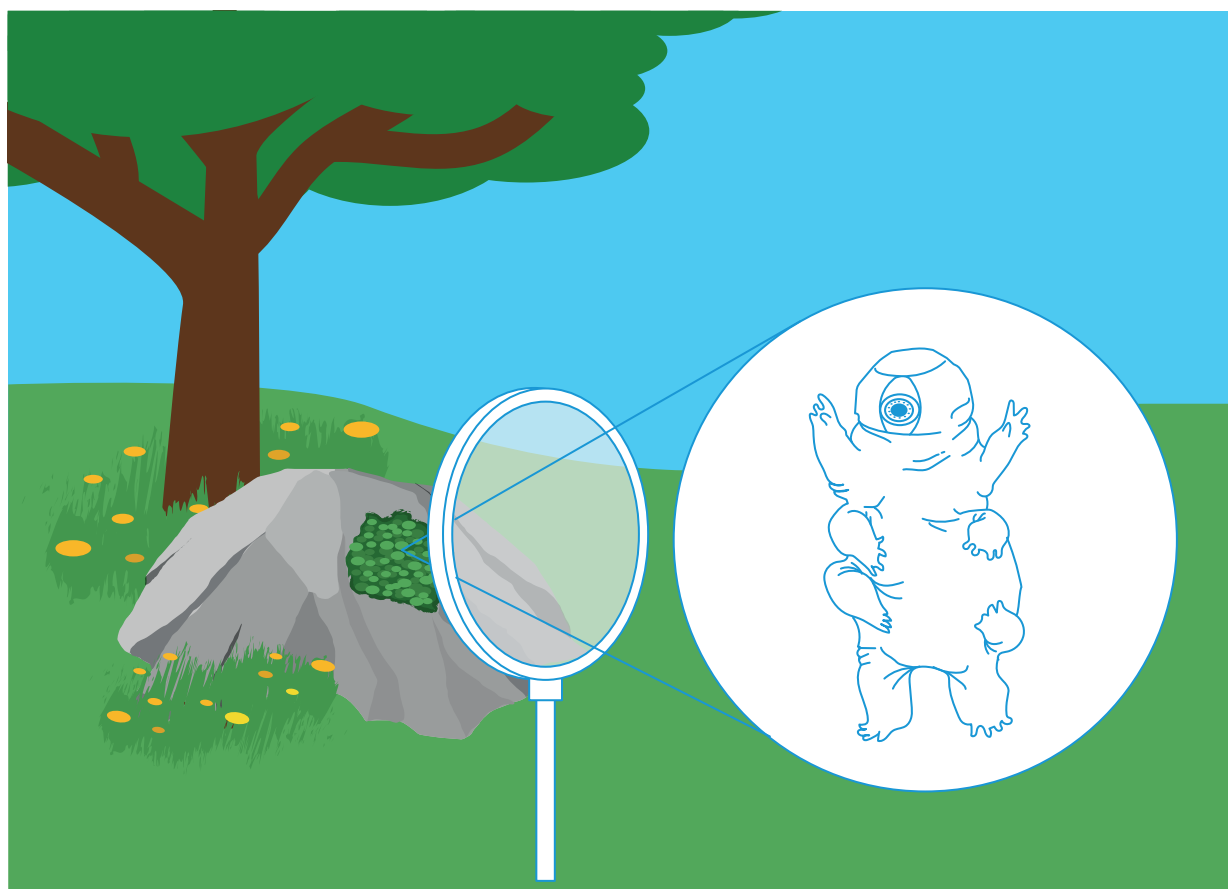
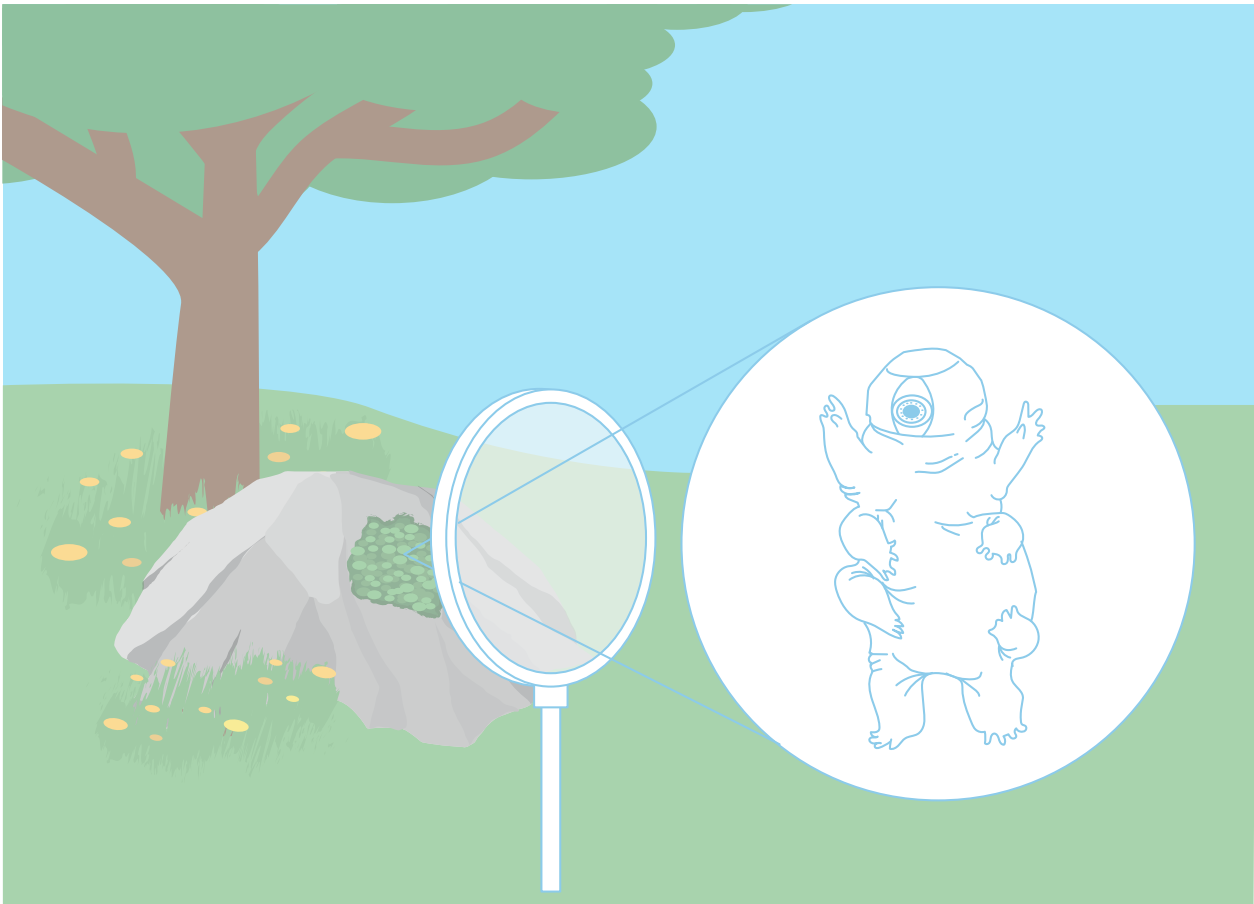


