

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 334.

ÅRSBOK 19 (1925) N:o 1.

HYDROLOGISKA
UNDERSÖKNINGAR AV ÅKERJORD
INOM ÖREBRO LÄN

AV

GUNNAR EKSTRÖM OCH HERMAN FLODKVIST

Pris 1,00 kr.

STOCKHOLM 1926

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

251904

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 334.

ÅRSBOK 19 (1925) N:o 1.

HYDROLOGISKA
UNDERSÖKNINGAR AV ÅKERJORD
INOM ÖREBRO LÄN

AV

GUNNAR EKSTRÖM OCH HERMAN FLODKVIST



STOCKHOLM 1926

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

251904

INNEHÅLLSFÖRTECKNING.

	Sid.
Förord	5
I. Lerornas egenskaper vid olika konsistens	7
II. Olika horisonter och nivåer i lerjord	8
III. Grundvattnets förekomst och rörelse i lerjord	14
IV. Speciella undersökningar av åkerjordar, vilka genom permanent och utpräglad sprick- bildning äro självdränerande	16
Lokalbeskrivningar:	
1. Mosjöbotten	17
2. Ervalla	20
3. Seltorp	22
4. Vivalla	26
Hjälmarområdena:	
5. Kolja	27
6. Husby	32
7. Valsta	34
8. Harsta	34
9. Skävesund	35
10. Ekeberg	36
11. Sickelsjö	38
Sammanfattning	39
Tabell 1. Grundvattenståndsmätningar på Mosjöbotten år 1921	42
Tabell 2. Grundvattenståndsmätningar vid Kolja år 1922	43
Tabell 3. Analystabell	45
Litteraturförteckning	47

F Ö R O R D.

Under arbete för åkerjordens täckdikning hade förste jordbrukskonsulenten hos Örebro läns hushållningssällskap Herman Flodkvist sedan flera år tillbaka i sådana fall, då en åkerjords torrlägningsbehov icke utan närmare undersökning kunnat bedömas, verkställt grundvattenmätningar i vattenståndsror på fältet omedelbart efter tjällossningar eller perioder av riklig nederbörd för att sålunda, med kännedom om grundvattenytans variationer samt läge i förhållande till markytan, kunna med större säkerhet bedöma torrlägningsbehovet. Av dessa hans mätningar har framgått, att grundvattenytan på en icke dränerad lerjord i allmänhet sjunker ytterst långsamt; men undantag härifrån ha förekommit. Sålunda konstaterade han på vissa platser lerjordar med stor vattengenomsläpplighet, och i vissa fall framgick av grundvattenobservationerna, att grundvattenytan till omkring 8 dm djup under markytan varierade i nära överensstämmelse med vattenytan i den avloppsgrav, som avlett grundvattnet. En täckdikning av sådana lerjordar kan tydligen icke medföra något gagn och måste således ur ekonomisk synpunkt anses vara förkastlig. Genom anslag av hushållningssällskapet ha dessa grundvattenmätningar i Örebro län sedan år 1921 kunnat upptagas i ökad omfattning.

Orsaken till vissa lerjordars genomsläpplighet har visat sig ligga däri, att jorden är genomsatt av ett system av vertikala, grövre sprickor, vilka icke — såsom de under torrperioder uppkommande, allmänt iakttagna torksprickorna i lerjord — försvinna, utan bliva bestående även under perioder med riklig nederbörd. Lerjordar, där dylika grövre, permanenta sprickor förekomma, och där täckdikning sålunda icke erfordras, finnas här och var inom Örebro län inom i allmänhet mindre områden, t. ex. omkring 1 hektar. I några fall ha emellertid påträffats dylika större områden, omfattande en sammanhängande areal av 50 hektar och däröver. Områdena i fråga utgöra visserligen i stort sett endast en ringa del av länets lerjord, vilken i regel är i hög grad i behov av täckdikning. För många enskilda jordbrukare är spørsmålet dock av stort intresse, alldenstund det finnes egendomar, vid vilka halva åkerarealen eller mera utgöres av dylik genomsläpplig lerjord. Det är därför uppenbart, att ett närmare studium av detta spörsmål icke blott äger vetenskapligt intresse, utan framför allt är av stor betydelse ur kulturteknisk och jordbruksekonomisk synpunkt.

Med hänsyn därtill samt i avsikt att ernå mera allmängiltiga resultat även av övriga av Örebro läns hushållningssällskap anordnade jordbrukshydrologiska undersökningar — avseende bl. a. att utröna storleken av grundvattenavrinningen genom täckdikessystem och lämpligaste täckdikessavståndet på olika jordar etc. — hänvände sig konsulenten Flodkvist i början av år 1922 till Sveriges geologiska undersökning med förfrågan, huruvida Undersökningen under samarbete med honom ville föranstalta om en utredning av de ur jordbrukssynpunkt viktigaste hydrogeologiska förhållandena inom länet.

Sedan undertecknad och statsgeologen Simon Johansson våren 1922 på ort och ställe studerat förhållandena samt funnit de av konsulenten Flodkvists arbeten berörda områdena representativa och lämpliga för en närmare undersökning även enligt de allmänna planer, som lågo till grund för Sveriges geologiska undersöknings hydrogeologiska verksamhet, uppgjordes plan för en undersökning av ifrågavarande och andra områden i Örebro län, varefter denna utredning upptogs på Geologiska undersökningens arbetsprogram för 1923 och följande år. Geologen doktor G. Ekström erhöi i uppdrag att å Undersökningens vägnar utföra denna utredning, vid vilken konsulent Flodkvist skulle deltaga för hushållningssällskapets räkning.

Fältundersökningarna utfördes under åren 1923 och 1924. Härvid hava undersökningar och iakttagelser gjorts dels på de av Flodkvist förut konstaterade självdränerande lerjordarna, dels även på lerjordar, som äro i behov av täckdikning.

Jordarternas karaktär av ancyclus-, litorina- eller lokala sötvattenssediment har bestämts av statsgeologen R. Sandegren, som granskat jordarternas innehåll av fossila diatomacéer.

Vid bearbetningen på jordartslaboratoriet av proven från jordprofilerna har doktor Ekström biträttts av ingenjör K. Silas Sjöberg.

Resultaten från de förut omnämnda försöken för utrönande av storleken av vattenavrinningen genom täckdikessystem samt de slutsatser, som genom de fortsatta undersökningarna torde kunna dragas rörande lämpligaste täckdikessavståndet på olika jordarter, komma att senare offentliggöras av samma författare.

Stockholm i febr. 1926.

Axel Gavelin.

I. Lerornas egenskaper vid olika konsistens.

För en rätt förståelse av grundvattnets förekomst och rörelse i en lerjord är man nödsakad att även känna lerornas egenskaper vid olika konsistens eller fasthet eller med andra ord komplexen lera + vatten, där vattnet är fysikaliskt bundet vatten. Atterberg (1912), som närmare studerat lerornas förhållande till vatten, uppställde följande konsistensformer: den fasta, plastiska, svårflytande, tjockflytande och lättflytande konsistensformen. I åkerjorden återfinns man de tre förstnämnda konsistensformerna.

Gränsen mellan den fasta och plastiska konsistensformen förlägger Atterberg vid den s. k. utrullgränsen, vilken karakteriseras därav, att leran då nått och jämnt låter utrulla sig till trådar. I närheten av utrullgränsen ligger med något lägre vattenhalt lerans krympningsgräns, som utgör gränsen för dennas krympning vid uttorkning. Vid krympningsgränsen hava jordpartiklarna sin tätaste lagring med de fina hålrummen fortfarande fyllda av vatten. Sker en uttorkning av leran under denna gräns, fyllas hålrummen mer eller mindre med luft, vilket ger sig tillkänna därigenom, att leran får en ljusare färg, varför krympningsgränsen även benämns omslagspunkten (van Bemmelen, S. Johansson 1914).

Med plasticitet eller formbarhet förstås den egenskap hos lerorna, att de låta godtyckligt forma sig och sedan bibehålla den form, de erhållit. En lera, som är formbar, har sålunda med andra ord en plastisk konsistens eller ligger inom det plastiska konsistensområdet. Såsom framgår av det föregående, kommer krympningsgränsen enligt Atterberg att ligga inom det fasta konsistensområdet, enär krympningsgränsen har en lägre vattenhalt än utrullgränsen och denna senare av Atterberg sattes såsom gräns för det fasta konsistensområdet. Såsom Simon Johansson (1914, sid. 61) har påpekat, är emellertid en lera mellan utrullgränsen och krympningsgränsen alltså — ehuru med användande av ett visst tryck — formbar eller plastisk. Först vid krympningsgränsen blir leran så spröd, att den faller sönder i mindre stycken, vilka icke ens under tryck kunna bringas att häfta samman. S. Johansson föreslår därför, att såsom undre gräns för plasticitetsområdet sätta krympningsgränsen. Då det — bland annat genom S. Johanssons undersökningar — visat sig, att krympningsgränsen såväl ur teoretisk som praktisk synpunkt är av

större betydelse än utrullgränsen, förlägga vi i likhet med Frosterus (1920, sid. 4 och 5) *gränsen mellan det fasta och plastiska området till krympningsgränsen* (= omslagspunkten).

Gränsen mellan den plastiska och den svårflytande lerkonsistensen är den s. k. *flytgränsen* (Atterberg). En lera, som ligger inom det svårflytande konsistensområdet, har så hög vattenhalt i förhållande till jordpartiklarnas specifika yta (= den sammanlagda ytan hos samtliga jordpartiklar på volymsenheten), att materialet efter omformning icke bibehåller sin nya form till följd av att partiklarna under tyngdkraftens inverkan besitta en viss rörelseförmåga, varigenom leran sålunda blir svårflytande.

I en lera, som uttorkat under krympningsgränsen, äro porerna, såsom förut nämnts, mer eller mindre fyllda med luft. Då dylik lera kommer i beröring med vatten, upptager den hastigt ganska betydande mängder härav, och detta naturligtvis desto mera ju mera uttorkad leran förut var. Genom den hastiga uppsugningen av vattnet komprimeras luften i porerna, vilket har till följd att leran faller sönder. Vattnet blir härvid i allmänhet ej likformigt fördelat i leran, utan vattenhalten blir mindre i vissa partier än i omgivande delar av lermassan.

I en lera, vars samtliga porer äro fyllda med vatten — varvid leran således befinner sig över krympningsgränsen — äger något upptagande av vatten ej rum, för så vitt ej leran utsättes för mekanisk åverkan såsom knådning, ältning eller dylikt. Statens järnvägars geotekniska kommission har gjort en del intressanta undersökningar och iakttagelser härom. Genom långvariga laborieförsök har (1922, sid. 13) sålunda visats, att en mjuk lera ej förändrar sin vattenhalt genom att vara nedsänkt under vatten. Vid de borningar, som av kommissionen utförts i jordlagren på botten av sjön Aspen i Västergötland, påträffades (1922, sid. 138—140) på c:a 8 m djup under sjöns vattenyta en gammal torrskorpa bestående av lera, vilken för omkring 4,000 år sedan vid ett markskred gled ut på sin nuvarande plats från dalslutningen invid stranden. Torrskorpan, vars mäktighet varierade mellan 0.5 och 4 m, bestod i sin övre del av ett c:a 1 dm mäktigt, humusförande markytelager med grenar och rötter, och leran hade i övrigt den vattenhalt och den konsistens, som är utmärkande för nutida markytelager.

II. Olika horisonter och nivåer i lerjord.¹

Vid de undersökningar, som av Geotekniska kommissionen utförts i olika delar av landet för utrönande av olika lerlagers bärighet i järnvägstekniskt hänseende, hava, i de fall då torrskorpa förefanns, de Atterbergiska konsistensgränserna (utrullgräns, flytgräns etc.) bestämts i lerprofilen. Dessutom anges läget av den s. k. *klimpzonen*, vilken närmare beskrivits av L. von Post (1915, sid. 570) och som av honom förlägges mellan torrskorpan och »den underliggande, homogent vattenhaltiga, trögflytande leran». Klimpzonen karakteriseras av de i densamma uppträdande smärre klumparna av fastare

lera, vilka antogos hava uppkommit genom omväxlande uttorkning och uppblötning. Vid undersökningar av jordarterna på Experimentalfältet har klimpzonen emellertid närmare undersökts av Ekström, och en redogörelse härför kommer att av honom senare lämnas. Klimparna hava därvid visat sig vara *uttorkningsfenomen kring växtrötter* och hava uppkommit därigenom, att vatten upptagits av rötterna från den jämförelsevis starkt vattenhaltiga leran. Genom ett tvärsnitt genom en dylik klimp finner man nämligen alltid i den mer eller mindre spolförmiga klimpens längdaxel en rotkanal, oftast med en rotrest. Klimparna måste hava uppkommit under den tid, då våra nuvarande åkerarealer täcktes av skogar, och förorsakats av trädens djupgående rötter.

Torrskorpan i en lerjordsprofil har av Ekström vid hydrogeologiska undersökningar i olika delar av landet uppdelats i tvenne olika horisonter eller zoner, vilka till sin karaktär skarpt skilja sig från varandra. Ett särskiljande av dessa horisonter äger intresse ej endast ur rent vetenskaplig synpunkt, utan är även, såsom av det följande skall framgå, av stor betydelse för att vinna en klar uppfattning om grundvattnets förekomst och rörelse i lerjorden, något som givetvis är ett villkor för ernående av en ändamålsenlig täckdikning. För den horisont, som ligger under torrskorpan, har — på Flodkvists förslag — upptagits den av jordbrukare m. fl. ofta använda termen såplera. Följande tre horisonter kunna sålunda särskiljas i en lerjordsprofil:

- Den övre torrskorpehorisonten
- Den undre torrskorpehorisonten
- Såplerehorisonten.

Denna zonindelning har visat sig vara gällande för våra vanliga, vattensedimenterade, plastiska leror, där torrskorpan i av oss undersökta lerjordar haft en mäktighet, varierande mellan 1 och 5 m, men i allmänhet uppgår till omkring 2 m. L. von Post uppger även (1915, sid. 569), att flytgränsen, som i stort sett sammanfaller med undre gränsen för torrskorpan, vanligen ligger på 2.0—2.2 m under markytan. Enligt muntligt meddelande av A. H. Westergård har denne vid sina undersökningar över de s. k. platålerorna i sydvästra Skåne på flera olika ställen i dessa leror konstaterat en betydande mäktighet hos torrskorpan, uppgående till närmare 10 m. I ett ungefär samtidigt med detta utkommande arbete i Sveriges geologiska undersöknings publikationer angående grundvattenförhållandena i trakten av Skara beskriver Simon Johansson en sprickig torrskorpa av ungefär samma mäktighet. Dessa ovanligt höga mäktighetssiffror torde emellertid för vårt land vara ganska sällsynta undantag från den allmänna regeln. I de bägge angivna fallen saknas dessutom enligt uppgift såplera under torrskorpan.

Den nyss föreslagna indelningen av lerjordsprofilen i tre olika horisonter gäller i sin helhet endast för i vatten avsatta leror och kan ej tillämpas på t. ex. de skånska moränlerorna, vilka, genom det sätt på vilket de uppkommit, hava alltigenom en fast eller hårdare plastisk konsistens.

De tre horisonterna i lerjorden åskådliggöras genom fig. 1, som visar hållfasthetskurvan i en profil i glacial lera från Experimentalfältet, Stockholm.

Kurvan anger lerans relativa hållfasthet på oomrört prov från olika djup under markytan. Hållfastheten är bestämd enligt Geotekniska kommissionens metod (1922, sid. 46). Lerproven hava upptagits medelst det av John Olsson konstruerade kolvborret (1925), vilket visat sig vara synnerligen användbart för ifrågavarande ändamål.

