praksis vanskeligt at tage prøver af "udløbet" fra et infiltrationsbassin, da vandet jo siver ned i undergrunden. I stedet kan man se på, hvad der bliver tilbageholdt i bassinets bund, samt hvad der ophobes i grundvandet under bassinet.

Jorden i bunden af et infiltrationsbassin er et effektivt filter for partikler, og kun opløst stof eller meget fine

partikler slipper igennem. Af de sidstnævnte vil en del blive bundet til jordkorn.

De øverste 10–20 cm af jorden er altså i risiko for at blive forurenet, men allerede i en dybde af cirka 1 m er der typisk ingen eller kun ringe forurening at spore. Det nære grundvand udsættes for en vis påvirkning ved infiltration af regnvand, men påvirkningen er ofte beskedent. Den største påvirkning kommer typisk fra vejsaltning, og hvor der både saltes og nedsvives regnvand, ses hyppigt en hævet koncentration af klorid i det øvre grundvand.

Endvidere har der været påvist faldende iltindhold i det øvre grundvand på grund af omsætning af det organiske stof, der følger med regnvandet. I enkelte tilfælde har det været muligt at spore rester fra bilbrændstof samt pesticidrester fra ukrudtsbekæmpelse i vejarealet. Generelt kan man sige, at når grundvandet ikke er specielt sårbart og regnvandet er normalt belastet, så er der kun beskedent risiko ved infiltration af afstrømet regnvand.

7.5 Drift og vedligehold

Der er større naturlig variation i levetid og vedligeholdelsesbehov for infiltrationsbassiner end for f.eks. våde regnvandsbassiner. Infiltrationsbassiner bør derfor tilses jævnlige for at vurdere deres fortsatte funktion. Specielt bør man vurdere, hvorvidt infiltrationsraten stadig er acceptabel. Dette kan for eksempel gøres ved at inspicere bassinet efter en større regnhændelse. Står der vand i bassinet i længere tid, end det er designet til, skal bassinoverfladen vedligeholdes.

7.6 Design og fysisk udformning

Anlæg

Det er af afgørende betydning, at bunden og siderne i bassinet ikke er komprimeret af kørsel men udlagt løst eller grubet. Anlæg af bassinet har ikke betydning for funktionen af bassinet, men bør passes ind i det omkringliggende område.

Beplantning

Beplantningen i bassinet bør være veletableret, før bassinet belastes med vand. Der etableres normalt ikke beplantning ved et infiltrationsbassin, dog kan beplantning i visse tilfælde bruges til at afskærme området. Under optimale forhold bør beplantningen være veletableret, før bassinet belastes med vand.

FORDELE

Fjerner effektivt partikler.

Skal oprenses meget sjældent pga. højt tørstofindhold i sediment.

ULEMPER

Relativt få plantearter kan tåle vekselvirkningen mellem tørt og vandfyldt bassin.

Drift på indløb, overløb og udløb.

Større risiko for svigt end f.eks. et vådt bassin

Større vedligeholdelsesomkostninger, når bassinet klogger til og skal renses op.

Læs mere

Faktablad om dimensionering af større infiltrationsbassiner, Aalborg Universitet, 2012 – Er der behov for at gå detaljeret til værks for at vurdere et bassins størrelse, kan man benytte computersimulering.

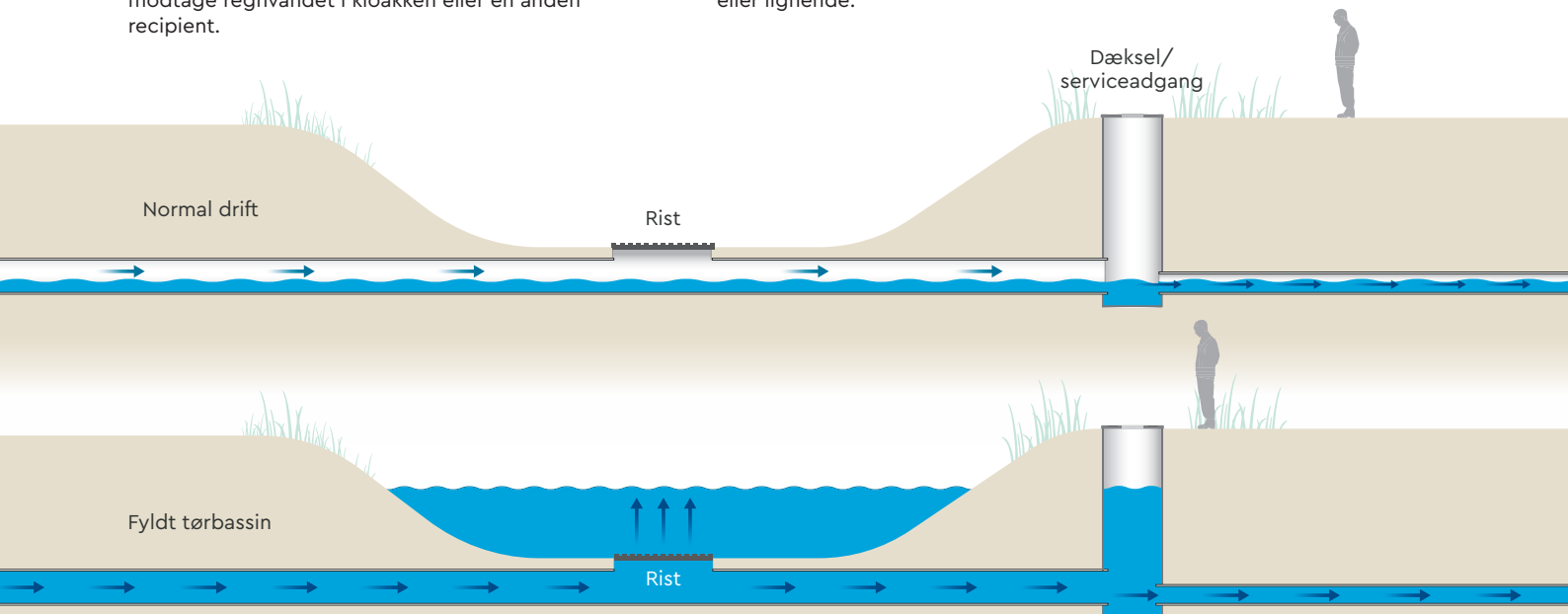
Man kan f.eks. benytte modeller som Mike Urban eller freewareprogrammet WDP.

Ud fra en historisk regnserie beregner WDP løbende infiltrationen i bassinet samt hvor længe, der står vand i bassinet. Det er muligt at ændre på en række parametre og beregningsmetoder og herved tilpasse modellen til den konkrete situation. Det er også muligt at benytte computersimulering med f.eks. modeller som Mike Urban eller WDP. WDP kan downloades på separatvand.dk.

8. TØRRE FORSINKELSESBASSINER

Et tørbassin er som regel et græsklædt område, som har til formål at nedsive regnvand eller blot at opmagasinere det i en periode, til der igen er plads til at modtage regnvandet i kloakken eller en anden recipient.

Normalt vil der stå vand i et tørt bassin i to til tre dage efter et regnvejr, derefter og indtil næste regnvejr kan bassinet bruges til andre formål som f.eks. fodboldbane eller lignende.



8.1 Dimensionering

Det tørre bassin dimensioneres på samme måde som et vådt bassin, hvad angår forsinkelsesvoluminet. Der skal naturligvis tages højde for jordbund, grundvand og pladsbehov, og om jorden er forurenede, da det vil kræve en tæt bund i bassinet. Derudover kræver dimensioneringen viden om årlig overløbsmængde, krav til maksimal udløbsmængde og vandets middelopholdstid i bassinet.

8.2 Design og fysisk udformning

Det tørre bassin kan med fordel have et droslet afløb, så der er fuld kontrol over, hvor meget vand recipienten modtager. Det kan af sikkerhedshensyn være nødvendigt at forsyne afløbet såvel som indløbet med en rist. Et sandfang eller anden forrensning er også ofte en god idé i et tørt bassin. Et tørt bassin skal passe ind i det område, hvor det etableres. Flade skrænter og bløde kanter får bassinet til at se naturligt

ud, ligesom det er muligt at øge bassinets rekreative værdi med forskellig beplantning. Kan man undgå indhegning, vil det være at foretrække, da hegn let skæmmer bassinet.

8.3 Drift og vedligehold

Da der ikke konstant står vand i et tørt bassin, vil meget af driften handle om at få slået græsset. Derudover skal bassinet renses for bundfældet materiale, ligesom skrånninger, sandfang, riste, brønde og andre bygværker skal tilses jævnlige.

8.4 Beregningseksempel

Tørre bassiner beregnes ligesom stuvningsvolumen for våde bassiner, se beregningseksempel under afsnittet om våde bassiner. Bassinvoluminet beregnes ud fra skrift 30.

FORDELE

Forsinker og/eller begrænser udløbet af regnvand til recipient eller kloak.

Fjerner dele af suspenderet stof.

Når bassinet er tømt for vand efter et regnvejr, kan bassinet indgå i den normale brug af området.

Kan indgå i et rekreativt anlæg.

ULEMPER

Relativ ringe renseeffekt i forhold til våde bassiner.

Det tørre bassin skal driftes, der skal opsamles affald, føres tilsyn med sandfang, riste, brønde, indløb og udløb, ligesom bassinet skal oprens for bundfældet materiale.

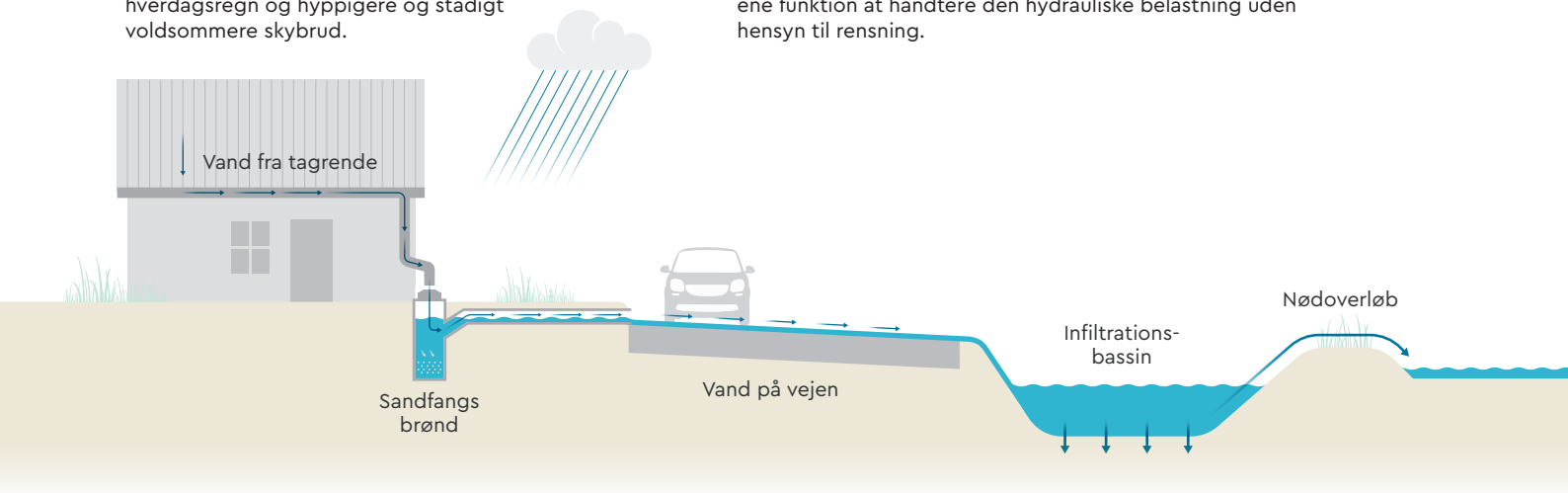
Der skal udføres græsslåning i bassinet.

Læs mere

/1/ Tørre bassiner, Københavns Kommune, 2009

9. KLIMABASSINER

Det er svært kun at tale om klimabassiner, når det handler om klimatilpasning. Ofte er en klimaløsning en række sammensatte tekniske løsninger, der tilsammen kan håndtere den voksende mængde hverdagsregn og hyppigere og stadigt voldsommere skybrud.



I nærværende designguide defineres **klimabassiner** (oversvømmelsesarealer eller skybrudsarealer) som stuvningsvoluminer, der træder i kraft, når det normale serviceniveau ikke kan overholdes. Klimabassiner har den ene funktion at håndtere den hydrauliske belastning uden hensyn til rensning.

9.1 Design og fysisk udformning

Når kommunerne i fremtiden som følge af klimaforandringerne skal håndtere skybrud og derved meget store og intensive regnhændelser, kræves der voluminer meget større end det forsyningernes funktionspraksis beskriver i dag (5-års og 10-års hændelser).

