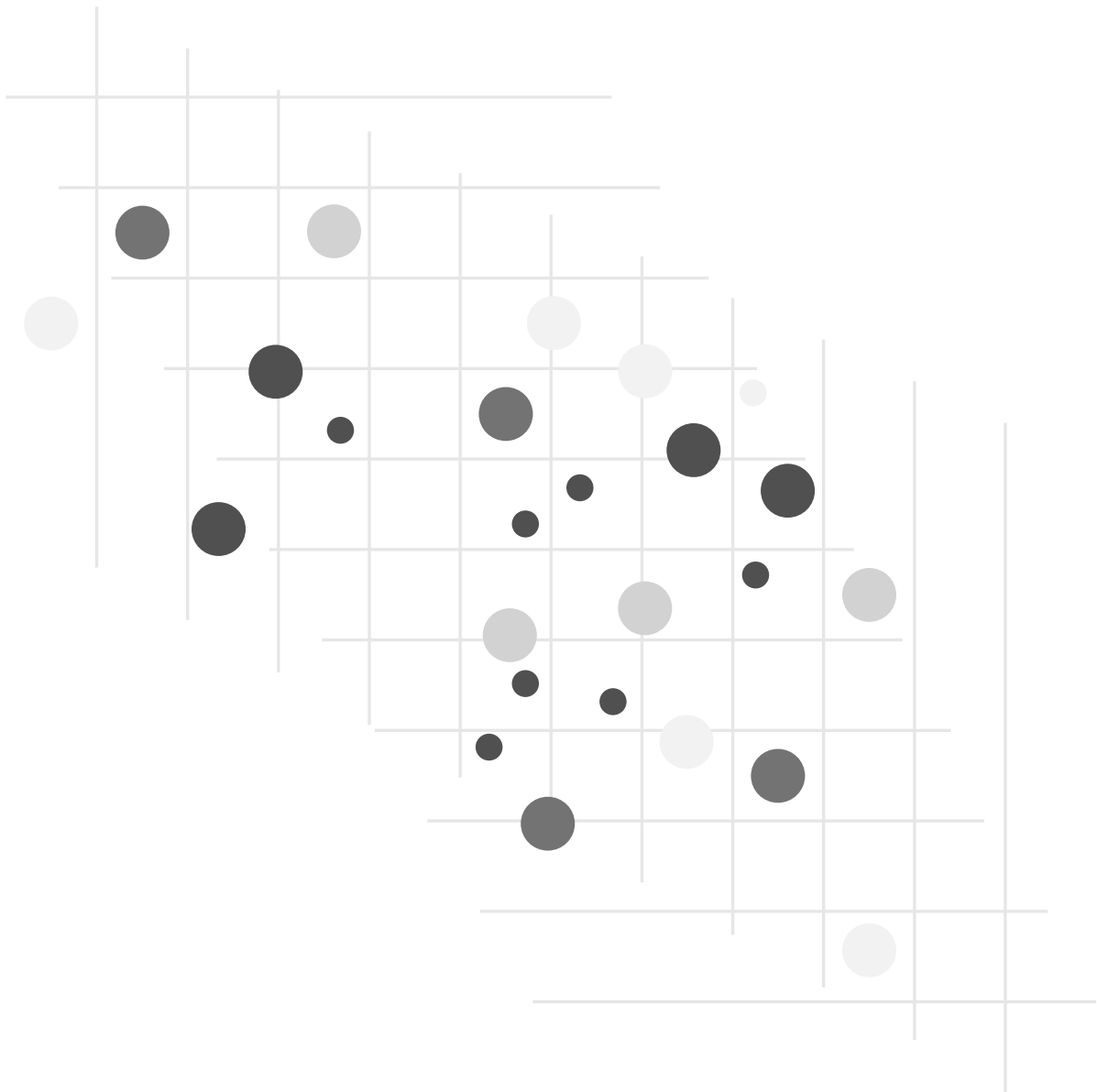


OVERVÅKING AV HAVIS

Havis sett fra verdensrommet med satellitters øyne



Kort om aktiviteten

Hvilken betydning av havisen i de arktiske havene for klimaet på jorda? Og hvordan brukes satellittene våre til å overvåke isen?

