

# Oplæg til lærerne om klimadetektiver

[carsten.skovgaard.andersen@gmail.com](mailto:carsten.skovgaard.andersen@gmail.com),

Stjernechamberet på Bellahøj Skole 02.11.2020

Website: [www.boernafgalileo.dk](http://www.boernafgalileo.dk)

# Din klasse bliver et hold af klimadetektiver

- Undersøg et klimaproblem
  - Tag billeder af det med satellit
  - Lav eksperimenter for at forstå problemet
  - Find forslag til at løse problemet
  - Få vejledning af eksperter
  - Indsend jeres forslag og undersøgelser til ESA, Det europæiske Rumagentur
  - Få feed back fra ESA i juni 2021
- Lær at tage billeder med EOBrowseren:
  - <https://www.sentinel-hub.com/explore/eobrowser/>
  - Læs Carstens vejledning om EOBrowseren
  - Se mere på [www.boernafgalileo.dk](http://www.boernafgalileo.dk) i "Undervisningsmateriale"
  - Se spændende tegninger og forsøg i materialet fra Dansk ESERO
  - Klimadetektiverne: <https://esero.dk/klimadetektiverne>

# Forsøg med isterninger med frugtfarve

To farvede isterninger af ferskvand smelter i hvert glas. Elastikkerne viser vandstanden i starten.

I de to glas til venstre er der saltvand. Over saltvandet i glasset længst til venstre smelter isterningen i en tragt. Har vandstanden ændret sig under smeltningen? Hvorfor?

I glas to fra venstre smelter en isterning, mens den flyder. Hvor hurtigt smelter isterningen? Stiger vandstanden? Hvorfor – Hvorfor ikke? Hvorfor ligger det blå smeltevand øverst i de to første glas?

I de to glas til højre er der ferskvand. I glasset længst til højre er isen smeltet i en hullet pose over vandet. Er vandet steget vandet? Hvorfor? I glasset nr 3 fra venstre er en flydende isterning smeltet. Hvor hurtigt? Steg vandet? Hvorfor? Hvorfor ikke?

Hvorfor er den blå farve spredt i de to ferskvandsglas til højre.



# Isen på en tragt

Birgit Justesens forsøg.

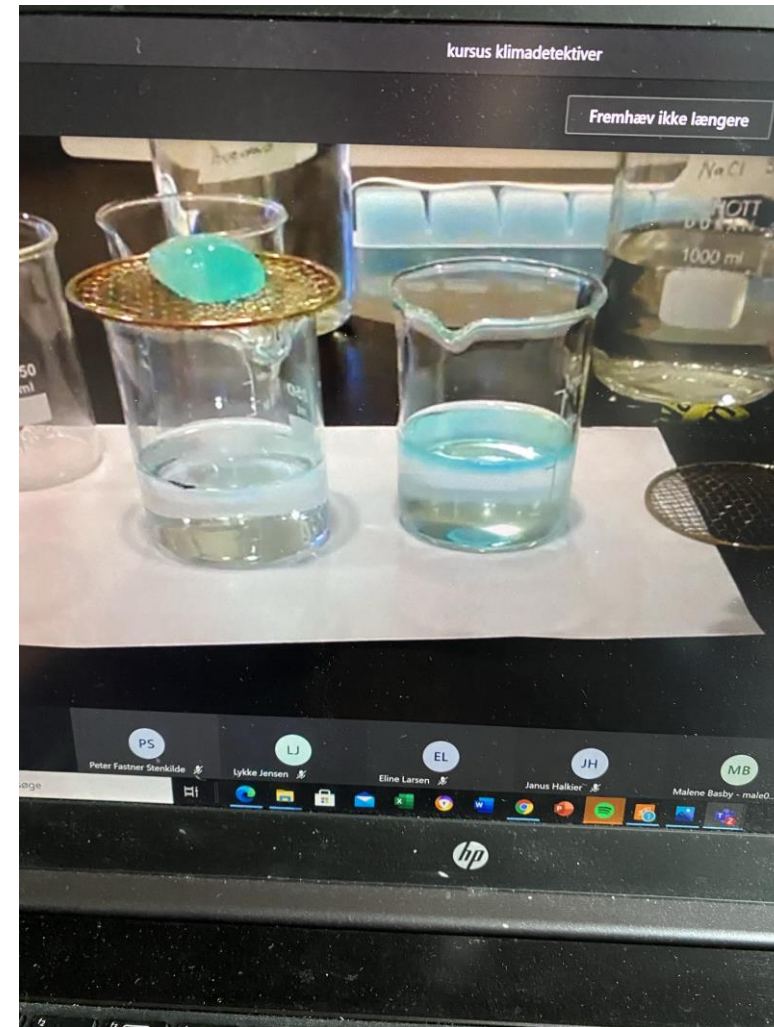
Her smelter Birgit blå isterninger over saltvand. Isen til venstre ligger på et net. Isen til højre flød i vandet.

