

De sterkt optrukne kurver er kurver
 etter prof. Andreasens formel: $y = c \cdot x^2$
 Jøvre kurve er $q = \frac{1}{2}$, inedre er $q = \frac{1}{4}$.

Veglaboratoriet i november 1945

Fig. 1. Kornfordelingskurver for leirer.

| Leire | I | | II | | III | | IV | | V | | VI | | VII | |
|-----------------------|------|-------------------------------|------|-------------------------------|-------|-------------------------------|------|-------------------------------|------|-------------------------------|------|-------------------------------|------|-------------------------------|
| | | Omregnet til 20 μ = 100 % | | Omregnet til 20 μ = 100 % | | Omregnet til 20 μ = 100 % | | Omregnet til 20 μ = 100 % | | Omregnet til 20 μ = 100 % | | Omregnet til 20 μ = 100 % | | Omregnet til 20 μ = 100 % |
| > 50 μ | 3,0 | | 4,0 | | 2,0 | | 12,0 | | 7,0 | | 2,0 | | 4,0 | |
| 50 - 30 μ | 3,0 | | 1,0 | | 2,5 | | 4,5 | | 2,5 | | 2,0 | | 2,0 | |
| 30 - 20 μ | 2,5 | | 0,5 | | 4,5 | | 2,5 | | 4,5 | | 3,0 | | 3,5 | |
| 20 - 10 μ | 3,5 | 4,0 | 1,5 | 1,5 | 7,0 | 8,0 | 8,0 | 10,0 | 16,0 | 19,0 | 12,0 | 13,0 | 12,0 | 13,0 |
| 10 - 5 μ | 10,0 | 11,0 | 9,0 | 9,5 | 13,0 | 14,0 | 11,0 | 13,2 | 16,5 | 19,5 | 17,0 | 18,0 | 16,0 | 17,5 |
| 5 - 4 μ | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 3,5 | 4,0 | 4,0 | 4,8 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 7,0 | 4,5 | 5,0 |
| 4 - 3 μ | 8,0 | 9,0 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 8,0 | 4,0 | 5,0 | 7,5 | 9,0 | 8,0 | 8,5 | 6,0 | 7,0 |
| 3 - 2 μ | 7,0 | 7,5 | 8,0 | 8,5 | 5,5 | 6,0 | 7,0 | 8,5 | 6,5 | 7,5 | 8,0 | 8,5 | 9,0 | 9,5 |
| 2 - 1 μ | 15,0 | 16,5 | 16,5 | 17,5 | 12,5 | 14,0 | 9,0 | 11,0 | 8,0 | 9,5 | 10,0 | 10,5 | 12,0 | 13,5 |
| 1 - 0,5 μ | 11,0 | 12,0 | 16,5 | 17,5 | 15,0 | 16,5 | 12,7 | 15,5 | 8,0 | 9,0 | 13,3 | 14,3 | 12,0 | 13,5 |
| 0,5 - 0,2 μ | 20,0 | 22,0 | 15,0 | 16,0 | 15,25 | 17,0 | 15,3 | 18,3 | 6,5 | 7,6 | 10,7 | 11,7 | 10,5 | 11,5 |
| 0,2 - 0,1 μ | 6,0 | 6,5 | 10,0 | 10,5 | 6,25 | 7,0 | 6,6 | 8,1 | 7,0 | 8,2 | 4,0 | 4,2 | 4,5 | 5,0 |
| < 0,1 μ | 7,0 | 7,5 | 8,0 | 8,5 | 5,0 | 5,5 | 4,4 | 5,4 | 4,5 | 5,2 | 4,0 | 4,3 | 4,0 | 4,5 |
| Sum i % | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

De typiske norske kvikkleirer utmerker seg framfor andre jordarter ved at deres fasthet i omrørt tilstand er betydelig mindre enn i uomrørt tilstand. Man har således leirer som i uomrørt tilstand har skjærfasthet på over 200 gr/cm², mens de i omrørt tilstand er lett-flytende væsker der man ikke kan snakke om noen egentlig skjærfasthet [2, 3]. Det kjennes således eksempler fra leirfall i Norge der kvikkleirene etter å være blitt omrørt flyter kilometervis utover flatt land og danner så slake heldninger at man faktisk må bruke nivåer-instrument for å fastslå i hvilken retning heldningen går. Det karakteristiske ved disse leirer er altså at deres vanninnhold ligger langt over flytegrensen, på tross av dette er leirene i uomrørt tilstand meget faste. Et annet karakteristiskum ved kvikkleirene er at de etter å være omrørt gjenvinner meget lite av sin fasthet ved henstand. En typisk kvikkleire som i omrørt tilstand er helt flytende får neppe noensinne ved lagring med konstant vanninnhold skjærfasthet på mer enn noen få gram/cm². Det har hittil vært et uløst spørsmål hvorledes kvikkleirene er dannet, hva de egentlig skylder sine eiendommelige fysikalske forhold. Da kvikkleire er vesentlig alminneligere i Norge enn i de andre skandinaviske land, er det rimelig at vi ikke har kunnet få noen bidrag til det rimelig av disse spørsmål utenfra. For å søke å bringe klarhet i en del av disse spørsmål er de undersøkelser som her behandles, blitt utført.

Det forhold at kvikkleirene så lett flyter, kan man tenke mulig skyldes at leirenes mineraler er utpreget tynnplateformet, som f. eks. glimmerflak, og at disse glimmerflak i kvikkleirene er stablet opp mot hverandre på en slik måte at det dannes mange og store hulrom som så er fylt med vann. Populært uttrykt vil dette si at glimmerflakene danner «korthus» som ved omrøring at glimmerflakene blir flytende på grunn av de ødelegges, og hele leiren blir flytende på grunn av de store vannmengdene som fantes inne i «korthusene». På denne måte kan man også forklare hvorfor kvikkleirene gjenvinner lite av sin tidligere fasthet ved lagring, idet det jo ikke er sannsynlig at «korthusene» igjen skal reise seg. Denne forklaring var, selv om den visstnok ikke noensinne er publisert, den alminnelige blant norske geologer.¹ Det første vi derfor gjorde ved veglaboratoriet var mikroskopisk og termisk å undersøke kvikkleirenes mineraler [6], men da vi selv ved meget kvikkeleirer ikke fant noen vesentlig forskjell i mineralsammensetningen mellom kvikkleiren og ukvikkeleirer og på ingen måte fant noen særlig anrikning av plateformete mineraler i sand- og støvsandfraksjonen, måtte vi la denne antagelse falle. Det er jo også litt vanskelig å for-

klare hvordan en slik «korthus»-struktur skulle være oppstått og da den jo må være i høy grad ustabil, kan man vanskelig tenke seg at den ville kunne tåle trykket av de ovenforliggende leirmasser.

Etter å ha forlatt «korthusteorien» ved kvikkleirene er det naturlig å tenke på leirkolloidenes thixotropiske egenskaper. Vi vil seinere vise hvorledes en stiv tixotropisk leirgel ved omrøring blir tynnflytende og vi vet at en slik gel kan inneholde mange ganger sitt eget volum vann, således i det nevnte eksempel 23,6 volum vann for et volum leirkolloid.

En gel atskiller seg fra en sol ved at den fri bevegelighet av de kolloide partikler er sterkt nedsatt eller helt stoppet. Samtidig hindres også strømmingene av væskefasen. Man kan ved å betrakte utfnkningsprosessen ved en sol av f. eks. montmorillonitt i vann i ultramikroskop, iaktta hvorledes de rettlinjede Brownske bevegelser først opphører; deretter opphører de roterende bevegelser av de oppslemmede partikler. Dette skjer uten at partiklene berører hverandre. Det synes altså som en utfnokning skjer ved at de væskehinner som omgir hver enkelt av de kolloide partikler «smelter sammen». Overgangen fra sol til gel kan i mange tilfelle være reversibel, mens den i andre tilfelle er irriterbar. Ved typisk hydrofile kolloider som f. eks. gelatin i vann kan en sol gelatinere ved avkjøling og henstand for så igjen å gå over til sol ved oppvarming. Liknende forhold finner man også ved de hydrofobe kolloider, men i mindre målestokk. Det som særlig interesserer ved betraktning av kvikkleirene er en annen form for reversibel sol-gel overgang, nemlig thixotropi.

Ved thixotropi forstår man det forhold at en gel ved mekanisk påvirkning som risting, omrøring m. v. går over i sol-tilstand og denne sol igjen danner gel ved henstand. Thixotropi er nå et alminnelig kjent kolloid-kjemisk begrep og behandles i alle moderne lærebøker. Fenomenet ble først beskrevet for ca. 20 år siden ved oppslemming av leirkolloider i vann tilsatt forskjellige elektrolytter [7, 8, 9]. Det viser seg at en oppslemming av en og samme partikkelsort i samme elektrolytt stivner thixotropisk etter like lang tid ved samme temperatur og at gelens vanninnhold er konstant ved konstante betingelser. En slik thixotropisk gel av hydrofobe kolloider krever vanligvis tilstedeværelsen av elektrolytter i væskefasen for å dannes. Dersom væskefasen er fri for elektrolytter, er solen mer stabil, og geldannelse vil vanskeligere finne sted. En gel av kolloid leire i vann kan være meget fast i uomrørt tilstand på tross av meget høyt vanninnhold. Således innholdt en gel, framstillet ved veglaboratoriet, av leirpartikler mindre enn 0,25 μ ved utfnokning av ca. 0,01 n HNO₃ 89,3 % vann regnet på total substans eller 835 % i forhold til tørrstoff. Volum i forhold til tørrstoff 23,6 : 1. Denne gel som

¹ V. M. Goldschmidt [12] hevder at leirenes kvikkeaktighet skyldes ødeleggelse av den naturlige sedimentasjonsstruktur ved omrøring av leirmassene.

var utfeldt i sentrifuge kunne uten vanskelighet skjæres i skarpkantede terninger som kunne plaseres på en glassplate uten å flyte utover, derimot ble den ved omrøring meget tynnflytende uten målbar fasthet. Solen stivnet igjen ganske raskt ved henstand. Ved tilsetning av syre til kolloide leirsoler skjer utfnokning allerede ved meget små konsentrasjoner. Nøytrale salter krever derimot betydelig høyere konsentrasjon av elektrolytten før utfnokning finner sted, mens små mengder alkalier tvertimot virker dispergerende på leirgeler. For å undersøke hvilke konsentrasjoner av NaCl som trengtes for å utfnokke en tynn leirsol, ble det til en sol av leirkolloid mindre enn $0,1 \mu$ inneholdende 3 gram pr. liter = $0,3 \%$ tilsatt NaCl -oppløsning.

Ved $0,1 \%$ NaCl etter 60 minutter ingen synlig utfnokning
 ,, $0,2 \%$,, —, —, —, —, —, —,
 ,, $0,4 \%$,, —, —, —, —, —, —,
 ,, $0,6 \%$,, —, —, svark utfnokning
 ,, $0,8 \%$,, —, —, tydelig utfnokning
 ,, $1,6 \%$,, —, —, meget tydelig utfnokning
 ,, $3,2 \%$,, —, —, samtlige fnokker bunnfelt

Deretter ble framstillet en leirsol med 0,3 gram kolloid pr. liter = $0,03 \%$, her ble tilsatt følgende konsentrasjoner NaCl .

$0,8 \%$ etter 60 minutter ikke utfnokning
 $1,6 \%$ —, —, —, —, —, —,
 $3,2 \%$ —, —, utydelig begynnende utfnokning
 $4,0 \%$ —, —, svak utfnokning

Vannet i fnokkene er ifølge H. Werner [10] fiksert til fnokkene og først ved omrøring frigjøres vannet fra leirkornene. Midlere tykkelse av væskehinnene rundt kornene tiltar med økende elektrolytmengde i væsken. Således fant Werner ved utfnokning av kaolin fra forskjellige oppløsninger følgende forhold:

| | Volum hydratisert korn/volum tørt korn |
|---|--|
| Dest. H_2O | 7,0 : 1 |
| HCl $0,01 \text{ m}$ | 17,3 : 1 |
| BaCl_2 $0,025 \text{ m}$ | 17,3 : 1 |
| KCl 1 m | 27,6 : 1 |
| KOH $0,001 \text{ m}$ | 3,6 : 1 |

Vi ser hvorledes de fikserte væskehinner øker med økende elektrolytmengde i væsken, og det blir derfor lettere å forstå hvorledes utfnokning finner sted ved at det fikserte vann som omgir de enkelte korn «smelter sammen». Da de enkelte partikler er likt elektrisk ladet frastøter de hverandre etter Coulombs lov, med en kraft som avtar med kvadratet av avstanden mellom partiklene. Således vil den nedsettelse av væskehinnens tykkelse som framkalles av tynne alkaliske oppløsninger virke til å gjøre solen stabil, idet partiklene i dette tilfelle må så meget nærmere hverandre før væskehinnene kan smelte

sammen. Vi forstår også hvorfor det er vanskeligere å fnokke ut en tynn sol enn en mer konsentrert, idet den statistiske sannsynlighet for at 2 partikler skal støte sammen blir så meget mindre i de fortynnete soler.

