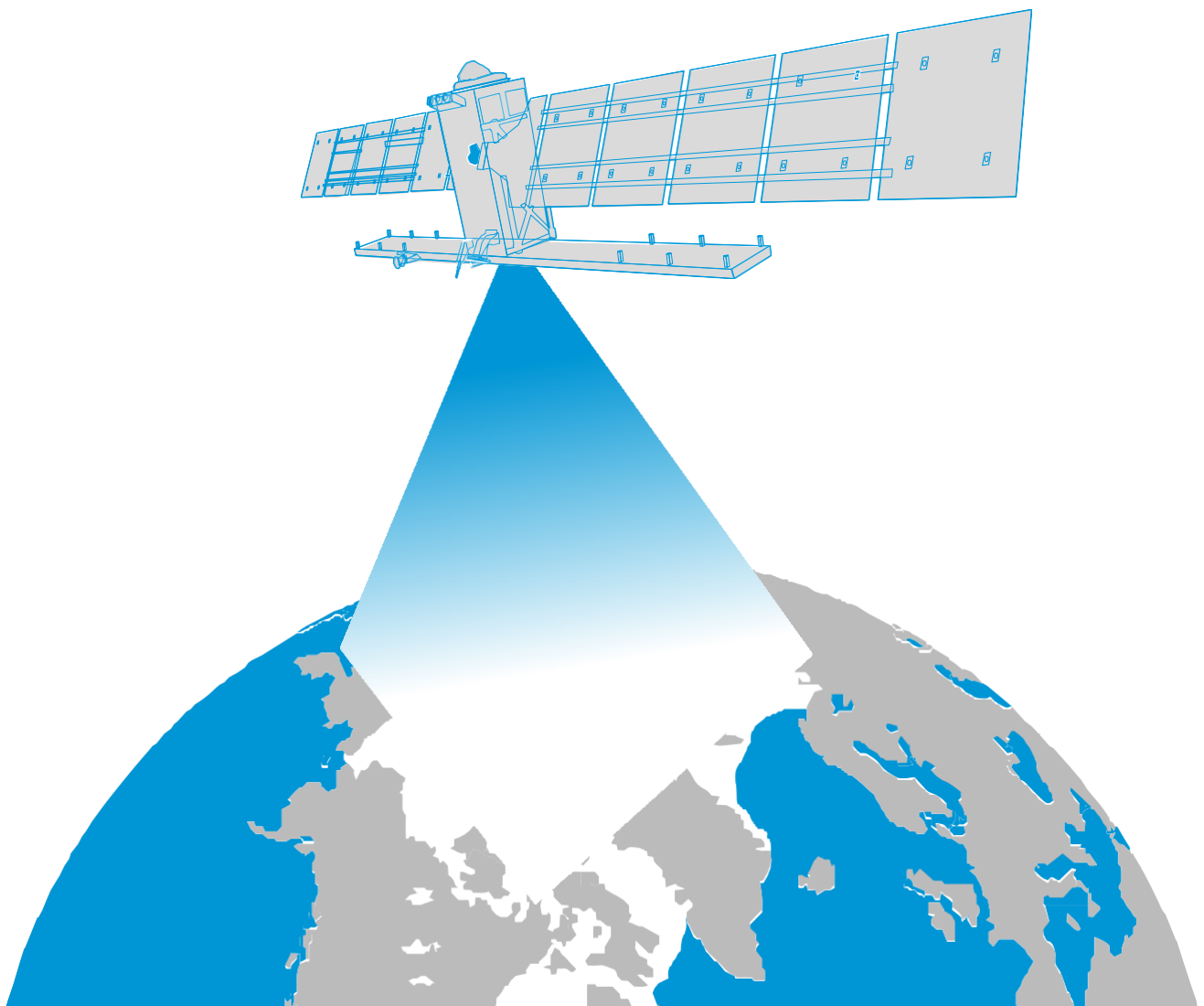


# Teach with Space

## → HAVIS SET FRA RUMMET

Undersøgelser af den arktiske havis og dens betydning for det globale klima



## Lærervejledninger

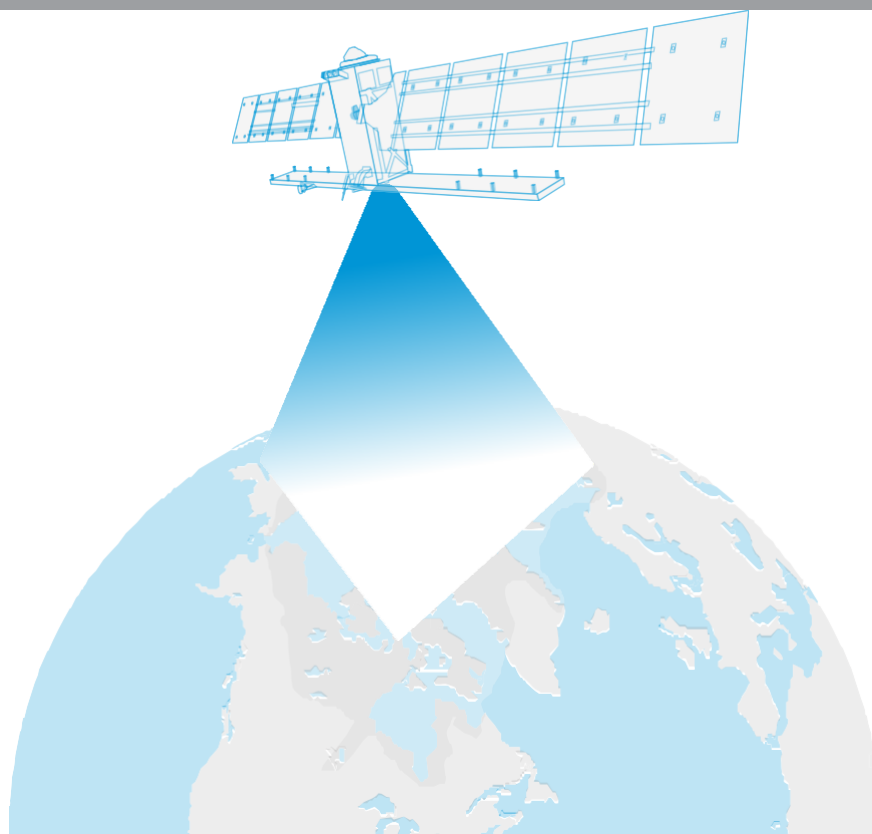
Facts	side 3
Overblik over aktiviteterne	side 4
Indledning	side 5
Baggrundsviden	side 6
Aktivitet 1: Når havet fryser	side 8
Aktivitet 2: Havis i dag	side 10
Aktivitet 3: Sæsonvariationer i havisdækket	side 11
Elevvejledninger	side 12
Aktivitet 1: Når havet fryser	Side 13
Aktivitet 2: Havis i dag	Side 15
Aktivitet 3: Sæsonvariationer i havisdækket	Side 17
Links	side 19
Tillæg	side 20

