

Befæstede arealer og afløbsmængder

Kort om forløbet

I dette forløb arbejder vi med byens overflader. Eleverne skal undersøge et lokalt område og vurdere hvor meget regnvand til kloakker, det genererer. De skal også give bud på, hvordan man vil kunne mindske disse mængder, sådan at vi undgår overbelastede kloaksystemer ved kraftige skybrud.

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 klimatilpasningsanlæg ved at søge på "Klimatilpasningsanlæg" på kortet, hvor I også kan læse oplysninger om det konkrete klimatilpasningsanlæg. Denne opgave er dog udviklet til elevernes lokalområde men arbejder med begreber, der er vigtige for dimensionering af klimatilpasningsanlæg.

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

Formål

Formålet er at arbejde med løsningsforslag til menneskeskabte klimaudfordringer i form af øgede regnmængder. Samtidig arbejdes med opmåling af arealer, vinkler og beregning af afløbsmængder ud fra faktorer der undersøges af eleverne.

Eleverne kommer til at opnå teoretisk viden om:

- klimatilpasning til øgede regnmængder
- forskellige typer af regnvandshåndtering
- bestemmelse af regnmængder der skal håndteres i kloak.

Eleverne kommer til at lave praktisk arbejde med:

- beregninger af afløbsmængder
- karakterisering af et lokalt områdes overflader ift. afløb af regnvand
- komme med forslag til klimatilpasningstiltag i lokalområdet.

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.



Foto: Lisa Risager

Klimatilpasningsløsninger

Forsinkelse af regnvand

En måde at få mindre rør til fortsat 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

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

Hvor meget vand skal håndteres?

Afløbskoefficienten

Dette er et tal for hvor meget vand, der løber af en overflade, når regnvandet rammer/flyder over overfladen. Hvis alt vandet løber af overfladen, vil koefficienten være 1. Kan overfladen absorbere, nedgive, tilbageholde eller fordampe noget af vandet, vil koefficienten være mellem 0 og 1.

Overflade type	Afløbskoefficient C
Tag (flad eller med hældning)	1,0
Arealer og veje:	
- Med hård belægning	1,0
- Med grusbelægning	0,6
- Fliser med splitfuger	0,6
- Permeabel belægning	0,2
- Græsarmeringssten	0,2
- Grønne områder	0,1
Grønne tage (<i>tage med beplantning</i>):	
Tykkelse:	
> 50cm	0,1
20-50cm	0,2
10-25cm	0,4
≤ 10cm	0,7
Gælder for hældning op til 15 grader. Hvis hældningen er derover forhøjes med 0,1.	
Haver, enge og opdyrkede arealer	0

Regnmængder

Med jævne mellemrum oplever vi store regn skyl i Danmark. De meget store regnskyl kommer lidt sjældnere, og de helt vildt store regnskyl oplever vi meget sjældent. Man taler om regnhændelser, når vi får et stort skyl og kan sætte statistiske tal på, hvor ofte vi oplever regnskyl af en vis størrelse. Da regnmængderne pga. klimaforandringer vil stige løbende, vil værdierne hele tiden blive højere, men lige nu kan vi regne med ca. disse mængder af vand:

	1 års regnhændelse	2 års regnhændelse	5 års regnhændelse	10 års regnhændelse
10min	104 L/s/ha	129 L/s/ha	166 L/s/ha	199 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.

Afløbsmængder

Hvor meget vand disse regnskyl genererer til vores regnvandskloaker eller klimatilpasningsanlæg, kan udregnes via denne formel;

$$Q_a = R * A * C$$

Q_a er afløbsmængden i l/s

R er regnvandsmængden i l/s/m²

A er det effektive areal i m²

C er afløbskoefficienten

Forberedelse

Oplæg på klassen

Start forløbet i klassen med gennemgang af teoriafsnittet.

Hypoteser og læringsmål

Formålet med den konkrete øvelse er at undersøge, hvor meget vand et befæstet område genererer til regnvandskloakken under et kraftigt regnskyl og komme med bud på, hvordan man kan forsinke, nedsive eller fordampe dele af vandet, så man belaster kloakken mindre.

