

geo viden

JUNI 2026
NR. 01



LANDSKRED

Kender du typen?
Bliv klogere på
danske landskred

Sådan undersøger
forskerne fortidens og
nutidens landskred

Klimaforandringer
skubber til udviklingen
af landskred

Indhold

4 Landet vil skride mere i fremtidens Danmark

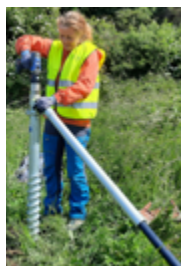


16 Kender du typen?



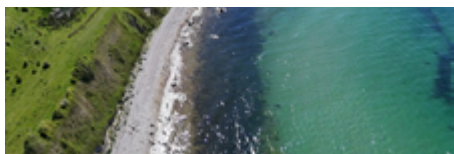
12 Sommerhuse på glidetur og en halveret kirke

24 Sådan undersøger forskerne landskred

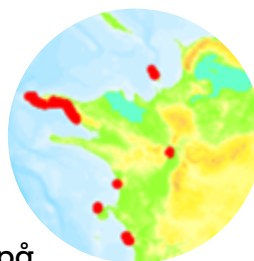


18 Makrelmadder, kokasser og et gigantisk landskred

28 Et uløst mysterium om et kæmpeskred med våde tæer



34 Tag på landskredsjagt – online



Udgiver: Geocenter Danmark

Ansvarshavende:
Anja Fonseca, GEUS

Redaktører:
Johanne Uhrenholt Kusnitzoff, GEUS
Fie Krøyer Dahl, GEUS

Design:
Stine Øckenholt, GEUS
Jacob Lind Bendtsen, GEUS
Carsten E. Thuesen, GEUS

Korrektur:
Caroline Dea Rutter, GEUS

Forsidefoto: Egon Gade, Geocenter Møns Klint

Tryk: Strandbygaard

Eftertryk: Tilladt med kildeangivelse, videresalg ikke tilladt. Læs mere på geoviden.dk/copyright

Kontakt: geoviden@geus.dk

www.geoviden.dk

ISSN: 1604-6935 (papir)
ISSN: 1604-8172 (elektronisk)

GEOCENTER DANMARK

Geoviden udgives af Geocenter Danmark og er målrettet undervisningen i gymnasierne. Der udkommer to temablade plus en miniudgivelse om året. Abonnement er gratis og tegnes på geoviden.dk. Her kan man også læse bladet og finde ekstrap materiale. Geocenter Danmark, der udgiver Geoviden, er et samarbejde mellem De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS), Institut for Geoscience ved Aarhus Universitet samt Institut for Geoviden og Naturforvaltning og Statens Naturhistoriske Museum, begge ved Københavns Universitet. Geocenter Danmark er et center for geovidenskabelig forskning, uddannelse, rådgivning, innovation og formidling på højt internationalt niveau.



DE NATIONALE GEOLOGISKE
UNDERSØGELSER FOR DANMARK
OG GRØNLAND (GEUS)
www.geus.dk



INSTITUT FOR GEOVIDENSKAB
OG NATURFORVALTNING (IGN)
www.ign.ku.dk

STATENS NATURHISTORISKE
MUSEUM (SNM)
www.snm.ku.dk



AARHUS
UNIVERSITET

INSTITUT FOR GEOSCIENCE (IG)
AARHUS UNIVERSITET
www.geo.au.dk

Har vi ægte store landskred i lille, flade Danmark?

De fleste tænker nok på Danmark som flad. Og med rette. For med det højeste punkt 171 meter over havets overflade kommer vi helt sikkert aldrig til at lægge asfalt til en hidsig bjergetape i Tour de France. Men mindre kan også gøre det. Kigger man nærmere på det danske landskab, opdager man nemlig hurtigt, at det faktisk har markante bakker og dale og en kyststrækning med høje skrænter – og de kendetegn kan skabe deres helt eget drama: landskred.

Ordet landskred dækker både over fjeldskred og jordskred, som er naturlige processer, der sker over hele verden. De processer er i høj grad med til at forme det landskab, vi går rundt i, og lande med stejle skråninger og høje bjerge vil opleve mere voldsomme landskred end lande uden de store højdeforskelle, som f.eks. Danmark.

Derfor er vi heller ikke vant til at tænke på landskred som en stor, overhængende fare. Naturkatastrofer med huse eller byer begravet under jord og mudder er primært noget, vi i Danmark kan se i nyhederne fra andre lande. Men vi har dem altså – landskreddene – og selvom skalaen er mindre, kan de godt lave rav i den!

Alle kender Møns Klint, hvor store bidder af de smukke, stejle kridtskrænter fra tid til anden falder i havet. Og de fleste hørte om det store jordskred ved firmaet Nordic Waste ved Randers i 2024, hvor en kæmpemæssig jordbunke truede med at forurene den nærliggende å.

I dette nummer af Geoviden kigger vi nærmere på danske landskred. Du bliver klogere på forskellige typer skred og får indblik i, hvordan og hvorfor forskerne undersøger både fortidens og nutidens skred. Og så guider vi selvfølgelig også til, hvor du selv kan opleve dette fascinerende og til tider farlige naturfænomen.

God læsning!



JOHANNE UHRENHOLT KUSNITZOFF
REDAKTØR OG SKRIBENT

Få lækker lyd
til din læsning
om landskred på
geoviden.dk



Landet vil mere

TEKST: JOHANNE UHRÉN HOLT KUSNITZOFF

Klimaforandringer i Danmark har allerede gjort jorden mere ustabil flere steder. Det sætter ekstra skub i udviklingen af landskred og kommer formentlig til at fortsætte, fortæller Danmarks førende landskreds-ekspert.

Landskabet omkring os er ikke konstant, men ændrer sig over tid. Sådan har det altid været; det er bare gået meget langsomt i historisk tid, da klimaet har været ret stabilt. Men nu, hvor klimaet ændrer sig hurtigere, vil landskabet også kunne ændre sig hurtigere og på mere dramatisk vis. I hvert fald når det gælder landskred – noget de fleste nok kender som pludselige nedstyrtninger fra kystskrænter som f.eks. ved Møns Klint. Men skred findes også andre steder end ved de stejleste kyster, og hvor nogle skred er dramatiske hændelser overstået på få sekunder, kryber andre landskred langsomt afsted over årtier eller århundreder og bemærkes ofte kun af geologer, der har bestemt sig for at lede efter dem.

GRUNDVANDET STIGER

Formentlig vil vi alle komme til at høre ordet 'landskred' oftere i fremtiden, fordi klimaforandringerne ifølge beregninger fra blandt andet DMI betyder, at der overordnet set kommer til at falde mere regn i Danmark. Derfor vil grundvandsstanden også stige i mange områder, så jorden i perioder simpelthen bliver mere våd, end hvad der før har været normalt. Samtidig stiger havniveauerne, hvilket betyder, at kysterne også udsættes for mere slid fra bølger, og stormfloder vil også blive hyppigere. Det har stor betydning for jordens >

EN FÆLLESBETEGNELSE

Landskred er fællesbetegnelsen for alle typer af skred. Både jordskred og fjeldskred er f.eks. landskred, og 'fjeld' og 'jord' siger bare noget om, hvilket materiale som skrider.



skride i fremtidens Danmark

MØD FORSKEREN

Kristian Svennevig er geolog og seniorforsker i Afdeling for Kortlægning og Mineralske Råstoffer ved GEUS. Han arbejder blandt andet med landskred i Danmark og Grønland.



Foto: GEUS

stabilitet, fortæller seniorforsker i geologi Kristian Svennevig fra De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS). Han er en af de førende forskere i landskred i Danmark og den første til at kortlægge dem systematisk.

Da han sammen med kollegerne for få år siden kortlagde landskred ved Vejle, fandt de en klar sammenhæng mellem øget aktivitet i skreddene og perioder, hvor grundvandet stod højt i jorden. Det var allerede kendt fra udlandet, men altså her vist for første gang i Danmark.

"Vi kunne tydeligt se, at der var meget lidt eller ingen bevægelse i skreddene i relativt tørre vintre, når grundvandet stod lavt. På samme måde så vi, at våde vintre, hvor grundvandet stod højt, gav mere bevægelse i skreddene," fortæller han.

Kristian Svennevig og forskerkollegerne sammenlignede modeller for grundvandsstanden i området med satellitmålingerne i perioden 2015 til 2019. Her bevægede det hurtigste af de tre skred (Svinget-skredet) sig ekstra meget i løbet af en enkelt

vintersæson, hvor det var særligt vådt, og grundvandet derfor stod ekstra højt i området. I mere tørre vintre bevæger skreddene sig næsten ikke. (Se figur 1.)

Kristian Svennevig fortæller, at det ikke var den store overraskelse for dem at se den sammenhæng, selvom det selvfølgelig var fedt at kunne vise det så tydeligt sort på hvidt for Danmark.

"Vi kan selv tydeligt se, at der er mere bevægelse i landskreddene i våde perioder end tørre, når vi kommer rundt i landet. For eksempel kunne vi se det flere steder i landet i den rekordvåde vinter i 2023/24, hvor små revner nogle steder havde udviklet sig til gab på mange meter over et par uger."

FRITSVÆVENDE TERRASSE

Skreddene ved Vejle er af en type, der udvikler sig i små ryk over lang tid, netop når grundvandet står højt. (Læs mere om forskellige landskredstyper på s. 16-17.) Typisk skrider de omkring nogle få centimeter hen over de særligt våde vintersæsoner. Men jordoverfladen kan også pludselig tage et ordentligt 'hop' nedad! Det skete for det ene af de tre landskred – Svinget-skredet – i 1980. Her skred flere meter jord på én gang ud i fjorden, hvilket man kan finde beskrivelser fra dengang:

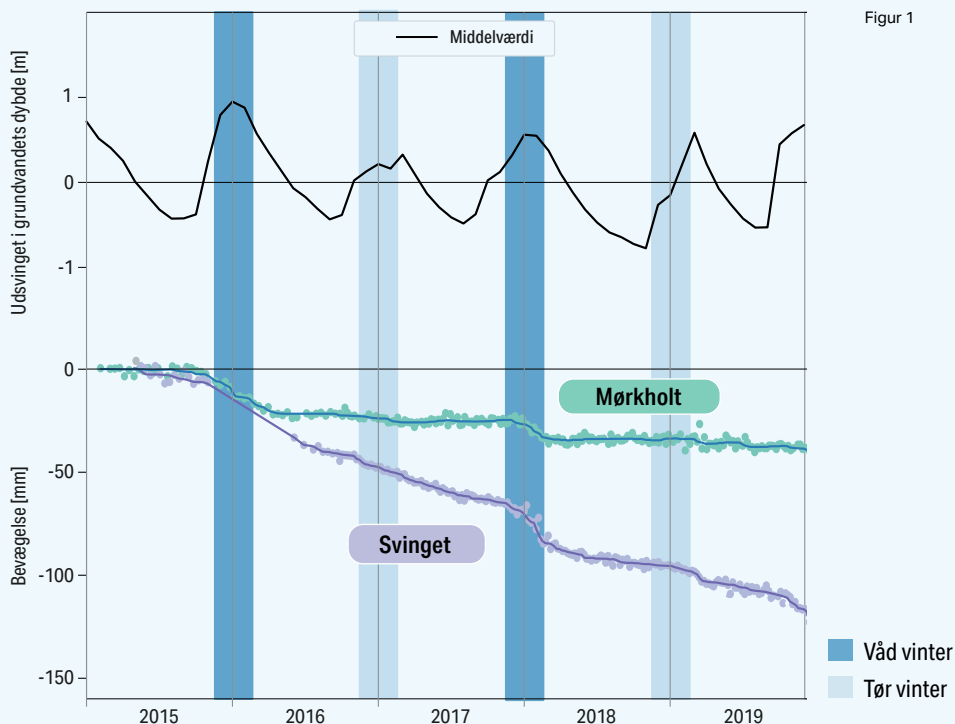
"Landevejen er væk. 100-årige træer styrtet i havet og mange huse stærkt beskadiget. Sådan er situationen i dag ved Mørkholt sommerland, hvor store jordskred og undermineringer med vand har skabt store ødelæggelser. Et hus tilhørende Sv. Hedegaard Andersen er brækket midt over. Et andet hus står kun, fordi det er støttet af store donkræfte, og forsikringsinspektør Knud Jensens terrasse hænger frit svævende." (Vejle Folkeblad, arkiv.dk)

>

Aktivitet i skreddene

Figuren her viser udsvinget i grundvandets dybde (øverst) og jordens bevægelse (nederst). Forskerne fandt en klar sammenhæng mellem hhv. perioder med høj grundvandsstand og øget aktivitet i skred i området ved Vejle Fjord.

- Relativt **tørre vintre**, hvor grundvandet stod lavt = meget lidt eller ingen bevægelse i skreddene.
- **Våde vintre**, hvor grundvandet stod højt = mere bevægelse i skreddene.



Figur 1

For nogle år siden kortlagde forsker Kristian Svennevig med sine kolleger landskredet i et sommerhusområde ved Vejle Fjord. De farvede felter på kortet her viser afgrænsningen af to af dem, hhv. Svinget- og Mørkholt-skreddet.



Foto: Klimadatastyrelsen



Foto: Arkivvak

Ved landskredet Svinget i 1980 fik flere veje og huse alvorlige skader. Det gav beboerne i området noget af et oprydnings- og genopbygningsarbejde.

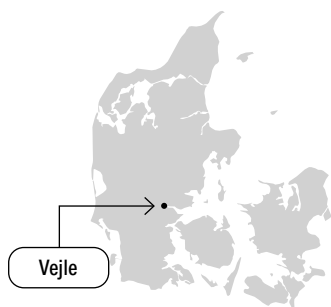


Foto: Kristian Svennevig

Billedet her er taget i 2021 cirka i midten af skovområdet ved Mørkholt ved Vejle Fjord, hvor landet hele tiden skrider lidt. Her kan man se, hvordan skreddet har dannet 'terrasser', som med tiden er vokset til, og at træerne er blevet skæve, fordi jorden er skredet.

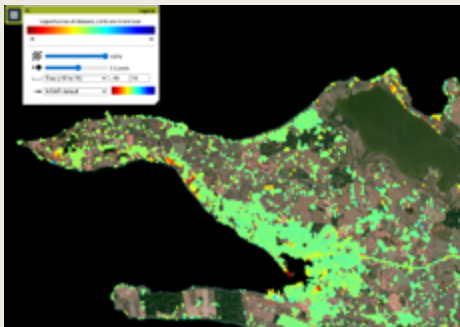


Foto: Lars Hansen



Se landskred fra rummet

På nettet kan du selv gå ind og se de satellitdata om terrænbevægelser, som forskerne i denne artikel bruger. På det interaktive kort lavet af European Ground Motion Service (EGMS) for EU kan du også se målinger for resten af Europa.