# Undervis med universet

## → RUMBJØRNE

Eksperimenter med bjørnedyr i laboratoriet





## Lærervejledning

Fakta, formål og læringsmål	side 3
Opsummering af elevaktiviteterne	side 4
Aktivitet 1: Indsamle bjørnedyr	side 5
Aktivitet 2: Lægge bjørnedyr i dvale	side 6
Aktivitet 3: Kan bjørnedyr overleve?	side 7
Aktivitet 4: bjørnedyr i rummet	side 9
Arbejdsark til eleverne	side 11
Links	side 18

**Undervis med Universet - Rumbjørne | B10**  
[www.esa.int/education](http://www.esa.int/education)

**ESA's uddannelseskantor modtager gerne feedback på materialet**  
[teachers@esa.int](mailto:teachers@esa.int)

**Materialet er produceret af ESA i samarbejde med ESERO Polen**  
Copyright 2019 © European Space Agency

## → RUMBJØRNE

### Eksperimenter med bjørnedyr i laboratoriet

#### Fakta

Fag: Biologi

Klassetrin: 7. -10. klasse

Kategori: Elevaktiviteter

Sværhedsgrad: Høj

Varighed: 2 timer og 20 min.

Udgifter: 70 – 250 kr.

Lokation: kemi/fysik lokale /indendørs

Hjælpemidler: levende organismer, mikroskop, komfur, fryser, kemikalier, laboratorieudstyr/materialer

Emneord: Biologi, cryptobiosis, kryptobiosis, kosmisk stråling, bjørnedyr

#### Formål

Eleverne skal i de fire aktiviteter i dette materiale, undersøge tardigrader, også kendt som bjørnedyr, evne til at overleve. Eleverne starter med at undersøge, hvordan de kan indsamle bjørnedyr, og skal derefter skabe ekstreme forhold i laboratoriet. Eleverne skal udsætte de indsamlede bjørndyr for de ekstreme forhold og drage konklusioner om, hvilke miljøer, bjørnedyrene kan overleve i. Formålet med aktiviteterne er at teste bjørndyrenes modstandsdygtighed under ekstreme miljøforhold og drage paralleller til deres overlevelsessevne til miljø i rummet.

Før I går i gang, foreslår vi, at I starter med aktiviteten i materialet *Kan liv overleve i fremmed miljøer?* Her er en introduktion til livet i ekstreme miljøer.

#### Læringsmål

- Eleverne lærer, hvad bjørnedyr er, og hvilke ekstreme forhold de kan overleve i.
- Eleverne lærer, hvad kryptobiose er, og hvordan det hjælper bjørnedyr til at overleve.
- Eleverne undersøger effekten af at ændre en variabel i et system.
- Eleverne udfører eksperimenter med den rette håndtering og brug af apparater, laver præcise målinger under hensyntagen til sundhed og sikkerhed.
- Eleverne evaluerer metoderne og foreslår mulige forbedringer og yderligere undersøgelser.

## → Opsummering af elevaktiviteterne

Opsummering af elevaktiviteterne					
	Titel	Beskrivelse	Udbytte	Forudsætninger	Tid
1	Indsamling af bjørnedyr.	Indsamle bjørnedyr fra mos.	Udfør proceduren med at indsamle bjørnedyr. Planlæg en eksperimenterende undersøgelse.	Det anbefales at lave aktiviteten <i>Kan livet overleve i fremmede miljøer?</i>	30 minutter + natten over.
2	Lægge bjørnedyr i dvale	Flyt bjørnedyr fra petriskålene til de små beholdere og opbevar dem på et tørt sted.	Vandet skal tørre, og anhydrobiose bør induceres. Foretag observationer ved hjælp af mikroskoper. Lær, hvordan man identificerer bjørnedyr og inducerer anhydrobiose.	Have lavet aktivitet 1.	30 minutter + natten over.
3	Kan bjørnedyr overleve?	Med bjørnedyr i kryptobiosis kan eleverne teste deres modstanddygtighed over for forskellige ekstreme forhold.	Foretag et eksperiment for at undersøge den effekt, som forskellige miljøforhold har på bjørnedyr.	Have lavet aktivitet 2.	1 time
4	Bjørnedyr i rummet	Sammenlign miljøet på Jorden og Mars.	Forstå at rummet er et meget fjendtligt miljø, og liv højst sandsynligt ikke ville overleve under disse ekstreme forhold.	Ingen	20 minutter

## → **AKTIVITET 1: Indsamle bjørnedyr**

I denne aktivitet vil eleverne lære, hvordan og hvor de kan indsamle bjørnedyr. De skal gennemføre nedenstående øvelser og forberede bjørnedyr-prøver for aktivitet 2.

