

Rørdimensioner i bassin

Kort om forløbet

I forløbet skal eleverne ud og måle på et nærliggende regnvandsbassin. Areal og dybde af bassinet måles op, så eleverne senere kan beregne volumen af bassinet. Bassinets afløb undersøges, idet diameter og hældning registreres. Herudfra kan eleverne beregne en tømningshastighed. Efter regneøvelserne, hvor eleverne finder ud af, hvad hældning og diameter betyder for afløbshastighed, skal de praktisk arbejde med at variere disse parametre på en model af bassinet, som de selv bygger.

Forløbet er et af flere forløb udviklet til brug ude på klimatilpasningsanlæg rundt i landet og del af et større tema omkring klimatilpasning til fremtidens regnvandsmængder. Se temasiden "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 forløbet opdelt i mindre sektioner, som kan printes efter behov til eleverne.

Formål

Formålet er at arbejde med regnvandsbassiner som løsningsforslag til menneskeskabte klimaudfordringer i form af øgede regnmængder. Samtidig arbejdes med opmåling, rumfangs-udregning og formlen for flow gennem et rør.

Eleverne kommer til at opnå teoretisk viden om:

- klimatilpasning til øgede regnmængder
- regnvandsbassiners funktion

Eleverne kommer til at lave praktisk arbejde med:

- opmåling af bassindimensioner
- opmåling af rørdiameter og hældning
- udregning af bassinvolumen og tømningshastighed
- modellering af bassin
- undersøgende arbejde med rørdiameter og hældning ift. tømning af model bassin

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.

Vores kloaknet skal håndtere to typer af vand. Spildevandet som er et produkt fra vores husholdning og industri (toiletter, køkken- og håndvaske, maskiner, produktion) og *overfaldevand* (nedbør i form af regn og sne). Når det regner meget, bliver en fælles kloakledning meget hurtigt fyldt op, og vi risikerer at spildevandet skyller tilbage op gennem afløb inde i husene. Mange steder har man derfor separat kloakeret, således at spildevand og overfladevand adskilles. 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 regnvands kloakledninger ned, så vi undgår overløb. Derfor må de øgede regnvandsmængder fra byerne håndteres på en anden måde. Det der er behov for, er et sted hvor de store mængder regnvand fra regnvandskloakkerne Det, der er behov for, er 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 tørt bassin.



Foto: Lisa Risager (dingeo.dk)