Hvorfor flød isen på vandet uden at synke?  
Hvor stor en del af isbjerget stak op af vandet?

Hvorfor er isen til højre allerede smeltet. Mon vandet stiger i nogen af glassene. Undersøg det. Forklar det du ser.

Hvorfor blander farven sig ikke ud over det hele.

Hvis du laver forsøget igen i glasset til højre men lader isen flyde i ferskvand i stedet for: Smelter isterningen så på samme tid eller hurtigere eller langsommere end i saltvand? Hvorfor?



# Forklaring til læreren

## Stiger vandet ved smeltning?

- Is indeholder luft. Derfor flyder det på vand. Når isen smelter frisættes luftboblerne, så at smeltevandet fylder netop så meget, som den del af isbjerget, der var under vandet.
- Vandet stiger ikke når havis smelter – men det stiger, når indlandsis smelter. Is smelter hurtigere i vand end i luft – allerhurtigst i ferskvand fordi salt sænker smeltepunktet.

## Blandes Farverne?

- De smeltede isterninger flyder ovenpå saltvand uden blanding. Derfor forbliver den blå farve i en stribe foroven.
- I ferskvand blandes farverne
- Læs mere i Birgit Justesens artikel
- [\*\*Drivhuseffekten og dens betydning\*\*](#)

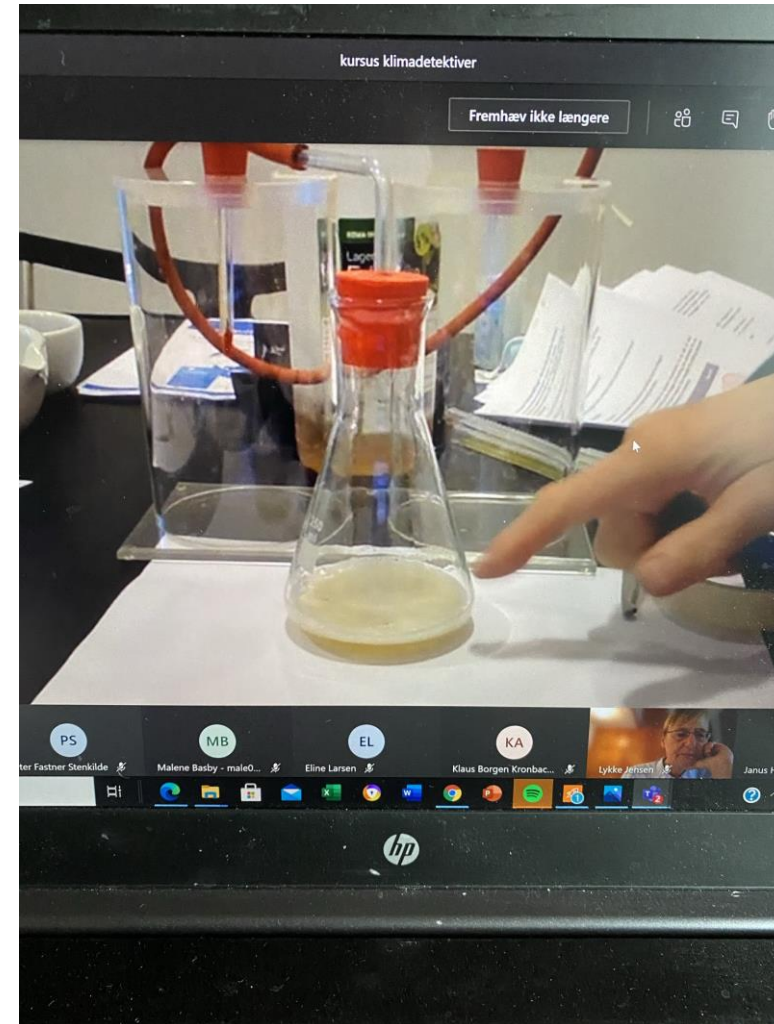
# Drivhusgassen CO<sub>2</sub>

I den koniske kolbe dannes CO<sub>2</sub>, når der hældes eddike på bagepulver eller på skrivekridt. Carbondioxiden ledes med slangen ned i den højre cylinderbeholder bagved. Når beholderen er fyldt med CO<sub>2</sub>, lader man en stærk varmelampe lyse på cylinderbeholderne. Hvis den højre beholder er blevet fyldt, vil den blive varmere end den anden beholder på grund af drivhuseffekten.

Den solstråle-opvarmede jord udsender varmestråling – infrarød stråling, der ikke kan ses med menneskeøjet, men som kan måles med et infrarødt camera. Molekyler som vand, carbondioxid og metan absorberer energi fra infrarød stråling. Derfor opvarmes atmosfæren mere, når indholdet af CO<sub>2</sub> stiger fra 280 ppm til 410 ppm = 0,041 %

Atmosfæren opvarmer havet så at vandet udvider sig. Afsmeltning af indlandsisen får havet til at stige yderligere.