### Udstyr

- Elevark til hver gruppe
- Mosprøver til hver gruppe
- Vand fra vandhanen eller deioniseret vand
- En petriskål til hver gruppe

### Øvelse 1 - Find bjørnedyr

Start med at introducere bjørnedyrns egenskaber. Tal om, hvilke ekstreme forhold organismer kan blive udsat for og overleve på Jorden og i rummet, eller lad eleverne selv undersøge det.

Bjørnedyr kan indsamles fra mosprøver. Mos indsamlingerne kan udføres af læreren eller eleverne kan følge instruktionerne på elevarket. Efter indsamling skal mospuderne tørre fuldstændig, før der kan opsamles bjørnedyr fra dem.

### Øvelse 2 - Forbered mosprøverne

Opdel klassen i grupper med 2-3 elever pr gruppe. Eleverne skal vælge en mospude, som lige kan passe i deres petriskål og fjern det meste af den løse jord og snavs. Herefter følges proceduren beskrevet i elevarket.

### Øvelse 3 - Planlæg dit eksperiment

Eleverne skal planlægge, hvordan de vil teste bjørnedyrns overlevelsessevne. Eleverne skal beskrive tre ekstreme miljøforhold, som bjørnedyr kan overleve i.

Eksempler på forslag, eleverne måske komme med:

- Ekstreme temperaturer
- Ingen ilt (forskellige atmosfæriske forhold)
- Høje niveauer af stråling
- Intet flydende vand
- Høj saltholdighed
- Ekstrem pH

Tal med eleverne om deres planlægning og beskrivelse af eksperimenterne. Bed dem overveje:

- Hvilke slags eksperimenter kan I udføre?
- Hvordan vil I designe jeres eksperimenter?

I elevarket skal eleverne udfylde titel, mål, hypotese og metodeafsnittene i deres undersøgelse.

## → **AKTIVITET 2: Lægge bjørnedyrerne i dvale**

I denne aktivitet vil eleverne lægge deres bjørnedyr over i små beholdere og fremkalde kryptobiosis (et dvalestadie, hvor metabolisme-processer nedsættes eller stoppes), ved at lade dem udtørre. Eleverne skal forstå, at bjørnedyr som en måde at tilpasse sig det nye miljø vil gå ind i en ny stofskiftetilstand. Det er vigtigt, at bjørnedyrerne går ind i dette stadie, hvis de skal kunne overleve disse ekstreme miljøforhold.

### **Udstyr til grupperne**

- Elevark til hver gruppe
- Mikroskop/stereolup
- Små gennemsigtige beholdere (møntkasser e.l.)
- Pipetter
- Petriskål med mospude (fra aktivitet 1)
- Sort pap e.l. til at lægge under mikroakvariet for at forbedre kontrasten
- Lommelygte

### **Øvelse 1 – Fremkaldelse af kryptobiosis**

I denne øvelse skal eleverne bruge små gennemsigtige beholdere, fx møntkasser e.l. Beholderne skal have gennemsigtige vægge, der ligner glas.

Det er en god ide, at du som lærer har forberedt et par bjørnedyr inden øvelsen, hvis nogle af grupperne ikke lykkes med at udtrække dem fra deres mos. Hvis eleverne ikke kan udtrække bjørnedyr, kan I tale om, hvorfor de ikke kunne finde nogle? Har de fået indsamlet den forkerte type mos?

I grupper skal eleverne følge instruktionen på elevarket og fremkalde kryptobiosis for at forberede deres test af bjørnedyrers overlevelsessevne. Vis billeder af bjørnedyr set gennem et mikroskop så eleverne ved, hvad de skal kigge efter. Efter at have trykket på moset kan du bede eleverne om at observere deres prøver under et mikroskop eller en stereolup. De skal tegne deres bjørnedyr på elevarket.

Bagefter skal eleverne putte deres bjørnedyr tilbage i deres små beholdere. Det resterende vand skal fordampe langsomt ca. 6 til 7 timer, mens beholderne er næsten helt lukkede. Hurtigere fordampning vil slå bjørnedyr ihjel.

Før I går videre til aktivitet 3 skal eleverne revidere deres eksperiment.

## → Aktivitet 3: Kan de overleve? Udførelse af eksperimentet

Eleverne skal udsætte de udtørrede prøver for forskellige forhold, for at simulere ekstreme miljøer.

### Udstyr

- Lille gennemsigtig beholder/e med prøver af bjørnedyr (fra aktivitet 2)
- Pipetter
- Laboratorietermometer
- Køleskab/fryser
- Mikroovn
- Varmt vand eller varmekilde (infrarød lampe e.l.)
- Saltvandsopløsninger i forskellige koncentrationer
- Opløsninger med forskellige pH-niveauer
- Mikroskoper/stereolup

### Sundhed og sikkerhed

Inden for rammerne af elevernes eksperimenter vil der blive brugt kemikalier og vand med høje temperaturer. Sørg for sikker brug af dem, baseret på elevernes erfaringer, de retningslinjer der på skolen i forhold til sikkerhed, samt for det tilgængelige udstyr.

Ved brug af kemikalier henvises til sikkerhedsdatabladene.

### Øvelse – forbered eksperimentet

Hver elevgruppe skal tage deres prøver fra aktivitet 2 og observere bjørnedyr ved hjælp af mikroskopet eller luppen. En forstørrelsesfaktor 10x er tilstrækkelig. Ved hjælp af forstørrelsen skal eleverne være i stand til at identificere nogle af de vigtigste egenskaber ved bjørnedyr i dvale. Bed dem om at tegne, hvad bjørnedyr ligner.

Eleverne skal efterfølgende forberede deres eksperimenter. Sideløbende med de forskellige eksperimenter, skal hver gruppe have en kontrolprøve, der vil blive genoplivet med vand fra vandhanen i slutningen af eksperimentet.



Bjørnedyr i dvale.

### Sådan udføres eksperimentet

Eleverne skal registrere deres observationer gennem eksperimentet. Sørg for eksponeringstiden forbliver konstant gennem hvert eksperiment.

Hjælp eleverne med at relatere de eksperimentelle forhold til rigtige eksempler, fx kan ekstreme temperaturer på Månen variere fra 123 °C om dagen til -233 °C om natten.

