



Junior
Geologerne

Havniveauforandringer gennem 15.000 år

maj 2020
Ole Bennike

NORDEA
FONDEN
Vi støtter gode liv

I de senere år er Indlandsisen i Grønland begyndt at smelte.

Vandet løber ud i havet, og det medfører at havniveau stiger.

Samtidig bliver vandet varmere, og det medfører at vandet udvider sig.

Derfor må vi forudse, at mange lavtliggende områder bliver oversvømmede i de kommende år.

Men hvad skete der i fortiden?



Læringspointer

- Jeg ved, at der tidligere er sket store havniveauændringer, men at de nu sker med fornyet hastighed
- Jeg kan forklare hvilke faktorer, der indgår i havniveauændringerne
- Jeg kan perspektivere havniveauændringerne til befolkningstilvæksten og Danmarks økonomi



Diskuter med din sidemakker

Der er tidligere sket store forandringer i havniveau i forbindelse med klimaforandringer og istider. I den tid var der ikke særligt mange mennesker på Jorden.

I dag lever der mere end 7,5 milliarder mennesker på Jorden og en stor del af dem bor i lavtliggende områder langs kysten.

Hvilke problematikker I ser i denne kendsgerning?



Afsmeltning af is på land

Under sidste istid var store mængder vand bundet i isdækker på land. Derfor var havniveauet 130 meter lavere end i dag.

Der var derfor mange områder der ikke var dækket af vand.

Fx var Asien og Nordamerika landfast.

