



Københavns Kommune

# Våde bassiner og damme

Juni 2009



Københavns Kommune

# Våde bassiner og damme

Juni 2009

Ref Våde bassiner og damme

Udarbejdet af:

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



## Indholdsfortegnelse

<b>1.</b>	<b>DATABLAD</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>GENEREL BESKRIVELSE</b>	<b>3</b>
2.1	Opbygning og funktion	3
2.2	Krav fra myndigheder	5
2.3	Renseeffekt	6
2.4	Landskab og beplantning	7
2.5	Begrænsninger for anvendelsen	9
<b>3.</b>	<b>ANLÆGSDELE</b>	<b>11</b>
<b>4.</b>	<b>DIMENSIONERING</b>	<b>17</b>
4.1	Forudsætninger	17
4.2	Bassinets størrelse	18
<b>5.</b>	<b>DRIFT OG VEDLIGEHOLD</b>	<b>21</b>
<b>6.</b>	<b>ØKONOMI</b>	<b>23</b>
<b>7.</b>	<b>REFERENCER</b>	<b>25</b>



## 1. DATABLAD

Overfladevand fra tage, veje og pladser forsinkes og eventuelt nedsives i et åbent delvis vandfyldt bassin, dam eller sø. Fra det våde bassin er der et droslet afløb, så vandmængden fra bassinet begrænses, og der kun ledes en fastlagt vandmængde videre til et andet LAR-anlæg, recipient eller offentlig kloak.

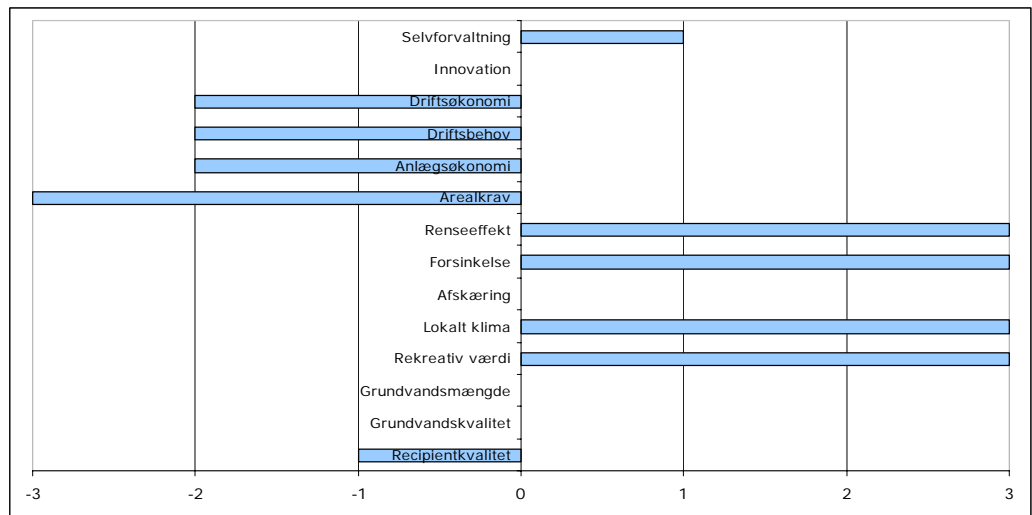
Der sker en god rensning af vandet i et vådt bassin. Suspenderet stof fjernes ved bundfældning i bassinet, organisk stof nedbrydes biologisk via planteoptag og olie nedbrydes af solens lys. Inden bassinet skal vandet være rensset i et sandfang eller et forbassin.



Et vådt bassin kan anvendes på større grønne områder og give området en høj rekreativ værdi. Bassinet fungerer som et magasin, og renses vandet før andre LAR-metoder som f.eks. nedsivning i faskiner.

Væsentligste egenskaber	Reduktion af vandvolumen	Lav
	Reduktion af intens regn	Høj
	Fjernelse af suspenderet stof	Høj
	Fjernelse af kvælstof	Lav
	Fjernelse af tungmetaller	Høj
	Fjernelse af oliestoffer	Høj
	Fjernelse af pesticider	Høj
	Landskabelig værdi	Middel-høj

Drift og vedligehold	Tilsyn og rensning af sandfang, riste, brønde, indløb, afløb mv Græsslåning af skrånninger Opsamling af affald Pleje af græs og planter på skrånninger Fjern bundfald fra bassin Efterse og reparer skrænter Eftersyn og vedligehold af evt. hegn om bassin
Fordele	Magasinerer og forsinker vandet inden udløb til kloak eller recipient Reducerer vandhastighed i udløbet, så erosion af recipient undgås Renser regnvandet inden udledning til recipient eller nedsivning til grundvandet i andre LAR-metoder Høj rekreativ værdi
Ulemper	Stort arealbehov Kræver en omhyggelig naturpleje for at bibeholde den rekreative værdi og renseseffekten
Økonomi	Høje til middel anlægsomkostninger. Kræver en del udgifter til vedligehold.



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



## 2. GENEREL BESKRIVELSE

### 2.1 Opbygning og funktion

Et vådt bassin etableres typisk som et delvis vandfyldt jordbassin (dam eller sø) med relativt flade græsbeklædte skrånninger og banketter samt vandplanter langs bredden.

Bund og sider op til det normale vandspejl udføres med en tæt bund, som enten kan være lerjord på stedet eller en udlagt bund af ler / bentonit eller plast.

Tilløbet kan bestå af overfladevand direkte fra tagedløb og vejbrønde eller overløb fra andre LAR-anlæg. På tilløbet skal der som minimum etableres en rist og et sandfang for at fjerne blade, grene, sand mv. Der kan også placeres et forbassin eventuelt som en del af det våde bassin inden indløbet til det egentlige bassin, jf. Metodebeskrivelsen om forbassiner.