Våra vanligaste leror äro avsatta i hav eller sjöar, som fordom täckt stora områden av vårt land. Så länge landet låg under vatten, hade leran en jämförelsevis lös konsistens av mer eller mindre svårflytande beskaffenhet, och någon torrskorpa fanns då ej utbildad. Leran var i övre delen lösare, men nedåt så småningom något fastare, och dess hållfasthet på olika nivåer kan angivas av kurvan a—b—c. Hållfasthetskurvan anger en nedåt långsamt tilltagande hållfasthet, beroende på att trycket ökas nedåt, vilket medfört en däremot svarande avvattning av leran. *Kurvdelen a—b* i den nutida lerprofilen kan därför i stort sett anses vara densamma som före landhöjningen och före-

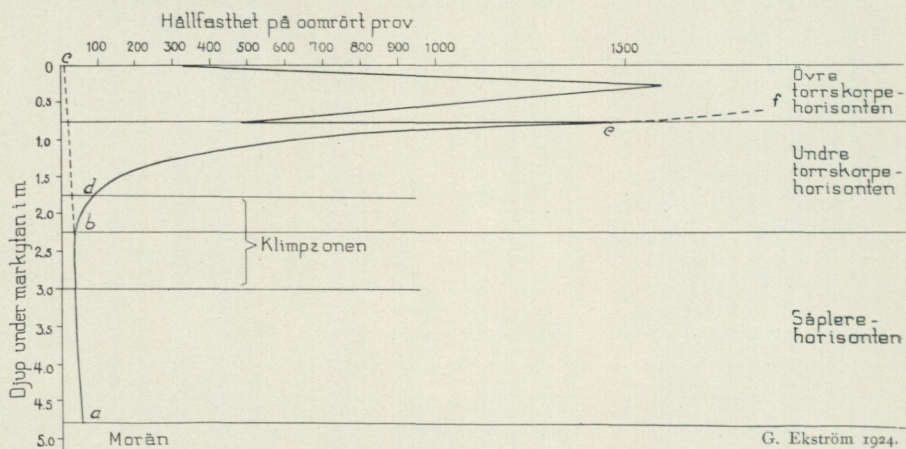


Fig. 1. Hållfasthetskurva och horisonter i en lerjordsprofil.

finnes nu och är karakteristisk för den under torrskorpan liggande homogena och sprickfria såplerehorisonten.

I samband med och efter landhöjningen ägde emellertid en så småningom skeende uttorkning rum i de närmast jordytan liggande lerlagren, och en mer eller mindre mäktig torrskorpa av fast och plastisk konsistens utbildades. Uttorkningen var naturligtvis upptill starkast, och den hållfasthetskurva, som då erhöles, representeras av kurvan b—f, vilken visar en uppåt hastigt tilltagande hållfasthet beroende på den uppåt alltjämt avtagande vattenhalten. *Kurvdelen b—e* är betecknande för den undre torrskorpehorisonten.

Den övre torrskorpehorisonten är till sina fysikaliska egenskaper i hög grad betingad av de fysikaliskt verksamma jordmänsprocesserna, varvid framför allt en starkare uttorkning, uppblötning samt tjälbildning i detta avseende spela huvudrollen. *Hållfasthetskurvan för den övre torrskorpehorisonten är ej konstant*, utan visar mycket stora variationer. Vattenhalten

och den därav beroende konsistensen ändras avsevärt från den ena perioden till den andra, från fuktigare till torrare perioder, från värme- till frostperioder. Den har antingen en fast eller plastisk konsistens eller är delvis fast och delvis plastisk.

Under en torrperiod finner man torrskorpans övre del i en lerjord vara gomsatt av i allmänhet från en till några cm breda sprickor, vilka uppkommit genom kraftigare uttorkning, förorsakad dels genom den direkta avdunstningen, dels genom vegetationen. Dessa sprickor äro emellertid endast tillfälliga och kunna därför lämpligen benämnas *temporära sprickor*. Orsaken till deras korta varaktighet ligger däruti, att leran uttorkat under krympningsgränsen och, när sedermera de ytliga lerlagren under en regnperiod bli mättade med vatten, försvinna de helt och hållet. De temporära sprickorna torde hava en viss betydelse för avledande av ytvatten, som uppkommer vid starkare regnflöden under sommaren och början av hösten. Då de emellertid försvinna på grund av höstregnen, sakna de naturligtvis betydelse för åkerjordens torrläggning under senhösten, vintern och våren. En lerjords stora vattengenomsläpplighet under sommaren däremot beror på förefintligheten av dessa temporära sprickor. Vid de permeabilitetsundersökningar, som utförts av St. De Geer och Sahlström (Sahlström 1913), visade det sig, att nedrinningshastigheten vid bevattning på en lerjord under en torr sommar var i början mycket stor, till och med större än på isälvsgrus, men vid fortsatt bevattning sjönk den hastigare än på någon annan jordart. Orsaken till lerjordens stora vattengenomsläpplighet konstaterades bero därpå, att vattnet rann ned i sprickor i lerjorden.

Då den övre torrskorpehorisonten efter en torrperiod blir mättad med vatten blir detta vatten ej homogent fördelat, utan det uppstår alltid mera fasta partier i en lösare lermassa. Härvid uppstå vissa mellanrum mellan enskilda lerpartier, genom vilka vattnet så småningom kan tränga ned till djupare delar av torrskorpan. Vid tjälbildningen uppstår också i torrskorpans övre del ett fint spricknät av horisontella och vertikala sprickor, varvid leran stundom faller sönder i gryn eller större eller mindre tärningar. Karakteristiskt för den övre torrskorpehorisonten är sålunda, att den *saknar sammanhängande, i en viss led oavbrutet förlöpande, permanenta sprickor*. Mäktigheten hos torrskorpans övre horisont uppgår till närmare 1 m (0.7 à 1 m), stundom något mera.

Då torrskorpans övre horisont är mättad med vatten, synes dess genomsläpplighet vara avsevärt olika på olika lerjordar. På mycket styv lera bli de ytliga lerlagren stundom nästan helt ogenomsläppliga för ytvattnet, vilket måste bero därpå, att alla sprickor och hålrum i alvens övre del på grund av lerans höga halt av kolloidala jordpartiklar bli fullkomligt igenslammade. Vi ha sålunda i ett speciellt fall konstaterat, att på ett åkerfält, där alven utgjordes av mycket styv glacial lera, vilket fält av en tillfällighet blivit täckdikat med ett avstånd mellan grendikena av endast 8 m, jorden vid ett tillfälle var försumpad, beroende på att sprickorna i torrskorpans övre horisont voro igenslammade.

Det synes vara en bland jordbrukarna ganska allmän uppfattning, att täckdikessystemen under liknande förhållanden trätt ur funktion och att fältet således måste täckdikas om. Såsom av ovanstående framgår, behöver detta dock icke alltid vara fallet. Ett par exempel härpå ha anförts av Flodkvist (1924, sid. 8).

Bearbetning av en lerjord, då den är så fuktig, att den icke »reder sig» för redskapen, kan medföra, att ytan blir ältad och därigenom ogenomsläpplig för dagvattnet. Samma inverkan kan ett starkare regnflöde hava i vissa fall.

Sedan lerjorden passerat en frostperiod, är den emellertid åter genomsläpplig för sjunkvattnet, beroende på de under vintern uppkomna frostsprickorna.

Den undre torrskorpehorisonten, som i allmänhet börjar på ett djup av närmare 1 m under markytan, karakteriseras därav, att den i hela sin utsträckning är genomsatt av sammanhängande, mer eller mindre vertikala sprickor. Enär leran inom denna horisont ej varit utsatt för starka eller häftigare uttorkning, vare sig genom avdunstning eller tjälbildning, äro dessa sprickor ej av tillfällig natur utan konstanta, varför de lämpligen kunna benämnas permanenta sprickor.

För att påvisa lerans i den undre torrskorpehorisonten resistens mot vatten uttogs från övre delen av denna horisont ett stycke av leran, som därefter fick ligga i vatten under en tid av fem månader. Efter denna tid visade sig leran fortfarande hava samma konsistens (relativ hållfasthet = 2,000) samt samma vattenhalt (26 viktsprocent per torrsubstans)¹, som vid lerans uttagande ur lerjordsprofilen. Jordarten var en styv glacial lera från 1.0 m djup under markytan.

Leran inom torrskorpans undre horisont bibehåller i stort sett ännu alltjämt den konsistens och den vattenhalt, som den hade omedelbart efter torrskorpans bildning. I horisontens övre del har leran en jämförelsevis låg vattenhalt och hög hållfasthet, men nedåt tilltager vattenhalten, under det att hållfastheten i samband därmed hastigt minskas (kurvan e—b, fig. I). Hållfasthetskurvan förlöper i övre delen i nära horisontell riktning (e—d), men går sedan i en riktning, som närmar sig vertikalriktningen. Vid d äger en färgförändring rum hos leran, som får en mera rent grå färg och bildar en övergångstyp till den under torrskorpan liggande blågrå eller gråblå såpleran. Ungefär vid d tager även klimpzonen sin början.

Gränsen mellan torrskorpans övre och undre horisont är ofta ganska skarp. I en lerjordsprofils hållfasthetskurva finner man nämligen invid själva gränsnivån ofta en stor olikhet i konsistens hos de olika horisonterna, vilket visar sig i kurvans språngvisa, horisontella förskjutning (fig. I). Om man under en period, då jorden är mättad med vatten, gräver sig ned i en lera och kommit ned i övre delen av den undre torrskorpehorisonten, finner man denna i allmänhet bestå av en betydligt hårdare lera än ovanliggande horisont samt med en konsistens, som närmar sig den vid ifrågavarande leras krympningsgräns.

De permanenta sprickorna i torrskorpans undre horisont äro i allmänhet

¹ Vattenhalten anges alltid i det följande i viktsprocent per torrsubstans.

ganska tunna, men skarpt begränsade och tydligt sammanhängande. I vanliga fall synes bredden ej överstiga $\frac{1}{2}$ mm. De kunna vara mer eller mindre fyllda av uppifrån nedslammat lermaterial, vilket visar sig såsom ett grått överdrag på sprickväggarna. Vid studiet av markprofiler i samband med de agrogeologiska kartläggningarna i Finland omnämnas sprickbildningar från flera olika lokaler (Frosterus 1914, sid. 88; Aarnio 1917, sid. 10). Sålunda påpekar Frosterus (1914), att i lerjord under jordmåns horisonten vertikala, med lerslam fyllda sprickor äro vanliga och att dessa understundom sträcka sig flera meter djupt ned. Sprickorna voro i allmänhet 1 à 2 mm, högst 5 mm breda, och deras bredd avtager nedåt. — Emellertid torde de permanenta sprickorna i allmänhet vara mer eller mindre öppna och åtminstone under större delen av året vattenförande. Dylika öppna sprickor hava nämligen av oss alltid konstaterats vid upptagande av profiler genom undre torrskorpehorisonten i olika slags leror, såväl glaciala som postglaciala, såväl lättare som styvare, plastiska leror. Dessa sprickor äro jämte de i leran förekommande rotkanalerna och maskgångarna behållare för det i torrskorpans undre horisont förefintliga grundvattnet. *Förefunnos ej dessa bildningar, skulle den undre torrskorpehorisonten vara ogenomsläpplig för sjunkvattnet.* Dräneringsrören ligga i allmänhet i övre delen av denna horisont, och genom dessa avledes i en täckdikad jord det i sprickorna och gångarna ovan dräneringsrörens nivå förefintliga grundvattnet. En dylik jord uttorkar därför hastigare på våren och sommaren än en odränerad jord, vilket i sin tur har till följd, att i den täckdikade jorden efter dräneringen utbildas nya torksprickor, vilka sedermera öka lerjordens permeabilitet. Den av gammalt gjorda iakttagelsen, att en odränerad lerjord i ytan spricker sönder kraftigare än en täckdikad jord, strider ej häremot, enär den senare sprickbildningen berör endast jordens yttligare lager eller den övre delen av torrskorpan och är av temporär karaktär. I en vattensjuk eller mera vattenhaltig jord bli naturligtvis de temporära sprickorna större än i en genom täckdikning torrare jord.

Bredden hos de permanenta sprickorna är, såsom förut nämnts, i allmänhet ganska obetydlig. Emellertid förekomma på en del områden grövre permanenta sprickor, vilka ur torrläggningssynpunkt äro särskilt viktiga och för vilka närmare redogöres i avdelning IV. En del iakttagelser över finare permanenta sprickor omnämnas även i denna avdelning i samband med beskrivningen av jordarterna på de olika platserna.

Under torrskorpan vidtager så *plerehorisonten*, där leran i en lerjordsprofil har sin lösaste konsistens och där sprickor helt och hållet saknas. Leran har här en blöt eller såpig konsistens beroende på en jämförelsevis hög vattenhalt. Enär denna horisont aldrig varit utsatt för oxidation genom luftens syre eller syrehaltigt grundvatten, har leran, om den saknar inblandning av organisk substans t. ex. gyttjesubstans, här en rent blågrå eller gråblå färg. På grund härav går dylika lera i praktiken allmänt under benämningen »blålera». Då emellertid termerna såplera och blålera ej äro likvärdiga begrepp och enär en benämning åsyftas, som anger lerans konsistens, har tills vidare upptagits benämningen såplera. En moränlera t. ex. är ofta en blålera, men har

det oaktat en ganska hård konsistens. — Såsom en med såplera likvärdig benämning har av L. von Post (1915, sid. 572) använts termen *blötlera*.

På grund av att sprickor saknas, är såpleran ogenomsläpplig för grundvattnet. I dess övre del har leran en hållfasthet, som ligger ungefär vid flytgränsen, men får nedåt så småningom en något fastare konsistens genom den vattenurpressning, som förorsakats av ovanliggande jordlagers tryck (jämför fig. I). Kurvdelen a—b på fig. I är därför till sin riktning typisk för såplerehorisonten, men kan, beroende på ovanliggande torrskorpans mäktighet, vara parallellt förskjutet antingen åt vänster (lösare konsistens och mindre mäktig torrskorpa) eller åt höger (fastare konsistens och tjockare torrskorpa) i jämförelse med hållfasthetskurvan på fig. I.

III. Grundvattnets förekomst och rörelse i lerjord.

Det i jorden förekommande vattnet är dels kemiskt, dels fysikaliskt bundet vatten samt dels hydrostatiskt vatten, som är fritt eller obundet.

Det fysikaliskt bundna vattnet är antingen genom adhesionskrafter fast bundet intill jordpartiklarna, hygroskopiskt vatten, eller fasthålls det på grund av ytspänningen i porer eller mycket fina sprickor, kapillärt vatten.

Det hydrostatiska vattnet står uteslutande under tyngdkraftens inflytande och kan indelas i *sjunkvatten* och *grundvatten*. Sjunkvatten kallas det vatten, som befinner sig i rörelse nedåt i jorden. Grundvattnet är obundet vatten, som utfyller mellanrum mellan jordpartiklarna eller förekommer i sprickor och gångar i jorden och är antingen stillastående eller befinner sig i rörelse i tillnärmelsevis horisontell riktning.

Det vatten, som förekommer ovanpå markytan, benämnes *dagvatten* eller *ytvatten*.

Angående den något olika terminologien för jordvattnets indelning och förekomst hänvisas till Keilhack (1917), Krüger (1921), Malmström (1923), Meinzer (1923), Odén (1923), Prinz (1919) m. fl.

Grundvattnets förekomst och rörelse är olika i olika jordarter. I de grövre sandartade jordarna, grus och sand, tränger sjunkvattnet obehindrat ned genom de jämförelsevis stora hålrummen mellan jordpartiklarna till dess vattnet påträffar ett ogenomträngligt lager, där det blir stående och bildar grundvatten, utfyllande mellanrummen mellan grus- och sandkornen. I en lerjord däremot äro grundvattenförhållandena avsevärt olika mot dem i grus- och sandjordarna.

Det torde aldrig behöva föreligga någon ovisshet om, var grundvattenytan i en sandjord skall förläggas. I en mindre grop eller ett borrhål till erforderligt djup i dylik jord inställer sig vattnet nästan omedelbart på konstant höjdläge, som sammanfaller med grundvattenytans nivå.

Grundvattnet i en lerjord är, såsom förut nämnts, begränsat till de sprickor, rotkanaler och maskgångar, som förefinnas i torrskorpan. S. Johansson (1911) betonar, att anledningen till en lerjords genomsläpplighet är huvudsakligen att tillskriva förekomsten av rör efter maskar och växtrötter, som normalt finnas i stor mängd, men omnämner även att vattnet rinner i sprickor i lerjorden. Grundvattnet utfyller sålunda ej här såsom i grus- och sandjordarna porerna mellan de enskilda jordpartiklarna, utan är lokaliserat till sprickor och gångar, som ligga på ett större eller mindre avstånd från varandra.

Med avseende på det utrymme som står till buds, är grundvattnet i en lerjord i allmänhet kvantitativt betydligt underlägset vattnet i en sandjord. I lerjorden är också grundvattnets rörelseförmåga avsevärt nedsatt (med undantag av i de utpräglade sprickjordarna, se nedan), på grund av att sprickorna äro jämförelsevis tunna och på en del ställen mer eller mindre igenslammade. Upptages ett borrhål eller en grop i en lerjord, så dröjer det ofta ända till ett dygn, innan vattnet hunnit inställa sig till konstant djup under markytan eller med andra ord intaga grundvattentytans nivå, vilket är av vikt att beakta, då man vill exakt bestämma grundvattentytans läge i lerjord. Grundvattentytan varierar också högst avsevärt i lerjorden under olika årstider. Under torra somrar kan sålunda grundvattnet helt och hållet försvinna ur torrskorpan sprickor. Det vatten, som förekommer i dem, är sålunda av temporär natur och har av S. Johansson (1916, sid. 83) benämnts *temporärt grundvattnet*. Läger man huvudvikten på det sätt, på vilket detta vatten uppträder i jorden, kan man benämna det *sprickvattnet* (interstitial water, Meinzer 1923). Det är detta vatten, som genom täckdikessystemet i en täckdikad jord delvis bortledes, vilket också framhållits av S. Johansson.

