

STEM på klimaløsninger på Bornholm

Her er materiale fra undervisningsforløb om klima på 2-årigt HF i NF-fagene biologi, geografi og kemi samt matematik. Teknologipagten støttede udvikling af undervisningen med 100.000 kr. Herved blev det muligt for lærerne at få tid til mere tværfaglighed, fælles forsøg og koordinering af undervisning.

Introduktion til klimaforandringer

fælles

Årsager til menneskeskabt øget CO₂-indhold i atmosfæren

kemi + matematik

Konsekvenser af øget CO₂-indhold for klima og vej

geografi + matematik

Konsekvenser af øget CO₂-indhold for dyr og planter

biologi + matematik

Handlemuligheder

fælles

Alle fagene arbejder med egne læringsmål som en del af de tværfaglige emner

Det kernestof som indgår i forløbet er markeret i oversigt over [Kernestof i fagene, der dækkes i forløbet](#) i NF samt matematik C på HF2 i læreplanen fra august 2017.

Projektet fandt sted i skoleåret 2019-2020. Vi har brugt [lærebøger](#) som grundlag for både de enkeltfaglige og tværfaglige forløb.

STEM på klimaløsninger på Bornholm – hvad er det?

Projektet er udviklet og afprøvet i 2019 – 2020 af Campus Bornholm med 3 klasser på 1. år af det 2-årige HF-forløb.

I forløbet indgik NF med de 3 fag kemi, biologi og geografi. Yderligere bidrog matematik til at arbejde med kurver og grafer i forbindelse med forløbet.

Projektet er udført af geografilærere Lasse Harder Kirkegaard, biologilærerne Morten Birk Finne og Allan Gylling Olsen, matematiklærerne Christian Christiansen og John Sort-Olsen samt kemilærere og projektleder Gitte Goldschmidt samt 70 elever fra 1p, 1q og 1r 2019 – 2020 ved Campus Bornholm

Projektet modtog 100.000 kr. i støtte fra Teknologipagten. Derudover er der brugt de normale undervisningsressourcer til projektet

Antal moduler med undervisning i STEM på klimaløsninger på Bornholm. Hvert modul er på 90 minutter

	Kemi	Geografi	Biologi	Matematik	Antal elever uge 43 2019	Antal elever uge 8 2020
1p	25	19	14	6	21	21
1q	21	19	14	6	25	23
1r	23	17	14	5	26	26
I alt	69	55	42	17	72	70

I projektet har fokus være på CO₂ som menneskeskabt årsag til klimaforandringer. Der er en række andre årsager til klimaforandringer, som er berørt i fagene. Det drejer sig f.eks. om hvilke andre drivhusgasser, der findes. Men de har ikke være gennemgående på samme måde som CO₂

Kernestof i fagene, der dækkes i forløbet

Læringsmål med blå bogstaver er dækket i projektet med STEM på klimaløsninger på Bornholm

Biologi

Kernestoffet er udvalgte områder inden for hvert af følgende:

- biologiske makromolekyler og deres biologiske betydning
- **cellers opbygning**, celleorganellernes funktion, cellulære processer og enzymer
- **genetik og DNA's rolle**
- bioteknologiske metoder og deres anvendelse
- organsystemers opbygning og funktion
- **økologi, herunder samspil mellem arter, mellem arter og deres omgivende miljø samt biodiversitet.**

Geografi

Kernestoffet er udvalgte områder inden for hvert af følgende:

- **vejrforhold, klima, klimaændringer og vandressourcer**
- Jordens og landskabernes processer
- **natur- og menneskeskabte stofkredsløb og energistrømme**
- **naturbetingede ressourcer, produktion, teknologi og bæredygtighed**
- befolkningsforhold, byudvikling og erhverv i en globaliseret verden.

Kemi

Kernestoffet er udvalgte områder inden for hvert af følgende:

- **grundstoffernes periodesystem**
- **stofmængdeberegninger i relation til reaktionsskemaer, herunder stofmængdekonzentration**
- kemiske bindingstyper, **tilstandsformer** og blandbarhed
- **organiske** og uorganiske **molekyler** og ionforbindelsers **opbygning, navngivning, egenskaber og anvendelse**
- **kemiske reaktioner, herunder simple redox-** og syre-basereaktioner.

Kernestof i matematik, der dækkes i forløbet

Kernestof indenfor områderne:

- procent- og rentesregning, absolut og relativ ændring
- anvendelse af lineær og eksponentiel regression
- karakteristiske egenskaber ved lineære og eksponential funktioner samt deres grafiske forløb
- principielle egenskaber ved matematiske modeller, simpel matematisk modellering med anvendelse af nogle af de ovennævnte funktionstyper og kombinationer heraf.

Udover det ovenfor angivet kernestof opfylder forløbet også Hf Matematik C lærerplansformål paragraf 1.2 "Eleverne skal opnå alment dannende matematisk indsigt, der bidrager til en forståelse af matematikkens afgørende betydning for at kunne beskrive og forstå samt kommunikere om naturvidenskabelige og teknologiske samt samfundsvidenskabelige og kulturelle spørgsmål."

Lærebøger

Tværfaglig lærer bog for NF: NF-grundbogen A. Grosen m.fl. Lindhardt og Ringhof 2014

Fælles kapitel om klima - Kapitel 5 "Hvorfor taler alle om klima?"

Enkeltfaglige lærebøger

Kemi Basis Kemi C [Helge Mygind](#), Ole Vesterlund Nielsen og Vibeke Axelsen, HAASE Forlag

Geografi Alverdens Geografi, Elsebeth Sanden, Agnes Witzke, Karsten Duus og Jesper Ranfelt.
i. udgave, 4. oplag. Geografiforlaget 2009

Biologi Biologibogen (læreplan 2017), Systime e-bog

Matematik Matema10k, Matematik for HF C-niveau 3. udgave af Thomas Jensen, Helle Groth
Hovmand-Hansen og Morten Overgård Nielsen, Frydenlund 2018.

Introduktion til klimaforandringer

STEM-projektet introducerer klimaforandringer med at vise film

To korte introfilm giver det enkle, tværfaglige overblik inden der går i dybde

Kul og Olie <https://www.youtube.com/watch?v=j9WRFqkhgus>

CO2 - <https://www.youtube.com/watch?v=KPgDjoUeiK4>

En mere kompleks introduktion til emnet får eleverne ved at se filmen

En ubekvem sandhed fra 2006 – 90 minutter

[1.5 Spørgsmål til filmen](#) Elever besvarede spørgsmålene undervejs og vi samlede sammen op på spørgsmålene

Filmen er gammel – men dermed en glimrende introduktion til emnet ”Klimaforandringer” og de forestillinger og modstande, der var – og er mod at ville handle på problemet.

Kemi - årsager

Kemiundervisningen bruges til at introduktion af kemiske reaktionsskemaer, opbygning af navngivning af organiske molekyler – især hydrokarboner. På denne måde får kemi fokus på ”Årsager til menneskeskabte klimaforandringer”

Årsager til menneskeskabt øget CO₂-indhold i atmosfæren er især afbrænding af fossile brændsler

[Keelingkurve](#) Keelingkurven viser indhold af CO₂ i atmosfæren. Kurve er gennemgået i matematik og brugt i kemi, geografi og biologi til at forklare en af årsagerne til klimaforandringer

Alkaner navne, forbrændingsreaktion, afstemning, stofmængdeberegning er de kemifaglige mål, der arbejdes med.

Forsøg [CO₂ – klima](#)

[CO₂ i havvand](#) – sammen med geografi

Besøg [BEOF – Besøg på Bornholms Energi og Forsyning](#) Fra fossil til (næsten) fossilfri

Opgaver [1.1 Alkaner](#)

[1.2 Afstemning.docx](#)

[1.3 Fossile brændsler hvorfra.docx](#)

[1.4 CO₂ i atmosfæren Keelingkurve](#)

Geografi - konsekvenser

Konsekvenser af øget CO₂-indhold for klima og vejr

Forsøg [CO₂ i havvand](#) – sammen med matematik

[Albedo-måling](#)

Opgaver [2.1 Dugpunktskurven](#) – sammen med matematik

Biologi – konsekvenser

Konsekvenser af øget CO₂-indhold for dyr og planter:

Når klimaet ændrer sig vil dyr, planter og andre organismer skulle tilpasse sig de ændrede levevilkår. Evnen til at tilpasse sig afhænger af organismernes arveanlæg.

Biologi forsøg

[Varmetolerante bakterier i jord](#)

[Majs, gener og udspaltning – Mendels 1. lov om nedarvning og udspaltning](#)

Matematik – forstå klima-grafer

Matematisk forståelse af kurver og grafer i forbindelse med klima

Opgaver

[1.4 CO₂ i atmosfæren Keelingkurve](#)

[2.1 Dugpunktskurven](#)

[2.2 Opgave i Earth Overshoot Day](#)

[3.7 Klimavenlig kost](#)

[3.8 Vandindhold i træflis](#)

STEM klimaløsninger på Bornholm - forløbsbeskrivelse i matematik

Matematik rolle har primært været støttefag til de andre fag geografi, kemi og biologi, hvor matematiks rolle har været at lave en matematisk behandling af udvalgte datamaterialer knyttet til emner gennemgået i de andre fag.

Formålet har været at kvalificerer og øge elevernes forståelse af datamaterialet herunder en indsigt i de matematiske modeller, der kan lægges ned over datamaterialet. Ved, at eleverne forhåbentlig har opnået en større forståelse og fortrolighed med datamaterialet gennem matematik har målet været at dette måske kunne øge elevernes motivation i arbejde med de tilknyttede emner i de andre fag. Derudover har formålet også været at vise, hvordan matematiske betragtninger også indgår i de andre STEM fag, og dermed øge den tværfaglige forståelse mellem matematik og de andre STEM fag.

Forløbet i matematik har også været brugt til egentlig understøttelse, at de emner der arbejdes med i matematik. Det har primært drejet sig om emnerne lineær og eksponentiel udvikling. I forhold til eksponentiel udvikling har forløbet været brugt som introduktion til emnet. Ved at arbejde med autentisk datamateriale knyttet til de andre STEM fag har ønsket også været ved, at dette skulle øge eleverne motivation i matematik og specielt øge motivation til større forståelse og kendskab til lineær og eksponentiel udvikling.

I matematik har det været brugt fire lektioner (6 klokketimer), hvor der har været arbejdet med dugpunktskurven i samarbejde med geografi. Keeling kurven i samarbejde med geografi og kemi. Træflis energi-vandindhold i samarbejde med Kemi. Klima venlig kost i samarbejde med biologi. Earth Overshoot Day som en del af klimaemnet. Udover ovenstående har der i forløbet også været arbejdet med de bagvedliggende generelle matematiske begreber knyttet til primært procentregning, lineær og eksponentiel udvikling.

Min oplevelse, som underviser i matematik, har været, at eleverne har været mere positiv stemt end normalt i arbejde med de matematiske emner. Dette fordi eleverne har kunne se nytte af den matematiske forståelse samt, at eleverne har kunne bruge denne forståelse i de andre STEM fag.

Christian Christiansen.

Handlemuligheder

Som handlemuligheder er der fokus på hvordan, Danmark – og specielt Bornholm kan bevæge sig frem mod et samfund, der er bruger færre fossile brændsler

Der er fokus på 3 nivåuer:

- A. Danmarks strategi – klimakommissionens (nu klimarådets) anbefalinger
- B. Bornholm som fossilfrit samfund – hvordan får Bornholm el og varme?
- C. Hvordan bidrager det nybyggede Campus Bornholm (2018) til fossilfrie og klimavenlige løsninger?
- D. Hvad kan du som elev og privatperson bidrage med?

Handlemulighederne er gemmegået ved hjælp af opgaver og besøg

[3.1 Klimakommissionen](#)

[3.2 Bornholm besøg på BEOF – Bornholms Energi og Forsyning](#) [Spørgsmål og opgaver om stofmængde](#)

[3.3 Bornholm - ECO Grid – spar energi i spidsbelastning](#)

[3.4 Campus Bornholm Klimavalg](#)

[3.5 Campus Bornholm Varmepumper](#)

[3.6 Personlig klimaaftryk og valg](#)

[3.7 Klimavenlig kost](#)

[3.8 Vandindhold i træflis](#)

Carbondioxid - klima

Navn	
Klasse	
Dato for forsøg	
Afleveres som	Journal



<http://www.organictoday.dk/atmosfaerens-indhold-af-co2-over-400-ppm/>

Formål

Forsøgets formål er at påvise CO₂(g) som resultat af

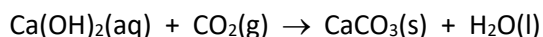
1. vores egen forbrænding
2. forbrænding af fossile brændsler i benzinmotor

Teori

Drivhusgassen carbondioxid CO₂ dannes bl.a. ved fuldstændig forbrænding af carbon-hydrider.

Når de forbrændes med tilstrækkelig ilt, vil der dannes CO₂(g) og H₂O(l). F.eks. CH₄(g) + 2O₂(g) → CO₂(g) + 2H₂O(l)

CO₂(g) kan påvises med mættet kalkvand Ca(OH)₂. Der dannes det faste stof CaCO₃(s) (kalk) når CO₂(g) blæses gennem



Kroppen

I vores egen krop forbrændes glucose i cellerne ved hjælp af O₂, som optages i blodet ved indånding af luft. O₂ transporteres til cellerne, hvor "forbrændingen" finder sted.

