Norges Geologiske Undersøkelse

Nr. 166

LERFALL OG RAS I ÅRENE 1933–1939

AV

GUNNAR HOLMSEN

MED SUMMARY OG 14 TEKSTFIGURER

OSLO 1946

I KOMMISJON HOS H. ASCHEHOUG & CO

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE NR. 166

LERFALL OG RAS I ÅRENE 1933–1939

AV

GUNNAR HOLMSEN

MED SUMMARY OG 14 TEKSTFIGURER

OSLO 1946

I KOMMISJON HOS H. ASCHEHOUG & CO.

A. W. BRØGGERS BOKTRYKKERI A/S

Innhold.

Side

Forord 5
1. Ras i Mikvoldmelen, Værdalsøren 6
2. Ras ved Jonsrud på Feiringveien 10
3. Ras i Nydalen 12
4. Lerfall på eiendommen Solbakken i Sandar 14
5. Lerfall ved Songevatn 16
6. Lerras langs Mærradalsbekken utenfor Ullernchausséen 19
7. Glidning ved Arnebråtveien nr. 30 20
8. Lerfall på Fallaksøy, Nedre Eiker 21
9. Lerfall ved Ness i Harran 22
10. Utglidning av jernbanefylling ved Kolbotn stasjon 26
11. Lerras på gården Ila i Lier 27
12. Lerfall ved Roel, Innerøy 29
13. Lerfall ved Kleivbogen, Botne 30
Glidning og ras av jernbanefyllinger 16—19 april 1937 32
Summary 36

Forord.

Denne avhandling inneholder beskrivelser av de lerfall og lerras i årene 1933—1939 som jeg har hatt anledning til å sette meg inn i av selvsyn. Dessuten er på grunnlag av avismeddelelser tatt med en kort beretning om den merkelig store mengde utrasinger som rammet jernbanefyllinger i løpet av noen få dager midt i april måned 1937.

For å utbedre den skade rasene fører med seg, og for å finne utvei til å hindre fortsatt skade, utføres der mer eller mindre av grunnundersøkelser. Resultatet av disse, så vel som de tekniske foranstaltninger som de har ført til, er av plasshensyn her bare kort omtalt. Som i de tidligere utgitte beskrivelser over lerfall er vekten i denne lagt på opplysninger av betydning for forståelsen av lerfallenes art og årsak. Mens årsaken ikke alltid kan bringes på det rene, synes erfaring å vise at lerfallets omfang og den voldsomhet hvormed det forløper sterkt avhenger av lerets egenskaper. Et magert ler („kvikkler") gir opprinnelse til større omfang og voldsomhet av lerfall enn et fett ler. Lerets art er kanskje mere avgjørende på dette område enn topografien kan sies å være.

1. Ras i Mikvoldmelen, Værdalsøren.

Mikvoldmelen ligger ved Værdalselvens utløp i fjorden, på elvens høyre bredd. Den høye og bratte elvemel strekker seg nordover til Ysseelvens utløp, og har i tidens løp vært utsatt for store elvebrudd, til dels også for lerfall. Elvens utgraving i melfoten er av gammel datum, men påståes å ha tiltatt efter ombyggingen av veibroen over Verdalselven først i 20-årene, hvorved det østre elveløp ble gjenfylt og elveprofilet betydelig innsnevret. En større utglidning fant sted i slutten av mai 1925. En annen høsten 1931. Det neste år, 1932, forekom flere store utrasninger. Således i mars måned da en strekning på 30 m's lengde gle ut med anslagsvis 4000 à 5000 m^3 masse. Litt senere gle der straks nord for dette rassted ut 6000 à 7000 m^3, og i slutten av mai samme år raste melskråningen ut på en lengde av 70 m, hvorved den utgledne masse ansloes til å utgjøre 10 000 m^3. Ved påsketider 1935 fant atter ras sted, og senere i 1938 flere ras, nemlig et i april måned, et i juni og et i oktober. Elven eter seg ustanselig innover. Jernbanelinjen ligger inne på flaten henimot 200 m fra melkanten, og er således foreløbig ikke truet, da sjelden mer enn 4 à 5 m av melkanten brytes ned med hvert ras.

Foruten disse elvebruddene som opptrer i melens sydlige del, har det imidlertid nordligst ved Ysseelvens utløp gjentagne ganger forekommet betydelige lerfall, som medfører et usikkerhetsmoment når rasenes skadevirkning skal vurderes på forhånd. For vel 50 år siden var elvemelen syd for Ysseelven like høy som den nu er lenger oppover elven ɔ: over 20 m høy. En odde som kalles Asphaugen gle da ut i elven. Lerfallet strakte seg inn 60 à 80 m fra bredden, og dets bredde var ennu større. Ca. 10 år senere gikk et nytt fall syd for det sted Asphaugen hadde ligget, og strakte seg 40 m inn fra bredden, og langt oppover elven.

Ved utløpet av Ysseelven står blåler på begge sider. Syd for utløpet kan det sees til 3 m's høyde over elven, i hvilket nivå det dekkes av gamle skredmasser.

Efter lerfallet på Stiklestad 1893 ble der iverksatt endel dypboringer bl. a. i Verdalen. To av borehullene ble utført i nærheten av Ysseelvens utløp. Borhull XXXVI[1] er beliggende vest for Ysseelven, 10 m syd for ladebygningen på Nordberghaugen. Her fantes øverst 5 m grus, hårdt ler og sand, men derunder et 29 m tykt lag bløtler, så bløtt at boret sank av sin egen tyngde. Så kom 9 m sandblandet, fast ler, og på fjelloverflaten 2 m grov sand, i alt et 45 m tykt dekke av løse avleiringer over fjellgrunnen. Det annet borhull, boringens nr. XXXII, ligger like ved hovedveien mellem Ysseelven og Nestvold. Her er dybden til fjellgrunnen 88,6 m med bløtler fra et par meters høyde over elvenivået til 40 m's dyp under denne.

På oppfordring av Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen foretok jeg høsten 1933 en grunnundersøkelse av Mikvoldmelen.

Materialet i melen er fin sand, som oventil sees å ligge i tilnærmelsesvis vannrette lag. Aller øverst sees her og der noen tynne gruslag og noe grov sand, men stener forekommer ikke noe sted. Når sanden blir tørr raser den ned og skjuler de underliggende lag. Nær elvebruddets sydlige ende så vel som nordligst ved Ysseelvens utløp er ler blottet i vannkanten, ellers kan ler finnes ved boring gjennem den nedraste sand i melens nederste del. Mellem leret og sandavsetningen ligger der en overgangsformasjon av skiveler bestående av tynne finsandlag i veksel med tynne lerlag. Øverst i denne overgangsformasjon som tilsammenlagt er flere meter, er sandlagene tykkere enn lerlagene, men nedad blir sandlagene de tynneste samtidig som de utgjøres av finere sandkorn. Sandlagenes tykkelse varierer mellem noen få millimeter opp til 30 centimeter. På grensen mellem sandavsetningen og skiveleret kommer der frem en del grunnvann.

Prøver av leret viser at det er fast med H_3-verdier mellem 114 og 253.

---

[1] N. G. U. nr. 27.

Norges Statsbaner har også utført en grunnundersøkelse. Langs en linje tvers på melen der hvor avstanden til jernbanelinjen er kortest ble der tatt opp en rekke prøver. Ifølge jernbanegeologens rapport av 12 nov. 1935 er der nederst særdeles fast ler, hvorover følger et ca. 7 m tykt lag av finsandig ler, middels til meget fast. Dette lag overleires av fin sand, som mot dypet har et litet lerinnhold. Lagene heller svakt utover mot elven. Bløtt ler eller kvikkler ble ikke funnet.

Den omstendighet at leroverflaten ligger i større høyde over vannspeilet i melens nordligste del enn sydligst gir forklaring på hvorfor erosjonen foregår på forskjellig måte i bruddets øvre del og i dets nedre nær Ysseelven.

Når elvestrømmen og bølgeslaget en stund har tæret på melfoten, blir melen så bratt at en masseforskyvning foregår i undergrunnen. I melens midtre og sydlige del foregår masseforskyvningen på det vis at et stort lerflak løsner i sammenheng efter en sprekk som går fra elvekanten i en bue til midt opp i melen, hvor den et kortere eller lengere stykke følger breddens retning før den atter svinger ned mot elvekanten. Efter at lerflaket ved sprekkedannelsen er løsrevet synker det inn oppe i melen og hever seg noe ytterst ved vannkanten, så hele det gledne flak efter stabiliseringen danner en terrasseformig avsats. Sprekken hvorefter nedglidningen finner sted står steilt, men ikke loddrett. I den avslitte jordvegg i melen fremkommer derved steile, meterhøye avsatser, som innen de dekkes av nedrast sand viser materialets art.

I fast ler drar en sådan stabilisering ikke lerfall efter seg. Men hvis bevegelsen når ned til mykt ler, og særlig hvor dette er kvikkler, vil bevegelsen kunne fremkalle en såvidt stor nedsettelse av fastheten at et lerfall vil fremkomme. Jeg holder det for sannsynlig at mange av de lerfall hvor ytre årsak til katastrofen ikke har vært å finne, innledes ved setninger av flak i tørrskorpen som de jeg har iakttatt i Mikvoldmelen og andre steds.[1]

Flakets glidning foregår rykkvis. Under min undersøkelse av Mikvoldmelen 1933 gjorde jeg den iakttagelse at et overmåte

---

[1] N. G. U. nr. 132, s. 28 og 38.

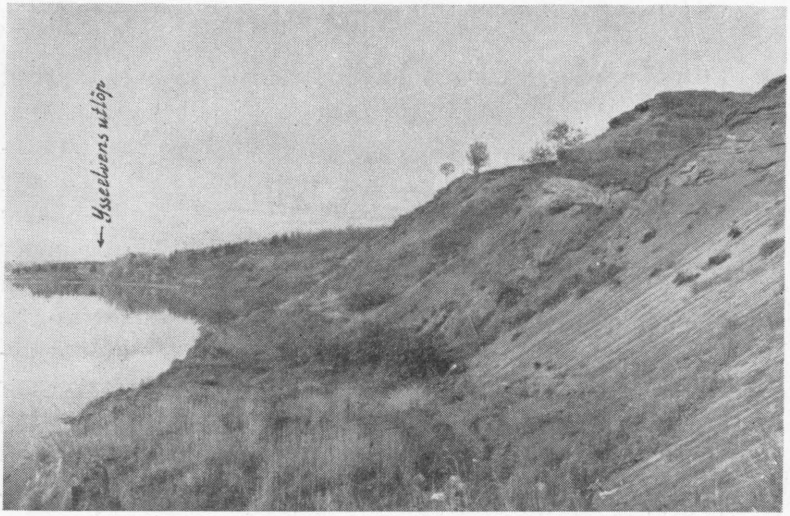


Fig. 1. Mikvoldmelen. Nedglidd lerflak i ny likevektstilling.
G. H. fot. 10 okt. 1933.

stort lerflak fra formiddagen 9 okt. til neste dags formiddag hadde sunket efter et gammelt glideplan. Der hadde innunder den avslitte, gjenstående jordvegg åpnet seg en smal men dyp sprekk, som jeg kunne følge i ca. 40 m's lengde. Det løsrevne flak var i døgnets løp sunket 2 à 3 cm i forhold til den gjenstående lervegg. Flaket var ca. 45 m langt i elvens retning, og dets øverste del lå oppe i melen ca 18 m fra elvebredden.

Hvor leret i Mikvoldmelen ligger relativt lavt foregår elvebruddets utvikling på den måte at det ene flak efter det annet glir ned i vannkanten, hvor så bølgeslaget tærer på det, og strømmen fører materialet vekk. Det myke, farlige ler ligger her så dypt at der ikke bryter frem noen bløt masse som trekker lerfall efter seg, men nedover mot Ysseelvens utløp hvor leroverflaten ligger høyere når flakenes glidning øyensynlig ned til et mykere ler, idet her gjentatte ganger har fremkommet voldsomme utglidninger i form av lerfall.

2. Ras ved Jonsrud på Feiringveien.

Langs Skreibergene ved Mjøsa i nærheten av plassen Jonsrud ligger veien fra Feiring til østre Toten i en bratt bakke, ca. 30 m over sjøen. Bakken er skogkledt. Høsten 1935 merket veivokteren sprekker i veibanen, og om aftenen 23 sept. ble der iakttatt en synkning av 10 cm langs en sprekk som gikk tvers over veien. I de følgende dager øket synkningen, og under mitt besøk på stedet 28 s. m. var veien sunket 50—60 cm i en lengde av 50 m. Det viste seg at et stort flak av fast tørrskorpe var i glidning nedover den bratte lien. Flaket var oventil avgrenset av en loddrettstående sprekk. En provisorisk vei var bygget i jordbakken innenfor raset, idet der var lagt et bordgulv over nedrammete peler. Ovenfor raset er bakken først litt flatere, så stiger den atter like steilt som nedenfor veien.

I bakken mellem veien og vannkanten sees små groper efter eldre glidninger. Det flak som nu var i bevegelse slo sprekker. Et steds kunne der ved hjelp av en avreven trerot konstateres en forskyvning på vel 1 m mellem den glidende masse og den som lå fast.

I skjæringen på den provisoriske veis innside står et fast, nedentil uforvitret, grusholdig ler av gråblå farve. I dette ble slått ned borstål til 6 m's dyp uten at noen fasthetsforandring derved kunne merkes i de gjennemborete lag.

Nede i strandkanten ble der oppresset en større vold. Stranden under høivannstanden består av grus og større og mindre blokker. Ved å velte blokker til side og grave med en spade i gruset lot det seg konstatere at blokkdekket er ganske tynt, og det viste seg at allerede i et par spadblads dybde ligger et plastisk, grusholdig ler. Mot sjøen er vollen begrenset av en steil kant, ca. 30 cm høy. Oppressningen tyder på at det grusholdige ler er plastisk. En prøvegrop ble gravet nedenfor veien til vel 7 m's dyp. Den viste et ensartet, grusholdig ler helt til bunnen.