teach with space – sea ice from space | G04  
[www.esa.int/education](http://www.esa.int/education)

The ESA Education Office welcomes feedback and comments  
[teachers@esa.int](mailto:teachers@esa.int)

An ESA Education production in collaboration with Nordic ESERO

Copyright 2020 © European Space Agency



# → HAVIS SET FRA RUMMET

## Den arktiske havis betydning for klimaet

### Facts

**Fag:** Geografi, Fysik-kemi, Naturteknologi

**Alder:** 13-17 år

**Type:** elevaktiviteter

**Kompleksitet:** let

**Tidsforbrug:** 30 minutter til hver aktivitet

**Pris:** 0-75 kr.

**Sted:** indendørs

**Nødvendigt udstyr:** is, computer, internet

**Nøgleord:** Satellitbilleder, havis, arktisk, klima, klimaændringer, geografi, naturvidenskab

### Kort beskrivelse

Formålet med denne aktivitet er at kigge nærmere på havisen. I den første del-aktivitet undersøges det, hvad der sker når havis fryser. Ved hjælp af satellitbilleder undersøges der efterfølgende hvordan isudbredelsen og tykkelsen af havisen har været under forandring i de seneste årtier.

Aktiviteten giver eleverne indblik i, hvor man finder den arktiske havis og hvordan isudbredelsen kan analyseres ved hjælp af tidsserier af satellitbilleder.

Netop havisens udbredelse og tykkelse er parameter, der afspejler globale klimaændringer

### Læringsmål

- Lær hvad havis er og hvor på kloden den findes.
- Forstå havisens betydning for Jordens klima.
- Forstå hvordan menneskets aktiviteter og de naturlige processer både hver for sig og tilsammen har betydning for ændringer i landskabet, miljøet og klimaet.
- At finde satellitbilleder og analysere disse.
- At forstå, hvor satellitter er i stand til at overvåge udbredelsen af havis.

## → Overblik over aktiviteterne

Aktivitetsoverblik					
	Titel	Beskrivelse	Mål	Krav	Tid
1	Når havet fryser	Sammenligning frysning af havvand med frysning af ferskvand	Forstå hvad der sker, når saltvand fryser og forstå vigtigheden af havis	Ingen	30 minutter
2	Havisens udbredelse	Studie af den arktiske havis udbredelse ved hjælp af satellitbilleder	Hvor på kloden findes der havis? Hvordan bruger vi satellitbillederne?	Det er en god ide, at læse om de globale havstrømme.	30 minutter
3	Ændringer i havisens udbredelse gennem året	Dataanalyse af havisens udbredelse	At kunne identificere korttidsændringer og langtidsændringer i havisens udbredelse og tykkelse	At have udført aktivitet 2	30 minutter

## Den arktiske havis betydning for klimaet

### → Indledning

Havisen i de polare egne fryser hver vinter og en større eller mindre del smelter om sommeren. Årstidsvariation i den arktiske havis udbredelse har stor betydning for det globale klimasystem.

Til trods for at det kun er i de polare egne, at der findes havis, har havisen betydning for klimaet på hele kloden. Det skyldes ikke mindst isens høje albedo samt udvekslingen af varme og fugt mellem isen og atmosfæren. Dertil kommer at ændringer mellem megen havis om vinteren og mindre om sommeren har betydning for havstrømmenes cirkulation. Når der i vinterhalvåret dannes is, øges havvandets salinitet, hvilket betyder at densiteten øges i den øverste del af havvandet. Det kolde og 'tungere' vand synker mod bunden og får dermed 'trukket' mere varmt vand mod nord. Om sommeren smelter isen, hvorved de øverste vandmasser tilføres ferskvand. Derved mindskes de øverste vandmassers densitet.

Ovennævnte årstidsvariation har stor betydning for livet i de arktiske egne, det være sig for dyre- og plantelivet, men også for mennesker, hvor det især påvirker sejladsen. Det arktiske økosystems mange organismer fra de mindste bakterier over fytoplankton og alger til store pattedyr som isbjørne og sæler er alle afhængige af havisen for at overleve.

Satellitterne giver os et unikt overblik over de polare områder og vi får i dag data, der tidligere var umulige at få. Man benytter forskellige typer af sensorer som optiske, infrarøde og andre sensorer, når fx havisen skal observeres. European Space Agency (ESA) har igennem en årrække haft forskellige missioner, hvor man blandt andet har analyseret havisen og andre forhold på Jorden med ESAs CryoSat-satellit, Earth Explorer-missionen og Copernicus' Sentinel-satellitter.



