



Lærervejledning



ESA-satellitter løser klimaudfordringer



Indholdsfortegnelse

Forløb og problemstilling	2
Didaktiske overvejelser	3
Introduktion og præsentation af forløbet	4
Afsnit 1: ESA og satellitter	5
Opgave 1: Satellitfotos	6
Afsnit 2: Klimaforandringer	7
Afsnit 3: Grønlands indlandsis	9
Opgave 2: Vandstand	10
Opgave 3: Når havet fryser	11
Indlandsisens mønster	12
Jordens temperatur	13
Afsnit 4: Massebalance	14
Opgave 4: Massebalance	15
Afsnit 5: Iskerner	16
Opgave 5: Iskerne	17
Afsnit 6: Viden og håb	19
Opgave 6: Quiz og byt	20
Litteraturliste	21

Forløb og problemstilling

Målgruppe

Elever på mellemtrinnet
5. og 6. klasse

Periode

Ca. 8 lektioner af 45 minutter, men kan justeres efter tid og behov

Fag

Natur/teknologi – kan være tværfagligt med fagene matematik og dansk

Formål

I undervisningsmaterialet skal eleverne arbejde med, hvordan vi ud fra data og målinger fra ESA's satellitter og fra iskerneboringer kan være med til at løse klimaforandringer. Eleverne får viden om bl.a. begrebet massebalance, og eleverne skal undersøge, hvordan indlandsisen i Grønland har udviklet sig. Eleverne skal undervejs i forløbet lave forskellige naturfaglige undersøgelser.

Faglige kompetenceområder

- Modelleringskompetence
- Undersøgelseskompetence
- Perspektiveringskompetence
- Kommunikationskompetence
- Laboratoriekendskab

FN's 17 Verdensmål

[Verdensmål nr. 13 Klimaindsats](#) er en kamp for at modvirke en stigning i klodens vandstande, forhindre stadig mere ekstremt vejr og undgå at folk må flygte fra deres hjem på grund af klimaforandringer.

Forløbets materialer

- Lærervejledning
- Elevhæfte
- Opgave 1 – 6

Naturfaglig problemstilling

Hvordan kan ESA's satellitter være med til at løse klimaudfordringer?



Didaktiske overvejelser

Inden du går i gang med forløbet, kan du overveje disse didaktiske punkter:

- **Problemstilling**

Vurdér om dine elever skal arbejde med den forelagte problemstilling:
Huordan kan ESA's satellitter være med til at løse klimaudfordringer?
Eller om de kan lave deres egen problemformulering.

- **Afsnit**

Forløbet har 6 afsnit i alt, herunder en introduktion i starten og en afslutning til sidst. Hvert afsnit afhænger ikke af de andre afsnit. Det er muligt, at du selv sammensætter de afsnit, som passer til dine elever og den tid, som I har til rådighed. Vurdér derfor, om I skal arbejde med alle afsnit, eller hvilke afsnit i forløbet eleverne skal arbejde med. Overvej, om du skal præsentere hvert afsnit for sig selv, om I skal følges ad fælles i klassen, eller om eleverne skal arbejde selvstændigt.

- **Faglig læsning**

Elevhæftet kan være tekst-tungt for nogle elever med læseudfordringer, og det vil derfor være en god idé at have fokus på faglig læsning. Det vil alle elever i klassen have gavn af. Der kan være brug for guidning undervejs og ordforklaringer i nogle af teksterne. Lav evt. læsegrupper efter Cooperative Learning-principper. Der kan også være sider i elevhæftet, hvor du eller eleverne læser op for hinanden, for herefter at have en snak om det faglige indhold. Eleverne kan evt. bruge IntoWords eller AppWriter til at få læst teksten op.

- **Ordbog**

Lad eleverne lave deres egen ordbog med faglige ord og begreber, som de løbende møder i teksterne. Eleverne kan søge forklaring på de faglige ord/begreber, de finder, og skrive forklaring med egne ord. Det

vil understøtte den faglige læsning. Faglige ord og begreber kan printes ud og hænges op på væggen i klassen som ordkort. Ordkortene kan f.eks. hænges op ved et kort over Grønland. Under Opgave 6: Quiz og byt findes de mulige faglige ord og begreber, som eleverne løbende finder i hele elevhæftet.

- **Opgaver**

Vurdér, hvilke opgaver i forløbet (opgave 1- 6) dine elever skal lave. Det er muligt, at du selv sammensætter de opgaver, som passer til dine elever og den tid, I har til rådighed.

- **Forløbets oversigt**

Hæng oversigten over forløbet og en tidsplan op på klassens væg.

- **Gruppedannelse**

Lav mindre grupper og to-mandsgrupper, så eleverne ved, hvem de skal arbejde sammen med i aktiviteterne.

- **Præsentation**

Vurdér, om dine elever skal lave en præsentation og evt. en fremlæggelse til sidst. Det kan være for en bestemt målgruppe. Fremlæggelsen kan bruges som en afslutning på forløbet. På Skoletube findes forskellige præsentationsmuligheder.

- **Klimaangst**

Der er en stigende tendens til, at flere og flere børn og unge oplever at have klimaangst. For er imødegå dette er det vigtigt, at der er fokus på elevernes handlekompetence. Det sidste afsnit 6 "Viden og håb" omhandler dette. Håbet er, at vi allerede i dag gør noget, og at vi ud fra viden og fakta har muligheden for at handle.

Introduktion og præsentation af forløbet

Fælles aktivitet

Formål

At eleverne skal vide, hvad forløbet går ud på, samt forløbets formål, aktiviteter og opgaver.

Organisering

Fælles på klassen

Tid

5 minutter

Materialer

Oversigt over aktiviteterne (forløbets opbygning) til at hænge op i klassen.