Det dannede CO₂ transporteres fra cellerne via blodet til lungerne, hvor det udskilles med udåndingsluften.

Derfor kan der påvises CO₂ i udåndingsluft.

Benzinmotor

Fossile brændsler benyttes som brændstof i mange energigivende processer, f.eks. benzin - en blanding af hydrocarboner, som normalt stammer fra råolie og dermed fra fossile kilder.

Når benzinmotoren kører, forbrændes hydrocarbonerne og der skabes energi (til kørsel) samt varme, kuldioxid og vand (ideelt set).

Biomasse indeholder også hydrocarboner. Når biomasseafbrændes ved en fuldstændig forbrænding, er de kemiske produkter de samme som ved alle andre forbrændinger.

Apparatur

- Glasrør eller sugerør
- 3 reagensglas
- Sprøjte
- gummislange
- Endvidere en bil, hvor motoren har været i gang et par minutter.

Kemikalier

- Mættet kalkvand, 0,02 M Calciumhydroxid Ca(OH)₂

Sikkerhed

Calciumhydroxid er en stærk base. Det er meget ætsende. Al kontakt med stoffet bør undgås.

Læs sikkerhedsdatablad inden brug

PAS især PÅ øjnene. Brug

- engangshandsker
- beskyttelsesbriller



Signalord	Fare
Faresætninger	H318 Forårsager alvorlig øjenskade.
Sikkerhedssætninger	P280 Bær beskyttelseshandsker/øjebeskyttelse/ansigtsbeskyttelse. P305 + P351 + P338 VED KONTAKT MED ØJNENE: Skyl forsigtigt med vand i flere minutter. Fjern eventuelle kontaktlinser, hvis dette kan gøres let. Fortsæt skylning. P310 Ring omgående til en GIFTINFORMATION eller en læge.

Udstødningsgas fra en bil indeholder farlige og sundhedsskadelige stoffer. Undgå indånding. Udstødningen kan være varm.

Fremgangsmåde

Husk at skriv noter om jeres iagttagelser og svar på spørgemålene undervejs.

Tag gerne et foto af forsøgsopstillingen og sæt i journalen.

1. Kom lidt mættet kalkvand, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ i de 3 reagensglas.
2. Pust igennem et sugerør ned i kalkvandet i ca. 30 sekunder i reagensglas 1.

Læg mærke til ændringer og skriv ned.

PAS PÅ – ikke blæse for kraftigt, så det sprøjter.

3. Hold vejret så længe du kan ca. 30 -60 sekunder og blæs gennem et rør ned i reagensglasnummer nr. 2 **Læg mærke til ændringer og skriv ned.**

Skete ændringerne hurtigere, lige så hurtigt eller langsommere end første gang under punkt 2?

Var farven den samme som første gang?

- Hold sprøjte med gummislange forsigtigt hen til udstødningen fra en bil, der har kørt nogle minutter.

UNDGÅ selv at indånde udstødningen.

- Træk sprøjtes stempel tilbage, så der indsuges udstødningsgas.
- Klem gummislangen af, så udstødningsgassen bliver i sprøjten.
- Lad gassen i sprøjten boble gennem det 3. reagensglas med mættet kalkvand. **PAS PÅ – så det ikke sprøjter**

Læg mærke til ændringer og skriv ned.

Skete ændringerne hurtigere, lige så hurtigt eller langsommere

Oprydning og bortskaffelse

Indhold i reagensglas hældes i affaldsbeholder – uorganisk basisk.

Vask reagensglas med vand og sæbe. Brug evt. flaskerenser. Hæng til tørre på stativ. Lægges på plads næste gang.

Resultater og beregninger

Glasnummer		lagttagelser – beskriv farve, hastighed for skift
1	Blæs i 30 sekunder	
2	Hold vejr i 30-60 s og blæs	
3	Biludstødning	

Fejlkilder

Fejlkilder	Betydning for resultat

Efterbehandling til journalen

Besvar alle spørgsmål. Aflever i grupper.

Spørgsmål

- Beskriv forsøget og jeres iagttagelser ud fra de noter og svar på spørgsmål, som I har noteret under forsøget.
- Forklar iagttagelserne ud fra følgende reaktionsskema:

$$\text{Ca(OH)}_2(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$
- Vurdér forsøgets resultater. Kom ind på fejlkilder
- Lav en konklusion på forsøget med **formål, resultat og diskussion** (efterbehandling). Skriv den til sidst i denne journal.

Klima

5. Hvilken rolle spiller CO₂ i forbindelse med klimaændringer?
6. Hvilken sammenhæng findes mellem CO₂ indholdet i atmosfæren, og vores energiforbrug?
7. Giv eksempler på tre biobrændsler
8. Sker der udledning af CO₂ ved forbrænding af biobrændsler?

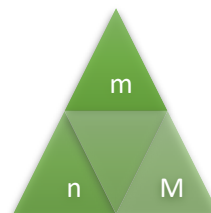
Teori

9. Hvad er den præcise definition på en fuldstændig forbrænding? (ISIS s 160)
10. Skriv reaktionsskemaet for fuldstændig forbrænding af glucose (C₆H₁₂O₆) i vores kroppe.
Hvad kaldes processen?
11. Hvilke kulbrinter består benzin af typisk af?
12. Opskriv en reaktionsligning for fuldkommenforbrænding af 2-methyl-butan (C₅H₁₂), som er en af bestanddelene i benzin
13. Beregn hvor meget CO₂, der udledes når vi forbrænder

1 kg glucose?

Og 1 kg 2-methyl-butan?

Brug $m = n \cdot M$ hvor m = masse, n = antal mol, M = molvægt.



Glucose	C ₆ H ₁₂ O ₆	O ₂	CO ₂	H ₂ O
m	1000			
M				
n				

2-methyl-butan	C ₅ H ₁₂	O ₂	CO ₂	H ₂ O
m	1000			
M				
n				

Konklusion

Skriv ud fra formål, resultat og diskussion (efterbehandling)

Træk perspektiver til klima

Referencer

CO₂ og havvand

Forsøg 1. Frigivelse af CO₂ fra vand

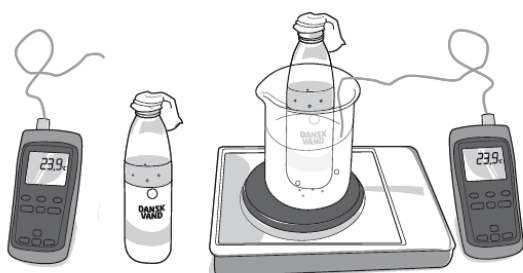
Formål - I skal undersøge frigivelsen af CO₂ fra danskvand under opvarmning.

I skal bruge:

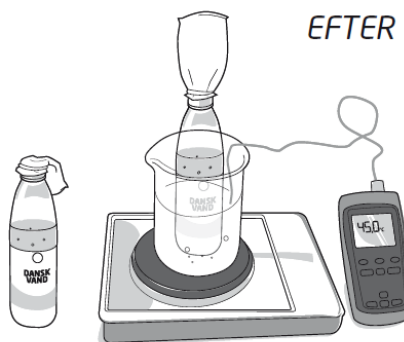
To flasker danskvand
1 termometer

To elastikker To plastikposer
gryde varmeplade

FØR



EFTER



Opstillingen ved eksperimentets start (venstre) og afslutning (højre)

Figur 1 Forsøgsopstilling

Oplæg

Boblerne i danskvand og andre kulsyreholdige drikke er CO₂ på gasform. Under fremstillingen på fabrikken er CO₂ blevet opløst i vandet under tryk. Når kapslen skrues af flasken, falder trykket i flasken, og noget af gassen frigives. I kan drive mere CO₂ ud af væsken ved at varme den op. Under opvarmningen kan I opsamle den uddrevne gas i en pose, der sidder på flaskens åbning.

Fremgangsmåde (figur 1)

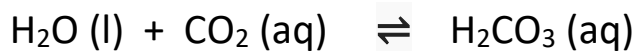
1. Åbn flaskerne med danskvand. Mål temperaturen i flaskerne. Sæt plastikposer fast omkring flaskernes åbninger med elastikker.
2. Fyld en gryde ca. halvt op med vand, og stil det på en varmeplade.
3. Placer den ene flaske i vandbadet ved hjælp af et stativ. Plastikposen må ikke kunne nå ned på varmepladen.
4. Varm vandbadet op til 40-50 °C ved **svag** varme. Hold hele tiden øje med temperaturen og poserne under opvarmningen. Hvad sker der?
5. Mål temperaturen i flaskerne.

	Start tidspunkt	Sluttidspunkt	Start temperatur	Slut temperatur
Flaske i vandbad				
Flaske ved stuetemperatur				

Forklaringer

CO₂ fra atmosfæren bliver langsomt opløst i verdenshavene. På den måde spiller havene en vigtig rolle i reguleringen af mængden af fri CO₂ i atmosfæren.

Når CO₂ opløses i vand, reagerer noget af det med vandet, så der opstår en ligevægt:



(carbondioxid) (kulsyre)

Der er altså både CO₂ opløst i vand og kulsyre (H₂CO₃) i vandet.

Når vandet varmes op, falder opløseligheden af CO₂, så den frigives fra væsken som bobler. Under opvarmning forskydes ligevægten derfor mod venstre indtil der igen opstår en ligevægt mellem CO₂ og kulsyre, men nu med mindre kulsyre i vandet. Vandet er blevet "Fladt"

Resultater og efterbehandling

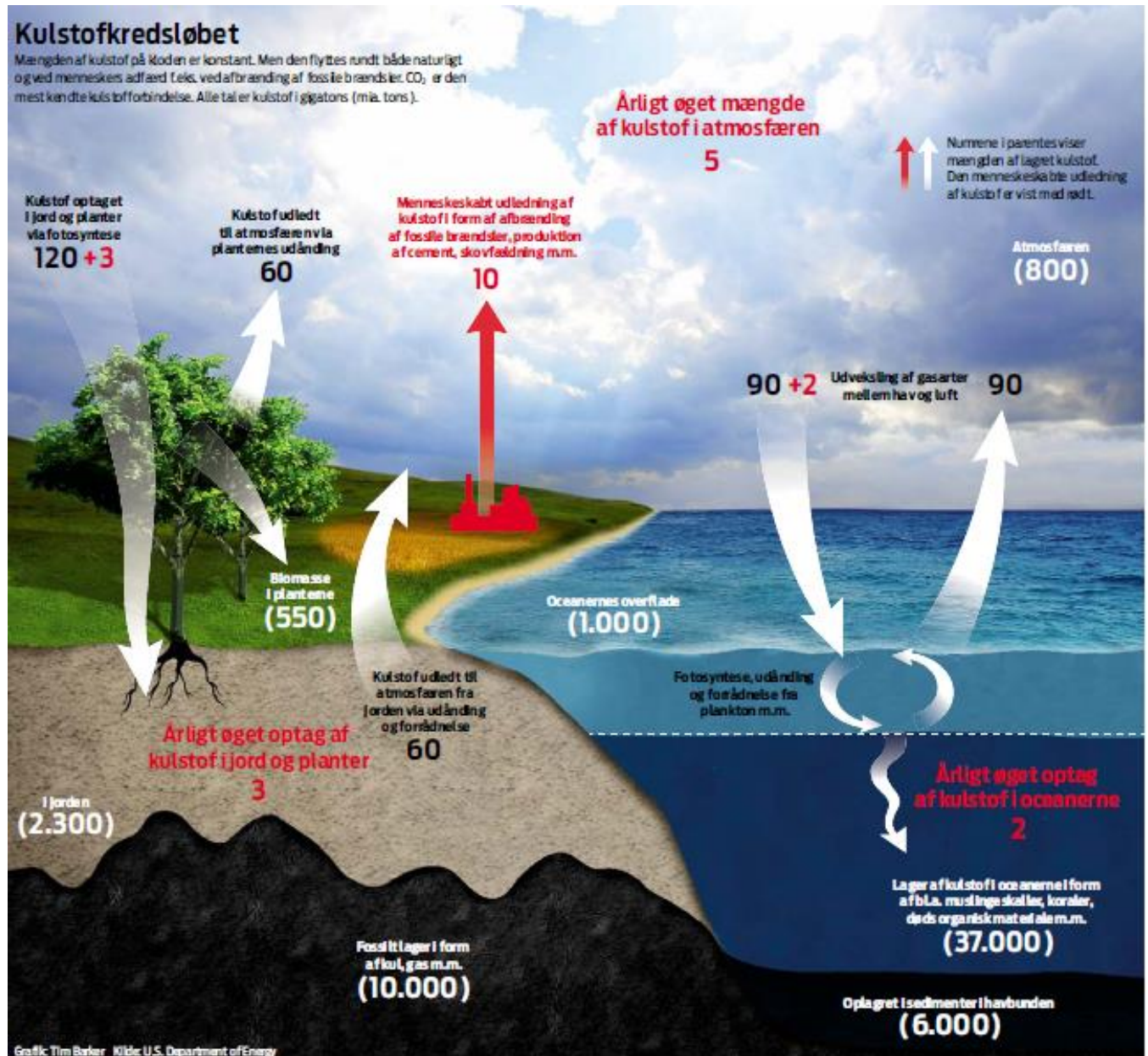
1. Skriv jeres observationer ned.
2. Hvordan viser forsøget, at der frigives gas fra vandet?
3. Hvis verdenshavene bliver varmere, hvordan vil det så påvirke mængden af CO₂ opløst i havene?
4. Hvor ender CO₂ frigivet fra verdenshavene? Forklar ud fra figur 2 (kulstofkredsløbet).