I såplerehorisonten finnas ej några sprickor, och vattnet är här fysikaliskt bundet, och fritt eller obundet vatten saknas. Gräver eller borrar man ned i denna horisont, erhålles dock alltid vatten i gropen eller borrhålet — även om temporärt grundvatten eller sprickvattnet vid tillfället ej förefinnes i torrskorpan — beroende därpå, att såpleran på grund av sin jämförelsevis lösa konsistens och de ovanför liggande jordlagrens tryck avger vatten.

Torrskorpan har, såsom förut nämnts, bildats genom de övre lerlagrens uttorkning, på grund av att vattnet stigit kapillärt uppåt samt avdunstat från ytan. I det föregående har även skildrats, hurusom såpleran kan avgiva vatten och därigenom övergå i en fastare konsistens genom vattenurpressning. Geotekniska kommissionen (1922, sid. 6) har påvisat dylik vattenurpressning i lera i samband med marksammanpressning under järnvägsbankarna, beroende på det tryck, som banken utövat på underliggande lera. — Genom upptagande av djupa diken eller kanaler, kommer man ofta ned i såplerehorisonten, varvid en avvattning av dess övre del äger rum och torrskorpan tilltager i måktighet nedåt.

IV. Speciella undersökningar av åkerjordar, vilka genom permanent och utpräglad sprickbildning äro självdränkande.

På ett flertal platser inom Örebro län förekomma, såsom redan förut anförts, åkerjordar — huvudsakligen gyttjiga leror — med så kraftig och utpräglad sprickbildning, att en dränering av dem skulle vara fullkomligt överflödig och meningslös. De jämförelsevis breda och permanenta sprickorna avleda nämligen grundvattnet tillräckligt hastigt till de öppna dikena.

Sådana sprickor av stundom flera cm bredd äro enligt Frosterus (1914, sid. 93; 1916, sid. 32; 1920, sid. 44; 1922, sid. 23) karakteristiska för de s. k. grynlerorna, d. v. s. gyttjiga, lättare leror, vilka i de sydvästfinska kustområdena intaga lågt liggande marker, endast några meter över nuvarande havsnivån. Dessa leror hava en grynig eller skivig struktur och äro till färgen grönaktigt grå. I torrlägningshänseende skulle de skilja sig från andra leror därigenom, att dikena böra läggas på större avstånd. De öppna och jämförelsevis breda sprickorna, som börja vid jordmånshorisontens undre gräns och fortsätta ned till undre gränsen för torrskorpan, hava enligt Frosterus den nackdelen, att de bidra till att från de övre lagren bortleda lösta näringsämnen. Genom de breda sprickorna rinner dagvattnet hastigt ned till den vattenmättade zonen.

Grynlerorna intaga underordnade arealer, men uppträda inom de äldsta odlingsområdena i Finland och hava sålunda länge legat i kultur. De anses vara jämförelsevis näringsfattiga åkerjordar, vilka i regel fordra stor tillförsel av växtnäringsämnen. Humushalten är i regel högre än hos andra leror och uppgår ofta till cirka 4 %. Grundvattnet ligger nära markytan.

De öppna sprickorna förekomma enligt Frosterus i de allra yngsta litorinalerorna och gyttjeavlagringarna på sådana ställen, där grundvattnet betydligt sänkts genom utgrävningar. Orsaken till sprickbildningen är en krympning av leran genom uttorkning, men skulle möjligen sammanhänga med jordens fysikaliska egenskaper, såsom hög porositet och hygroskopicitet. I äldre leravlagringar (ancylus- eller glaciala lera) hava dylika grövre sprickor ej påträffats. I jämförelse med andra jordarter skulle grynlerorna innehålla en relativt stor mängd av kolloidal kiselsyra, vilket skulle förorsaka lerans starka krympning vid uttorkning.

Högbom (1920, fig. 72) och Ljungquist (1906, fig. på sid. 233) ha lämnat några intressanta fotografier över sprickbildning, som uppkommit i gamla sjöbottnar efter sjöns sänkning.

Lokalbeskrivningar.

Självdränkande åkerjordar med grövre permanenta sprickor hava av oss närmare studerats på flera olika platser inom Örebro län, och redogörelse här för skall i det följande lämnas. I motsats till Frosterus' ovan anförda iakttagelse

angående dessa lerors näringshalt, ha de av oss undersökta självdränerande åkerjordarna nästan utan undantag varit näringsrika och godartade jordar.

Mosjöbotten. Öster om och invid järnvägen Krylbo—Mjölby mellan stationerna Mosås och Säbylund utbreder sig nu en slätt, som genomflytes av Täbyån, i sitt nedre lopp kallad Täljeån. Av denna slätt låg fram till mitten av 1800-talet en areal av omkring 1,000 hektar under vatten och upptogs av Mosjön.

Genom tvenne sänkningar, den förra verkställd under åren 1855—1858 och den senare 1880—1883, överfördes den forna sjöbotten till gräsbärande mark, som dock vid större vattentillflöden översvämmades. Gräsbeståndet utgjordes vid tiden 1918 till övervägande del av rörflen (*Phalaris arundinacea*). Genom en tredje torrläggning, medelst fördjupning och utvidgning av ån samt grävning av avloppsgravar och diken, vilket arbete utfördes åren 1919—1922, blev den forna sjöbotten torrlagd till så stort djup, att den kunde odlas till åker. Omkring hälften av området är för närvarande uppodlat; återstoden torde komma att odlas under de närmaste åren.

Under det att detta senare torrlägningsföretag samt nyodlingsarbetet utfördes, besöktes området vid flera tillfällen av Flodkvist. Vid ett besök i november 1920 iaktogs på Gällersta bys ägor, d. v. s. på östra delen av området och söder om ån, i ett nyligen upptaget avloppsdike kraftig tillströmning av grundvatten genom sprickor från båda slänterna på en längd i diket överstigande 100 m. Man kan säga, att vattnet forsade fram ur marken. Dikets djup var 1.4 m och vattendjupet i diket 0.5 m.

Av en undersökning framgick, att orsaken till vattnets framströmmande låg däri, att grundvattenytan i fältet invid diket stod 0.15 m högre än dikets vattenyta. I övrigt konstaterades, att grundvattenytan var stadd i långsamt sjunkande, allteftersom vattnet rann ut i diket. Sprickorna voro i allmänhet högst 1 à 1.5 cm breda. Sprickor iaktogs dessutom även i andra diken, som nygrävts eller voro under grävning. I en del av dessa diken förekom emellertid ingen utströmning av grundvatten, till följd av att grundvattenytan här redan sjunkit i nivå med dikets vattenyta.

Anförda iakttagelse gjordes, som nämnts, på östra delen av Mosjöbotten. Utpräglad sprickbildning iaktogs sedermera vid olika tillfällen även på andra delar av densamma. För att kunna bedöma sprickbildningens betydelse ur torrläggningssynpunkt, beslöts igångsätta grundvattenståndsmätning, vilken förlades till områdets västra del på Kyrkeby ägor, 630 m öster om lägenheten Näset samt 240 m söder om ån. Området äges och brukas av ägaren till Kyrkeby gård, herr Axel Nilsson.

Mätningen utfördes här på ett åkerfält (fig. 2), omfattande en areal av 17 hektar och begränsat i norr och söder av två parallella diken, A—B och C—D, på ett inbördes avstånd av 314 m. På detta område, där såväl öppna som täckta diken saknas, utsattes i april 1921 av Flodkvist 9 st. grundvattenståndsrör i linjen E—F. I själva verket hade man vid odlingens utförande, och innan man fått kännedom om jordens stora genomsläpplighet, påbörjat grävning

av två diken till 0.5 å 0.6 m djup i nord—sydlig riktning på ägofigurens östra del. Dessa diken blevo emellertid icke avslutade och ha icke haft något som helst inflytande på grundvattenytans läge invid vattenståndsroren samt äro nu såsom obehövlige igenlagda utan täckdikematerial. Avsikten var, liksom beträffande Ervalla-fältet (se nedan), att få till stånd en jämförelse mellan vattenytans i diken samt grundvattenytans stigande och sjunkande.

Med hänsyn därtill, att mätningarna måste förläggas till en plats långt ute på Mosjöbotten och på ganska stort avstånd från observatörens bostad, uppstodo svårigheter att under vintern, då marken var täckt av djup snö, verkställa observationerna. Av denna orsak ha dessa utförts i huvudsak endast under den del av året, då marken varit bar eller täckt av ett tunt snölager. Denna inskränkning har utan någon olägenhet kunnat ske. Det framgick nämligen mycket snart av mätningarna, liksom ock av ett närmare studium i

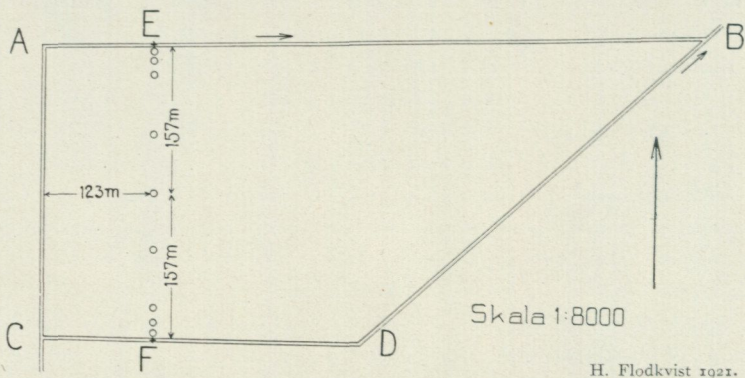


Fig. 2. Åkerfältet för grundvattenobservationerna på Mosjöbotten. Ringarna och korsen angiva vattenståndsrorens och peglarnas läge.

övrigt av de hydrologiska förhållandena på platsen, att fältet genom sprickbildningen var i hög grad genomsläppligt för vatten samt tillräckligt torrlagt för sädesodling.

Den ovan anförda jämförelsen mellan vattnets stigande och sjunkande i diken och marken kunde icke till fullo genomföras till följd av den i och för sig intressanta omständigheten, att grundvattenytan långa tider låg under dikenas bottennivå.

Under de tider, då vatten fanns i diken, låg vattenytan i diken A—B, B—C och A—C praktiskt taget på samma nivå.

Redogörelse för grundvattenståndsmätningarna under år 1921 lämnas genom tabell 1, sid. 42. Observationerna ha utförts av arrendatorn K. A. Karlsson, Näset, Mosås.

Grundvattenståndsmätningar utfördes även under åren 1922, 1923 och 1924 ehuru med längre mellantid mellan observationerna. Under dessa år låg grundvattenytan i stort sett på omkring lika avstånd från markytan som

under år 1921 med den avvikelser, att den under hösten 1923 låg något närmare markytan.

Kontroll av att vattenståndet i rören överensstämde med markens grundvattenyta utfördes av Flodkvist vid flera tillfällen, bl. a. i april 1923. Jämförelse gjordes då mellan vattenytans höjdläge i varje rör och vattenytans nivå i en grop, uppgrävd på 2 m avstånd från röret. Rörens överkant och vattenytan i groparna avvägdes; avståndet mellan rörens överkant och vattenytan i desamma uppmättes.

Resultatet framgår av följande relativa tal, som i cm angiva grundvattenytans läge under ett visst horisontalplan.

Vattenståndsroret nr	Vattenytans läge i rören	Vattenytans läge i grop på 2 m avstånd
1	60 cm	59 cm
> 2	57 >	57 >
> 3	61 >	60 >
> 4	53 >	52 >
> 5	56 >	58 >
> 6	53 >	58 >
> 7	57 >	59 >
> 8	59 >	60 >
> 9	64 >	64 >

Dessa kontrollundersökningar visa alltså, att grundvattenobservationern i ifrågavarande fall äro fullt tillförlitliga. Felaktiga värden kunna nämligen lätt erhållas därigenom, att ett grundvattenståndsror ej övertvåras några sprickor eller genom att sprickorna blivit tilltäppta o. s. v. (jämför Vivallaa fältet sid. 26).

Fältet nyodlades år 1920 och har burit fyra havreskördar. Ehuru markytan är praktiskt taget horisontell, har bearbetningen vid sådd och höstplöjning samt skördarbetet kunnat ske utan någon som helst svårighet, även under åren 1923 och 1924, då i Örebro län genom riklig nederbörd till och med en täckdikad, mera svårgenomsläpplig lerjord tidtals icke kunde befaras med skördemaskiner. Fältet har under åren 1921—1924, såsom förut nämnts, vid åtskilliga tillfällen, även omedelbart efter stark nederbörd, besökts av Flodkvist, varvid dock aldrig iakttagits vatten på markytan, icke ens i slutfårorna. Nederbördsvattnet avrinner i själva verket icke till och i slutfårorna, utan sjunker genom lerjordens sprickor direkt ned till grundvattnet.

Havren har under alla fyra åren företett kraftig utveckling och har icke under någon period i minsta mån givit intryck av att hava lidit av för stor fuktighet. Enligt uppgift av gårdens ägare har skördeavkastningen årligen varit mycket god.

I förbigående må anföras, att man av den omständigheten, att havreodling på ifrågavarande sprickfyllda jord med fördel kan bedrivas vid ett grundvattenstånd av omkring 0.6 à 0.7 m under markytan, icke torde kunna draga den slutsatsen, att ett så ringa djup är lämpligt under alla förhållanden, t. ex.

även på en svårgenomsläpplig lerjord etc. Utan tvivel vore ett sådant antagande förhastat.

Av den jordartsundersökning, som utförts på platsen för grundvattenmätningen, framgår, att jorden här kan sägas vara till dräneringsdjup tämligen likartad och utgöres av en grönaktigt grå, gyttjig, styv lera (I44, I46).¹

Alvens övre del från 0.20 till 0.45 m var söndersprucken i smärre parallelepipediska stycken eller tärningar, på grund av att i denna horisont förutom de vertikala sprickorna även förefunnos horisontella dylika. Dessa senare hava uppkommit genom tjälbildning och hastig uttorkning. Från 0.45 till 0.90 m var gyttjeleran genomsatt av vertikala, skarpt begränsade, upptill 2 cm breda sprickor, och sprickväggarna voro överdragna med rostbruna järnoxidhydrathinnor. Från matjordens undre del till torrskorpans undre gräns var jordarten (¹⁶/₅ 1924) till konsistensen mjuk och plastisk med hållfastheten 760 och 207 på resp. 0.35 och 0.55 m djup samt en vattenhalt på dessa nivåer av resp. 64 och 88 %. På 0.9 m började den sprickfria såplerehorisonten av grönaktigt blågrå färg och trögflytande konsistens samt med en vattenhalt av omkring 107 %.

Ervalla. Till Ervalla gård i Ervalla socken hör bland annat ett större invallat område, som är beläget invid och norr om Dyltaån samt söder och sydost om gården. Området odlades enligt uppgift 1879, och invallningen skulle hava utförts något år tidigare.

På detta område, cirka 1.5 km sydost om gården och öster om järnvägen Krylbo—Mjölby, upptogs i åkern »Storängen» en profil, som visade följande lagerserie, vilken kan anses vara typisk för området i fråga.

Lerig gyttje-mulljord (46)	0—0.19 m
Lergyttja, lokal sötvattensavlagring (47—50)	0.19—0.56 »
Gyttjig, styv lera (51, 53).	0.56—1.40 +

I alven funnos från 0.3 m vertikala, nedåt småningom avsmalnande, permanenta sprickor, som upptill hade en bredd av i allmänhet 1—3 cm, någon gång mindre än 1 cm. Grundvattnet, som på detta invallade område givetvis är beroende av vattenståndet i avloppsgraven och sålunda av pumpningen, låg (¹¹/₆ 1923) 0.7 m under markytan.

Som bevis på jordens stora genomsläpplighet på föreliggande område må lämnas följande uppgifter.

En av de första dagarna i juni 1921 vände sig förvaltaren av Ervalla gård, herr Erik Norrbohm, till den ene av oss, Flodkvist, med förfrågan, om det vore gynnsamt, att till det invallade området, varom här är fråga — på vilket havren uppgavs för tillfället lida mycket av torka — inpumpa vatten. Vid besök på platsen omedelbart därefter konstaterades, dels att fältet, som ligger i praktiskt taget horisontellt läge, var bevuxet av ett tätt och väl utvecklat

¹ Siffrorna inom parentes angiva jordprovens nr och hänvisas i övrigt till analystabellen, tab. 3 sid. 45—47.

havrebestånd, som dock påtagligen starkt hotades av torkan, dels att det avloppsdike, som avledde vattnet från fältet till pumpstationen, hade ett djup av i medeltal omkring 1.2 meter och att vatten icke förekom i avloppet, dels ock att på fältet i fråga grundvattenytan låg på ett djup av 1.5 m under markytan.