Organisering

Fælles på klassen

Problemstilling

Eleverne kan arbejde med problemstillingen: *Hvordan kan ESA's satellitter være med til at løse klimaudfordringer?*

Forberedelse

- Print oversigten over forløbets opbygning ud, og hæng det på væggen i klassen.
- Fortæl eleverne, at de kan arbejde med en problemstilling.
- Fortæl eleverne, hvem de skal arbejde sammen med (gruppedannelse).
- Lad eleverne skrive deres første ord og begreber i deres egen ORDBOG. Lad dem sammen søge, hvad de betyder, og herefter skrive med egne ord ind i ordbogen.
- Fortæl eleverne, om de skal lave en præsentation og evt. en fremlæggelse for en bestemt målgruppe til sidst.

Afsnit 1 - ESA og satellitter



Din baggrundsviden

Flere internationale forskere følger afsmeltningen af klodens ismasser med satellitter og andet måleudstyr. Polarområderne er så store arealer og ufremkommelige steder for mennesker, at målingerne er svære at udføre. Modeller og beregninger om isens tykkelse, alder og fremtidige tilstand er besværlige at lave. Derfor er det vigtigt, at vi med ESA-satellitter kan få data og målinger fra polarområderne både på Nordpolen og Sydpolen.

Man kan snakke med eleverne om de forskellige sensorer og teknikker, satellitter bruger, f.eks. radarer, som kan "se" om natten, ligesom de kan tage billeder gennem skyer. I polarområder, hvor der er polarmørke en stor del af vinteren, er det vigtigt at kunne overvåge hav-is trods mørke. Eleverne vil lære, at satellitter er yderst nyttige til overvågning af fjerntliggende steder, hvor man typisk finder hav-is.

I litteraturlisten er der links til websider, der giver adgang til hav-is-data bl.a. fra ESA-satellitter.

- Animation: [Sådan bevæger ESA's klimasatellitter sig rundt om Jorden \(esa.int\)](https://esa.int)
- Film: [ESA's CryoSat-satellit \(esa.int\)](https://esa.int)

Hvad viser satellitfotos?

I opgave 1 er det satellitfotos fra NASA, men satellitten hedder ICE SAT, og det er en ESA-satellit. De er taget samme sted over en periode fra 1989 til 2022.

De tre satellitfotos viser et område ved østkysten af Antarktis, der har mistet det meste af Glenzer- og Conger-ishylderne. En ishylde er det yderste stykke af en gletsjer, der flyder på vandet. Ishylderne fungerer som propper, der sender isen fra indlandsisen ud i havet. Isen forsvinder og en ø dukker frem i havet.

Læg mærke til, hvordan øen har bevaret den samme form selv efter, at isen løsnede sig fra den, og hav-is omkring den voksede og aftog. Den runde hvide høj har ikke rokket sig.

Øen har ikke fået et navn endnu og kan være én i rækken af flere øer, der kan dukke frem, da dele af den flydende gletsjer-is (land-is), der omfavner kontinentets kyst, er under afsmeltning, fordampning og kælvning.

Opgave 1 - Satellitfotos

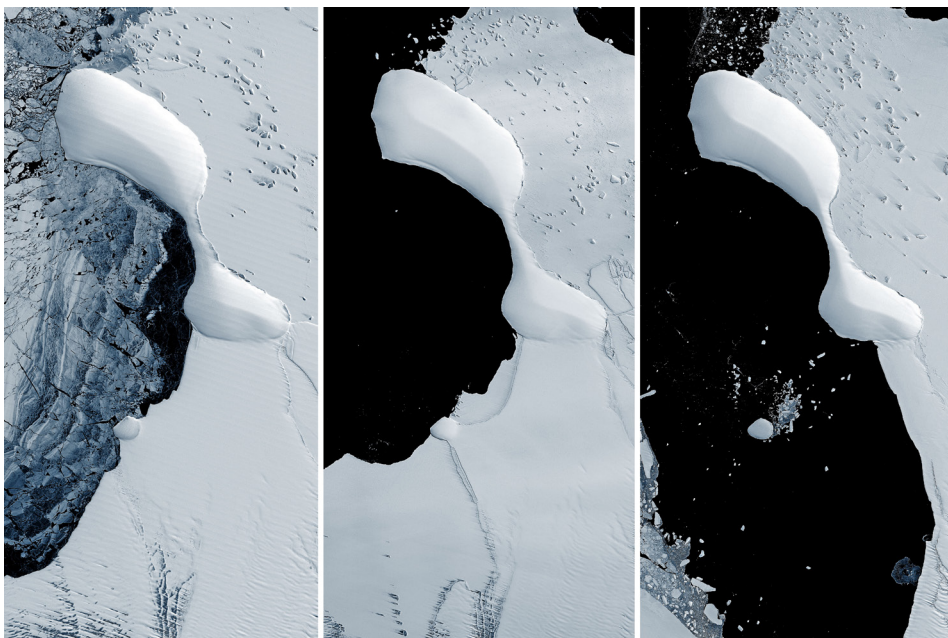


Foto: NASA Earth Observatory

Formål

Eleverne skal lære, hvad man kan se på et satellitfoto. De skal sammenligne satellitfotos fra samme sted i en tidsperiode.

Organisering

Denne aktivitet er en gruppeopgave, hvor gruppen skal sammenligne den arktiske hav-is' udbredelse ved hjælp af satellitbilleder.