Derfor må alternative arealer og områder inddrages som opstuvnings- og eventuelle nedsvingsarealer.

Regnvandsbassinerne bør derfor tænkes ind som en del af en samlet klimaløsning, således at de håndterer og renser de mindre regnmængder. Ved hændelser, der statistisk forekommer sjældnere end dimensioneringskravet, håndteres vandet ved kontrolleret overløb fra bassinet til klimabassinet.

I de tætte byer er der mange store arealer med impermeable overflader (tage, fliser, beton og asfalt), hvor vandet ikke kan trænge igennem. Vandet kan derfor ikke nedrive, og ved skybrud vil det derfor løbe på overfladen med risiko for at oversvømme kældre, haver og veje. Ved sådanne ekstreme hændelser afstrømmer det meste vand fra grønne områder også. Derfor kan ledige arealer, baggårde, sportspladser, legepladser og parker med fordel indgå som forsinkelsesbassiner i løsningen af fremtidens klimaudfordringer.

Ved samtidig at bruge vandet som en ressource, kan der skabes nye, rekreative rum samt talrige grønne oaser til glæde for både mennesker, dyr og planter.

9.2 Dimensionering

De tekniske løsninger, der bruges kan kombineres eller stå alene afhængig af projektet. Klimaløsninger er ikke kun et spørgsmål om valg af bassintype, men handler også om valg af andre tekniske løsninger i kombination

9.3 Drift og vedligehold

Generelt kan man ikke opstille overordnede drift- og vedligeholdelsesstrategier for klimabassiner herunder klimaløsninger, da de fysiske forhold, tekniske installationer

og geografisk placering (bymidte/villakvarter) er meget forskellige fra løsning til løsning.

Der stilles dog krav til hyppigere vedligehold, når anlægget placeres på overfladen, end når det er placeret under jorden i form af kloakrør. Om det i sidste ende er en dyrere løsning kræver levetidsberegninger.

9.4 Måling af effekt

Mange klimaløsninger er nye tekniske løsninger, hvor der ikke findes ret meget viden om de hydrauliske eller miljømæssige effekter. Det kan derfor være vigtigt at tage stilling til, hvordan effekten efterfølgende ønskes dokumenteret, f.eks. at udarbejde en strategi for måleprogram for nedsvivende stoffer i et infiltrationsbassin (se side 24), eller at opstille et måleprogram for den hydrauliske belastning på recipienterne.

9.5 Eksempler

Der kan findes spændende eksempler på etablerede klimatilpasningsløsninger rundt om i landet. Eksempler findes bla. på klimatilpasning.dk

Læs mere

Klimatilpasning.dk
Laridanmark.dk

Kildehenvisning
/1/ Borger i klimatilpasning, økonomi, organisation og konkrete eksempler sep. 2014, Haveselskabet./2/ klimatilpasning.dk

10. Bygværker

I det følgende afsnit gennemgås forskellige typer af komponenter, der anvendes til at sikre bassinets funktion.

Hvorvidt den enkelte komponenttype er relevant, afhænger af de krav, som bygherre og myndighed stiller til bassinet.

Ved hver komponenttype er angivet en kortfattet beskrivelse af formålet med komponenten. Derudover beskrives fordele og ulemper ved komponenten og hvis muligt flere forskellige udførelsesmetoder.

På den måde er der mulighed for at hente inspiration til, hvordan det bassin, der projekteres, bør designes.

Flere af komponenterne kan anvendes på forskellige bassintyper, men kan kræve tilpasning i forhold til det beskrevne.

Udgangspunktet for beskrivelserne er ofte komponenter installeret ved våde bassiner.

Listen er ikke udtømmende. Der kan sagtens være andre komponenttyper eller udformninger, som kan være relevante at bruge ved etableringen af et bassin. De nævnte typer er blot de mest almindeligt forekommende i dag.



11. BYGVÆRKER VED IND- OG UDLØB

Et regnvandsbassin kan udstyres med forskellige komponenter ved **ind- og udløb**, som forbedrer bassinets funktion.

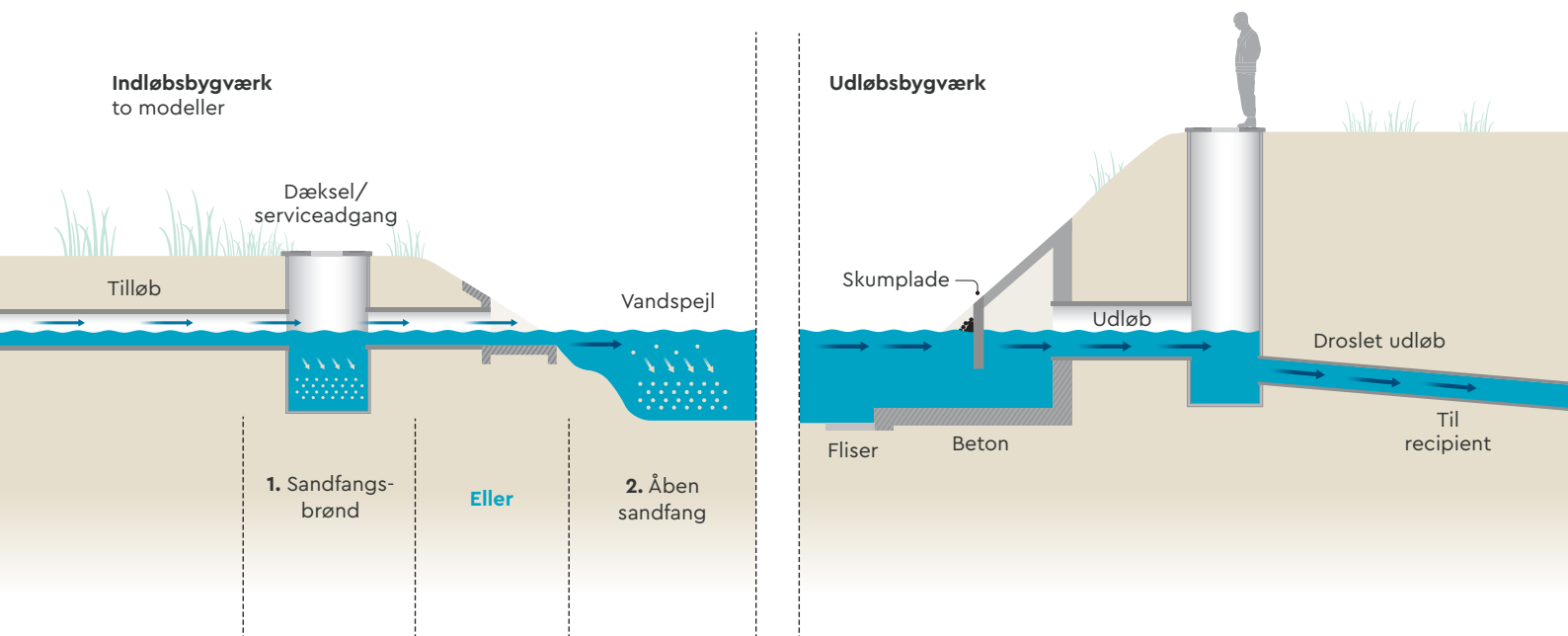
Typisk vil der være tale om komponenter, der letter drift og vedligehold af bassinet, forbedrer bassinets evne til at rense det tilledte vand inden udledning til recipient, eller som minimerer risici for forurening eller skader på omkringliggende ejendomme i tilfælde af forurening eller ekstreme regnhændelser.

Ved indløbet vil komponenterne typisk have til formål at mindske erosion i selve bassinet, at mindske tilførslen af sand til bassinet eller at højne sikkerheden ved færdsel i og omkring bassinet.

Ved bassinets udløb kan det ofte være relevant at tilføje komponenter for at påvirke bassinets afløb. Der kan være tale om, at komponenterne skal regulere afløbsflowet af hensyn til recipientens hydrauliske kapacitet, sikre en vis rensning af vandet eller give mulighed for at standse afløbet fra bassinet i tilfælde af forurening.

I alle tilfælde bør den projekterende nøje overveje, hvilke krav der stilles til bassinet, før der træffes afgørelse om, hvilke komponenter der eventuelt skal føjes til udløbet.

Der bør altid være mulighed for at servicere eventuelle komponenter efterfølgende. Alle komponenter kræver jævnlige tilsyn og vedligehold, for at deres funktion opretholdes.



11.1 Sikkerhed og arbejdsmiljø ved bygværker

I kloakbekendtgørelsen er angivet helt specifikke krav til indretning af arbejdssteder på kloaksystemet.

Bygværker i og omkring regnvandsbassiner er omfattet af kloakbekendtgørelsen og skal indrettes, så kravene heri er overholdt.

Af særlige krav kan nævnes størrelser på frie åbninger til nedgangsbrønde og bygværker, vægt af dæksler, udførelse af rækværk osv.

Læs mere

Arbejdstilsynets bekendtgørelse om kloakarbejde m.v., <https://arbejdstilsynet.dk/da/regler/bekendtgørelser/k/sam-kloakarbejde-mv-473->

12. SANDFANG

Placering: Ved indløbet

Sandfanget har til formål at tilbageholde sediment som f.eks. sand og grus, før det løber med ud i bassinet. Endvidere skal sandfanget/forbassinet nedsætte vandhastigheden og fordele vandet ved indløbet til bassinet.

På den måde reduceres hyppigheden af oprensning af hovedbassinet væsentligt.

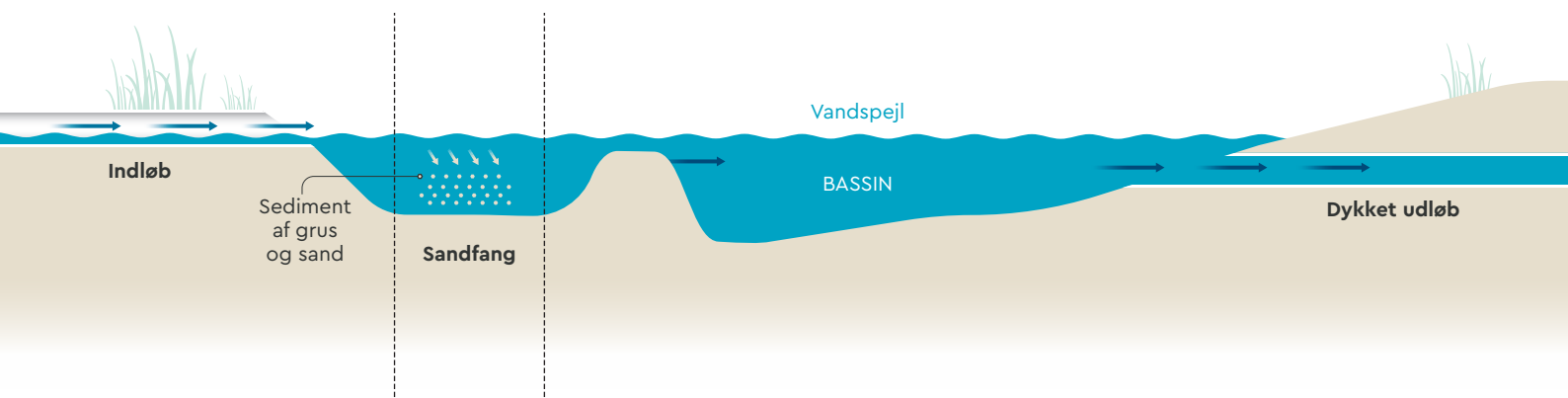
Et effektivt sandfang kan forlænge tiden mellem oprensning af hovedbassinet.

Et sandfang kan etableres som et lukket sandfang i form af en brønd eller som et forbassin opstrøms hovedbassinet.

