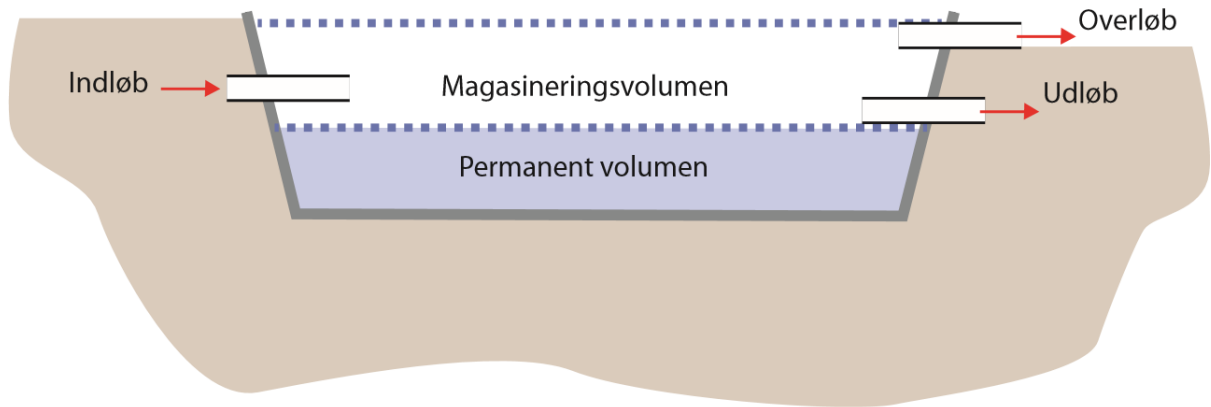


Bassin kapacitet



Kort om forløbet

I dette forløb skal eleverne ud og bestemme et regnvandsbassins kapacitet ved at opmåle bassinets magasin volumen. Bagefter skal de regne på, om bassinet kan håndtere de mængder af regn som ledes dertil uden at flyde over. Eleverne skal under udregningen vurdere hvor meget af det regnvand, som falder på oplandet, der ender i regnvandskloakkerne, og skal håndteres i bassinet. Dette gøres ud fra kort materiale.

Forløbet er et af flere forløb udviklet til brug på klimatilpasningsanlæg rundt i landet og del af et større tema omkring klimatilpasning til fremtidens regnvandsmængder. Se tema siden "klimatilpasning".

I finder et lokalt bassin ved at søge på "Klimatilpasningsanlæg" på kortet, hvor I også kan læse oplysninger om det konkrete klimatilpasningsanlæg.

Under kopiark finder I resultatskemaer og andre ressourcer, som kan printes efter behov til eleverne.

Formål

At arbejde med regnvandsbassiner som løsningsforslag til menneskeskabte klimaudfordringer i form af øgede regnmængder. Samtidig arbejdes med opmåling, rumfangs udregning, enhedsomregning samt formler for indløb og udløb af vandmasser.

Eleverne kommer til at opnå teoretisk viden om:

- klimatilpasning til øgede regnmængder
- regnvandsbassinets funktion
- dimensionering af regnvandsbassiner
- Befæstning og afløbskoefficienter

Eleverne kommer til at lave praktisk arbejde med:

- Opmåling af magasin volumen af et regnvandsbassin
- Beregning af rumfang
- Vurdering af et oplands afløbskoefficient
- Vurdering af om regnvandsbassinet er dimensioneret stort nok til en 5 års hændelse