Tid

45 minutter

Materialer

- [Opgave 1 - Satellitfotos](#)
- [Satellitfotos \(A3\)](#)
- Evt. ternet 1 cm³ kopiark til beregning af areal



Introduktion

Snak med eleverne inden aktiviteten for at aktivere elevernes forhåndsviden:

- *Hvad har eleverne oplevet af klimaforandringer? Oversvømmelse? Mere regn?*
- *Hvad er et satellitfoto?*
- *Hvad kan man se på satellitfoto?*

Spørgsmål til sammenligning af satellitfotos

- *Hvad viser de tre satellitfotos?*
- *Hvor mange år er der gået? Tidsperioden er fra 1989 til 2022.*
- *Hvor stort et areal land-is er smeltet væk?*

Eleverne kan arbejde med målestoksforhold (f.eks. 3 cm = 10 km). Eleverne kan opdele arealet i kendte figurer (rektangel + trekant) for at beregne på arealet. Eleverne kan bruge et ternet 1 cm³ ark til at lægge over satellitfotos.

Afsnit 2 - Klimaforandringer

Fælles aktivitet

Som introduktion til emnet kan eleverne se en animation om drivhuseffekten, hvor det er ESA's maskot PAXI, som fortæller.

Formål

At eleverne skal kende til drivhuseffekten. Eleverne ser en lille kort animationsfilm med ESA's maskot PAXI. Filmen handler om drivhuseffekten.

Organisering

Fælles på klassen

Tid

20 minutter

Materialer

- Post-its
- Globus

Introduktion

Du kan inden filmen snakke med og lave en brainstorm med eleverne for at aktivere deres forhåndsviden. Her kan du anvende en globus eller et verdenskort til at fortælle ud fra.

Brainstorm på emnet klimaforandringer

Eleverne kan starte med at udfylde en post-it med, hvad de tænker på, når de hører ordet klimaudfordringer. Hvad ved eleverne i forvejen?

Fælles snak på klassen om klimaudfordringer

Byg en brainstorm op på tavlen ud fra elevernes svar på post-its:

- *Hvad er drivhuseffekt?*
VIGTIGT! Hav fokus på, at det er den øgede mængde drivhuseffekt, der er en udfordring.
- *Hvad består vores atmosfære af?*
- *Ved I hvem PAXI er? Kender I PAXI i forvejen?*

Film og animationer

- Animation: [ESA's maskot PAXI forklarer, hvad drivhuseffekten er \(youtube.com\)](https://www.youtube.com/watch?v=...)
Vær opmærksom på, at stemmeføringen i animationen godt kan virke lidt barnlig.
- Film: [Klimaet skal være i balance \(ikff.dk\)](https://www.ikff.dk/...)



Foto: ESA's maskot PAXI



Fælles snak efter filmen

Du kan efter filmen snakke med eleverne med følgende spørgsmål:

- *Hvorfor er atmosfæren vigtig for os mennesker?*
- *Hvad betyder drivhuseffekten? VIGTIGT! Hav fokus på, at det er den øgede mængde drivhuseffekt, der er en udfordring.*
- *Hvor kommer den øgede mængde af drivhusgasserne i atmosfæren fra?*
- *Hvilke drivhusgasser kender I?*
- *Hvad sker der, når mængden af drivhusgasser øges?*
- *Hvorfor er det godt at bevare mange træer?*
- *Hvad kan du gøre i din hverdag for at hjælpe med at løse klimaudfordringen – kan du gøre en forskel?*

Klima-angst

Der er en stigende tendens til, at flere og flere børn og unge oplever det, vi kalder klima-angst. For er imødegå dette er det vigtigt, at der er fokus på elevernes handlekompetence. Det sidste afsnit 6 "Viden og håb" omhandler dette. Håbet er, at vi allerede i dag faktisk gør noget, og at vi ud fra viden og fakta har muligheden for at handle.

Det er vigtigt, at eleverne får en oplevelse af, at VI KAN GØRE NOGET ved de stigende temperaturer (og underforstået: Vi har brug for viden for at kunne gøre det rigtige – derfor ESA-satellitter).

Afsnit 3 – Grønlands indlandsis

Din baggrundsviden

Siden 1997 har indlandsisen i Grønland afgivet mere is til havet, end den kan nå at få fra nedbør som sne. Alene i perioden fra 2002 til 2021 har indlandsisen haft et samlet tab af is på omkring 4470 Gt (Gigaton). Det er næsten det samme som 4470 km³ vand. Det svarer til, at havet er steget cirka 13 mm i denne periode (Kilde: I Klimaforskernes Fodspor).

Vi hører ofte, at gletsjere smelter, iskapper forsvinder i oceanerne, og at vandstanden i havene stiger mange meter som konsekvens af den globale opvarmning. I takt med, at den globale opvarmning medfører stigende temperaturer, smelter ismasserne på Jorden. Både ismasser på land og i havene smelter. Der findes store ismasser i gletsjere i f.eks. Andesbjergene, Himalaya og særlig store ismasser på land findes i Grønland og Antarktis. Det er ismasserne på land, som forårsager havstigninger.

Densitet

Densitet er et andet ord for massefylde for is og vand.

1 m³ vand vejer 1000 kg = 1 ton

Vand udvider sig, når det fryser, og derfor fylder den samme masse is mere end vand. Der gælder følgende:

1 m³ is vejer 917 kg

1 ton is fylder 1000/917 = 1,09 m³

Indlandsisen i dag

Siden 1840 og frem til i dag har Grønlands indlandsis mistet omkring 9.300 Gt masse. Det er det samme som 9.300 km³ vand. Næsten halvdelen af indlandsisens massetab er sket siden 2000. Alene i perioden fra 2002 til 2021 har indlandsisen haft et samlet tab af is på omkring 4470 Gt. Det svarer til, at havet er steget cirka 13 mm i denne periode. I 2020 vurderede forskere fra DMI, at havets gennemsnitlige stigning er oppe på 4 mm om året på grund af klimaforandringer.