Her ses et udsnit af kortet. Det viser Røsnæs på Vestsjælland, hvor der er en række kendte landskred i gang. Områder, hvor jorden synker ind, er markeret med røde pletter

og steder med opløft med blå. Grønne pletter er områder uden nævneværdig bevægelse. Områderne med landskred midt på Røsnæs' sydkyst ses tydeligt på kortet. Klik på de enkelte prikker i webportalen for at få de præcise målinger.

OBS: Det er ikke alle steder med røde og gule prikker, der er landskred, nogle steder er der f.eks. tale om andre typer af terrænbevægelser eller bare datastøj. Desuden er det ikke alle landskred, som fanges af satellitten. Derfor er der også mange kendte landskred, som ikke optræder på kortet.

→ Find kortet her: egms.land.copernicus.eu



Geolog Kristian Svennevig undersøger den smeltende permafrost ved Vaigat-strædet (Sullorsuaq) i Vestgrønland i 2021. Han står på den ene side af fjeldsiden, som netop var skredet ned en måned tidligere i et stort fjeldskred.



Husk den sunde fornuft

Det er godt at være opmærksom, når man færdes langs skrænter og klinter, for både naturlige landskred og skred som følge af menneskelig aktivitet er uforudsigelige. Følg altid anvisninger og skiltning fra myndighederne – og brug din sunde fornuft.

Inden for det seneste årti er det blevet muligt at følge den slags landskred meget bedre via satellitmålinger. En række satellitter fra European Space Agency (ESA) flyver over Danmark hver sjette dag og sender radarstråler ned, som de måler refleksionen af. Lidt ligesom politiet gør, når de måler hastigheden af en bil, der kører hen imod dem i deres fotovogn. Det signal fortæller satellitten, om jordoverfladen er kommet tættere på eller har bevæget sig længere væk fra den. Når der samles tusindvis af signaler fra hele landet over tid, kan man tydeligt se nogle af de steder, hvor landet bevæger sig, og også hvornår. Sådant laver satellitterne målinger for det meste af Jorden, og European Ground Motion Service (EGMS) processerer data for Europa, som vises på et interaktivt kort (se boks t.v.).

ER DET FARLIGT?

Hvor meget mere aktivitet eller præcis hvor nye landskred vil opstå, er dog ikke sådan lige til at sige. Det er processerne bag de enkelte landskred for komplekse til, og datagrundlaget er endnu for lille, forklarer seniorforskeren. Dog kan man med ret stor sikkerhed sige, at vi i perioder vil se mere aktivitet i de danske landskred, end vi har været vant til. Kristian Svennevig påpeger, at landskred er en naturlig proces, der altid har foregået i Danmark – det nye er bare, at vi vil se mere af det. Ikke kun på grund af klimaforandringerne, men også, fordi forskerne er blevet bedre til at kortlægge områder i bevægelse.

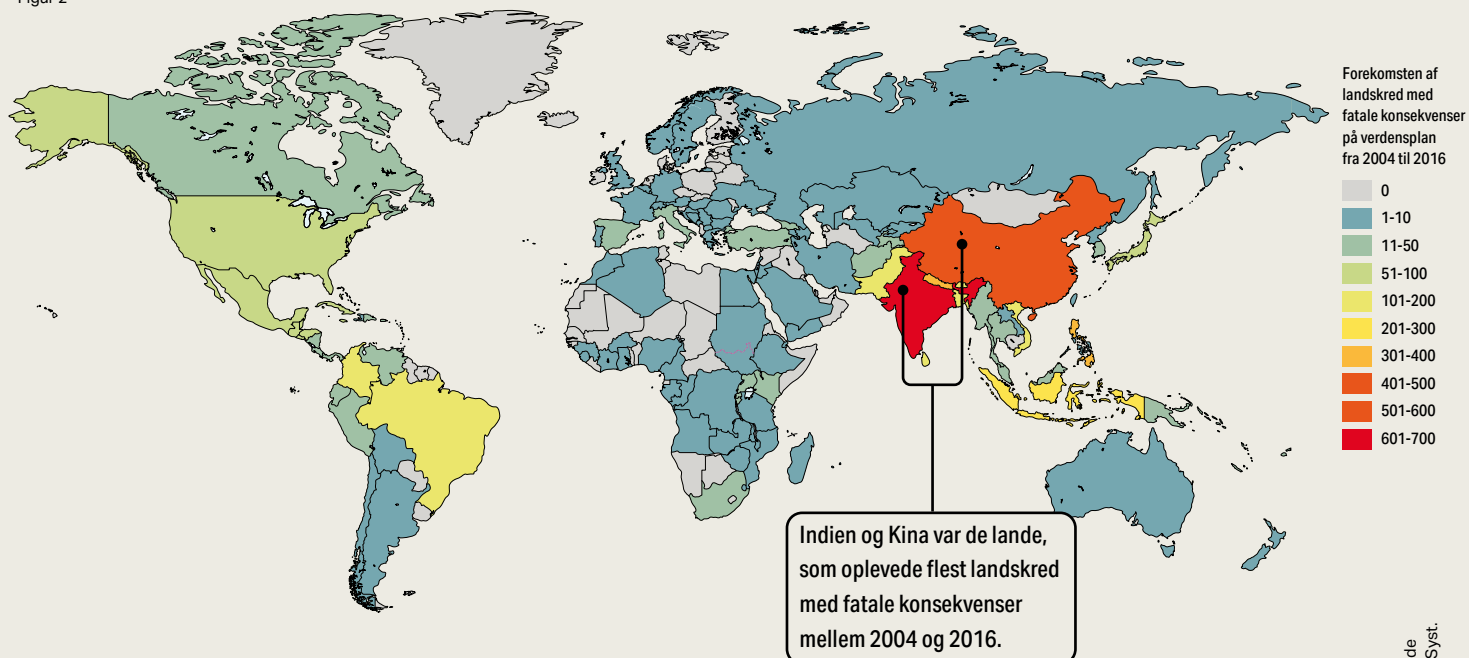
Det er dog ikke noget, man skal gå og være decideret bange for, slår han fast. Bortset fra Møn og Stevns klinter, hvor der kan ske voldsomme skred, er det generelt nogle meget langsomme skred, vi har i Danmark. Der er ikke grund til at frygte, at et helt kystområde lige pludselig ender i havet. Konsekvenserne af den øgede skredaktivitet er primært, at det kan gøre skade på bygninger, veje og anden vigtig infrastruktur. Og det er dyrt for både den enkelte dansker og for samfundet.

Derfor skal vi vænne os til at tænke over mulig skredfare, når vi for eksempel planlægger nye byggeprojekter – især i områder med skrånende terræn.

”Det gør man allerede nogle steder, men det kommer nok til at fylde mere fremover. Generelt skal man være opmærksom på skredrisiko, når man ændrer på forholdene i stejle områder. Især hvis der er kortlagt landskred i nærheden. Det har man ikke på samme måde været vant til tidligere,” siger han.

FRA 0 TIL 3.700 LANDSKRED

I lande med bjergrigt terræn er man generelt mere vant til at tage højde for skredfare i sine omgivelser. Det er noget, vi først



Kilde: Froude, M.J. & Petley, D.N.: 'Global fatal landslide occurrence from 2004 to 2016', Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 18, 2161-2181, <https://doi.org/10.5194/nhess-18-2161-2018>, 2018.

Livsfarlige landskred

I Danmark er det uhyre sjældent, at nogen kommer til skade ved landskred, men på verdensplan sker det relativt tit. I gennemsnit mister lidt over 4.000 mennesker hvert år livet på grund af landskred (målt mellem 2004 og 2016). De fleste dødsfald sker i Asien og Sydamerika (se kort). 8 ud af 10 af de dødelige landskred er forårsaget af regn, men en mindre procentdel er forårsaget af menneskelig aktivitet, og den andel er stigende. Her er byggeaktivitet den største synder, og andenpladsen er ulovlig minedrift.

er begyndt at få et rigtigt sprog for herhjemme inden for de seneste få år. Man har selvfølgelig altid vidst, at der var risiko for skred ved stejle kystskrænter, men derudover har landskred ikke rigtig været 'på radaren' hos os danskere, fortæller Kristian Svennevig. Faktisk heller ikke hos ham selv, før der indtraf en voldsom hændelse i Grønland i 2017. Her skete der et stort fjeldskred fra en kilometers højde fra et fjeld i Karrat Fjord i det centrale Vestgrønland, hvilket udløste en tsunami i fjorden nedenfor. Tsunamien dræbte fire mennesker i en nærliggende bygd og skabte store ødelæggelser. Efter hændelsen ville det Grønlands Selvstyre gerne vide, hvor der ellers var risiko for lignende fjeldskred, og Kristian Svennevig og hans kolleger i GEUS fik til opgave at kortlægge risikoen for fjeldskred i de beboede områder af Grønland.

"Det var i forbindelse med det projekt, at jeg kom til at få blik for områder med skred i Danmark. For sjov kiggede jeg efter skred i vores danske kort og data, selvom jeg jo godt vidste, at der

"I dag har vi kortlagt flere end 3.700 danske landskred."

KRISTIAN SVENNEVIG
SENIORFORSKER, GEUS

ikke var nogen. Pludselig var der så alligevel et. Og så et mere. Og et til. I dag har vi kortlagt flere end 3.700 danske landskred," fortæller han. (Gå på opdagelse i de danske landskred, læs mere på s. 34-35.)

NORDIC WASTE-SAGEN

Siden har Kristian Svennevig arbejdet mere og mere med landskred, i takt med at der også er kommet mere fokus på det fra myndighedernes og befolkningens side. Især det voldsomme jordskred ved Randers hos virksomheden Nordic Waste i starten af 2024 gav travlhed på landskredskontoret. Her blev han og kollegerne trukket ind som eksperter til at vurdere skreddets udvikling og til at finde årsagen. Deres undersøgelser viste, at skreddet ved Nordic Waste primært skyldtes en for stor mængde jord anbragt oven på et område med ler, der blev glat, når det blev vådt.

Forskerholdet konkluderede, at skreddet var udløst af menneskelige handlinger og ikke bare var et uheld som følge af kraftigt regn og klimaforandringer, som det ellers havde været foreslået. Det var en væsentlig oplysning i de efterfølgende retssager, der skulle placere den gigantiske regning fra oprydningen.

"Siden da har vi igangsat flere større projekter, hvor vi skal kortlægge og få en bedre forståelse af landskred i Danmark og undersøge, hvordan de vil blive påvirket af klimaforandringer. Vi har jo det førnævnte studie fra Vejle, der viser sammenhæng i >



En del af jordskredet ved Nordic Waste, fotograferet da det var holdt op med at skride. Tusindvis af lastbiler med forurenede jord kørte i uger i pendulfart for at følge med den skridende jord.

skredaktivitet og højtstående grundvand ét sted i Danmark, men vi vil gerne have data fra flere steder og blive klogere på, hvordan forskelle i geologien påvirker skredudviklingen,” siger han.

GAMLE SKRED PÅ NYE FLASKER

Derfor arbejder GEUS-holdet nu også sammen med både geologer, geografer, arkæologer og biologer fra Aarhus Universitet, Naturstyrelsen og Københavns Universitet samt internationale eksperter for at skabe den fulde forståelse af, hvordan danske landskred egentlig er bygget op, og hvordan de opfører sig over tid.

”Vi har sat en række nye målere op ved en række forskellige aktive skred rundt om i landet, blandt andet ved Røsnæs på Vestsjælland og ved Møns Klint. Over de næste år vil de give os meget mere detaljeret viden om skreddenes bevægelser, og hvad der påvirker dem, end det, vi kan se fra satellitterne i dag,” forklarer Kristian Svennevig.

Han tilføjer, at der i 2025 er blevet sendt en ny satellit op, som også forventes at give endnu mere viden. Den kan blandt andet se gennem træer og buske, som lige nu formentlig dækker over mange skred.

Når det er sagt, så regner seniorforskeren med, at de fleste eksisterende danske skred efterhånden er fundet, men at der kommer nye til, som forskerne også holder øje med. Nu fokuse-

Nordic Waste-sagen helt kort

I vinteren 2023/24 begravde et kæmpe stort jordskred delvist en landevej mellem Aarhus og Randers i flere meter forurenede jord og truede med at forurene den nærliggende å. Landskredet skete ved jordrensningsfirmaet Nordic Waste, hvor en enorm jordbunke begyndte at bevæge sig ned ad bakke med op til 60 centimeter i timen, da det gik hurtigt.

Årsagen blev senere fastslået til at være for stor en mængde jord placeret på et ustabil terræn, og det viste sig, at jorden allerede var begyndt at skride i 2021. I februar 2024 blev skredet erklæret for standset, og siden har Randers Kommune gjort en kæmpe indsats med at rydde op. Ingen mennesker kom til skade i jordskredet. Hvem der har ansvaret for og skal betale for det enorme oprydningsarbejde er stadig ikke afklaret ved redaktionens afslutning (maj 2026).

rer han og landskredskollegerne især på at forstå de forskellige slags skred i dybden. Faktisk også med tilbagevirkende effekt, tilføjer han.

”En del af vores forskning fokuserer på, hvordan meget gamle skred – såkaldte relikte landskred – der skete, lige da isen trak sig tilbage efter den seneste istid, kan aflæses i landskabet i dag. Plus hvordan de har påvirket landskabet, dengang de var aktive,” siger han. •



Læs mere om forhistoriske skred på s. 18-25, hvor forskerne bogstaveligt talt tager i marken for at indhente ny viden.

Sådan opstår landskred

Bliv klogere på fysikken inde i et landskred og på de kraftbalancer og mekaniske effekter, som spiller ind, når landet skrider.

TEKST: JOHANNE UHRENHOLT KUSNITZOFF
FAGLIG KONSULENT: ANDERS DAMSGAARD, GEUS
REDIGERING: FIE KRØYER DAHL

Figur 3

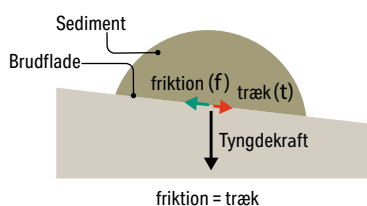
Fra ustabil til stabil

Når der sker et landskred, skyldes det, at materiale – f.eks. sediment i en klint – er blevet ustabil. Landskreddet vil føre materialet og terrænet mod en mere stabil form, hvor der er balance mellem de kræfter, som holder materialet fast, og de kræfter, som får det til at skride.

Figurene her viser, hvordan tyngdekraftens påvirkning (den sorte, nedadgående pil) skaber spændinger i materialet. På en hældende flade giver det en vinkelret kraft (normalkraft) på brudfladen og en parallel kraft (drivende kraft) med brudfladen (den røde pil med 't'). Den parallelle kraft forsøger at trække materialet ned ad bakke.