Pumpning igångsattes den 6 juni kl. 2 e. m. och pågick utan avbrott till den 13 juni kl. 7 f. m. Pumpningstimmarnas antal var sålunda 161. Då, enligt uppgift av Norrbohm, pumpens kapacitet var 67 lit/sek, inpumpades således en vattenmängd av i runt tal 39,000 m³. Den del av invallningen, som berördes av pumpningen, uppgick till en areal av 55 hektar.

Emedan vid grävningen i jorden för bestämmande av grundvattenytans nivå iakttoogs, att utpräglad sprickbildning förekom, beslöts att konstatera förhållandet mellan vattenytans stigning i avloppsdiket och grundvatten-

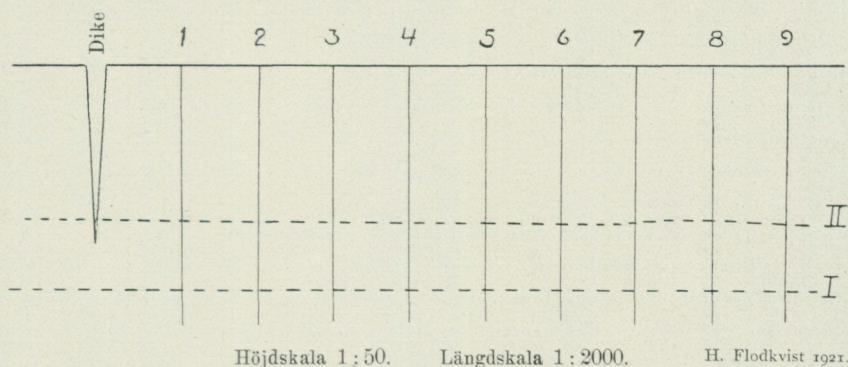


Fig. 3. Grundvattenytans läge på Ervallafältet före (I) och efter (II) pumpningen.

ytans stigning i marken, varav man borde kunna erhålla en uppfattning beträffande sprickbildningens omfattning och betydelse. För detta ändamål utfördes under pumpningen mätningar dels av vattenytans höjdläge i diket samt dels på tre platser av grundvattenytans höjdläge i vattenståndsrör, nedsatta i rader vinkelräta mot diket. Första grundvattenståndsrörets avstånd från avloppet var 20 m, och avståndet mellan rören sinsemellan likaledes 20 m. Grundvattenståndsrörens antal var på de tre mätningsplatserna resp. 9 (fig. 3), 10 och 5.

Genom tillhörande ritning (fig. 3) åskådliggöres grundvattenytans läge före och efter pumpningen vid den västligaste mätningslinjen, där sedermera ovan anförda jordprofil upptogs. Av mätningarna framgick, att grundvattenytan i jorden till ett avstånd från avloppsgraven av 180 m steg i det närmaste lika hastigt som i avloppet. Det är självfallet, att så icke skett, om fältet utgjorts av lerjord utan grövre sprickor.

Då avloppsdikets rymd beräknades uppgå till omkring 3,200 m³, skulle, om jorden saknat sprickor, avloppsgraven blivit fylld till brädden genom 13 timmars pumpning eller möjligen något längre tid till följd av avdunstning etc.

På grund av att vattnet spridde sig i jorden, hade vattenytan i avloppet, såsom av profilen framgår, efter 161 pumpningstimmar (omkring en veckas oavbruten pumpning) stigit till endast omkring 0.2 m över avloppets botten — genom gravens fall något mera i nedre delen och mindre i den övre. Grundvattenytan, som vid pumpningens början låg omkring 0.3 m under avloppets botten och, såsom anförts, 1.5 m under markytan, hade genom pumpningen stigit 0.5 m och låg således, då pumpningen avbröts, 1 m under markytan. Under det pumpningen pågick, föll ingen nederbörd. Pumpningen avbröts den $\frac{13}{6}$, emedan regn började falla. Avsikten hade varit att på denna i ytan i hög grad uttorkade jord höja grundvattnet till 0.7 å 0.6 m under markytan.

I förbigående må anföras, att havren några få dagar efter pumpningens början, och innan regn fallit, började få ett friskare utseende, samt att den lämnade en mycket riklig skörd, fastän nederbörden under vegetationstiden var låg och för länet i dess helhet under tiden 1 maj—31 aug. understeg medeltalet för samma tid med omkring 8 %.

Under pumpningen och grundvattenytans stigning gjordes den iakttagelsen, att jorden ständigt till en höjd av omkring 15 cm över grundvattenytans nivå gjorde intryck av att vara fullständigt genomfuktad (vattendränkt), beroende på vattnets kapillära stigning.

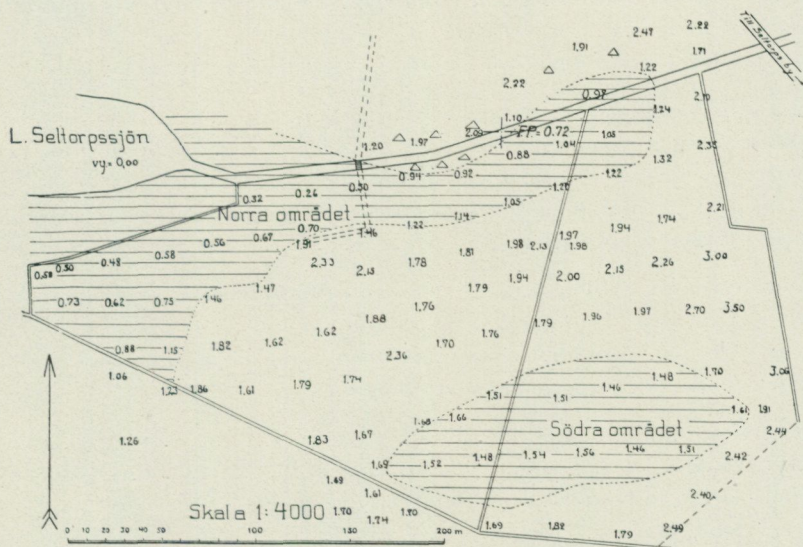
Mången, som endast iakttagit temporär sprickbildning i lerjord (se ovan, sid. 11), vilken sprickbildning, såsom anförts, försvinner under regnperioder, skulle möjligen kunna vara benägen antaga, att även den sprickbildning, det här är fråga om, försvinner genom jordens genomfuktande. Detta är emellertid icke fallet. Vid besök på samma invallade område under en vår, innan avloppsgraven genom pumpning blivit tömd, varvid avloppet under mera än 6 månaders tid stått till över hälften fyllt av vatten, har i avloppets botten och nedre delen av slänterna under vattenytan iakttagits samma utpräglade sprickbildning.

Enligt en uppgift av förvaltare Norrbohm ställer sig aldrig på detta fält vatten i plogfårorna, ej ens under långvarig nederbörd, och fältet upptorkar hastigt efter regn. Att så är fallet — ehuru fältet ligger plant och jordarten på ett djup av från 0.56 till 1.40 m utgöres av styv lera, något gyttjeblandad, samt fältet icke är dränerat — beror på de permanenta sprickorna. Dessa medföra på ifrågavarande fält lika god vattenavledande verkan som dränerings-systemen på svärgenomsläpplig lerjord, eller i själva verket till och med kraftigare verkan därigenom att sprickorna ligga tätt.

Seltorp. På lantbrukaren Johan Anderssons ägor i Seltorp, Axbergs s:n finnas tvenne från varandra isolerade områden med grövre permanenta sprickor (se kartan, fig. 4). Det norra området upptager de lågt liggande markerna invid och öster om L. Seltorpssjön samt på båda sidor om avloppsdiket från sjön, mellan denna och vägen. Omkring 100 m söder om avloppsdiket ligger det södra sprickområdet, utgörande en avlång, skålförmig sänka i marken.

I det norra sprickområdet måste sprickorna hava uppkommit efter grävningen av avloppsdiket från sjön, varvid dennas vattenyta sänktes och det

nu sprickfyllda området torrlades. Jordarten växlar ganska avsevärt, och på ett ställe invid diket går till och med morän i dagen, i vilken naturligtvis på grund av jordartens beskaffenhet några sprickor ej voro att vänta. Några profiler från det norra sprickområdet må här anföras.



G. Ekström och H. Flodkvist 1923.

Fig. 4. Karta över de utpräglade sprickjordsområdena vid Seltorp.

Invid diket, som kommer från det södra sprickområdet, samt 20 m från stora avloppsdiket uppmättes följande profil:

- | | |
|--|-------------|
| Kärrtorv-mulljord (157) | 0—0.23 m |
| Gyttjig, styv lera (158) | 0.23—0.55 » |
| Sten- och grusblandad lerig sand, strandsediment | 0.55—0.58 » |
| Styv, varvig glacial lera | 0.58—1.15 » |
| Mellanlera, styvare—lättare, glacial | 1.15—2.10 » |
| Mellansand med lerskikt, glacial | 2.10—2.30 » |
| Morän | |

Sprickorna gingo från alvens övre del och ned till c:a 0.9 m. De voro jämförelsevis smala med en bredd i gyttjeleran av 3 mm, men i den glaciala leran blott papperstunna. Sprickorna voro skarpt begränsade med järnutfällningar ned till omkring 0.84 m; därunder voro de fortfarande tydliga men utan rostfärgning. I gyttjeleran innanför sprickväggarna förefunnos parallellt med dessa (och sålunda vertikalt ställda) tunna, rostfärgade skikt eller lameller, vilka uppkommit av vattnet medföljande järnföreningar med därpå följande limonitutfällning. Den sålunda på båda sidor om sprickan uppkomna zonen med rostlameller började på 0.35 m och var starkast utbildad upptill, maximum 19

mm, och avtunnade så småningom nedåt och hade i undre delen av gyttjeleran en bredd av 6 à 10 mm samt upphörde i undre delen av den leriga sanden. I gyttjeleran iakttogos dessutom roströr omkring rotkanaler. Roströren bestodo av fullkomligt likartade rostlameller, som de innanför sprickorna, ehuru dessa här voro koncentriskas och i tvärsnitt bildade utanför varandra ställda brunfärgade ringar.

10 m sydväst om föregående profil var lagerserien följande:

Kärrtorv-mulljord	0	—0.20 m
Mörk, dyig gyttja (162)	0.20	—0.65 »
Grön gyttja med torksprickor samt med rostlameller intill 3—5 mm innanför sprickorna till 0.76 m (163)	0.65	—0.82 »
Lergyttja eller gyttjelera	0.82	—1.20 »

I understa delen av den dyiga gyttjan anträffades frukter av *Trapa natans*.

12 m söder om den förstnämnda profilen samt invid diket var jordarten följande; markytan ligger här något högre:

Kärrtorv-mulljord	0	—0.14 m
Gyttjelera	0.14	—0.28 »
Sten- och grusblandad lerig sand	0.28	—0.30 »
Styv lera, glacial	0.30	—0.90 »

I den glaciala leran funnos öppna, ehuru smala sprickor ned till 0.85 m under markytan. I alvens översta del ned till 0.40 m var jorden söndersprucken i smärre parallelepipediska stycken.

Det södra sprickområdet i Seltorp är en gammal kärrmark, som till för c:a 60 à 70 år sedan var äng, varefter den uppodlades. Området har torrlagts genom upptagandet av diket norr ut till avloppsdiket från L. Seltorpssjön, varvid man måste gräva sig ned genom den låga höjdrygg av glacial lera, som avgränsar det södra sprickområdet från det norra. Höjdryggens krön låg omkring 2 m över L. Seltorpssjöns vattenyta.

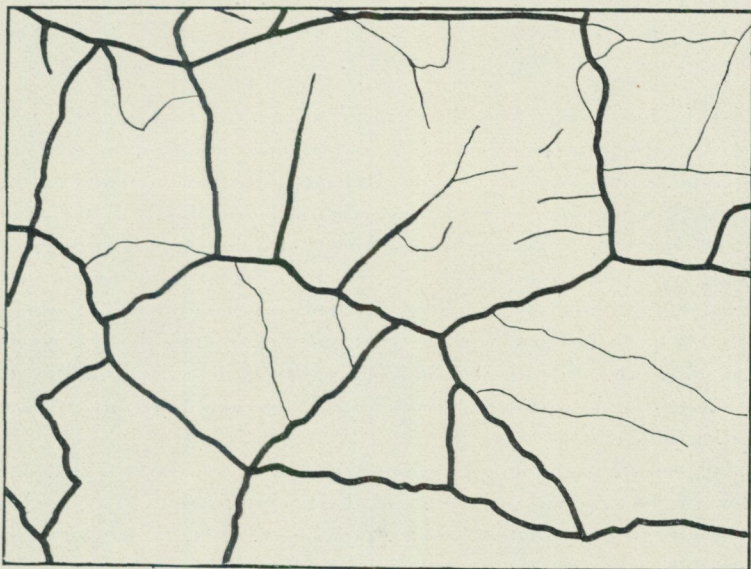
Jordarten inom det södra sprickområdet synes överallt vara likartad, och på lägsta punkten invid diket var profilen följande:

Kärrdy-mulljord (165)	0	—0.22 m
Gyttjig, styv litorinalera (166)	0.22	—0.92 »
Grusigt övergångsskikt	0.92	—0.93 »
Gyttjig, styv lera (167)	0.93	—1.35 »
Glacial lera; såplera	1.35	—1.50 » +

Sprickorna gingo ned till 1.35 m under markytan och hade i gyttjeleran en maximibredd av 1 cm. Fig. 5 visar spricksystemets utbildning i övre delen av alven. Genom de centimeterbreda sprickorna har jorden uppdelats i vertikala pelare, vilka i tvärsnitt hava formen av mer eller mindre oregelbundna månghörningar. Sprickorna stå såsom synes av figuren i öppen förbindelse med

varandra, vilket naturligtvis är av stor betydelse för fullkomlig och effektiv dränering av åkerjorden. I jordpelarna finnas dessutom finare sprickor, vilka antingen genomtvära desamma eller sluta blint inuti dem. Markytan låg vid profilpunkten på 1.5 m över sjön. Det intill liggande diket har stundom varit uttorkat, och i dess botten funnos tydliga rostfärgade torksprickor.

Kartan över Seltorpsområdena (fig. 4) uppgjordes den 26/6 1923, och de höjdsiffror, som äro inlagda på densamma, hänföra sig till sjöns dåvarande vattenyta såsom o-plan. Enligt ett gammalt vattenmärke i en sten invid



Skala 1 : 10.

G. Ekström 1923.

Fig. 5. Horisontalsnitt genom alven 40 cm under markytan i södra området vid Seltorp, utvisande spricksystemet i gyttjeleran på en yta av 0.75 m².

avloppsdiket låg sjöns högsta vattenstånd före sänkningen 0.72 m över o-planet. Sjöns nutida lägsta vattenstånd kan under torrår, enligt uppgift av gårdens ägare, ligga 0.3 å 0.4 m under o-planet.

På kartan äro gränserna för de båda sprickområdena uppdragna efter anvisning av gårdens ägare enligt dennes erfarenhet om jordens större eller mindre genomsläpplighet för vatten. Genom grävningar på en del ställen hava vi dessutom övertygat oss om, att typisk och utpräglad sprickjord saknas utanför eller ovanför dessa gränser.

Av kartan framgår, att sprickorna inom vart och ett av de båda områdena gå upp till visst horisontalplan. För det norra området upphöra sprickorna på omkring 1.2 m och för det södra området på 1.67 m över o-planet. Av kartans höjdsiffror framgår även, att det senare området före diket grävning haft sitt

naturliga avlopp åt sydväst och att sålunda de båda områdena då varit isolerade från varandra, varvid grundvattnenytan på det södra området stått högre än på det norra.

Vivalla. Omkring Lillån norr om Örebro förekommer även en starkt sprickfyllad mark, där sprickorna uppkommit efter åns sänkning. Området var före sänkningen starräng.

På en åker tillhörande lantbrukaren B. Johansson i Vivalla i Långbro s:n upptogs en profil 30 m väster om Lillån samt omkring 300 m nordost om norra boningshuset i Vivalla.

Mjälige gyttje-mulljord (I47)	0	—0.21 m
Mörk, dyig gyttja (I48, I49)	0.21—0.44	»
Lergyttja — gyttjelera (I50, I52)	0.44—1.56	» +

I jorden funnos mellan 0.3 och 0.7 m permanenta sprickor med en bredd av 2 cm. I den uppgrävda gropen stod vattnet omedelbart efter grävningen på 0.45 m under markytan, och någon ändring av grundvattennivån kunde ej konstateras samma dags eftermiddag eller följande dag. 3 dm från gropen upptogs ett borrhål, i vilket grundvattnet $\frac{1}{4}$ timme efter borrningen stod på 1.4 m samt efter en timme på 1.2 m. Under dagens lopp fortfor emellertid vattnet att stiga i borrhålet och stod på kvällen nästan lika högt som i gropen bredvid. Följande morgon var vattenståndet detsamma i såväl gropen som borrhålet (0.45 m). Borrningen hade här alltså gjorts i en mellan de stora sprickorna stående jordpelare, vilken endast är genomdragen av mycket tunna kapillärsprickor.