Desværre er der allerede sket skader, der ikke kan rettes op på længere. For selvom hele verden besluttede at bremse den globale opvarmning og stoppede med at tilføre CO₂ til atmosfæren fra i dag, vil der stadig med sikkerhed smelte cirka 110.000 Gt (Gigaton) is fra indlandsisen. Det svarer til 110.000 km³ vand. Det vil føre til en havniveau-stigning på mindst 27 centimeter på verdensplan. Det vil ikke ske fra den ene dag til den anden, men vil være en udvikling, der kommer til at ske over flere hundrede år.

Kilde: I Klimaforskernes Fodspor

Opgave 2 - Vandstand

Formål

At eleverne opnår viden om, at vandstanden kun stiger, når det er land-is, der smelter – og ikke ved hav-is. Eleverne skal sammenligne smeltet hav-is og land-is, idet de undersøger om vandstanden stiger eller ej.

Organisering

I denne aktivitet skal eleverne arbejde induktivt sammen to-og-to.

Tid

30 minutter (isen skal nå at smelte)

Materialer

- [Opgave 2 - Vandstand](#)
- 2 plast-tallerkner, hvorpå der skrives henholdsvis "Land-is" og "Hav-is"
- 4 isterninger
- Tusch
- Plastbægerglas
- Lineal

Hypotese

Lad eleverne gætte på/opstille en hypotese om, hvad der sker med vandstanden, når henholdsvis hav-is og land-is smelter. Herefter arbejder eleverne induktivt med opgaven.

Introduktion

Snak med eleverne om deres forhåndsviden. Det er ikke al afsmeltning af isen, der forårsager stigninger i verdenshavene. Hvilken is snakker vi egentlig om? Smelter isen på vores klode, eller er det fortællinger uden videnskabelig baggrund? Hvilke typer af is snakker vi om, det skal vi undersøge i denne aktivitet. Hvad er forskellen på hav-is og land-is? Er det hav-is eller land-is, der forårsager stigninger i verdenshavene?

Tag en snak med eleverne om, hvor polarområderne findes, og hvilke polardyr de kender. Brug en globus eller et atlas til at finde ud af, hvor polarområderne findes.

Forberedelse

Find en globus og/eller et atlas.



Opgave 3 – Når havet fryser

Formål

Eleverne skal undersøge, hvad der sker, når havet fryser. Eleverne skal lære om isens egenskaber ved at se nærmere på is dannet i ferskvand og is dannet i saltvand.

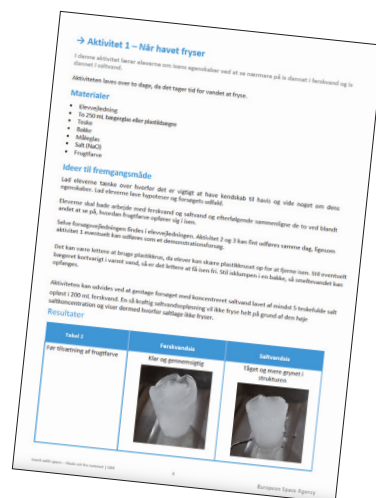
Tid

45 minutter

(Aktiviteten kan laves over to dage, hvis eleverne selv skal fryse isen)

Materialer

- [Opgave 3 – Når havet fryser](#)*
- 2 plastikbægre
- 1 saks
- 1 plastbakke
- Blå frugtfarve



Organisering

I denne aktivitet arbejder eleverne sammen to-og-to.

Hypotese

Lad eleverne lave hypoteser om forsøgets udfald. Eleverne skal både arbejde med ferskvand og saltvand og efterfølgende sammenligne de to ved bl.a. at se på, hvordan frugtfarve opfører sig i isen.

Introduktion

Snak med eleverne om, hvorfor det er vigtigt at have kendskab til hav-is og vide noget om dens egenskaber.

Forberedelse

- Saltvandsis og ferskvandsis laves i forvejen i plastkrus, da eleverne skal skære plastikkruset op for at fjerne isen.
- Stil eventuelt bægeret kortvarigt i varmt vand, så er det lettere at få isen fri. Isklumpen stilles i en bakke, så smeltevandet kan opfanges.

Baggrundsviden

Saltvands-isen

Ser tåget ud. Efter tilsætning af blå frugtfarve kan eleverne tydeligere se de kanaler (saltlage), der er dannet i saltvandsisen. Hvis der er salt i vandet, opstår der problemer med vandmolekylerne, da ionerne Na^+ og Cl^- ikke kan passes ind i isens krystalstruktur. Saltet presses derfor enten helt ud af isen eller samles i små lommer eller kanaler i isen.