Ved betraktning av kornfordelingskurvene finner man at det egentlig ikke er noen viktig systematisk avvikelse mellom de mest utpregete kvikkleirer og meget ukvikkeleirer, selv om det muligens er en del dårligere kurver for enkelte kvikkleirer enn for de minst kvikkeleirer. Antall kurver er for lite til at man kan trekke noen sikker slutning om hvorvidt kvikkleirene skylder sin kvikkaktighet en dårlig siktekurve. Man kan nok tenke seg at en leire med særlig dårlig siktekurve kan være en kvikkleire, men den hypotese som i første øyeblikk virker mest besnærende, nemlig at kvikkleirene skylder sin kvikkaktighet at en fraksjon i kornfordelingskurven mer eller mindre mangler og at hulrommet er utfyllt med uforholdsmessig meget hydratisert finfraksjon finner man intet grunnlag for. Tvertimot gjør de kornfordelingskurver vi har funnet for leirene ned til de fineste fraksjoner en slik hypotese uholdbar.

Har man imidlertid det forhold for øye at de minste kornfraksjoner i utpreget grad er hydratisert og omgitt av et fiksert vannlag som kan være meget tykkere enn selve leirkornets radius, kommer man til det resultat at de forholdsvis gunstige kornfordelingskurver i virkeligheten er meget ugunstig, med en stor opphopning av korn av mikroleirstørrelse mens ultraleir helt mangler.²

Dette er under den forutsetning at man regner leirkorn med omgivende vannhinne som en partikkel. Regner man med de dimensjoner som H. Werner gjør, dvs. fra $1,4$ til 3μ vil de minste korn utgjøre en uforholdsmessig stor del av leirens volum. Nå er disse tall basert på helt løse fnokk og i en fast leiravsetting vil vannhinnens tykkelse bare være en brøkdel av disse tall. For de fineste korn i en leire spiller imidlertid sikkert volumet av det adsorbivt bundne vann en dominerende rolle overfor volumet av selve mineralkornet. Ved grovere fraksjoner er derimot selve mineralkornets volum det viktigste, og den variasjon man har i mineralets volum med vekslende mengde sorbsjonsvann, f. eks. hos montmorillonittmineralene, kommer inn som en vesentlig del av leirens volumvariasjon med vekslende vanninnhold. Forutsetter vi nå at alt det vann leirene inneholder finnes som vannhinner rundt de enkelte mineralkorn og ikke som større vannansamling i porer³ kan vi ved hver enkelt leire beregne den midlere tykkelse av de væskehinner som omgir hvert enkelt korn.

Ved denne betraktningssmåte, nemlig at det vann som finnes i leirene ikke er fritt, men mer eller mindre fiksert til de enkelte mineralkorn som ikke støter direkte inntil hverandre, men er atskilt ved vannlag, kommer man i

² Med gunstig kornfordelingskurve menes her en kornfordelingskurve som ligger nær prof. Andreasens idealkurver for tetteste pakning.

³ Sammenlikn her Gunnar Beskow [13] p. 31—41. Det framgår herav at intet av vanninnholdet i en leire fryser ved 0°C . Dette tyder på at vannfylte store porer ikke er vanlige i leirer.

Leire Åserumvannet. A. Nr. 1.

| Fraksjon | R | Mengde | Vekt av 1 korn | Antall korn/g tørr leire | Midlere radius | Midlere volum |
|-----------------|-------------|--------|---------------------------------|--------------------------|----------------|------------------|
| 2 — 1μ | $0,75 \mu$ | 15 % | $4,98 \cdot 10^{-12} \text{ g}$ | $0,03 \cdot 10^{12}$ | | |
| 1 — $0,5 \mu$ | $0,375 \mu$ | 11 % | 0,62 " | 0,18 " | | |
| 0,5 — $0,2 \mu$ | $0,175 \mu$ | 20 % | 0,063 " | 3,18 " | | |
| 0,2 — $0,1 \mu$ | $0,075 \mu$ | 6 % | 0,0021 " | 28,55 " | | |
| 0,1 — 0μ | $0,025 \mu$ | 7 % | 0,00018 " | 387,00 " | | |
| | | | | $418,94 \cdot 10^{12}$ | $0,0303 \mu$ | $0,000117 \mu^3$ |

Vanninnhold = 67 % av tørrstoff, dvs. 1,67 g leire består av 1 g tørr leire og 0,67 g vann. Til 1 korn svarer $0,160 \cdot 10^{-14} \text{ g}$ vann = $0,0016 \mu^3$. Volum hydratisert korn/Volum tørt korn = 14,7/1.

Leire Åserumvannet. B. Nr. II.

| Fraksjon | R | Mengde | Vekt av 1 korn | Antall korn/g tørr leire | Midlere radius | Midlere volum |
|---------------|-------------|--------|-------------------------|--------------------------|----------------|------------------|
| 2 —1 μ | 0,75 μ | 16,5 % | $4,98 \cdot 10^{-12}$ g | $0,03 \cdot 10^{12}$ | | |
| 1 —0,5 μ | 0,375 μ | 16,5 % | 0,62 " | 0,27 " | | |
| 0,5—0,2 μ | 0,175 μ | 15,0 % | 0,063 " | 2,33 " | | |
| 0,2—0,1 μ | 0,075 μ | 10,0 % | 0,0021 " | 47,75 " | | |
| 0,1—0 μ | 0,025 μ | 8,0 % | 0,00018 " | 432,00 " | | |
| | | | | $482,38 \cdot 10^{12}$ | 0,0274 μ | 0,000083 μ^3 |

Vanninnhold = 60 % av tørrstoff, dvs. 1,60 g leire består av 1 g tørr leire og 0,60 g vann. Til 1 korn svarer $0,124 \cdot 10^{-14}$ g vann = 0,00124 μ^3 . Volum hydratisert korn/volum tørt korn = 15,6/1.

Leire fra Kristiansand. A. Nr. III.

| Fraksjon | R | Mengde | Vekt av 1 korn | Antall korn/g tørr leire | Midlere radius | Midlere volum |
|---------------|-------------|---------|-------------------------|--------------------------|----------------|------------------|
| 2 —1 μ | 0,75 μ | 12,5 % | $4,98 \cdot 10^{-12}$ g | $0,03 \cdot 10^{12}$ | | |
| 1 —0,5 μ | 0,375 μ | 15 % | 0,62 " | 0,24 " | | |
| 0,5—0,2 μ | 0,175 μ | 15,25 % | 0,063 " | 2,43 " | | |
| 0,2—0,1 μ | 0,075 μ | 6,25 % | 0,0021 " | 29,75 " | | |
| 0,1—0 μ | 0,025 μ | 5,0 % | 0,00018 " | 278,00 " | | |
| | | | | $310,45 \cdot 10^{12}$ | 0,031 μ | 0,000125 μ^3 |

Vanninnhold = 50,8 % av tørrstoff, dvs. 1,508 g består av 1 g tørr leire og 0,508 g vann. Til 1 korn svarer $0,164 \cdot 10^{-14}$ g vann = 0,00164 μ^3 . Volum av hydratisert korn/volum tørt korn = 14,3/1.

Leire fra Kristiansand. B. Nr. IV.

| Fraksjon | R | Mengde | Vekt av 1 korn | Antall korn/g tørr leire | Midlere radius | Midlere volum |
|---------------|-------------|--------|-------------------------|--------------------------|----------------|------------------|
| 2 —1 μ | 0,75 μ | 9,0 % | $4,98 \cdot 10^{-12}$ g | $0,02 \cdot 10^{12}$ | | |
| 1 —0,5 μ | 0,375 μ | 12,7 % | 0,62 " | 0,21 " | | |
| 0,5—0,2 μ | 0,175 μ | 15,3 % | 0,063 " | 2,43 " | | |
| 0,2—0,1 μ | 0,075 μ | 6,6 % | 0,0021 " | 31,80 " | | |
| 0,1—0 μ | 0,025 μ | 4,4 % | 0,00018 " | 244,00 " | | |
| | | | | $278,46 \cdot 10^{12}$ | 0,032 μ | 0,000136 μ^3 |

Vanninnhold = 47,2 % på tørr leire, dvs. 1,472 g leire består av 1 g tørr leire og 0,472 g vann. Til 1 korn svarer $0,17 \cdot 10^{-14}$ g vann = 0,0017 μ^3 . Volum av hydratisert korn/volum tørt korn = 13,55 : 1.

Kvikkleire Galleberg. Nr. V.

| Fraksjon | R | Mengde | Vekt av 1 korn | Korn/g leire | Midlere radius | Midlere volum |
|---------------|-------------|--------|-------------------------|------------------------|----------------|------------------|
| 2 —1 μ | 0,75 μ | 8 % | $4,98 \cdot 10^{-12}$ g | $0,02 \cdot 10^{12}$ | | |
| 1 —0,5 μ | 0,375 μ | 8 % | 0,62 " | 0,13 " | | |
| 0,5—0,2 μ | 0,175 μ | 6,5 % | 0,063 " | 1,03 " | | |
| 0,2—0,1 μ | 0,075 μ | 7,0 % | 0,0021 " | 33,25 " | | |
| 0,1—0 μ | 0,025 μ | 4,4 % | 0,00018 " | 244,50 " | | |
| | | | | $278,93 \cdot 10^{12}$ | 0,030 μ | 0,000117 μ^3 |

Vanninnhold = 34,0 % på tørr leire, dvs. 1,340 g leire består av 1 g tørr leire og 0,340 g vann. Til 1 korn svarer $0,123 \cdot 10^{-14}$ g vann = 0,00123 μ^3 . Volum hydratisert korn/Volum tørt korn = 12 : 1.

Leire Knatten. A. Nr. VI.

| Fraksjon | R | Mengde | Vekt av 1 korn | Korn/g leire | Midlere Radius | Midlere Volun |
|---------------|-------------|--------|-----------------------|------------------------|----------------|------------------|
| 2 —1 μ | 0,75 μ | 10 % | $4,98 \cdot 10^{-12}$ | $0,02 \cdot 10^{12}$ | | |
| 1 —0,5 μ | 0,375 μ | 13,3 % | 0,63 " | 0,21 " | | |
| 0,5—0,2 μ | 0,175 μ | 10,7 % | 0,063 " | 1,69 " | | |
| 0,2—0,1 μ | 0,075 μ | 4 % | 0,0021 " | 19,10 " | | |
| 0,1—0 μ | 0,025 μ | 4 % | 0,00018 " | 222,50 " | | |
| | | | | $243,52 \cdot 10^{12}$ | 0,030 μ | 0,000117 μ^3 |

Vanninnhold = 27,4 % av tørrstoff, dvs. 1,274 g leire består av 1 g tørr leire og 0,274 g vann. Til 1 korn svarer $0,113 \cdot 10^{-14}$ g vann = 0,00113 μ^3 . Volum hydratisert korn/volum tørt korn = 10 : 1.

Leire Knatten. B. Nr. VII.

| Fraksjon | R | Mengde | Vekt av 1 korn | Korn/g leire | Midlere radius | Midlere volum |
|----------------|-------------|--------|-------------------------|------------------------|----------------|------------------|
| 2 —1 μ | 0,75 μ | 12 % | $4,98 \cdot 10^{-12}$ g | $0,03 \cdot 10^{12}$ | | |
| 1 —0,5 μ | 0,375 μ | 12 % | 0,62 „ | 0,19 „ | | |
| 0,5—0,2 η | 0,175 μ | 10,5 % | 0,063 „ | 1,67 „ | | |
| 0,2—0,1 μ | 0,075 μ | 4,5 % | 0,0021 „ | 21,45 „ | | |
| 0,1—0 μ | 0,025 μ | 4,0 % | 0,00018 „ | 222,50 „ | | |
| | | | | $245,84 \cdot 10^{12}$ | 0,031 μ | $0,000125 \mu^3$ |

Vanninnhold = 24,7 % av tørrstoff, dvs. 1,247 g leire består av 1 g tørr leire og 0,247 g vann. Til 1 korn svarer $0,100 \cdot 10^{-14}$ g vann = $0,00100 \mu^3$. Volum hydratisert korn/volum tørt korn = 8,9 : 1.

overensstemmelse med de kjente forhold at det er meget lettere å dispergere en naturfuktig leire fullstendig enn en leire som først er blitt tørket og så igjen fuktet. Man kan også lettere forstå hvorfor det er så meget vanskeligere å røre inn mer vann i en naturfuktig leire enn i en allerede tørret. Ved beregning av forholdet mellom volumet av hydratiserte korn og tørre korn ved de forskjellige leirer kan man uten videre se bort fra de fraksjoner som er grovere enn 2 μ , idet disse mineralkornes antall vil være lite i forhold til de finere fraksjoner, selv om de grovere partikler vekstmessig finnes i overveiende mengde. Vekten stiger jo med 3. potens av diameteren. F. eks. vil 50 mg av et mineral med spes. vekt 2,8 oppdelt i korn av størrelse 4—5 μ utgjøre $0,375 \cdot 10^9$ korn, mens 50 mg oppdelt i korn av størrelse 0,2—0,5 μ utgjør $760 \cdot 10^9$ korn. Ved de følgende beregninger over volum av hydratiserte og tørre leirkorn er spes. vekt 2,8 valgt for alle leirer.

