Junior Geologerne

Tsunami

maj 2020

Tine B. Larsen og Peter H. Voss

NORDEA FONDEN
Vi støtter gode liv

I 2011 blev Japan ramt af en voldsom tsunami, som kostede mange menneskeliv og ødelagde et atomkraftværk.

I 2004 skyllede en dødelig tsunami gennem det Indiske Ocean. Her var en 10-årig pige med til at redde en masse menneskeliv, fordi hun havde hørt om tsunamier i skolen. Hende vender vi tilbage til.

Læringspointer

- Jeg ved, hvorfor tsunamier opstår
- Jeg ved, hvor hurtig en tsunami er
- Jeg ved, hvad man skal gøre i tilfælde af en tsunami

Inden I går i dybden med tsunamier, skal i starte med at se film om Tilly Smith:

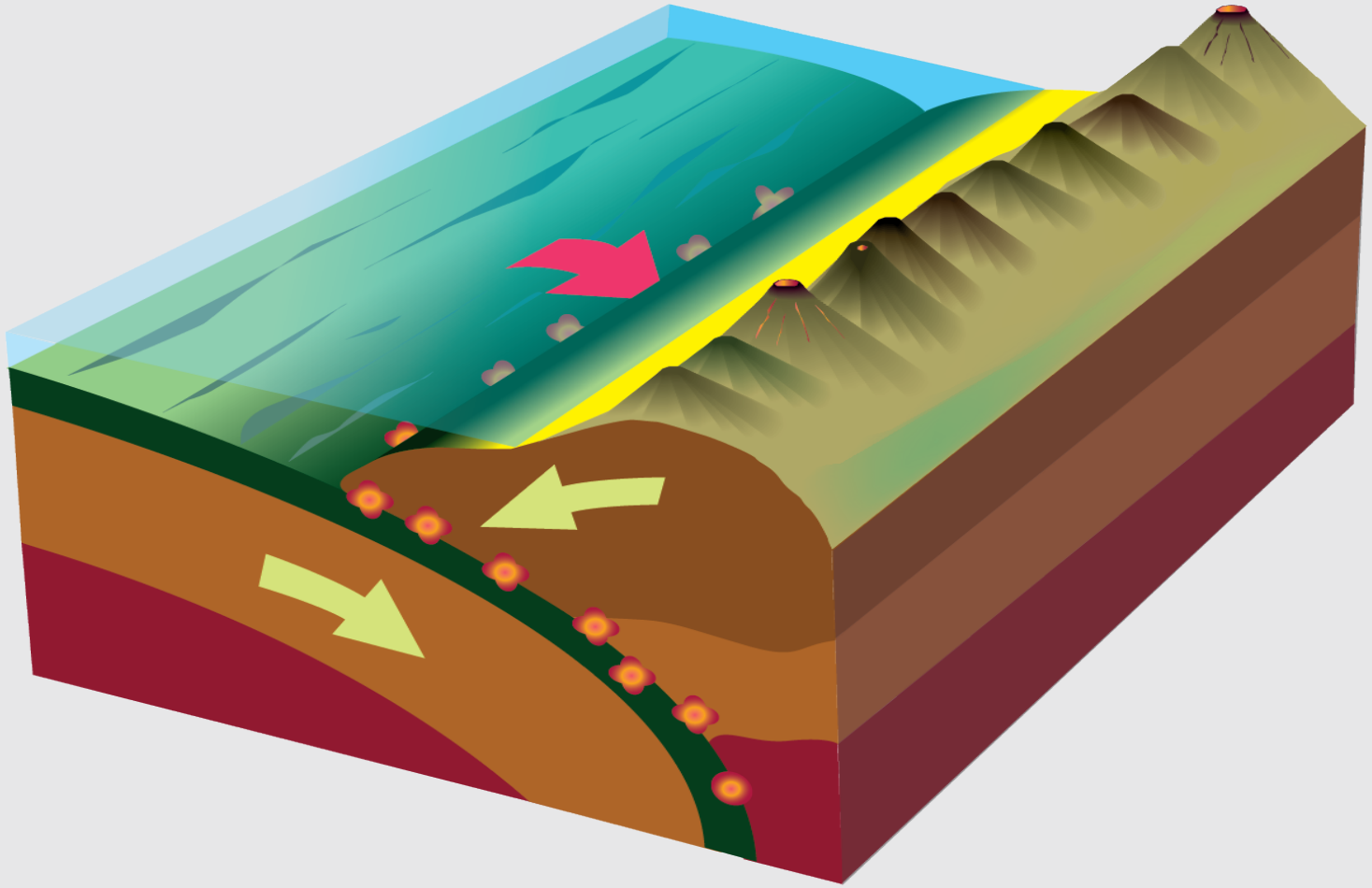
Filmen varer 5 min og er på engelsk:
https://youtu.be/V0s2i7Cc7wA

Spørgsmål efter filmen:
Hvad var det Tilly Smith havde lært om tsunamier?

Tsunamien, som Tilly Smith oplevede, blev udløst af et jordskælv ved en subduktionszone.

En subduktionszone er der, hvor en plade bliver skubbet eller trukket ind under en anden plade.

I lektionen om pladetektonik kan I lære mere om jordens plader.



