

ELEVHEFTE

# På leting etter liv i verdensrommet

For ungdomstrinn

## Kort om oppgaven

### Læringsutbytte

- Blir bevisste på hva som er livsbærende forhold på jorda
- Får en forståelse for hvorfor menneskene har utviklet seg til å bli akkurat som de er
- Lærer om skapninger som lever under ekstreme forhold på jorda
- Blir bevisste på hvordan forskerne leter etter liv andre steder i verdensrommet, både etter intelligent liv, små organismer, og etter hele verdener utenfor vårt eget solsystem
- Ser noen utfordringer og begrensninger og fordeler med lange romreiser

## Innhold

Kort om oppgaven .....	1
Læringsutbytte.....	1
Å reise i verdensrommet.....	3
Kolonisering.....	3
Oppgaver .....	4
Utfordringer som må løses .....	5
Mikrogravitasjon.....	5
Vakuum og fravær av luft.....	5
Stråling.....	6
Grunnleggende menneskelige behov .....	6
Utfordringer med langturer .....	7
Hvordan vil framtida se ut? .....	7
Oppgaver .....	8
Planetary Protection.....	9
Hva er Planetary Protection? .....	9
Hva er et «romvesen»? .....	10
Forurensing går begge veier .....	11
Oppgaver .....	12
Hvem eier Mars, og hvem har ansvaret?.....	13
Oppgave .....	13
Debatt.....	13

## Å reise i verdensrommet

Helt siden tidenes morgen har vi mennesker vært opptatt av verdensrommet. I oldtiden studerte de sola, månen og stjernene og i de fleste tilfeller ble himmellegemene forbundet med guddommer. Etter hvert som vi har utviklet teknologi til det har menneskeheten reist utenfor jordas trygge atmosfære, først bare med teleskoper, deretter med ubemannede sonder, og til slutt har mennesker reist ut og satt sine fotavtrykk på månen og på romstasjoner plassert i bane rundt jorda.

Siden 2000 har det alltid vært astronauter ute i verdensrommet, bosatt på den internasjonale romstasjonen. Der har de forsket og undersøkt og prøvd å forberede menneskene på det neste steget i romhistorien. Lange romreiser og kolonisering av andre planeter.

### Kolonisering

En koloni. For de fleste er kanskje dette et negativt ladet ord som står for erobring, undertrykkelse og kontroll. I 1960 bestemte FN at alle kolonier skulle oppløses og ingen andre skulle opprettes. Men de siste årene har dette ordet fått en litt annen betydning. Romorganisasjonene har begynt å tenke på å kolonisere verdensrommet. Ettersom vi ikke har funnet spor etter andre sivilisasjoner ute i verdensrommet, innebærer dette bare at vi reiser til en planet og starter en bosetning der.

Forhåpentligvis vil ikke dette skade eller undertrykke noen. Å reise og lage bosetninger på andre planeter har blitt mer og mer interessant for menneskene etter hvert som jorda blir mer og mer overbefolket, og mer og mer forurenset. Noen tenker at å reise ut i verdensrommet blir menneskenes redning, andre tenker at det bare er for å utforske, eller fordi det er kult.



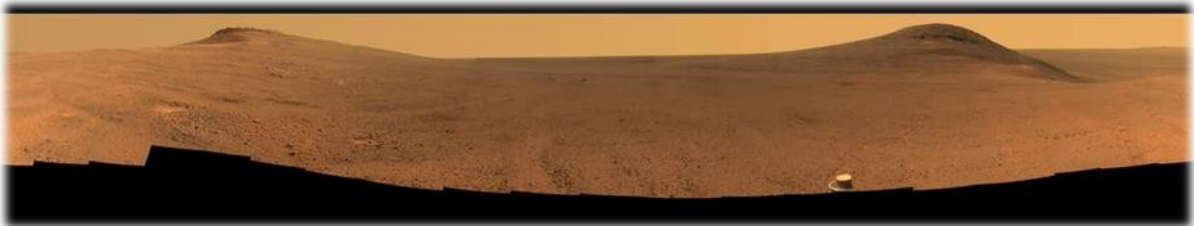
Bilde: ESA

Uansett grunn, vil nok dette være et veldig aktuelt tema i flere tiår framover. Det er bare noen problemer vi må løse først. Menneskekroppen tåler ikke miljøet i verdensrommet særlig bra. Mikrogravitasjon, strålingsfare, mangel på luft, vann og mat, og ikke minst tida det tar å reise i rommet. Dette er noen av de utfordringene romorganisasjonene må løse før vi kan sende mennesker på langtur i verdensrommet.

