



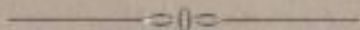
Norges Geologiske  
Undersøkelse

Nr. 132

LERFALDENE  
VED KOKSTAD, GRETNES  
OG BRAA

AV  
GUNNAR HOLMSEN

MED 11 FIGURER I TEKSTEN  
ENGLISH SUMMARY



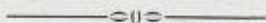
OSLO 1929  
I KOMMISJON HOS H. ASCHEHOUG & CO.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE NR. 132

LERFALDENE  
VED KOKSTAD, GRETNES  
OG BRAA

AV  
GUNNAR HOLMSEN

MED 11 FIGURER I TEKSTEN  
ENGLISH SUMMARY



OSLO 1929  
I KOMMISSJON HOS H. ASCHEHOUG & CO.

**NORGES STATSBANER**  
HOVEDSTYRET

## Lerfaldet ved Kokstad i Gjerdrum.

Natten til 21. oktober 1924 gik der et stort lerfald til en smal, men dypt nedskaaret bækkedal i nærheten av Kokstadgaardene i Gjerdrum. En av bygdens hovedveier fulgte dalen fra Hellen og nordover. Ned mot bækkedalen førte flere andre smaadaler mellom hvilke der hævet sig rygger av ler. Ryggene og dalene var dels dyrket, dels bruktes de til havnegang og noen steds var der litt skog. Lerfaldet løsnet nedenfor garden Kokstadgropa, og det utpressede bløtler fløt nedover den ca. 1 km lange Kankedal til Gjermaaen. Vaaningshuset paa Kokstadgropa gik med i selve faldet og lerflommen begravet eller tok med sig husene paa tre gaarder Hellen. Et menneskeliv gik tapt og der forvoldtes stor skade.

Kokstad ligger vel 6 km vest for Kløfta stasjon. Romeriksletten er her tætt gjennemskaaret av de smaabækker som renner til Gjermaaen, og langs bækkedalene sees flere steder groper efter gamle lerfald. Enkelte steder har bækkene og lerfaldene naad ned til fast fjeld eller til det tynde dække av lerholdig, storstenet bundmorænegrus som ligger over det. Langs Gjermaaen stikker flere steder fjeldet frem, og ved Hellen danner elven en foss over en berghammer. Høiden over havet er her 118 m. mens terrasseflaten naar op til 178 m. Selv om de gjenstaaende rygger mellom bækkedalene ikke naar helt op til terrasseflatens nivaa blir der dog en stor høideforskjel tilbake mellom ryggene og dalene. Bløtleret i dalbunden staar derfor under et høit tryk. I lerfaldet sänk overflaten 20—25 m ned, og faldet maa betegnes som meget voldsomt.

Katastrofen indtraf en mørk uværskveld med regn og blæst ved halv elvetiden. Den første som har merket den maa være den omkomne *Ole Haugerud*. Denne unge mand hadde gaat fra Kokstad om aftenen netop som drengen paa gaarden gik til stalden for at stelle hestene. En liten stund efter blev lyset borte i stalden, idet lysledningen blev tat av raset. Ole Hauge-rud maa da ha vært inden faldomraadet og er sandsynligvis kommet under de fremvæltende lermasser. Han forsvandt sporløst.

Paa Kokstadgropa hadde folkene gaat tilsengs før faldet løsnet. De yaagnet av dueren og av at det knaket i huset som sprak av bevægelsen. En ældre mand kom sig ut paa taket og fik senere hjulpet de andre ut samme vei. Mot himmelen kunde han skimte konturene av en gran, han kjendte. Den stod paa roten og ved at styre mot den kom han og hans ledsagere ut av lersuppen.

Den næste som har set lerfaldet er en skyss-skaffer, som kom kjørende med bil veien fra Kløfta til Kokstad. Han møtte en fremvæltende jordvold, fik rygget bilen og snud. Ad en omvei kjørte han til kommunelokalet hvor larmen av skredet var blit hørt. Men telefoncentralen var tat av lerflommen og det var ikke mulig at bringe skredets utstrækning paa det rene. Lensmanden sendte straks ut bud som nærmere skulde undersøke denne og varsle de omboende om ulykken.

Selve lerfaldet forløp fort. Paa den nærliggende gaard Ljøreggen vaaknet manden av drønnet og av at jorden rystet, og han trodde det var jordskjælv. Han aapnet vinduet, men da det endnu lyste paa nabogaardene la han sig tilro igjen; klokken var da halv elve i ret tid. Et kvarters tid efter kom naboene fra en av Hellinggaardene og bad om husly efterat deres eget hus var tat av flommen.

Det er merkelig med hvilken kraft jordmassene blev kastet væk fra faldomraadet. Kankedalen gaffler sig i to daler ovenfor rasgropen, og opover disse saavel som mot dalsiden likeoverfor raset og nedover dalen brøt jordbølgene sig vei. Jordvolder av stolpeler med paasittende busker og trær blev skjøvet sammen flere hundre meter opover den dal hvor veien fra Nannestad kommer. Vandet fra det andet bækkeløp blev opstuvet av jord-

voldene. Det meste av det utpressede bløtler randt dog straks nedover Kankedalen. Efter øienvidners beretninger kom det i tre flombølger.

De første iakttagere av flommen var to unge gutter som syklet nordover veien. De hadde netop passert broen over Gjermaen da de fikk se flommen komme nedover Kankedalen. Det var såvidt de fikk reddet sig oppover dalskraaningene.

Ved utløpet av Kankedalen i Gjermaen laa de tre Hellen-gaarder hvis eiere var frøken Gjester, Karelius Hellen og Julius Grue. Telefoncentralen var hos frøken Gjester. Hendes gaard laa like i munningen av Kankedalen og var den første som blev tatt av flommen. Værst gikk det ut over hovedbygningen som blev flyttet og aldeles sønderslaaet, men ogsaa uthuset blev rammet og besætningen, fem kreaturer og en gris, omkom. I huset bodde frøken Gjester med sine to pleiedøtre som var gått tilsens da flommen kom. Frøken Gjester hørte en sterk, skrapende lyd utenfra, og ved at se gjennom vinduet skimtet hun flommen. Frøken Gjester og den ene av smaapikene kom sig ut, men den anden blev for sen. Der kom en ny flombølge som tok huset og knuste det. Herunder blev den 16-aarige Hedvig reddet paa en aldeles mirakuløs maate. Med restene av huset fulgte hun flommen tversover Gjermaaens dal til Karelius Hellenes gaard, hvor hun kom sig ut uten at hun kan gjøre rede for hvordan. — Frøken Gjester og den anden pike tok stien oppover bakkene mot Kokstad. Ved Kokstadgropen var imidlertid denne sti brutt av raset, og i mørket gikk begge to utfor skrænten. Frøken Gjester blev sittende fast i leret med ansiktet vendt mot lervæggen og med bare den venstre haand fri. Den unge formaadde ikke at hjelpe hende opp og maatte prøve at skaffe hjelp. Hun kom sig opp faldbrauta og herfra til folk. I mørket kunde imidlertid ingen finde igjen frøken Gjester, først efterat det var blitt noenlunde lyst blev hun befri.

Ifølge „Tidens Tegn“s referat fortalte søn av Karelius Hellen, Helge, følgende om ulykkesnattens hændelse paa sin fars gaard:

„Jeg var i anden etasje da jeg hørte et forfærdelig bulder som av et voldsomt tordenvær. Jeg sprang ut paa gaardsplassen og ante da hvad der var paa færde. Min første tanke var at faa reddet far og mor som begge er i 60—70 aars alderen

De bodde i en liten sidebygning (bryggerhuset) og var allerede gaat tilkøis. Jeg fik dem ut hurtig, men det var nok allikevel i siste liten, sier Helge stille. Da jeg gik ind til dem gik jeg tørskod, da vi gik ut stod vandet os tilknæs og da jeg hadde faat dem op paa rabben her bak uthuset var bryggerhuset forsvundet. Ute paa tunet fandt jeg den halvpaaklædte Hedvig Gjester der som rimelig kan være var helt forvirret. Jeg maatte imidlertid se efter tjenestepiken og en liten gut som endnu opholdt sig i vaaningshuset og Hedvig kom sig op i fjøset, hvor hun efterhvert kom sig igjen. For alle tilfælders skyld slap vi ut husdyrene. Hestene var aldeles vilde og det var med nød og neppe vi fik dem ut. Kuene var derimot roligere og lot sig uten vanskelighet lede ut. Det saa en stund ut som ogsaa uthuset skulde gaa med; første gang jeg var nede turde jeg ikke gaa ind.“

Paa denne gaard opholdt der sig 6 mennesker. Et sagbruk og et frørenseri som hørte til gaarden strøk med.

Den tredje Hellengaard eiedes av Julius Grue. Her gik de ut i haven da de hørte drøn og braking. I mørket kunde de skimte flommen, og de 6 mennesker som var paa gaarden kom sig saavidt i sikkerhet opover bakkene da en ny flombølge kom og begravet alle hus. Gaardens indmark blev for en stor del oversvømmet av leret, og besætningen, 1 hest, 6 kjør, gris og høns, strøk med. Rester av bebyggelsen fandtes senere nedover elven.

Kartet fig. 1 er tegnet paa grundlag av Vassdragsvæsenets kart og viser hvordan bebyggelsen ved Hellen laa, og hvordan den blev oversvømmet av bløtleret. Husene blev tildels smadret saa noe av dem findes her, andet der. Saaledes var en del av hovedbygningen paa frøken Gjesters gaard drevet ind mellem uthusene og vaaningshuset hos K. Hellen, ellers var det meste av det ikke til at finde igjen.

Da slamflommen kom ut i Gjermaen var den saa høi at den bredte sig baade opover og nedover. Et lite stykke opover elven ligger en kraftstasjon som leverer kraft til Gjerdrum, Nannestad og Ullensaker. Denne blev sat ut av funksjon da vandet steg over gulvet, men ellers lite skadet.

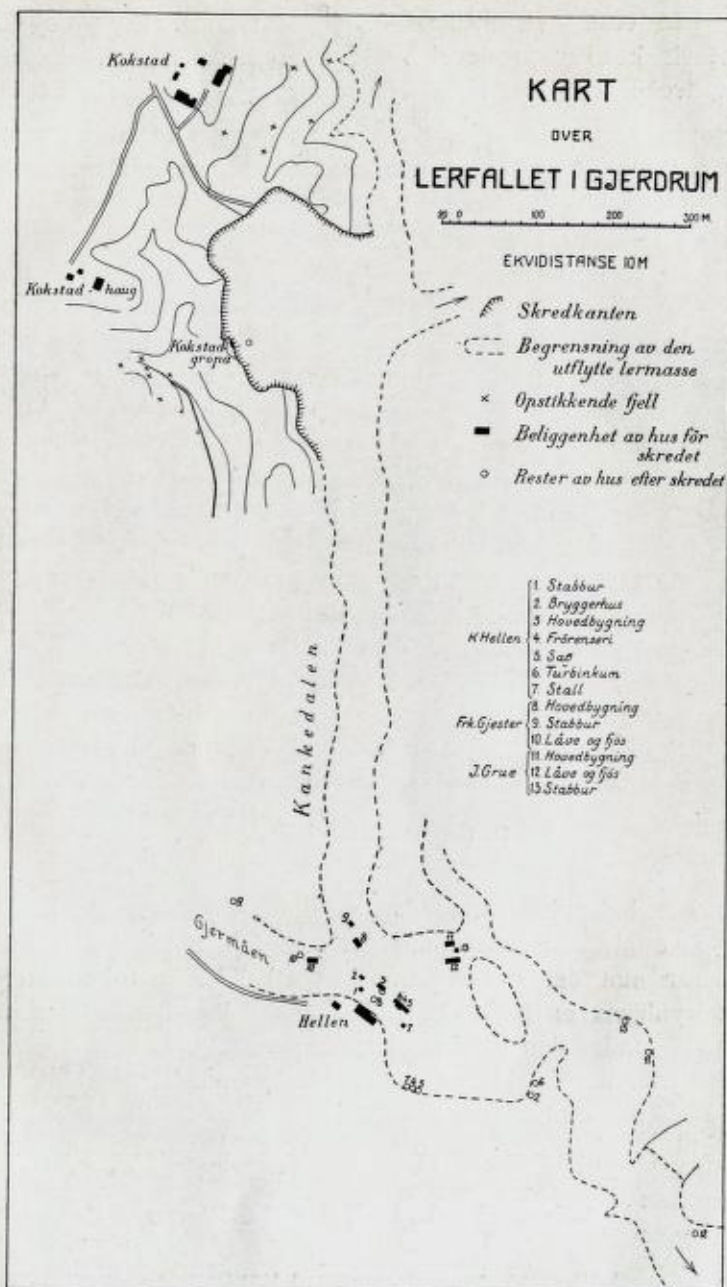


Fig. 1.