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

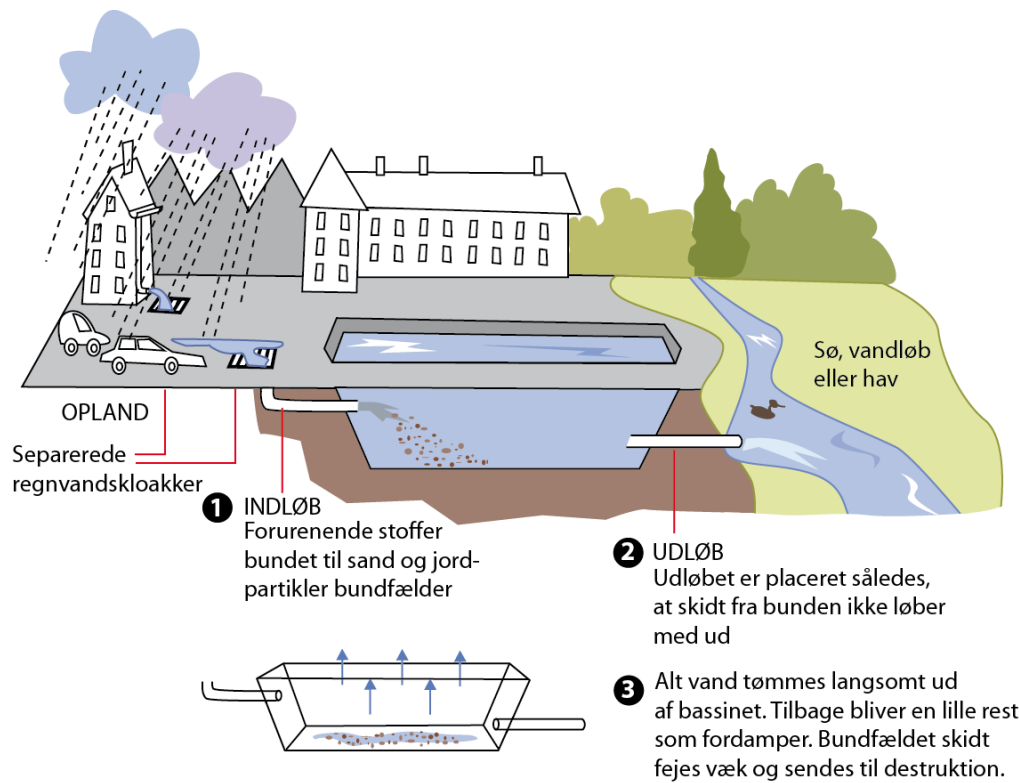
Regnvandsbassinet bruges til at opsamle regnvand fra store områder som er *befæstede* - dvs. områder hvor jorden er dækket af fliser, bygninger, asfalt, stampet grus eller andet der *gør*, at vandet ikke siver ned hvor det lander. De samlede befæstede arealer som genererer vand til et regnvandsbassin,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