## Oppgaver

Les teksten over og tenk gjennom hva lange reiser og opphold i verdensrommet vil ha å si for menneskene, både i positiv og i negativ retning. Prøv å finne svar på spørsmålene.

1. De store romnasjonene mener at de skal klare å sende mennesker tilbake til månen og deretter til Mars i løpet av det neste tiåret. Hvor sannsynlig tror dere dette er?
2. Hvilke utfordringer kan skape problemer for lange romreiser?
3. Hvilke etiske problemstillinger mener dere kan oppstå ved reiser i verdensrommet?
4. Hvorfor kan noen mene at ordet «koloni» kan ha en negativ betydning?



## Utfordringer som må løses

### Mikrogravitasjon

Tyngdekraften er det første som avgjør hva som er grensa til verdensrommet. Når vi beveger oss opp fra bakken og kommer omtrent 100 kilometers høyde, sier vi at vi er i verdensrommet. Denne grensa kalles Karmanlinja, og er satt fordi det er der forskerne mener at jordas tyngdekraft begynner å slippe taket. Selvsagt virker tyngdekraften fortsatt, men det skal mindre krefter til for å slippe unna.

Alle objekter med masse trekker på hverandre, og denne krafta kalles gravitasjon. For eksempel så er det en gravitasjonskraft som virker mellom deg og jorda. Gravitasjonskrafta mellom deg og jorda gjør at du trekkes ned mot bakken (eller senter av jorda).

Akselerasjonen du får på grunn av denne krafta kalles gravitasjonsakselerasjon (eller tyngdeakselerasjon) og er på jordoverflata i snitt  $9,81 \text{ m/s}^2$ . Når astronauter skytes opp i sine raketter på tur ut i verdensrommet, kan de utsettes for flere ganger dette tallet. I en Soyus-rakett, utsettes astronautene vanligvis for omtrent 4 g (4 x akselerasjonen fra jorda).

Gravitasjonskrafta er også avhengig av avstanden mellom objektene, derfor vil tyngdekrafta bli svakere etter hvert som de kommer høyere opp i atmosfæren og ved Karmanlinja blir g-krafta omtrent null, det er et vi kaller mikrogravitasjon. Der vil astronautene føle at de svever fritt. Dette må jo være en herlig følelse, kan vi kanskje tenke, men det fører med seg en del problemer.

Musklene og skjelettet i kroppen vår styrkes av å holde vekten av oss stående på jorda. I vektløs tilstand trenger ikke musklene og skjelettet å jobbe så mye, og det svekkes. På grunn av dette er det viktig at astronauter som oppholder seg i verdensrommet over lengre perioder trener mye.



### Vakuum og fravær av luft

I tillegg til at tyngdekraften forsvinner når vi kommer utenfor jordas atmosfære, forsvinner også lufttrykket. Fravær av trykk, kalles vakuum. Menneskekroppen er tilpasset trykket vi har på jorda, og vi tåler dårlig at det blir endringer. Det de fleste elever har erfaring med er kanskje flyturer hvor de får «dotter» i ørene. Dette oppstår på grunn av et fall i lufttrykket etter hvert som flyet stiger i høyde.

I romfartøy er det kunstig trykk, sånn at astronautene kan oppholde seg der. Hvis astronautene skal bevege seg utenfor romfartøyet, for eksempel om noe utenfor skal vedlikeholdes eller repareres, må de ha på seg romdrakter som lager trykk og atmosfære som passer til astronauten.