#### 1. Varme

Eleverne skal lægge en dråbe varmt vand på den udtørrede prøve. Vandet skal vække bjørnedyr fra dvaletilstand, men på grund af vandets høje temperatur, vil de også være enormt stresset. Når vandet er afkølet, skal eleverne observere prøverne og registrere bjørnedyrenes adfærd. I stedet for varmt vand kan eleverne også bruge en varmelampe eller æg-inkubator til denne test.

**Eksempel på temperaturforhold, der skal testes: 40 °C, 60 °C, 80 °C, 90 °C.**

## 2. Kulde

Sæt din prøve i fryseren eller i køleskabet i flere timer eller natten over. Hvis det er muligt ved forskellige temperaturer, for eksempel ved at bruge forskellige køleskabe, fryserne eller tøjis. Efter at prøverne blev udsat for kulde, skal eleverne vække bjørnedyrene fra deres dvaletilstand.

**Eksempel på kolde temperaturforhold, der skal testes:**

- < -79 °C Tøjis
- 18 °C Fryser
- 0 °C Vand-is
- 5 °C Køleskab

Dialogen kan udvides ved at bede eleverne om at tænke over og skrive de parametre ned, som skal være opfyldt for at noget skal betragtes som levende (lavet af celler, optage og bruge energi, vækst og udvikling, reproducere, reagere på deres miljø, tilpasse sig deres miljø).

## 3. Saltvandsopløsninger

Forbered opløsninger med forskelligt saltindhold. Eleverne skal tilføje en dråbe af opløsningen på deres prøver og observere deres opførsel. Vandet i opløsningen skal vække bjørnedyrene fra dvaletilstanden, men på grund af vandets saltindhold vil bjørnedyrene blive enormt stressede. Efter at have afsluttet eksperimentet skal eleverne fortsætte med at vække bjørnedyrene ved at tilføje en dråbe vand fra hanen.

Nogle af Jupiters og Saturns måner antages for at være værter for have af saltvand under overfladen.

**Eksempel på saltvandsopløsningsforhold, der skal testes:**

- 0,9% saltvand - isotonisk opløsning
- ~ 3,5% Atlanterhavet
- ~ 34% Det Døde Hav
- ~ 43% Gaet'ale Pond - salteste vandsted på Jorden

## 4. Syre

### Sundhed og sikkerhed

Læreren skal overvåge dette eksperiment. Det inkluderer håndtering af opløsninger med ekstrem pH.

Forbered opløsninger med forskellige pH-niveauer; eleverne skal tilføje en dråbe af opløsningen på deres prøver og observere deres opførsel. Dråben skal starte bjørnedyrenes opvågning fra dvalen, men på grund af pH-niveauet i vandet vil bjørnedyrene være enormt stressede.

Efter at prøverne er blevet udsat for de forskellige pH-niveauer, skal eleverne vække bjørnedyrene ved at tilføje en dråbe vand fra hanen.

Der kan findes en lang række pH-forhold i vores solsystem; fra syreskyer på Venus og syresøer i Europa til de alkaliske/basiske klipper på vores naboplanet Mars.

pH 3 til 5 - surt miljø

pH 9 til 11 – alkalisk/basisk miljø

pH 7 – kontrolprøve



## 5. Stråling

Eleverne skal, for at simulere virkningen af høj stråling i prøverne, placere deres prøver i en mikrobølgeovn. Mikrobølger udsender meget lavere niveauer af stråling end det er tilfældet i rummet, men kan anvendes som et godt eksempel i dette eksperiment. Mikrobølger opvarmer også bjørneddyrene og for at undgå dette kan der placeres en skål med vand inde i mikrobølgeovnen sammen med bjørneddyrene for at absorbere varmen. Vær forsigtig når I fjerner vandet, da det bliver varmt.

Eleverne skal variere intensiteten af strålingen, men eksponeringstiden skal være den samme hver gang. Vi foreslår, at eleverne starter eksperimentet med at udsætte prøven for varme i 30 sekunder.

Efter at prøverne blev udsat for stråling, skal eleverne vække bjørneddyrene ved at tilføje en dråbe vand fra hanen.

Jordens atmosfære beskytter os mod det meste af den skadelige kosmiske stråling. Mange af solsystemets objekter, såsom vores måne, har ikke en atmosfære som giver beskyttelse mod denne farlige stråling. Dette er noget, der overvåges nøje på Den Internationale Rumstation for at sikre sundheden og sikkerheden for de astronauter, der bor der.

**Eksempel på strålingsbetingelser, der skal testes: lav (~ 100W), medium (~ 400W), høj (~ 800W).**

Når eleverne har afsluttet deres eksperimenter, skal de observere deres prøver og notere om bjørneddyrene er i live, bevæger sig eller stadig er i dvaletilstand. Nogle af bjørneddyrene er måske allerede vågnet afhængigt af det gennemførte eksperiment. Eleverne skal notere deres resultater og udfylde en undersøgelsesrapport for deres eksperiment. Rapportskabelonen er i elevarket.

### → Aktivitet 4 – Bjørnedyr i rummet

Eleverne skal drage sammenhænge mellem de eksperimenter, de har udført, til den søgen der er efter at finde liv et sted i universet.

## Udstyr til hver gruppe

- Elevark

## Resultater

Sammenlignet med Jorden har Mars et meget ekstremt miljø. Det har en meget tynd, kuldioxidrig atmosfære, der ikke giver beskyttelse mod stråling. Atmosfærisk tryk er meget lavt. Flydende vand kan ikke eksistere på overfladen. På trods af disse barske forhold er der dog nogle jordiske mikroorganismer, der vil kunne overleve på Mars. Bjørnedyr vil sandsynligvis være i stand til at overleve forholdene på Mars i kort tid, men de ville ikke kunne trives under disse forhold. Bjørnedyr har svært ved at overleve, når de udsættes for høje niveauer af UV-stråling, så de har brug for en form for beskyttelse for at overleve længe på Mars.