Figur 1

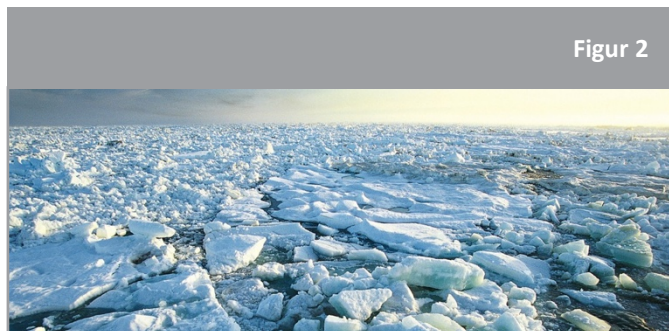
Figur 1: ESA's CryoSat satellit er specialbygget til at observere havisens tykkelse og udbredelse, ligesom den kan monitorere de store iskapper på Antarktis og i Grønland

I aktiviteterne kigger man på såvel aktuelle som tidligere satellitbilleder, der viser mængden og udbredelsen af havis i Arktis. Eleverne får værktøjer, der gør dem i stand til at forstå vigtigheden af havis og hvorfor havisen studeres nøje. Eleverne vil forstå, at selv om havisen i Arktis ikke direkte er noget vi møder i vores hverdag, har den stor betydning for Jordens klima.

## → Baggrundsviden

### Hvad er havis?

Havis er i princippet blot frossen havvand. Det betyder at havis, i modsætning til gletsjere og is fra iskapperne (isbjerger) dannes, vokser og smelter i havet. Dannelsesprocessen af havis er relativt kompliceret og afhænger af forholdene i vandet og isen. Vandets saltindhold har betydning for frysepunktet; jo mere salt desto lavere frysepunkt.

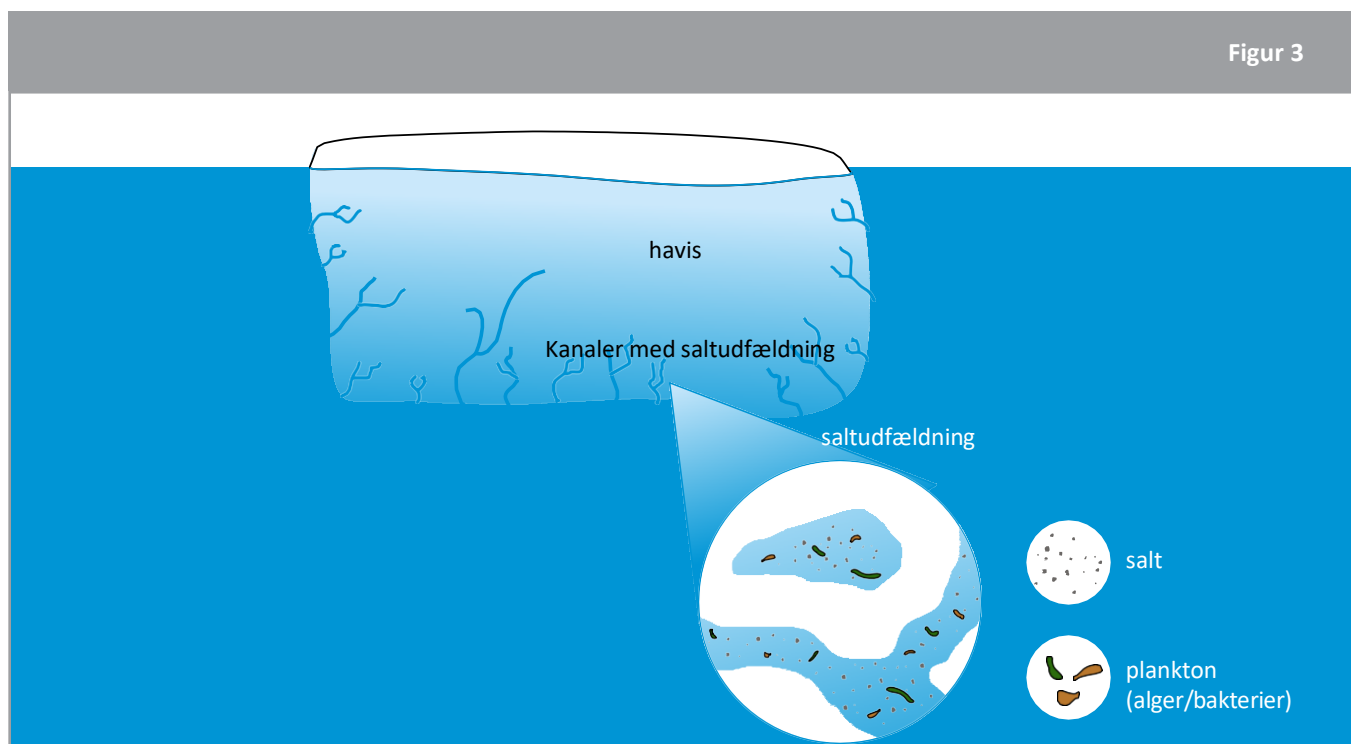


↑ Figur 2: I Arktis fryser og smelter der hvert år store mængder havis. De store frosne isstykker flyder på havoverflade

### Isen er habitat for mikroskopiske organismer

Havisen har et relativt lavt indhold af salt, da størstedelen af havvandets salt fryses ud, efterhånden som havisen dannes. Det skyldes at salt-ionerne (bl.a.  $\text{Na}^+$  og  $\text{Cl}^-$ ) ikke passer ind i den dannede is krystalgitter og derfor 'smides ud'. Det salt, der bliver smidt ud, ender enten i det omgivende havvand eller fanges i små lommer i den dannede is. Det kaldes for saltlage. Saltlagens høje koncentration af salt gør, at den ikke fryser.