Kartets ramme er orienteret nord-syd med nord øverst paa kartet.

Paa veier var skadens omfang betydelig. En ny og forholdsvis kostbar bygdevei Vestby—Kankedalen som støtte til hovedveien der hvor lerbaldet gik, blev gjort ubrukelig i 600 m længde. Værst var det dog, at hovedveien til Nannestad som laa i Kankedalen blev ødelagt i 1080 m længde saa at gjen-nemgangstrafikken maatte omlægges.



Fig. 2. Slamstrømmen i Kankedalen. G. H. 22. okt. 1924.

Det indsunkne omraades areal er 40—50 maal. Det lar sig ikke gjøre at bestemme det med fuld nøiaktighet da dets grænse mot det oversvømmede parti ikke kan konstateres. Sandsynligvis er faldet begyndt langs dalbunden og grænsen gaar da under den gamle dalsænkning. Det opstuede omraade i den motsatte dalside og opover de to smaadaler kan anslaaes til at dække omtrent samme areal som det indsunkne omraades, hvortil saa kommer det omraade som blev oversvømmet av lersuppen nedover Kankedalen og Gjermaaens dal. Lerflommens høide nedover Kankedalen var 8 à 10 m over dalbunden. Det oversvømmede areal mellem faldomraadet og Gjermaaen utgjorde vel 40 maal. Slamstrømmen i Kankedalen var 60—70 m



bred, og hadde et fald av 9,4 m paa den 600 m lange strækning fra rasgropens kant til Gjermaalen. Siden er det meste av lersuppen rendt væk, saa lerstrømmens bredde nu bare er 20—30 m.

Fig. 2 viser den utflytte lerstrøm i Kankedalen 2 dager efterat faldet fandt sted. Paa strækningen fra Kankedalen ned-



Fig. 3. Faldgropen ved Kokstad.

G. H. 22. okt. 1924.

over Gjermaalen til dammen ved Svendsrud dækker lersuppen et areal av henimot 120 maal. Lermassene fylgte ut elveleiet nedenfor Hellen saa fossen her forsvandt. Paa noen faa minutter har den første flombølge brutt sig vei fra faldomraadet til Gjermaalen.

Faldbrauta omkring det indsunkne omraade vises i fig. 3, som ogsaa er tat to dager efter katastrofen. Paa Kokstadgropa gjenstod endnu paa den tid uthusene. Fjøs og stald blev straks efterat raset gik, revet ned og høiavlingen bragt i sikkerhet, men før de rak at ta ladebygningen gled denne ut med en avskalling langs skrænten. I leret nedover Kankedalen var der ogsaa adskillig bevægelse efterpaa. En midlertidig gang-

bro nedenfor Ljøreggen blev revet bort, og likesaa blev den provisoriske telefonledning over dalen tat en gang.

Blandt de omboende hersket der efter lerfaldet stor ængstelse for at der skulde komme et nyt lerfald og ta gaardene deres. Paa den Kokstadgaard som er avlagt paa kartet turde folk ikke være. Der er her i virkeligheden ingen utsikt til lerfald, da det faste fjeld, som kartet viser, flere steder stikker frem i de bratte bakker østover mot bækken. Det ser av landskapet næsten ut til at her har gaat en stor utglidning tidligere. Ogsaa syd for Kokstad er fjeldet blottet i en bækkedal i nærheten av Kokstadhaugen. Den smale ryg som staar igjen mellem Kokstadgropa og Kokstadhaugen tynger heller ikke saa meget paa undergrundens bløtler at et nyt lerfald her kan befryktes.

Øverst i faldbrauta sees en lodret skrænt av 3—4 m høide i stolpeleret. Nedenfor denne er en skraaning, delvis dækket av nedrasede lerklumper og delvis med det bløte ler stikkende frem. Høideforskjellen mellem ryggen ved Kokstad og rasgropen er 25 m.

Leret mangler sandlag og viser heller ikke noen skivning. Det ser derfor ved første blik meget ensartet ut. Der er imidlertid en væsentlig forskjell paa det ler som er tilgjængelig nederst i snittene og paa det som ligger like under stolpeleret. Det dypestliggende ler er kvikler som ved rystning blir flytende. Dets vandindhold er godt og vel 24 vektsprocent av den samlede masse ler + vand, og det fører mere finsand end det ler, som ligger nærmere overflaten. Det siste har mere finler end de dypest tilgjængelige lag. Norges landbrukshøiskoles geologiske institut har ved professor Bjørlykkes imøtekommenhet vært saa elskværdig at utføre mekanisk analyse av noen lerprøver jeg har indsamlet. En prøveserie fra skrænten nedenfor Kokstadgropa viste følgende kornstørrelser:

	< 0,002 mm	0,002— 0,02 mm	0,02— 0,2 mm
1. Stolpeler indsamlet 31. okt. løst stykke	40,75 0/0	50,90 0/0	8,35 0/0
2. Do. do., øverst i skrænten:			
Tørret ca. 36 t. ved 110° C. ....	41,35 „	51,35 „	7,30 „
Lufttørret .....	42,15 „	50,15 „	7,70 „
3. Ca. 16 m under overflaten 31. okt.:			
Tørret ca. 36 t. ved 110° C. ....	34,75 „	52,00 „	13,25 „
Lufttørret .....	35,85 „	50,50 „	13,65 „
4. Prøve indsamlet 22. okt. fra et andet sted i lervæggen viste:			
Tørret ca. 36 t. ved 110° C. ....	41,40 „	51,50 „	6,60 „
Lufttørret .....	41,15 „	50,00 „	8,85 „

Vandindholdet var:

i prøve nr. 2:

45,7 vol. 0/0 = 22,8 vekt 0/0 av totalsubstans = 29,9 vekt 0/0 i tør substans.

i prøve nr. 3:

47,8 vol. 0/0 = 24,1           — „ —           = 31,7           — „ —

i prøve nr. 4:

47,9 vol. 0/0 = 23,8           — „ —           = 30,8           — „ —

Det fremgaar herav at alle prøver har omtrent samme indhold av grovlerpartikler, men at finlerindholdet og mængden av meget fin sand og støvsand kan være forskjellig. Det er saktens sandsynlig at prøve 3 tilhører den del av leret som ansees farligst, og at det er dette som har begyndt at rende ut. Der kan tænkes at dette ler efter den regnrrike sommer har optat vand nok til at bli flytende. Noen smaa glidninger hvorved græstorven blev avslit i de bratte sider i Kankedalen blev iaktatt i sommerens løp. Saadanne glidninger er imidlertid saa almindelig i lerbakkene paa Romerike at folk ikke kan ta varsel av dem.

I nabodalen mot vest trær bløtleret frem flere steder i dalbunden. Partier store som et stuegulv er saa bløte at grunden gynger under folk naar de kommer utpaa der, og hester og kreaturer traar igjennem. De kaldes for *sylter*. I disse er leret saa blødt at en staur som stikkes ned i dem flyter op av opdriften. Fast bund naaes ikke hvor lang stauren end er. Det er ikke usandsynlig at syltene er utløpere fra et større oplødt

lerparti i undergrunden. Hvis lersuppen først faar avløp fra en saadan, falder stolpeleret omkring den ind, og hermed kan lerbaldet tænkes indledet.

Det vilde ha sin store interesse indgaaende at undersøke syltene om det skulde lykkes ved hjælp av dem at faa større klarhet over lerbaldenes aarsaker.

\*

Denne beskrivelse av lerbaldet ved Kokstad er tidligere offentliggjort.<sup>1</sup> Min deri uttalte formodning om at leret inde i lerbakkerne skulde ha en flytende konsistens er i overensstemmelse med de ældre norske geologers, som har uttalt sig om aarsaken i Værdalsfaldet.<sup>2</sup> Enkelte svenske geologer har senere fremholdt, at leret først faar sin vædskekonsistens efterat skredet er indledet. Det er særlig Statens Järnvägars geotekniska kommissionen som har arbeidet med at opklare dette spørsmal, og dens resultat er, at den flytende konsistens av leret i regelen ikke er primær, men skriver sig fra, at de utglidende masser eltes under bevægelsen<sup>3</sup>.

At flytende ler kan forekomme inde i leravsætningen viser min iagttagelse av den artesiske brønds leration ved Braa,<sup>4</sup> hvor flytende ler fra undergrunden finder avløp gjennom et 1½ toms vandledningsrør, som staar 15 m ned i jorden. Saa-vel her som i syltene findes leret i mere eller mindre letflytende tilstand uten at denne er fremkaldt ved nogetslags skred.

Flekker med bløtler som syltene paa Romerike er vel kjendt overalt i vort lands lerræng. Det hænder ikke sjelden at kjør og hester gaar ut paa de lumske lersumper, og da er de redningsløst fortaapt hvis de ikke faar hjælp til at komme op. Som oftest er syltene forbundne med opstigende vandaarer, som hindrer dannelsen av en fastskorpe over dem. Ved hensigtsmæssig drænering kan en fastskorpe dog etableres, og de blir farefri at færdes paa for kreaturene.

<sup>1</sup> Tekn. Ukeblad nr. 17, 1925.

<sup>2</sup> Se litteraturhenvisning i „Et hittil upaaaktet grundvandsforråd“. N. G. T., B X 1928.

<sup>3</sup> Statens Järnvägar, Geotekniska Meddelanden 2, s. 17.

<sup>4</sup> Se side 35.

