

1. Jordens opbygning

I modsætning til hvad man skulle tro følge Jules Verne's "Rejsen til Jordens indre" er Jorden IKKE hul og beboet af dinosaurer!!! Man ved nu at Jorden er opbygget af 3 koncentriske lag med forskellig densitetsmassetykke. Den yderste del af Jorden, som vi går rundt på, kaldes **Skorpen**. Skorpen er meget tynd og består af bjergarter med relativ lav densitet. Skorpen er meget inhomogen og kan variere meget i tykkelse. Under de store oceaner ligger den **oceaniske skorpe**, der er 5-10 km tyk. Den **kontinentale skorpe** har en gennemsnitlige tykkelse på 45 km men kan variere i tykkelse fra 25 til 70 km. Under skorpen ligger **Kappen**. Kappen består af en meget tyk skal af bjergarter med høj densitet. I centrum af Jorden ligger dens **Kerne**. Kerne har en endnu højere densitet end kappen. Den er kugleformet og består overvejende af rene metaller - primært jern (Fe) og nikkel (Ni). På den måde kan vi sammenligne vores Jord med et hårdkogt æg: Skallen er Jordens skorpe, det hvide er Jordens kappe og den gule æggeblomme er Jordens kerne.

I tillæg til inddeling af Jorden efter dens sammensætning er vi også i stand til at inddele den efter fysiske egenskaber. Med fysiske egenskaber menes bl.a. forskelle i materialernes styrke (hårdt eller blødt) og tilstandsform (fast form eller smeltet). Forskelle i disse egenskaber er primært styret af temperatur og tryk fremfor sammensætning. Inddelingen af Jorden efter dens fysiske egenskaber er ikke sammenfaldende med inddelingen efter materialernes sammensætning. Beskrivelser af lagene med forskellige fysiske egenskaber er beskrevet nedenfor - se også en skematisk model over Jordens opbygning.

Lithosfæren

De yderste 100 kilometer af vores jordkugle består af et fast og spredt lag kaldet **Lithosfæren** ("sten-lag", lithos betyder sten på græsk). Lithosfæren er opbygget af Jordens skorpe samt den yderste del af kappen.

Astenosfæren

I den ydre del af kappen fra 100 til 350 kilometers dybde findes en zone kaldet **Astenosfæren** ("svagt lag", astenos betyder svagt på græsk). Pga. Tryk- og temperatur forholdene i denne zone er bjergarterne blevet blødgjort og er derfor forholdsvis svage og lette at deformere - dog uden at være smeltet. Materialet er stadig på fast form... lidt ligesom smør.

Mesosfæren

Den dybere del af kappen (underliggende astenosfæren) i 350-2880 kilometers dybde kaldes **Mesosfæren** ("det mellemste lag", mesos betyder mellem på græsk). Mesosfæren er på fast form og har en højere styrke end astenosfæren. Når et materiale varmes op, mister det dets styrke - det bliver svagt og kan lettere deformeres. Når et materiale komprimeres/sættes under højere tryk, øges dets styrke - det bliver hårdere og bliver sværere at deformere. I mesosfæren, den nedre del af kappen, er der meget varmt. Men da trykket er endnu højere, bliver materialet meget vanskeligt at deformere.

Den ydre kerne

I dybden fra 2880 til 5140 kilometer ligger den **Ydre kerne**. Som den indre kerne består den ydre kerne primært af jern og nikkel. Temperatur- og trykforholdene i den ydre kerne beviker at den er smeltet - på væskeform.

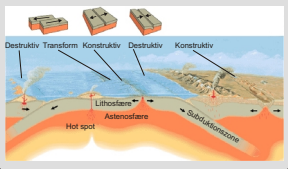
Den indre kerne

Den indreste del af Jorden, fra 5140 kilometer til centrum i 6371 km's dybde kaldes den **Indre kerne**. I den dybe er trykket så stort at metallerne jern og nikkel ligger over deres smeltepunkter på trods af den høje temperatur. Det betyder at den indre kerne er fast - en solid jernkugle!

