

Dimensionering og design af våde regnvandsbassiner

Administrationspraksis for Skanderborg Kommune



Titel: Dimensionering af våde regnvandsbassiner

Udgiver: Skanderborg Kommune

Udgivelsesår: 2022

Revideret: November 2022

Tekst: Skanderborg Kommune, Vand og Natur

INDHOLDSFORTEGNELSE

1	INDLEDNING	3
2	PLANLÆGNING AF REGNVANDSBASSIN	4
2.1	Placering af regnvandsbassin	4
2.2	Myndighedsforhold	5
3	DIMENSIONERING AF REGNVANDSBASSIN.....	6
3.1	Dimensionering af vådvolumen	6
3.2	Dimensionering af forsinkelsesvolumen	7
3.3	Sandfang (forbassin)	8
4	BASSINUDFORMNING	8
4.1	Generelt	8
4.2	Bassinbund	8
4.3	Længde-bredde forhold	9
4.4	Vanddybde	9
4.5	Skråningsanlæg	10
4.6	Hegn	10
4.7	Beplantning	10
4.8	Tilkørsel og adgangsforhold.....	10
5	BYGVÆRKER	11
5.1	Indløb	11
5.2	Udløb.....	11
5.3	Udløbsbrønd/udløbsregulering	11
5.4	Udløb til recipient	12
5.5	Overløb.....	12
6	DRIFT OG VEDLIGEHOLDELSE	12
6.1	Oprensning af bassin	13
6.2	Bortskaffelse af sediment	13
BILAG A: IN-SITU-LERMEMBRAN (INTAKTE LERAFLEJRINGER).....		15
BILAG B: UDLAGT LERMEMBRAN		17
BILAG C: BENTONIT MEMBRAN		19

1 Indledning

Formålet med våde regnvandsbassiner er at begrænse gener fra separat regnvandsudledning til recipienterne. Generne kan inddeles i to kategorier:

- Hydraulisk relaterede gener som f.eks. oversvømmelse eller erosion og forringelse af de fysiske forhold i vandløbene.
- Udledning af forurenende stoffer til vandmiljøet som tungmetaller, olie, næringssalte og miljøfremmede stoffer

For at kompensere for disse uønskede bivirkninger anlægges der kombinerede rens- og forsinkelsesbassiner.

Regnvandsbassinerne har således to funktioner:

- Midlertidig forsinkelse af regnvandet før udløb til recipient, og udledning i en takt der gør, at vandløbets hydrauliske kapacitet respekteres.
- Tilbageholdelse af en del af de forurenende bundfældelige stoffer og flydestoffer som tungmetaller, olie og miljøfremmede stoffer inden udledning til recipienten ved sedimentation og omsætning.

Et vådt regnvandsbassin designes til at sikre en opholdstid for vand og stof, der tillader naturlige rensprocesser at forløbe. Processerne er sammenlignelige med dem der foregår i en mindre sø, så som bundfældning, planteoptag og biologisk nedbrydning af bioomsættelige stoffer. Den vigtigste rensproces i et vådt regnvandsbassin er sedimentation og akkumulering i bundsedimentet. Det tilstrømmende vand fra byområderne indeholder partikler i forskellig størrelse, hvoraf de tungeste vil bundfælde. Hvilke partikelfraktioner der sedimenterer bestemmes af hydrauliske forhold i bassinet, såvel som vandets opholdstid.

Der er gennem de senere år truffet en række afgørelser i Natur- og Miljøklagenævnet vedrørende den hydrauliske og stofmæssige belastning af vandløb fra regnbetingede udløb. Klagenævnet fastslår at forsinkelsesbassinerne skal leve op til kravene om BAT (bedst tilgængelige teknik). For at opfylde BAT kravene, hvad angår rensningen, henviser klagenævnet til "Faktablad om dimensionering af våde regnvandsbassiner", Ålborg Universitet 2012. Heraf fremgår det bl.a. at vådvolumen i forsinkelsesbassiner ifølge den nyeste forskning bør dimensioneres til at udgøre 200-300 m³ pr. reduceret ha, og have en permanent vanddybde på 1-1,5 meter, for at bassinet kan opnå den ønskede renseseffekt.

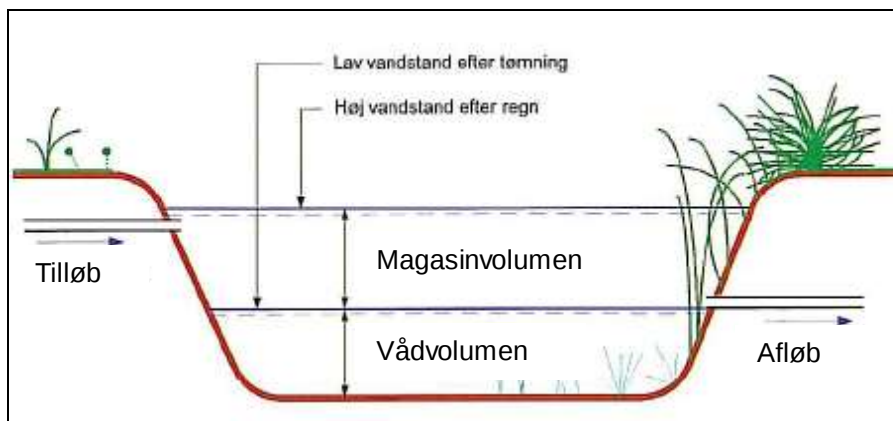
Afhjælpning af hydrauliske gener kræver, at det afstrømmende regnvand forsinkes på sin vej til recipienten. Regnvandet magasineres midlertidigt i bassinet og afledes til recipienten i en takt, der er hensigtsmæssig for den givne recipient. Forsinkelsesvolumenet kan f.eks. beregnes sådan som det er beskrevet i Spildevandskomiteens skrifter om dette emne, eller i diverse lærebøger.

Udarbejdelse af nærværende administrationspraksis har til formål at guide, fastlægge og ensarte dimensioneringsprocessen og udformning af regnvandsbassiner i Skanderborg Kommune.