Opstilling: Birgit Justesen



# Bromthymolblåt BTB

Carbondioxid ledes nu ned i vand med BTB. Da vi har meget kalk i vandet, er det basisk. BTB er blå. Når det optager  $\text{CO}_2$  bliver det neutralt, og det ses som en grøn farve. Fortsættes tilledningen af  $\text{CO}_2$  fra eddiken og bagepulveret vil indikatorfarven skifte til gul. Vandet er blevet surt.

$\text{CO}_2$  opløses i havet. Havet bliver mindre basisk, mere surt. Det går ud over muslinger, krebs og koraldyr mfl. Luften opvarmer havet mere. Det medfører flere tropiske orkaner i en længere orkansæson end tidligere. Mod nord kommer flere storme og mere voldsomt vejr -desuden flere oversvømmelser og mere tørke. Korallrev kan ikke tåle for varmt og for surt vand. Derfor affarves koraller i Great Barrier Reef. Det kan eleverne fotografere fra satellit gennem EOBrowseren. De kan også observere orkaner, oversvømmelser og tørke.

Opstilling: Birgit Justesen



# Frugtfarve hældes på havis og fersk is

33 g salt blev opløst i vand. Det blev hældt i en pose og frosset til havisklumpen til venstre. Havisen til venstre var mat.

Ferskvand blev frosset i en anden pose og sat i glasset til højre.

Du hælder lidt frugtfarve på begge isklumper?

Er der forskel på den måde havis og fersk-is tager imod frugtfarve? Se det klare fersk-is til højre og havisen til venstre.

Forskellen har stor betydning for klimaet. Alle I detektiver kan finde ud af hvorfor.





# Saltvandspumpen

## Golfstrømmen

- Når saltvandet fryser til is ud for Østgrønland, bliver salt presset ud. Der dannes saltvand med høj densitet, massefylde. Der kommer en dyb havstrøm mod syd. Dette trækker overfladevandet mod nord så at Golfstrømmen opstår. Spørgsmålet er hvordan dette vil udvikle sig ved global opvarmning og afsmeltning af indlandsisen. Vi har sat gang i et stort eksperiment, som ikke nødvendigvis vil være til fordel for Nordeuropa!

## Havstrømme

- Se kortene over havstrømmene i
- **Havets motorveje**
- I de saltfyldte revner i havisen ligger mikroorganismer i dvale om vinteren. De lever op når lyset rammer isen. Dette sætter gang i hele den arktiske biotop om foråret. Der kommer også mad til de store havdyr.

# Albedo

En varmelampe belyser et stykke papir med gråtoner.

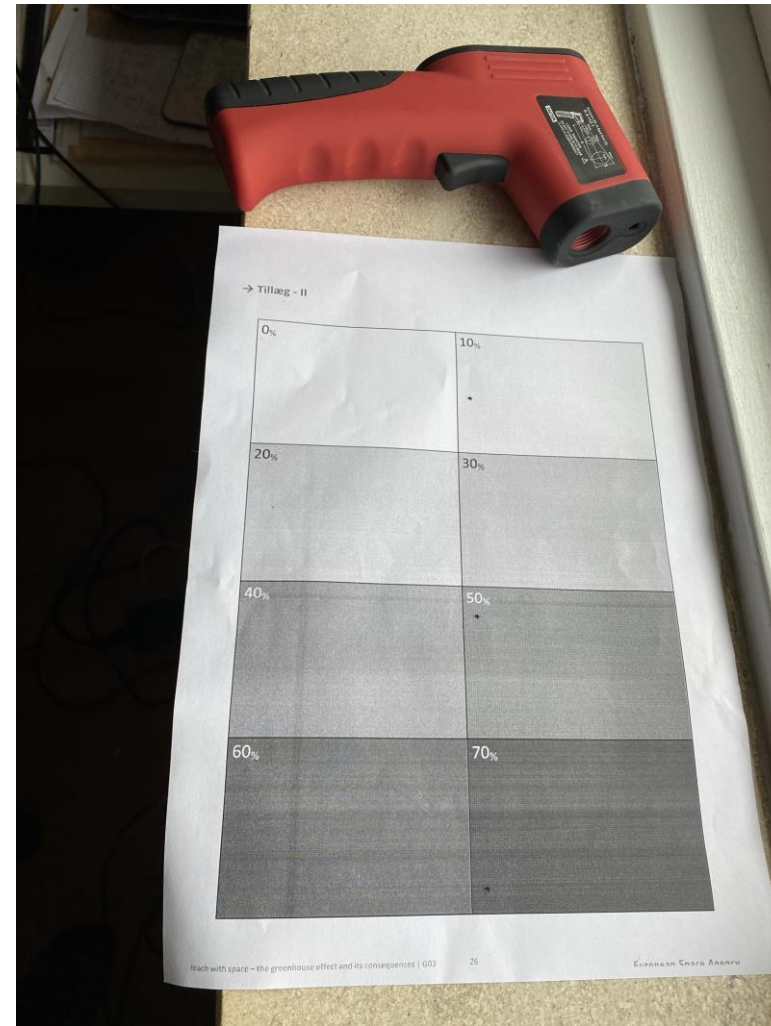
Eleverne måler med et infrarødt termometer temperaturen i hver farve.