Min beskrivelse av lervaldet ved Kokstad suppleres av professor dr. Bjørlykke saaledes<sup>1</sup>:

„De steile lervægger i rasgropen viste ved mit besøk tydelig lagdeling, en typisk *skivelere* av samme sort som ved Kraakfoss, vest for Jesseim.<sup>2</sup> Øverst har man stolpelere til en 3—4 m dyp, derunder den lagdelte *skivelere*; nederst i lervæggen og i bunden av gropen ligger utrasede masser. Den oprindelige overflate med stolpeleren sees opdelt i flak, som er sunket ned og nu ligger i bunden av gropen i den del av samme som grænser ind mot lervæggen. I de midtre deler av skredgropens bund har man derimot rynker av oppresset bløtlere.<sup>3</sup> Det er saaledes ikke vanskelig at følge utglidningens forløp. Den undre bløte del av leren er rendt ut i Kokstadbækken (Kankedalen) og den overliggende faste lere er sunket efter og er blit opdelt i flak som delvis endnu ligger igjen i rasgropens bund. En del flak fra de ytre deler av skredet er naturligvis fulgt med bløtleren i dens videre løp sydover dalen og i forgreningene østover og nordover. Man forbauses over her at finde flak med paastaaende store træstammer som forutsætter en vældig kraft under utsprængningen og transporten og man kommer uvilkaarlig til at tænke paa en eksplosjon.

I den nordøstre del av skredgropen saaes i bunden bænker av blaalere, som synes at ligge uforstyrret. En prøve av denne lere indeholdt 45,0 vol.  $\%$  vand (= 23,0 v.  $\%$  av totalsubst. = 29,8 v.  $\%$  av tørsubst.) og bestod av 39,45  $\%$  finlere ( $< 0,002$  mm), 43,5  $\%$  grovlere (0,002—0,02 mm) og 17,5  $\%$  fin sand (0,2—0,02 mm). — I nærheten av dette sted la vi den 2. mai i skredgropens bund merke til en del smaa kraterformede huller med lerkegler som lignet modeller av en vulkan; de var dog kun 1 à 2 dm i tversnit. De har øiensynlig samme oprindelse som de saakaldte slamvulkaner, som dannes av opstigende gasarter (kuldandstoggas) fra dypet. *Helland* anfører ogsaa i sin artikkel om „Lervald“ i N. tekn. tidsskr.:

<sup>1</sup> Tekn. Ukeblad nr. 22, 1926.

<sup>2</sup> Se fot. i „Jordbunden paa Romerike“, pag. 25.

<sup>3</sup> Denne var ganske rik paa smaa skjæl av de glaciale fossiler, *portlandia lenticula* og *yoldia (portlandia) arctica*.

„Paa mange steder berettes der at man under og umiddelbart efter lerfaldet har bemærket en sterk svovellukt; beretningene herom er saa mange og saa sikre at der neppe kan reises tvil om riktigheten“. — „Hvor der er vand, svovelsure salter eller svovelmetaller tilstede samt organisk substans, der utvikles det ildeluktende svovelvandstof, og det er derfor vel tænkelig at vand fra myrer som søker ned i leret kan utvikle svovelvandstof paa bekostning av de i leret værende svovelforbindelser, og ved lermassenes voldsomme bevægelse kommer vandet med de opløste gasarter i dagen og stinker“.

Ogsaa kulvandstofgas, en brændbar gasart, danner sig hvor organisk substans forraatner paa bunden av dammer og myrer og i dypere lerlag hvor der forekommer planterester eller anden organisk masse. (Kfr. den av „Danmarks geol. undersøkelse“ i 1905 foretatte boring efter petroleum ved Skjærumhede i Vendsyssel, hvor man paaviste utstrømmende brændbar gas fra dyptliggende lere- og sandlag med planterester). Man kommer herved ind paa om utvikling av gasarter i lerlagene kan komme i betraktning som foranledning til lerskred. Nogen sikre beviser herfor foreligger vistnok endnu ikke, men det er ialfald et moment man maa være opmerksom paa ved fremtidige undersøkelser.

Efter den mekaniske sammensætning kan Kokstadleren ikke sies at være nogen kviklere. Den hører til den gruppe som *Atterberg* har betegnet som *middelstiv lere* indeholdende mellem 33 og 49 % finlere. Den skulde altsaa under normale omstændigheter være en forholdsvis stabil jordart. Det utglidde terræng ved Kokstadgropen hadde en kupert overflate, altsaa fra naturens side godt drænert. Der stak fast fjeld frem i nord og vest og nogen egentlig vandførende lag saaes ikke i lergropen. Men det tør ikke være usandsynlig at der nærmest fjeldgrunden findes vandførende sand- og gruslag som kan ha opbløtt de dypestliggende lerlag. Naturligvis har nedbørsforholdene spillet en rolle. Meteorolog *P. S. Nissen* meddeler saaledes i „Tidens Tegn“ nr. 98 at nedbøren over Romerike i 1924 var ca. 30 % over den normale.

Den sandsynligste tolkning av lerskredets aarsak tør saaledes være at der mellom fjeldgrunden og den overliggende lere

forekommer sand- og grusholdige lag som efter den fuktige sommer og nedbørsrike høst har faat rikelig tilførsel av vand som har opbløtt sandlagene og de undre lerlag saa disse har faat en nærmest flytende konsistens og tilslut rendt ut, presset frem av trykket av de overliggende lerlag. Altsaa et flyteskred likesom Værdalsskredet. Begyndelsen kan ha vært et mindre overflateskred nede ved Kokstadbækken som har forstyrret likevektsforholdene; om ogsaa utvikling av gasarter i de dypere lerlag kan ha spilt en rolle, faar henstaa til nærmere observasjon.“

\*

Til denne tolkning av lerskredets aarsak har Bjørlykke siden selv tat avstand,<sup>1</sup> idet han slutter sig til en teori fremsat av K. Terzaghi i hans bok „Erdbaumechanik auf bodenphysikalischer Grundlage“, 1925, s. 198 o. f.

Sommeren 1927 foretok jeg en dypboring i skredgropen ved Kokstad. Der hvor borhullet laa var lagene omrotet til 5 m's dyp av skredet. Paa større dyp var leret temmelig fast indtil 30 m under overflaten. Fra 30 m's dyp var leret bløtere, men ogsaa her uten sandlag. Fjeldgrunden (eller en stor sten) blev naaet paa 42 m's dyp. Der blev ikke iagttaa artesisk vand i rørbrønden, men det kommer kanskje av den anvendte fremgangsmaate, hvorved tynde finsandlag og en svak grundvandsstrøm kunde bli overset. Under neddrivningen av forerøret fulgtes nemlig dette og spylørøret. Det er nok mulig, at rørbrønden kan avgi noget vand, om forerøret trækkes op 10 à 20 m.

Det utgledne areal ved lerskredet ved Kokstad blev under den offentlige takstforretning anslaaet til ca. 45 dekar og det oversvømmede omraade til ca. 170 dekar. Den største skade forvoldtes ved oversvømmelsen og den avhjemlede takst over skaden blev sat til 210000 kr. Den berørte 18 grundeiere hvorav 5 meget væsentlig.

<sup>1</sup> „Nationen“ for 9. mai 1928.

## Lerfaldet ved Gretnes i Borge.

Gaarden Gretnes i Borge rammedes av et stort lerfald i midten av april maaned 1925.

Lensmandsgaarden Gretnes ligger paa sydsiden av Glommen ved Sannesund, nogen faa kilometer nedenfor Sarpsfossen. Vest for gaarden rinder Gretnesbækken ut i Glommen. Som fotografiet fig. 4 viser, har bækken gjennomskaaret en stor lerflate, og eroderet ut en dal, hvortil leret randt ut.

Efter ulykken lot stadsingeniøren i Sarpsborg opta et kart i maalestok 1:1000 med 1 m's koter av det omraade som berørtes av skredet og de utgledne masser. Paa grundlag av dette er kartet paa side 19 utarbeidet. Det fremgaar av originalkartet, at lerflaten ligger 25 m over Gretnesbækkens og Glommens nivaa. Bækkedalens sider er bratte til 15 m's høide; herfra stiger markens hældning svakt opover til husene paa Gretnes, der ligger 250 m fra bækken. I de bratte dalsider har der ofte gaat smaaskred. Paa fig. 4 sees et saadant i den vestre dalside paa det sted hvor de to personer staar, og paa dalens østside viser kartets koter tre forsænkninger efter ældre skred foruten det nye store lerfald.

At leret i denne landsdel er disponeret for lerfald kjender vi til fra dengang Borregaards borglignende hovedgaard med 14 mennesker og henimot 200 kjør natten mellem 5. og 6. febr. 1702 forsvandt i lersørpen. — Bladet „Sarpen“ for 20. april 1925 meddeler i sin omtale av skredet paa Gretnes, at der paa Sanne gaard i Tune 2—3 aar tidligere gik et ras av lignende art og dimensioner som paa Gretnes. — Paa Hafslund sees formen av et stort gammelt lerfald med utløp til Gatedalsbækken.

Det utgledne jordstykke laa paa vel dyrket og drænert indmark. Oppe ved husene dækkes leret av sand i 1 à 2 m's dyp, længer nede paa jordet og i bækkedalens sider gaar leret i dagen.

Skredene begyndte fredag 17. april ved 11 tiden om formiddagen og forløp i flere avdelinger. Gjennem en 35 m bred aapning randt lersuppen fra skredomraadet ut til Gretnesbækkens dal og gjennom denne videre til Glommen. Ut paa efter-



middagen fredag hadde der dannet sig en stor sirkusformet forsænkning indenfor den trange utløpsport, og skredkanterne var omtrent 10 m høie. Der blev nu en stans i utrasningerne til henimot aftenen. Da grep et nyt ras om sig opover det svakt hældende jorde, og bløtleret randt ut i Gretnesbækken gjennom den nydannede rasgrop. Det saa dermed ut som om



Fig. 4. Faldgropen ved Gretnes. De to personer staar paa den anden side av bækken, hvor leret fandt vei til Glommen. Like ved siden av dem sees et gammelt skredar. G. H. 20. april 1925.

lerfaldet var færdig. Raskanten stod nu 50—60 m fra husene. Indboet og alt løsøre, besætning og avling blev allikevel for sikkerhets skyld i løpet av lørdag brakt i sikkerhet til omliggende gaarder. I raset var alt rolig til ved syvtiden lørdag aften, da et tredje fald løsnet. Som kartet viser gik ogsaa dette skred ut gjennom en smal port. Det var noget mindre end de to første, og ikke saa dypt som disse. Det tok med sig en potetkjælder, en smie og nogen av havens trær. En avisreferent beretter, at det begyndte at rase i smaa partier langs skrænten, og pludselig var det som hele flaket med de nævnte bygninger sank rett i jorden. Man saa et øieblik toppen av nogen

trær, de synker længer og længer ned i lersuppen og forsvinder tilsidst i denne. Saa styrter lermassen mot Grefnesbækken og glir ut gjennom dennes dal til elven.

De utgledne masser avsattes for en stor del i Glommen utenfor Grefnesbækkens utløp. Bladet „Sarpen“ for 20. april beretter „endnu er der en rende langs Alvimlandet, men det er at frygte for at ogsaa den vil bli fylt. Normalt har skiber som stikker 18—19 fot dypt kunnet gaa op elven uten vanskelighet, men nu tør ikke lodserne ta fartøier som stikker dypere end 16 fot. Paa endel trær som er fulgt med raset fra haven paa Grefnes og som stikker op over vandet kan man følge lermassernes bevægelser. Det er besynderlig, at leren ikke bare blir skjøvet tvers over elven og nedover den, men ogsaa oppover mot strømmen.“ „Som nævnt lørdag laa der endel større fartøier inde i havnen<sup>1</sup> da leren begyndte at fylde elven. I løpet av lørdagen lykkedes det at faa ført „Sarpen“ over det kritiske parti i seilløpet. Den var da utlosset. Likeledes lykkedes det at fra brakt „Tyri fjord“ ned til Hannestad brygge, hvor den fortsætter lastningen. Den stak 15 fot. Endnu ligger „Maderas“ inde i havnen, hvor den losses.