Mange science-fiction filmer vil ha oss til å tro at menneskekroppen eksploderer i vakuum, men dette er faktisk ikke tilfelle. Huden vår er så sterk at den klarer å holde på det innvendige trykket, men det er neppe en hyggelig opplevelse skulle man blitt utsatt for det. Vakuum betyr også fravær av luft, så

det betyr at man ikke vil være i stand til å puste. All væske i kroppens som eksponeres for vakuum vil begynne å koke, i første omgang vil dette være øyne og tunge.

Ved et uhell i 1965 ble en NASA-astronaut utsatt for vakuum. Han mistet bevisstheten etter 15 sekunder, men kom til seg selv igjen kort tid etterpå, da trykket kom tilbake i rommet. Han kunne fortelle at det siste han husket var at spyttet på tunga hans boblet. Astronauten kom heldigvis fra uhellet uten skader.

## Stråling

Vi som bor på jorda er godt beskyttet på flere måter, men med det samme romforskere beveger seg utenfor det beskyttende atmosfærelaget blir de plutselig bombardert med farlig stråling fra flere kilder.

Stråling er en form for energi som kommer i bølger eller stråler. Synlig lys er en form for stråling, men det er den strålingen vi ikke kan se, som er den farlige.

Dette kan være ørsmå partikler som trenger inn gjennom alle materialer og kan gjøre stor skade på alt det treffer.

Den internasjonale romstasjonen befinner seg i en bane rett innenfor magnetfeltet til jorda. Det betyr at astronautene om bord er noe beskyttet, men likevel er de utsatt for ti ganger så mye stråling som vi er på jorda. Dersom vi skal bevege oss enda lenger ut i verdensrommet, enten det er for å vedlikeholde satellitter i høy jordbane, eller på lengre ferder, til for eksempel månen eller Mars, vil strålingen bli betydelig større. Dette kan bety mye for helsa til astronautene.

Astronauter som utsettes for mye stråling har en større risiko for å utvikle sykdommer, som strålingssyke, kreft, svekkelse av nervesystemet og andre svekkelsesykdommer. Dette er også årsaken til at yngre astronauter har en lavere grense enn de som er eldre, fordi det forventes at de skal ha en lengre levetid.

Det jobbes kontinuerlig med å lage bedre beskyttelse mot stråling, både for romfartøy og i romdrakter. Det er produsert materialer som begrenser strålingen noe. Disse materialene er ofte forsterket med hydrogenmolekyler, som har vist seg å være svært motstandsdyktige. Det er også gjort forsøk med bruk av kvikksølv som beskyttelse, og bruk av vann som strålings skjold. Alt dette kan være med på å begrense strålingsfaren for astronauter og utstyr i romfartøy.

## Grunnleggende menneskelige behov

Hva trenger vi mennesker for å overleve? Jo, bortsett fra luft og de tingene vi allerede har snakket om, trenger vi vann, mat og ly. Vann og mat tar for mye plass og veier for mye til at vi kan ha med oss store mengder av dette på lange reiser i verdensrommet. Allerede har vi metoder som kan lage vann. Dette brukes for eksempel på den internasjonale romstasjonen.

## Utfordringer med langturer

En reise til månen tar omtrent 4 dager, så en tur-retur dit tar jo ikke mer enn en drøy uke. Hvis vi sier to uker, har vi god tid til å utforske månelandskapet i tillegg. Det største problemet her vil være strålingsfaren. Månen har ingen atmosfære eller magnetfelt som beskytter mot farlig stråling. Likevel mener man at dette er en overkommelig utfordring ettersom det er en forholdsvis kort reise og astronautene blir utsatt for stråling over kortere tid.