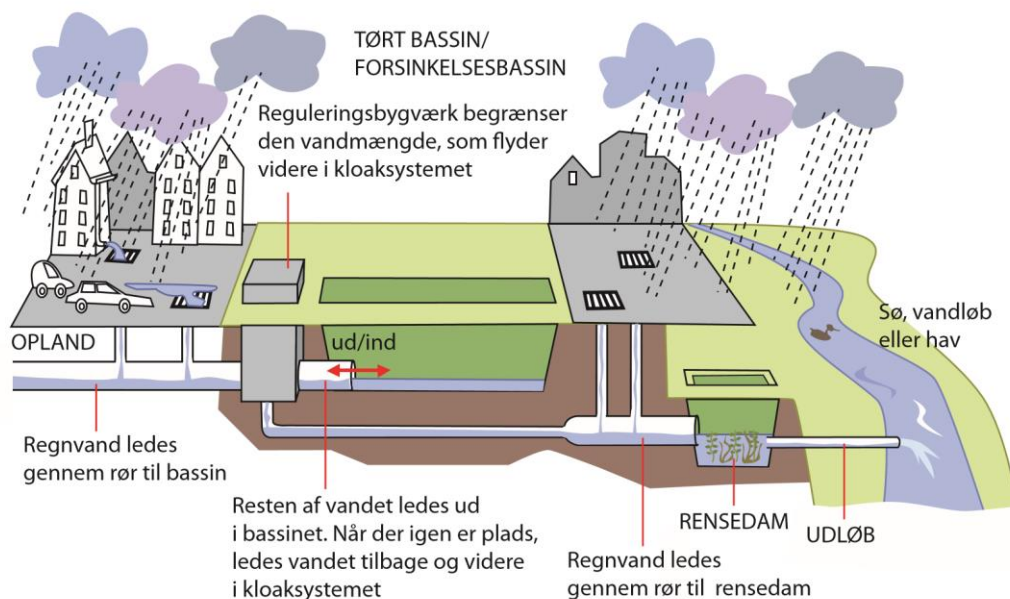
Det tørre bassin forsinker vandstrømmen

Regnvandsbassinet bruges til at opsamle regnvand fra store områder som er *befæstede* - dvs. hvor områder 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*.

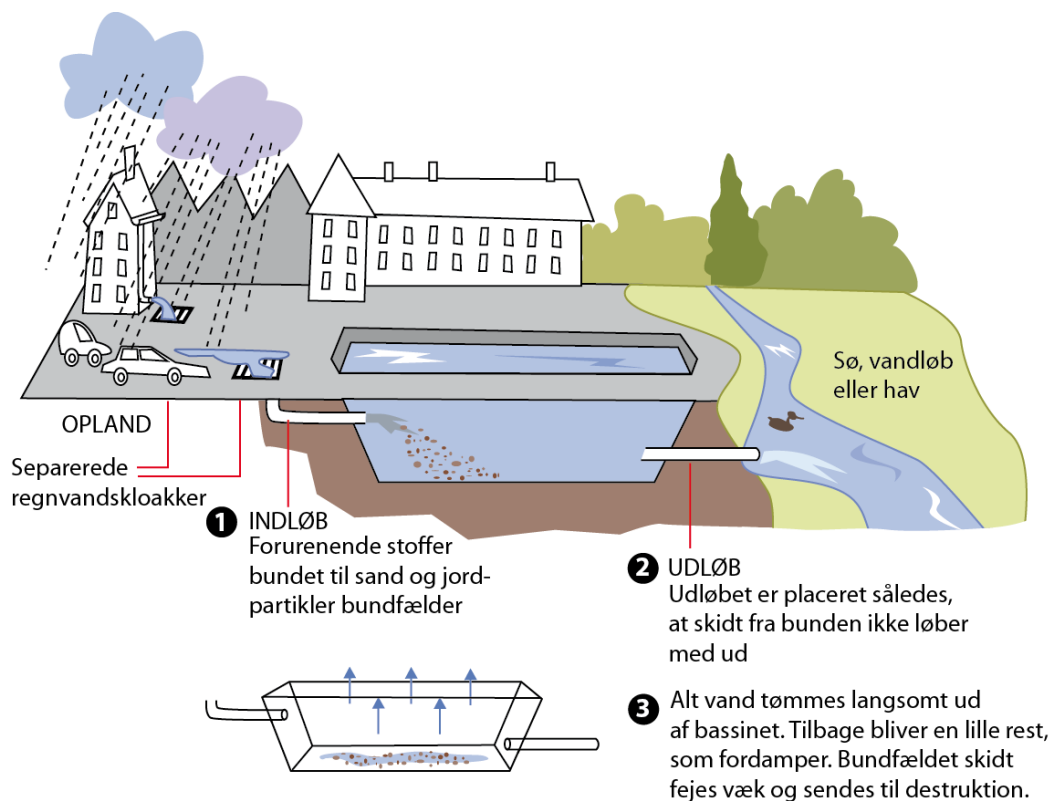
Der er flere typer af regnvandsbassiner, som alle kan aftage vand, der ikke kan rummes i kloaksystemerne. Når bassinerne er fyldt op efter en regnhændelse, er det vigtigt, at de tømmes, så der igen er plads til nye regnmængder.

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

I nogle 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.



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



Det er den sidst nævnte type tørre bassin, som denne opgave kan bruges på.

Forberedelse

Oplæg på klassen

Start forløbet i klassen med gennemgang af teoriafsnittet.

