

# Vejr data

## Kort om forløbet

I forløbet skal eleverne bygge deres egne regnmålere. Målerne opstilles i lokalområdet og tjekkes jævnligt i løbet af den næste måned. Data fra forsøget indtegnes i grafer og sammenlignes med aktuel data fra DMI. Ud fra de målte regndata kan eleverne regne på, hvor meget regnvand, der i den undersøgte måned skulle håndteres i byens kloaker. Eleverne bedes til sidst om at komme med alternative løsninger på regnvandet, andet end at lede det i kloakken.

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".

Under kopiark finder I forløbet opdelt i mindre sektioner, som kan printes efter behov til eleverne.

## Formål

Formålet er at indsamle vejrdata med henblik på at vurdere regnmængder i et lokalområde. Eleven skal samtidigt arbejde med klimatilpasningsanlæg som løsningsforslag til menneskeskabte klimaudfordringer i form af øgede regnmængder. Der arbejdes desuden med datafremstilling i grafer og sammenligning med vejrdata fra DMI.

Eleverne kommer til at opnå teoretisk viden om:

- klimatilpasning til øgede regnmængder
- metoder til klimatilpasning i forhold til øgede nedbørsmængder
- regnhændelser

Eleverne kommer til at lave praktisk arbejde med at

- bygge regnmålere
- opsamle regndata over en måned
- illustrere data i grafer
- sammenligne data med data fra DMI
- udregne af afløbsmængder, der skal håndteres i kloaker

## 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 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 ned i dem.

Vores kloaknet skal håndtere to typer af vand.

*Spildevand*, 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 kloakering, 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 nedgrave nye større kloakledninger til regnvand, så vi undgår overløb. Derfor må de øgede regnvandsmængder fra byerne håndteres på en anden måde.



Foto: Lisa Risager (dingeo.dk)

### Klimatilpasningsløsninger

#### Forsinkelse af regnvand

En måde at få mindre rør til fortsat at kunne bruges er at forsinke mængderne af vand, som kommer ved de store regnskyl, så vandet kun langsomt løber gennem rørene. Dette kan vi gøre ved at lave bassiner, der kan rumme en masse vand, som så kun langsomt lukkes ud. Bassinernes størrelse afpasses/dimensioneres, så de også kan holde til de kæmpe regnskyl, der kommer en sjældent gang imellem – fx ca. hvert 5 år.

## Nedsivning af regnvand

*recipienter* er en fællesbetegnelse for vandmiljøer, der modtager vand fra vores befæstede områder. Man kan i stedet for at lede vandet ud til recipienter vælge at håndtere regnvandet, hvor det falder. Dette kan man gøre ved at lade det sive ned i jorden. Dette kræver dog et større areal med gode nedsivningsmuligheder, som ligger i nærheden af de befæstede arealer, der genererer vandet. Ofte laves bassiner, som udover at kunne lade vandet nedsive også kan opbevare en del vand, som så siver ned løbende.

Man kan også lave delvist befæstede områder, hvor de fliser eller sten, der dækker jorden, ligger således, at vand kan trænge ned gennem sten eller mellem fliser. Disse kaldes permeable belægninger. Permeabel betyder gennemtrængelig. Deciderede anlæg af permeable belægninger, som modtager vand fra andre områder, har dog en mere kompliceret opbygning med reservoir under den permeable overflade.

## Fordampning

Mængden af vand, der genereres på befæstede arealer, kan mindskes ved at udnytte overflader, som kan optage og fordampe store mængder vand. Fx vil grønne tage kunne reducere mængden af vand, der skal afledes.

## Regndata

Man har i mange år opsamlet data omkring regn for at blive bedre til at forudsige vejret. Fra mange års målinger kan man begynde at opstille statistikker for, hvor tit det vil regne og hvor meget. Se fx nedenstående tabel. I denne tabel kan det f.eks. ses, at det 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). Regnintensiteterne er i l/s/ha. Man kan omregne fra l/s/ha til l/s/m<sup>2</sup> ved at dividere med 10 000, da en hektar er lig med 10 000 m<sup>2</sup>**

Gentagelses- periode T (år)	Varighed, t <sub>r</sub> (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

Desuden kan regn og andre vejrdata for hele Danmark findes på [www.dmi.dk/vejr](http://www.dmi.dk/vejr).

