

4 Jorda

Planeten vår

Hvorfor finnes det så mange vulkaner på Island? Hva er det som gjør at flaskepost som kastes i havet i Florida, kan dukke opp langs kysten i Norge? Og hva er egentlig drivhuseffekten? I dette kapitlet vil du lære om hvordan jorda er bygd opp, hvordan havet oppfører seg, og hva som skjer i luftlaget rundt jorda.

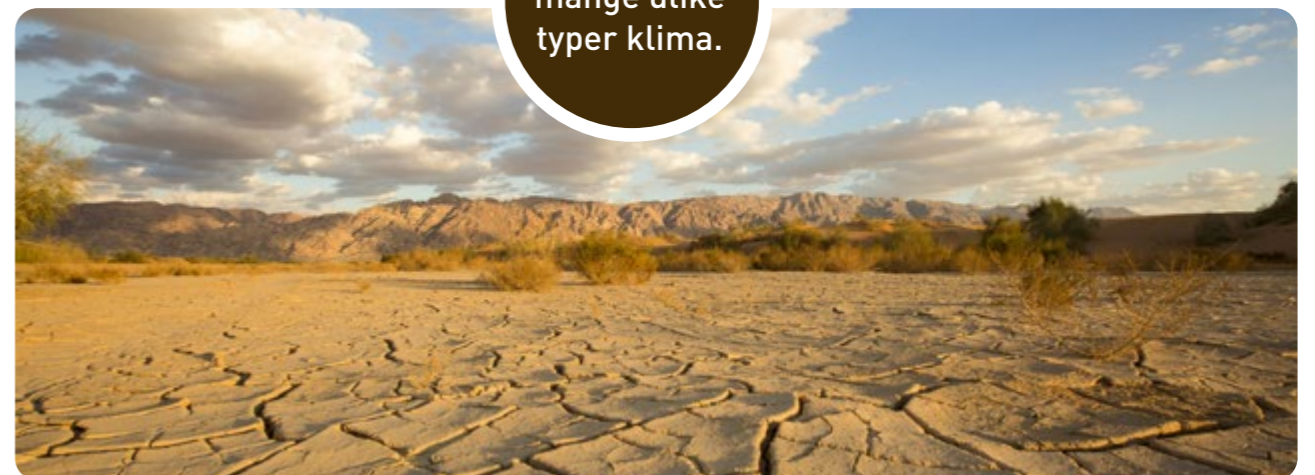
Mesteparten av jordas overflate er dekket av hav, men noen steder stikker landområder opp av havet. Store, sammenhengende landområder kaller vi *kontinenter*. Ved å lære hva som skjer når kontinentene beveger seg, vil du forstå mer om hvorfor jorda ser ut som den gjør med fjell, hav og landområder. Du vil også lære om hvordan luft- og havstrømmer påvirker klimaet ulike steder på kloden.

Viktige begreper

- Jordskorpeplater
- Platetektonikk
- Atmosfæren
- Drivhuseffekt
- Ozonlaget
- Klima
- Havstrømmer



Jorda har mange ulike typer klima.





Jorda sett
fra verdens-
rommet

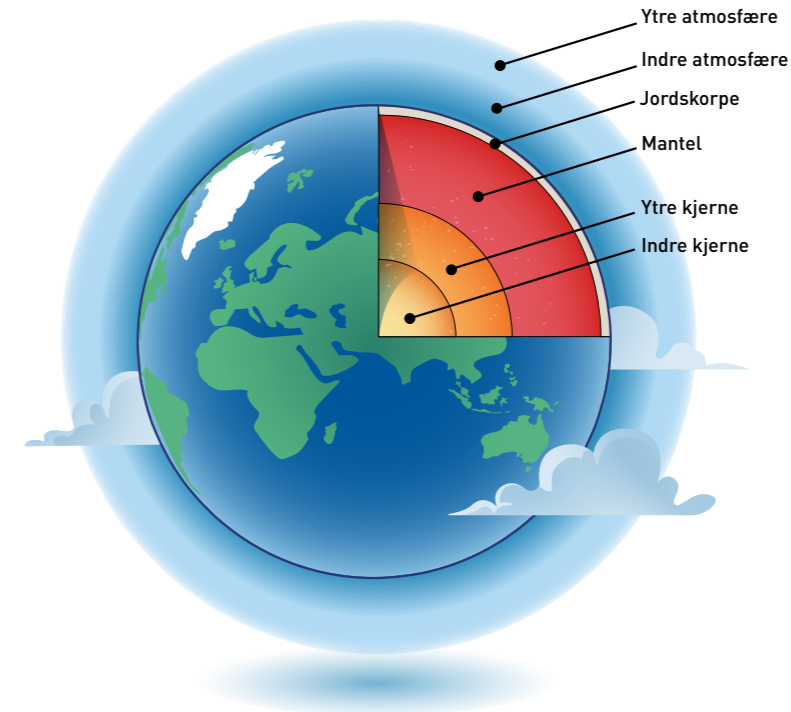
Jorda og atmosfæren

Da jorda ble dannet for 4,7 milliarder år siden, var den først en blanding av gass og støv som tyngdekraften hadde samlet. Høy temperatur gjorde at denne blandingen ble flytende. Etter hvert som jorda ble avkjølt, stivnet den flytende blandingen på overflaten og ble til stein. Slik ble jordskorpa dannet.

Jordas beskyttende luftlag

Rundt jorda ligger det et lag av gasser som holdes på plass av tyngdekraften. Dette luftlaget kalles *atmosfæren*. Atmosfæren beskytter livet på jorda mot farlig stråling fra sola. Det er også her vi finner oksygen som vi mennesker trenger for å leve. Deler vi jorda og atmosfæren i to slik at vi kan se tvers gjennom midten, vil vi se at jorda og atmosfæren er delt inn i lag, fra den indre kjernen i jorda til den ytterste delen av atmosfæren. Temperaturen i den indre kjernen er svært høy, rundt 5000 °C, men temperaturen synker jo lenger ut fra kjernen vi kommer. På jordoverflaten er temperaturen lav nok til at vi mennesker kan leve der.

Jorda og atmosfæren fra innerst til ytterst



- Innerst i jorda er den **indre kjernen**, som stort sett består av jern, nikkel, svovel og krom. Kjernen er i fast form fordi trykket er så høyt.
- Den **ytre kjernen** inneholder jern og nikkel, og er flytende.
- **Mantelen** består av myk og bevegelig stein.
- **Jordskorpa** er den ytre delen av jorda. Den er i fast form og består av ulike typer stein.
- Den **indre atmosfæren** inneholder størstedelen av atmosfærens gasser. Atmosfæren består stort sett av nitrogengass og oksyngengass, men også litt karbondioksidgass, metangass og flere andre gasser.
- I den **ytre delen av atmosfæren** er lufta mye tynnere. I denne delen av atmosfæren finner vi ozonlaget. Ozonlaget beskytter oss mot skadelige stråler fra sola.