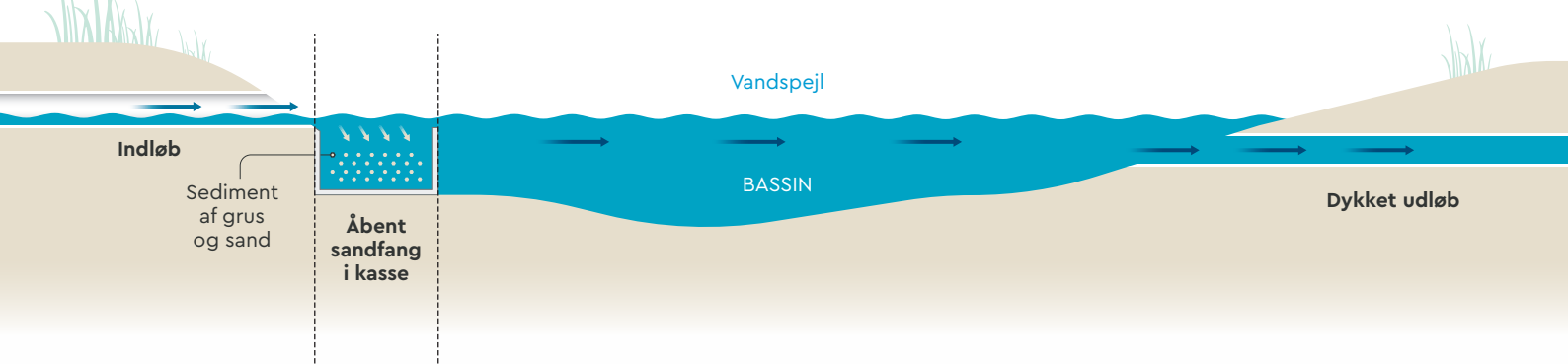
Sandfanget kan også etableres som en del af hovedbassinet ved at lave afgrænsninger eller diger mellem de forskellige bassindele. Der er stor forskel på, hvor hyppigt de to typer sandfang, skal oprenses.

Dette afhænger af størrelse på oplandet der tilledes, og størrelsen på sandfanget.

ÅBENT SANDFANG



ÅBENT SANDFANG I BETONSTØBT KASSE



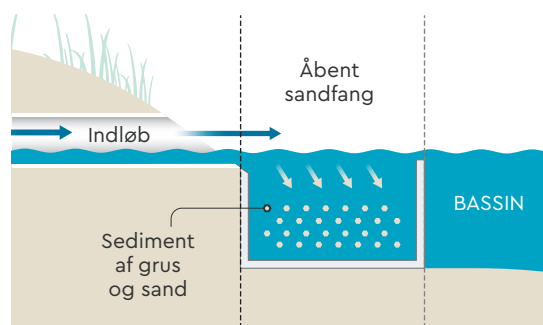
12.1 Åbent sandfang

Det åbne sandfang finder typisk anvendelse, hvor der er rigeligt plads.

Det kan udføres på mange måder:

Enten som sektionering i bassinet (typisk ved skrånede bassinbund), et egentlig lille forbassin forbundet med rør, som en kanal til hovedbassinet eller et regulært støbt kar.

Se beregningseksempler på dimensionering sidst i afsnittet.

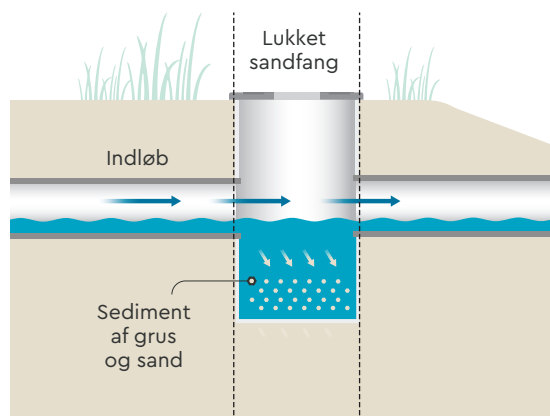


12.2 Lukket sandfang

Hvor der ikke er plads til et åbent sandfang, kan et lukket sandfang være en løsning.

Oftest udføres det som en sandfangsbrønd, der er placeret umiddelbart inden indløbet til bassinet.

Ved dimensionering og placering af et lukket sandfang bør man have for øje, at det efterfølgende skal være muligt at komme til sandfanget med en slamsuger for at tømme det.



Mens der er klare regler for dimensionering af sandfang inden olieudskillere (typisk ved mindre og forurenende arealer som f.eks. transportcentre og lignende), er der større variation i måden sandfang dimensioneres på, som en del af regnvandsbassiner fra separerede kloakplande.

Der er dog tommelfingerregler og lokale standarder, vedtaget af kommuner eller forsyninger.

Nogle myndigheder kræver 20–30 m³ pr. red hektar, hvor voluminet regnes som del af det våde volumen i bassinet. "Faktablad for våde regnvandsbassiner" (se læs mere) angiver en størrelse for et forbassin på 20–50 m³ ialt som ideelt som sandfang.

Ved et bassin med et opland på 1 red. ha., anlægges der uden et sandfang et hovedbassin på 250 m³ vådvolumen. Tilføjes et sandfang på f.eks. 25 m³, reduceres hovedbassinet vådvolumen tilsvarende – altså til 225 m³.

Andre, eksempelvis Teknologisk Institut, anbefaler et areal i sandfanget på ca. 0,4 m² * q_{tilløb}, hvor q_{tilløb} regnes i l/s.

Ved f.eks. et bassin med en dimensionerende vandmængde på 100 l/s vil det resultere i et sandfang med et overfladeareal på 40 m².

Vanddybden anbefales ofte at være ca. 0,8–1,2m.

Eksempelvis Vejdirektoratet anbefaler at indrette våde bassiner med et forbassin som sandfang, hvor forbassinet udgør 20–30% af det totale areal.

Det kan være en fordel at anlægge et åbent sandfang med et overfladeareal på mindre en 100 m² for at minimere risikoen for, at arealet pr. automatik bliver udpeget som kandidat til at overgå til en fredet naturtype efter naturbeskyttelseslovens §3.

Det kan også ske på mindre arealer, men erfaringsmæssigt sker det meget ofte med vandspejl større end 100 m².

Med disse beregningsmetoder vil man stort set aldrig kunne nå et tilfredsstillende resultat ved at benytte en sandfangsbrønd, simpelthen fordi de vil blive urealistisk store. I tilfælde, hvor intet andet er muligt, er der rimelige praktiske erfaringer med at etablere en Ø2 m-brønd som sandfangsbrønd og tilpasse tømningshyppigheden.

| | FORDELE | ULEMPER |
|--------------------------------|-----------------------------------|------------------|
| Åbent sandfang | Stor kapacitet Nemt at oprense | Pladskrævende |
| Lukket sandfang (typisk brønd) | Nemt at oprense | Mindre kapacitet |

Læs mere

Åbne sandfang, LAR metode-katalog Aalborg kommune, september 2016

Sandfangsbrønde, LAR metode-katalog, Aalborg kommune, september 2016

13. INDLØBSBYGVÆRK

Indløbsbygværkets formål er blandt andet at undgå erosion af bassinets bund f.eks. ved at nedsætte vandhastigheden på det tilstrømmende vand.

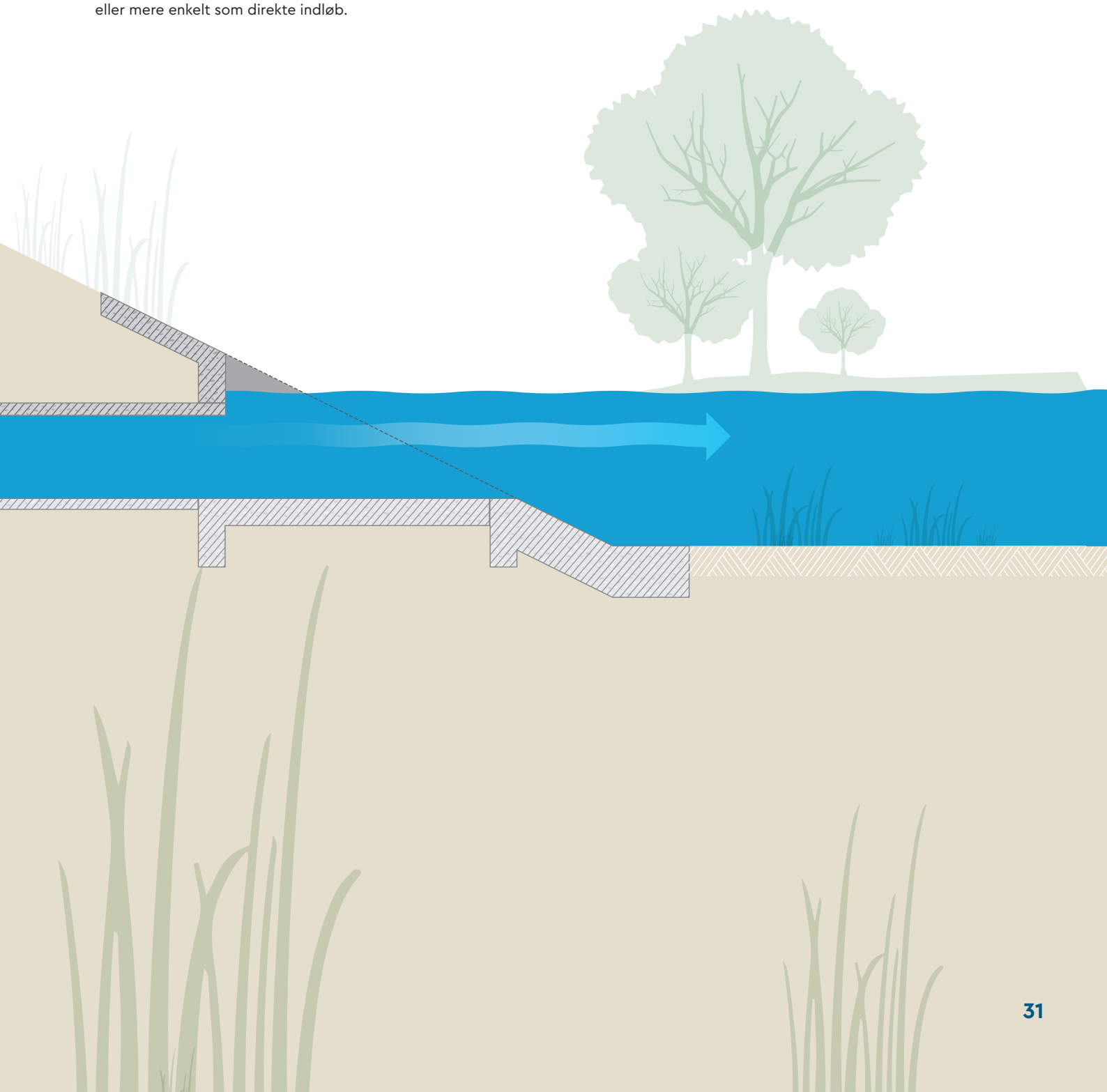
Bygværket giver samtidig en klart defineret overgang mellem det tilløbende kloaksystem og bassinet.

Indløbsbygværket placeres i god afstand fra udløbet, så vandets vej i bassinet bliver så lang som muligt.

Indløbet kan udføres som et regulært betonbygværk eller mere enkelt som direkte indløb.

Erosionssikring af bassinbunden ved indløbet kan ske enten ved, at vandet fordeles ud over en støbt betonflade (typisk ved bygværker) eller ved at udlægge marksten eller fliser direkte ud for det direkte indløb.

Nedenfor angives forskellige typer af indløb med de fordele og ulemper, som hver model medfører.

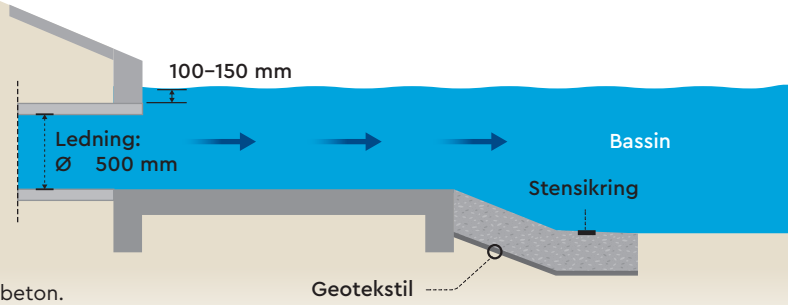


13.1 Dykket indløb med bygværk

Et tilløb kan udformes som et almindeligt afløbsrør, der er dykket, så overkant af røret er 10–15 cm under det permanente vandspejl målt fra overkanten af ledningen. Dette gør, at røret under normale omstændigheder ikke fryser til, og afløbet dermed også opretholdes i vinterperioder. Det kan være en løsning, hvor tilløbet er af begrænset størrelse (f.eks. mindre end $\varnothing 500$ mm), og hvor udgiften til et regulært bygværk overstiger den praktiske værdi.

Det dykkede indløb bør ikke være ført helt til bunden af bassinet, da det kan medføre ophvirvlen af sediment.

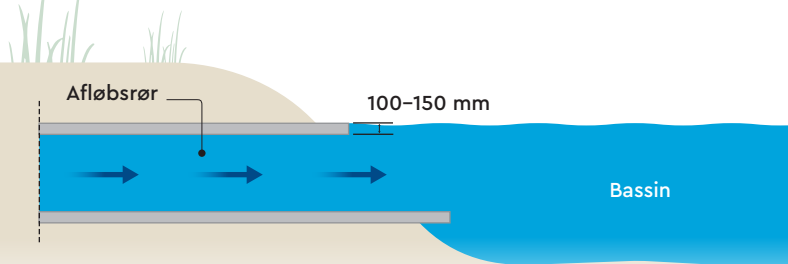
Selvom man ikke udfører et egentligt bygværk, kan man eventuel forankre indløbet med ballastering eller en mindre omkringstøbning med beton. Der er ingen indbygget erosionssikring af bassinbunden ved et direkte indløb. Det er derfor værd at overveje, om der bør udføres supplerende erosionssikring i form af fliser eller marksten lige uden for indløbet.