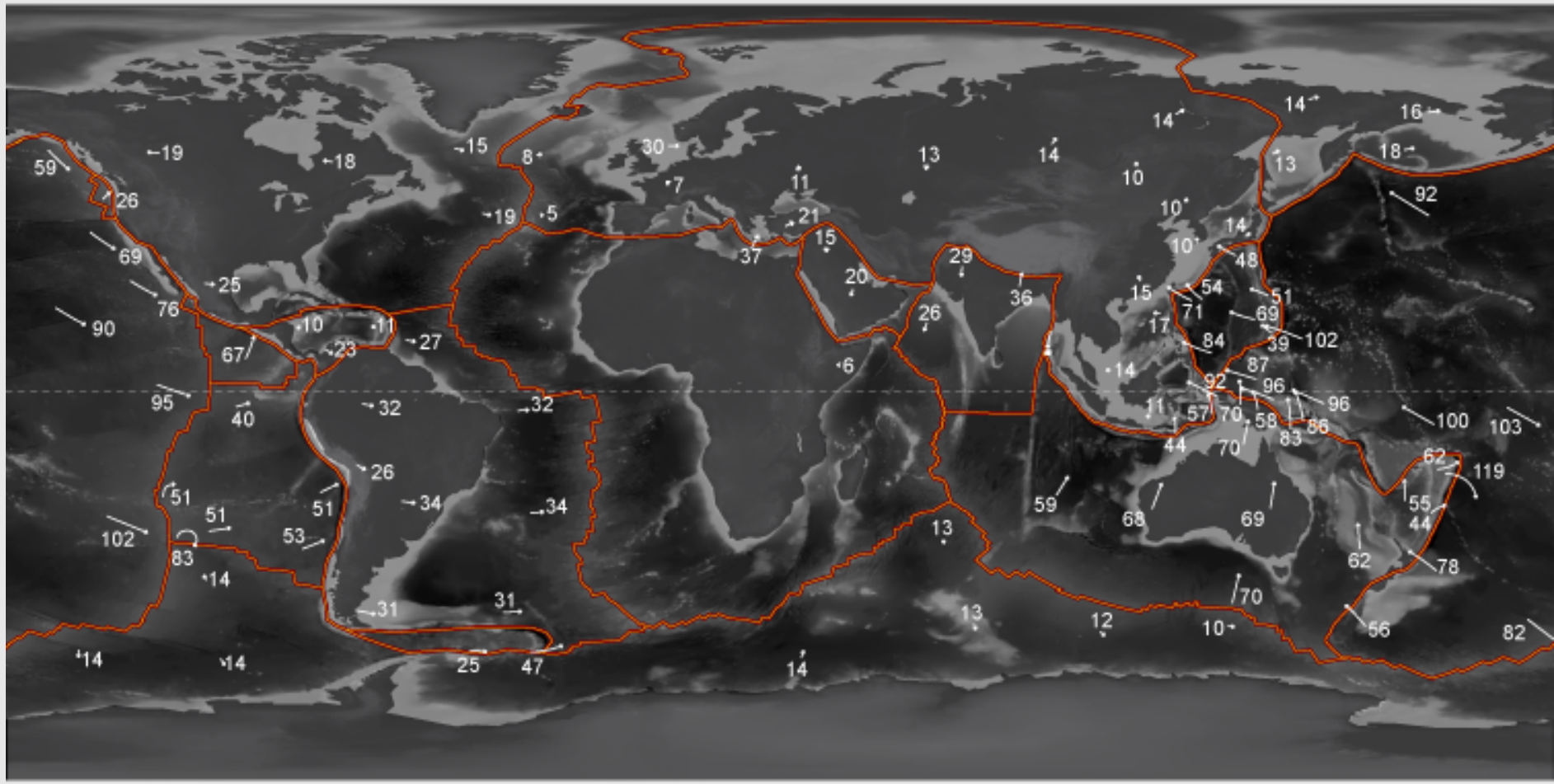
Grafik: GEUS

Figuren viser pladebevægelse – hastighed i relation til Afrika (mm pr. pr)

Hvor meget bevæger pladen vest for Sumatra sig?

Hvor meget bevæger pladerne sig ved Island?

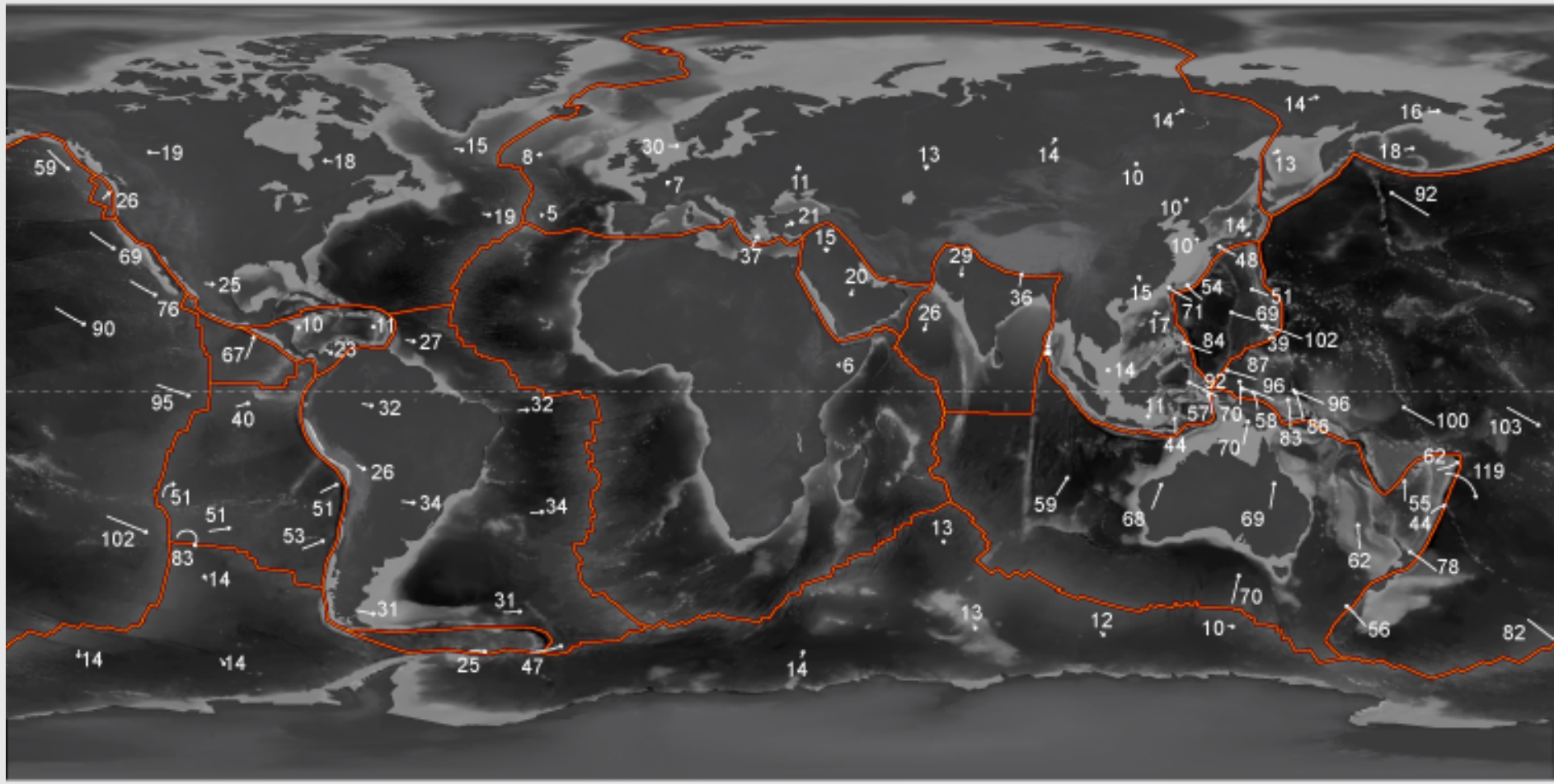
Omregn til cm pr 10 år.



Pladebevægelse - hastighed i relation til Afrika (mm pr. år)