Den skade som ved jordraset er paaført Sarpsborg havn er som man vil forstaa av stort omfang. Endnu har man ikke saa megen oversigt at der kan oppgis tal, men efter al sandsynlighet vil der maatte regnes med et sekssifret beløp naar utbedringsarbeiderne skal igangsættes.“

Frykten for at elveløpet skulde opprundes saa sterkt at store sjøgaaende fartøiers adkomst til Sarpsborg vilde umuliggjøres viste sig imidlertid ugrundet. Den første vaarflom tok det meste av det utgledne ler med sig. Paa forespørgsel har havnefogeden i Fredriksstad meddelt forfatteren, at vandet i Glommen efter katastrofen var graat og tykt at se til. Hans indtryk var, at der avsatte sig mere slam end sædvanlig overalt paa elvebunden. Men hvor skibsløpet ikke er særlig dypt bevirket trafikken med dampskibe at leret paa de grunde steder atter blev sat i bevægelse, saa strømmen førte det ut paa dypet. Saaledes har der ved Fredriksstad været litet at merke til nogen oppfyld-

---

<sup>1</sup> Sarpsborgs.

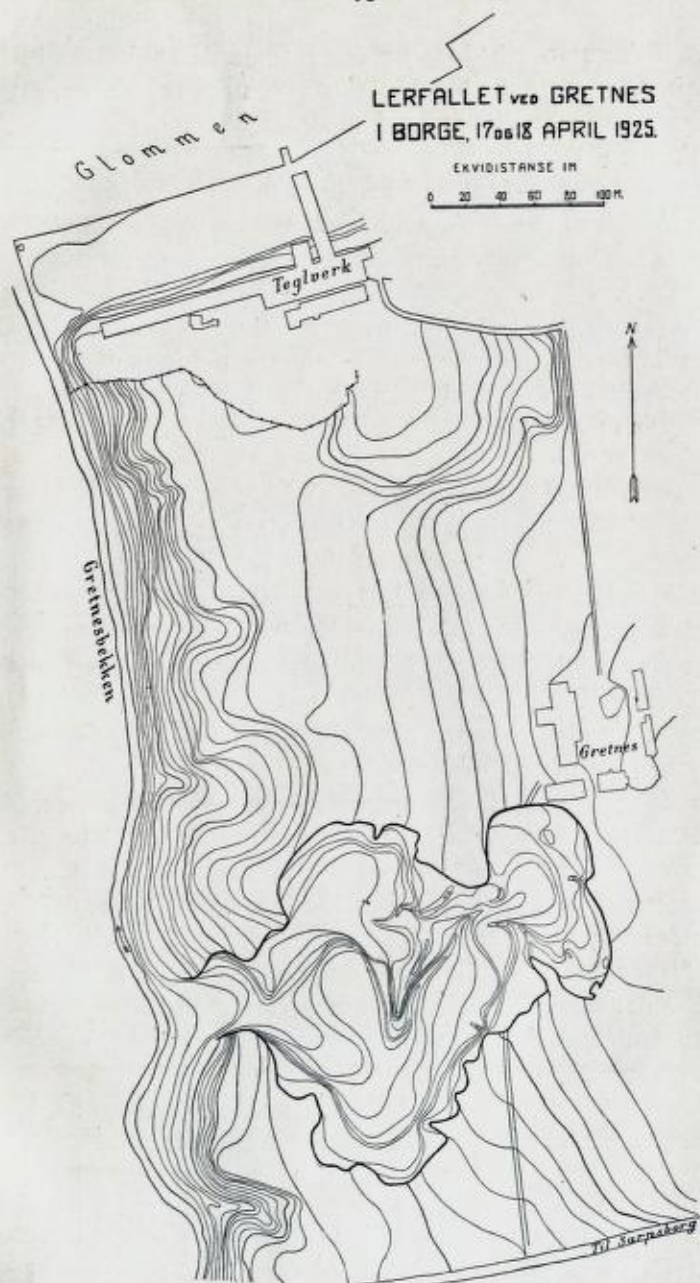


Fig. 5.

ning. Fiskere som hadde sine teiner liggende ute i elven i tiden like efter lerraset, fik disse helt overflommet av slammet saa de ofte hadde vanskeligheter med at berge redskapen.

Foruten i det utgledne areal, der efter kartet er 32 maal, bestod jordskaden i at bækkedalens bund blev oversvømmet av lersørpen til 3—4 m's dyp. Ved bækkeleiets utfyllning opstuedes en stor vanddam, der truede med at oversvømme hovedveien.

Skredgropens bund var uregelmæssig. Fra nord strakte der sig en ryg midt ind i skredet. Denne avgrænset det først utgledne parti, og den holdt stand ogsaa mot de to senere utglidninger. Det flytende ler bøiet av for ryggen. Paa fig. 4 sees dens sydligste spids, og i bløtleret viser glidningsfurerne det bugtede løp den har meddelt de utgledne masser.

Det farlige bløtler laa i Grefnesfaldet saa at si like under overflaten. Flere steds i skredgropens bund saaes et ganske fast ler hvorover bløtleret hadde rendt ut. Stolpeleret rundt om i skrænternes bratte vægger var ikke mere end 1,5 à 2 m tykt, og som følge herav var den vertikale bruddskrænt heller ikke høiere. Kun i den utskytende lerryg var stolpeleret tykkere. Nærmest gaarden viste som tidligere omtalt snittet i skredvæggen et sandlag av et par m's tykkelse over leret. Fra dette randt de første dage efter ulykken anseelige vandaarer ned i skredet.

Professor Bjørlykke<sup>1</sup> har foretat slemningsanalyser av fem lerprøver fra Grefnesfaldet, og dertil vandbestemmelse i en prøve av det farlige bløtler, som jeg indsamlet 20. april. Vandindholdet var 51,3 vol.  $\%$  (= 26,8 vegt  $\%$  av totalsubst. = 36,6 vegt  $\%$  av tørsust.) Dette vandindhold viste sig at være kritisk for det sterkt sandholdige ler, som fløt ut som en velling.

Slemningsanalyserne viste følgende kornstørrelser i prøverne:

	< 0,002 mm %	0,02— 0,002 mm %	0,2— 0,02 mm %	> 0,2 mm %
Holmsens prøve .....	23,30	30,50	41,10	5,10
Gulflekket graa ler i 30-50 cm's dyp	23,85	34,75	40,00	1,40
Stolpeler i 1—1,5 m's dyp .....	27,50	34,75	37,15	0,60
Mørk blaaler i ca. 2 m's dyp....	22,05	38,50	38,60	0,85
Mørk, graa blaaler, noget fastere i 6—10 m's dyp .....	45,85	32,65	20,35	1,15

<sup>1</sup> Teknisk Ukeblad nr. 22, 1926.

Hertil knytter Bjørlykke følgende bemærkning<sup>1</sup>: Av tabel-  
len „fremgaar, at leren ved Gretnes til ca. 2 à 3 m's dyp inde-  
holder ca. 40 0/0 finsand og kun 20 à 30 0/0 finlere eller kol-  
loidale bestanddeler, mens den i 6 à 10 m's dyp har en meget  
finere karakter og indeholder kun ca. 20 0/0 finsand mens den  
av kolloidale bestanddeler indeholder ca. 46 0/0. Det er denne



Fig. 6. Utløpsporten for lerfaldet ved Gretnes.

G. H. 20. april 1925.

forskjel i lerens sammensætning som maa forutsættes at være  
grunden til at den sandrike lere er blit oppløtt og flytende ved  
indtrædende bevægelse, mens den underliggende finere ler er  
blit liggende igjen og danner underlaget ved glidningen.“

Om selve foranledningen til skredet kan meningene være  
delte. Bjørlykke mener, at en liten overflateutrasning nede ved  
Gretnesbækken i likhet med dem, vi der ser flere spor efter,  
kan ha været nok til at forstyrre likevekten i det sandholdige  
ler ovenfor.

Det ligger nær at tænke paa, at et saadant litet skred i  
Gretnesdalen kan ha indledet ulykken. Men vi har i virkelig-

<sup>1</sup> I. c. s. 197.

heten ikke mindre end fire tydelige gamle indsænkninger efter ras i umiddelbar nærhet av utløpet for lerbaldet uten at nogen av disse har hat videre følger. Da disse løsnet har marken saaledes ikke været disponeret for lerbald. Hvorfor skulde ulykken dennegang være ute? Den sandsynlige forklaring herpaa kan kun søkes i det sandholdige overflatelags vandindhold. Efter det regnrige aar 1924 var der opsamlet mere vand i det sandrike ler end nogensinde tidligere. Det kan hertil indvendes, at det rammede sted ogsaa før har været utsat for regnrige aar uten nogen synbar virkning. Det er vel saa. Men vi skal erindre at vor tids maate at dyrke jorden paa kan ha endret betingelserne for vandets avløp fra undergrunden. I rigtig gammel tid var her træer med dyptgaaende røtter, som drænerte grunden til stort dyp. Det hænder sjelden, at lerbakker med virkelig skog rammes av lerbaldene.

Ved foranstaltning av veikontoret i Østfold blev der efter lerbaldet foretat endel sonderingsboringer paa Gretnes. Langs hovedbygningen er dybden til fast fjeld fra 5 til 8 m, og ved laavebygningen fra 10 til 12 m. Længer nord laa fjeldet paa 30 m's dyp. I den østre del av skredgropen angis lertykkelsen til 10, 11 og 12 m, og i nord til 20 m.

Der blev avholdt takstskjøn over skaden, der ansloges til kr. 80000. Eieren av Gretnes gaard, lensmand Løkke, led saaledes et stort tap ved naturkatastrofen.

### **Lerbaldet ved Braa i Bynesset.**

Bynesset herred ligger som navnet betegner paa et nes, nemlig mellem armene Strindfjorden og Gulosen paa sydsiden av Trondhjemsfjorden. Det er merkelig at der paa det fritliggende nes kan være avleiret saa store leravsætninger som de, der her findes. De er tegnet ind paa det geologiske kartblad Trondhjem som en vældig terrasse tversover hele nesset, kantet med sand og sandførende ler mot aasene i Bymarken. Flattens høide over havet er omkring 100 m. Den er forlængst ryddet og dyrket undtagen hvor de store myrer Høstadmyren og Gaustadmyren dækker den.

Leravsætningens materiale maa være kommet ned Gulas dalføre, muligens med tilskud fra Selbusjøens nedslagsfelt, da dette antages før at ha hat avløp gjennom Kaldvellas dal til Flaa.<sup>1</sup> Det er avsat i havet i en tid, da dette stod meget høiere end nu. Ved Haabjør, nord for Gulosen, naar leret op til 132 m o. h.<sup>2</sup> Dette er det høiestliggende spor efter den gamle havstand i egnen.

Ved Bynesset kirke rinder ut en elv, som med sine tilløp har skaaret sig dypt ned i lerterrassen, og langs smaadalene sees spor efter ras fra gammel tid. Nær gaarden Eggen har der gaat lerfald i aarene 1825 og 1852.<sup>3</sup> Om de fleste skredmerker vet dog traditionen intet at berette. Det blev mig fortalt av bygdens ordfører, at den gamle bebyggelse omkring Høiem var knyttet til opstikkende knauser av berg i leravsætningen. Her laa gaardenes huser før i en klynge, saa det var som en liten by. Da imidlertid jorden blev utskiftet for et par mandsaldre siden, flyttedes husene ut paa leravsætningen paa en for gaardsdriften letvindtere plads, men kanske tildels ut paa usikker grund.