13.2 Dykket indløb uden bygværk

Tilløb kan udformes som et almindeligt afløbsrør, hvor tilløbet er dykket 10–15 cm under det permanente vandspejl målt fra overkanten af ledningen.

Det dykkede indløb bør ikke være ført helt til bunden af bassinet, da det kan medføre ophvirvlen af sediment.



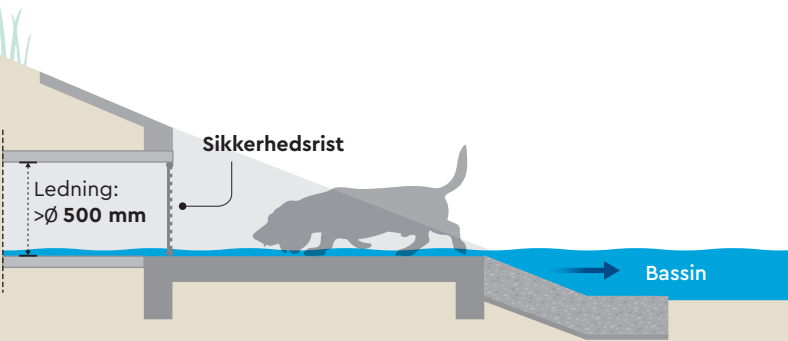
13.3 Frit indløb med bygværk

Som ved det dykkede indløb kan det direkte indløb udformes som et betonbygværk. Særlige omstændigheder kan gøre det relevant med et indløb, der er placeret over bassinets permanente vandspejl.

I tørre bassiner er dette selvfølgelig en forudsætning.

Denne løsning kan være en attraktiv mulighed ved større ledningsdimensioner ($>\varnothing 500$ mm), hvor man ønsker direkte indløb, men samtidig ønsker at sikre, at børn og dyr ikke kravler ind i røret. Det er enkelt f.eks. at tilføje sikkerhedsriste eller tremmer i et bygværk (se evt. afsnittet om sikkerhedsriste).

Et klart defineret bygværk giver mulighed for enkel inspektion og vedligeholdelse.

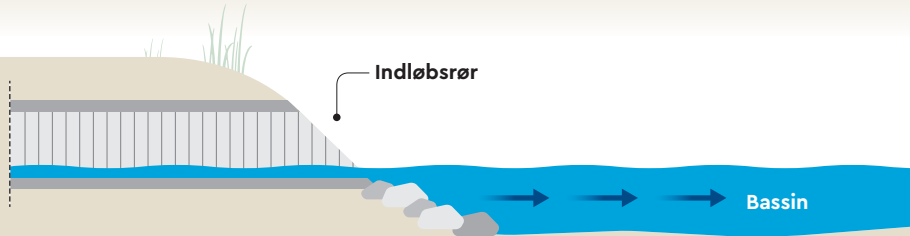


13.4 Frit indløb uden bygværk

Tilløb kan udformes som direkte indløb i bassinet og evt. forstærkes af store sten i bund og på siderne for at sikre indløbet og forebygge erosion af bassinbunden.

Tilløbet kan udformes som et indløbsrør, der kommer direkte ud af jorden eller som er indstøbt i beton for at forankre det.

Direkte indløb kan være en billig mulighed ved mindre ledningsdimensioner. Det kan være en udfordring at montere sikkerhedsriste osv. på direkte indløb, og de kan være besværlige at servicere. Det vil være en driftsmæssig fordel at have en nærtliggende servicebrønd på det tilløbende system, hvis man ønsker frit indløb – alene for lettere at kunne komme til at højtryksspule ledningen i tilfælde af driftsforstyrrelser.



FORDELE

Dykket indløb med bygværk

Dykket indløb 10–15 cm under vandspejl med bygværk.

Minimal ophvirvlen af bundfældet materiale. Mindsket erosion umiddelbart uden for indløbet. Mulighed for tilføjelse af f.eks. sikkerhedsrist.

Dykket indløb uden bygværk

Dykket indløb 10–15 cm under vandspejl uden bygværk.

Samme som dykket indløb med bygværk. Færre omkostninger end dykket indløb med bygværk.

Direkte indløb med bygværk

Direkte udløb over vandspejl med bygværk

Let at servicere.

Direkte indløb uden bygværk

Direkte udløb over vandspejl uden bygværk.

Billig løsning.

ULEMPER

Større anlægsomkostninger end uden bygværk.

Svært at lokalisere ved drift.

Risiko for erosion. Risiko for ophvirvlen af bundfældet materiale.

Risiko for ophvirvlen af sediment.

14. SPJÆLD

Placering: Relevant ved alle komponenter

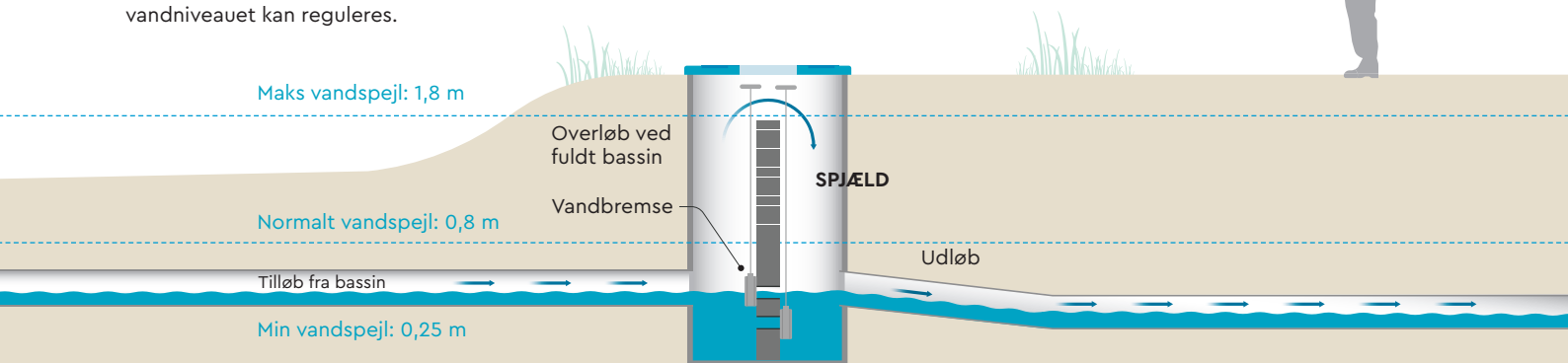
Et spjæld kan have til formål at lukke for ind- og udløb i tilfælde af, at bassinet bliver ramt af en forurening, eller hvis det skal oprensnes.

Derudover kan spjældet bruges til at regulere vandstanden f.eks. som forberedelse til regnskyl (dynamisk styring af bassinkapacitet).

Et spjæld skal serviceres jævnligt, og automatiske spjæld kan være dyre at sætte i drift. Til gengæld giver de mulighed for onlinemåling, hurtige handlemuligheder ved en forurening og fleksibilitet i brugen af bassinet, fordi vandniveauet kan reguleres.

Et spjæld kan også bruges til at tømme vandet ud af bassinet, og derved kan omkostningerne til oprensning nedbringes.

Det er muligt at etablere en regulær stemmeport, så man direkte kan styre niveauet i bassinet. Dette kan være relevant, hvis man ønsker dynamisk styring af sin bassinkapacitet.



Et spjæld kan udformes, så det kan styres ved håndkraft eller automatisk. Spjældet bør tilses og afprøves regelmæssigt.

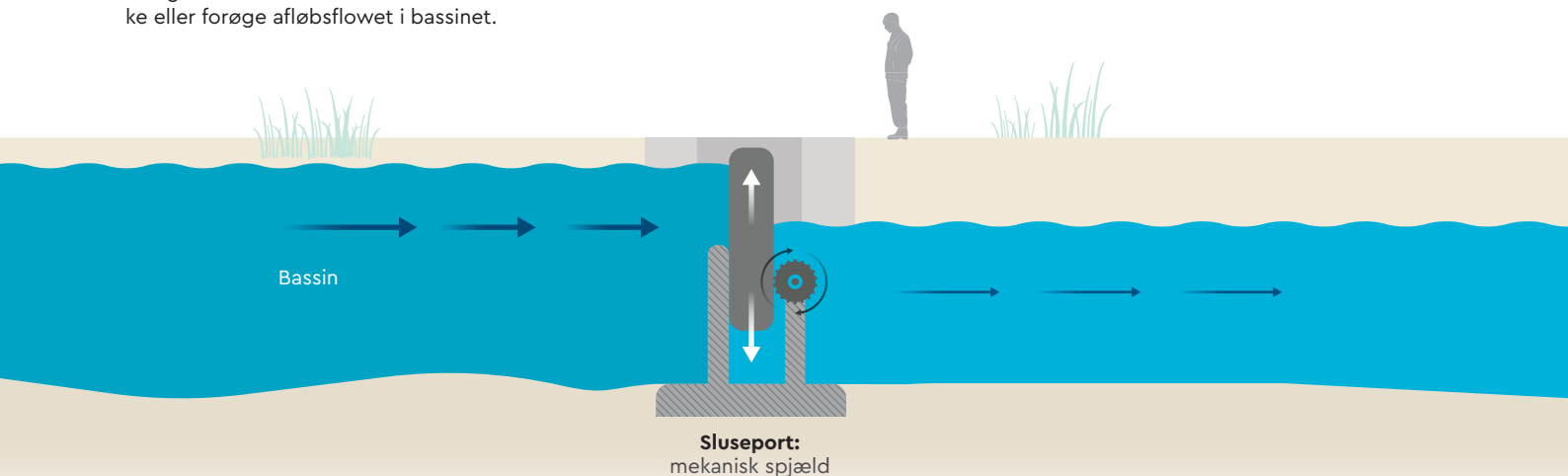
Spjældet kan være en enkelt spadeventil, der tillader, at man lukker et afløb til. Dette kan være relevant i tilfælde, hvor man opdager en forurening i bassinet, som man ikke ønsker at lede videre til recipienten.

Et spjæld kan også være et mere dynamisk system, der giver mulighed for at hæve eller sænke vandstanden eller indskrænke eller forøge afløbsflowet i bassinet.

Spjældet styres via automatik eller ved håndkraft.

Man kan også have spjæld, der giver mulighed for at tømme vandet af bassinet (eller sænke vandstanden til f.eks. 25 cm) i tilfælde af, at bassinet skal renses op. Det er alt andet lige nemmere end at skulle tømme bassinet med dykpumper.

Mulighederne er mange, og valget af spjæld afhænger fuldstændigt af, hvad formålet med spjældet er.