Omkring 120 m väster om föregående profil ligger markytan 1.6 m högre. Jordarten var här en svagt gyttjeblandad, styv litorinalera (I54, I55), i vilken emellertid grövre permanenta sprickor saknades. Den undre torrskorpehorisonten med finare permanenta sprickor låg här mellan 0.8 och 1.5 m under markytan. En kvarts timme efter borrningen stod grundvattnet i borrhålet på 1.15 m samt följande dag på 1.05 m. Denna högre liggande del av fältet har sålunda med avseende på grundvattenförhållandena ej i nämnvärd grad berörts av åns sänkning.

I det öster om Lillån belägna och till Örebro stad hörande området hava sprickorna en betydligt större horisontell utbredning än väster om ån, beroende på att marken på det förstnämnda området ligger i det närmaste plan eller blott har en obetydlig lutning. 150 m öster om ån, där permanenta grövre sprickor förefunnos, var profilen följande:

Lerig gyttje-mulljord	0	—0.20 m
Mörkbrun gyttja	0.20—0.55	»
Gyttjig, styv lera (I56)	0.55—0.80	» +

Hjälmarområdena. Inom socknarna Ringkarleby, Glanshammar, Lillkyrka och Götlunda, belägna längs norra Hjälmarstranden, utgöres åkern till stor del av lerjord, liggande i svag lutning mot Hjälmaren. Huvuddelen av dessa lerjordsområden består av svårgenomsläpplig jord, som således är i

behov av täckdikning. Ett stort antal täckdikningsföretag hava också under senaste åren utförts här under hushållningssällskapets medverkan.

I allmänhet äro på lerjord de områden, som utgöra botten av sänkor eller skålar, i högre grad i behov av täckdikning än plant liggande lerjord eller lerjord i god marklutning. Det har emellertid framgått, att denna allmänna regel ofta icke har sin tillämpning på ovan anförda lerjordsområden. Sedan åtskilliga år tillbaka har nämligen Flodkvist vid förundersökningar för täckdikningsföretags planläggning iakttagit, att flerstädes på de lägsta delarna av dessa lerjordar marken varit genomdragen av sprickor, i vilka grundvattnet rört sig så obehindrat, att täckdikning här icke erfordrats. Dylika självdränerande lerjordar ha i allmänhet påträffats invid sjölandet mot Hjälmarren. De ha på några platser sträckt sig till flera hundra meters avstånd från gränsen mot sjölandet, t. ex. vid Sickelsjö över 1 km, vid Ekeberg 600 m, etc. På andra platser, t. ex. Götarsvik, var det självdränerande området bredd ej fullt 100 m. Vid Valsta iaktogs ett övergångsområde, där på en areal av 2.72 hektar mindre fläckar här och var föredde utpräglad sprickbildning, under det att den övriga delen var svärgenomsläpplig, varför åkern i sin helhet måste täckdikas.

Innan i det följande redogörelse lämnas för de av oss närmare undersökta områdena invid Hjälmarren, må anföras följande hydrografiska uppgifter rörande nämnda sjö.

Under 1880-talet verkställdes en sänkning av Hjälmarren genom grävningsarbeten, som pågått under åren 1878—1887. Sjöns medelvattenstånd angives hava före sänkningen legat i nivå med »Arninge märke», d. v. s. 29.68 m¹, och ligger efter sänkningen 28.3 m. Hjälmarrens medelvattnyta har således sänkts 1.4 m. Högvattenståndet efter sänkningen angives ligga på 28.6 m och lågvattenståndet 27.9 m.

De genom sänkningen torrlagda områdena voro dels långgrunda stränder och vikar, dels sankta, tidtals översvämmade områden. Jordarten utgöres här i allmänhet av postglaciala gyttjiga leror (litorinaleror), stundom överlagrade av ett mindre mäktigt täcke av organogena jordarter (gyttja, dy eller kärrtorv etc.).

Kolja. På ett åkerfält med utpräglad sprickbildning tillhörande nämndemannen Erik Eriksson, Kolja, Ringkarleby s:n, igångsattes i maj 1921 av Flodkvist regelbunden mätning dels av grundvattenståndet samt dels av vattenståndet i ett genom fältet gående avloppsdike, varmed avsågs att — liksom på Mosjö- och Ervallafältet — få till stånd, dels en jämförelse mellan grundvattnytans och vattenytans i diket stigande och fallande, dels att få kännedom om grundvattnets djup under markytan. I diket uppsattes en pegel och i åkern ned-sattes fem st. vattenståndsror i en linje från pegeln, vinkelrätt mot diket. Röret n:r 1 ställdes på 5 m avstånd från pegeln. Avstånden mellan de fyra första rören var genomgående 10 m och avståndet mellan det fjärde och femte röret 35 m. Röret n:r 5 stod alltså 70 m från diket. Till följd av att sprickområdets

¹ 29.68 m i det mätningssystem för Hjälmarren, som användes av Statens meteorologisk-hydrografiska anstalt (23.400 m över havet).

gräns låg strax bortom röret 5, fortsattes ej grundvattenobservationerna längre åt detta hållet.

Mätningarna hava utförts av herrar Bertil och Bengt Eriksson, Kolja. Observationerna, som verkställdes två gånger i varje vecka, pågingo under åren 1921 och 1922 med ett avbrott under förvintern 1922. Avsikten var från början att fortsätta mätningarna under flera år, men då här, liksom på Mosjöfältet, snart framgick, att jorden var i hög grad genomsläpplig, utfördes under åren 1923 och 1924 mätningar endast under våren, d. v. s. den tid på året, då vattenståndet i diket borde visa de största variationerna. Mätningarna ansågos sedan ha givit den inblick i grundvattnets rörelse på området i fråga, som man avsåg att vinna, varför de från och med år 1925 inställdes.

Jämförelsen mellan vattenståndets variationer i diket och i själva åkern har för bedömandet av jordens genomsläpplighet och således täckdikningsbehovet givetvis sitt största intresse vid de tillfällen, då vattnet i diket sjunkit hastigt. Dylika tillfällen inträffade icke ofta; i allmänhet sjönk eller steg vattnet i diket långsamt. Vid några tillfällen förekom dock en hastig sjunkning. För tre sådana, karakteristiska fall skola här genom utdrag av mätningssjournalen närmare uppgifter lämnas.

Utdrag ur mätningssjournalen 1. Under tiden $27/12$ 1921— $8/1$ 1922 — d. v. s. på 12 dygn — sjönk vattnet i avloppsdiket 53 cm.

Grundvattenytans sjunkning i de olika vattenståndsrören under samma tid angives genom följande uppgifter:

I rör n:r 1	sjönk grundvattenytan	. . . . .	50 cm
» » » 2	»	. . . . .	54 »
» » » 3	»	. . . . .	52 »
» » » 4	»	. . . . .	53 »
» » » 5	»	. . . . .	47 »

Grundvattenytan låg den $27/12$ omkring 20 cm under markytan och den $8/1$ omkring 70 cm under markens yta.

Orsaken till att vattnet stod så högt i diket den $27/12$ låg huvudsakligen däri, att genom stark och ihållande sydlig vind Hjälmavatten drivits upp i diket.

Utdrag ur mätningssjournalen 2. Under tiden från och med den 23 mars till och med den 11 april 1923 befann sig dikets vattenyta i oavbruten sjunkning, i början med relativt stor, sedan med mindre hastighet. Då av resultatet från observationerna tydligt framgår, huru obehindrat grundvattnet rör sig i denna mark, återgives här siffermaterialet i dess helhet för anförda tid (sid. 29).

Grundvattenytan låg den $23/3$ i medeltal omkring 25 cm och den $11/4$ omkring 95 cm under markytan.

Det höga vattenståndet i diket den $23/3$ förorsakades av stark snösmältning.

Utdrag ur mätningssjournalen 3. Under den 7 och 8 maj 1924 inträffade exceptionellt stark nederbörd i form av regn, som upphörde den 8 maj kl. 4 e. m. Diket var då till brädden fyllt av vatten. Då man kunde antaga,

Uppgift i centimeter på vattnets sjunkande i diket och i marken vid Kolja under tiden $^{23}/_3$ — $^{11}/_4$ 1923.

	V a t t e n y t a n s j ö n k :					
	i diket	i vattenståndsrör n:r				
		1	2	3	4	5
	cm	cm	cm	cm	cm	cm
$^{23}/_3$ — $^{25}/_3$	14	11	15	14	15	13
$^{25}/_3$ — $^{28}/_3$	21	21	19	19	20	22
$^{28}/_3$ — $^1/_4$	18	18	15	16	14	12
$^1/_4$ — $^4/_4$	10	9	9	8	10	8
$^4/_4$ — $^8/_4$	9	9	7	9	8	7
$^8/_4$ — $^{11}/_4$	1	2	1	1	2	3
Summa	73	70	66	67	69	65

att vattnet efter regnets upphörande skulle komma att falla hastigt, verkställdes under de tre följande dygnen mätning varje dag. Resultatet framgår av följande uppgift.

Uppgift i centimeter på vattenytans sjunkande i diket och i marken vid Kolja under tiden den $^8/_5$ kl. 4 e. m.—den $^{11}/_5$ kl. 12 midd., d. v. s. under ej fullt 3 dygn (68 timmar).

	V a t t e n y t a n s j ö n k :					
	i diket	i vattenståndsrör n:r				
		1	2	3	4	5
	cm	cm	cm	cm	cm	cm
$^8/_5$ kl. 4 e. m.— $^9/_5$ kl. 12 midd. .	48	39	35	35	34	35
$^9/_5$ kl. 12 midd.— $^{10}/_5$ kl. 12 midd. .	6	11	12	12	13	16
$^{10}/_5$ kl. 12 midd.— $^{11}/_5$ kl. 12 midd. .	0	3	3	3	2	4
Summa	54	53	50	50	49	55

Det är självfallet, att i en jord, där grundvattnet rör sig så obehindrat, som här är fallet, intet kan vinnas genom markens dränering. I själva verket är det här vattenytan i diket, som bestämmer grundvattenytans höjdläge.

I samband med anförda uppgifter må nämnas följande iakttagelse, varav ytterligare framgår markens stora genomsläpplighet. Den 19 och 20 mars 1923 var snösmältningen så stark, att stora vattensamlingar bildades på marken, varvid vattnet steg över röret n:r 4, som var beläget invid en fåra, vilken

tilledde smältvatten. Därvid iaktogs bägge dagarna kraftig nedströmning av dagvatten genom röret, vilken vattendnedströmning fortfor så länge rörets överkant stod under vatten.

Vid olika tillfällen har kontrollerats, att den i rören uppmätta vattenytan legat på samma nivå, som grundvattenytan i marken.

Då under hela den tid mätningarna pågått förhållandet mellan vattenståndets växlingar i avloppet och i marken — bortsett från mindre oregelbundenheter — i stort sett varit detsamma, och då grundvattenytan varje år sjunkit till ungefär lika stort djup, d. v. s. till omkring 1 m under markytan, återgives här resultatet av vattenståndsmätningarna endast för år 1922 (tabell 2, sid. 43).

Vid materialets bedömande bör beaktas, att, ehuru fältet i stort sett kan anses ligga plant, mindre ojämnheter i marken medfört, att de olika rörens överkant, som på varje plats stod i jämnhöjd med markytan, kom på något olika nivå. Skillnaden, som anges i en not till tabellen, var emellertid obetydlig. Vidare bör beaktas, att vid angivandet av grundvattenståndet enligt gjorda iakttagelser, en avvikelse av 1 cm kan anses ligga inom försöksfelens område.

En bearbetning av siffermaterialet genom vattenvariationernas reducering till ett horisontalplan har delvis utförts. Härigenom vinnes, att jämförelsen mellan vattnets variation i diket och i marken tydligare framträder. Då man emellertid härigenom förlorar ur sikte en faktor, som ur flera synpunkter är av stort intresse, nämligen grundvattnets djup under markytan, har det ansetts lämpligast, att i tabellen återgiva siffrorna utan bearbetning eller såsom vid de mätningarna erhållits.

Såsom redan i förbigående anförts, var vattenståndsmätningen vid Kolja förlagd till en plats, belägen strax nedom gränsen för sprickjordsområdet. Ovanför denna gräns är jorden mycket svärgenomsläpplig och i behov av täckdikning. Avståndet från anförda gräns till sjölandet vid Hjälmaren uppgår här till omkring 1 km. Det mellanliggande, till arealen betydande området, utgöres — med undantag av några högre belägna partier — av genom grövre sprickor självdränerande lerjord.

Det nuvarande, utpräglade sprickjordsområdet vid Kolja var före Hjälmarens sänkning sank ängsmark, vilken på vårarna stod under vatten, men under somrarna användes såsom betesmark. Efter sjösänkningen uppodlades området.

Jordarten utgöres — åtminstone i norra delen av området — av en gyttjig, styv litorinalera med en humushalt av närmare 2 %. I en, mellan det ovan nämnda avloppsdiket och vattenståndsrör nr 1 upptagen grop uppmättes följande profil:

Mullrik, gyttjig, styv lera (182)	0	—0.20 m
Gyttjig, styv litorinalera, allra överst något mindre lerig samt med högre halt av gyttjesubstans (183—186)	0.20—1.30	» +

Från markytan och ned till 0.3 m djup saknades (²²/₆ 1923) egentliga sprickor med undantag av i själva ytlagret, där 3 å 4 mm breda, temporära sprickor

förefunnos. Mellan 0.3 och 0.6 m var leran genom talrika, 1—några mm breda sprickor starkt söndersprucken i tärningformade stycken, vilka nedtill hade en storlek av 3—5 cm men upptill voro mindre. Sprickorna voro i allmänhet rostfärgade och genomdragna av rötter. Jordarten visar sålunda inom denna horisont typisk frostsprickighet. Enligt iakttagelse av gårdens ägare var jorden på denna plats under den kalla vintern 1923—1924 tjälad till 0.6 m djup.

Mellan 0.6 och 1.2 m låg den undre torrskorpehorisonten med skarpt markerade och sammanhängande, vertikala sprickor, vilka upptill voro bredare men nedåt i allmänhet avsmalnande. På 0.9 m hade de en bredd av 7 à 8 mm (en del 2 à 3 mm), och avståndet mellan dem uppgick till omkring 1 dm.

Torrskorpan hade vid en undersökning i maj 1924 en plastisk konsistens med en hållfasthet på 0.25, 0.40, 0.55 och 0.85 m under markytan av respektive 1,375, 523, 463 och 108 samt en vattenhalt på de tre förstnämnda nivåerna av 34, 38 och 49 %. Såpleran, som började på 1.2 m, hade en lösare konsistens och en vattenhalt av 84 %.

Genom avvägning framgick, att jordprofilens markyta låg 1.1 m över Hjälmarens vattenyta den 7/11 1924 eller på 29.5 m.

I norra delen av området vid Kolja är gränsen för den utpräglade sprickjorden — såsom ofta är fallet — tämligen vag. Gränsen mellan den genomsläppliga och den svår genomsläppliga lerjorden utpekades emellertid av ägaren, och markytan befanns här ligga 29.6 m eller omkring 0.1 m under Hjälmarens medelvattenstånd före sänkningen. Såsom av det följande skall framgå, ligger gränsen för sprickbildningen på alla av oss undersökta platser invid Hjälmaren i det närmaste på samma nivå.

I den nyssnämnda gränsen mellan genomsläpplig och svår genomsläpplig lerjord eller omkring 150 m norr om den ovannämnda profilen upptogs en skärning. De utpräglade, starkt vattenförande sprickorna började här först på 0.8 m. Ovanför 0.6 m var jorden jämförelsevis tät och endast obetydligt söndersprucken. Mellan 0.6 och 0.8 m var leran genom sprickbildning uppdelad i 2—3 cm breda, vertikala pelare, delvis genomsatta av smärre, horisontella sprickor. Jordarten var här liksom i föregående profil en styv litorinalera ehuru med lägre humushalt (476).