Årsaken til glidningen kunne ikke konstateres. På rasstedet var der ikke påført grunnen noen nevneverdig belastning i de senere år. Heller ikke fantes der noe vannførende lag hvorefter glidning har begynt. Tyngden av den ovenfor raset liggende



Fig. 2. Raset ved Jonsrud med provisorisk vei, sett fra syd.
G. H. fot. 28 sept. 1935.

bratte bakke trykker på underlagets plastiske masse. Men å lette trykket ved å fjerne en tilstrekkelig del av denne ville bli forbunnet med betydelige omkostninger. Reparasjonen av veien skulle derfor utsettes en tid hvorunder synkningen av veibanen skulle observeres ved nivellement fra et fastpunkt i berg ved veien syd for raset.

De nivellementer som ble foretatt i de kommende uker viste ingen forandring i den gamle veibanes høydebeliggenhet, dette til tross for rikelig regn utover høsten. Nedbøren synes derfor ikke å ha hatt noen innflytelse på konsistensen av det jordlag i undergrunnen hvis bæreevne sviktet. På forespørsel fra Veidirektøren i skrivelse av 19 nov. uttalte jeg derfor at da markens glidning nedenfor veien var kommet til ro, antok jeg at grunnen hadde stabilisert seg såpass at det gikk an å bygge en foreløpig fremkomst over raset.

Efter dette ble veien gjennem raset utbedret på det vis at halve veibredden ble lagt på den urørte grunn ovenfor raset, hvor der var nedrammet en rekke peler, og veibanens annen halvdel hvilte på en 1 1/2 m høy fylling. Den påfylte halvdel sank på ny 11 jan. 1936 nettopp som en tung lastebil befant

seg på veien gjennem raset. Der dannet seg efter den gamle sprekk en steil bruddkant på 3/4 m's høyde, likesom litt av den tidligere urørte grunn ovenfor raset ble revet med. Pelene ble trykket noe utover så de sto på skrå, og nedenfor veien oppsto dype revner i jorden til begge sider av det tidligere gledne parti. Mellem revnene hadde de løsrevne jordflak glidd og vridd seg. Mens trærne under mitt første besøk på stedet sist i september sto med stammene loddrett var der 15 januar flere skråttstillede trær å se.

Utbedringsarbeide med veien ble satt i gang sommeren 1936. Veien ble lagt i en skjæring inn i bakken ovenfor raset. Herved ble trykket på den glidende jordmasse lettet, og glidningen opphørte.

3. Ras i Nydalen.

12 des. 1934 gikk der ved 13-tiden om eftermiddagen et skred fra kanten av Maridalsveien nedover mot inntaksdammen for Nydalen Compagnies fabrikker. I skredbanen lå et beboelseshus, Dalstuen, som ble tatt av skredet hvorved den 14-årige Erling Hansen omkom.

Maridalsveien ligger ovenfor Nydalskompaniets fabrikker delvis i skjæring langs Grefsenmorenens skråning ned mot Akerselven. Veien var efter nutidens krav trang, og på grunn av dens svinger var utsynet fremover for kort for biltrafikken. Det pågikk derfor arbeide med å rette ut svingene og å gjøre veien bredere. På det sted skredet gikk var der i løpet av sommeren og høsten lagt opp en fylling over en liten dalformig forsenkning. Materialet i den var tatt fra en skjæring langs veien straks nedenfor, og besto av en lerholdig, rødlig sand. Fyllingen gikk horisontalt ca. 7 m utenfor veikanten, og da bakken nedenfor er bratt lå dens fot ca. 34 m fra veien. Målt langs veien var den ca. 50 m lang. Dens fot var støttet av en liten treforbygning, gravet ned i bakken. Under gravingen hadde materialet vist seg tørt og fast til det dyp, henimot 1 m, hvortil der ble gravet. Fyllingen lå direkte på den naturlige grunn bevokset med busker og kratt, som ikke ble fjernet før fyllingen ble lagt opp, og da raset gikk hadde den ligget urørt i ca. 2 mndr.

Raset ble iakttatt av flere øyenvitner.

Vognmann Horgen befant seg med hest og kjerre på veien ovenfor raset da han så at jorden slo sprekk langs den ytre veikant og fyllingen sank. Lenger nede ved fyllingens fot hevet der seg en vold så høy at Horgen fra sitt standpunkt ikke lenger kunne se stuen nede ved dammen. Derpå skred hele massen nedover og rev med seg trærne som sto mellem fyllingens fot og huset. Alt gikk på en gang og der kom intet efterras. Det hele sto på mindre enn ett minutt, mente han.

Formann Dahl sto på elvens østside og så raset komme. Trærne veltet med toppen nedover bakken. Toppene ordnet seg til begge sider av raset og åpnet utsikten for ham til hele bakken ovenfor. Han mente at raset sto på i 1/2 minutt.

Einar Tømte og en arbeidskamerat holdt på med noe arbeide ca. 10 m fra stueveggen. Disse to unge gutter sto der hvor raset senere kom. De hørte braket idet treforbygningen for fyllmassen brast. De løp nedover langs elven, og sto ca. 20 m fra raset da massen reiste forbi. De merket intet efterras, og hørte heller ikke noen braking efterpå.

Hele den midtre del av fyllingen med det øverste lag av den naturlige grunn gle ut, og massen stanset ikke før i Nydals-kompaniets inntaksdam. Den efterlot seg en dyp skredfure nedover bakken. Langs veien sto igjen en loddrett skrent av flere meters høyde. Der kom særlig de første dager efter katastrofen meget vann ut fra denne skrent. På grunn av det vedvarende regn i dagene efter raset ble der i rasgropen liggende et dekke av slam, som på sine steder kunne være oppstuvet til 1 à 1 1/2 m's dybde.

En undersøkelse av grunnen langs skredbanen ble senere foretatt. Under slamslaget viste bunnen seg tørr og fast og med stor bæreevne. Den viste seg å bestå av lerholdig morenegrus. Jordbakkens indre er bygget av tilnærmelsesvis horisontalt liggende lag avsatt under vann som i de andre morener i Oslo-trakten. Sandholdige og grusholdige lag veksler, men begge slags inneholder så meget ler at de er lite gjennemtrengelige for vann, og de er faste og tørre. Langs overflaten av den bratte bakken ligger imidlertid et forvitret jordsmonn som er oppstått av nedglidd materiale, en talusdannelse hvor sand og

ler er blandet sammen. Denne massen kan ha et par meters tykkelse, og den kan bløtes opp hvorved dens sammenhengskraft blir sterkt nedsatt. I skredbanen gle denne massen ut sammen med fyllingen. Det er mulig at det var oppbløting av overflatelaget som fremkalte utrasingen av fyllingen. Efter den usedvanlig store nedbør høsten 1934 var så vel dette lag som fyllmassen vannmettet. Selve fyllmassen hadde også en upålitelig konsistens, og det må antas at fyllingen ikke var stabil efter å ha tatt til seg en masse nedbørvann.

Skaden ble utbedret ved at den utraste fylling erstattedes av en stenfylling, som ligger på det faste morenegrus, idet taluslaget ble fjernet.

4. Lerfall på eiendommen Solbakken i Sandar.

Eiendommen Solbakken ligger 1 km nordvest for Sandefjord. Bruket er fraskilt Bugården, hvis navn med gårdtegn er avsatt på rektangelkartet. Efter oppfordring av herredsagronom Røer reiste jeg til rasstedet 15 mai 1935 for å ta det i øyesyn.

Lerfallet har gått i en ganske bratt og dyp bekkedal som munner ut i Mobekkens dal. Gårdens bebyggelse ligger på en slette vest for Mobekken, delvis på fjell og delvis på ler. Fra husene strekker seg et flatt jorde henimot bekkedalens nedskjæring. Selve skråningen hvori raset gikk har i sin tid vært dyrket, men var senere tilgrodd med trær og busker. Nu var trærne hugget og området beplantet med bærbusker.

Der foreligger et kotekart med 1 m's ekvidistanse i målestokken 1 : 1000 over området. Ifølge kotene ligger flaten mellem bebyggelsen og bekkedalens rand 40 m. o. h. Bekken nedenfor rasstedet ligger 27 m. o. h. og raskanten på kote 39, så bekken er skåret 12 m ned i terrassen. Avstand fra bekken til høyeste raskant er 27 m.

Eieren av Solbakken, herredsgartner Liabøtrø, fortalte at først gikk der et ras i bakkeskråningen ned mot bekken omkring midten av desember det foregående år. Raskanten nådde da så vidt inn på jordet. Arealet av det område som var berørt av raset var ca. 1 mål stort. Grunnen var nu i ro til påske, da der kom en ny like stor utrasning som skjøv den tidligere

utgledne masse lenger nedover bekkedalen og over mot den motsatte dalside. Raskanten gikk efter dette i en bue innenfor bakkekanten og inn på det flate jorde. Avstanden fra raskanten til låvebygningen var vel 50 m, og rasets bredde ca. 30 m. I rasgropen var massen sunket inn, og nede ved bekken var den hevet. Det gamle bekkeleie lå nu på det tørre og var forskjøvet mot rasets motstående dalside. Dette tyder på at der er bløtt ler i undergrunnen til tross for at det materiale som sees i rasgropen er tørt.



Fig. 3. Bruddrand og øverste delen av lerfallet ved Solbakken. Nils Røer fot. 1935.

I rasveggen viste profilet øverst et par meter tykt lag rødlig, fin sand, hvorunder grått ler som nedad gradvis blir blått og plastisk. I rasgropen så vel som i den fremskjøvne masse ligger store blokker av fast ler, og der sees intet tegn til at bløtt ler har vært frempresset.

Hevningen i dalbunnen hadde i forbindelse med den nedgledne masse demt opp bekken, så der sto en vanndam av 2—3 m's dybde ovenfor raset. Avløpet fra denne tok vei i kanten av raset langs den motsatte dalskråning hvor vannet var i ferd med å grave seg ned et nytt leie.

Noe bløtt lerlag i undergrunnen lot seg ikke påvise med det medbragte skovlbor, men det kan allikevel ikke råde tvil om at der ligger mykt ler i undergrunnen. Når lerfallets omfang ikke er blitt større er det sannsynlig at bløtleret ligger dypt, kanskje i nivå med dalbunnen eller enda dypere. Der kjennes flere eksempler på lerfall av lignende art som dette, hvor omrotet kvikkler i form av lersupppe ikke er kommet til syne.

Resultatet av mine iakttagelser på stedet var den slutning at hvis massene fikk ligge i ro ville utrasningen ikke fortsette.

Langs den bratte skråning øverst i rasgropen ville der finne sted noen utglidning, men de masser som herunder ble forskjøvet ville neppe være så tunge at de ville fremkalle bevegelser i undergrunnen. Den i dalbunnen oppressete masse utgjør en motvekt mot fortsatt nedsynkning og utglidning i rasgropen, og den må derfor foreløbig skjermes mot at bekken fører den med seg. Bekkens løp forbi raset må reguleres så graving i den raset motstående side forhindres.

5. Lerfall ved Songevatn.

Ved 11-tiden onsdag 14 aug. 1935 gle den sørlandske hovedvei ut i Songevatnet i Holt, ca. 11 km fra Tvedestrand. Veien raste ut i en lengde av 50—60 m og stranden langs vatnet i betydelig større lengde, så at der i alt gle ut et areal på henved 5 mål. Raset tok med seg ledningsmastene for elektrisitet og telefon. Der hvor raset gikk stakk der ut en 35 m lang brygge i vatnet, og her var en meget benyttet badeplass. Heldigvis var der ingen badende på stranden i det øyeblikk raset gikk. Men på bryggen var de 15-årige tvillingbrødre Per og Kjell Nilsen beskjeftiget med å sage ved. Kjell kom seg i land, mens Per fulgte med i raset og omkom.

Torolf Taraldsen var bestyrer av Songe Forbruksforening, som hadde lokaler 60—70 m fra ulykkesstedet. Taraldsen sto ute på trappen og ble øyenvitne til det som foregikk. Han så at stranden forsvant i dypet foran huset, og et øyeblikk efter styrtet veien med et voldsomt brak i fjorden. Veien lå 3—4 m over vannflaten og raset frembragte en stor flodbølge på 3 m som skyllet over fjorden.

Bare 10—15 m ovenfor stedet hvor raset gikk lå 2 villaer som i største hast måtte rømmes. Raskanten var høy og steil og innenfor denne slo marken sprekker, og der raste efterhvert ut store klumper. Der hvor riksveien hadde ligget gikk vanndybden opp til 10 m.

Docent FRIDTJOF ISACHSEN gjorde følgende notater på stedet 15 aug.:

„Raskantens største høyde er 3 m. Øverst er et sandlag som overleirer et torvlag av 30 cm i tykkelse. Derunder ligger

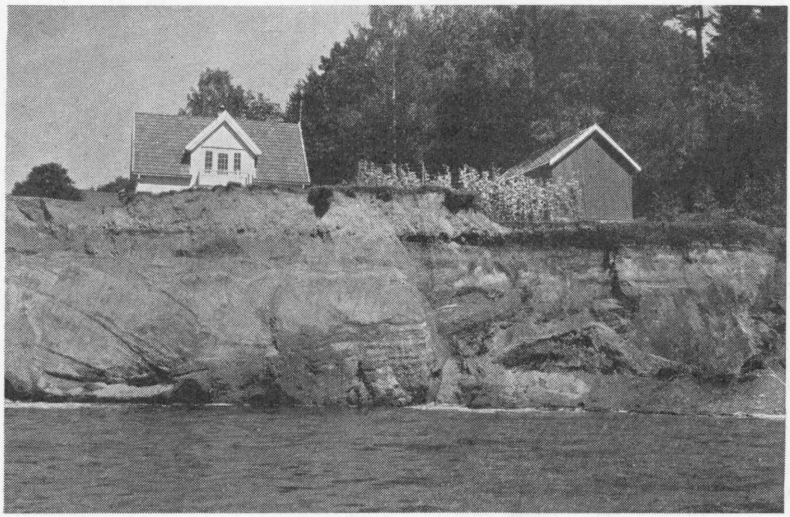


Fig. 4. Bruddranden ved Songevatn. Diskordans mellem mørke lag med planterester som ligger flatt og skråttstilte sandlag.
Fr. Isachsen fot. 15 aug. 1933.

mørke sandlag, som nedentil går over i lerlag. Det øverste sandlag ligger med strømskikting diskordant over torven, og er ført ut over denne, sannsynligvis av Songebekken under en høyere vannstand i vatnet som nu ligger i havets nivå og har brakkvann. Torven er løvtretorv som består av røtter, kvister, trestykker, blader av løvtrær, bark og nøtter av ek og hassel i mengde."

