

Jordskælv

Foto af revner i en vej i det centrale Italien, der i oktober 2016 blev ramt af et jordskælv det målte 6.6 på Richter skalaen.

maj 2020

Peter H. Voss og Tine B. Larsen

- Ved du hvorfor der er jordskælv?
- Kender du de rystelser der udsendes ved at jordskælv?
- Og ved du hvad man skal gøre i tilfælde af et jordskælv?



Foto: Angelo Giordano fra Pixabay

Læringspointer

- Jeg ved, hvorfor vi har jordskælv
- Jeg ved, hvad kalder vi rystelserne
- Jeg ved, hvordan man kan lokalisere et jordskælv
- Jeg ved, hvad man skal gøre hvis man mærker et jordskælv

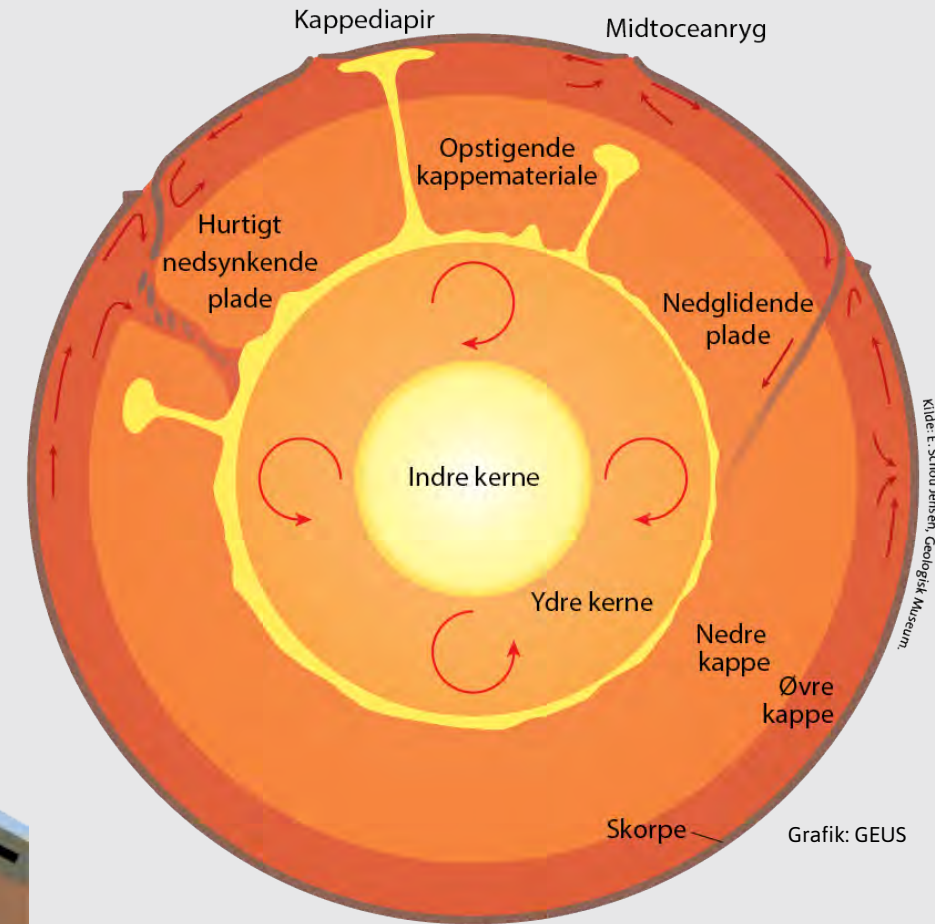
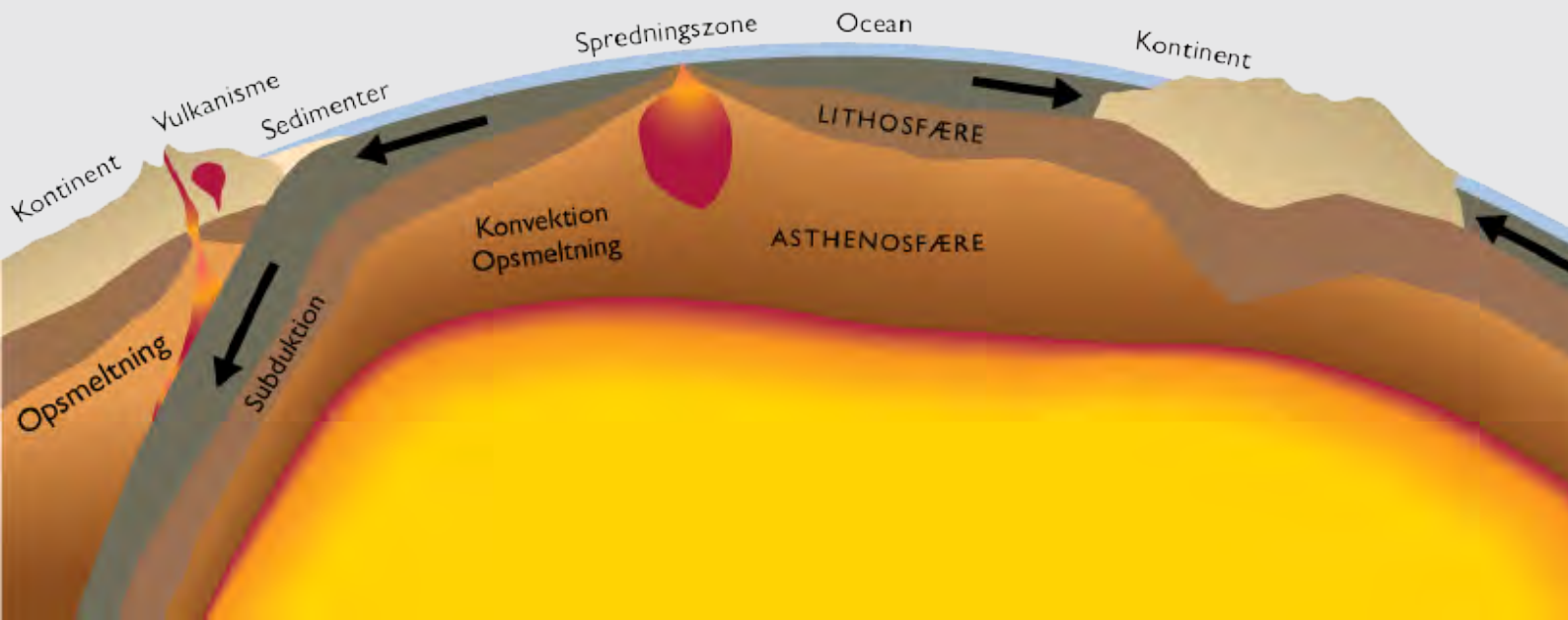


Hvorfor jordskælv?

Jordens er hele tiden i bevægelse. Varme stiger op fra jordens indre, og det skaber strømme inde i jorden.

Jordens ydre, lithosfærepladerne (oceanområder og kontinenterne), sættes i bevægelse af strømmene i jordens indre. Der hvor en plade møder en anden plade, opstår spændinger, og jordskælv udløses.

Læg mærke til at jorden både har en indre og en ydre kerne.



Den indre kerne er en fast hård metalkugle, men ved du om den ydre kerne er fast eller flydende?

Vidste du, at det var en dansker, der opdagede, at jorden har en indre kerne?

Inge Lehmann var seismolog. I 1930'erne foretog hun en analyse af målinger af fjerne jordskælv, der viste at jorden har en indre kerne.

Hvor gammel blev Inge Lehmann?



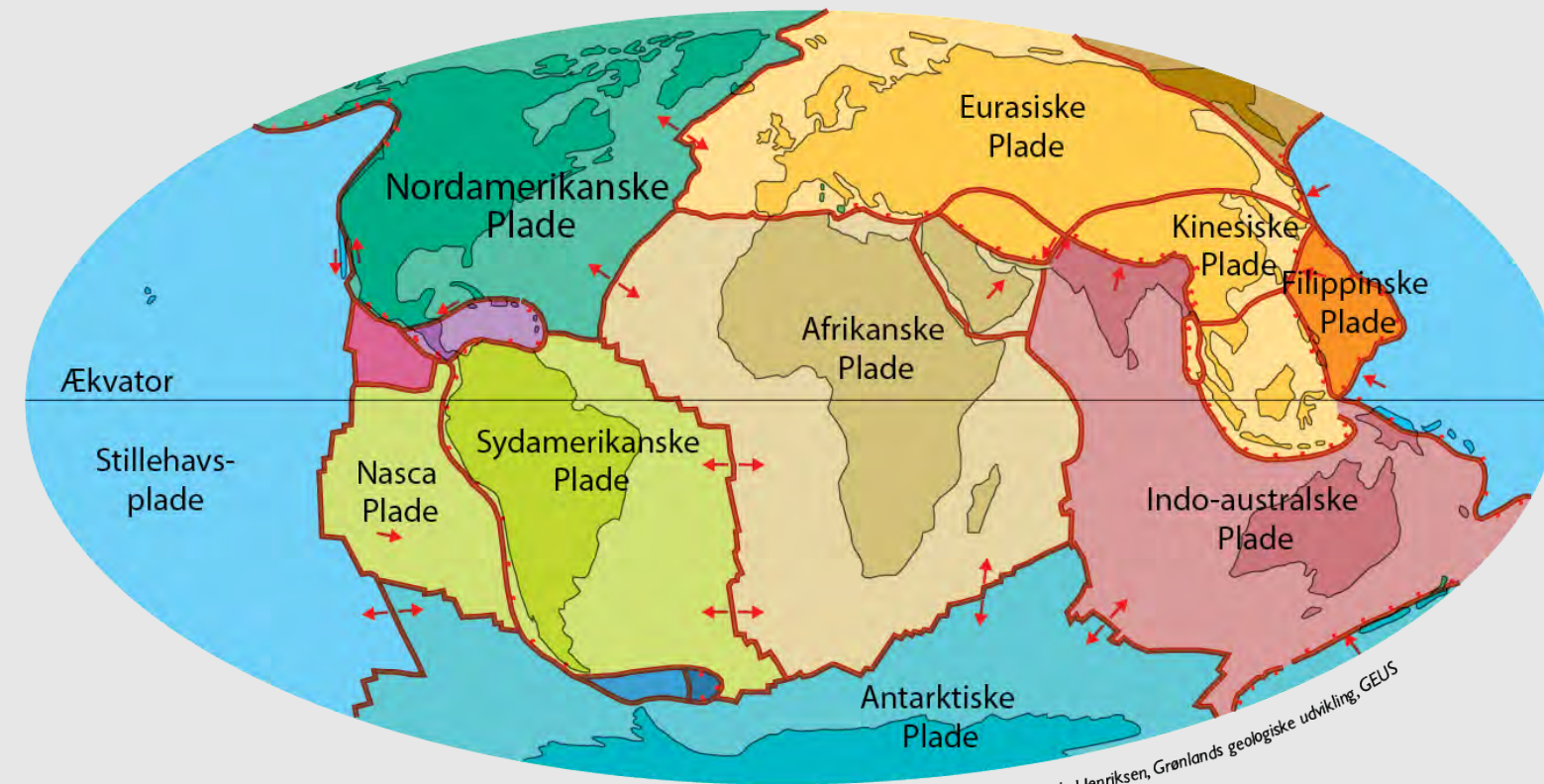
Vidste du, at det var en dansker, der opdagede, at jorden har en indre kerne?