I isens saltlage er der ikke kun salt, men også en masse små mikroorganismer som plankton. Forskellige udvaskninger af saltlagen gør det muligt for fotosyntetiserende alger at vokse i bunden af isflagerne. Disse alger danner fødegrundlag for andre organismer i vandet, selv hvaler nyder godt af dem. Algerne er dog ikke aktive om vinteren, når polarmørket dominerer. Derimod blomstrer de op igen om foråret, når der er lys nok til fotosyntesen. Hen over sommeren, når vandet er lidt varmere og havisen smelter frigøres algerne og danner basis for havets fødekæder.






↑ Figur 3: I de små kanaler i havisen med saltlage finder man en meget salt væske som er habitat for særlige is-alger

## Registreringer af havis

Satellitter har siden 1979, optaget billeder af klodens havisdække. Satellitterne optager digitale billeder i pixels, dvs. små billedelementer. En pixel dækker typisk et areal på 25 km x 25 km eller mindre. For at beregne isdækket, tælles hvor stor en andel af den enkelte pixel, der er dækket af is.

Havisarealet er den andel af pixelens areal, der er dækket af is. Man beregner havisdækket ved at se på hvor stor en procentdel af pixelens areal, der er dækket af is. Eksempelvis, hvis 62,5 km<sup>2</sup> af en 625 km<sup>2</sup> pixel er dækket af is, er havisdækket 10%. I stedet for at beregne procenter kan man se på isdækkets udbredelse; er der mere end 15% isdækket, er der havis.

Tabel 1

Havis-målinger i en 25km x 25km pixel			
<b>Havisareal</b>	12,5 km <sup>2</sup>	100 km <sup>2</sup>	562,5 km <sup>2</sup>
<b>Haviskoncentration</b>	2%	16%	90%
<b>Havisudstrækning</b>	Ingen havis (da dækket er <15%)	625 km <sup>2</sup>	625 km <sup>2</sup>

↑ Tabel 1: Eksempler på forskellige isdækningsprocenter i en pixel med et areal på 25 km x 25 km. (Blå er hav og hvid er is).

Når forskere beslutter at bruge en af disse målinger, skal de overveje forskellige aspekter. Mens området måske fremstår som det 'mest korrekte' mål, er det relevant, hvordan man er kommet frem til resultatet. De fleste satellitdata giver information om de forskellige overfladeforhold, der vises i en billedpixel. I den periode, hvor isen smelter, kan smeltevandet oven på isen forveksles med åbent vand. Dette betyder, at det kan være svært præcist at fastslå, hvor stort isdækket er. Tilsvarende kan koncentrationen af havis overvurderes om vinteren på grund af sensorerne i satellitten fejltolker revner i havisflagerne som åbent vand.

Læs mere på: <http://polarportal.dk/havis-og-isbjerge/viden-om-havisen-i-arktisk/>  
og  
<https://virtuelgalathea3.dk/artikel/baggrund-11>

## → Aktivitet 1 – Når havet fryser

I denne aktivitet lærer eleverne om isens egenskaber ved at se nærmere på is dannet i ferskvand og is dannet i saltvand.

Aktiviteten laves over to dage, da det tager tid for vandet at fryse.

### Materialer

- Elevvejledning
- To 250 mL bægerglas eller plastikbægre
- Teske
- Bakke
- Måleglas
- Salt (NaCl)
- Frugtfarve

### Ideer til fremgangsmåde

Lad eleverne tænke over hvorfor det er vigtigt at have kendskab til havis og vide noget om dens egenskaber. Lad eleverne lave hypoteser og forsøgets udfald.

Eleverne skal bade arbejde med ferskvand og saltvand og efterfølgende sammenligne de to ved blandt andet at se på, hvordan frugtfarve opfører sig i isen.

Selve forsøgsvejledningen findes i elevvejledningen. Aktivitet 2 og 3 kan fint udføres samme dag, ligesom aktivitet 1 eventuelt kan udføres som et demonstrationsforsøg.

Det kan være lettere at bruge plastikkrus, da elever kan skære plastikkruset op for at fjerne isen. Stil eventuelt bægeret kortvarigt i varmt vand, så er det lettere at få isen fri. Stil isklumpen i en bakke, så smelte vandet kan opfanges.

Aktiviteten kan udvides ved at gentage forsøget med koncentreret saltvand lavet af mindst 5 teskefulde salt opløst i 200 mL ferskvand. En så kraftig saltvandsopløsning vil ikke fryse helt på grund af den høje saltkoncentration og viser dermed hvorfor saltlage ikke fryser.

### Resultater

Tabel 2	Ferskvandsis	Saltvandsis
Før tilsætning af frugtfarve	Klar og gennemsigtig 	Tåget og mere grynet i strukturen 



<p>Efter tilsætning af frugtfarve</p>	<p>Frugtfarven kan ikke trænge ned i isen og løber derfor ned ad siden eller samles i toppen</p> 	<p>Frugtfarven trænger ind i isklumpen og kanalerne i isen bliver derved synlige</p> 
---------------------------------------	--	--

↑ Tabel 2: Opsummering af resultatet

## Diskussion

Eleverne skal kigge grundigt på de to isklumper og notere, at saltvandisen ser tåget ud, mens ferskvandsisen normalt er klar og gennemsigtig. Efter tilsætning af frugtfarve kan eleverne tydeligere se de kanaler (saltlage) der er dannet i saltvandisen.