Verdenshavene som CO₂-reservoir

Verdenshavene spiller en vigtig rolle for reguleringen af mængden af CO₂ i atmosfæren og dermed også for drivhuseffekten. Når CO₂ er opløst i vand, tilbageholder det nemlig ikke længere varme i atmosfæren. I relation til global opvarmning kan varmere have blive en del af en 'ond cirkel' (hvis vi kun ser på temperaturens betydning). Hvis opløseligheden af CO₂ i havene falder, kan det medføre højere koncentration af CO₂ i atmosfæren, hvilket kan resultere i forstærket drivhuseffekt, som igen kan medføre endnu varmere have, hvorefter cyklussen starter forfra.

Bevægelsen af CO₂ frem og tilbage mellem atmosfæren og verdenshavene påvirkes dog ikke blot af verdenshavenes temperatur, men også af deres dybde, bølger og vindhastigheder på havoverfladen og mængden af mikroskopiske planter og dyr i havet. Bevægelsen påvirkes naturligvis også af mængden af CO₂ i atmosfæren, der igen påvirkes af naturlige og menneskeskabte aktiviteter på landjorden. Derfor er CO₂-balancen ikke noget simpelt regnestykke.

Generelt gælder der dog, at CO₂ bevæger sig hurtigt frem og tilbage mellem havene og atmosfæren, når der er en forskel på gstrykket af CO₂ i de to 'rum'. Havene kan indeholde meget mere CO₂ end atmosfæren, fordi det meste af den opløste CO₂ reagerer med vand og derved danner kulsyre.

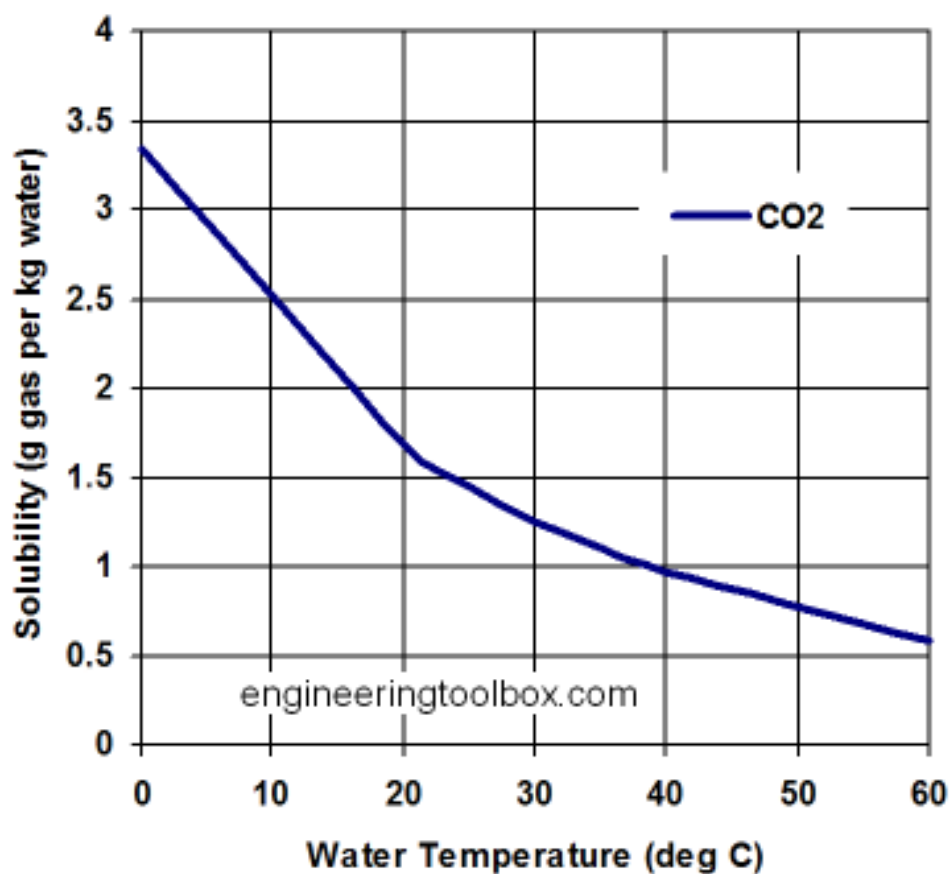


Figur 2 Kulstofkredsløbet

5.

Aflæs hvor meget CO₂, der kan være opløst i vand ved 20 °C og ved 50 °C

Temperatur i °C	g opløst CO ₂ pr kg vand
10	
20	
30	
40	
50	



https://www.nbi.ku.dk/spoerg_om_fysik/fysik/carbondioxid/

Forsøg 2. Undersøgelse af opløseligheden af CO₂ i vand – surt vand

Formål

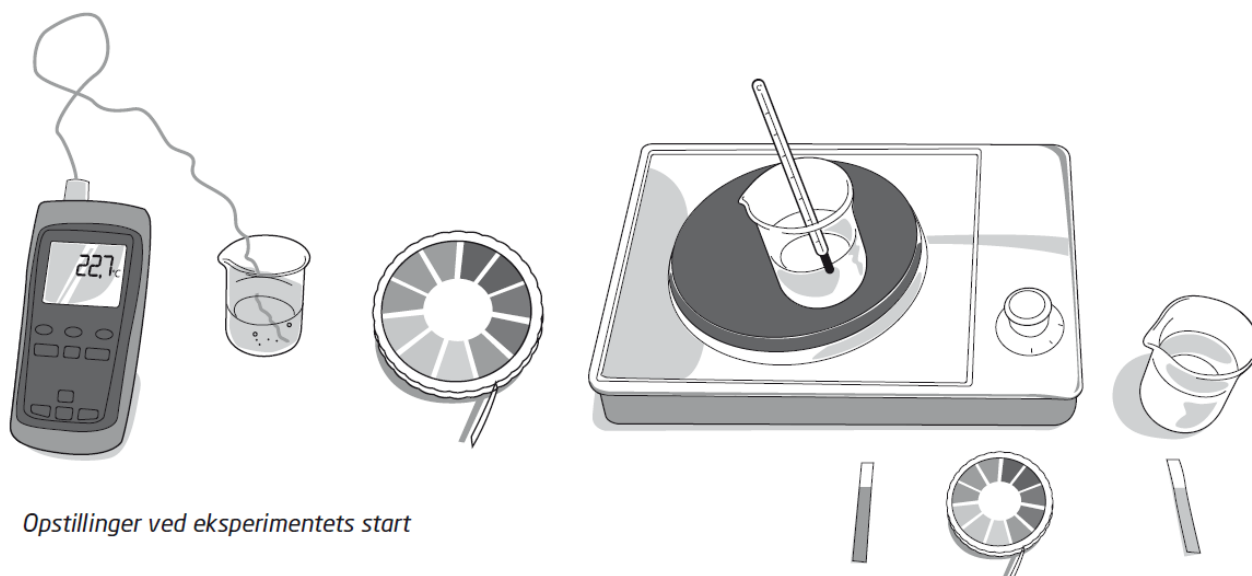
I skal undersøge opløseligheden af CO₂ i vand ved forskellige temperaturer ved at måle pH-værdien.

I skal bruge:

200 ml danskvand (fra den flaske som stod på bordet under forsøg 1)

Indikatorvæske (methylnrødt og thymolblåt – pH-indikator til jord) -

To bægerglas (100 ml) - Termometer - Varmeplade



Figur 3 Forsøgsopstilling

Oplæg

CO₂ opløst i vand kaldes kulsyre, fordi CO₂ gør vandet surt. I skal undersøge, hvordan indholdet af CO₂ i vand ændrer sig, når I varmer vandet op. Ændringen måler I ved at måle pH-værdien. pH er et mål for surhedsgraden af en opløsning og måles med en indikatorstrimmel eller tilsætning af indikatorvæske, hvor farven angiver pH.

Fremgangsmåde (figur 3)

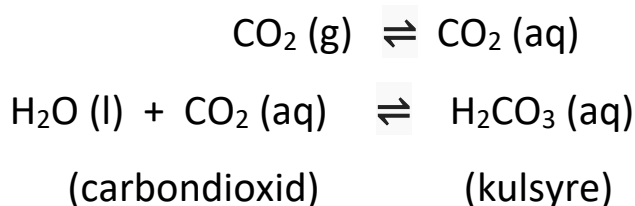
1. Hæld 20 ml danskvand i hvert af de to bægerglas.
2. Mål temperaturen med termometret i vandet i de to bægerglas. Skriv i skema.
3. Tilsæt ca ½ pipette med indikatorvæske
4. Lad bægerglas nr. 1 stå, og stil bægerglas nr. 2 på en varmeplade. Varm danskvand op til kogepunktet.
5. Mål igen temperatur og pH-værdi i begge glas. Skriv i skema.
6. Sluk varmepladen, og lad danskvand i bægerglas nr. 2 køle af. Vandet i bægerglas nr. 2 må højst være 5 grader varmere end dets temperatur ved eksperimentets begyndelse. I kan evt. fremskynde afkølingen ved at sætte glasset i et koldt vandbad eller i koldt vand i en vask med flad bund og prop.

7. Når bægerglas nr. 2 er kølet af, måles igen temperatur og pH-værdi i begge bægerglas. Skriv i skema.

Forklaring

CO₂ fra atmosfæren bliver langsomt opløst i verdenshavene. På den måde spiller havene en vigtig rolle i reguleringen af mængden af fri CO₂ i atmosfæren.

Når CO₂ opløses i vand, reagerer noget af det med vandet, så der opstår en ligevægt:



Der er altså både CO₂ opløst i vand og kulsyre (H₂CO₃) i vandet.

Når vandet varmes op, falder opløseligheden af CO₂, så den frigives fra væsken som bobler. Under opvarmning forskydes ligevægten derfor mod venstre. Når dansk vandet igen er afkølet, er der mindre kulsyre i, og dette får pH-værdien til at stige.

Opløseligheden af CO₂ falder, når temperaturen stiger, fordi bindingerne mellem CO₂ og vandmolekylerne bliver svagere, når temperaturen stiger. Dette princip gælder for alle vandopløselige gasser.

Resultater og efterbehandling

1. Udfyld tabellen

Bægerglas	Tidspunkt for måling	Temperatur	pH værdi	Beregnet [H ₃ O ⁺]
Bægerglas 1 - står på bordet	Ved eksperimentets start (punkt 1)			
	Når vandet i bægerglas 2 koger (punkt 5)			
	Ved eksperimentets afslutning (punkt 7)			
Bægerglas 2 - opvarmes	Ved eksperimentets start (punkt 1)			
	Når vandet koger (punkt 5)			
	Ved eksperimentets afslutning (punkt 7)			

2. I hvilket af de to bægerglas er pH værdien størst efter eksperimentet (begrund dit svar)?

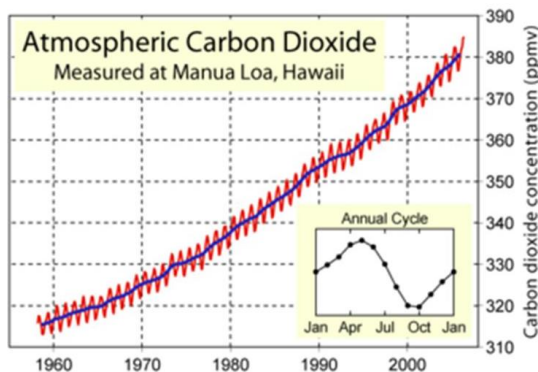
3. Hvad viser eksperimentet om opløseligheden af CO₂ i vand ved forskellige temperaturer?

4. Hvorfor er CO₂ den vigtigste menneskeskabte drivhusgas?
Brug figur 4 (Keeling kurven), figurtekst 5 (drivhusgasser) og figur 6 (de vigtigste drivhusgasser)

5. Hvorfor er der en faldende koncentration af CO₂ i sommerhalvåret?

The Keeling Curve

The graph below shows changes in concentration of carbon dioxide in the atmosphere over a 47-year span at Mauna Loa observatory in Hawaii.



Figur 4 Keeling kurven

En drivhusgas kendetegnes ved, at den absorberer infrarød (IR) stråling, også kaldt varmestråling, i atmosfæren. Gasser med denne egenskab skal have mindst tre molekyler. Derfor fungerer hverken nitrogen (N₂) eller oxygen (O₂) som drivhusgas, selvom de udgør størstedelen af vores atmosfære. Bidraget til global opvarmning fra en given drivhusgas afhænger blandt andet af, hvilke dele af det infrarøde spektrum gassen absorberer, og af gassens levetid i atmosfæren. Som skemaet "De vigtigste drivhusgasser" viser, absorberer methan for eksempel langt mere IR-stråling end CO₂. Til gengæld er methans levetid i atmosfæren kort. Endelig afhænger en drivhusgas' effekt også af mængden af

Figur 5 Drivhusgasser

De vigtigste drivhusgasser (foruden vanddamp)						
Drivhusgas	Kemisk formel	Før-industriel koncentration	Koncentration år 2005	Atmosfærisk levetid (år)	Menneskeskabte kilder	Global opvarmnings-effekt
Carbondioxid	CO ₂	280 ppm	379 ppm	Variabel 400-1.000	Fossile brændstoffer, cementproduktion, opdyrkning af jord	1
Methan	CH ₄	0,70 ppm	1,77 ppm	12	Fossile brændstoffer, rismarker, landbrugsdyr	21
Dinitrogen-oxid (lattergas)	N ₂ O	0,28 ppm	0,32 ppm	114	Gødning, forbrændingsmotorer, industri	310

Med global opvarmningseffekt menes, hvor meget varme en drivhusgas kan tilbageholde i forhold til CO₂.