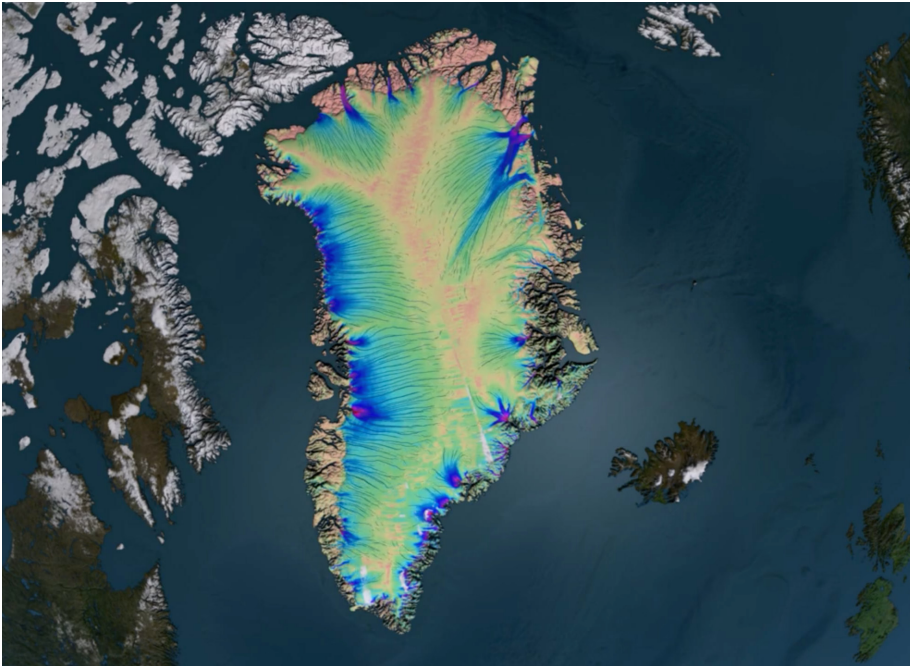
Ferskvands-isen

Er normalt klar og gennemsigtig. Når ferskvand fryser, lægger vandmolekylerne sig i en krystalstruktur.

* Undervisningsmateriale fra ESERO Denmark: "Havis set fra rummet" af Birgit Justensen, s. 8, 9 og 13

Indlandsisens mønster

Fælles aktivitet



Animation (NASA Video): Isens mønster i Grønland

Formål

Eleverne skal have viden om, hvordan indlandsisen i Grønland bevæger sig. Animationen viser mønstre i isens strømme og bevægelse i Grønland.

Tid

15 minutter (animation 1,07 minutter)

Animation: [NASA - Greenland Ice Flow \(youtube.com\)](https://www.youtube.com/watch?v=Kd8e0u0u0u0)

Organisering

Fælles på klassen

Forberedelse

Find en globus

Introduktion

Du kan inden animationen snakke og lave en brainstorm med eleverne for at aktivere deres forhåndsviden:

- *Hvor ligger Grønland?*
- *Hvor stor er Grønland?*
- *Kender I nogle byer i Grønland?*
- *Hvad er Grønland kendt for?*

Udpeg på en globus, hvor polarområderne findes.

Hjælpe spørgsmål

Efter animationen kan du spørge eleverne:

- *Hvad viser filmen?*
- *Hvad kan I se i filmen?*
- *Hvordan bevæger isen sig?*
- *Hvorfor tror I, at mønstret fra isens strømme ser sådan ud?*

Jordens temperatur

Fælles aktivitet

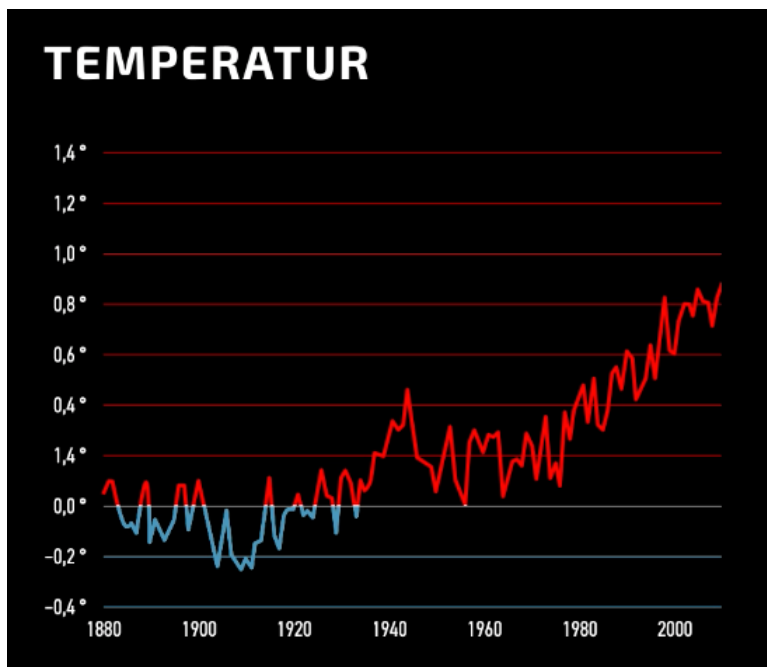


Foto (I Klimaforskernes Fodspor): Graf over Jordens temperaturstigning

Formål

At eleverne skal kende til Jordens temperaturudvikling og aflæsning af graf.

Organisering

Fælles snak på klassen

Tid

15 minutter

Brainstorm på emnet klimaforandringer

Aktivér elevernes forhåndsviden ved at lave en brainstorm sammen med eleverne.

Hjælpespørgsmål til grafen

- Hvad viser x-aksen?
- Hvad viser y-aksen?
- Hvor mange år er gået?
- Hvad viser grafen?
- Hvorfor er noget af grafen blå – altså under 0 grader?
- Hvorfor tror du, at temperaturen er steget?
- Hvilke konsekvenser har temperaturstigningen?
- Hvordan, tror du, temperaturen i fremtiden vil være?

Ekstra

- Lad eleverne lave deres egen graf over temperaturudviklingen: [Globale og arktiske temperaturafvigelser fra 1961–2020](#) (kan evt. laves i Excel)
- Fremskrivninger af temperatur, nedbør og havstigninger: [Artikel: Fremtidens klima i Arktis \(ikff.dk\)](#)

Afsnit 4 – Massebalance

Baggrundsviden

På hjemmesiden [Polarportal](#) findes data, som fortæller om den aktuelle tilstand af indlandsisen i Grønland baseret på satellitfotos.