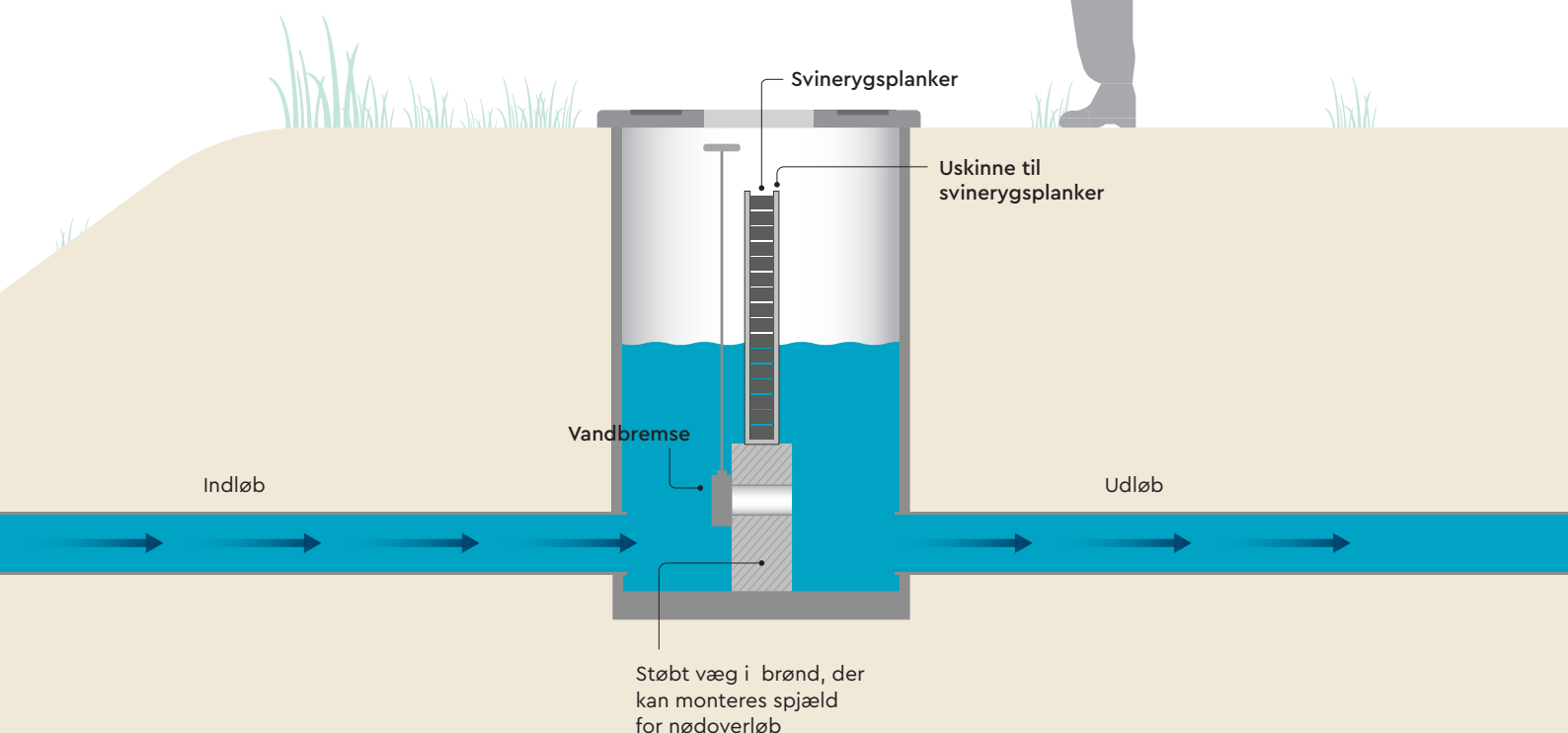


14.1 Svinerygsplanke

Svinerygsplanke er en billig løsning til at regulere vandspejl og/eller overløbskote i et bassin.

Plankerne kræver dog eftersyn, og at der er personel, ekstra planke og løftegrej på pladsen. Det er ikke muligt at regulere dem dynamisk.

Det er muligt at bruge andre materialer end de gammeldags planke, men begrebet er beholdt for genkendelsens skyld.



FORDELE

Manuelt spjæld til regulering og lukning af afløb

Enkel i brug.

Automatisk spjæld for regulering af vandstand i bassin

Mulighed for onlinestyling af vandstand.
Mulighed for dynamisk styring af magasinvolmen.
Intet behov for mandskab på pladsen i brugssituationen.

Svinerygsplanke

Stor variationsmulighed ift. regulering af vanddybde.
Enkel konstruktion.

ULEMPER

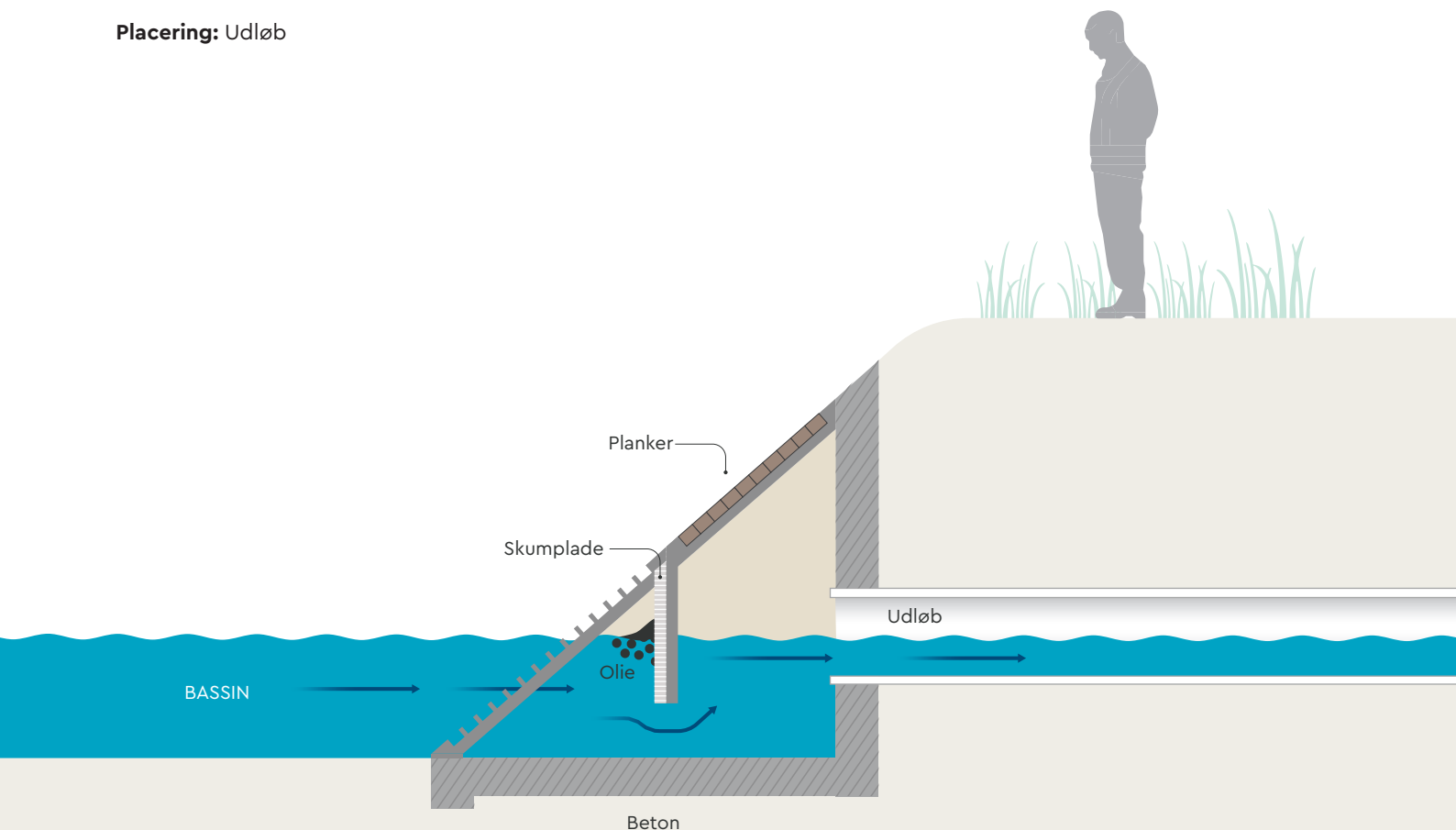
Servicekrævende.
Kræver personel på pladsen i brugssituationen.

Dyrt i anskaffelse.
Servicekrævende.
Risiko for driftssvigt.

Kræver personel på pladsen.
Kræver løftegrej på pladsen.

15. Udløbsbygværk

Placering: Udløb



Udløbsbygværker har til formål at sikre optimale driftsforhold.

Derudover kan der tilføjes komponenter, som hjælper med at tilbageholde sediment og grene mv.

Udløbsbygværket kan være forsynet med et spjæld til regulering af udløbsflowet, alternativt kan der anvendes en vandbremse.

Udløbsbygværket kan have en overløbsmulighed i maksimal vandspejlskote for afledning af større vandflow ved 5-års eller 10-års regnvandshændelser. Derudover kan der være monteret spjæld eller ventiler, som gør det muligt at sænke vandstanden til f.eks. 25 cm over bassinbund, så det bliver lettere at udføre periodiske oprensninger af bassinet.

Et udløbsbygværk kan f.eks. være en betonbrønd på typisk Ø1250–2000 mm eller et in-situ støbt eller præfabrikeret betonbygværk.

I områder, hvor det æstetiske udtryk er væsentligt (f.eks. ved åbne, våde bassiner med flade skrænter, placeret i forbindelse med et rekreativt område), kan man med fordel afveje bygværkets udformning i forhold til det omkringliggende område.

Hvis der er servicekrævende komponenter indbygget i udløbsbygværket – eller man ønsker muligheden for at tilføje disse senere – bør man endvidere overveje, hvordan man efterfølgende skal kunne få f.eks. en bil med kran eller en slamsuger hen til bygværket.

Et udløbsbygværk kan udformes på mange forskellige måder alt efter, hvilke yderligere komponenter man eventuelt ønsker at tilføje, men bygværket kræver som udgangspunkt altid service og tilsyn.

Endelig skal man overveje placeringen af udløbsbygværket i forhold til placeringen af indløbet – vandets vej i bassinet skal ideelt set være så lang som mulig, for at bundfældningen af suspenderede stoffer er så stor som mulig.

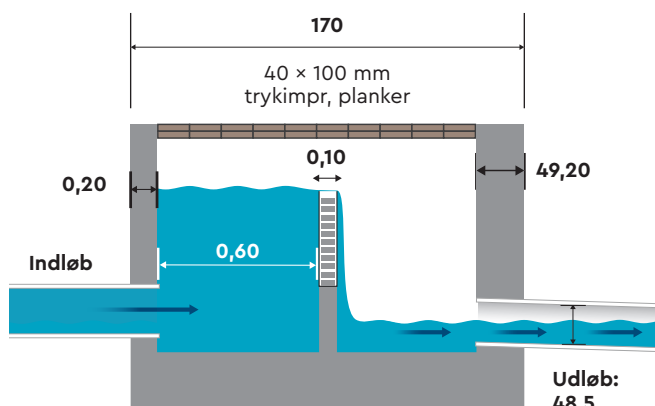
15.1 Udløb via betonbygværk

Udløbet kan udføres med et præfabrikeret eller in situ-støbt bygværk i beton. Udløbsbygværker kan udformes på mange forskellige måder.

Helt enkle som et firkantet bygværk med overløbskant og/eller mulighed for at installere spjæld eller vandbremse eller som større konstruktioner med skumplader, sikkerhedsriste osv.

Væsentligst i konstruktionen er, at det skal være let at tilse og servicere anlægget.

Det bør på forhånd overvejes, om der fra start skal installeres yderligere komponenter i udløbet, eller om man eventuelt vil forberede bygværket på senere installationer.



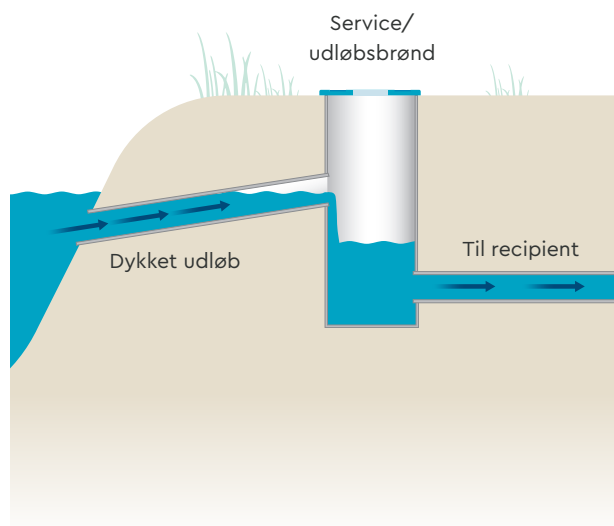
15.2 Udløb via brønd

En brønd kan være et prisbilligt alternativ til et egentligt bygværk. Det anbefales dog at sikre pladsforhold til installation og drift af eventuelle komponenter.

Selv i en situation, hvor der ikke stilles de store krav til bassinet i forhold til rensning eller regulering af afløbsflowet, er det væsentligt at have mulighed for at kunne gå ind og lukke afløbet fra bassinet i tilfælde af en forurening.

Der kan – også i en brønd – installeres et spjæld eller en spadeventil. Det kan også være relevant blot at have brønden, så der er mulighed for at manuelt at gå ned og sætte en afspærringsballon/bolt i afløbet.

Der kan samtidig være situationer, hvor det er nødvendigt at spule fra udløbsbrønd tilbage til udløbet i bassinet i tilfælde af tilstopninger.



FORDELE

Udløb via præfabrikeret bygværk

Giver mulighed for at forbedre tilsyns- og servicemuligheder. Mulighed for tilknytning af flere komponenter.

Udløb via brønd

Billigere alternativ til et bygværk.