Overordnet udformning af regnvandsbassiner

Som udgangspunkt etableres nye regnvandsbassiner som våde bassiner, hvilket betyder, at bassinerne anlægges med et permanent vandspejl (vådvolumen), samt et

forsinkelses/magasinvolumen (til udligning af regnvandsafstrømning). I nedenstående figurer er vist en principskitse af et regnvandsbassin.



Figur 1: *Principskitse af regnvandsbassin*

Regnvandsbassinerne er tekniske anlæg, men de kan også være med til at skabe rekreative, æstetiske eller naturmæssige værdier. Disse formål er dog typisk sekundære i forhold til rensning og hydraulisk forsinkelse. Men som udgangspunkt skal bassinerne udformes så de har struktur og udformning som en lavvandet sø.

2 Planlægning af regnvandsbassin

2.1 Placering af regnvandsbassin

Den fysiske placering af regnvandsbassiner skal indledningsvist afklares i samarbejde med Skanderborg Kommune.

Det bør generelt tilsigtes at undgå placering af bassinanlæg i følgende områder:

- Beskyttede naturtyper (enge, vandhuller, heder, moser, strandenge og overdrev omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3).
- Tæt på fortidsminder
- I fredede arealer.
- I boringsnære beskyttelses-områder (BNBO) og områder med målrettet grundvandsbeskyttelse.

Specielt skal man være opmærksom på beskyttede naturtyper, hvor der normalt ikke kan gives tilladelse til regnvandsbassiner. En vejledende udpegning af beskyttede arealer (§ 3 arealer) kan findes på www.arealinfo.dk eller Skanderborg Kommunes hjemmeside.

Skanderborg Kommune, Vand og Natur kan evt. på baggrund af en besigtigelse af området vurdere, hvorvidt det givne område er et beskyttet naturområde.

Det anbefales derfor indledningsvist at tage kontakt til kommunen for at afklare, hvorvidt det areal, hvor bassinet ønskes placeret, er omfattet af naturbeskyttelsesloven eller underlagt andre restriktioner.

2.2 Myndighedsforhold

Ved hvert anlægsprojekt skal en række lovgivningsmæssige forhold afklares:

Spildevandsplan

Bassinet skal fremgå af spildevandsplanen eller et tillæg hertil.

Arealer der berøres af et kloakprojekt, skal være omfattet af spildevandsplanen, eller et tillæg hertil før projektet kan gennemføres.

Udledningstilladelse

Udledningstilladelse skal foreligge før opstart af anlægsarbejder og før bassinet tages i brug.

Ansøgning om udledningstilladelse skal bl.a. indeholde følgende:

- Beskrivelse af projektet.
- Data om opland (oplandstype, oplandsareal, befæstelsesgrad, hydrologisk reduktionsfaktor, klimafaktor).
- Data om bassin og udløb (bassinnummer, udløbsnummer, udløbsflow, gentagelsesperiode for overskridelse af udløbsflowkrav, forsinkelsesvolumen, vådvolumen, sandfang, olieudskiller og afspærringsmulighed, metode for flowregulering, overløbsfunktion, bassinudformning og udløbsudformning).
- UTM-koordinater for bassin og udløbspunkt.

Skanderborg Kommune har udarbejdet et ansøgningsskema, som skal udfyldes og indsendes til Skanderborg Kommune, Vand og Natur (E-mail: overfladevand@skanderborg.dk)

Landzonetilladelse

Der skal ansøges om landzonetilladelse efter planloven, hvis bassinet ønskes anlagt i landzone, og der ikke er udarbejdet en lokalplan for området, da der er tale om ændret arealanvendelse. Der ansøges om dette samtidigt med ansøgning om udledningstilladelse.

Tilladelse til jordflytning

Som udgangspunkt kan eventuel ren overskudsjord ved udgravning af bassinet planeres ud omkring bassinet, så terrænet stadig fremstår naturligt. Alternativt skal jorden køres væk, hvilket kræver en tilladelse, samt en dokumentation af jordens kvalitet. Skanderborg Kommune, Vand og Natur skal kontaktes i denne forbindelse og jordflytningen skal anmeldes via FlytJord.dk.

Overskudsjorden må ikke udlægges på arealer omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3.

Grundvandssænkning

Er en grundvandssænkning påkrævet i forbindelse med anlægsarbejdet, skal Skanderborg Kommune, Vand og Natur kontaktes. En grundvandssænkning kan kræve en tilladelse efter vandforsyningslovens § 26, hvis den oppumpede mængde er større end 100.000 m³/år. Hvis vandet ønskes udledt til recipient kræver det desuden en udledningstilladelse efter miljøbeskyttelseslovens § 28.

Orientering af museum

Forud for opstart af anlægsarbejder orienteres Skanderborg Museum herom.

Det noteres, at bygherre betaler eventuelle omkostninger til udgravninger, hvis det viser sig, at der er arkæologiske interesser i området.

Gennemførelse af åstedsforretning

Ved placering af bassinanlæg på anden mands grund kan en ekspropriationsforretning komme på tale. Åstedsforretning varsles 4 uger før. Efter åstedsforretningen er der en 3 ugers periode, hvor lodsejere kan komme med bemærkninger før der gennemføres en ekspropriationsbeslutning. Derefter er der en 4 ugers klagefrist.

Ekspropriationsforretning afgøres af byrådet.

Øvrige forhold

- Screening for VVM-pligt skal gennemføres (I henhold til "Bekendtgørelse om vurdering af visse offentlige og private anlægs virkning på miljøet (VVM) i medfør af lov om planlægning")
- Indhentning af ledningsoplysninger i LER.
- Der skal evt. foretages tinglysning af bassin, ledninger, adgangsforhold, vedligeholdelse mv.

3 Dimensionering af regnvandsbassin

3.1 Dimensionering af vådvolumen

Vådvolumenet har til formål at sikre en vis rensning af regnvandet inden det udledes til vandløbet.