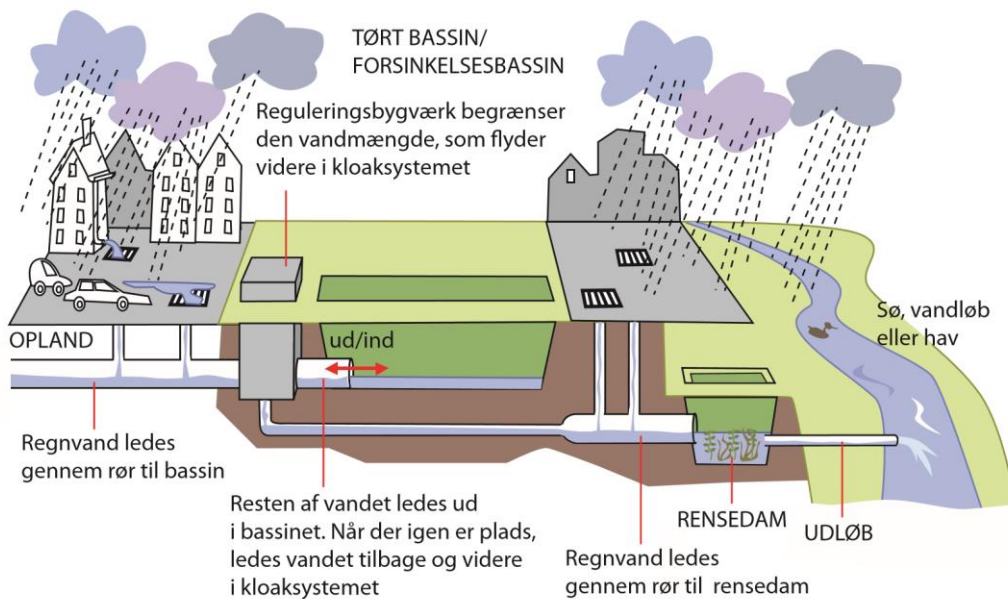
Tørre bassiner og rensedamme

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

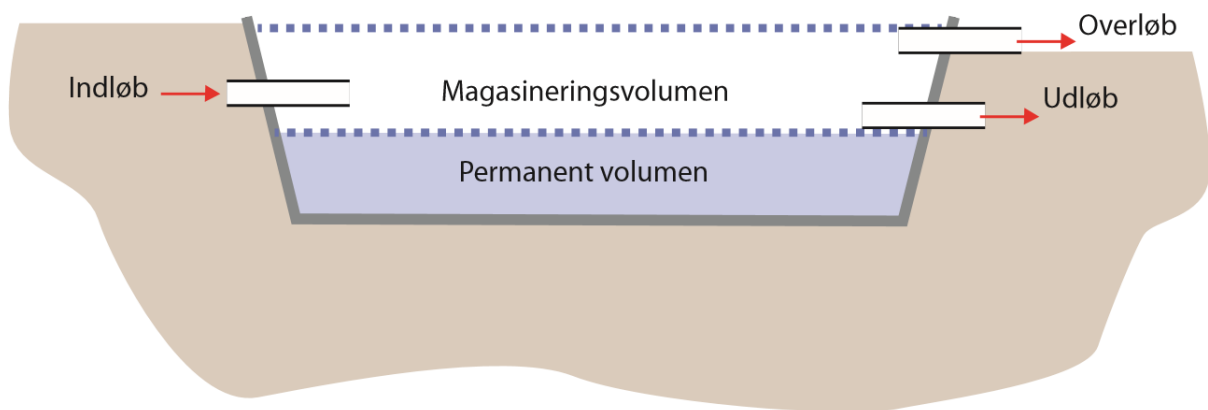
På nogle tørre bassiner er udløbsrøret mindre end indløbsrøret, og mængden af vand der føres videre i kloaksystemet begrænses af størrelsen på udløbsrøret.



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

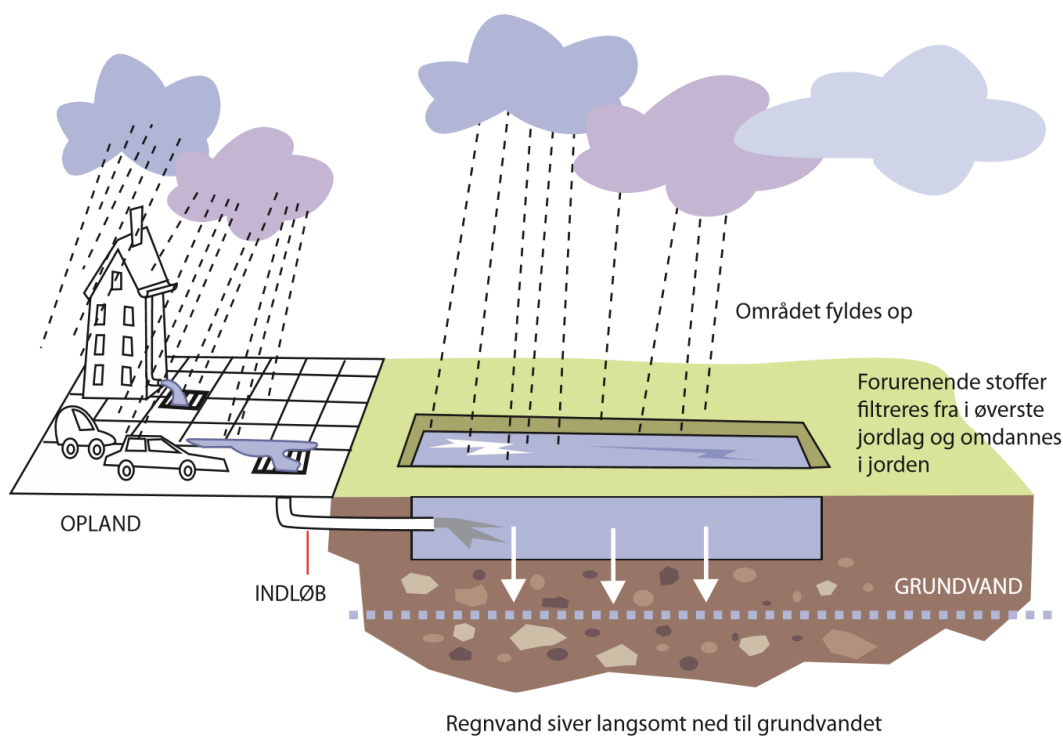


Rensedamme fungerer som tørrebassiner men tømmes kun til et minimum, således at der er et permanent vandspejl i disse bassiner.



