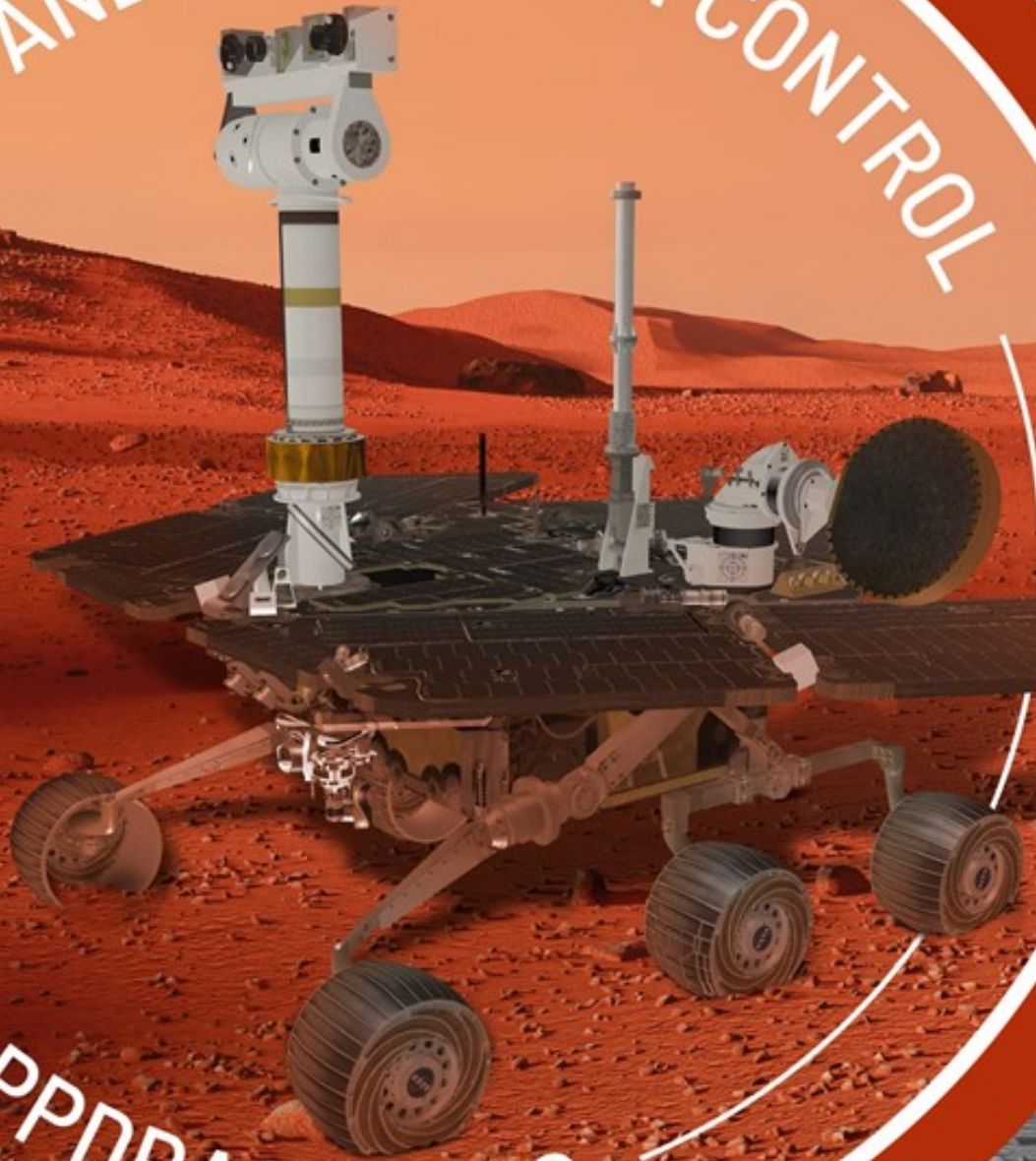


ANDØYA MISSION CONTROL



OPPDRAG: MARS

Planetary Protection



Kort om aktiviteten

Planetary Protection- Planetbeskyttelse- høres nesten ut som noe fra en Star Wars- film, gjør det ikke? Så ille er det kanskje ikke, men det er et viktig element å tenke på når vi reiser ut i verdensrommet og skal «erobre» nye planeter og himmellegemer.

Tenk om det finnes en eller annen form for liv på Mars, eller et annet sted vi reiser til. Hvilke konsekvenser kan det få for det utenomjordiske livet når vi mennesker begynner å trampe rundt på den planeten? Eller for å snu det på hodet, tenk om vi plukker med oss en utenomjordisk bakterie med hjem til jorda? Hvilke konsekvenser kan det få for menneskene?

