

Teori

Klimatilpasning til fremtidens regnmængder

På grund af klimaforandringer oplever vi i Danmark stigende temperaturer og øgede regnmængder. Den stigende regnmængde, og det faktum at der udbygges af veje, fortove, bygninger og andet, som regnvandet ikke bare kan sive ned i *gør*, at presset øges på kloakledningerne, som ikke længere kan håndtere den mængde vand, der ledes i dem.

Mange steder har man separat kloakeret, således at spildevand og regnvand fra byens overflader adskilles. Dermed forhindres spildevandet i at skylle tilbage op gennem afløb inde i husene, når det regner meget, og kloakledningerne bliver fyldt op. Regnvandskloakken er slet ikke forbundet med spildevandet, og ved store regnskyl vil tilbageløb eller overløb ske ud i naturen eller på vejene. Det separerede regnvand er renere end spildevand, men dog ikke rent nok til at kunne ledes direkte ud i naturen, da regnvandet på dets vej samler forurening op fra veje, tage og fortove. Det er dyrt (og ikke altid praktisk muligt) at grave nye større regnvandskloakledninger ned, så man undgår overløb. Derfor må de øgede regnvandsmængder fra byerne håndteres på en anden måde.

Der er behov for et sted, hvor de store mængder regnvand fra regnvandskloakkerne oplagres, og hvor regnvandet renses, før det lukkes ud i søer og vandløb. Løsningen er f.eks. et regnvandsbassin.



Foto: Lisa Risager

Regnvandsbassinet forsinker eller afleder vandstrømmen

Regnvandsbassinet bruges til at opsamle regnvand fra store områder som er *befæstede* - dvs. områder hvor jorden er dækket af fliser, bygninger, asfalt, stampet grus eller andet der *gør*, at vandet ikke siver ned hvor det lander. De samlede befæstede arealer som genererer vand til et regnvandsbassin, kaldes bassinets *opland*.

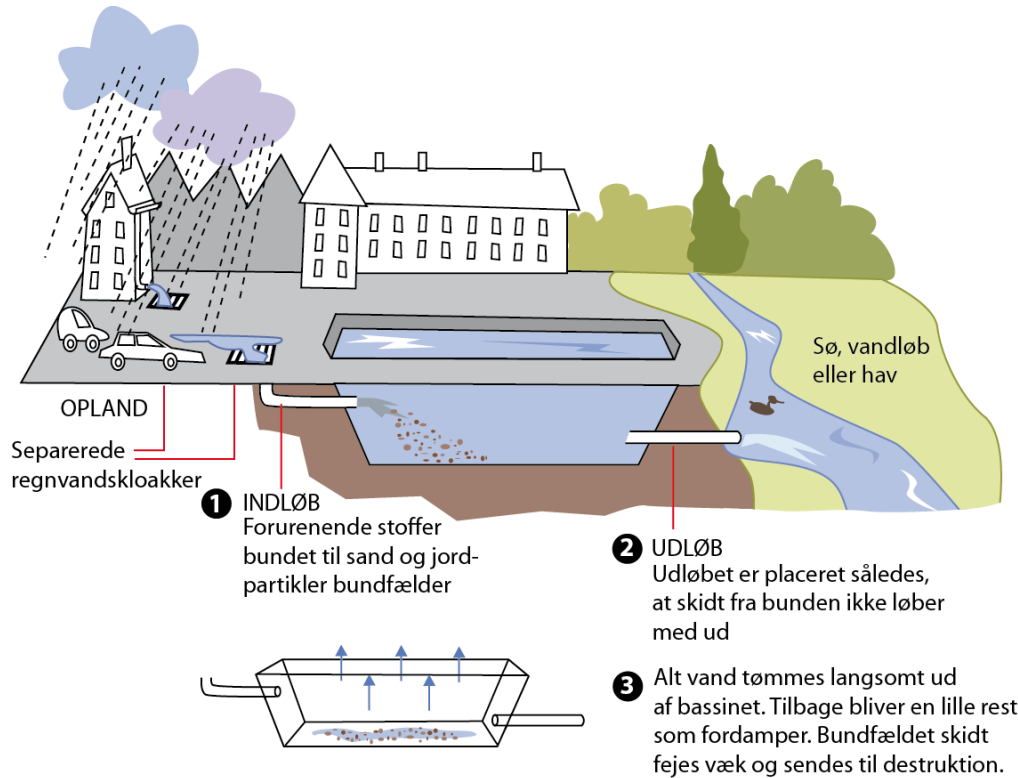
Der er flere typer af regnvandsbassiner, som alle kan aftage overskydende vand fra kloaksystemerne. Når bassinerne er fyldt op efter en regn hændelse, er det vigtigt, at de tømmes så der igen er plads til nye regnmængder. Bassinerne tømmes efter fyldning på forskellige måder.