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 fejkoblinger 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

Forsyningsselskaber landet over har gennem mange år målt på regnmængder i hele Danmark. Regndata fra ca. 150 regnmålere placeret over hele landet indsamles løbende og giver forskere og byplanlæggere gode data ift. hvad man kan forvente af regnvandsmængder. Disse data bruges af kommunerne når regnvandsbassiner skal *dimensioneres* – dvs. når der beslutes hvor store de skal være.

Det er vigtigt at bygge bassinet stort nok, men ikke større end nødvendigt, da man bruger tid, plads og penge på bassinerne. Man vælger man ofte at dimensionere bassiner, så de kan holde til kraftige regnmængder, som kun ses ca. hvert 10. år.

Et gennemsnitligt tal for dette er;

525 m³/ reduceret Hektar

En hektar er det sammen som 10.000 m². Nedenfor kan du læse hvad en *reduceret* Hektar betyder.

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. Derved fås det *reducerede areal* som skal bruges ved beregning af dimensioneringen.

<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

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 ganges sammen til en samlet sikkerhedsfaktor mellem 1.3 og 1.7. Denne faktor ganges på, når man dimensionerer bassiner.

Forberedelse

Oplæg på klassen

Under afsnittet "Teori" samt under "Kopiark" til højre, findes det faglige oplæg til dette undervisningsforløb. Start forløbet i klassen med gennemgang af indhold.

Hypoteser og læringsmål

Formålet med den konkrete øvelse er, at opmåle et bassin beregnet til oplagring af regnvand, og udregne mængden af regnvand, bassinet kan håndtere. Dette sammenholdes med størrelsen af regnvandsbassinets opland.

- Hele klassen formulerer i fællesskab en overordnet problemstilling. Et eksempel kunne være, "Hvordan kan regnvandsbassiner bruges til at løse klimaforandringsudfordringer".
- Formulér sammen med læreren, læringsmål for forløbet
- Opstil hypoteser for hvor meget regnvand et bassin til et givent opland kan rumme.

Kom evt. omkring følgende arbejdsspørgsmål:

1. Hvorfor skal vi bruge regnvandsbassiner?
2. Hvad vil der ske ved ekstreme regnskyl, hvis man ikke har separatkloakeret?
3. Hvilken konsekvens har det, når regnvandskloakker flyder over?
4. Hvad er fordele og ulemper ved at opføre bassiner i stedet for at anlægge større regnvandskloakrør?
5. store regnskyl kommer kun sjældent. Hvad er fordele og ulemper ved at opføre meget store bassiner, der kan klare de meget sjældne ekstreme regnskyl?

Planlægning

For at løse opgaven, skal I ud til et rigtigt regnvandsbassin.

1. Find det nærmeste bassin på kortfunktion på Skoven i Skolen – det kan være enten et tørt bassin, et nedsivningsanlæg eller et vådt bassin (rensedam). Klik på "Læs mere" og find her nyttige informationer om det konkrete bassin.
2. Print kort over det bassin I skal besøge, og undersøg det tilstrækkeligt til, at I kan orientere jer ved bassinet, når I kommer derud.
3. Planlæg turen, så alle kender deres rolle ude ved bassinet.
 - Hvad er tidspunktet for turen?
 - Hvordan kommer man derhen?
 - Hvad skal medbringes, og af hvem?
 - Skal klassen arbejde sammen, eller skal den opdeles i grupper?
 - Hvilke områder ved bassinet skal undersøges, og hvordan?
 - Hvilke noter og billeder skal der tages, hvordan og af hvem?

