

↑  
NATURVIDEN  
SKABERNES  
HUS



# KLIMATILPASNING PÅ DIT EGET GYMNASIUM?

En virksomhedscase udarbejdet EnviDan og Naturvidenskabernes Hus

I samarbejde med







Vand på vejen



# PROBLEMBASERET PROJEKTFORLØB

I takt med, at der kommer flere mere ekstreme nedbørshændelser i fremtiden, er det nødvendigt at tænke lokale virkemidler ind, når byrum klimatilpasses. Hvordan kan dit lokale gymnasium klimatilpasses, så det kan modstå de øgede nedbørsmængder?

## Kickoff

Forløbet skydes i gang med et kickoff på dit lokale gymnasium, hvor en medarbejder fra Envidan præsenterer en case omkring klimatilpasning på gymnasiet, og herunder fortæller om nogle af de allerede eksisterende LAR-løsninger (Lokal Afledning af Regnvand), der findes.

Herefter arbejder eleverne selvstændigt videre med deres projekter om, hvordan de kan være med til at klimatilpasse deres eget gymnasium.

## Status

Midt i forløbet vil der være en status-session med medarbejdere fra Envidan, som kan hjælpe eleverne videre med deres projekter.

## Pitch

Forløbet afsluttes med postersession på gymnasiet, hvor eleverne præsenterer deres problemstillinger og løsninger for hinanden, lærere og medarbejdere fra Envidan, som giver eleverne feedback på deres klimatilpasninger.