I dette ressursheftet skal elevene bli kjent med hvordan havisen i de arktiske hav har betydning for klimaet vårt på jorda. Elevene skal undersøke havisen gjennom en praktisk aktivitet der de observerer hva som skjer når havet fryser, for deretter å bruke satellittbilder til å analysere konsentrasjon og utbredelsen av havisen på jorda. Elevene skal utforske og diskutere både korttids- og langtidstrender og konsekvenser. Gjennom disse øvelsene vil de også få innblikk i hvordan satellitter kan brukes til å observere klimaet på jorda vår, da utbredelse og konsentrasjon på havisen er viktige parametere å se på når vi snakker om klimaendringer.

Læringsmål

Elevene vil lære

- hva havis er og hvor vi finner havisen på jorda
- forstå hvilken betydning havisen har for jordas klima
- forstå hvordan både menneskelig aktivitet og naturlige prosesser hver for seg
- og til sammen har betydning for endringer i landskapet, miljøet og klimaet
- å finne satellittbilder og analysere dem
- å forstå hvorfor satellitter er nyttige verktøy til å overvåke utbredelsen av

havisen.

Innhold

Kort om aktiviteten	2
Læringsmål	2
Teoridel	3
Hva er havis?	4
Isen er habitat for mikroskopisk liv	5
Havisen sett fra verdensrommet	5
Lærerveiledning	7
Veiledning til aktivitetene	7
Aktivitet 1: Når havet fryser	7
Aktivitet 2: Havisen i dag	9
Aktivitet 3: Sesongvariasjoner i havisen	9
Etterarbeid	10
Aktivitet 1: Når havet fryser	11
Aktivitet 2: Havisen i dag	13
Aktivitet 3: Sesongvariasjoner i havisen	14
Kilder	16
Lisensiering:	16

Teoridel

Havene i de polare områdene fryser hver vinter og større eller mindre deler smelter om sommeren, dette er det vi kaller havis. Disse årstidsvariasjonene av havisen har stor betydning for vårt globale klimasystem.

Til tross for at vi i hovedsak finner havisen i polare områder har det betydning for klimaet på hele jorda. Dette skyldes først og fremst at isen påvirker jordas strålingsbalanse (isen reflekterer strålingen fra verdensrommet mer enn åpent hav), og dermed reguleres utvekslingen av varme og fukt mellom havet og atmosfæren. Årstidsvariasjonene i polarisen har også stor betydning for sirkulasjonen i havstrømmene. Når isen dannes i løpet av vinterhalvåret, økes saliniteten, det vil si saltholdigheten, i havet og dermed også tettheten i havets øvre vannmasser. Når

tettheten øker, synker det kalde havvannet og strømmer langs havbunnen mot ekvator, mens varmere vann strømmer fra ekvator mot polene. Når isen så smelter i sommerhalvåret, fører det til en tilførsel av ferskvann i de øvre vannmassene. Saliniteten går ned, tettheten går ned og det dannes et ferskvannslag i overflaten.

I tillegg til at disse sesongvariasjonene påvirker klimaet, påvirker det også menneskelig aktivitet, som skipstrafikk, samt dyre- og plantelivet. Det arktiske økosystemet er variert med alt fra mikroorganismer som planteplankton og alger, til større dyr som isbjørner og seler som er avhengig av havisen for å overleve.



Bilde 1: ESAs Cryosat satellitt måler konsentrasjonen på havisen i polarområdene. Kilde: ESA

Satellitter gir oss en unik oversikt over de polare områdene og kan gi oss målinger og observasjoner som tidligere ikke var mulig fordi noen av disse områdene er svært utilgjengelige for oss mennesker. Ulike typer sensorer, som infrarøde, mikrobølger eller optiske sensorer hjelper oss å observere og overvåke havisen. Den Europeiske romorganisasjonen (ESA) har satellitter som studerer havisen. Noen eksempler er Sentinel satellittene i Copernicus programmet og CryoSat satellitt (bilde 1) som overvåker konsentrasjon og utbredelsen av den polare havisen.