Der er en del faglige begreber i opgaven, som for eleverne kan virke som fremmedord. Begreberne er beskrevet i elevernes materiale.

- **Akkumulationszone** er det område på en gletsjers overflade, hvortil der på årsbasis tilføres mere is (akkumulation), end der fjernes. En akkumulationszone er generelt altid snedækket. Akkumulation foregår hovedsagelig som snefald eller som snefygning fra det tilgrænsende terræn og i begrænset omfang ved deposition af rim.
- **Ablationszone** er et område på en gletsjers overflade, hvorfra der på årsbasis fjernes mere is, end der tilføres. En ablationszone vil sidst på sommeren fremtræde uden snedække med den massive gletsjeris synlig. Ablation foregår ved smeltning, fordampning, bortfygning af sne samt ved kælvning af større stykker is. (Kilde: Danmarks Nationalleksikon)

Ekstra

Læs mere om massebalancen:

- [The Greenland Ice Sheet \(promice.org\)](#)
- [Indlandsisen \(geoviden.dk\)](#)
- [Datasæt til udregning af indlandsisens massebalance fra 1986 til 2019.](#)
I filen findes også et par eksempler på kurver. Filen indeholder data for massebalancen i Gt for perioden 1981–2019. Vigtigt: Data er til dels et udtryk for estimater og må kun bruges i undervisningsøjemed, ikke til forskning)
- [Viden om Grønlands indlandsis \(polarportal.dk\)](#)

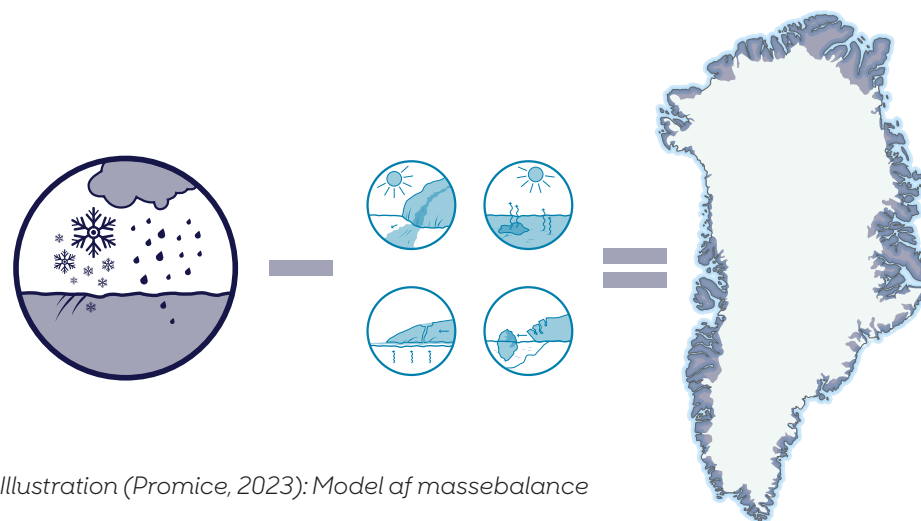
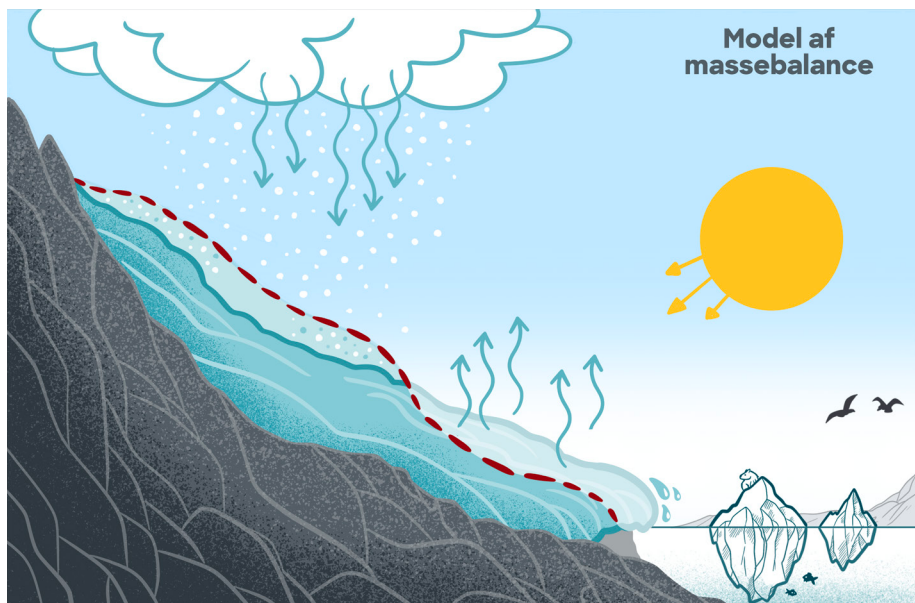


Illustration (Promice, 2023): Model af massebalance

Opgave 4 - Massebalance



Formål

Eleverne skal lære, hvad begrebet massebalance er. De skal forklare modellen, indsætte de rigtige ord i modellen af massebalance og herefter opstille en simpel formel / ligning for massebalancen.