Rejsen til Jordens indre - Hvordan er Jorden opbygget -

3. Pladetektonik

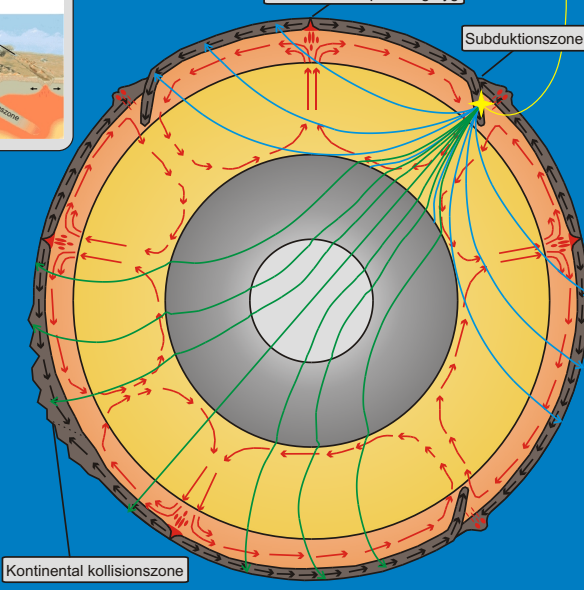
Lithosfæreladernes bevægelser giver mulighed for at inddele pladegrænserne i tre kategorier. Ved **konstruktive** pladegrænser bevæger to plader sig bort fra hinanden. Her dannes nyt lithosfære-materiale ved tilførsel af magma (smeltet sten) fra den underliggende kappe. Ved **destruktive** pladegrænser støder to plader ind i hinanden. Her bliver materiale ført tilbage til kappen. På den måde er der balance mellem konstruktion og destruktion af lithosfære-materiale. Den tredje kategori kaldes for **transforme** pladegrænser. Her glider to plader forbi hinanden, så der hverken dannes eller destrueres materiale. De forskellige former for pladegrænser fører til en række forskellige tektoniske miljøer, som er illustreret på figuren herunder.



Man kan undre sig over hvordan vi ved hvordan Jorden er opbygget. Der er ekstremt varmt og meget højt tryk nede i Jordens kerne. De betingelser er mildest tæt på overfladen for liv, så der er altså ikke nogen som ved selvsyn har set det indre af Jorden. Man har prøvet at bore sig ned gennem Jorden... Russerne er kommet længst ned - 12km. Det var en stor bedrift, men det synes ikke at meget når Jordens centrum ligger i mere end 6000 km's dybde. De vigtigste oplysninger om Jordens opbygning har vi faktisk fået fra jordskælve. P- og S-bølgerne bevæger sig, som nævnt i Jordskælvsafsnittet, gennem det indre af Jorden, så ved at studere og måle på disse bølger kan vi lære en masse om Jorden. Bevægelsesmønstret for disse bølger er illustreret nedenfor, hvor grøningerne i en subduktionszone har forårsaget et stort jordskælv. Jordskælvsbølgerne udbredelse ned gennem Jorden er vist med blå og grønne linier. P- og S-bølger udbredes langs de blå linier. Kun P-bølger udbredes også langs de grønne linier. S-bølgerne fra et jordskælv kan altså ikke måles på den anden side af Jorden. Det skyldes, at den ydre kerne er smeltet, og S-bølger kan, som nævnt, ikke bevæge sig gennem materialer på væskeform. Så Jordens ydre kerne skammer for S-bølgerne - der dannes en såkaldt skyggezone. Den eneste effekt er det mest alidende eksempel på disse bølgers anvendelse i studier af Jordens fysiske opbygning.

Midtoceanisk spredningsryg

Subduktionszone

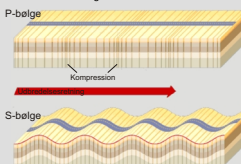


4. Jordskælv

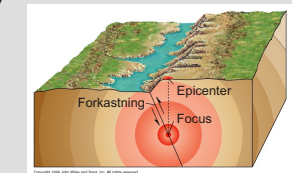
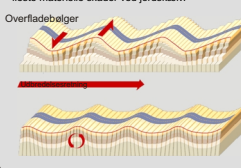
De 100 km-tykke lithosfære plader bevæges med forskellige hastigheder rundt på Jorden pga. konvektive strømninger nede i kappen. Disse bevægelser betyder at pladerne nødvendigvis kommer til at støde ind i eller glide forbi hinanden. Når to plader støder ind i hinanden udøves der et enormt tryk på bjergarterne. Dette tryk bliver større og større jo længere tid der går. Til sidst er presset så stort at materialet ikke længere kan modstå. Resultatet bliver et jordskælv - bjergarterne går i stykker og pladerne glider et lille stykke i forhold til hinanden. Herefter kan der udryddes energi til et jordskælv.