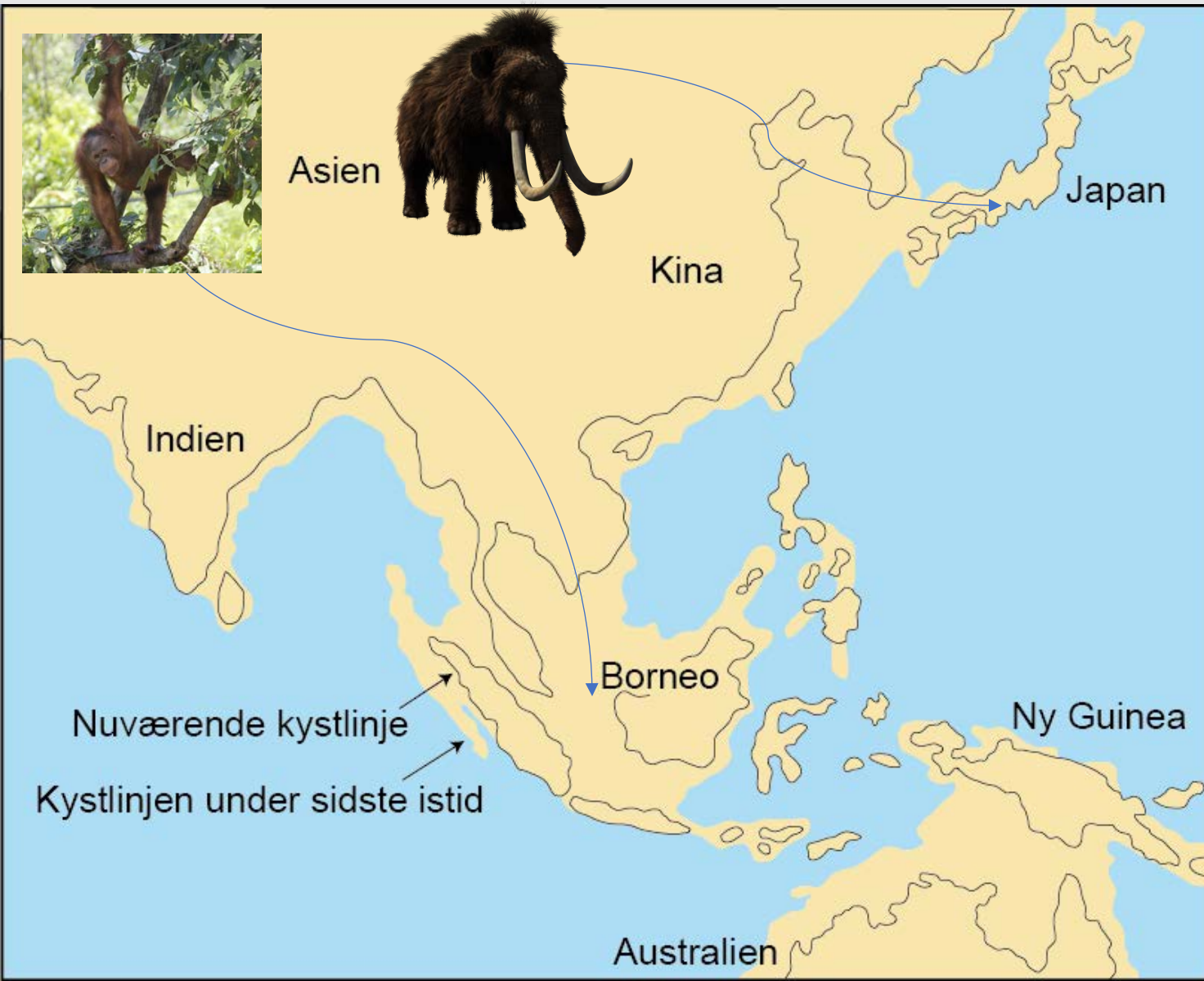


Afsmeltning af is på land

Mennesker og dyr kunne derfor under istiden vandre fra Asien til Nordamerika.

Landbroen hedder Beringia - den er opkaldt efter danskeren Vitus Bering.

Strædet er i dag dækket af vand, og hedder Beringstrædet.