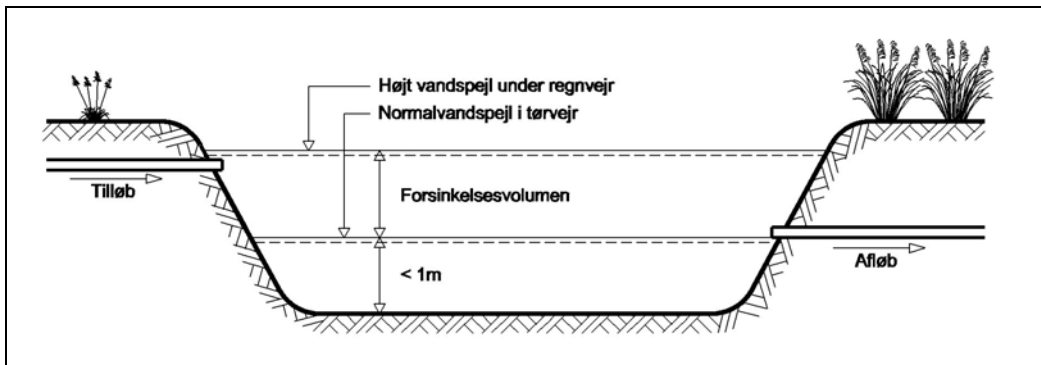
Afløbet kan udføres som et synligt udløb fra bassinet i niveau med det normale vandspejl i tørvejr. Udløbet skal være forsynet med en rist og et såkaldt skumbræt, der holder flydestoffer tilbage. Udløbet kan også være et dykket udløb, som ikke er synligt, og hvor vandet løber til en efterfølgende brønd, indtil det normale vandspejl er nået i bassinet, jf. afsnit 3 om Anlægsdele.

Afløbet indrettes således, at der i tørvejr vil være et fast vandspejl i bassinet. Dybden af den våde del af bassinet bør ikke være større end ca. 1 m på det dybeste sted og ved brinker ikke mere end 0,5 meter. Dette skal sikre et iltindhold i vandet og reducerer risikoen for drukneulykker.

I brønden efter afløbet etableres en vandbremse med nødoverløb, jf. Metodebeskrivelsen Drosling af afløb. Nødoverløbet bestemmer det højeste vandspejl, der kan være i bassinet under regn. Nødoverløbet etableres i en højde, som ikke giver generende tilbagestuvninger opstrøms på ejendommen.

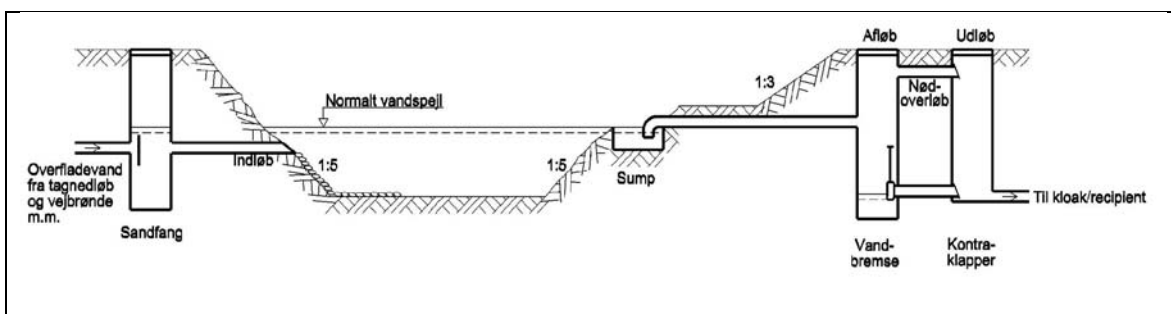
Hvis bassinbunden ligger lavt, kan der være risiko for, at vandet fra kloakken eller recipienten under et regnvejr støver tilbage i bassinet. For at undgå dette placeres der til sidst en brønd, hvor afløbet og nødoverløbet fra bassinet er forsynet med en kontraklap, så vandet fra kloakken eller recipienten ikke kan løbe tilbage i bassinet.

Bassinet opmagasinerer regnvandet, indtil regnen ophører. Herefter tømmes bassinet ned til den normale vandstand i tørvejr. Forsinkelsesvoluminet er voluminet fra vandspejlet efter tømning og op til det højeste vandspejl efter regn jf. figur 2.1. Tømmetiden vil afhænge af, hvor fyldt bassinet er, og hvor hurtigt vandet løber ud af bassinet gennem det droslede afløb.



Figur 2.1 Forsinkelsesprincip for vådt bassin

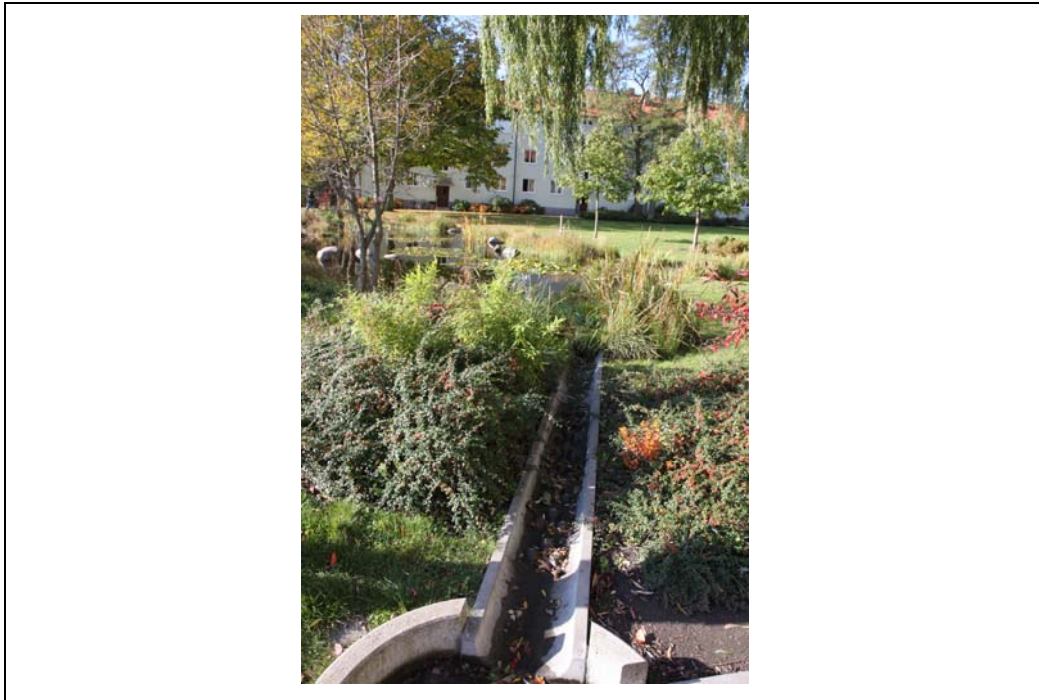
Figur 2.2 viser en skitse af et vådt bassin med et sandfang inden indløbet, en brønd på afløbet med et droslet afløb og en efterfølgende brønd, hvor nødoverløbet og udløbet er forsynet med kontrasklapper.



Figur 2.2 Eksempel på et vådt bassin med sandfang

Våde bassiner kan også placeres uafhængigt af en recipient eller i et område, hvor alt regnvand skal kobles fra kloaksystemet. Her vil bassinets primære funktion være at magasinere og forsinke regnvandet samtidig med, at der også sker fordampning og nedsivning af vandet i for eksempel en tilhørende faskine eller ved strømning på græsarealer.