Like ved utløpet av Gula kommer Braabækken ned. Paa vestsiden av denne ligger de Braa-gaarde, som nu er rammet av lerfaldet. Bækken har sit utspring fra en myr paa lerterrassen lidt under 100 m o. h. Paa tre kilometer falder bækken et hundrede meter. I dens dal, Storbraadalen, har der tidligere gaat flere store ras. Talrige rundagtige forsænkninger vidner om dem. De er forholdsvis grunde. Den utgledne lermasse har somoftest været saa bløt, at den har rendt nedover hele dalen. Ifølge amtsbeskrivelsen av Helland gik der om vaaren 1831 et hundrede maal stort fald, der begyndte paa myren. Høsten 1848 gik et andet fald fra samme myr, og dette tok en plads og manden paa pladsen. Videre gik der et stort lerfald til Braadalen i 1858 (eller 1860).

I 1865, den 29. nov. gik der ut 150 maal av myren med lerunderlaget. Massen var saa bløt, at den saagodtsom i sin

<sup>1</sup> J. H. L. Vogt: Præglaciale dalløb i Trondhjem. N. G. T. B. III, 1916.  
H. Reusch: Kaldvellas dal og et vand uten avløp. Naturen 1919.

<sup>2</sup> Nivelleret av forf. sept. 1928.

<sup>3</sup> Helland: Norges Land og Folk. Søndre Trondhjems amt. B. I, s. 39.

helhet randt ned gjennom dalen, og skredet bygget op en 100 maal stor ør ved bækkens utløp i sjøen. Før dette skred avleiredes gik sjøen helt op til veibroen.

Mindre forskyvninger i jordsmonnet forekommer av og til langs begge dalsider. Husene paa en av Braagaardene, Nygaarden, blev i midten av forrige aarhundrede flyttet paa grund av den fare som truet dem fra en spræk længer ned i lerbakken. Det truede sted gled ut med raset ivaar.

Braadalens sider er for det meste utlagt til hamnehager og bevokset med oreskog.

Det sidste lerbald skiller sig fra de andre i Braadalen ved at det utraste materiale har været forholdsvis tørt. Dønnegang løsnet nemlig ikke faldet oppe ved Gaustadmyren, hvor torvjordens underlag er blødt ler, men længer nede i dalen i lerbakker, som i overflaten er tørre og faste.

Utrasningen forløp i flere avdelinger.

Det første ras løsnet 24. apr. ved 12-tiden. Det gik i to sæt med et par timers mellemrum. Det utgledne areal opgives til 60 à 70 maal. Bruddkanterne omkring raset var meget høie.

Det andet og største ras gik 1. mai kl. 14,30 og stod paa i 1<sup>1/2</sup> time. De indsunkne jordflak revnet og sloges istykker, og seg langsomt nedover dalen. Bygdeveien sank i vel 300 m længde.

En tredje utglidning gik 16. mai ved 3-tiden om natten. Det utgledne areal var dønnegang ikke mere end et par maal. Paa denne grund hadde husene paa Nygaarden før ligget.

Det andet ras blev iagttat paa nært hold av et litet arbeidslag som holdt paa at omlægge veien, der efter den første utrasning ansaaes truet. En av arbeidsfolkene, Mikal Braa, var beskjæftiget med veiarbeidet ret op for husene paa Nygaarden, da han hørte en sterk dur nord i raset. Han sprang straks frem paa bakkekanten 10—15 m fra arbeidsstedet for at faa bedre utsikt, og fik da se en røk, formodentlig en støvsky fra den gamle raskant længer op i dalen.

Straks efter svaiet og sank telefonstolpene, som stod 20 m indenfor rasskrænten, telefontraadene brast, men endnu laa den gamle rasskrænt rolig. Han tænkte derfor, at raset nu gik mot vest til Smaabraadalen. Da sank endelig ogsaa randen ned, og han saa, at et stort jordflak gled ut mot Stordalen og knustes.



Om en stund løsnet et flak til paa samme maate ved at den indre del sank før nogen bevægelse av kanten kunde merkes.

Den nedgledne masse trykket paa den, det første ras hadde lagt op, og puffet denne dels nedover dalen og dels tversover den. Enden av det første ras blev skjøvet videre 80 m nedover dalen. Dette foregik langsomt, i løpet av et par timer. —



Fig. 7. Braabækkens ør i Gulosen, som blev avsatt av skredet i 1865.

G. H. 2. juni 1928.

Lerfaldet ved Braa vakte som rimelig kan være megen ængstelse i bygden, særlig hos dem, der bor nærmest raset. Ordfører og lensmand sendte derfor i forening 19. mai en skrivelse til fylkesmanden i Sør-Trøndelag, hvori de anmoder om, at der ved offentlig foranstaltning snarest mulig maa bli foretat boringer m. v. for at undersøke jordlagenes beskaffenhet ved Braagaardene. De gjør rede for de tidligere lerfald som har fundet sted i Braadalen, og fortæller, at ved rasene iaar er ca. 200 maal dyrket og udyrket mark ødelagt. Paa flatjorderne indenfor lermelerne har der dannet sig sprækker i større eller mindre utstrækning saa nye ras truer. Lermasserne er foreløbig stoppet op i den nedre del av Stordalen som er noksaa trang, men

det er at befrykte, at naar regnveir indtræder, vil disse lermasser gli videre nedover dalen, og da vil utrasningerne kunne faa et katastrofalt omfang. Skrivelsen konkluderer med, at efter ordførerens og lensmandens opfatning er saken av saa stor betydning, at den fortjener at bli viet den største opmerksomhet, og at der snarest ske kan bør foretas grundige undersøkelser av jordlagene ved Braa.

Denne skrivelse blev 21. mai av fylkesmanden oversendt Norges geologiske Undersøkelse med anmodning om den bistand hvortil den maatte gi anledning.

Som følge herav blev jeg beordret til at foreta en befaring av lerfaldsomraadet og søke at bringe paa det rene om der er fare for at lerfaldene vil bre sig til den nærmestliggende bebyggelse.

Jeg ankom til Bynesset 1. juni og gjennomvandrete denne dag og den følgende raset paa kryds og tvers.

Der laa en plads, Husbypladsen, nær rasets kant, snaut 40 m fjernet fra denne. Kartet angir dens beliggenhet. Denne var ved min ankomst nedrevet, og bygningsmaterialerne var brakt i sikkerhet. Efter avismeddelelser skal rivningen være foretat umiddelbart efter den anden utrasning.

Den 6. juni sendte jeg en indberetning om resultatet av min befaring til fylkesmanden i Sør-Trøndelag, hvorav hit-sættes:

„Det utraste areal ligger i en dyp bækkedal der gjennomskjærer den meget store lerterrasse, hvorpaa Gaustadmyren hviler. Dalbunden siges før skredet at ha ligget ca. 80 m lavere end terrasseflaten. Den er nu delvis fylt av den utgledne masse, saa dalens dybde er adskillig mindre end den var før.

En stor del av den vestre dalside er glidd ut. Skredet er begrenset av en svagt buet bruddlinje, som gaar i dalretningen og anslagsvis er 900 m lang. Det utgledne parti er sunket langs bruddlinjen, der staar igjen som en lodret skrænt paa 8—15 m's høide. Massen bevæget sig nedover dalen og tversover den, saaledes at det av skredet berørte areal kan sættes til noget over 200 maal.

Tykkelsen av det utgledne materiale er nederst i dalen hvor det indsnævres til en smal tunge 8 à 10 m, længere oppe

endnu tykkere, 15 à 20 m, og i enkelte sammenskjøvne volde kanskje over 20 m. Det gamle bækkeleie kan sees og følges i en længere strækning gjennom raset, da dets stensatte leie skiller sig fra det øvrige jordsmon. Foruten at det er betydelig hævet, er det i skredets midtre del forskjøvet et halvt hundrede

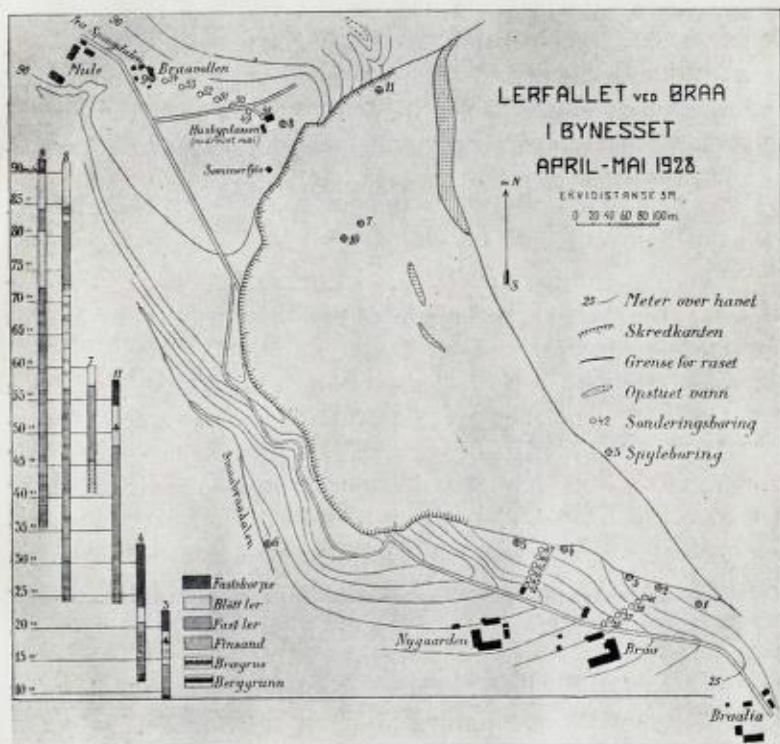


Fig. 8.

meter mot dalens østre side. Det gjenfindes nu nær rasets østre kant, saa det materiale, som er oplagt her, er forskjøvet 50—60 m opover den motsatte dalside og til en høide av indtil 20 m over den gamle dalbund.

I retning nedover dalen er jorden puffet frem ca. 300 m fra rasgroppen.

Fast fjeld findes ikke i Stordalen før nede ved Braabroen. I rasgroppen er heller ikke nu efter skredet fast fjeld nogetsteds kommet tilsyne.

Kilder eller vandaarer er heller ingensteds kommet frem efter katastrofen. Det ler, som under min befarung var tilgjænelig i raset var ikke og hadde heller ikke før været flytende. Tvertimot hadde det været saa fast og tørt at det nu ligger opdelt i større og mindre blokker, og storparten av lerklumpene viser ikke engang tegn til at de har været seigtflytende. Spor efter den flytende lervelling, som flakene av fast ler pleier at strømme væk paa under de voldsomme lersfald, er ikke at finde ved Braa. Det er derfor trolig, at den tørre og faste lerskorpe i Stordalens skraaninger har været forholdsvis tyk, og at det farlige ler, som har bevirket skredet, har ligget dypt. Dalbunden siges før skredet at ha været noksaa tør, dog med smaa partier av blødt kvikler.

Leret er sterkt sandholdigt. De tørre lerklumper trækker til sig vand med begjærlighet, og smuldrer straks de lægges i vand.