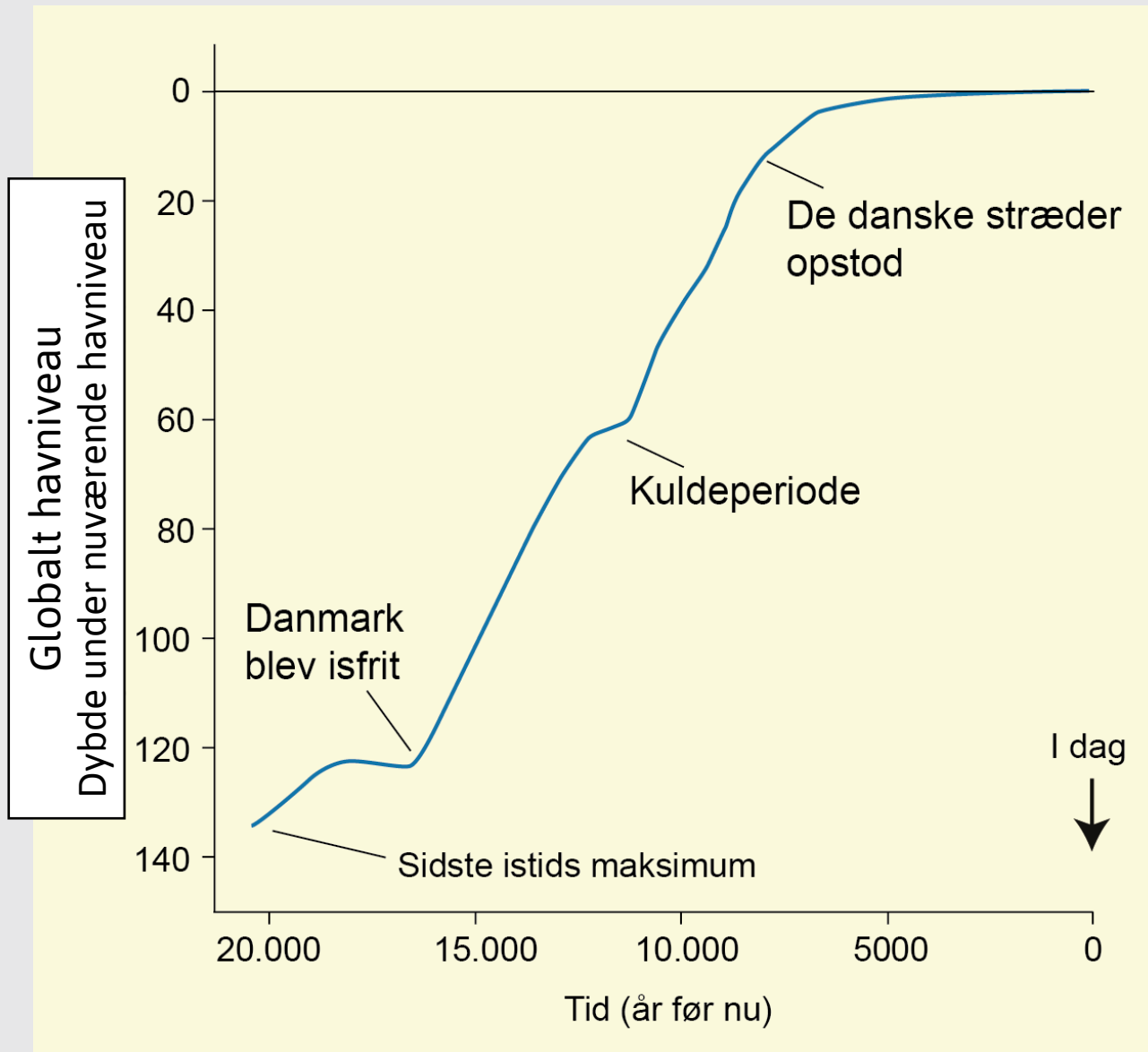


Afsmeltning af is på land

Der var også andre områder der var landfaste:

- Orangutang kunne vandre over til Borneo, som i dag er en ø.
- Mammot kunne vandre over til Japan.

Australien var ikke landfast med Asien



Afsmeltning af is på land

Da isen smeltede steg havniveauet globalt med ca. 130 meter, og verden begyndte at ligne det vi kender i dag.

Diskuter med din sidemakker:

1. Lå havet højere eller lavere for 10.000 år siden end i dag?
2. Hvor mange meter lå havoverfladen højere eller lavere for 10.000 år siden, end den gør i dag?

Afsmeltning af is på land

Når havniveauet stiger, så hænger det sammen med at isen på land smelter. Isen på land inkluderer iskapper og gletsjere, som findes f.eks. på Grønland og i Island. Det inkluderer ikke havis, som f.eks. ligger på havet omkring Grønland.

Diskuter med din sidemakker:

Hvorfor bidrager afsmeltning af havis ikke til havniveaustigning?



Øvelse 1: Afsmeltning af is på land

Beregn rumfanget af isen i Nordamerika i km^3 .

- Arealet er 13 millioner km^2
- Tykkelsen 3 kilometer

Hvis samme mængde is lå på Sjælland, hvor tyk ville isen da være i km ?

- Sjællands areal er 7031 km^2



Perito Mereno Gletcheren

Øvelse 1: Afsmeltning af is på land

Beregn rumfanget af isen i Nordamerika i km^3 .

- Arealet er 13 millioner km^2
- Tykkelsen 3 kilometer

Hvis samme mængde is lå på Sjælland, hvor tyk ville isen da være i km?

- Sjællands areal er 7031 km^2

Svar:

Rumfang 39 millioner km^3 ;

$39000000 \text{ km}^3 / 7031 \text{ km}^2 = 5547 \text{ km}$



Perito Mereno Gletcheren

Øvelse 2: Afsmeltning af is på land

Jordens overfladeareal er ca. 510 millioner km^2 . Heraf er ca. 70 % dækket af havene.

Hvor stort et areal er dækket af hav?

Hvor meget stiger havet, hvis Indlandsisen på Grønland smelter?

- Indlandsisen rummer 2900000 km^3 is
- Isens vægtfylde er 900 kg/m^3



Øvelse 2: Afsmeltning af is på land

Jordens overfladeareal er ca. 510 millioner km^2 . Heraf er ca. 70 % dækket af havene.

Hvor stort et areal er dækket af hav?

Hvor meget stiger havet, hvis Indlandsisen på Grønland smelter?

- Indlandsisen rummer 2900000 km^3 is
- Isens vægtylde er 900 kg/m^3

Svar:

$510 \text{ millioner km}^2 \cdot 0,7 = 360 \text{ millioner km}^2$; $2900000 \text{ km}^3 / 360000000 \text{ km}^2 = 0,008 \text{ km} = 8 \text{ meter} \cdot 0,9 = 7,2 \text{ meter}$





Overvejelser om havniveauforandringer

Diskuter med din siddepartner, hvordan der kan ske forandringer af havniveau?