- Hele klassen formulerer i fællesskab en overordnet problemstilling. Et eksempel kunne være: "Hvordan kan vi håndtere de øgede regnmængder som klimaforandringerne forårsager".
- Arbejd i klassen med ideer til, hvordan man kan håndtere eller forsinke regnvand lokalt på det udvalgte område.
- Formuler sammen med læreren læringsmål for forløbet.

Kom eventuelt omkring følgende arbejdsspørgsmål:

1. Hvorfor skal vi klimatilpasse?
2. Hvilke metoder kan man bruge til at aflaste kloaksystemerne?

Beregningsopgave

Et parcelhus på 220m² beliggende på en grund på 1000m². Taghældningen er på 30 grader. På grunden er der en indkørsel med fliser, som er 4m brede og 50m lange og en garage på 80m² med fladt tag.

1. Hvor meget vand skal ledes bort fra grunden (afløbsmængden) under en 5 års hændelse, hvor det regner med 104 l/s/ha i 10 minutter?

Brug formlen $Q_a = R * A * C$

Q_a er afløbsmængden i l/s

R er regnvandsmængden i l/s/m²

A er arealet i m²

C er afløbskoefficienten

Hint: Udregn hvert type areal på grunden for sig og læg dem sammen til sidst.

2. Ejeren ønsker at lave et grønt tag på sin garage. Hvor meget mindre vand skal så ledes bort?
3. Ejeren har også planer om at omlægge sin indkørsel. Han overvejer at bruge fliser med splitfuger. Hvor meget mindre vand skal så ledes væk?

Overflade type	Afløbskoefficient C
Tag (flad eller med hældning)	1,0
Arealer og veje:	
- Med hård belægning	1,0
- Med grusbelægning	0,6
- Fliser med splitfuger	0,6
- Permeabel belægning	0,2
- Græsarmeringssten	0,2
- Grønne områder	0,1
Grønne tage:	
Tykkelse:	
> 50cm	0,1
20-50cm	0,2
10-25cm	0,4
≤ 10cm	0,7
Gælder for hældning op til 15 grader. Hvis hældningen er derover forhøjes med 0,1.	
Haver, enge og opdyrkede arealer	0

Planlæg turen

1. For at løse opgaven skal I udvælge et befæstet område, som I vil undersøge. Området skal være lokalt og ikke større, end at I kan nå at måle stedet på 30min. Det kunne være jeres egen skoles grund, jeres egen husgrund eller et indkøbscenter i nærheden.
2. Print et luftfoto fra google Earth af området, hvor I skal indtegne jeres data på.
3. Planlæg turen, så alle ved, hvad de skal, når I kommer derud:
 - 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 området skal undersøges og hvordan?
 - Hvad skal dokumenteres, hvordan og af hvem?
 - Sikkerhed og hygiejne.

Materialer:

- Oversigtskort over området printet fra fx Google Maps
- Skrivematerialer i forskellige farver
- Skriveunderlag
- Vand i flaske
- Målebånd
- Vinkelmåler eller Iphone app'en "Angle Meter".

Sådan gør du

Formål

I skal undersøge, hvor meget vand et befæstet område genererer til regnvandskloakken under et kraftigt regnskyl og komme med bud på, hvordan man kan forsinke, nedsive eller fordampe dele af vandet, så man belaster kloakken mindre.

Vejledning

Området undersøges, og data indtegnes på det medbragte kort. Tag også gerne noter og billeder i forbindelse med data indsamlingen.

1. For hver type overflade vælges en farve, som bruges til at skraverer arealet på kortet. Hvilken type overflade hver farve repræsenterer, noteres på kortet eller i notater.
2. Arealerne på overfladerne måles op (tage, asfalt, fliser, grus, permeable belægninger, sand, græs osv.) og noteres på kortet.
3. Hældninger på tage vurderes eller måles evt. med vinkelmåler/iphone app.
4. Notér på kortet, hvor vandet ledes hen fra arealerne – følg afløbsrør og led efter regnvandskloaker. Brug evt. jeres medbragte vand til at undersøge, hvilken vej vandet løber.
5. Kom med bud på, hvordan man ville kunne håndtere noget af vandet lokalt i stedet for at lede det i kloaken (nedsivning, forsinkelse og/eller fordampning).