Inge Lehmann var seismolog. I 1930'erne foretog hun en analyse af målinger af fjerne jordskælv, der viste at jorden har en indre kerne.

Hvor gammel blev Inge Lehmann?

Svar: Inge Lehmann blev 104 år



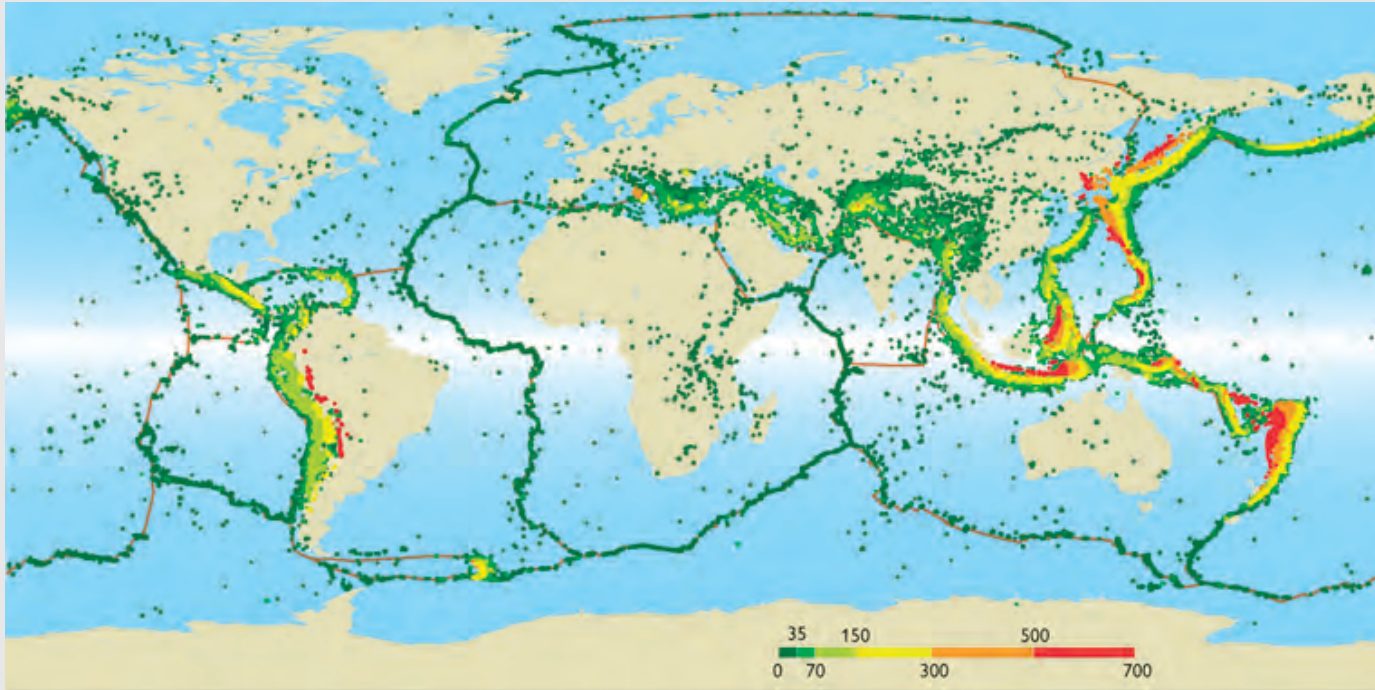


Pladegrænser

Der hvor pladerne mødes, er der mange kræfter på spil, og det er der de største jordskælv udløses.

Pladegrænserne kan opdeles i tre typer:

1. Den konstruktive plade grænse, hvor de to plader bevæger sig væk fra hinanden og ny plade bliver dannet.
2. Den destruktive pladegrænse, hvor en plade forsvinder ind under en anden plade.
3. Den bevarende pladegrænse, hvor de to plader bevæger sig langs hinanden og der bliver ikke skabt ny plade men der forsvinder heller ikke plade.



Grafik: GEUS

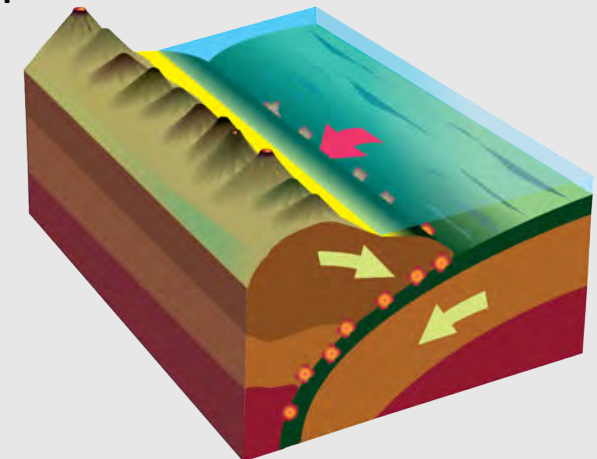
Jordskælvkort

Kortet viser, i hvilken dybde der sker jordskælv, der er mange i de øverste 35 km og de dybeste jordskælv sker helt ned til 700 km dybde.

Flest jordskælv

Der er flest jordskælv, der hvor pladerne grænser op til hinanden. Figuren til venstre viser, hvor der har været jordskælv og i hvilken dybde de var.

De dybeste jordskælv sker ved de destruktive pladegrænser, også kaldet subduktionszoner. Det er der hvor en plade bevæger sig ind under en anden, som i kan se herunder:



Grafik: GEUS

Hvad er et jordskælv?

Et jordskælv er, når noget inde i jorden knækker og forskubber sig.

Når der sker et brud og en forskydning nede i undergrunden, breder rystelserne væk fra bruddet som ringe i vandet. Det er de rystelser, som vælter huse, og som kan måles af seismografer verden over, hvis jordskælvet er stort nok.

Det sted i undergrunden, hvor bruddet starter, kaldes jordskælvets hypocenter.

Hvis man tegner en linje fra hypocenteret op til jordoverflade, finder man det punkt, som kaldes jordskælvets epicenter. Linjen skal tegnes, så den er vinkelret på jordoverfladen.

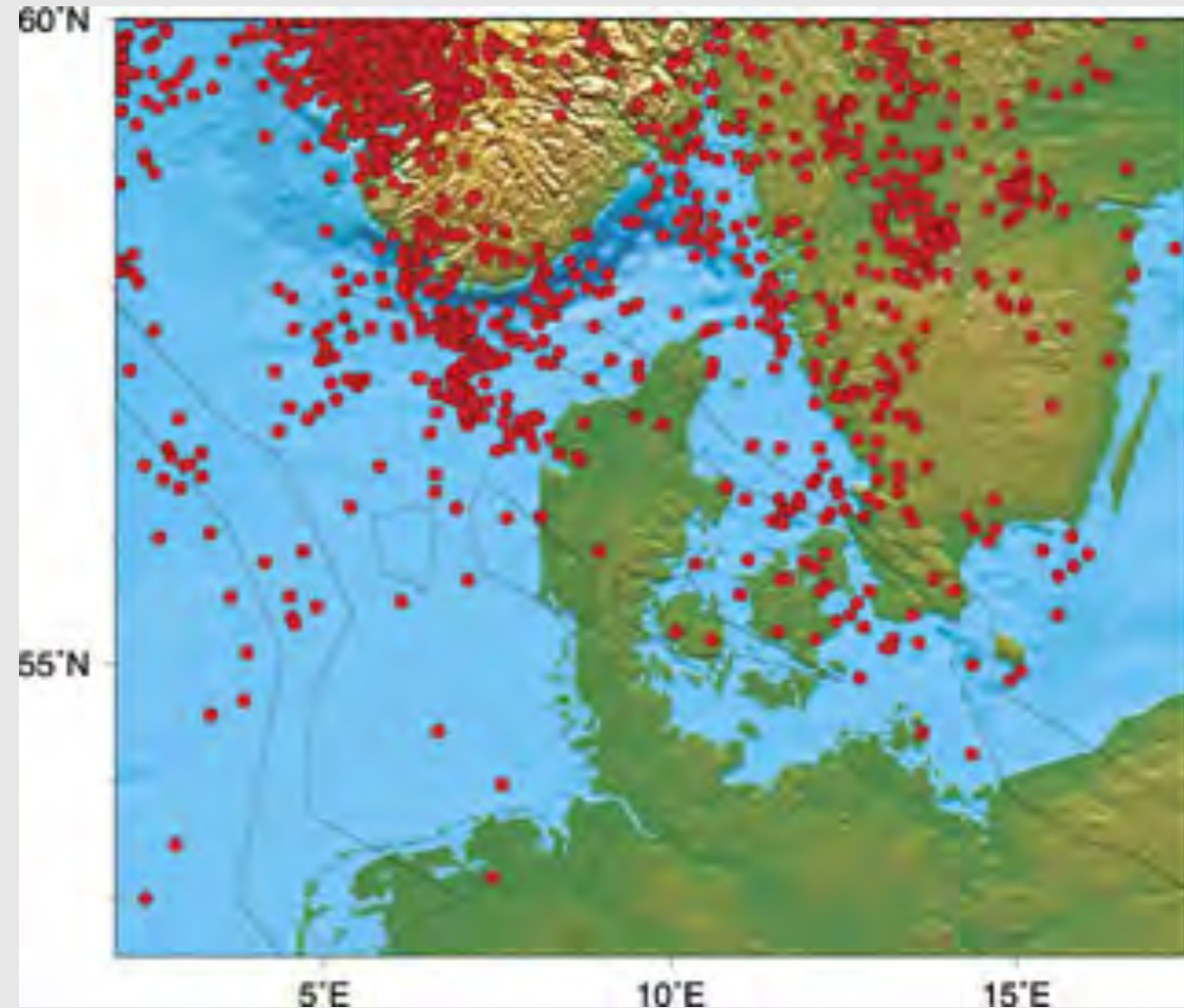
Epicenter er altså det punkt på jordens overflade, ovenover hvor jordskælvet skete. Hypocenter er epicenter plus dybde, dvs. det punkt inde i jorden hvor jordskælvet skete.