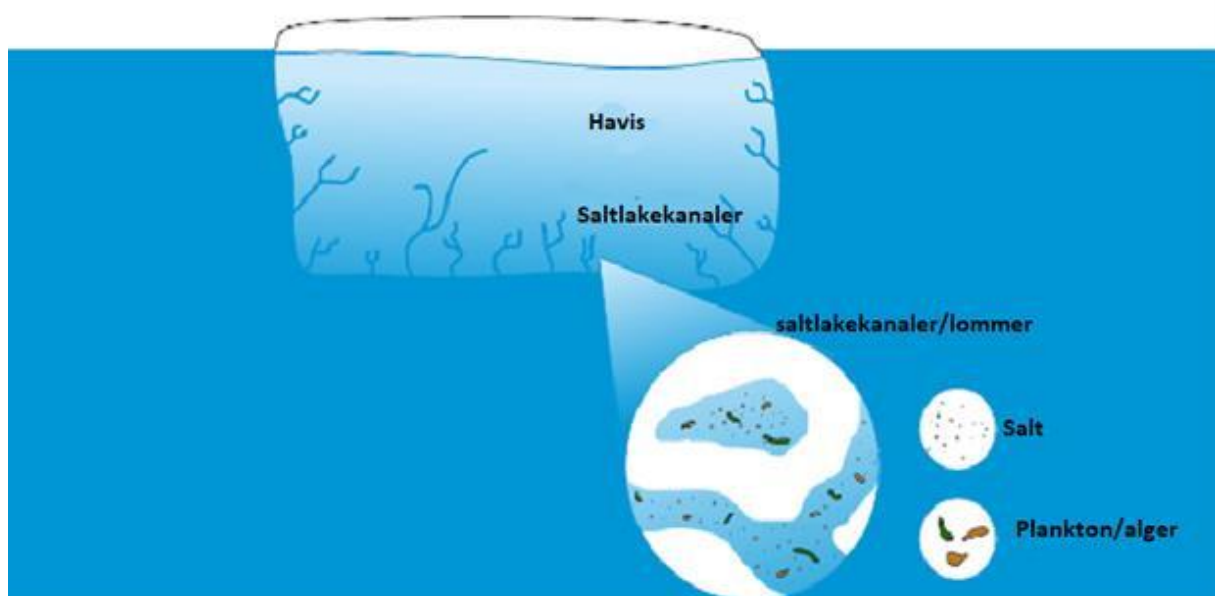
Hva er havis?

Vi har nå snakket mye om havis, men hva er det egentlig? Havis er enkelt og greit frossent havvann. I kontrast til iskappene og isbreer som dannes på land, så dannes havisen i havet. Dannelsen av havis er en kompleks prosess som avhenger av egenskapene til vannet og isen. Saltinnholdet i vannet påvirker frysepunktet, jo høyere saltinnhold jo lavere frysepunkt.

Isen er habitat for mikroskopisk liv

Saltinnholdet i havisen er relativt lav, da mesteparten av saltet skilles ut når vannet fryser. Saltionene passer ikke inn i krystallstrukturene av frossent vann og er grunnen til at saltet skilles ut. Saltet som skilles ut tvinges ut i vannet omkring eller fanges i små saltlommer og kanaler mellom iskrystallene. Disse lommene kalles saltlaker, og det høye saltinnholdet forhindrer det i å fryse.

Saltlakene inneholder ikke bare salt, men også mikroorganismer som plankton. Ulike utskyllingsprosesser i saltlaken gjør det mulig for fotosyntetiske alger å vokse på havbunnen. Algene er mat for sjødyr og også de store hvalene. I vinterhalvåret når det ikke er sollys i nord, er ikke organismene aktive, men våkner til liv igjen når sollyset kommer tilbake på våren og gjør fotosyntese mulig igjen. På sommeren når vannet varmes opp og isen smelter frigjøres algene og andre små organismer tilbake til havet og blir mat for de store dyrene.



Bilde 2: I saltkanaler og lommer kan man også finne mikroorganismer som plankton. Figur: ESA

Havisen sett fra verdensrommet

Arktisk er det nordligste området på kloden. De arktiske havene er helt eller delvis dekket av is mesteparten av året. De sentrale og vestlige delene av Arktis er dekket av is hele året, mens ved områdene nær kysten smelter isen om sommeren. Observasjoner gjort fra satellitter de siste 20 årene har vist at isen i Arktis er redusert, og reduksjonen er på størrelse med Tyskland i utstrekning.

Tettheten på vannet er veldig viktig fordi det har betydning for havstrømmene og derfor også klimaet. Saliniteten på vannet er også en viktig faktor da det igjen påvirker tettheten. Saliniteten i de arktiske havene øker når havet fryser og reduserer når havisen smelter. Derfor er det veldig viktig å overvåke disse prosessene.