ExoMars-roveren vil for første gang være i stand til at bore ned til en maksimal dybde på 2 meter under Mars's overflade. Hvis der eksisterede liv på Mars i fortiden, da det måske har været varmere og vådere, ville det være det ideelle sted at finde bevis på det, da det, der lægger under Mars' overflade, har været beskyttet mod det barske overflademiljø.

Rumorganisationer skal sikre, at der ikke bringes noget, der er skadeligt fra andre verdener, tilbage til Jorden. På samme måde skal de sikre sig, at de ikke medbringer biologisk forurening fra Jorden til andre planeter og måner, der har potentiale for tidligere eller nuværende liv. Rummissionerne tager adskillige forholdsregler for at undgå forurening på planeter, rummissioner er forberedt i ekstremt rene laboratorier, og de er lovmæssigt forpligtet på at overholde de planetariske beskyttelsesbegrænsninger.

## Dialog

Tal om behovet for at bruge en kontrolprøve, og ideen om en et reelt sammenligningsgrundlag. Herfra bør du udvide diskussionen til også at omfatte vigtigheden af kun at ændre en variabel ad gangen for at isolere effekten af den variabel. Tal om, hvorfor dette er et vigtigt og interessant eksperiment? Hvad kan vi lære af dette? Tal med eleverne om mulighederne for, at liv kan overleve under ekstreme forhold, især i rummet. Gør det klart for eleverne, at der ikke er fundet liv andre steder end Jorden, og at dette eksperiment kun giver nogle ideer om forhold, som bjørnedyr er i stand til at udholde.

Hvis eksperimentet fungerede godt, og eleverne var i stand til at vække deres bjørnedyr fra dvale, kan du tale med dem om konsekvenserne af disse fund. Hvilke forhold tror vi normalt at liv har behov for? Tror vi efter eksperimenterne stadig, at det har brug for disse forhold? Du kan også diskutere andre forhold, som du mener, at bjørnedyr kan overleve under, og hvordan du kunne udvide eller forbedre dette eksperiment. Hvis eleverne ikke var i stand til at vække deres bjørnedyr, kan I tale om, hvorfor det er tilfældet. Diskuter de mulige grænser for bjørnedyrers tolerance over for ekstreme forhold. De har en utrolig udholdenhed, men kan ikke overleve alt. Hvad betyder opdagelsen af bjørnedyr for søgen efter liv andre steder i solsystemet?

I kan også diskutere, hvorvidt der kan være andre former for liv, der er lige så modstandsdygtige som bjørnedyr. Salatfrø har også overlevet at være eksponeret for rummet under ESA-missioner, hvad kan ellers overleve i rummet?

Hvis eleverne gennemførte aktiviteten *Kan liv overleve i fremmede miljøer?* inden denne aktivitet, kan du spørge eleverne, om deres holdning til, hvor livet kan overleve i Solsystemet, har ændret sig. De kan revidere fakta-kortene om Solsystemets og præsentere en mere informeret holdning og relatere dette til den videnskabelige metode.

## → Konklusion

Eleverne skal opnå forståelse for, hvad bjørnedyr er, og under hvilke forhold de er i stand til at overleve. De skal vide, hvor de kan finde bjørnedyr, hvordan de indsamler dem og hvordan de kan undersøge bjørnedyrers overlevelsessevne på en sikker og videnskabelig måde.

Eleverne skal forstå, at bjørnedyr kan overleve i disse barske miljøer, men ikke fungerer eller trives i dem. Derudover skal eleverne forstå, at det er vigtigt at have en stor forståelse af de forhold, som liv kan overleve under og dets oprindelse på vores egen planet samt hjælpe med at søge efter liv udenfor Jorden.

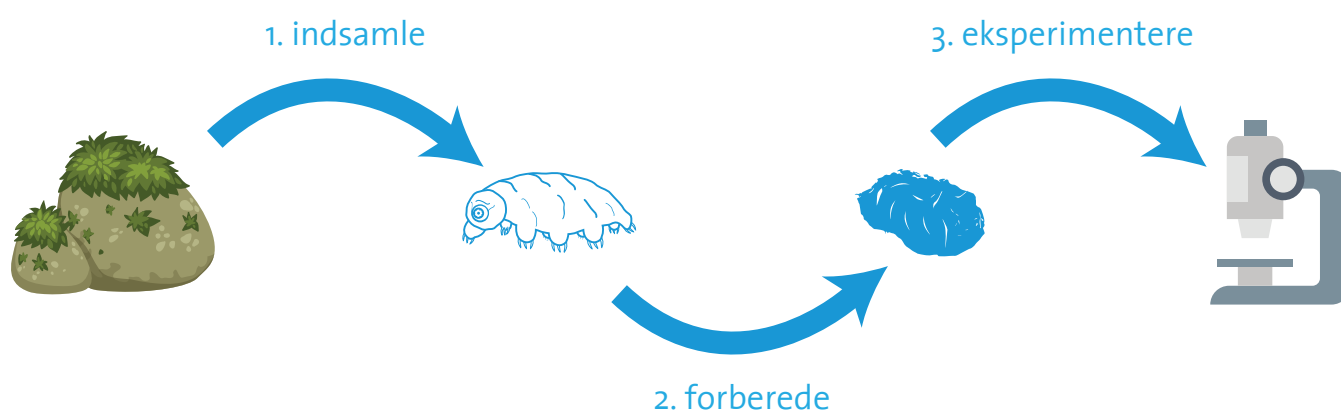
## → RUMBJØRNE

### Eksperimenter med bjørnedyr i laboratoriet

#### → Introduktion

Opdagelsen af organismer på Jorden, der kan udholde **ekstreme forhold**, svarende til dem, der findes i rummet, har gjort muligheden for liv uden for vores planet mere sandsynligt. Astrobiologer forsøger at identificere livs oprindelse på Jorden og forstå, om liv kunne eksistere et andet sted i universet.

I denne aktivitet skal du teste bjørnedyrs modstand mod ekstreme forhold for at undersøge, om liv på Jorden kan overleve de hårde rumforhold.