Som man kunne vente er volumet av de hydratiserte leirkorn i forhold til de tørre korn betydelig større ved de kvikke leirer enn ved de normale. Det synes innlysende at dersom leirkornet binder til seg det omgivende vann like sterkt ved de forskjellige leirer, dvs. dersom leirene har de samme mineraler og vannet samme mengde elektrolytt vil de leirer der forholdet mellom volumene av hydratiserte og tørre korn er høyest lettest kunne gi fra seg vann ved mekanisk påvirkning. Om vi går ut fra at leirkornene forholdsvis fast binder til seg en viss mengde vann, f. eks. i det forhold som Werner finner ved thixotropisk geldannelse fra rent vann 7,0 : 1 kan man betrakte de vannmengder som overstiger denne mengde som overskuddsvann. Vi får på denne måte følgende forhold:

Kvikket

| | | | |
|-------------|----------|---------------------------------|-----------|
| Meget stor. | Leire I: | Vol. oversk.vann/vol. tørt korn | = 7,7 : 1 |
| Meget stor. | „ II: | —, — | = 8,6 : 1 |
| Stor. | „ III: | —, — | = 7,3 : 1 |
| 23,4 | „ IV: | —, — | = 6,6 : 1 |
| 43,8 | „ V: | —, — | = 5,0 : 1 |
| 8,2 | „ VI: | —, — | = 3,0 : 1 |
| 1,64 | „ VII: | —, — | = 1,9 : 1 |

Forutsetningen at leirkornene danner forholdsvis stabile korn med forholdet 7,0 : 1 er at leirene er fri for elektrolytter. Dette holder stikk ved alle de undersøkte leirer, idet ikke det minste spor av Cl⁻-joner kunne påvises. Som vi vet er mange av våre leiravsetninger forholdsvis rike på NaCl. Dette er imidlertid så vidt jeg har kunnet bringe i erfaring ikke tilfelle ved kvikkeleirene på tross av at visstnok alle våre typiske kvikkeleirer er marine avsetninger og derfor sikkert ved sin avsetning har holdt betydelige mengder salter.

Da vi vet at økende mengde elektrolytt virker i den retning at mengden av det fikserte vann ved leirkornene øker, er vi inne på en forklaring for de forholdsvis store løsliggende vannmengder ved kvikkeleirene.

Gunnar Holmsen [11] har utført en rekke spredte undersøkelser av leirers konsistens ved tilsetning av forskjellige elektrolytter uten at noen konsekvens er trukket

av forsøkene. Det er av interesse for oss ved behandling av kvikkeleire problemet at Holmsen [11] finner at tilsetning av NaCl øker leirens fasthet. Teoretisk lar dette seg forklare ved at leirkornene i NaCl-oppløsningen binder til seg et tykkere vannlag enn i rent vann. Det blir derved mindre overskuddsvann som kornene kan flyte i. For å undersøke virkningen av NaCl på forskjellige leirer er følgende forsøk utført: *Leire VI fra Knatten* med $H_3 = 313$, $H_1 = 38$, vanninnhold/tørrstoff 27,4 % ble fra naturfuktig tilstand tilsatt vann til et vanninnhold = 40 %. Etter at leiren var omrørt med Mixmaster til alle klumper var forsvunnet, dannet leirvellingen en tykflytende væske uten målbar fasthet. Ved tilsetning av NaCl svarende til 0,5 % av vanninnholdet ble leirvellingen noenlunde fast $H_1 = 4,3$, ved NaCl konsentrasjon = 1 % var $H_1 = 6,3$ mens ytterligere tilsetning av NaCl ikke ytterligere øket leirens fasthet. *Kvikkleire II fra Åserumvannet*, $H_3 = 5,57$, $H_1 \ll 0,33 \approx 0$. Vanninnhold/tørrstoff 60,0 %. Leiren var etter omrøring en tyntflytende væske uten målbar fasthet. Det ble tilsatt NaCl i følgende konsentrasjoner:

| | | |
|--------------|------------------|--------------|
| NaCl 0,125 % | av vanninnholdet | $H_1 < 0,33$ |
| „ 0,25 % | —, — | $H_1 = 1,51$ |
| „ 0,50 % | —, — | $H_1 = 4,4$ |
| „ 1,0 % | —, — | $H_1 = 7,6$ |
| „ 2,0 % | —, — | $H_1 = 8,6$ |
| „ 4,0 % | —, — | $H_1 = 8,8$ |

Ytterligere salttilsetning øker ikke fastheten.

Kvikkleire V. Galleberg st. $H_3 = 127,5$, $H_1 = 2,9$. Vanninnhold/tørrstoff 34,0 % ble etter omrøring tilsatt NaCl til 3 % av vanninnholdet. Fastheten steg da sterkt og øket videre ved lagring. Etter

| | |
|-----------------------------|------|
| 0 minutter, relativ fasthet | 34,3 |
| 60 „, — | 42,1 |
| 3 timer | 51,2 |
| 3 dager | 62,4 |
| 5 „ | 67,1 |

Kvikkleire I. Åserumvannet. $H_3 = 41,5$, $H_1 \ll 0,33 \approx 0$.

Vanninnhold/tørrstoff = 62,8 %. Leiren var etter omrøring meget tyntflytende væske uten målbar fasthet. Ved lagring 10 døgn var fremdeles leirvellingen under målbar grense, men betydelig mer tykflytende. Det ble tilsatt natrium-klorid til 3 % av vanninnholdet. Fastheten steg da sterkt og øket videre ved lagring.

| | |
|----------------------------|------|
| 0 minutter relativ fasthet | 5,8 |
| 60 „, — | 10,4 |
| 3½ time | 11,3 |
| 22 timer | 13,4 |
| 5 dager | 23,2 |
| 10 „ | 34,0 |

En prøve lagret i 5 dager og på nytt omrørt ga relativ fasthet = 5,9 altså det samme som etter 0 minutter.

Kvikkleire III fra Kristiansand S. $H_3 = 91$, $H_1 < 0,33$. Vanninnhold/tørrestoff 50,8 %. Leiren var etter omrøring tyktflytende væske litt under målbar grense. Etter 24 timers henstand i fukteskap var relativ fasthet 1,0. Leirvellingen ble tilsatt $NaCl$ til 3 % av vanninnholdet. Fastheten steg da sterkt og øket videre ved lagring:

| | | |
|------------|-----------------|------|
| 0 minutter | relativ fasthet | 10,0 |
| 60 „ | „ | 18,2 |
| 22 timer | „ | 18,7 |
| 3 dager | „ | 24,2 |

Kvikkleire IV. Kristiansand S. $H_3 = 110$, $H_1 = 4,75$. Vanninnhold/tørrestoff = 47,2 %. Den relative fasthet steg ved lagring i 24 timer til 9,0. Ved tilsetning av 3 % $NaCl$ steg fastheten sterkt og øket ved lagring.

| | | |
|------------|-----------------|------|
| 0 minutter | relativ fasthet | 25,2 |
| 60 „ | „ | 39,3 |
| 22 timer | „ | 43,6 |
| 3 dager | „ | 50,2 |
| 5 „ | „ | 50,8 |

Det er således tydelig at flytegrensen for leirene stiger meget sterkt ved tilsetning av $NaCl$ svarende til en konsentrasjon som man har i havvannet og at fastheten etter 5 døgn for de utpregede kvikke leirer når opp i rundt halvparten av de fastheter man har uomrørt prøve. For kvikkeleire I er det forhold ennå mer utpreget. Det er videre av interesse å undersøke hvorledes leirenes plastisitetforhold varierer ved tilsetning av $NaCl$. Som eksempel kan en her ta kvikkeleire I fra Aserumvannet. Denne leire har i ren tilstand:

| | |
|--------------------|--------|
| Finhetstall | = 35,3 |
| Flytegrense | = 29,4 |
| Plastisitetsgrense | = 22,0 |
| Plastisitetstall | = 7,4 |

Etter tilsetning av $NaCl$:

| | |
|--------------------|--------|
| Finhetstall | = 41,6 |
| Flytegrense | = 35,2 |
| Plastisitetsgrense | = 22,2 |
| Plastisitetstall | = 13,0 |

$NaCl$ hever altså:

| | |
|--------------------|---------------|
| Finhetstall | = 6,3 = 18 % |
| Flytegrense | = 5,8 = 20 % |
| Plastisitetsgrense | = 0,2 = 0,9 % |
| Plastisitetstall | = 5,6 = 76 % |

Det er meget interessant å legge merke til det forhold at plastisitetsgrensen så å si ikke forandres ved $NaCl$ tilsetning, mens flytegrensen og finhetstall influeres, idet flytegrensen noenlunde svarer til det vanninnhold som er forholdsvis fast bundet i de hydratiserte leirkorn.

Vi forstår herav at plastisiteten hos leirer er avhengig både av leirens innhold av finstoff og av dens innhold av elektrolytt, herav følger også mengden og arten av de adsorberte joner. Ved de undersøkte 7 leirer er plastisiteten noenlunde konstant fra ca. 4,5 ved kvikkeleirene fra Kristiansand og Galleberg til ca. 7,5 ved leirene fra Aserumvannet. Leirene fra Knatten har en del høyere plastisitet enn de andre leirer sett i forhold til kornfordelingskurvene. Dette skulle tyde på et litt høyere innhold av elektrolytt ved Knatten-leirene enn ved de andre leirer. Den mulighet er dog til stede at Knatten leirene innholder litt mer hydroglimmer enn de andre leirene. Avvikelsene fra det man skulle vente er i et hvert fall ikke så store at det spiller noen rolle. (Se appendix.)

Etter det foran anførte finner vi å kunne stille opp følgende teori for kvikkeleirenes dannelse:

«Kvikkleirene vil dannes der leirslam hurtig føres ut i salt vann i så store konsentrasjoner at selv de fineste fraksjoner kan fnokke seg sammen og bunnfelles sammen med de grovere partikler. De leirdeler som dannes i saltvann vil være stabile ved forholdsvis stort vanninnhold, altså med tykke vannhinder rundt de enkelte korn. Etter leiravsetningens dannelse er saltinnholdet i leirgelene blitt sterkt nedsatt ved at saltets joner er difundert ut i det øvrige grunnvann i sand og gruslag. Dette kan skje ikke bare der hvor leiravsetningene heves over havets nivå, men også i landnære undersjøiske sedimenter, idet det ferske grunnvann under og i en leiravsetning ikke vil bli oppblandet med havvannet selv forholdsvis langt fra land.

Dersom leiravsetningen befinner seg i ro, vil selv etterat saltet er difundert vekk, de tykke vannhinner holdes innstabil rundt leirkornene og leiren vil ha en betydelig fasthet i uomrørt tilstand. Ved omrøring vil dette instabile skjelett av hydratiserte leirkorn ødelegges og overskuddsvannet frigjøres så leiren blir lettflytende.»

De lite kvikke leirer skulle da skille seg fra de kvikke ved enten å være avsatt i ferskere vann der leirkornene fikk tynnere vannhinner eller avsatt av så tynne suspensjoner at leirkornet ikke fnokker seg, men sedimenteres enkeltvis og på denne måte gir tettere pakning. Denne mulighet kan vi antagelig se bort fra, idet de dypeste vann-nivåer like over leiravsetningen sikkert vil være så rike på leirmateriale at utfnokningen vil finne sted.

Neste mulighet for dannelse av lite kvikke leirer er at saltinnholdet ikke difunderer ut, men blir i leiravsetningen slik at de tykke vannhinner er stabile. Videre kan kvikke leirer gå over til lite kvikke ved at alt eller en del av overskuddsvannet fjernes ved uttørring, f. eks. ved stort press av ovenforliggende jordmasser eller ved at leiravsetningen ligger i en bakkehelling der vekten av vannet fjerner en del av det løse bundne vann fra leirkornene. For å undersøke denne teori ble en prøve av kvikkeleire fra Aserumvannet tilsatt $NaCl$ til 3 % av vanninnholdet og deretter lagret i 5 døgn i fukteskap, derved var fastheten nådd opp i 23,2. Leiren ble så befridd for mestedelen av sitt innhold $NaCl$ ved dialyse i 15 dager. Relativt fasthet uomrørt = 31,0 og etter omrøring en relativ fasthet $\approx 0,3$.

Etter at vi har sett hvor stor innflytelse saltinnholdet i leirene har for kvikkeleirenes fasthetsegenskaper, ligger det nær å forsøke å stabilisere enkelte av våre kvikkeleirer ved tilsetning av elektrolytter. Det er ennå ikke fastslått om salttilsetning til uomrørte kvikkeleirer øker dennes fasthet. Disse forsøk blir for tiden tatt opp til behandling ved veglaboratoriet. I et hvert tilfelle vet vi at salttilsetning til omrørt kvikkeleire kan øke dennes fasthet betydelig. Dersom man, som ofte har vært tilfelle, er nødt til å arbeide i kvikke leirer, er det nesten umulig å bevege seg selv om man legger ut lemmer og planker, idet den omrørte leire ikke tåler den minste belastning. I slike tilfelle kan det sikkert være av stor betydning å kunne øke den omrørte leires skjærfasthet til flere hundre kilo pr. kvadratmeter.

Det synes som om de saltede leirer forholdsvis hurtig oppnår forholdsvis høy fasthet etter omrøring, man behøver derfor ikke vente til en tørrskorpe er dannet før man belaster leirene så pass at man kan arbeide videre. Også ved fyllinger av kvikke og halvkvikke leirer kan tilblending av salt være gunstig. Da salt meget langsomt difunderer ut av en leiravsetning vil en saltet leire kunne holde på saltet i hundrevis av år så man behøver ikke å frykte at en stabiliserende virkning av salttilblendingen igjen skal forsvinne etter kort tid. Forsøk med den stabiliserende virkning av forskjellige salter så vel overfor omrørt som uomrørt leire vil bli fortsatt ved veglaboratoriet.

Til slutt vil vi takke Jernbanens Geotekniske kontor ved avdelingsingeniør Sv. Skaven *Haug* som velvilligst har stilt en del leirprøver til vår disposisjon.

Sammentikn.