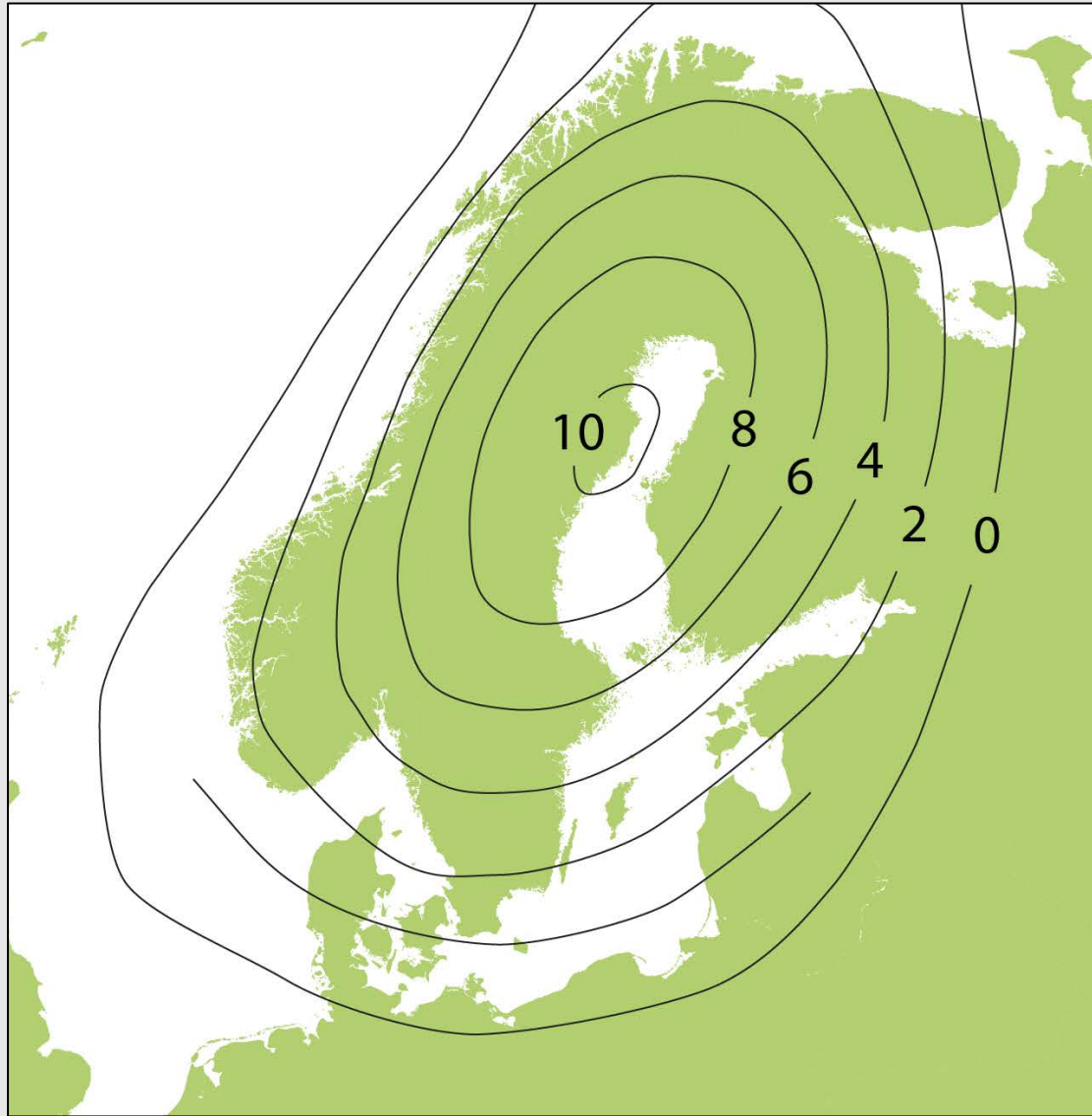


Havniveauforandringer

Der kan være 3 faktorer der påvirker havniveauet

- Forandringer i havniveau kan ske fordi isen på land smelter. Så stiger havniveauet.
- Havniveau kan falde, hvis landet hæver sig. Det sker i områder der har været dækket af store iskapper. Når iskappen smelter, bliver området befriet for en kolossal vægt af iskappen.
- Havniveau kan også stige hvis vandet i havene bliver varmere. Vandet udvider sig hvis det bliver varmere.

Landhævning i mm/år



Landhævning

Vægten fra iskappen forsvandt, da isen smeltede. Landet begyndte at hæve sig op.