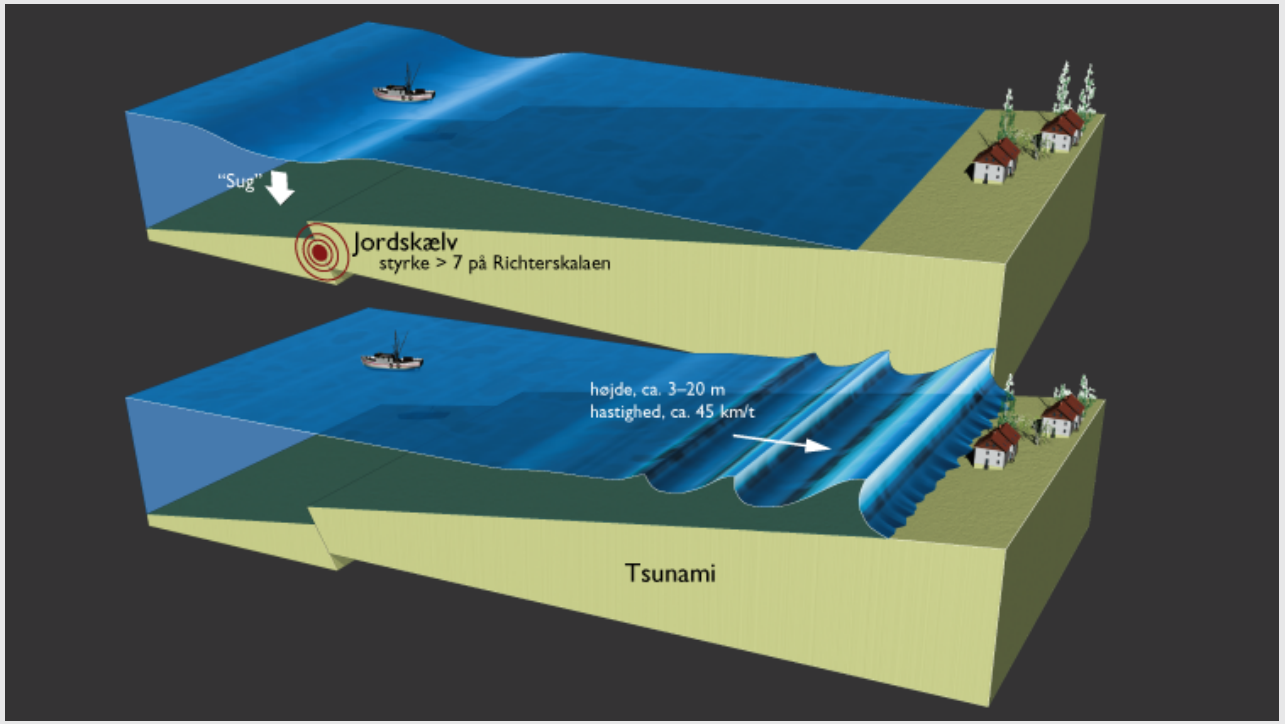
Svar:
Ved Sumatra 59 cm i løbet af 10 år

Ved Island 15 cm imod vest og 8 cm imod øst i løbet af 10 år



Pladebevægelse - hastighed i relation til Afrika (mm pr. år)

Det jordskævmTilly Smiths oplevede, skete ved en subduktionszone ved Sumatra.



Jordskælvet skabte en meget lang revne i havbunden, og på den ene side af revnen blev havbunden skubbet 2-5 m lodret op med en hurtig bevægelse.
Det fik alt vandet fra havbund til havoverflade til at svinge op og ned.

Og det satte en bølge i bevægelse – tsunamien.

Grafik: GEUS

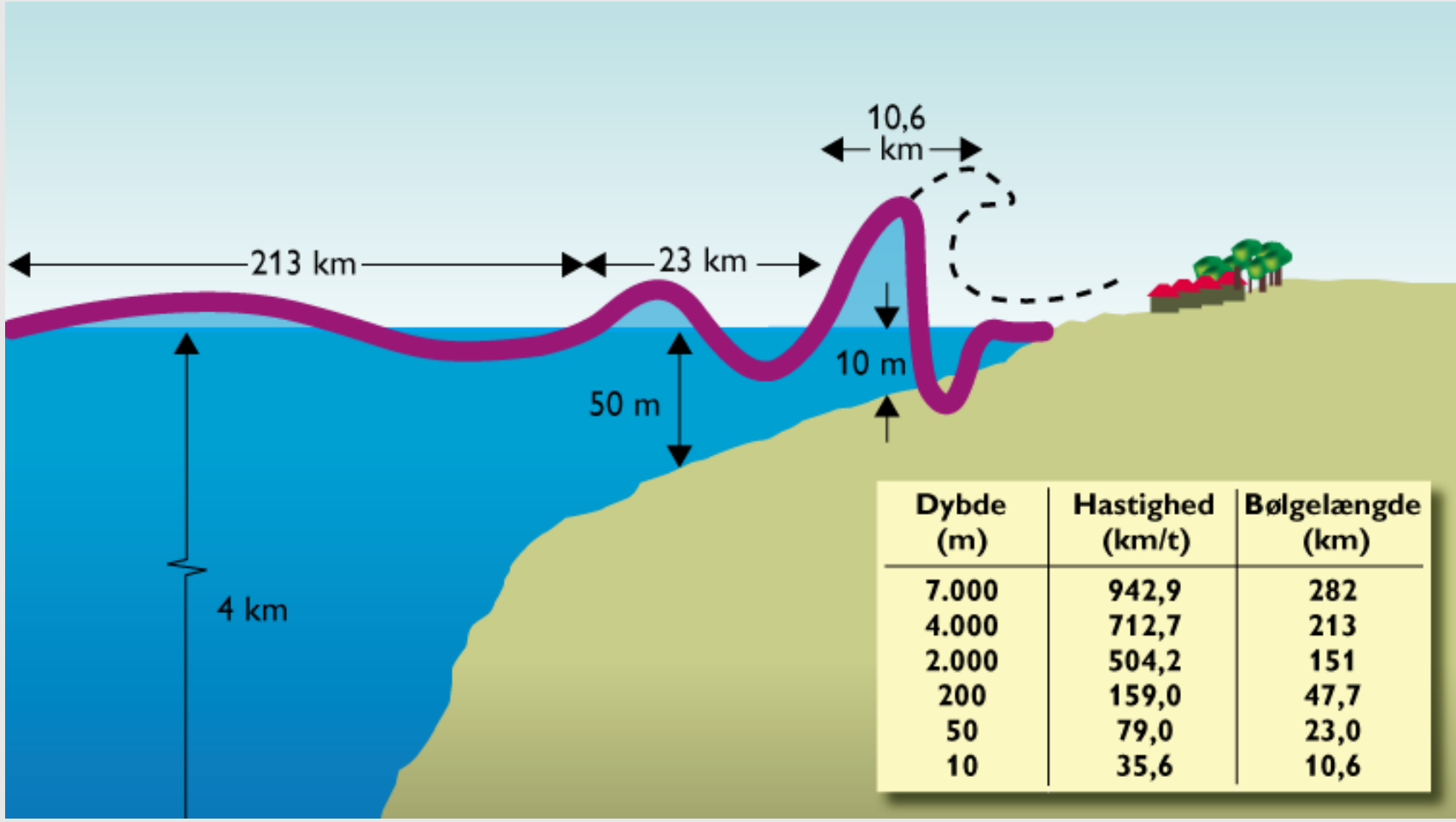
Tsunami

Tilly Smith så at vandet havde trukket sig væk fra kysten, og hun vidste, at det kunne være pga. en tsunami.

Når vandet kommer ind mod kysten sker det med høj fart og stor kraft.

Tsunami bølgens hastighed er bestemt af havdybden. Hvornår er den hurtigst?

Der er ikke plads til alt vandet inde ved kysten, fordi bassinet ikke er så dybt. I stedet rejser bølgerne sig og bliver meget høje.