- [1] Erich *Manegold*, Remigius *Hoffmann* und Karl *Solf* (Univ. Göttingen): Die matematische Behandlung idealer Kugelpackungen und das Hohlraumvolumen realer Gerüst-strukturen. Kolloid Zeitschrift, Bd. LVI (1931), Pag. 143.
- [2] Sv. Skaven *Haug*: Svevende trepelers bæreevne i leire. Med. Norges Statsbaner nr. 2, 1940.
- [3] Sv. Skaven *Haug*: Skjærfasthetsforsøk med leire. Med. Norges Statsbaner nr. 6, 1931.
- [4] Gunnar og Per *Holmsen*: Leirfall i årene 1940—1945. N. G. U. 167.
- [5] Gunnar *Holmsen* og Per *Holmsen*: Ingeniørgeologiens anvendelse på løse masser. Tidsskrift Kjemii, Bergvesen og Metallurgi nr. 2, 1945.
- [6] I. Th. *Rosenqvist*: Angående norske leirers petrografi. Medd. fra Vegdirektøren nr. 3, 1942.
- [7] Alice *Jeppesen* (København): Galertbildung und Thixotropi bei einigen dänischen Tonsorten. Kolloid Zeitschrift LVIII 1931, pag. 175.
- [8] Alfred *Lottermose*: Kolloidchemie. Theodor Steinkopff Verlag, Dresden, Leipzig 1944.
- [9] H. *Freundlich*: Über Thixotropi. Kolloid Zeitschrift 46, 1928, pag. 289.
- [10] Hans *Werner*: Studien über die Stabilität u. s. w. Berichte deutsche Chemiesche Ges. 62, 1929, pag. 1525.
- [11] Gunnar *Holmsen*: Våre leiravsetninger som byggegrunn. N. G. U. nr. 151.
- [12] V. M. *Goldschmidt*: Undersøkelser over lersedimenter. Nordisk jordbruksforskning 4.—7. hefte, 1926.
- [13] Gunnar *Beskow*: Tjälbildning och Tjällyttningen. Statens Väginstittut, Stockholm, Medd. 48, 1935.
- [14] Holger *Brudal*: Amerikanernes mening om norske leirer. Medd. fra Vegdirektøren 1940, nr. 4.

Appendix.

Det virker eiendommelig at de undersøkte norske leirer som etter våre bestemmelser har et innhold av kolloid $< 0,1 \mu$ fra 4—8 % bare har et plastisitetstall fra 4,5—7,5, mens de norske leirer som er blitt undersøkt i Amerika [14] har et innhold av kolloid $< 0,1 \mu$ fra 2,5—10,5 % og plastisitetstall fra 9—28. Med hensyn til leirene fra Knatten er ikke uoverensstemmelsene så iøynefallende, idet disse leirer inneholder 4 % $< 0,1 \mu$ og har plastisitetstall 7. Derimot er det høyst eiendommelig at leirene fra Åserumvannet bare har plastisitetstall 7,5 med et innhold $< 0,1 \mu = 8 \%$.

Det foreligger mulighet for metodisk feil ved bestemmelse av finfraksjonene hos oss og/eller i U. S. A. Våre bestemmelser er alle utført på nøyaktig samme måte, for fraksjoner under $0,5 \mu$ ved sentrifugering, tiden beregnet etter Stokes lov, og hydrometerbestemmelse av oppslemmingen. Kontroll av hydrometeret ble foretatt ved inndampning: avvikelsen var bare vel 0,5 %. For Åserum I $< 0,1 \mu = 7 \%$ og 6,4 %. Det er jo likevel mulig at den maksimale kornstørrelse var eksempelvis $0,15 \mu$ og ikke som beregnet $0,1 \mu$. Denne feil går i tilfelle konsekvent igjen ved alle våre bestemmelser. For ytterligere å kontrollere våre bestemmelser ble kontrollslemming foretatt på en fet leire fra Onsøy med plastisitetstall = 21.

Denne leire var av samme type, fra samme leirtak som noen av de leirer amerikanerne undersøkte.

| | U. S. A | Vi |
|-----------------------|---------|------|
| $> 50 \mu$ | 0,6 | 4 |
| 50 — 20 μ | 1,3 | 0,5 |
| 20 — 5 μ | 10,8 | 8,5 |
| 5 — 2 μ | 18,4 | 23 |
| 2 — 0,5 μ | 41 | 37 |
| 0,5 — 0,2 μ | 14 | 14 |
| 0,2 — 0,1 μ | 6,5 | 5,75 |
| $< 0,1 \mu$ | 7,50 | 7,25 |

altså meget stor overensstemmelse.

Plastisitetstallet ved en leire er imidlertid ikke bare avhengig av mengden av finstoff, men også av mengden og arten av de adsorberte joner og mengden av tilstedeværende elektrolytt, kfr. Åserumleiren der plastisiteten steg fra 7,4 til 13 ved tilsetning av salt. Da Åserumleiren er eksepsjonelt fattig på elektrolytt, kan man tenke at en annen leire med samme kornfordeling, men mer elektrolytt og adsorberte joner vil ha et betydelig høyere plastisitetstall. Det kan synes rimelig at de norske leirer fra Østfold som ble undersøkt i U. S. A. og hos oss inneholdt mer elektrolytt enn de kvikkleirer vi her har behandlet. De amerikanske bestemmelser viser jo også at det kan være meget store uoverensstemmelser mellom mengden av finstoff og plastisitetstallet, således for leire C 5467 — 10,5 % under $0,1 \mu$ og 71,5 % under 2μ med plastisitetstall = 22, mens leire 5469 har 8 % under $0,1 \mu$ og 64,0 % under 2μ har plastisitetstall = 29.

Videre må anføres at særlig kvikkleirene fra Åserumvannet inneholder betydelige mengder kolloid jern II sulfid. Dette vil naturligvis heve mengden av fraksjon $< 0,1 \mu$, men ikke gi noen plastisitet.

OM LEIRES PLASTISITET

Av Ivan Th. Rosenqvist.

Den eldste oppfatning av leirenes plastiske egenskaper gikk ut på at leirene inneholdt endel kolloid-amorf «leirsubstans» og at det var disse «leirkolloider» som bevirket at leirene hadde sine typiske «leiregenskaper» som plastisitet, formbarhet, svelling osv.

V. M. *Goldschmidt* har i foredrag i Det Norske Videnskapsakademi i 1926 behandlet dette tema og hevder at «leirkonsistensen» skyldes vannets dipolmoment som binder vannet til den polariserte overflate, man finner, særlig ved de mineraler med skiktgitterstruktur som utgjør hovedbestanddelen av alle leirer.

Den daværende oppfatning gikk ut på at et molekyl som var i besittelse av et dipolmoment, hadde en avlang form og at den ene ende var negativt ladet, mens den andre ende var positivt ladet.

Dersom et slikt molekyl bringes i nærheten av et elektrisk ladet legeme vil den ende av molekylet som er motsatt ladet trekkes til det elektrisk ladete legeme, mens

den ende som er likt ladet vil frastøtes. Et slikt elektrisk felt har man ved mineraler med skiktgitterstruktur.

Ved skiktgitterstruktur forstår man en slik ordning av atomene i et krystallgitter at det framkommer vekslende negative og positive lag. Et atomlag, skikt, inne i krystallen vil være elektrisk nøytralisert, idet laget over og under er motsatt elektrisk ladet. Det ytterste lag på overflaten av mineralet vil imidlertid bare være halvvegs nøytralisert, nemlig innover i krystallen, mens det utad vil framby et elektrisk felt. Til denne polariserede overflate av mineralet forutsetter så *Goldschmidt* at vannmolekylene i en leire fester seg på grunn av dipolmomentet.

Denne oppfatning har siden vært gjeldende og er flere ganger blitt citert i litteraturen. Som bevis for sin oppfatning viser *Goldschmidt* at blandinger av leire og væsker uten dipolmoment ikke har «leiraktige egenskaper». Som eksempel nevner han bl. a. leire med tetraklorkullstoff.

Erstatter man derimot vannet med andre væsker med dipolmoment som anilin, pyridin, flytende SO_2 eller NH_3 har disse blandinger typiske «leiregenskaper». Goldschmidt konkluderer med å si: «Vi kommer altså til det resultat at leiraktig konsistens er betinget av 2 faktorer som begge er like uunnværlige. Den ene faktor er tilstedeværelse av et polariserende mineral, dette kan være kaolin, glimmer, kloritt, kalk og hydrogylitt etc. Helst et mineral av skiktgittertypen. Den annen faktor som er like uunnværlig, er tilstedeværelse av en polariserbar væske i mellomrommene mellom disse.» Den moderne forskning over væskers struktur gjør det tvilsomt om denne oppfatning er riktig. Jeg ble av dr. Christen Finbak gjort oppmerksom på muligheten av at væskefasen i leirene skulle være bundet til leirmineralene ved restvalenser¹. Langmuirs eksempel på hvorledes alifatiske syrer orienterer seg på en vannoverflate ved at karboksylgruppen som er hydrofil trenger ned i vannet mens den hydrofobe kullvannstoffrest stritter ut over vannoverflaten, er velkjent (se fig. 2, 3, 4).

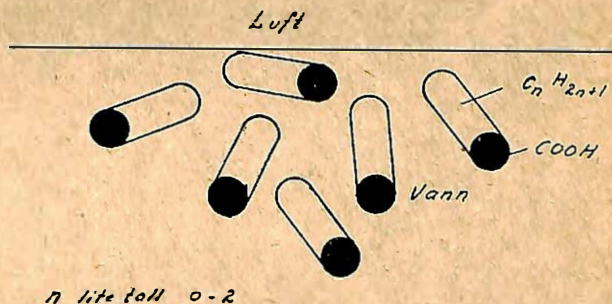
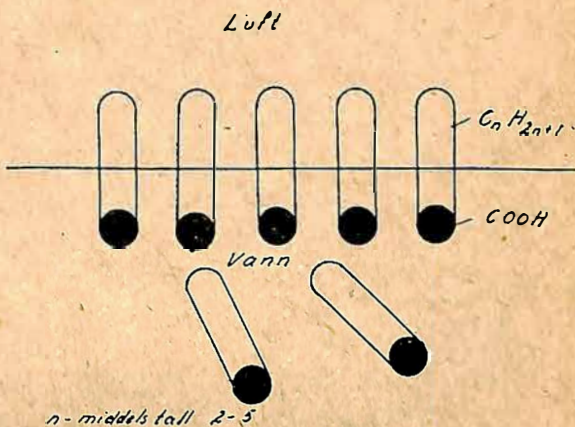
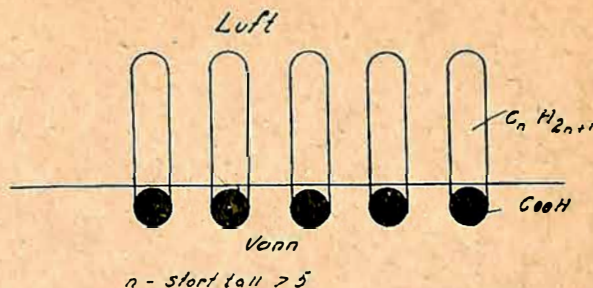


Fig. 2, 3, 4 viser Langmuirs oppfatning av hvorledes fettsyrer orienterer seg når de blir helt ut på en vannoverflate. Fettsyrenes generelle formel er $C_nH_{2n+1}COOH$. Når n er et lite tall 0, 1 eller 2 er syrene oppløselige i vann i alle forhold, ved stigende n synker oppløseligheten og ved $n > 5$ er syrene praktisk talt uoppløselige i vann. Dette forklares ved at gruppen C_nH_{2n+1} er hydrofob mens gruppen $COOH$ er hydrofil, dvs. ved hjelp av restvalenser bindes gruppen til vannmolekylene og ved bevegelse av vannmolekylene trekkes hele fettsyremolekylet ned under vannoverflaten dersom den hydrofobe kullvannstoffrest er liten. Dersom kullvannstoffresten er stor, dvs. n er et stort tall, greier ikke vannmolekylene å trekke hele fettsyremolekylet ned under vannoverflaten, dvs. fettsyren er uoppløselig i vann. I dette tilfelle blir den hydrofile $COOH$ gruppe bundet til vannet, mens den hydrofobe kullvannstoffreste stritter ut over vannoverflaten som hårene på en børste.

Ser vi på krystallgittere ved de forskjellige leirdannende mineraler: kaolin, hydroglimmer og montmorillonitt, finner vi at man ved oppspalting av kaolin alltid vil få et lag av surstoff eller hydroksyl i overflaten av kornet. Ved montmorillonitt har man en slik anordning av atomene i krystallgitteret at man kan ha overflaten enten av surstoff eller av metall. På grunn av adsorpsjonsfenomener er det sannsynlig at de montmorillonittkorn som har et overflate nettplan av surstoff vil binde til seg så meget fremmede metalljoner at man kan anta at montmorillonitt i hovedsaken har metalloverflate. For hydroglimmers vedkommende er dette forhold ennå mer utpreget, idet man ved oppspalting av hydroglimmer vil finne at $\frac{3}{4}$ parter av alle overflater vil bestå av metallnettplan og $\frac{1}{4}$ av surstoffplan. Ved adsorpsjon av metalljoner vil antagelig arealet av surstoffoverflaten sterkt nedsettes og man kan antagelig si at overveidende vil hydroglimmer ha metalloverflate. Ved de fleste kjemiske forbindelser vil man ha både positive og negative restvalenser ved forskjellige grupper av molekylet. Således har man ved vann den kjente vinklede molekylloppbygging. Her utgår det restvalenser både fra surstoffatomet og fra de to vannstoffatomer. Disse restvalenser vil naturligvis søke å avmettes. Ved å bringe vann og leire sammen vil de negative restvalenser fra surstoffet avmettes med de positive restvalenser som stråler ut fra metalloverflaten av f. eks. montmorillonitt eller hydroglimmer. Man kan også tenke det omvendte tilfelle at restvalensene fra vannstoff avmettes med de negative restvalenser som stråler ut fra hydroksyloverflaten ved f. eks. kaolin, vi får altså følgende bilde (fig. 5, 6, 7).