Jordskælv i Danmark

Danmark ligger langt fra en plade grænse, derfor har vi ikke så mange jordskælv. Det er de færreste, der har oplevet et jordskælv i Danmark.

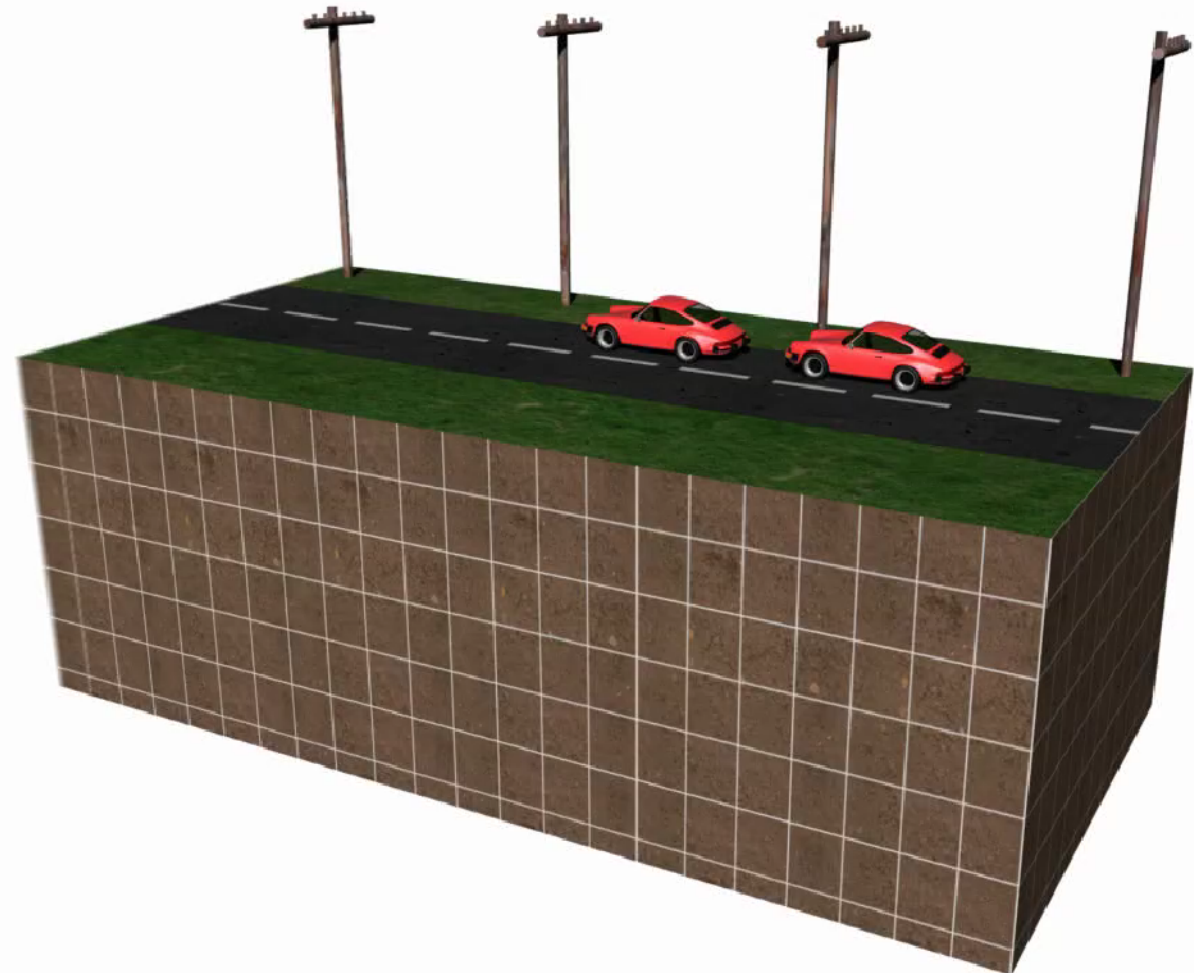
Som man kan se på kortet sker de fleste jordskælv i området imellem Danmark og Norge.

Der er også en del meget små jordskælv på Sjælland og i Kattegat, men i Jylland er der meget stille.



Rystelserne fra jordskælv er bølger

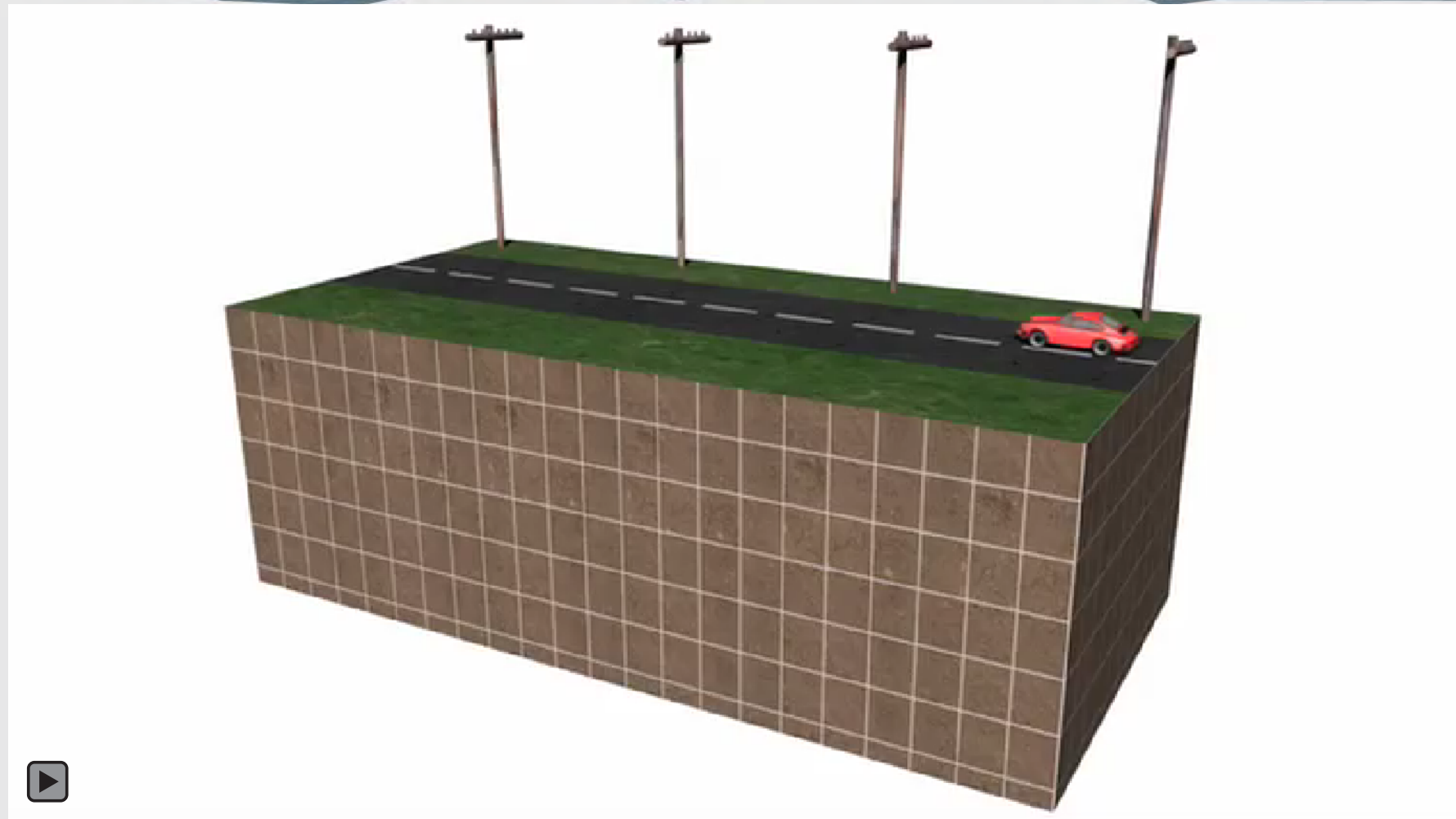
Når der sker et jordskælv udløses rystelser der forplanter sig i jorden væk fra epicenteret som ringe i vand. Der udløses forskellige typer af rystelser. Den først er tryk bølgen eller den primære bølge (P-bølgen), den forplanter sig igennem jorden som en lyd bølge, langs udbredelses retningen.