Saadant ler har let for at gli ut naar det er vaadt, og dalen har tidligere gjentagne gange været hjemsøkt av lersfald, saaledes i aarene 1831, 1848 og 1865. Dertil kommer flere ældre merker efter tildels store lersfald, hvorom traditionen ikke længer vet noget at berette. Skredet i 1865 løsnet i kanten av Gaustadmyren. Massen var saa bløt at den randt ned gjennom hele dalen og la op den store ør som nu sees nedenfor landeveien. Før dette skred avleiredes gik sjøen helt op til broen, hvor der stod et naust paa berget.

Mindre forskyvninger i jordsmonet har stadig forekommet langs begge dalsider. Marken slaar en spræk, og langs denne synker store flak paa flere hundrede kvadratmeter ned nogen faa decimeter.

Dette tyder paa, at der i undergrunden av lerbakkerne ved Braa ligger et sandholdig ler med et større vandindhold end det ler, som nu sees i skredgropen, eller det som er tilgjænelig i rasskrænterne. Dette bløte eller plastiske ler i undergrunden gir av og til efter for trykket av det ovenpaaliggende fastere ler, formodentlig paa grund av en forandring i grundvandstrykket. Det kan ogsaa være, at en forandring i grundvandets sammensætning kan ha været en medvirkende aarsak til at fremkalde lersfaldet. Grundvandet i den store lerterrasse er salt. Ved stran-

den kommer flere steds frem vandaarer, saaledes iagttog jeg ved Størvold en kraftig kilde, der fører vel 2 liter salt vand pr. minut.

Bækken i Stordalen rinder nu frem mellem skredmassen og den østre dalside. Da den efter raset har faat ca. 20 m's høiere fald vil den ha en sterkere eroderende evne end før,



Fig. 9. Den fremskjøvne masse av lerblokker nedenfor skredet ved Braa  
G. H. 2. juni 1928.

og der er fare for at den vil gjennomgrave dalsidens faste lerskorpe. Dette vil føre til ras og sætninger, som bør søkes undgaaet.

Der er anledning til med forholdsvis smaa omkostninger at lede bækken fra dalsiden ut i raset omtrent midt i dette. Den vil da skjære sig ned nærmere den gamle midtlinje i dalen, hvor der er mindre utsigt til at den vil volde ulemper ved sin gravning end langs dalsiden.

Den utgledne masse vil synke endel sammen, jevne sig ut, og forhaabentlig stabilisere sig naar en tid er gaat.

Jeg vil tilraade, at der i dalskraaningene utenfor Sivert S. Braa og Arne O. Braa iverksættes en grundundersøkelse for

at bringe dalsidens motstandskraft paa det rene. Skulde mot forventning skredmassen under flom atter komme paa gli kan det tænkes, at den eroderer hul paa fastskorpen i dalsnævringen nedenfor disse to gaarde, og der vil da være fare paaferde for beboerne.

Det vil kanskje ogsaa være ønskeligt at utføre en sonderingsboring i de to smaadaler vest for Stordalen om veien skal frem her.

Grundundersøkelsen skal ta sigte paa at bringe grundvandstanden i dalen nedenfor de to gaarde paa det rene. Hvis det herunder viser sig, at grundvandet har saa høit trykk, at det stiger over markens nivaa, vil det la sig gjøre at sænke grundvandstanden noget ved hjelp av et par rørbrønde. Disse vil ogsaa virke til at forebygge en eventuel fremtidig økning av grundvandstrykket.

Til at gjennomføre en grundundersøkelse som denne vil der medgaa et beløp av kr. 2 000 à 2 500. Omkostningerne beror for en del paa hvilke boreapparater staar til forføining. Hertil kommer omkostningerne ved bækkeleiets regulering.

Naar der bortsees fra den mindre væsentlige utrasning av de lodrette bruddskrænter, som nu og da vil finde sted er der grund til at haabe, at jordlagene ved Braa er kommet til ro. Stort set er marken utjevnet, bakkekanten har rykket tilbake og den utgledne masse har lagt sig i dalbunden. Den store tryk-forskjøl, som jorden ikke kunde bære er derved forringet, saa en ny og solidere likevegt nu synes etableret.

At skaffe de fornødne midler til grundundersøkelsen var ikke saa let. Norges geologiske Undersøkelse er den institution, som naturlig i saadanne tilfælder først adspørges. Men denne savner disponible midler til at utrede det ofte foreliggende spørsmaal om fortsat utrasning efter en lervaldskatastrofe. Slik var det efter lervaldet i Gjerdrum 1924 og likesaa efter lervaldet i Borge 1925. Kun en gang har Norges geologiske Undersøkelse været sat istand til at foreta grundundersøkelser for at bringe paa det rene om fortsatte utglidninger kan være at forutse, og det var efter den fryktelige lervaldkatastrofe i Værdalen 1893, da omfattende grundboringer blev iverksat i det trondhjemske. Fylkesmanden i Sør-Trøndelag henvendte sig til Justisdeparte-

mentet for at faa bevilget den til min planlagte grundundersøkelse nødvendige sum. Justisdepartementet oversendte saken til Arbeidsdepartementet, og dette igjen dokumenterne til Norges Vassdrags- og Elektricitetsvæsen. Dettets hovedstyre fandt at kunne stille til raadighet det omhandlede beløp under forutsetning av, at distriktet deltar med tredjeparten av omkostningerne.

Efterat denne avgjørelse var truffet kunde grundboringerne endelig sættes igang 28. aug. Arbeidet hermed paagik uten avbrytelse til 13. okt., da det ansaaes fuldført.

Vassdragsvæsenet optok av hensyn til bækkens kanalisering en kartskisse over skredomraadet. Suppleret ved mine egne maalinger langs lerfaldets syd- og vestsida danner denne grundlaget for kartet over lerfaldomraadet paa side 27.

Grundundersøkelsen blev dels utført som sonderingsboring til 6—8 m's dyp, og dels som spyleboring til et dyp indtil 67 m.

#### *Sonderingsboringen.*

Boret bestaar av en staaerstang med rundt tversnit av 19 mm's diameter. Spissen har kvadratisk tversnit, hvori siden ved fæstet til stangen er like stor som dennes diameter. Den er 5 cm lang. Borstangen er delt i 1½ m lange skjøter, der i den ene ende har en gjænget tap, og i den anden en gjænget utboring, saa de kan skrues paa hinanden uten muffe og uten fortykkelse av borstangen i skjøterne. Paa boret kan et haandtak skrues fast naar det skal dreies rundt. Haandtaket bærer ogsaa belastningen, sandsækker av 10 kg og 25 kg vekt.

Der blev foretat endel sonderingsboring langs den planlagte og opstukne nye vei forbi raset. Resultatet av denne var, at leret overallt hvor boring blev utført, saaledes ved overgangen over Braabækken, over Smaabraadalen og over en liten dal til, hvor fylninger skulde lægges, viste sig fast og med tilstrækkelig bæreevne. Desuten blev der boret langs to linjer i Smaabraadalen nedenfor bebyggelsen der. Ogsaa her var leret fast og haardt til det dyp, boringen blev drevet.

Likesaa var leret fast i overflaten i bakkerne nedenfor Braagaardene. Der blev her boret langs de to linjer som er avlagt paa kartet.

Paa profilene side 33, hvorav de to øverste er tegnet i samme maalestok for høiden som for længden, er avlagt borets synkning for 50 og 100 kg's belastning for hver 50 halve omdreininger av borstangen. Hvor der krævedes en dreierende bevægelse av boret for at faa det til at synke, er der gennem profilkolonnen trukket en vertikal strek. Under arbeidet blev synkningen maalt for hver 25 halve omdreininger, men disse avlæsninger lar sig vanskelig fremstille i den valgte maalestok for profilerne.

Det viste sig av sonderingsboringen, at leravsætningens øverste 5—6 meter tykke lag paa disse steder er temmelig ensartet. Ingensteds synker borstangen uten omdreining naar den øverste  $\frac{3}{4}$  m er gjennemboret. Størst er synkningen i borhullerne 38 og 39 samt i 43 og 44. I 39 gaar den op til 119 cm paa 50 halve omdreininger. Men fra 2 m's dyp under overflaten faar leret betydelig større fasthet ogsaa her.

Daarliger end i bakkerne er grunden paa terrasseflaten. Der blev boret langs en linje fra den nedrevne Husbyplads til Braavolden. Resultatet av denne boring er indtegnet nederst paa fig. 10 i en forkortet længdemaalestok.\* Her synker boret med 100 kg belastning mange steds uten at det dreies, og fastskorpens tykkelse er ikke stor. Der kunde ikke ved boringen paavises noget enkelt bløtlag som har større utbredelse. Det ler, som er saa blødt, at boret synker gennem det uten at det svinges rundt fandtes saaledes ikke i borhul 53, og laa i de andre borhuller i forskjellig dyp.

### *Spyleboringen.*

Hertil blev anvendt det samme materiel, som jeg anskaffet til mine brøndboringer,<sup>1</sup> en pumpe fra F. E. Myers & Bro 3150,  $\frac{1}{2}$  toms spylørør og  $1\frac{1}{2}$  toms forerør. Da leravsætningen indeholder tilblandet endel sten, voldte dette nogen vanskeligheter for neddrivningen av forerøret. I alt blev der utført 11 spyleboringer, hvis beliggenhet er avlagt paa kartet.

Spyleborhullerne 1—5 der ligger langs kanten av de frem-skjovne lermasser blev utført dels for at lære at kjende tyk-

---

<sup>1</sup> Et hittil upaaaktet grundvandsforraad i vore lertrakter. N. G. T. B X, s. 79.



kelsen av lerets fastskorpe nedenfor Braagaardene, og dels for at undersøke grundvandstrykket.

Her skal hitsættes endel av de noteringer som blev gjort ved de forskjellige spyleborhuller.

Sp. B. H. 1. — Leret er øverst temmelig fast. Paa et dyp av 3.25 m findes et endnu fastere lag end ovenfor. Med spyle-

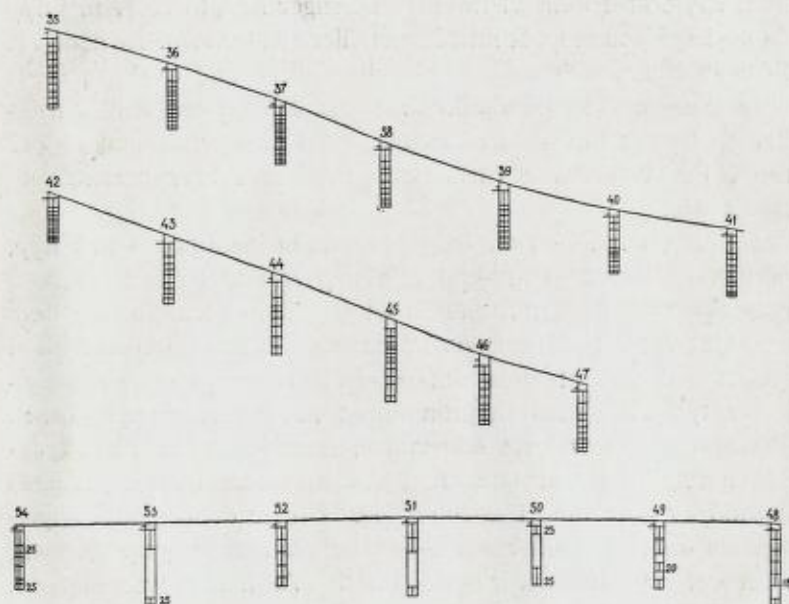


Fig. 10. Borprofiler fra sonderingsboringen, sml. teksten.  
Borhullernes nummer gjenfindes paa kartet.

vandet følger herfra noget finsand. Spylevandets farve er lys. — Paa større dyp veksler mere og mindre sandholdige lag. Ved 9 m's dyp merkes stener ved underkanten av forerøret. Fra 10.25 m's dyp kommer der op endel grov sand med spylevandet. Grundvandet stiger op i forerøret, og drypper ut over kanten av dette i 0.4 m's høide over marken. Leret kjendes fast ut naar spyleløret støtes ned, men løsner, naar det vries rundt. Paa 11.38 m's dyp stoppet spylespissen paa berget eller paa en stor sten. Den sidste meter skuret spissen i smaasten og grus. Forerøret blev staaende med aapningen 1.80 m over marken. Det fylldes i nattens løp til denne høide av grundvandet.