ULEMPER

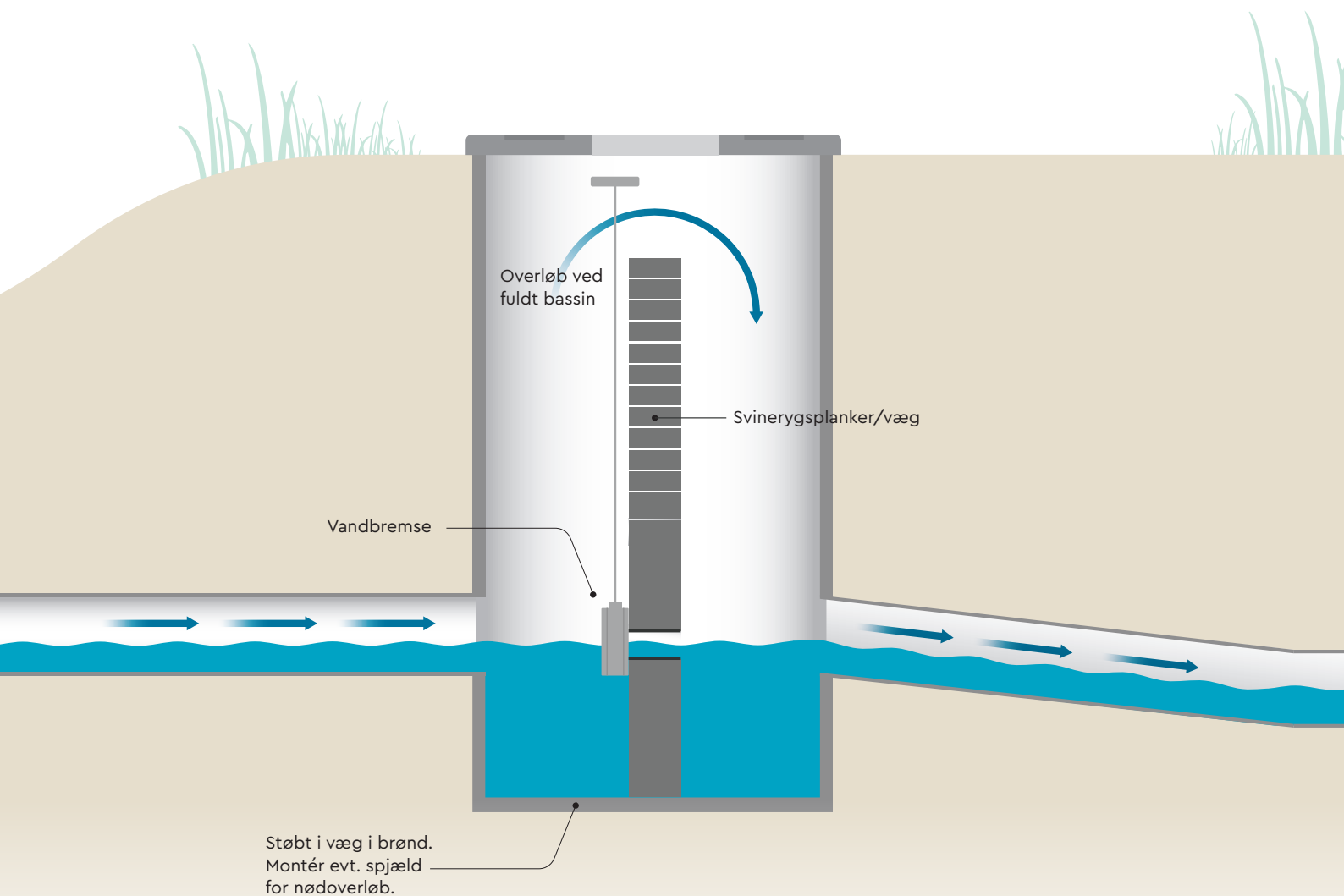
Relativt store anlægs-omkostninger.

Begrænset plads til komponenter.

16. Vandbremse

Placering: Udløb

En vandbremse er med til at nedrosle et afløb til et bestemt maksimalt flow, som typisk er givet ud fra udledningstilladelsen eller kapaciteten nedstrøms i ledningssystemet. Det betyder, at antallet af overløb i det modtagende system kan mindskes, og at udløbet nemt kan tilpasses til f.eks. ændrede vejrforhold. Vandbremsen skal tilses jævnligt.

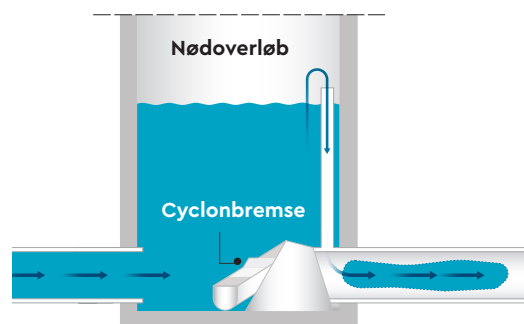


16.1 Afløbsregulator

Man kan på afløbet installere en afløbsregulator som f.eks. en cyclonbremse.

Disse kan fås med et fast defineret max-flow. Der er tale om noget nær en plug and play løsning.

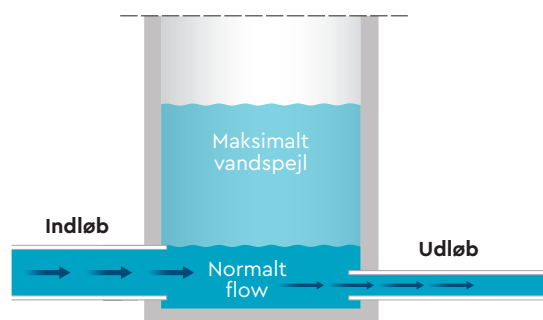
Man får et produkt, der på forhånd er indstillet til det ønskede flow, og som blot skal monteres og efterfølgende serviceres. Hvis forholdene eller kravene efterfølgende ændres, kan man let afmontere eller udskifte vandbremsen.



16.2 Drosselledning

Det er muligt at reducere afgangflowet ved at etablere afløbet som en ledning i en dimension og med et fald, som ifølge beregningerne kun kan føre den tilladte afløbsmængde.

Det kræver dimensionering og præcision i udførelsen. Det er ikke så ligetil at ændre konstruktionen, hvis krav eller forhold ændrer sig. Til gengæld er det en billigere løsning end en egentlig afløbsregulator.



16.3 Variabelt afløb

I stedet for en traditionel vandbremse, kan der etableres et udløbsbygværk, hvor udløbet styres af udløb i forskellige niveauer, altså variabelt udløb.

Grundtanken med et variabelt udløb er at forsøge at efterligne den naturlige afstrømning til et vandløb i et opland uden bebyggelse, hvor afstrømningen til vandløbet vil variere afhængig af nedbøren der falder i oplandet.

Et variabelt udløb, er et udløb, hvor udløbsvandføringen øges i takt med at gentagelsesperioden øges. På den måde reduceres hyppigheden for overløb fra bassinet, der kan skade vandløbet eller omgivelserne. Man vil desuden undgå at etablere meget store bassiner, hvor vandet har en lang opholdstid. Lang opholdstid i bassiner vil især i årets varme måneder betyde at vandtemperaturen stiger væsentlig med deraf følgende dårlig vandkvalitet – begge dele vil påvirke recipienten negativt.

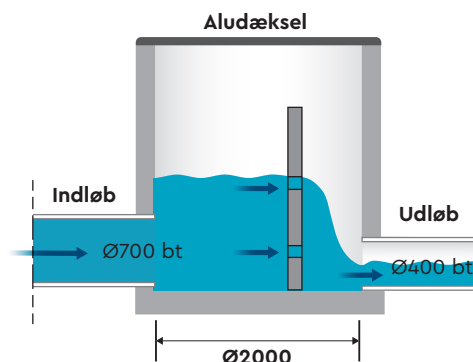
De steder hvor man har lange måleserier for vandføringen i vandløbet kan der skabes en klarhed over gentagelsesperioden for vandføringen i vandløbet, som kan bruges når der etableres regnvandsbassiner i et vandløbsopland. I vandløbsoplande, hvor man ikke har vandføringsmålinger, må der arbejdes på at skabe en simpel fremgangsmåde, f.eks. afhængig af hydrologiske forhold.

Ved dimensionering af bassiner kan de grønne områder indgå, f.eks. med en meget lav befæstelsesgrad og/eller et stort initialtab.

Et eksempel på et variabelt udløb kan være at ramme en variation som beskrevet i nedenstående (dette skal dog afklares med den pågældende myndighed):

T < 5 år – 1,0 l/s/ha
T = 5-10 år – 1,5 l/s/ha
T > 10 år – 2,0 l/s/ha

For at vise effekten og udføre en beregning for variable udløb og for at kunne sætte gentagelsesperiode på vandstanden opstillet der en MIKE URBAN model. Der gennemføres en LTS beregning med historiske regnhændelser og valgte sikkerhedsfaktorer. LTS beregningen er en langtidssimulering i MIKE URBAN på baggrund af en udvalgt historisk regnserie.



FORDELE

ULEMPER

Afløbsregulator

Fleksibilitet – regulatoren kan skiftes eller fjernes om nødvendigt.

Mulighed for tilstopning.

Drosselledning

Lille anlægsomkostning.

Manglende fleksibilitet i konstruktionen.

Variabelt afløb

Lavpraktisk løsning, nemt at drifte, mindre bassinvolumen.

Kræver en hydraulisk beregning.

17. Prøvetagningsbrønd

Placering: Kan være relevant både ved indløb og udløb

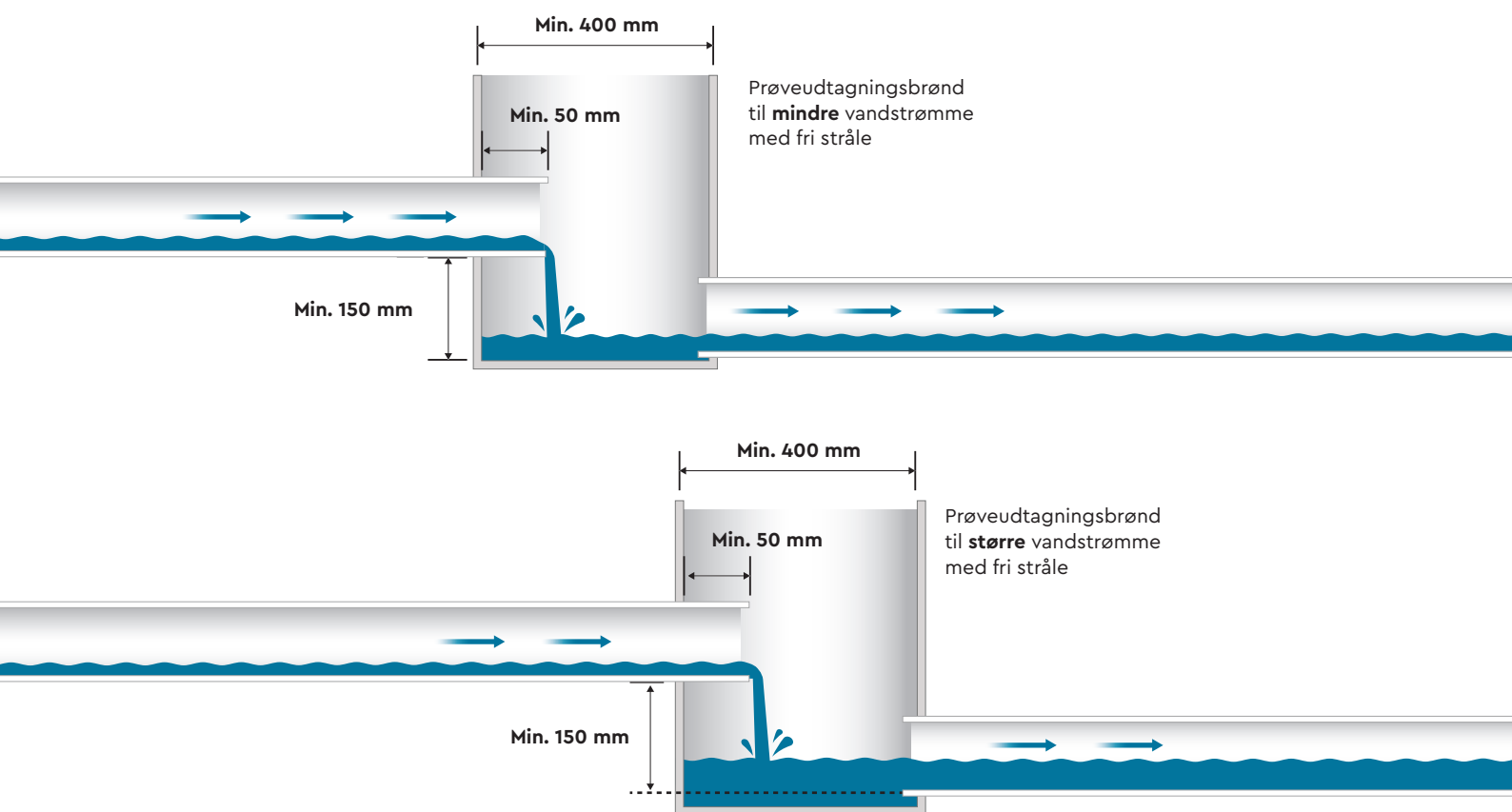
En **prøvetagningsbrønd** er primært relevant, hvor myndigheden har stillet specifikke krav til dokumentation for sammensætning af de udledte vandmængder.