En profil upptogs även i den svår genomsläppliga och numera täckdikade jorden öster om sprickområdet, där markytan vid profilpunkten ligger på 30.0 m. Matjorden var här en mullrik, styv lera (189) och alven en mycket styv glacial lera, »becklera» (190). Enligt gårdens ägare är alven svår genomsläpplig för ytvattnet, vilket stannar kvar i matjorden. — Den övre torrskorpehorisonten gick ned till 0.8 m under markytan och var genomsatt av mycket fina, horisontella som vertikala, oregelbundna och till synes osammanhängande sprickor. Hållfastheten inom denna horisont låg ($\frac{15}{3}$, 1924) mellan 760 och 390, och vattenhalten mellan 32 och 37 %. Mellan 0.8 och 1.3 m funnos sammanhängande, vertikala, högst 0.5 mm breda sprickor, vilkas väggar i allmänhet voro klädda av grått lerslam. Från sprickorna sipprade vatten in i gropen.

Såsom ett bevis för huru svårgenomsläpplig en dylik lerjord kan vara, må omnämnas, att vattenytan i den uppgrävda gropen en timme efter borrningen stod på 1.05 m samt efter 2 $\frac{1}{2}$, 4, 15, 24 och 36 timmar på respektive 0.86, 0.80, 0.72, 0.63 och 0.45 m under markytan.¹ Samtidigt fanns 5 m norr om gropen en annan, ej igenfylld grop, som stått öppen under närmare ett år. I denna stod vatten på 0.30 m under markytan. Denna senare torde närmast haft karaktären av en tät skål, i vilken alla sprickor o. d. voro fullständigt igenslammade. — Genom täckdikessögat rann vid detta tillfälle en svag vattenström ut ur täckdikessystemet.

Omkring 1.3 km SSO om Kolja eller c:a 100 m norr om den gamla Hjälmarsstranden och ett litet stycke väster om gränsen mellan Ringkarleby och Glanshammars s:nar upptogs i åkern (»Venängen») en grop, vilken visade följande lagerserie:

Kärrtorv-mulljord (427)	0 —0.20 m
Gyttjig, högförmultnad kärrtorv (428)	0.20—0.35 »
Lergyttja (429)	0.35—0.43 »
Mo (»svämno»)	0.43—0.44 »
Gyttjig, styv lera (430)	0.44—0.90 » +

Markytan ligger på 29.5 m, och grundvattnet stod ($\frac{15}{5}$ 1924) på 0.6 m. Mellan 0.3 och 0.9 m var torrskorpan genomsatt av upptill 2—8 cm breda sprickor, och avståndet mellan dessa uppgick i allmänhet till omkring 0.5 m. Fig. 6 visar sprickbildningen i övre delen av torrskorpan, sedan de ytligare 0.3 m av marken bortschaktats.

Husby. På Husby ägor i Glanshammars s:n, omkring 600 m sydsydväst om södra gården i Husby samt öster om Kolja upptogs en skärning på det ställe, som förr i tiden skulle hava varit djupaste delen av den lilla sjö, som fanns här före Hjälmarens sänkning. Åkern ligger här i en tydlig, ehuru ej djup sänka eller skål i lerterrängen och är under nederbördsrika perioder (såsom t. ex. hösten 1924) så starkt vattensjuk, att säden ej kan skördas eller inbärgas. — Jordprofilen var följande:

Mullhaltig, gyttjig mellanlera (187)	0 —0.20 m
Gyttjig, styv lera (»svämmlera») med lokala sötvattensdiatomacéer; 431)	0.20—0.45 »
Mycket styv, finvarvig glacial lera (432)	0.45—1.10 » +

Den lilla sjön var före Hjälmarens sänkning ej stadd i igenväxning. Vattenvegetationen utgjordes då enligt uppgift endast av nateväxter, bortsett från den rikhaltiga diatomacéflora — som enligt mikroskopisk undersökning av de ytterligare lagren — då varit rådande. Den inblandning av gyttjesubstans (diatomacéer och någon humus), som förekommer överst i markprofilen, torde i huvudsak vara sekundär. Jordarten torde nämligen här övervägande vara

¹ Den hastigare eller långsammare vattentillrinningen till ett borrhål användes numera av Ekström såsom mått på jordens genomsläpplighet och uttryckes grafiskt genom förhållandet mellan vattennivå och tid. — Flodkvist bedömer ett fälts torrlägningsbehov, speciellt dikesavståndet, efter den hastighet, varmed grundvattnet tillrinner uti till dikesdjup grävda gropar.

glacial lera in situ, i vilken genom senare, periodvis uppkomna torksprickor gyttjesubstans slammats ned från det allra översta markskiktet. Jordens färg och minerogena sammansättning tyder på, att jordarten är av glacialt ursprung.

Vid uppgrävningen av profilen strömmade vatten hastigt in i gropen genom de 3—4 mm breda sprickorna, vilka iaktogs mellan 0.5 och 0.9 m under markytan. Denna senare ligger här på 29.1 m. — Genom hastig torrskorpe-



B. Eriksson fot. 1924.

Fig. 6. Grövre permanenta sprickor i lergyttja vid Kolja. Matjorden är bortschaktad; bilden tagen uppifrån.

bildning efter den lilla sjöns torrläggning i samband med Hjälmarens sänkning har alltså även i den gyttjefria glaciala leran uppstått tämligen breda permanenta sprickor.

Vid upptagandet av en grop i åkern den $15/5$ 1924 befanns det, att jorden mellan 0.55 och 0.65 m fortfarande var tjälad. På denna nivå funnos upp till 1 cm — och även betydligt mindre — mäktiga, något vågformiga, horisontella skikt bestående av ren, kristallklar is med ett avstånd mellan isskikten av 1.5 à 2 cm. Ovanför tjälen förekom invid gropen ej något grundvatten i jorden, men då tjälen genomgrävts porlade vatten upp och steg hastigt till

0.26 m under markytan. Detta visar, att en tjälad jord under vissa förhållanden kan vara fullkomligt ogenomsläpplig, antagligen i de fall, då jordarten är starkt vattensjuk. (Jämför här de iakttagelser över delvis genomsläpplig, tjälad jord, som gjorts av Hesselmann 1909, sid. 39.) Ovanför tjälen saknades i denna grop sammanhängande, vertikala sprickor. Jorden var här söndersprucken som i övre delen av den glaciala lera vid Kolja (sid. 31 nederst).

Valsta. På lantbrukare L. A. Sandbergs gård i Valsta by, Glanshammars s:n, undersöktes ett åkerfält av 2.72 hektars storlek (förut omnämnt på sid. 27) liggande omkring 400 m ostsydost om gården. Åkern utgöres till större delen av svårgenomsläpplig lerjord, men till en mindre del av genomsläpplig, utpräglad sprickig jord, samt är i sin helhet täckdikad.

Två profiler upptogs i den svårgenomsläppliga lerjorden, där markytan ligger på 29.6 och 29.5 m eller 0.1 och 0.2 m under Hjälmarens medelvattenstånd före sänkningen. Jordarten var här en mycket styv glacial lera, i vilken finare permanenta sprickor började på ett djup under markytan av respektive 0.9 å 0.8 m. Sprickorna voro tydligt vattenförande, men vattentillrinningen skedde jämförelsevis långsamt. Matjorden var en mullhaltig—mullrik styv lera, »becklera» (457). Såplerehorisonten börjar på omkring 1.5 m.

I den genomsläppliga jorden upptogs även tvenne skärningar. Markytan låg där på 29.3 och 29.2 m. I förra fallet var jordarten överst till 0.5 m djup en gyttjig, något grönaktigt grå, styv litorinalera (464), vilken underlagrades av mycket styv glacial lera. Tydliga och ganska starkt vattenförande sprickor började på 0.55 m. I den andra gropen var gyttjeleran (461, 462) omkring en meter mäktig. Matjorden var en mullrik, gyttjig mellanlera, »slamjord» eller »lermylla» (460). Genom de jämförelsevis breda och starkt utpräglade sprickorna, vilka även här började på 0.55 m under markytan, var vattentillrinningen så stark, att gropen knappast kunde länsas från vatten. Den övre torrskorpehorisonten (ovanför 0.55 m) visade sig vara tydligt tärningssprickig, och torrskorpans undre gräns låg på omkring 1.2 m. Den temporära grundvattenytan stod (¹¹/₁₁ 1924) på 0.5 m.

Såsom ett exempel på sprickjordens stora permeabilitet må omnämnas, att jorden enligt ägarens uppgift under vissa vårar kan bli så torr, att sädens groning endast med svårighet kommer i gång. Sprickjorden förekommer på detta åkerfält endast på ett mindre, långsmalt område, som utgör en obetydligt lägre, för ögat knappast iakttagbar sänka i den nästan fullkomligt plana marken.

Åkern var före Hjälmarens sänkning äng och låg då mellan sjöns hög- och lågvattenlinje. En, ehuru sannolikt föga mäktig torrskorpa fanns sålunda utbildad redan före sänkningen liksom fallet var med de andra områdena vid Hjälmaren. På vårarna stod området under vatten, så att man här liksom vid Kolja kunde ro fram i båt. På somrarna skördades de gräs och starrväxter, som växte på ängen.

Harsta. Omkring 0.7 km sydost om Harsta prästgård, Glanshammars s:n, ligger strax norr om Hjälmaren en åker, vilken täckdikats med undantag av en mindre, något lägre liggande del. Denna del av åkern ansågs av gårdens arrendator, herr K. Eriksson ej vara i behov av täckdikning,

enär jorden alltid förefallit vara torr och vattengenomsläpplig. Marken stiger här jämförelsevis hastigt mot norr, och gränsen för den genomsläppliga jorden ligger på 29.7 m eller ungefär vid Hjälmarens forna medelvattenstånd. Jordarten är i hela åkern, såväl i den genomsläppliga som svärgenomsläppliga jorden, en mycket styv glacial lera stundom tydligt finvarvig.

På den ej täckdikade och lägre liggande delen av åkern upptogs tvenne skärningar. I den södra av dessa, där markytan ligger på 28.9 m, var torrskorpans övre del ned till 0.5 m ganska tät och igenslammad, ehuru på vissa nivåer någon nätsprickighet kunde iakttagas. Från 0.5 m och nedåt förekommo i leran (468) vertikala, rostfärgade sprickor med en bredd av högst 1 mm. Genom sprickorna utströmmade vatten, ehuru jämförelsevis långsamt. En och två dygn efter grävningen uppmättes grundvattenytan i gropen, och befanns denna ligga 10 cm över vattenytan i det c:a 14 meter härifrån liggande diket. Gropen hade upptagits i den lägst liggande delen av åkern, som vid detta tillfälle (^{12/11} 1924) var i ytan ganska vattensjuk, vilket sannolikt beror därpå, att de ytligare sprickorna under hösten slammats igen. På våren torde emellertid den övre delen av torrskorpan vara fullt genomsläpplig för dagvattnet på grund av den nätsprickighet, som uppstår genom tjälbildningen under vintern.

50 m norr om nyss nämnda profil upptogs den andra skärningen. De permanenta sprickorna eller den undre torrskorpehorisonten började här på 0.6 m. Markytan låg på denna plats 0.6 m högre eller på 29.5 m. Vattnet rann långsamt ut genom de delvis rostklädda sprickorna. Vid uppmätning av grundvattenytan en och två dygn efter grävningen låg denna 44 cm över det c:a 14 m härifrån liggande diket vattenyta.

Enligt de ovan anförda grundvattenobservationerna framgår, att den mycket styva glaciala leran även på den lägre delen av åkern ej visar den höga grad av vattengenomsläpplighet, som är utmärkande för de på samma nivå över Hjälmarens liggande gyttjelereområdena. Permeabiliteten måste emellertid vara större än i samma lera i de högre liggande delarna av Harstafältet samt ur jordbrukssynpunkt fullt tillfredsställande, enär det i praktiken visat sig, att denna del av åkern ej är i behov av täckdikning. Den jämförelsevis stora marklutningen samt områdets ringa storlek torde emellertid även vara bidragande orsaker härtill.

Skävesund. Omkring 700 m söder om Skävesund finnes ett till gården hörande åkerområde, som sträcker sig ned mot Hjälmarens och vars plana markyta ligger på 29.3 m. På grund av att jorden enligt den erfarenhet, som gjorts av gårdens ägare, herr K. Essén, visat sig vara torr och genomsläpplig, blevo de lägre delarna av härvarande åkerfält ej täckdikade i samband med dräneringen av de norr härom och något högre liggande, vattensjuka lermarkerna. Gränsen mellan genomsläpplig och svärgenomsläpplig jord ligger på 29.4 à 29.5 m eller 0.3 à 0.2 m under Hjälmarens forna medelvattenstånd.

Matjorden på den plana genomsläppliga sprickjorden är en mullrik, gyttjig mellanlera (473). Alven utgöres upp till av en gyttjig, styv litorinalera (474),

som från omkring 0.6 m underlagras av en mycket styv ancycluslera (475). Ovan 0.55 à 0.60 m var leran söndersprucken i tärningar. Under denna horisont börja de permanenta, vertikala sprickorna med en bredd av upp till 9 mm.

Gränsen mellan genomsläpplig och svår genomsläpplig jord synes i stort sett sammanfalla med gränsen för gyttjelerans utbredning. Invid gränsen till sprickjorden på ett ställe, där marken ligger på 29.53 m, var jordarten en mycket styv glacial lera. Den undre torrskorpehorisonten började på 0.6 m, och genom de högst 2 mm breda sprickorna strömmade vatten ehuru ganska långsamt ut i gropen. Den övre torrskorpehorisonten visade tydlig nät-sprickighet, men var ej som i gyttjeleran söndersprucken i tydligt begränsade, tärningformade stycken. Jorden synes emellertid även här vara torr och genomsläpplig, ehuru torrskorpans övre horisont på grund av jordartens beskaffenhet sannolikt ej visar samma höga permeabilitet som motsvarande horisont i det endast några meter därifrån, 1 à 2 dm lägre liggande gyttjelero-mrådet.

Ekeberg. Nordnordost om Ekeberg, Lillkyrka s:n, finnes ett större, fullkomligt plant liggande område, vilket på 1860-talet invallades och uppodlades. Det förutvarande sankta området är på det geologiska kartbladet Örebro betecknat såsom svämpera och utgör numera något mera än 100 hektar åker. Genom Hjälmarens sänkning blev invallningen obehövlig. Hela området är på grund av utpräglad sprickbildning ej i behov av täckdikning. Sprickorna måste till större delen hava uppkommit vid invallningen, men sannolikt även till en del vid sjösänkningen.

I ungefär mitten av området upptogs en grop, i vilken lagerserien var följande:

Kärddy-mulljord (168)	0 —0.20 m
Kärddy (169)	0.20—0.40 »
Gyttjig, styv lera (170)	0.40—0.80 » +

Sprickorna voro tydliga och på ytan rostfärgade. De voro så starkt vattenförande, att gropen ej kunde ösas läns.

Ett stycke från sjöstranden var profilen följande:

Kärddy-mulljord	0 —0.20 m
Moblandad kärddy (173)	0.20—0.48 »
Gyttjig, styv lera med grövre, permanenta sprickor	0.48—0.95 » +

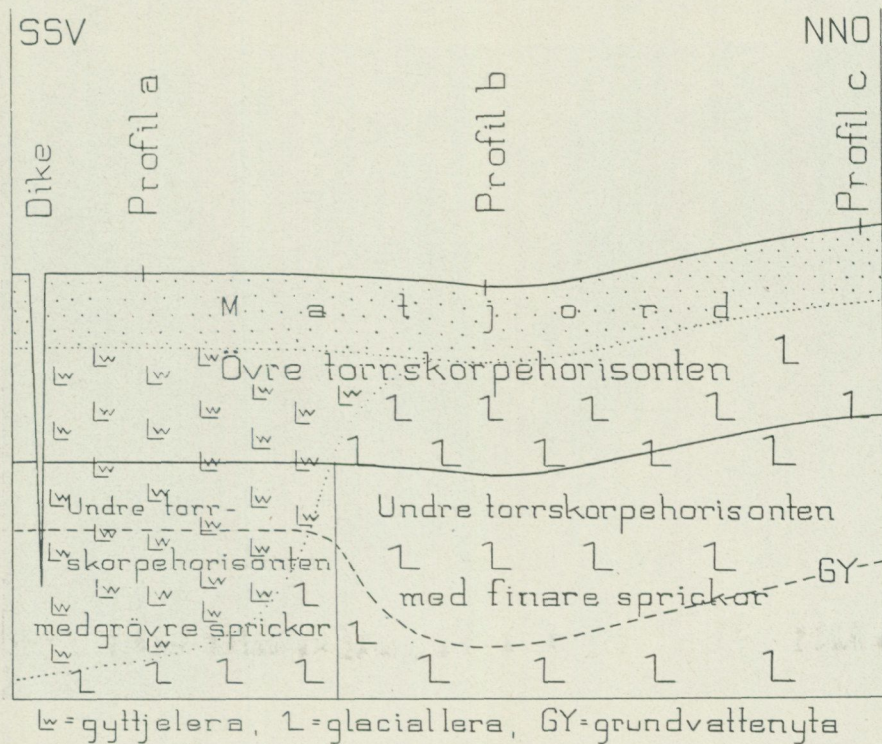
Torrskorpans mäktighet var 0.95 m.