La oss nå reise til Mars. En slik tur vil ta 7 måneder, en vei. Deretter må astronautene kunne klare seg på Mars i minst to år før planetene igjen er i rett avstand fra hverandre, så vi kan reise mellom dem på en enkel måte. I likhet med månen har Mars lite beskyttelse i form av magnetfelt og atmosfære. Den røde planeten har litt av begge deler, men for lite til at det beskytter noe særlig mot stråling. En del forskere har så langt kommet fram til at den tryggeste måten å starte utbygging av Mars på, vil være å gå under bakken. Der kan kolonistene være mer beskyttet mot farlig stråling



Bilde: Space-X

## Hvordan vil framtida se ut?

Dette er et stort, og til dels etisk, spørsmål som menneskeheten må ta stilling til. Her vil det være mange og delte meninger.

Hva om planeten vi finner allerede er bebodd? Ikke nødvendigvis av intelligent liv, men av mikrobiske organismer? Har vi rett til å ta oss til rette der og kanskje ødelegge livsgrunnlaget for de som var der først?

Eller, hva vil skje dersom vi faktisk finner intelligent liv? Hvilke situasjoner kan det føre til?

Dette og mange andre spørsmål, kanskje noen vi til og med ikke klarer å forestille oss, kan dukke opp. Hva kan kolonisering og videre utforsking av verdensrommet føre til?



## Oppgaver

1. Forskjellige planeter har forskjellige forhold. Søk opp svar så du kan fullføre tabellen under.

	Jorda	Månen	Venus	Mars	Jupiter
Gjennomsnittstemperatur	14 °C	130 °C -150 °C	462 °C	-60 °C	-145 °C
Tyngdekraft	Ja	17% av jorda			
Atmosfære	Ja	Nei			
Oksygen	Ja	Nei			

Legg til flere planeter om du vil

2. Tenk gjennom hvordan forholdene på jorda har påvirket hvordan vi mennesker ser ut. Hvordan er vi forskjellige fra andre skapninger? Hvordan ville menneskene sett ut om forholdene på jorda var annerledes?
3. Om ikke så mange år tenker de store romfartsorganisasjonene å sende de første menneskene til Mars for å starte en koloni. Tenk om dette faktisk virker og menneskene bor der i mange år. Etter en stund vil kroppen endre seg for å tilpasse seg forholdene der. På Mars er tyngdekraften mye svakere enn på jorda. Hvordan vil dette endre menneskene? Lyset på Mars er svakere enn lyset på jorda, fordi Mars er lenger unna sola, og det ofte er mye sand i atmosfæren. Hvordan vil dette endre menneskene? Hva med de andre forholdene på Mars?  
Tegn og beskriv hvordan menneskene vil se ut.

## Planetary Protection

### Hva er Planetary Protection?

Planetary Protection, eller Planetbeskyttelse på norsk, kan høres ut som noe rett ut fra Star Wars, hvor en hel hær drar ut i rommet og beskytter oss mot farlige romvesen som kommer for å utslette oss. Men vent nå litt, er det ikke vi som er den sterkeste rasen i vårt solsystem? Er det ikke vi som reiser ut til andre planeter og leter etter liv der?

Helt siden romtidens morgen, i 1956, har forskere og romorganisasjoner vært oppmerksom på faren for kontaminasjon av månen og andre himmellegemer, for ikke å snakke om hva som eventuelt kan komme tilbake til jorda etter en tur i rommet. Allerede i 1958 ble det satt ned en komité for å behandle denne problemstillingen. Denne komiteen, *Committee on Space Research (COSPAR)*, jobber fortsatt for fullt for å sikre at all romvirksomhet skal forbli en vennligsinnet og «ren» vitenskap.

I de siste årtiene har vi mennesker reist rundt i solsystemet vårt, og for bare et par år siden, reiste vi faktisk ut av solsystemet også. Alt og alle som reiser fra jorda er potensielle kilder som kan føre med seg bakterier og andre mikroorganismer ut i rommet.

Naboplaneten vår, Mars, er det nærmeste håpet vi har til å finne liv utenfor jorda. Siden menneskene begynte å utforske den røde planeten har vi ennå ikke klart å utelukke at det kan finnes mikrobielt liv der. Først fant vi is, så har vi funnet tegn på at det fortsatt er flytende vann under overflata. For oss mennesker er vann likestilt med liv, så hva kan vi finne når vi graver oss ned til vi finner det flytende vannet?