Materialer

- Målebånd (50 m)
- Tommestok, målestok eller landmålerstok
- Vaterpas (eller snor libelle)
- Snor (tilsvarende bassinets længde eller bredde)
- Kort over anlægget printet fra Skoven i Skolen
- Skriveredskaber, skriveunderlag og papir

Sådan gør du

Formål

At opmåle et bassin beregnet til oplagring af regnvand og udregne mængden af regnvand bassinet kan håndtere, samt vurdere hvordan det passer i forhold til størrelsen af regnvandsbassinets opland.

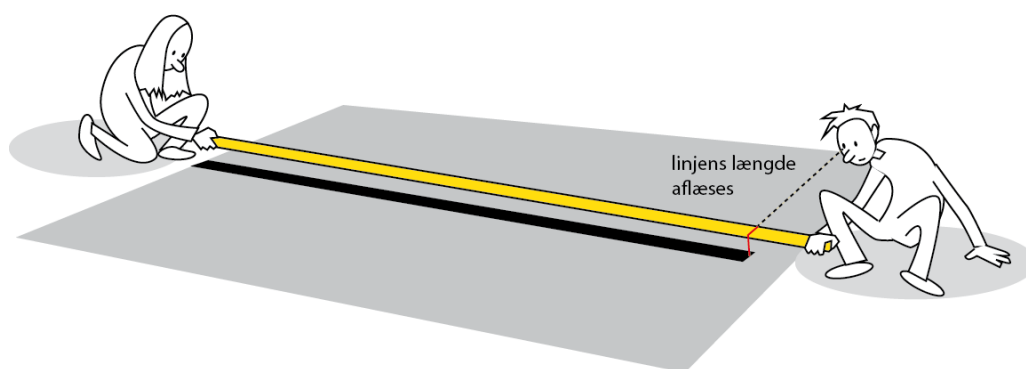
Vejledning

1. Brug oversigtskortet til at orientere jer ved bassinet.
2. Kig på det bassin I skal bestemme rumfang af.
 - a. Hvilken form har bassinet, og hvordan beregner man rumfang af sådan en form?
 - b. Del evt. bassinet op i dele for at bestemme rumfanget af hver delform
 - c. Lav en skitse, som I kan notere mål på.
3. Opmål længder, bredder og dybder i bassinet og opskriv alle måleresultater i resultatskemaet
4. Se på hvad der vil ske hvis bassinet flyder over – hvor ender vandet så?

Hjælp til dine opmålinger:

Fremgangsmåde ved målinger af lige linjer (bredde, længde eller diameter)

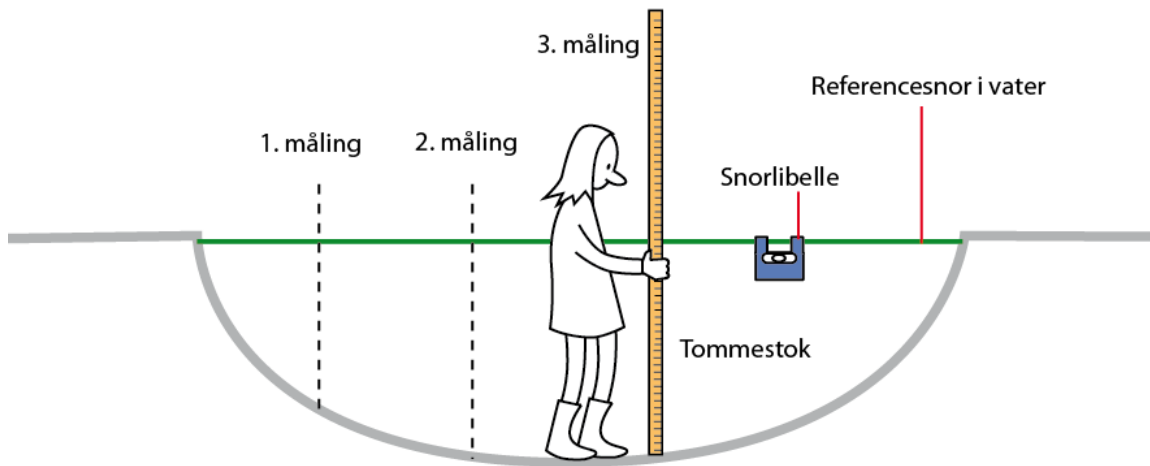
- En person placerer sig ved den ene ende af den linje, der skal måles op, og holder enden af et 50 m målebånd ved dette punkt. En anden person trækker målebåndet til den anden ende af den linje, der skal måles op, og aflæser linjens længde på målebåndet ved dette punkt.