Ferskvands- og saltvandis har meget forskellige strukturer. Når ferskvand fryser, lægger vandmolekylerne sig i en sekstallig krystalstruktur. Hvis der er salt i vandet, opstår der problemer, da  $\text{Na}^+$  og  $\text{Cl}^-$  ikke kan passes ind i isens krystalstruktur. Saltet presses derfor enten helt ud af isen eller samles i små lommer eller kanaler i isen.

Eleverne skal kunne konkludere, at havis spiller en vigtig rolle i det polare økosystem, hvor havisen fungerer som levested for mange organismer, fra små mikroalger til store dyr. Afhængig af elevernes niveau kan de undersøge, hvordan dannelsen af havis kan ændre saltindholdet i det omgivende vand, og hvordan denne ændring kan påvirke havstrømmene.

## → Aktivitet 2 – Havis i dag

I denne aktivitet ses nærmere på den aktuelle fordeling af havis på kloden. Eleverne vil bruge aktuelle satellitbilleder fra Arktis

### Materialer

- PC og internetadgang
- Elevvejledninger

### Aktiviteten

Inden eleverne går i gang med at kigge på satellitbilleder, diskuterer de deres forventninger til, hvor de forventer at finde havis på den nordlige halvkugle. Til denne del vil det være godt med et kort eller atlas over den nordlige halvkugle. På kortet angiver de områder, hvor de forventer at der er havis. (brug figur A2 i elevvejledningen) De rigtige steder er 1, 3, 4 og 8. De andre områder er påvirket af Golfstrømmen, en Atlanterhavsstrøm, der bærer varmt vand nordpå, og forhindrer vandet i at fryse. Afhængigt af elevernes niveau kan man evt. bruge "Highways of the Oceans" (se links). På den sydlige halvkugle kan havis findes omkring Antarktis.

Eleverne kan finde aktuelle data om havisens udbredelse i Arktis på Bremen Universitets (<https://seaice.uni-bremen.de/sea-ice-concentration>). Data er hentet fra JAXA's (Japan Aerospace Exploration Agency) avancerede scanner *Radiometer 2* - et instrument som findes på GCOM-W-satellitten.

Det er vigtigt, at eleverne forstår, at en koncentration på 0% indikerer ikke frosset vand - dvs. åbent hav. Der er et område omkring Nordpolen, der ikke er afbildet af satellitten, og der er ingen måde at vide, hvad den faktiske koncentration er inden for dette område, så området er repræsenteret af en mørkegrå cirkel. Eleverne skal vise, hvordan områder dækket af havis fordeler sig.

I afsnittet med links finder du flere links til websider, der giver adgang til havisdata, blandt andet fra ESA-satellitter. En ny ESA-mission *Copernicus Imaging Microwave Radiometer (CIMR)-mission* er i øjeblikket ved at blive udviklet. CIMR skal i fremtiden give løbende informationer om haviskoncentration i det arktiske område samt i havområdet omkring Antarktis.

Eleverne vil lære, at satellitter er yderst nyttige til overvågning af fjerntliggende steder, hvor man typisk finder havis. Man kan i de ældste klasser vælge at gå i dybden med det elektromagnetiske spektrum og de forskellige sensorer og teknikker, som satellitter bruger. På den måde kan man forklare hvorfor satellitter med radarer kan "se" om natten, ligesom de kan tage billeder gennem skyer. I de polare områder, hvor der er polarmørke en stor del af vinteren, er det vigtigt at kunne overvåge havis trods mørke.

## → Aktivitet 3 – Sæsonvariationer i havisdækket

I denne aktivitet vil eleverne diskutere de observationer de tidligere har lavet og derefter se på sæsonvariationer og ændringer i isdækket over tid.

### Materialer

- Elevvejledninger til hver gruppe
- Arbejdsark (kort)

### Fremgangsmåde

Inden eleverne går i gang, skal de udarbejde hypoteser. De skal gerne komme frem til, at der er sæsonudsving i isdækket afhængigt af årstiden og at det totale havisdækkede område er mindsket gennem de senere år på grund af den globale opvarmning.

Efter at have studeret aktuelle havisdata (aktivitet 2) skal eleverne først se på de sæsonmæssige udsving og derefter på, hvordan isdækket ændres gennem årene. Læreren kan finde månedlige havisopgørelser på <https://climate.copernicus.eu/sea-ice>. De billeder, der skal arbejdes med, kan downloades.

Hos E.U. Copernicus Marine environment monitoring service (<http://marine.copernicus.eu/science-learning/ocean-monitoring-indicators/catalogue/>) kan man finde grafer og data mm., der viser forskellige års havisdække på den nordlige halvkugle.

Figurer og grafer i appendix'et fra E.U. Copernicus Marine Service Information viser gennemsnitsværdier for havisudbredelsen på den nordlige halvkugle i perioden fra 1993 til 2017 og gennemsnitsværdier for havisen i 2012, 2014 og for perioden 1993-2014.

Efter at have studeret de forskellige data vil eleverne komme frem til at havisen i Arktis har sit sommerminimum i september og vintermaksimum i marts. Desuden vil de komme frem til at gennemsnitsværdierne viser et fald i havisdækket på ca. 6% pr. 10-år i perioden 1993-2017.

Det er vigtigt, at eleverne forstår sammenhængen mellem smeltende is på land, mindre havisdække og den globale opvarmning. Det er et af målene med "Drivhuseffekten og dens betydning" aktiviteterne, hvor eleverne arbejder med smeltende is på land og i vand samt arbejder med albedo-begrebet (se <https://esero.dk/klimadetektiverne>).