Tid

30 minutter

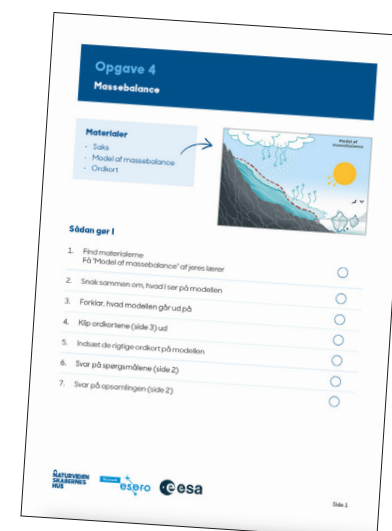
Organisering

Eleverne arbejder sammen to-og-to

Materialer

- [Opgave 4 - Massebalance](#)
- Ordkort

Ord på ordkort: positiv massebalance, negativ massebalance, akkumulationszone, tilførsel, ablationszone, tab, ligevægtszone, sne, grundfjeld, gletsjer, fordampning, afsmeltning, kælving



Afsnit 5 - Iskerner

Baggrundsviden

En ægte iskerne er boret ud af en iskappe eller gletsjer, som består af is, der engang var sne. Sneen er over tid blevet komprimeret til is under vægten af yngre snelag. Hvis der falder tilstrækkeligt med sne hvert år – og den ikke smelter – kan man i iskerne-data skelne hvert år i lagrækkefølgen – på samme måde, som man kan se årringe i træer.

Dette kaldes *årlag*.

Årlagene kan observeres, fordi indholdet af små "urenheder" i isen varierer gennem årtiderne, så hvis man måler deres koncentration, kan man tælle ét år for hver top.

Nogle urenheder toppe hver sommer og dykker om vinteren (f.eks. spor fra skovbrande). Andre urenheder toppe hvert forår (sur nedbør) eller om vinteren (små vindbårne sandpartikler, også kaldet støv).

Hvis man er heldig, kan man se lagdelingen med det blotte øje, men *årlagstællinger* kræver målinger af f.eks. opløste ionkoncentrationer, støvkoncentrationer eller iltisotoper, fordi de synlige lag ikke altid repræsenterer et helt år, men f.eks. kun et enkelt snefald med høj koncentration af støvkorn. Isen indeholder også atmosfærisk luft (fra hulrummene mellem snefnuggene).

Den kunstige iskerne laves ved at fryse vand i en petriskål eller i et tomt rør fra Pringles-chips, da dette kan holde vand. Undersøgelsen, som eleverne skal udføre, fokuserer dels på elevernes sanser (lugte, føle og smage) samt isens struktur.

Film

[Iskerneforskning: Et vindue til fortidens klima \(video.ku.dk\)](https://video.ku.dk/)

Opgave 5 - Iskerne

Formål

Eleverne opnår viden om iskerner, og hvordan vi kan bruge den naturfaglige undersøgelsesmetode til at opnå viden. Eleverne skal lave en naturfaglig undersøgelse af en iskerne.

Tid

2 lektioner (90 min)

Organisering

Eleverne arbejder sammen to-og-to.
Hver gruppe skal undersøge en iskerne.

Materialer

- [Opgave 5 - Iskerne](#)
- [Skema til opgave 5 \(A3\)](#)
- Iskerne i petriskål

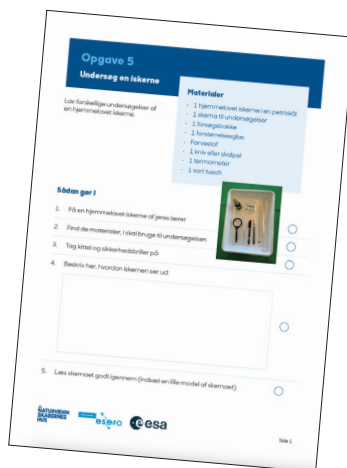
Hypotese

Eleverne skal gætte på, hvad undersøgelsen af en iskerne vil vise. Eleverne kan skrive i kolonne 1 i skemaet, hvad de gætter på.

Forberedelse

Frys vand blandet med støv, sand og aske i petriskåle.

Hver gruppe skal have en petriskål. Hvis der bruges chips-cylinder, skal iskernen saves ud på forhånd.



Introduktion

Ud fra den naturvidenskabelige arbejdsmetode skal eleverne undersøge en iskerne på forskellige måder. De undersøger en ting af gangen. Eleverne kan udfylde skemaet med de forskellige måder, de kan undersøge en iskerne på.

Gennemgå skema og måleapparater på de forskellige undersøgelser, inden eleverne går i gang. Så kender de til mulighederne for undersøgelse. Eleverne kan selv bestemme i, hvilken rækkefølge de vil lave deres undersøgelser.

Aktivér elevernes forhåndsviden om iskerner, hvad er en iskerne, hvor kommer de fra, hvordan mon de dannes, og hvad mon de kan vise?

Skema

I skemaet er der lagt op til forskellige undersøgelser af iskernen f.eks. struktur, lugt, føle, forstørrelse, temperatur, saltvand vs. ferskvand. Eleverne kan skrive i kolonne 2, hvad de finder ud af.

Hjælpe spørgsmål til eleverne

- *Hvad kan vi egentlig selv undersøge? Vi kan bruge af vores sanser og simple måleapparater.*
- *Hvad er en iskerne?*
- *Hvor kommer iskerner fra?*
- *Hvad kan vi bruge en iskerne til?*

Ekstra

Hvis eleverne skal undersøge årstidsvariation, hvor der er forskel på et årlag – sommerlag og vinterlag, som tilsammen danner et årlag – skal der tilsættes syre i hvert andet lag.

Syren gør, at eleverne kan se en *visuel lagdeling*, og at de kan måle en "årstidsvariation" i syreindholdet ved brug af pH-strimler.

I den kunstige iskerne er forskellen i pH-værdien mellem lagene sammenlignet med årstidscyklussen i en rigtig iskerne.

Det er ikke pH-værdierne i sig selv, der er interessante, de skal blot illustrere, at syreindholdet svinger med årstiden.

I Grønland toppe syrekoncentrationen typisk om foråret på grund af fænomenet Arctic Haze. Det vil dog være svært at arbejde så nuanceret i en model som denne.