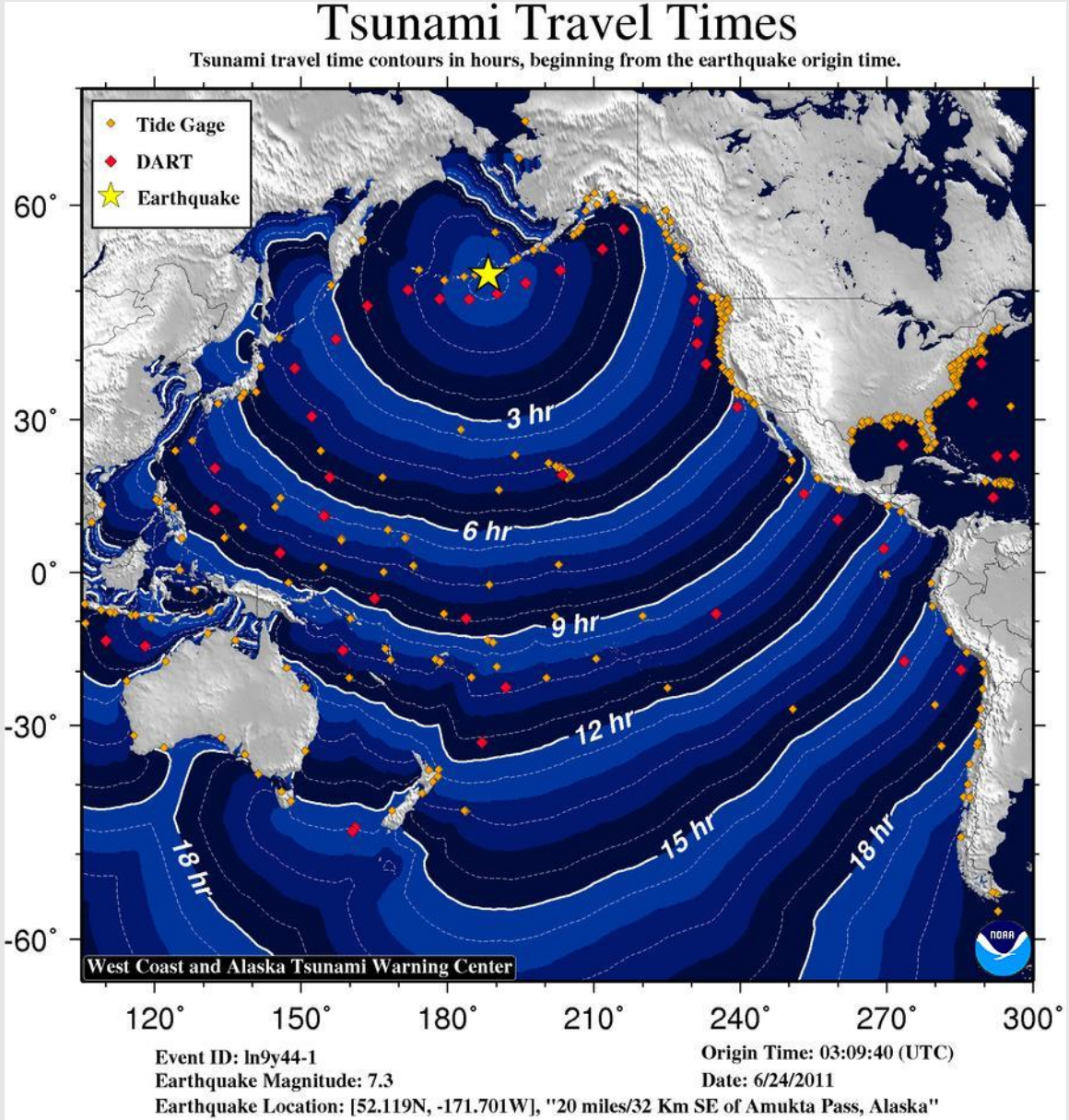
Dybde (m)	Hastighed (km/t)	Bølgelængde (km)
7.000	942,9	282
4.000	712,7	213
2.000	504,2	151
200	159,0	47,7
50	79,0	23,0
10	35,6	10,6

Grafik: GEUS

Tsunami hastighed

Når man kender tsunamiens hastighed i oceanet, kan man udregne hvor lang tid, den er om at rejse fra A til B.
Figuren til højre viser en model for løbetider for en tsunami, der er startet af et jordskælv i det nordlige Stillehav.

Hvis jordskælvet skete kl. 9 om aftenen, hvornår vil Chile så blive ramt af tsunamien?

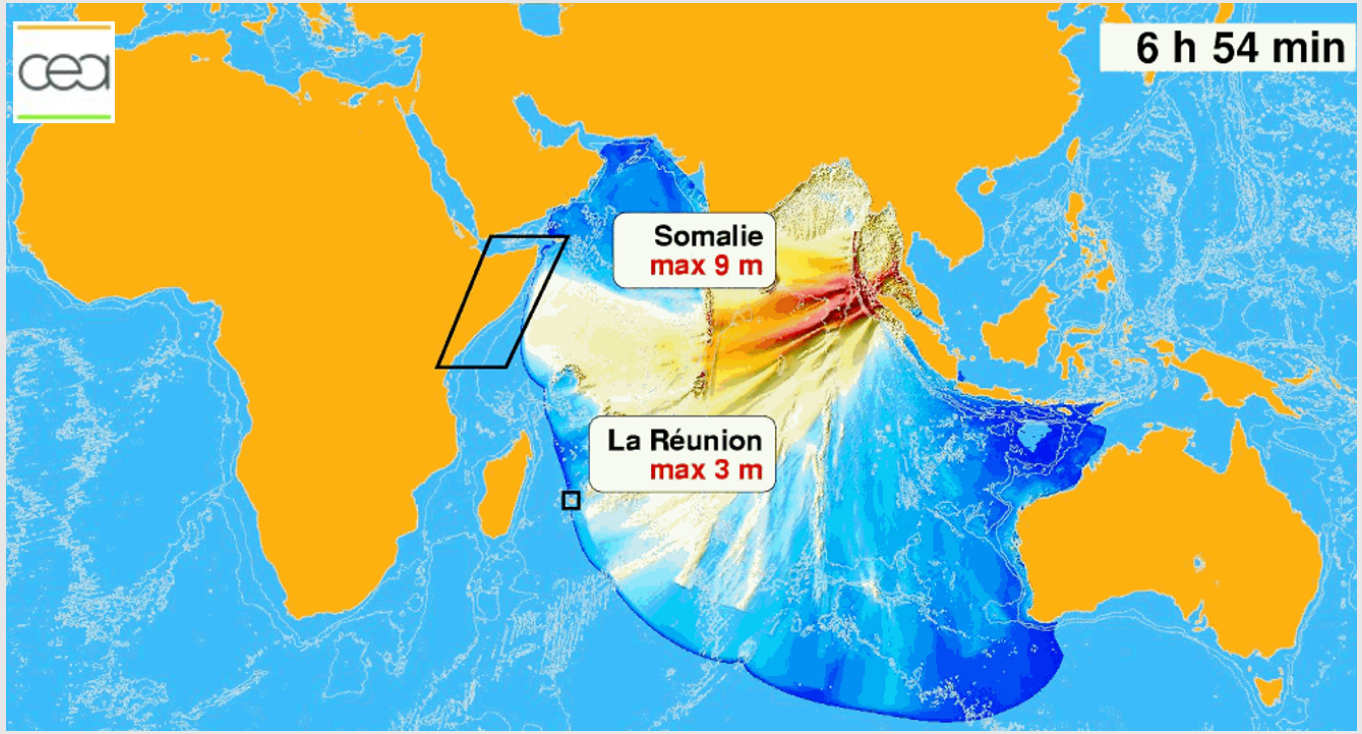


Tsunami - animation

På denne næste slide er der en animation, hvor I kan se en model for den tsunami Tilly Smith oplevede. Animationen tager de varierende havdybder med i udregningen.