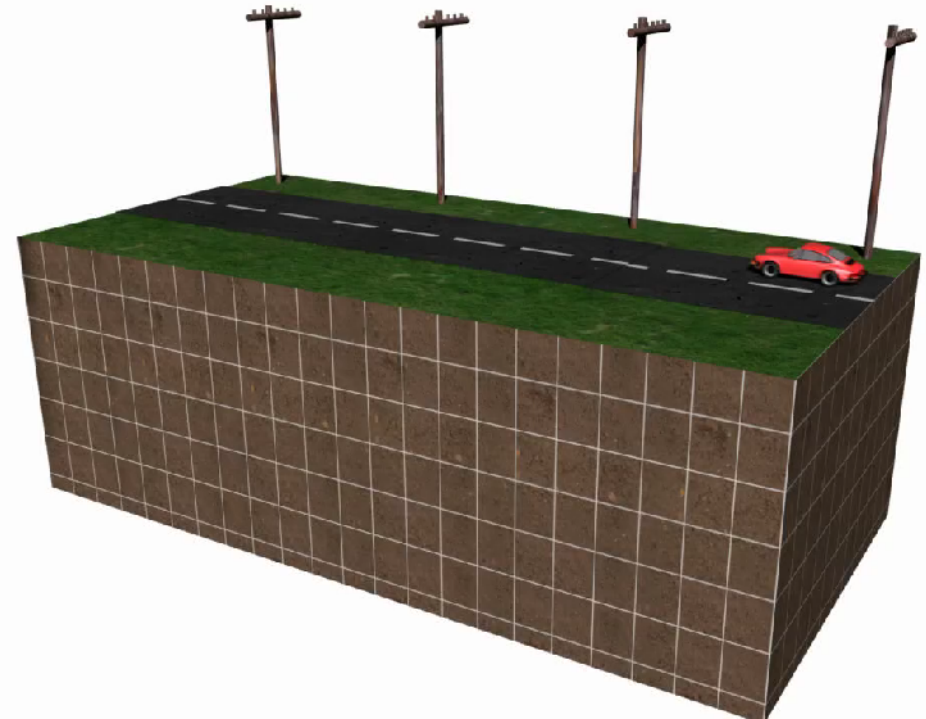
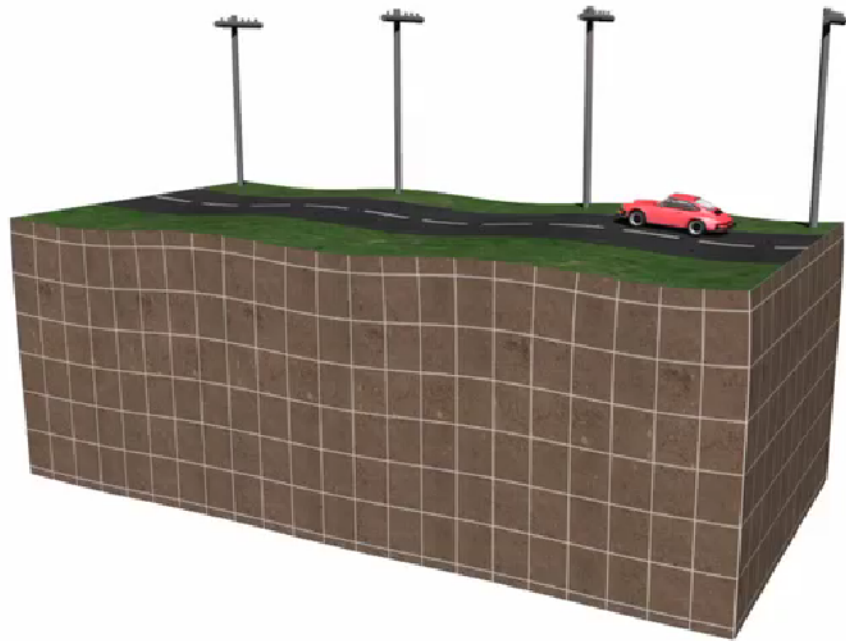
Klik her - P-bølge animation

Rystelserne fra jordskælv er bølger

Den næste er S-bølgen (den sekundære bølge) som er en bølge der får jorden til at bevæge sig fra side til side på tværs af udbredelses retningen.



Klik her - S-bølge animation



[Klik her - Rayleigh-bølge](#)

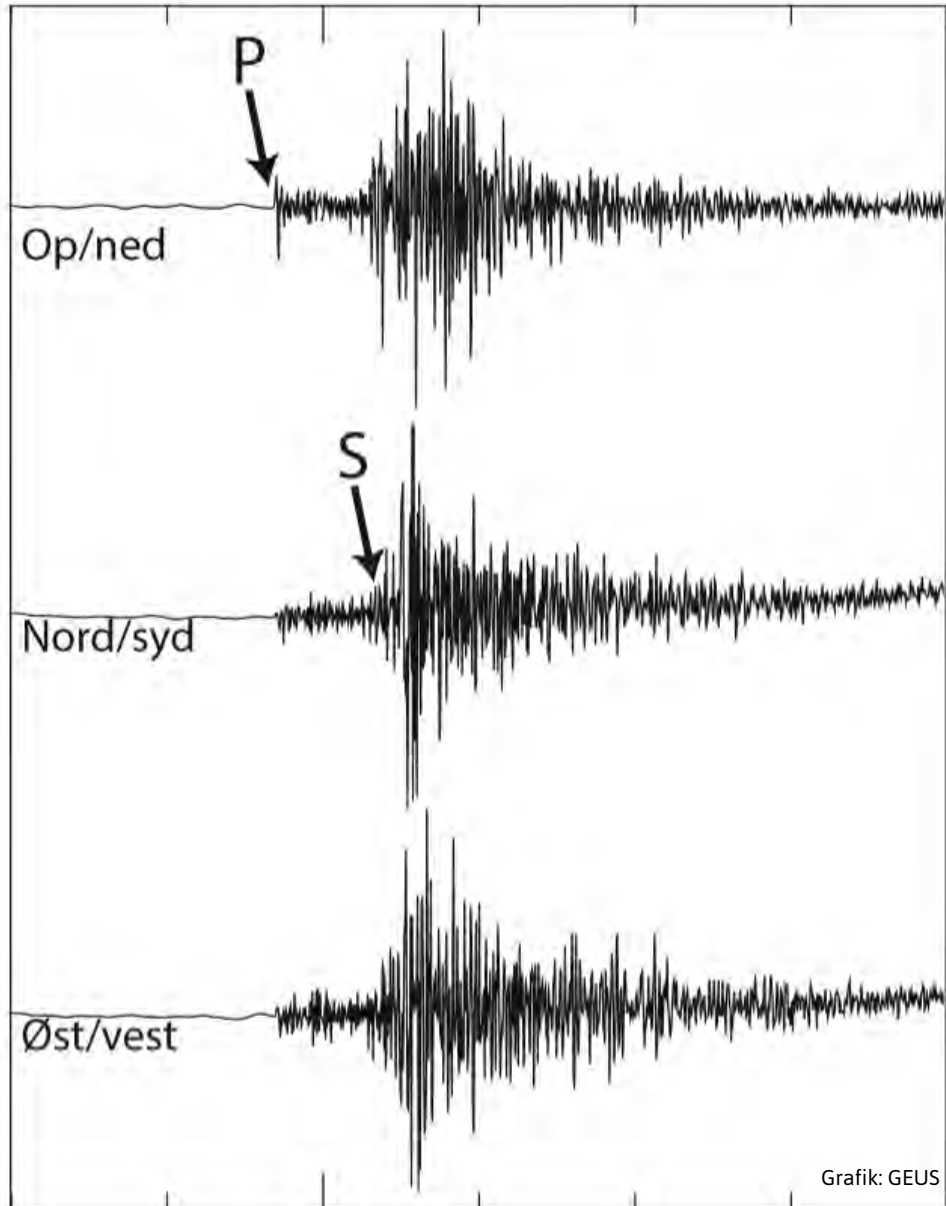
[Klik her - Love-bølge](#)

Måling af jordskælv

Man måler jordskælv med seismometre. Et seismometer består af en sensor, der udsender et elektrisk signal alt efter, hvordan jorden bevæger sig, signalet modtages af en computer (digitaliseringsenhed), der omdanner det elektriske signal til tal. Til højre kan man se en sensor.

'N' markere retning imod Nord.





Måling af jordskælv

Til venstre er tre seismogrammer. Målinger fra et seismometer kan vises på et seismogram. Her er et for jordens bevægelse op/ned et for jordens bevægelse i nord/sydlig retning og et for jorden bevægelse i øst/vestlig retning.

På figuren er markeret start tidspunktet for P- og S-bølgerne.

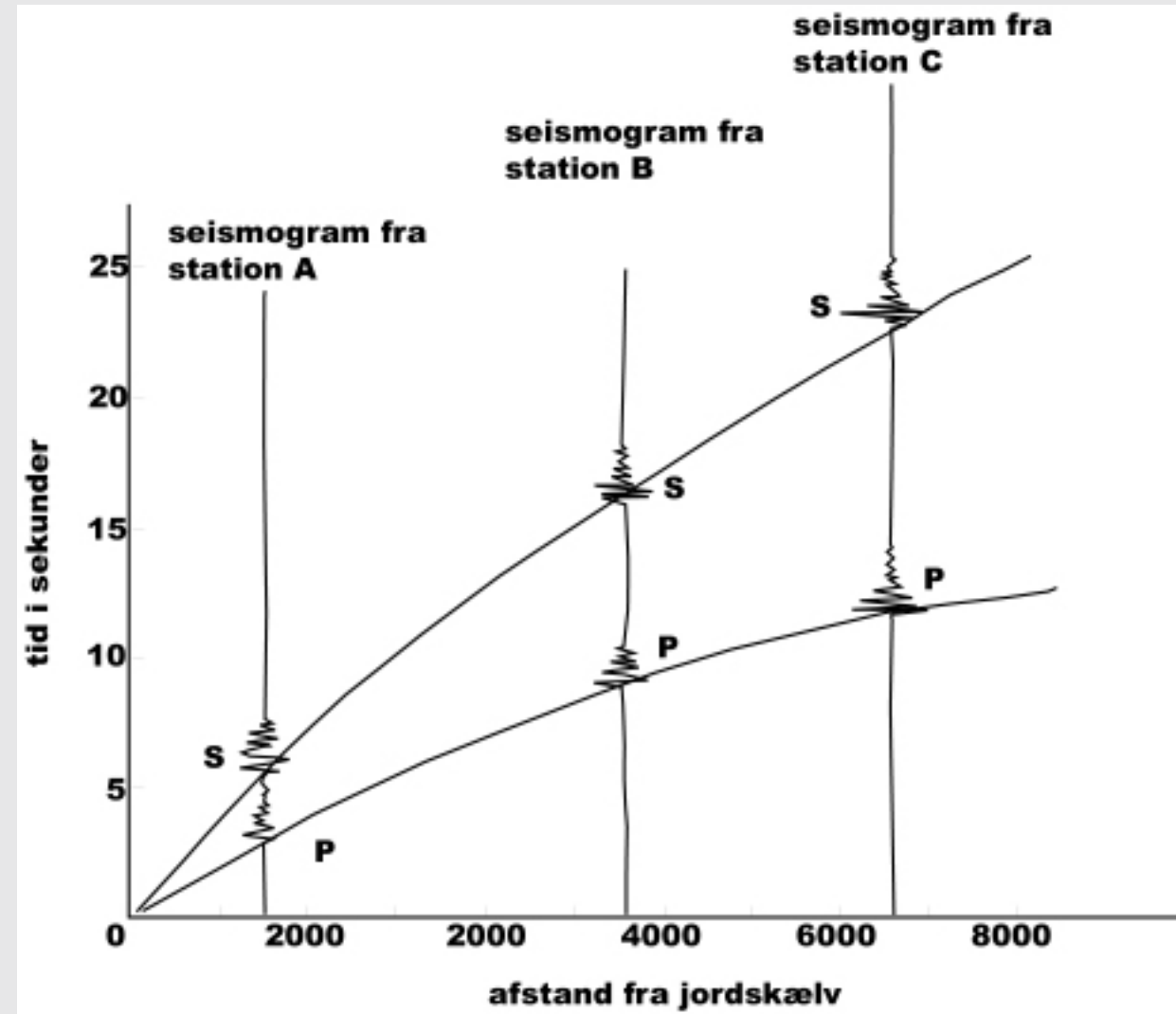
Kommer de største rystelser før eller efter S?