Norr om sprickområdet höjer sig marken långsamt upp emot moränpartierna norr därom. Utpräglad sprickighet saknas här. Matjorden är en mullhaltig, styv lera (171) och alven en mycket styv glacial lera (172).

Över sprickområdets norra gräns utlades en profillinje med trenne profilpunkter, a, b och c (fig. 7). Invid profil a, vars markyta ligger på 29.58 m, var jorden i ytan torr, och marken visar sig här vara lätt genomsläpplig för dagvattnet. Matjorden var en lerig kärrtorv-mulljord (470) och alven en

gyttjig, styv litorinalera (471). I profilerna b och c, där markytan ligger på 29.54 och 29.69 m, är jordarten en mycket styv glacial lera. Profil b ligger i en mindre sänka i åkern, och jorden var i ytan något vattensjuk.

De permanenta sprickorna börja i samtliga profiler på ungefär 0.5 m under markytan. I profilerna b och c voro emellertid dessa sprickor tunna, högst 1 mm breda, genom vilka vattnet endast långsamt rann fram. I profil a däremot voro sprickorna jämförelsevis breda och starkt vattenförande, och vattnet inställde sig här nästan omedelbart till konstant djup (0.68 m den 12/11 1924) under markytan eller till samma nivå som vattenytan i det 10 m därifrån



Höjdskala 1 : 20. Längdskala 1 : 1000.

G. Ekström 1924.

Fig. 7. Profil över sprickjordsgränsen vid Ekeberg.

belägna diket. I de andra profilerna steg däremot vattnet endast mycket långsamt, och den på fig. 7 utlagda »grundvattenytan» anger vattenytans läge i de upptagna profilerna en timme efter grävningen.¹ Gränsen mellan genomsläpplig och svår genomsläpplig jord utpekades av godsägare N. Kierkegaard, Ekeberg på ett par ställen ett stycke från de nyssnämnda profilerna och befanns denna ligga på 29.6 m eller omkring 0.1 m under Hjälmarens forna medelvattenstånd.

¹ Den verkliga grundvattenytan låg vid samtliga tre profiler på omkring 0.7 m under markytan.

Ehuru gyttjeleran och den glaciala leran i profilerna a och b ligga på ungefär samma nivå eller den senare till och med något lägre, visa de dock en helt olika grad av sprickbildning, vilket framgår av den större eller mindre hastighet, varmed vattnet i respektive skärning inställer sig till konstant djup under markytan. Någon invändning mot riktigheten angående bedömandet av jordens genomsläpplighet efter vattentillrinningen i de upptagna skärningarna torde ej kunna göras. Groparna togos nämligen så stora, att ett flertal sprickor genomgrävdes på varje ställe. Man kan sålunda ej, vad beträffar profil a, förklara den stora vattentillrinningen bero på, att här påträffats en större, mera vattenförande spricka. I varje grop visade sig också samtliga sprickor



Fot. genom H. Flodkvist 1921.

Fig. 8. Permanenta sprickor i lerygttja från en dikesslänt vid Sickelsjö.

praktiskt taget vara av samma storlek, större i gyttjeleran men mycket fina i den glaciala leran.

Sickelsjö. Omkring 1 km sydost om Sickelsjö gård i Götlunda s:n låg före Hjälmarens sänkning en sjö, Grängjen, vars vattenyta låg på samma nivå, som den gamla Hjälmarens vattenyta. Efter Hjälmarens sänkning torrlades sjön genom invallning, och den gamla, numera uppodlade sjöbotten ligger 1 à 2 m under Hjälmarens vattenyta. I sydvästra delen av den gamla sjöbotten var jordarten följande:

Lerig gyttje-mulljord (477)	. . . . .	0	—0.20	m
Mörkt gråbrun, lerig dygyttja (478)	. . . . .	0.20	—0.42	»
Grönaktigt grå, gyttjig, styv litorinalera (479)	. . . . .	0.42	—0.60	» +

I den forna sjöns sydöstra del antecknades följande lagerserie:

Gyttjig kärrdy-mulljord (482)	. . . . .	0	—0.20	m
Mörk, lerig dygyttja (483)	. . . . .	0.20	—0.35	»
Lergyttja — gyttjelera, litorinasediment (484, 485)	. . . . .	0.35	—0.70	» +

Efter sjöns torrläggning hade i den gamla sjöbottnen uppstått upp till 5—10 cm breda och kraftiga sprickor, vilka börja omedelbart under matjorden och sörja för åkerjordens effektiva dränering. Då nämligen genom pumpning vattenytan sänkes i dikena, sjunker grundvattnet samtidigt inom hela den stora åkerarealen, och jorden blir omedelbart fullt torr i ytan, så att bearbetning av jorden, sådd och dylikt genast kan påbörjas. — Fig. 8 visar en fotografi över sprickbildningen från en dikesslänt i sydöstra delen av den forna sjöbottnen. Övre delen av dessa breda sprickor ned till omkring 0.5 m äro stundom igenfyllda av från ytan nedrasad matjord.

[Sammanfattning.

I det föregående har sålunda lämnats en beskrivning på olika åkerjordar — huvudsakligen gyttjiga lerjordar —, som på grund av grövre sprickor av permanent karaktär visa sig vara torra jordar utan behov av täckdikning. I stort sett ligger skillnaden mellan dylika självdränerande sprickjordar och våra vanliga mer eller mindre vattensjuka lerjordar just däruti, att i de förstnämnda sprickorna i den undre torrskorpehorisonten äro grövre än i de senare. Sprickigheten i den övre torrskorpehorisonten är dessutom hos de förra i allmänhet mera utpräglad.

Torrskorpan i våra vanliga glaciala och postglaciala leror uppkom, såsom förut nämnts, i samband med den så småningom skeende postglaciala landhöjningen, varvid en tämligen långsamt förlöpande torrskorpebildning ägde rum. Om en lera ej torkar hastigare än att dess vattenhalt på grund av de kapillära krafterna kan hållas likformigt och jämnt fördelad inom hela lermassan, uppstår visserligen en krympning i samband med sättning i leran, men några störra sprickor uppstå ej. Man kan på grund härav antaga, att någon kraftigare sprickbildning ej ägde rum i de genom landhöjningen avvattnade lerområdenas ytliga lager. Grövre sprickor hava sålunda ej konstaterats i gyttjiga litorinaleror, där torrskorpan bildades i samband med den postglaciala landhöjningen. — I samtliga av oss undersökta områden med grövre permanenta sprickor hava dessa uppkommit genom en jämförelsevis hastig uttorkning till följd av sjösänkningar, avdikningar eller invallningsföretag. Områdenas torrläggning har skett på kort tid, vilket resulterat i uppkomsten av ett sammanhängande system av grövre sprickor.

Att sprickbildningen uppkommit genom sänkningen av en grund- eller dagvattenyta, bestyrkes därav, att gränsen mellan genomsläpplig och svärgenomsläpplig jord inom ett och samma sänkingsområde alltid ligger i ett visst horisontalplan. Såsom exempel härpå kan anföras de båda mindre, från var-

andra isolerade sprickmarksområdena vid Seltorp. Invid Hjälmaren går den starkt sönderspruckna jorden upp till omkring 29.6 m eller 0.1 m under Hjälmarrens medelvattenstånd före sänkning. På de lågt liggande områden invid Hjälmaren, som på geologiska kartbladet Örebro betecknats såsom svämmlera eller kärrtorv (där torven har en ringa mäktighet), är jorden därför i allmänhet en på grund av sprickbildning självdränerande jord.

De jordarter, i vilka de grövre sprickorna äro utbildade, äro i de av oss undersökta områdena: gyttja, leryttja, gyttjeler samt mycket styv lera. Krympningen och sprickbildningen i en jord är beroende på en större eller mindre vattenförlust och förekommer sålunda i större skala endast i sådana jordarter, vilka på grund av hög halt av ler eller organisk substans (framför allt gyttesubstans) kunna binda en avsevärd mängd vatten. I den starkast vattenabsorberande jordarten eller gytjtjan uppkomma därför de grövsta sprickorna, under det att i leryttjan och gyttjelerorna krympningen i stort blir mindre med avtagande gyttejalt.

Frosterus antager, såsom förut nämnts, att orsaken till gyttjelerornas starka kontraktion vid uttorkning skulle bero på en hög halt av kolloidal kiselsyra och stöder detta antagande på, att vid kemisk analys av i saltsyra lösliga delar en jämförelsevis hög procent utgjordes av kiselsyra. Genom Frosterus' (1921) undersökningar av olika jordarters volymvikt har det även visat sig, att gyttjelerorna alltid ha en betydligt lägre volymvikt än de gyttejefria lerorna huvudsakligen beroende på att porositeten eller hålrumsvolymer är större hos de förra än hos de senare. Gyttejelerorna ha därför så att säga en mera svampartad karaktär och förmå därigenom binda en större mängd vatten än den mycket styva glaciala leran. I denna har också aldrig, trots dess höga lerhalt, kunnat påvisas så breda sprickor, som t. ex. i den i betydligt senare tid bildade gyttejeleran, trots det att sprickorna i båda fallen uppkommit genom hastig torrskorpebildning, såsom t. ex. vid Hjälmarrens sänkning. På den gamla Husby-sjöns botten, där torrskorpan i sin helhet bildades efter Hjälmarsänkningen, finnas de största av oss iakttagna, permanenta sprickorna i glacial lera, där bredden uppgår till 3 à 4 mm. I de områden med samma jordart, som berörts av ifrågavarande sjösänkning och som förut legat strax ovan Hjälmarrens forna lågvattennivå och där således redan före sänkning en, ehuru föga mäktig torrskorpa var utbildad, uppgår sprickornas bredd endast till 1 à 2 mm. Omedelbart under den nivå åter, som i allmänhet betecknar gränsen för de grövre sprickornas utbredning eller 29.6 m, äro sprickorna i den glaciala leran ännu mindre och sakna betydelse för åkerjordens självdränering, trots det att i gyttejeler på samma höjd ännu grövre sprickor förefinnas.

Torrskorpan har inom de av oss undersökta utpräglade sprickjordarna en betydligt mindre mäktighet (0.7—1.3 m) än inom våra vanliga lerjordar i övrigt, där dess mäktighet i allmänhet, såsom förut nämnts, uppgår i medeltal till 2 m. Gränsen mellan den övre och undre torrskorpehorisonten ligger hos den förstnämnda jordtypen på omkring 0.6 m under markytan, under det att denna gräns hos våra mer eller mindre svårgenomsläppliga lerjordar ligger på omkring 1 m. Grundvattenytan står i sprickjorden i allmänhet jämförelsevis

högt, 0.5 à 0.7 m under markytan. Detta förhindrar naturligtvis en alltför stark uttorkning av alvens övre del samt gör att tjälen ej tränger så djupt ned.

Den övre torrskorpehorisonten har en ganska avsevärt olika beskaffenhet i olika jordarter inom de utpräglade sprickjordsområdena. I gyttjorna och lergyttjorna synas sprickorna inom denna horisont vara av mera permanent karaktär, trots det att dessa jordarter med sannolikhet tidvis varit ganska uttorkade och haft en fast konsistens (under längre frost- och torrperioder). Lägges ett stycke lufttorkad gyttja eller lergyttja i vatten, upptager visserligen jorden vatten, varmed de förut luftfyllda porerna utfyllas, men jordklumpen faller ej sönder eller ändrar sin form. Endast en mycket obetydlig volymutvidgning kan i vissa fall konstateras. Även gyttjeleran visar i detta fallet en viss resistens mot vatten, ehuru ej så utpräglad som hos gyttjan och lergyttjan. De olika jordarternas förhållande till vatten efter uttorkning till fast konsistens visar sig sålunda i den mer eller mindre utpräglade sprickighet, som förefinnes i den övre torrskorpehorisonten (med undantag av själva matjorden) i de mer eller mindre gyttjehaltiga jordarterna. I gyttjan och lergyttjan börja de sammanhängande vertikala sprickorna ofta omedelbart under matjorden. I gyttjeleran är alvens övre del vanligen söndersprucken i större eller mindre tärningar, vilka i stort sett torde bibehålla sig oförändrade till formen. Även den övre torrskorpehorisonten blir därför i dessa jordarter starkt genomsläpplig för sjunkvattnet. I motsats härtill är den mycket styva glaciala leran inom denna horisont även inom de lågt liggande sprickjordsområdena — åtminstone under nederbördsrika perioder — jämförelsevis tät och svår genomsläpplig.

I de i det föregående beskrivna områdena med grövre permanenta sprickor hava sålunda uppkomsten av dessa torksprickor och dessas permanenta karaktär tydligen varit betingad av

- 1) en jämförelsevis hastigt försiggående torrskorpebildning, eller med andra ord en ganska hastigt skeende uttorkning av markytelagren och därigenom stark krympning av jorden utan nämnvärd sättning,
- 2) jordartens sammansättning, varav sprickornas bredd samt inom den övre torrskorpehorisonten deras resistens mot vatten bero samt
- 3) att jordens avvattning ej skett till större djup under markytan, varvid en tunnare torrskorpa och ett i allmänhet högre grundvattenstånd erhålles, varvid en alltför stark uttorkning och djupgående tjälbildning förhindras.

Tabell 1. Grundvattenståndsmätningar på Mosjöbotten år 1921.

Dag	Vattenståndsrörens nummer, räknat från norr								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Grundvattenytans djup under markytan i centimeter								
April 20	28	28	28	20	27	25	26	25	23
» 23	31	32	32	25	32	29	31	29	28
» 27	38	39	38	32	39	34	38	38	37
» 30	42	43	43	37	43	39	41	42	40
Maj 4	39	39	38	36	42	39	38	39	37
» 7	45	46	46	40	44	42	44	48	45
» 11	47	48	49	42	46	45	47	50	47
» 14	50	53	51	44	48	46	49	56	52
» 18	52	56	51	45	51	49	52	62	58
» 22	53	57	52	46	52	50	53	64	59
» 26	56	59	53	48	55	53	56	69	62
» 29	58	60	54	49	58	56	58	70	64
Juni 1	61	62	56	52	61	59	61	75	70
» 5	61	62	57	53	65	62	63	80	70
» 8	63	63	57	55	69	65	65	83	70
» 12	65	65	58	57	70	66	66	84	71
» 15	63	61	55	52	73	68	68	80	62
» 19	61	56	48	47	65	55	68	70	44
» 22	60	56	49	47	65	55	62	60	45
» 26	60	56	49	47	65	55	62	60	47
» 29	62	57	50	48	66	56	62	61	48
Juli 3	62	58	51	49	67	57	63	62	49
» 6	64	61	55	53	68	58	64	65	54
» 10	67	65	58	55	70	61	67	68	56
» 13	71	65	61	62	75	66	68	69	—
» 17	75	69	65	65	81	71	72	—	69
» 20	79	71	67	66	82	71	72	87	69
» 24	81	73	69	67	—	71	67	86	69
» 27	84	76	71	67	—	73	71	87	71
» 31	87	78	74	71	—	76	74	—	72
Aug. 3	88	82	75	72	—	77	75	—	68
» 7	—	86	76	73	—	78	—	—	68
» 10	—	86	76	73	—	78	—	—	68
» 14	—	64	64	64	58	64	57	52	58
» 17	61	65	64	55	64	60	55	59	52
» 21	62	65	65	57	65	61	58	64	55
» 24	64	65	66	59	67	62	62	67	58
» 28	45	55	61	54	64	59	59	62	53
» 31	48	52	50	—	—	—	—	—	—
Sept. 4	54	55	48	—	56	55	54	57	53
» 7	60	60	55	—	54	56	57	53	58
» 11	63	64	60	60	59	62	57	64	—
» 18	66	66	67	60	65	62	64	62	64
» 21	60	60	55	—	54	56	57	53	58
» 25	63	64	60	—	60	59	62	57	—
» 28	68	68	—	—	65	60	65	62	63

¹ Vattenståndsröret nr 4 skadat, utgår.

Dag	Vattenståndsörrens nummer, räknat från norr								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Grundvattenytans djup under markytan i centimeter								
Okt. 2	70	70	—	—	67	63	68	64	64
» 5	72	73	—	—	68	64	70	65	66
» 9	75	75	—	—	70	66	70	65	67
» 12	77	76	—	—	70	66	71	66	68
» 16	76	77	74	—	75	68	74	69	66
» 19	78	77	76	—	78	71	77	80	68
» 23	79	75	77	—	79	74	79	83	71
» 26	80	76	78	—	80	76	81	83	72
» 30	77	75	76	—	78	74	79	82	70
Nov. 3	54	61	63	—	60	66	67	59	54
» 6	47	48	48	—	49	48	50	48	49

Tabell 2. Grundvattenståndsmätningar vid Kolja år 1922.