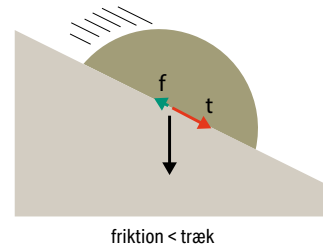
STABILT LAND

Sediment på flader med forskellig hældning



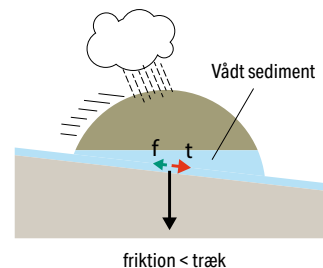
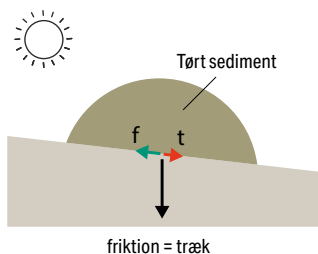
Materialet er stabilt, når friktionskræfter internt i sedimenterne (grøn pil med f) er tilstrækkelige til at modbalancere den drivende kraft (rød pil med t).

USTABILT LAND



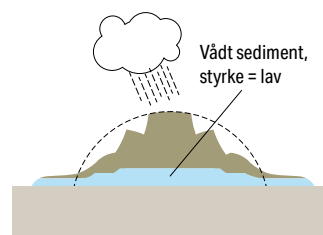
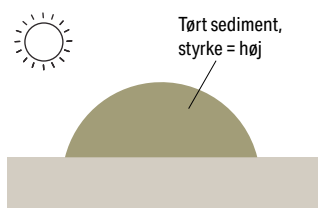
Når friktionen (f) overskrides af de drivende kræfter (t) i skredet, bliver materialet ustabil. Så kan det begynde at bevæge sig, og der kan opstå landskred.

Tørt vs. vådt sediment på hældende flade



Vand kan gøre sediment ustabilt og svække dets indre styrke. Det sker, fordi vandet skaber et overtryk i porerummene mellem sedimentkornene. Det løfter kornene fra hinanden og svækker overførslen af kræfter gennem sedimentet = friktionen sænkes, og sedimentet kan lettere skride. Det kan ske også på en flade uden hældning (nedenfor).

Tørt vs. vådt sediment på flade uden hældning



Hvis blokaden fjernes

Nogle steder er der 'noget' foran en skråning, der er med til at holde på materialet bagved, f.eks. en gletsjer eller den nederste del af en kystskrænt. Når denne støtte fjernes, kan tyngdekraftens træk blive større end skråningens stabilitet, og så kan der ske et skred. Det fænomen kan du læse mere om på s. 28-33.

Sommerhuse på og

TEKST: FIE KRØYER DAHL

Geviden guider til fem spændende steder, hvor skred har sat og stadig sætter deres tydelige spor i det danske landskab.

Det bredeste Kæmpemæssige trappetrin på Ærø

På Ærøs sydkyst ligger Voderup Klint – et mystisk landskab skabt af Danmarks bredeste landskred, der strækker sig 1.400 meter langs kysten. Her har landskredsaktivitet i løbet af flere hundrede år formet landskabet som en række kæmpestore trappetrin, der fører ned mod havet. Samtidig har skredbevægelsen roteret hvert trin om sig selv, så hver blok kommer til at hælde lidt indad mod land. Denne type skred kaldes for rotationskred.

Ved bunden af de skrænter, der afgrænser de enkelte 'trappetrin', siver der nogle steder grundvand ud i kildevæld, som samler sig på overfladen af de hældende trin og har skabt små fugtige lavninger og vandhuller til glæde for padder, insekter og planter.

Landskredet har en lang historie: Antydningen af skreddet ses allerede på kort tilbage fra slutningen af 1700-tallet. Lokale kilder fortæller, at et af de store skred i klinten skete i 1834, mens det sidste større skred i nyere tid fandt sted i 1980'erne. Den sydlige del af skreddet bevæger sig stadig i dag.

Læs meget mere
om Voderup Klint
på s. 28–33.

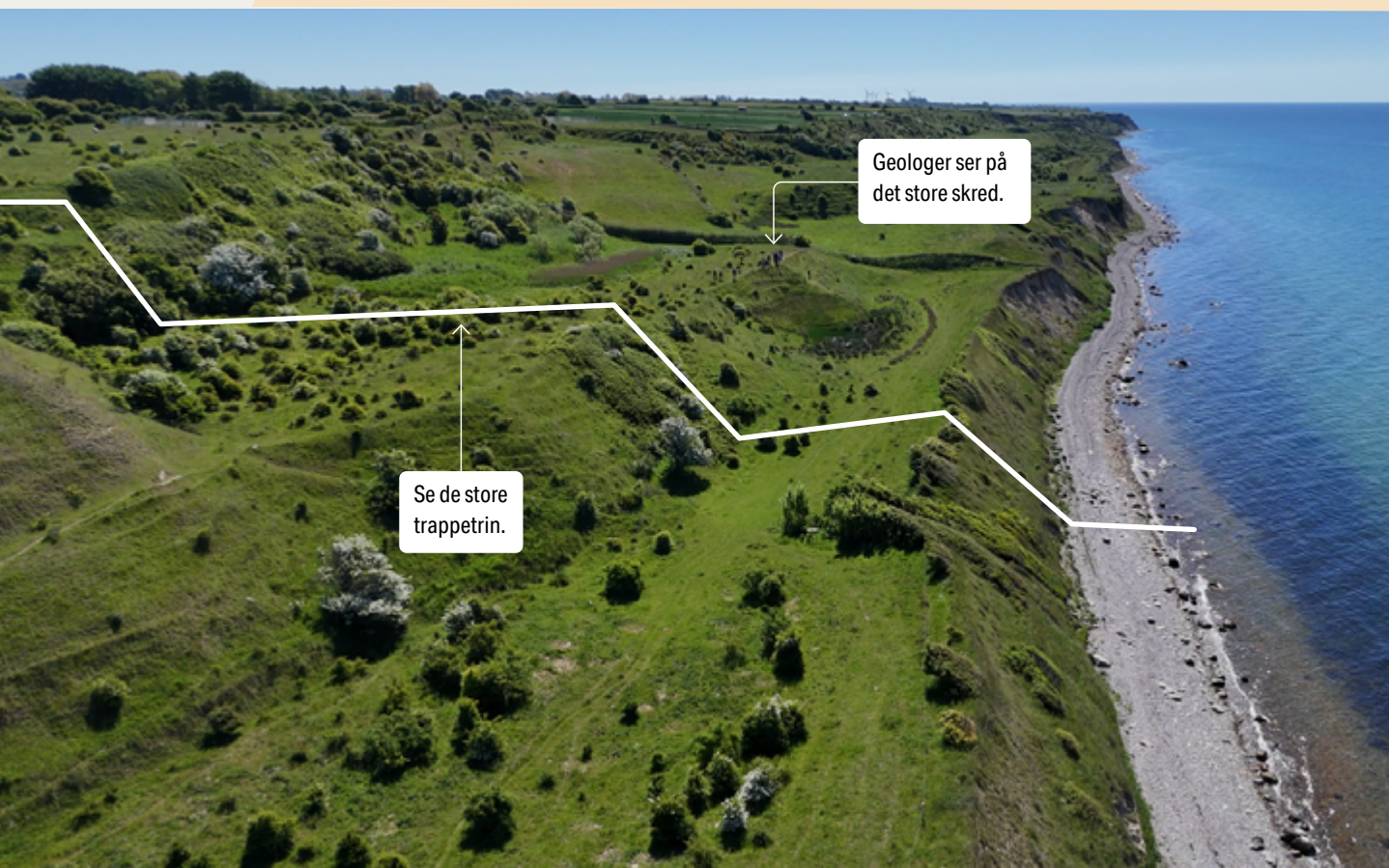


Foto: Kristian Svennevig

glidetur en halveret kirke



Foto: Egon Gade, Geocenter Møns Klint

Det mest dramatiske Kridt i frit fald på Møn

Møns Klint er et storslået skue med sine hvide kridtvægge, der majestætisk hæver sig op til 120 meter op over havet. Klinten består af kridt, som blev dannet for cirka 70 millioner år siden i et tropisk hav i den geologiske periode Kridt. Her sank mikroskopiske alger med et skelet af kalkskaller ned på havbunden, og lige så langsomt dannede de tykke lag af kalk, der over tid ændrede karakter og blev til kridt. Efterfølgende har gletsjere hen imod slutningen af seneste istid presset lagene op i store folder, og det er grunden til, at Møns Klint rejser sig over det ellers flade danske landskab.

Klinten er et af Danmarks mest ikoniske og dramatiske landskaber, og større og mindre landskred er en naturlig proces, der her sker med jævne mellemrum langs hele klinten. Det er faktisk derfor, at klinten står så flot og imponerende, som den gør. Desværre har skred ved Møns Klint også haft fatale konsekvenser, som i sommeren 1994, da en turist mistede livet ved et forholdsvis lille skred.

Et af de største skred i nyere tid skete i vinteren 2007, da det karakteristiske fremspring Store Taler med op mod en halv million kubikmeter kridt, ler og jord sammen med cirka 100 bøgetræer drattede ned og bevægede sig langt ud i Østersøen som en lavine. Det dannede en 300 meter lang halvø, som bølgerne fjernede i løbet af et par år. Ved det seneste store skred i januar 2024 rutsjede materiale ned og dannede en halvø 200 meter ud i havet to steder langs klinten.

Billedet er fra det store skred, som skete i januar 2024 ved Sommerspirspynten, lige syd for Geocenter Møns Klint.

I 2025 blev Møns Klint optaget på Unescos Verdensarvsliste.

Læs mere på www.moensklint.dk

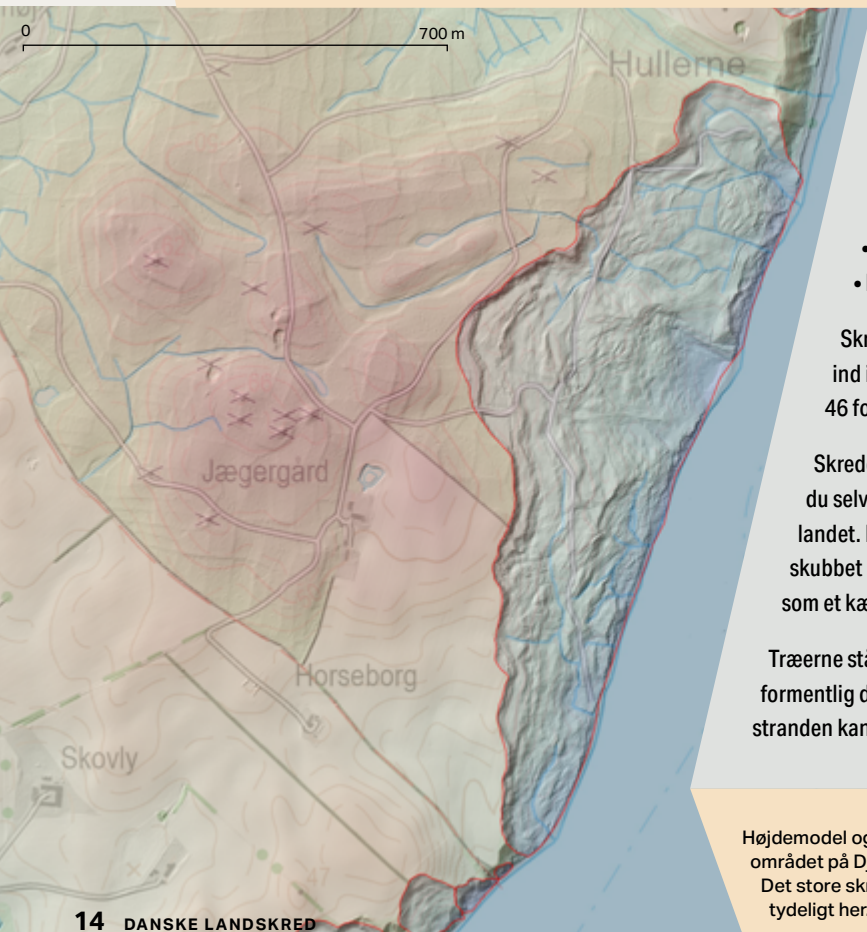


Foto: Kristian Svennevig

Det mest spektakulære Sommerhuse i bevægelse på Røsnæs

På den naturskønne halvø Røsnæs på Vestsjælland har forskere fra De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) identificeret fem store aktive landskred, der ligger ved siden af hinanden langs fire kilometer af kysten. Tilsammen er der mere end 100 sommerhuse oven på skreddene, som er i aktiv bevægelse med op til flere centimeter om året. Vi skal dog skynde os at sige, at GEUS vurderer, at der ikke er nogen risiko ved at færdes der, men forskerne holder øje med landskabets udvikling for bedre at forstå processerne bag de spektakulære landskred. Flere steder i landskabet, blandt andet sydvest for området Naturrummet, ses flere meter høje skrænter 250–300 meter inde i landet. Det er landskreddenes bagvægge og viser deres afgrænsning ind imod det stabile bagland. Nede ved stranden kan man et par steder se den røde eller grønne 50 millioner år gamle plastiske ler, som skreddene glider på.

Baseret på højdedata og sammenligninger af gamle flyfoto og nye satellitbilleder vurderer forskerne, at det største af de aktive Røsnæs-skred, Kongstrupskredet, har været under udvikling i ca. 100 år, og at det bevæger sig op til cirka 5 centimeter om året i gennemsnit, men meget mere i våde år.



Det største aktive 'Hulleerne' på Djursland

Danmarks største aktive landskred ved Rugård Klint på Djursland er faktisk stort set udforsket. Det eneste, vi ved, er, at GEUS' undersøgelser viser, at:

- Det er aktivt
- Det er stort!

Skredet strækker sig over 1.300 meter langs kysten, når op til 420 meter ind i landet og dækker 33 hektar – altså et område svarende til 46 fodboldbaner!

Skredet er helt dækket af skov, hvor der er offentlig adgang. Her kan du selv gå på opdagelse og se alle skrænterne, som hæver sig op inde i landet. De er dannet af skredet, og de væltede og skæve træer er blevet skubbet rundt af skredbevægelsen. Nede ved stranden ligger de i bunker som et kæmpe mikadospil.

Træerne står på moræneler (kaldet till) oven på plastisk ler, og det er formentlig denne ustabile cocktail, der får det til at skride. Nede ved stranden kan man nogle steder se det mørkegrå plastiske ler blottet.

Højdemodel og topografisk kort over området på Djursland, som kaldes Hulleerne. Det store skred langt ind i landet ses tydeligt her.



Foto: Flyvevåbnets Historiske Samling (FLYHIS)

Det mest uhyggelige Kirken, der blev halveret på Stevns

En tidlig morgen i 1928 faldt en del af klinten ved Højerup på Stevns i havet, og med i faldet røg koret på byens kirke, som blev bygget omkring 1250. Den delvist nedstyrtede kirke blev hurtigt et tilløbsstykke, og folk kom fra nær og fjern for at se det dramatiske syn af Guds hus, der var blevet revet midt over. Nede på stranden lå de sørgelige rester af kor, alter, gravsten, kister og skeletter fra kirkegården.