En prøvetagningsbrønd giver mulighed for, at der kan udtages en repræsentativ vandprøve fra bassinets ind- eller udløbsside. Den repræsentative øjebliksprøve skal kunne tages fra en frit faldende vandstråle.

For at prøveudtagning bliver mulig, skal brønden have en

diameter på minimum 400 mm, så vandstrålen ikke kan ramme brøndvæggen. Ved større vandstrømme skal brøndens størrelse og udformning tilpasses, så prøvetagning er mulig. Servicebrønden anvendes ved særlige forhold.

Det bør være fysisk muligt at komme til at tage vandprøven. Hvis brønden er for dyb, skal der måske bruges redskaber til prøvetagning.



FORDELE

ULEMPER

Brønd til mindre vandstrømme

Enkel konstruktion.

Ingen.

Brønd til større vandstrømme

Mulighed for at tage vandprøver

Risiko for tilsanding i vandfasen.

18. Nødoverløb

Placering: I forbindelse med udløb eller nær ved recipient.

Nødafløb/overløb etableres for at kunne styre, hvor vandet løber hen i tilfælde af en regnhændelse, der overstiger bassinets kapacitet.

Nødafløb handler altså om styring af maksimalt vandstandsni-veau i et bassin.

Nødafløb/overløb kan udføres på flere forskellige måder. Det kan indgå integreret i et udløbsbygværk/en udløbsbrønd, være en selvstændig afløbsbrønd adskilt fra udløbet eller helt enkelt være en rende eller kanal i den laveste del af kronekan-ten, der leder vandet videre, inden bassinet løber helt over.

Er nødafløbet forsynet med riste, skal disse tilses jævnligt ligesom øvrige riste i systemet.

Nødafløb kan i nogle tilfælde medføre overbelastning nedstrøms, hvis afløbet fører til kloak eller recipient. Strømningsveje ved overløb skal derfor indtænkes i forbindel-se med etablering af nødoverløbet især i boligområder.

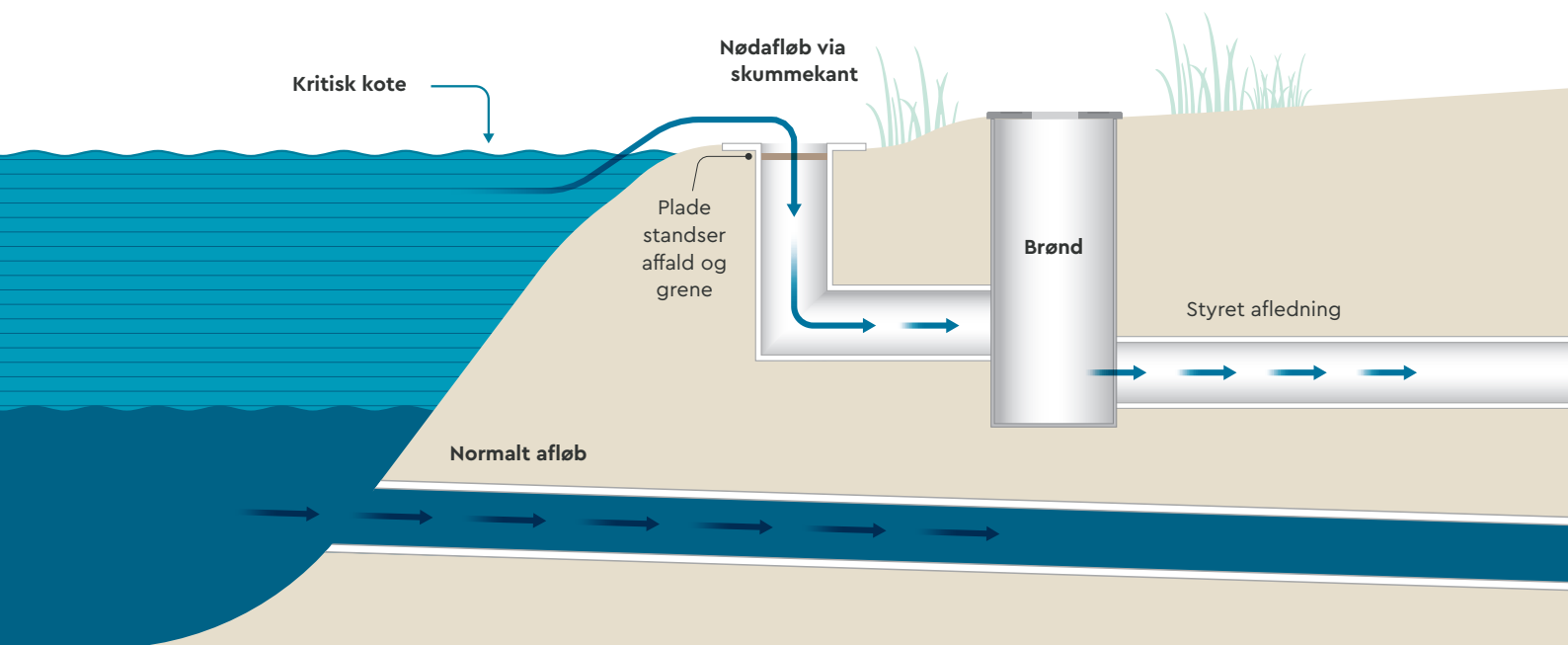
Man bør derfor altid i planlægningen overveje worst case scenarier, når bassinets kapacitet overskrides.

Det er en individuel vurdering fra gang til gang, om man bedre kan tåle oversvømmelser af bassinets umiddelbare naboer end forøgede belastninger nedstrøms. I nogle tilfælde kan der formentlig findes et scenarie, hvor et overløb er relativt harmløst, men ofte er det en afvejning af, hvilke gener man bedst kan tåle.

Man bør i øvrigt overveje, hvad der sker med evt. oliefilm i bassinet ved nødoverløb, og om der evt. skal være mulighed for helt at standse afløbet i en forureningssituation.

Hvis der er oliefilm i bassinet, og vandet ved et overløb blot løber ned i en kuppelrist eller via en åben rende, vil oliefilmen følge med, medmindre man aktivt gør noget i udformningen for at forhindre det (skummekanter eller lignende).

Man kan eksempelvis etablere skummekanter på både overløbsbrønde og åbne render. Det vil kræve helt konkrete vurderinger fra gang til gang, hvad der kan lade sig gøre.

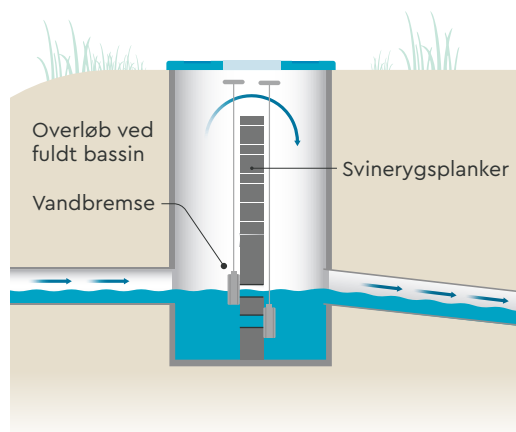


18.1 Integreret nødoverløb i udløbsbygværk eller lignende

Et nødoverløb kan etableres enkelt ved at have et ekstra udløbsrør i en reguleringsbrønd, udløbsbygværk eller lignende.

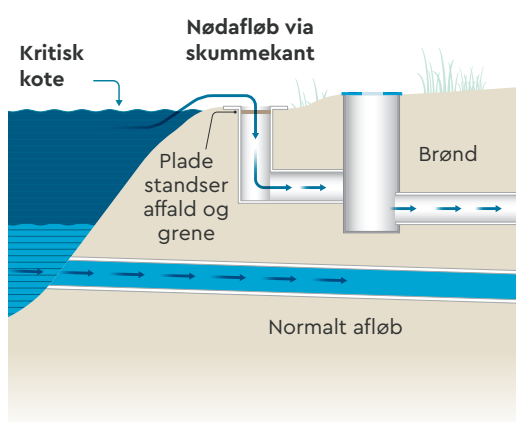
Nødoverløbet kan da lede til anden recipient end det normale afløb eller være et større rør til samme recipient, hvis miljømyndigheden tillader større afledning i ekstreme situationer.

Det bør overvejes, hvordan man kan komme til at efterse og vedligeholde overløbet og eventuelle riste eller skummekanter forbundet med det.



18.2 Særskilt nødoverløb

Det kan være en fordel at etablere nødoverløbet som en særskilt brønd eller bygværk, hvis afløbsmuligheden ligger i en anden retning end det normale afløb. Her kan afløbet relativt enkelt udformes som en brøndbund med brøndringe, hvor øverste brøndring er ført op i kritisk kote. Denne løsning kan f.eks. tilføjes en skummekant, så man hindrer, at oliefilm og flydestoffer føres med overløbsvandet til recipienten.



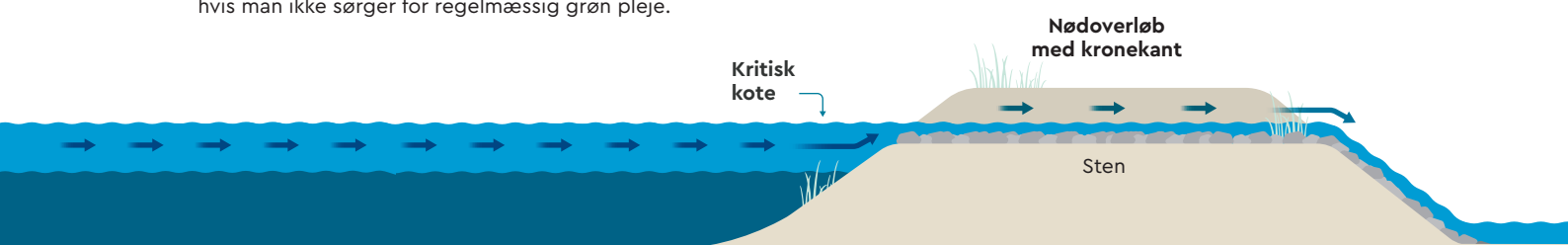
18.3 Nødoverløb over kronekant

Hvis der umiddelbart op til bassinet er arealer eller et vandløb, der kan oversvømmes, kan et nødoverløb etableres ved enten at sænke en del af kronekanten eller lave en decideret rende i kronekanten, så vandet ved en kritisk kote vil gå i kontrolleret overløb mod de tilstødende arealer/recipient.

Det er i sådanne situationer, man kan tale om klimatilpasningsløsninger (se side 26).

Den åbne rende kan udformes enten naturligt som en fordybning tilsæt med græs, forstærket med marksten eller sat i beton eller som en egentlig kanal i f.eks. beton. Det er en afvejning fra gang til gang, hvilket æstetisk udtryk man ønsker, og hvilken form for vedligeholdelse man kan og vil udføre.

En overløbsrende i jord og græs har f.eks. risiko for at gro til, hvis man ikke sørger for regelmæssig grøn pleje.



FORDELE

ULEMPER

Afløb integreret i reguleringsbrønd, udløbsbygværk eller lignende

Kompakt konstruktion.

Kan være problematisk at efterse og vedligeholde.

Særskilt nødafløb

Lettere vedligehold.

Større anlægsomkostninger end en integreret løsning.

Åben rende over kronekant eller lignende

Ingen servicekrævende komponenter.
Billig i anlæg.

Kan ændre det æstetiske udtryk.
Begrænsede muligheder for at styre eller standse vandet.

