

<https://videnskab.dk/naturvidenskab/forskere-til-kamp-mod-lumsk-jordtype-i-undergrunden>

# Forskere til kamp mod lumsk jordtype i undergrunden

I Danmarks undergrund findes plastisk ler, en jordtype, som har udfordret ingeniører i årtier. Vi ved meget lidt om leret, der i værste fald kan medføre skader på bygninger og anlæg, men det skal et nyt dansk forskningsprojekt ændre på.



Den gamle Lillebæltsbro er sunket 75 cm siden opførelsen i 1935 på grund af plastisk ler. (Foto: Thue C. Leibrandt)



[Thomas Rye Simonsen](#)

Har du nogensinde tænkt over, om jorden under os bevæger sig, og om det kan medføre skader på vores bygninger? Rundt gemmer på en jordtype, som kaldes plastisk ler. Denne jordtype reagerer på tryk ved at udvide sig eller trække sig sammen.

- ningsarbejde på plastisk ler er dyrt og omfangsrigt, fordi der skal tages højde for lerets opførsel.
- Ny forskning undersøger, om vi i dag overvurderer betydningen af lerets udvidelser, og om måden, der bygges på, i virkeligheden er med til at stabilisere det plastiske ler.

Nej? Så er du nok ikke den eneste, for de fleste af os opfatter det som en selvfølge, at vores bygninger bliver stående der, hvor de er opført, og ikke lider skade som følge af bevægelser i undergrunden.

Men så var du nok heller ikke klar over, at vi i Danmark har en jordtype, som kan få høje bygninger til at hæve sig – eller tunge konstruktioner til at synke.

Det var man heller ikke i 1940'erne. Dengang måtte ingeniørerne se måbende til, da Skive Museum hævede sig 10 centimeter i løbet af få år efter opførelsen. Og for nylig har Banedanmark betalt op imod 200 millioner kroner for at redde den gamle Lillebæltsbro, som er sunket 75 centimeter siden 1935.

Kræfterne, der får højhuse til at hæve sig og Lillebæltsbroen til at synke, skyldes en jordtype, som populært kaldes plastisk ler. Plastisk ler er nok Danmarks mest komplicerede jordtype, og et nyt forskningsprojekt skal nu give danske geoteknikere en langt bedre forståelse for mekanismerne bag den.

[LÆS OGSÅ: Hvordan ville ingeniører bygge Golden Gate-broen i dag?](#)

## Kvældende ler kan løfte hele bygninger

I Danmark oplever vi ikke markante jordskælv eller vulkanudbrud, vi har ingen store floder, som kan forårsage voldsomme oversvømmelser, og grundet vores relativt flade terræn har vi ingen altødelæggende jordskred.

Fakta

Hvad er kvældetryk?

Kvældetryk – også kaldet svulmetryk efter det engelske 'swell', at hæve – er et udtryk for den kraft, som leret kan udvide sig med.

Kvældetrykket måles i laboratoriet, og svarer til den vægt, der skal påføres leret, så det ikke udvider sig.

Desuden har vi dygtige ingeniører og lang tradition for god byggeskik, så det er sjældent, at vi ser alvorlige skader på bygninger, broer og veje, som skyldes undergrunden – heldigvis!

Men rundt omkring i den danske undergrund findes der faktisk jordlag, som adskiller sig væsentligt fra andre jordtyper. Blandt dem er plastisk ler, som mest af alt minder om en halvhård modellervoks.

Plastisk ler har den uheldige egenskab, at det hæver sig, hvis det bliver befriet for vægt – som hvis man for eksempel fjerner en stor jordmængde i forbindelse med en kælderudgravning.

Kræfterne i leret er enorme og kan forårsage alvorlige skader på en bygning, hvis bygningen vejer mindre end den jordmængde, man fjerner.

Problemerne opstår, fordi det plastiske ler – som geoteknikerne siger det – besidder et højt kvældetryk.

[LÆS OGSÅ: Hær af edderkoppe-robotter udforsker vulkan](#)

## Det begyndte for mere end 40 millioner år siden

For at forstå, hvorfor denne ler er særligt vanskelig at bygge på, skal vi mere end 40 millioner år tilbage i tiden til en geologisk tidsalder, hvor intet var som i dag.



Plastisk ler ligner nærmest modellervoks og er meget udfordrende at bygge på. (Foto: [Geolex.dk](http://Geolex.dk))

Dengang var det globale klima markant varmere end i dag, der var stort set ikke is ved polerne, og det globale havniveau var flere hundrede meter højere end i dag.

Det areal, der nu er Danmark, var dengang dækket af dybhav, som i løbet af millioner af år blev fyldt op med mikroskopiske lerpartikler.