Tørre bassiner og rensedamme

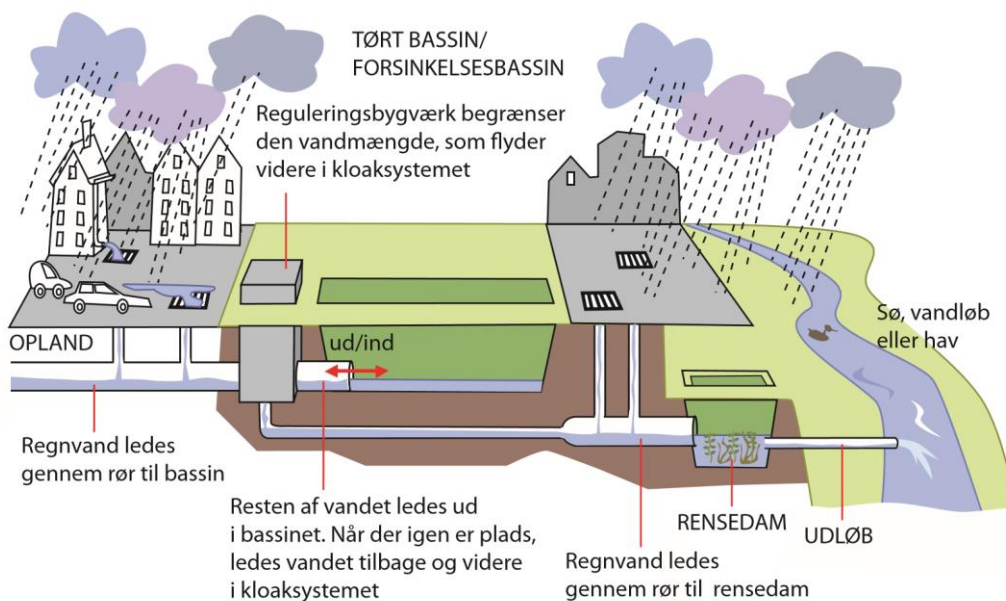
I det tørre regnvandsbassin er der to muligheder for at aflaste kloaksystemet:



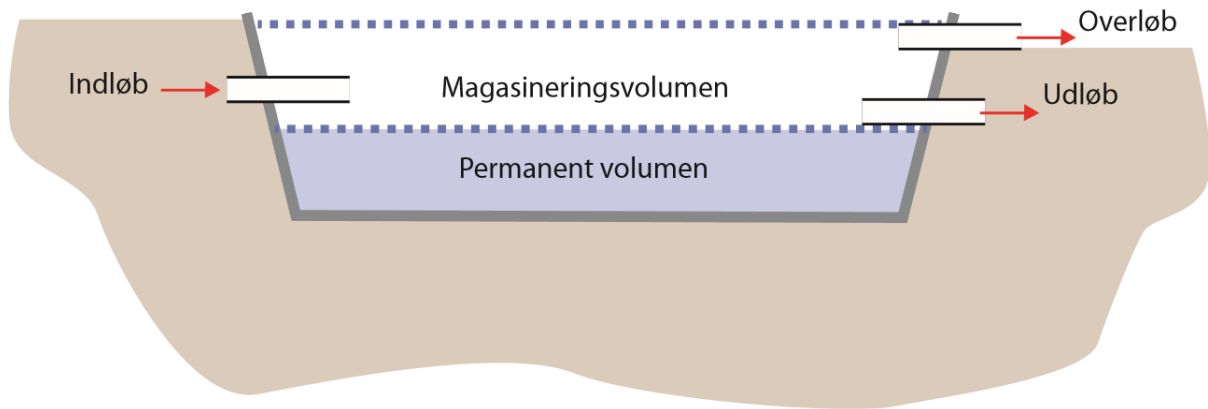
På nogle tørre bassiner er udløbsrøret mindre end indløbsrøret, og mængden af vand der føres videre i kloaksystemet begrænses af størrelsen på udløbsrøret.



I andre tørre bassiner er indløb og udløb samme sted, og det videre flow af regnvand styres af pumper som først pumper, når der igen er plads i systemet