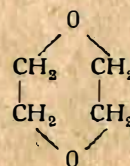
Det er lett forståelig at surstoff og hydroksyl vil ha tendens til å bindes til metalljoner i et gitter på grunn av de negative restvalenser. I analogi med de kjente begrep hydrofile og hydrofobe grupper kan man betegne atomer eller atomgrupper med negative restvalenser som metallofile grupper, mens atomer eller atomgrupper med positive restvalenser betegnes som metallofobe grupper. Metallofobe grupper vil samtidig som de frastøtes fra metalljongittere ha tendens til å binde til oksyd-hydroksyl nettplan, f. eks. i kaolin.

Dersom det virkelig er restvalensen som er det viktige ved en blanding av et fast stoff og en væske som viser

¹ Ved restvalenser forstås krefter av samme type som de som binder atomene sammen til molekyler. Eksempelvis utgår det fra surstoff fire valenser, fordelt symmetrisk rundt surstoffatomet, slik at surstoffatomet danner midtpunktet i et tetraeder. Når et slikt surstoffatom bindes sammen med andre atomer til et molekyl skjer dette ved at to av valensene øker sterkt i styrke på bekostning av de to andre, de to hovedvalenser avmettes så med hovedvalenser fra et annet atom, mens restvalensene ikke avmettes eller mer og mindre fullkomment avmettes med restvalenser fra et annet molekyl.

«leiregenskaper» skulle man vente å oppnå disse egenskaper ved blanding av leirer og en væske som har restvalenser, men ikke dipolmoment.

For å prøve riktigheten av denne teori, ble det ved Veglaboratoriet utført forsøk med dioxan, som er en slik væske. Dioxans kjemiske formel er:



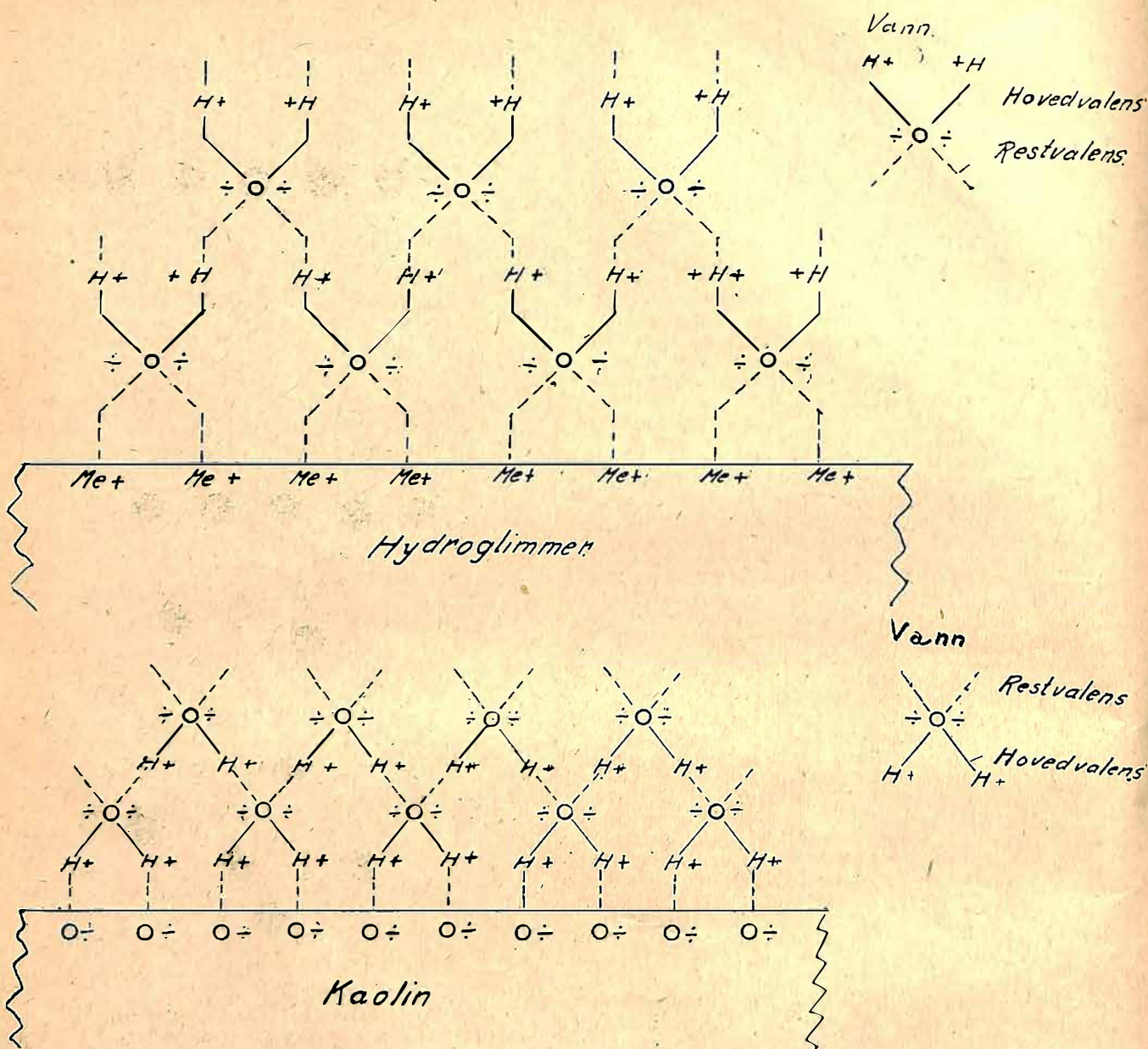


Fig. 5 og 6 viser forfatterens oppfatning av hvorledes vannmolekyler bindes til overflaten av leirmineraler ved restvalenser. Dersom leirmineralet har et overflategitter av metallatomer (Me) bindes vannmolekylene til leirmineralet ved at de positive restvalenser fra metallatomene avettes med de negative restvalenser fra surstoffatomet i vannmolekylene. Vannstoffatomene bindes i sin tur til nye surstoffatomer slik at vannmolekylene danner et mangemolekylært lag rundt leirmineralet. Dersom leirmineralet har et overflategitter av surstoff eller hydroksyl bindes vannstoffatomene i vannmolekylene til leirmineralet.

Her opptrer de 2 surstoffatomer som sterke metallofile grupper, mens resten av molekylet er svakt metalloft. Det viste seg da også at man ved å blande dioksan med hydroglimmer fikk en blanding med høy plastisitet og ellers utpregede «leiregenskaper». Deretter blandet vi dioksan med kaolin. Denne blandingen var meget mindre plastisk, men også i dette tilfelle hadde blandingen leirkonsistens. Disse eksempler viser tydelig at det som er av betydning ved leirkonsistensen ikke er at væskefasen er en dipol, men at den besitter restvalenser. Alle utpregede dipoler vil ha restvalenser, men som i eksemplet med dioksan ser vi stoffer som har restvalenser, men ikke dipoler.

Ved studier over virkningen av tilblandede elektrolytter til leirer, særlig forandringene av den indre kohesjon, kommer man til forskjellige variasjoner etter hvert som

konsentrasjonene av elektrolytt varierer og etter elektrolyttens natur. Gunnar Holmsen har vist at en meget liten tilblending av soda til leire, øker dennes indre kohesjon, mens en litt større sodamengde igjen senker kohesjonen. Ved fortsatt å øke sodamengden øker igjen kohesjonen. I denne forbindelse er det på sin plass å peke på det kjente forhold at tynne oppløsninger av natriumsalter av svake syrer har vist seg som meget egnede dispergeringsmidler for leirer, mens sterke alkaliske oppløsninger igjen virker fellende på leiresuspensjoner. Ved tilsetting av nøytrale salter eller syrer til leirer øker den indre kohesjon med økende konsentrasjoner av salter eller syrer uten først å synke. Det er innlysende at disse forskjellige virkninger av forskjellige elektrolytter og forskjellige konsentrasjoner må skyldes et samspill av to eller flere faktorer. Vi vet at leirers plastisitet, dvs.

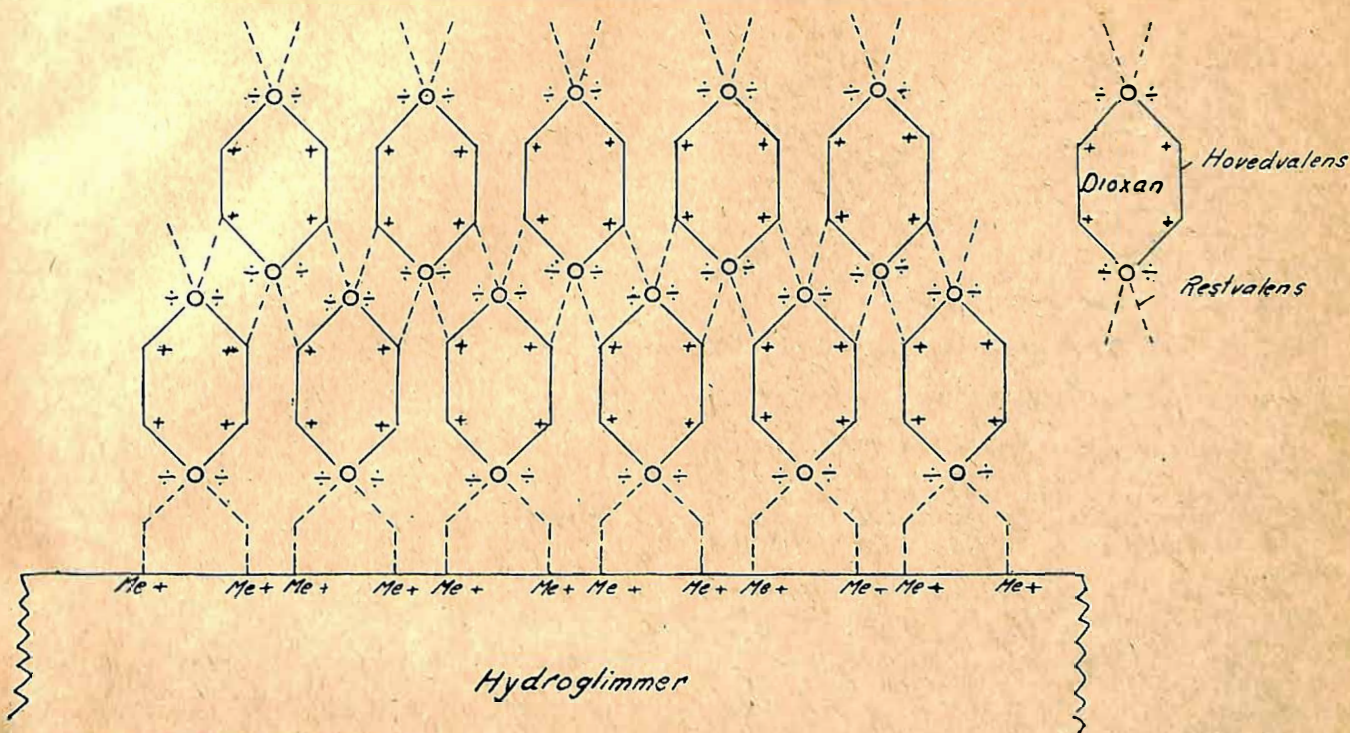


FIG. 7 viser forfatterens oppfatning av hvorledes dioksan bindes til overflaten av et leirmineral ved restvalensene og hvorledes restvalensene kjeder dioksan sammen til et mangemolekylært lag.

deres indre kohesjon skyldes restvalenser ved leirmineralene som avbindes med restvalenser ved væskefasen, vanligvis vann.

En økning av plastisiteten må skyldes at væskefasen bindes sterkere til leirmineralene. Den sterkere binding kan framkomme på to forskjellige måter, enten ved at mineralets overflate forandres eller ved at væsken forandres. Det er et fenomen som er vel kjent i all leirlitteratur at mineralenes overflate forandres ved tilsetning av elektrolytter, idet joner adsorberes til leirmineralene. Både katjoner og anjoner kan bindes til leirmineralene, men stort sett synes det sikkert at katjoner meget lettere adsorberes enn anjoner. Dette henger sikkert for en del sammen med det forhold at leirkolloidene er negativt ladet overfor det omgivende vann. Etter hvert som katjoner adsorberes minskes den negative ladning inntil det isoelektriske punkt nåes, dvs. det punkt der leirmineral plus adsorbte joner er elektrisk nøytralt i forhold til det omgivende vann. Ved videre kationadsorbsjon blir leirkornet elektrisk positivt overfor det omgivende vann.

Ved det isoelektriske punkt kan leirkornene nærme seg hverandre uten å frastøtes av de elektrostatiske krefter. Den forholdsvis stabile pakning som utgjøres av leirkornene blir på denne måte tettere og overskuddsvannet blir mer mobilt. Dette vil bevirke en nedsettelse av leirens indre kohesjon.