19. Kontraktapper

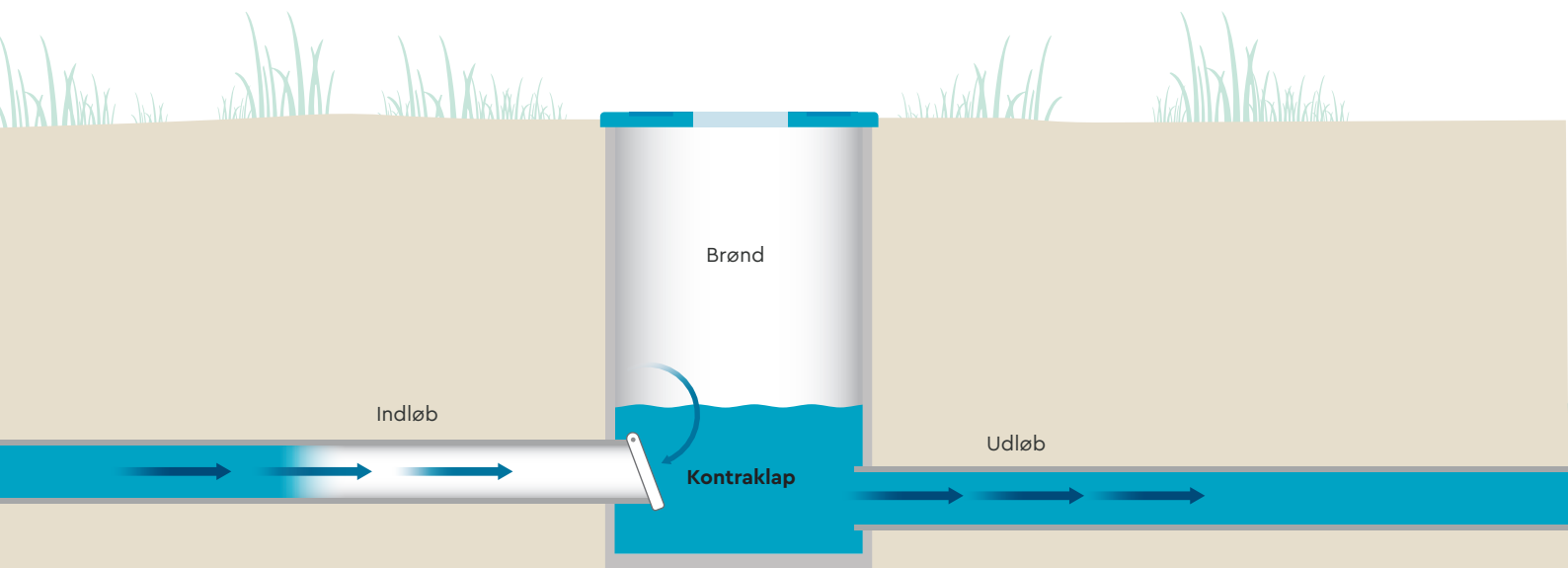
Placering: Udløb

Hvis der er risiko for eller mistanke om, at vandspejlet i kloakken eller recipienten i perioder bliver højere end vandspejlet i bassinet, kan udløbet og nødoverløbet forsynes med en **kontraktap** for at forhindre tilbagestuvning af regnvand eller recipientvand til bassinet.

Kontraktapper kræver regelmæssige eftersyn, afprøvning og evt. smøring af hængsler. Brønden eller bygværket, hvor

kontraktapperne skal monteres, bør indrettes, så det er let at servicere.

Urenheder ved klap eller fatning kan forhindre, at klappen kan lukke tæt.



FORDELE

Kontraktapper

Mindsker risici for tilbagestuvning til bassin

ULEMPER

Servicekrævende

20. SIKKERHEDSFORANSTALTNINGER

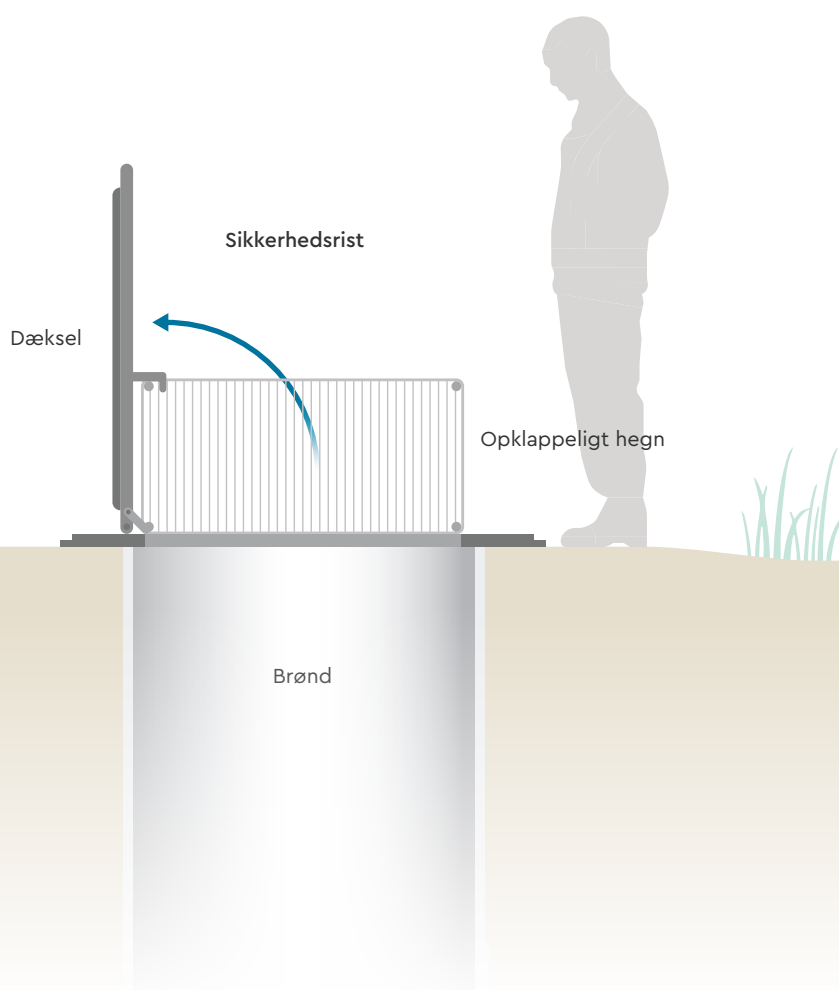
Placering: Relevant ved alle komponenter

Sikkerhedsforanstaltningerne vedrørende et bassin sikrer, at hverken besøgende, der bruger bassinet som rekreativt område, medarbejdere ved forsyningerne eller entreprenører kommer til skade.

Kravene i kloakbekendtgørelsen (Arbejdstilsynets "Bekendtgørelse om kloak arbejde mv.") er gældende for bygværker og brønde, der etableres

i forbindelse med bassiner.

I denne bekendtgørelse findes krav til adgangsveje, frie åbninger, indretning af dæksler og lemme osv.



20.1 Anlæg 1:5 eller fladere på skrænter

Hvor det er muligt anlægges skrænter til våde bassiner med en hældning på 1:5 eller fladere. Dette sikrer, at det er muligt at komme op hvis man skulle falde i vandet. Det kan være nødvendigt at etablere bassinet med et stejle anlæg, for eksempel på grund af terrænforskel eller pladsmangel.

I sådanne tilfælde vil det være en god ide, af sikkerhedsmæssige årsager, at etablere plateauer rundt om den våde del.

20.2 Indhegning af bassin

Ved stejle skrænter kan der etableres hegn om bassinet. Et hegn på ca. 1 m i højden vil ofte være tilstrækkeligt til at holde uvedkommende væk fra bassinet.

Ved etablering er det vigtigt at indpasse bassinets udseende til det omkringliggende areal. I områder tæt ved børnehaver, dagplejere og legepladser mv. er der måske ønsket om, at bassinet hegnes ind.

I villakvarterer kan bassinet måske indgå som et rekreativt element, uden hegn og med flade skråninger, og på markjorder udenfor byerne vil det måske være mere det tekniske anlæg, der er i fokus, dvs. stejle anlæg og hegning.

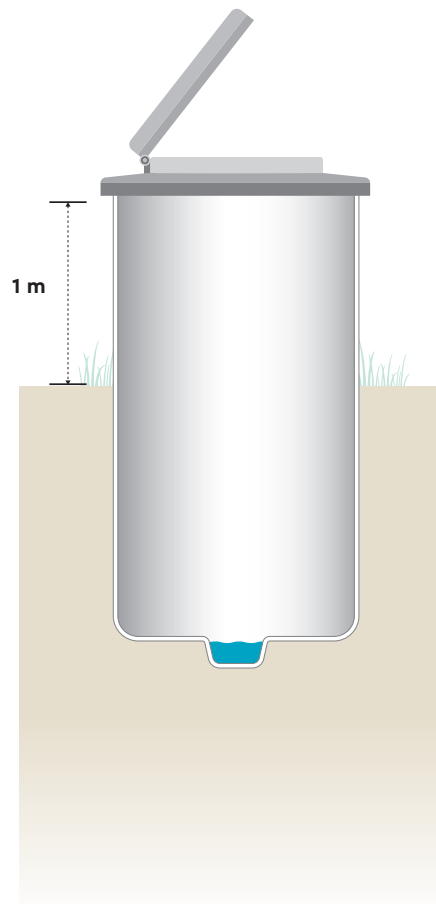
Det anbefales under alle omstændigheder at afklare bassinets indpasning i nærmiljøet tidligt i processen, med inddragelse af såvel kommune som lokale interessenter (grundejerforeninger, umiddelbare naboer osv.), da det er væsentligt i forhold til udformningen af bassinet.

20.3 Dækslers udformning, herunder sikkerhedsriste

Ved bygværker og brønde med dæksler kan der etableres sikkerhedsriste for at minimere risikoen for, at medarbejdere falder ned i brøndene under service eller vedligehold på arealet. Ristene bør etableres efter samme retningslinjer som normale sikkerhedsriste ved f.eks. pumpestationer og lignende. Dæksler, der sikrer tilgængelighed, skal desuden afpasses efter det maksimale antal kg, som en medarbejder må løfte. Det kan være en idé at hæve kanten på brønde og bygværker ca. 1 meter over terræn. Dette minimerer risikoen for at falde ned i brønden. I kloakbekendtgørelsen er der stillet konkrete krav til dækslernes udformning og indretning.

20.4 Sikkerhedsriste ved indløb/udløb

Hvor man ønsker at minimere risikoen for, at dyr og børn kan kravle ind i ind- eller udløb, kan det være en løsning at montere sikkerhedsriste foran ind- og/eller udløbsrøret. Tremmeafstanden i sikkerhedsristene skal svare til formålet. Hvis formålet er en grovrensning af f.eks. grene og blade, skal tremmeafstanden være relativt lille (f.eks. 1 cm), mens den for sikkerhedsriste kan være noget større (f.eks. 10–25 cm). Det bør overvejes, hvilket opland der er opstrøms bassinet. Jo mindre tremmeafstand, jo større risiko for tilstopning af risten.



FORDELE

ULEMPER

Anlæg 1:5 eller fladere på skrænter

Minimerer behov for f.eks. hegn. Giver et naturligt udseende.

Kræver meget plads.

Hegn rundt om bassin

Sikrer mod uvedkommende adgang.

Kan give falsk tryghed – bortset fra mindre børn vil de, der gerne vil ind, kunne komme ind.

Dækslers udformning herunder sikkerhedsriste

Minimerer risici for faldskader ved åbning af dæksler osv.

Kræver tilsyn/service.

Riste ved indløb/udløb

Hindrer smådyr og børn i at gå ind i afløbssystemet.

Kan stoppe til. Kræver tilsyn og oprensning.

21. Kildeliste

21.1 Litteratur

- A Handbook of Constructed Wetland, Luise Davis, 1995
- Arbejdstilsynets bekendtgørelse om kloakarbejde (nr. 473)
- Bekendtgørelse af museumsloven
- Borger i klimatilpasning, økonomi, organisation og konkrete eksempler sep. 2014, Haveselskabet.
- Faktablad om dimensionering af større infiltrationsbassiner, Aalborg Universitet, 2012 - Lukkede bassiner.
- LAR-metodekatalog, bla. Aalborg Kommune, september 2016
- Melbourne Water, Constructed wetlands design manual, 2017
- Melbourne water corporation, Report for Kelletts Roads wetland, detailed design 2009.
- Faktablad om dimensionering af våde regnvandsbassiner, Aalborg Universitet 2012
- Våde bassiner og damme, LAR metodekatalog Aarhus kommune, oktober 2011
- Lukkede bassiner, LAR metodekatalog Aarhus kommune, oktober 2011
- Åbne sandfang, LAR metodekatalog Aalborg kommune, september 2016
- Sandfangsbrønde, LAR metodekatalog, Aalborg kommune, september 2016
- Lukkede bassiner, LAR metodekatalog, Aalborg kommune, september 2016
- DANVA vejledning nr. 97 Drift og vedligehold af regnvandsbassiner, 2016
- Tørre bassiner, Københavns kommune, december 2011
- Vejledning i etablering og pleje af vådområder, Naturstyrelsen, 2017

21.2 Links

klimatilpasning.dk
laridanmark.dk
life-treasure.dk
separatvand.dk
teknologisk.dk
vejdirektoratet.dk

21.3 Øvrige links

Rørcenteranvisninger fra teknologisk institut