Passer jeres løbetider med modellen?

Modellen viser også bølgehøjde. Hvor er bølgerne størst?

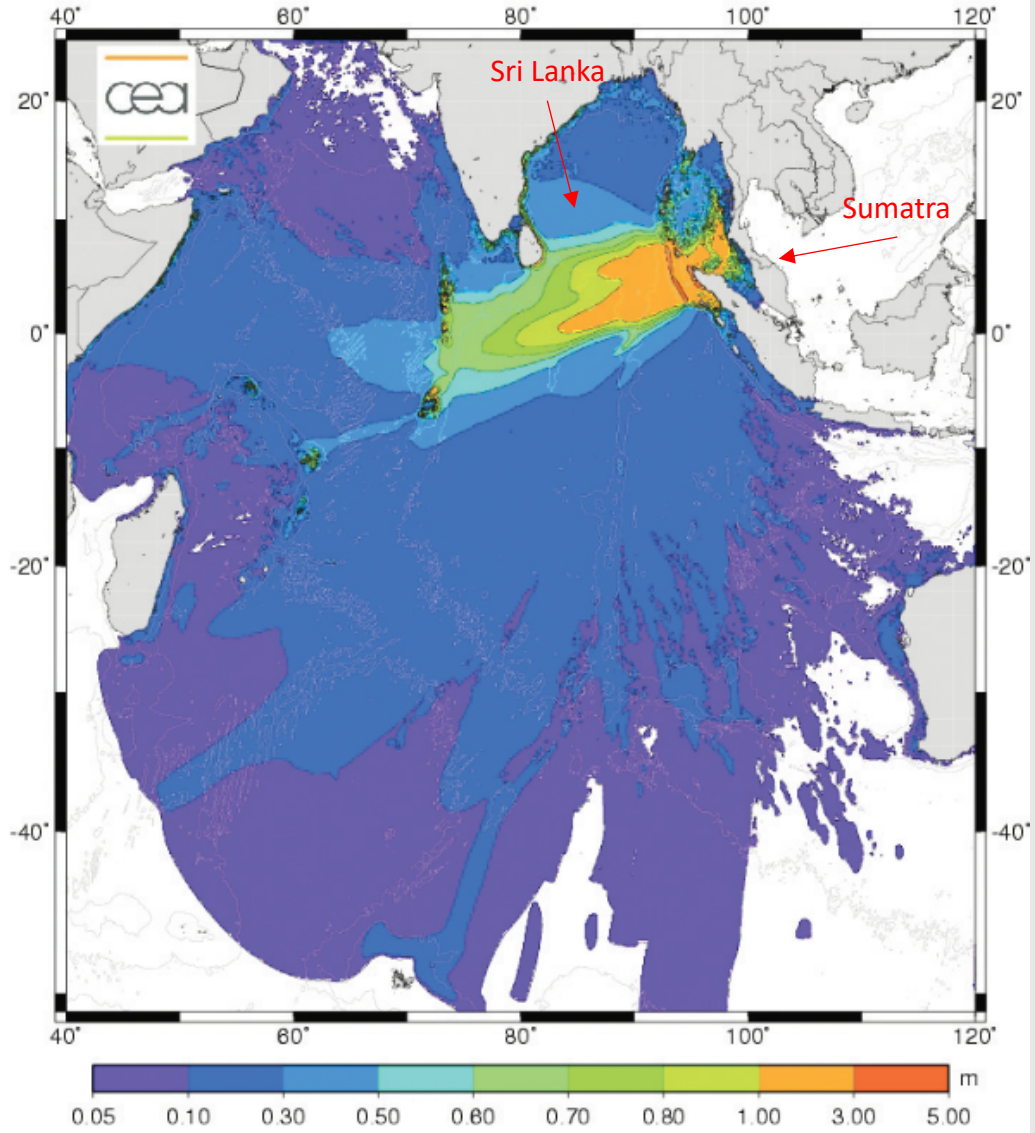


Grafik: Hélène Hébert, CEA DAM/DIF/DASE/LDG, Frankrig

Tsunami – animation, Sumatra, 26 december, 2004

Animation: Hélène Hébert, CEA DAM/DIF/DASE/LDG, Frankrig

Tsunami



Modelberegning, der viser den maksimale bølgehøjde på det dybe vand i de første 9 timer efter jordskælvet. (Grafik venligst udlånt af: H. Hébert (CEA/DAM/DASE/LDG))

Tsunamien skaber de største ødelæggelser i områder tæt på jordskælvets epicenter. Men de lokale forehold har stor betydning for hvordan vandet rammer kysten og hvor langt ind på land, vandet kommer.

På figuren til venstre kan I se en af de første modelberegning for den maximale bølge højde efter jordskælvet ved Sumatra i 2004.

Lokale forhold på Sri Lanka gjorde, at vandet i 2004 kom helt op i 11 meter.
Hvad viser modellen t.v.?
Og hvad viser den nyeste animation på den forrige slide?

På de følgende tre slides kan I se
Hvad der skete i et område på Sumatra.

Før tsunami 2004

Kan I se
Huse?
Veje?
Marker?