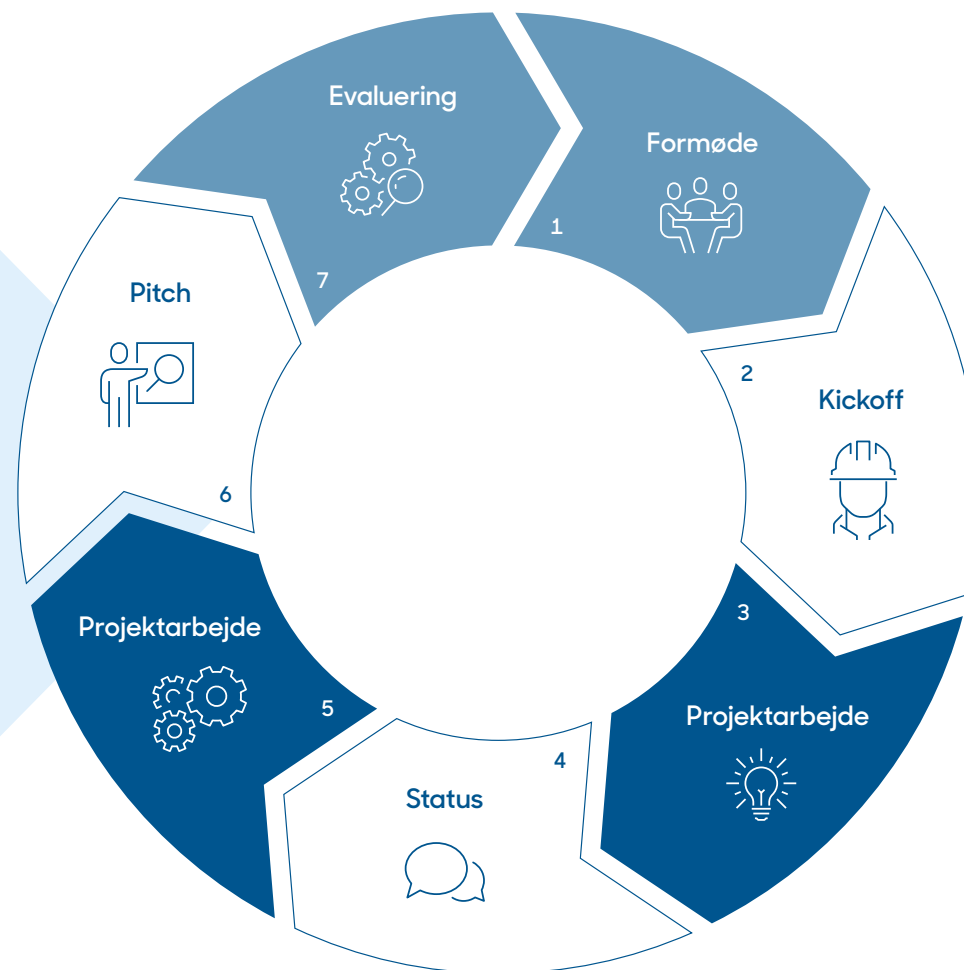


# VIRKSOMHEDSCASENS FASER

Denne virksomhedscase er et problembaseret undervisningsforløb med udgangspunkt i en autentisk case fra Envidan. Hensigten er, at forløbet løfter de faglige forløb i gymnasieskolen og indfrier målet om, at eleverne udvikler kompetencer til at forstå, formulere og behandle samfundsrelevante problemer med henblik på at udvikle bæredygtige løsninger til fremtiden.

Samarbejdet med en virksomhed vil forløbe gennem syv faser, som fremgår af denne model. Faserne er fleksible og kan tilpasses din læreplan og dine ønsker. Den specifikke tidsramme aftaler du i samarbejde med Envidan og Naturvidenskabernes Hus. Typisk vil forløbet strække sig over minimum 5 timer.

[Læs mere om modellens faser.](#)





# BESKRIVELSE AF ENVIDAN OG CASEN

Envidan blev grundlagt i 1995 og er Nordens ledende vand- og spildevandsspecialist. Envidan rådgiver blandt andet kommuner om klimatilpasninger, de leverer færdige anlæg og udvikler softwareløsninger omkring bæredygtig vandhåndtering.

Og der er brug for at tænke i klimatilpasningsløsninger, for fremtidens vejr i Danmark tegner til at blive varmere, vådere og med flere ekstreme hændelser. Den globale opvarmning er i gang, og ifølge data fra Miljøstyrelsen og IPCC følger Danmark den generelle globale temperaturudvikling. Med den øgede temperatur følger blandt andet længere og flere hedebølger og færre døgn med temperaturer under frysepunktet.

De højere temperaturer har også betydning for nedbørsmønstrene i Danmark, hvor den årlige nedbørsmængde er steget med ca. 100 mm over de seneste 100 år. Hyppigheden og voldsomheden af skybrud og andre kraftige nedbørshændelser vil øges i fremtiden, og dette udgør et problem. Det er både svært og meget dyrt at anlægge rørføring, der kan transportere den øgede nedbørsmængde videre til et bassin eller til et renseanlæg.

Det er derfor nødvendigt at tænke i andre baner.

Dette skal du og dine gymnasieelever gøre i vores virksomhedscase i samarbejde med Envidan.