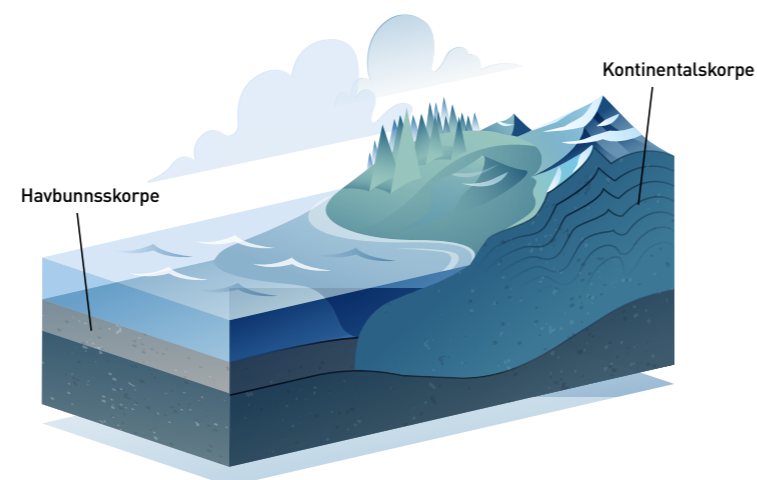
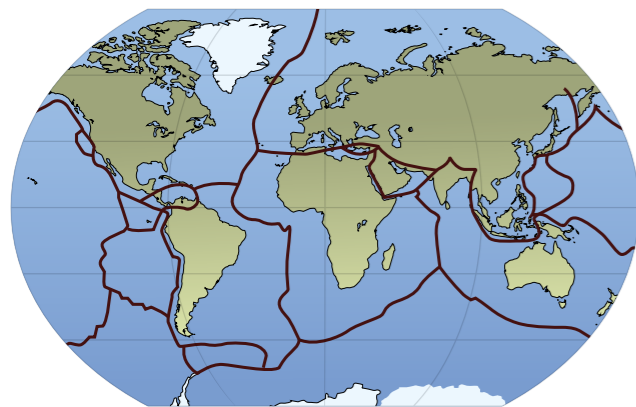
- 1 Hvordan ble jordskorpa dannet?
- 2 Hva er atmosfæren?
- 3 Beskriv de ulike lagene jorda og atmosfæren er delt inn i.

Jordskorpa er i bevegelse

Visste du at alle landområdene på jorda en gang i tiden var samlet i ett stort område? Siden vi nå har kontinenter spredt utover jordkloden, betyr det at de må ha beveget på seg. Men hvorfor beveger kontinentene seg? Og hvordan er disse bevegelsene med på å forme landskapet på jorda?

Jordskorpa

Jordskorpa er delt opp i store plater som passer sammen som brikkene i et puslespill. Vi kaller disse platene for *jordskorpeplater*. Jordskorpeplatene består av *havbunnsskorpe* og *kontinentalskorpe*. Kontinentalskorpa består av landområder og den delen av havbunnen som ligger rett utenfor kysten. Havbunnsskorpa ligger under havet. Platene under havene er ganske tynne, men er lagd av stoffer med høy tetthet. Kontinentalskorpa er tjukkere enn havbunnsskorpa, men den består av stoffer med lavere tetthet. Kontinentalskorpa stikker derfor opp over havoverflaten de fleste steder. Jordskorpeplatene har en gang i tiden vært plassert slik at alle kontinentene var samlet sammen i ett kontinent.



▲ Jorda er delt opp i jordskorpeplater. De tynne havbunnsskorpene og de tjukke kontinentalskorpene utgjør til sammen jordskorpeplatene.

Superkontinentet Pangea



For 300 millioner år siden var alle kontinentene på jorda samlet i ett stort superkontinent. Dette kontinentet kaller vi *Pangea*, et ord som betyr «alt land». Området som i dag er Norge, lå på denne tiden nærmere ekvator. Gjennom hele jordas historie har jordskorpeplatene vært i bevegelse, og det er de fortsatt i dag. For 250 millioner år siden begynte Pangea å sprekke opp i ulike deler som skled fra hverandre. Vi kan fortsatt se spor av at kontinentene har vært samlet i ett stort kontinent. Hvis du for eksempel ser på Sør-Amerika og Afrika på et kart, kan du tydelig se at Sør-Amerikas østkyst passer godt sammen med Afrikas vestkyst.

Jordskorpeplatene beveger seg

Jordskorpeplatene kan bevege seg i ulike retninger. Disse bevegelsene kan føre til at det dannes nye fjell, vulkaner og jordskjelv. Platenes bevegelser er altså med på å forme jordas overflate, både over og under vann. Det er også platenes bevegelser som er grunnen til at kontinentene nå er spredt utover hele jorda og ikke lenger ligger samlet i ett superkontinent.



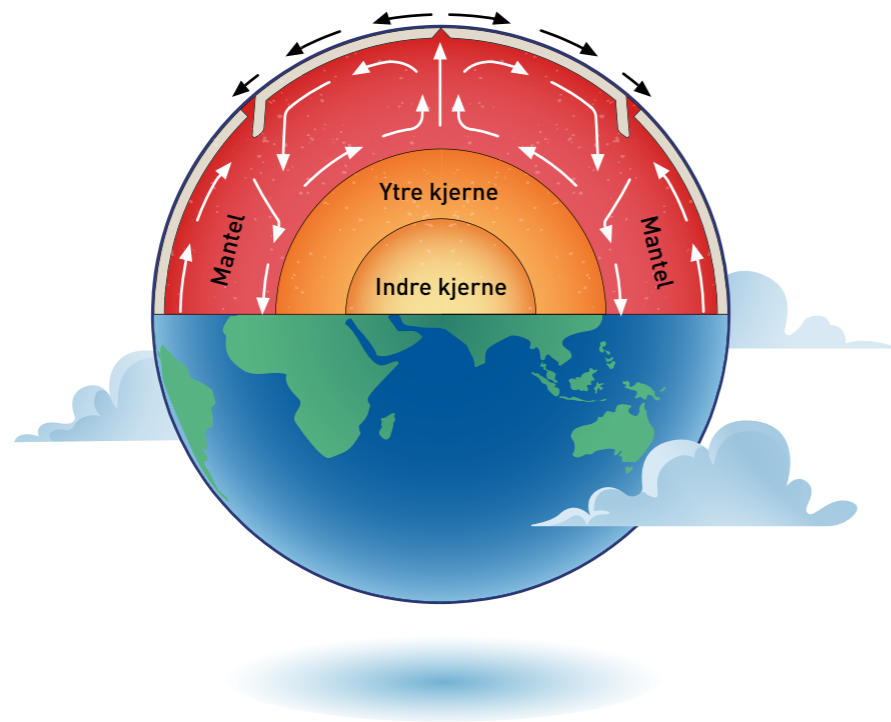
Kontinent eller verdensdel?

Merk deg at kontinent ikke er det samme som verdensdel. Jorda deles inn i sju verdensdeler. Verdensdelene omfatter både landområder, øyer og øygrupper, mens kontinenter er store, sammenhengende landområder. For eksempel er Europa og Asia to ulike verdensdeler, men de ligger på samme kontinent.

Hvorfor og hvordan beveger platene seg?

En viktig årsak til at jordskorpeplatene flytter på seg, finner vi i mantelen som ligger under platene. Mantelen består av myk og bevegelig stein kalt *magma*. Temperaturforskjeller mellom ulike deler av mantelen er med på å lage langsomme strømmer i magmaen. Den varme magmaen nærmest jordas kjerne stiger, mens den kaldere magmaen nærmere jordoverflaten synker. Dette skyldes forskjeller i tetthet. Varm magma har lavere tetthet enn kald magma. Derfor vil den varme magmaen stige og den kalde magmaen synke. Slik dannes det strømmer av magma i mantelen.

Strømmene i mantelen går veldig sakte. Likevel er disse bevegelsene med på å gjøre at jordskorpeplatene beveger seg, opp til noen få centimeter i året. Over millioner av år fører disse bevegelsene til at verdenskartet endrer seg. Jordskorpeplatene kan bevege seg i ulike retninger: mot hverandre, fra hverandre og langs med hverandre. Vi skal nå se nærmere på hva som skjer ved hver av de ulike bevegelsesretningene.