Ofte vil der placeres flere mindre bassiner indpasset i området. Bassinerne kan have overløb til et fladt, grønt område, hvor overløbsvandet kan sive ned, jf. figur 2.3. Det er også muligt at kombinere våde og tørre bassiner, så de våde bassiner optræder som en eller flere fordybninger i et tørt bassin. Hermed øges både den landskabelige værdi og levedemulighederne for planter og dyr.



Figur 2.3 Eksempel på overløb fra vådt bassin til et grønt område

## 2.2 **Krav fra myndigheder**

Københavns Kommune Center for Byggeri skal godkende afløbsinstallationer som tagedløb, ledninger og brønde i jord samt tilløbs- og afløbsbygværker med drosling og kontraklapper.

Center for Miljø skal give tilladelse til tilslutning af direkte afløb og nødoverløb til offentlig kloak. Center for Park og Natur i Københavns Kommune skal give tilladelse til udledning til recipient.

Frakobling og tilslutning til kloaksystemet må kun udføres af autoriseret kloakmester.

Center for Park og Natur kan stille krav til hvor hyppigt, der må være overløb eller hvor meget vand, der må ledes til overløb om året til offentlig kloak og recipient. Endvidere kan der stilles krav om, hvor stort det normale afløb fra bassinet må være.

Center for Park og Natur kan stille krav om, at der skal etableres en olieudskiller, hvis vandet fra bassinet har direkte udløb til recipient. Der kan også stilles krav om, at der skal være en afspærringsventil på afløbet til brug ved større olieudslip.

Københavns Kommune kan endvidere stille krav om, hvor stejle skråningerne til bassinet må være, og hvad den maksimale vanddybde i bassinet må være, uden at bassinet skal indhegnes af hensyn til sikkerheden. Der skal etableres en sikkerhedsrist foran frilagte tilløbs- og afløbsrør, så børn, hunde mv. ikke kan kravle ind i rørene.

Københavns Kommune kan stille krav om, hvor hyppigt bassinerne skal tømmes for slam og bundfældet materiale, samt hvordan slammet fra bassinet og sandfang skal bortskaffes.

### 2.3 Renseeffekt

Våde bassiner har en meget god renseseffekt over for mange stoffer, der kan findes i regnvand. Stofferne fjernes især ved, at de synker til bunds i bassinet, men der sker også fjernelse af stoffer ved fordampning, optag i planter og nedbrydning af sollys. Den store bundfældning af forureningsstoffer betyder, at det bundfældede materiale bliver forurenede og skal graves op og køres bort med mellemrum.

I tabel 2.1 er der givet en oversigt over, hvordan våde bassiner renses vandet for suspenderet stof, tungmetaller, oliestoffer og pesticider i forhold til de øvrige LAR-metoder og rensemetoder i kataloget /7/.

	Suspenderet stof	Tungmetaller	Oliestoffer	Pesticider
Våde bassiner	Høj	Høj	Høj	Høj

Tabel 2.1 Oversigt over rensning af regnvandet i våde bassiner

Som det fremgår af tabellen, er våde bassiner særdeles gode rensemetoder. Dette kan optimeres og suppleres med andre rensprocesser, som det fremgår af Metodebeskrivelsen Forbassiner.

Den typiske renseseffekt i våde bassiner er vist i tabel 2.2. Tallene er gennemsnitlige årsværdier. Ved store regnskyl kan renseseffekten være noget mindre.

Parameter	Rensegrad
Suspenderet stof	70 – 80 %
Fosfor	55 – 65 %
Kvælstof	30 – 35 %
Bly	65 – 75 %
Zink	45 – 55 %

Tabel 2.2 Typiske gennemsnitsværdier for rensning i veldimensionerede våde regnvandsbassiner /4/

Det er vigtigt at være opmærksom på den forurening, der kan tilføres bassinet fra regnvandets afstrømning fra forskellige arealer. Det drejer sig om forurenende stoffer, der kan opsamles i bundfaldet, og om indholdet af næringsalte, der kan fremme algevækst og gøre vandet plumret. Det er især vandets fosforindhold samt solen, der afgør om algerne trives.

Hvis bassinet modtager regnvand fra forurenede overflader, f.eks. stærkt trafikerede veje og områder med megen aktivitet og mange mennesker, kan det være nødvendigt med supplerende tiltag. Vandet kan renses, før det ledes til bassinet eller i selve bassinet, og oplysningstavler kan "forbyde" fodring af ænder m.v.

## 2.4 Landskab og beplantning

Et vådt bassin kan udformes, så det passer ind i de omgivende arealer. I tætte byområder kan bassinerne få et arkitektonisk udtryk og f.eks. være integreret i en plads eller langs en bygningsfacade. Frie vandflader har en stærk tiltrækningskraft på mange mennesker, og hvis bassinet udformes og vedligeholdes på en god måde kan det være med til at løfte kvarterets udtryk. Anlagt foran de store boligblokke fra 1970'erne og 1980'erne kan bassiner udgøre interessante modspil til arkitekturen. Et eksempel på et vådt bassin er vist på figur 2.4



Figur 2.4 Eksempel på vådt bassin i et boligområde

I mere åbne områder/forstæder kan bassinerne have et mere naturpræg. Her kan udformningen have fokus på bassinets funktion som levested for planter og dyr, der er knyttet til fugtig eller våd jordbund og vandmiljøer.

For at formindske algevækst er det nok, at omkring halvdelen af bassinet ligger i skygge. Dette kan opnås ved at plante f.eks. stedsegrønne træer langs bredden. Blade fra løvfældende træer og buske kan tilstoppe afløbet. Der kan også plantes større vandplanter med flydeblade, der kan skygge for solen. Dog vil disse planter have svært ved at klare store skift i vanddybde.

For at give den bedste sikkerhed skal bassinet anlægges med flade skrænter, terrasser langs kanten og ved strategisk placering af planter. På steder, hvor en person kan falde mere end 1,5 m, bør der opsættes et hegn eller en mur. Det anbefales dog så vidt muligt at undgå hegn, og i stedet skabe sikkerhed ved at arbejde med forskellige vanddybder og skrænt-design, der kan håndtere store skift i vanddybde, f.eks. 25 cm og derover, jf. figur 2.5.