Figur 6 De vigtigste drivhusgasser

Besøg på BEOF - Østkraft

Navn	
Klasse	
Dato for besøg	
Navn på rundviser	
Afleveres som	Journal



Formål

Forsøgets besøg og journalen er at

3. lære om elforsyning og klima i praksis
4. undersøge handlemuligheder og anbefalinger for fossilfri energiforsyning
5. kende til nogle af udfordringerne ved at ville skabe energi fra fossilfrie kilder

Introduktion

Danmark har et mål om en fossilfri energiforsyning i 2050. På Bornholm har Kommunalbestyrelsen tiltrådt en energistrategi med målet:

Bornholm skal arbejde frem mod at være fossilfri i 2025. Bornholm forsøger at være med forrest og udvikle løsninger i lille skala, som har interesse for resten af Danmark samt for alle andre lande, der arbejder for klimamål.

På Bornholm er det forsyningsselskabet Bornholms Energi og Forsyning – BEOF – som står for forsyning af el, varme vand samt behandling af spillevand. Der er også mindre selskaber med vand- og varmforsyning.

El fordeles fra Værket, der ligger på Rønne Havn. Værket får hovedparten af el fra kablet til Sverige. Derudover producerer Østkraft el og fjernvarme samt samler el fra vindmøller, solceller, biogas m.m.

Østkraft står for elforsyningen, og dermed skal de sikre, at der er el ved 50 Hertz og 230 V tilgængelig i hele elnettet. Med el fra f.eks. vindmøller er det en af udfordringerne, at frekvens og spænding ikke må variere ret meget.

BEOF udfører også projektet EcoGrid, der sætter fokus på hvordan, en intelligent styring af forbrug kan bidrage til at nå målet om fossilfri energiforsyning. Projektet er i verdensklasse og har bl.a. vundet EU's bæredygtighedspris i 2016. Det foregår i samarbejde med DTU og virksomheder med energispareudstyr.

1. a. Hvad betyder bogstaverne i navnet BEOF?
b. Hvem ejer BEOF?

Skriv ned på besøgsdagen eller se på www.beof.dk

2. Hvad er BEOF's kerne-ydelser?

Skriv ned på besøgsdagen

<https://beof.dk/om-os/pejlemaerke/>

3. a. Hvilket år har Danmark som mål for at have fossilfri energiforsyning?
b. Hvilket år har Bornholm som mål for at have fossilfri energiforsyning?

4. a. Hvilke energikilder benyttede Østkraft i 1979?
b. Hvor stor en del af dem var fossilfrie?

Lectio dokument – 8 Energikilder før og nu på Østkraft

5. a. Hvilke energikilder benyttede Østkraft i 2013?
b. Hvor stor en del af dem var fossilfrie?

Lectio dokument - 8 Energikilder før og nu på Østkraft.

6. a. Hvad er Bornholms maksimale behov for el?
b. Hvad kan Østkraft maksimalt levere?

Skriv ned på besøgsdagen

7. a. Hvad var det aktuelle forbrug på besøgsdagen?
b. Hvor stammer energien fra - opdelt på de forskellige energikilder?
c. Indsæt et cirkeldiagram med tal på de aktuelle energikilder på besøgsdagen – opdelt på kilder.

Skriv ned på besøgsdagen eller se på <https://beof.dk/el/bornholms-elsystem-lige-nu/>

8. Hvad blev der fyret med på besøgsdagen?

Skriv ned på besøgsdagen

9. Hvilke energiformer blev der produceret?

Skriv ned på besøgsdagen

10. a. Hvorfor fyres med flis?

b. Hvad blev brugt før man går/gik over til flis?

Skriv ned på besøgsdagen

11. Når der fyres med træflis og produceres el fra vindmøller samt solceller – hvor tæt er Bornholm på at være fossilfri?

Tjek også www.ElectricityMap.org for at se hvor Bornholm ligger blandt andre områder i verden i forhold til at udlede mindst CO₂ pr. produceret kilowatt-time.

Skriv ned på besøgsdagen

12. Hvilken brændværdi har kul, træflis og heavy fuel?

Skriv ned på besøgsdagen

Kul	Flis	Olie (Tung fyringsolie)
MJ/kg	MJ/kg	MJ/Kg

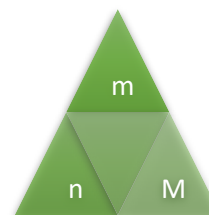
13. Hvor meget vand er der i den flis, der fyres med?

Skriv ned på besøgsdagen

14. Opskriv reaktionsligningen for fuldstændig forbrænding af kul.

15. Hvor meget CO₂ dannes pr. kg kul, der forbrændes?

Brug $m = n \cdot M$ hvor m = masse, n = antal mol, M = molvægt.



Kul	C	O ₂	CO ₂
m	1 kg		
M			
n			

16. Skriv bruttoformel og navne på de 10 første uforgrenede alkaner.

ISIS kemi C s 45

17. Hvad er en central udfordring for at få en stabil elforsyning med fossilfrie energikilder? Tænk på elforsyning 230 V, 50 Hz, el fra sol og vind.

18. Hvad er Klimakommissions 3 anbefalinger fra 2010 for at nå mål om fossilfri energiforsyning?

Se NF-bogen side 153 - 154

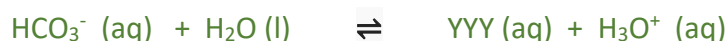
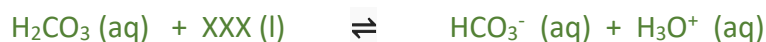
19. Hvad er Smart Grid og EcoGrid?

Læs om EcoGrid <http://ecogridbornholm.dk/>

Se film om Smart Grid fra energinet.dk

<https://www.youtube.com/watch?v=2t3OuUHF3a8&feature=youtu.be&list=PLcSf8fYq8doLzoXJB1nZ9hK8eVdNkGQRb>

6. Definitionen på en syre er, at det kan afgive en hydron. Når CO_2 opløses i vand vil der også ske en reaktion, hvor der dannes kulsyre H_2CO_3 . Kulsyre er en syre, der kan afgive 2 hydroner. Gør de to reaktionsligninger færdige. I begge tilfælde er det H_2O , der optræder som base og dermed modtager en hydron



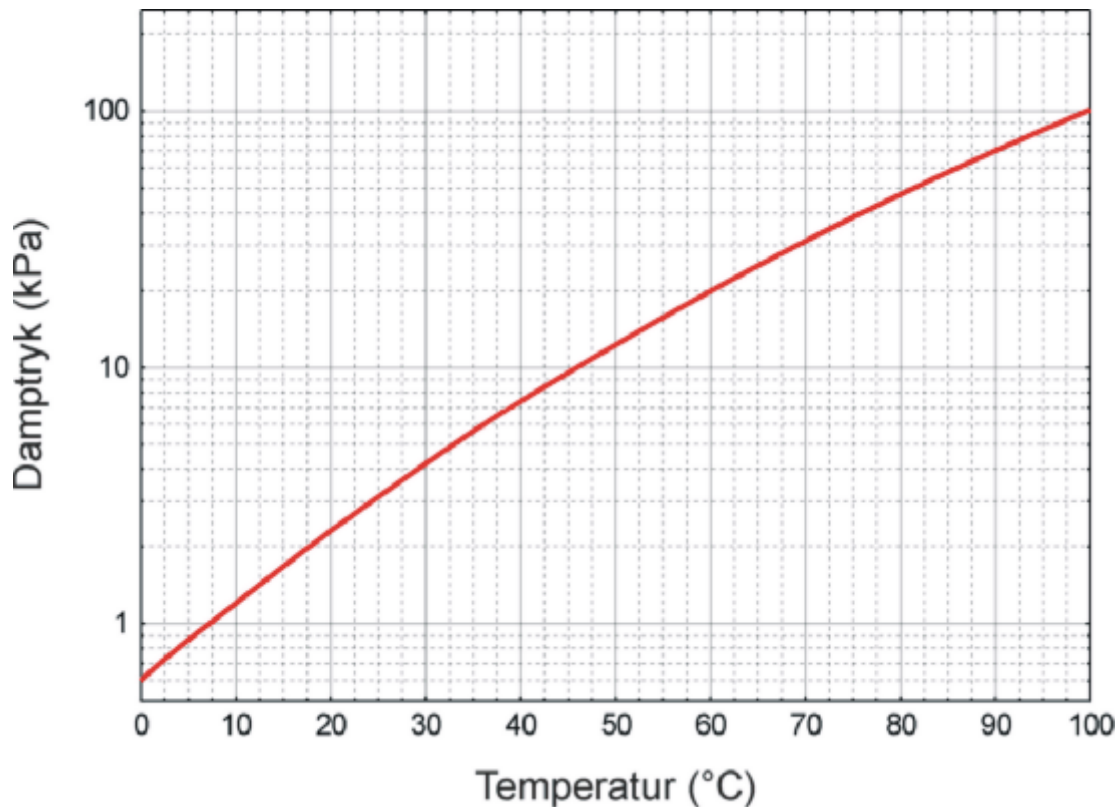
7. Når pH-værdien er fundet, kan man beregne koncentrationen af oxonium $[\text{H}_3\text{O}^+]$.

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

Brug de målte pH-værdier fra forsøget og beregn koncentrationen af oxonium. Husk fortegn. Skriv resultatet ud for tabellen med de målte pH-værdier.

8. Fejlkilder

Når man opvarmer vand med CO_2 er det ikke kun CO_2 , der gasser af. Også vand fordamper. I posen er der derfor både CO_2 og vanddamp. Ved 100 grader koger vand og damptrykket er 1 atmosfære – eller ca 100 kPa (kiloPascal). Hvor meget er vands damptryk når temperaturen er cirka 50 °C?



Albedomåling

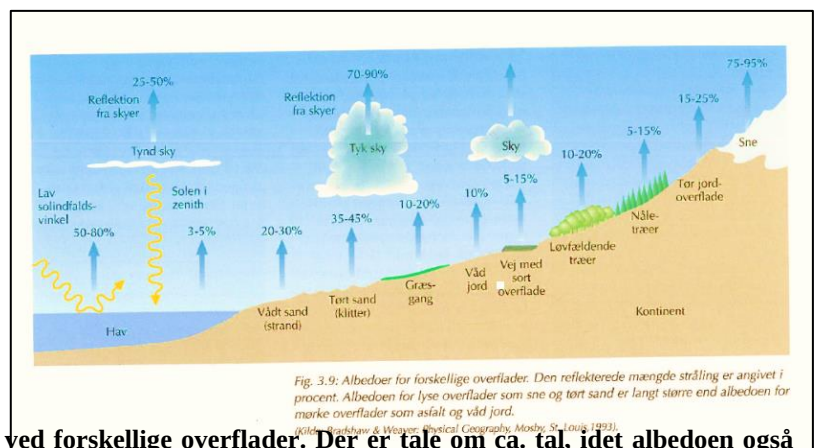
Formål:

At undersøge forskellige overfladers albedo, samt koble vores viden omkring albedo til klimaforandringer.

Teori:

Albedo (som kan oversættes til reflektans) betyder hvor meget af indstrålingen der reflekteres fra en bestemt overflade. Albedoen afhænger af farven på overfladen, jo lysere overfladen er, desto højere albedo har den. Dvs. sne har en høj albedo (=høj reflektans) og lys jord har en højere albedo end mørk jord. Forskellige overfladers albedo ses på tabel 1.

Overflade	Albedo i %
Sne	80-85
Skyer	70-80
Vand, lav solhøjde	25
Vand, høj solhøjde	5
Skov	10-15
Græs	20-25
Afgrøder	35
Sand	20-40
Våd jord	10
Mursten	20-40
Tør jord	20
Farvet maling	15-35
Beton	10-35
Asfalt	5
Tagpap	5
Teglsten	10-35



Albedo ved forskellige overflader. Der er tale om ca. tal, idet albedoen også afhænger af overfladens farve, ruhed og orientering, samt af solhøjden.

Mere information om albedo og strålingsbalance finder du på side 32-33,54-55 i Alverdens geografi.

Materialer:

- Luxmeter eller pyranometer.
- Papir og blyant til notering af resultater

Hypotese:(diskussion i gruppen)

- Formuler jeres hypotese:

Fremgangsmåde:

1. **Måling af albedo for forskellige overflader.**
 - a. Sammen i gruppen skal I vælge minimum seks forskellige lokaliteter i nærheden. Det er vigtigt at de forskellige lokaliteter har forskellige overflader (fx. vegetation, cement, asfalt, jord, vand mm.). Beskriv lokaliteterne grundigt, mht farve, udseende, ruhed, osv.

- b. Mål lysintensitet (kortbølget stråling) fra solen og fra overfladen i alle lokaliteter, vha. lysmåleren (**OBS.** vær sikre på at jeres lysmåler peger i den rigtige retning). Registrer resultaterne i den rigtige kolonne i **tabel 1**.