I denne ressursen ser vi på konsekvensene av dette, både fra et biologisk ståsted, men ikke minst det etiske ved en slik interplanetarisk interaksjon.



Læringsmål

- bruke og lage modeller for å forutsi eller beskrive naturfaglige prosesser og systemer og gjøre rede for modellenes styrker og begrensinger
- gi eksempler på dagsaktuell forskning og drøfte hvordan ny kunnskap genereres gjennom samarbeid og kritisk tilnærming til eksisterende kunnskap
- beskrive hvordan forskere har kommet fram til evolusjonsteorien og bruke denne til å forklare utvikling av biologisk mangfold
- gi eksempler på og drøfte aktuelle dilemmaer knyttet til utnyttelse av naturressurser og tap av biologisk mangfold

Verdi, relevans og tverrfaglighet

Naturfag, samfunnsfag, KRLE,



Innhold

Kort om aktiviteten.....	1
Læringsmål.....	2
Verdi, relevans og tverrfaglighet.....	2
Hva er Planetary Protection?.....	4
Hvem eier Mars, og hvem har ansvaret?.....	5
Hva er et «romvesen»?.....	5
Forurensing går begge veier.....	6
Ikke alle spiller på lag.....	7
Etikk og refleksjon.....	8
Aktivitet 1 Å dyrke bakterier.....	9
Aktivitet 2 Hva er «rett og galt».....	10
Aktivitet 3 Hybridraser.....	11
Kilder.....	11



Hva er Planetary Protection?

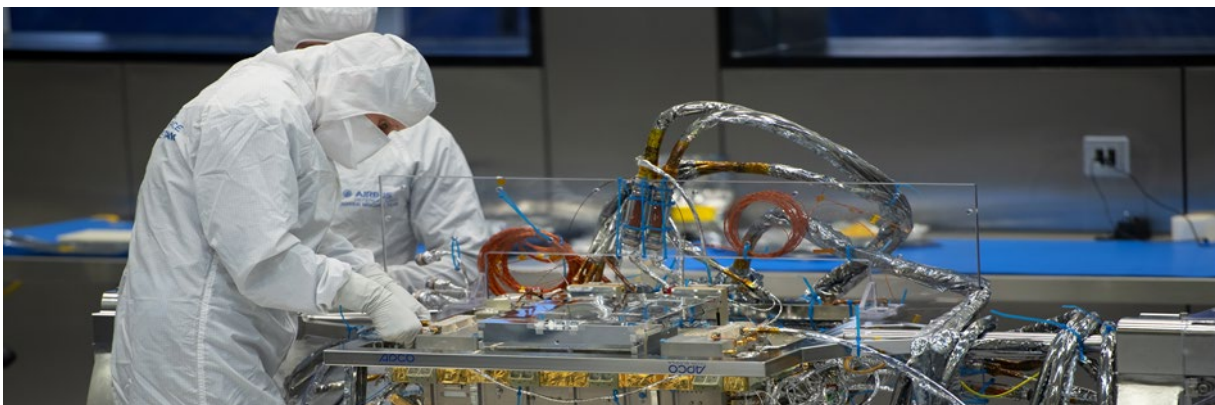
Planetary Protection, eller Planetbeskyttelse på norsk, kan høres ut som noe rett ut fra Star Wars, hvor en hel hær drar ut i rommet og beskytter oss mot farlige romvesen som kommer for å utslette oss. - Men vent nå litt, er det ikke vi som er den sterkeste rasen i vårt solsystem? Er det ikke vi som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



Hvem eier Mars, og hvem har ansvaret?

Planetary Protection er etablert for å sikre at vi i vår søken etter svar ikke forurensrer 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.

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

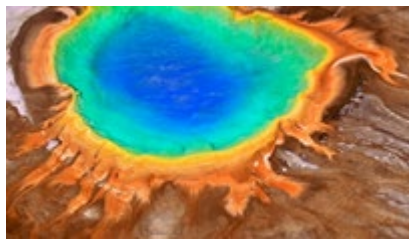


merkelige lille skapningen kan overleve i både svært lave og svært høye temperaturer, ekstremt trykk og strålingsdoser som er dødelige for andre dyr. I tillegg kan denne skapningen gå uten vann og mat i over 10 år, så den ville ha overlevd de fleste katastrofer.

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.