De lyse farver reflektere lyset – har en høj albedo. De mørke farver absorberer lyset

Aktiviteten bruges til at vise betydningen af jordoverfladens farve.

Hvilken betydning har det, at stadig større dele af havisen i polarhavet mod nord er smeltet i september. Tilbage er der en sort havoverflade, der absorberer mere energi en havis.

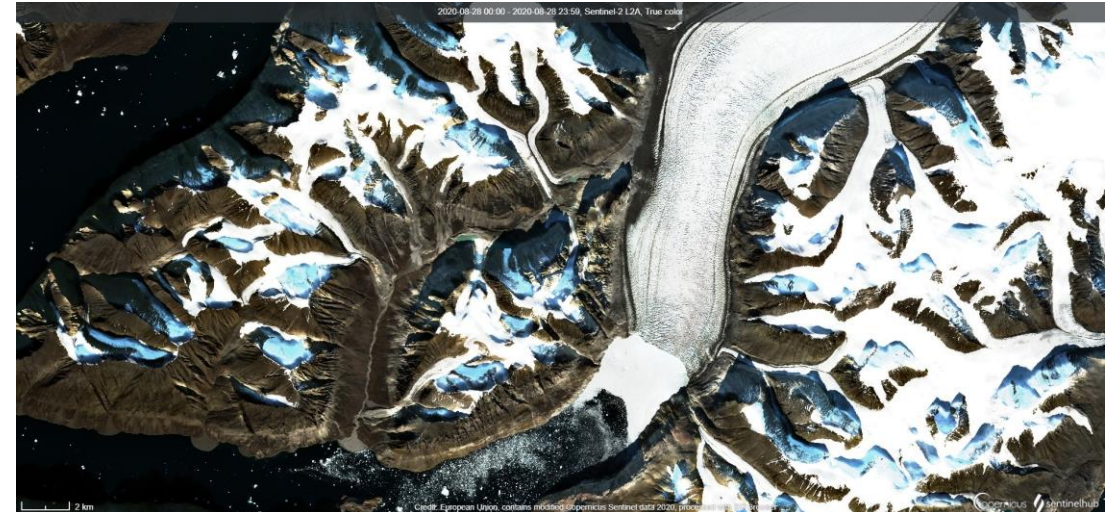
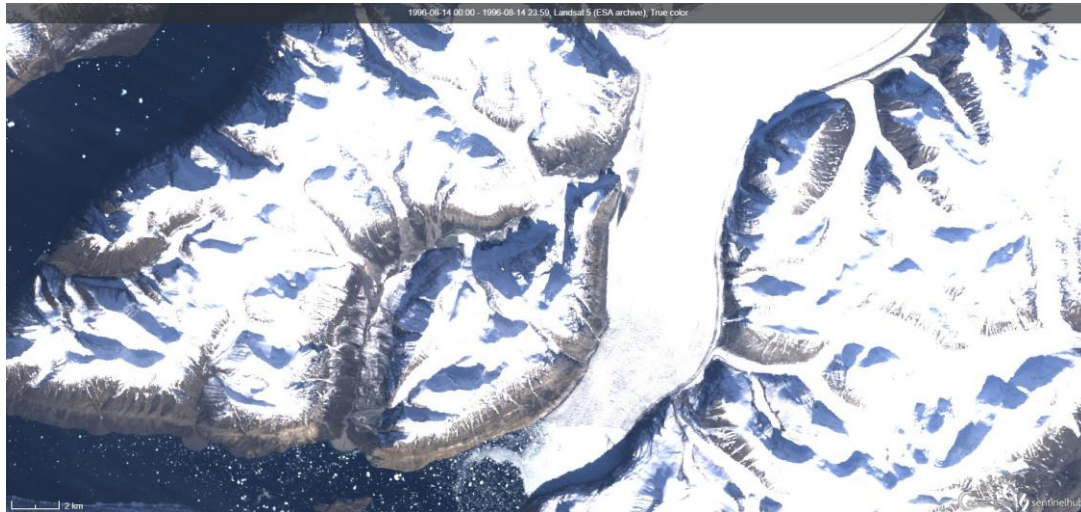
Forsøget er fra Birgit Justesen



# Gletsjer på Grønland formindskes

**14.08.1996** fotograferet med Landsat 5

**28.08.2020** fotograferet med Sentinel 2



# Timelapse af Gletsjer

Se isbræen kælve isbjerge på Grønland.