La oss si at vi om kort tid finner dette vannet, og at det faktisk «bor» noen der ... Hva da? Hva kan vår nysgjerrighet føre til? Vår lille rover, bygget og testet ut på jorda, har instrumenter som tar prøver av jord og vann på Mars. Tenk om den bærer med seg en eller annen form for jordisk bakterie eller mikrobe. Hva kan det føre til? Det er akkurat dette Planetary Protection handler om.



Bilde: ExoMars rover bygges. ESA

## Hva er et «romvesen»?

Når vi hører snakk om romvesener kan vi fort flire og se for oss grønne menn (eller er de grå?) med store øyne og tynne armer. Men hva er egentlig definisjonen på et utenomjordisk vesen? Skal vi ta det bokstavelig må det vel bli et vesen som holder til et annet sted i verdensrommet enn på jorda? Må det da være snakk om intelligente menneskelignende vesener?



Bilde: Disney Pixar

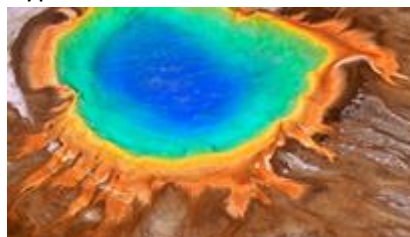
Mesteparten av liv vi mennesker kjenner til, har store begrensninger på hvilke forutsetninger som skal til for at det overlever. For eksempel må temperaturen være forholdsvis stabil, det må ikke bli for kaldt eller for varmt. Stråling er en annen ting som kan være svært farlig for oss mennesker og andre levende organismer.

Likevel har det vist seg at det finnes organismer som kan overleve ekstreme forhold. Disse kaller vi Ekstremofiler. Noen av disse lever under svært radioaktive forhold, i sterke syrer, i ekstreme temperaturer, og til og med inne i metanbobler under isen i Antarktis. Den mest kjente av disse er kanskje bjørnedyret. Denne merkelige lille skapningen kan overleve i både svært lave og svært høye temperaturer, ekstremt trykk og strålingsdoser som er dødelige for andre dyr. I tillegg kan denne skapningen gå uten vann og mat i over 10 år, så den ville ha overlevd de fleste katastrofer.

Et annet hardfør dyr er en type havbørstemark som lever i metanholdig is på havbunnen.



Bilde: Bjørnedyr. forskning.no



Bilde: Grand Prismatic. Yellowstone National Park



Bilde: Westgate Park Lake

Andre organismer som kan være svært motstandsdyktige, er bakterier og alger. Disse finnes i mange former og på mange steder og mange av dem kan overleve både stråling og høye temperaturer. I Yellowstone National Park i USA finner vi Grand Prismatic varme kilder. Der finnes det bakterier som kan overleve temperaturer på over 120 °C. Disse bakteriene gjør at de varme kildene får vakre, skarpe farger.

En type alger som lever i svært saltholdige innsjøer, viser seg å gi en svært interessant effekt. Disse gjør at vannet de lever i får en kraftig rosa farge. I tillegg er det dette som gjør at flamingoene er rosa, fordi algene er en del av maten til de staselige fuglene.

Når vi nå vet at det finnes skapninger som kan overleve i ekstreme forhold, kanskje gjør det muligheten for å finne annet liv i verdensrommet større? Vi tenker oss forholdene på Mars; det er vanligvis ekstremt kaldt, så alt vann på overflata er tykk is. Trykket er lavere enn trykket vi har på jorda og planeten utsettes konstant for stråling fra sola. Det høres ganske så ugjestmildt ut, gjør det ikke? Men ser vi nå på teksten over, hvilke forhold er det noen av livsformene over trives i? Kanskje vil vi en dag finne ekstremofil-romvesener på Mars? Og finner vi først en er muligheten stor for at det er flere. De fleste organismer trenger jo et eller annet økosystem for å overleve, eller i det minste noe å leve av.