Seismogrammerne er fra et lille jordskælv, hvor vi ikke kan se Love og Rayleigh-bølger.

Seismogram viser jordskælv ved Holstebro 16/9-2018, der målet 3.6 på Richterskalaen, målt 40 km fra epicenteret.

Tidsforskel imellem P- og S-bølge kan omregnes til afstand

Tidsforskel i minutter og sekunder	Afstand i kilometer
0:12	100
1:00	550
5:00	3300
10:00	8700



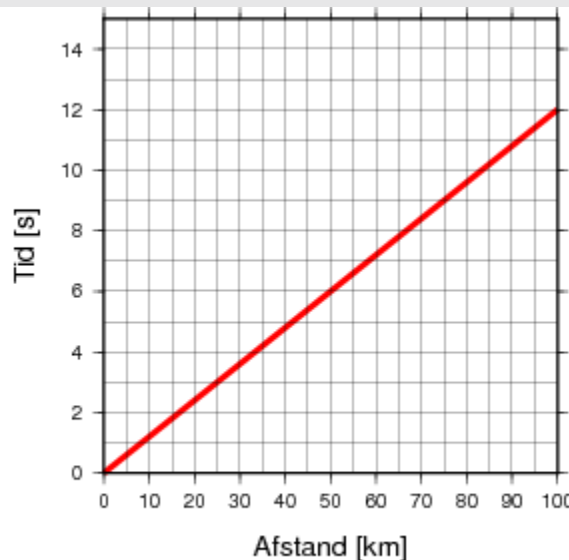
P-bølge og S-bølge fra jordskælv

Epicenter

Der er flere måder at bestemme jordskælvs epicenter på. En måde er, hvis man kender tiden imellem P- og S-bølgen. Samt kender den hastighed bølgerne løber med og at jordskælvet er nær jordoverfladen. Så kan man bestemme afstanden fra målestationerne til epicenteret.

På grafen herunder kan man aflæse afstand til epicenter ved forskellige tider imellem P- og S-bølge.

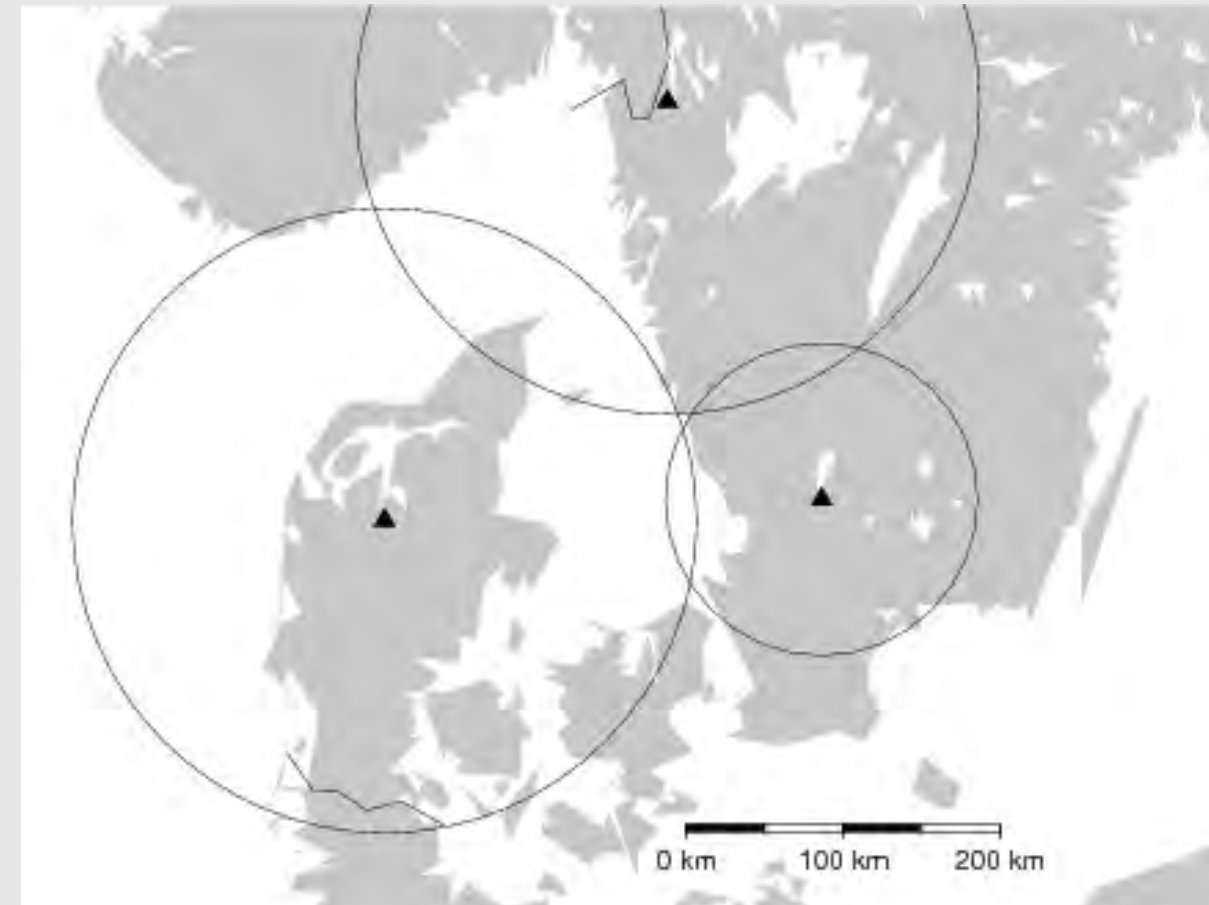
Hvor lang tid er der imellem P- og S-bølgen ved 200 km?



På kortet til højre har man bestemt et der er 200 km fra to målestationer til epicenter og 100 km fra en tredje.

Tegner man cirkler med radius 200 km, 200 km og 100 km, omkring de tre målestationer, vil det punkt hvor de tre cirkler skærer hinanden være der hvor jordskælvets epicenter findes.

Hvilken ø på kortet ligger tættest på epicenter?

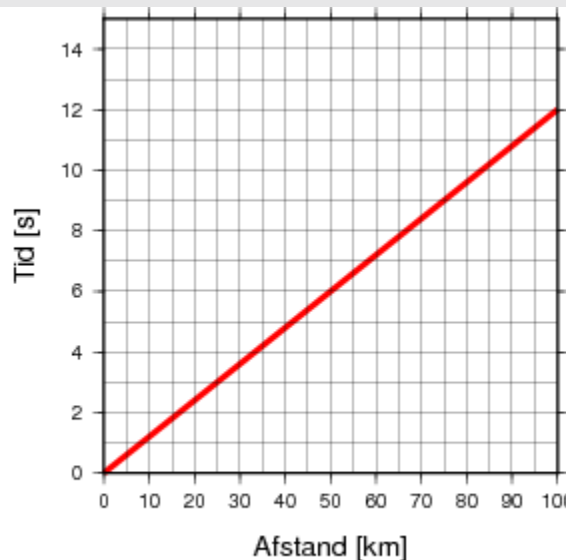


Epicenter

Der er flere måder at bestemme jordskælvs epicenter på. En måde er, hvis man kender tiden imellem P- og S-bølgen. Samt kender den hastighed bølgerne løber med og at jordskælvet er nær jordoverfladen. Så kan man bestemme afstanden fra målestationerne til epicenteret. På grafen herunder kan man aflæse afstand til epicenter ved forskellige tider imellem P- og S-bølge.

Hvor lang tid er der imellem P- og S-bølgen ved 200 km?