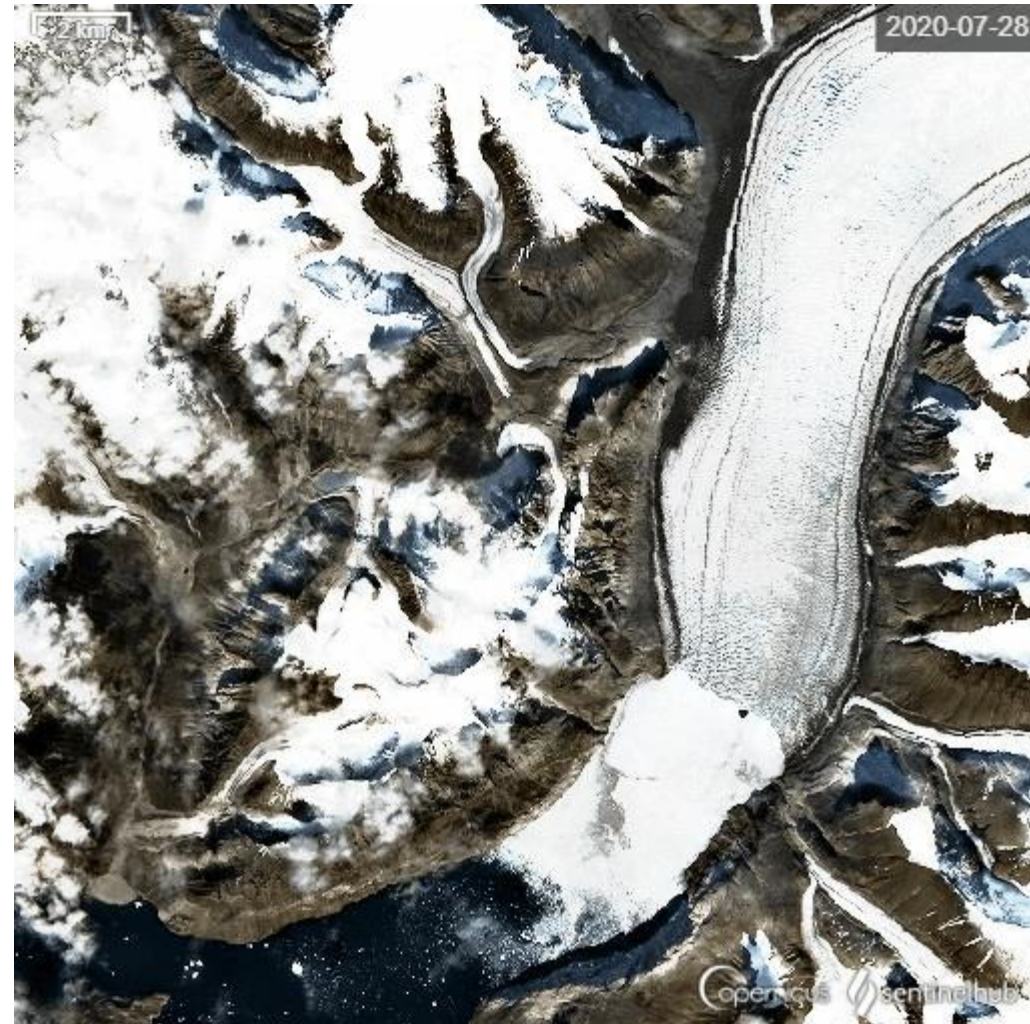
Du kan let lave en timelapse på EOBrowseren

Næste slide er en timelapse af en orkan – også noget du let kan lave med EOBrowseren

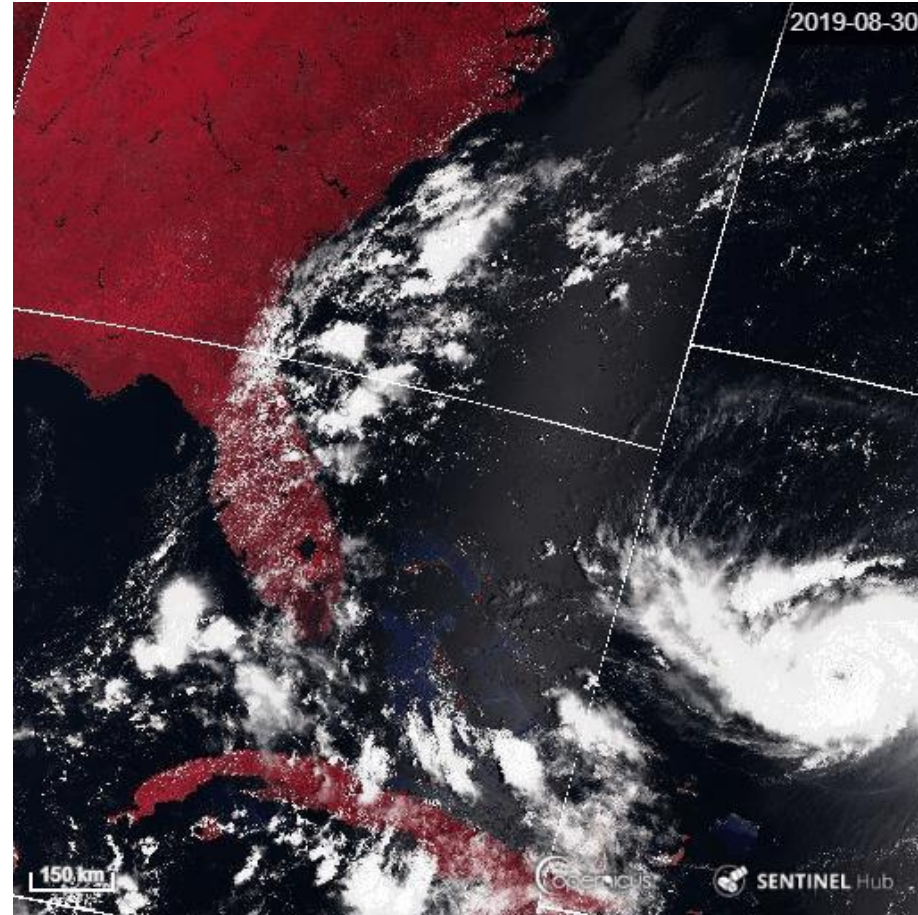
Isens tilbagetrækning skyldes klimaforandringerne.