Ved at sikre et tilpas stort permanent vådvolumen, vil der ske en sedimentation af partikulært stof med efterfølgende ophobning i bundsedimentet. Der vil også ske en biologisk nedbrydning af visse stoffer i regnvandet, samt optag i planter med efterfølgende tilbageholdelse i bassinet som plantedele og disses nedbrydningsrester. Den kvantitativt væsentligste renseproces er sedimentation.

For at sikre en tilstrækkelig god rensning skal der ifølge "Faktablad om dimensionering af våde regnvandsbassiner", Ålborg Universitet 2012, være et vådvolumen på omkring 200-300 m³ pr. reduceret areal. Ved etablering af vådvolumen af denne størrelsesorden kan forventes følgende typiske rensegrader for udvalgte stoffer:

Stof	Rensegrad
Suspenderet stof	70-90 %
Total-P	60-80 %
Opløst P	50-75 %
Kvælstof	20-60 %
COD	30-60 %
Total - Cu	60-80 %
Total - Zn	40-85 %

Tabel 1: Et veldimensioneret vådt regnvandsbassins forventelige renseeffekt overfor udvalgte stoffer.

3.2 Dimensionering af forsinkelsesvolumen

Forsinkelsesvolumenet skal sikre at tilførslen af regnvand fra det kloakerede opland opsamles og tilbageholdes, så udledningen af vand til recipienten sker i en takt, der er hensigtsmæssig for den givne recipient.

I henhold til Natur- og Miljøklagenævnets nyere afgørelser skal den udledte vandmængde neddrøses i et sådant omfang, at vandløbets hydrauliske kapacitet respekteres. En neddrøsing til en udledning der svarer til afstrømningen fra vandløbets naturlige opland vil som udgangspunkt være tilstrækkeligt. Udledningen må ikke medføre hyppigere eller større oversvømmelser af vandløbet, end hvad der ville være tilfældet ved afstrømning fra vandløbets naturlige opland, og den må ikke medføre, at der sker erosion i et omfang der forringer de fysiske forhold i vandløbet.

Kommunen bør ved vurdering af vandløbets kapacitet og sårbarhed inddrage al tilgængelig viden om vandløbet, herunder bl.a. lokale afstrømningsdata og konkret viden om vandløbet.

Forsinkelsesvolumenet dimensioneres ud fra myndighedens kravværdi for afløbsflow til recipient, samt gentagelsesperiode for overskridelse af udløbskrav. Ved beregning af forsinkelsesvolumen anvendes som udgangspunkt følgende:

Afløbsflow:	Fastlægges af myndigheden på baggrund af tilgængelige data og viden om recipientens kapacitet og robusthed i hvert enkelt tilfælde. Som udgangspunkt maksimalt 1-2 l/s pr. hektar reduceret opland. Ansøges der om højere udledning skal ansøger fremskaffe dokumentation for, at vandløbet har fornøden kapacitet til at udledningen ikke medfører øget risiko for oversvømmelse eller har negativ indflydelse på vandløbets fysiske tilstand.
Gentagelsesperiode:	1 gang hvert 5 år - kan skærpes til 1 gang hvert 10. år, hvor der er særlige forhold der gør sig gældende i vandløbet.
Hydrologisk reduktion:	For gentagelsesperioder mindre end 5 år: 1,0 For gentagelsesperioder lig med 5 år: 0,9 For gentagelsesperioder større end 5 år: 0,8
Klimafaktor:	1,2 og 1,3 – ved gentagelsesperiode på henholdsvis 2 og 10 år, for at tilgodese forventning om øget nedbør i fremtiden (skrift nr. 29, IDA spildevandskomiteen 2008).
Sikkerhedsfaktor	1 -1,2
Reduceret areal:	Beregnes som befæstet areal gange hydrologisk reduktionsfaktor.
Afløbstal:	Afløbsflow divideret med reduceret areal.

Afløbsflow og gentagelsesperiode for overløb fastlægges af myndigheden og skal fremgå af udledningstilladelsen.

Beregning af forsinkelsesvolumen

Forsinkelsesvolumenet beregnes selvstændigt efter gældende praksis, sådan som det fremgår af Spildevandskomiteens skrifter om dette emne samt forskellige lærebøger.

Højeste vandspejlskote i forsinkelsesvolumenet skal fastlægges, så der ikke sker opstuvning ud på omgivende terræn før en gentagelsesperiode på 5 eller 10 år.

3.3 Sandfang (forbassin)

Sandfang har til formål at sikre opsamling af de mere grovkornede partikler i regnvandet, med henblik på at lette vedligeholdelsen af bassinet, og mindske oprensningsfrekvensen. Des større sandfang, des sjældnere skal det oprenses.

Sandfang/forbassin etableres efter følgende principper:

Placering:	Etableres typisk som en fordybning ved indløbet. Ofte indbygges der en dæmning eller anden form for afgrænsning. Sandfang kan også etableres som et selvstændigt forbassin med dykket til- og afløb.
Dimension:	20-50 m ³ anbefales i "Faktablad om dimensionering af våde regnvandsbassiner".
Vanddybde:	Sandfanget etableres med en vanddybde på 0,8-1,4 m.

Undersøgelser har vist at etablering af et sandfang/forbassin virker fremmende for stoftilbageholdelsen.

Vandvolumen i sandfang/forbassin indregnes som en del af det samlede vådvolumen og magasin volumen for regnvandsbassinet.

Sandfanget kan oprenses jævnligt uden at forstyrre dyrelivet i resten af regnvandsbassinet, og der skal ved jævnlig oprensning (inden ca. 10 år) normalt ikke ansøges om dispensation fra Naturbeskyttelseslovens § 3.

4 Bassinudformning

4.1 Generelt

Regnvandsbassiner er tekniske anlæg. Ved etablering af et nyt regnvandsbassin skal ansøger derfor sikre, at anlægget deklarerer/tinglyses som et teknisk anlæg.

Selvom der er tale om et teknisk anlæg bør våde regnvandsbassiner gives en landskabelig bearbejdning og derved komme til at berige naturen, samt eventuelt indgå som et rekreativt og arkitektonisk element i byområder.