***Albedo** betyder hvor meget af indstrålingen der reflekteres fra en bestemt overflade. Derfor skal vi have styr på både den indkommende stråling (hvor meget lys rammer vores overflade), og den reflekterede stråling (hvor meget lys bliver reflekteret tilbage fra vores overflade til atmosfæren). Derfor skal vi have to tal for hver overflade.*

- c. Diskuter: Hvordan kan I øge præcision på jeres albedomålinger i de forskellige lokaliteter? Hvad skal man være opmærksom på for at undgå fejlkilder?

Resultater:

Tabel 1: Lysmålinger og albedo

Overfladetype	Lys fra solen				Lys fra overfladen				Albedo
	Måling 1	Måling 2	Måling 3	Gennemsnit	Måling 1	Måling 2	Måling 3	Gennemsnit	(Lys fra overfladen / lys fra solen)*100 (skrives uden decimaler)
Overflade 1									
Overflade 2									
Overflade 3									
Overflade 4									
Overflade 5									
Overflade 6									

Resultatbehandling og analyse

1. Udregn gennemsnit for gruppens lysmålinger i tabel 1
2. Er der nogen målinger der afviger sig meget fra de andre? Skal disse resultater med i jeres udregning af gennemsnit? Hvorfor? Hvorfor ikke?

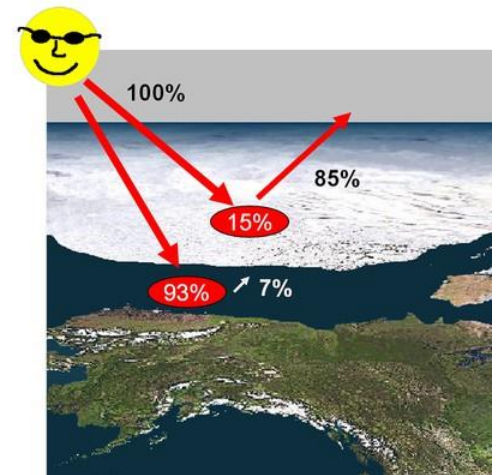
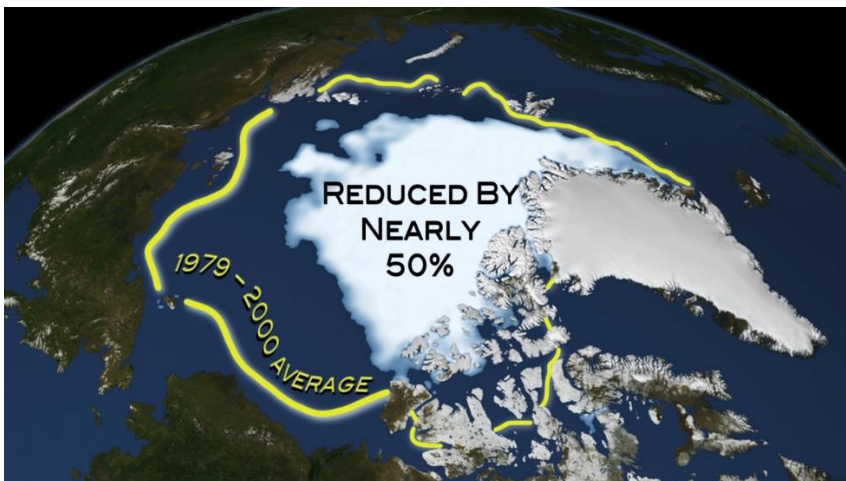
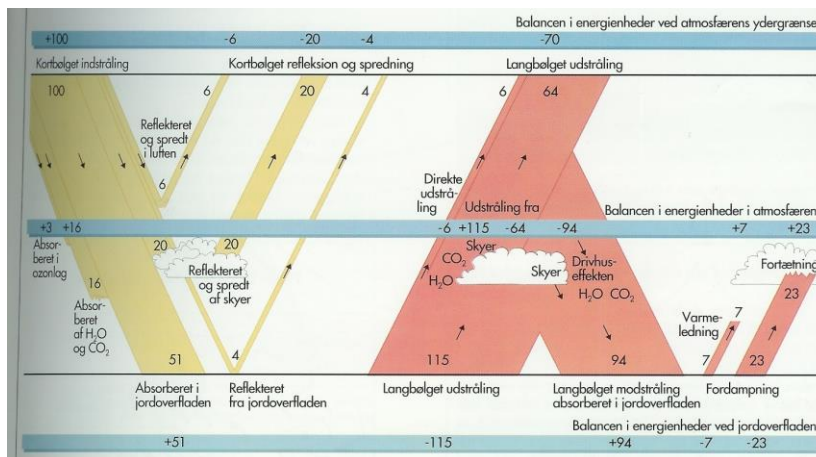
3. Udregn de gennemsnitlige albedomålinger for alle overflader i tabel 1

$$\text{ALBEDO (\%)} = \frac{\text{LYSET FRA OVERFLADEN}}{\text{LYSET FRA SOLEN}} \times 100$$

3. Hvordan passer resultaterne med jeres hypotese?

4. Fejlkilder?

5. Diskuter som det er en sammenhæng mellem albedo og klimaforandringer (inddrag viden om CO₂, albedo og strålingsbalancen)



Varmetolerante bakterier i jord

Indledning

Den mængde jord der kan ligge på neglen af en tommelfinger, vejer ca. 1 g, og den kan indeholde ca. en milliard dvs. 10^9 bakterier og svampesporer. Ved at opslæmme en jordprøve i vand og derefter sprede den ud på en petriskål med et vækstmedie, kan man efter et par dage iagttage væksten af flere forskellige bakterie- og svampekolonier (en koloni repræsenterer efterkommere efter én bakterie).

Ved hjælp af denne metode kan man også vise princippet i naturlig selektion, idet man ved at tage to jordprøver og udsætte den ene for en højere temperatur kan selekttere for varmetolerante bakterier (og svampe).

Hvis man vil være sikker på at man kun arbejder med mikroorganismer fra jorden, skal alle materialer være sterile. Men hvis man blot vil iagttage princippet i naturlig selektion, er renheden mindre vigtig.

Formål

At iagttage jordbakterier (og jordlevende svampe), samt at vise princippet i naturlig selektion.

Hypoteser: Begrund fagligt de forventede resultater

Materialer

- Glas med skruelåg (minimum 150 mL) (pr klasse)
- 10 g frisk havejord (pr gruppe)
- Vægt
- 1 koniske kolber med låg 100 mL (pr klasse)
- Kogt afkølet vand
- 7 reagensglas (pr gruppe)
- Varmeskab
- 1 x petriskåle med vækstmedium med agar (pr gruppe)
- Drigalskispattel (pr gruppe)
- Ethanol
- Bunsenbrænder
- Engangspipetter
- 10 mL måleglas
- Tape

Fremgangsmåde

- Afvej 10 g jord i glasset med skruelåg. Tilsæt 90 mL kogt afkølet vand og ryst blandingen kraftigt i 2-3 min.
- Mærk kolben med gruppens temperatur. Sæt prop eller låg på og sæt den kolbe i varmebad/køleskab ved 0° C, 5° C, 25° C, 45° C & 65° C i 30 min. Den kolbe ved 25° C fungerer som kontrol og skal blot stå ved stuetemperatur.

- Mærk de 7 reagensglas 1-7 i serier og tilsæt 5 mL kogt afkølet vand til hver. Lav, når jordprøverne har stået i 30 min., en fortyndingsrække ved hjælp af reagensglassene¹
- Overfør med hver sin engangspipette 1 mL fra det sidste reagensglas (nr. 7) i jeres fortyndingsrække til jeres agar plade. Fordel opslæmningen på agar pladen med en flamberet drigalskispatel, og forsegl derefter pladerne med tape.
- Agarpladen inkuberes **et par dage** indtil der er fremkommet bakteriekolonier. Fremsæt forinden en hypotese der kan forklare en evt. forskel i væksten på de to plader, og hvad meningen er med en kontrol.

lagttagelser og resultater

- Fotografér dine plader
- Beskriv koloniernes morfologi (udseende) – brug nedenstående figur som hjælp
- Tæl antallet af fremkomne kolonier på din plade og tag stilling til hvor mange forskellige arter der er repræsenteret.
- Anfør antallet af kolonier og antallet af arter der er fremkommet på din plade i en tabel eller et diagram (vigtigt i skal bruge det i matematik!)

Figur med kolonimorfologi (altså koloniernes udseende)

Shape	 Circular	 Rhizoid	 Irregular	 Filamentous	 Spindle	
Margin	 Entire	 Undulate	 Lobate	 Curled	 Rhizoid	 Filamentous
Elevation	 Flat	 Raised	 Convex	 Pulvinate	 Umbonate	
Size	 Punctiform	 Small	 Moderate	 Large		
Texture	Smooth or rough					
Appearance	Glistening (shiny) or dull					
Pigmentation	Nonpigmented (e.g., cream, tan, white) Pigmented (e.g., purple, red, yellow)					
Optical property	Opaque, translucent, transparent					

Lidt oversættelseshjælp:

Form: Cirkulær, Rhizoid (rodliggende), Irregulær, filamenterende (tråd lignende), tenformet

Rand: Hel, bølget, fligget, krøllet, rhizoid (rodagtig), filamenterende (trådagtig)

Elevation: Flad, hævet, konveks, pulvinerende (pudeagtig), skærmagtig

Tekstur: Glat, ru

Udseende: Glinsende, mat evt. metalskær

¹ Overfør med pipette 5 mL af opslæmningen til reagensglas 1 og omryst grundigt. Udtag med pipette 5 mL og overfør til reagensglas 2. Omryst grundigt. Fortsæt således til og med reagensglas 7. Dette kalder man at lave en fortyndingsrække.

Pigmentering: Ikke-pigementeret (cremet, gylden, hvid). Pigmenteret (lilla, rød, gul o. lign.)
Optiske forhold: uigennemsigtig, halvgennemsigtig, gennemsigtig

Fejlkilder: Anfør usikkerheder og fejlkilder og deres indflydelse på resultatet

Diskussion

1. Redegør for forskellene på antallet af kolonier på pladerne
2. Redegør for forskellene på antallet af arter på de pladerne
3. Begrund og diskuter de observerede forskelle på pladerne
4. Forklar hvordan forsøget kan sige noget om naturlig selektion
5. Diskuter hvordan klimaforandringer kan påvirke dyre- og plantelivet

Konklusion:

Opsummer på hypoteser, resultater og faglige diskutererede pointer

Litteraturliste!

Majs, gener og udspaltning – Mendels 1. lov om nedarvning og udspaltning

AF KATRINE HULGARD & CAROLINE-MARIE VANDT MADSEN

BAGGRUND

Gener styrer udviklingen af bestemte **fænotyper** hos alle levende organismer. Gregor Mendel udførte en række eksemplariske forsøg med ærteplanter og undersøgte på den måde, hvordan **egenskaber nedarves**. Det førte til formuleringen af de Mendelske love:

Mendels 1. lov: **Allele gener** nedarves således, at de adskilles ligeligt i **meiosen**.

Mendels 1. lov kaldes også for **udspaltningsloven** (Mendels 2. lov kaldes for uafhængighedsloven).

Du skal efterligne Mendels forsøg i mindre skala ved at lave to forskellige dyrkningsforsøg med majs, hvoraf nogle bærer mutationer.

FOTOSYNTESPIGMENTER

Omtrent 100 gener styrer udviklingen af de **enzymer** (protein), der står for dannelsen af fotosyntesepigmenter (bl.a. klorofyl) hos majs. Klorofylet gør planten grøn. Indimellem opstår der **mutationer**, der ødelægger **enzymernes** funktion. En sådan mutation kan bevirke, at fotosyntesepigmenterne (en slags proteiner) ikke udvikles. Det betyder, at planten bliver albino – altså helt hvid. Det muterede gen kaldes for Lemon. De hvide planter spirer normalt, men de kan ikke lave fotosyntese. Derfor dør albinoplanterne efter et par uger, når frøhviden (stivelse) frøene er opbrugt, dør planten. I udnytter denne mutation til eftervisning af Mendels 1. lov.

Frøene i begge forsøg er produceret ved selvbestøvning med planter, som er **heterozygote** mht. **et gen**, der er essentielt for dannelsen af fotosyntesepigmenter. Forældregenerationen (P) har derfor **genotypen** Ll, hvor L er genet for grøn farve, og l er det **recessive** gen for mutationen, der gør planten til albino. Krydsning af disse planter

med sig selv (LI x LI), svarer til Mendels forsøg med ærteplanter. Genotypen LL og LI giver grønne planter, mens den **homozygot genotype**, ll, giver hvide planter.

Formål: Efter forsøget skal du kunne redegøre for hvad forsøget går ud på – altså hvad er det man vil undersøge/vise, redegøre for hvad de ”markerede” ord med **FED** og **KURSIV** betyder.