Orkanernes antal *førøges*, orkanerne bliver voldsommere på grund af det varmere hav, der kommer med klimaforandringerne. Orkansæsonen forlænges.

Tropiske orkaner kan forårsage storme hos os i Norden. Vi får mere voldsomt vejr



# Den tropiske orkan Dorian fotograferet af Sentinel 3

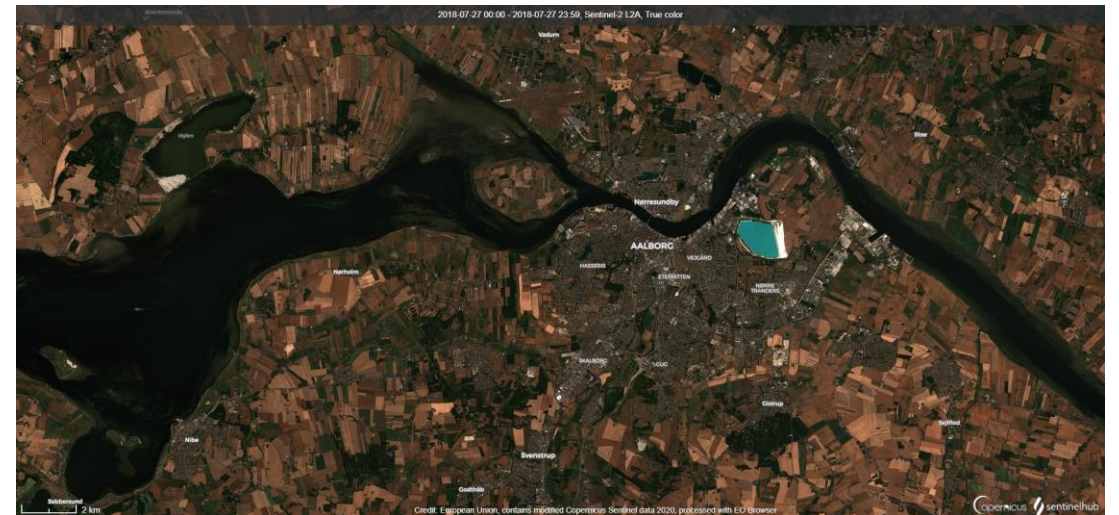


# Tørke

## Tørken i Danmark juli 2018

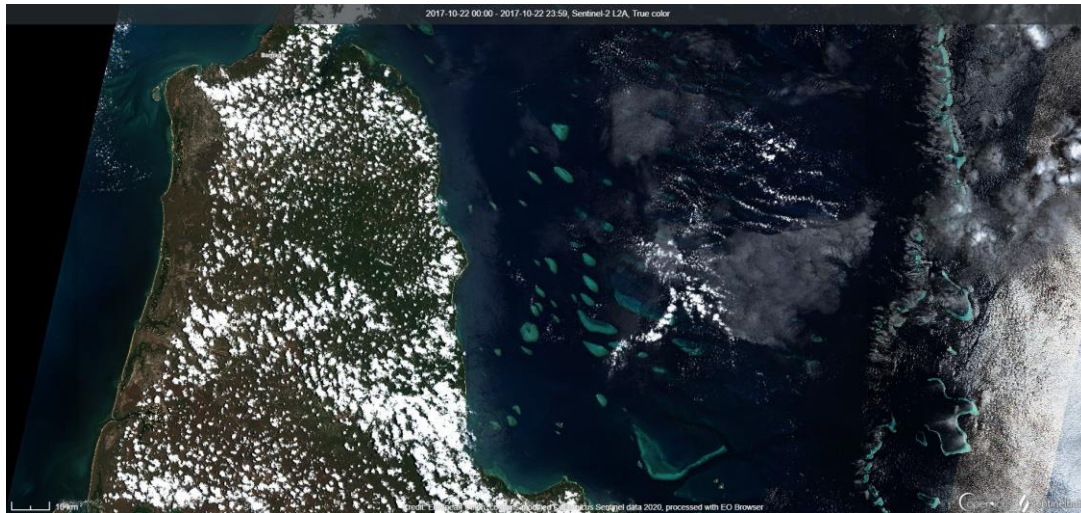
- Klimaforandringerne giver flere perioder med tørke og flere perioder med for meget regn og oversvømmelser.
- I Sydeuropa er der en tendens til tørke om sommeren.
- I 2018 blev Danmark også ramt af tørke