Gruset og smaastenen som omtales tyder paa, at boringen har gennemtrængt leravsætningen, og at spylespidsen har været ført ca. 1 m ned i bundmorænegruset.

Sp. B. H. 2. — Leret var meget fast til henimot 3 m's dyp. Herfra gik spylingen raskt for sig til 8 m's dyp, da forerøret ikke lot sig drive længer ned. Det stoppet vistnok mot en sten. Med spylerøret kom vi imidlertid længer ned, til 15.77 m's dyp da spylespidsen stoppet mot berget eller en stor sten. De nederste 2 m av leravsætningen er betydelig fastere end ovehfor. Grus eller grovere sand kunde ikke merkes. Da spylerøret blev trukket op fyldtes forerøret til randen, 0,80 m over marken, og der randt lidt vand over rørkanten. Forerøret blev staaende til næste dag.

Sp. B. H. 3. — Temmelig fast ler til henimot 3 m's dyp, derunder bløtere. Paa 4.50 m's dyp traf vi en stok eller en rot. Spylerøret gik forholdsvis let igjennem veden, og der kom op smaa fliser sandsynligvis av or eller birk. Forerøret fik vi tilslutt ned ved at støte det gjennem roten. Paa 6 m's dyp ligger tynde lag med en grøn finsand, som farver spylevandet. Paa større dyp er leret saapas fast, at spylerøret ikke kan trykkes ned. Først ved bunden, 13.39 m under marken, fandtes finsand av betydning i et tyndt lag. Under dette stødte spylespidsen mot sten eller berg. — Grundvandet steg op gjennem forerøret og randt over kanten i 1 m's høide over marken. Det smakte salt.

Den i borhullet trufne rot eller stamme tyder paa at der her har gaat et gammelt ras. I bakken ovenfor sees ogsaa en rundagtig forsænkning, som viser dets utstrækning.

Sp. B. H. 4. — Her fast ler til 9.60 m under marken. Herunder finsand i spylevandet til 11.95 m's dyp. Fra 11,95 til 13 m's dyp et haardere lag. Fra dette dyp og ned til 20 m er det ren finsand, som gav endel vand. Fra 20 m til 20.60 m's dyp ligger et grovt, og meget haardt gruslag. Herunder atter finsand som rækker ned til berget, der ligger paa 20.80 m's dyp. Vi hadde ikke mere end 12 m forerør at sætte ned.

Fra dette borhul kom der mere vand end fra de andre, i begyndelsen ca.  $\frac{1}{2}$  liter pr. minut. Jeg lot forerøret bli staaende,

Efter en ukes forløp hadde vandføringen tat sig betydelig op, og et fjærmanometer, som blev paasat, viste et vandtryk paa 500 gram ved røraapningen, 80 cm over marken. Vandføringen var 14 dage efter brøndens aapning ca. 3 l. pr. minut. Jeg lot da forerøret føre ned til bundlaget; men det viste sig, at bundlaget, der formodentlig er et lerholdig bundmorænegrus, ikke avgav noget vand, hvorfor røret atter blev løftet op med aapningen paa 15 m's dyp. Efterat dette var utført ga røret en vandmængde av 8.5 l. pr. minut. Vandet var graat av slam og førte med sig meget finsand.

Da jeg efter vel 14 dages forløp atter besøkte brønden var vandet klarnet meget samtidig som vandføringen var blit noget mindre. Men pludselig stoppet brønden en dag helt til. Jeg skruet da sammen et spylerrør, og kjendte, at der hadde fæstet sig en lerprop i forerørets nederste del. Da denne blev løsnet, var vandtrykket saa stort, at det 6 m lange spylerrør blev løftet betydelig over rørbøndens rand. Der kom op en masse blødt, grynet ler, der hadde formet sig efter rørets tværnsnit.

Næste dag hadde der lagt sig en hel lerhaug omkring den artesiske brønd. Mens jeg stod og saa paa kom der ret som det var lange lerpølser ut av aapningen. Vandføringen var ustø, av og til meget sterk og av og til var vandet næsten borte. — Efterat arbeidet med grundundersøkelsen var avsluttet har Sivert S. Braa meddelt mig, at brønden blev helt tilstoppet. Han tok da en tynd streng med en jernten nederst og stak op forerøret med, og da begyndte atter vandet at rinde. Men troligvis vil det halvflytende ler i undergrunden let stoppe den til.

Vandet smaker sterkt salt. Det fører 22.18 gram salte i literen.

Sp. B. H. 5. — Leret fast til 10 m's dyp. Paa 10.5 m's dyp begynder leret at bli bløtere. Paa dybden 16.08 m ligger et finsandlag som naar helt ned paa fjeldgrunden eller en stor sten paa 19.40 m's dyp. — Det var ugjærlig for 2 mand at vri forerøret rundt efterat 4de skjøt var paasat.

Forerørets nedre ende ligger her i finsanden, ca. 11 m under marken. Finsanden avgir endel vand. Forerøret er forsynet

med et bend som B. H. 4. Vandføringen er jevn, og vandet er klart, saltindholdet som i B. H. 4.

For at undersøke fastskorpens tykkelse i Smaabraadalens bund, blev der utført en spyleboring ret nedenfor bebyggelsen paa dalens vestside.

Sp. B. H. 6 ligger i dalbunden nedenfor Arngrim Braasgaard. Da leret var meget fast, blev der bare nedsat 2 forerør (til ca. 5 m's dyp), og siden spyltes ned til 26.44 m's dyp, da borhullet ansaaes tilstrækkelig dypt. Paa ca. 19 m's dyp blev paatruffet finsandlag, som gav endel vand.

Boringen blev her ikke ført ned til bundmorænegruset. Da leret var meget fast til det nævnte dyp, hadde dette liten interesse. Det vand som sildret over kanten av røret smakte salt.

I selve rasgropen blev der utført et par spyleboringer for at undersøke det utraste materiales underlag.

Sp. B. H. 7. — Øverst noksaa blødt ler til 2.5 m's dyp, men herunder meget fast ler. Kun en længde (ca. 3 m) blev nedsat av forerøret. Der blev spylt til et dyp av 19.50 m. Det faste ler findes til 14 m's dyp, da leravsætningen blir bløtere, samtidig med at den fører meget finsand. Boringen maatte avbrytes da materialet gled igjen i spylekanalen saasnt vi sluttet at pumpe.

Som det vil fremgaa av profilsoilerne paa kartet ligger marken her omtrent 30 m under terrasseflaten. Det maa ha været kviksand i borhullets nederste del siden spylekanalen ikke vilde staa.

Sp. B. H. 10 ligger i raset nær nr. 7. Leret blødt til 20 m under marken. Derunder fastere. Der blev spylt til et dyp av 14 m. Længer kom vi ikke ned, da spylekanalen gled igjen.

Forerørene gik tungt, men leret var ikke fastere end at spylørøret lot sig trykke ned. Den fjerde skjøt av forerøret (ca. 12 m) var den sidste, jeg lot sætte ned. Det viste sig, at det ogsaa her var et sandholdig materiale, saa det ikke lot sig gjøre at trænge stort længer ned uten forerør. Spylekanalen blev ødelagt av støtingen med spylørøret og det tok hele eftermiddagen at faa sat ned en skjøt. — Da spylørøret var trukket op steg grundvandet i forerøret over markens nivaa.

Sp. B. H. 8, ved den nedrevne husmandsplads. Temmelig blødt ler til 7 m's dyp. Fra 7 til 8 m's dyp noget fastere, men fra 8 til 9 m atter blødt. Leret er paa denne dybde blandet med smaasten og skjel. Nu er leret noksaa fast til 19 m's dyp, da det atter er merkbart bløtere. Fra dette dyp fører det ogsaa finsand. Det bløte ler holder sig til 35 m's dyp, hvorfra

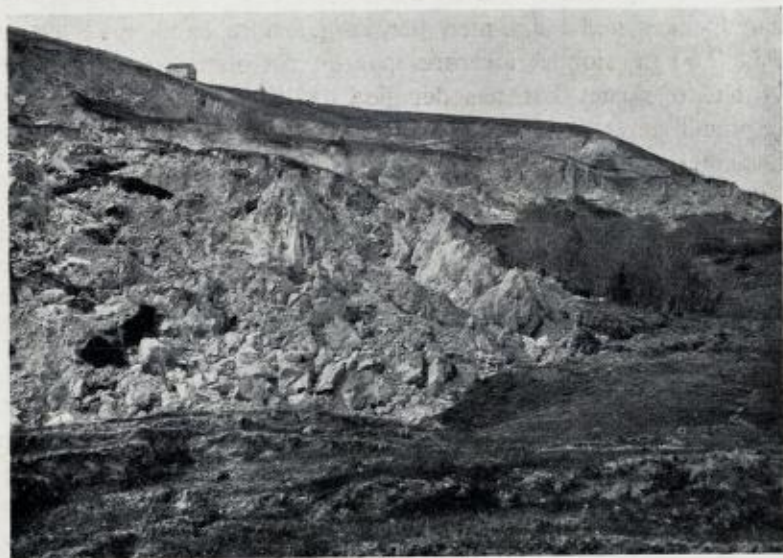


Fig. 11. De terrasseformig nedsunkne lerflak, som støtter skredkanten foran Husbypladsen. G. H. I. juni 1928.

avsætningens fasthet tiltar jævnt med dypet. Der blev spylt ned til 67.77 m's dyp da vi maatte slutte boringen av mangel paa flere rør. Leret var paa dette dyp temmelig fast.

Sp. B. H. 9 ved fjøsbygningen paa Braavolden. Her er en fastskorpe paa et par meters tykkelse, derunder meget blødt ler til 7 m's dyp. Mellem 7 og 10 m's dyp noget fastere, men fra 10 m atter blødt ler. Paa 17 m's dyp merkes noget finsand og nogen enkelte smaasten, men først paa 19 m's dyp ligger der finsand av betydning. Herfra blir leret fastere og fastere nedover. Der blev boret til 57 m's dyp, da boringen blev avbrudt ifølge ordre.

Grundvandstanden blev desværre ikke ordentlig maalt i de to sidste borhul. Der blev gjort et forsøk i borhul 9 efterat forerøret var trukket op, men dagboken indeholder herom bare: „Lervillingen stod i spylekanalen i et dyp av 9.75 m“.

Sp. B. H. 11 ligger i raset like indenfor raskanten mellem Husbypladsen og bækken. Haardt ler til 3.75 m's dyp. Fra dette dyp og ned til ca. 10 m er leret saa blødt at spylørøret kan trykkes ned i det, men betydelig fastere end i nr. 8 og 9. Paa 7.50 m stoppet forerøret paa en rot eller stok, men naar vi hadde skruet lidt paa det gled det forbi. Fra 10 m's dyp begynder leret at bli fastere med dybden. Fra ca. 25 m viser finsanden sig. Der blev boret til 34.57 m's dyp.