I Skandinavien har landet derfor hævet sig siden sidste istid, og gør det stadigvæk.

I dag er der en landhævning på op til 10 mm/år.

Landhævning i mm/år



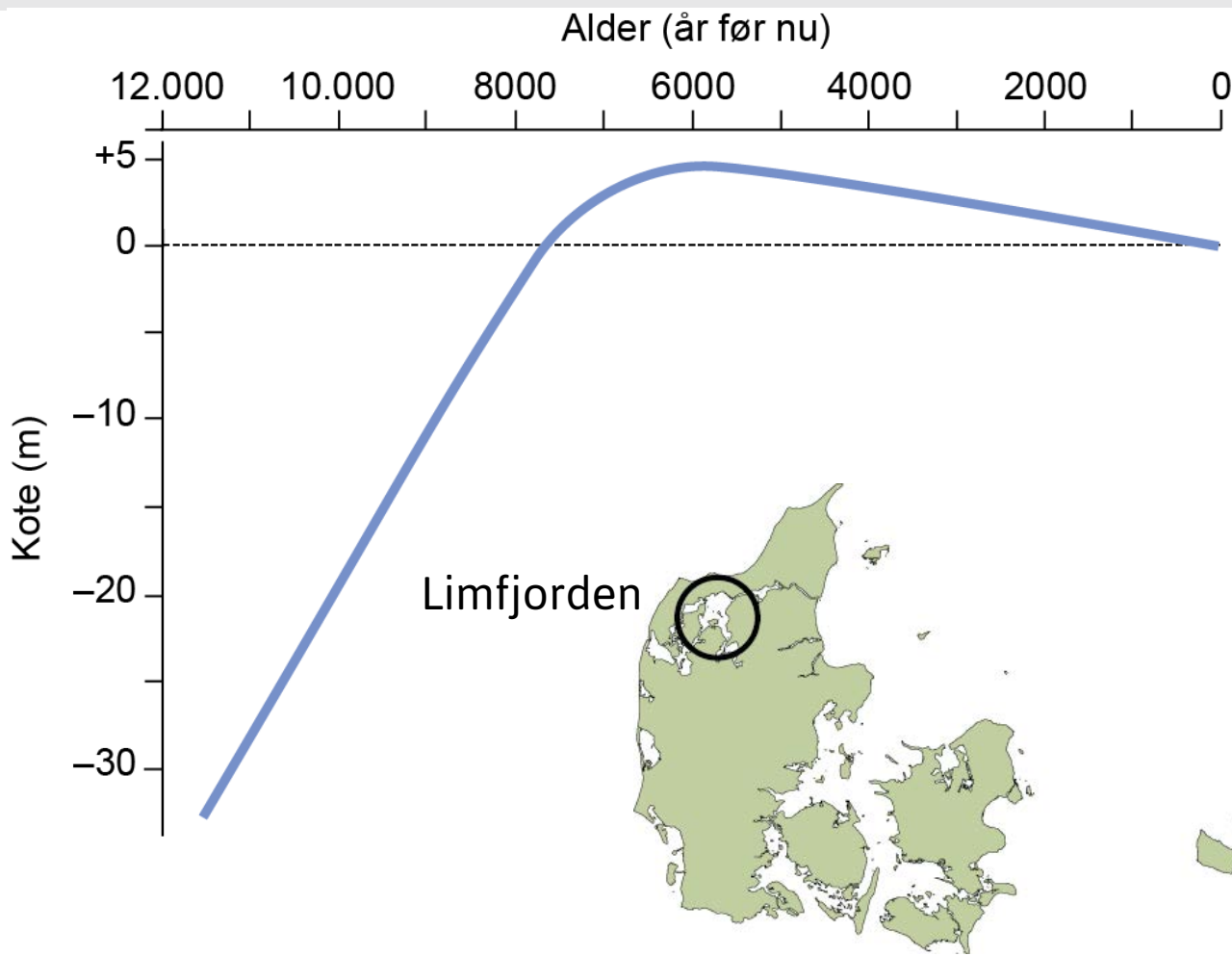
Landhævning

Der sker også stadigvæk en landhævning i Danmark.

Landhævningen er størst i Nordjylland og mindst i Sydvestjylland.

Hvor mange mm hæver landet sig om året, der hvor jeres skole ligger?