## Case

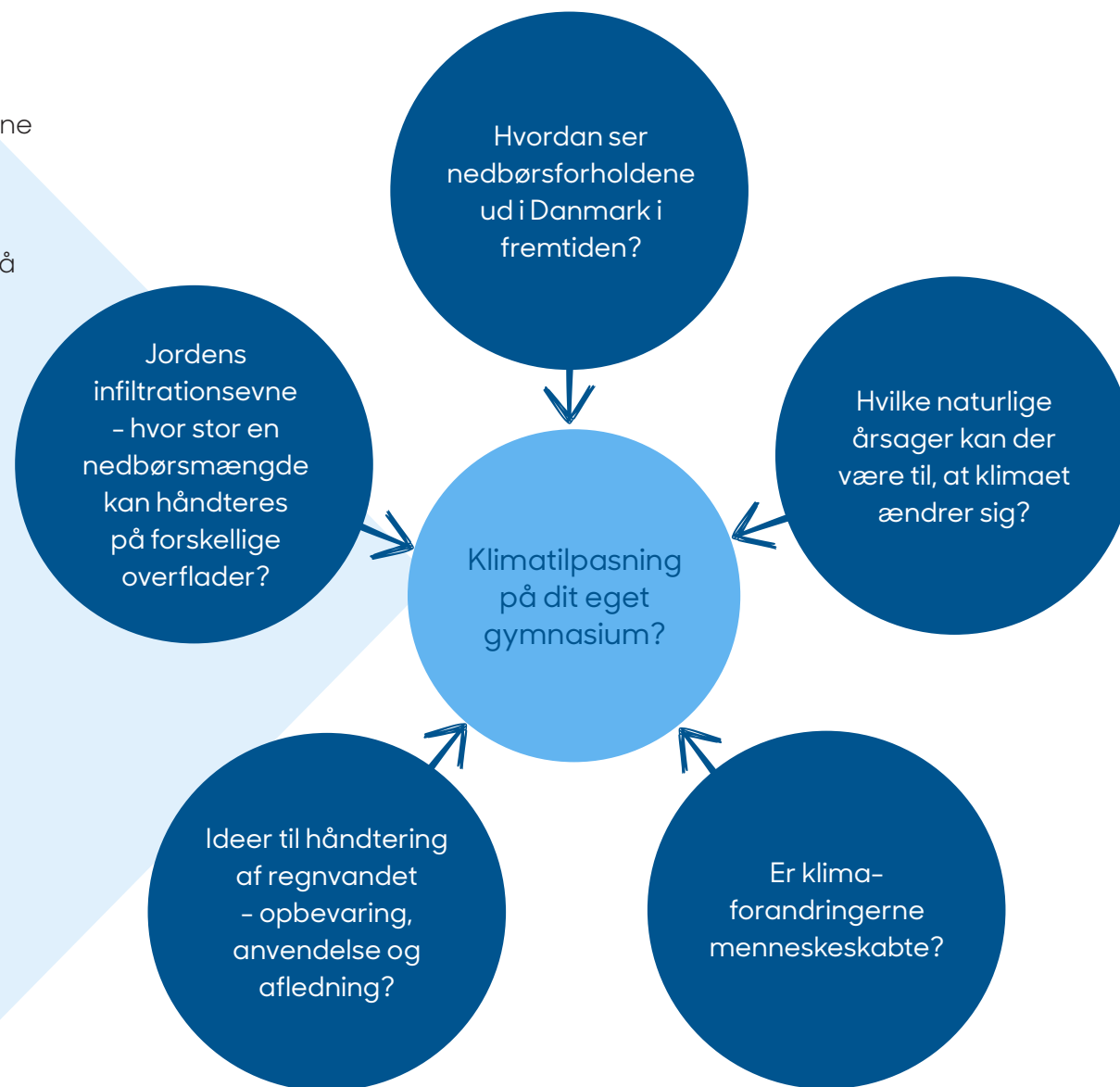
- Undersøg via [DMI's klimaatlas](#), hvilke klimaændringer der vil komme i det område, som dit gymnasium er placeret i.
- Undersøg via [KAMP - klimatilpasning](#), hvilke mulige klimapåvirkninger der er i det område, hvor dit gymnasium er placeret, samt hvilken betydning befæstningsgraden af området har.
- Undersøg hvilke LAR-løsninger, der allerede er taget i brug ved dit gymnasium.
- Udtænk nye idéer til håndtering af regnvandet (opbevaring, anvendelse og afledning) ved dit gymnasium.



# PROBLEMSTILLINGER

Samfundsrelevante problemstillinger kan motivere og engagere eleverne, når de oplever, hvad gymnasiefagene kan bruges til i virkeligheden.

Problemstillingerne på denne side er idéer til mulige problemstillinger og fagligt indhold, I kan arbejde med på tværs af fag eller i specifikke fag. I kan udvælge enkelte problemstillinger, som I vil arbejde videre med.