På initiativ av Aust-Agder fylkes veivesen ble der efter raskatastrofen foretatt en geologisk undersøkelse med prøvetaking. Geolog Rosenlund i Norges Statsbaner fikk i oppdrag å komme med forslag til veiens omlegning. Av Rosenlunds rapport skal her anføres:

„Efter de undersøkelser som senere er foretatt er der ikke tvil om at katastrofen er et veritabelt lerfall. Det må ha vært meget stort men det meste av lerfallområdet ligger under Songevannets nivå. Efter den forklaring som er gitt av bestyreren av Songe forbruksforening, Torolf Taraldsen, som var øyenvidne til ulykken ser det ut som om raset har gått i to repriser med et ganske kort tidsmellemrum. Og dette kan da forklare, at

det lykkedes den ene av de to brødre, som opholdt sig på den utgledne brygge, å redde sig iland.

Om årsaken til raset kan jeg ikke uttale mig, da jeg hverken har hatt tid eller anledning til å innhente oplysninger eller foreta nærmere undersøkelser med dette for øie.

Undertegnede ble tilkalt i anledning spørsmålet om reparasjon av hovedveien og besøkte rasstedet den 24 august. Det fantes å være absolutt nødvendig å få nærmere kjennskap til grunnforholdene og særlig viktig var det å få optatt og undersøkt „uomrørte" prøver av grunnen. Der opsattes en boringsplan og efter denne utførtes grunnundersøkelsen av ingeniør Haukelid, Oslo. Resultatet av undersøkelsen foreligger optegnet av ingeniør Haukelid på 2 blade tegninger.

I den bukt som er dannet efter raset utenfor den utraste del av veien er der en forsenkning i fjellet, som tydelig sees av profilene. Bunnen av forsenkningen går i retning mot nord-syd med fall utover mot Songevannet. Av profilene fremgår det, at der i fjellforsenkningens bunn ligger et sandlag, som også strekker sig opover fjellskråningen mot det utraste veiparti. Over sandlaget er avsatt lere og hvor sandlaget mangler ligger leren direkte på fjellet. På det utraste landområde har leren antagelig overalt vært overdekket av sand og delvis grus. Lere var ihvertfall ikke synlig noen steder langs rasets kanter. Grensen mellem leren og det overliggende sandlag er merket med en streket linje på et par av profilene. Sanden inneholder tildels meget organisk substans særlig nær grensen mot leren og på grunn herav kan farven bli nesten sort. Tynne torvlag forekommer også.

Stabilitetsmessig sett er leren av størst betydning og skal derfor omtales nærmere. På de øverste 2 à 3 m umiddelbart under det øvre sandlag har leren et mindre innhold av organisk substans vekslende fra ca. 1/2 til ca. 2 % (beregnet som vekstprosent av tørrsubstans). På grunnlag av de undersøkte prøver kan leren betegnes som noe under middels fast og de aller fleste av lerprøvene må betegnes som kvikklere, tildels som utpreget kvikklere. Hermed forståes da en lere som har meget lav fasthet i „omrørt" tilstand i forhold til den naturlige („uomrørte") fasthet. Man må imidlertid ikke, som så ofte er tilfellet, gå ut fra, at en

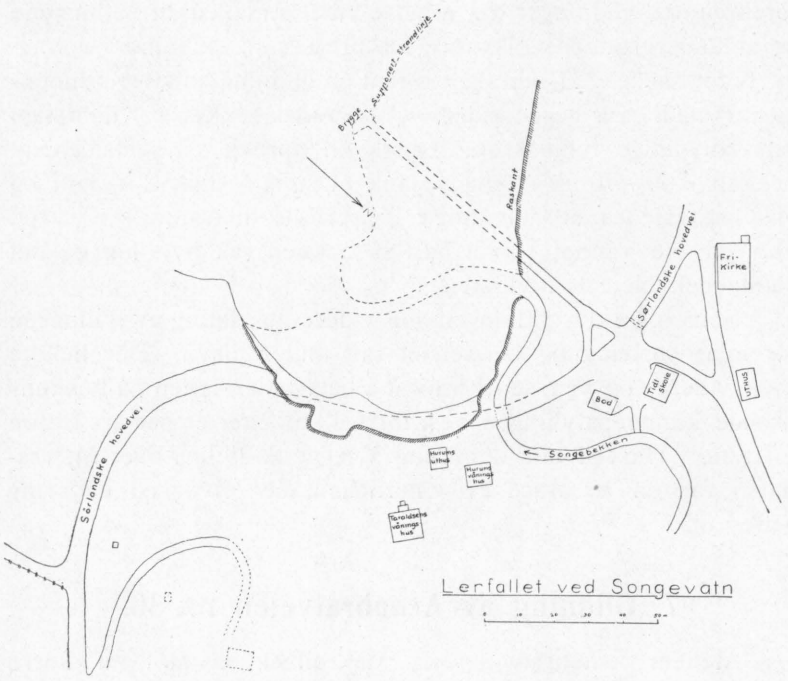


Fig. 5.

kvikklere nødvendigvis må være en dårlig (løs) lere. Kvikklere i naturlig lagring kan veksle fra fast til løs på tilsvarende måte som en hvilkensomhelst normal lere. Men et ras i kvikklere vil alltid bli mer katastrofalt enn et ras i vanlig lere på grunn av den flytende tilstand leren kommer i under lermassenes bevegelse."

Det berettes at vannstanden i Songevatnet skulde ha vært usedvanlig lav før raset gikk.

6. Lerras langs Mærradalsbekken nedenfor Ullernchausséen.

Som Akerskartet i målestokk 1 : 4000 viser er leravsetningen på vestsiden av Mærradalsbekken gjennemfuret av et par små bekker. Disses dypt nedskårne daler hadde i flere år vært gjenstand for utfylling, hvorunder der gjentatte ganger var

forekommet glidninger og mindre ras. Årsaken til setningene er at undergrunnens plastiske ler presses til side under vekten av fyllmassene. 31 mars 1936 fant en glidning av større dimensjoner sted. På begge sider av Mærradalsbekken var da oplagt rett betydelige fyllmasser. Langs en sprekk på vestsiden av bekken i 60—70 m's lengde sank et stort lerflak 2 à 3 m og vre seg således at dalbunnen ble presset tilsvarende i været. Herved ble vannet stuvet opp så bekken tok nytt løp og det gamle bekkeleie lå stykkevis tørt.

Som følge av glidningen ble videre belastning av fyllingene foreløbig forbudt, og bekkeleiet satt under tilsyn. Der hendte intet videre, og ved senere først å belaste lersletten på bekkens østside kunne påfyllingen vest for bekken efter et par års forløp fortsette. Herved blir det mulig å legge en fylling over Mærradalen for en ny tracé av Ullernchausséen hvorved en sving rettes ut.

7. Glidning av Arnebråtveien nr. 30.

Mellem Arnebråtveien og Makrellbekken fant en større utglidning sted om aftenen 29 mai 1936. Skredet rammet fortrinsvis den ubebyggete eiendom Arnebråtveien 30, men forplantet seg også inn på naboeiendommen nr. 26, hvor våningshuset sto i fare for å gli ut så det måtte rømmes i en fart. Langs veien var opplagt en stenfylling på skråningen mot bekken. Fyllingens tyngde var så stor at lergrunnen sviktet. Nedenfor fyllingen slo marken dype sprekker, og flak av tørrskorpen forskjøv seg i forhold til hverandre. Nærmest bekken, men dog uten å berøre bekkeleiet, hevet der seg flere uregelmessige jordvoller, hvorved en del store grantrær veltet over ende. Den nederste del av fyllingen sank inn efter en buet sprekk og raset tok med seg halve veien og en bil som sto utenfor nr. 27. Bruddranden nådde også inn til det nordvestre hjørne av villaen Arnebråtveien 28, og jorden slo sprekker helt inn til grunnmuren. Huset sto i fare for å rase ut ved efterras fra den steile bruddkant. For å beskytte raskanten ble gropen foran huset straks utfylt. Fyllingen støttedes av et større jordflak i rasgropen, og skaden på huset innskrenkedes til noen uunngåelige sprekker i grunnmuren.

Der ble senere foretatt en grunnundersøkelse, hvorav det syntes å fremgå at glidningen hadde foregått i et lerlag på omkring 5 m's dyp, fordi leret i denne dybde viste en påfallende liten fasthet. Mellem Makrellbekken og veien viste fjellgrunnen en renneformig forsenkning, som i rasets nordligste del ligger 3—5 m dypere enn fjellgrunnen ved bekken. Leret er sandholdig med en flere meter tykk tørrskorpe øverst, og bunnen av rennen ligger omkring 8 m under markens overflate.

For å styrke grunnen ble der utlagt en motvekt nederst i bakken, hvor dyprennen går. Dens masse utgjorde tredjeparten av den som den nye veifylling ville komme til å utgjøre.

8. Lerfall på Fallaksøy, Nedre Eiker.

I mars måned 1936 gikk et lerfall på gårdbruker Øivind Ness's eiendom Fallaksøy i Nedre Eiker. På oppfordring av Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen foretok jeg i desember en reise til rasområdet.

Fallaksøy ligger i Drammenselven nedenfor Mjøndalen. Hovedløpet går på sydsiden av øya, og langs bredden er der flere spor efter gamle elvebrudd og lerfall. Innenfor elvekanten går der en forsenkning i 40—50 m's avstand fra elven og i en høyde av 5 m over flomvannstand. Forsenkningen er et gammelt elveleie hvori et lag sand og grus er opplagt over ler. I rasgropen viste sandlaget en tykkelse av 80—150 cm.

Lerfallet hadde gått ut i Drammenselven gjennem en 40 m bred åpning. Innenfor åpningen blir rasgropen noe bredere, og når ca. 50 m inn fra elvekanten. Kanten av raset ligger innerst ca. 7 m over elven. Denne form viser at raset er et ordinært lerfall. Raskanten sees å fortsette et stykke under vann ut i elven. Dybden ovenfor rasstedet er 8 m og nedenfor 7 m, men rett utfor rasgropen, hvor den utgledne masse ennu lå ved mitt besøk på stedet. var den bare 4 à 5 m.

Elvemelen ovenfor rasstedet er bratt og 6 m høy på stor flom i elven. Den er bevokst med busker og små trær, mens flaten innenfor var dyrket.

Straks nedenfor dette lerfall sees rasgropen efter et eldre lerfall noe mindre enn det nye. Rasgropen er bevokset med

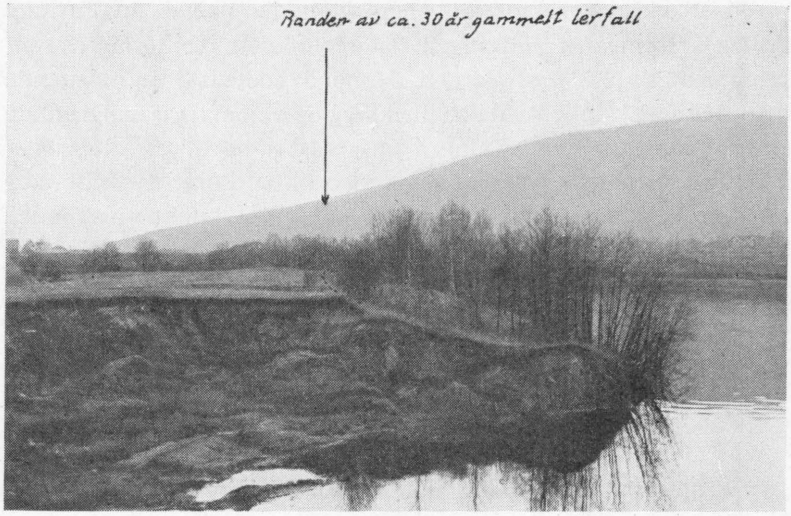


Fig. 6. Lerfall på Fallaksøy. Sett nedover elven, som går inn i rasgropen. G. H. fot. 21 des. 1936.

trær hvis alder anslåes til 25 à 30 år. Der ligger i den gamle rasgrop rygger efter den utgledne fastskorpe.

Fast fjell sees intet sted i elvebredden. Leravsetningen antas å være meget dyp.

Noen årsak til lerfallet kunne ikke påvises. I Drammen har der i tidens løp gått flere lerfall som ligner disse på Fallaksøy, men der antas lerfallene å være framkalt av at elvebredden har vært belastet over sin bæreevne. Det er sannsynlig at lerfallene på Fallaksøy skyldes elveleiets fordypning utenfor bredden, da strømmen fra stryket ved Stegla setter mot land om enn svakt.