Ret hurtigt efter styrtet blev det besluttet at sikre bygningen mod yderligere nedstyrtning, og i dag knejser kirken stolt på den yderste klintekant. Det forsvundne kor er blevet erstattet af en udsigtsterrasse, der giver et flot kig over klint og hav, og man kan stadig se aflejringerne fra skredet på stranden neden for kirken.

Stevns Klint er op til 40 meter høj og består, groft simplificeret, af to lag: nederst det bløde skrivekridt, og ovenpå ligger den hårdere bryozokalk. Skrivekridtet eroderes nemmere af bølgerne og vejret end bryozokalken, og der dannes derfor store overhæng, der kan rage over 10 meter ud over stranden (se figur 4, s. 16). Når de bliver for store, styrter de ned med et ordentligt brag, der faktisk kan måles på GEUS' seismometer (læs mere om det på s. 26), ligesom små jordskælv. Det sker jævnligt langs hele klinten, og denne konstante nedbrydning er grunden til, at klinten står så flot, som den gør, og ikke gror til.

Man skal være opmærksom, når man færdes på stranden under overhæng, og generelt følge skiltningen i området.



Foto: Stevns Lokalhistoriske Arkiv

Klinten med Højerup Kirke er en del af Stevns Klint Unesco Verdensarv, som du kan læse mere om på www.stevnsklint.dk

Kender du typen?

Få styr på de forskellige begreber og typer af landskred i Danmark med denne miniguide.

TEKST: JOHANNE UHRENHOLT KUSNITZOFF

Landskred er et overordnet ord for alle typer geologisk materiale, der bevæger sig på et skrånende terræn. Man kan underindele landskred efter måden, de bevæger sig på, og hvilket materiale der er involveret.

I Danmark er der overordnet set fire bevægelsestyper: Skred/glidning, fald, deformation og strømning

Er materialet 'jord' og bevægelsen en 'strøm', kaldes det en 'jordstrøm'. Et skred kan også bevæge sig på flere måder på samme tid, og så kaldes det for et 'komplekst landskred'.



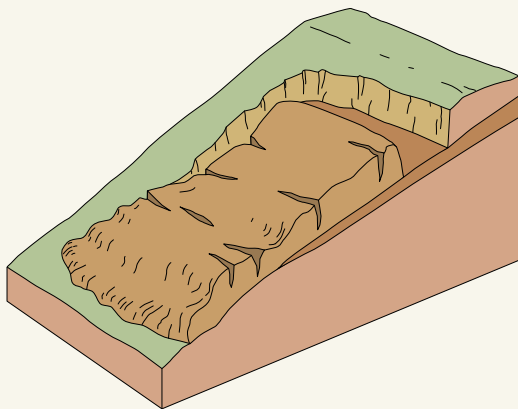
Gammelt skred, der er skjult af bevoksning.

Det klassiske skred

Ved Gjerrild Klint på Djursland (på billedet her) skete der i 2020 et rotationsjordskred, og man kan se de brede blokke, der er gledet ned og roteret lidt. Skreddet er et godt eksempel på et klassisk skred i Danmark.

De fire landskredstyper

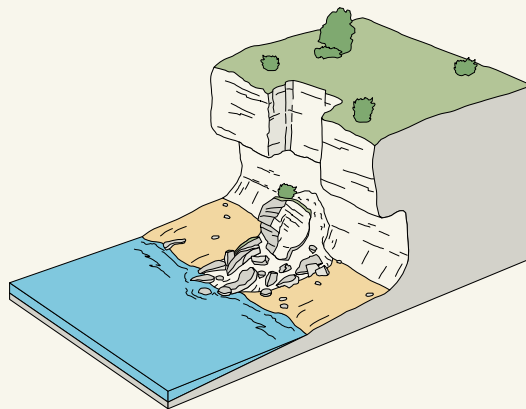
Skred/glidning



Materiale glider langs en brudflade nede i jorden, ofte langs et lerlag. Bevægelsen kan underindeles i to typer: 1) rotationskred og 2) translationsskred. Den første type glider langs en buet brudflade og den anden langs en lige brudflade. Rotationskred foregår typisk langsomt (cm/år), men kan også tage hurtige ryk (m/dag). Translationsskred er blandt de hurtigste skred og kan bevæge sig med flere m/s.

Rotationsskred er den mest kortlagte landskredstype i Danmark og findes f.eks. ved Voderup Klint på Ærø.

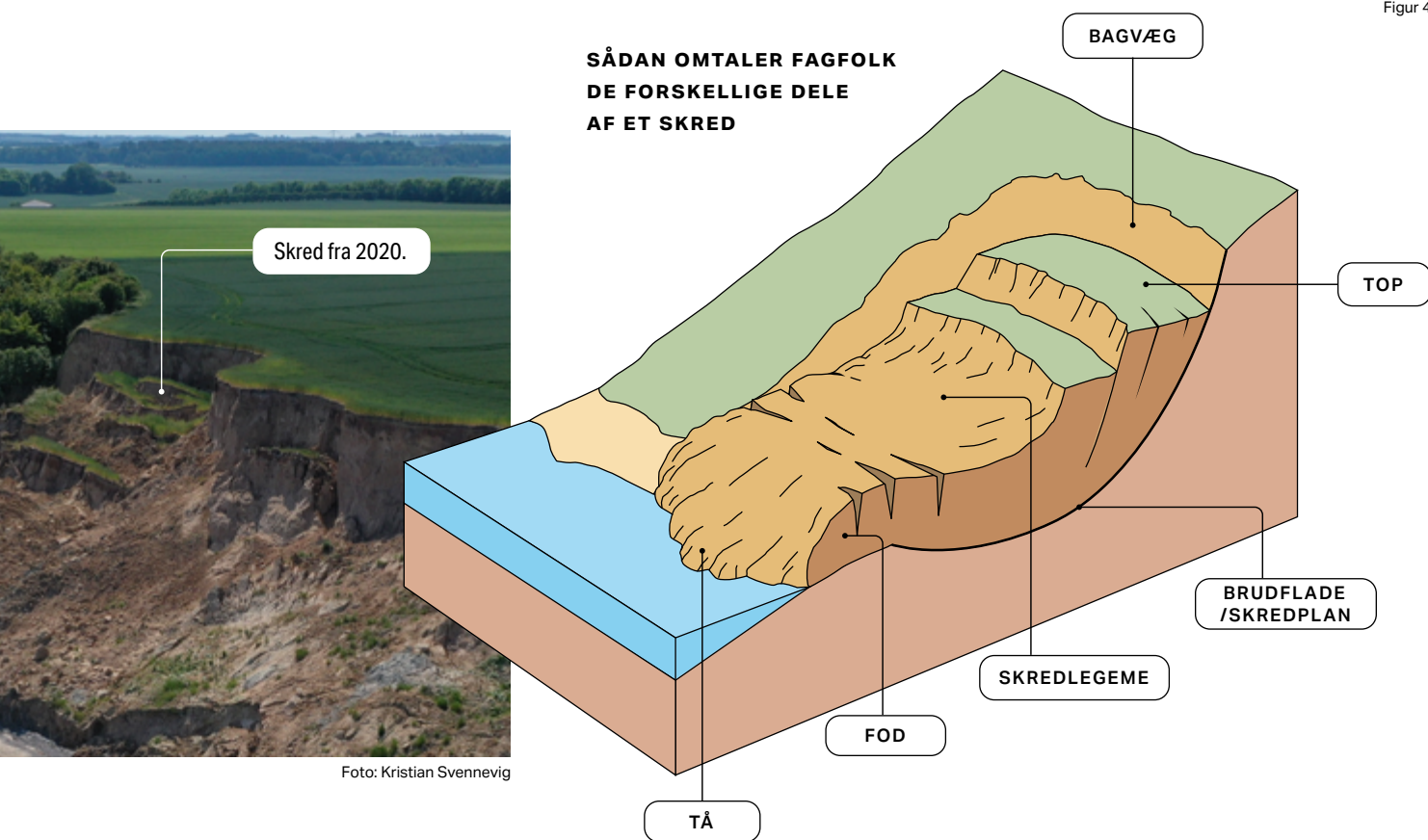
Fald



Materiale løsnes fra stejle skrænter og falder i fri luft. Hvis materialet rammer skræntingen igen på vej ned, bliver det kastet tilbage og ruller videre, før det ender i en bunke neden for skræntingen. Bevægelsen er pludselig og hurtig (m/s) og derfor den farligste.

Sker typisk ved kridtskrænter langs stranden, hvor bølger undergraver de øvre dele af skrænten og skaber udhæng, der pludselig falder ned f.eks. ved Stevns Klint.

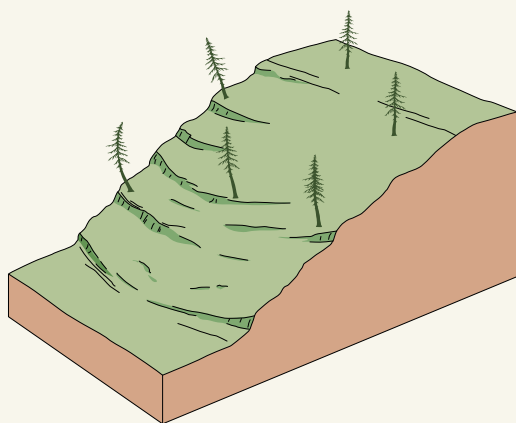
Figur 4



Kilder: Skrevet ud fra artiklen: Svennevig, K. & Keiding, M. 2020: 'En dansk nomenklatur for landskred'. Geologisk Tidsskrift 2020.

Figur 5

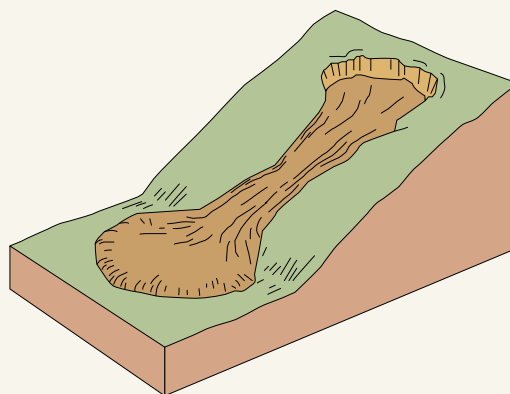
Deformation



Når de øverste lag i en hel skråning er i meget langsom, jævn bevægelse (fra mm/år til m/år). Kaldes derfor også 'jordkryb'. Opdages ofte kun ved hældende træstammer, forskudte hegn eller 'ribber' på overfladen.

Sker ikke ret mange steder i Danmark, men kendes fra f.eks. Tystrup Sø på Midsjælland eller bakkerne omkring Ølst i Østjylland.

Strømning



Materialet strømmer ned ad en skråning i en jævn, sammenhængende bevægelse, som en tyk væske. Strømning opstår derfor ofte, hvis et ustabil område bliver møttet med vand, men kan også ske med f.eks. sand eller større sten og blokke. Kan nogle gange starte som et glidningsskred, der udvikler sig til en strøm.. Bevægelsen kan være alt fra meget langsom (mm/år) til ekstremt hurtig (m/s). Fjeldskred, der bl.a. kendes fra Grønland, er typisk en type strømning, der startede som et translationsskred.

Makrelmadder, kokasser og et gigantisk landskred

TEKST: MARIE WINTHNER
FOTO: MARIE WINTHNER OG JOSH WILLIAMS



Marie Winthner med kollegaen Josh Williams (iført GEUS-kasket) og de to specialestuderende Anton Grønfeld Wille og Gustav Launtoft Pedersen.

Kom med til Vejle Ådal, hvor ph.d.-studerende Marie Winther og en håndfuld kolleger er taget på feltarbejde for at kortlægge et kæmpestort forhistorisk skred!

På en bakketop står et hold geologer og geografer en tidlig morgen og kigger ud over Vejle Ådal. Vi er en broget flok: to specialestuderende, en geolog fra Vejle Kommune, en hobbygeolog, nogle forskere, en postdoc og en ph.d.-studerende.

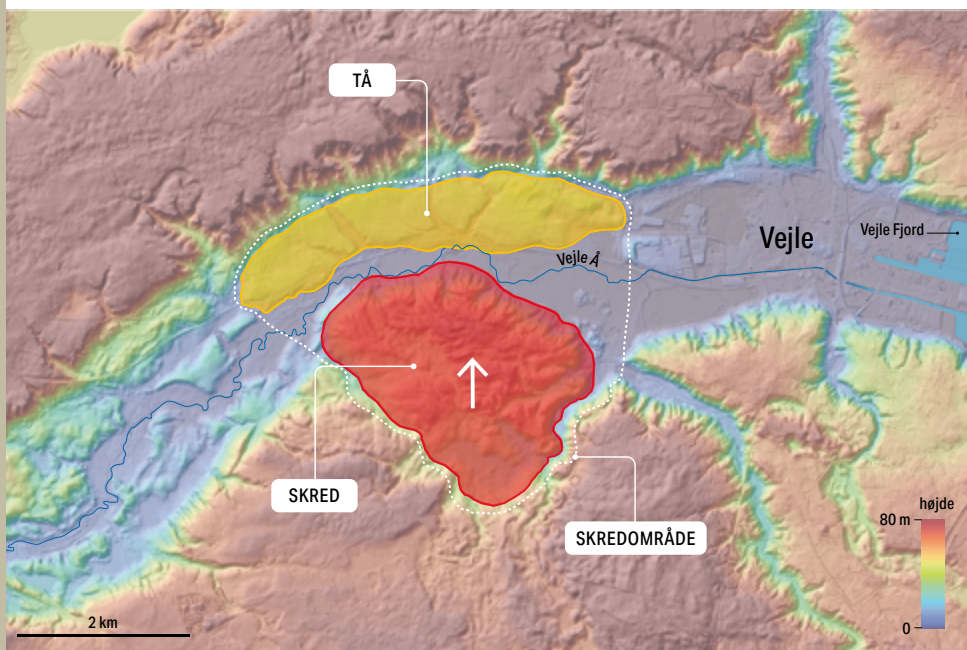
Fælles for os er fascinationen af landskred og ønsket om at forstå, hvordan store forhistoriske skred har påvirket landskabet i Danmark – et land, der oftest opfattes som fladt og stabilt.

Det er marts, det er overskyet, og det regner let. Mod vest strækker dalen sig ind i landet, mod øst ligger Vejle Fjord. Her, midt i en af Danmarks mest markante tunneldale, skal vi finde spor efter kæmpestore forhistoriske landskred. Helt konkret er vi taget til Vejle for at kigge på et skred, der dækker et område på 11 kvadratkilometer, svarende til flere end 1.500 fodboldbaner.

STARTEDE VED SKRIVEBORDET

Vi skal være på feltarbejde i tre dage for at indsamle geofysiske data og observere skreddet med egne øjne, 'on site'. Formålet er at lave en mere detaljeret kortlægning og forstå de processer, der udløste skreddet, både ved at undersøge strukturer under jorden og de spor, skreddet har efterladt i terrænet.