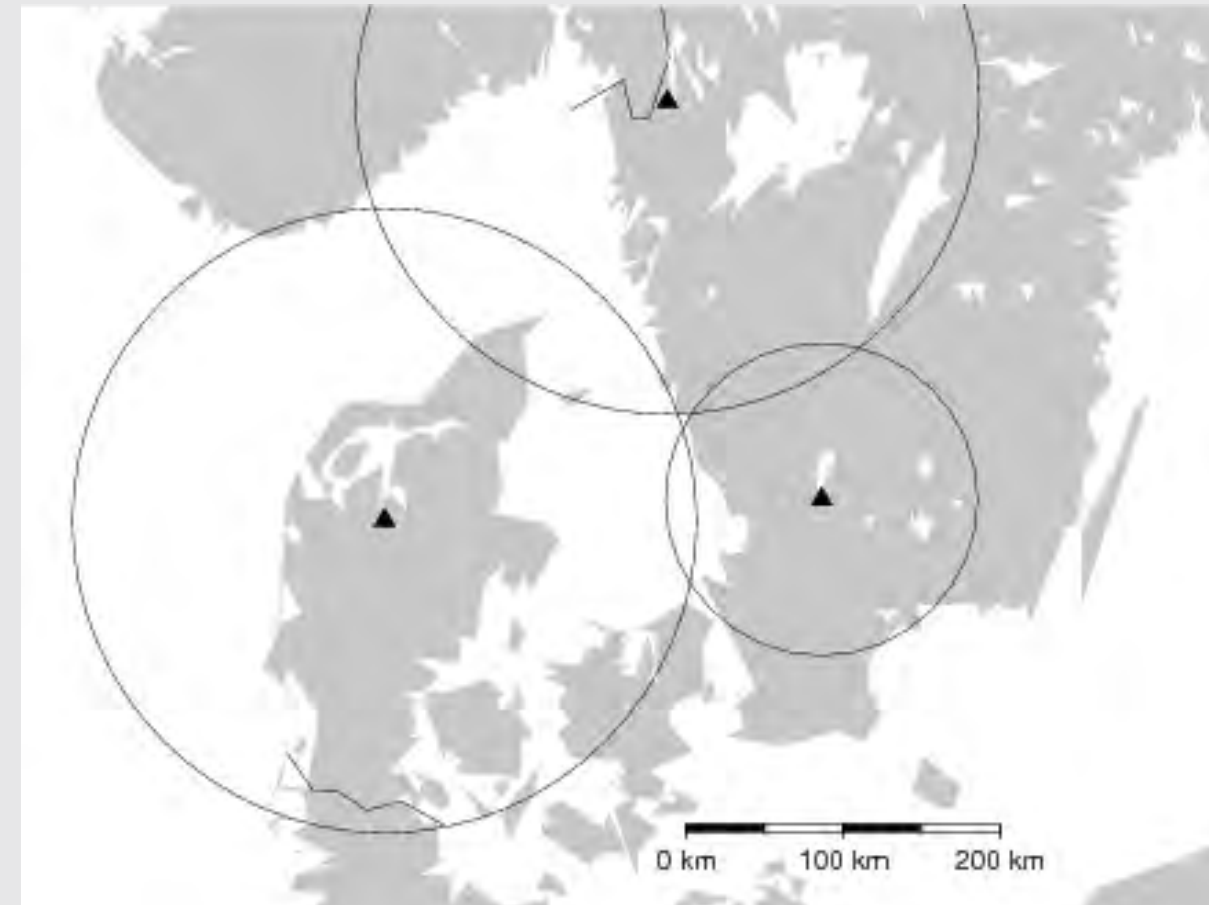
Svar: Ud fra grafen må er der 24 sekunder imellem P- og S-bølgen ved 200 km.



På kortet til højre har man bestemt et der er 200 km fra to målestationer til epicenter og 100 km fra en tredje.

Tegner man cirkler med radius 200 km, 200 km og 100 km, omkring de tre målestationer, vil det punkt hvor de tre cirkler skære hinanden være der hvor jordskælvet epicenter findes.

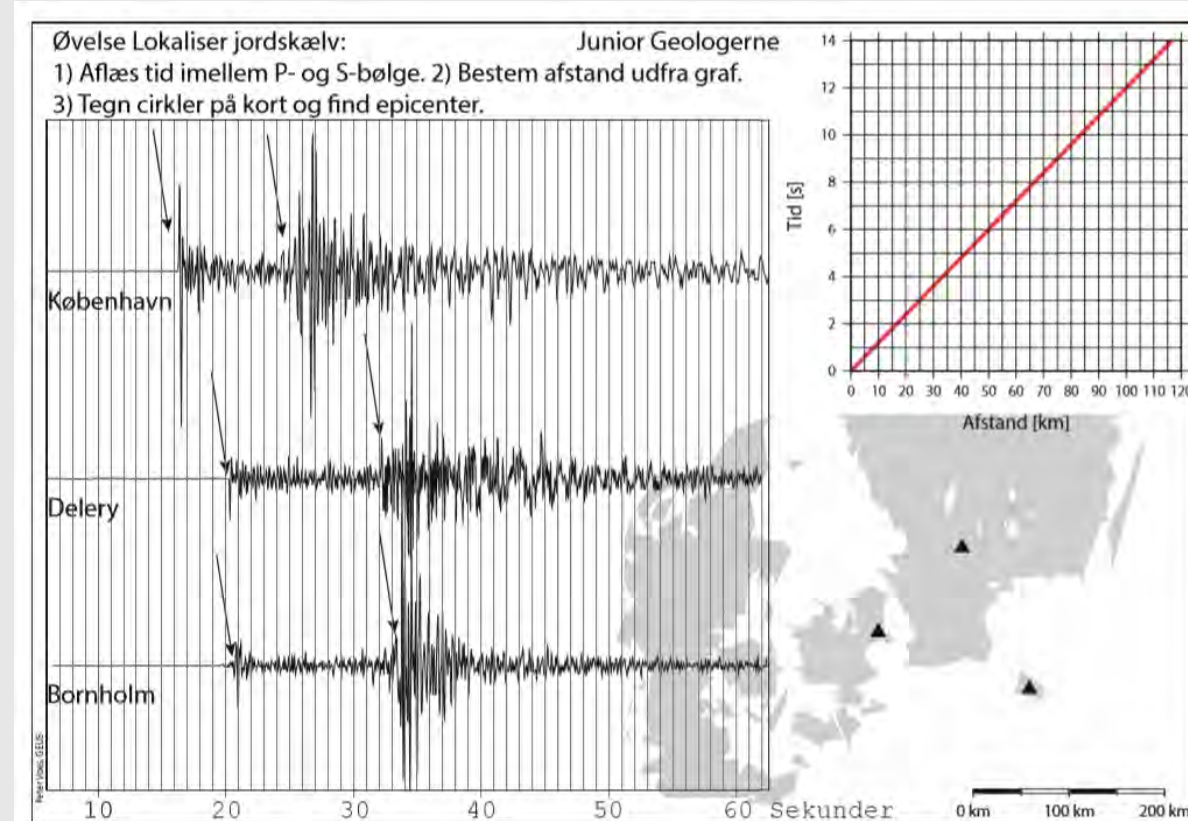
Hvilken ø på kortet ligger tættest på epicenteret? **Svar: Læsø ligger tættest på epicenteret (eller Anholt som ikke kan ses på kortet).**



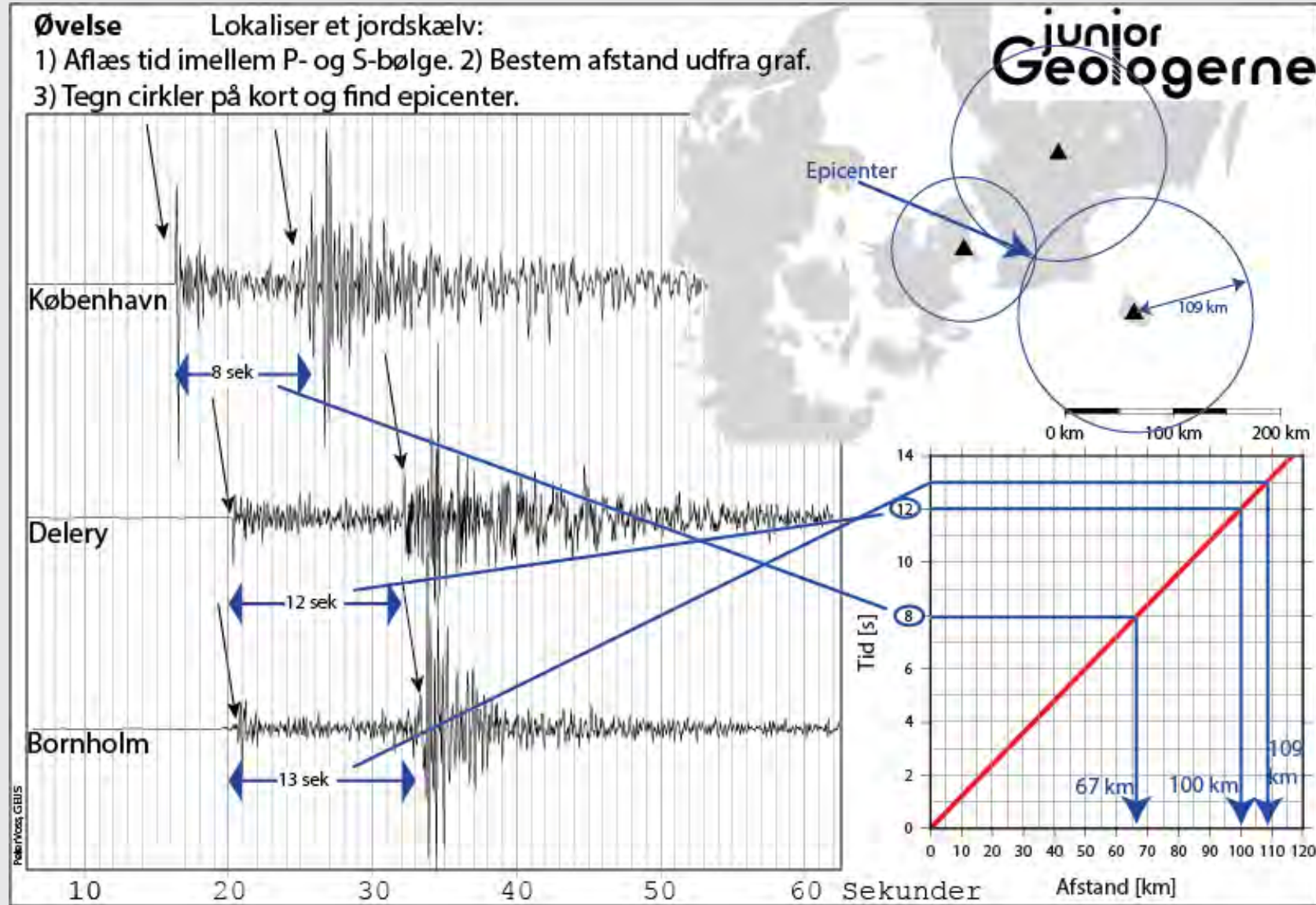
Øvelse - Epicenter

I skal nu selv bestemme epicenter for et jordskælv.