Det annet forhold som spiller inn ved leirenes indre kohesjon er den kraft leirmineralet binder til seg det omgivende vann med. Denne kraft er avhengig av mengden og arten av de joner som er adsorbte ved leirmineralet. I alminnelighet kan man si at en økning av mengden av de adsorbte joner øker mengden av det adsorbte vann, men da de forskjellige joner virker med forskjellig styrke etter deres mengde av restvalenser kan en utbytting av en sort joner med en annen sort joner virke både til å øke og til å minske mengden av adsorbte vann. Vi vet for eksempel at kalileirer, dvs. leirer der kalijoner er adsorbte, har tynnere vannhinner enn natriumleirer der overflaten er mettet med

Na joner. Dette skyldes at kaliumjonet er meget større enn natriumjonet, joneradius henholdsvis 1,42 Å og 0,96 Å. Da begge joner er enverdig positive blir ladningstettheten på overflaten av kalijonet mindre enn på natriumjonet, samtidig er det plass til betydelig færre kalijoner enn natriumjoner pr. flateenhet mineraloverflate.

Forskjellige katjoner adsorberes med forskjellig styrke til leirmineraler. De store kalijoner blir således meget sterkere adsorbte enn de små natriumjoner. På tross av at havvannet er rikere på natrium enn på kalium er de marine leirsedimenter for det meste rikere på adsorbte bundet kalium enn på natrium.

Ut fra disse forhold kan vi forstå endel av de tilsynelatende merkelige forandringer som skjer ved tilsetning av forskjellige elektrolytter i forskjellige mengder til leirer. Ved tilsetning av natriumkarbonat til leire skjer det først en adsorbte binding vesentlig av natriumjoner til leirmineralenes overflate.

Derved økes også leirmineralets vannbindingsevne. Resultatet blir en øking av leirens indre kohesjon, idet overskuddsvannet minskes. En selektiv binding av katjoner bringer imidlertid meget raskt leiren til det isoelektriske punkt, derav følger en sterk synking av fastheten. Ved videre tilsetning av soda økes både mengden av katjoner og anjoner i væskefasen, og dermed følger igjen tykkere væskehinner rundt kornene med derav følgende øking av fastheten for leirene.

Holmsen (op. cit.) viser ved en figur at den samme leire som ved tilsetning av natriumkarbonat først ble fastere, så igjen bløtere og siden igjen fastere, ved tilsetning av kaliumkarbonat selv i meget små mengder, 0,01 normal, ble fastere og at fastheten øker til en grenseverdi ved 0,05 normal. Det kan i dette tilfelle tenkes at leiren allerede på forhånd var så mettet med kalijoner at ingen ytterligere tilleiring av de store kalijoner finner sted. Leiren vil i dette tilfelle forbli negativ i forhold til det omgivende vann og man får bare den vanlige vannhinnefortykkende virkning av elektrolytten i væskefasen.

Ved tilsetning av KOH og NaOH til leirene ble det heller ikke funnet noen unormal forandringer i konsistensen av leirene. For KOH,s vedkommende blir her forholdet ganske det samme som for K₂CO₃, ved NaOH

1 Å = Angström enhet = 0,000 000 1 mm.

kan man tenke at OH jonet adsorberes noenlunde like sterkt som Na joner så man på den måte ikke får noen selektiv adsorpsjon av katjoner og at leiren forblir negativt ladet. Endel av de kurver Holmsen offentliggjør er endel mangelfulle, idet han ikke viser virkningen av meget små elektrolytt-tilsetninger eksempelvis under 0,01 molar. Hans kurver for KCN og $NaCN$ er derfor ikke helt egnet til diskusjon. Det skulle ventes at man ved meget små konsentrasjoner av $NaCN$ skulle få den samme effekt som man har ved soda. Den kurve Holmsen offentliggjør skulle således bare svare til den av kurven for soda som starter ved eller kort før det isoelektriske punkt.

Idealkurven over kohesjonens forandring ved tilsetning av salter av et lite katjon, eksempelvis Na og et stort anjon av en svak syre eksempelvis CO_3 blir noenlunde uttrykt ved skisse 9:

Dette forløp er i overensstemmelse med Holmsens resultater.

Ved tilsetning av salter av sterke syrer eller syrene selv vil det sannsynligvis ikke skje den samme selektive kationadsorpsjon og leirene vil ikke nå det isoelektriske punkt.

En del forsøk utført ved veglaboratoriet viser at tilsetning av samme elektrolytt til forskjellige leirer, kan ha høyst forskjellige virkninger. I noen leirer virker salttilsetningen til å øke den indre kohesjon, mens det i andre tilfelle virker til å senke kohesjonen. Det synes innlysende at disse forskjelligheter må bero på mengden og arten av de joner som allerede finnes adsorbent til leireminerale.

Over elektrolyttisk innførsel av salt i leire.

For å undersøke mulighetene av en elektrodialytisk innførsel av salt i kvikkleirer og virkningen av innført salt på uomrørt leire, ble følgende forsøk satt i gang ved veglaboratoriet.

En uomrørt prøve av kvikkleire ble etter at de vanlige geotekniske konstanter var bestemt, skjøvet over i et glassrør med 40 mm indre diameter, det er den samme diameter som messingsylinderen med den uomrørte leirprøve. Glassrøret med kvikkleiren ble tettet i begge ender med et filterpapir og ved hjelp av gummipakninger satt inn i halsen på to pulverflasker, slik at det hele dannet en manifold (fig. 8). Flasken hadde et hull i siden ca. 10 mm i diameter og de ble fylt med mettet koksaltopløsning. Gjennom de to hull i flaskeveggene ble det

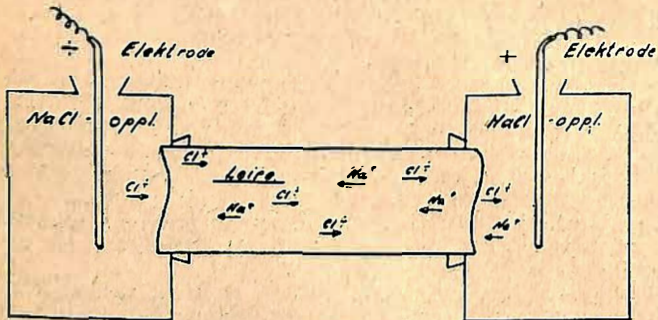


Fig. 8.

stukket tynne koppertråder som tjente som elektroder. Elektrodene ble forbundet med en 6 volt akkumulator og elektrolysen satt i gang. På grunn av den store motstand i den forholdsvis elektrolyttfri kvikkleire var strømgjennomgangen til å begynne med liten, men det fant dog en tydelig vannstoffutvikling sted ved katoden. På grunn av elektrolysen vandret natriumjonene vekk fra anodekarret og gjennom leiren over mot katodekarret, mens klorjonene vandret den motsatte veg. Etter at jonene hadde gjennomtrengt leiren fullstendig øket strømgjennomgangen raskt og dette resulterte i en klorutvikling

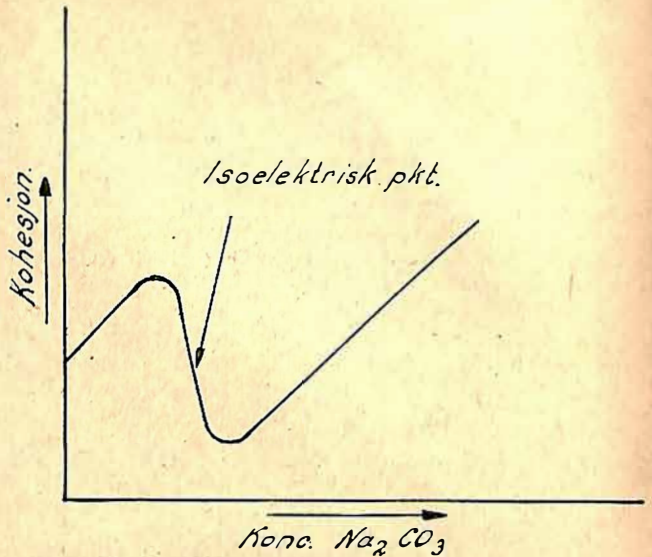


Fig. 9.

ved anoden som raskt løste opp den tynne kobberelektrode. Herved ble strømmen brutt. Denne automatiske strømbrytning var meget effektiv og vel egnet til å måle den tid som var nødvendig for å utføre elektrolysen. Med den kvikkleire forsøket ble utført viste det seg at vandringshastigheten for saltjonene var på vel 1,5 cm pr. time pr. volt/cm, dette er omtrent samme jonevandringshastighet som ved rent vann.

En kvikkleire fra Åserumvannet med geotekniske data s. f. $H_3 = 45,8$, $H_1 << 0,33$, $V_2 = 62\%$ ble elektrolysert med et spenningsfall = 6 volt over 9 cm lengde i vel 10 timer. Prøven hadde da følgende geotekniske konstanter: $H_3 = 53,0$, $H_1 = 8,41$, $V_2 = 60,3\%$

Den store øking av fastheten især i omrørt tilstand skyldes utelukkende de innførte saltmengder, idet nedgangen i vanninnhold ikke på noen måte har en slik innvirkning.

Ved eventuell stabilisering av leirholdige jordarter i naturen kan man eksempelvis tenke seg at man setter ned borhull med 2 meters mellomrom slik at de danner et rutenett over hele det område som ønskes stabilisert. Borhullene fylles med salt og forsynes med elektroder. Halvparten av borhullene parallellkoples med positiv elektrisitet og halvparten med negativ. Borhullene kan lages to eller endog tre tommer i diameter, ved elektrolyse med 200 volt likestrøm kan man regne med å få stabilisert arealet i løpet av 140 timer, muligens vil det i praksis vise seg bedre med en annen spenning eller en annen avstand mellom hullene. Forsøk over dette vil bli utført i naturen så snart forholdene tillater det. Som anode vil det antagelig være mest hensiktsmessig å anvende grafitt, mens jern sikkert vil være helt tilstrekkelig til katodemateriale.

For litteraturliste se foregående artikkel.

Summary.

The present paper is dealing with norwegian clays. In a previous paper (Med. fra Vd. nr. 3, 1942) the petrography of the clays is dealt with. It is found that hydrous mica is the chief constituent of the norwegian glacial and postglacial clays. In this paper the so called «quick-clays» are the chief subject of investigation. The norwegian «quick-clays» are soils noticeable by a great difference in solidity between undisturbed and kneaded soil. Soils are known in which the solidity by kneading may decrease to $\frac{1}{2}$ % or less of the solidity of the undisturbed soil. All «quick-clays» known are marine sediments of glacial and postglacial age. The reason for their unusual variation in mechanical strength has been

very little studied, although a great part of all landslides in Norway is caused by «quick-clays». V. M. Goldschmidt brought forth the theory that the decrease in solidity is caused by a structural variation in the orientation of the leafy minerals of the soils. An other theory closely connected with that of Goldschmidt says that the leafy minerals of the «quickclays» are orientated in such a way that pores filled with water are formed. By kneading, these waterfilled pores presumably are disturbed and the relative watercontent of the rest of the soil is increased. In order to control this theory, the particle distribution curve of different clays were determined; but no difference of importance was found between very «quick» clays and normal clays. It is made probable that the variation of solidity is connected with the thixotropy of the colloidal and semicolloidal particles of the clays. It is known that the thixotropic coagulation of colloidal soils is increased by the presence of electrolyts in the lye. The «quick-clays» however contain no or very little soluble salts, although they all are sedimented in salt water. This fact must be due to the diffusion of the salt-ions into the ground water, of sand and silt layers in the sediment. By addition of common salt to the kneaded clays the solidity increased to 10 to 100 times that of the saltfree clay. The optimal saltcontent is found to be about 3% of the watercontent of the soil, i. e. the same as in the water from which the clays once sedimented. The increase in solidity of the clays by addition of salt is found to be due to an increase of the amount of water fixed to the colloidal and semicolloidal clayparticles. Thus the amount of free water of the clays decreases. It has been tried to add salt to the undisturbed clays by electro dialysis. Clays thus salted present an increase in solidity of the undisturbed as well as the kneaded clay. The solidity of

the kneaded clay is increased much more than that of the undisturbed clay. It is concluded that the «quick-clays» are formed by sedimentation of clay particles in salt water and the saltcontent of the sediment is later removed without decrease of the watercontent. The lattice of the clayparticles is kept metastable as long as the clay is not kneaded. By kneading the surplus water becomes mobile and the clay is transferred into a liquid suspension. The normal clays differ from the «quick-clays» either by having sedimented in fresher water where the amount of water fixed to each clayparticle is low, thus the hydrated particles keep stable, or the saltcontent is not removed, or the amount of water is lowered by pressure or drying.

The chapter dealing with the plasticity of the clays makes it probable that the water of the clays is bound to the clayparticle by residual valences and not by dipoles as held by V. M. Goldschmidt. This is demonstrated by addition of a dipolefree liquid, having strong residual valences to dried claypowder. Dioxan represents such a liquid. The author is of the opinion that the negative residual valences from the two oxygenium atoms of dioxan are saturated with the positive residual valences of the lattice of claymineral compare fig. No. 7.

In the chapter dealing with the influence of different electrolytes on the internal cohesion of clays, it is held that the increase of cohesion is caused by an increase of the activity of the residual valences by the addition of electrolytes. The noticeable decrease of cohesion found by addition of small amounts of alcalisalts of little disotiated acids as for instance carbonate of sodium, is held to be due to a selective adsorption of cations thus bringing the negative clays to the isoelectrical point where the clayparticles can be brought in closer connection without repelling each other.

LØNNSFORHOLDENE VED STATENS ANLEGGSVIRKSOMHET

Av overingeniør H. W. Paus.

Den offentlige statsvegbygging i Norge er ikke svært gammel, idet en ordnet vegbygging under statens ledelse først begynte i 1847.