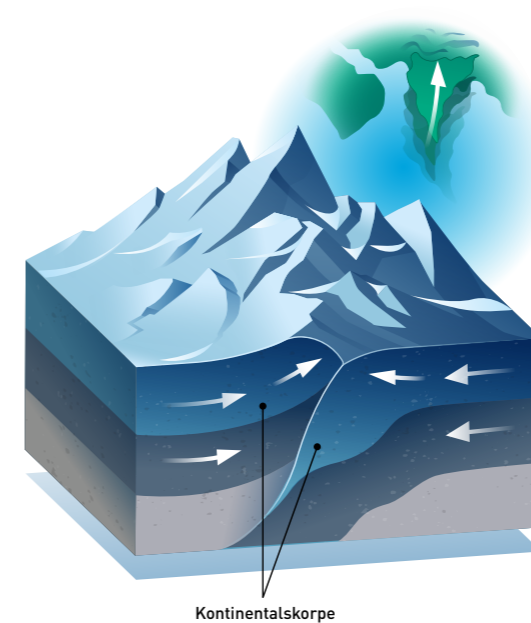


Figuren viser hvordan magmaen beveger seg.

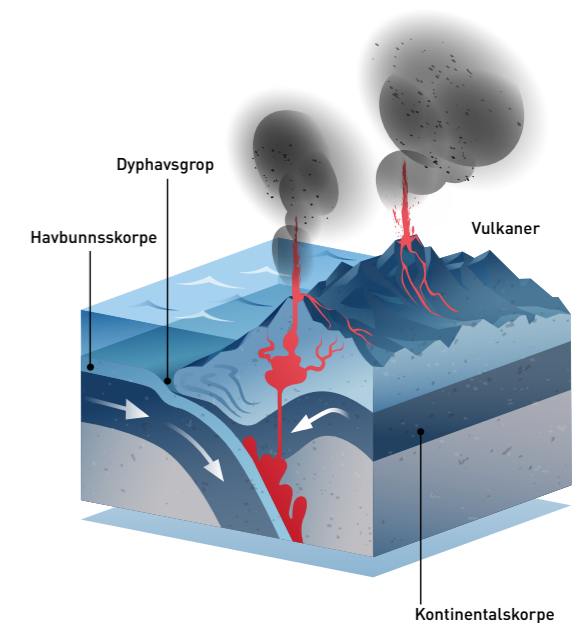
Jordskorpeplater kan presses mot hverandre

Når kontinentalskorper kolliderer, dannes det fjell og fjellkjeder. Mange av de høyeste fjellene og fjellkjedene på jorda ligger der to kontinentalskorper kolliderer. Platene presses mot hverandre slik at kontinentalskorpa brettes eller foldes. Jordskorpa blir derfor tjukkere der platene møtes, og det dannes fjelltopper. Fjell som er dannet på denne måten, kalles *foldefjell*. Himalaya er et eksempel på en fjellkjede av foldefjell. Denne fjellkjeden vokser fortsatt ved at to kontinentalskorper blir presset mot hverandre. Forskere antar at om 1000 år vil fjellene i Himalaya være én meter høyere enn de er i dag.

Der en havbunnskorpe kolliderer med en annen jordskorpeplate, kan det dannes veldig dype groper i havbunnen kalt *dyphavsgroper*. Dyphavsgroper dannes når havbunnskorpe synker ned i magmaen under en annen jordskorpeplate. I prosessen vil kanten på den øverste jordskorpeplaten bøyes nedover. Dermed dannes en dyp grop i overgangen mellom platene. Det finnes flere slike dyphavsgroper på havbunnen. Den dypeste er Marianegropa med en bunn som ligger 11 034 meter under havets overflate. Denne finner vi der stillehavsplaten møter den filippinske havbunnsplaten.



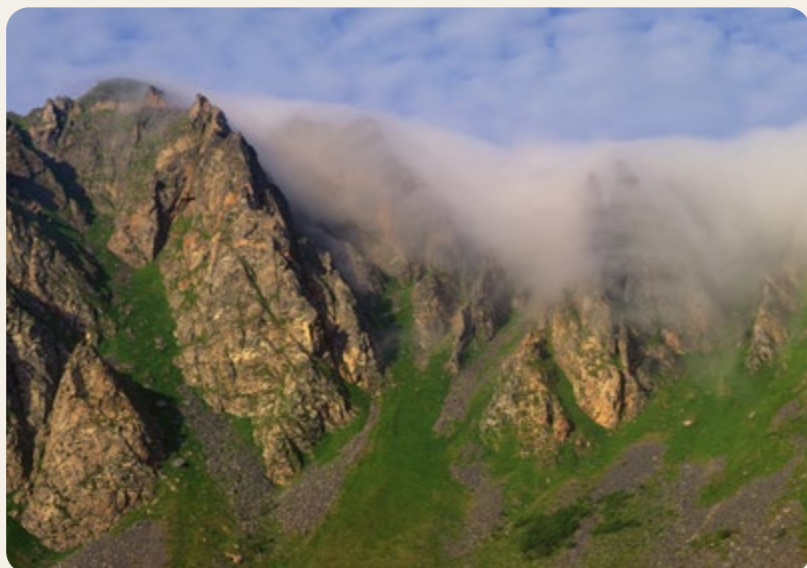
▲ Foldefjell dannes i områder hvor kontinentalskorper kolliderer. Øverst til høyre i figuren ser du hvordan India-platen kolliderer med Asia og danner Himalaya.



▲ Dyphavsgroper dannes når en havbunnskorpe presses inn under en annen plate. Marianegropa er verdens dypeste dyphavsgrop.

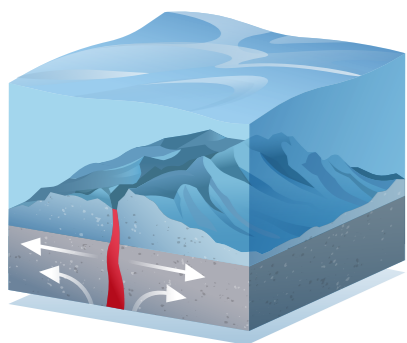
Den kaledonske fjellkjeden

Tidligere fantes det også høye foldefjell i Norge. På den tiden da alle kontinentene var samlet i superkontinentet Pangea, kolliderte kontinentalskorpa Norge ligger på, med en annen kontinentalskorpe. Da disse to platene kolliderte, oppsto Den kaledonske fjellkjeden, som strakte seg fra Nord-Amerika over Irland og til Skandinavia. Denne fjellkjeden var større enn det Himalaya er i dag, men på grunn av istider og krefter som vær og vind har Den kaledonske fjellkjeden blitt mye mindre. I Norge kan vi fremdeles finne rester av fjellkjeden på Vestlandet, i Midt-Norge og i Nord-Norge.



I Nord-Norge, som her på Andøya, finner vi fortsatt rester av Den kaledonske fjellkjeden.

Der havbunnen glir fra hverandre, dannes ny havbunn. Samtidig dannes en midthavsrygg. ▼



Jordskorpeplater kan gli fra hverandre

Der to jordskorpeplater glir fra hverandre, dannes det ny jordskorpe. Grensen mellom jordskorpeplatene som glir fra hverandre, finnes oftest under havet. Her dannes det ny havbunn. Dette kalles *havgunnsspredning*. Ny jordskorpe dannes fordi smeltet stein fra mantelen strømmer opp til havbunnen. Der blir den avkjølt og stivner slik at det dannes ny havbunn.