Før vi satte kursen mod Vejle, studerede vi landskabet fra skrivebordet. Ved hjælp af satellitbilleder og højdemodeller har vi fra oven kunnet observere forskydninger, ujævnheder og mønstre, der indikerer forhistoriske skred. Højdemodellerne er baseret på LiDAR (Light Detection and Ranging), som er en metode, hvor et fly



Farvet LiDAR-baseret højdemodel over Vejle Ådal. Højdemodellen gør det muligt at observere små variationer i terrænet, som ikke er muligt at se med det blotte øje.



3D-model af terrænoverfladen over Vejle Ådal, baseret på Danmarks højdemodel. Højden er overdrevet fire gange for at fremhæve landskabets strukturer. I felten bruges modellen som et visuelt hjælpemiddel til at opnå en bedre rumlig forståelse af landskabet.

TUNNELDAL OG ISTID

Vejle Ådal er en af Danmarks mest markante tunneldale. En tunneldal er en langstrakt dal, der blev udgravet af smeltvand under en gletsjer under istiden, hvor vandet strømmede gennem tunneler i eller under isen. Den er op til to kilometer bred og strækker sig cirka 40 kilometer fra Vejle Fjord til der, hvor kanten af isen var under seneste istid – det kaldes også Hovedopholdslinjen – ved Bindeballe mod vest.

Tunneldalen er sandsynligvis dannet under tykke ismasser, hvor store mængder smeltvand under isen strømmede med stor kraft og eroderede ned i underlaget. Under den seneste istid, Weichsel (for ca. 117.000 til ca. 11.700 år siden), var store dele af Danmark dækket af is, og da isen trak sig tilbage, blev dalen delvist fyldt med aflejringer fra både isen og senere aflejringer fra søer og moser.

I dag løber Vejle Å gennem den fladbundede dal, som stadig bærer præg af de enorme kræfter, der formede landskabet for flere tusinde år siden.



Marie Winther studerer målingerne på sTEM-udstyret, som viser en foreløbig model af undergrunden.



Det elektromagnetiske måleudstyr testes midt på marken.

scanner landskabet med en laser, som måler højden på millioner af punkter i terrænet. Modellen afslører små variationer i landskabet, som ellers er skjult for det blotte øje.

HEMMELIGE STRUKTURER

For at undersøge, hvad der gemmer sig under jordoverfladen, har vi medbragt et sTEM-system, som er geofysisk måleudstyr. Udstyret består af en sender-spole (transmitter) og en modtager-

spole (receiver) og kan registrere lag helt ned til 100 meter under overfladen. Når udstyret lægges på jorden, startes målingerne via en mobiltelefon, og der dannes samtidig en foreløbig model af undergrundens lag. Modellen giver os et første indblik i, hvordan undergrunden ser ud, og hvor kompleks den kan være. Målingerne køber typisk i et minut, og det er fascine-



Den del af sTEM-udstyret, som udgør senderen, placeres i landskabet. Læs mere om sTEM i boksen på s. 21.

rende at følge, hvordan dataene gradvist afslører strukturer, vi ellers kun kunne forestille os.

Med sTEM kan vi koble det, vi ser i landskabet, med det, der gemmer sig under vores fødder. Vi kan analysere lagenes orientering og se efter tegn på deformation – om materialet er gledet, skubbet sammen eller kollapset. Samtidig forsøger vi at finde spor efter muddervulkaner, som opstår, når tryk frigives, og mudder presses mod overfladen. I Vejle Ådal kan sådanne strukturer være knyttet til de store trykændringer, der opstod, da gletsjerens vægt forsvandt, og landskabet reagerede på aflastningen.

FELTARBEJDE ER IKKE KUN GEOLOGI

Hjemmefra har vi planlagt dagens rute og tegnet linjer ind over landskabet på et digitalt kort, hvor vi gerne vil foretage vores målinger. Men i felten må planerne ofte justeres undervejs, og et hurtigt blik ud over markerne er nok til at vurdere, om dagens rute holder. Vi spotter både flere elektriske hegn og en ikke alt for begejstret tyr.

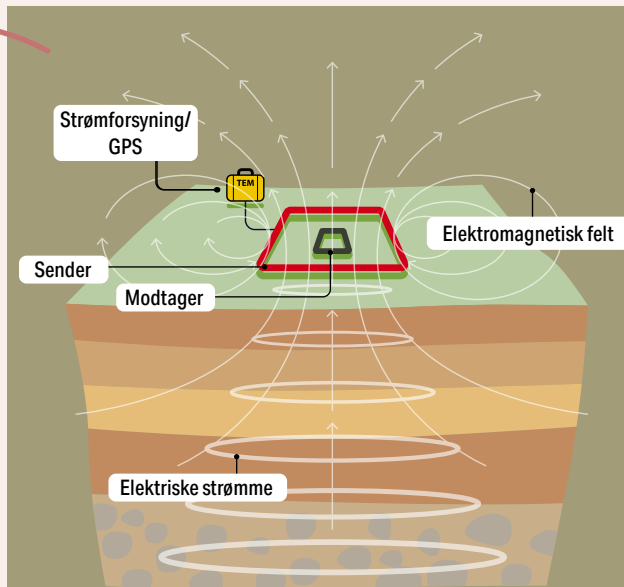
Vi er knap nok kommet afsted, før den første udfordring melder sig: En af bilerne

Kort om projektet: 'Reimagining Previously Glaciated Lands:

The Role of Giant Paraglacial Landslides in Terrain Evolution'

Projektet, som Marie arbejder på, undersøger, hvordan store, hidtil oversete såkaldte paraglaciale landskred har været med til at forme det danske landskab efter den seneste istid. Paraglaciale landskaber er direkte påvirket af tidligere isdække og afsmeltning, som efterlod et ustabil terræn særligt udsat for landskred. I projektet kombinerer forskerne data fra højdemodeller med geofysiske målinger af undergrunden for at forstå, hvordan og hvornår skredene opstod. Målet er at forbedre den grundlæggende forståelse af landskabets udvikling under foranderlige klimaforhold og at reducere geofare ved at forudsige, hvor lignende landskred kan forekomme i fremtiden. Indtil videre er der kortlagt omkring 200 forhistoriske skred i Danmark. Projektet er finansieret af Carlsbergfondet.

Læs mere om
TEM-metoder
på side 25



Figur 7

Sådan fungerer sTEM

sTEM er geofysisk måleudstyr, der bruges til at kortlægge undergrunden. Systemet består af en sender-spole (transmitter) og en modtager-spole (receiver), som sender et elektromagnetisk felt ned i jorden. Når feltet slukkes, opstår der elektriske strømme i undergrunden. Disse strømme måles ved overfladen, og signalerne bruges til at bestemme jordlagenes elektriske ledningsevne. På den måde kan man identificere forskellige jordarter og få viden om undergrundens opbygning i dybden.

sidder fast i den mudrede vejrabat. Det er tidligt forår, og jorden er tung og våd, men med hjælp fra en skovl og et skub er den fri igen. Kort efter går endnu en bil i stå, og det står hurtigt klart, at feltarbejde handler om mere end bare geologi. Heldigvis er hjælpen nær: En venlig nabo dukker op med startkabler, en telefon i hånden og med ekstra assistance over FaceTime. På få minutter er vi i gang igen. I felten opdager man hurtigt, at de fleste mennesker, man møder, er både hjælpsomme og nysgerrige.

Efter en introduktion bliver de to specialestuderende Anton Grønfeld Wille og Gustav Launtoft Pedersen sendt afsted hen over den gølge, brune mark i deres gule veste med 'GEUS' skrevet på ryggen. Med vestene viser vi, hvem vi er, og signalerer, at vi har fået lov til at bevæge os rundt i området. Det er overskyet, og der er godt med vind – man kan tydeligt mærke, at det er tidligt på foråret. Køerne på marken brøler af os i takt med de kæmpe udsving i målingerne. Udsvingene skyldes, at vi er kommet for tæt på en højspændingsledning, som forstyrrer det elektromagnetiske signal. Selv et slukket elektrisk hegn mange meter væk eller en tændt mobiltelefon for tæt på udstyret kan lave postyr, så en højspændingsledning kan virkelig give nogle 'funky' målinger.

ET DYK OG EN KOKASSE

Frokosten bliver indtaget side om side med nysgerrige køer og i læ i bilens bagrum, hvor vi spiser vores håndmadder. Min kollega Josh fra USA kæmper lidt med en makrel i tomat-mad, der drypper ned ad ærmerne på ham. Han havde >

De to specialestuderende, Anton Grønfeld Wille og Gustav Launtoft Pedersen, tager tjansen med at grave bilen fri.



MØD FORSKEREN

Marie Winther er geolog og ph.d.-studerende tilknyttet Afdeling for Kortlægning og Mineralske Råstoffer ved GEUS og Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning ved KU. Marie arbejder med landskred i Danmark.



Foto: GEUS

Man skal ikke gå ned på varme drikke, når man er på feltarbejde i marts!

hørt, at makrel på rugbrød er en dansk klassiker, men måske er den ikke den mest praktiske mad i felten ...

Klokken 18:30 er solen ved at gå ned, og vi klatrer over endnu et elektrisk hegn i iver efter at få målt så meget som muligt, inden mørket sætter ind. I et uopmærksomt øjeblik falder jeg og lander i Vejle Å – en påmindelse om, at feltarbejde i Danmark ikke er ufarligt, men sjældent kedeligt. Jeg når lige at komme op af åen, hvorefter jeg 'face planter' direkte ned i jorden og beder en kort bøn om, at jeg ikke er landet i en kokasse. Det er der hverken tid eller lys nok til at finde ud af, og vi griner alt for meget til, at det egentlig betyder noget på det tidspunkt. Tilbage i bilen kan jeg se på Joshs ansigt, at jeg må lugte grimt, kokasse eller ej ...

Her er geologerne tæt på en højspændingsledning, som giver store udsving i dataene.

Marie Winther og specialestuderende Anton Grønfeld Wille og Gustav Launtoft Pedersen får en bid mad og et hvil.



SOL OG STØD

Den sidste dag i felten byder på gode forhold med sol, blå himmel og højt humør. Arbejdet foregår op ad en stejl skråning, hvor udstyret løbende bliver placeret på jorden, og målingen bliver startet. Det giver os lige et minut til at nyde solen, mens vi holder øje med målingerne på skærmen. Snakken går om feltobservationer, TikTok-trends, politik, gaming og meget andet.

Terrænet kræver flere passager over elektriske hegn, og Josh bliver fristet til at teste, om der nu virkelig er strøm i det – med en finger opdager han hurtigt, at den er god nok. Flere gange bliver vi

stoppet af forbipasserende, som nysgerrigt spørger ind til arbejdet og det udstyr, vi bærer på. Jeg må også forsikre dem om, at skredet ikke er aktivt og ikke har været det i flere tusinde år!

DANMARKS DÅBSATTEST

Som afslutning på dagen tager vi til Jelling, hvor Jellingstenen fra 900-tallet står som Danmarks 'dåbsattest'. Stenen og monumenterne fortæller om Gorm den Gamle, Harald Blåtand, Thyra og kristendommens indførelse. At stå foran den minder os om, hvordan både natur og mennesker har formet landskabet – måske har landskredet i Vejle Ådal endda skabt en naturlig rute ned til åen og fjorden, som vikingerne brugte. Det er ren spekulation, men det giver vores arbejde en særlig dimension, hvor geologi og historie mødes.



Imens sTEM-udstyret måler, er der også tid til at klappe hestene på marken.



Efter tre dage i felten i Vejle Ådal er vi godt tilfredse med det indsamlede materiale. Nu ser vi frem til at vende tilbage til kontoret og gå i gang med næste fase, hvor vi dykker ned i alle de data, vi har fået med hjem.

For nok er vi færdige med at være i felten for denne gang, men arbejdet er langt fra færdigt. Vi vender med sikkerhed tilbage til Vejle Ådal, og selvom Danmark ofte opfattes som et relativt fladt land, tyder vores foreløbige resultater på, at selv meget store paraglaciale landskred kan have spillet en væsentlig rolle i udformningen af landskabet.

NÆSTE SKRIDT EFTER FELTEN

Tilbage på kontoret bliver de geofysiske data behandlet og processeret. Først herefter kan forskerne med større sikkerhed identificere strukturer i undergrunden. Dataene sammenholdes med data fra andre TEM-metoder, borer og områdets geomorfologi, altså viden om landskabsformer og de processer, der har dannet dem, for at opnå et mere nuanceret billede af landskabets udvikling, både over og under jordoverfladen. Herefter analyseres og fortolkes resultaterne.

Skreddene er ikke kun relevante som en del af Danmarks forhistorie. De fungerer også som analoger for nutidige og fremtidige skred i arktiske og alpine områder, hvor smeltende gletsjere og permafrost skaber ustabile landskaber. Denne viden kan bruges til bedre at forstå og forudsige, hvordan landskaber reagerer på klimaforandringer, og dermed vurdere risikoen for fremtidige skred. •

Forhistorisk skred i Vejle Ådal

Vi kan ikke med sikkerhed sige, hvad der skete i tunneldalen for flere tusinde år siden, lige efter isen trak sig tilbage efter den seneste istid. Men vi forestiller os, at området lå højere i landskabet end i dag med udsigt over tunneldalen og det omkringliggende landskab. Smeltevandet fossede igennem dalen og åd sig ned i dalbunden. Gletsjeren var smeltet bort, og permafrosten var ved at tø, hvilket gjorde siderne af tunneldalen ustabile. En dag skred den sydlige del af tunneldalen 500 meter ud i dalen med en voldsom kraft. Foran skreddet blev hele dalbunden skubbet op ad den modsatte side af tunneldalen.



Jellingstenen fra 900-tallet minder om, at det danske landskab både er formet af natur og kultur.

Sådan undersøger forskerne landskred

Forskerne laver rystelser i jorden og giver den stød. De kigger på satellitbilleder og opsætter avanceret måleudstyr – alt sammen i jagten på mere viden om landskred.

TEKST: MALENE DAVID JENSEN-JUUL

Hvilke geologiske processer fører til landskred, og hvad styrer udviklingen? Det korte svar er, at det ved vi ikke ret meget om. Forskerne har nemlig manglet konkrete data at holde deres teorier op mod, men det er forskere fra Aarhus Universitet og De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) ved at råde bod på. Med projektet 'Landskred i Danmark', der inkluderer et hav af forskellige metoder, er de godt i gang med at undersøge landskreddets 'anatomí' og se på, hvad der sker i og over jorden, når den skrider.

"Landskredsprojektet er unikt i sin sammensætning af metoder og data. Det er første gang i dansk forskning, at vi forsøger os med dette. De data, vi indsamler, er ikke kun spændende for os, der undersøger landskred i Danmark lige nu, men vil forhåbentlig være en skattekasse for geologistuderende og forskere at gå på opdagelse i mange år fremover," fortæller Marie Keiding, der er geolog og chefkonsulent ved Afdeling for Geofysik og Sedimentære Bassiner i GEUS. Hun er desuden projektleder på flere dele af undersøgelse af landskred i projektet.