Overflade type	Afløbs-koefficient C
Tag (flad eller med hældning)	1,0
Arealer og veje:	
- Med hård belægning	1,0
- Med grusbelægning	0,6
- Fliser med splitfuger	0,6
- Permeabel belægning	0,2
- Græsarmeringssten	0,2
- Grønne områder	0,1
Grønne tage:	
Tykkelse:	
> 50cm	0,1
20-50cm	0,2
10-25cm	0,4
≤ 10cm	0,7
Gælder for hældning op til 15 grader. Hvis hældningen er derover forhøjes med 0,1.	
Haver, enge og opdyrkede arealer	0

Efterbehandling

1. Udregn, hvor meget vand, der skal ledes bort fra det undersøgte område under en 10 års hændelse der varer 10min.

Regnmængder, R

	1 års regnhændelse	2 års regnhændelse	5 års regnhændelse	10 års regnhændelse
10min	104 l/s/ha	129 l/s/ha	166 l/s/ha	199 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.

- a) I skal bruge formlen for afløbsmængden: $Q_a = R * A * C$, udregn en afløbsmængde for hver type overflade og til sidst lægge disse sammen.

Q_a er afløbsmængden i l/s.

R er regnvandsmængden i l/s/m² (aflæs fra skema og omregn).

A er arealet i m² (dette har i selv afmålt).

C er afløbskoefficienten (se i skema for afløbskoefficienter).

- b) Når I har en samlet afløbsmængde for hele området, skal I gange op med tiden, det regner for at få en regnmængde i liter.
Omregn 10min til sekunder og udregn vandmængderne.

2. Udregn, hvor meget I vil kunne reducere denne vandmængde via jeres bud på, hvordan man ville kunne håndtere noget af regnvandet lokalt.

Udregn de nye regnmængder, som kommer, hvis I har ændret nogle af overfladerne til typer, som kan forsinke, fordampe eller nedsive regnvand. Find de nye afløbskoefficienter i skemaet.

Overflade type	Afløbskoefficient C
Tag (flad eller med hældning)	1,0
Arealer og veje:	
- Med hård belægning	1,0
- Med grusbelægning	0,6
- Fliser med splitfuger	0,6
- Permeabel belægning	0,2
- Græsarmeringssten	0,2
- Grønne områder	0,1
Grønne tage:	
Tykkelse:	
> 50cm	0,1
20-50cm	0,2
10-25cm	0,4
≤ 10cm	0,7
Gælder for hældning op til 15 grader. Hvis hældningen er derover, forhøjes med 0,1.	
Haver, enge og opdyrkede arealer	0

Perspektivering

- Hvad er konsekvensen, hvis vi ikke laver klimatilpasnings tiltag til at håndtere regnvand på en ny måde?
- Hvorfor kan man ikke bare bygge en masse klimatilpasningsanlæg og på den måde løse problemerne?

Kommunikation

Brug gerne jeres kort over området med indtegnede data til at formidle en problemstilling og en løsning på regnvandshåndteringsproblematikker.

Specifikke fagord og termer, der kan bruges til kommunikation af emnet:

- Global opvarmning
- Klimatilpasning
- Klimatilpasningsanlæg
- Recipient
- Befæstede arealer
- Afløbsmængder
- Regnhændelser
- Afløbskoefficient
- Forsinkelse
- Nedsivning
- Fordampning

Forslag til videre arbejde

På temasiden om klimatilpasning kan du læse mere, samt finde flere opgaver rettet mod forskellige typer 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 om klimatilpasning kan ligesom denne opgave afvikles helt lokalt og kunne være gode at kombinere med opgaven:

- Vejrdata
- Rumfang og regnvand