Et vådt regnvandsbassin bør derfor udformes, så det i tørvejr har struktur og udformning som en lavvandet sø.

4.2 Bassinbund

Bunden i bassinerne skal være tæt. En tæt bassinbund har til formål at sikre et permanent vandspejl i bassinet, samt sikre beskyttelsen af grundvand.

For at opnå en lermembran, som opfylder de krav, der normalt stilles til tæthed af membraner belastet af forurenat vand, kræves en permeabilitetskoefficient, $k < 10^{-10}$ m/s.

Dette er erfaringsmæssigt opfyldt hvis det i membranen anvendte ler opfylder følgende krav:

Lerindhold, $L \geq 14$ %

Placticitetsindeks, $IP \geq 5$

standard proctor

Desuden skal membranen være komprimeret til minimum 95 % SP, og have en tykkelse på 0,5 m

I sårbare områder hvor der samtidig vurderes at være en potentiel stor risiko for grundvandsforurening, vil der blive stillet krav om **dokumenteret tæt lermembran** der opfylder ovenstående krav. Det gælder f.eks. for større erhvervsområder med tungt erhverv, der ligger i områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD) eller i indvindingsoplande til almene vandværker (også udenfor OSD). Beskrivelse af dokumentationskravene fremgår af bilag A og B, som er arbejdsprocedurer for kontrol af **in-situ-lermembran** (intakte leraflejringer) og for kontrol af **udlagt lermembran**. Membranen skal i disse områder være ført op til maksimal vandspejlshøjde for en 5 års regn, minimum 0,3 m. over permanent vandspejl.

Krav om etablering af dokumenteret tæt lermembran vurderes særskilt af Skanderborg Kommune i den enkelte sag i forbindelse med ansøgning om etablering af et nyt bassin og vil blive meddelt efter miljøbeskyttelseslovens § 19.

I ikke sårbare områder af kommunen stilles der ikke krav om dokumenteret tæt lermembran. Eneste krav i disse områder er en tæt bund, der sikrer et permanent vandvolumen og dermed den ønskede rensning af vandet. Ansøger undersøger jordbundsforholdene under udførslen (både før og efter udgravning), og vurderer om der kan bruges in-situ ler. Det beskrives i ansøgningen hvilke undersøgelser der foretages.

Såfremt der stilles krav om dokumenteret tæt bund, henvises til procedurerne i bilag A og B.

Bilag C beskriver krav ved udlægning af bentonit membran.

4.3 Længde-bredde forhold

Med henblik på at sikre en optimal sedimentation og for at undgå, at der ikke opstår døde zoner eller kortslutningsstrømme, skal regnvandsbassiner generelt udformes som langstrakte. Desuden skal ind- og udløb helst placeres langt fra hinanden, så vandstrømmen passerer gennem hele bassinet.

Det skal tilstræbes, at der er følgende forhold mellem længde og bredde af et regnvandsbassin:

Længde-bredde: Hvor det er muligt at strække bassinet, skal det tilstræbes, at længden er minimum 2-4 gange bredden.

4.4 Vanddybde

Den optimale vanddybde fastlægges ud fra sikkerhedsmæssige, pladsmæssige og procesmæssige hensyn.

Vanddybden i regnvandsbassiner anbefales som følgende:

Vanddybde (permanent): 1-1,5 m
("Faktablad om dimensionering af våde regnvandsbassiner", Ålborg Universitet 2012)
Vanddybde (fyldt): op til 2,7 m.

Mindre vanddybder kan føre til:

- Større risiko for resuspension pga. vind
- Risiko for at bassinet hurtigt gror til i sivplanter og ikke har et frit vandspejl.

Større vanddybder kan føre til:

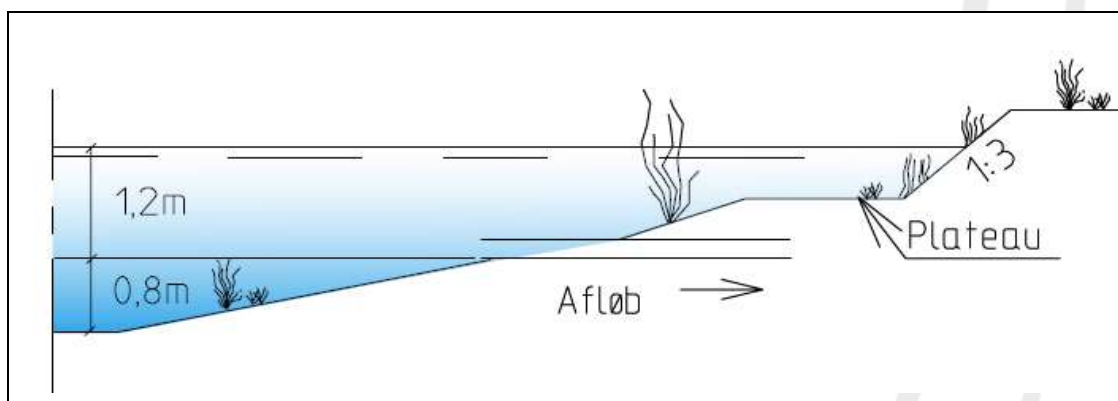
- Risiko for iltfrie forhold på bunden og dermed frigivelse af forurenende stoffer.

4.5 Skråningsanlæg

Skråningsanlægget spiller en sikkerhedsmæssig og æstetisk rolle. Jo fladere et skråningsanlæg er, des sikrere og mere naturligt virker det. Samtidig vil et fladt anlæg fremme dyre- og plantelivet i bassinet.

Skråningsanlægget både i den våde del og forsinkelsesdelen skal som udgangspunkt være 1:5. Er det pga. af de terrænmæssige forhold nødvendigt at anvende stejlere anlæg, bør man overveje de sikkerhedsmæssige og vedligeholdelsesmæssige problemstillinger, som et stejlere anlæg måtte medføre.