Ligeledes kan eleverne iagttage, at vinterlaget er tyndere end sommerlaget i den kunstige iskerne. Dette skal illustrere, at der falder mindre sne om vinteren end om sommeren i Grønland, (fordi kold luft kan holde på mindre fugtighed).

Du kan perspektivere opgaven ved at inddrage konsekvenserne af den menneskelige forurening f.eks. drivhuseffekten, syreforurening mm.



Afsnit 6 – Viden og håb

Fælles aktivitet

Opsamling med fælles snak på klassen

Tid

15 minutter

Organisering

Fælles opsamling på klassen på dagens aktiviteter og undersøgelser.

Det er vigtigt at bevare elevernes håb for fremtiden og ikke indgyde klima-angst. Det er derfor vigtigt, at der er fokus på elevernes handlekompetence:

- *Hvorfor er det vigtigt med iskerneboringer?*
- *Hvorfor er det vigtigt med data og målinger fra ESA-satellitterne?*
- *Hvorfor er det vigtigt at få den rigtige viden?*
- *Hvad kan vi gøre i vores hverdag?*
- *Hvad kan vi gøre på skolen?*
- *Hvad vil du gerne starte med at gøre – hvorfor?*

Hjælpe spørgsmål

Fælles på klassen kan grupperne fortælle om:

- *Hvad viste gruppens undersøgelser af iskernen?*
- *Hvad kan vi bruge vores undersøgelse til?*
- *Hvad viste satellitfotos?*
- *Hvad kan vi bruge vores viden om satellitfotos til?*
- *Hvad har det med klimaudfordringen at gøre?*
- *Hvad kan vi gøre i klassen for at afhjælpe klimaudfordringer?*

Ekstra

Lad eleverne lave en præsentation af de undersøgelser, de har lavet under forløbet. De kan komme med mulige løsninger på deres problemstilling. Til sidst kan eleverne fremlægge for hinanden, for en anden klasse på skolen eller forældrene.

Opgave 6 – Quiz og byt

Formål

Eleverne skal slutte forløbet med aktiviteten Quiz og byt.

Tid

15 minutter

Materialer

- [Opgave 6 – Quiz og byt](#)
- Ordkort (nøgleord står på et stykke papir som ordkort – alle nøgleordene bruges)

Organisering

Alle eleverne står midt på gulvet. Hver elev får et ordkort. Sammen to-og-to svarer de på hinandens ordkort. Når de har svaret på begge ordkort, bytter de ordkort. Hånden rækkes op, og der gives high-five til en ny makker og så fremdeles. Ét ord pr. ordkort. Der byttes så længe, der er nye makkere. Samme spørgsmål kan forekomme afhængig af antal elever.

Forberedelse

Lav ordkort med hvert sit nøgleord på. Der skal være mindst ét ordkort til hver elev i klassen.

Nøgleord til ordkort

ESA, NASA, PAXI, Satellit, Cryo-Sat-satellit, drivhuseffekt, indlandsis, årlag, gletsjer, Grønland, forsker, hav-is, land-is, masse, afsmeltning, fordampning, kælvning, albedo, massebalance, negativ massebalance, positiv massebalance, ligevægtslinjen, frysepunkt, iskerne



Litteraturliste

Undervisningsmaterialer fra ESA og ESERO Danmark

- [Klimadetektiver \(esero.dk\)](https://esero.dk)
- [Highways of the Oceans – Sea currents and the connection to climate \(esa.int\)](https://esa.int)
- [The greenhouse effect and its consequences – Investigating global warming \(esa.int\)](https://esa.int)

ESA space-projekter

- [ESA i tekst og tal \(esa.int\)](https://esa.int)
- [CryoSat – ESA's ice mission \(esa.int\)](https://esa.int)
- [Sentinel-1 – Radar vision for Copernicus \(esa.int\)](https://esa.int)
- [Sentinel-3 – A bigger picture for Copernicus \(esa.int\)](https://esa.int)

Ekstra information

- [App: Climate at your fingertips \(esa.int\)](https://esa.int)
- [The Sea Ice Portal – chronicle of a disappearing world \(data.seaiceportal.de\)](https://data.seaiceportal.de)
- [Copernicus Marine Service \(marine.copernicus.eu\)](https://marine.copernicus.eu)
- [Sea Ice – Data and monthly maps \(climate.copernicus.eu\)](https://climate.copernicus.eu)
- [Sea ice: an overview \(metoffice.gov.uk\)](https://metoffice.gov.uk)
- [Gletsjer \(lex.dk\)](https://lex.dk)

Klimaforandringer

- [Havisens udbredelse og tykkelse \(ikff.dk\)](https://ikff.dk)

Grønlands indlandsis

- [Indlandsisen med Google Earth \(earth.google.com\)](https://earth.google.com)
- [Animation om Grønlands indlandsis](https://ikff.dk)
- [Havisen i Arktis er vigtig \(ikff.dk\)](https://ikff.dk)

Massebalance

- [The Greenland Ice Sheet \(promice.org\)](https://promice.org)
- [Indlandsisen \(geoviden.dk\)](https://geoviden.dk)
- [Indlandsisens balancer \(ikff.dk\)](https://ikff.dk)
- [Indlandsisens massebalance 1986–2019 \(geocenter.dk\)](https://geocenter.dk)
- [GEUS-projekt har nu fingeren på Indlandsisens puls 24/7 \(geus.dk\)](https://geus.dk)

Iskerne

- [Til læreren – Hvordan du laver en kunstig iskerne \(klimaforandringer.science.ku.dk\)](https://klimaforandringer.science.ku.dk)