9. Lerfall ved Ness i Harran.

Ved 3-tiden natt til 3 april 1936 løsnet der i Namsens venstre bredd et større lerfall i den for brudd utsatte elvemel noen hundre meter ovenfor veibroen ved Ness. På foranledning av Harran formannskap tok Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen seg av arbeidet med å begrense skaden, og på Vassdragsvesenets oppfordring foretok jeg sammen med dets ingeniører

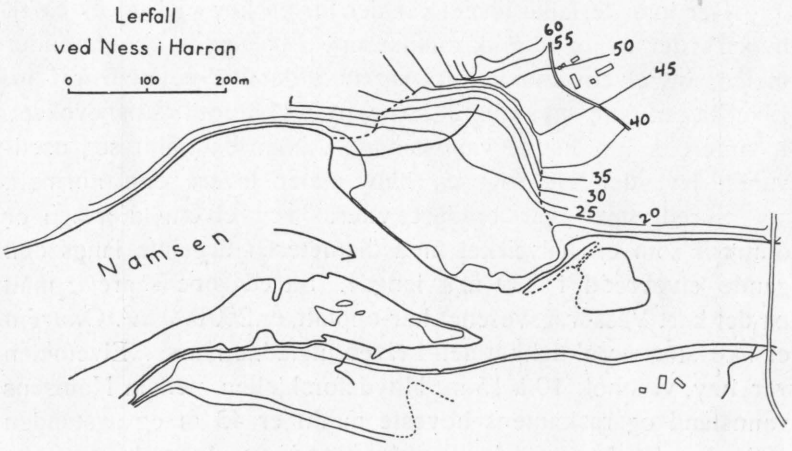


Fig. 7.

og representanter for veivesenet, kommunen, samt interesserte grunneiere en befaring av rasområdet 17 og 18 april.

Ingen hadde sett raset, men på flere av de nærmest liggende gårder hadde folk hørt duren, og på de to Nessgårder hadde de også kjent rystelsen, som de tok for jordskjelv inntil de fikk se raset om morgenen. Om formiddagen den 4 april ved 11-tiden hadde en ny utrasning funnet sted, og siden ramlet stadig større og mindre jordklumper ned fra raskanten. Herved fikk den nesten loddrette inntil 30 m høye bruddkant en stabilere form. Dertil bidrog også et par meter tykt gruslag øverst i melen idet gruset raste ut over lerveggen og støttet dennes nedre del.



Fig. 8. Randen av lerfallet ved Ness. Bemerk mannen på kanten for å få inntrykk av dimmensjonene. Ing. Holst fot. 29. mai 1939.

Der hvor lerfallet løsnet var der før en høy og bratt elvemel, hvorfra der av og til gikk mindre ras. Elveålen lå like innunder melen, og elvens dybde var her stor, det ble nevnt 6 à 7 m. Elvebakken var stykkomtil snau, og stykkomtil skogbevokset. I vinterens løp hadde vannstanden i Namsen holdt seg usedvanlig lav, der ble sagt en halv meter lavere enn normalt.

Skredgropen var bredest ytterst ved elven. Formen er omtrent som en halvcirkel med diameteren liggende langs den gamle elvebredd i 220 m's lengde. Skredgropens areal, målt på det kart Vassdragsvesenet har opptatt, er 260 000 m^2. Omtrent et like stort areal dekket den i elven utgledne masse. Elvemelen var høy, visstnok 10 à 15 m. Høydeforskjellen mellem Namsens vannstand og raskantens høyeste punkt er 43 m og avstanden 150 m målt fra der den gamle bredd av elven lå. Det var således en temmelig bratt bakke der hvor lerfallet gikk, og bunnen i rasgropen heller også sterkt nedover mot elven.

Som det pleier å være i lerfall av denne form har den utgledne masse vært relativt tørr. Hvis skredgropen har pæreform med smal åpning må leret bli flytende som en suppe for at fallet skal gripe om seg. Ved dette lerfall såes ikke spor efter noen flytende slamstrøm. Det utgledne ler var under befaringen så pass tørt at det gikk an å komme frem over alt i skredgropen.

Det utraste materiale la seg som en bred demning tvers over elven. Det nådde dog ikke helt over til den motsatte bredd hvor nok isen var oppbrutt men elvesengen ikke oppfylt. Vannet gikk i et trangt far langs midten av den gamle elveseng. På høyre side (vestsiden) av dette far lå fremskjøvne hauger av plastisk ler som hadde ordnet seg i koncentriske parallelle rygger om skredgropens bunn som centrum. Leret var ikke fastere enn at en stav kunne trykkes ned i det. På venstre bredd av det nuværende far hadde den utgledne masse helt fylt elvens dypeste renne og nådde til en høyde 5 à 6 m over elvens nivå. Herfra steg høyden ennu 7 à 8 m innover mot foten av raskanten. Det utgledne ler hadde således lagt seg med en helning av 1 på 25.

Leret i rasveggen er et skiveler hvori tynne lerlag veksler med papirtynne finsandlag. Inniblandt må der imidlertid også

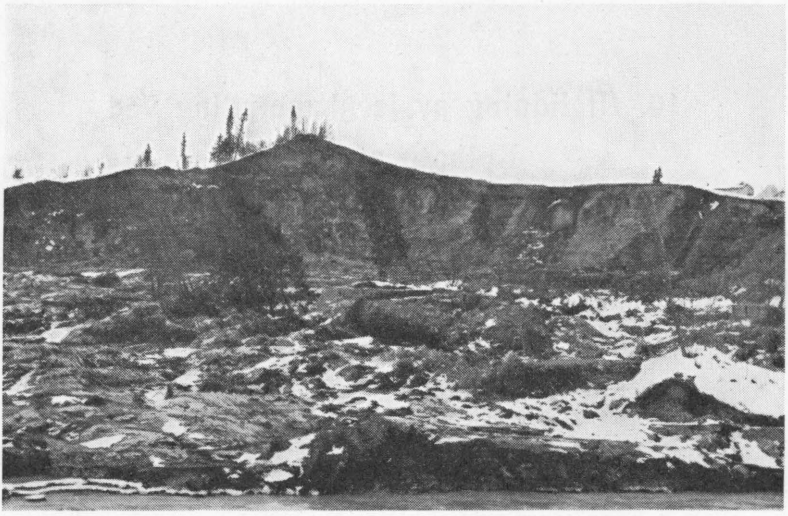


Fig. 9. Lerfallets grop sett fra elven. G. H. fot. 18 april 1936.

finnes tykkere finsandlag, for i de nedgledne klumper opptrådte der sandlag av ca. 10 cm tykkelse. Finsanden ydet liten motstand mot det strømmende vanns erosjon.

Det var under befaringen ikke rådelig å gå innunder den bratte raskant, så jeg fikk ikke se noen prøve av det urørte ler i veggen. De utraste større lerklumper ved foten av skredkanten hadde under utglidningen antatt en myk konsistens og lå i hauger hvis overflate var avrunnet som følge av forandringen i konsistens. Det er sannsynlig at leret i rasgropens bunn har hatt mindre fasthet enn det ler som nu kan sees i rasveggen, og at det er et mykere bunnlag under elvenivået enn det nu tilgjengelige som har fremkalt lerfallet.

Lerfallet må formodes å ha begynt med et elvebrudd. Noen annen årsak kunne iallfall ikke efterspores.

10. Utglidning av jernbanefylling ved Kolbotn stasjon.

Kolbotn stasjon ligger ved Østfoldbanen 13 km fra Oslo. I november måned 1936 fant der sted en utglidning av banelegemet ved ytre dobbeltspor, som sank i en lengde av 50—60 m. Efter referat i Afenposten nr. 574 for fredag 13 nov. hitsettes:

„Det er ikke mer enn 14 dage siden skinnelegningen på det nye spor langs ytre plattform på Kolbotn stasjon ble avsluttet. De siste dager har der gått flere grustog på linjen og senest igår kjørte et tog på 18 fullastede grusvogner over de 18—20 sviller som nu henger i løse luften

Ved 1-tiden inatt opdaget stasjonsbetjeningen som arbeider på stillverket at linjen begynte å synke, og i løpet av 1/2 time var banelegemet glidd og sunket til en dybde av op til 3 m. En del av den nye plattform er også fulgt med, og nu henger skinnegangen for en del løs i luften."

Jeg tok glidningen i øyesyn dagen efter. Den utgledne fylling var ca. 4 m høy og besto for største delen av lerholdig materiale, som var helt dekket av sandballast fra jernbanens grustak ved Brødremoen. Som fotografiet viser vente det utgledne spor en svak konveks bue mot Kolbotnvatnet, som ligger et par hundre meter nedenfor stasjonen. Under synkingen hadde massen glidd 0,5—1,5 m utover mot vannet. En spaservei i 8 m's avstand fra sporet hadde også deltatt i synkningen. Litt lenger nede var oppresset en jordvoll. Langs spaserveien gikk en grøft som viste at grunnen øverst består av torvjord. Torvlagets tykkelse er 1 à 2 m.

Jernbanens ingeniør Skaven Haug var under mitt besøk beskjeftiget med å undersøke grunnen ved boring. Han fortalte at i veien nedenfor fyllingen var dybden til fjell 15 m. Massen fra fyllingen var glidd under overflaten av marken. Under boringen merkedes nemlig fyllingens sandlag selv i et hull nedenfor veien. Et nivellement viste, at marken var hevet til til en avstand av 30 m fra sporet. Grunnen var meget løs.

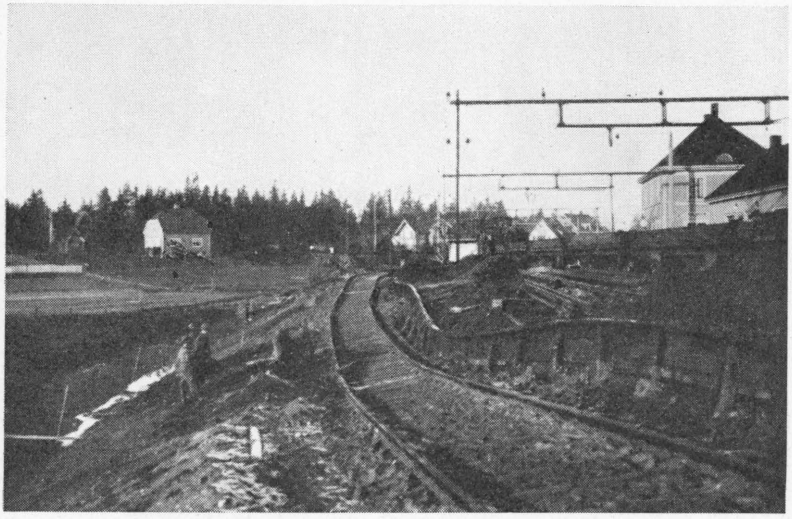


Fig. 10. Utglidning av jernbanefylling ved Kolbotn stasjon.
G. H. fot. 14 nov. 1936.

I den oppskjøvne jordvoll gikk der 2—3 dm brede sprekker hvis retning lå omtrent vinkelrett på glidningsretningen, mens der nærmest det sunkne parti såes mindre sprekker og riss langsmed glidningsretningen.

11. Lerras på gården Ila i Lier.

I november måned 1935 gikk der et større ras i Lierelvens bredd på gården Ila. Rasstedet var på elvens venstre bredd ca. 100 m nedenfor veibroen ved Lier stasjon. På oppfordring av Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen foretok jeg sammen med Vassgragsvesenets fagfolk en befaring av raset 22 apr. 1936.

Elven svinger her i rett vinkel, og når det er noen strøm setter denne således inn mot venstre bredd. Stedet er derfor utsatt for elvebrudd, og der har også tidligere på samme sted gått et større ras. Dette var en gang i 70-årene, og da demmet den utgledne masse opp elven så den truet med å ta nytt løp. Ved hjelp av rent ubetydelige gravningsarbeider lyktes det imidlertid å få den over i det gamle leie. Elven eroderte senere sterkt i rasmassen så der dannet seg en steilkant på 4 à 5 meters

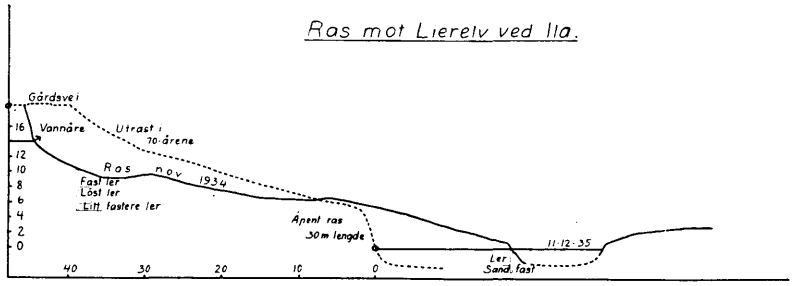


Fig. 11. Profiler av nytt og gammelt ras ved Lierelven.

høyde som lå i åpent brudd i 30 m,s lengde før det nye ras inntraff. På ovenstående figur er inntegnet et profil som viser markens overflate før utglidningen i 1935 fant sted. I svingen hadde elven skåret seg ned en 6 m dyp kulp. Vassdragsvesenet sto nu i begrep med å oppføre en forbygging langs bruddet. Der var opptatt en kartskisse og oppmålt profiler av bredden før det nye ras løsnet.

Rasmassen gikk også denne gang ut i elven, fylte kulpen og løftet den del av elvesengen som lå inntil den truede bredd noe i været. Elveløpet ble ikke sperret, men det ble innsnevret, og rasmassen lå i stor tykkelse over elvesengens venstre halvdel.

Det siste ras tok med seg en gårdvei som lå på elvebakken, og bruddranden nådde 6 à 8 m innenfor raset fra 70-årene.

Jordarten er et sandholdig ler. I 2 à 3 m's dyp under overflaten langs bruddranden såes et flere decimeter tykt lag med grov, rustfarvet grus. I forbinnelse med gruslaget var også grov sand. Fra dette lag kom der frem atskillig grunnvann som bløtte opp leret og rev med seg finsanden. Ellers var den utraste masse tørr. Like ved elvekanten forsøkte jeg flere steder å sondere gjennem massen med en stang av $^3/_4''$ borstål. Stangen sank ikke dypere enn til 2 à 3 m for en belastning av 3 manns vekt.