Har det omkringliggende terræn større hældning end 1:5 kan regnvandsbassinet evt. indpasses i det eksisterende terræn som vist i figur 2. Der etableres i denne situation et plateau (sti) ved det permanente vandspejl og skråningen fra plateauet og ned mod bunden af bassinet skal være maks. 1:5, og 1:3 over det permanente vandspejl.



Figur 2: Eksempel på skråningsanlæg i bassiner hvor det omgivende terræn har større hældning end 1:5

4.6 Hegn

Som udgangspunkt sættes ikke hegn, da skråningsanlæg etableres med hældning 1:5. Hvis der ved sideanlæg stejlere end 1:5 skal sættes hegn skal dette være vedligeholdelsesnemt og have en lang levetid. Ved valg af hegn skal prioriteres hegn, hvor der kan ske en vis passage af fauna. Der anvendes som udgangspunkt trådhegn a la jernbanehegn. Anvendes nethegn skal maskestørrelsen være minimum 4 cm.

4.7 Beplantning

I nedenstående er angivet forslag til beplantning:

Skråningsanlæg med hældning 1:5:

Bør beplantes med langsomt voksende græs fra permanent vandspejl.

Permanent våde del af bassin:

Hvis der udplantes kantplanter skal det være hjemmehørende urter og siv.

4.8 Tilkørsel og adgangsforhold

Det skal sikres at driftspersonale har gode adgangsforhold så det er muligt at tilse og oprense bassinlæggene. Adgangsveje og muligheder for almindelig drift deklareres på ejendommen med mindre driftsansvarlig også er grundejer.

Det skal være muligt at kunne komme frem til såvel bygværker, brønde og bassin med slamsuger.

Tilkørselsvej til tilløbsbygværk, udløbsbrønd og bassin skal være minimum 4 meter bred og opbygget så den kan bære relevante køretøjer, som f.eks. en slamsuger.

5 Bygværker

5.1 Indløb

Under kraftige regnhændelser strømmer vandet i tilløbsrøret typisk med høj vandhastighed. For at undgå erosion i bassinet, samt undgå kortslutningsstrømme skal energien tages ud af vandet. Dette kan ske ved et særskilt forbassin med udløb til hovedbassinet, eller ved etablering af et sandfang med en barriere på tværs af bassinet nær indløbet.

Vælges et dykket indløb skal man sikre sig at indløbet ligger tilstrækkeligt dybt til at det ikke kan fryse til.

Indløbet placeres i god afstand fra udløbet for at undgå kortslutning af vandveje i bassinet.

Indløbet kan være som rørudløb direkte i bassinet eller som præfabrikeret bygværk.

5.2 Udløb

Udløbet skal være dykket for at tilbageholde olie og flydestoffer i bassinet.

Udløbet kan udformes som et rørudløb eller som præfabrikeret bygværk.

Hvis udløbet etableres som et rørudløb må vandhastigheden frem til regulatoren i røret ikke overstige 0,2 meter/sekund. Herved sikres, at bundfældet materiale ikke trækkes med i udløbet. Udløbsledningen skal dimensioneres til at kunne føre vandmængden svarende til forskellen mellem en T5 og T20 hændelse.

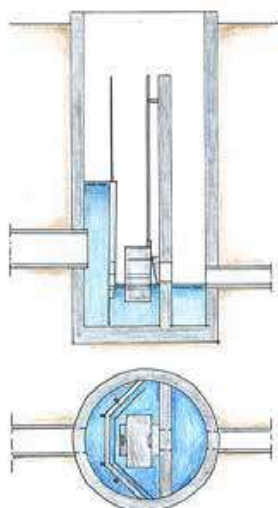
5.3 Udløbsbrønd/udløbsregulering

Udløbsbrønden har følgende formål:

- Regulering af udløbsflow til kravværdi vha. kontrolleret afløb (f.eks. vandbremse)
- Afspærringsanordning for at kunne tilbageholde eventuel forurening i bassinet efter eksempelvis oliespild
- Overløbsmulighed til afløbsledning når bassinet er fyldt

Udløbsbrønden etableres efter følgende retningslinjer:

Udformning:	Betonbrønd (typisk ø1.250 mm brønd).
Flowregulering:	Regulering skal udføres med vandbremse som f.eks. Mosbæk regulator.
Afspærring:	Spjæld skal manuelt kunne lukkes (fuld afspærring ved spild i forbindelse med uheld eller lignende).
Overløb:	Overløbsmulighed i maks. vandspejlskote for afledning af større vandflow ved regnhændelser større end 5 eller 10 års hændelser.



Figur 3: Snit- og plantegning der viser et eksempel på en afløbsbrønd med vandbremse og overløb. Principsnit af reguleringsbrønd ved afløb fra bassin.

5.4 Udløb til recipient

Udløbet til recipient skal sikre en æstetisk god overgang fra teknisk anlæg til vandløb. Endvidere skal udløbet etableres, så risiko for erosion undgås i de tilfælde, hvor udlederkrav ikke overholdes (beregningsmæssigt 1 gang hvert 5. år eller 10. år). Punktet hvor udledningen fra bassinet ledes ud i recipienten skal være beskyttet mod erosion.

5.5 Overløb

Der vil oftest være indrettet overløbsmulighed i reguleringsbrønden i form af en overløbskant eller et overløbsrør i forbindelse med vandbremsen.

Det kan desuden være nødvendigt at etablere et nødoverløb ved at bassinets kronekant sænkes over nogle meter, så overløbet sker kontrolleret til det omgivende terræn og dirigeres hen hvor det ikke medfører skader eller væsentlige ulemper. Nødoverløbet skal erosionssikres.

Nødoverløbet i bassinkanten kan træde i kraft ved regnhændelser, der overstiger bassinets kapacitet, eller ved uforudsete hændelser som tilstopning mv.

6 Drift og vedligeholdelse

Våde regnvandsbassiner bør med jævne mellemrum inspiceres. Indløbs- og udløbsbygværker bør inspiceres hyppigt, og evt. grene, affald og lign. fjernes.

Ved inspektionen skal blandt andet spjæld i udløbsbrønden testes, tilstopning ved udløb, erosion ved tilløb, lugt, behov for oprensning af sandfang og øvrige bassin vurderes.