På samme tid var der heftige vulkanudbrud i Nordatlanten, da Amerika og Europa begyndte at glide fra hinanden på grund af pladetektoniske bevægelser. Asken fra vulkanudbruddene endte i havet sammen med lerpartiklerne. Senere hen er asken blevet omdannet til et lermineral, kendt som smectit.

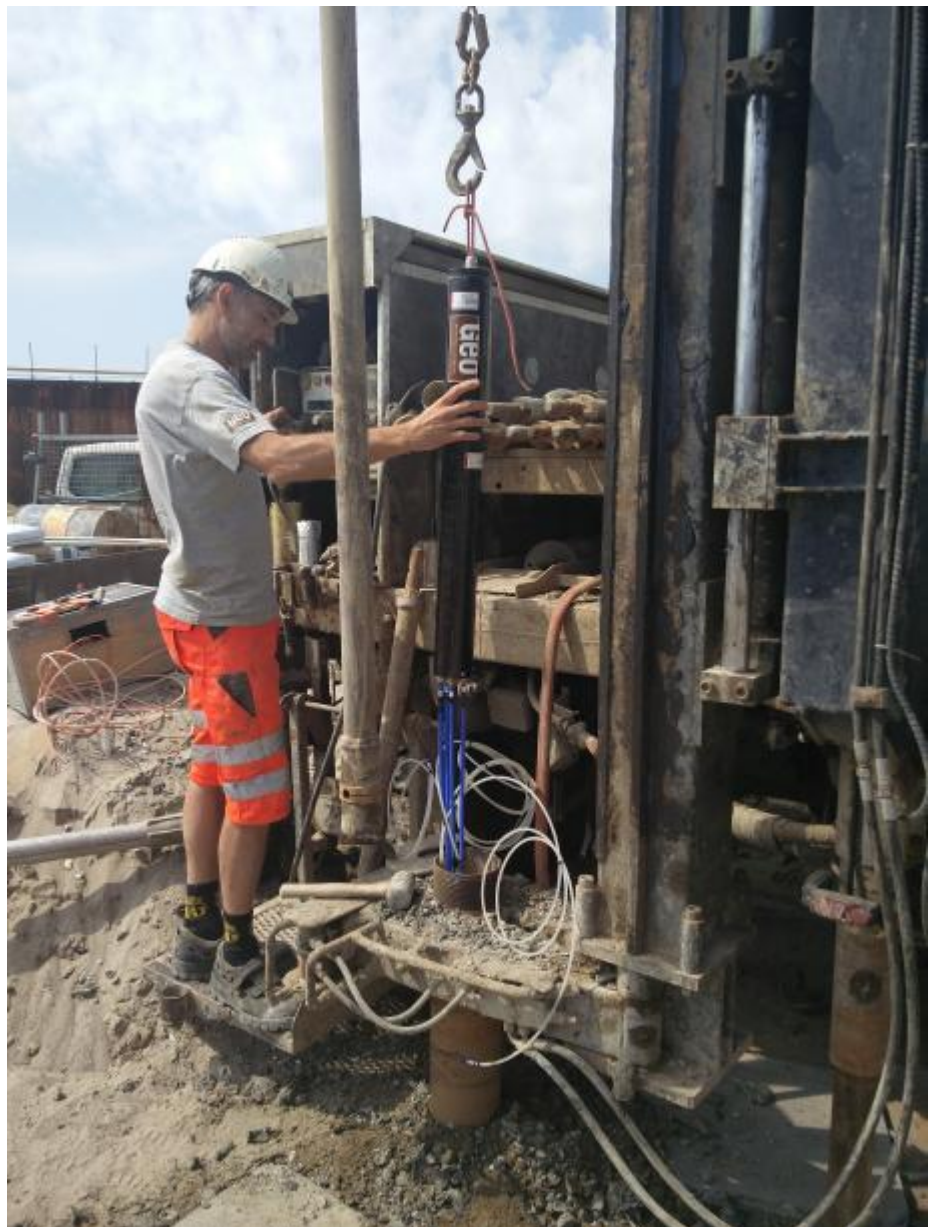
Smectit er den helt store synder i denne sammenhæng. Lermineraller har nemlig en helt speciel opbygning, som gør, at de kan udskifte nogle af deres ioner under de rette omstændigheder – man taler om et lerminerals ionbytningskapacitet.

Smectit har den højeste ionbytningskapacitet af alle lermineraller. Og det er blandt andet i den egenskab, vi finder forklaringen på lerets opførsel.

[LÆS OGSÅ: Se billederne: Limfjorden gemmer på unikt arkiv over fortiden](#)

## Undertryk i leret skaber problemer

Forestil dig, at du trykker en svamp sammen for derefter at give slip. Så falder trykket indeni svampen.