Det er av betydning å merke seg elvebakkens skråning før og efter det nye ras. Langs det gamle profil er den vannrette

avstand fra bruddranden til vannkanten av elven 40 m, og høydeforskjellen mellem bruddranden og sommervannstanden i elven nær 19 m. Altså hadde elvebakken da raset fant sted meget nær en skråning 1 : 2. Når undtas den 5 m høye loddrettskrent nede ved elven, var bakken bevokst med løvkratt. Avstanden fra den nye bruddkant til elvekanten er 64 m, hvilket svarer til en gjennemsnittlig skråning 1 : 3,5, således betydelig slakkere enn den gamle. Det som har fremkalt raset er øyensynlig utglidningen av loddrettskrenten, som jo gikk ned til en 6 m dyp kulp i elven. Stabiliseringen av denne har trukket den ovenforliggende jordmasse efter.

12. Lerfall ved Roel, Innerøy.

På oppfordring gjennem Veidirektoratet fra Nord-Trøndelag fylkes veivesen foretok jeg i juni 1937 sammen med overingeniør Funder og avdelingsingeniør Jensen en befaring til lerfallet ved Roel på Borgenfjordens sydøstre side.

Lerfallet var løsnet 24 april om eftermiddagen. Veien lå et lite stykke fra stranden og ble ødelagt av jordglidningen i 130 m's lengde. I strandkanten ble skjøvet opp en bred og ganske høy voll, og ovenfor veien var jorden sprukken og oppdelt i flak. De skogkledte jordflak hadde glidd i forhold til hverandre og vridd seg. På sine steder så det ut til at de kunne ha glidd 8 à 10 m i retning av fjorden. Fig. 12 viser et parti av den ødelagte vei. Noen fallgrop var ikke fremkommet, likesålitt som der var å se noen lersuppe. Det av utglidningen berørte område hadde anslagsvis et areal på 4 à 5000 m^2.

Jordarten er blåler med et decimetertykt dekke av strandgrus. Der var foretatt sonderingsboring til fast grunn, formentlig berggrunn, langs en del profiler tvers over veiens retning. Av disse fremgikk at berggrunnen faller steilt av mot fjorden, og at dybden til fjell der hvor veien lå kunne gå opp til 20 m. Under sonderingsboringen med $^3/_4''$ vannledningsrør viste grunnen seg så myk at 2 mann kunne trykke røret ned. Der merkedes ingen sandlag.



Fig. 12. Parti av den ødelagte vei ved Roel.
G. H. fot. 1 juni 1937.

I fjorden utenfor rasstedet var ingen undersøkelser foretatt, men en såpass tung voll som den der lå i strandkanten tydet ikke på at der var brådypt. Hvis det hadde vært tilfelle ville formentlig det omrørte ler i undergrunnen fått avløp, og der ville ha inntruffet en utglidning av langt større dimensjoner enn den der fant sted.

13. Lerfall ved Kleivbogen, Botne.

Om formiddagen ved 10^{30}-tiden 12 jan. 1937 fant en jordglidning sted ved Kleivbogen nord for Holmestrand, hvorved den sørlandske hovedvei raste ut i fjorden i et halvt hundre meters lengde. Veien lå der hvor raset tok den på en fylling forbi en liten vik i Sandebukta, og da jernbanen lå straks innenfor på en stensatt fylling var også denne truet.

Et øyenvitne som befant seg på den utgledne grunn mellem veien og vannkanten da raset begynte fikk se at „fjordbunnen gle ut". Han og hans arbeidskamerat skjønte at det var fare på ferde og tok på sprang sydover langs stranden. De sprang nesten tvers over hele det areal som ble rammet mens jorden

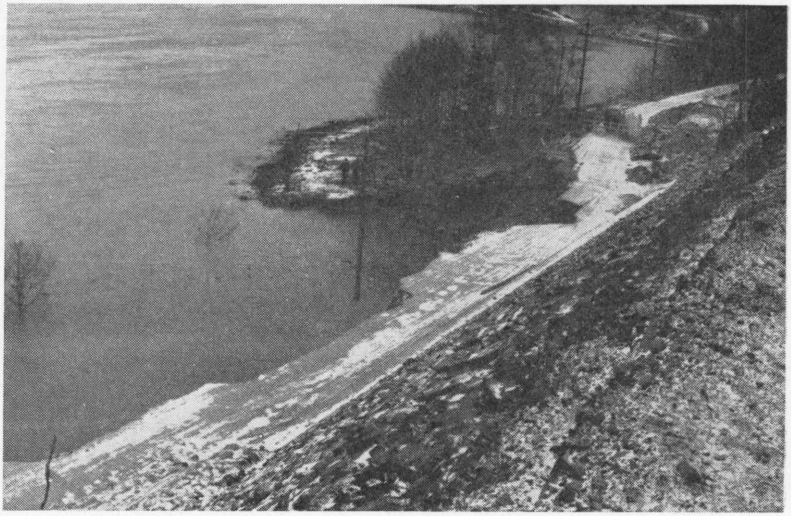


Fig. 13. Lerfallet ved Kleivbogen sett fra jernbanefyllingen mot syd.
A. Nøkleby fot. 13 jan. 1937.

sprakk og gle ut under dem. Det hadde vært snarere og sikrere for dem å springe mot nord hvor fast fjell står i strandkanten, men de rakk ikke å betenke seg. Utrasningene fortsatte i dagens løp, og det så så stygt ut for jernbanelinjen at togene ble stoppet ved en provisorisk holdeplass på hver side av den truede strekning, og passasjerene måtte spasere et par hundre meter mellem holdeplassene.

Den neste dag var rasene gått så langt inn mot jernbanen at fast fjell kom til syne i strandkanten således som fig. 14 viser. Veiens telelag lå da stykkevis som et tak over raskanten. Bak veien sees på fotografiet jernbanefyllingens støttemur og den ordnede røys som dekker fyllingen.

Grunnen besto av blåler. I strandkanten var leret dekket av et tynt stenlag. Dets fasthet var liten, og et minebor kunne med letthet trykkes ned i leret. Der konstatertes en veksling mellem fastere og løsere lag, likesom leret oppe i bakken hvor veien lå var fastere enn nede i strandkanten.

En undersøkelse av dybden og grunnens art i rasgropen, som lå helt under vann, viste at fjellgrunnen eller et fast lag

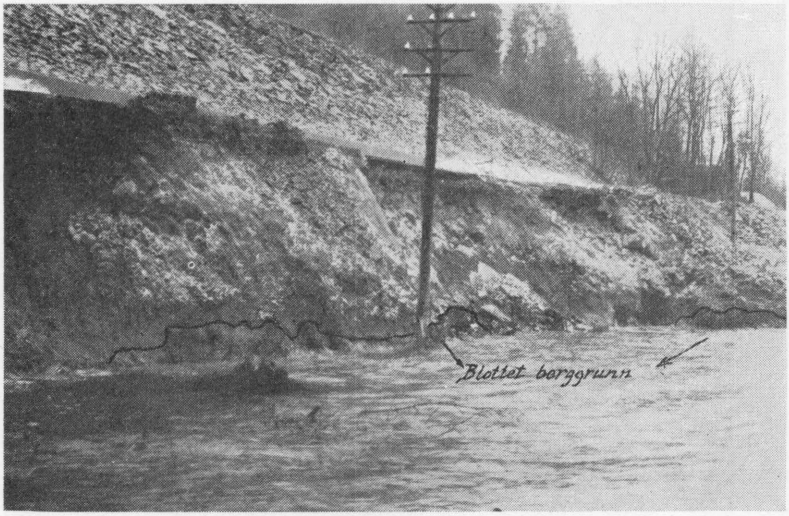


Fig. 14. Rasgropen i Kleivbogen hvor sjøen har trengt inn. Veien henger stykkevis som et tak over raskanten. Over veien ligger jernbanefyllingen med sin støttemur. G. H. fot. 13 jan. 1937.

morenegrus over denne lå temmelig flatt, eller endog hevet seg litt utover fjorden utenfor rasstedet. Over det faste bunnlag lå et lerlag av 2—6 m's tykkelse og vanndybden var også 2—6 m. På skrå i forhold til stranden og rettet nordover går en renneformig forsenkning i bunnen, hvor sannsynligvis den utgledne masse har tatt veien.

Veien ble reparert og lagt på samme sted som før, i det dens underlag gjennem rasgropen består av stenfylling.

Glidning og ras av jernbanefyllinger 16—19 april 1937.

I dagene 16—19 april 1937 forekom påfallende mange brudd langs våre jernbanelinjer. Årsaken må tilskrives teleløsning og vedvarende regn. Her skal efter beretninger i Aftenposten hitsettes:

16 april: „I nærheten av Skotselv stasjon er der ved 5-tiden imorges gått et stort lerras. 5000 kubikkmeter er rast ut av jernbanefyllingen, og skinnene henger nu i løse luften i

en lengde av 40—50 meter. Allerede igår aftes merket man at det var fare for utglidning, og det ble holdt vakt ved bruddstedet hele natten. Til tross for en større sprekk i nærheten av kantstenen lot man godstog passere inatt. Ved visitering ved 4^{30}-tiden imorges opdaget man imidlertid en ny sprekk lenger ute, og vaktfolkene fant det rådeligst å stanse et godstog som skulde passere noen minutter senere. Toget ble stanset like i nærheten, og knapt var vaktfolkene, banevokter Nyhus og baneformann Wang, kommet tilbake før fyllingen i hele sin bredde raste ut. I løpet av et par minutter var den veldige lermasse i kok, og intet kunne stanse utglidningen. Distriktsingeniører og andre jernbanefolk er kommet tilstede, og efter hvad det oplyses vil man i løpet av tre uker få bygget en stillasbro for trafikken. Midlertidig opretholdes såvel person- som godstrafikken ved hjelp av rutebiler forbi bruddstedet — fra Hokksund til Skotselv.

Banevokter Nyhus forteller at han under inspeksjon igår aftes blev opmerksom på en ganske stor sprekk i banelegemet like bortenfor banevokterhuset, ved Skotselv stasjon. Han varslet baneformann Wang og sammen har disse to holdt vakt hele natten.

Vi fant ikke situasjonen så alvorlig at vi turde stanse natttogene, sier han. De gikk over med sakte fart, og linjen blev undersøkt nøie for hver gang. Litt før kl. 5 så vi imidlertid nye sprekker nærmere kantstenen, og da jorden her er temmelig løs på grunn av vannsiget og teleløsningen, turde vi ikke ta chansen å la morgentoget passere. Det blev stanset kort efter at det hadde passert Osbroen. Et par minutter efter hørte vi et mektig sus og på engang seiler hele denne store lermassen under skinnegangen ut i Drammenselven. Jorden slo store sprekker, og lermassene rev med seg alt hvad der fantes av trær og tømmerstokker nedover åssiden. Vi varslet straks stasjonene nordover og sydover, og all trafikk blev innstillet.

Nyhus følger med oss til rasstedet hvor hele åssiden bare er en eneste masse av våt lerjord. Overalt silrer vann og midt i bakken går en større bekk som springer frem av jorden like under skinnegangen som henger i en mektig bue på over fire skinnelengder.

Det har tidligere gått lignende ras i nærheten av Skostelv stasjon, sist i 1931."

17 april: „Som meddelt i vårt morgennummer er der ved 24-tiden inatt gått et ras på Bergensbanen mellem Viul og Hval stasjoner, hvorved der er forvoldt store forstyrrelser på Bergensbanen og Randsfjordbanen. Like før Bergenstoget fra Oslo kom til Viul, hadde banevokteren oppdaget at en stikkrenne ca. 100 meter ovenfor Hval stasjon var blitt igjenstoppet, slik at der hadde dannet seg en stor vanndemning ved jernbanelinjen. Han varslet herom og toget blev stoppet på Viul. Kort efter gikk raset. Vannet trykket på og tok med sig 1000 kubikkmeter jord under jernbanelinjen, slik at denne i en lengde av 30 meter blev hengende i luften over en temmelig dyp avgrunn.

En stor mannskapsstyrke er satt igang med utbedring av linjen og der vil bli arbeidet dag og natt. Ved rasstedet er det et meget vanskelig terreng med bratte skråninger ned mot Randselven og fyllingen består vesentlig av sand.

Det er gledelig å kunne konstatere at både i dette tilfelle og ved Skotselv har baneinspeksjonen i tide vært opmerksom på faren, slik at man har kunnet undgå ulykker.

Som meddelt i morgennummeret er det sent igår aftes gått et større ras på Bratsbergbanen mellem Dalsvatn og Nordagutu stasjoner. Raset har gått mellem Skjei-tunnelen, ca. 1 km. syd for Nordagutu, og Dalsvatn stasjon. Det var banevokter Ottesen som under en inspeksjon ved 20^{30}-tiden igår aftes opdaget bruddet. Omtrent på denne tid skulde nattoget til Oslo gå fra Skien, men stasjonen blev varslet i tide, og toget holdt tilbake en halv times tid inntil de nødvendigste undersøkelser var foretatt. Alle godsvogner blev så koblet fra, og bare passasjerer og reisegods kjørt frem til bruddstedet. På den annen side var kjørt frem et ekstratog som førte dem videre til Oslo.

Raset som er på ca. 1000 kubikkmeter har gått over en strekning på ca. 20 meter. Det er løsnet midt i skinnegangen slik at den ene skinnen praktisk talt henger i luften over en strekning på 8—9 meter, mens den annen skinne stort sett har beholdt underlaget.

Årsaken til raset er at en bekk svulmet svært op under regnværet igår.

Ved henvendelse til Hydros kontor i Oslo oplyses at man allerede er gått igang med å organisere en lekter-transport nedover vassdraget, idet lagrene på Herøya ikke strekker til for mere enn høist et par dager.