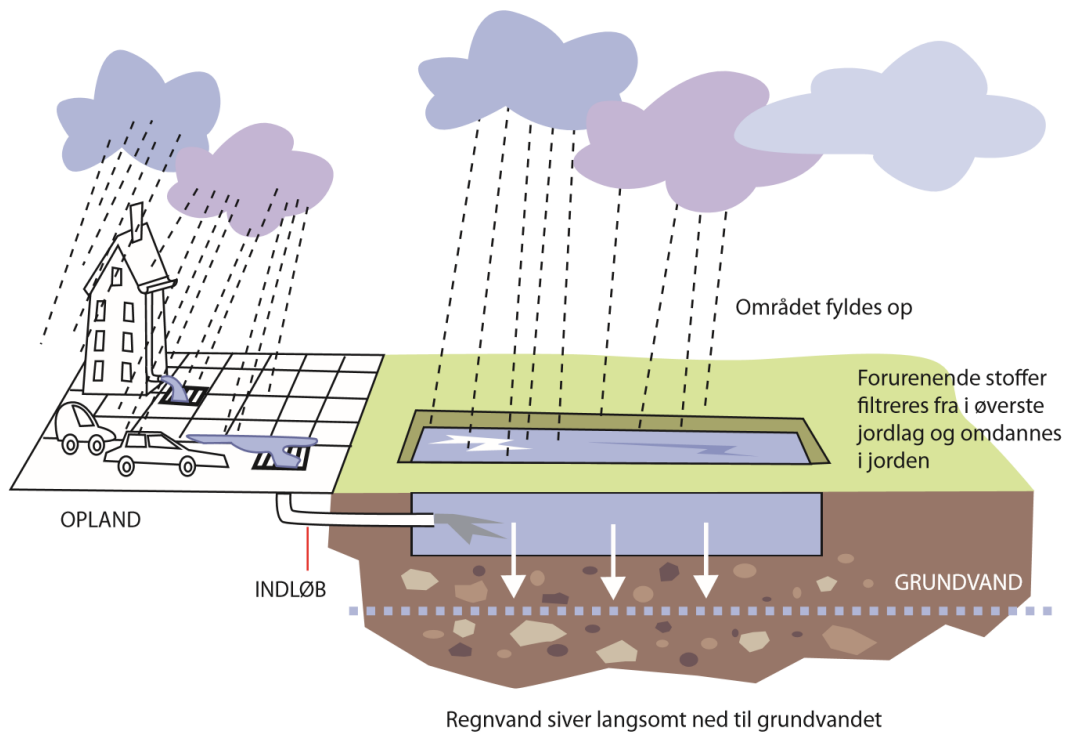


Rensedamme fungerer som tørrebassiner men tømmes kun til et minimum, således at der er et permanent vandspejl i disse bassiner.



Nedsivningsbassiner

I et nedsivningsbassin ledes vandet ikke væk igen, men nedsives til grundvand i bassinet.



Sikkerhed og hygiejne

En et regnvandsbassin tager som udgangspunkt kun imod regnvand, som ikke er mere beskidt end vand fra en vandpyt. Dog kan der være fejlkoblinger i rørsystemet i oplandet til rensedammen, hvor enkelte huse fejlagtigt har koblet deres spildevand til regnvandsledningen. Det er derfor vigtigt med god hygiejne, når man arbejder med vand og andre materialer fra rensedammen. Tager man f.eks. madpakke med ud til arbejdet med rensedammen, bør man vaske fingre før man spiser.

Dimensionering

Afhængig af hvor stort et opland bassinet har, så skal det *dimensioneres* (tilpasses størrelsesmæssigt) til at kunne rumme alt regnvandet (også større regnskyl). Man vil dog alligevel ikke bruge tid, plads og penge på at bygge bassinet for stort, derfor vælger man ofte at dimensionere bassiner, så de kan holde til et regnskyl så kraftigt, som dem man kun ser ca. hvert 5. år (en 5- års hændelse).

Samlet set skal bassinet dimensioneres ud fra:

- hvor hurtigt vandet kommer ind, Q_{ind}
- hvor hurtigt det må lukkes ud igen (eller nedsives), Q_{ud}
- tiden det regner, t
- en sikkerhedsfaktor, så man skyder lidt over målet for at være på den sikre side

Bassin volumen = (indløb Q_{ind} – udløb Q_{ud}) x regntid x sikkerhedsfaktor

Indløbshastigheden, Q_{ind} , udregnes ud fra disse parametre

- regn intensiteten ($l/s/m^2$)
- afløbskoefficienten
- oplandets areal (m^2)

$Q_{ind} = \text{regn intensiteten } (l/s/m^2) \times \text{afløbskoefficienten} \times \text{areal}_{\text{opland}} (m^2)$

Udløbshastigheden Q_{ud} ,

Denne værdi er forskellig fra bassin til bassin og skal aflæses for det konkrete bassin under kortfunktionen på Skolen-i-skoven.