Figur 2.5 Eksempel på bassin med flade skrænter

Opbygning af en vold i bassinet, hvorover vanddybden højst kan blive 0,45 m, og som er mindst 1 m bred, er også en måde at skabe sikkerhed på. En sådan vold øger samtidig bassinets naturværdi, fordi forskellige planter og dyr kan etablere sig omkring en sådan undersøisk vold. Dog er det vigtigt at være opmærksom på sedimentets og vandets forureningsindhold, idet et højt indhold af miljøskadelige stoffer er et uheldigt udgangspunkt for en bedre bynatur. I sådanne tilfælde kan det våde bassin opbygges som et forbassin, jf. Metodebeskrivelsen om forbassiner.

Planter kan fremme et bassins udtryk, stabilisere skrænterne og dermed forhindre erosion samt fungere som levested for dyr og planter. Vandplanter kan optage næringsstoffer og forbedre bundfældningen af partikulært materiale, der kan samle sig på blade og stængler og derfra synke mod bunden. Planter bør derfor plantes langs en evt. undersøisk vold, på sikkerhedsvolde og på skrænterne samt på evt. lavbundede områder i selve bassinet.

I mere landlige byområder med omgivende vild natur, bør de naturlige planter selv etablere sig i og ved bassinet. Det giver de bedste muligheder for at fremme den lokale natur og dyreliv. For at sikre tilpas stabilitet af det økosystem, der efterhånden udvikler sig omkring bassinet, er det vigtigt at mindst halvdelen af bassinet permanent indeholder vand.

I rekreative grønne områder bør der vælges planter, der sikrer at vandkanten kan iagttages hele vejen rundt, eller i det mindste langs de kanter, der vender ud mod publikum. Dermed mindskes risikoen for at børn bliver skjult bag tæt vegetation og derfor er svære at holde under opsyn.

Planter til et vådt bassin kan inddeles efter, hvor på bassinskrænten, de gror. Nedenstående planter kan trives ved de anførte steder:

Undervandsplanter:

- *Ceratophyllum demersum*/ Tornfrøet Hornblad
- *Eleocharis acicularis*/ Nåle-sumpstrå
- *Hottonia palustris* / Vandrøllike

Vandplanter med flyde-blade:

- *Hydrocharis morsus-ranae*/ Frøbid
- *Stratiotes aloides*/ Krebsklo

Sumpvegetation (rodfæstede planter, der når op over vandoverfladen)

- *Callitriche palustris*/ Småfrugtet Vandstjerne
- *Nuphar lutea* / Gul åkande (nykkeros)
- *Nymphaea alba*/ Hvid Åkande
- *Nymphoides peltata*/ Søblad
- *Orontium aquaticum*/ Guldkolbe
- *Sparganium erectum*/ Grenet Pindsvineknop

Planter, der trives i vandkanten

- *Myosotis palustris*/ Engforglemmigej
- *Lythrum salicaria*/ Kattehale
- *Juncus inflexus* / Blågrå Siv
- *Butomus umbellatus* /Brudelys
- *Darmera peltata* / Skærmsten Stenbræk
- *Iris laevigata*/ Japansk Iris
- *Iris versicolor*/ Spraglet Iris (Vandiris)
- *Lysichiton camtschatecensis*

## 2.5 Begrænsninger for anvendelsen

I tabel 2.2 er våde bassiner vurderet i forhold til en række lokale faktorer, som kan begrænse, ændre eller påvirke udførelsen eller driften.

Ved pladsmangel kan det vælges at anlægge lukkede underjordiske bassiner. Disse har dog ikke har den samme renseseffekt og ingen rekreativ værdi.

Hvis et vådt bassin overbelastes hydraulisk, kan det planlægges, så der sker overløb til nærliggende grønne områder, hvor vandet vil sive ned. Der kan også være overløb til offentlig kloak eller recipient.

Faktor	Påvirkning af anvendelse
Grundvand	<p>Et vådt bassin bliver normalt altid etableret med tæt membran i bunden. Sårbare grundvandsressourcer på stedet vil derfor normalt ikke være en begrænsende faktor.</p> <p>Bunden af bassinet skal ligge over højeste grundvandsspejl for at forhindre, at bunden bliver skudt op, når bassinet skal tømmes, før det skal renses op.</p>
Jordbundsforhold	Et åbent bassin kræver, at jorden er stabil ved de valgte skrån timer og vandspejlsvariationer, og kan således ikke anlægges i dynd, tørv, affald, plastisk ler eller lignende materialer.
Pladsforhold/arealkrav	Våde bassiner kan nemt indpasses i grønne friarealer, men kræver meget plads på grund af de flade skrån timer. Det anbefales af bassiner er 4 gange længere end brede og at der er et vådt volumen på 180-250 m <sup>3</sup> /red. ha.
Forurening i jorden	Foruren et jord kan få betydning ved udgravning af bassinet. Våde bassiner anlægges med tæt bund. Der kan ikke tillades nedsivning af vand gennem foruren et jord.

Tabel 2.3 Oversigt over forhold, der kan påvirke eller begrænse anvendelsen af våde bassiner



### 3. ANLÆGSDELE

De væsentligste anlægsdele i et vådt bassin omfatter:

- Jordbassin
- Indløb
- Afløb
- Vandregulator
- Kontraklap

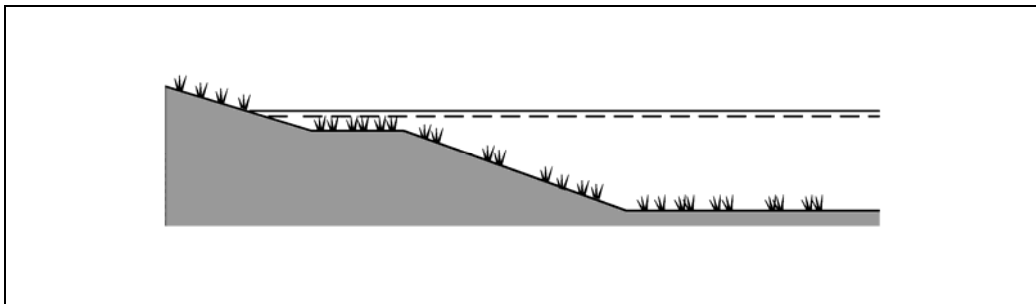
#### Forrensning

Et traditionelt vådt bassin kræver som minimum, at vandet bliver rensat i et sandfang eller et forbassin inden vandet ledes til bassinet. Disse anlæg er beskrevet nærmere i metodebeskrivelserne Sandfang og Forbassin.

#### Jordbassin

Bassinet udformes som et aflangt jordbassin med en længde, som er ca. 3 – 4 gange bredden. Indløbet og udløbet placeres i hver sin ende af bassinet, så vandet ikke løber direkte gennem bassinet med voldsom kraft, der kan erodere skråninger mv. Bassinet kan fx udformes som et langstrakt bassin med et slynget forløb.