## Forurensing går begge veier

Det er flere grunner til å passe på at alt av romfartøyer og utstyr er sterilisert. Først kan vi jo tenke oss hva som vil skje om «marsboerne» ble utsatt for en bakterie fra jorda. Det kunne føre til en epidemi som kunne tatt livet av alt liv på Mars. Eller tenk om et plutselig oppstår en hybrid, ingen kunne forutsagt hvilke følger det ville fått.

Et annet element man må tenke på er jo grunnen til at vi er der ute i første omgang. Vi mennesker er veldig nysgjerrige og reiser i rommet for å utforske. På Mars har vi lett etter liv i mange år allerede. Hva om vi en dag finner tegn på mikrobielt liv som ligner på det vi har på jorda. Spørsmålet vi da må stille oss er kanskje om dette er noe vi har hatt med oss selv, eller er det virkelig en ekte marsboer? Hvis vi ikke kan være sikker på svaret på dette spørsmålet, blir jo heller ikke forskningen til å stole på.

Så har vi selvfølgelig faren for at vi kan ha fått med oss fremmede organismer tilbake til jorda etter en tur i verdensrommet. Hva om noe fester seg til et romfartøy mens det er ute på romreise, eller besøker et annet himmellegeme, og så kommer dette i kontakt med liv på jorda. Det kan få katastrofale følger for menneskeheten og alt biologisk liv på jorda.



Bilde: Shutterstock.com

## Oppgaver

1. Hvorfor tror du det er så viktig for oss mennesker å lete etter liv på Mars og andre planeter?
2. Hva hvis vi finner liv på en planet, dette må ikke nødvendigvis være intelligente vesener, kanskje er det bakterier eller annet mikrobisk liv. Hvordan skal vi forholde oss til det?
3. Dersom vi skulle finne liv på Mars, hvordan kan vi være sikre på at dette er liv som hører til på Mars og ikke noe vi har tatt med oss på reisen?

## Hvem eier Mars, og hvem har ansvaret?

Planetary Protection er etablert for å sikre at vi i vår søken etter svar ikke forurenses liv på andre planeter, eller tar med oss noe som kan være ødeleggende for liv på jorda. Gjennom romalderen har ikke dette bare blitt en målsetting, men faktisk en lov som alle romfarende nasjoner må forholde seg til.

Dette lovverket betyr at det finnes satte kriterier for alle romsonder, enten det er satellitter eller romskip som skal ta mennesker ut på eventyr, og de skal bygges i sterile omgivelser. I tillegg skal utstyr og instrumenter gjennomgå forskjellige typer rensing. Dette kan for eksempel være vask med sterile væsker eller temperaturbehandling over lange perioder. En marslander kan gjennomgå opptil 3000 forskjellige mikrobiologiske prøver før den kan skytes opp. Flere instrumenter holdes faktisk innestengt i sterile omgivelser til etter at de har landet fartøyet på Mars.

Altså finnes det lover, men hvem er det som skal håndheve dem? Hvem er det som ser til at lovene følges? For å kunne finne svar på det må vi kanskje først vite hvem som eier Mars.

### Oppgave

Gjør søk på internett for å finne ut av hvem det er som eier og bestemmer over Mars. Se også om du kan finne noe om hvem det er som har ansvar for å håndheve romloven.

Tips til søkeord/setninger: romlov, romrett, space law, United Nations Office for Outer Space, UN-Space

<https://www.jus.uio.no/nifs/forskning/aktuelle-saker/2019/romrett.html>

### Debatt

En dag i framtida møtes en gruppe mennesker for å bestemme om vi skal sende mennesker til Mars eller andre planeter for å gjøre dette til sitt faste hjem.

Du skal nå forberede argumenter til debatt om kolonisering av verdensrommet. Bestem om du er **for** kolonisering av verdensrommet, eller om du er **mot** kolonisering av verdensrommet.

Finn argumenter for din mening og forbered en presentasjon/innlegg for ditt ståsted. I debatten må du være forberedt på å forsvare innleggene dine.