På de følgende sider kan du komme med på en tur rundt i dele af det patchwork af gadgets og metoder, som forskerne bruger, når de undersøger landskred i Danmark.

GEOELEKTRIK

Med den geoelektriske metode måler man elektrisk modstand, det vil sige, hvor let strøm kan bevæge sig gennem forskellige materialer i jorden. Helt konkret lægger man kabler hen over jorden og sætter spyd i en fast afstand langs det, så man får nogle intervaller at måle potentialet over. Så sender man strøm i jorden og måler, hvor meget modstand den møder på sin vej. I projektet 'Landskred i Danmark', som du kan læse om på s. 33, bruges metoden som supplement til TEM, fordi den giver mere præcis information om materialer med høj modstand som f.eks. sand og grus.



Foto: GEUS

Erik Vest Sørensen tager fotos fra helikopter på vej til Møns Klint, februar 2025. For at få den bedste kvalitet i billederne er dørene pillet af helikopteren.

LUFTFOTOS – SE DET HELE FRA SIDEN

Når forskerne tager luftfotos, knipser de kontinuerligt en række billeder i høj opløsning, der overlapper hinanden. Det sker fra fly, helikopter eller drone, og derefter kan de sammenstykke billederne digitalt og lave en 3D-modellering af for eksempel en skrænt.

Billederne skal tages fra nogenlunde samme højde og samme afstand til klinten – og det kræver sit af helikopterpiloten. Målet er at efterligne det, vores syn naturligt gør. Hjernen kombinerer nemlig de to overlappende billeder, som vores højre og venstre øje ser, for at danne ét samlet billede. Dette kaldes stereopsis. Det samme gør man med de luftfotos, man har taget.

Forskere fra GEUS har f.eks. fotograferet Møns Klint fra en helikopter som en del af en kortlægning af landskred i området. Hjemme foran computeren kombinerer de billederne i en matematisk model, og resultatet er, at klinten rejser sig i en 3D-model, der kan ses takket være et system med to skærme og nogle særlige briller. Det kaldes digital fotogrammetri. Modellen kan blandt andet bruges til at analysere geometrien af klinten, da modellen er målfast. Det vil sige, at man kan måle afstande i modellen og se, hvordan fremspring og andre geologiske strukturer i klinten er placeret, tredimensionelt. Ved at sammenligne med ældre modeller fortæller det os noget om, hvordan fronten af landskreddet udvikler sig over tid.



TEM

– TIL LANDS, TIL VANDS OG I LUFTEN

TEM er en forkortelse af Transient Electromagnetic. Det er en metode, hvor man sender et elektromagnetisk signal ned i jorden, som med tiden breder sig ned i undergrunden. Ved at måle, hvordan signalet ændrer sig over tid, kan man beregne, hvordan undergrundens elektriske modstand er opbygget både i de overfladenære lag og i dybden.

Da jordtyper leder det elektromagnetiske signal forskelligt, kan man på den måde tolke, om der f.eks. er sand med ferskvand eller saltvand, ler eller kalk. På den måde kan forskerne 'se' jordens skjulte lag uden at grave.

TEM er en flittigt brugt metode. Det er dog nyt, at den er blevet brugt med det formål at blive klogere på landskred. TEM-scannere kan bæres (sTEM), flyves (SkyTEM) eller trækkes (tTEM) over jordoverfladen, og de kan flyde over havoverfladen (FloaTEM). SkyTEM er især god at bruge til store områder, f.eks. til kortlægning af grundvand.

På s. 28–33 kan du læse mere om, hvordan forskere fra Aarhus Universitet bruger FloaTEM-metoden til at undersøge landskred på Ærø.

DANMARKS HØJDEMODEL

Med avanceret laseropmåling har Klimadatastyrelsen fra fly målt højden på landskabet i hele Danmark med centimeters nøjagtighed i et gitter med felter på 40 x 40 centimeter. Det er utrolig mange målepunkter, og tilsammen kaldes datasættet for en højdemodel. Det bliver flittigt brugt af f.eks. kommuner. Det er også et vigtigt redskab i kortlægning af landskred, der træder tydeligt frem i højdemodellen. Derfor har forskere også brugt højdemodellen i den kortlægning af landskred, du kan se resultatet af på Landskredsportalen (se s. 34). Højdemodellen kan findes på Klimadatastyrelsens hjemmeside.

GAMLE MALERIER OG NYE BILLEDER

Malerier og gamle

fotos kan bidrage med indsigt i,

hvordan Danmark så ud i en tid før moderne teknologi. Selvom der skal tages forbehold for kunstneriske fortolkninger, er der for en forsker stadig spændende viden at hente i f.eks. et gammelt kystmaleri.

Nu til dags kan vi også ty til ortofoto. Det er luftfotos, der er rettet, så de passer præcist til et kort. Man kan sige, at det er et fotografi, der er målt og justeret, så det er lige så nøjagtigt som et landkort. Når forskere kigger på udviklingen af et område taget med ortofotos over en årrække, kan de se efter særlige karakteristika fra landskred. De seneste 10–15 år er hele Danmark blevet fotograferet flere gange om året.

Satellitbilleder er også vigtige for arbejdet med landskred. De ligger frit tilgængelige online fra blandt andet Den Europæiske Rumorganisations jordobservationsprogram, Copernicus. Ved at sammenligne satellitfotos taget over flere år kan forskere kortlægge forandringer i landskabet og på den måde spotte tegn på landskred.



J. T. Lundbye: En dansk kyst. SMK



Foto: GEUS

VIBROSEIS TRUCKS

– LASTBILER MED SLAG I

"Shaken, not stirred," siger James Bond, når han bestiller sin favoritdrink, vodka martini. Det samme kan man sige om, hvordan vibroseis trucks påvirker jorden under sig. En vibroseis truck er en lastbil med et stempel, som sænkes ned på jorden og vibrerer for at skabe små rystelser med retning nedad. Trykbølger bevæger sig ned gennem lagene i jorden og reflekteres tilbage mod overfladen igen. Her kan man måle på de reflekterede bølger med en række sensorer. Ud fra den tid, det tager for bølgerne at komme tilbage til jordoverfladen igen, kan man beregne dybden til de reflekterende lag og dermed lave et kort over undergrunden. Det fungerer lidt ligesom en ultralydsscanning i megaformat.



Seismometer opsat på Stevns i januar 2025 af GEUS.

SEISMOMETER – DEN FINTFØLENDE TYPE

Et seismometer er et måleinstrument, der måler rystelser i jorden. Det består i princippet af et lod hængt op i en fjeder. Når jorden ryster, følger rammen med, og på grund af fjederen prøver loddet at hænge stille og bevæger sig derfor i forhold til rammen. Denne bevægelse kan måles og viser jordens rystelser.

I gamle dage blev seismometerets bevægelser tegnet på et stykke papir. Moderne seismometre er digitale og måler, hvordan jorden bevæger sig i tre retninger: op–ned, nord–syd og øst–vest – og så er papir og pen erstattet af et avanceret computersystem, der gemmer de seismologiske data. Det giver meget præcise målinger. Seismometre er så fintfølede, at selv vinden og havets bølgeslag kan forstyrre den. Derfor virker de bedst, hvis de står et roligt sted.

Data fra et seismometer viser, hvordan jorden bevæger sig over tid. Koblet med andre typer data kan seismologiske data bidrage til indsigt i, hvor ofte der er aktivitet i landskred.



Tv. er der georadar-dataindsamling ved bagvæggen af et aktivt landskred på Røsnæs, og th. ses et nærbillede af sender og modtager.

GEORADAR – REFLEKSIONER FRA UNDERGRUNDEN

Georadar-metoden er en elektromagnetisk metode, hvor man måler på refleksionerne fra undergrunden. Ved georadar udsendes korte, højfrekvente pulser af elektromagnetiske bølger ned i undergrunden. Når bølgerne rammer lag med forskellige egenskaber – f.eks. tørre eller våde sand- og gruslag eller sprækker – bliver en del af signalet reflekteret tilbage til overfladen. En modtager opfanger de reflekterede signaler, og ved at måle, hvor lang tid de er om at komme retur, kan man beregne, hvor dybt de forskellige lag ligger.

I projektet 'Landskred i Danmark', som du kan læse om på s. 33, bruges georadar til at finde forkastninger og skjulte sprækker, som er opstået i forbindelse med landskreddet.



GEUS-forskerne Marie Keiding (tv.) og Marie Winther opsætter en GPS-station ved Møns Klint, december 2025.

GPS-STATIONER – ULTRAPRÆCISE MÅLINGER

Hvis man gerne vil vide, præcis hvordan noget bevæger sig, er GPS en effektiv metode. GPS fungerer ved hjælp af satellitter, der kredser om Jorden, og GPS-modtagere på jorden. Satellitterne sender signaler, der bevæger sig med lysets hastighed, til GPS-modtageren. Ved at måle, hvor lang tid det tager for signalet at nå modtageren, kan GPS'en beregne afstanden til den enkelte satellit: afstand = signalets tid × lysets hastighed. Når GPS-modtageren kender afstanden til mindst fire satellitter, kan den regne ud, præcis hvor på Jorden den befinder sig – og hvor højt.

Med gentagne GPS-målinger foretaget over tid kan forskerne lave meget præcise målinger – helt ned til ganske få millimeter – af, hvor meget et område som f.eks. kanten af Møns Klint bevæger sig.



SEISMISK INTERFEROMETRI

– 300 ØRER MOD JORDEN

I en banebrydende anvendelse af metoden seismisk interferometri har GEUS opsat cirka 300 små sensorer på Møn for at følge udviklingen i landskred. Sensorerne kaldes nodes og indeholder bl.a. geofoner, der kan registrere overfladebølger forårsaget af naturlig baggrundsstøj fra f.eks. havets bølger, vind og trafik. Med seismisk interferometri udnytter man, at bølgerne ændrer hastighed afhængigt af, hvilke materialer de bevæger sig igennem, og hvordan lagene er opbygget. Fordi geofysikere kender de hastigheder, kan de bruge målinger på dem til at danne et billede af, hvad der er i undergrunden. Nøglen til metoden ligger i en matematisk teknik kaldet krydskorrelation (se Ekspertniveau nedenfor).

Seismisk interferometri – krydskorrelation



Nøglen til seismisk interferometri (**læs mere om det herover**) er en matematisk teknik kaldet krydskorrelation. Når bølger passerer gennem jorden, rammer de to nodes, node A og node B, på lidt forskellige tidspunkter. De data, det giver, kaldes signaler. Ved at sammenligne signalet fra de to nodes og 'flytte' det ene signal frem og tilbage i tiden kan forskere finde det øjeblik, hvor de to signaler passer bedst sammen. Dette tidspunkt fortæller, hvor lang tid det tager for en bølge at rejse direkte fra A til B – den rene rejsetid. Beregningen skaber en 'virtuel' bølge, fordi det er, som om node A er blevet en kilde, der sender en bølge mod B. Rejsetiden (T for Time) for en bølge mellem to nodes afhænger kun af afstanden mellem dem (D for Distance) og hastigheden, bølgen bevæger sig med (V for Velocity). Det kan beskrives med denne ligning:

$$T = D/V$$

For at finde denne rejsetid (**T**) ud fra støjen bruger man en formel, der sammenligner signalet fra node A (**u_A(t)**) med signalet fra node B (**u_B(t)**). **u** er signalets værdi (amplituden), som er, hvor meget jorden ryster på et givent tidspunkt. Det lille **t** viser, at det er over tid, og at der derfor ikke er tale om ét tal og dermed ét punkt, men en hel kurve. **u_A(t)** betyder altså, at det er det seismiske signal målt på node A som en funktion af tiden. Man ganger de to signaler over tid, mens man varierer tidsforskydningen (**τ**):

$$CAB(\tau) = \int u_A(t) \cdot u_B(t+\tau) dt$$

Her er ligningen brudt ned: **C** står for korrelation (Correlation). **τ** fortæller os, at vores resultat er afhængigt af, hvor meget vi skruer på tiden for et af signalerne. **∫** er et integraltegn. Det hjælper os med at se, at der er brug for at lægge hver nodes enkelte øjeblikkes målinger sammen. Det er en måde, hvorpå man kan sikre, at man får rensat for tilfældige matches mellem to tilfældige målinger fra A og B. Når man finder det tidspunkt (**τ**), hvor denne funktion (**C**) når sit højeste punkt, har man fundet den rene rejsetid (**T**) mellem stationerne.

Når man opstiller for eksempel 300 nodes tæt på hinanden, kan man gentage processen for mange par. Det giver en samling af rene rejsetider, der fortæller, hvad bølgerne er rejst igennem på deres vej fra A til B. De data kan geofysikerne plote ind i et program, der kan oversætte det til et 3D-billede af undergrunden.

→ [Læs mere på geoviden.dk](https://www.geoviden.dk)

Et uløst mysterium om et

TEKST: JOHANNE UHRENHOLT KUSNITZOFF

Mange landskred i Danmark lever et forholdsvis stille liv, men Voderup Klint på Ærø er både et turist-trækplaster og et vaskeægte geologisk mysterium, som geologer lige nu prøver ihærdigt på at forstå. For hvorfor er skreddet så stort? Og befinder skreddets tæer sig faktisk ude i havet?

Mange landskred er lidt som isbjerge: Toppen er synlig, men en stor del befinder sig under overfladen. Sådan er landskredet ved Voderup Klint på Ærø. Når du står på stranden og tror, at her stopper skreddet, så tror du forkert. Skreddet fortsætter faktisk både ned i jorden og ud i havet. Det fortæller seniorforsker i geologi ved De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) Kristian Svennevig, som sammen med kolleger fra GEUS er i gang med et projekt, der blandt andet kortlægger landskredet ved Voderup Klint i dybden, helt bogstaveligt. For der mangler i den grad viden om den indre anatomi af de danske landskred.

“Selvom vi efterhånden har kortlagt tæt på 4.000 landskred i Danmark (læs mere på s. 34–35), ved vi næsten ingenting om, hvordan de ser ud indeni. Og vi skal ikke bare kigge ned i jorden; vi skal også ud på havbunden, for vi regner med, at mange af landskreddene, blandt andet det ved Voderup Klint, fortsætter ud på havbunden. Det er formentlig to tredjedele af skreddet, der er på land, og resten ligger under havbunden i kystzonen,” siger han.

Ved denne type landskred langs kysten bliver forenden af skreddet – kaldet skredtåen – nemlig løftet op, og når skred-

det er rigtig stort, som ved Voderup, kan det ske forholdsvis langt ude i havet. Det er altså den nederste del af landskredet, som vippes op, i takt med at skreddet bevæger sig nedad inde på land. Lidt ligesom en vippe. Det skyldes, at Voderup Klint-landskredet er et såkaldt rotationsskred. Her skrider jorden ikke 'bare' ned langs med skrænten, men glider i stedet i bueformede skiver (læs mere om landskredstyper og -begreber på s. 16–17). Kristian Svennevig forklarer, at hver gang landskredet har stukket 'tæerne' lidt op over havbunden, så er de lynhurtigt blevet nedbrudt igen af bølgerne (se figur 8).