Samt kunne forklare hvordan forsøget blev gennemført

Altså – du skal BESKIVE hvad resultatet blev – og kunne FORKLARE hvorfor resultatet blev som det gjorde



- Læg noget papir i hele bunden af bakken
- Gør papiret fugtigt
- Kom lidt sand i bunden af bakken
- Kom lidt vand på sandet så det bliver vådt UDEN der er ”frit vand”
- Placer frøene – HUSK ANTAL - i rækker med ca. 5 cm mellem de enkelte frø og 10 cm mellem rækkerne (der skal være til flere grupper)
- Dæk frøene forsigtigt til med jord

- Kom evt. noget mere vand på – NB! Vær opmærksom på at jorden har svært ved at blive fugtig



Resultat efter nogle dage



1.1 Alkaner - fossile brændsler – kan du navnene?

Når man udvinder fossile brændstoffer – f.eks. olie og gas fra Nordsøen, så skilles olie og gas fra hinanden. Derefter føres de i land gennem store rørledninger. På land forarbejdes olie og gas til benzin, naturgas, jetfuel, fyringsolie m.v.

Alkaner består af C, carbon og H, hydrogen.

Øv dig navnene på de ligekædede alkaner med 1 carbon-atom og op til 10 carbon-atomer

1	Meth-an
2	Eth-an
3	Prop-an
4	But-an
5	Pent-an
6	Hex-an
7	Hepant
8	Okt-an
9	Non-an
10	Dec-an

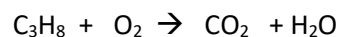
1.2 Afstemning af kemisk reaktion

Når et fossile brændstoffer brænder, reagerer de med ilt - dioxygen O_2 – og der dannes vand og carbondioxid

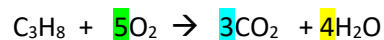
Afstemning af forbrænding af alkan

Eksempel Forbrændings reaktion med propan

1. Opskriv den uafstemte reaktionsligning



2. Afstem atomerne i rækkefølgen CHOkolade

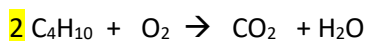


	Venstre	Højre
C	3	1 * 3
H	8	2 * 4
O	2 * 5	3 * 2 + 4 * 1 = 10

Opskriv forbrændingsreaktioner for alkanerne med 1-10 carbonatomer

Husk:

Når der er et lige antal carbonatomer kan man med fordel starte med at skrive 2 foran alkanen.



1.3 Fossile brændsler – dannelse af olie og gas

Følg dannelse og udvinding af de fossile brændsler – olie og gas

- A. Find hjemmesiden Webgeology.
http://webgeology.alfaweb.no/webgeology_files/danmark/olieoggas.swf
- B. Aktiver hjemmesiden ved hjælp af "START".
- C. Brug derefter pilene nederst på skærbilledet og følg animationen.

Find svarene på følgende spørgsmål:

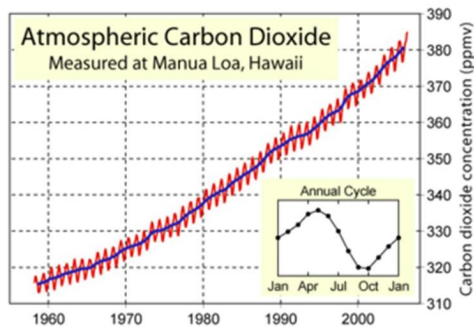
1. Hvad består olie og naturgas af?
2. Hvordan dannes olie og naturgas?
3. Hvad er olie og naturgas blevet dannet af?
4. Var der ilt til stede eller iltfattigt da olie og gas blev dannet?
5. Hvad ville det organiske materiale ellers være blevet til?
6. Hvad er olievinduet og gasvinduet?
7. Hvordan samles olie og naturgas, så vi kan udvinde disse ressourcer?
8. Hvordan får man fat i olien og naturgassen i undergrunden?
9. Hvordan omdanner man olie til f.eks. benzin, diesel og smøreolie?
10. Hvad kaldes denne omdannelsesproces?
11. Hvor mange C-atomer er der i Tungolie (tung fyringsolie)?

Udarbejdet med inspiration fra http://www.lr-web.dk/Lru/microsites/nfgrundbogen/pdf/NF_opgaver_kapitel5.pdf

1.4 Keeling kurven

The Keeling Curve

The graph below shows changes in concentration of carbon dioxide in the atmosphere over a 47-year span at Mauna Loa observatory in Hawaii.



Introduktion til Keeling curve(1 min): <https://www.youtube.com/watch?v=Z43FQCSg4Ow>



Data for CO₂
1958-2019

I regnearket er der en tabel over CO₂ koncentrationen målt i maj måned for år 1958-2019

a) Udfyld nedenstående tabel

Periode	1958 - 78	1978 - 98	1998 - 2019	1958 - 2019
Gennemsnitlig stigning i ppm pr. år	1,025			
Gennemsnitlig procentvis stigning pr. år.	0,31%			
Samlet procentvis stigning i perioden.	6,46%			

Gennemsnitlig stigning pr. år for 1958-78:

$$\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{338,01 - 317,51}{1978 - 1958} = 1,025 \text{ ppm pr. år.}$$

Gennemsnitlig årlig procentvis stigning 1958-78:

$$K = K_0 \cdot (1 + r)^n$$

$$338,01 = 317,51 \cdot (1 + r)^{(1978-1958)}$$



Ligningen løses for r vha. CAS-værktøjet WordMat.

$$r = -2,003133 \quad \vee \quad r = 0,003133207$$

$$r = \sqrt[n]{\frac{K}{K_0}} - 1$$

$$r = \sqrt[1978-1958]{\frac{338,01}{317,51}} - 1 = 0,0031$$

Dvs. $0,0031 \cdot 100 = 0,31\%$ stigning pr. år

Samlet procentvis stigning for 1958-78:

$$r = \frac{S}{B} - 1 = \frac{338,01}{317,51} - 1 \approx 0,0646 = 6,46\%$$

Iskerneboringer har vist, at indholdet af CO₂ begyndte at stige i 1700-tallet. Det var dengang dampmaskinen blev opfundet, og man begyndte at afbrænde kul for at få energi og varme. Før den tid var indholdet af CO₂ stort set konstant med en værdi på ca. 280 ppm.

Lad CO₂ koncentration i år 1800 være på 280 ppm

b) Beregn for perioden 1800-2019 den gennemsnitlig stigning pr. år, den gennemsnitlig procentvis stigning pr. år og den samlet procentvis stigning.

c) Kopiere data for CO₂ koncentrationen for 1958-2019 over i Geogebra regneark og lave et punkt plot i et passende koordinatsystem. (Se evt. video under dagens lektion for hvordan det kan gøres.)

d) Bestem ved vækstregression en model for en procentvis udvikling af CO₂ koncentrationen i perioden 1958-2019. Hvad er fremskrivningsfaktoren for modellen og hvilken procentvis udvikling svarer det til.

e) Bestem ved vækstregression en model for en procentvis udvikling af CO₂ koncentrationen i perioden 1998-2019. Hvad er fremskrivningsfaktoren for modellen og hvilken procentvis udvikling svarer det til.

f) Vurder ud fra ovenstående analyse hvad CO₂ koncentrationen vil være i maj 2020, 2050 og 2100. Sammenligning dine resultater med fremtidige scenarier, se <https://scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve/>

Frivillig

g) Prøv at lave en regression for perioden 1958-2019, hvor du vælger en polynomiell model i stedet for en vækst model. Brug denne model til at vurdere, hvad CO₂ koncentrationen vil være i maj 2020, 2050 og 2100.

Data for CO₂ -koncentration fra 1958 og frem

Årstal	År efter 1958	CO2 ppm målt maj		Årstal	År efter 1958	CO2 ppm målt maj
1958	0	317.51		1989	31	355.67
1959	1	318.29		1990	32	357.16
1960	2	320.04		1991	33	359.34
1961	3	320.58		1992	34	359.66
1962	4	321.02		1993	35	360.28
1963	5	322.25		1994	36	361.69
1964	6	322.25		1995	37	363.80
1965	7	322.17		1996	38	365.42
1966	8	324.08		1997	39	366.80
1967	9	325.00		1998	40	369.30
1968	10	325.57		1999	41	371.00
1969	11	327.38		2000	42	371.83
1970	12	328.08		2001	43	374.02
1971	13	328.93		2002	44	375.55
1972	14	330.07		2003	45	378.35
1973	15	332.48		2004	46	380.62
1974	16	333.09		2005	47	382.24
1975	17	333.97		2006	48	384.92
1976	18	334.88		2007	49	386.41
1977	19	336.75		2008	50	388.51
1978	20	338.01		2009	51	390.17
1979	21	339.47		2010	52	393.22
1980	22	341.47		2011	53	394.28
1981	23	342.91		2012	54	396.87
1982	24	344.14		2013	55	399.98
1983	25	345.76		2014	56	401.88
1984	26	347.43		2015	57	404.10
1985	27	348.93		2016	58	407.66
1986	28	350.21		2017	59	409.91
1987	29	351.85		2018	60	411.30
1988	30	354.22		2019	61	414.83

1.5 En ubekvem sandhed - spørgsmål til filmen

Film fra 2006. - med Al Gore. Han havde en lærer, der begyndte at måle CO₂ og opdagede noget vigtigt.

Holder nu mange foredrag for at fortælle, at vi sammen har et klimaproblem

Her er spørgsmål - der står minutter ud for. Det svarer til hvor, I kan se svarene.

- A. Fra sin skoletid fortæller Al Gore om klassekammerat, der stillede et spørgsmål i geografi, der blev afvist som idiotisk - hvad var spørgsmålet? 6 min.
- B. Hvilken del af jordens økosystem er mest sårbar?
- C. Hvis man har en globus, hvor meget fylder atmosfæren så?
- D. Hvilke årsager er der til at der kommer mere refleksion af infrarød stråling? 9 min.
- E. Hvilket stof blev målt i atmosfæren af Al Gores lærer fra 1958? 12. min.
- F. Hvorfor går CO₂ - koncentrationen op og ned en gang om året? 13 min.
- G. Hvilke eksempler på ændringer i klima vises i filmen? (17 min og frem til og med 58)
Hvad sker der med:
 - a. Isen (17)
 - b. Temperaturen (28) - hedebølger - temperaturrekorder
 - c. Havets temperatur (29)
 - d. Storme og tornadoer (29)
 - e. Nedbør - 36 - - forsikringsindustrien har opdaget det - hvordan?
 - f. Tørke - 37
 - g. Isen på arktis
 - h. Permafrost - 41
 - i. Havstrømme - 46
 - j. Antal frostdage - 51
 - k. Invasion af nye arter- 51 - 52 - f.eks. ??
 - l. Havvandstanden - 58
 - m. Flygtningestrøm? - 58 - hvorfor?
- H. Hvor stor en procent reflekteres af isen?
Hvor meget stråling absorberes af vand - når isen er smeltet?
- I. Hvilke to målinger ser man på samtidig? - 19 min
- J. Hvordan hænger temperatur og CO₂ -sammen? - 21 min
- K. Hvordan reagerede politikerne på budskabet om klimaændringer? - 24 min
- L. Hvad skete på det personlige plan, som førte til Al Gores beslutning om at bruge sit liv på at fortælle om klimaændringer?

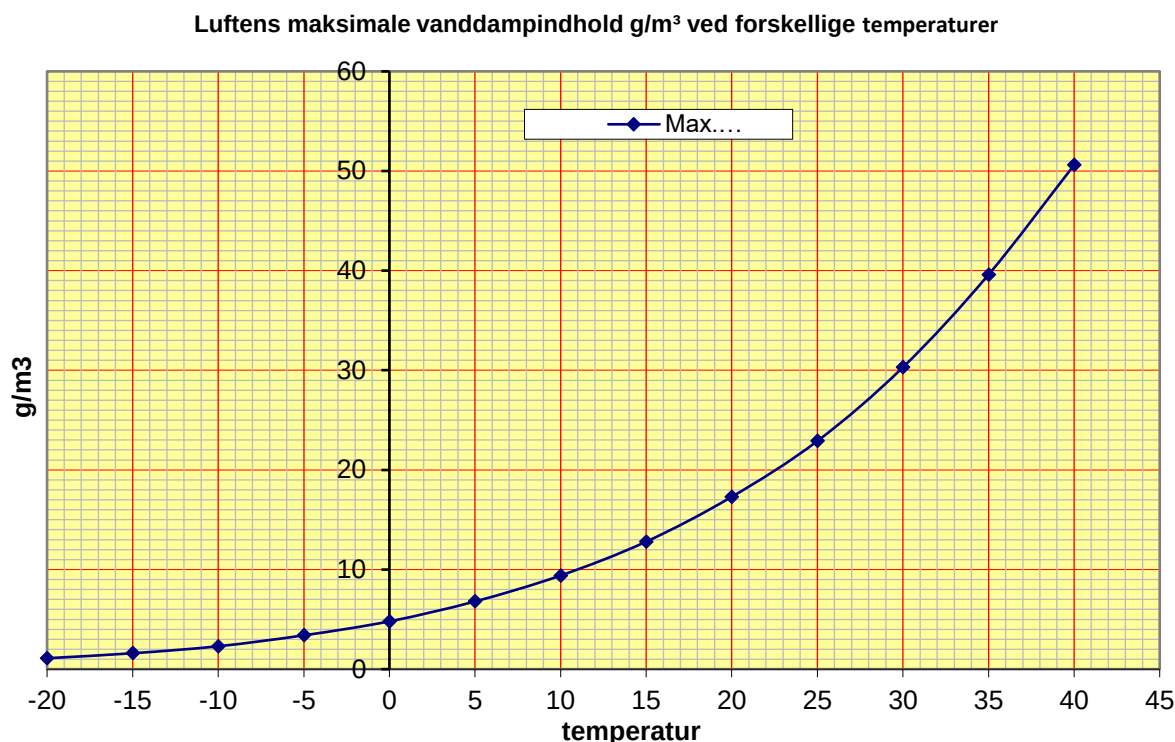
- M. Hvornår var de 10 varmeste år på kloden nogen sinde målt? - hvilket var varmest? - 27 min
- N. Hvad er den gennemsnitlige temperatur for kloden? - 45 min.
- O. Hvorfra stammer cirka 30 % CO₂ -udledningen fra? 1:03:42
- P. Hvad gør frøen i kogende vand? I lunkent vand, der opvarmes langsomt? 1:07 -
- Q. **Første misforståelse:** Er forskerne uenige om problemet er reelt eller ej? 1:11:
- R. Hvor mange af de 928 forskningsartikler var uenige i, at vi selv er skyld i global opvarmning og at det er et alvorligt problem?
- S. Hvor mange af de populære artikler 636 udtrykte tvivl om klimaændringerne og om der et problem? - Hvorfor er der denne forskel?
- T. Hvilke andet emner er der stillet spørgsmålstejn ved? 1:11
- U. Hvordan skal man forstå:
Upton Sinclair: Det er svært for en mand at forstå noget, hvis hans løn afhænger af, at han ikke forstår det. 1:15
- V. **Anden misforståelse** - Behøver vi at vælge mellem Økonomi eller miljø?
- W. **Tredje misforståelse** - vi kan ikke gøre noget. Benægtelse - fortvivlelse - kan vi gøre noget?
- X. Hvilke alternativer vises? 1:22
- Y. Hvilke to lande har ikke ratificeret Kyoto-protokollen? en 1:23
Hvad handler Kyoto-protokollen om?
- Z. Hvilket andet menneskeskabt problemer løst? 1: 24 -

Ordforklaring

Isshelf = isplade, der flyder oven op havet og stadig er frøbundet med indlandsisen. De kælder med store isbjerger.