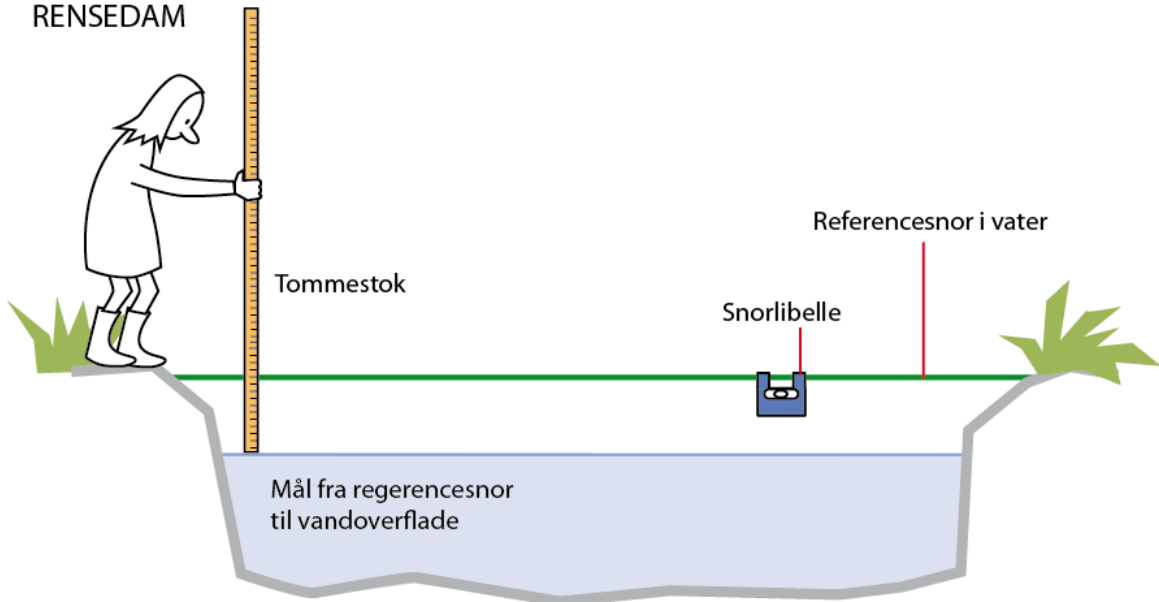
Fremgangsmåde ved dybdemålinger

- Kig på bassinets form og vurder om der er forskel på dybden af bassinet forskellige steder.
- Hvis der ikke er forskellige dybder, er det tilstrækkeligt at lave én dybdemåling f.eks. ved bassinets kant.
- Hvis der er forskellige dybder, skal der udvælges et antal punkter i bassinet (antal afhænger af bassinets størrelse), hvor der skal foretages dybdemålinger. Overvej hvor disse punkter skal placeres i forhold til at I skal bestemme det samlede bassins gennemsnitsdybde. Notér målepunkter og målingsresultater på skitsen.
- Ved hvert af disse punkter måles afstanden fra underlaget op til en referencesnor ved hjælp af en målestok/tommestok eller målebånd.
- Referencesnoren er en snor, der spændes ud over bassinet henover det punkt, hvor der skal laves en dybdemåling. Snoren skal være i vater og i højde med toppen af bassinet (dvs. den højde, hvor vandoverfladen ville være, hvis bassinet var helt fyldt op). Snoren kan bindes fast, hvis der er mulighed for det, eller to personer kan holde i hver sin ende. Det er vigtigt, at snoren holdes stram og i vater. Brug hertil et vaterpas eller en snorlibelle
- Er bassinet et vådt bassin som er delvist fyldt, (rensedammen) så skal I måle hvor meget mere vand, bassinet kan rumme. Dybdemålingen laves således fra referencesnoren og til vandoverfladen.
- Er det et nedsivningsanlæg vil anlægget have høje kanter, så det kan rumme et større volumen vand som løbende nedsives.
- Se illustration på næste side