Havniveau de sidste 12.000 år



Landhævning

Da iskappen for 15.000 år siden begyndte at smelte, steg havniveauet.

Derefter begyndte landet at hæve sig op og havniveauet omkring Limfjorden, og resten af Danmark, begyndte at falde igen.

Diskuter med din sidemakker

Havet omkring Danmark stiger i dag i gennemsnit ca. 3 mm/år

- 1 mm skyldes, at vandet bliver varmere og fylder mere
- 1 mm skyldes afsmeltning fra lokale gletsjere, herunder Antarktis
- 1 mm skyldes afsmeltning fra Indlandsisen i Grønland

Hvor meget stiger havniveauet omkring jeres skole, når I tager højde for landhævningerne?

Havniveauforandringer i Danmark



Figuren viser den mulige stigning i havniveau omkring Danmark de næste 80 år.

Gå ind på klimatilpasning.dk under værktøjer og oversvømmelseskort.

Hvilke kystområder vil blive oversvømmet ved en havniveaustigning på 80 cm?

En havniveaustigning på 60-80 cm om 80 år lyder måske ikke af meget

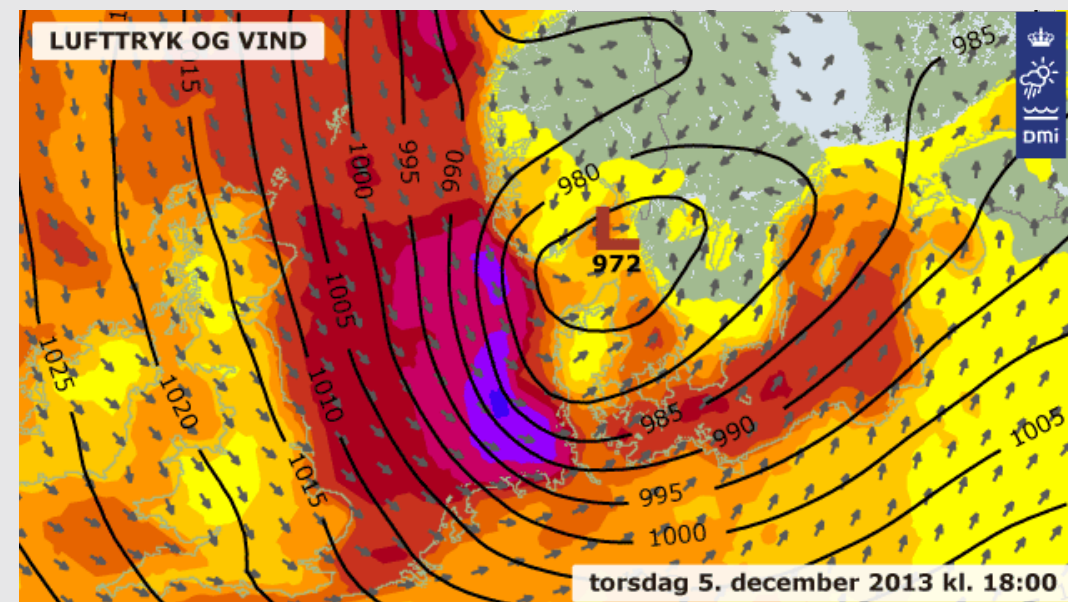
Det store problem ligger i stormfloder

En stormflod er, når en storm med pålandsvind giver kraftigt kortvarigt forhøjet vandstand langs en kyst, fordi vinden skubber vandet ind mod land.

Det påvirker kyster og havneanlæg. Nogle områder inde i land, ligger lavere end havniveauet. Dem har man beskyttet med kystsikring. Hvis stormen er meget kraftig, kan den bryde kystsikringen. Havet kan også trænge ind i lavtliggende land via floder og åer, samt blokere for deres afstrømning.

Selvom stormfloden er relativt kortvarigt, så skaber den store ødelæggelser.

Diskuter med din sidemakker, hvilke typer af ødelæggelser en stormflod kan give



Stormen Bodil i 2013 gav stormflod langs mange Danske kyster. I Danmark kommer stormene oftest om vinteren og fra vest og skyldes at et ekstra stærkt lavtryk passerer os.
Grafik: DMI

En stormflod kan få vandstanden til at stige kortvarigt med mellem 1,5 og 3 meter og oversvømmelsen af lavtliggende område kan gå meget stærkt.