Her sees ogsaa spor efter et gammelt ras, saa den paatrufne stok skriver sig herfra. — Da forerøret blev trukket op strømmet der ikke saa litet grundvand frem av borhullet.

Av spyleboringen fremgaar det, at leravsætningens mægtighet er stor. Kun i de fem første borhuller har vi gjennemboret den, og hat føling med bundmorænegruset, eventuelt berggrunden, den hviler paa. Dette bundlag er ikke berørt av raset. Videre har det vist sig, at leravsætningen er temmelig ensartet bygget. Henimot bunden blir leret mere sandholdig, og her findes vandførende lag av finsand. Overalt, undtagen netop paa terrasseflatens høieste, er grundvandstrykket saa høit, at grundvandet stiger høiere end markens nivaa og rinder ut over kanten av forerørene.

Glidningen har ikke nogen steds fundet sted paa bergunderlaget eller paa bundmorænegruset, men overalt i selve den ensartede leravsætning.

Vi kjender til, at i Braadalen, som i saamange andre lerbakker landet rundt, forekommer det, at marken slaar en spræk, og langs denne synker det ene flak i forhold til det andet. Med en saadan sætning har formodentlig ogsaa dette lerbakke begyndt. Nogen gravning av bækken hører vi nemlig intet om.

Om en lerbakke raser ut eller blir liggende, beror meget paa lerets vandindhold. Et sandholdig, magert ler taaler mindre vand end et fedt ler før det raser. Likesaa taaler leret i en

brat bakke mindre vand end i en slak. Men markens hældning og lerets sandindhold er i denne henseende konstanter, som ingen forandring undergaar. Den eneste variable faktor som kan føre til ras maa søkes i lerets vandindhold. Grundvandtrykket forandrer sig, det vet vi, og en leravsætning som denne ved Braa, hvor grundvandets bevægelse i finsandlagene er meget træg, vil trues av utrasning under en periode med stigende grundvandtryk eller, hvad der blir det samme, naar vandindholdet i leret vokser. Hvis dertil grundvandets indhold av opløste salte og gasarter er variabelt, vil grundvandets variationer i desto høiere grad kunne influere paa lerets stabilitet. At bringe grundvandets forandringer i aarets løp paa det rene er derfor en betydningsfuld opgave.

Med denne min opfatning av grundvandtrykkets økning i finsandlagene som den oprindelige aarsak i lerfaldet for øie har jeg søkt at skaffe grundvandet avløp gjennem de artesiske brønde ved Braa, og muligens vil ogsaa spylekanalerne i borhullerne 6 og 11 holde sig aapne og virke som avløp. Jeg har erfaring for at der kan danne sig varige kilder fra finsandlag selv om borekanalerne ikke fores ut.

Bækken i Braadalen følger efter katastrofen raset østre kant. I den regnfulde høst førte den meget vand, og grov sterkt i det utraste ler. For at den ikke skal erodere i jordbakkene paa dalens østside vil Vassdragsvæsenet føre den ut i rasomraadet og her lede den frem i en grøft omtrent over den gamle dals midtlinje. Om den her skjærer sig ned vil det neppe kunne medføre større ulemper.

Fremkomsten over rasomraadet er besværlig. Braagaardenes havnehager er for en stor del ødelagt, og til den havn som er uskadt paa nordsiden av raset manglet ialfald en av gaardene fremkommelig vei isommer. I tidens løp vil vel kamene utjevnes og sprækkerne fyldes, saa kjøer og hester kan færdes her igjen.

Boringen har vist, at fastskorpen nedenfor Braa og Nygaarden er saapas solid, at der her neppe er fare paafærde selv om de utraste masser paany skulde komme i bevægelse. Likesaa synes grunden farefri paa de vest for Smaabraadalen liggende Braagaarde.

Grunden mellem Husbypladsen og Braavolden er ikke saa god. Men her støtter de utgledne masser rasskrænten. Jordflakene ligger som fig. 11 viser trappetrinformig over hverandre fra bækken opover mot skrænten, og saa længe disse ligger i ro, er der ikke nogen forlængelse av raset at vente til denne kant. Dertil kommer, at avstanden fra rasskrænten til Braavolden er næsten 200 m. Det er at haabe, at den steile og høie skrænt vil bidra til at terrassens indleiringer av blødt ler vil tørre betraktelig ind.

---



## Summary.

### The Land-Slides at Kokstad, Gretnes and Braa.

The marine clay deposits in the South Eastern part of Norway, in the Trondhjem districts and in certain valleys in Northern Norway are often distressed by landslides which make great damages. In historical times the largest clayslide ("lerfald") being that occurring in Værdalen by which 292.03 ha of the land slipped and 863.87 ha were flooded by water and muddy clay. 250 people populated this flooded and slipping area where 112 people perished.

During this kind of landslides, the so called clay slides ("lerfald"), soft clay is forcing out from the ground. As a rule the overlying firmer layers are quickly broken into flakes which in great speed float into the rivers or fjords on the liquid clay. They are not under obligation to any particular season of the year and may just as often occur in the middle of the winter while the ground is frozen and covered with snow as in the summer.

In this paper three clay slides are mentioned occurring in the later years. None of them being equal to the clay slide at Værdalen as to size and violation even these three being of considerable dimensions.

*The clay slide at the farm Kokstad in Gjerdrum north of Oslo took place the night of October 21, 1924. The clayey deposits are here intersected by small valleys to a depth of some 50—60 meters. In one of these valleys the slide slipped, and the squeezed, liquid clay floated downwards the valley in a length of 1 km into the river "Gjermaen" (see map p. 7). The main building on the farm "Kokstadgropa" where people had gone to bed was victim to this slide, no one of the 6 occu-*

pants perishing however. The clayey flood burried or carried away the buildings on the three farms Hellen causing great damages but only one life was lost. The catastrophe progressed violently and was over in some 5 minutes time. A young man, the perished victim, was in the middle of the road when the slide was in action disappearing without leaving any trace. Evidently he was stricken by the overturning embankments approaching so powerfully that the firm crust with trees on the clayey surface was displaced several hundreds meters upwards as well as downwards the valley.

On the reports by eye witnesses the overturning muddy clay came in three waves. Two young boys bicycling upwards the valley were the first observers of the flood. Jumping off their vehicles they saved their lives running up the slope from the valley. In the last moment all occupants of the Hellen farms hurried away from the houses only one girl sleeping in the remains of one house was carried across the Gjermaen valley. The marked rings on the map indicate the remains where the destroyed settlement were found. The highth of the clayey flood measured 8—10 meters above the bottom of the valley, the muddy stream filling up the latter in a width of 60—70 meters and covering an area of about 18 ha. The territory displaced by slipping totaled about 4 ha. Fig. 2 is showing the clay stream in the brook valley two days after the disaster and fig. 3 is showing the ridge of the displaced territory. In the uppermost edge of the slide a vertical precipice is seen having a highth of 3—4 meters firm clay, under this a 20 meters high slope of plastic clay partly covered with slided clay lumps.

The deepest lying clay, sample 3 in the table page 11 contain so much dusty sand and water that when shaken become liquid and is considered the cause of the catastrophe,

*The clay slide at Gretnes in Borge* took place April 17 and 18, 1925.

The slide occurred in several repetitions commencing friday April 17 at 11 o'clock a. m. Through an opening 35 meters wide the fluid clay was flowing out from the sliding territory into the Gretnesbrook valley and further downwards into the

river Glommen. Later on Friday afternoon a large circus-shaped cavity was completed inside the narrow outlet „gate“, the ridges of the slide being about 10 meters high. Then the slide ceased until towards evening when a new slide gained ground in the gentle sloping field. The soft clay was flowing into the brook „Gretnesbækken“ through the recently formed cavity after which the clay slide seemed to be over. The ridge of the slide remained with a vertical precipice some 50—60 meters away from the houses on the farm and everything appeared quiet until about 7 o'clock p. m. Saturday evening, when a third slide slipped. As the map shows also this slide escaped through a narrow „gate“. It was considerably smaller and not so deep as were the two first slides. The slided masses to a large extent were deposited into the river Glommen causing fear that the water way might be blocked. It appeared, however, that the first flood into the river carried along the mud and depositing it into deep water further down.

The territory displaced by slipping totals 32 ha. The dangerous soft clay of the Gretnes slide rested directly under the surface. As will be seen from the mechanical composition, sample p. 20 it appears that the clay at Gretnes until a depth of 2—3 meters contain 40% silt while in the depth of 6—10 meters being of a much finer structure and containing only 29% silt. The clay rich of sand being waterdrunk and liquid has caused the slide while the underlying finer clay, has formed the plane for the slipping.

*The Clay slide at Braa in Bynesset* about 20 km west of Trondhjem is situated in a vicinity previously victim to severe land slides. During the spring of 1928 the slide took place in several repetitions. This landslide differ from the previous slides in the same area thereby that at this time no visible mud-flow was forcing out from the ground. Quite contrary the slided ground now seems to have consisted of comparatively firm clay. As the photograph p. 29 shows the slided masses consist of huge blocks of firm clay.

The first slide commenced April 24 at 12 noon. It slipped in two periods with a few hours interval and the displaced area totals 6—7 ha.

The second and larger slide slipped May 1 at 4,30 p. m. and lasted for one hour and a half. The falling flakes crushed into pieces before slowly spreading their way downwards and over the valley.

The third and last slide of smaller dimensions took place May 16 at 3 o'clock in the morning.

The second slide was closely watched by some labours repairing the road after the first slide. One of them reports of a terrific roaring sound and was quickly running up to a hillside to see what was happening when noticing a "smoke" apparently being a dust cloud from the precipice of the slip further up in the valley. Shortly afterwards the telephone poles 20 meters within the precipice, were swaying and sinking, the wires broke, yet the old precipice of the slide remaining quiet however. He therefore thought the slide was turning west to an other valley, as he finally also observed that the the ridge sank, and that a monstreous flake was slipping and crushing into the old slide.

Quite reasonably people in the neighbourhood nourished fright for loosing their homes, therefore the task was left with the writer to carry out the necessary investigations in order to determine any danger for future slidings.

From my borings it appears that the clay deposits contain aquiferous strata. The underground water being under high Artesian pressure contains a large quantity of salts, 22 gram to a liter, chiefly sodium chloride.

The boring was partly carried out like swill borings the bore channels being supported by aqueduct pipes 1½ inch wide. The underground water rose at several places 5—6 meters above the surface of the ground. Two Artesian wells were established of which the richest in water delivered 9 liters to the minute. After being active for three weeks the well had cleared considerably. Then suddenly the pipes delivered plastic lumps of soft clay like sausages from a funnel. During this the waterflow was spasmodic, off and on spouting very powerfully, off and on trickling from the pipe, resulting in the pipe being clogged up by the clay.

The thickness of the clayey strata at the upper end of the slide is very great. Compare the map p. 27. Boring was carried out at the depth of 67 meters without reaching rock ground, the clay at this place being very soft.

According to the writers opinion the cause of the clay slide must be sought in the variations of the water contents of the clay. The hydrostatic measurements of the underground water in our clay deposits show that they differ with the seasons and are assigned to wet days.

Assuming that the rising hydrostatic pressure is the genetic cause of the clay slide the writer has tried to stabilise the clay deposits by providing outlets for the underground water through Artesian wells established at the very lowest part of the slide.

---