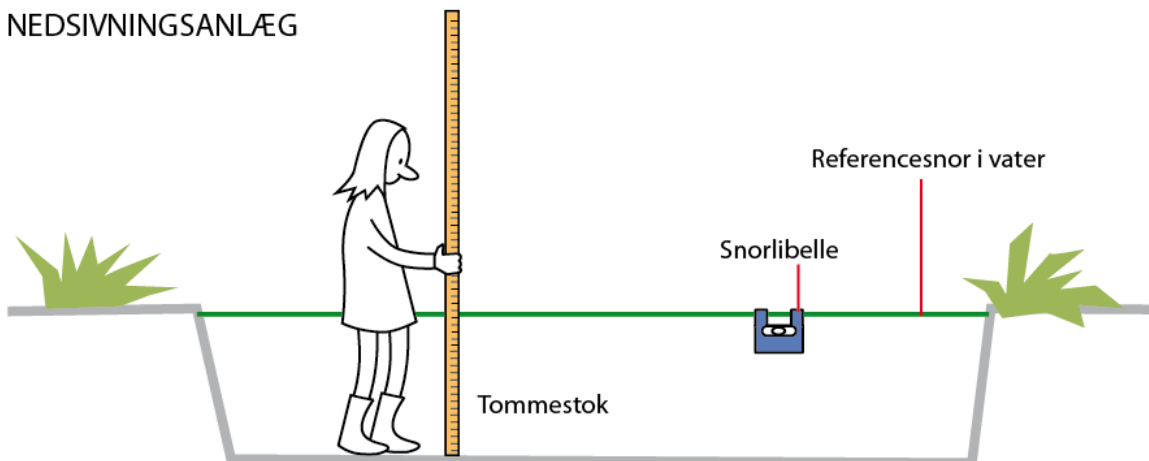
TØRBASSIN



RENSEDAM



NEDSIVNINGSANLÆG



Bearbejdning

Nu skal der regnes på, om bassinet kan håndtere til de store regnskyl, man kan forvente i fremtiden på oplandet til bassinet. Alle udregningsresultater indskrives i databehandlingskemaet

Opgave 1: Beregn først bassinets rumfang ud fra jeres egne målinger

1. Beregn først **gennemsnitsdybden** hvis flere dybdemålinger er taget
Gennemsnitsdybden beregnes som: $\text{Gennemsnitsdybde} = (\text{sum af alle dybderne} / (\text{antal målinger} - 1))$.
Hvor der trækkes 1 fra antal målinger, fordi begge kanalens kanter med dybde 0 cm er medtaget i udregningen.
2. Udregn **overflade arealer via formlen**

$$\text{Areal} = \text{længde} \times \text{bredde}$$

Er bassinet opdelt i flere delrum, som I har målt på, udregnes alle arealer og disse lægges sammen til et samlet areal.

Dette areal er desuden nedsivnings arealet for nedsivningsanlægget.

3. Bestem **bassinets rumfang** ud fra gennemsnitsdybden og overfladearealet, hvor:

$$\text{Bassinrumfang} = \text{gennemsnitsdybde} * \text{overfladeareal}$$

Afhængig af formen på det bassin, der skal bestemmes rumfang for, kan andre formler til beregning af rumfang benyttes.

Opgave 2: Bestem oplandets afløbskoefficient og det reducerede areal

Afløbskoefficienten er den andel af vandet, der flyder videre i regnvandskloaker i stedet for at nedsive, ophobes eller fordampe ude i byen. Det reducerede areal er det totale oplandsareal ganget med afløbskoefficienten for arealet.

1. Find jeres undersøgte bassin på kortet fra Skoven i Skolen.
2. Se på oversigten over bassinets opland og print en kopi.
3. Sammenlign det printede kort med et kort fra google maps (eller andre), hvor man kan se hvilke typer af bebyggelse, der er på de forskellige dele af oplandet.
4. Opdel oplandet i de 4 oplandstyper som ses i skemaet til højre ved at skraverer med forskellige farver.