Hypoteser og læringsmål

Formålet med den konkrete øvelse er at undersøge, hvor hurtigt et regnvandsbassin tømmes igen efter regn. Dette gøres ved at arbejde med vandets flow gennem udløbsrør i regnvandsbassinet.

- 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, hvad der har betydning for tømningshastigheden af bassinet.

Kom eventuelt omkring følgende arbejdsspørgsmål:

1. Hvorfor skal vi bruge regnvandsbassiner?
2. Hvad er konsekvensen, når kloakrør ikke kan klare mængden, der fyldes i dem?
3. Hvad er fordele og ulemper ved at lave bassiner i stedet for at grave større kloakrør ned?
4. Hvad kan man bruge bassinerne til, når der ikke er regnvand i?
5. Hvor hurtigt skal bassinet tømmes igen?
6. Hvilke parametre betyder noget for, hvor hurtigt man kan tømme bassinet via dets udløbsrør?
7. Hvad har betydning for flow gennem et rør?

Planlægning

1. For at løse opgaven skal I ud til et tørt bassin. På kortfunktionen på "Skoven-i-skolen" kan du finde mulige tørre bassiner under temaet "Klimatilpasningsanlæg".
2. Find det tørre bassin på kortet.
Når I klikker jer ind på det tørre bassin, I gerne vil besøge, kan I finde informationer om det konkrete tørre bassin herunder bl.a. adressen. I vil også kunne se et oversigtskort over det tørre bassin, hvor de vigtigste elementer er tegnet ind, så I vil kunne finde dem ude i felten.
3. Sørg for at printe et kort så I kan orientere jer derude.
4. Planlæg turen så alle ved, hvad de skal, når I når ud til bassinet:
 - Hvornår skal vi afsted?
 - Hvordan kommer vi derhen?
 - Hvad skal vi have med, og hvem tager hvad med?
 - Skal klassen arbejde sammen, eller skal den opdeles i grupper?
 - Hvilke områder ved bassinet skal undersøges og hvordan?
 - Hvad skal skrives ned eller tages billeder af, hvordan og af hvem?

Materialer

- Kort over det tørre bassin
- Målebånd (50 m)
- Tommestok/ lineal
- Vaterpas og vinkelmåler eller Iphone app "Angle meter"
- Skriveredskaber, papir og skriveunderlag
- Lang, lige, tynd og robust pind

Sådan gør I

Formål

Formålet er at undersøge, hvor hurtigt et regnvandsbassin tømmes igen efter regn. Dette gøres ved at arbejde med vandets flow gennem udløbsrør i regnvandsbassinet.

Vejledning

Ved nogle af de tørre bassiner kan der findes en infoplanche over det konkrete anlæg. Undersøg, om der er en infoplanche og læs dennes indhold.

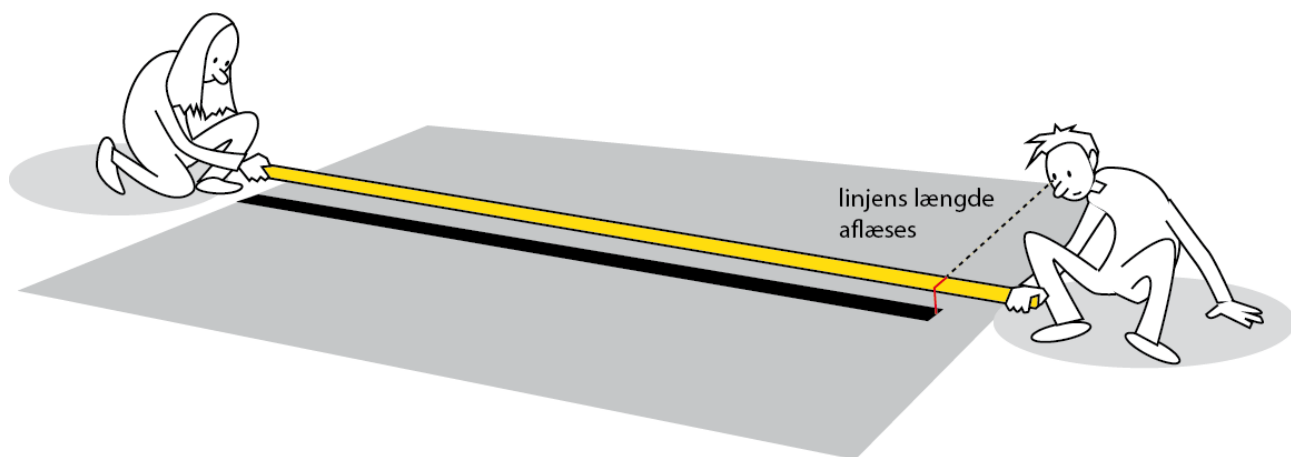
I skal opmåle og udregne bassinets rumfang (indfør data på resultatarket).