### Ekstra klassedebat: Hvilke konsekvenser kan et isfrit Arktis have/få?

Eleverne kan diskutere konsekvenserne af et isfrit arktisk hav; konsekvenserne for Jordens klima og for de menneskelige aktiviteter (som fx skibsruter). Eleverne bør inddrage samfundsmæssige og økonomiske perspektiver.

En mulig skibsrute gennem Arktis fører til hurtigere transport af varer mellem Europa og Sydøstasien. Tænk over dette: en kortere rute kan ses som mere bæredygtig, da der er behov for mindre brændstof. Øget skibsfart betyder dog mere skibsstøj eller potentielle oliespild, som kan påvirke det arktiske miljø.

Dette er blot nogle få punkter, der kan diskuteres. Generelt er det vigtigt at overveje, at havis spiller en nøglerolle i forhold til Jordens klima.

## → HAVIS SET FRA RUMMET

### Undersøgelser af havisddækket i Arktis og havisens betydning for klimaet.

Arktis er det nordligste område på kloden. Det arktiske hav er helt eller delvist dækket af havis det meste af året, hvilket gør det til en udfordring for opdagelsesrejsende og forskere at få adgang til området til forskning. Siden 1979 har satellitter overvåget havisen i området. Forskellige typer teknologier er blevet brugt til at nå dette mål. Satellitobservationerne gør det muligt at få adgang til data, som det tidligere ikke var muligt at få

I denne aktivitet analyseres havisudbredelsen ved hjælp af satellitbilleder, og eleverne vil kunne se, hvordan isdækket er ændret kraftigt i de senere årtier. Netop studiet af havisudbredelsen er en af forskernes vigtigste indikatorer, når man ser på konsekvenserne af et varmere klima.



Figur A1

Figur A1: Tyndere isflager i Arktis.

### Vidste du?

Omkring 12% af verdens oceaner er dækket af havis. Selvom havis primært forekommer i polarområderne, påvirker den vores globale klima. Havis påvirker havets refleksionsevne og fungerer samtidig som en barriere for udveksling af varme og fugt mellem havet og atmosfæren. Havisen spiller også en væsentlig rolle for de globale havstrømme. Ændringer i havisens udbredelse er en af de største udfordringer for forskere, der prøver at forudsige Jordens skiftende klima.



## → Aktivitet 1 – Når havet fryser

I denne aktivitet, kigger vi nærmere på, hvad der sker når havet fryser. Vi sammenligner hvad der sker med en isblok af frosset ferskvand med en isblok af frosset havvand.

### Materialer

- To 250mL plastbægerglas eller plastikkrus
- Bordsalt, NaCl
- Teske
- Frugtfarve
- Målebæger
- Bakke

### Fremgangsmåde

**Bemærk:** Trin 1-4 laves på dag 1. Trin 5-8 den efterfølgende dag.

1. Fyld hver kop/bægerglas med 200 mL postevand.
2. Mærk det ene bægerglas med 'S' (for salt), og det andet bægerglas med 'F' (for fersk).
3. Tilsæt 1,5 teskefuld salt til koppen mærket 'S'. Rør grundigt til al salt er opløst.
4. Stil begge bægerglas i fryseren.
5. Tag de to isblokke ud af bægerglassene og stil dem i en bakke med toppen opad. Beskriv de to isblokkes udseende. Indfør observationerne i tabel 1.
6. Hvad tror I, der vil ske, hvis der tilsættes frugtfarve til isblokkene? Vil frugtfarven opføre sig ens på de to isblokke? Skriv jeres forventninger (hypoteser) her:

- 
7. Tilsæt nogle dråber frugtfarve til ferskvandsisblokken og studer, hvad der sker. Noter jeres iagttagelser i tabel 1.
  8. Tilsæt nogle dråber frugtfarve til saltvandsisblokken og studer, hvad der sker. Noter jeres iagttagelser i tabel 1.

### Resultater

Tabel 1	Ferskvandsis	Saltvandsis
Før der tilsættes frugtfarve		
Efter tilsætning af frugtfarve		

↑ Tabel 1: Resultater

## Diskussion

1. Før I tilsætter frugtfarve, noterer I nøje forskelle og ligheder mellem de to isklumper ned.  


---



---
2. Beskriv forskellen på de to isklumper efter tilsætning af frugtfarve. Stemmer jeres observationer overens med jeres hypotese?  


---



---
3. Forklar og diskuter i gruppen, hvad der skete efter at I havde tilsat frugtfarve til isklumperne.  


---



---
4. Hvorfor er det vigtigt at studere havis?  