2.1 Dugpunktsskurven

Nedenstående kurve viser, at luftens maksimale vanddampindhold stiger med temperaturen. Dvs. ved en højere temperatur kan luften indeholde en større mængde vand. Dette betyder en større mængde nedbør, når det regner ved en højere temperatur sammenlignet med en lavere temperatur.



Kurven kan med god tilnærmelse beskrives som en procentvis udvikling.

a) Udfyld nedenstående tabel ved aflæsning ud fra kurven

Temp. i °C	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Vanddampindhold i g/m ³													

b) Indskriv tabellens oplysninger i Geogebra og bestem ved vækst regression en model for en procent udvikling af vanddampindholdet som funktion af temperaturen. (Brug 4 decimaler i afrunding i indstillinger)

c) Hvad er begyndelsesværdien og fremskrivningsfaktoren i modellen?

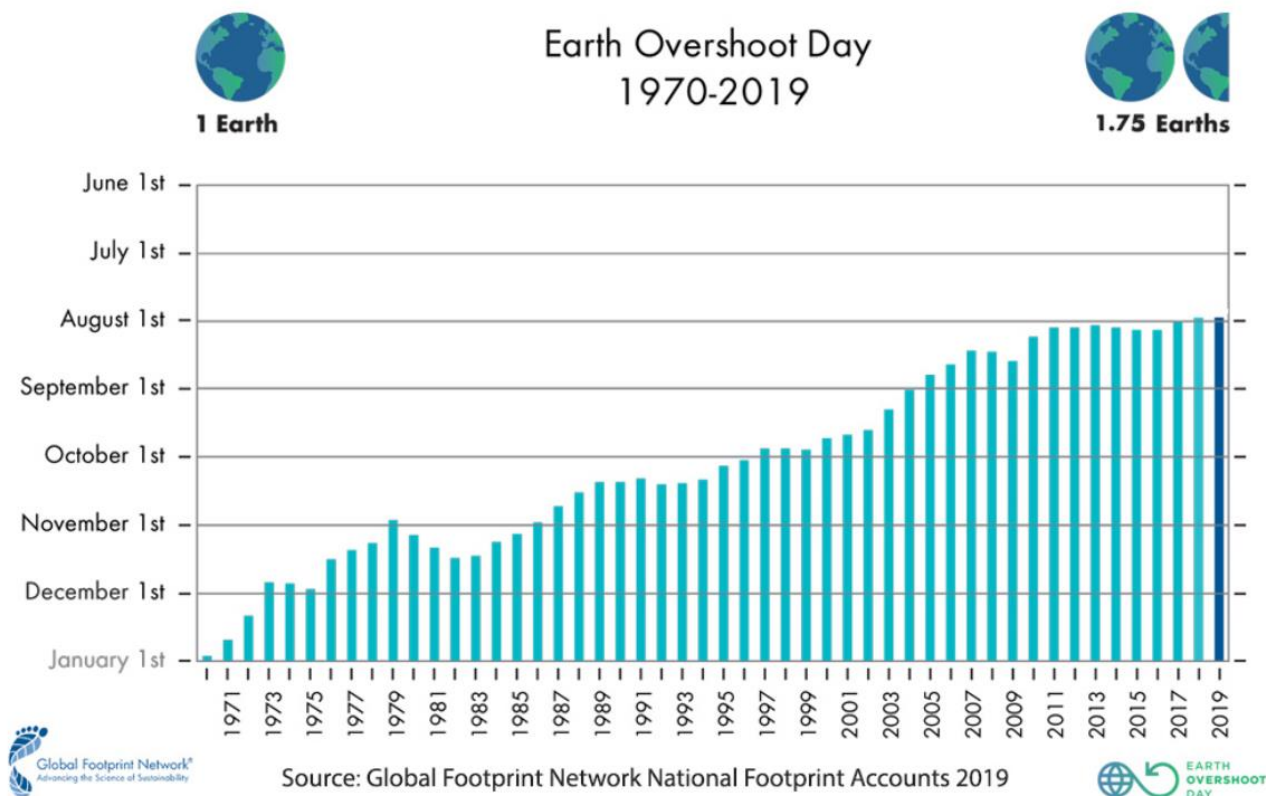
d) Forklar hvad fremskrivningsfaktoren fortæller om modellens procentvise udvikling.

e) Bestem ud fra modellens graf i Geogebra, hvor mange grader temperaturen skal stige for, at vanddampindholdet er fordoblet.

f) Beregn ud fra modellen vanddampindholdet ved 20 grader og ved 25 grader. Beregn ved brug af formelen $r = \frac{S}{B} - 1$ procentstigningen i vanddampindhold fra 20 til 25 grader.

g) Beregn ud fra modellen vanddampindholdet ved 35 grader og ved 40 grader. Beregn procentafvigelsen mellem målt værdi og modelværdi for henholdsvis 35 grader og 40 grader. Hvad fortæller resultatet om modellen ved temperaturer over 30 grader?

2.2 Opgave i Earth Overshoot Day



Earth Overshoot Day	29. december 1970	29. juli 2019
Antal år efter 1970	0	49
Antal dage i året før et års ressourcer er opbrugt.	363	210
Antal jordkloder pr. år	$\frac{365}{363} \approx 1,01$	$\frac{365}{210} \approx 1,74$

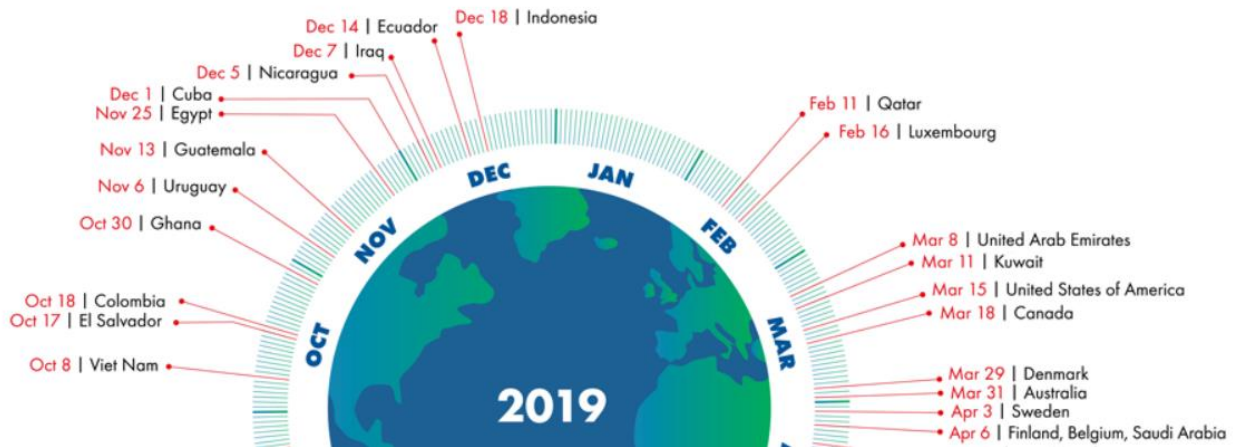
a) Brug tabellen til at bestemme en lineær model $f(x) = ax + b$ for Earth Overshoot Day, hvor x er antal år efter 1970 og $f(x)$ er antal dage i året før et års ressourcer er opbrugt.

b) Brug modellen til at udfylde nedenstående tabel

Årstal	2020	2030	2040	2050	2070
Antal dage i året før et års ressourcer er opbrugt.					
Antal jordkloder pr. år.					

Country Overshoot Days 2019

When would Earth Overshoot Day land if the world's population lived like...



Billedet ovenfor viser, at i 2019 nået Danmark Overshoot dag den 29. marts. Dvs. hvis hele verden havde et forbrug svarende til Danmark, ville Overshoot dagen være den 29. marts.

c) Bestem hvor mange dage henne i året den 29. marts svarer til og brug dette til at udregne Danmark forbrug af antal jordkloder pr. år, hvis hele verden forbrugte som Danmark.

d) Bestem på tilsvarende måde antal jordkloder pr. år for Qatar, som i 2019 nåede Overshoot dagen den 11. februar.

e) Brug den lineære model fra a) til at bestemme i hvilket årstal hele verden vil få Overshoot dag den 29. marts.

f) Løs ligningen $f(x) = 0$ og forklar hvad resultat fortæller om Overshoot dag i fremtiden.

g) Hvis vi kan vende udviklingen og rykke 5 dage den modsatte vej hvert år, hvornår vil vi så være tilbage til et forbrug svarende til 1 jordkloden på et helt år, dvs. 365 dage?

3.1 Klimakommissionen

Klimakommissionen, *Danish Commission on Climate Change Policy*, er en kommission nedsat af den danske regering i 2008 med det formål at komme med et bud på, hvordan Danmark fremover bliver uafhængig af fossile brændstoffer.

Kommissionen bestod af ti forskere inden for bl.a. klima, landbrug og økonomi.²

I 2010 præsenterede Klimakommissionen en rapport med anbefalinger til Danmarks Klimastrategi.³ Anbefalingerne fokuserer på 3 hovedområder:

1. Effektiviseringer
2. El fra fossilfrie kilder
3. Bæredygtig biomasse

1. Effektiviseringer

Når der skal bruges energi, skal den bruges effektiv – så lidt som muligt – så der skal spares og med på så effektive måder som muligt. Ellers vil energibehovet blot vokse fortsat.

2. El fra fossilfrie kilde

Så stor en del af energiforsyningen skal baseret på el fra fossilfrie kilder. Der er El er nem at transportere, men svær at lagre.

3. Bæredygtig biobrændsel

For at sikre, at der også er el når der er vindstille om natten er det nødvendigt at supplere med noget biomasse, der skal være dyrket bæredygtigt.

Find eksempler på handlemuligheder – for følgende

- a. Personlige valg
- b. Husstand
- c. Virksomhed – herunder elforsyning
- d. Det danske samfund

Hvilke hovedområder hører disse handlemuligheder til?

² Den store danske

³ Klimakommissionens anbefalinger i et vækstperspektiv. Udgivet november 2010 af Vækstforum og Regeringen

3.3 EcoGrid

Navn	
Klasse	
Dato	
Afleveres som	



Formål

Formål med opgaven er

1. få kendskab til løsninger med fossilfrie energikilder for det Bornholmske samfund
2. kunne regne på fordelene ved styring af husstandenes elforbrug

Se Film om Ecogrid

<https://vimeo.com/219810706>

Ecogrid har undersøgt om man kan sænke eller øge elforbrug ved at styre varmepumper i 800 husstande.

En operatør (kaldes aggregator) kan styre elforbruget, så det tilpasses den varierende produktion fra vindmøller og solceller. På Bornholm viser resultater:

- Elforbruget kan reduceres med 300 kW i 1 time
- Elforbruget kan øges med 550 kW i 1 time

I hele Danmark kan disse resultater betyde

- Elforbruget kan sænkes med 124 MW inden for 1 time ved at styre samtlige varmepumper
- Elforbruget kan øges med 560 MW inden for en time ved at fjernstyre el-radiatorer

1. Hvilke fordele er der for Bornholm ved at kunne sænke eller øge elforbruget?

Kilde: Det lykkedes! Folder om Ecogrid Brug energien smartere

3.4 Campus Bornholm har bæredygtige klima-løsninger

1. 9 km jordslanger til jord-vand-varmepumper
2. Termoaktive dæk i etageadskillelse
3. Varmepumper, der leverer et årligt forbrug på 800 mWh
4. Tombak – facadebeklædning er genbrugsmateriale fremstillet af omsmeltede kobberkabler og zink-tagrender. Beklædningen er vedligeholdelsesfri.
5. Tage med sedum-planter kan opsuge regn og aflaste drænsystemet
6. 1100 m² solceller opsat på værkstedshallerne producerer 184.466 kWh om året
7. Sø kan akkumulere store regnmængder
8. LED-belysning giver godt lys og bruger ikke ret megen energi. Lyset tilpasser sig lysniveauet og det naturlige lysindfald
9. Ventilationsanlægget styres efter behov – om der er nogen i rummet samt CO₂-koncentration i rummet. Anlægget er derfor bygget mindre, end hvis det skulle køre med konstant ydelse overalt.