Slik havgunnsspredning kan skje der to jordskorpeplater under havet driver langsomt fra hverandre og danner en sprekk. På hver side av sprekken vil blokker av havgunnsskorpe heve seg fordi det er høy temperatur under. Slik oppstår det fjellrygger under havet som sammen danner det som kalles en *midthavsrygg*.

Jordskorpeplater kan gli forbi hverandre

Noen steder sklir jordskorpeplater langsmed hverandre i hver sin retning. Da kan de bli hengende fast i hverandre, slik at bevegelsen stopper opp og det bygger seg opp potensiell energi i jordskorpa. Når energien blir stor nok, vil bevegelsen starte igjen med et rykk. Slike rykk merkes som små eller store jordskjelv. California er et eksempel på et område der det ofte er jordskjelv på grunn av jordskorpeplater som beveger seg sidelengs.



◀ Jordskjelv kan utløses når jordskorpeplater krasjer eller glir forbi hverandre.



▲ I Atlanterhavet ligger en midthavsrygg midt mellom landområdene. Havgunnsspredning i dette området fører til at Atlanterhavet blir omtrent 5 cm bredere for hvert år.

- 1 Hva var Pangea?
- 2 Hvorfor beveger jordskorpeplatene på seg?
- 3 Hvordan oppsto Den kaledonske fjellkjeden, som vi kan finne rester av i Norge? Kjenner du til andre fjellkjeder som er dannet på samme måte?





Et vulkanutbrudd er smeltet stein, magma, som trenger opp gjennom jordskorpa fra mantelen.

Vulkansk aktivitet

Vulkansk aktivitet er når magma og gasser fra jordas indre kommer helt opp til jordoverflaten. Dette skjer gjerne i grenseområdene mellom plater som beveger seg mot hverandre eller fra hverandre. Vulkansk aktivitet kan finne sted både over og under vann.

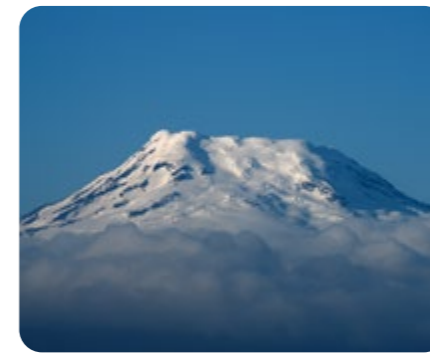
I områder der to jordskorpeplater beveger seg fra hverandre, er jordskorpa tynn, og smeltet stein ligger nær overflaten. I slike områder vil lava ofte tyte ut av revner i bakken og flyte utover før den størkner. Lagene med aske og lava kan etter hvert blir flere kilometer tjukke. Lava kan også tyte opp av et hull og danne vulkanske fjell, også kalt **vulkaner**. Slike vulkaner har en karakteristisk kjeglefasong med et krater i midten.

Mange av de lavadekkede områdene ligger langs midthavsrygger under havoverflaten, men noen steder vokser de seg så store at de dukker opp over vann som vulkanske øyer. Island og Jan Mayen er eksempler på vulkanske øyer som er dannet i områder der havbunnsplater glir fra hverandre. Enkelte steder finner vi også slike vulkaner på land. Blant annet er Afrikas høyeste fjell, Kilimanjaro, et eksempel på en vulkan som ligger i nærheten av to jordskorpeplater som beveger seg fra hverandre.

Smeltet stein fra mantelen kalles magma når den er under jordskorpa, og lava når den er over jordskorpa.

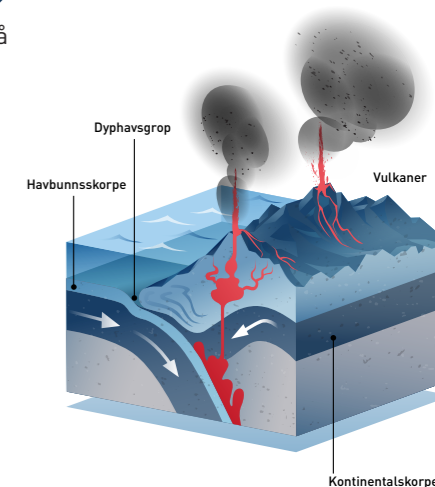


▲ Vulkaner kan dannes der jordskorpeplater glir fra hverandre.



▲ Norges eneste aktive vulkan ligger på øya Jan Mayen utenfor norskekysten.

Der jordskorpeplater presses mot hverandre, dannes vulkaner ved at havbunnskorpe synker ned under en annen jordskorpeplate. Når havbunnskorpa synker ned i mantelen, trekker den med seg mye vann i steinen. Vannet fordampes, stiger opp og gjør den seige magmaen i mantelen tyntflytende. Den tyntflytende magmaen vil stige opp gjennom platen over og samtidig smelte stein på sin vei. Dersom den smeltede steinen når helt opp til overflaten av platen, dannes det en vulkan. Japan og Filippinene er eksempler på vulkanske øygrupper som er dannet på denne måten. På disse øyene finner du noen av verdens mest berømte vulkaner, blant annet Fuji-fjellet i Japan og Krakatau på Filippinene.



▲ Vulkaner kan dannes der plater presses mot hverandre.



▲ Fuji-fjellet er Japans høyeste fjell (3776 meter over havet). Fuji-fjellet er en vulkan, men den har ikke hatt utbrudd siden 1707.

Stadig flere forskere engasjerte seg, og de diskuterte blant annet hvorfor og hvordan platebevegelsene skjer. Til slutt kom *teorien om platedrift* på slutten av 1960-tallet. Denne teorien bygger videre på de to tidligere teoriene, men de to knyttes sammen og videreutvikles til en felles teori. Teorien deler jordas overflate, altså både havbunn og kontinenter, inn i flere jordskorpeplater. Disse platene kan bestå av både havbunn og kontinent, eller kun havbunn. Teorien forklarer videre at disse platene beveger på seg blant annet ved at det dannes ny havbunn. Siden 1960-tallet har denne teorien blitt videreutviklet. I dag kaller vi den for **platetektonikk**, og det er en teori som er allment akseptert av forskere. Teorien om platetektonikk kan forklare hvorfor noen steder på jorda er mer utsatt for jordskjelv og vulkaner enn andre. Denne kunnskapen bidrar til at vi i dag kan forebygge skader forårsaket av jordskjelv og vulkanutbrudd.

Hvordan vet vi at teorien stemmer?

Takket være forskningen til Wegener, Hess og andre er vi i dag helt sikre på at jordskorpeplatene beveger seg, og vi vet mye om hvordan dette skjer. Ikke bare kan vi flere steder på jorda måle denne bevegelsen ved å se hvor mye platene beveger seg fra år til år. Det finnes også mange andre observasjoner som støtter teorien om platetektonikk. Vi skal nå se nærmere på de viktigste observasjonene.



Kontinentenes kyst

Dersom vi ser nøye på verdenskartene, slik som Wegener gjorde, kan vi se at kysten til kontinentene passer sammen nesten som brikker i et puslespill. Du kan for eksempel se at kontinentet med verdensdelen Sør-Amerika kan passe godt inntil kontinentet med Afrika. Det at kontinentenes kyst passer så godt sammen, støtter teorien om at kontinentene kan ha vært samlet i ett kjempekontinent, Pangea.

◀ Kontinentenes kyst passer sammen.

Stein og dyreliv på ulike kontinenter ligner hverandre

Selv om to kontinenter som før hang sammen, nå ligger langt fra hverandre, finnes det ofte spor av samme type stein på begge kontinentene. På noen kontinenter finnes det ulike typer stein som ikke hører helt hjemme der. De må ha blitt lagd under et annet klima enn det som er der i dag. Det tyder på at kontinentene har flyttet på seg etter at steinene ble dannet.