Inatt er det gått et nytt ras på Randsfjordbanen ved Skotselv, litt sønnenfor det gamle bruddsted, men ikke i sammenheng med dette. Det nye ras er ca. 40 meter langt, men ikke så dypt som det nordre. Man vet ikke når raset gikk da ingen blev opmerksom på det før idag morges.

Den provisoriske ordning for forbindelse mellem Skotselv og Burud vil ikke være istandbragt før om en tre ukers tid. Den endelige utbygning vil først bli planlagt og utført efter inngående undersøkelse av terrenget.

Også på Nummedalsbanen har det inatt vært ras. Banevokter Arvesen opdaget under visitasjon av linjen imorges at det var gått et større ras like i nærheten av Djupdal stasjon. Han fikk varslet nærmeste stasjoner, og første tog blev stanset i tide. Passasjerer, reisegods og post blev overført ved hjelp av biler til ekstratog på den annen side av bruddstedet.

Vi har imiddags hatt en samtale med stasjonsmesteren på Rollag stasjon, som oplyser at en stor mannskapsstyrke har vært i arbeide ved bruddstedet i hele dag og at skaden er foreløbig utbedret. Ved 12-tiden passerte et tog bruddstedet med sakte fart.

Aftenpostens korrespondent i Larvik meddeler at det inatt er gått et nytt ras over den nye veien ved Holmsfoss bro i Hedrum hvor det som kjent også gikk ras i forrige uke. Raset skyldes sikkert det vedvarende regnvær, og det ser ut til at man kan vente nye utglidninger.

Fra Hønefoss meddeles at hovedveien fra Hallingdal på grensen mellem Norderhov og Krødsherad foreløbig er blokert på grunn av ras i formiddag. Lensmannen i Sokna svarer på forespørsel at man har satt inn stor mannskapsstyrke og håber å få veibanen trafikabel i løpet av dagen."

19 april: „Av søndagens rasmeldinger synes en meddelelse om et lerras over jernbanelinjen 3 km nord for Eidsvoll stasjon å være den alvorligste. Søndag formiddag før kl. 11 gikk dette raset i en lengde av 15 meter en stund før hurtigtoget til

Trondheim skulde passere. Leren la sig i en høide av etpar meter over skinnegangen og tok med sig trær og sten.

Nattogene på Eidsvoll-Dombåsbanen blev dirigert om Kongsvinger og Elverum og over på Østerdalsbanen. En stor mannskabsstyrke arbeider for å gjøre linjen klar, og nogen ordinær togforbindelse vil man knapt kunne få før i løpet av mandagen, hvis der da ikke skulde inntreffe nye ras som bevirker ytterligere uregelmessigheter i trafikken.

På Numedalsbanen er linjen iorden igjen idag. Imidlertid er det på andre steder langs linjen konstatert flere svake punkter, og man frykter for lignende ras. Vakthold er derfor etablert på de utsatte steder."

Summary.

Slides and landslips 1933—1939.

1. Slides in Mikvoldmelen, Værdal.

A river steep of considerable length and height is situated on the right hand bank of the Værdal river at its mouth in the Trondheim fjord. Consisting of loose materials, an upper layer of sand and a lower one of sandy clay, the bank is disposed for falling down. Every now and then a large-scale slide occurs, as for instance in the years of 1925 and 1931. In 1932 further slides took place. In the month of March the river steep slid over a distance of 30 m. with 4—5000 m^3 of sand and clay. A few weeks later there was a slide of 6—7000 m^3, and towards the end of May same year the steep fell down again for a length of 70 m with 10000 m^3 of sandy clay. Even in 1935 and 1938 simiar falls of the steep have been reported.

Besides these slides in the Southern part of the river steep, ordinary land-slips take place in the Northern part. 50 years ago, a landslip near the mouth of Ysse river wasted an area 80 m from the bank, at a length along the river of the same size, and 10 years later another landslip forced its way 40 m inland from the bank.

Thus the Værdal river yearly wastes considerable areas of cultivated land bordering upon the river bank, and although the

Nordland railway line is not yet threatened, lying 200 m from the bank, something will have to be done to limit the erosion of the river.

When for some time the current and the dashing of the waves has eroded the foot of the river steep, a great flake of sandy clay will loosen along a fissure. Once the author observed a dislocated flake measuring 45 m along the river. The curved fissure dipped almost vertically, and the inner part of the flake lay in the steep, 18 m from the bank. Its upper part had sunk 2 cm from one day to the other. At the bank or in the river bed the flake will rise by turning on a horizontal axis, thus giving the current opportunity for fresh erosion. It is most likely that the wasting landslips in clayey ground are often started by a similar dislocation resulting in a kneading of the underlying clay, that makes the ground unstable and in some cases even liquid.

2. Slide at Jonsrud on the road to Feiring.

In the vicinity of Jonsrud on the beach of lake Mjøsa, the road is built in a steep slope about 30 m above the level. Here the road surveyor in the autumn of 1935 observed fissures through the ground. On the 23rd of September a dislocation of 10 cm was visible along a crevice. The following days the road sunk over a distance of 50 m, and a great flake of firm clayey ground slid down the steep slope. The flake broke into smaller pieces. At the inside of the road the sliding flake was limited by a vertical crevice. Here a sounding to a deep of 6 m was made, but no variation in the stability of the ground was found. Neither was weak ground discovered anywhere else by means of sounding or digging. At the foot of the slope, just at the beach of the lake, a wall of plastic, clayey gravel was raised.

The road was repaired by filling up the sunken part, combined with a piling of the ground, but a new sinking appeared on Jan. 11th the next year. At last, after removing part of the slope above the road, the repair was effective.

3. Slide at Nydalen.

On the 12th of Dec. 1934 the road to Maridalen near Oslo slid over a distance of 50 m. After a rainy autumn a freshly made, high foundation of sand fell down the steep slope to Maridal river, carrying along stones, gravel and trees from the slope and even a small cottage. A young boy was also taken by the slide and perished. An investigation of the underground proved that it consisted of relatively firm morainic gravel, covered by a clayey talus of 1—1,5 m thickness. After the removal of this unstable layer the road was built on a stone foundation.

4. Landslip at Solbakken farm in Sandar.

This place is situated 1 km North West of the town Sandefjord. In Dec. 1934 a small landslip broke a slope along a rivulet. The wasted area amounted to 1000 m^2. In the spring of the next year another slip occurred. In the upper part of the slip where the ground sunk, a steep wall 2—4 m high limited the sliding; and at the lower part the ground rose to such an extent that the brook was dammed, and a pool of 3 m depth was formed behind the barrier. Weak and liquid clay was not to be seen. Still, it seems probable that the underground clay is so weak that a stabilizing movement has taken place in the deeper layers, the plastic clay lying on a level with the bottom of the valley or deeper.

5. Landslip at Songevatn.

This happened 11 km North of the town Tvedestrand. On the beach of the lake a main road was hit by a landslip on the 14th of Aug. 1935. The ground along with the road sunk over a distance of 60 m. Above the level of Songevatn an area of 5000 m^2 was wasted, the submarine landslip probably being far greater. The slip caused the rising of a 3 m high wave in the lake. A boy of 15 perished. The water depth at the beach increased from a few to 10—15 meters.

The profile of the ground in the 3 m high brink of the slip showed a top layer of sand, then peat over dark sandbeds

with plant remains. These layers had been deposited above the lake level and rested on marine clay deposits. An investigation proved that to a great extent the clay was a „kvikk"-clay, i. e. a silty clay, which by stirring or movements in the ground will go liquid.

As to the cause of this landslip no theory is formed. The water-level in Songevatn was supposed to be unusually low before the landslip occurred.

6. Slide at Mærradalsbekken beneath the Ullern causeway.

A considerable weight of ballast placed on the slope of the valley beneath Ullern in Aker caused a slide on the 31st of March 1936. A big flake of the clayey ground turned so that its upper part sunk 2—3 m along a 70 m long crevice, while its lower part rose to a similar height at the bottom of the valley. The stream was dammed, and eroded a new bed. By prohibiting further depositing of ballast at the place the ground had the required rest.

7. Slide at Arnebråtveien no. 30.

At Arnebråtveien 30 in Aker a sliding of the clayey ground occurred in the evening of May 29th 1936. A road had been built on a foundation of stone. The ground was too weak to stand the weight of the ballast. By a sliding the ground stabilized itself in the usual manner: on a horizontal axis a flake of the ground turns, sinking in its upper part and rising in the lower one where several ridges and rolls are formed. In this case the sinking extended over a distance of 3 m along a crevice, hitting the road where a car was taken by the slide. The touched area covered 2000 m^2.

An investigation of the ground seemed to indicate that the sliding had taken place in an unstable layer of clay at 5 m depth.

8. Landslip at Fallaksøy, Nedre Eiker.

This landslip occurred in March 1936. Fallaksøy island is situated in the Drammen river between Mjøndalen and Drammen. The landslip broke into the river through a 40 m broad opening. Inside the opening the slided area widens. The limit of the slip

is 50 m from the river bank and 7 m above the river level. The profile shows a layer of sand 80—150 cm deep on top of the clay deposit. Close by is seen the hollow of a landslip which took place 30 years ago.

The steeps of the Drammen river have repeatedly been damaged by wounds resulting in landslips. Probably the stream's excavation in an unusually weak river bed occasioned the landslip at Fallaksøy.

9. Landslip at Ness, Harran.

A very big landslip, the biggest one in our country during the period here dealt with occurred on the beach of the Namsen river. It happened a few hundred m upstreams from the bridge at Ness. There were no witnesses to the slip, but at the surrounding farms the roar was to be heard, and at the two Ness farms was felt a shaking of the ground supposed to be an earthquake. At daylight the inhabitants observed that a large area of the hills by the river had disappeared. During the following day the river steep was broken over a distance of 220 m, and behind the previous beach a new slope rose to a height of 43 m above the stream level. The total slipping area amounted to 260 000 m^2, most of which slid into the river.

The profile of the fresh wall showed 2 m of sand and gravel on top of thinner alternating layers of clay and sand. The layers of fine grained sand were no more than 1—2 mm thick, only one of them attaining a thickness of 10 cm. The clay deposit of the deeper layers were weak, but by no means liquid. In accordance with the relatively dry masses the slope of the slided area got an inclination of 1 : 25, as against relatively wet clay masses where the inclination seldom exceeds 1 : 100.

Probably the landslip started as a falling down of the river steep. The deepest part of the river is said to have been close to the slided beach, and people told the author that the water in the Namsen river had been unusually low during the winter. No other cause of the landslip could be pointed out.

10. Slide of the railway-ballast at Kolbotn station.

This station lies on the Østfold railway, 13 km from Oslo. One day in November 1936 a 4 m high newly built ballast with the rails on it suddenly sunk into a ground consisting of peat and a weak clayey deposit. Over a distance of 20—30 m from the foot of the ballast the ground rose, showing fissures and crevices of the firm upper crust. An investigation showed that the ballast sand had crept throug the weak layer underneath the upper crust.

11. Slide at the Ila farm in Lier.

In November 1935 the ground on the left hand beach of the Lier stream fell down. The place is situated a hundred meters downstreams a bridge near Lier station on the railway to Drammen. 70 years previously a slide occurred at this very place. Since then the stream had eroded a steep wall, 4—5 m high, in the old slided masses, while a several m deep pool had been formed under the wall. Owing to this unstable formation the new falling occurred.

The surface of the old slide sloped 19 m between the edge of the slide and the stream's water level. The distance is 40 m. This makes nearly an inclinatton of 1 : 2. It is of some interest to note that the new slide rests with a slighter slope, 1 : 3,5.

12. Landslip at Roel, Innerøy.

Innerøy is situated on the South-Eastern shore of Borgenfjord, a branch of Trondheimsfjord. The slip occurred in the afternoon of the 24th of April 1937. A road near the beach was destroyed by the slide over a distance of 130 m. Between the road and the beach the ground was pressed up to form a high wall, and on the other side of the road the ground showed crevices, the firm crust of the clay deposit being broken into turned and slidden flakes. At some places the crust had slid 8—10 m towards the fjord. The touched area covered 4—5000 m^2.

Liquid clay was not visible, nor was any deepening in the ground here to bee seen. A survey proved that the thickness of the clay deposit resting on rock amounted to 20 m. The underlying rock sloped steeply towards the fjord.

13. Landslip at Kleivbogen, Botne.

About 10^{30} in the morning of the 12th of Jan. 1937 a landslip took place at Kleivbogen, near the town Holmestrand. A highway slid into the fjord, and a breakage of the Larvik railway near the road was impending. Two men were working between the road and the beach when they observed "a sliding of the fjord bottom". They ran for their lives across the hit area, the ground cracking and sliding under their feet. The catastrophe was not yet finished. Slips continued during the day, and the risk for a sliding of the railway line seemed to increase. Trains were stopped at a secure distance from the threatened part of the railway, and passengers had to walk from one train to another one.

The next day, however, the erosion of the waves had reached rock in the wall of the slide. The rockground prevented further slide.

A survey of depths and variety of the ground at the bottom of the fjord was made, disclosing a change between firm and weak layers. On top of the firm bottom layer 2—6 m of clay was deposited beneath 2—6 of water. Afterwards the road was rebuilt along the old tracé on a stone foundation over the slide depression.

Slides of railway-ballasts in the days 16—19 April 1937.

During these days a remarkable number of slides damaged Norwegian railways.

April 16th a sandy railway ballast slid out near Skotselv station between Hokksund and Hønefoss. 5000 m^3 of ballast slid into the Drammen river, and the railway was broken for a distance of 50 m.

April 17th a slide between the stations of Viul and Hval on the Bergen railway took 1000 m^3 of ballast, leaving 30 m of rails suspended in the air.

A similar slide on the Bratsberg railway occurred near Nordagutu station. The railway was broken over a distance of 20 m.