Satellitter har blitt bruk til å overvåke havisen siden 1979 og ulike type teknologi har blitt brukt. Fra 1987 til 2019 har informasjon fra satellitter vist oss at utstrekningen av ny-frossen is (eller første-års is) i Arktis har blitt redusert med omtrent 3 % per år. Dette er det dobbelte av Norges areal. Områdene som er dekket av "eldre" is er redusert med omtrent 7 %. Dette kan ha påvirkning på Golfstrømmen.

For å sikre at satellittdataene er korrekte, blir det gjort målinger i felten på land, til sjøs eller fra lufta. Disse målingene validerer satellittdataene og blir utført over hele verden fra tropiske regnskoger til isødene i Arktis og Antarktis.



Bilde 3: Feltarbeid i Arktis. Kilde: ESA

Når nye instrumenter til satellittene blir utviklet må de testes før de senders opp. Du kan følge noen av ESAs team når de utfører mange av disse felteksperimentene for å støtte ESAs jordobservasjonsprogram og utviklingen av nye instrumenter på <http://blogs.esa.int/campaignearth>

Lærerveiledning

I dette ressursheftet skal elevene bli kjent med hvordan havisen i de arktiske hav har betydning for klimaet vårt på jorda. Elevene skal undersøke havisen gjennom en praktisk aktivitet der de observerer hva som skjer når havet fryser, for deretter å bruke satellittbilder til å analysere konsentrasjon og utbredelsen av havisen på jorda. Elevene skal utforske og diskutere både korttids- og langtidstrender og konsekvenser. Gjennom disse øvelsene vil de også få innblikk i hvordan satellitter kan brukes til å observere klimaet på jorda vår, da utbredelse og konsentrasjon på havisen er viktige parametere å se på når vi snakker om klimaendringer.

Denne aktiviteten egner seg godt for tverrfaglige emner som blant annet «Bærekraftig utvikling» og «Demokrati og medborgerskap». Elevene vil også få øvelse i å planlegge og gjennomføre et eksperiment og gjøre observasjoner samt evne til å samarbeide.

Veiledning til aktivitetene

Som en oppstartsaktivitet eller demonstrasjon kan det være fint å se på hva som skjer når havisen smelter. Legg et par isbiter i et glass og fyll opp med vann. La elevene nå diskutere hva de tror skjer når isen smelter. Det kan være lurt å markere vannstanden på glasset og la elevene skrive ned hypotesene sine. Når isen har smeltet kan dere diskutere observasjonene og hvordan det stemte overens med forventningene. Merk at aktivitet 1 krever to dager da vannet skal rekke å fryse til is. Dermed kan man velge å gjøre aktivitet 2 og 3 etter man har gjort del 1 av aktivitet 1 (forberede isblokkene). Og gjøre resten av aktivitet 1 dagen etter. Alternativt kan aktivitet 1 også gjøres som en demonstrasjon.

Aktivitet 1: Når havet fryser

I denne aktiviteten vil elevene få forståelse for egenskapene til havis ved å sammenligne is av saltvann og is av ferskvann. Aktiviteten krever to dager, da vannet må rekke å fryse til is.

Utstyr per gruppe:

- to kopper/beger, omtrent 250 ml
- teskje
- brett
- målebeger
- bordsalt
- konditorfarge

Elevene skal nå studere to isblokker – en av ferskvann og en av saltvann og sammenligne egenskapene ved å bruke konditorfarge. Framgangsmåten for å lage isblokkene er beskrevet i aktivitetsarket for elevene.

For å få isen ut av koppene kan man bruke engangskopper slik at elevene kan klippe/skjære i koppene, dersom man er mer miljøvennlig og bruker gjenbrukskopper er trikset å holde koppen litt i varmt vann slik at isen lettere løsner fra koppen. Isblokkene plasseres på et brett for å unngå for mye søl med vann og konditorfarge.