Skråningerne på bassinet udformes med en hældning på 1:5 i det område, der er vådt under regn. I det område, der altid er vådt, skal de første 2 meter være meget flade (soppe-agtig dybde), og først herefter blive dybere - specielt hvor bassinet indgår i grønne områder. På denne måde kommer børn ikke med det samme ud i dybt vand, hvilket fremmer sikkerheden, jf. figur 3.1.

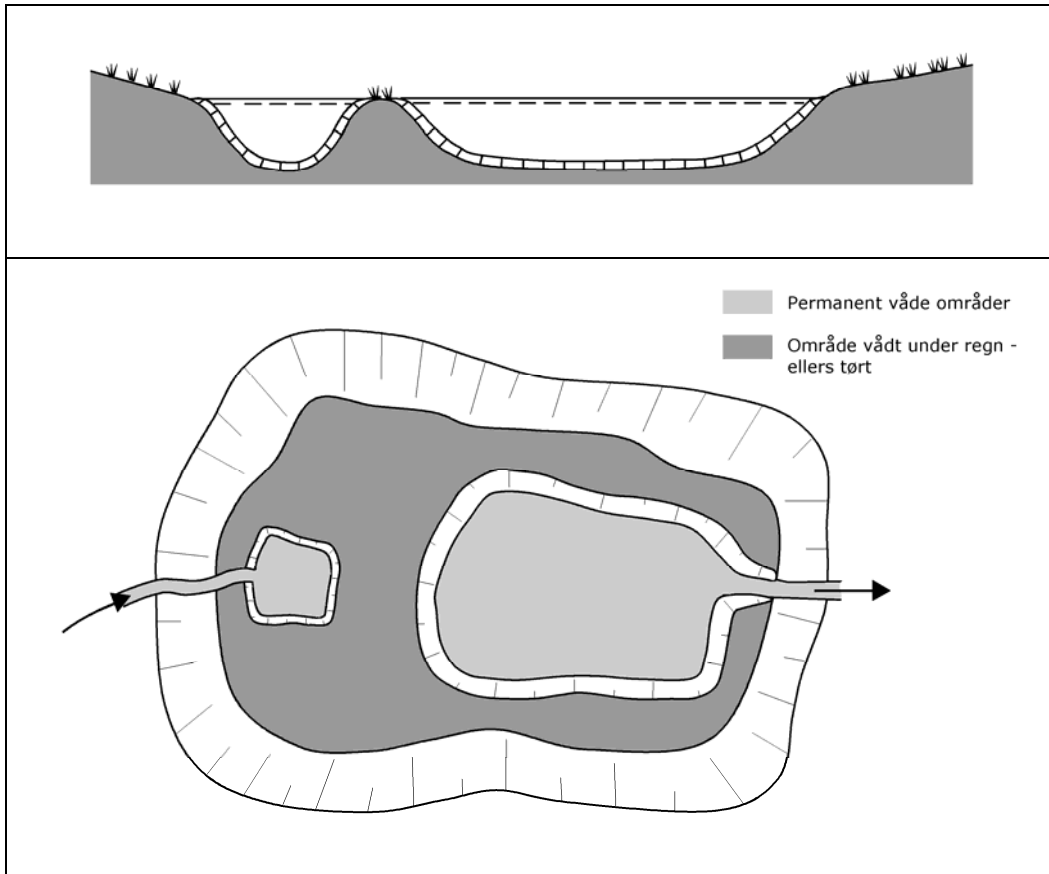


Figur 3.1 Skitse af vådt bassin opbygget med terrasser, så vandstanden ikke pludselig bliver dyb

Bunden etableres næsten plan, med et meget ringe fald fra tilløb til afløb. Bunden skal ligge over højeste grundvandsspejl for at forhindre opskydning af bunden ved etablering og tømning før oprensning. Alternativt kan der etableres et dræn under bassinet.

Ved større bassiner kan der eventuelt etableres en underjordisk vold på tværs af bassinet foran tilløbet. Dette vil medføre, at størsteparten af det bundfældede sedi-

ment vil lægge sig i den første bassindel, og dermed bliver det lettere at rense sedimentet op, jf. figur 3.2.



Figur 3.2 Skitse af vådt bassin opbygget med en vold

Langs med søbredden på det område, der normalt er tørt, plantes vandplanter, jf. afsnit 2.4 om landskab og beplantning.

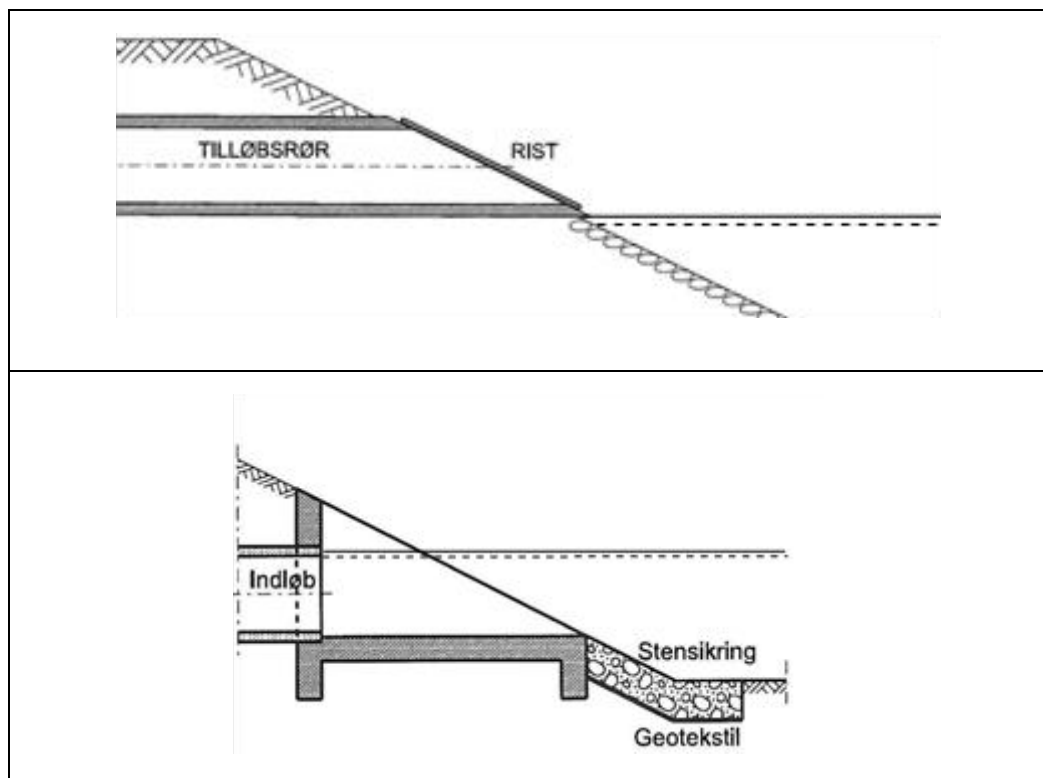
Ved skråninger stejlere end 1:4 bør det overvejes at indhegne bassinet af sikkerhedsmæssige årsager. Hegn reducerer imidlertid den rekreative værdi væsentligt. Hvis der etableres et næsten fladt niveau omkring bassinet i niveau med normalvandspejlet, kan den øverste del af skrånningen dog etableres med anlæg 1:3 uden sikkerhedsmæssige problemer.