Prøv at gå ind på klimatilpasning.dk og se hvilke områder, der bliver oversvømmet når vandet stiger 1,5 meter

Men hvor ofte sker det, at vi har stormfloder med kortvarigt kraftig forhøjet vandstand?

I København, f.eks., sker det kun een gang hvert 100. år, at en storm resulterer i en kortvarig vandstandsstigning på 1,5 meter, så det er en sjælden begivenhed.

Men – hvis middelvandstanden i havet omkring Danmark stiger, så stiger sandsynligheden for stormfloder.

F.eks, hvis middelvandstanden i havet omkring Danmark stiger med 50 cm, som følge af afsmeltning af iskapper, så vil en stormflodsbegivenhed, der lige nu kun sker hvert 100. år pludselig kunne finde sted hvert eller hvert andet år.



Og så er der også lige jokeren i Antarktis....

Lige nu regner forskerne med, at havniveauet (middelvandstanden) omkring Danmark gennemsnitligt stiger 3 mm om året. I den beregning kommer 1 mm fra afsmeltning af Antarktis og lokale iskapper.

Men forskerne har et meget vågent øje på isskjoldet i Antarktis.

Man frygter nemlig at dens afsmeltning pludselig kan accelerere voldsomt, da store dele af iskappen på den vestlige side af øen, ligger under havniveau. Fordi den del ligger under havniveau, er der risiko for, at den forsvinder helt, hvis havet omkring Antarktis også bliver varmere og virkelig giver sig til at gnave af isranden.

Hvis den pludselig 'løber løbsk' så kan det betyde at havniveau ikke kun stiger med op til 80 cm i løbet af 80 år, men med 2-3 meter i løbet af 20-30 år!



Foto: Nasa

Prøv at se på klimatilpasning.dk, hvor meget 3 meters havniveaustigning vil betyde.

Opsamling

Havniveau er steget ca. 130 meter efter sidste istid, men det tog ca. 15.000 år – svarende til ca. 9 mm per år.

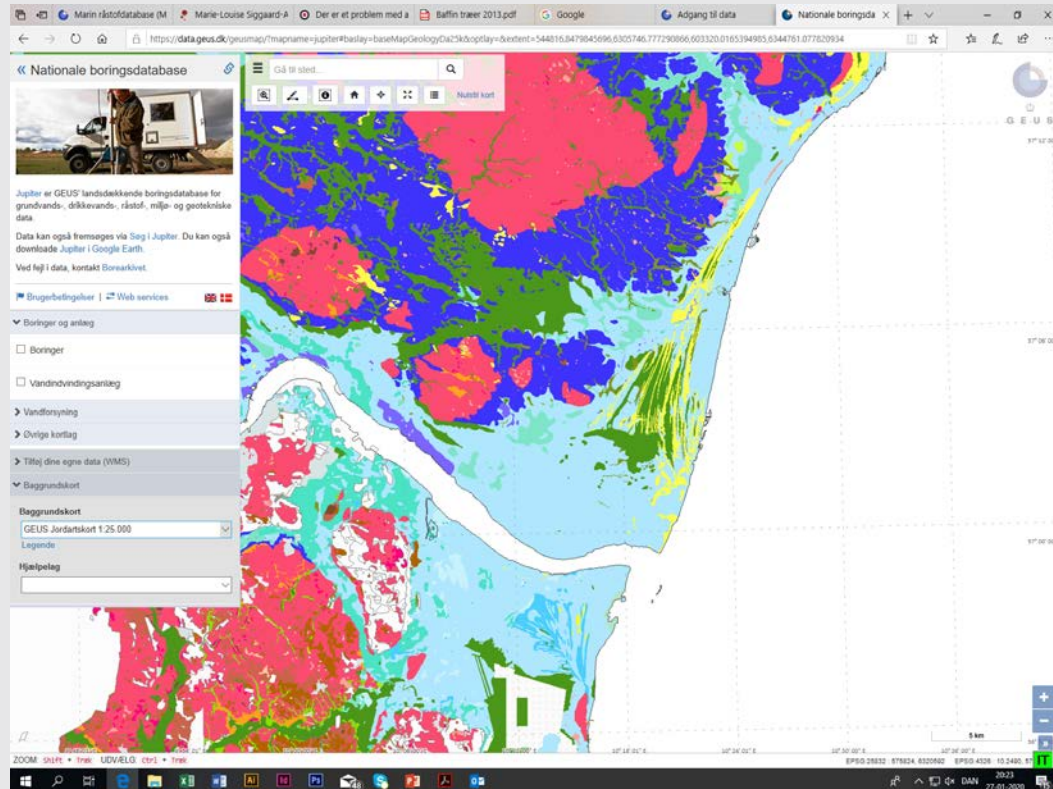
I dag stiger havniveau ca. 3 mm per år, men vi må forudse, at det kommer til at gå hurtigere og hurtigere pga. den globale opvarmning.