Campus Bornholm har indbygget flere slags klimaløsninger:

- A. Effektivisering
- B. El fra fossilfrie kilder
- C. Løsninger, der tilpasser sig et ændret klima

Opgave 1 Placer CB-løsningerne inden for de 3 kategorier af løsninger

LED-lys

I den nybyggede del af Campus Bornholm er der LED-lys i undervisningslokalerne

LED er en lysform, der bruger meget lidt energi i forhold til den lysmængde og lyskvalitet, der kommer fra lamperne.

Jul i 1960-erne Lyskæde med 10 stk. 24 watt pærer

Jul i 2019 Lyskæde med 100 stk 0,05 Watt LED

Opgave 2 Beregn elforbrug pr. time for de to lyskæder

3.5 Campus Bornholm varmes op med store varmepumper

Se Film om energisystem på Campus Bornholm fra Thermia
<https://www.youtube.com/watch?v=6hTjzsCWtWI>



Campus Bornholm opvarmes primært med varmepumper. En varmepumpe tager varme fra et sted med lave temperaturer og afleverer energien ved højere temperatur. Varmen kommer fra jord eller luft uden for.

Når den opvarmede gas i varmepumpen komprimeres til væske, kan der afgives varme ved en højere temperatur. En varmepumpe kræver el til at drive pumpen, men ikke til at varme op.

Der er installeret 3 Thermia Mega XL varmepumper på 21 – 88 kW på Campus Bornholm. De 3 varmepumper kan kobles ind en ad gangen.

Campus Bornholm

- Opvarmning 800.000 kWh/år
- Areal: 15.435 m² nyt + ca. 5.000 m² renoveret = 20.500 m²
- Køling 50.000 - 150.000 kWh/år
- Varmt vand 25.000 kWh/år
- Jordslanger 9 km i alt.

En varmepumpe har en virkningsgrad på 3 – 4,5.
Store varmepumper er mere effektive end små.

Ældre privat energirenoveret hus - Bornholm:

180 m² har luft-vandvarmepumper

Bruger 16.000 kWh pr. år til opvarmning og varmt vand.

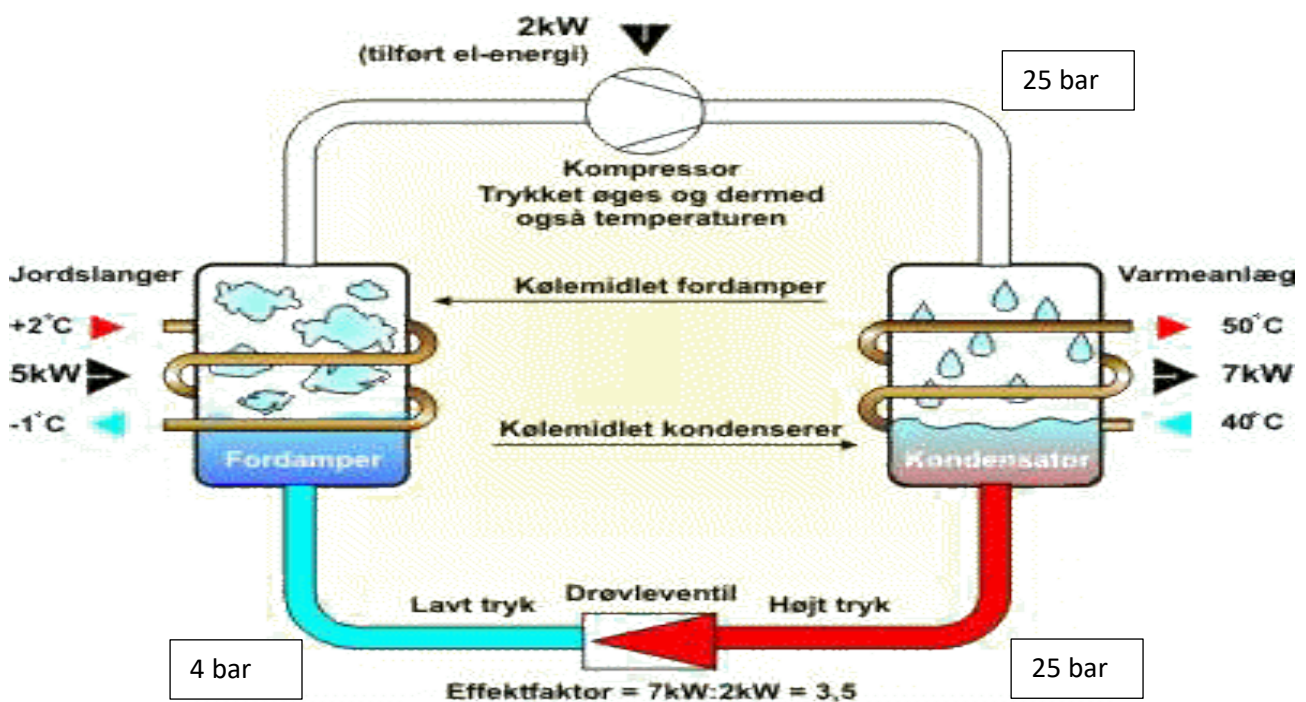
1. Hvor mange kW kan opvarmningen levere som minimum – og maksimum?
2. Hvor meget el skulle der bruges til opvarmning, hvis ikke der blev brugt varmepumper på CB?
3. Hvor mange kWh pr. år er der brug for pr. m² til opvarmning og varmt vand på Campus Bornholm?
4. Hvor mange kWh pr. år er der brug for pr. m² i et ældre, energirenoveret hus på 180 m²?

Data for privat anlæg til 180 m² hus – luft-vand

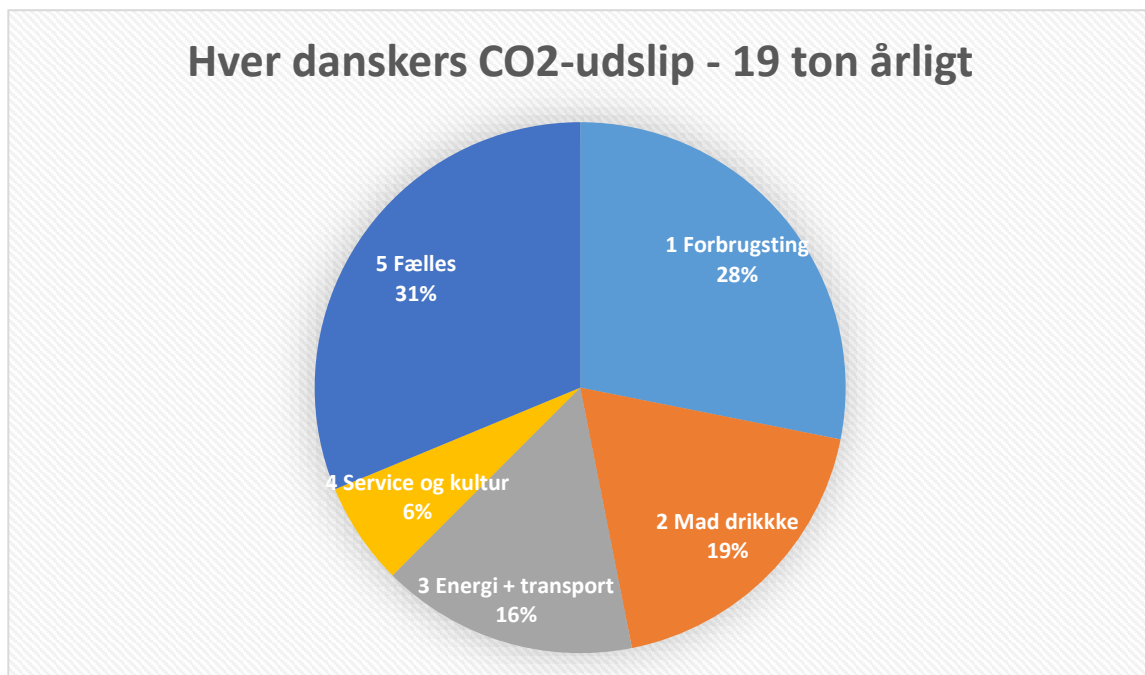
Varmeveksler – 8 kW – fylder 4 m² udfoldet. Kølemiddel – R410a (HCFC). Et brandbart R32 er nu kommet på markedet.

El-patron 3 kW + 6 kW – kobles ind, hvis vandet ikke bliver 50 grader inden for 50 minutter.

Brugsvand – 73 grader i 20 minutter 1 gang om ugen. Inde-del – 25 bar. Ude-del 4 bar efter ekspansionsventilen. 7 grader forskel i varmeveksler inde og ude.



3.6 Personligt klimaaftryk og valg



Hver dansker udleder i gennemsnit 19 ton CO₂ pr år⁴

- Forbrugsting – fremstilling og brug af tøj, kosmetik, sko, tasker, TV og smartphones
- Mad og drikke – Ca 25 % af klimagas-udledning stammer fra madvarer, kød bidrager mest – emballage og transport er talt med
- Energi + transport – Opvarmning og dine ture i bus, tog og bil
- Service + kultur – Streaming, bøger og blade, fitnessstræning, museum, teater
- Fælles – drift af hospitaler, bygning og vedligehold af veje, broer

Opgaver

1. Vælg 3 områder, hvor du synes, du selv kan og vil ændre, så du bidrager mindre til klimaændringer.
2. Hvor meget kan det bidrage med?

⁴ Concito - årstal for opgørelse fremgår ikke – formentlig 2014 eller 2016

3.7 Opgave i "klimavenlig kost"

a) Beregn CO₂ klimaafttrykket pr. person for en ret med kød og for en ret uden kød. Brug dokumenterne "Opskrifter med og uden kød" og "Fødevarernes klimaafttryk".



Opskrifter med og
uden kød



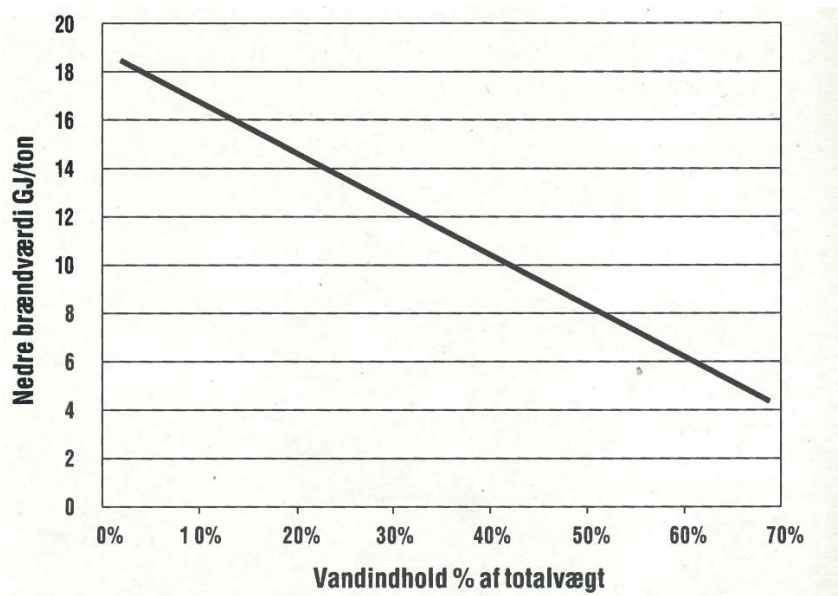
Fødevarernes
klimaafttryk

b) Beregn CO₂ klimaafttrykket pr. person for et helt år for retten med kød og for retten uden kød.

c) Hvor mange procent udgør CO₂ klimaafttrykket for retten uden kød i forhold til retten med kød.

d) Hvilken forskel ville det gøre, hvis man i retten med kød brugte kyllingekød?

3.8 Træflis – vandindhold



Brændværdi i forhold til træets vandindhold. Kilde: Naturstyrelsen

a) Aflæs to punkter på grafen på figuren ovenfor og noter koordinatværdierne nedenfor:

Punkt 1: $x_1 =$ $y_1 =$

Punkt 2: $x_2 =$ $y_2 =$

b) Bestem ud fra de to aflæste punkter en lineær model $f(x) = ax + b$ for sammenhængen mellem brændværdi i forhold til træets vandindhold, hvor x er vandindhold % af totalvægt og $f(x)$ er nedre brændværdi i GJ/ton.

c) Forklar hvad tallene a og b fortæller om sammenhængen mellem brændværdi i forhold til træets vandindhold.

Det træflis BEOF brugte den 20-11-2019 havde et vandindhold på 39%.

d) Beregn brændværdien for denne træflis med vandindhold på 39%.

e) Beregn hvor mange procent denne brændværdi (med vandindhold på 39%) udgør i forhold til helt tør brænde (0% vandindhold).