On the same day a new slide was reported near Skotselv, quite independent of yesterday's slide. 40 m of railway was laid waste by this one.

Even at Djupdal station at the Numedal railway a considerable slide occurred.

Roads near Larvik and Hønefoss were blocked up by different slides.

April 19th a clay slide blocked up the railway 3 km North of Eidsvoll station.

Owing to concientious inspection by the rail surveyors, these calamities caused no loss of human life or valuable material.

Trykt 29. juni 1946.

Norges Geologiske Undersøkelse

har utgitt i kommisjon hos H. Aschehoug & Co. i Oslo:

1. Årbok for 1891. Kr. 1.50.
2. *Homan.* Tekst til kartbladet Selbu. 1890. Kr. 1.00.
3. *J. H. L. Vogt.* Salten og Ranen. 1891. Utsolgt.
4. *Reusch* m. fl. Det nordlige Norges geologi. Utsolgt.
5. *Stangeland.* Torvmyrer, „Sarpsborg". 1 kart. 1892. Kr. 1.00.
6. *J. H. L. Vogt.* Dannelsen av jernmalmforekomster. 1892. Utsolgt.
7. *J. H. L. Vogt.* Nikkelforekomster og nikkelproduktion. 1892. Utsolgt.
8. *Stangeland.* Torvmyrer, „Nannestad". 1892. Kr. 1.50.
9. *Helland.* Jordbunden i Norge. 1893. Utsolgt.
10. *Helland.* Tagskiffer, heller og vekstene. 1893. Kr. 3.00.
11. *W. C. Brøgger.* Lagfølgen paa Hardangervidda. 1893. Kr. 2.50.
12. *Riiber.* Norges granitindustri. 1893. Kr. 1.00.
13. *Bjørlykke.* Tekst til kartbladet Gausdal. 1893. Kr. 1.00.
14. Årbok for 1892 og 93. 1894. (Innhold: *Reusch,* Strandflaten; *Reusch,* Mellem Bygdin og Bang. *Reusch,* Isdæmmede innsjøer. *Bjørlykke,* Høifjeldskvarts. *Friis,* Feltspat og glimmer. *Helland,* Dybder i innsjøer; *Helland,* Lerfaldet i Værdalen. *Ryan,* Torvprøver.) Kr. 2.50.
15. *J. H. L. Vogt.* Dunderlandsdalens jernmalmfelt. 1894. Kr. 2.00.
16. *Helland.* Jordbunden i Jarlsberg og Larviks amt. 1894. Kr. 3.00.
17. *J. H. L. Vogt.* Nissedalens jernmalmforekomst. 1895. Kr. 1.25.
18. *Helland.* Jordbunden i Romsdals amt. I 1895. Utsolgt.
19. *Helland.* Jordbunden i Romsdals amt. II. 1895. Utsolgt.
20. *Stangeland.* Om Torvmyrer i Norge. I. 1896. Kr. 1.50.
21. Årbok for 1894 og 95. 1896. (*Reusch,* Referater av geologisk litteratur vedkommende Norge 1890—95.) Kr. 2.00.
22. *J. H. L. Vogt.* Norsk marmor. 1897. Kr. 5.00.
23. *Helland.* Lofoten og Vesteraalen. 1897. Kr. 2.50.
24. *Stangeland.* Torvmyrer i Norge. II. 1897. Kr. 2.50.
25. *Bjørlykke.* Kristiania by. 1898. Kr. 2.50.
26. Norges Geologiske Undersøkelses utstilling i Bergen 1898. Utg. av *Bjørlykke.* Kr. 0.50.
27. *Friis.* Jordboringer i Værdalen o. s. v. 1898. Kr. 1.00.
28. Årbok for 1896 til 99. (Innhold: *Hansen,* Skandinaviens stigning. *Helland,* Strandlinjernes fald. *Rekstad,* Foldalen. *Rekstad,* Forandringer hos bræer. *Dal,* Varangerfjord.) Kr. 2.00.
29. *J. H. L. Vogt.* Søndre Helgeland. 1900. Kr. 2.50.
30. *Münster.* Tekst til kartbladet Lillehammer. 1901. Kr. 1.00.
31. *W. C. Brøgger.* Om de senglaciale og postglaciale nivåforandringer i Kristianiafeltet. 1900—1901 Kr. 10.00.
32. Årbok for 1900. (Innhold: 9 avhandlinger av *Reusch* om geologiske forhold i Værdalen, Stjørdalen, Valdres, Lister, ved Lysefjorden, Flekkefjord, Bergen og Trondhjem. Norges daler og fjeld. Kr. 3.00.
33. Årbok for 1901. (Innhold: *Reusch,* Referater 1896—1900.) Kr. 2.00.
34. Årbok for 1902. (Innhold: *Kiær,* Etage 5 i Asker. *Reusch, Rekstad* og *Bjørlykke,* Fra Hardangervidden. *Rekstad,* Bræer i Sogn og Nordfjord. *Rekstad,* Velfjorden.) Kr. 2.50.
35. *Schiøtz,* Den sydøstlige Del av Sparagmit-Kvartsfjeldet. 1902. Kr. 3.00.
36. Årbok for 1903. (Innhold: *Friis,* Andøen. *Reusch,* Det indre av Finmarken. *Kaldhol,* Suldalsfjeldene. *Rekstad,* Høifjeldsstrøket Haukeli—Hemsedal. *Rekstad,* Skoggrænsen.) Kr. 3.50.
37. Årbok for 1904. (Innhold: *Holmboe,* Skjælbanker. *Bjørlykke,* Brumunddalen *Hansen,* Mjøsjøkelen. *Rekstad,* Kartbladet Dønna. *Kiær,* Brumunddalen. *Rekstad,* Jotunfjeldene. *Reusch,* Eggedal.) Kr. 3.50.
38. *Stangeland.* Om Torvmyrer i Norge. III. 1904. Kr. 2.50.
39. *Bjørlykke.* Det centrale Norges fjeldbygning. 1905. Kr. 10.00.
40. *Reusch.* Kartbladet Voss. 1905. Kr. 2.00.
41. *W. C. Brøgger.* Strandlinjens beliggenhet under stenalderen. 1905. Kr. 4.00.
42. *A. W. Brøgger.* Økser av Nøsttvettypen. 1905. Kr. 2.00.
43. Årbok for 1905. (Innhold: *Bjørlykke,* Selsmyrene og Lesjevandene; *Bjørlykke,* Ra'erne. *J. H. L. Vogt,* Eruptivfelter. *J. H. L. Vogt,* Andøens jurafelt. *Rekstad,* Folgefonnen. Indre Sogn. *C. Bugge,* Kalksten i Romsdals amt.) Kr. 3.50.
44. Årbok for 1906. (*Reusch,* Referater 1901—1905.) Kr. 2.50.
45. Årbok for 1907. (Innhold: *Rekstad,* Folgefonnhalvøen. *C. Bugge,* Bergverksdriften 1901—1905. Stenindustri. *Reusch,* Skredet i Loen 1905. *Holtedahl,* Alunskiferfeltet ved Øieren.) Kr. 3.00.
46. *J. H. L. Vogt.* De gamle norske jernværk. 1908. Kr. 1.50.
47. *Reusch.* Tekst med geol. kart Jostedalsbræen—Ringerike. 1908. Kr. 2.50.
48. *Bjørlykke.* Jæderens geologi. 1908. Kr. 2.50.
49. Årbok for 1908. (Innhold: *Reusch,* Den Geologiske Undersøkelses opgaver. *Goldschmidt,* Profilet Ringsaker—Brøttum. *Holmsen,* Børgefjeld. *Rekstad,* Fra Søndhordland (Etne m. m.). *Kaldhol,* Den nordøstlige del av Ryfylke. *Rekstad,* Kvartær, Nordmør.) Kr. 4.50.
50. *Reusch.* Norges geologi. 1910. Utsolgt.
51. *J. H. L. Vogt.* Norges Jernmalmforekomster. 1910. Kr. 4.00.

52a. *Grimnes.* Jæderens jordbund. 1910. Kr. 1.50. 52 b. *Grimnes.* Kart over Jæderen med angivelse av høideforholdene og jordbundens art. 1 : 50 000. Kr. 2.50.

53. Årbok for 1909. (Innhold: *Rekstad,* Strøket mellem Sognefjord, Eksingedal og Vossestranden; *Rekstad,* Bindalen og Leka. *Werenskiold,* Øst-Telemarken. *Goldschmidt,* Tonsaasen. *Oxaal,* Børgefjeld. *Th. Vogt,* Langøen.) Kr. 4.00.
54. *Hansen.* Fra istiderne. Vest-raet. 1910. Kr. 3.50.
55. *Danielsen.* Bidrag til Sørlandets kvartærgeologi. 1910. Kr. 2.00.
56. *C. Bugge.* Kartbladet Rennebu. 1910. Kr. 2.50.
57. Årbok for 1910. (Innhold: *Werenskiold,* Fra Numedal. *Hoel,* Okstinderne. *Rekstad,* Ytre del av Saltenfjord. *Reusch,* De formodede strandlinjer i Øvre Gudbrandsdalen.) Kr. 3.50.
58. *Werenskiold.* Fornebolandet og Snarøen i Østre Bærum. 1911. Kr. 2.00.
59. Årbok for 1911. (Innhold: *Oxaal,* Indre Helgeland. *Rekstad,* Hardanger. *Carstens,* Mo prestegjæld *Marstrander,* Svartisen.) Kr. 3.50.