Mange millioner folk bliver måske nødt til at flytte fra lavtliggende områder rundt omkring i verden.

For Danmark betyder det stigende havniveau, at sandsynligheden for stormfloder vil blevet meget større i løbet af de kommende år. Dette vil have store konsekvenser for vores økonomi.

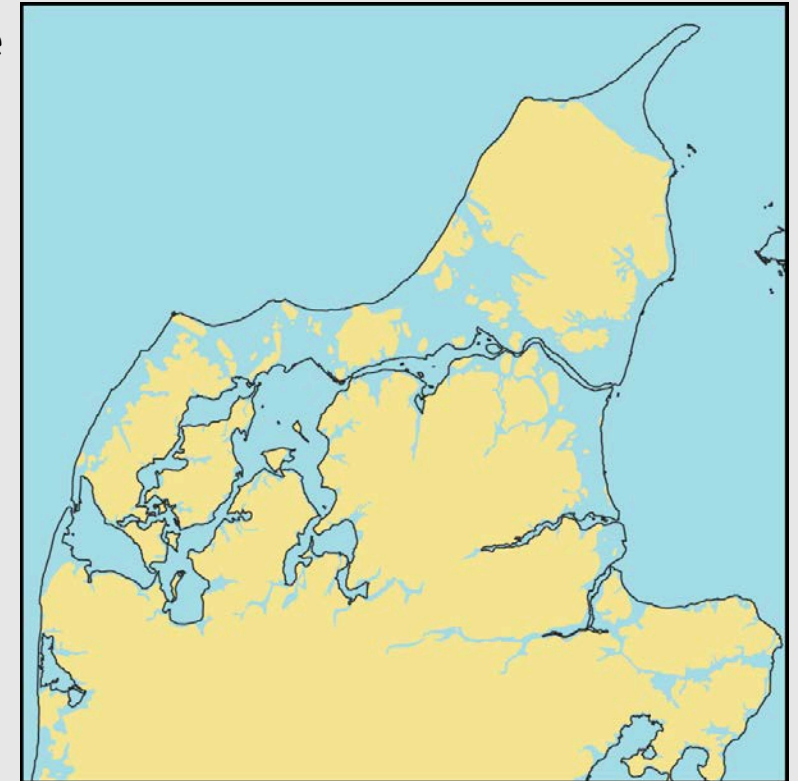
Sådan kan I selv undersøge emnet

I kan undersøge om der findes marine aflejringer i jeres lokal område.
Prøv at google geus + jupiter. Vælg geus' jordartskort som baggrundskort.



Havniveaustigning de
sidste 6000 år

Udsnit af jordartskort
omkring Limfjorden
fra GEUS



Sådan kan I arbejde videre med emnet

Havniveauforandringer gennem 15.000 år
relaterer sig til disse andre lektioner fra
www.junior-geologerne.dk:

- Istiden i Danmark
- Sand og grus ressourcer
- Havets geodiversitet

Øvrige undervisningsmaterialer

Klimaændringer i fortid og nutid

https://www.geocenter.dk/wp-content/uploads/2018/07/Geoviden_3_2011.pdf

Indlandsisen

https://www.geocenter.dk/wp-content/uploads/2019/10/Geoviden_3_2019_enkeltsidet.pdf

Sådan arbejder geologer med emnet

I Danmark

Geologerne arbejder med emnet ved at kortlægge og datere gamle kystlinjer – både hævede kystlinjer der findes på land og druknede kystlinjer der findes under havet.

I verden

I tropiske områder indsamler geologer prøver fra druknede koralrev. På den måde kan de rekonstruere, hvor meget havniveau er steget efter sidste istid.

Geologerne kan rekonstruere forløbet af havniveauforandringer gennem mange tusinder år.