Andre organismer som gir en interessant effekt, er alger som lever i svært saltholdige innsjøer. Disse gjør at vannet 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.

For mer informasjon om ekstemofiler se: <https://astrobiology.nasa.gov/> og «The Life of Extremophiles» av Christopher Brooks, BBC Scotland <http://www.bbc.co.uk/nature/21923937>

Når vi nå vet at det finnes skapninger som kan overleve i ekstreme forhold, gjør det kanskje 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.

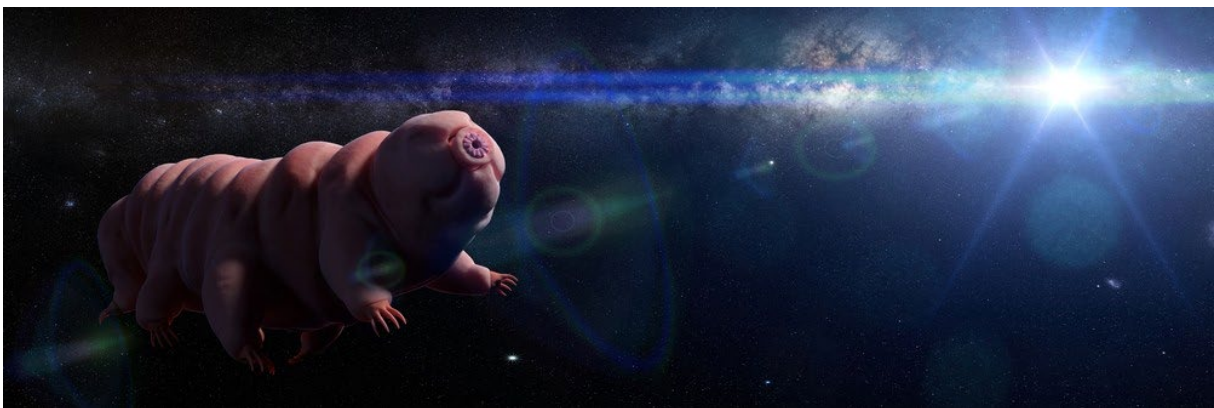
Forurensing går begge veier

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 det 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 her.



Bilde: Shutterstock.com

Ikke alle spiller på lag

De siste årene har denne problemstillingen økt i takt med antall deltakere i romkappløpet (selv om det ikke lenger kalles det, kommer flere og flere nasjoner til i kampen om verdensrommet, og konkurransen er like stor som før, om ikke større). Ikke alle er like opptatt av reglene som de store romnasjonene og forskningsinstitusjonene.

Mange av de nye aktørene er private bedrifter som ser mot verdensrommet til kommersielt bruk. Mikroskopisk liv er ikke like viktig for turisme, og alle forhåndsregler om sterilisering og bakterietesting gir ekstra kostnader. Ettersom det ikke finnes noen global kontrollerende instans på dette området, er det heller ikke noen som kan se til at reglene håndheves.

Et eksempel på et privat foretak endte med et smell og spredning av biologisk materiale våren 2019. Et israelsk romfartøy, under privat ledelse, hadde planer om å lande «en ark» (ja, som Noas ark) på månen. Enten visste de ikke om det biologiske lageret som finnes inne i fjellet på Svalbard, eller så tenkte de at månen er et tryggere sted. Uansett, det ble sendt ut en sonde med store mengder data om livet på jorda, samt et utvalg av levende organismer i form av DNA fra mennesker, dyr og planter. I tillegg sendte de med en stor mengde bjørnedyr i dvale. Denne sonden, eller arken, mistet kontakten med jorda rett før landing og



endte med et smell mot månens overflate. Med det er det stor fare for at alt av organiske materialer i sonden ble smurt utover månekrateret. Hvilke konsekvenser kan det få?

Etikk og refleksjon

Interplanetariske reiser, enten de er bemannede eller ubemannede, gir utfordringer av forskjellig slag, og mange av dem er etiske problemstillinger.

En reise som kan vare i mange måneder, eller til og med år, og hvor det i verste fall er snakk om en enveistur for astronautene, blir det første store spørsmålet. Har romorganisasjonene rett til å be astronauter om å ta en slik reise, selv om det bare er på frivillig basis? Har vi forutsetninger nok til å se hvilke konsekvenser dette vil få? Hvordan kan astronautene trene på en slik reise? Er isolasjonstrening over en periode tilstrekkelig øvelse før man vier resten av sitt liv?