- Tegn en skitse af bassinet med indløb og udløb.
- Mål dimensionerne af bassinet og indfør på skitsen (se "Hjælp til dine opmålinger").
Er bassinet ikke firkantet, så opdeles bassinet i figurer som opmåles og senere udregnes volumen for.

Hjælp til dine opmålinger:

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

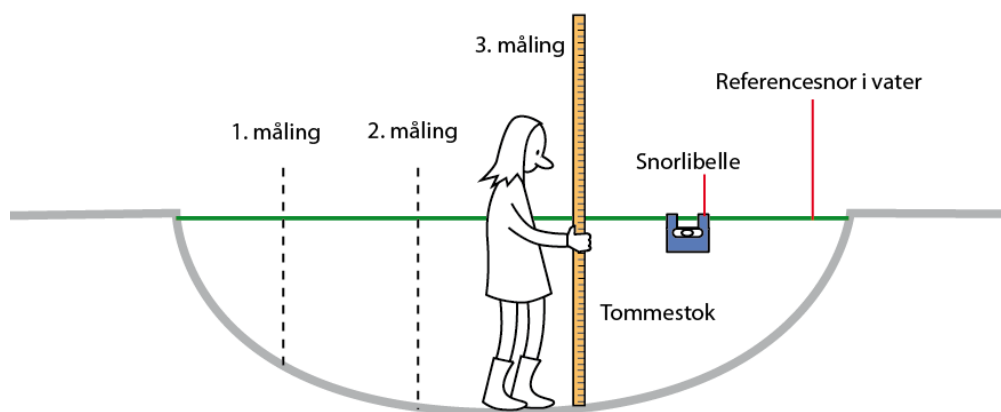
- En person placerer sig ved den ene ende af den linje, der skal måles op og holder enden af et 50 m målebånd ved dette punkt. En anden person trækker målebåndet til den anden ende af den linje, der skal måles op, og aflæser linjens længde på målebåndet ved dette punkt.



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 det er det samlede bassins gennemsnitsdybde, I skal ende ud med at bestemme. 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.
- Se illustrationen.

TØRBASSIN



2. Find udløb fra det tørre bassin – brug jeres printede kort fra nettet over anlægget
Mål hældning af udløbsrøret på følgende måde:
 - a. Brug den medbragte pind – stik den et godt stykke ned i røret og pas på, at den ikke knækker derinde.
 - b. Med en Iphone og app'en "Angle meter" måles vinklen på pinden og dermed hældningen på røret. Alternativt bruges en vinkelmåler og et vaterpas. Vaterpas bruges til at få en vandret bundlinje at måle vinklen ud fra.
3. Udløbsrørets diameter måles med en tommestok eller lineal.

Opmålingsresultater og skitse

Bassinet kan, hvis det har en ikke-rektangulær form, deles op i mindre mere håndterbare delrum. Ellers noteres bare én længde og bredde.