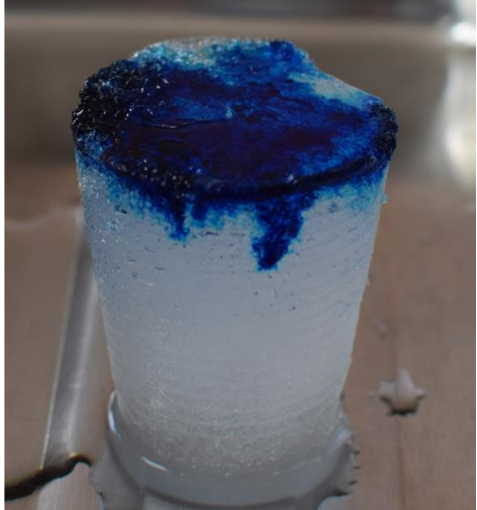
Tabellen viser eksempler på hva elevene vil kunne observere med isblokkene sine. Her vil de kunne se at is av saltvann er mer porøs enn is av ferskvann. Dette gir også anledning til å snakke om heksagon strukturen til iskrystallene. Saltionene passer nemlig ikke inn i denne strukturen og blir derfor skilt ut når vannet fryser og det samles derfor i små lommer og kanaler i isen.

Dette blir enda tydeligere når man tilsetter konditorfarge og man ser hvordan fargen samles oppå eller renner på utsiden av isblokken av ferskvann, mens den trekker ned i lommene og kanalene i isblokken av saltvann.

Be gjerne elevene om å ta bilder av isblokkene sine, kanskje kan de klare å ta noen virkelig fine bilder av ulike iskrystaller og formasjoner også.

Som en demonstrasjon kan du som lærer lage en tredje isblokk av vann med langt høyere saltinnhold. Bland 5 teskjeer salt med 200 ml vann. Her vil det bli tydelig at den ikke vil fryse helt til is da saltkonsentrasjonen er for høy. Dette illustrer godt hvorfor vi får lommer og kanaler av saltlaker som aldri fryser.

	Ferskvanns-is	Saltvanns-is
Før vi tilsetter konditorfarge	Isen er klar og gjennomsiktig 	Isen er porøs og ikke gjennomsiktig 

Etter konditorfarge er tilsatt	Konditorfargen trenger ikke igjennom isen, men flyter oppå eller renner ned langs siden på isen 	Konditorfargen trenger gjennom isen og det blir synlige kanaler med farge i isen 
---------------------------------------	--	--

Aktivitet 2: Havisen i dag

I denne aktiviteten vil elevene lære hvordan havisen er fordelt på jorda. De skal også bruke satellittbilder til å analysere konsentrasjonen av havis i Arktis. Til denne øvelsen trenger elevene kun datamaskin med internetttilgang, samt aktivitetsarkene i denne ressursen.

Elevene skal starte med å se på det nummererte kartet over den nordlige halvkule og merke av der de forventer å finne havis. Havisen vil befinne seg ved punkt 1, 3, 4 og 8 – de andre områdene er påvirket av Golfstrømmen. Golfstrømmen er en Atlanterhavsstrøm som frakter varmt vann nordover og forhindrer dermed at vannet fryser – dette påvirker blant annet kysten her i Norge.

Bildene fra Universitetet i Bremen er daglig oppdatert og er tatt av JAXA's (Japan Aerospace Exploration Agency) Advanced Microwave Scanning Radiometer - to instrumenter om bord på satellitten GCOM-W.

Konsentrasjonen av is er brøkdelen av is fordelt på areal, og 0 % indikerer åpent hav. Noen elever (og lærere) lurer kanskje på hvorfor det er et grått område akkurat på Nordpolen, dette er fordi satellittene ikke har bilder herifra og vi har derfor ikke noen mulighet til å vite noe om konsentrasjonen akkurat i dette området.

Du finner også lenke til flere andre plattformer som viser data over havisen.

Aktivitet 3: Sesongvariasjoner i havisen

I denne oppgaven skal elevene se på sesongvariasjoner i havisen, men også langtidstrender i havisen. **Feil! Fant ikke referanseilden.** i vedlegg viser bilder av h

avisen fra januar 2020 til desember 2020. Bildene er hentet fra <https://climate.copernicus.eu/sea-ice> og det kan være lurt å laste ned bildene selv for bedre oppløsning, i tillegg kan man da selvfølgelig velge å bruke et hvilket som helst tilgjengelig år.

Før elevene går i gang med å studere bildene skal de først diskutere hvilke forventninger de har til sesongvariasjoner i havisen og langtidstrenden i utbredelsen av havisen.