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

5. Angiv nu hvor stor procentdel der er af de forskellige typer oplande.

6. Udregn en samlet afløbskoefficient, idet I skal gange procentandelen på afløbskoefficienten for hver type af opland, og lægge dem alle sammen til sidst.

7. For at udregne det reducerede areal, ganges den samlede afløbskoefficient med oplandets total areal som er angivet på beskrivelsen af det konkrete bassin eller på oplandskortet. Udregn det enten i m² eller Hektar.

Opgave 3: Bestem det regnvolumen som bassinet skal kunne opbevare

Udregn nu, hvor stort et volumen der teoretisk skal til, for at klare regnmængder så store at de opstår så sjældent som hver 10. år.

Via overvågninger de sidste mange år i Danmark har man udregnet at bassiner skal kunne rumme 525 m³ regn pr ha reduceret areal for at kunne håndtere 10 års hændelser.

For at sikre sig at der tages hensyn til fremtidens øgede regnmængder samt evt. andre usikkerheder skal der desuden ganges en sikkerhedsfaktor på. En højt sat sikkerhedsfaktor ligger på 1,7.

Derfor kan det nødvendige bassinvolumen udregnes således;

Bassin volumen = 525 m³/ red. Ha x reduceret areal x sikkerhedsfaktor

Husk at 1 Hektar = 10.000m²

Opgave 4: Kan det afmålte volumen rumme en 10 års hændelse?

Sammenlign til sidst det udregnede nødvendige bassin volumen med resultatet af det opmålte bassin volumen.

- Kan vandet være der?
- Hvor vil vandet flyde hen hvis bassinet flyder over?

Perspektivering

1. Hvordan hjælper bassiner med at løse klimaudfordringer?
2. Hvad er konsekvenserne, hvis man ikke laver bassiner?
3. Hvad sker der kommer mere vand en klimatilpasningsanlægget kan rumme?
4. Hvorfor løser man ikke udfordringen ved at opføre kæmpe bassiner, som kan rumme 100 års hændelser?

Kommunikation

Der er mange måder hvor på du kan synliggøre, hvad du har fået ud af forløbet. Brug evt. animationer til at vise hvordan et bassin virker i forhold til klimatilpasning. For vejledning hertil, læs *Animér et klimatilpasningsanlæg* under kopiark.

Sammenlign jeres udbytte af forløbet med jeres formulerede læringsmål og svar på;

- *Hvad har jeg lært?*
- *Hvordan har jeg lært det?*

Følgende specifikke fagord og termer kan bruges når du fortæller om det I har lært

- Global opvarmning
- Klimatilpasning
- Regnvandsbassin
- Recipient
- Opland
- Befæstede arealer
- Afløbskoefficient
- Sikkerhedsfaktor
- Klimafaktor
- Regnhændelse
- Volumen

Forslag til videre arbejde

På temasiden om klimatilpasning kan du læse mere, samt finde flere opgaver rettet mod regnvandsbassiner og andre typer klimatilpasningsanlæg.

Det er oplagt at dele klassen i flere hold, der arbejder med hver sin opgave, hvilket vil gøre de efterfølgende fremlæggelser mv. mere spændende for klassen. Der vil her være overlap mellem indholdet af de forberedende øvelser, men også dele som er unikke for de specifikke opgaver.

Følgende opgaver er rettet mod regnvandsbassiner og kan køres samtidigt;

Rensedamme:

- Dyrelivet i rensedammen
- Sigtedybde i rensedammen
- Salt i rensedammen
- Planter tilpasning til vand og land
- Næringsstoffer i rensedammen
- Algers vækstbetingelser
- Sigtedybde i rensedammen

Tørre bassiner:

- Det tørre bassin renser regnvand
- Rørdimensioner i bassin

Nedsivningsbassiner:

- Nedsivning af regnvand - nedsivningsanlæg

På alle regnvandsbassintyper:

- Plan B
- Æstetik og funktionalitet