Bygninger i Aarhus Havn skal designes, så de kan modstå lerets udvidelser. Billedet viser installationen af noget af det måleudstyr, som skal hjælpe forskerne med at forstå lerets opførsel. (Foto: Thomas Rye Simonsen)

Det samme sker, når man laver en dyb udgravning over plastisk ler. Så falder trykket i leret.

Når trykket falder, skabes et undertryk i leret, og som vi kender det fra fysikkens love, vil trykforskelle altid forsøges udlignet.

Dette sker i leret ved, at vand fra områder med højere tryk bevæger sig i retning af de lavere tryk.

Trykudligningen kan dog tage flere årtier, fordi lerets meget tætte struktur gør, at vandet har svært ved at strømme igennem leret.

Men i takt med, at vandet ligeså langsomt strømmer til, vil smectitminerale optage vandet i sin struktur. Det kan få leret til at udvide sig op til 500 procent!

For at imødegå bygningskader er ingeniørerne nødt til at designe bygningen på en måde, så den kan modstå lerets udvidelser.

[LÆS OGSÅ: Ny superlet byggeteknologi skåner miljøet](#)

## Målinger giver forbedrede beregningsmodeller

### Fakta

Et nyt forskningsprojekt er netop nu i gang med at gøre os klogere på det plastiske lers måde at opføre sig på igennem et omfattende måleprogram på en række byggepladser.

Ved hjælp af avanceret måleudstyr, som er installeret i ned til 30 meters dybde, kan vi måle de undertryk, der opstår, når det plastiske ler befries for vægt, ligesom vi med stor nøjagtighed kan måle, hvor meget leret hæver sig.

Vi er dermed i stand til – for første gang – at koble trykforhold og bevægelser sammen.

Sammenholdt med laboratorieforsøg, og vores øvrige viden om leret, gør de nye data os i stand til at forbedre beregningsmodellerne.

Dermed kan vi mere præcist forudsige lerets – og dermed bygningens – bevægelser.

[LÆS OGSÅ: Menneskets hjerne afslører bygnings svagheder](#)

## Problemerne er ikke altid så store, som vi tror

Når ingeniørerne har beregnet, hvor meget leret vil udvide sig, skal byggeriet designes, så det kan modstå lerets udvidelser. Det gør projektet dyrere end normalt. Men måske er problemerne ikke altid så store, som vi tror.

Langt de fleste bygninger, som bygges på plastisk ler, er nemlig nødt til at stå på lange pæle af stål eller beton, for at undergrunden kan bære bygningens vægt. Pælene bankes typisk ned i jorden med stor kraft af en tonstung maskine, og det skaber et højt tryk i det plastiske ler.

Igennem vores målinger håber vi på at kunne vise, at de høje tryk, som pælene skaber, kan udligne de undertryk, som kælderudgravningen har skabt. Hvis dette er tilfældet, vil det være helt ny viden. Det vil betyde, at de hævnings, som vi i dag beregner os frem til, slet ikke vil ske.

Undertrykket er altså blevet udlignet langt tidligere end forventet – og endda ved en proces, som alligevel skal udføres! Hvis vores teori holder stik, vil vi i fremtiden ikke skulle være bekymrede for, om vores bygninger hæver sig på grund af plastisk ler – så længe bygningerne står på pæle.

[LÆS OGSÅ: Usikkert om dødbringende gas kan holdes ude af huse](#)



Målinger som denne fra Aarhus Havn skal være med til at afdække, om det plastiske lers kvældetryk udlignes af den måde, bygninger konstrueres. (Foto: Kenny Kataoka Sørensen)

## Endnu for tidligt at drage konklusioner

Da de tryk og bevægelser, vi gerne vil måle, typisk vil udvikle sig i mere end 50 år, er det sin sag at forsøge at drage endelige konklusioner i løbet af et treårigt forskningsprojekt! Fakta

Derfor skal målingerne da også fortsætte mange år frem i tiden, før vi kan knække koden til lerets opførsel.

Men i Danmark har vi mange andre jordtyper end plastisk ler, og uanset hvor i landet man bor, er én ting sikker: Og det er, at der er jord under fundamentet på ens hus.

Jord, som opfører sig på den ene eller anden måde, afhængigt af om det er plastisk ler, sand eller en helt tredje jordtype.

Men selvom du ikke ligger søvnløs om natten, fordi du bekymrer dig om jorden under dit hus, er det altså ikke helt uvæsentligt, hvordan den opfører sig.

Og alt andet lige sover de fleste af os nok bedst, når vores hus står stille.