I et nedsivningsanlæg vil vandet i stedet nedsive. Nedsivningen, K , måles i m/s. I kan måle denne hastighed selv via øvelsen "Nedsivning af regnvand – nedsivningsbassin" på Skolen-i-skoven, eller sætte værdien til $10^{-5}m/s$. For at omregne nedsivning til l/s skal man gange med $1000 l/m^3$ samt nedsivningsareal på anlægget.

$$Q_{ud \text{ nedsivning}} = 10^{-5} m/s * 1000l/m^3 * \text{nedsivnings areal}$$



Regn intensiteten og regntid

I nedenstående tabel kan man aflæse værdier for hvor ofte, hvor længe og hvor meget regn man statistisk set kommer til at opleve, udregnet ud fra de sidste 139 års målinger. I tabellen kan det f.eks. ses, at der i gennemsnit 1 gang hvert 10. år kan forventes, at der over en 15 minutters periode vil indtræffe en regnhændelse med en gennemsnitlig intensitet på 190 liter/sekund/hektar.

Tabel fra Linde et. al 2002. Landsrække bestemt ud fra 139 målinger (1933-62). Regn intensiteterne er i l/s/ha. Man kan omregne fra l/s/ha til l/s/m² ved at dividere med 10 000 da en hektar er lig med 10 000 m²

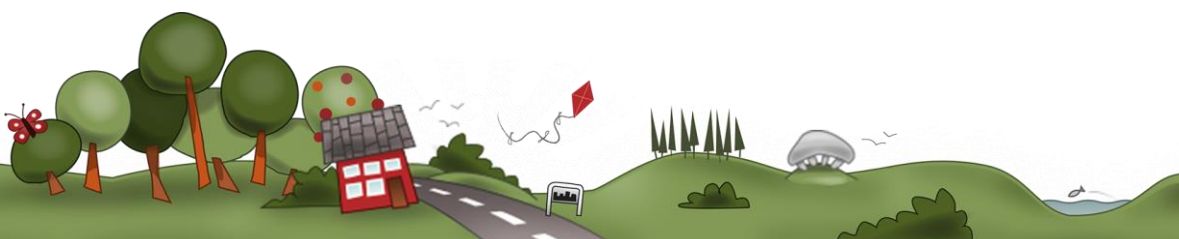
Gentagelses- periode T (år)	Varighed, t _r (minutter)								
	5	10	15	20	25	30	40	60	120
20	350	280	240	205	172	149	119	86	64
10	310	230	190	170	142	123	98	72	43
5	260	190	160	128	108	94	76	56	33
2	200	140	114	92	78	68	56	43	26
1	150	110	88	72	61	54	44	33	21
0,5	110	83	64	53	46	41	34	26	17
0,2	80	52	40	34	29	26	22	17	11

Sikkerhedsfaktor og klimafaktor

For at være på den sikre side, ganger man bassin volumenet op med sikkerhedsfaktor, som fastsættes af den enkelte kommune, ud fra hvor sårbare byerne er overfor oversvømmelser. Sikkerhedsfaktoren ligger som regel mellem 1 og 1.4.

I takt med at jordkloden opvarmes som konsekvens af den globale opvarmning, stiger mængden af nedbør støt. De kloakrør og klimatilpasningsanlæg der anlægges i dag, skal i fremtiden kunne kapere endnu mere regnvand. Da det er meget dyrt at grave rør ned og opføre anlæg, skal man sikre sig at tiltagene er fremtidssikrede. Derfor ganger man med en såkaldt klimafaktor, når man regner sig frem til vandmængdenet kloakrør skal kunne føre af vand, og hvor meget et regnvandsbassin skal rumme. Den nuværende anbefalede klimafaktor er på 1.3, hvilket er svarende til, at vi over de næste 100 år kan forvente 30% mere ekstremregn.

Disse to faktorer kan lægges sammen til en samlet sikkerhedsfaktor mellem 1.3 og 1.7 som der ganges med, når man dimensionerer bassiner.



Befæstning og afløbskoefficient

Et befæstet areal er et område hvor jorden er dækket af fx fliser, asfalt, huse, grusveje som er helt eller delvist uigennemtrængeligt for vand. Altså vil regnvandet der falder på området ikke trænge ned i jorden man skal i stedet håndteres i en kloakledning. Mængden af vand der ledes i kloak fra et befæstet område afhænger af typen af befæstning. Eksempelvis kan lidt vand trænge ned gennem en græsarmring eller en grusvej, mens vand ikke kan trænge gennem asfalt. Man har fundet nogle generelle værdier for, hvor meget vand de forskellige typer befæstninger tilbageholder, og kan herudfra bestemme en faktor for, hvor stor en andel af vandet der ledes af overfalden til en kloak i et typisk område. Denne faktor kaldes *afløbskoefficienten*, og siger noget om andelen af vand fra et areal, der løber af overfladen og i kloakken. Man finder mængden af regnvand der skal håndteres i et klimatilpasningsanlæg ved at gange arealet af oplandet med afløbskoefficienten.

<i>Oplands type</i>	<i>Afløbskoefficient</i>
Boligområde	0,2-0,3
Let industri	0,5-1,0
Industri	0,6-1,0
Bymidte	0,8-1,0