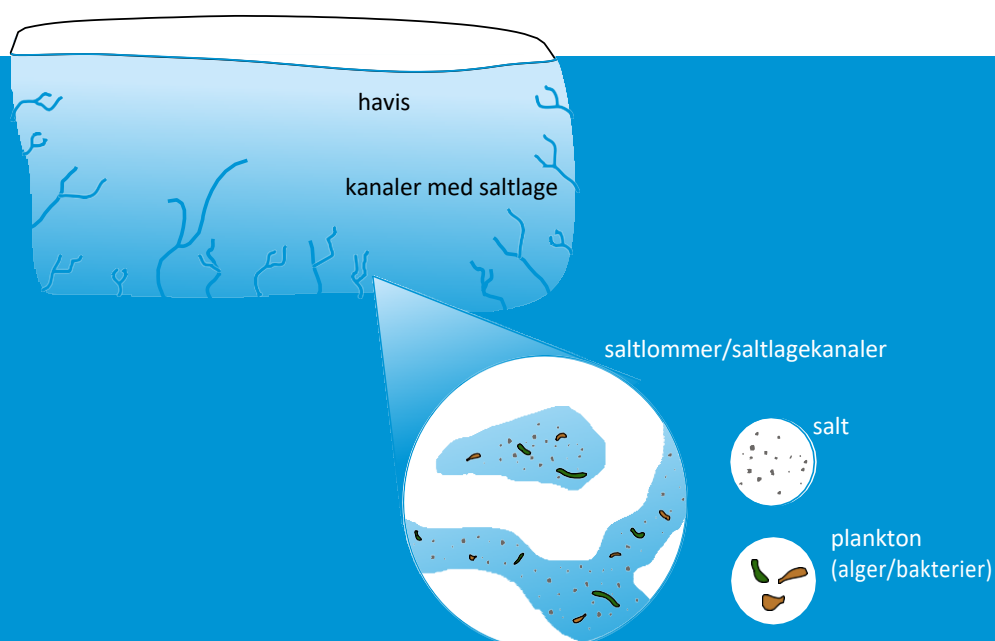

---



---

## Vidste du?

Saltet, der opløses i havene, ophobes i små lommer eller kanaler i isen, når vandet fryser. Den koncentrerede saltopløsning kaldes saltlage og består af vand med så høj en saltholdighed, at det slet ikke fryser. Men saltvandet indeholder ikke kun salt, men også liv! Mikroorganismer så som alger eller orme lever i havisen og de er en meget vigtig del af den marine fødekæde. Forskere er ved at undersøge, hvordan organismernes kan leve under disse ekstreme forhold.





## → Aktivitet 2 – Havis i dag

I denne aktivitet vil I lære, hvor man finder havis. Derudover vil I se på aktuelle satellitdata, der viser havisens udbredelse i Arktis

### Fremgangsmåde

1. Kortet i figur 2A viser en del af den nordlige halvkugle. Marker, de af de 8 steder, hvor du forventer at finde havis og forklar hvorfor du forventer at finde havis/ikke forventer at finde havis.

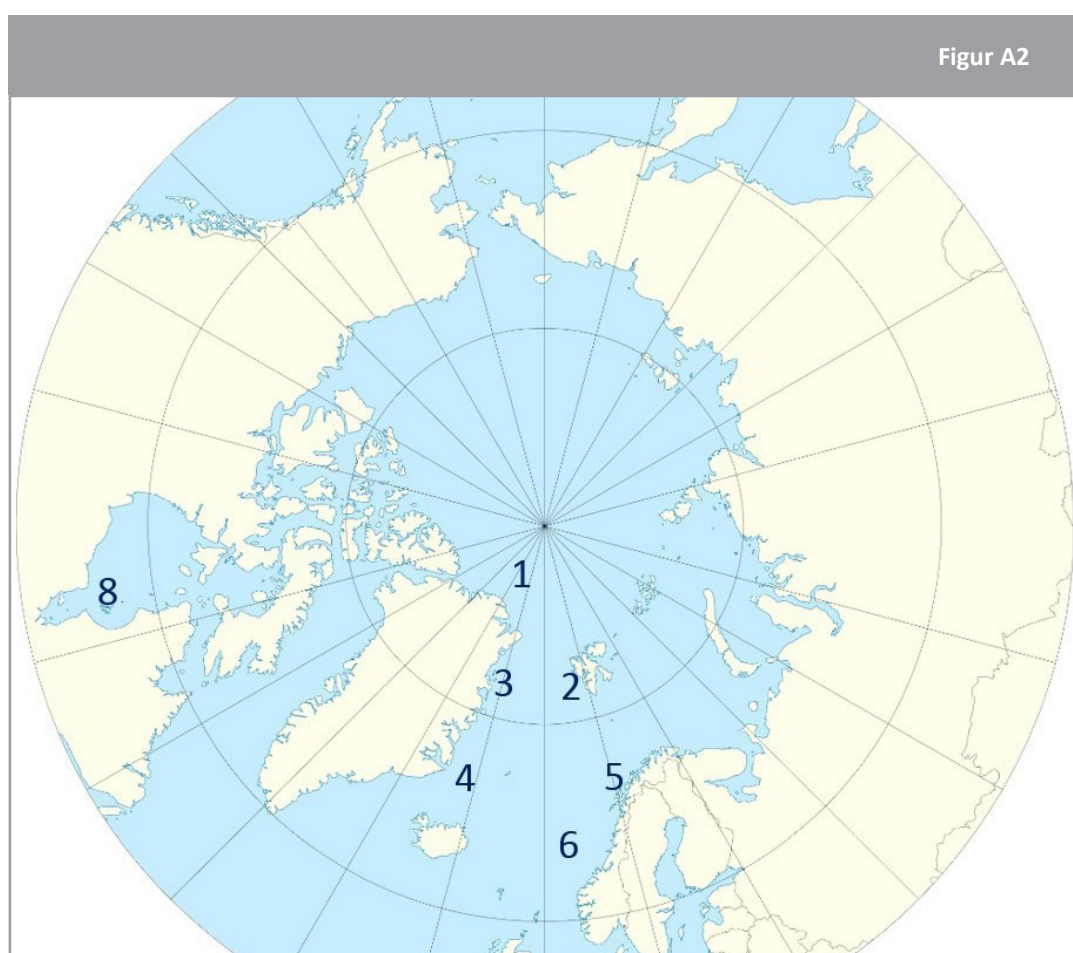
---



---



---



↑ Vælg og marker de områder, hvor du forventer, at der er havis.

2. Havis er frossen vand. Forventer du også at finde havis på den sydlige halvkugle? Hvis 'ja', da hvor?

---



---



---

3. I skal nu ved hjælp af satellitbilleder se nærmere på aktuelle havisforhold. Klik på linket her (fra University of Bremen, Germany):

<https://seaice.uni-bremen.de/sea-ice-concentration>

Klik på billedet til venstre for at forstørre det. De forskellige farver indikerer forskelle i haviskoncentration.