En annen observasjon som viser oss at kontinenter langt unna hverandre hang sammen tidligere, er at de har dyr og planter som ligner. Disse dyrene og plantene vet vi er i slekt med hverandre. Et eksempel på dette er kattedyr. I dag finnes det kattedyr naturlig på alle kontinenter unntatt Antarktis og Australia, som er de to kontinentene som trolig først drev vekk fra Pangea. Vi tror kattedyrene først oppsto i Afrika og senere vandret utover til de andre kontinentene. Vi finner også samme type fossiler på kontinenter som før hang sammen, men som nå ligger fra hverandre. Alt dette tyder på at kontinentene en gang har hengt sammen.

Fossiler

Fossiler er rester av planter og dyr som har blitt bevart inne i ulike jord- og steintyper.



▲ Fossiler, bergarter, dyre- og planteliv som ligner på kontinenter langt unna hverandre, viser tydelig hvordan kontinentene tidligere var samlet.

Hav og havstrømmer

Over to tredeler av jordas overflate består av vann, og vi kaller den ofte for den blå planeten fordi jorda ser blå ut fra verdensrommet. Mesteparten av dette vannet er saltvann i havet, men vi har også flere store ferskvannsinnsjøer og elver på jorda.

Tyngdekraften sørger for at vannet blir på jorda, og siden gjennomsnittstemperaturen ved jordoverflaten ligger på rundt +15 °C, er mesteparten av vannet flytende. Havene er store og dype, og havplanter, fisker og sjødyr kan leve nesten overalt. Havet blir derfor sett på som det viktigste området for liv på jorda.

Vannet i havet beveger seg

På grunn av havstrømmene er havet i bevegelse hele tiden. *Havstrømmer* kan sammenlignes med elver i havvannet som frakter med seg store vannmengder med kaldt eller varmt vann. Mange dyr som lever i havet, bruker disse havstrømmene til å flytte seg rundt mellom verdenshavene. I områdene der varme og kalde strømmer møtes, vil det kalde vannet synke ned under det varme vannet. Når dette skjer, vil det kalde vannet rote opp mineraler fra havbunnen som blir med i havstrømmen. Dette er svært viktig for at livet i havet skal få god tilgang til næringsstoffer.



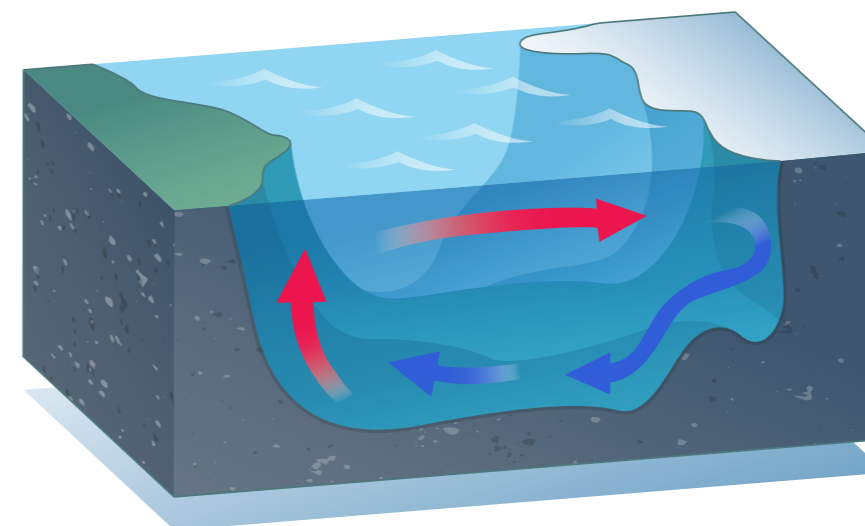
Knølhvalene kommer helt fra Karibia til Kaldfjord i Troms for å forsyne seg av matfatet med sild. Hvalene samarbeider om å fange fisk ved å blåse bobler under vann. Slik samler de silda i midten av en ring av bobler, før de svømmer til overflaten i midten av ringen med åpen munn. ►

Langs norskekysten strømmer det opp kaldt, næringsrikt vann fra dypere ned i havet. Dette er en av grunnene til at vi i Norge kan fange så mye fisk. Havstrømmene har også stor innvirkning på klimaet på jorda. For eksempel sørger Golfstrømmen, som starter utenfor Mexico-kysten, for at nordlige deler av Europa er mye varmere enn de ellers ville vært.

Havstrømmene sirkulerer i en sløyfe

Havstrømmene sirkulerer i en sløyfe gjennom verdenshavene. En viktig grunn til at vannet beveger seg som det gjør, er at kaldt vann synker, mens varmt vann stiger oppover, akkurat som lufta i en varmluftsballong. På samme måte synker vann med mye salt ned mot bunnen, mens vann med lite salt stiger opp. I havet finnes det vann med ulike temperaturer og ulikt innhold av salt, så vannet er i bevegelse hele tiden.

Bevegelsen i vannet kommer av at tettheten varierer: Kaldt vann har høy tetthet, mens varmt vann har lav. På samme vis har vann med mye salt høyere tetthet enn vann med lite salt. Høy tetthet gjør at vannet synker mot havbunnen, mens lav tetthet gjør at det stiger oppover mot overflaten. For å forstå hvordan denne bevegelsen skaper store havstrømmer, skal vi se nærmere på hva som skjer med vannet lengst sør og lengst nord på jorda, det vil si i de polare områdene.



▲ En varmluftsballong stiger fordi varm luft har lavere tetthet enn kald luft.

◄ At kaldt vann har høyere tetthet enn varmt vann, gjør at det kalde vannet synker mot bunnen, mens det varme vannet stiger opp. Forskjeller i tetthet er en viktig drivkraft for havstrømmene.

5 Evolusjon

Livet utvikler seg



Det finnes levende skapninger nesten overalt på jorda. Hvor kommer alle de ulike dyrene og plantene i verden fra? Og hvorfor ligner noen på hverandre og andre ikke? I dette kapitlet vil du lære om hvordan ulike typer planter, dyr og annet liv oppsto, og hvordan de ble så godt tilpasset omgivelsene de lever i.

Tenk på alt levende rundt deg: blomster, insekter eller naboen. Kan det stemme at alle er i slekt? Du ligner kanskje foreldrene dine, eller en av besteforeldrene. Men hvis du drar hundre tusen år bakover i tid, vil likhetene mellom deg og datidens mennesker være mindre tydelige. Og hvis du drar noen titalls millioner år tilbake, vil ikke forfedrene dine engang ligne på dagens mennesker, men være små, pelskledde dyr på jakt etter frukt og insekter oppe i trærne. Hvis du nå tar ordentlig hardt i og rykker tilbake til livets begynnelse for flere milliarder år siden, er forfedrene dine små, mikroskopiske vesener på havbunnen.

Viktige begreper

- Organisme
- Miljø
- Art
- Evolusjon
- Naturlig utvalg

Fossil av fiskegle





▲ Det første livet som oppsto på jorda, var små celler som lignet på bakterier.

Livet oppstår og utvikler seg

Det første livet på jorda oppsto på et sted som ville vært ulevelig for oss, dypt nede i havet rundt kokende varme kilder. Her var det ikke oksygen, og svovelgasser piplet ut fra skorsteinslignende åpninger på havbunnen.

Livet som oppsto her for over 3,5 milliarder år siden, lignet ikke deg og meg. De første levende vesenene var så små at du ikke kunne sett dem uten å bruke mikroskop. De lignet litt på det vi kaller bakterier.