Sådanne regndata er meget vigtige, når man skal lave anlæg, der kan forsinke eller nedsive regnvand i klimatilpasningsanlæg, da man skal dimensionere (tilpasse størrelsen), så de også kan håndtere både små og store regnskyl. Det bliver en afvejning mellem pris for anlæggelse af klimatilpasningsanlægget, og den pris man betaler for evt. oversvømmelse, der afgør, om man vælger et anlæg, som kun oversvømmes hvert 5. år eller måske kun hvert 10. eller 20. år.

### **Klimafaktor**

I takt med at jordkloden opvarmes som konsekvens af den globale opvarmning, stiger mængden af nedbør støt. De kloakrør og klimatilpasningsanlæg, vi anlægger i dag, skal i fremtiden kunne tage endnu mere regnvand end nu. Da det er meget dyrt at grave rør ned og anlægge anlæg, skal man sikre sig at tiltagene er fremtidssikrede. Derfor gør man det, at når man regner sig frem til hvor meget vand et kloakrør skal kunne føre af vand, og til hvor meget et regnvandsbassin skal rumme, så ganger man med en såkaldt klimafaktor.

Den nuværende anbefalede klimafaktor er på 1.3 svarende til, at vi over de næste 100 år kan regne med 30 % mere ekstremregn.

## Forberedelse

### Oplæg på klassen

Start forløbet i klassen med gennemgang af teoriafsnittet.

### Læringsmål

Formålet med den konkrete øvelse er at måle regndata over en måned (fra den 1. til den 1.) og sammenligne disse med data fra DMI. I skal også undersøge lokale variationer i regnmængder.

- Hele klassen formulerer i fællesskab en overordnet problemstilling. Et eksempel kunne være "Hvordan kan man indsamle og bruge vejrdata til at imødekomme menneskeskabte klimaforandringer?"
- Formulér sammen med læreren, læringsmål for forløbet

Kom eventuelt omkring følgende arbejdsspørgsmål:

1. Hvordan kan man måle regn?
2. Hvorfor er det vigtigt at kunne måle vejrdata?
3. Hvad skal man bruge vejrdata til i forbindelse med klimatilpasning?

### Planlægning

For at løse opgave skal I udpege områder, som I vil måle vejrdata på. Det kan være i jeres egne haver eller på udvalgte steder i lokalområdet. Det er bare vigtigt, at I med regulære mellemrum kan komme til måleapparatet, og at der ikke er andre, der forstyrrer målingen.

Planlæg 1. måneds regnmålinger, så alle ved, hvad de skal:

- Hvornår starter vi?
- Hvad skal vi lave regnmåleren af?
- Hvor er målestationer?
- Hvor mange målestationer, skal vi have?
- Hvem tjekker hvilke stationer?
- Hvor tit skal målingerne undersøges?
- Hvad, hvis vi ikke har tid til at måle en dag?
- Hvad er fejlkilderne, hvis målestationer står for længe uden at blive aflæst?
- Hvordan noterer vi regndata?
- Hvordan skal vores dataark se ud?

## **Materialer**

Forskellige materialer til konstruktion af en regnmåler

### ***Byg en regnmåler***

Start med at bygge regnmålere, der kan måle nedbøren i mm.

I må selv bestemme materialer og design.

Se gerne inspiration fra andre opgaver på skolen-i-skoven. Søg blot på "Regnmåler".

Test jeres design med vand, før I stiller det ud i felten.

### ***Lav et dataark***

Lav et dataark, hvor I skal notere jeres regndata fra de målestationer, I har aftalt at lave.

# Sådan gør du

## Formål

Formålet er at måle regndata over en måned (fra den 1. til den 1.) og sammenligne disse med data fra DMI. I skal også undersøge lokale variationer i regnmængder.

## Opsamling af regnvand

Placér regnmålerne ude på de aftalte målestationer og sørg for, at de ikke bliver forstyrret.

Start den 1. i måneden.

Tjek med konstante, jævne intervaller jeres regnmålere i den næste måned. Sørg for at alle stationer tjekkes samtidig, så de kan sammenlignes.

## Bearbejdning

### Databehandling

1. Lav en graf med datoer på x-aksen og mm regn på y-aksen.
2. Indtegn data for de forskellige målestationer med hver sin farve
3. Udregn en gennemsnitsværdi for hver dato for alle målingerne og lav en gennemsnits graf i sort
4. Udregn de samlede antal mm regn, der er kommet over hele måneden.