Endvidere skal det vurderes, om der tilføres spildevand eller andet forurenende materiale til bassinet (baseret på lugt, toiletpapir i bassin, misfarvning af vand etc.)

Der skal ligeledes foretages en mindre oprensning for tilført affald og andet groft materiale.

På baggrund af inspektionen vurderes behovet for rydning af ukrudt og uønskede buske.

Der skal føres logbog over tilsynene med bassinerne.

Ejer af bassinerne har ansvar for drift og vedligehold, inkl. membran, bygværker, ledninger, brønde og afløb frem til og med udløbet. Drift og vedligeholdelse omfatter bassinet op til kronekant, for så vidt angår forhold der har til formål at sikre bassinets funktion og sikkerhed. Vedligeholdelse ud over hvad der er nødvendigt for funktionen, kan efter aftale udføres af

anden part, der ønsker bedre vedligeholdelse, f.eks. for at øge rekreative muligheder eller visuelle ønsker.

Der skal tinglyses en deklaration vedrørende fremtidig drift og vedligeholdelse af bassinet, herunder adgangsforhold.

6.1 Oprensning af bassin

Fjernelse af bundsediment i bassinanlægget foretages på baggrund af en vurdering af det tilbageværende rensgevolumen.

Er bassinet indrettet med sandfang/forbassin, vil dette hurtigere fyldes med sediment end hovedbassinet. Afhængig af sandfangets/forbassinets størrelse kan man forvente at skulle oprense dette hvert 5-7 år. Sandfanget/forbassinet bør oprenses senest når 80 % af dets volumen er fyldt med sediment.

Hovedbassinet bør senest oprenses når 20-25 % af det permanente våde volumen er fyldt med sediment. Når partikler i det afstrømmende regnvand med tiden akkumuleres i bassinet, reduceres bassinets effektive rensgevolumen og dybde. Førstnævnte fører til en generelt ringere rensning, mens en reduceret bassindybde kan føre til vindinduceret resuspension af det akkumulerede sediment ("Våde bassiner til rensning af separat regnvand", Baggrundsrapport, Ålborg Universitet m.fl. 2012).

Hyppigheden af oprensning vil være forskellig fra bassin til bassin, og afhænge af dels bassinets relative størrelse og dels mængden af suspenderet stof i tilløbet.

Hvis der aflejres 1 cm/år, hvilket svarer til hvad der i praksis ses i mange regnvandsbassiner, skal hovedbassinet typisk oprenses hvert 20.-40. år. Der vil med et tidsinterval i denne størrelsesorden skulle ansøges om dispensation fra naturbeskyttelsesloven til oprensningen.

Oprensning foretages med slamsuger, eller ved opgravning fra tømt eller vandfyldt bassin.

Bassinerne vil blive omfattet af Naturbeskyttelseslovens §3 (beskyttet naturtype), hvis der opstår et naturligt dyre- og planteliv. Hvis bassinet er omfattet af Naturbeskyttelseslovens §3, skal der inden oprensning søges om dispensation, medmindre oprensningen kan betragtes som sædvanlig vedligeholdelse, der sker med jævne mellemrum.

6.2 Bortskaffelse af sediment

Sediment fra våde regnvandsbassiner indeholder en række tungmetaller og miljøfremmede stoffer i varierende koncentrationer. Sedimentet skal derfor analyseres, og som udgangspunkt bortskaffes som forurenet jord. Det skal derfor typisk deponeres på et dertil godkendt slutdeponi.

Det er Skanderborg Kommune der som myndighed, efter en konkret vurdering, skal træffe beslutning om, hvor det opgravede sediment skal placeres, og graden af evt. genanvendelse. En tidlig vurdering af sedimentets indhold og mængde giver de bedste muligheder for at finde den bedste og billigste løsningsmodel.

Det anbefales derfor at undersøge sedimentet før opgravning, herunder forlods at fremsende et undersøgelsesprogram og en jordhåndteringsplan til godkendelse af det konkrete projekt. Ved et **tørlagt bassin** skal bassinet som udgangspunkt inddeles i et antal felter på 10x10 meter, som hver karakteriseres af 5 nedstik med prøvetagning i hhv. 0,2 - 0,5 - 1,0 meters dybde (eller til bund af sediment), hvor sedimentet for hver dybde inden for samme felt sammenblandes til 1 samleprøve, der analyseres for indhold af kulbrinter, PAH'er og tungmetaller med en florisil-oprensning for at fjerne det naturlige kulbrintebidrag (jf. jordflytnings-bekendtgørelsen). Hvis bassinet modtager spildevand med andre kendte miljøfremmede stoffer eller ligger i et område med f.eks. arsenholdigt grundvand, skal sedimentanalysen tillige omfatte disse stoffer.

Såfremt et lag i en given udtagningsdybde i et givet felt konstateres rent, udgår de underliggende lag i samme felt af analyseprogrammet.

Ved et **vådt bassin** vil prøvetagning skulle udføres på anden vis, hvor det kan være vanskeligt at opnå samme prøvetagning som ved et tørlagt bassin. Hvis sedimentet ønskes undersøgt efter opgravning og evt. afvanding, vil analysekravene ifølge bestemmelserne i Jordflytningsbekendtgørelsen som udgangspunkt være 1 samleprøve á 5 nedstik pr. 120 tons (afvandet) sediment.

For yderligere oplysning om oprensningsteknikker og planlægning af sedimenthåndtering ved hhv. våde og tørre bassiner, henvises til "Vejledning nr. 97 om drift og vedligehold af regnvands-bassiner", Danva 2016.

På baggrund af analyseresultaterne skal det herefter afgøres, om sedimentet kan håndteres som ren jord, let forurenet eller kraftig forurenet jord. Erfaringsmæssigt indeholder omkring 90 % af alle regnvandsbassiner ved tilførsel af vejvand et sediment, der som minimum er lettere forurenet. Endvidere vil toppen af sedimentlaget indeholde de højeste koncentrationer af forurenende stoffer.