Bassinets dimensioner	Delrum 1	Delrum 2	Delrum 3	Delrum 4	Delrum 5
Afmålt længde (m):					
Afmålt bredde (m):					

Bassinets middeldybde udregnes, hvis dybden varierer. Ellers noteres bare én dybde.

Afstand fra kant (cm)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Dybde (cm)										

Afstand fra bred (cm)	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
Dybde (cm)										

Middeldybde = (dybde 1 + dybde 2 + dybde 3) / antal målte dybder

Udløbsrørets diameter (i meter)

Udløbsrørets hældning (i grader)

Tegn skitse af det tørre bassin her og tegn mål på

Efterbehandling

Beregninger

I skal nu regne på, hvor meget vand, der kan være i det tørre bassin, I har undersøgt, og på hvor lang tid, det vil tage, at tømmes igen.

Opgave 1:

Udregn først bassinets fulde volumen i m^3 . Så meget vand kan bassinet maksimalt indeholde. Brug formlen:

$$Vol_{\text{bassin}} = Længde_{\text{bassin}} \times bredde_{\text{bassin}} \times dybde_{\text{bassin}}$$

Opgave 2:

Vandet løber ud af bassinet via udløbsrøret, som I har målt hældning og diameter på. Flowet ud af udløbsrøret fra bassinet Q_{ud} udregnes ud fra denne formel:

$$Q_{ud} = A \times V$$

Hvor A er tværsnitsarealet af udløbsrøret, og V er hastigheden af vandet i røret.

Hastigheden udregnes som, $V = H_m \times \sqrt[2]{F} \times \sqrt[3]{H_r^2}$

H_m = Hydraulisk modstand. Denne afhænger af materialet, røret er lavet af og vil være $85 \sqrt[3]{m} / s$ for et metalrør.

F = Rørets fald/hældning i procent(er enhedsløs).

H_r = Hydraulisk radius, er forholdet mellem rørets areal og omkreds (A/O). Jo større areal ift. omkreds, desto hurtigere kan vandet løbe. Benævnelsen er meter (m).

- a) Snak evt. om de forskellige dele af formlerne, og hvorfor hver del har indflydelse på vandhastigheden i røret.

- b) Først skal vi omregne rørets fald (F) fra grader til procent. En 45° hældning er defineret som 100%. Se fx skemaet fra hetag.dk:

Fald i cm/m	Fald i grader	Procenter
100,0	45,0 grader	100%
50,0	26,6 grader	50%
33,3	18,4 grader	34%
25,0	14,0 grader	25%
20,0	11,3 grader	20%
10,0	5,7 grader	10%
5,0	2,9 grader	6,45%
2,5	1,4 grader	3,11%
1,0	0,6 grader	1,34%

Kilde: <http://www.hetag.dk/web/teknik/haeldningsskema.aspx>

Brug denne omregner til at undersøge, hvor mange procent jeres rørs hældning er på:

<http://www.erikoest.dk/gradient.htm>

Når jeres procent benyttes i formlen, skal det indskrives som 100% = 1 og 5% = 0,05.

- c) Brug udregningsskemaet til hjælp med beregningerne samt til at skrive delresultater ind i. Spørg evt. læreren, hvordan man via lommeregner kan tage kvadratrods ($\sqrt{\quad}$) og kubikrods ($\sqrt[3]{\quad}$) af et tal.

Udregningsskema

Udregning	Formel navn	Resultat	Benævnelse
Rørets radius ($r = D/2$)	r		m
Rørets fald i procent	F		
Rørets tværsnits areal, ($r^2 \times \pi$)	A		m ²
Rørets omkreds ($2r \times \pi$)	O		m
Hydrauliske radius (A/O)	H _r		m
Mellem regning	\sqrt{F}		
Mellem regning	H _r ²		m ²
Mellem regning	$\sqrt[3]{H_r^2}$		$\sqrt[3]{m^2}$
Vandets hastighed, $V = 85 \times \sqrt{F} \times \sqrt[3]{H_r^2}$	V		m/s
Udløbshastigheden, $Q_{ud} = A \times V$	Q _{ud}		m ³ /s