**Bjørnedyr** eller tardigrader, er nære slægtninge til leddyr (insekter og krebsdyr), som ofte findes i fugtig mos, hvor der er rigeligt vand. Det er ekstremt små, ottebenede dyr, der højst måler 1,5 mm, hvilket gør dem praktisk talt umulige at se med det blotte øje. Visse arter af bjørnedyr er kendt for deres unikke overlevelsessevne. Det har vist sig, at de kan overleve temperaturer på helt op til 150 °C og ned til -272 °C, høje niveauer af stråling, ekstreme pH-niveauer, udtørring, rumvakuum og høje niveauer af ilt.

Ved alvorlig dehydrering (tørre forhold) går bjørnedyr ind i en dvaletilstand. I denne tilstand er der minimal metabolisk aktivitet. Bjørnedyr kan overleve i denne tilstand i år eller endda årtier, mens de udsættes for ekstreme forhold. De kan vækkes fra denne tilstand ved at komme i kontakt med vand igen og vil derefter fortsætte deres liv som normalt.

## → Aktivitet 1: Indsamling af bjørnedyr

I denne aktivitet skal du indsamle bjørnedyr fra mos eller lav i dit lokalområde og udarbejde en plan for dit eksperiment.

### Øvelse 1 – Find bjørnedyrene

Du kan finde bjørnedyr i prøver taget fra mos. For at indsamle dem skal du finde nogle soltørrede mospuder i hvide sten eller klipper, fra naturstensvægge eller fra tagsten eller tagrender. Mange bjørnedyr foretrækker kalksten, da de har brug for noget kalk for at opbygge deres kroppe. Mos fundet i skove er ikke så godt, da mange bjørnedyr foretrækker mos, der kan tørre ud på få dage. Undgå mos, der lugter dårligt, og mos der er permanent fugtigt. Bjørnedyr foretrækker mos, der er fri for bakterier og svampe.



Figur A1

Mos, der vokser på sten, er det perfekte sted at finde vandbjørne.

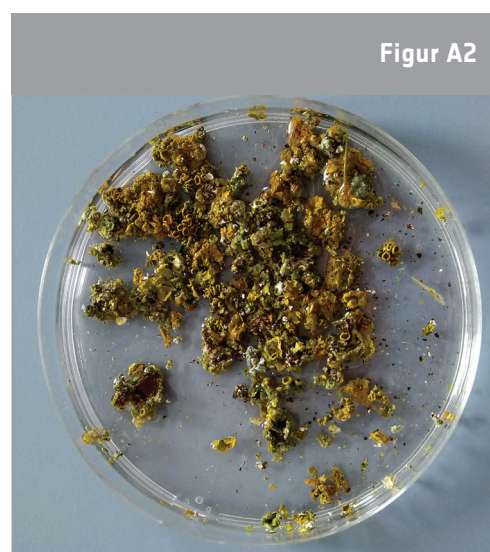
1. Bjørnedyr findes ofte i våd mos og lav. Hvor i dit lokalområde, tror du det er muligt at finde bjørnedyr?
- 

2. Saml prøver af mos, som du mener kan indeholde bjørnedyr. Opbevar de indsamlede prøver af mos på en sådan måde, at de kan tørre fuldstændigt ud. Du kan for eksempel udsætte dine prøver for direkte sollys eller opbevare dem i papirposer på et tørt sted.

### Øvelse 2 – Forbered mosprøverne

I skal nu i jeres gruppe se, om I kan indsamle bjørnedyr fra jeres mos-prøve. Følg instruktionerne herunder:

1. Placer mospuden omvendt i petriskålen, og fyld med den med vand fra vandhanen eller demineraliseret vand. Mosset skal begynde at absorbere vandet.
2. Fortsæt med at tilføje vand, indtil mosset er mættet (dvs. at den ikke absorberer mere vand), og sørg for, at der stadig er et par millimeter vand tilbage i petriskålen. Tilsæt mere vand, hvis det er nødvendigt.
3. Mærk petriskålen med dit eller gruppens navn og lad stå natten over.



Figur A2

Mosprøver i petriskål.

## Øvelse 3 – Planlæg dit eksperiment

1. Skriv tre ekstreme miljøforhold ned, som du mener, at bjørnedyr er i stand til at overleve.

---

---

---

2. Planlæg et eksperiment, hvor du tester bjørnedyrs modstandsdygtighed over for en af de tre miljøforhold, du har skrevet ned i spørgsmål 1. Udfyld afsnittene om titel, mål, hypotese og metode i din undersøgelsesrapport.

---

---

---

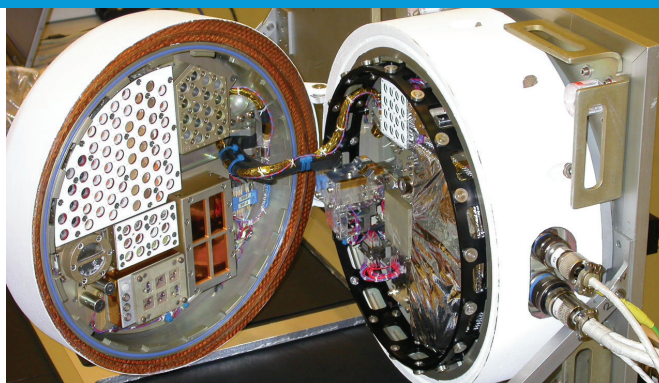
---

---

---

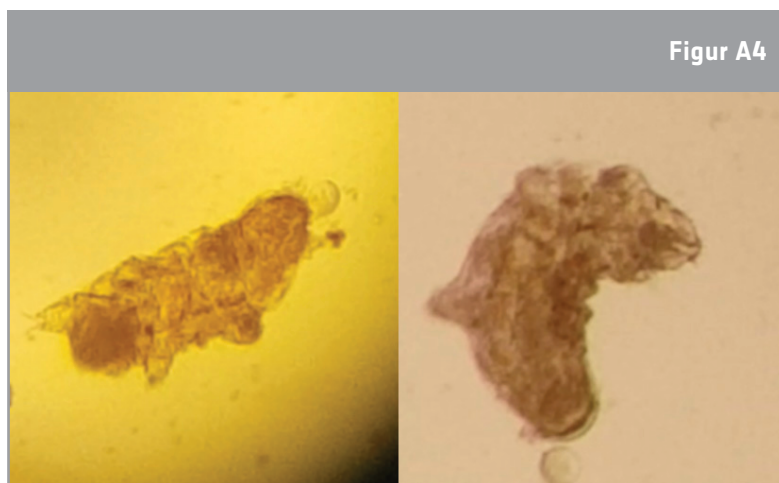
### Vidste du?