# FORSLAG TIL FORLØBSPLAN

Modul	Fagligt indhold
1	Kickoff <ul style="list-style-type: none"> <li>· Introduktion til Envidan og casen om <i>Klimatilpasning på dit eget gymnasium</i></li> </ul>
2	Fremtidens klima <ul style="list-style-type: none"> <li>· Klimamodeller – hvordan kan man forudsige, hvad klimaet bliver i fremtiden?</li> <li>· IPCC – konsekvenser af klimaforandringerne</li> </ul>
3	Naturlige årsager til klimaforandringer – Milankovitch- og solpletteori <ul style="list-style-type: none"> <li>· Milankovitch-cykler (arbejdsark)</li> </ul>
4	Er klimaforandringerne menneskeskabte? <ul style="list-style-type: none"> <li>· Undersøg Jordens strålingsbalance og drivhuseffekten (øvelse)</li> </ul>
5	Nedbørsforhold i Danmark <ul style="list-style-type: none"> <li>· Måling af nedbørsdannelse (øvelse)</li> <li>· Nedbørsforhold i fremtiden (KAMP-klimatilpasning)</li> <li>· LAR-løsning på egen matrikel (Computational Thinking)</li> </ul>
6 – 7	Lokale klimatilpasninger – ekskursion i nærmiljøet evt. med Envidan-medarbejder
8 – 9	Arbejde med case og klargøring til præsentation til pitch
10	Pitch og evaluering af forløbet

Skemaet er et forslag til et forløb på 10 lektioner af 90 min.

Det er ikke nødvendigt at følge hverken indholdet eller antallet af lektioner i forbindelse med virksomhedscasen – det er udelukkende et forslag til, hvordan virksomhedscasen kan tænkes ind i et undervisningsforløb.



# HVORDAN SER NEDBØRSFORHOLDENE UD I DANMARK I FREMTIDEN?

Danmark får i fremtiden et varmere og vådere vejr med flere ekstreme hændelser. Det kan både være længere tørkeperioder og mere kraftig regn om sommeren, og mere nedbør om vinteren. Temperaturen i Danmark vil øges, hvilket giver længere vækstsæson for planter og mulighed for at andre plante- og dyrearter kan trives i landet. Siden 1870 er den årlige mængde nedbør på landsplan steget med 100 mm om året, og der har været en stigende

tendens i antallet og intensiteten af de kraftige nedbørshændelser. Modelstudier viser en tendens til mere nedbør specielt om vinteren, hvor mængden af nedbør om sommeren er mere tvivlsom. Danmark ligger lige på grænsen mellem det nordlige område af Europa, der kan forvente mere nedbør om sommeren og det sydlige område af Europa, der kan forvente en nedgang i sommernedbør.





# MATERIALEBANK

## Litteratur

[DMI – 2023 Sjaskvåd nedbørrekord](#)

[Aktuel Naturvidenskab 2019 nr. 2 – Nedbørsekstremer og regnfattige somre](#)

[NOAH's klimasider](#)

[Pixiguide til IPCC's femte hovedrapport](#)

[Miljøministeriet – Kortlægning af klimaforandringer \(s. 13-19\)](#)

[Miljøministeriet – Klimatilpasning – FN's klimascenarier](#)

[Miljøministeriet – Klimatilpasning – Fremtidens vejr i Danmark](#)

[Miljøministeriet – Klimatilpasning – Nedbør og klimaforandringer](#)

[DMI – Oversigt over ekstrem nedbør i Danmark](#)

[DMI – KlimaAtlas over forventede fremtidige ændringer i klimaet i Danmark](#)

## Lærebogsmateriale

[Naturgeografiportalen, Systime – 5.4.3 Konsekvenser af klimaforandringer \(bag login\)](#)

[Naturgeografiportalen, Systime – 5.4.3.4 Danmark under de kommende klimaforandringer \(bag login\)](#)

[Naturgeografiportalen, Systime – 5.4.3.5 Klimascenarier \(bag login\)](#)

Naturgeografi – vores verden, GO-forlaget, J. Mangelsen, A. N. Kristiansen, A. A. Kortnum, A. T. Kjær

- s. 21-23 Konsekvenser af den globale opvarmning
- s. 23-26 Verdenssamfundets klimapolitik

## GIS-filer

[Naturgeografiportalen, Systime – Scenarier for udviklingen af nedbør i 2004-2100](#)

## Vejledninger

[DMI KlimaAtlas – Naturvidenskabernes Hus](#)

[KAMP Klimatilpasning – Naturvidenskabernes Hus](#)

## Eksperimenter

[GeoDetektiven, Praxis – Opg 9.2.F Nedbørsmåling](#)



# HVILKE NATURLIGE ÅRSAGER KAN DER VÆRE TIL, AT KLIMAET ÆNDRER SIG?



Klimaet er det gennemsnitlige vejr over en periode på 30 år. Hvis der sker en vedvarende ændring i vejret, er der tale om en klimændring.