60. *Werenskiold.* Kartbladet Søndre Fron. 1911 Kr. 3.00.
61. Årbok for 1912. (Innhold: *Holmsen,* Hatfjelddalen. *Bugge,* Trondhjemsfeltet. *Rekstad,* Bjellaadalen; *Rekstad,* Øerne utenfor Saltenfjord; *Rekstad,* Mytilusfauna i Smaalenene. *Oxaal,* Eksport av sten 1870—1911.) Kr. 3.50.
62. *Rekstad.* Bidrag til Nordre Helgelands geologi. 1912. Kr. 3.00.
63. *Holtedahl.* Kalkstensforekomster i Kristianiafeltet. 1912. Kr. 2.50.
64. *Reusch.* Tekst med geol. oversigtskart over Søndhordland og Ryfylke. 1913. Kr. 2.50.
65. *Bjørlykke.* Norges kvartærgeologi. En oversigt. 1913. Utsolgt.
66. *Werenskiold.* Tekst med geol. oversigtskart Sætersdalen—Ringerike. 1912. Kr. 2.50.
67. *Rekstad.* Fjeldstrøket mellem Saltdalen og Dunderlandsdalen. 1913. Kr. 2.50.
68. Årbok for 1913. (Innhold: *Oxaal,* Hvit granit. *Schiøtz,* Isskillet, Fæmund. *Reusch,* Tryssil. *Foslie,* Ra msøy titanmalmfelt.) Kr. 3.00.
69. Årbok for 1914. (Innhold: *Rekstad,* Lyster og Bøverdalen. *Oxaal,* Kalkstenshuler i Ranen. *Rekstad,* Kalksten fra Nordland. *Reusch,* Hitterens og Smølens geologi. *Holtedahl,* Fossiler fra Smølen.) Kr. 3.00.
70. Fem avhandlinger. (Innhold. *Reusch,* Norges Geologiske Undersøkelse. *Werenskiold,* Det sydlige Norge. *Th. Vogt,* Nordland. *J. H. L. Vogt,* Bergverksdrift. *Oxaal,* Stenindustri.) 1914. Kr. 1.00.
71. *Kolderup.* Kartbladet Egersund. 1914. Kr. 2.50.
72. *J. H. L. Vogt.* Gronggruberne og Nordlandsbanen. 1915. Kr. 2.00.
73. *Holmsen.* Brædæmte sjøer i Nordre Østerdalen. 1915. Kr. 4.00.
74. *Holmsen.* Tekst med geol. oversigtskart Østerdalen—Fæmundstrøket. 1915. Kr. 2.50
75. Årbok for 1915. (Innhold: *Holtedahl,* Iagttagelser over fjeldbygningen omkring Randsfjordens nordende. *Holtedahl,* Nogen foreløbige meddelelser fra en reise i Alten i Finmarken. *Rekstad,* Kvartær tidsregning. *Reusch,* Den formodede littorinasænkning i Norge. *Rekstad,* Helgelands ytre kystrand. *J. H. L. Vogt,* Om manganrik sjømalm i Storsjøen, Nordre Odalen.) Kr. 4.00.
76 *Oxaal.* Norsk granit. 1916. Kr. 4.00.
77. *Goldschmidt.* Konglomeraterne inden høifjeldskvartsen. 1916. Kr. 2.00.
78. *Holmgreen,* Natursten. 1916 Kr. 1.50.
79. Årbok for 1916. (Innhold: *Holmsen,* Rendalens bræsjø; *Holmsen,* Sørfolden—Riksgrænsen. *Rekstad,* Kyststrøket mellem Bodø og Folden. *Reusch,* Litt om Jutulhugget.) Kr. 3.50.
80. *Rekstad.* Vega, Beskrivelse til det geologiske generalkart. 1917. Kr. 3.00.
81. Årbok for 1917. (Innhold. *Reusch,* Seterne i Østerdalen. *Holtedahl,* Kalkstensforekomster paa Sørlandet *Holmsen,* Sulitjelmatrakten. *Rekstad,* Fauske—Junkerdalen. Kr. 3.50.
82. *C. Bugge.* Kongsbergfeltets geologi. [Karter og plancher i konvolut.] 1917. Kr. 12.00.
83. Arbok for 1918 og 19. (Innhold: *Holmsen,* Gudbrandsdalens bræsjø. *Carstens,* Geologiske undersøkelser i Trondhjems omegn. *Reusch,* Nogen kvartærgeologiske iakttagelser fra det Romsdalske) *Rekstad,* Geologiske iakttagelser fra strekningen Folla—Tysfjord. *Holmsen,* Nordfollas omgivelser. Kr. 3.50.
84. *Holtedahl.* Bidrag til Finmarkens geologi. 1918. Kr. 4.00.
85. *J. H. L. Vogt.* Jernmalm og Jernverk. 1918. Kr. 3.50.
86. *Oxaal.* Dunderlandsdalen. 1919. Kr. 3.00.
87. Årbok for 1920 og 21. (Innhold. *Holtedahl,* Kalksten og dolomit i de østlandske dalfører. *A. Bugge.* Nikkelgruber i Bamle. *Foslie,* Raana noritfelt. *Rekstad,* Et fund av skjellførende leir i Lørenskog. *Falck-Muus,* Brynestensindustrien i Telemarken. *Reusch,* Huler dannet ved forvitring. *Rosenlund,* Fæø gruber.) Kr. 5.00.
88. *Rekstad,* Kartbladet Eidsberg. 1921. Kr. 2.00.
89. *Holtedahl.* Kartbladet Engerdalen. 1921. Kr. 2.50.
90. *Holmsen.* Torvmyrernes lagdeling i det sydlige Norges lavland. 1922. Kr. 6.00.
91. *Rekstad.* Kvartære avleiringer i Østfold. 1922. Kr. 1.00.
92. *Rekstad.* Grunnvatnet. 1922. Kr. 1.00.
93. *J. H. L. Vogt.* Tryktunneller og geologi. Med et avsnitt: *Fredrik Vogt:* Spændinger i fjeldet ved tryktunneller. 1922. Kr. 2.00.
94. *Grønlie.* Strandlinjer, moræner og skjælforekomster i den sydlige del av Troms fylke. 1922. Kr. 1.00.
95. *A. Bugge.* Et forsøk paa inddeling av det syd-norske grundfjeld. 1922. Kr. 0.75.
96. *Rekstad.* Norges hevning efter istiden. 1922. Kr. 1.25.
97. *Holtedahl* og *Schetelig.* Kartbladet Gran. 1923. Kr. 2.50.
98. Årbok for 1922. Kr. 2.00.
99. *Holmsen.* Vore myrers plantedække og torvarter. 1923. Kr. 5.00. Innbundet kr. 6.50
100. *Rekstad.* Hans Reusch. Nekrolog og bibliografi. 1923. Kr. 1.00.
101. *Andersen:* Ildfaste oksyders fysikalske kemi. Statens Raastofkomite, publ. nr. 1. 1922. Kr. 1.50. Plancher og tabeller til nr. 101 kan kjøpes særskilt in plano. Kr. 1.00.
102. *Holtedahl* og *Andersen:* Om norske dolomiter. S. R. K. publ. nr. 2. Kr. 1.00.
103. *Andersen:* En forekomst av ren kvarts i Krødsherred. S. R. K. publ. nr. 3. Kr. 0.75.
104. *Bull:* Elektrisk metalsmeltning. S. R. K. publ. nr. 4. 1922. Kr. 0.75.
105. *Lindeman:* Torv. S. R. K. publ. nr. 5. 1922. Kr. 0.75.
106. *C. Bugge* og *Foslie:* Norsk arsenmalm og arsenikfremstilling. S. R. K. publ. nr. 6. 1922. Kr. 1.00.
107. *Goldschmidt:* Om fremstilling av bariumlegeringer. S. R. K. publ. nr. 7. Kr. 1.00.
108. *Goldschmidt* og *Johnson:* Glimmermineralernes betydning som kalikilde for planterne. S. R. K. publ. nr. 8. 1922. Kr. 2.00.
109. *Johnson:* Om tilgodegjørelsen av kalifeltspatens kaliindhold. S. R. K. publ. nr. 9. 1922. Kr. 2.00.
110. *C. Bugge:* Statens apatitdrift i rationeringstiden. S. R. K. publ. nr. 10. 1922. Kr. 1.00.
111. *Gram:* Undersøkelser over bituminøse kul fra Spitsbergen. S. R. K. publ. nr. 11. 1922. Kr. 1.00.
112. *Gram:* Den kem. sammensætning av Spitsbergen—Bjørnøykul. S. R. K. publ. nr. 12. 1923. Kr. 1.00.
113. *Rødland:* Oljefremstilling av Kingsbay-kul og kul og skifer fra Andøen. S. R. K. publ. nr. 13. 1924. Kr. 1.00.
114. *Hansteen Cranner:* Om vegetationsforsøk med glimmermineralerne biotit og sericit som kalikilde. S. R. K. publ. nr. 14. 1922. Kr. 1.50.
115. *v. Krogh:* Undersøkelser over norske lerer. I. S. R. K. publ. nr. 15. 1923. Kr. 1.00.
116. *Dietrichson:* Undersøkelser over norske lerer. II. S. R. K. publ. nr. 16. 1923. Kr. 2.00.
117. *Guertler* og *Bull.* Kort oversigt over kobberets indflydelse paa jern og staal. S. R. K. Publ. nr. 17. 1923. Kr. 1.00.
118. *Bull:* Prøver med en hærdeovn for kulstofstaal. S. R. K. publ. nr. 18. 1923. Kr. 1.00.
119. *v. Krogh:* Undersøkelser over norske lerer. III. S. R. K. publ. nr. 19. 1923. Kr. 1.75.
120. *Dietrichson:* Undersøkelser over norske lerer. IV. S. R. K. publ. nr. 20. 1924. Kr. 2.00.

121. *Th. Vogt.* Sulitelmafeltets geologi og petrografi. 1927. Kr. 14.00.
122. Årbok for 1923. Kr. 2.00.
123. *Holmsen.* Hvordan Norges jord blev til. 1924. Utsolgt.
124. *Rekstad.* Hatfjelldalen. Beskrivelse til det geologiske generalkart. 1924. Kr. 2.00.
125. *Rekstad.* Træna. Beskrivelse til det geologiske generalkart. 1925. Kr. 2.00
126. *Foslie.* Syd-Norges gruber og malmforekomster. 1925. Kr. 5.00.
127. *Foslie.* Norges svovelkisforekomster. 1926. Kr. 3.00.
128 a. *Andersen:* Feltspat. I. 1926. Kr. 3.00.
128 b. *Andersen* og *Barth:* Feltspat II og III, 1931. Kr. 3.00.
129. *Aasgaard:* Gruber og skjerp i kisdraget Øvre Guldal—Tydal. 1927. Kr. 4.00.
130. *Arne Bugge:* En forkastning i det syd-norske grunnfjell. 1928. Kr. 3.00.
131. *Torgersen:* Sink- og blyforekomster på Helgeland. 1928. Kr. 2.00.
132. *Holmsen:* Lerfaldene ved Kokstad, Gretnes og Braa. 1929. Kr. 1.50.
133. Årbok for femårsperioden 1924—1928. (Innhold: Direktørens og statsgeologenes beretning om arbeidet. *Falck-Muus:* Femårsberetning fra bibliotekaren. *C. Bugge:* Meddelelser om geologiske undersøkelser i Hallingdal og Valdres. *Falck-Muus:* Norske bergverksarkivalia II. *A. Bugge:* Oversikt over inndelingen av det sydnorske grunnfjell samt om fahlbåndene i Kongsberg ertsdistrikt. 1929. Kr. 3.00.
134. *Rekstad:* Salta. Beskrivelse til det geologiske generalkart. 1929. Kr. 3.00.
135. *Holmsen:* Grundvandet i vore leravsætninger. 1930. Kr. 3.00.
136. *Holmsen:* Rana. Beskrivelse til det geologiske generalkart. 1932. Kr. 4.00.
137. *Foslie* og *Johnson Høst:* Platina i sulfidisk nikkelmalm. 1932. Kr. 2.50.
138. *Brøgger:* Essexitrekkens erupsjoner, den eldste vulkanske virksomhet i Oslofeltet. 1933. Kr. 3.00.
139. *Brøgger:* Om rombeporfyrgangene og de dem ledsagende forkastninger i Oslofeltet. 1933. Kr. 1.50.
140. *Holmsen:* Lerfall i årene 1930—1932. 1934. Kr. 1.50.
141. *Olaf Anton Broch:* Feltspat. IV. 1934. Kr. 3.00.
142. *Torgersen:* Sink- og blyforekomster i det nordlige Norge. 1935. Kr. 2.00.
143. *Arne Bugge:* Flesberg og Eiker. Beskrivelse til de geologiske gradavdelingskarter F. 35 Ø og F. 35 V. De løse avleiringer ved *A. Samuelsen.* 1937. Kr. 4.00.
144. *Holmsen:* Nordre Femund. Beskrivelse til det geologiske rektangelkart. 1935. Kr. 2.50.
145. *Wolmer Marlow:* Foldal. Beskrivelse til det geologiske rektangelkart. 1935. Kr. 4.00.
146. *Arne Bugge:* Kongsberg-Bambleformasjonen. 1936. Kr. 3.00.
147. *Falck-Muus:* Aursund (under utarbeidelse).
148. *Holmsen:* Søndre Femund. Beskrivelse til det geologiske rektangelkart. 1937. Kr. 2.50.
149. *Foslie:* Tysfjords geologi. Beskrivelse til det geologiske gradteigskart Tysfjord. 1941. Kr. 12.00.
150. *Foslie:* Hellemobotn og Linnajavrre. 1942. Kr. 6.00.
151. *Holmsen:* Våre leravsetninger som byggegrunn. 1938. Kr. 3.00
152. *Trygve Strand:* Nordre Etnedal. Beskrivelse til det geologiske gradteigskart. 1938. Kr. 3.00.
153. *Carl Bugge:* Hemsedal og Gol. Beskrivelse til de geologiske gradteigskarter E 32 V og E 32 Ø. 1939. Kr. 4.00.
154. *Harald Bjørlykke:* Feltspat V. De sjeldne mineraler på de norske granittiske pegmatittganger. 1939. Kr. 3,00.
155. *Olaf Anton Broch, Fridtjov Isachsen, Orvar Isberg, Trygve Strand:* Bidrag til Skudenes-sedimentenes geologi. 1940. Kr. 1,50.
156. *K. O. Bjørlykke.* Utsyn over Norges jord og jordsmonn. Med oversiktskarter av jordbunnsforholdene i Norge i to blader: Sør-Norge og Nord-Norge. 1:2000000. 1940. Kr. 8.00.
157. *Brit Hofseth:* Geologiske undersøkelser ved Kragerø, i Holleia og Troms. 1942. Kr. 3.00.
158. *Per Holmsen:* Geologiske og petrografiske undersøkelser i området Tynset—Femunden. 1943. Kr. 2.50.
159. *Trygve Strand:* Et gneis-amfibolittkompleks i grunnfjellet i Valdres. 1943. Kr. 3,00.
160. *Jens A. W. Bugge:* Geological and Petrographical Investigations in the Kongsberg—Bamble Formation. 1943. Kr. 5.00
161. *Christoffer Oftedahl:* Om Sparagmiten og dens skyvning innen kartbladet Øvre Rendal. 1943. Kr. 2.50.
162. *H. Neumann:* Silver Deposits at Kongsberg. 1944. Kr. 4,50.
163. *Brynjulf Dietrichson:* Geologiske undersøkelser i Espedalen. 1945. Kr. 3,00.
164. *Olaf Holtedahl:* Norges geologi. Under trykning.
165. *Gunnar Horn:* Karsthuler i Nordland. Under trykning.
166. *Gunnar Holmsen:* Lerfall og ras i årene 1933—1939. 1946. Kr. 3,00.
167. *Gunnar Holmsen og Per Holmsen:* Leirfall i årene 1940—1945. 1946 Kr. 4,00.

Statens Råstoffkomités publikasjoner.

Av Statens Råstoffkomités publikasjoner er utkommet nr. 1—26, hvorav nr. 1—20 er utgitt i ovennevnte serie som N. G. U. nr. 101—120. Nr. 21, 22, 24 og 26 fåes i *Teknisk Ukeblads ekspedisjon*, Oslo.

Smaaskrifter.

Av denne serie, er utkommet:

Nr. 1. *Andersen:* Norges Geologiske Undersøkelse, dens opgaver og virksomhet. 1922. Gratis.
„ 2. *Falck-Muus:* Avhandlinger og karter utgit av N. G. U., systematisk ordnet. 1922. Gratis.
„ 3. *Holmsen:* Erfaringer om jordskaden ved indsjøreguleringer. 1927. Kr. 0.50.
„ 4. *Holmsen:* Grunnvannbrønner. 1940. Kr. 0.50.

Karter

Følgende farvetrykte geologiske karter er til salgs ved Norges Geografiske Opmåling:

Rektangel- og gradavdelingskarter, kr. 1.00: Dunderlandsdalen, Eidsberg, Gausdal, Gjøvik, Gran, Hamar, Haus, Hønefoss, Kongsberg, Kristiania, Lillehammer, Melhus, Meraker, Moss, Rennebu, Sarpsborg, Selbu, Skjørn, Søndre Fron, Terningen, Tysfjord, Tønsberg med Larvik, Voss, Flesberg, Eiker, Foldal, Nordre Femund, Aursund, Søndre Femund, Hellemobotn, Linnajavrre, Nordre Etnedal, Hemsedal, Gol.

Utsolgt: Åmot, Nannestad, Eidsvoll, Bergen, Rindal, Stenkjær, Levanger, Stjørdal, Trondhjem.

Av Oslofeltets serie er utkommet: Gran, Hønefoss, Nannestad, Flesberg, Kristiania, Fet, Kongsberg. Moss, Tønsberg med Larvik, samt oversiktskart.

Forskjellige geologiske karter: Generalkartene: Hatfjelldal, Rana, Salta, Træna, Vega (kr. 2.00). Oversiktskart over det sydlige Norge (utsolgt) og oversiktskart over det nordlige Norge. (kr. 3.00).

A. W. BRØGGERS BOKTRYKKERI A/S — OSLO 1946