Alle er i slekt

Alt liv vi kjenner til i dag, stammer fra de første levende organismene. Ordet *organisme* kan brukes om alt levende, fra enkle bakterier til planter og dyr. Hvis du følger slekten din langt nok bakover i tid, vil du til slutt ende opp med de første organismene som eksisterte. Fordi vi alle har felles opphav, kan vi si at alt liv på jorda er i slekt.

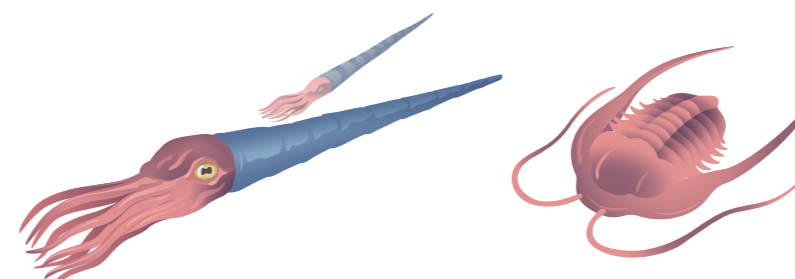


▲ *Etterkommere* er alle som kommer etter noen i slekten. Dine etterkommere vil være dine barn og barnebarn. De som kommer før deg i slekten, kaller vi for dine *forgjengere*. Både foreldrene, besteforeldrene og oldeforeldrene dine er dine forgjengere.

Livet tilpasser seg ulike miljøer

I løpet av de første 3 milliarder årene etter at livet oppsto, spredte de små bakterielignende organismene seg til store deler av jorda. De begynte å leve i ulike omgivelser. Noen fortsatte å leve i mørket på havbunnen, noen flyttet til sollyset nær havoverflaten, mens andre igjen klarte å overleve på den tørre landjorda. Omgivelsene noe lever i, kaller vi et *miljø*. Ulike miljøer har ofte ulik temperatur og ulik mengde sollys og vann.

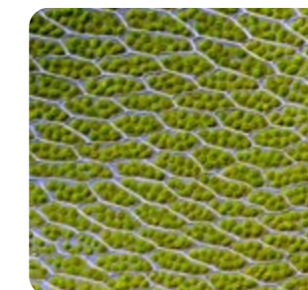
Siden miljøene rundt om på jorda var forskjellige, var det ulike egenskaper som var særlig nyttige for å overleve. Dette førte til at de bakterielignende organismene utviklet seg på forskjellige måter. Noen levde i sollyset nær havoverflaten og begynte å bruke lyset fra sola for å skaffe seg energi slik dagens planter gjør. Andre organismer fikk energien sin ved å spise hverandre eller stoffer i omgivelsene. De forskjellige miljøene og konkurransen med andre levende organismer om å overleve gjorde at livet utviklet seg på mange ulike måter, nøye tilpasset miljøet organismene levde i.



◀ Mange ulike typer organismer utviklet seg da de første større organismene oppsto. Etter hvert utviklet noen av dem hardt skall, og dette har gjort det mye lettere å finne spor etter dem.

De første større organismene oppstår

Cellen er den minste levende delen organismen kan bestå av. I 3 milliarder år etter at livet oppsto, var alle levende organismer små og besto av én eneste celle. Men for litt over 500 millioner år siden skjedde det en dramatisk endring i livet på jorda. I havet utviklet det seg dyr som besto av flere celler som samarbeidet. Cellene spesialiserte seg slik at de fikk ulike oppgaver i organismene. Noen celler ble for eksempel muskelceller som gjorde at dyrene kunne bevege seg, mens andre ble til hudceller som beskyttet dyret.

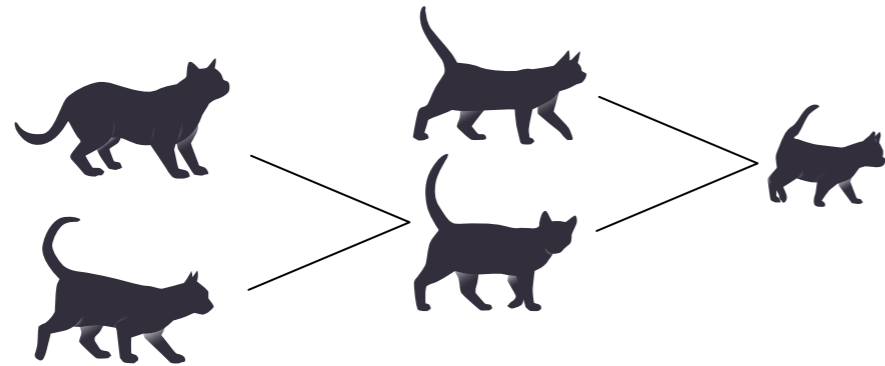


▲ Planter og dyr består av mange celler som samarbeider. De tynne linjene på bildet viser hvordan celler sitter tett sammen i et blad.

Hva er en art?

Vi deler alt som lever på jorda, inn i arter. En **art** består av organismer som ligner veldig på hverandre. Dyr som tilhører samme art, kan pare seg med hverandre og få avkom. **Avkom** er det samme som barna til dyrene, men også planter og andre organismer får avkom. For at vi skal kunne si at noen tilhører samme art, må også barna deres kunne få avkom. Barna må altså kunne pare seg med noen av samme art og få egne barn.

Når vi snakker om ett enkelt avkom eller én enkelt organisme, kaller vi det for et **individ**. Et individ er altså kun ett eksemplar av arten. Du som leser dette, er et individ av arten menneske, og hvis du klapper en katt på vei til skolen, så klapper du et individ av arten katt.



▲ På figuren ser du tre generasjoner av arten katt. At avkommet i andre generasjon også kan få avkom, forteller oss at kattene tilhører samme art.



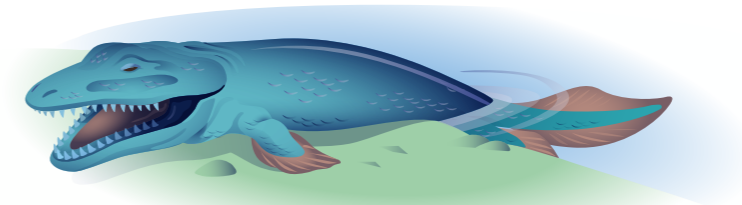
- 1 Hva er forskjellen på forgjengere og etterkommere?
- 2 Hvordan vil du forklare hva et miljø er? Bruk eksempler i forklaringen.
- 3 Hvilken viktig hendelse i livets utvikling skjedde for ca. 500 millioner år siden?
- 4 Hva må til for at vi kan si at to individer tilhører samme art?

Plantene og dyrene går på land

For over 400 millioner år siden utviklet landplantene seg. De første landplantene var små og lignet på dagens moser. Etter hvert kom det større planter med røtter og høye stammer. Plantetyper som i dag er ganske små, slik som bregner, ble på denne tiden store som trær.

Takket være plantene fantes det nå både mat og skjulesteder på land. Insekter og edderkopper var blant de første dyrene som utnyttet dette. De begynte å leve på landjorda da plantene var etablert.

I mange millioner år levde insektene og edderkoppene alene på land. Men så begynte noen fisker som levde i områder med grunt vann, å bruke finnene for å dra seg fram i grunne områder. Etterkommerne av disse fiskene utviklet etter hvert bein som de lettere kunne bevege seg over land med. Siden gjellene til fisk bare virker i vann, trengte fiskene noe annet for å puste i luft. Hos noen av fiskene utviklet svømmeblæra seg over generasjoner til en lunge slik at de kunne puste på land.