Opgave 3:

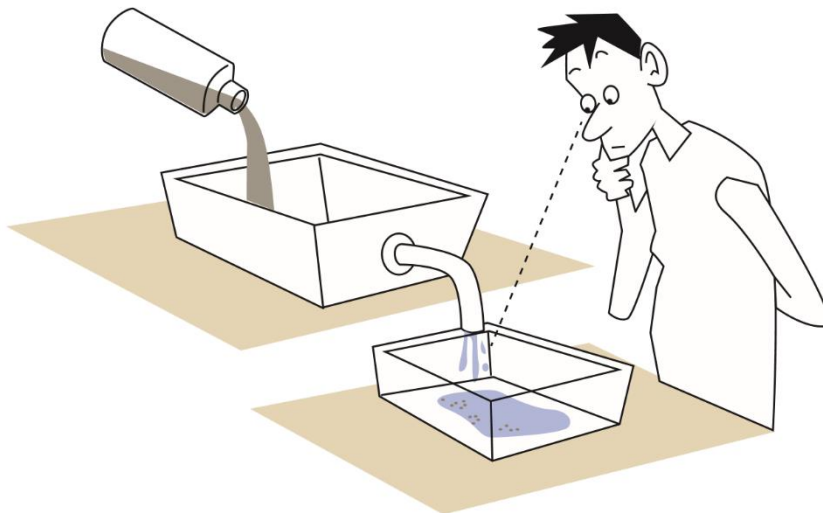
Ud fra resultaterne fra opgave 1 og 2 udregnes, hvor lang tid det vil tage et fuldt bassin at blive tømt, så man igen kan bruge bassinet?

Modellering

I skal lave en model af det tørre bassin, som I har været ude at besøge. Formålet er at arbejde undersøgende med udløbsrøret for at se, hvilken betydning forskellige faktorer har på udløbshastigheden. Vi tager udgangspunkt i de forskellige dele af formlen, I brugte til at udregne Q_u , og også vandtrykket, som afhænger af, hvor fyldt bassinet er.

Overvej følgende, før I går i gang og lav en skitse af modellen:

- Størrelsesforholdet ift. til det rigtige bassin?
- Hvilken vandtæt bund bassinet skal have?
- Hvordan laver vi et fleksibelt hul til et udløbsrør, som kan skiftes, så vi kan afprøve forskellige rørtyper og rørhældninger?
- Hvordan måler vi, hvor hurtigt vandet flyder ud af vores udløbsrør (vandflowet)? (Hint: flowmåler/dataopsamler eller liter vand pr. tidsenhed)



Når modellen er lavet kan I variere på følgende parametre:

- tykkelse af udløbsrør (A og H_r)
- hældning af udløbsrør (F)
- Rørmateriale (H_m)
- mængden af vand fyldt i bassinet

Del evt. opgaven op, så der udvælges ét enkelt parameter pr. hold, som varieres i intervaller, og lav en graf pr. hold, der sammenholder parametret med vandflowet ud af bassinet.

Resultater:

Hvad har størst betydning for udløbshastigheden af de fire parametre?

Hvilke parametre kan man variere i virkeligheden?

Hvor meget kan man variere parametrene i virkeligheden?

Perspektivering

Hvorfor laver man ikke bare et kæmpe udløbsrør, så bassinet hurtigt bliver tømt?

Kommunikation

Der er mange måder at synliggøre, hvad du har fået ud af forløbet på. Tag udgangspunkt i jeres model af regnvandsbassinet, når I fortæller om jeres målinger.

Hold jeres udbytte af forløbet op mod 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
- Tværsnitsareal
- Omkreds
- Volumen
- Udløbshastighed

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 kan køres samtidigt;

Tørre bassiner:

- Det tørre bassin renses regnvand

På alle regnvandsbassintyper:

- Plan B
- Æstetik og funktionalitet
- Bassin kapacitet