Hvis bassinet endvidere er opdelt, vil de grove partikler af sand og grus typisk ikke være forurenede i modsætning til slammet i efterklaringsdelen.

Såfremt bassinslammet ønskes afvandet på siderne af bassinet, skal der søges om tilladelse til udledning af forurenende stoffer efter Miljøbeskyttelseslovens §§ 27 og 28 og/eller nedsivning af forurenede stoffer efter Miljøbeskyttelseslovens § 19. Heri skal der ligge en konkret risikovurdering i forhold til potentiel forurening af jord og grundvand.

Der vil dog som udgangspunkt ikke blive givet tilladelse til slamdeponering på regnvandsbassinets sider i særligt sårbare grundvandsområder, også selv om ovennævnte jordanalyser viser, at jorden ikke er forurenet. Det skyldes, at der kun analyseres for ganske få miljøfremmede stoffer i slammet. Oplandet til bassinerne kan være erhvervsarealer, boligarealer og ikke nødvendigvis kun vejarealer. Det er derfor uvist hvilke miljøfremmede stoffer, der transporteres med regnvandet og ophobes i bassinslammet.

Bilag A: In-situ-lermembran (intakte leraflejringer)

Forundersøgelser

I området, hvor regnvandsbassinet skal etableres, skal der udføres en **geoteknisk undersøgelse** med et omfang, så forholdene ved/under bassinbunden er klarlagt og stabilitetsforholdene samt behovet for midlertidig grundvandssænkning i forbindelse med anlægsarbejdet kan vurderes. Endvidere skal grundvandsspejlets niveau fastlægges med henblik på vurdering af membranens stabilitet ved tomt bassin med et evt. grundvandstryk nedefra.

Undersøgelsen skal gennemføres efter retningslinierne i Eurocode 7 (Geoteknisk design), der er gældende fra 2009-01-01.

Krav til lermembran

For at opnå en lermembran, som opfylder de krav, der normalt stilles til tæthed af membraner belastet af forurennet vand, kræves en permeabilitetskoefficient, $k < 10^{-10}$ m/s.

Dette er erfaringsmæssigt opfyldt, hvis in-situ leret opfylder følgende krav:

- **Lerindhold, $L \geq 14$ %**
- **Plasticitetsindeks, $I_p \geq 5$ %**

Desuden skal leret have komprimeringsgrad svarende til minimum 95 % SP og have en tykkelse på mindst 0,5 m.

Kontrol af intakte aflejringer

Kontrollen indledes med en visuel **bedømmelse af bassinbund** og -sider, suppleret med korte håndboringer i et net med kantside svarende til 10 m i inhomogene lermaterialer og 20 m i homogene lermaterialer. Boringerne udføres vinkelret på leroverfladen til 0,5 m under denne. Der udtages 1 poseprøve (1,5 kg) pr. håndboring.

Tilsyn

Den uvildige rådgiver der foretager tilsynet, skal til myndigheden fremsende tegningsmateriale med placeringen af prøvetagningshullerne indmålt og kotesat. Borehullerne skal i hele dybden afproppes med bentonit til en tæthed svarende til den færdige membran. For hver håndboring registrerer tilsynet eventuelle lagfølger, ligesom det angives i hvilken dybde, prøven er udtaget.

De udtagne prøver geologbedømmes efter alder og oprindelse i henhold til dgf - Bulletin 1, og der udføres vandindholdsbestemmelse i henhold til dgf - Bulletin 15.

På et repræsentativt udvalg (40 %) af de udtagne prøver bestemmes kornstørrelsesfordeling samt konsistensgrænser i henhold til dgf - Bulletin 15.

Hvor der i leret findes indslag af sand og grus, skal de øverste ca. 0,3 m homogeniseres ved fræsning, hvorefter overfladen komprimeres med jordkompaktor og glat vibrationstromle eller pariserhjul.

Ved komprimeringen skal der opnås en lejringsstæthed svarende til de naturlige aflejringer eller minimum 95% SP. Sten større end 0,1 m må ikke forekomme i det komprimerede lag.

Komprimeringsgraden kontrolleres ved 1 isotopsondemåling pr. 15 x 15 m leroverflade. Komprimeringsgraden skal i gennemsnit være 96 % af SP og mindst 93 % af SP for hver enkelt måling.

Prøvetagningshuller skal i hele dybden afproppes med bentonit til en tæthed svarende til den færdige membran.

Hvis der skal foretages bearbejdning af membranen (fræsning og komprimering), skal arbejdet udføres i tørvejr. Sand- og grusfrit ler (i.e. fedt, ret fedt og meget fedt ler) må ikke fræses.

Der udtages min. 1 prøve pr. 2.000 m² leroverflade til referenceforsøg (standardproctorforsøg) for indbygningsegenskaber. Det kan blive nødvendigt at udtage supplerende prøver af lerbunden til referenceforsøg, hvis jordsammensætningen i bassinbund og -sider varierer.

Hvis det konstateres, at ovennævnte krav til lerindhold, plasticitetsindeks, membrantykkelse og komprimeringsgrad i et eller flere punkter ikke er overholdt, skal tilsynet fastlægge behovet for supplerende målinger og/eller eventuel udskiftning af lermaterialet.

Leroverfladen skal afleveres glattrumlet og i øvrigt udføres med de projekterede plane flader.

Den færdige membranoverfladen koter, således at membranoverfladen kan genfindes ved senere oprensning af bassinet.

Den færdige membran skal overdækkes med muld på min. 0,10 meter i niveauet mellem maksimalt vandspejl og ned til permanent (daglig) vandspejlshøjde og tilsås med en egnet græsblanding.

For at undgå skyllerender i membranen, bør der udføres (evt. midlertidige) foranstaltninger til at imødegå afledning af overfladevand fra de tilgrænsede områder til bassinet, indtil ny udsået græsvegetation er i god vækst.