Den energi som frigives, når bjergarter går i stykker, transporteres i form af **seismiske bølger** gennem de omgivende bjergarter (seismisk betyder "ryste" på græsk).

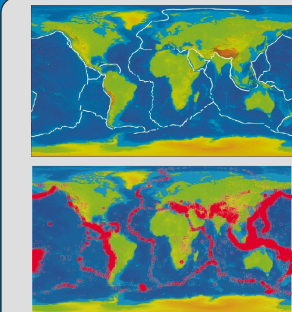
Der findes en række forskellige seismiske bølger, der er delt op i 2 grupper: **Body waves**, hvis energi løber fra jordskælvsfocet gennem den indre del af Jorden, og **surface waves**, hvis energi er begrænset til at løbe på Jordens overflade. Der er to forskellige slags body waves: **P-bølger** og **S-bølger**. P-bølger er den hurtigste slags seismiske bølger (hastighed gennem skorpen: 6-7 km/s) og dermed de første bølger der registreres efter et jordskælv. De er såkaldte kompressionsbølger og kan derfor passere gennem faste stoffer, væsker og gasser. Ved passage gennem et materiale vil en kompressionsbølge først presse materialet sammen. Efter bølgen har passeret vil materialet udvide sig udover dets normale volume. Før det rammes af en ny bølge... For P-bølger er bevægelserne i samme retning som bølgens udbredelsesretning.



S-bølger er kun halvt så hurtige som P-bølger. I modsætning til P-bølgerne ændrer S-bølger kun materialets form - ikke dets volume. S-bølger kan kun passere gennem faste stoffer. Ved passage af en S-bølge vil materialet blive forskudt vinkelret i forhold til bølgens udbredelsesretning - som når man laver bølger med et stykke reb. Ved et jordskælv vil nogle P- og S-bølger bevæge sig op mod epicentret. Her vil de sætte jordskælvsbølger i svingninger og på denne måde danne overfladebølger. Disse bølger bevæger sig indeni de øverste par kilometer af Jordens skorpe og er de mest langsomme (2.5 km/s). Overordnet skelnes der mellem to forskellige slags overfladebølger. Den ene type har en fra-side-til-side bevægelse, der minder om en slanges bevægelser gennem græsset! Den anden har en bevægelse der minder om dyninger på havet. Det er overfladebølgerne som er ansvarlige for de fleste materielle skader ved jordskælv.



Det sted i undergrunden hvor bjergarterne først begynder at gå i stykker eller bevæge sig og frigive energi kaldes for jordskælvs **focet**. Det punkt der ligger på jordoverfladen lige over focet kaldes jordskælvs **epicenter**. Ofte forekommer jordskælv ved kælvsplader på et forkastningsplan. En forkastning er en svaghedzone (en slags sprække) nede i skorpen.



Det øverste verdenskort viser (i hvidt) pladegrænserne mellem de forskellige lithosfærelader. Det nederste viser hyppigheden og placeringen af seismisk aktivitet ved rede riktninger. Overensstemmelsen er slående - så jordskælv kan fortælle os hvor grænserne mellem de enkelte plader ligger.

Richter skalen	Antal pr. år	Jordskælv Skader
Mindre end 3.5	800.000	Kan generelt ikke mærkes, men måles.
3.5-4.8	35.000	Kan mærkes af mange mennesker; vinduer klirrer.
4.9-5.4	1.400	Kan mærkes af alle mennesker, men forårsager sjældent skader.
5.5-6.1	500	Vil højst forårsage mindre skader på vel-konstruerede bygninger og store skader på dårligt-konstruerede bygninger - i mindre områder.
6.1-6.9	100	Kan være destruktiv i op til 100km omkreds i beboede områder.
7.0-7.9	20	Større jordskælv. Kan forårsage omfattende skader i store områder. Flere bygninger falder sammen, broer kollapse.
8 eller større	1 pr. 5-10 år	Stort jordskælv. Kan forårsage omfattende skader på områder i op til flere 100 kilometers omkreds.