Fiskene som hadde utviklet bein i stedet for finner, kunne bevege seg på land, men eggene deres måtte legges i vann. Slike dyr kalles **amfibier**. Frosker er et eksempel på amfibier. Eggene til frosken klekkes til rumpetroll som puster med gjeller. De kan derfor bare overleve i vann. Når rumpetrollene blir til frosker, får de lunger og bein og kan leve på land.



▲ Slike trær vokste i Trøndelag og på Svalbard for rundt 400 millioner år siden.



Svømmeblæra er en liten, gassfylt sekk mange fisker har.

◀ Noen fisker ble tilpasset å bevege seg på land. Rester etter fisken på illustrasjonen er funnet på Grønland.

◀ Frosker er et eksempel på moderne amfibier. Eggene og rumpetrollene kan bare leve i vann, mens frosker kan leve både i vann og på land.

I de første skogene



Tenk deg at du reiser tilbake i tid og ser deg rundt i en av de tidlige skogene. Du går mellom merkelige trær med bark som overflaten på en ananas og blader som ligner lange pigger. Andre trær minner om litt lave palmer. Ser du nærmere på dem, ser du at de egentlig er svære bregner, en plante som knapt når deg til knærne i vår egen tid.

Stopper du opp og lytter, kan du høre lyden av vingeslagene til en øyestikker med et vingespenn på over en halv meter og enorme øyne, på jakt etter noe å spise. Tidevannet flommer inn mellom de underlige trærne. Mellom halvåttne trestammer svømmer et meterlangt dyr med bredt hode som en frosk. Det er oppe og snapper luft et øyeblikk før det forsvinner stille i det mørke vannet.

Krypdyrene og deres etterkommere

Krypdyrene utviklet seg fra amfibiene. Krypdyrene kan legge eggene sine på land, og barna blir ikke født som rumpetroll, men som små utgaver av det voksne dyret. Krypdyrene er forgjengerne til både dinosaurene og pattedyrene, men det finnes også krypdyr på jorda i dag. Både krokodiller, slanger og øgler regnes som krypdyr.



Krypdyrene ruges ut og klekkes på land. Etter fødselen skal de ikke gjennom noe rumpetrollstadium. De må bare vokse seg store. ▶

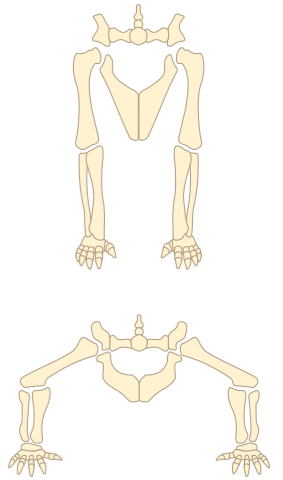
Dinosaurenes herredømme

Dinosaurene er den dyregruppa de fleste av oss forbinder med dyr fra fortiden. De skiller seg fra andre krypdyr ved at de har lange bein som stikker ut under kroppen i stedet for på siden, slik man kan se hos øgler og krokodiller. Dette gjorde at de kunne bevege seg raskt.

Det fantes mange forskjellige dinosaurer

Vi tenker ofte på dinosaurer som enorme kjemper, men de fantes i mange størrelser. De minste dinosaurene var knapt større enn en skjære, og mange av dem var dekket av pigger eller fjær. Fra slike små dinosaurer utviklet fuglene seg midt i dinosaurtiden. De mest kjente er nok likevel de digre kjøtteterne, som *Tyrannosaurus rex*. De store rovdinosaurene kunne bli over 12 meter lange og veie over 10 tonn. Selv disse var imidlertid puslete sammenlignet med de store planteeterne. De største av dem må ha veid nesten 100 tonn og vært omtrent 40 meter lange fra hode til haletipp.

Det fantes både store og små dinosaurer.



▲ Dinosaurer har beina rett under kroppen, mens øgler og krokodiller har bein som stikker ut til siden.



Dinosaurene dominerte jorda i rundt 200 millioner år og utviklet stadig nye former. Slutten på dinosaurtiden kom da en kjempe-meteoritt traff jorda for 65 millioner år siden. Sammenstøtet førte til store skogbranner, og støvet og asken fra sammenstøtet sperret for sollyset og skapte en vinter som varte i flere år. Dette utryddet dinosaurene og andre store dyr, som flyveøgler, svaneøgler og andre øgler som levde i havet.

Dyrene som overlevde, var de som var små, og de som kunne gå i dvale i den lange vinteren. De eneste store krypdyrene som fantes i tiden etterpå, var krokodiller og havskilpadder. Noen få arter av fugler klarte seg også, og de utviklet seg senere til de mange ulike artene som lever i dag.

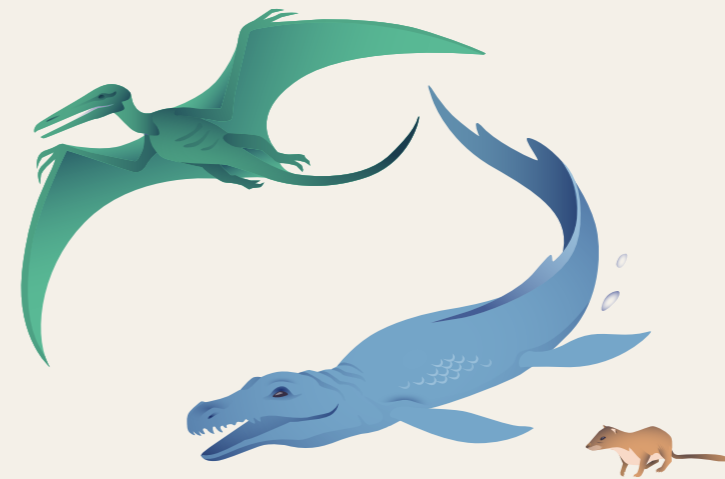
◀ Ikke alle dinosaurene døde ut da den enorme meteoritten traff jorda. Noen av fuglene overlevde. De er etterkommere etter *Tyrannosaurus rex* og andre rovdinosaurer. Selv de minste og søteste fuglene på fuglebrettet er egentlig dinosaurer!



Et møte med dine tidlige forgjengere

Hvis du reiser 100 millioner år tilbake i tid, oppdager du raskt at selv om dinosaurene er den dominerende dyre-gruppa, er de slett ikke alene. Havet vrirler av fiskeøgler, i elva lurker krokodiller, og over deg svever flyveøgler i lufta. Alle disse dyrene er krypdyr, men de er ikke dinosaurer. Amfibiene er der også, selv om de nå lever i skyggen av dinosaurene. Rundt deg finnes det nå løvtrær og blomstrende planter, men gress har fortsatt ikke blitt en vanlig plante.

Holder du deg våken til det blir mørkt, kan du være så heldig å få øye på en liten, muselignende skapning på jakt etter insekter den kan spise. Nå stirrer du rett på en av dine egne forgjengere. Det finnes allerede mange pattedyr, men de fleste er bare våkne om natten. Da er det lettere å unngå å bli spist av sultne dinosaurer på jakt.



- 1 Hvorfor var det viktig for dyrene at det kom planter på land?
- 2 Hvorfor har ikke mennesker og fugler gjeller?
- 3 Hva er det som skiller krypdyr og amfibier?
- 4 Hvorfor finnes det ikke dinosaurer på landjorda i dag?