## Ålborgområdet fotograferet med Sentinel 2



# Koralrevet Great Barrier Reef affarves

**2017 – et af jordens mest artsrige biotoper**



**2020 - revet er blegere set fra rummet**



# Regnskoven afbrændes

Du kan zoome ind på regnskoven i Amazonas og tage satellitfotos med EOBrowseren. Jeg så røg på et billede i naturlige farver.

Jeg satte et infrarødt filter på, der viser billedet i varmestråling. Det kaldes SWIR – Short Wave Infrared.

Du ser en brand. Du ser et afsvedet område, som du kan måle til 26 km i bredden. På flere sider af branden ses, at regnskoven er ryddet tidligere år. Nu brænder man mere skov for at skabe plads til landbrug. Man kan have kvæg og sælge kødet til Europa. Man kan dyrke soya og sælge det til Europa til dyrefoder. Andre steder dyrker man palmeolie, så at man kan lave nutella og meget andet og sælge det til os. Hvorfor købe det? Jordens mest artsrige sted ryddes. Arter uddør. Brandene udleder CO<sub>2</sub>

Du kan fotografere med satellit og dokumentere hvad der sker.



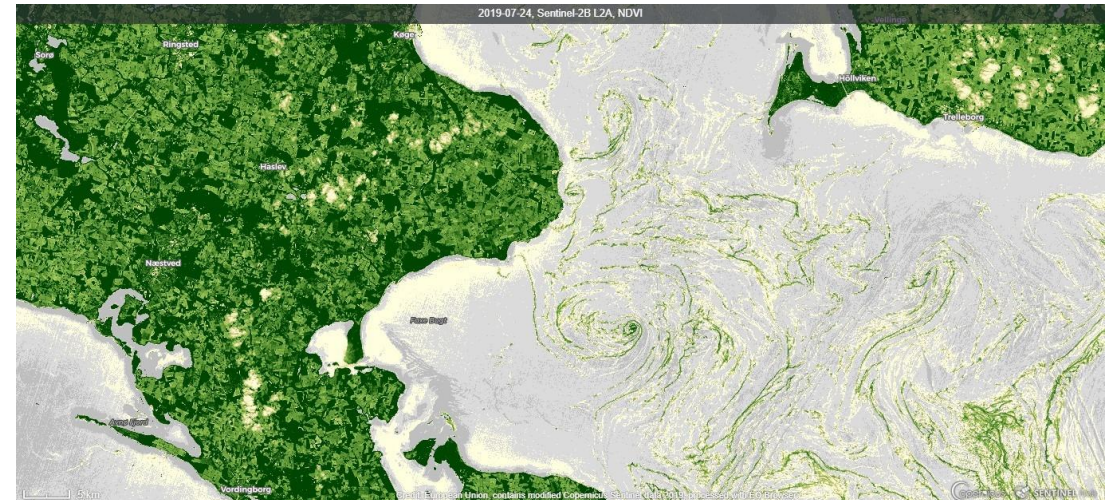


# Algeblomstring i Østersøen den 24.07.2019

## Visning i NDVI, der fremhæver vækster

- På Billedet fra Sentinel 2 i naturlige farver kunne man ane algerne. Men da jeg valgte at vise billedet i NDVI, blev algerne tydelige.
- Algeblomstring hænger sammen med overgødskning. Det kan medføre iltsvind og bundvending. Vores dyrkningsmetoder belaster også klimaet.
- Her er der en problem mere, som klimadetektiverne kan undersøge.

## Algerne ses tydeligt



# Leg med roterende cykelhjul og fidgetspinnere

Hvornår er der ballance i cykelhjulet eller i fidgetspinnerne? – når de roterer eller når de er stoppet?

Hvorfor behøver du ikke at have et tredje cykelhjul for at holde balancen? – du vælter jo straks, når du sætter dig op på en tohjulet cykel, der holder stille.

Hvorfor mon Jorden ikke vælter?

Hvilken stjerne peger jordaksen på. Peger jordaksen i samme retning om en måned? Om et år? Om ti år?

Jordaksen hælder 23,5 grader i forhold til sin bane omkring Solen.

Hæld en globusakse 23,5 og gå rundt om en kammerat (Solen), mens du holder aksens stabilt og skråt i samme retning. Nævn årstiderne, mens du går langsomt rundt. Hvorfor skal du gå baglæns noget af vejen?



# Årstider

Juni, jordaksens hældning- sommer i nord, vinter i syd. Hvorfor vælter jordaksen ikke?