Hos E.U. Copernicus Marine environment monitoring service <http://marine.copernicus.eu/science-learning/ocean-monitoring-indicators/catalogue/> kan man finne bilder, grafer og annen data over utbredelsen av havisen på den nordlige halvkule over flere år som kan lastes ned. **Feil! Fant ikke referansekilden.** i vedlegget viser årsgjennomsnittet og trenden for utbredelsen av havisen mellom 1979 – 2019 og en oversikt over gjennomsnittet av havisen for årene 1979 – 2019 på den nordlige halvkule.

Elevene vil kunne se at havisen har sitt gjennomsnittlige sommerminimum i september og vintermaksimum i mars. De vil også kunne oppdage at gjennomsnittsverdien synker med mer enn 4 % per tiår fra 1979, dersom vi ser på verdien fra 1993 – 2017 kan vi se at det er en nedgang på omtrent 6 % per tiår.

Alternativt eller som tillegg kan elevene også gå til ESAs Climate from Space <https://cfs.climate.esa.int/index.html#/>. Her kan de ved å velge «Data layers» se på havisen over flere år og også sammenligne det med andre ting som f.eks. overflatetemperaturen i havet. Viktig her å gjøre elevene oppmerksomme på når de sammenligner havisen fra år til år at de velger samme måned hvert år, siden det er store sesongvariasjoner i løpet av året. Man kan også lese mer fordypningsstoff ved å gå inn på «Stories» og velge for eksempel «Breaking the ice» eller andre interessante historier.

Etterarbeid

Oppsummer i grupper eller i klassen det elevene har observert gjennom disse 3 aktivitetene. Forslag til spørsmål og ta opp er:

- Hvorfor det er viktig å observere issmeltingen og hvordan det påvirker miljøet og
- klimaet? Hvilke konsekvenser har det for det globale klimaet at havisen smelter?
- Hva er det som gjør at isen smelter? Og hvordan har utviklingen vært de siste tiårene?
- Hvordan kan bruk av satellitter være til hjelp i klimaforskning?
- Har elevene vært steder i Norge eller andre steder i verden der man ser tydelig at
- isen har smeltet?
- Hvilke andre miljø- og klimautfordringer enn issmelting har vi i dag?

- Hvordan kan vi være med å begrense disse endringene?

Aktivitet 1: Når havet fryser

I denne aktiviteten skal du undersøke noen av egenskapene ved havis ved å sammenligne isblokker av ferskvann og av saltvann.

Utstyr

- to 250 ml beger/kopper. Dersom du bruker gjenbruksbeger av plast, ha dem i varmt vann for å få ut isen.
- bordsalt
- teskje
- konditorfarge
- målebeger
- brett

Framgangsmåte og oppgaver

Viktig: Trinn 1 - 4 må gjøres dagen før du utfører trinn 5 - 8

1. Fyll begrene med omtrent 200 ml vann fra springen (ferskvann)
2. Fyll 1,5 teskjeer med salt i ett av begrene og rør godt til saltet har løst seg opp
3. Merk koppene slik at du ve hva som er ferskvann og hva som er saltvann
4. Sett begrene i fryseren over natta
5. Ta de to isblokkene ut av begrene og plasser dem opp ned åp brettet. Beskriv utseende på de to isblokkene i en resultattabell (se eksempel på tabell under)
6. Hva tror du vil skje dersom du tilsetter konditorfarge til isblokkene? Vil fargen oppføre seg forskjellig på de to isblokkene= Skriv ned hypotesene deres
7. Tilsett et par dråper konditorfarge til isblokken av ferskvann. Observer hva som skjer og beskriv dette i resultattabellen
8. Tilsett et par dråper farge til isblokken av saltvann. Observer hva som skjer og beskriv dette i resultattabellen.

	Ferskvanns-is	Saltvanns-is
Før vi tilsetter konditorfarge		
Etter konditorfarge er tilsatt		

--	--	--

Resultater og diskusjon

1. Beskriv og forklar forskjellene mellom de to isblokkene før dere tilsatte konditorfarge
2. Beskriv forskjellen mellom de to isblokkene etter at dere tilsatte konditorfargen. Samsvarer resultatet med hypotesen deres?
3. Hvorfor tror du det er viktig å studere havis?

Aktivitet 2: Havisen i dag

I denne aktiviteten skal du bruke satellitter til å analysere konsentrasjonen og utbredelsen av havisen, og hvordan disse parameterne har endret seg drastisk de siste tiårene.