En naturlig forklaring på dele af klimaforandringerne er solpletteorien. Solpletter er udbrud på Solen, hvor temperaturen lokalt er koldere end på resten af Solens overflade. Der er en sammenhæng mellem antallet af solpletter og temperaturen på Jorden. Er antallet af solpletter højt, ses der en stigning i Solens

magnetfelt, der er medvirkende til at kosmisk stråling i højere grad bøjes væk fra Jorden. Dette betyder, at der kommer færre aerosoler i Jordens atmosfære, der giver anledning til færre kølende skyer. Og derfor kan en periode med mange solpletter lede til en stigning i temperatur på Jorden.

En anden naturlig forklaring på variationer i klimaet er vulkanudbrud, der alt afhængigt af størrelsen kan give anledning til enten lokale eller globale påvirkninger. Vulkaner udsender både svovlholdige gasser og carbondioxid ud i atmosfæren under udbrud. Svovl kan i form af svovlsyre reflektere sollyset og dermed give en afkølede virkning.

Jordens havområder er i stand til at indeholde store mængder af carbon, hvor indholdet er afhængigt af temperaturen af vandet og af mængden af fotosyntese i havet. Jo koldere havvandet er, jo mere CO<sub>2</sub> kan havet optage.



# MATERIALEBANK

## Litteratur

[Naturgeografiportalen, Systime – 5.4.6.3 Solpletteorien \(bag login\)](#)

[Naturgeografiportalen, Systime – 5.4.2.3 Vulkanudbrud \(bag login\)](#)

[Naturgeografiportalen, Systime – 5.4.2.4 Oceanerne \(bag login\)](#)

[Naturgeografiportalen, Systime – 5.4.6.2 Milankovitch-teorien \(bag login\)](#)

Naturgeografi – vores verden, GO-forlaget, J. Mangelsen, A. N. Kristiansen, A. A. Kortnum, A. T. Kjær

· s. 29-34 Årsager til naturlige klimaændringer

## Lærebogsmateriale

[Geologisknyt – Milankovitch-teorien](#)

[Geoviden – Ekspertniveau: Milankovic-cyklerne og istidsdannelse](#)

[Aktuel Naturvidenskab 2007 nr. 4 – Tre cykler, sommer og en istid](#)

[Aktuel Naturvidenskab 2008 nr. 2 – Indlandsisen sveder](#)

[DMI Vejret 130 Feb. 2012 – Solaktivitet og klima: Er der nogen sammenhæng?](#)

[Aktuel Naturvidenskab 2005 nr. 2 – Hav og klima](#)

[Aktuel Naturvidenskab 2009 nr. 3 – Solen på slingrekurs](#)

## Dokumentar

[Climate Planet Foundation – The Climate Planet](#)

## Øvelser

[EMU – arbejdsark Hydrotermfigur](#)

[Aktuel Naturvidenskab 2018 nr. 1 – Milankovitch-cykler](#)

[Aktuel Naturvidenskab 2007 nr. 4 – Tre cykler, sommer og en istid](#)

[GEOdetektiven – opgave 9.2.B – Klimazoner og plantebælter](#)

[Aktuel Naturvidenskab 2009 nr. 3 – Solpletteori](#)

[Aktuel Naturvidenskab 2007 nr. 4 – Det frosne hav](#)

# ER KLIMAFORANDRINGERNE MENNESKESKABTE?

Den globale gennemsnitstemperatur nåede i 2019 op på 1,1 °C over det førindustrielle niveau, og den menneskeskabte globale opvarmning stiger nu med 0,2 °C for hvert årti. Stigningen har været mest markant i de sidste 50 år, hvor stigningen har været på 0,9 °C.

Klimaet på jorden har i et langt tidsperspektiv ændret sig mange gange, og temperaturen har både været højere og lavere end den er i dag. Hastigheden hvormed temperaturen ændrer sig lige nu er dog ikke set før. Ser man bort fra den nuværende markante stigning i temperatur, har klimaet været relativt stabilt de sidste 10.000 år, hvor gennemsnitstemperaturen har ligget omkring 15 °C.