Det alminnelige anleggsarbeid har så vidt vites hele tiden vært drevet som akkordarbeid. Man har dog ikke rede på hvorledes eller hvem som begynte med akkord-

systemet. Av foreliggende eldre og nyere dokumenter og uttalelser framgår imidlertid at det anvendte system er like fordelaktig for det offentlige som for arbeideren. Det stiller jo som kjent på en tiltalende måte fordringer både til arbeiderens flid og utholdenhet samt intelligens og evne til å få arbeidet fra hånden.

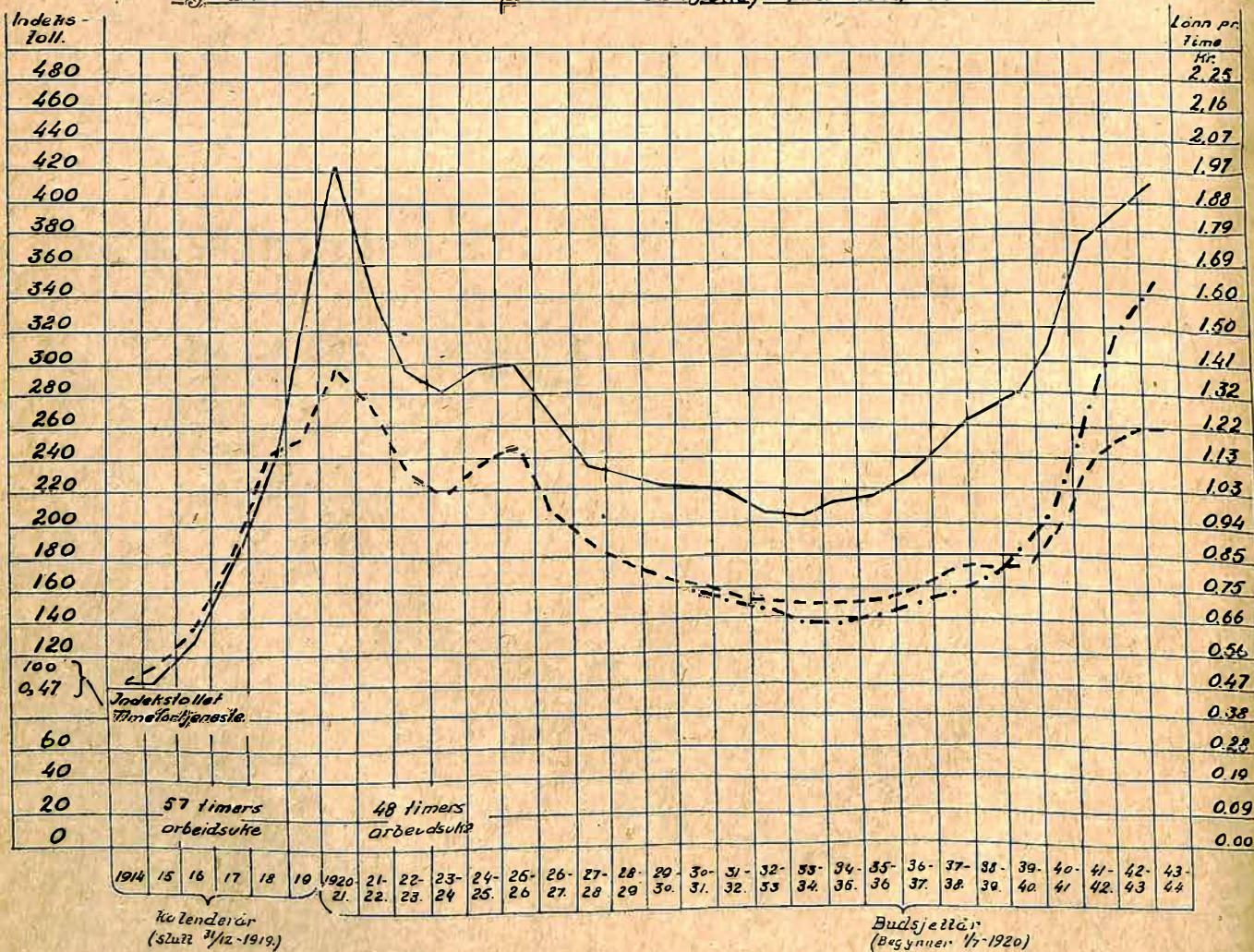
Oversikt over den gjennomsnittlige akkordfortjeneste, (anlegg) fylkesvis og samlet for hele landet i ordinært akkordarbeide ved statens veiarbeidsbedrift, fra kalenderåret 1914 til budsjettåret 1936/37.

| Fylke | 1914 | 1915 | 1916 | 1917 | 1918 | 1919 | 1920 | 1921 | 1922 | 1923 | 1924 | 1925 | 1926 | 1927 | 1928/29 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|
| Østfold | 0,45 | 0,46 | 0,58 | 0,88 | 1,22 | 1,59 | 2,02 | 1,58 | 1,52 | 1,38 | 1,54 | 1,53 | 1,18 | 1,18 | 1,07 |
| Akershus | 0,48 | 0,48 | 0,57 | 0,74 | 0,98 | 1,99 | 2,20 | 2,08 | 1,53 | 1,43 | 1,18 | 1,50 | 1,42 | 1,19 | 1,16 |
| Hedmark | 0,46 | 0,48 | 0,55 | 0,82 | 1,11 | 1,61 | 1,95 | 1,88 | 1,50 | 1,43 | 1,43 | 1,51 | 1,30 | 1,10 | 1,01 |
| Opland | 0,43 | 0,43 | 0,53 | 0,75 | 0,98 | 1,37 | 1,80 | 1,91 | 1,58 | 1,18 | 1,30 | 1,37 | 1,25 | 0,95 | 0,92 |
| Buskerud | 0,50 | 0,50 | 0,64 | 0,84 | 1,04 | 1,57 | 1,99 | 1,84 | 1,37 | 1,24 | 1,43 | 1,59 | 1,19 | 1,08 | 1,03 |
| Vestfold | 0,50 | 0,48 | 0,59 | 0,96 | 1,31 | 1,56 | 2,14 | 2,07 | 1,44 | 1,47 | 1,60 | 1,70 | 1,51 | 1,37 | 1,32 |
| Telemark | 0,49 | 0,50 | 0,62 | 0,85 | 1,19 | 1,65 | 2,16 | 2,09 | 1,64 | 1,37 | 1,53 | 1,56 | 1,20 | 1,10 | 1,02 |
| Aust-Agder | 0,50 | 0,51 | 0,61 | 0,85 | 1,17 | 1,44 | 1,95 | 1,99 | 1,57 | 1,41 | 1,36 | 1,41 | 1,33 | 1,23 | 1,15 |
| Vest-Agder | 0,45 | 0,45 | 0,53 | 0,79 | 1,21 | 1,39 | 1,96 | 1,62 | 1,42 | 1,26 | 1,35 | 1,38 | 1,41 | 1,19 | 1,10 |
| Rogaland | 0,54 | 0,64 | 0,67 | 0,91 | 1,22 | 1,88 | 1,93 | 1,76 | 1,73 | 1,97 | 1,39 | 1,37 | 1,21 | 1,04 | 1,18 |
| Hordaland | 0,50 | 0,50 | 0,62 | 0,91 | 1,09 | 1,45 | 2,07 | 1,78 | 1,59 | 1,36 | 1,37 | 1,55 | 1,34 | 1,30 | 1,15 |
| Sogn og Fjord. | 0,42 | 0,45 | 0,55 | 0,78 | 0,94 | 1,19 | 1,63 | 1,45 | 1,32 | 1,19 | 1,13 | 1,31 | 1,16 | 1,02 | 0,95 |
| Møre og Romsd. | 0,43 | 0,45 | 0,59 | 0,78 | 0,92 | 1,42 | 1,74 | 1,52 | 1,28 | 1,18 | 1,26 | 1,28 | 1,22 | 1,03 | 0,98 |
| Sør-Trøndelag | 0,43 | 0,47 | 0,55 | 0,88 | 1,19 | 1,70 | 2,25 | 1,96 | 1,78 | 1,47 | 1,73 | 1,82 | 1,56 | 1,54 | 1,35 |
| Nord-Trøndelag | 0,51 | 0,58 | 0,66 | 0,86 | 1,26 | 1,66 | 2,29 | 2,03 | 1,70 | 1,47 | 1,57 | 1,55 | 1,45 | 1,31 | 1,26 |
| Nordland | 0,45 | 0,45 | 0,58 | 0,78 | 0,99 | 1,24 | 1,62 | 1,55 | 1,31 | 1,18 | 1,09 | 1,12 | 1,19 | 1,10 | 1,00 |
| Troms | 0,47 | 0,47 | 0,62 | 0,76 | 1,13 | 1,64 | 2,15 | 1,88 | 1,52 | 1,35 | 1,36 | 1,41 | 1,24 | 1,16 | 1,06 |
| Finnmark | 0,52 | 0,62 | 0,77 | 1,04 | 1,34 | 1,64 | 2,04 | 1,62 | 1,58 | 1,22 | 1,25 | 1,52 | 1,47 | 1,17 | 1,02 |
| Hele landet | 0,47 | 0,49 | 0,59 | 0,83 | 1,06 | 1,51 | 1,94 | 1,77 | 1,45 | 1,30 | 1,36 | 1,45 | 1,29 | 1,14 | 1,06 |

Oversikt fortsatt

| Fylke | 1929/30 | 1930/31 | 1931/32 | 1932/33 | 1923/34 | 1934/35 | 1935/36 | 1936/37 | 1937/38 | 1938/39 | 1939/40 | 1940/41 | 1941/42 | 1942/43 | 1943/44 |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Østfold | 1,06 | 1,07 | 1,02 | 0,98 | 0,95 | 0,98 | 0,97 | 1,11 | 1,20 | 1,32 | 1,43 | 1,52 | 1,58 | 1,71 | 1,79 |
| Akershus | 1,19 | 1,17 | 1,30 | 1,12 | 1,12 | 1,15 | 1,15 | 1,25 | 1,45 | 1,55 | 1,66 | 1,77 | 1,90 | 2,09 | 2,04 |
| Hedmark | 0,92 | 0,90 | 0,84 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,96 | 0,98 | 1,14 | 1,27 | 1,27 | 1,15 | 1,49 | 1,76 | 2,19 |
| Opland | 0,87 | 0,91 | 0,89 | 0,95 | 0,92 | 0,90 | 0,87 | 1,01 | 1,16 | 1,27 | 1,32 | 1,45 | 1,67 | 1,64 | 1,76 |
| Buskerud | 1,01 | 0,90 | 0,90 | 0,80 | 0,80 | 0,90 | 0,95 | 1,03 | 1,20 | 1,24 | 1,28 | 1,35 | 1,65 | 1,71 | 1,81 |
| Vestfold | 1,28 | 1,24 | 1,21 | 1,10 | 1,05 | 1,19 | 1,16 | 1,27 | 1,36 | 1,52 | 1,56 | 1,69 | 2,00 | 1,91 | 2,30 |
| Telemark | 0,97 | 0,98 | 0,94 | 0,92 | 1,00 | 1,06 | 0,92 | 1,04 | 1,16 | 1,30 | 1,33 | 1,58 | 1,60 | 1,81 | 1,70 |
| Aust-Agder | 1,11 | 1,07 | 1,01 | 0,95 | 1,00 | 1,00 | 1,02 | 1,10 | 1,18 | 1,23 | 1,28 | 1,52 | 1,70 | 1,83 | 1,84 |
| Vest-Agder | 1,08 | 1,08 | 1,05 | 0,95 | 0,91 | 1,01 | 0,92 | 0,99 | 1,07 | 1,16 | 1,22 | 1,32 | 1,60 | 1,53 | 1,20 |
| Rogaland | 1,10 | 1,12 | 1,09 | 0,97 | 0,97 | 0,99 | 1,07 | 1,06 | 1,16 | 1,15 | 1,36 | 1,45 | 1,68 | 1,70 | 1,95 |
| Hordaland | 1,15 | 1,08 | 1,05 | 1,00 | 0,99 | 1,04 | 1,06 | 1,08 | 1,19 | 1,22 | 1,30 | 1,50 | 1,75 | 1,93 | 1,77 |
| Sogn og Fjord. | 0,97 | 1,04 | 0,95 | 0,96 | 0,89 | 0,94 | 0,95 | 1,04 | 1,08 | 1,17 | 1,16 | 1,26 | 1,38 | 1,65 | 1,60 |
| Møre og Romsd. | 0,93 | 0,97 | 0,91 | 0,94 | 0,89 | 0,94 | 0,94 | 1,02 | 1,13 | 1,28 | 1,29 | 1,28 | 1,58 | 1,67 | 1,73 |
| Sør-Trøndelag | 1,25 | 1,22 | 1,22 | 1,13 | 1,12 | 1,09 | 1,13 | 1,14 | 1,22 | 1,23 | 1,28 | 1,38 | 1,60 | 1,72 | 1,81 |
| Nord-Trøndelag | 1,28 | 1,24 | 1,18 | 1,02 | 1,13 | 1,15 | 1,10 | 1,20 | 1,27 | 1,37 | 1,40 | 1,54 | 2,26 | 2,23 | 2,26 |
| Nordland | 1,01 | 0,99 | 0,96 | 0,90 | 0,96 | 0,99 | 0,99 | 1,12 | 1,24 | 1,30 | 1,28 | 1,57 | 2,37 | 2,48 | 2,31 |
| Troms | 1,04 | 1,04 | 1,03 | 0,93 | 0,97 | 1,04 | 1,05 | 1,11 | 1,19 | 1,32 | 1,31 | 1,54 | 1,67 | 2,27 | 2,03 |
| Finnmark | 1,08 | 1,11 | 1,09 | 1,02 | 0,97 | 0,94 | 1,02 | 1,07 | 1,13 | 1,30 | 1,28 | 1,41 | 2,30 | 2,60 | — |
| Hele landet .. | 1,04 | 1,04 | 1,01 | 0,96 | 0,96 | 1,00 | 1,01 | 1,07 | 1,18 | 1,27 | 1,30 | 1,45 | 1,74 | 1,85 | 1,93 |

Fig. Forholdet mellom forlønning i akkord i offentlig anleggsarbeid, og hovedindekstallet (leveomkostningene) fra 1914 til 1943-44.