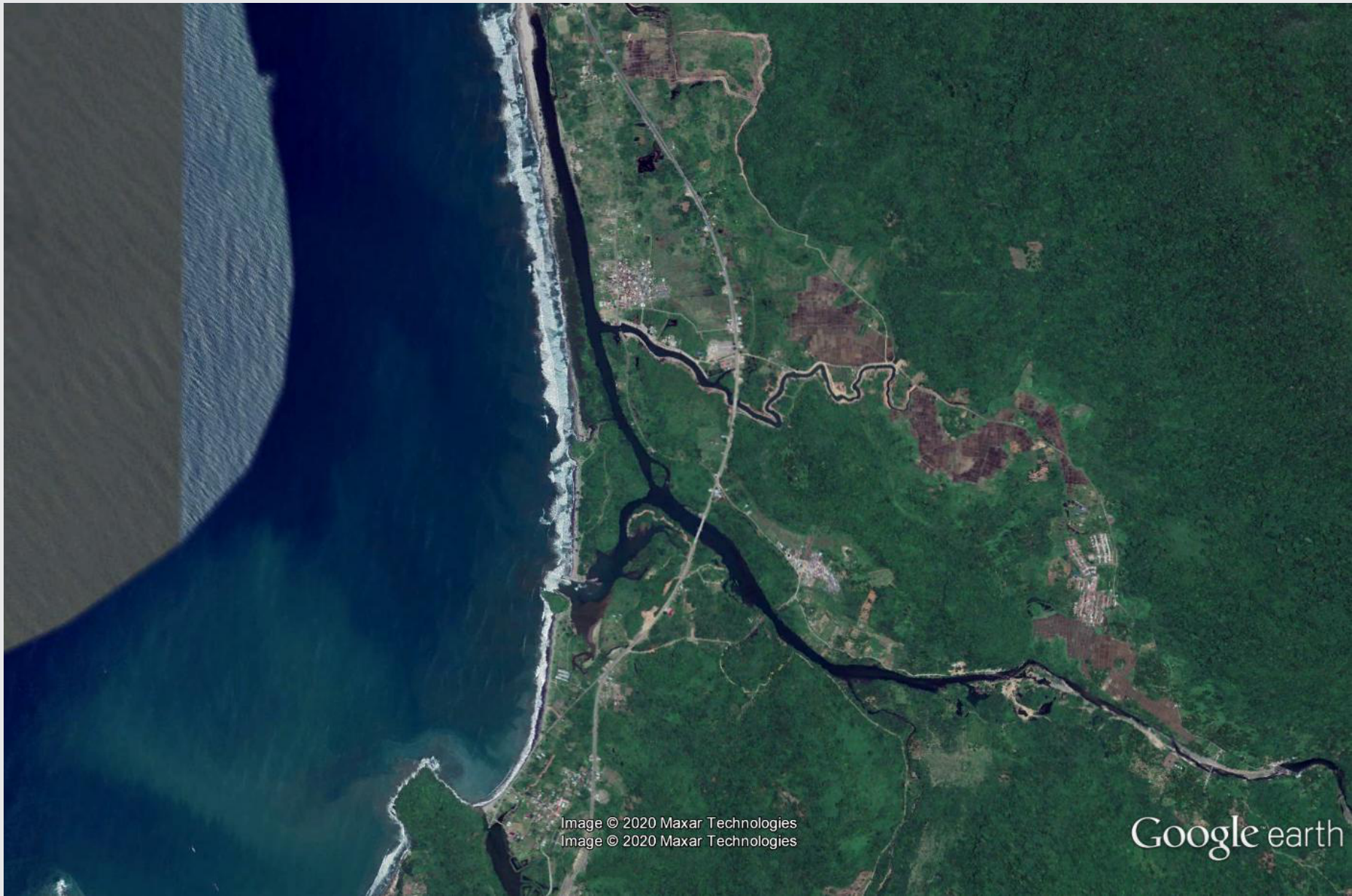
Ritieng-baai ved Sumatra

Efter tsunami

Kan I se hvor langt ind i landet tsunamien nåede?

I dag

Kan I se
Huse?
Veje?
Marker?
Hvorfor tror I, at der bor folk der i området i dag?



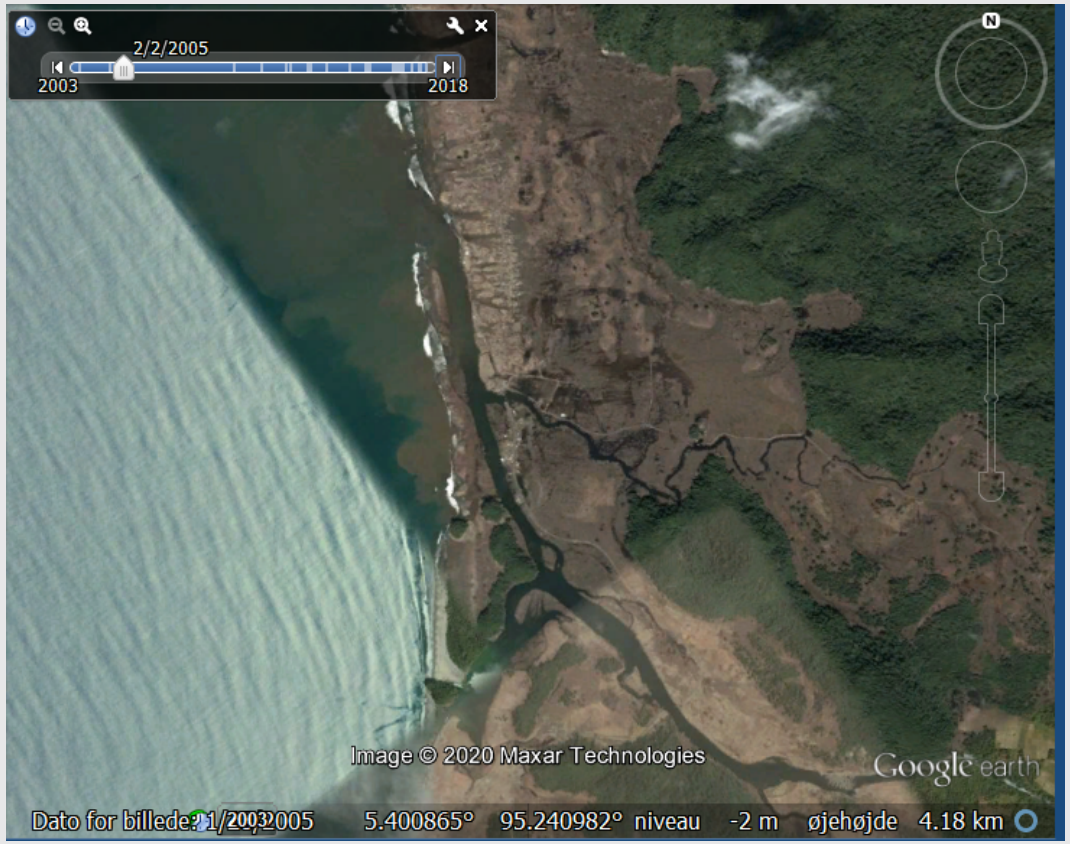
Hvorfor er det forskelligt hvor langt tsunamien kom ind i landet?

Brug Google Earth til at måle, hvor langt ind i landet vandet kom:
Gå til denne koordinat: Nord: 5,38, Øst: 95,25
Under "Vis" vælg "Historiske billeder", skift satellit billede til 2/2/2005 ved at flytte markør.
Under "funktioner" vælg "Lineal".

Prøv evt. at finde andre steder langs kysten hvor vandet kom længere ind i landet.

Bemærk, at nogle steder er flere satellitbilleder sat sammen, det kan man se på "Data for billede" nederst.

Find selv før/efter satellit billeder fra tsunamien efter jordskælvet den 11. marts 2011 øst for Japan. F.eks. ved 37° 23.2' N, 141° 1.6' Ø.