Etter at vi lander på andre planeter eller himmellegemer vil vi kanskje komme bort i et annet dilemma, nemlig utenomjordisk liv. Helt i starten av vår utforsking og eventuelle oppdagelser av utenomjordisk liv kan vi måtte spørre oss om hvem vi skal beskytte. Hva gjør vi om vi en dag finner liv et annet sted i verdensrommet? Dersom det er mikrobielt liv, hvordan skal vi behandle det? Om vi finner intelligent liv, hvem skal ta kontakt? Hvordan skal de behandles?

Det etiske dilemma kan dras ut i det uendelige. Og slike spørsmål vil nok dukke opp etter hvert som vi lærer mer og mer. Og kanskje det som vil vise seg å være vanskeligst er å beherske de situasjoner som kunne oppstå, som vi ikke har klart å forestille oss på forhånd. I et uendelig univers kan vi være garantert å møte noe vi ikke forstår. Hva da?



Aktivitet 1 Å dyrke bakterier

Bakterier finnes overalt på jorda, og kanskje andre steder i universet også. I denne aktiviteten kan elevene utforske bakterier i sitt eget nærmiljø.

Diskuter først i klassen hvor det kan være mulig å finne bakterier. De fleste elever vil komme på mange forslag. Dersom de trenger litt hjelp kan man foreslå å lete etter områder der mange bruker hendene, dørhåndtak, gelender etc. Noe mange kanskje har godt av å tenke over er overflaten på mobiltelefonen, eller tastaturet på en PC.

1. Det er flere muligheter når man skal dyrke bakterier. Den enkleste måten er å skaffe til veie Petrifilm. Petrifilm er små lapper med en slags tape hvor man kan dyrke bakterier. Trykk filmen (tappen) mot flaten der dere ønsker å ta bakterieprøve.
2. Alternativt kan dere skaffe til veie petriskåler og agar, dette finner dere hos forhandleren for realfagsutstyr, (eks Fybikon eller Frederiksen). Da kan elevene være med på å forberede forsøket på et litt annet nivå enn å bare ta prøver. Her kan de lære mye om hvor viktig det er med renslighet i forberedelsene.

La elevene ta prøver på forskjellige steder de tenker det kan være mange bakterier. Kanskje noen også kan ta en prøve av uvaskede hender og deretter nyvaskede hender?

Etter noen dager vil dere se at det begynner å vokse bakterier. Nå kan elevene studere prøvene. Hvor er det svært stor vekst og hvor er det lite? Er det noen overraskelser?

Hva skjer om det dryppes litt antibac på bakteriene? (her vil nok ikke elevene se så mye annet enn at fargen endres på bakteriene, men det betyr faktisk at de dør)



Aktivitet 2 Hva er «rett og galt»

Se på spørsmålene fra kapitlet om etikk og refleksjon. Start en diskusjon med klassen om det tema du som lærer ønsker å fremme. Er elevene stort sett enige eller er det stor spredning i meningene?

I enkelte tilfeller kan det lages et debattpanel hvor grupper skal fremme hver sin mening.

Forslag til spørsmål:

- Er det rett av romorganisasjoner å be astronauter om å dra på en enveis reise, selv om det er frivillig? Klarer vi mennesker å forstå hvilke påkjenninger det vil føre med seg?
- Er noen måneders isolasjonstrening tilstrekkelig forberedelse til slike reiser?
- Hvem skal eie verdensrommet?
- Om vi finner mikrobielt liv på Mars og en eventuell menneskelig koloni vil påvirke eller ødelegge dette. Har vi da rett til å «ta over» planeten?
- Hva om vi ved et uhell får med oss fremmede bakterier tilbake til jorda etter å ha vært på Mars. Hvilke konsekvenser kan dette få?
- Har vi mennesker rett til å drive forskning på bekostning av andre arter bare for å stille vår nysgjerrighet? For eksempel om vi finner bakterier på Mars. Kan vi høste dem inn for å drive forskning, selv om det vil ødelegge dem?
- En dag inn i framtida oppdager vi intelligent liv et sted ute i verdensrommet og vi har mulighet til å ta kontakt. Skal vi gjøre det? Hvem er det i så fall som skal snakke for alle jordboere? Hvordan skal de behandles?



Aktivitet 3 Hybridraser

En dag langt fram i tid har mennesker bosatt seg på andre planeter, for eksempel Mars eller månen Europa. Etter hvert som bosettingen utvikler seg, kommer menneskenes bakterier i kontakt med bakterier fra den andre planeten. Hvilke konsekvenser kan dette få?

Kilder

- <https://www.esero.no/ressurser/grunnskolen/#amc>