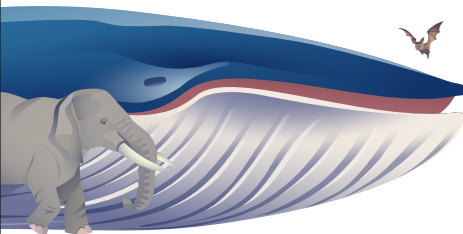
Visste du at ...

navnet pattedyr kommer av at pater betyr bryst, og at barna får melken fra mødrenes bryst?

Pattedyrene overtar

Pattedyr er en dyregruppe som gir barna sine melk når de er små. Pattedyrene utviklet seg omtrent samtidig med dinosaurerne, men så lenge dinosaurerne dominerte jorda, var pattedyrene små dyr som levde av planter, insekter og egg.

Da dinosaurerne døde ut, ble det mulig for andre dyr å overta områdene dinosaurerne hadde levd i. I løpet av noen millioner år utviklet pattedyrene seg til mange ulike arter i alle størrelser. Det utviklet seg store planteetere som hester, antiloper og elefanter, og store rovdyr som bjørner, ulver og huleløver. Noen pattedyr fant også veien tilbake til havet og utviklet seg til hvaler og seler. Andre pattedyr, som flaggermusene, begynte å fly.



▲ Pattedyrene utviklet seg i mange ulike retninger og tilpasset seg miljøer som tidligere hadde vært dominert av dinosaurer og andre krypdyr.

Menneskets opprinnelse

Noen få millioner år etter at dinosaurerne forsvant, dukket de første apene opp. I løpet av mange millioner år utviklet det seg mange ulike typer aper, som silkeaper, marekatter og bavianer. Du har kanskje også hørt om orangutanger, gorillaer og sjimpanser? De tilhører en gruppe aper som vi kaller for **menneskeaper**. Menneskene har utviklet seg fra denne gruppa, og våre nærmeste slektninger blant apene er sjimpansene. Vår egen art, *Homo sapiens*, oppsto for ca. 300 000 år siden. Tidligere fantes det også andre menneskearter på jorda, men *Homo sapiens* er den eneste menneskearten som finnes i dag.

Menneskene har utviklet seg fra en gruppe aper vi kaller menneskeaper. Blant disse er sjimpansen vår nærmeste slektning. Gjennom mange millioner år har flere menneskearter oppstått og forsvunnet, men i dag finnes bare vår egen art, *Homo sapiens*. Artene som har *Homo* som en del av navnet, regnes som menneskearter. ▶

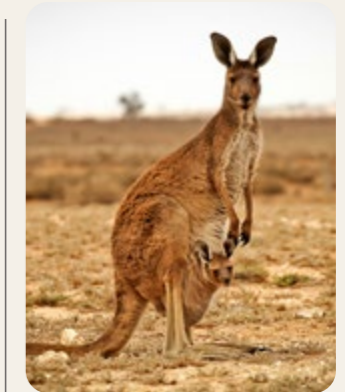


En reise 100 000 år tilbake i tid

Hvis du reiser 100 000 år tilbake i tid og flyr over jorda, vil du se at Norge og deler av Nord-Europa er dekket av et tjukt lag med is. Dyrelivet er en blanding av kjente og ukjente arter. På gresslettene sør i Europa beiter flokker av villhester side om side med ullhårede neshorn og mammuter. Huleløver og bjørner jakter på dem. Mange lignende dyr ser du i Asia og Amerika. Flere av dyrene du ser, er større enn etterkommerne deres i dag er. I Amerika kan du finne dovendyr på flere tonn og store beltedyr.

I det isolerte Australia har dyrelivet utviklet seg annerledes enn på resten av kloden. Her finner du blant annet kenguruer og andre dyr som bærer ungene sine i en pung på magen. I tillegg finnes det kjempefugler som går på bakken, og firfisler så store som krokodiller.

Afrika er kanskje det kontinentet der dyrelivet ligner mest på det du er vant til å se i dag. Løver, sjiraffer, sjimpanser, strutser og flodhester er allerede på plass. Og endelig ser du din egen art, *Homo sapiens*, som lever, sanker og jakter i små grupper blant alle de andre dyrene. De har lært seg å bruke redskaper av stein, tre og horn, og i løpet av de neste 90 000 årene vil de spre seg til alle kontinentene du nettopp har fløyet over.



▲ **Pungdyr** er en dyregruppe som ikke har navlestreng, og som føder barna som små fostre. Ungen holder til i en stor hudfold, en pung, på mors mage den første tiden.



Evolusjon og naturlig utvalg

Hvis alt liv har felles opphav, hvordan utviklet det seg til alle de millionene av ulike arter som finnes på jorda i dag? Så lenge livet har eksistert på jorda, har det endret seg og tilpasset seg nye miljøer. Evolusjonsteorien forklarer hvorfor denne utviklingen har skjedd.

Evolusjonsteorien

Tenk tilbake på hvordan fisker fra havet for mange millioner år siden utviklet seg til nye organismer som kunne leve på land. Denne utviklingen skjedde ikke plutselig. Det tok lang tid, og fiskene hadde vært gjennom mange generasjoner før noen av dem utviklet seg til landdyr. At levende organismer endrer egenskaper i løpet av mange generasjoner, kaller vi *evolusjon*. Vi kan si at alle levende organismer er et resultat av at det har foregått evolusjon, og det er dette evolusjonsteorien forteller oss.

Evolusjonsteorien beskriver ikke bare hvordan dyr, planter og andre organismer har endret seg gjennom historien. Evolusjonsteorien forklarer også hvorfor de forandrer seg. For å forstå årsakene til evolusjon må vi først sette oss inn i hvordan egenskaper arves, og hvorfor vi alle er ulike. Da blir det også lettere å forstå hvordan organismer kan endre seg og tilpasse seg nye miljøer i løpet av generasjoner.



Gjennom mange generasjoner har fisker gradvis endret egenskaper. Noen fisker utviklet seg videre til amfibier.

Arv

Alle organismer arver egenskaper fra foreldregenerasjonen sin. Det vil si at de ligner på foreldrene sine både i utseende, i oppførsel og i hvordan de lever. *Arvestoffet* til en organisme inneholder oppskriften på hvilke egenskaper den skal ha. Arvestoffet ditt vil for eksempel bestemme hvilken øyenfarge du har, hvor høy du kan bli, og hvor motstandsdyktig du er mot ulike sykdommer.

Dyr som har to foreldre, slik som pattedyr, får halvparten av arvestoffet fra mor og halvparten fra far. I tillegg kan det skje små, tilfeldige endringer i arvestoffet som barna arver fra foreldrene sine. Siden arvestoffet kommer fra begge foreldrene og det kan skje endringer i arvestoffet, får hvert dyr sitt helt unike arvestoff. Alle dyr er derfor ganske like foreldrene sine, men også litt ulike. Variasjon i arvestoff gjør at individene har litt forskjellige styrker og svakheter. Noen tåler mer kulde, andre tåler tørke, og noen er bedre kamuflert.

Ikke alle egenskaper er arvelige. Noen egenskaper har man fått ved en tilfeldighet, eller man har lært dem i løpet av livet. For eksempel vil en hare som har levd noen år, ha lært seg hvor den kan finne plantene den liker best. Dette er fint å vite for denne haren, men barna den får, arver ikke denne kunnskapen. Akkurat hvor den beste maten er, må ungene finne ut av selv.



◀ Barn ligner gjerne foreldrene sine, men kan også ha egenskaper som ingen av foreldrene har. Hvilke likheter og forskjeller finner du mellom mor, far og sønn på tegningen?



Alle arver noen egenskaper fra foreldrene sine, også menneskebarn.



Kan du komme på noen egenskaper du har som du ikke har arvet av foreldrene dine?