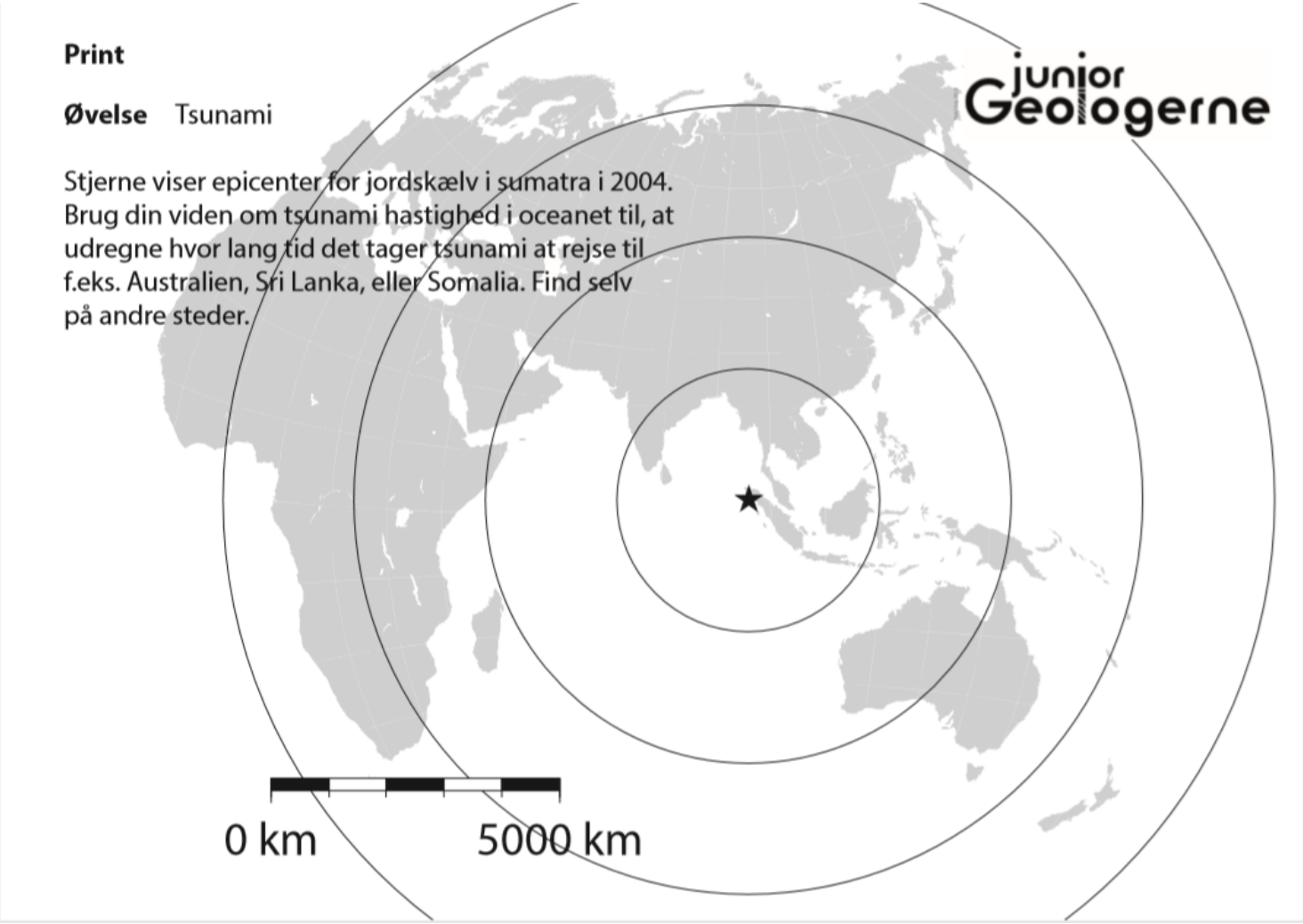
Øvelse – Tsunami

I skal nu selv beregne løbetider for en tsunami.

Tegn streger fra epicenter (stjerne) og ud til de steder I har valgt.

Undersøg, hvor mange km der var og udregn løbetid, hvis hastigheden var 712,7 km/t.

I kan også undersøge, hvor stærkt det vil gå, hvis dybden var 7000 m hele vejen.

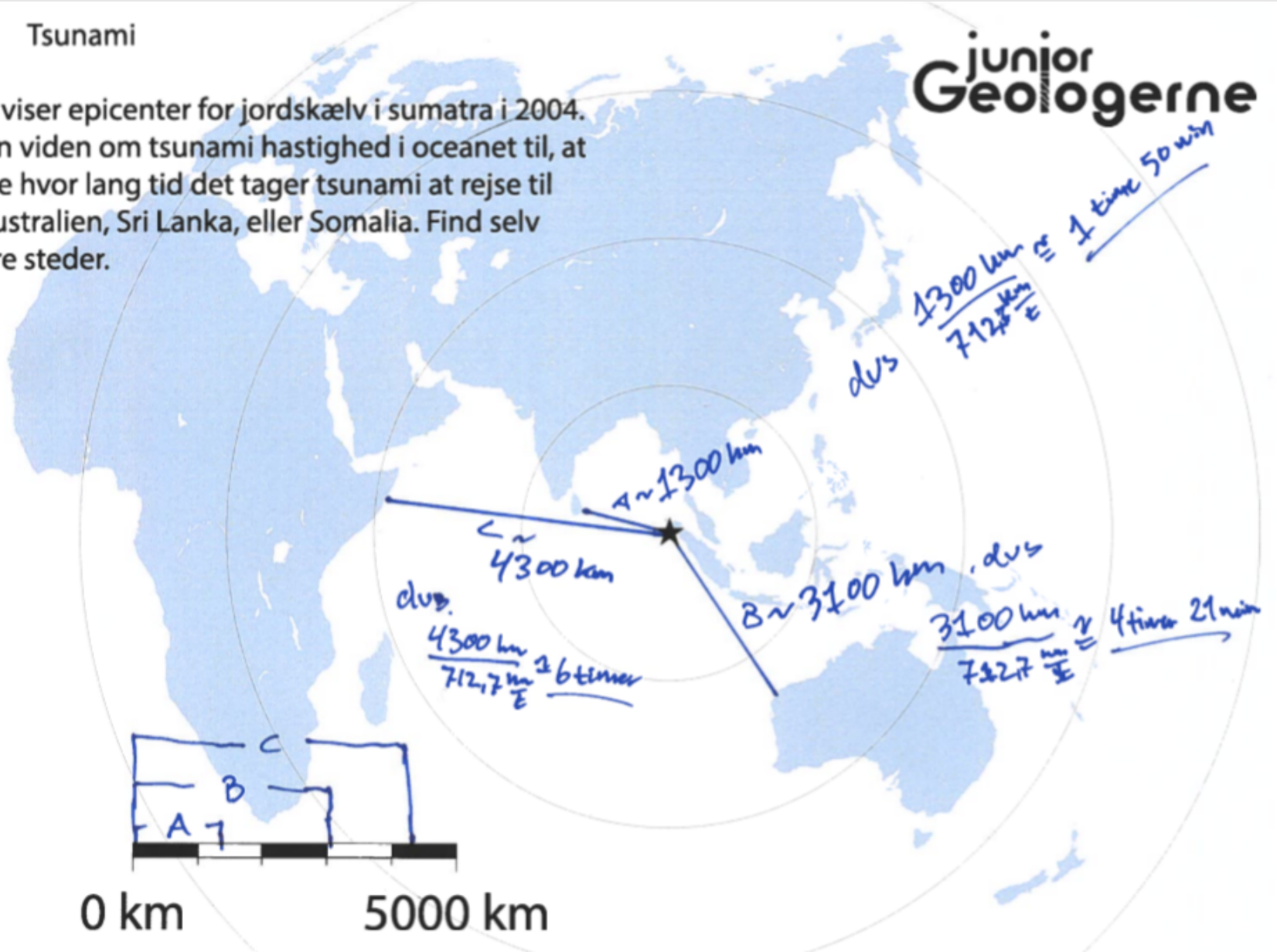


Grafik: GEUS

Løsning til øvelse

Øvelse Tsunami

Stjerne viser epicenter for jordskælv i sumatra i 2004. Brug din viden om tsunami hastighed i oceanet til, at udregne hvor lang tid det tager tsunami at rejse til f.eks. Australien, Sri Lanka, eller Somalia. Find selv på andre steder.