1. Aflæs tid imellem P- og S-bølge på seismogrammet fra de tre målestationer.
2. Bestem afstanden til de tre målestationer, ved at aflæse Tid på grafen.
3. Tegn cirkler på kort med radius på den afstande i har aflæst.
4. Find epicenter.



Løsning til øvelse



Øvelse P-bølge

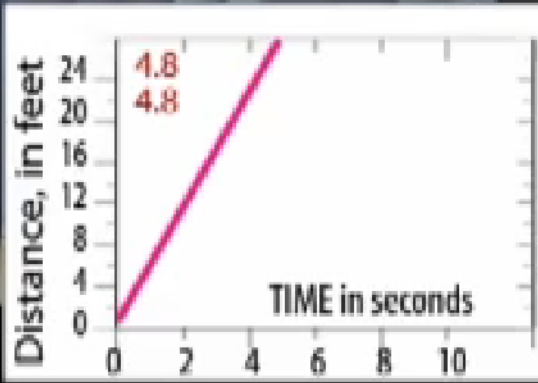
Husk stopur og målebånd

1. Se video til højre.
2. Nu er det jeres tur.
3. Stil op skulder ved skulder, som på video, langs væg eller i cirkel.
4. Mål afstand fra første elev til sidste elev
5. En P-bølge sendes afsted fra den første elev.
6. Mål den tid P-bølgen er om at rejse fra første elev til sidste elev.
7. Blive stående til næste slide

S-wave: secondary shear wave



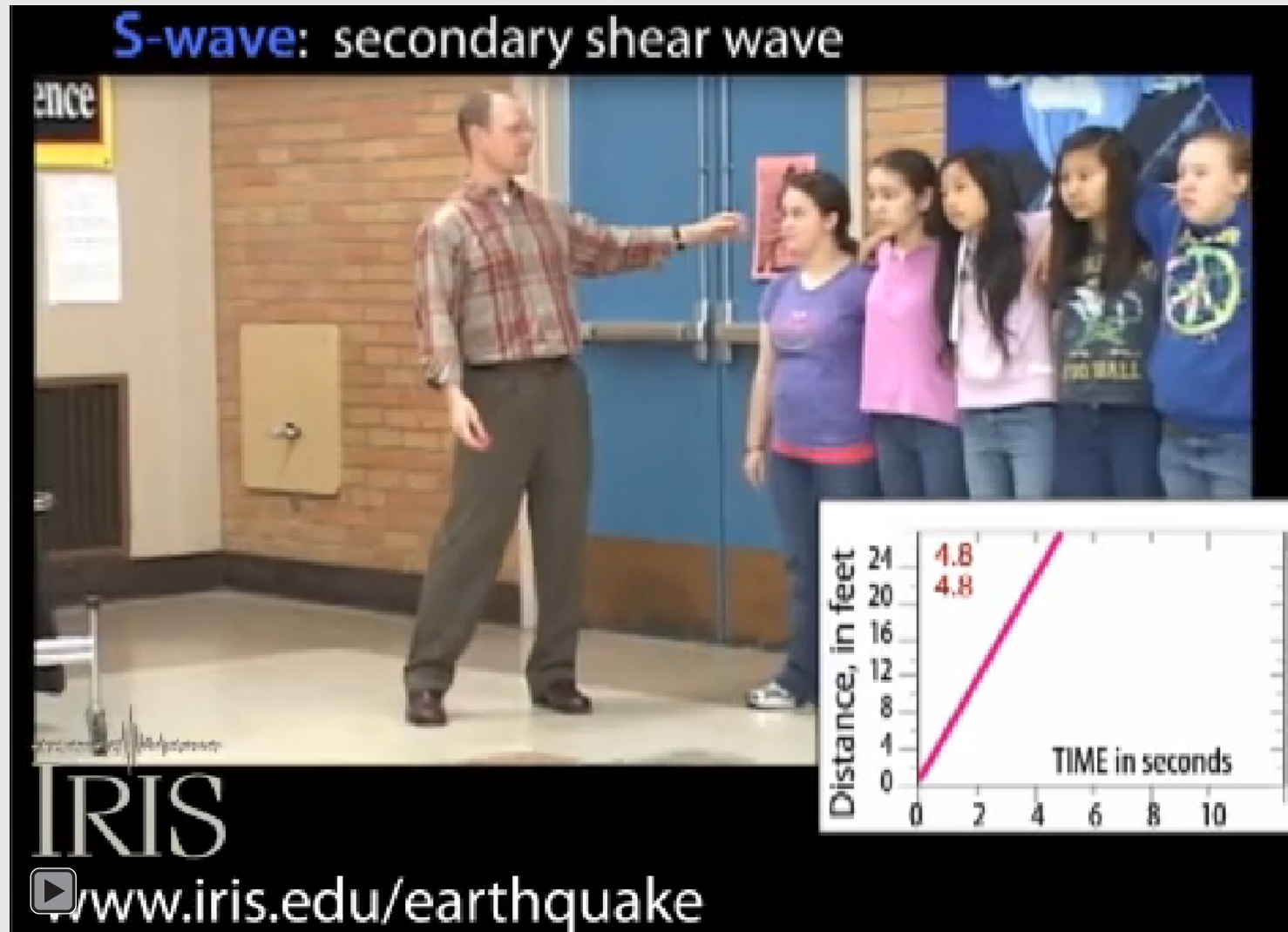
IRIS
www.iris.edu/earthquake



TIME in seconds	Distance, in feet
0	0
4.8	24

Øvelse S bølge

1. Se video til højre
2. En S-bølgen sendes afsted fra den første elev.
3. Mål den tid S-bølgen er om at rejse fra første elev til sidste elev.
4. Tegn graf – afstand som funktion af tid.
5. Bestem tid 1 km, 2 km, 5 km.
6. Hvis I kunne måle P-bølgen 2 km fra læreren, hvor lang tid går der så før jeres S-bølge kommer?



Løsning til øvelserne

$$P(\text{video}): \frac{28 \text{ feet}}{4,8 \text{ s}} \cong \frac{8,53 \text{ m}}{4,8 \text{ s}} \cong 1,87 \text{ m/s},$$

Bestem tid 1 km, 2 km, 5 km:

$$1 \text{ km}: \frac{1000 \text{ m}}{1,78 \text{ m/s}} \cong 562 \text{ s}$$

$$2 \text{ km}: \frac{2000 \text{ m}}{1,78 \text{ m/s}} \cong 1124 \text{ s}$$

$$5 \text{ km}: \frac{5000 \text{ m}}{1,78 \text{ m/s}} \cong 2809 \text{ s}$$

$$S(\text{video}): \frac{28 \text{ feet}}{7,8 \text{ s}} \cong \frac{8,53 \text{ m}}{7,8 \text{ s}} \cong 1,18 \text{ m/s},$$

$$1 \text{ km}: \frac{1000 \text{ m}}{1,81 \text{ m/s}} \cong 847 \text{ s}$$

$$2 \text{ km}: \frac{2000 \text{ m}}{1,81 \text{ m/s}} \cong 1695 \text{ s}$$

$$5 \text{ km}: \frac{5000 \text{ m}}{1,81 \text{ m/s}} \cong 4237 \text{ s}$$

Hvis I oplever jeres P-bølge 2 km fra læreren, hvor lang tid har I så til jeres S-bølge kommer?

2 km fra epicenter: $S(\text{video}) - P(\text{video}) = 1695 \text{ s} - 1124 \text{ s} = 571 \text{ s} = 9 \text{ minutter og } 31 \text{ sekundet}$

Hvis du en dag rejser til et sted hvor der er risiko for jordskælv, er det godt at være forberedt.

Skriv en liste med ting du tror det vil være smart at have, hvis et jordskælv ødelægger dit hus og din by?

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____

På næste side kan I se liste med ting der er gode, at have liggende, tjek om I havde dem alle.



Foto: Angelo Giordano fra Pixabay

HOW TO PREPARE FOR AN EARTHQUAKE



Make a Communication and Evacuation Plan with your family



Organise emergency supplies in accessible locations at home



Designate "safe places"



Keep a flashlight & sturdy shoes by each persons' bed



PRACTICE WITH YOUR FAMILY
"DROP, COVER, AND HOLD ON" TODAY!