“Derfor ligger der formentlig kun de tungere sten og grus tilbage, som ikke kunne flyttes af bølgerne. Her vil tangplanter bedre kunne vokse, end de kan på sandbunden rundt om, og det

“Det er formentlig to tredjedele af skreddet, der er på land, og resten ligger under havbunden i kystzonen.”

KRISTIAN SVENNEVIG
SENIORFORSKER, GEUS

kæmpe skred med våde tæer

Danmarks længste landskred

Landskredet ved Voderup Klint på det sydlige Ærø er Danmarks længste og strækker sig cirka 1,3 kilometer langs kysten. Skredet er et såkaldt rotationsskred, hvor skiver af klinten skrider ud, imens de roterer lidt. Det giver det trappe-lignende landskab med trin (kaldet terrasser), hvor jordoverfladen hælder svagt indad mod landet. Grundvand fra de øvre lag fanges i de skrå render, og derfor dannes der små vådområder ved bunden af hvert 'trin', hvor der lever flere sjældne plante- og dyrearter.

Læs mere om Voderup Klint på s. 12–15.

Kilde: Naturstyrelsen

kan skabe en mørk linje af tangbevoksning nogenlunde parallelt med stranden. Det er i hvert fald vores hypotese lige nu, men det er ikke endeligt bevist," siger han.

HAVET TRÆKKER VODERUP I TÆERNE

Dronefotos fra Voderup viser tydeligt en mørk stribe i havet, der kunne passe med forskernes tå-teori, men der er først planer om, at geologerne undersøger det nærmere, på et senere tidspunkt, fortæller han. Lige nu har han og kollegerne nemlig travlt med den første del af kortlægningen af Voderup-skredet sammen med en række andre landskred, f.eks. ved Røjle Klint på Nordfyn, Røsnæs på Vestsjælland og Møns Klint på Møn.

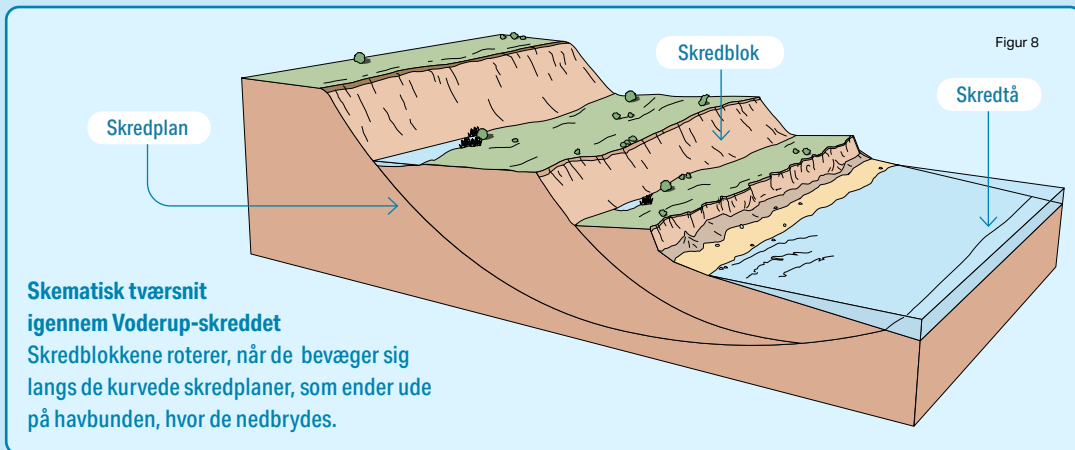
Selve eksistensen af 'skredtæer' er velkendt, fortæller forskeren. Den usikre del er, hvordan de ser ud ude i havet. Det er nemlig ikke kortlagt før.

"Meknikken bag er forholdsvis simpel, for når der er sket et skred, og tåen er løftet op enten på en strand eller ude i havet, så vil bølger eller havstrømme over tid nedbryde den. Den masse, som bølgerne fjerner fra skredet medfører, at skredet ikke længere er i balance – nu er toppen pludselig tungere end bunden. Derfor vil det så begynde at skride igen og løfte tåen op på ny. Det er hovedsageligt det, der driver hele skredbevægelsen over længere tid i denne type skred, kan man sige."

UNDERSØGELSER UDEN ØDELÆGGELSER

Hen over efteråret 2025 indsamlede et hold forskere og specialestuderende fra GEUS og Aarhus Universitet målinger fra både undergrund og havbund ved og omkring Voderup Klint. Målinger, kystkrinten, som de nu er i fuld gang med at se igennem og prøve at forstå. For selvom Voderup Klint-landskredet er flere hundrede år gammelt, så er det først inden for det seneste årti, at geologer og geofysikere for alvor har fået mulighed for at undersøge jordlagene i detaljer uden at være nødt til at grave et kæmpe hul midt i det hele. Hvilket selvfølgelig er strengt forbudt, da Voderup Klint er fredet.

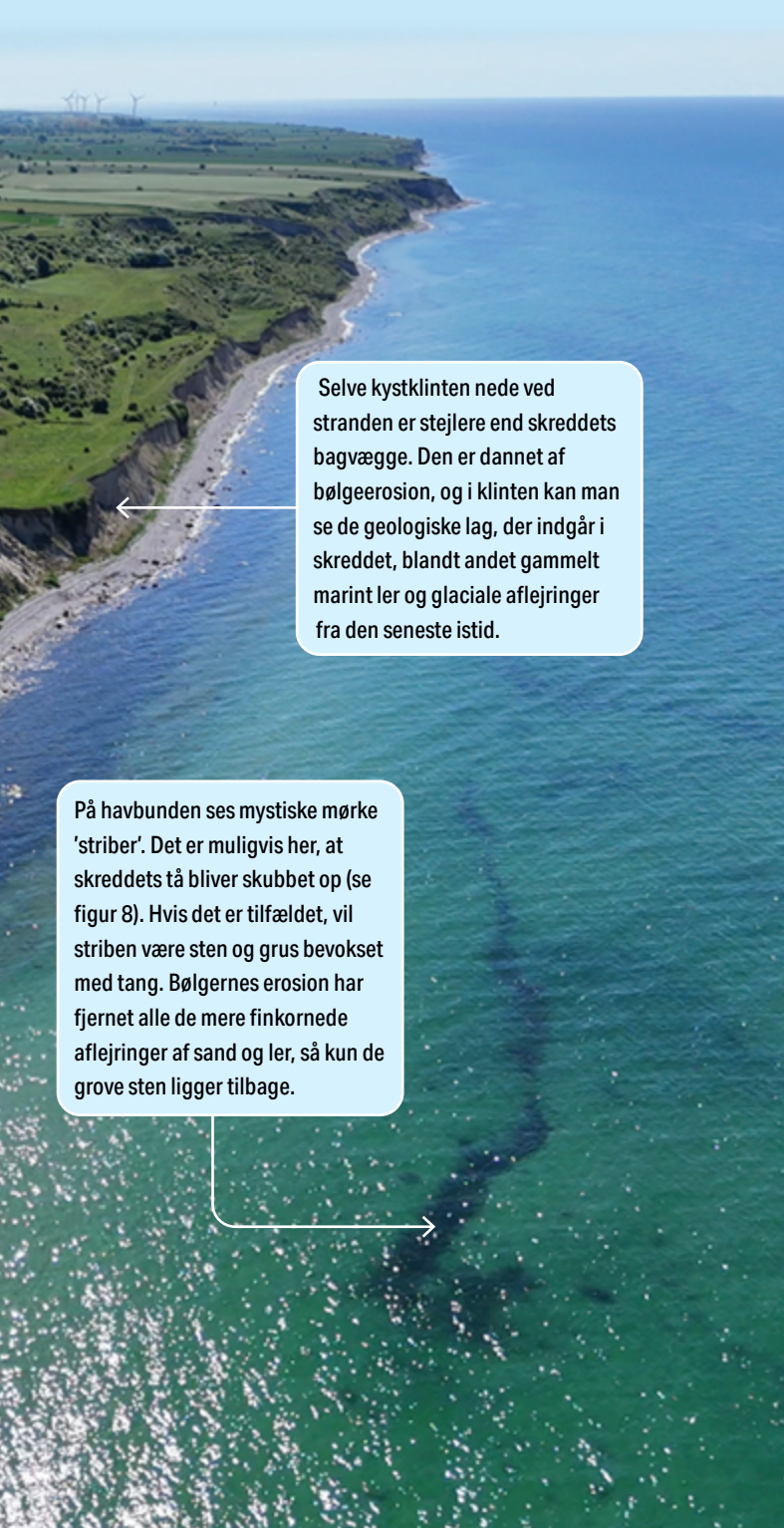
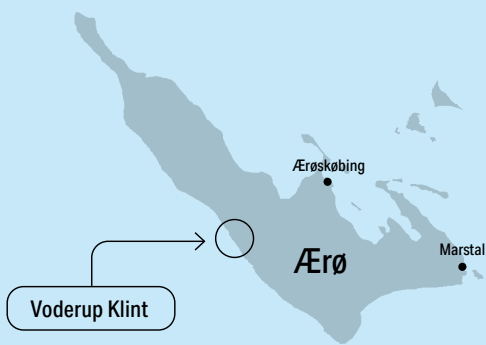
Før i tiden har man været begrænset til at studere jordlagene der, hvor de var synlige, f.eks. i fritlagte skrænter, grusgrave eller >



Skreddets bagvæg ses som stejle, græsbevoksede skrænter inde i landet. Det er langs dem, at skredblokkene (se figur 8) er skredet, og de fortsætter ned i jorden i de skredplaner, som det hele glider på, og kommer i sidste ende ud ude på havbunden i den såkaldte skredtå.

Her står en flok glade geologer og beundrer det flotte skred!

Når skredblokkene roterer, dannes der små lavninger inde ved foden af bagvæggen. Her kan små søer udvikle sig med et rigt dyre- og planteliv.



Selve kystklinten nede ved stranden er stejlere end skreddets bagvægge. Den er dannet af bølgeerosion, og i klinten kan man se de geologiske lag, der indgår i skreddet, blandt andet gammelt marint ler og glaciale aflejringer fra den seneste istid.

På havbunden ses mystiske mørke 'striber'. Det er muligvis her, at skreddets tå bliver skubbet op (se figur 8). Hvis det er tilfældet, vil striben være sten og grus bevokset med tang. Bølgernes erosion har fjernet alle de mere finkornede aflejringer af sand og ler, så kun de grove sten ligger tilbage.

i borer. Senere kom såkaldte seismiske teknikker til, hvor man ved hjælp af dynamit eller en stor hammer sendte rystelser ned i jorden og målte, hvordan dele af rystelserne blev kastet tilbage. Det giver nemlig et billede af de indre lag i jorden og deres placering i forhold til hinanden. Lidt ligesom en flagermus kan 'se' sin omverden ved at sende lydsignaler ud og lytte til ekkoet.

I dag er der heldigvis kommet endnu mere fintfølede og væsentligt mindre indgribende metoder til, som hverken kræver gravkøer eller sprængstoffer. Det forklarer Line Meldgaard Madsen, der er adjunkt i geofysik ved Institut for Geoscience ved Aarhus Universitet og også deltager i projektet. På instituttet har de nemlig udviklet en række 'geo-scannere', som ved hjælp af elektromagnetiske målinger kan scanne undergrunden. Scanningsmetoden omtales ofte 'TEM', hvilket står for 'transient electromagnetic'. Kort fortalt sendes en strøm gennem en stor spole i måleudstyret, som derved genererer og sender et elektromagnetisk signal ned gennem jorden i det område, man gerne vil undersøge. Signalet ændrer sig afhængigt af de geologiske lag, når det bevæger sig gennem jorden, og bliver til sidst målt i en modtagerspole på jordoverfladen. Det giver et meget detaljeret billede af, hvordan jorden ser ud indeni, forklarer hun. Og alt, forskerne behøver at gøre, er at trække, bære, sejle eller flyve udstyret hen over jordoverfladen.

"Vi ved, at forskellige jordtyper har forskellige elektriske egenskaber. Det er disse egenskaber, som TEM-metoden måler, og som bagefter oversættes til en geologisk model af området, hvor man kan se, præcis hvor der er ler, sand, grus og så videre," forklarer hun.

UOFFICIEL VERDENSREKORD

Line Meldgaard Madsen var i efteråret 2025 selv ude med et hold kolleger og sejle TEM-udstyret op langs med Voderup Klint for at måle den del af landskreddet, som holdet formoder ligger ude i vandet (læs mere s. 33). Et andet hold bar udstyret frem og tilbage oppe på den 'tørre' del af skreddet og fik dermed målt landdelen. Derudover har flere forskellige hold forskere, også geofysikstuderende, været rundt i området og tage flere forskellige slags målinger. Faktisk er projektet en uofficiel verdensrekord, fortæller Line Meldgaard Madsen. >

MØD FORSKEREN

Line Meldgaard Madsen er adjunkt i geofysik ved Institut for Geoscience på Aarhus Universitet. Hun arbejder med elektriske og elektromagnetiske metoder med særligt fokus på numeriske metoder og inversionsteori, som bruges til at omdanne geofysiske data til 1D-, 2D- eller 3D-modeller af jordens elektriske modstand.

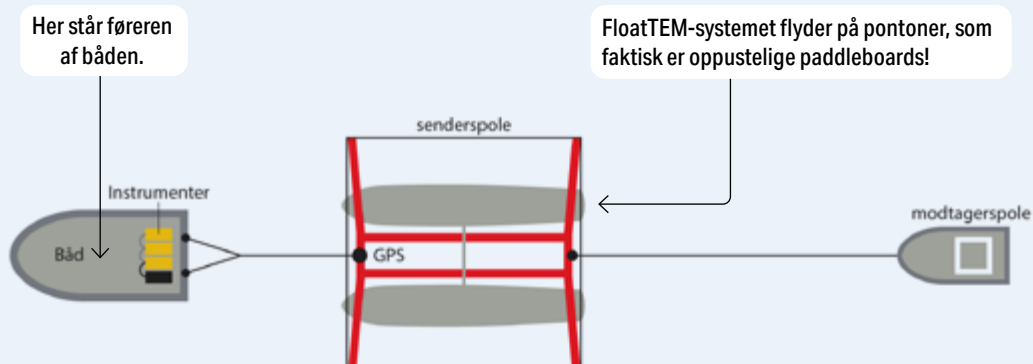


Foto: GEUS



Foto: Aarhus Universitet

Line Meldgaard Madsen fra Aarhus Universitet sejler langs Voderup Klint på Ærø med en flydende geo-scanner hægtet bag på gummibåden. Ved hjælp af elektromagnetiske signaler scannes undergrunden for at kortlægge geologien under havbunden helt tæt på kysten, hvor almindelige forskningsskibe ikke kan sejle ind.