Tsunami

Er du rejst til et sted hvor der er en tsunami på vej skal du:

KOMME VÆK I EN FART – søg til et højtliggende område - så højt som muligt.

Er du på en båd så skal du sejle ud, væk fra kysten. På dybt vand er bølgerne ikke så høje som ved kysten.

Lyt til de lokale myndigheder, der kan gå mange timer før tsunamien har passeret.

Beskyt dig hvis du også kan mærke rystelser fra jordskælv – ned på jorden – find dækning – hold fast. Når jordskælvet er stoppet – KOM VÆK I EN FART.

https://twitter.com/shakeoutbc/status/719925679089852420

Den bedste måde at beskytte sig imod tsunamier er at gøre som Tilly Smith – søg til højt liggende områder.

I områder hvor der er stor risiko for tsunami skal man sørge for at bygninger kan stå imod, når vandet kommer.

Nogle steder i Japan har man bygget mure der kan holde vandet væk, men som det ses på fotoet fra 2011 var det ikke alle murer der var høje nok til at stoppe tsunamien.

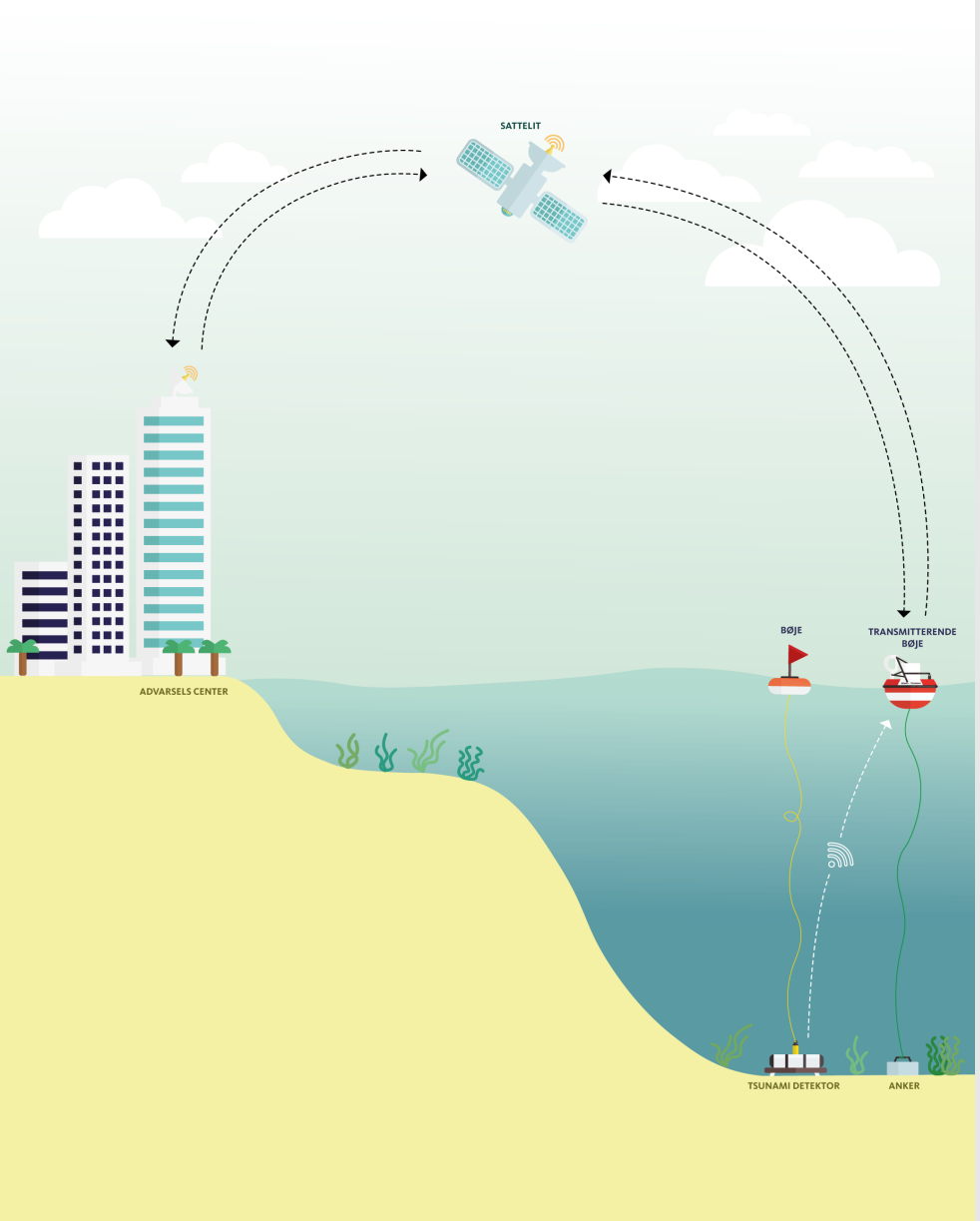
Tsunami varsling

Når man ved, at der er en tsunami på vej, så kan man advare folk, der er i kystnære områder.

Systemer til tsunamivarslinger virker på følgende måde:

1. Der er registeret et stort jordskælv
2. Man udsender første varsling
3. Man holder nu øje med om der er store bølger på vej
4. Der er registeret store bølger – tsunami advarsel udsendes

Jordskælv overvåges af seismometre over hele jorden. Store bølger overvåges af trykmålere på havbunden og bøjer på vandoverfladen, der via satellit sender målinger om store bølger.



Grafik: GEUS

Tsunami kilder

Den mest almindelige grund til de meget store tsunamier er jordskælv, men der kan også være andre kilder til tsunamier:

1. Et jordskælv
2. Erosion eller undersøisk skred
3. Meteornedslag i havet
4. Vulkanudbrud ved eller under havet
5. Fjeldskred, hvor materiale ryger i havet med stor kraft
6. Lokale lavtryk eller fronter langs kysten, kan skabe meteotsunamier

Se f.eks:
Simulering af meteotsunami i Holland
https://youtu.be/crE3ZMmUCQc

Video af meteotsunami fra strand i Holland
https://youtu.be/CjQk_xt_WU0

Sådan kan I arbejde videre med emnet

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

- Jordskælv
- Jordens opbygning og pladetektonik
- Bjergartscyklus

Øvrige undervisningsmaterialer

Når jorden skælver

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

Den Dynamiske Jord

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

Sådan arbejder seismologer med emnet i Danmark og i resten af verden

- Hvordan får vi bedst styr på de jordskælv der har udløst tsunamier
  - Seismologen forsker i og udvikler nye metoder til at kortlægge jordskælv.

- Hvordan kan vi bedst sikre os imod tsunamier i fremtiden
  - Seismologen undersøger målinger af tidligere jordskælv, der har udløst tsunamier, så man kan være bedre forberedt på tilsvarende tsunamier i fremtiden.

De fleste seismologer har uddannet sig indenfor geofysik, geologi, fysik, matematik eller ingeniør. Så synes du, at jobbet som seismolog kunne være noget for dig, er det en god ide at bruge ekstra kræfter i fag som matematik, fysik og naturfag.