Januar, samme hældning – men på modsatte side af Solen – vinter i nord, sommer i syd (jorden har drejet sig 183 gange om sin akse siden juni)



# Til læreren

## Aksens stabilitet

- Jordens rotation giver Jordaksen stabilitet.
- Jordens store Måne bidrager til at stabilisere jordaksen.
- Mars har kun små måner og Mars' masse er 10 % af Jordens. Mars har ekstreme klimaforandringer pga. at dens akse vipper meget. Forskerne mener at Mars' akse har vippet meget igennem millioner af år med store klimaforandringer til følge.

## Melankovic teorien

- Jordaksen hælder 23,5 grader, men hældningen varierer kun mellem 21,8 og 24,4 grader over en periode på 40.000 år
- Marsaksen vipper langt mere
- Jordbanen skifter mellem at være cirkulær og meget eliptisk med en periode på 100.000 år
- Det tredje er, at datoen hvor Jorden er nærmest Solen skifter med en periode på 21.000 år. I nutiden er Jorden nærmest Solen den 7 januar. (Kilde: Kaare Lund Rasmussen i Den store danske)
- Melankovic brugte dette til at forklare istiderne

Dette er en orientering til lærerne

klimadetektiverne

<https://esero.dk/klimadetektiverne>

- **Tilmeld din klasse og få hjælp til at undersøge klimaproblemer, så vi kan være sammen om at undersøge vores jord og passe på den.**
- ESERO Danmark og geografilærerforeningen inviterer medlemtrin og udskolingen til at være i forløbet Klimadetektiver, hvor klasserne får hjælp til at:
  - Identificere et lokalt klimaproblem
  - Undersøge det ved hjælp af satellitbilleder eller undersøge jordobservationsdata
  - Foreslå en måde, hvormed problemet kan overvåges eller mindskes
  - Få løbende sparring og support til jeres projekt og brug af satellitbilleder og data fra danske eksperter
  - Få feedback til klassen fra internationale eksperter fra ESA.
  - Lad os samarbejde om at passe på vores jord!

# Tidsplan og deltagelseskrav

- Herunder ses tidsplanen for Klimadetektiver og de tre faser, som klasserne gennemfører.
- Tidsplanen uddybes i filen [Guidelines](#) hvor der også findes en beskrivelse af de krav til indsendelse af jeres undersøgelse, som skal opfyldes for at få feedback fra forskerne.
- **Online lærerkursus d. 2. november 2020**, hvor der introduceres til at bruge satellitbilleder i undervisningen og gives inspiration til vejlede eleverne i at lave en klimaundersøgelse. Herfter evt. sparringsmøder efter aftale. [Læs mere om kurset](#).
- **Tilmeld klasser til Klimadetektiverne senest d. 3. november 2020** ved at sende en mail til Janus Halkier, [jha@nvhus.dk](mailto:jha@nvhus.dk), tlf. 61 28 81 55.
- **Fase 1 – Identificér et klimaproblem og indsend det**  
17. september 2020 – 24. november 2020.  
Ekspertes fra Danmark vurderer undersøgelsesplanen og giver feedback.
- **Fase 2 – Indsaml data og analyseresultater**  
1. december 2020 - 18. april 2021  
Spørg en forsker - møde med forskeren (online) i februar 2021.
- **Fase 3 – Gør en forskel**  
19. april 2021 - 19. maj 2021  
Foreslå en handling, der kan reducere problemet.
- Del jeres konklusioner og handlinger med ESA Climate Detectives-samfundet, få feedback på jeres endelige projekt i juni 2021.  
Deltag evt. i den endelige online event med ESA videnskabsfolk (dato ikke fastlagt).

# Klimadetektivernes undervisningsmateriale

- Som et supplement til at eleverne skal lave egen klimaundersøgelse, er der udviklet en række undervisningsforløb, som frit kan benyttes til undervise i relevante faglige begreber med aktivitetsforslag på klasstrin og fag.
- Forløbet er et spændende tilbud til undervisningen i klima i mellemtrin og udskoling, hvor klasserne får hjælp til at benytte aktuelle data om klima og være i dialog med eksperter inden for jordobservation og klima fra både den danske geografilærerforening og ESA's klimakontor.
- 

## • **Undervisningsmaterialer**

- Som supplement til klassernes egne undersøgelser findes herunder en række forslag til undervisningsaktiviteter:
- **Jorden under låget - forstå drivhuseffekten** (8-10 år)
  - **Næsen højt oppe i himlen** (8-10 år)
  - **En dag på Jorden** (8-12 år)
    - **Efter stormen**
  - **Drivhuseffekten og dens betydning**
    - **Havisen set fra rummet**
    - **Infrarød webcam hack**
    - **Havets motorveje**
  - Se også **Is-skolen** (6.-10. kl., på dansk)
    - **Andet**
  - Se også vejledning til at komme godt i gang med Earth Observation Browseren i filen: **satellitbilledeworkshop\_geoforum.pdf**
- **Videoer om klimaobservationer med satellitter på engelsk**
  - **Climate from Space**