### Perspektivering

1. Sammenlign jeres totale mængde målte regn med data fra DMI:
  - Gå ind på [dmi.dk/vejr](http://dmi.dk/vejr), hvor man kan se vejrdata for hele Danmark
  - Find "Vejrarkiv" under "Arkiver" i venstre kolonne
  - Vælg din region og den måned I har målt regn i
  - Sammenlign både total antal mm regn samt grafen over regn mængder hen over måneden med data fra DMI

Hvor godt stemmer dataene overens?

Giv et bud på eventuelle forskelle i DMI's data og jeres egne.

2. Sammenlign jeres grafer for hver målestation:
  - Er der forskel?
  - Hvad har betydning for hvor meget regn, der kan aflæses i regnmåleren?
  - Hvad kan give forskel i jeres målinger på de forskellige stationer?

3. Hvor mange mm vil I kunne måle på en 5. års hændelse med varighed på 20 minutter?  
Brug nedenstående skema og omregn til mm vand.

$10.000\text{m}^2 = 1\text{ha}$ ,  $1\text{m}^2 = 100\text{dm}^2$ ,  $1\text{L} = 1\text{dm}^3$ ,  $1\text{min} = 60\text{sek}/\text{min}$ .

**Tabel fra Linde et. al 2002. Landsrække bestemt ud fra 139 målinger (1933-62). Regnintensiteterne er i l/s/ha. Man kan omregne fra l/s/ha til l/s/m<sup>2</sup> ved at dividere med 10 000 da en hektar er lig med 10 000 m<sup>2</sup>**

Gentagelses- periode T (år)	Varighed, t <sub>r</sub> (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

*Regneeksempel: 10 års hændelse på 25 min*

10 års regn på 25 min giver 142 L pr sekund pr 10.000 m<sup>2</sup>

142 L pr sekund på 25 min = 142L/sek \* 25min \* 60sek/min = 213000 L

Dvs. at der vil falde 213000 L vand på 10000 m<sup>2</sup> på 25 min, svarende til 213000 dm<sup>3</sup> vand på 1000000 dm<sup>2</sup>.

Dette skal vi omregne til en vandhøjde i mm.

Volumen = højde x areal

Dvs. at højde = volumen / areal

Højde = 213000 dm<sup>3</sup> / 1000000 dm<sup>2</sup> = 0,213 dm = 21,3 mm

Man vil altså kunne måle 21,3 mm regn i regnmåleren

4. Hvor meget vand falder på jeres lokalområde?

- Gå ind på Google Earth
- Find jeres lokalområde på kortet
- Mål på kortet og giv et bud på arealet i m<sup>2</sup> på hele jeres lokal område (se på målestoksforhold)
- Udregn, hvor meget vand, der falder på hele det samlede område på en måned ud fra jeres samlede målte regnmængder hen over måneden



5. Hvor meget vand skal håndteres i kloakker?

Afhængig af hvilken type overflade regnen falder på, så vil mere eller mindre af regnen ledes videre til kloakken, mens resten tilbageholdes eller siver ned i jorden.

Et tal for, hvor meget vand, der løber af, er afløbskoefficienten. Jo større afløbskoefficienten er, desto mere vand løber i kloakken.

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

Find et ca. tal for, hvor stor en procentdel af jeres lokalområde, der er boligområde, let industri osv.

Udregn ud fra dette, hvor meget vand af det, der falder på området, der skal i regnvandskloakker.

6. Kom med bud på, hvordan man kan håndtere alt dette regnvand på en måde, så vores kloakker ikke oversvømmes, når nu der kommer mere ekstrem regn i fremtiden. Tænk på klimatilpasningsanlæg.

## Kommunikation

Der er mange måder at synliggøre, hvad du har fået ud af forløbet på. I skal formidle jeres resultater og holde jeres udbytte af forløbet op mod jeres formulerede læringsmål. 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
- Regnvandsmåler
- Vejrdata
- Klimatilpasning
- Klimafaktor
- Regnintensiteter

## Forslag til videre arbejde

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

Det er oplagt at inddrage flere øvelser omkring klimatilpasning i ét samlet forløb. Der vil her være overlap mellem indholdet af de forberedende øvelser, men også dele som er unikke for de specifikke opgaver.

Følgende opgaver kan som denne bruges uafhængigt af et klimatilpasningsanlæg;

- Befæstede arealer og afløbsmængder
- Rumfang og regnvand
- Vejrdata