Den relativt konstante temperatur på Jorden skyldes drivhuseffekten, der virker ved at atmosfæren holder på varmen, som kommer fra kort- og langbølget indstråling. Drivhuseffekten forårsages af forskellige luftarter såsom CO<sub>2</sub>, metan og vanddamp i de nederste 15–20 km af atmosfæren.

Afbrænding af fossile brændstoffer, landbrug og fældning af skov påvirker i stigende grad klimaet på jorden ved at øge mængden af CO<sub>2</sub> i atmosfæren.





# MATERIALEBANK

## Litteratur

[Videnskab.dk – Er 97 procent af forskerne enige om, at klimaforandringerne er menneskeskabte?](#)

[Videnskab.dk – FN's Klimapanel slår fast: Helt entydigt, at klimaforandringerne er menneskeskabte](#)

[KU, Niels Bohr Institutet – Menneskeskabte ændringer eller naturlige variationer?](#)

[KU, Niels Bohr Institutet – Drivhuseffekten](#)

[DMI Vejret 120 Aug. 2009 – IPCC gennem tiden](#)

[DMI Vejret 105 Nov. 2005 – Menneskeskabte klimæændringer – fup og fakta](#)

[Concito – Menneskeskabte klimaforandringer](#)

## Lærebogsmateriale

[Naturgeografiportalen, Systime – 5.4.1 Carbondioxid i atmosfæren \(bag login\)](#)

[Naturgeografiportalen, Systime – 5.4.2.1 Kulstofkredsløbet \(bag login\)](#)

Naturgeografi – vores verden, GO-forlaget, J. Mangelsen, A. N. Kristiansen, A. A. Kortnum, A. T. Kjær

- s. 16–21 Menneskeskabte klimæændringer – drivhuseffekt og CO<sub>2</sub>-indhold i atmosfæren
- s. 34–35 Naturlige eller menneskeskabte klimæændringer?

Geografihåndbogen, Gads Forlag, Karl-Erik Christensen, Poul Brøndum, Brita Pilegaard Hansen

- s. 178–183 Den kunstige drivhuseffekt

## Video

[IPCC Press Conference – YouTube \(1:37:40\)](#)

## Øvelser

[AU – Jordens strålingsbalance – albedo](#)

[Praxis – Øvelse: Jordens strålingsbalance](#)

[LMFK – Naturvidenskab for alle – Undersøg Jordens strålingsbalance og drivhuseffekten](#)

[Big Bang til naturfag – Albedo og temperatur](#)

[Experimentarium – CO<sub>2</sub> er en drivhusgas](#)

# IDEER TIL HÅNDTERING AF REGNVANDET - OPBEVARING, ANVENDELSE OG AFLEDNING?



Klimatilpasning til øgede nedbørsmængder er en helt aktuel og relevant problemstilling – og specielt når det er et faktum, at der udbygges veje, fortove, bygninger osv. som vandet ikke kan sive ned igennem. Begge dele sætter et stort pres på de lokale kloakledninger, som ikke altid kan håndtere de mængder af vand, som ledes igennem dem. Ved store nedbørsmængder vil eventuelle overløb ske ud i naturen eller på vejene.

At udskifte hele kloakeringsnettet, så det kan følge med de øgede nedbørsmængder, er både meget dyrt, besværligt og tidskrævende. Der er derfor behov for steder, hvor vandet kan opbevares midlertidigt indtil kloakeringsnettet, kan følge med.

En af måderne til at forsinke vandets vej til rørledningerne er, at opbevare det midlertidigt i et bassin. Bassinerne findes både i våde og tørre udgaver – de våde findes som anlagte søer, hvis størrelse kan variere efter nedbørsforholdene, og de tørre indeholder kun vand, når der er behov for det. Eksempler på tørre løsninger kan f.eks. være en park eller legeplads der er designet til at kunne oversvømmes.

En anden mulighed for forsinkelse af regnvandet, kan f.eks. være grønne tage, hvor planter på tagflader kan optage, fordampe og forsinke regnvand.