De siste 20–30 årene har vi sett en mye høyere økning i temperaturen i Arktis enn i resten av verden, og isdekket har også blitt sterkt redusert. Slike endringer har stor effekt på klimaet og miljøet, både lokalt og globalt.

Utsyr

Datamaskin og tilgang til internett

Framgangsmåte og oppgaver

Før vi utforsker, tenk over følgende:

- A. Figuren under viser deler av den nordlige halvkule. Merk av hvor du forventer å finne havis (nummeret 1 - 8). Forklar hvorfor.



Bilde 4: Nordlige halvkule. Kilde: ESA

- B. Havis er frossent havvann. Forventer du å finne havis på den sørlige halvkule? I så fall hvor?

- C. La oss anta at det ikke er noen global oppvarming. Vil du forvente at det er endringer i isdekket fra måned til måned gjennom et år? Forklar svaret ditt.
- D. Forventer du store endringer i isdekket fra år til år dersom du sammenligner for samme måned hvert år? Forklar.

Utforsk havisen med hjelp av satellittbilder

1. Følg lenken fra Universitetet i Bergen: <https://seaice.uni-bremen.de/sea-ice-concentration/>

På denne siden kan du studere dagens konsentrasjon av havis i Arktis, bruk bildet til venstre. Når du har åpnet bildet, kan du zoome inn for å se flere detaljer. De ulike fargene indikerer ulik konsentrasjon - se forklaringen i boksen på selve bildet.

- a. Identifiser områdene hvor man kan finne havis og beskriv konsentrasjonen på havisen
 - b. Identifiser område 2 og 3 i figuren i oppgave A. De to områdene ligger i omtrent samme avstand fra Nordpolen. Er konsentrasjonen av havis lik? Hvis ikke, forklar hvorfor.
 - c. Sammenlign forventningene dine (som du skrev ned i oppgave 1), men analysen av dagens konsentrasjonen av is. Fant du is i de forventede områdene?
2. Hvorfor er det lurt å bruke satellitter til observasjon av havis?

Aktivitet 3: Sesongvariasjoner i havisen

Satellitter har blitt brukt til å observere havis i mer enn 30 år. Forskere analyserer denne dataen for å indentifisere kort- og langtids trender i utbredelsen av havisen. I denne aktiviteten skal du analysere data av omfanget av havis over flere år og diskutere sesongendringer og om et an observeres mer langvarige trender i havisen.

Gruppearbeid

1. Før dere går i gang med analysen av havis-data, skal dere lage dere noen hypoteser
 - a. Forventer dere sesongvariasjoner i isdekket i løpet av året? Hvorfor/hvorfor ikke?
 - b. I hvilke måneder forventer du å finne minst og mest havis?
 - c. Forventer du å finne endringer i utbredelsen av havisen over en periode på flere år? Hvorfor/hvorfor ikke?
2. Bruk månedlige bilder over ett år som du får fra læreren din eller last dem ned selv fra <https://climate.copernicus.eu/sea-ice>.
Analyser og sammenlign variasjonene av havis i de ulike månedene gjennom

året, og beskriv endringene i utbredelsen av havisen gjennom dette året. I hvilke måneder finner du minst og mest havis?

3. Figur 3 (vedlegg) viser årsgjennomsnittet av utbredelsen av havisen for de ulike årene. Beskriv årsgjennomsnittet for flere år og sammenlign med den mer langsiktige trenden.
4. Sammenlign analysene dine for sesongendringer og endringene fra år til år (spørsmål 2 og 3) med de hypotesene du laget i spørsmål 2. Stemmer de overens? Forklar eventuelle forskjeller.

Kilder

- Innholdet er utviklet av ESA Education og Nordic ESERO, tilpasset til Norge av Andøya Space Education for ESERO Norway
- Universitetet i Bremen: <https://seaice.uni-bremen.de/sea-ice-concentration/>
- Copernicus: <https://climate.copernicus.eu/sea-ice>

Lisensiering:

Dette verket er lisensiert under en [Creative Commons Navngivelse-IkkeKommersiell-IngenBearbeidelse 4.0 Internasjonal lisens \(CC BY-NC-ND 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Du kan dele dette materialet så lenge du krediterer oss, ikke bruker det kommersielt, og ikke endrer det.