I 2007 blev 3000 bjørnedyr taget med ud i rummet, som en del af ESA's bjørnedyr i rummet (TARDIS) eksperiment. Bjørnedyrene blev udsat for rumvakuum i 12 dage, samt ekstrem dehydrering sammen med høje niveauer af kosmisk stråling og de overlevede!



## → Aktivitet 2 – Lægge bjørnedyr i dvale

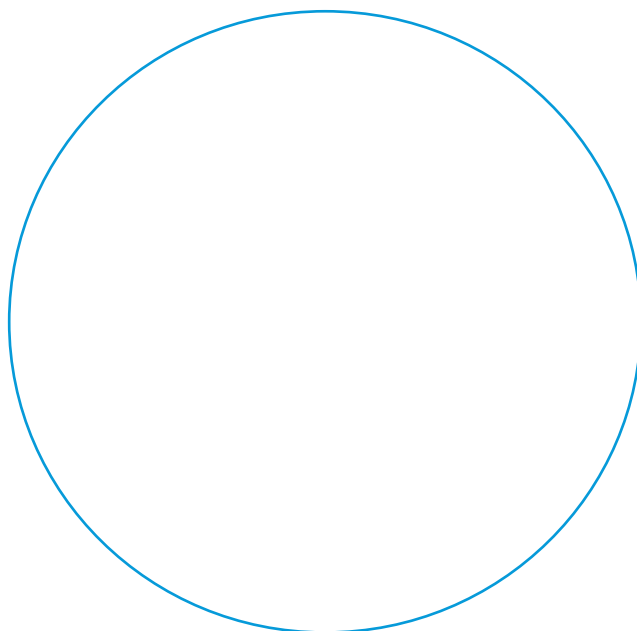
Før du fortsætter med dit eksperiment, bliver du nødt til at få bjørnedyrene i en dvaletilstand. I denne aktivitet skal du overføre dine bjørnedyr til små beholdere og fremkalde **kryptobiose** ved at lade dem udtørre.



Bjørnedyr set gennem mikroskop.

### Øvelse – Fremkaldelse af kryptobiose

1. Fjern mospuden fra petriskålen. Klem og ryst forsigtigt mosset over din petriskål for at fjerne overskydende vand og ryst alle de bjørnedyr, der stadig klæber fast på mosset, løs.
2. Brug dit mikroskop ved 20x forstørrelse, eller stereoluppen ved 10x forstørrelse, til at kigge efter bjørnedyr. Lad lys skinne ind fra siden og læg petriskålen på sort pap for at øge kontrasten.
3. Brug pladsen nedenfor til at tegne, hvordan bjørnedyrene ser ud gennem dit mikroskop.



4. Brug en pipette til at udtrække et bjørnedyr fra petriskålen og overfør den til en lille gennemsigtig beholder. Gentag mindst 4 gange mere.
5. Brug dit mikroskop til at kontrollere, at bjørnedyret er blevet overført.
6. Opbevar dine små beholdere på et varmt, tørt sted natten over for langsomt at tørre.
7. Færdiggør din plan for, hvordan du skal undersøge dit bjørnedyrs overlevelsessevne og få det godkendt af din lærer.

## → Aktivitet 3: Kan de overleve?

I denne aktivitet skal du udsætte dine bjørnedyr-prøver for ekstreme miljøforhold, som foreslået i din plan for eksperimentet.

### Sundhed og sikkerhed

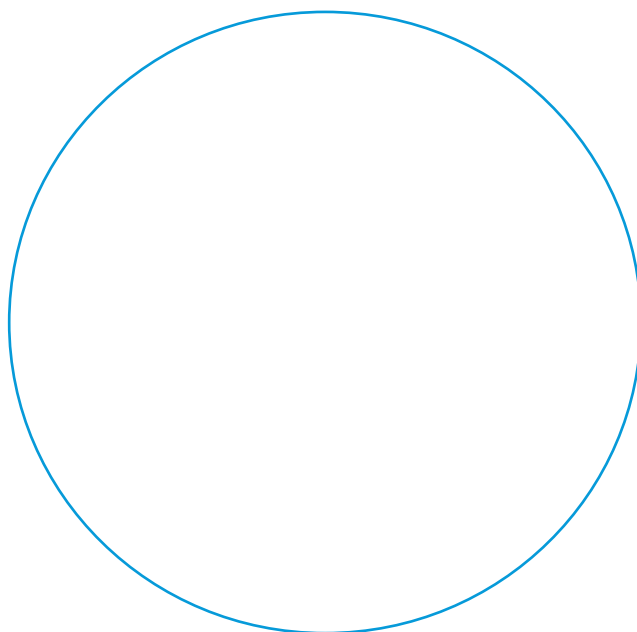
I disse eksperimenter vil kemikalier og vand med høje temperaturer blive anvendt. Følg alle retningslinjer for sikkerhed på din skole.

For kemikalier henvises til sikkerhedsdatabladene.

### Øvelse - Udfør eksperimentet

Før du går i gang med denne øvelse, skal du have bestemt dig for, hvilke miljøtilstande du ønsker at simulere og have en plan for, hvordan du vil skabe disse betingelser i dit laboratorium.