Dokumentation

Der skal føres journal over den udførte kontrol, evt. med billeddokumentation. Alle undersøgelsesresultater skal afrapporteres samlet i en geoteknisk rapport til Skanderborg Kommune, og kommunen skal ligeledes indbydes til at deltage i et opstartsmøde med relevante parter, såvel som en afleveringsforretning ved projektets afslutning.

Bilag B: Udlagt lermembran

Forundersøgelser

I området, hvor regnvandsbassinet skal etableres, skal der udføres en geoteknisk undersøgelse med et omfang, så forholdene ved/under bassinbunden er klarlagt og stabilitetsforholdene samt behovet for midlertidig grundvandssænkning i forbindelse med anlægsarbejdet kan vurderes. Endvidere skal grundvandsspejlets stilling fastlægges med henblik på vurdering af membranens stabilitet ved tomt bassin med et evt. grundvandstryk nedefra.

Nærværende arbejdsprocedure omhandler udlægning af lermembraner på faste, intakte (uorganiske) aflejringer eller egnede fyldmaterialer. For eventuelle regnvandsbassiner i blødbundsområder, skal der foretages konkret vurdering.

Undersøgelsen skal gennemføres efter retningslinierne i Eurocode 7 (Geoteknisk design), der er gældende fra 2009-01-01.

Krav til lermembran

For at opnå en lermembran, som opfylder de krav, der normalt stilles til tæthed af membraner belastet af forurenat vand, kræves en permeabilitetskoefficient, $k < 10^{-10}$ m/s.

Dette er erfaringsmæssigt opfyldt, hvis det i membranen anvendte ler opfylder følgende krav:

- **Lerindhold, $L \geq 14$ %**
- **Plasticitetsindeks, $I_p \geq 5$ %**

Desuden skal leret være komprimeret til minimum 95 % SP og have en tykkelse på 0,5 m.

Kontrol

Underlaget, hvorpå lermembranen skal opbygges, skal bestå af faste, intakte (uorganiske) aflejringer eller egnede fyldmaterialer komprimeret til mindst 95 % SP.

Inden lerfylden udlægges i bassinet, skal det kontrolleres, at den opfylder kravene med hensyn til lerindhold og plasticitetsindeks. Fra lerdepotet udtager tilsynet i form af en uvildig rådgiver 1 prøve pr. ca. 250 m³ fyld. Ud fra en visuel bedømmelse af disse udvælges der et antal prøver svarende til 1 pr. ca. 750 m³ fyld, for hvilke der i et uvildigt laboratorium bestemmes lerindhold og plasticitetsindeks.

De udtagne prøver geologbedømmes efter alder og oprindelse i henhold til dgf-Bulletin 1, og der udføres vandindholdsbestemmelse i henhold til dgf-Bulletin 15.

På et repræsentativt udvalg (40 %) af de udtagne prøver bestemmes kornstørrelsesfordeling samt konsistensgrænser i henhold til dgf-Bulletin 15.

Lermembranen, der skal have en samlet tykkelse på 0,5 m, skal opbygges af 2 lerlag, som hver for sig homogeniseres ved fræsning og efterfølgende komprimeres med jordkompaktor og glat vibrationstromle eller pariserhjul. Ved komprimering skal der opnås en lejringstæthed svarende til de naturlige aflejringer eller minimum 95% SP. Sten større end 0,1 m må ikke forekomme i det komprimerede lag. Tilsynet skal godkende hvert af de to lerlag separat.

Komprimeringsgraden kontrolleres ved 1 isotopsondemåling pr. 15 x 15 m leroverflade.

Komprimeringsgraden skal i gennemsnit være 96 % af SP og mindst 93 % af SP for hver enkelt måling.

Prøvetagningshuller skal i hele dybden afproppes med bentonit til en tæthed svarende til den færdige membran.

Hvis der skal foretages bearbejdning af membranen (fræsning og komprimering), skal arbejdet udføres i tørvejr. Sand- og grusfrit ler (i.e fedt, ret fedt og meget fedt ler) må ikke fræses.

Hvis det konstateres, at ovennævnte krav til lerindhold, plasticitetsindeks, membrantykkelse eller komprimeringsgrad i et eller flere punkter ikke er overholdt, skal tilsynet fastlægge behovet for supplerende målinger og/eller eventuel udskiftning af lerfylden.

Leroverfladen skal afleveres glattrumlet og i øvrigt udføres med de projekterede plane flader.

Den færdige membranoverfladen koterer, således at membranoverfladen kan genfindes ved senere oprensning af bassinet.

Den færdige membran skal overdækkes med muld på min. 0,10 meter i niveauet mellem maksimalt vandspejl og ned til permanent (daglig) vandspejlshøjde og tilsås med en egnet græsblanding.

For at undgå skyllerender i membranen, bør der udføres (evt. midlertidige) foranstaltninger til at imødegå afledning af overfladevand fra de tilgrænsede områder til bassinet, indtil ny udsået græsvegetation er i god vækst.



Figur 4: Nyt bassin med dybe skyllerender

Dokumentation

Der skal føres journal over den udførte kontrol, evt. med billeddokumentation. Alle undersøgelsesresultater skal afrapporteres samlet i en geoteknisk rapport til Skanderborg Kommune, og kommunen skal ligeledes indbydes til at deltage i et opstartsmøde med relevante parter, såvel som en afleveringsforretning ved projektets afslutning.

Bilag C: Bentonit membran

Anvendes bentonit membran, skal der anvendes membran af typen Bentomat HQ110 eller lignende. Membranen skal som minimum have følgende egenskaber:

- Permabilitet $< 2 \times 10^{-11}$
- Flux-index $< 3 \times 10^{-9}$
- Bentonitvæsketab max 18 ml
- Bentonitindhold 4,8 kg/m²
- Natriumbentonit eller lignende bentonit med tilsvarende egenskaber
- Svellekapacitet 24 ml/2g min. Montmorillonit indhold 90%
- Vandadsorption ca. 600 %
- Trækstyrke 8 kN/m
- Brudforlængelse 20% værdi
- Peel-styrke 800 N/m
- Geotekstil nedre: 100 g/m² vævet
- Geotekstil øvre: 200 g/m² nålet