Bund og sider op til normalvandspejlet udføres med tæt membran, som enten kan være af ler, som findes på stedet eller en udlagt membran, som kan etableres - enten som en plastmembran eller en lermembran i henhold til DS/INF 466.

### Indløb

Tilløbet til bassinet fra et sandfang etableres via et rør, som udmunder frit i skrånningen - et stykke over bunden.

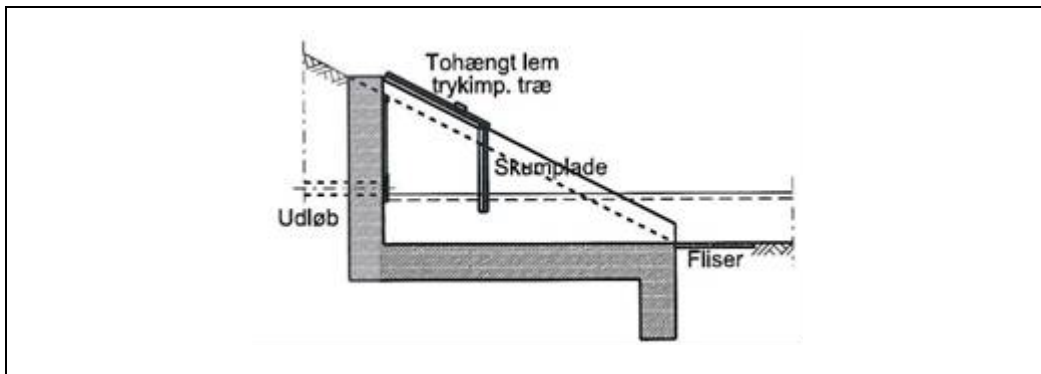
Tilløbszonen i bassinet sikres mod erosion f.eks. ved at indbygge større sten i skrånningen under tilløbsrøret, som vist på figur 3.1. Ved større bassiner kan indløbet udføres med en frontmur i beton. På tilløbet installeres en sikkerhedsrist med risteafstand på ca. 7,5 cm.



Figur 3.3 Eksempler på dykket indløb i vådt bassin med frontmur

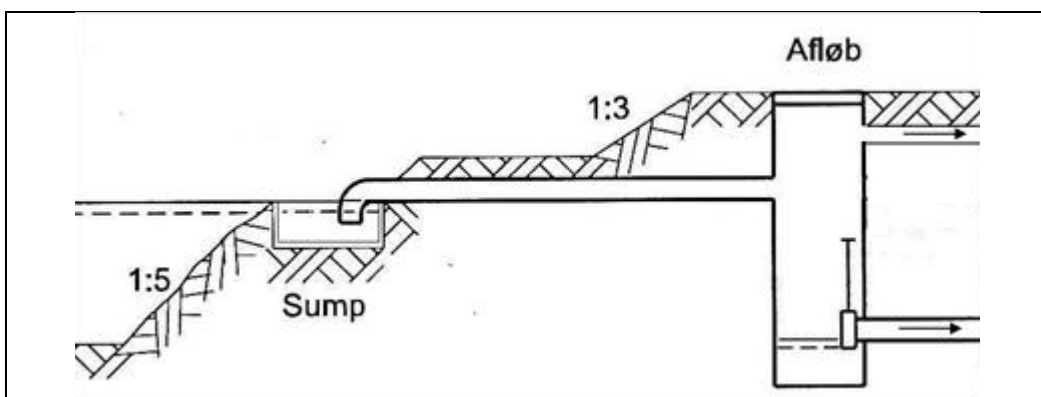
### Afløb

Afløbet kan udføres som et synligt udløb fra bassinet, hvor udløbet ligger i niveau med det normale vandspejl i tørvejr. Udløbet skal være forsynet med et skumbræt og en rist for at forhindre grene, blade, flydestoffer mv. i at komme med i udløbet, jf. figur 3.4.

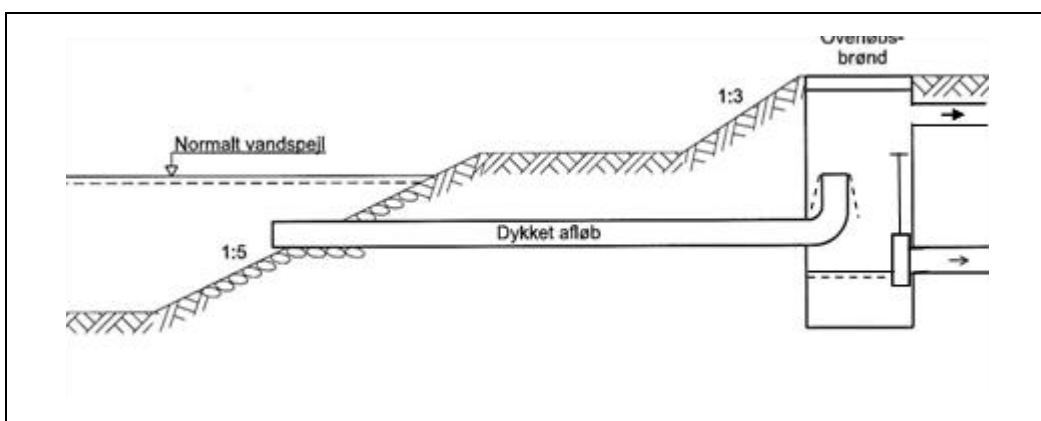


Figur 3.4 Eksempel på frit udløb fra bassin med skumbræt

Udløbet kan også være et ikke synligt dykket udløb, der har bagfald og udløb i en efterfølgende brønd i et niveau, der svarer til normalt vandspejl ved tørvejr. Figur 3.5 og 3.6 viser eksempler på dykkede udløb.