**Bemærk:** En koncentration på 100% (hvidt) betyder at det pågældende område er helt dækket af is. Helt ufrosne arealer er farvede (lilla).

- a. Identificer områder med havis og beskriv havisdækkets koncentration.
- 
- 

- b. Identificer område 2 og 3 fra figur A2. De to områder ligger i omtrent samme afstand fra Nordpolen. Er haviskoncentrationen ens? Hvis ikke, forklar hvorfor.
- 
- 

- c. Sammenlign dine forventninger fra spørgsmål 1 med analysen af dagens iskoncentration. Fandt du is i de områder, du havde forventet?
- 
- 

4. Hvorfor er det smart at bruge satellitter, når man skal observere havis?
- 
- 

## Vidste du?

For at sikre, at data fra satellitter er korrekte, foretager forskere målinger i marken, enten på land, til søs eller fra luften. Disse målinger validerer satellitdataene og foretages over hele verden, fra tropiske regnskove til de iskolde områder af Arktis og Antarktis.

Når de instrumenter, der skal sendes op med satellitterne, udvikles, testes de nye teknikker også. Du kan følge nogle af ESA's udviklingsteam, når de udfører en række eksperimenter i felten til støtte for ESAs jordobservationsmissioner (satellitbilleder) og udvikling af nye instrumenter på

<http://blogs.esa.int/campaignearth>





## → Aktivitet 3 – Sæsonvariationer i havisdækket

I mere end tredive år har satellitter har observeret havis. Forskere analyserer disse data for at identificere både korte og langsigtede tendenser i havisens udbredelse. I denne aktivitet skal du analysere data om havisens omfang gennem en årrække og diskutere sæsonændringer og hvorvidt der kan ses større ændringer over tid.

### Fremgangsmåde

1. Lav først jeres hypoteser gruppevis:

a. Forventer I sæsonvariationer i havisdækket? Hvorfor?

---

---

---

b. I hvilke måneder forventer I, at isdækket er mindst? Størst?

---

c. Forventer I, at isudbredelsen har ændret sig over de senere år? Hvorfor?

---

---

---

2. I skal nu analysere og sammenligne variationer i havis i forskellige måneder i løbet af det samme år. Beskriv ændringen af udbredelsen af havis i løbet af et år. I hvilke måneder finder I mindst og mest havis?

---

---

---

3. I skal nu analysere og sammenligne forskellige års gennemsnitlige årlige havisudbredelse. Beskriv flere års gennemsnitlige havisudbredelse. Er der en overordnet tendens?

---

---

---

4. Passede jeres analyser med jeres hypoteser? Hvis ikke, forklar da hvorfor.

---

---

---

### Vidste du?

Havniveauet fungerer som et følsomt indeks over klimaændringer. Havets volumen ændres ikke, når havisen smelter.

Smeltende havis ændrer dog havets saltindhold og påvirker havstrømmene og på den måde også det globale klimasystem. Smeltende is på land som fx gletsjere og iskapper bidrager derimod til en ændring i havets volumen og deraf stigende havniveauer.

Satellitten Copernicus-Sentinel-3

kan måle og overvåge ændringer i havets overflade. Disse oplysninger er vigtige for at forstå

vores klima såvel som risikoen for kystområder, der er sårbare over for stigende havniveau.



## → Links

### ESA undervisningsmaterialer

ESERO Danmark:

<https://esero.dk/klimadetektiverne>

ESA classroom resource - Highways of the oceans

[esa.int/Education/Teachers\\_Corner/Highways\\_of\\_the\\_Oceans\\_-\\_Sea\\_currents\\_and\\_the\\_connection\\_to\\_climate\\_TEACH\\_WITH\\_SPACE\\_G02](https://esa.int/Education/Teachers_Corner/Highways_of_the_Oceans_-_Sea_currents_and_the_connection_to_climate_TEACH_WITH_SPACE_G02)

ESA classroom resource - The greenhouse effect and its consequences

[esa.int/Education/Teachers\\_Corner/The\\_greenhouse\\_effect\\_and\\_its\\_consequences\\_-\\_Investigating\\_global\\_warming\\_Teach\\_with\\_space\\_G03](https://esa.int/Education/Teachers_Corner/The_greenhouse_effect_and_its_consequences_-_Investigating_global_warming_Teach_with_space_G03)

### ESA space projekter

Cryosat mission [esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/CryoSat](https://esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/CryoSat)

Copernicus Sentinel-1

[esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-1](https://esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-1)

Copernicus Sentinel-3

[esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-3](https://esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-3)

### Ekstra information

ESA app "Climate from Space"

[esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/Space\\_for\\_our\\_climate/Climate\\_at\\_your\\_fingertips](https://esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Space_for_our_climate/Climate_at_your_fingertips)

Sea ice data derived from ESA satellite SMOS and others

[data.seaiceportal.de](https://data.seaiceportal.de)

Copernicus marine environment monitoring service

[marine.copernicus.eu](https://marine.copernicus.eu)

Monthly sea ice maps from Copernicus Climate Change service

[climate.copernicus.eu/sea-ice](https://climate.copernicus.eu/sea-ice)

Sea ice: an overview

[metoffice.gov.uk/research/climate/cryosphere-oceans/sea-ice/overview](https://metoffice.gov.uk/research/climate/cryosphere-oceans/sea-ice/overview)

Udbredelsen af havis på den nordlige halvkugle

[marine.copernicus.eu/science-learning/ocean-monitoring-indicators/catalogue](http://marine.copernicus.eu/science-learning/ocean-monitoring-indicators/catalogue)

Northern Hemisphere Sea Ice Extent