Figur 9

Flydende scanninger

FloaTEM er en elektromagnetisk metode til dataindsamling på vand. Systemet trækkes efter en båd, hvor sender- og modtagerspolerne hviler på pontoner. Den kan scanne havbunden ned til en dybde på 30–70 m, afhængigt af vandets ledningsevne.

”Der er mig bekendt ikke andre i verden, der har lavet den her sammenkobling af målemetoder fra land til vand for et landskred før. Så det bliver utroligt spændende pludselig at kunne se hele skreddets forløb og sammenhæng med den omkringliggende geologi både på land og til havs.”

HVORFOR ER VODERUP SÅ PERFEKT?

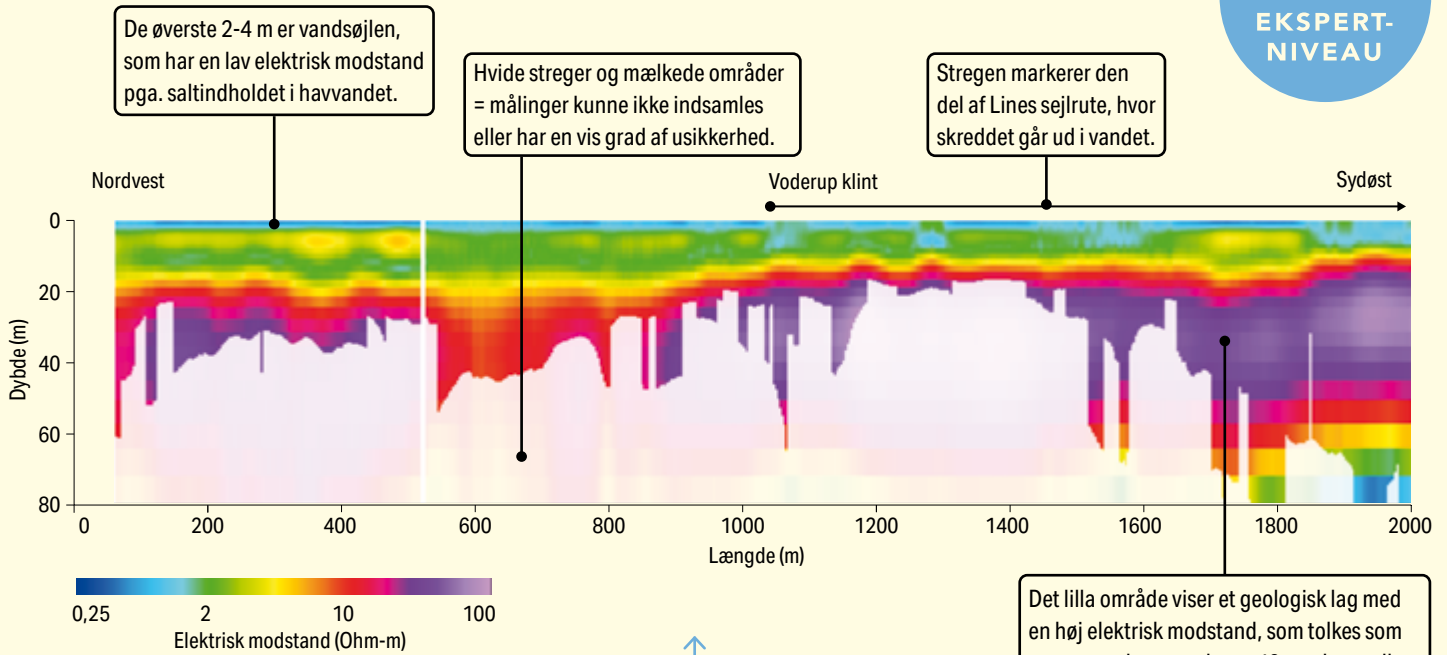
Projektet er et godt eksempel på et klassisk geologisk mysterium, fortæller Kristian Svennevig. For selvom landskredet ved Voderup Klint er et af landets mest kendte – og største – så er der meget, man ikke ved om det:

”Hvorfor i alverden er Voderup-skreddet så bredt (over 1,3 kilometer, red.)? Og hvorfor har det så velbevarede, perfekt trappeformede terrasser? Vi ser også dannelse af skredterrasser

andre steder i landet, men ingen steder så perfekte eller store som ved Voderup Klint. Svaret må ligge i geologien i lige nøjagtig dét hjørne af Ærø.”

Noget ved geologerne dog allerede om Voderup Klint, nemlig at skreddet falder sammen med store sammenskubbede og foldede lag af till/moræneler og ler i undergrunden. Sådan nogle foldninger er skabt af de kæmpestore gletsjere i den seneste istid, der skubbede til lagene, imens de bevægede sig frem. Når disse sammenskubbede flager af geologiske lag senere bliver eroderet af bølger, kan de blive ustabile og glide ud igen. Derfor har mange af de større landskred i Danmark de sammenmaste ’rødder’ til fælles. Mysteriet er dermed ikke i så høj grad, hvorfor skreddet ved Voderup er opstået, hvor det er. Det er nærmere, hvorfor det ser ud, som det gør, hvor andre lignende skred

Figur 10



Elektromagnetisme giver geologerne supersyn

Her ses et eksempel på resultatet af en af Line Meldgaard Madsens mange ture i gummi båden med FloaTEM i området omkring Voderup Klint på Ærø. Netop disse data er indsamlet på en tur på to kilometer fra nordvest mod sydøst, og profilet, som diagrammet kaldes, viser et tværsnit af jordens lag på en del af sejlruten (gul markering på kortet t.h.).

Profilets farver viser den elektriske modstand (i enheden Ohm-m) fra havbunden og ned til omkring 80 meters dybde. Geologerne ved på forhånd, at sand har en ret høj modstand (lilla farve), og at ler har en relativt lav modstand (blå-gule farver). Derfor kan de se, at der ca. 20 meter under

havbunden ligger et 40 meter tykt sandlag. Over sandlaget ligger et andet geologisk lag med en lavere elektrisk modstand. Den lavere modstand skyldes formentlig, at laget hovedsageligt består af ler. Modstanden er særlig lav i nogle områder foran selve skredet, hvilket stemmer godt overens med det, forskerne regnede med at finde. Hele skredet formodes nemlig at være sket, fordi der ligger et lag af ler i undergrunden, som de øvre jordlag glider på, når det bliver tilpas vådt.

Forskerne er dog endnu ikke færdige med at afkode det samlede billede fra alle målingerne ved klinten, så derfor kan man endnu ikke sige, hvad de konkret betyder for landskredet.



Her ses sejlruten langs med Voderup Klint ved Lines TEM-måling i 2025 (orange) og den del, som profilet øverst viser (blå). Området med zigzag-mønster er lige foran den del af klinten med de mest tydelige skredterrasser (se dem på fotoet på s. 28–29). Her ville forskerne gerne have ekstra mange målinger.

typisk er både mindre og mere udviskede i kanterne. Forskerholdet er netop i gang med at forsøge at forstå, hvad deres mange målinger egentlig viser.

“Vi har ikke svaret endnu, men uanset hvad vil de nye målinger hjælpe os til bedre at forstå landskred i Danmark, også dem, hvor der ligger huse og veje ovenpå. Ud fra det, vi har set indtil videre, kan det være, at vi også skal ind at pille ved de grundlæggende tanker om dannelsen af landskabet i Danmark. For hvis de her områder, stablet sammen af isen, kollapser i spektakulære landskred i dag, hvad skete der så ikke i landskabet, lige efter de blev dannet under den seneste istid?”

Holdet forventer at have nogle svar i løbet af 2027/28. •

Projektet 'Landskred i Danmark'

Voderup Klint er et af en række udvalgte områder, som kortlægges geologisk i projektet 'Landskred i Danmark'. Undersøgelserne skal hjælpe forskerne med bedre at forstå de dynamikker, der ligger bag landskred i Danmark, herunder hvorfor de opstår, og hvordan de bevæger sig over tid. Projektet er støttet af staten via Forskningsreserven.

Tag på landskr – online

Aktivt eller ej?

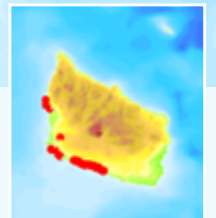
Landskredsportalen viser ikke, om et landskred er aktivt eller ej – men når du kender tegnene på det, kan du se det ude i landskabet. Lær de forskellige typer af landskred at kende på s. 16–17.



BESØG
LANDSKREDS-
PORTALEN PÅ
[DATA.GEUS.DK/
LANDSKRED](http://DATA.GEUS.DK/LANDSKRED)

Hvad sker der i Sydvestjylland?

Det korte svar er: Ikke så meget! Det skyldes, at Sydvestjylland er meget fladere end resten af Danmark, hvor presset fra isen under de seneste istider har skabt skrænter, bakker og dale.



edsjagt

I skrivende stund kan du finde flere end 3.700 landskred i Landskredsportalen, som viser data, der er baseret på den første kortlægning af omfanget af landskred i Danmark.

TEKST: MALENE-DAVID JENSEN-JUUL

I Landskredsportalen kan du gå på opdagelse i et digitalt kort, som viser, hvor i Danmark der er kortlagt landskred – eller mere præcist strukturer, der er dannet af landskred. Der gælder både gamle landskred, der kan være dannet for hundreder eller tusinder år siden og ikke længere bevæger sig, og landskred, der er i aktiv bevægelse. Portalen blev lanceret i 2021 af De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) og blev udvidet med flere fundne skred i 2025.

SÅDAN BRUGER DU LANDSKREDSPORTALEN

I Landskredsportalen mødes du af et interaktivt kort med små røde markeringer, der viser steder med kortlagte landskred (du kan vælge mellem dansk og engelsk menu). Klik på de røde prikker for at se mere information om skredet. De fleste kortlagte landskred findes langs kysterne, men nogle af dem strækker sig faktisk flere hundreder meter ind i landet. Inde i landet findes der landskred i bakker og dalsider. Du kan også se, hvilken type landskred der er tale om. I Danmark er de fleste skred af typen rotationskred, som du kan læse mere om på s. 16-17.

Du kan også klikke forskellige typer kort til og fra. Prøv f.eks. at tilvælge 'Terrænskygge', og skru op og ned for den. Skyggen kan give en følelse af dybde i landskabet, og det får landskredene til at stå tydeligere frem. Du kan også vælge forskellige lag af kort eller luftfotos, der kan sætte landskredet i kontekst med bevoksning, veje og bebyggelse.

FRA POLYGON TIL PORTAL

En af kræfterne bag det digitale kort Landskredsportalen er Samuel (Sam) Jackson, som er geolog og GIS-udvikler hos GEUS. Sam står bag bearbejdningen af de forskningsdata, som GEUS' landskredseksperter har indsamlet. Det kræver den rigtige software og flere personers forskellige færdigheder at klargøre forskningsdata til en portal. Derudover tager det også tid, og man skal være meget omhyggelig.

"De røde konturer i Landskredsportalen er hver især en polygon. Det er en geometrisk figur med mange hjørner, der viser omfanget af et landskred," siger Sam Jackson.

Når forskere har spottet et landskred, markerer de området på et digitalt kort i form af polygoner. Alle polygonerne bliver lagret i en digital datasamling og har relevante oplysninger tilknyttet – f.eks. type. Det er her, man skal være særligt omhyggelig. Arbejdet kan sammenlignes lidt med katalogiseringen af bøger på et bibliotek. Hver bog skal tilknyttes en bestemt genre, forfatter osv. i en database, så du som låner nemt kan finde bogen, og så bogen også nemt kan finde vej til den rette reol efter udlån. Selvom det kan være træls, hvis en voksen-krimi ender mellem Vitello og Mumi på børnebiblioteket, er det alligevel noget andet med fejl i data om den fysiske virkelighed.

"Med alle vores dataudgivelser kan det, hvis vi laver en fejl, få fremtidige konsekvenser i det virkelige liv, hvor folk bruger de oplysninger, vi viser, til at hjælpe med at træffe beslutninger om for eksempel byggearbejde eller miljøbevarelse. Så omhu er afgørende, når man arbejder med data til offentligheden," siger Sam Jackson.

KVALITETSSIKRING ER VIGTIG

Når dataene er klar, kan Sam Jackson ved hjælp af speciel software oprette et digitalt lag ud fra dem, som kan placeres oven på forskellige baggrundskort, ligesom man kender det fra filtre i fotos.

"Det er vigtigt at involvere flere personer i kvalitetssikringen og sørge for, at brugerne kan se, hvor dataene stammer fra, og hvilke rettigheder der er relevante for at bruge dem. Når alt det er på plads, kan vi offentliggøre landskreddataene på portalen, så alle kan få adgang til dem," siger Sam Jackson. •

Mød Samuel Jackson

Sam er GIS-udvikler i GEUS. Han tilbringer sine arbejdsdage med at omsætte de forskningsdata, forskere indsamler, til portaler og kort, der formidler videnskab visuelt.



3D- PRINT

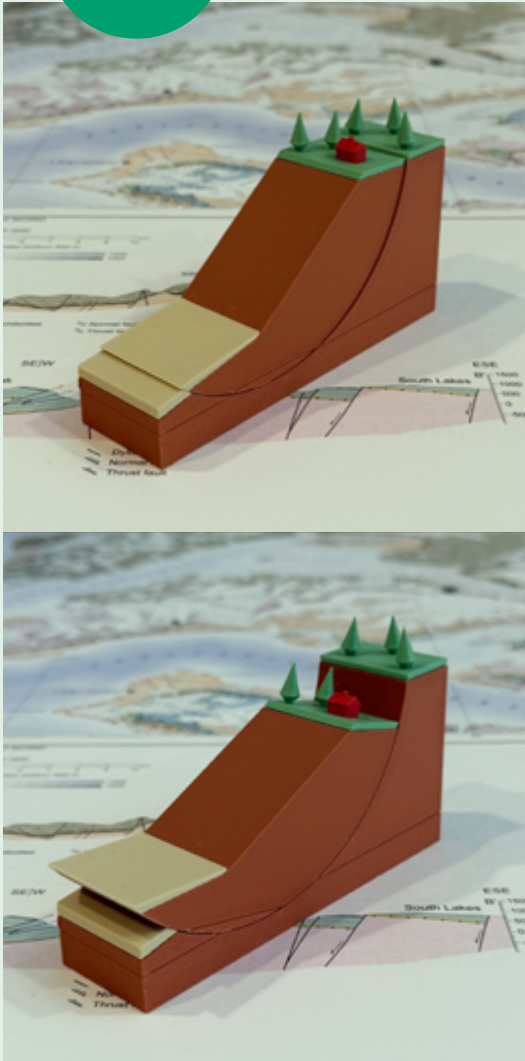


Foto: GEUS

Print dit eget landskred

Var det noget med et rotationsskred i 3D? Så hop forbi geoviden.dk, hvor du kan finde flere forskellige opskrifter på modeller af landskred, der kan printes på en 3D-printer, f.eks. på skolen. Der er også øvelser til figureerne, som I kan lave i klassen og dermed få en bedre forståelse af de processer, der ligger bag landskred.

Find print-opskrifterne på geoviden.dk/3d