Figur 3.5 Eksempel på dykket udløb via sump med fald



Figur 3.6 Eksempel på dykket udløb med bagfald

Omkring afløbet etableres der et areal med singels, håndsten eller betonplade for at undgå plantevækst, der kan tilstoppe afløbet.

### Flowregulator med nødoverløb

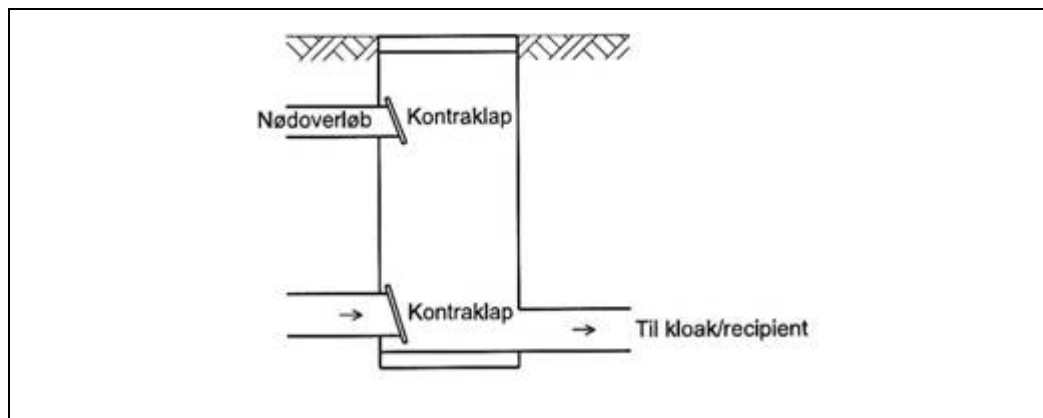
Det dykkede afløb føres til en  $\varnothing$  1,25 m nedgangsbrønd med en flowregulator i afløbet, f.eks. en centrifugalvandbremse, jf. Metodebeskrivelsen om Drosling af afløb. Den korrekte type flowregulator vil afhænge af det ønskede maksimale afløbsflow.

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

Fra flowregulatorbrønden føres afløbet og nødoverløbet til en udløbsbrønd med afløb til kloak eller recipient.

### Brønd med kontrasklapper

Hvis vandspejlet i kloakken eller recipienten i perioder kan blive højere end vandspejlet i bassinet, forsynes afløbet og nødoverløbet til udløbsbrønden med en kontrasklap for at forhindre tilbagestuvning af spildevand eller recipientvand til bassinet, jf. figur 3.7.



Figur 3.7 Principskitse af udløbsbrønd med kontrasklapper



## 4. DIMENSIONERING

### 4.1 Forudsætninger

Som forudsætninger for at dimensionere et vådt bassin opstilles krav til:

- Maksimal udløbsmængde
- Årlige overløbsmængder
- Forrensning
- Middelopholdstid i bassinet under regn
- Drift af bassinanlægget
- Sikkerhedsforanstaltninger (hegn, skråningsanlæg og maks. vanddybde)
- Volumen af bassin

#### **Maksimal udløbsmængde og overløbsmængde**

Krav til det maksimale bassin afløb forudsættes i København at blive fastsat som  $Q_a$  l/s/ha grundareal. Krav til den maksimale overløbsmængde forudsættes at blive fastsat som  $m^3/\text{år}$  og som en fast procentdel af den årlige nedbør.

#### *Til offentlig kloak*

Til brug for efterfølgende eksempler på anlægsomkostninger forudsættes et krav på et maks. afløb på 1,3 l/s/ha grundareal ved udledning af overfladevand til kloak fra et LAR-anlæg, der forsinker vandet.

Den maksimale årlige overløbsmængde forudsættes at udgøre 5 % af den samlede årligt udledte vandmængde. De resterende 95 % udledes normalt og droslet til kloak.

#### *Til faskiner*

Hvis et vådt bassin bruges som et magasin før et LAR anlæg med nedsivning (faskine), vil den dimensionerende udløbsmængde fra bassinet svare til nedsivningsevnen i faskinen. Faskinens magasin vil indgå som en del af bassinets forsinkelsesvolumen.

I dette tilfælde forudsættes, at der er et fast afløb til faskinen samt et overløb til kloak på maksimalt 5 % af den samlede årlige vandmængde.

#### *Til recipient*

Ved udledning til recipienter vil de fastsatte krav til den maksimale udløbsmængde afhænge af risikoen for erosion i recipienten. Ved udledning til marine recipienter forventes normalt ingen krav til forsinkelse af regnvandsudledningen.

#### **Flowregulator**

Den installerede vandbremse dimensioneres efter den aktuelle udløbsmængde i l/s.

#### **Forrensning**

For metoden forudsættes generelt, at vandet som minimum renses gennem et sandfang eller et forbassin, inden det ledes til det våde bassin.

Ved udledning til recipient stilles normalt krav til etablering af en olieudskiller før udledningen.

I visse tilfælde stilles derudover specifikke krav til de udledte stofkoncentrationer.

#### **Opholdstid i den våde del af bassinet under regn**

Et vådt bassins renseseffekt afhænger af den gennemsnitlige opholdstid i bassinet under regn. Der kan derfor stilles krav til størrelsen af den våde del af bassinet som volumen i m<sup>3</sup> pr. tilsluttet befæstet areal (m<sup>3</sup>/red.ha).

Ifølge "The SUDS manual", som er et engelsk katalog over LAR-metoder /6/, fås en maksimal renseseffekt ved et vådt volumen på ca. 180- 250 m<sup>3</sup>/red.ha, idet større volumen ikke forøger renseseffekten mærkbart.

Endvidere anlægges bassinet med en længde der er 4 gange bredden.

#### **4.2 Bassinets størrelse**

I de efterfølgende regneeksempler dimensioneres et vådt bassin med afløb direkte til offentlig kloak fra befæstede arealer på 3 bebyggelsestyper.

Det er ved beregning af forsinkelsesvolumenet forudsat, at Kommunen har opstillet krav om et maks. afløb på 1,3 l/s/ha grundareal og maks. 5 % overløb til kloak.

De våde volumener er beregnet på basis af 250 m<sup>3</sup>/red.ha tilsluttet.

Forsinkelsesvoluminet er aflæst på figur 4.1.

#### **Eksempel**

Forsinkelsesvolumenet for et bassin, der modtager vand fra en boligkarré, beregnes således:

1. Bassinafløbet  $q_a$  beregnes til  $1,3 \text{ l/s/ha} \times 0,6 \text{ ha}/0,4 \text{ red.ha} = 2,0 \text{ l/s/red.ha}$ .
2. Forsinkelsesvolumen aflæses på efterfølgende kurve til  $150 \text{ m}^3/\text{red.ha} = 150 \times 0,4 = 60 \text{ m}^3$ .