Her er en liste med ting der er godt at have i nærheden efter et jordskælv, f.eks.:

- Vand – 5 L vand rækker til en persons forbrug til drikke og hygiejne i 3-4 dage
- Mad – til mindst tre dage og helst mad der kan holde sig l lang tid.
- Batteridrevet radio
- Lygte
- Førstehjælpskasse
- Ekstra batterier
- Fløjte til af signalere om hjælp
- Støvmaske, plastic og tape til at holdestøv partikler ude af hus
- Vådservietter og skraldeposer til personlig hygiejne
- Værktøj så man kan slukke for gas, el og vand
- Dåseåbner
- Et landkort over lokal området
- Mobiltelefon med lader og ekstra batteri

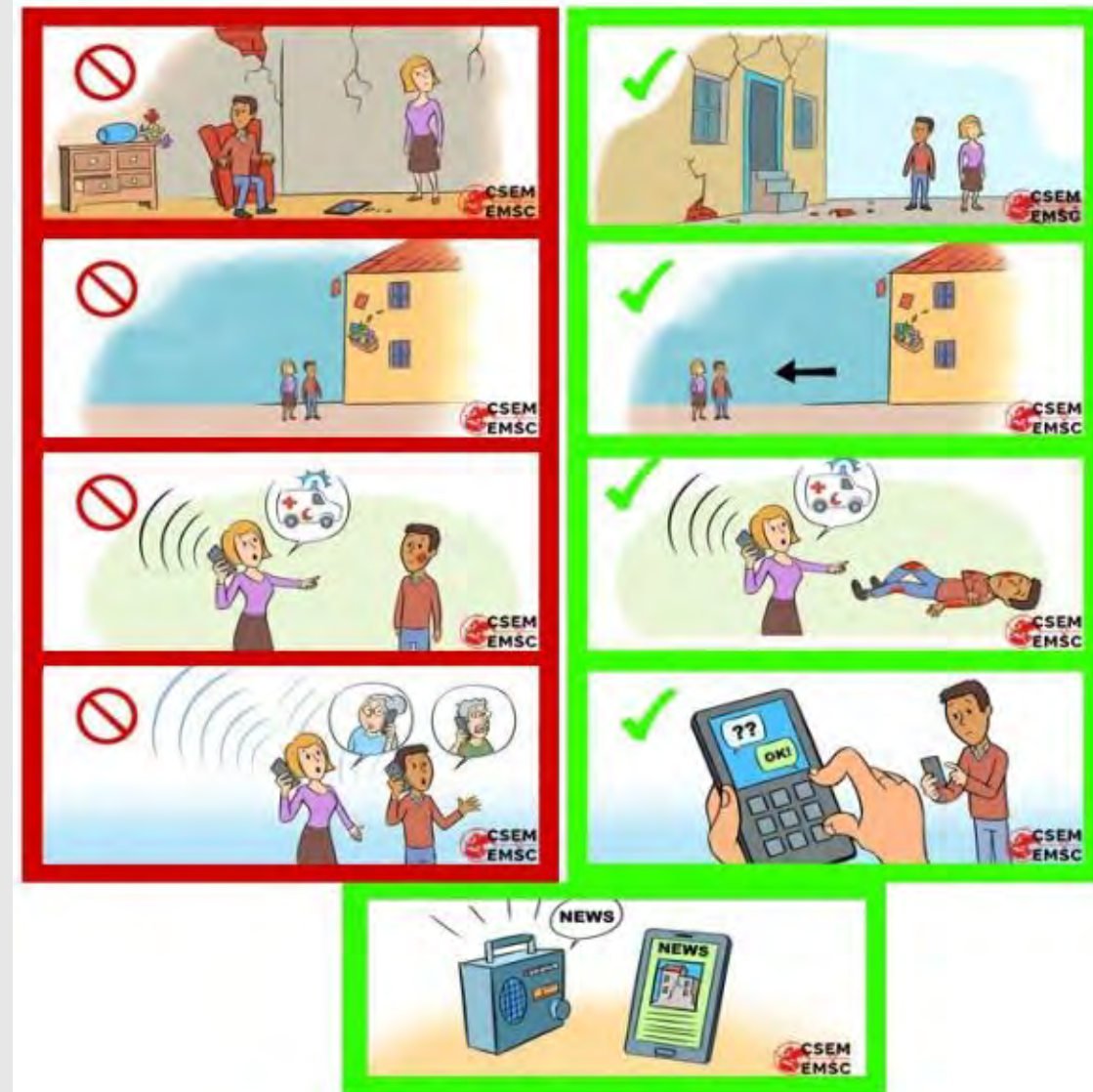
Læs mere på <https://www.ready.gov/kit>

Skulle du opleve et jordskælv eller komme til et sted, hvor der har været et jordskælv, er det godt at vide hvad man skal og ikke skal gøre.

På figuren til venstre kan I se nogle situationer på hvad man ikke skal, og hvad man skal.

Hvilken af nedenstående passer til hvilken figur?

1. Lyt til nyheder
2. Ring 1-1-2 hvis din ven er kommet alvorligt til skade
3. Gå væk fra bygninger
4. Du skal ikke være indenfor, hvis der er synlige skader.
5. Du skal ikke ringe til venner og familie.
6. Det er farligt at være tæt på bygninger
7. Du skal ikke ringe til 1-1-2, hvis din ven kun har overfladiske skrammer.
8. Brug SMS til venner og familie
9. Gå udenfor hvis dit hus har synlige skader



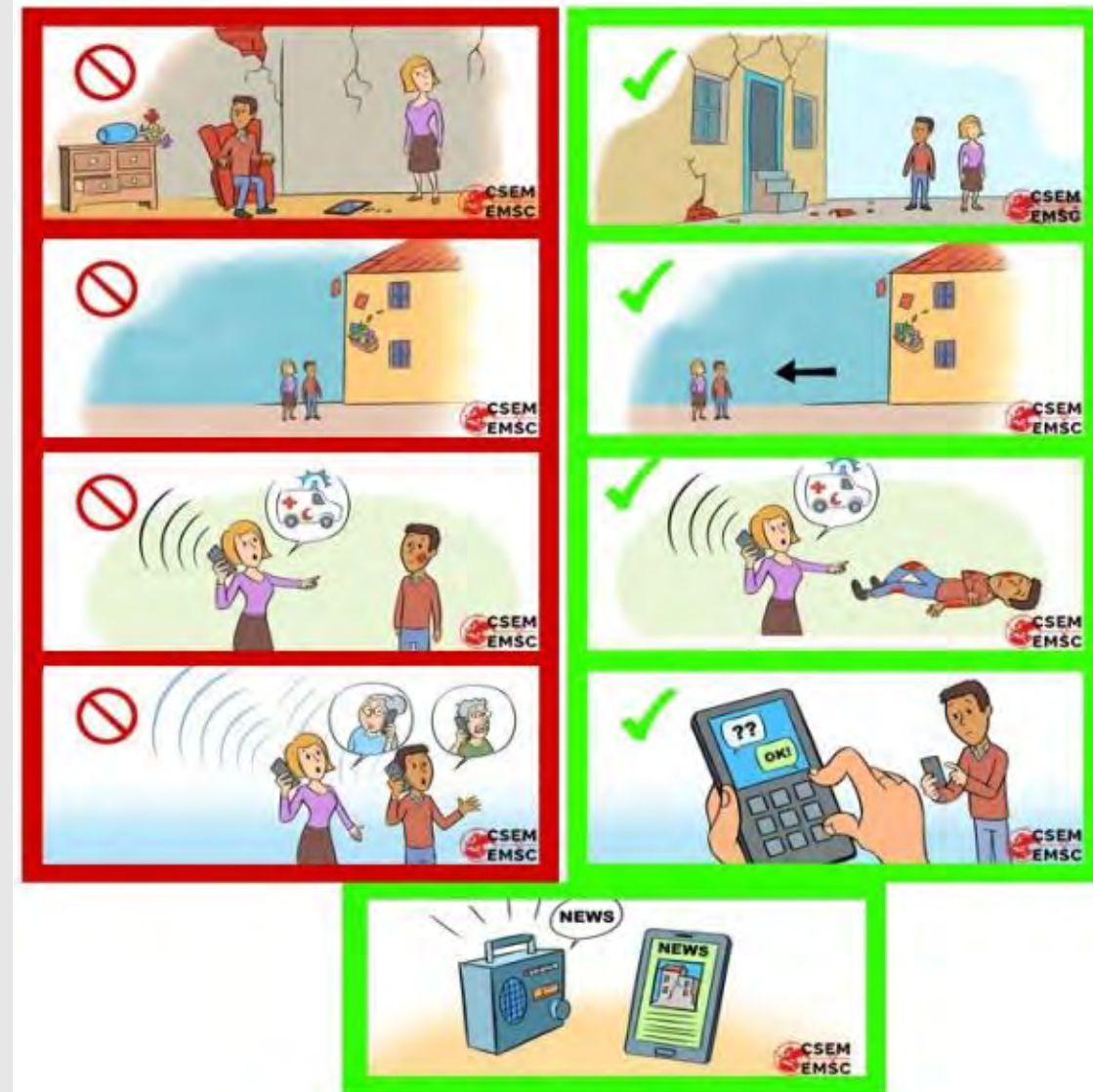
Skulle du opleve et jordskælv eller komme til et sted, hvor der har været et jordskælv, er det godt at vide hvad man skal og ikke skal gøre.

På figuren til venstre kan I se nogle situationer på hvad man ikke skal, og hvad man skal.

Hvilken af nedenstående passer til hvilken figur?

1. Lyt til nyheder
2. Ring 1-1-2 hvis din ven er kommet alvorligt til skade
3. Gå væk fra bygninger
4. Du skal ikke være indenfor, hvis der er synlige skader.
5. Du skal ikke ringe til venner og familie.
6. Det er farligt at være tæt på bygninger
7. Du skal ikke ringe til 1-1-2, hvis din ven kun har overfladiske skrammer.
8. Brug SMS til venner og familie
9. Gå udenfor hvis dit hus har synlige skader

10. Svar: 1-I, 2-F, 3-D, 4-A, 5-G, 6-C, 7-E, 8-H, 9-B



Protect Yourself During Earthquakes!

IF
POSSIBLE



USING
CANE



USING
WALKER



USING
WHEELCHAIR



Oplever man et jordskælv, er der tre ting man skal gøre:

1. Ned på jorden
2. Find dækning
3. Hold fast

Der er desværre mange eksempler på, at folk begynder at løbe rundt under et jordskælv.

På figuren til venstre kan du se, hvad man skal gøre, hvis man har stok, rollator eller sidder i kørestol.

Øvelse

I skal nu se om i alle kan finde dækning og hvor lang tid det tager.
Jeres underviser tager tid, og siger hvornår i skal:

1. Ned på jorden
2. Find dækning
3. Hold fast

Hvor lang tid tog det?

Kunne alle finde dækning?

Ligger man i sin seng, er man udenfor, sidder i en bil, i kørestol eller ikke har mulighed for at finde dækning, kan man bruge et af de råd der er vist til højre.



Sådan kan I arbejde videre med emnet

Jordskælv relaterer sig til disse andre lektioner fra **www.junior-geologerne.dk**:

- Jordens opbygning og pladetektonik
- Tsuunami
- Bjergartscyklus

Øvrige undervisningsmaterialer

Når jorden skælver

<http://geus.net/e-learning/njs/>

Den Dynamiske Jord

<https://www.geus.dk/media/13180/ddj.pdf>