# MATERIALEBANK

## Litteratur

[Klimaklar – Har du regnet den ud?](#)

[Klimatilpasning – Anvisning for håndtering af regnvand på egen grund](#)

[LAR i Danmark – håndtering af regnvand så tæt på kilden som muligt. Hjemmeside med information og erfaringer med LAR-anlæg i Danmark](#)

[Værktøj til at dimensionere LAR-anlæg](#)

[LAR i Danmark – Metoder til LAR](#)

[Generelt om klimatilpasning](#)

[KAMP – klimatilpasning](#)

[Regnvand som ressource](#)

[Metodekatalog for LAR \(2011\) Københavns Kommune](#)

[Animation over den traditionelle regn- og spildevandshåndtering](#)

[Plantetorvet – Sådan laver du et smukt regnvandsbed](#)

[Bolius – Sådan anlægger du et regnvandsbed](#)

## Øvelse

Computational Thinking – LAR-løsninger på matrikel

- [Vejledning til NetLogo – LAR-løsninger på matrikel – Naturvidenskabernes Hus](#)
- [NetLogo-kode – LAR-løsninger på matrikel – Naturvidenskabernes Hus](#)

[Skoven i Skolen – Dimensionering af bassin](#)

## Ekskursionsmulighed

[Skoven i Skolen – kort over lokale LAR-løsninger](#)

[LAR-anlæg i Danmark – en liste over eksisterende LAR-anlæg](#)

# JORDENS INFILTRATIONSEVNE - HVOR STOR EN NEDBØRSMÆNGDE KAN HÅNDBTERES PÅ FORSKELLIGE OVERFLADER?

Regnvand kan kun nedsive til grundvandet, hvis både overfladen og det underliggende jordlag er gennemtrængeligt for vand. Grundvandsstanden er også afgørende for, hvor hurtigt vand kan sive ned gennem jorden. Ligger grundvandet højt, vil de underliggende jordlag ikke kunne modtage mere vand.

Nedsivningsevne er et udtryk for, hvor hurtigt vand kan sive ned i jorden. I områder med sandet jord siver regnvandet hurtigt ned i

jorden, hvor det i områder med leret jord siver langsomt ned. Der er derfor stor forskel på, hvor store arealer der skal til for at nedsive en given mængde nedbør. For eksempel skal et regnvandsbed være på mindst 2 m<sup>2</sup> for hver 100 m<sup>2</sup> areal det skal afvande, hvis jorden er leret og dermed holder godt på vandet. På asfalt nedsiver vandet overhovedet ikke, og vandet vil her blive ledt til tilstødende arealer, hvor belastningen vil blive større.





# MATERIALEBANK

## Litteratur

[Klimatilpasning – Permeable belægninger](#)

[AAU – Porøsitet](#)

[KU, Videntjenesten – Ven nedløbsrøret – og nedsiv regnvandet gennem græsplænen](#)

[Københavns Kommune – Nedsivning på græs-arealer – s. 9-12](#)

[Teknologisk institut – Geologisk variation og LAR](#)

[GEUS – Undersøgelse af potentialet for national database og kortlægning af nedsivning i bymæssig bebyggelse](#)

[Miljøstyrelsen – Data for den mættede hydrauliske ledningsevne for forskellige jordtyper](#)

## Lærebogsmateriale

[Naturgeografiportalen, Systime – 2.9.2 Overfladisk og underjordisk afstrømning \(bag login\)](#)

## Eksperimenter

[GeoDetektiven, Praxis – Opg 9.5.A Nedsivningsforsøg](#)

[Skoven i skolen – Nedsivning af regnvand – partikel størrelse](#)





↑  
**NATURVIDEN  
SKABERNES  
HUS**

## OM NATURVIDENSKABERNES HUS

Naturvidenskabernes Hus tænder gnisten hos børn og unge for de naturvidenskabelige og tekniske fag. Det sker i tæt samarbejde med danske virksomheder og undervisere i grundskolen og gymnasiet – og ved at understøtte skolevirksomhedssamarbejde i de danske kommuner. Sammen gør vi en forskel for børn og unge, erhvervsliv og samfund. Læs mere på [nvhus.dk](https://nvhus.dk)



# NOTER

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



Scan QR-koden og find alt materiale til  
Klimatilpasning på dit eget gymnasium