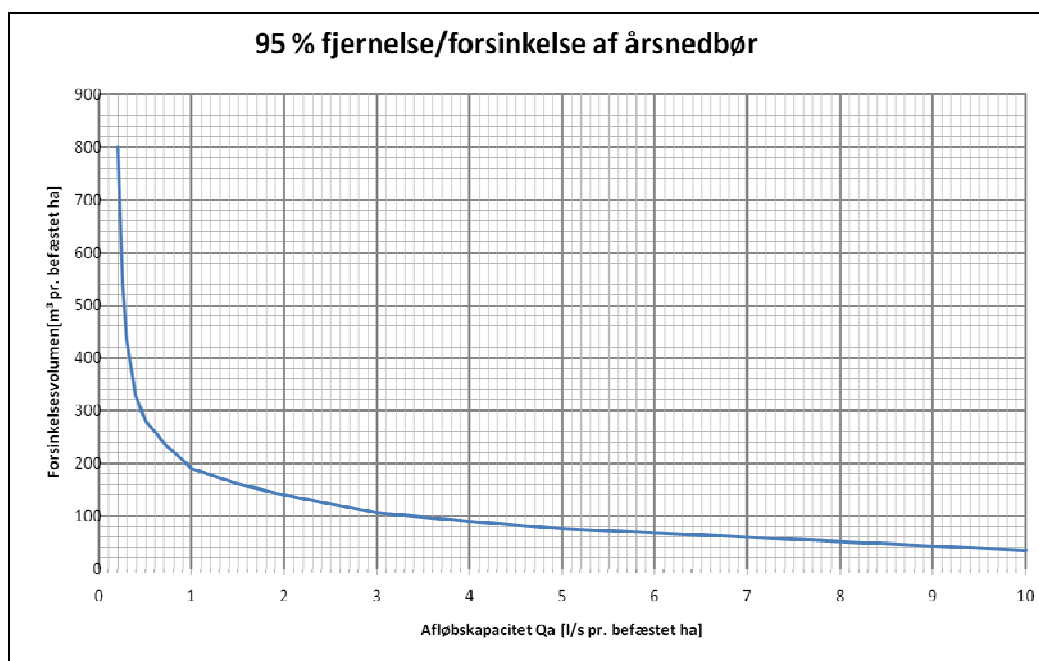
Det maksimale afløb til kloak fra en boligkarré kan beregnes til  $1,3 \text{ l/s/ha} \times 0,6 \text{ ha} = 0,8 \text{ l/s}$ .

Tabel 4.1 viser resultatet af beregningerne fra de 3 bebyggelsestyper.



Bebyggelse	Grundareal m <sup>2</sup>	Befæstet areal inkl. tagareal m <sup>2</sup>	Forsinkelses- volumen m <sup>3</sup>	Volumen af våd bassindel m <sup>3</sup>	Vandbremse kapacitet l/s
Parcelhusgrund	750	220	2	5,5	0,2
Boligkarré	6.000	4.000	60	100	0,8
Kontorbygning	10.000	8.200	130	205	1,3

Tabel 4.1 Beregning af bassinstørrelser for 3 bebyggelser



Figur 4.1 Diagram for beregning af forsinkelsesvolumen i våde forsinkelsesbassiner med 5 % overløb



## 5. DRIFT OG VEDLIGEHOLD

I tabel 5.1 er vist en oversigt over drift og vedligehold af våde bassiner.

	<b>Aktivitet</b>	<b>Hypighed</b>
Jævnligt	Tilsyn og rensning af riste i tilløb, vandregulator og kontraklap	Efter hvert større regnvejr. Hver til hver anden måned
	Opsamle affald og tømme affaldsbeholdere	Regelmæssigt – hver 14. dag
	Tømning af sandfang	1 gang årligt eller når det er 50 - 75 % fyldt
	Fjern uønskede planter	Hver måned de første 3 år, herefter efter behov
	Beskær neddykkede planter. Efterlad mindst 0,1 m over bassinbunden. Beskær kun 25 % af bassinarealet pr. gang	Årligt
	Fjern 25 % af bredvegetationen fra vandkanten til mindst 1 m over vandkanten.	Årligt
Efter behov	Oprensning af sedimenteret materiale fra bunden i bassinet	Hvert 10. til 15. år
	Reparer og efterfyld eroderede skrænter og anden ødelæggelse	Når nødvendigt
	Tilse, reparere og ordne evt. hegn omkring bassinet.	Når nødvendigt

Tabel 5.1 Drift og vedligehold af våde bassiner

For at reducere vedligeholdelsen kan der med fordel sættes en række affaldsbeholdere op i nærheden af det våde bassin.



## 6. ØKONOMI

I tabel 6.1 er vist overslag over anlægsudgifter, udgifter til drift og vedligehold samt en samlet årlig udgift set over hele det våde bassins levetid. Udgifterne er beregnet for 3 forskellige våde bassiner, som vist i regneeksemplerne i afsnit 4 Dimensionering.

I priserne er der regnet med en timepris på 300 kr. pr. time, og der er i alle priser regnet med, at anlæg, drift og vedligehold foretages af eksterne folk. De fleste opgaver med drift og vedligehold kan foretages af ejeren selv eller ansat personale, så driftsudgifterne bliver minimale.

	Parcelhus	Boligkarré	Kontorbygning
Anlægsudgifter kr.	18.500	139.500	331.500
Driftsudgifter kr. pr. år	4.920	14.300	22.400
Årlig udgift kr. pr. år (levetid 25 år)	5.700	19.900	35.700

Tabel 6.1 Overslag over anlægs- og driftsudgifter for våde bassiner

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



## 7. REFERENCER

- /1/ DS 430 Dansk Ingeniørforenings norm for lægning af fleksible ledninger af plast i jord, 1986
- /2/ DS 475 Norm for etablering af ledningsanlæg i jord, 1994.
- /3/ DS/INF 466 Membraner til deponeringsanlæg, 1999
- /4/ AUC artikel i Microben
- /5/ Maintaining Stormwater Systems - A Guidebook for Private Owners and Operators in Northern Virginia:  
<http://www.novaregion.org/DocumentView.asp?DID=1675>
- /6/ The SUDS manual. CIRIA 2007 (www.ciria.org)
- /7/ DTU Miljø. Vurdering af renseeffekt for metoder til lokal rensning og afledning af regnvand. Maj 2009

*Grundlag for skitser og foto er venligst stillet til rådighed af Erling Holm Aps, Antje Backhaus, KULife med ©.*