1. Brug dit mikroskop til at observere dine prøver for at sikre, at bjørnedyrerne er i dvaletilstand.
2. Brug figuren til højre for at tegne, hvordan bjørnedyret (i dens dvaletilstand) ser ud gennem dit mikroskop.
3. Forbered udstyr og eventuelle kemiske opløsninger, som du har brug for, når du skal simulere de valgte ekstreme forhold (eksempler: varme, kulde, syre, alkalisk, stråling, saltholdighed, vakuum).
4. Du skal undersøge forskellige ekstremer af en enkelt tilstand, dvs. hvis du undersøger varme, så skal du prøve at udsætte hvert bjørnedyr for andre temperaturer, for eksempel 40 °C, 60 °C, 80 °C. Dette vil give dig mulighed for at finde mulige grænser for bjørnedyrers overlevelsessevner.
5. Udsæt bjørnedyrerne for påvirkning i lige lange tidsperioder (sørg for, at dette er konstant for alle test).
6. Registrer alle observationer under denne proces.
7. Brug dit mikroskop for at se, om dit bjørnedyr lever og bevæger sig eller stadig er i dvaletilstand. Hvis den er i live og ikke er stresset, fortsæt til trin 10. Hvis bjørnedyret stadig er i sin dvaletilstand eller i et ekstremt miljø og stresset, skal du fortsætte med trin 8.
8. Åbn beholderen, læg forsigtigt en dråbe vand på hver af dine prøver ved hjælp af en pipette.
9. Luk beholderen og sørg for at vanddråben bliver i midten.
10. Brug dit mikroskop til at se, hvad der sker. Prøv at bruge en lampe som ikke er for varm, hvis det er muligt, da dine prøver på dette tidspunkt kan blive ødelagt, hvis de udsættes for overskydende varme.
11. Registrer dine resultater, og skriv om denne undersøgelse i din rapport.



I slutningen af dit eksperiment skal du sætte bjørnedyrerne tilbage i en fugtig mosprøve og returnerer dem til deres naturlige miljø.

→ **Undersøgelsesrapport**

Titel: \_\_\_\_\_

Mål: \_\_\_\_\_

Antagelse:

---



---



---

**Metode:**


---



---



---



---

**Resultat:**

Prøver	Miljøbetingelser		Bjørnedyr i live		Observationer*
	Før	Efter	Før	Efter	
Kontrol					

\* Miljøforhold, der skal testes: temperatur, saltholdighed, pH, stråling eller tryk

**Diskussion:**


---



---



---



---

**Konklusion:**


---



---



---



## → Aktivitet 4: Bjørnedyr i rummet

**Vidste du?**

I 2020 vil ESA, der arbejder sammen med det russiske rumfartsagentur (Roscosmos), opsende robotten "Rosalind Franklin". Det primære mål med ExoMars-programmet er at finde ud af om, hvorvidt der nogensinde har eksisteret liv på Mars ved at lande på et sted med stort potentiale for at finde velbevaret organisk materiale, især fra planetens meget tidlige historie. Robotten vil bære et bor til at samle prøver ned i en dybde på 2 meter og analysere dem med instrumenter i et laboratorie ombord på robotten.



Mars har en spændende atmosfære, der for det meste består af CO<sub>2</sub>. Der er bevis for, at der i fortiden var et hav af vand på Mars, som er forsvundet med planetens udvikling. Der er i øjeblikket ingen tegn på, at der er flydende vand på overfladen. Temperaturerne varierer mellem -153 °C til 20 °C.

a. Tror du bjørnedyr kan overleve på Mars? Hvorfor/Hvorfor ikke?

---



---



---

b. Forholdene på Mars' overflade er meget tørre og har været det i over titusinder af år. Mars er også udsat for meget højere niveauer af stråling end på Jorden. Er dette et problem for bjørnedyrs mulighed for at overleve der? Hvorfor?

---



---



---

c. Hvilken type forholdsregler skal tages for at undgå overføring af forurening mellem prøverne?

---



---



---

d. Tror du, at robotten Rosalind Franklin vil være i stand til at besvare spørgsmålet om, hvorvidt der nogensinde har eksisteret liv på Mars?

---



---

## → Links

### ESA-ressourcer

Kan liv overleve i ekstreme miljøer?

[esa.int/Education/Teachers\\_Corner/Could\\_life\\_survive\\_in\\_alien\\_environments\\_-\\_Defining\\_environments\\_suitable\\_for\\_life\\_Teach\\_with\\_space\\_Bog](https://esa.int/Education/Teachers_Corner/Could_life_survive_in_alien_environments_-_Defining_environments_suitable_for_life_Teach_with_space_Bog)

ESA klasseværelsesressourcer

[esa.int/Education/Classroom\\_resources](https://esa.int/Education/Classroom_resources)

### ESA-missioner

Bjørnedyr i rummet (TARDIS) på ESAs orbital Foton-M3-mission:

[esa.int/Our\\_Activities/Human\\_Spaceflight/Research/Tiny\\_animals\\_survive\\_exposure\\_to\\_space](https://esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Research/Tiny_animals_survive_exposure_to_space)

Robotundersøgelse af Mars:

[exploration.esa.int/mars](https://exploration.esa.int/mars)

Planetbeskyttelse: at forhindre, at mikrober smutter ud i rummet

[esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Engineering\\_Technology/Planetary\\_protection\\_preventing\\_microbes\\_hitchhiking\\_to\\_space](https://esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Planetary_protection_preventing_microbes_hitchhiking_to_space)

### Ekstra information

At søge efter tegn på liv på Mars

[exploration.esa.int/mars/43608-life-on-mars](https://exploration.esa.int/mars/43608-life-on-mars)

Ti ting, du ikke vidste om Mars

[esa.int/Our\\_Activities/Human\\_and\\_Robotic\\_Exploration/Exploration/ExoMars/Highlights/Ten\\_things\\_about\\_Mars](https://esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/ExoMars/Highlights/Ten_things_about_Mars)

ESA Euronews: Mars on Earth/Mars på Jorden

[esa.int/spaceinvideos/Videos/2018/02/ESA\\_Euronews\\_Mars\\_on\\_Earth](https://esa.int/spaceinvideos/Videos/2018/02/ESA_Euronews_Mars_on_Earth)

Ted-Ed: Mød bjørnedyr

<https://www.youtube.com/watch?v=lxndOd3kmSs>

Livet i ekstreme miljøer

<https://www.nature.com/articles/35059215>