— = Den midlere akkordforlønning pr. tvegesenel inkl formanns- og feriepenger samt dyrtidstillegg ved anlegg.
 - - - - - = Lønforlønning i jordbruk og skogbruk (gråstensmurerne, lømmere, grøfling og skogsbruk)
 - - = Hovedindekstallet for hele landet (leveomkostningene) uten skatt (I mars måned 1919 og senere i juli måned oppgitt fra Det Statistiske Sentralbyrå)

I tiden fra 1847 til 1914 har vi dessverre for lite materiale til å kunne følge utviklingen nøye. Hva selve lønnsforholdene angår, så var det dog en vesentlig forskjell på tiden før 1932 og etterfølgende, idet det før 1932 var Vegvesenet selv som bestemte arbeidernes lønn etter de stedlige leveomkostninger. Vedkommende ingeniør hadde således da stor innflytelse på arbeidernes fortjeneste, men kontroll over fortjenesten ble ført av sentraladministrasjonen, som sørget for at lønnen holdt seg i overensstemmelse med de bevilgende myndigheters oppfatning. Det ble herunder bl. a. ansett for makt-påliggende å holde arbeidslønnen på en slik passende høyde at den minst mulig forstyrret den økonomiske likevekt i bygdene. Vegvesenets lønninger holdt seg noe høyere (ca. 40 %) enn tilsvarende i jord- og skogbruk, og det viste seg at dette forhold trakk et passende antall av bygdens arbeidsfolk til vegarbeid uten nevneverdig å forstyrre bygdens arbeidsforhold for øvrig.

Etter 1932 er imidlertid arbeidsforholdet endret i vesentlig grad, idet meglings- og voldgiftsdomstoler nå i detaljer fastsetter tariffen med lønnssetser m. v.

Erfaringen viser dog at fortjenesten i akkord fremdeles i høy grad følger leveomkostningene selv om forskuddsbetalingen holdes konstant i en tariffperiode.

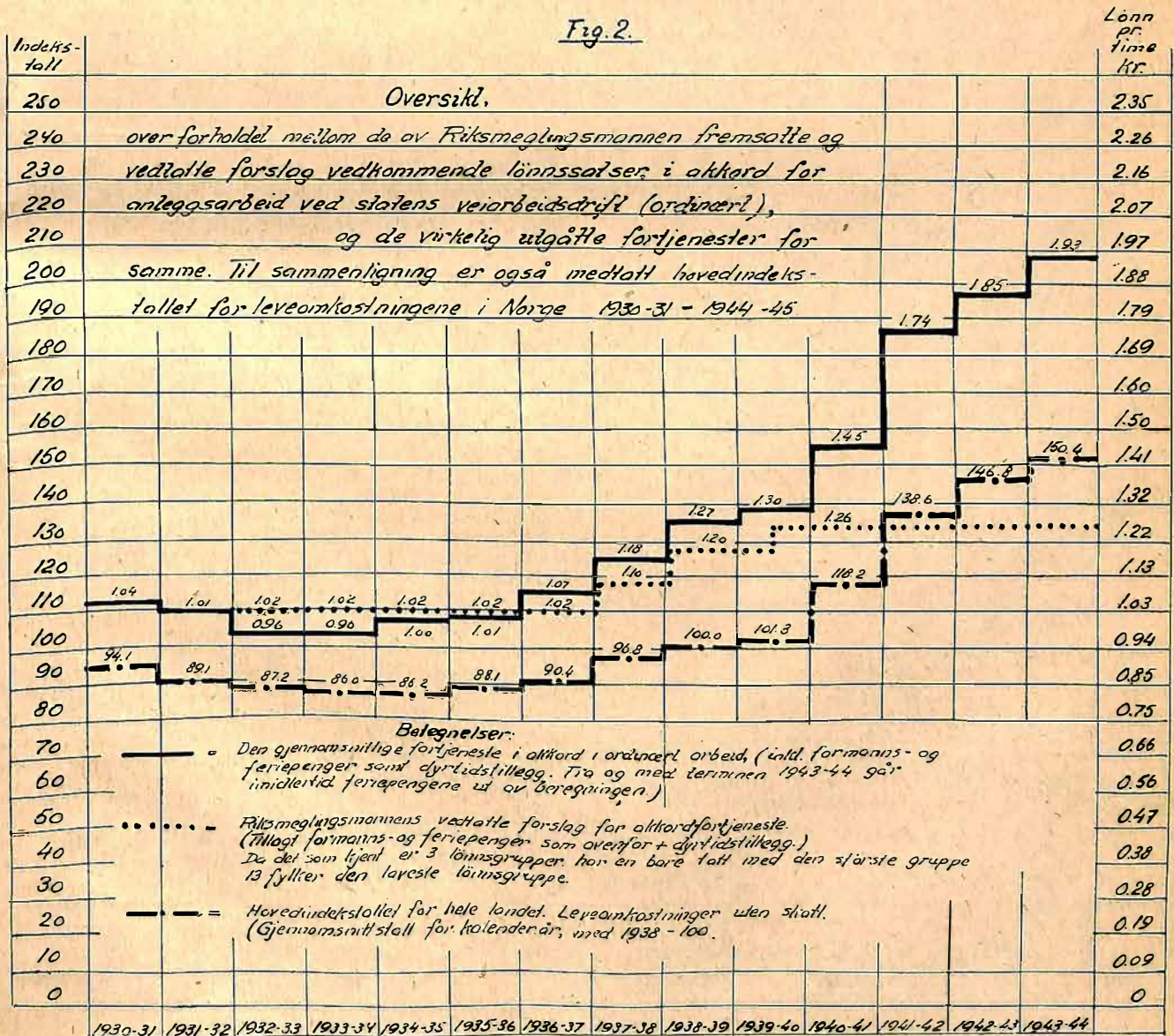
Fig. 1 viser forholdet mellom fortjeneste i akkord i offentlig vegarbeid og hovedindekstallet (leveomkostningene) fra 1914 til 1944.

Fig. 2 gir en oversikt over forholdet mellom de av riksmeglingsmannen foreslåtte og senere vedtatte akkordlønninger og de lønninger som virkelig er betalt.

Det vil sees at bortsett fra perioden 1932—1936 ligger de utbetalte akkordlønninger over dem som etter tariffen skulle vært betalt. Særlig er dette tilfelle i de siste krigsårene hvor akkordfortjenesten ligger fra 38—53 % høyere enn den etter tariffen skulle gjøre — de siste 2 år endog 70 øre pr. time over den tariffestede lønn. Det viser seg altså at ingeniørene gjennomgående sørger for at lønningene følger prisnivået.

For øvrig kan det vel sies at vegvesenets lønninger hittil har stått i et passende forhold til jord- og skogbrukslønninger. Disse er som kjent avhengig av markedsforholdene og bestemende for landdistriktenes økonomi. De her nevnte virksomheter bør derfor formøntlig sees i forhold til hverandre. Hva vegarbeidets forhold til fiskeribedriften angår, så har det tidligere ikke vært gjenstand for samme oppmerksomhet som forholdet til jord- og skogbruk, men etter som vegbyggingen i sjøbygdene nå er tatt opp for alvor, synes det naturlig her

Fig. 2.



å holde en vegarbeiderlønn som står i samklang med levevilkårene i sjøbygdene.

Det vil av foranstående framgå at vegvesenet ønsker å lønne sine arbeidere godt, men at det er visse hensyn å ta til andre landsviktige interesser som jord- og skogbruk samt fiskeribedriften. En vesentlig del av vegarbeiderne lever jo som kjent også under samme sosiale forhold som arbeiderne i disse yrker.

De i foranstående grafiske tabeller viste gjennomsnittsførtjenester for hele landet skjuler imidlertid til dels temmelig varierende førtjenester for de enkelte fylkers vedkommende. Med hensyn til disse forhold henvises til den tabellariske oversikt.

Tar vi f. eks. for oss budsjettåret 1943/44, som er den siste termin vi har oppgave over, vil det sees at Nordland fylke har den største gjennomsnittsførtjeneste, nemlig kr. 2,31 og Vest-Agder den laveste med kr. 1,20.

NORDISK VEGTEKNISK FORBUNDS MØTE 1946 I DANMARK

Det er nå bestemt at der i tiden 19.—24. juni i år skal holdes et møte i Nordisk Vegteknisk Forbund i Danmark. Selve møtet blir i København med en økskursjon. På grunn av vanskelige valuta og inkvarteringsforhold blir der ikke arrangert noe for damer, idet medlemmene forutsettes å møte alene. Nærmere program for møtet vil bli kunngjort så snart det foreligger fra den danske avdeling.

T. B. Rise,
sekretær.

KURSUS FOR ANLEGGSSARBEIDERE

For arbeidsledige anleggsarbeidere i Oslo har Statens Teknologiske Institutt etter anmodning fra Oslo kommune holdt et dagkursus.

Da det også i vegvesenet har vært diskutert igangsetting av yrkeskurser for vegfolk, antas fagplanen å være av interesse.

Den var således:

Alminnelige fag:

| | |
|-----------------------------------|----------|
| Matematikk | 12 timer |
| Yrkesfysikk og fasthetslære | 12 — |
| Førstehjelp | 2 — |
| Vern og velferd i arbeid | 6 — |
| Sum | 32 timer |

Spesielle fag:

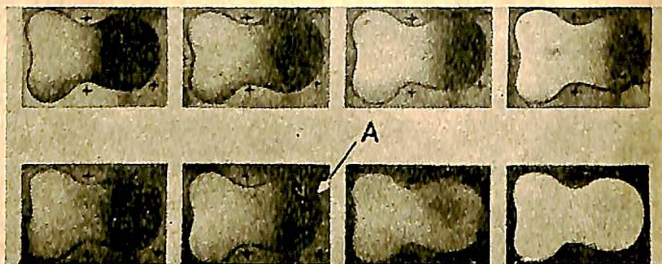
| | |
|------------------------------------|-----------|
| Betongteknologi | 25 timer |
| Sement, vibrert og vegbetong | 4 — |
| Motorlære | — |
| Sprengningsteknikk | 16 — |
| Vegbygging | 20 — |
| Anleggsmateriell | 10 — |
| Smiting og vedlikehold | 4 — |
| Stein- og fjellære | 6 — |
| Sum | 101 timer |
| Sum i alt | 133 timer |

Som lærere har fungert dels instituttets egne funksjonærer, dels innkalte spesialister.

Foruten ledighetsbidraget har kommunen ytt et ekstra tilskudd til deltakerne under kursets varighet.

BANKING I BENSINMOTORER

I ovennevnte artikkel inntatt i forrige nummer, er den figur som det henvises til som en illustrasjon til teksten, dessverre ikke kommet med. Vi inntar den nedenfor.



PERSONALIA

Ansettelse i Vegvesenet.

Ingeniørene Gerhard Bjordal og Kristian Sotheim er ansatt som ekstra ingeniører ved vegadministrasjonen i Sogn og Fjordane fylke.

Frøknene Ragnhild Nilsen og Alhild Johansen er ansatt som kontorister av kl. I og II ved vegadministrasjonen henholdsvis i Akershus og Troms fylker.

Ved Veidirektørkontoret er assistentene Douglas Gundersrud, Randi Ludvigsen og Eva Zernin ansatt fast som assistenter av kl. I fra 1. juli, 14. august og 25. oktober 1945.

LITTERATUR

Svenska Vägforeningens Tidskrift nr. 1 — 1946.

Innhold: Blixtnedslag i vägbeläggning. — Systemet med s. k. vägvakter av Väginspektör E. G. Almquist. — Lutningsvisare för gator och vägar av Professor H. N. Pallin. — Detaljplanerade grusningstransporter och erfarenheter därav av Vägingenjör A. Norén. — Om gruskonsumtionen till våra vägar av Fil. lic. F. Rengmark. — Boknytt. — Föreningsmeddelanden: Svenska vägföreningens yttrande till Kungl. Maj:t angående fordonsbredd och hjultryck. — Notiser.

Dansk Vegtidskrift nr. 6 — 1945.

Innholdsfortegnelse: Stadsingeniør Hans Kofod. — Bemærkninger om Storflyvepladser. — Moskva. — Stockholm. II. — Nogle Belliggenhedsspørgsmaal i Planen. Af Civilingeniør Bent Waagensen (fortsatt fra Side 18) og sluttet). — Amtsvejinspektørforeningens Aarsmøde i København den 11. og 12. Oktober 1945. — Aarsberetning aflagt den 11. Oktober 1945 af Formanden Amtsvejinspektør A. P. Grimstrup. — Oversigt over Fordelingen af Motorafgift m. v. i Finansaaret 1944—45. — Udskrift af Overfredningsnævnets Kendelsesprotokol. — Vejmaskinlære. — Litteratur. — Ny Vejtjære.

UTGITT AV TEKNISK UKEBLAD, OSLO

Abonnementspris: kr. 10,00 pr. år. — Annonsepris: 1/4 side kr. 100,—, 1/2 side kr. 50,—, 1/4 side kr. 25,—.

Ekspedisjon: Ingeniørenes Hus. Telefoner: 20093, 23465.