Dag	Vattenståndsörrens n:r, räknat från avloppsdiket					
	Pegel	1	2	3	4	5
	Grundvattenytans djup under markytan i centimeter ¹					
April 21	54	54	59	56	59	66
» 23	57	59	63	60	62	70
» 26	59	60	65	63	66	73
» 30	59	61	66	64	67	75
Maj 3	53	54	59	56	59	67
» 7	57	58	63	60	63	73
» 10	59	61	67	64	66	76
» 14	63	63	69	66	69	79
» 17	63	63	69	66	69	79
» 21	63	63	69	66	69	80
» 24	64	64	70	68	70	81
» 28	65	65	71	68	71	82
» 31	66	66	73	70	73	85
Juni 4	68	68	75	73	75	86
» 7	70	70	77	74	77	88
» 11	73	73	80	77	80	92
» 14	75	75	83	79	82	93
» 18	76	76	83	80	83	94
» 21	76	76	83	80	83	94
» 25	76	76	82	80	83	94
» 28	76	76	83	81	83	96
Juli 2	79	79	85	84	85	97
» 5	80	80	88	86	88	98
» 9	81	81	89	87	89	98
» 12	84	84	92	90	92	100
» 16	88	88	95	93	96	103
» 19	83	84	91	89	92	103
» 23	85	86	93	90	94	104

¹ Pegelns 0-punkt ligger vid rör n:r 1 i nivå med markytan. Markytan vid rör n:r 2, 3, 4 och 5 ligger resp. 6, 1, 3 och 18 cm högre än vid rör n:r 1.

Dag		Vattenståndsörrens nummer, räknat från avloppsdiket						
		Pegel	1	2	3	4	5	
		Vattenytans djup under märkytan i centimeter						
Juli	26	88	88	95	92	96	106	
»	30	90	91	97	94	97	108	
Aug.	2	91	92	99	96	98	110	
»	6	93	93	100	99	100	111	
»	9	95	95	101	100	101	112	
»	13	94	95	100	100	101	111	
»	16	90	91	95	99	98	109	
»	20	84	85	100	97	96	105	
»	23	85	85	96	93	94	106	
»	27	85	86	91	90	92	105	
Sept.	20	42	42	48	44	48	59	
»	24	50	51	57	54	56	69	
»	27	62	62	69	65	68	79	
Okt.	1	63	63	71	67	70	83	
»	4	65	65	73	69	73	85	
»	8	68	68	76	72	74	86	
»	12	69	69	75	73	75	88	
»	15	70	70	76	73	75	88	
»	18	70	70	77	74	76	88	
»	22	71	71	78	75	77	89	
»	25	72	72	79	76	78	89	
»	29	75	75	82	78	80	92	
Nov.	1	89	88	87	83	85	97	
»	5	94	93	92	92	96	101	
»	8	93	93	93	92	96	101	
»	12	93	93	94	91	95	101	
»	15	93	93	96	93	97	102	
»	19	93	93	99	94	98	102	
»	22	94	93	100	96	99	103	
»	26	94	93	100	97	99	104	
»	29	94	93	100	97	99	105	
Dec.	3	84	84	96	91	92	103	
»	6	83	83	92	87	91	102	
»	10	83	83	91	87	90	102	
»	13	81	82	89	86	88	104	
»	17	Snö och isbildning omöjliggjorde mätning.						
»	31	68	67	74	71	73	82	

Tabell 3. Analystabell.

V_{10} och V_{100} är jordens vattenhalt (i viktsprocent per torrs substans) på omsorgsfullt knådat prov vid hållfastheten 10 och 100. $V_{10} = F$ eller Geotekniska kommissionens finlekstal.

Hygroskopiciteten är bestämd enligt Mitscherlichs metod.

Glödgningsförlusten är viktsförlusten vid glödning till konstant vikt, beräknad på 100 gr. jord torkad vid 100°.

Humusbestämningen är utförd enligt en modifikation av Knopska metoden. Inom parentes anförda humussiffror angiver, att humushalten beräknats ur glödgningsförlusten.

Tecknet † framför provets nr angiver, att å detsamma även utförts slammingsanalys, vilken är beräknad på mineralsubstansen (tabellen, sid. 47).

N:r	Lokal	Jordart	Djup under markytan i cm	V_{10}	V_{100}	$\frac{V_{10}}{V_{100}}$	Hygroskopicitet	Glödgningsförlust	Humushalt
46	Ervalla	Lerig gyttje-mulljord	0-15	97			13.7	27.1	(25)
47	»	Lergyttja (lokal sötvattens-avlagring)	19-25	93			13.7	25.7	(24)
†49	»	Lergyttja	30-35	92			13.1	25.9	(24)
50	»	»	40-45	83			9.9	17.4	(15)
51	»	Gyttjig, styv lera	65-70	61	45	16	9.4	5.2	1.9
53	»	»	125-135	66	52	14	11.3	5.7	2.4
143	Mosjöbotten	Mullrik, gyttjig mellanlera	0-15	74			10.7	13.5	(11)
†144	»	Gyttjig, styv lera	35-45	63	50	13	9.7	7.0	3.9
146	»	Gyttjig, styv litorinalera	100-110	53	38	15	8.1	5.2	(2)
147	Vivalla	Mjäljig gyttje-mulljord	0-17	97				30.1	(29)
148	»	Dyig gyttja	21-28	101			24.1	47.2	(46)
149	»	»	30-40	104			21.8	42.8	(42)
150	»	Lergyttja	50-60	70	52	18	10.9	11.8	(9)
152	»	Gyttjig, styv lera	130-140	69	55	14	10.9	8.0	(5)
154	»	Gyttjig, styv litorinalera	30-40	55	40	15	12.0	4.7	(1.5)
155	»	»	75-85	52	39	13	10.6	3.9	(1)
156	»	Gyttjig, styv lera	70-80	69	51	18	10.7	5.5	2.5
157	Seltorp	Käntorv-mulljord	0-15	162			16.9	57.6	(57)
158	»	Gyttjig, styv lera	35-45	57	44	13	9.8	6.6	(3)
162	»	Dyig gyttja	58-63	144			25.3	58.2	(57)
163	»	Gyttja	65-68				23.5	46.0	(45)
165	»	Kärdy-mulljord	0-15	92			15.9	41.0	40.5
†166	»	Gyttjig, styv litorinalera	42-47	65	54	11	10.4	7.2	4.2
167	»	Gyttjig, styv lera	100-115	56	42	14	8.1	4.0	(1)
168	Ekeberg	Kärdy-mulljord	0-15	102			19.5	43.6	(42)
169	»	Kärdy	22-38	129			24.2	56.8	(56)
170	»	Gyttjig, styv lera	50-57	57	42	15	8.7	4.4	(1)

N:r	Lokal	Jordart	Djup under markytan i cm	V ₁₀	V ₁₀₀	V ₁₀₀ ¹⁰	Hygro- skopi- citet	Glöd- nings- förlust	Hu- mus- halt
171	Ekeberg	Mullhaltig, styv lera	0—15	56	40	16	9.5	9.4	5.5
172	>	Mycket styv glaciallera	44—54	59	38	21	10.6	3.4	
173	>	Moblandad kärrdy	40—48	83			9.5	20.5	(19)
182	Kolja	Mullrik, gyttjig, styv lera	0—15	64	52	12	11.1	12.8	(10)
183	>	Gyttjig, styv litorinalera	20—30	57	45	12	9.9	8.1	(5)
†184	>	>	32—44	52	38	14	9.6	4.7	1.7
†185	>	>	80—90	60	42	18	9.5	4.6	1.6
186	>	>	120—130	61	45	16	9.6	4.9	(2)
187	Husby	Mullhaltig, gyttjig mellanlera	0—15	65	46	19	8.2	7.2	4.7
189	Kolja	Mullrik, styv lera	0—15	60	48	12	11.8	11.0	(8)
190	>	Mycket styv glaciallera	40—50	68	45	23	14.2	4.7	
427	>	Kärrtorv-mulljord	0—20	130			26.6	62.0	(61)
428	>	Gyttjig kärrtorv	20—35	155			31.2	82.3	(82)
429	>	Lergyttja	35—43	62			10.9	10.8	(8)
430	>	Gyttjig, styv lera	60—70	72	51	21	9.9	5.4	1.8
431	Husby	>	40—45	55	37	18	9.1	5.6	(2)
432	>	Mycket styv glaciallera	90—100	63	40	23	10.6	4.0	
457	Valsta	Mullhaltig, styv lera	0—15	55	43	12	10.2	8.3	(5)
460	>	Mullrik, gyttjig mellanlera	0—15	61	49	12	10.4	13.4	(11)
461	>	Gyttjig, styv litorinalera	30—40	50	36	14	9.7	4.2	1.2
462	>	>	55—75	66	45	21	9.6	4.8	1.8
464	>	>	40—50	52	37	15	10.4	5.2	1.7
468	Harsta	Mycket styv glaciallera	70—80	69	48	21	13.1	4.5	
470	Ekeberg	Lerig kärrtorv-mulljord	0—15	61	50	11	10.6	18.4	15.5
471	>	Gyttjig, styv litorinalera	60—70	51	38	13	9.6	4.7	1.3
473	Skävesund	Mullrik, gyttjig mellanlera	0—15	58			9.2	13.6	(11)
474	>	Gyttjig, styv litorinalera	30—40	50	37	13	9.8	4.8	1.5
475	>	Mycket styv ancycluslera	60—70	64	43	21	10.2	4.7	
476	Kolja	Styv litorinalera	60—70	48	35	13	9.2	3.9	
477	Sickelsjö	Lerig gyttje-mulljord	0—15	97			15.1	22.5	(21)
478	>	Lerig dygyttja	25—40	94			13.5	17.2	(15)
479	>	Gyttjig, styv litorinalera	45—55	73	49	24	10.9	5.5	(2)
482	>	Gyttjig kärrdy-mulljord	0—15	154			24.9	48.2	(47)
483	>	Lerig dygyttja	25—35	113			18.4	31.8	(30)
†484	>	Lergyttja (litorinasediment)	45—50	73			11.1	10.0	6.4
485	>	Gyttjig, styv litorinalera	55—65	70	54	16	10.5	8.9	5.2

Slammingsanalys.

N:r	Grovsand (2—0.6 mm)	Mellan- sand (0.6—0.2)	Grovmo (0.2—0.06)	Finmo (0.06—0.02)	Grovmjuna (0.02— 0.006)	Finmjuna (0.006— 0.002)	Slam (< 0.002 mm)
49	—	0.1	0.1	1.6	13.3	16.6	68.3
144	0.2	0.6	2.3	11.4	15.9	11.1	58.5
166	0.1	0.2	1.6	18.0	18.7	10.2	51.2
184	0.1	0.2	3.3	16.2	18.8	11.8	49.6
185	0.1	0.4	4.1	15.0	16.8	9.8	53.8
484	0.1	0.1	6.1	19.9	8.1	4.4	61.3

Litteraturförteckning.

- Aarnio, B.: 1917, Agrogeologiska kartor N:o 1. Trakten söder om Karislojo kyrkoby och Imola egendom. Geologiska Kommissionen i Finland. — Helsingfors.
- Atterberg, Albert: 1912, Studier öfver jordslagen. Sammanfattning. Geol. Fören. Förhandl. Bd 34. H. 7. — Stockholm.
- Flodkvist, Herman: 1921, För rationell reglering av jordfuktigheten erforderlig försöksverksamhet. Nordisk Jordbruksforskning. — Köpenhamn.
- 1922, Täckdikningens betydelse för vårt jordbruk. Kungl. Landbruksakademiens Handlingar och Tidskrift. — Stockholm.
- 1924, Några resultat från Örebro läns hushållningssällskaps jordbrukshydrologiska försöksverksamhet. Landbruksveckans Handlingar 1924. — Stockholm.
- Frosterus, Benj.: 1914, Versuch einer Einteilung der Böden des finnländischen Morängebietes. Geologiska Kommissionen i Finland. Geotekniska Meddelanden. N:o 14. — Helsingfors.
- 1916, Agrogeologiska kartor N:o 2. Trakten kring Pojo-vikens norra del och Gumnäsohnäs militiebofästelse. Geologiska Kommissionen i Finland. — Helsingfors.
- 1920, Lerornas konsistensegenskaper. Geologiska Kommissionen i Finland. Geotekniska Meddelanden N:o 24. — Helsingfors.
- 1921, Nomenklaturen för jordarterna och jordmånerna i de nordiska länderna. Nordisk Jordbruksforskning. — Köpenhamn.
- 1922, Finlands jordarter och jordmånar. Geologiska Kommissionen i Finland. Geotekniska Meddelanden. N:o 34. — Helsingfors.
- Geotekniska kommissionen: 1922, Statens järnvägars geotekniska kommission 1914—1922: Slutbetänkande. — Statens järnvägar. Geotekniska Meddelanden 2. — Stockholm.
- Gumælius, Otto: 1873, Beskrifning till kartbladet Örebro. S. G. U. Ser. Aa, N:o 48. — Stockholm.
- Hesselman, H.: 1909, Berättelse öfver den botaniska afdelningens verksamhet åren 1906—1908 jämte förslag till program. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt 6. — Stockholm.
- Högbom, A. G.: 1920, Geologisk beskrifning öfver Jämtlands län. S. G. U. Ser. C. N:o 140. — Stockholm.
- Johansson, Simon: 1911, Om fuktighetens fördelning och salpeters vandrings i lerjord. Medd. från Ultuna landbruksinstitut N:o 10. — Uppsala.
- 1913, Undersökning öfver vattnets rörelse i sandjord. S. G. U. Ser. C. N:o 243. — Stockholm.

- Johansson, Simon: 1914, Die Festigkeit der Bodenarten bei verschiedenem Wassergehalt etc. S. G. U. Ser. C. N:o 256. — Stockholm.
- 1916, Agrogeologisk undersökning av Ultuna egendom. S. G. U. Ser. C. N:o 271. — Stockholm.
- Keilhack, K.: 1917, Lehrbuch der Grundwasser- und Quellenkunde. — Berlin.
- Krüger, E.: 1921, Kulturtechnischer Wasserbau. — Berlin.
- Ljungqvist, J. E.: 1906, En gotländsk myr. Svenska turistföreningens årsskrift. — Stockholm.
- Malmström, Carl: 1923, Degerö stormyr. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 20. N:o 1. — Stockholm.
- Meinzer, O. E.: 1923, Outline of ground-water hydrology, with definitions. United States Geological Survey. Water-Supply Paper 494. — Washington.
- Odén, Sven: 1923, Torvundersökningar II. Ingeniörs Vet. Ak. Handl. N:o 18. — Stockholm.
- Olsson, John: 1925, Kolvborr, ny borrtyp för upptagning av lerprov. Teknisk tidskrift. H. 9. — Stockholm.
- von Post, Lennart: 1915, Ett egendomligt jordskred i västra Värmland. Geol. Fören. Förhandl. Bd 37. H. 5. — Stockholm.
- Prinz, E.: 1919, Handbuch der Hydrologie. — Berlin.
- Sahlström, K. E.: 1913, Några försök angående jordarternas permeabilitet i naturen. — S. G. U. Ser. C. N:o 245. — Stockholm.
-

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNINGS SENAST UTKOMNA PUBLIKATIONER ÄRO:

Ser. Aa Geologiska kartblad i skalan 1:50 000 med beskrivningar.

	Pris kr.
N:o 154 <i>Strålsnäs</i> av N. H. MAGNUSSON, G. EKSTRÖM och G. LUNDQVIST 1924	2,00
› 155 <i>Åtvidaberg</i> av R. SANDEGREN, N. SUNDIUS och G. LUNDQVIST 1924	2,00
› 156 <i>Ronehamn</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och L. VON POST 1925	4,00
› 161 <i>Gotska Sandön</i> av HENR. MUNTHE 1924	2,00
› 162 <i>Karlsborg</i> av A. H. WESTERGÅRD, H. E. JOHANSSON, och N. WILLÉN 1926	4,00
› 163 <i>Mariestad</i> av A. H. WESTERGÅRD, A. HÖGBOM och N. WILLÉN 1925	4,00

Ser. C.

Årsbok 17 (1923).

N:o 320 LUNDQVIST, G., Limmisk diatoméockra och dess bildningsbetingelser. 1924	0,50
› 321 GEIJER, P., Some Swedish occurrences of bornite and chalcocite. 1924	1,00
› 322 HÖGBOM, A., Guldinmutningarna vid Älvsbyn. 1924	0,50
› 323 LUNDQVIST, G. och THOMASSON, H., Sjön Lekvattnet i Värmland. En limnologisk orientering. Med en tavla. 1924	1,00
› 324 GEIJER, P., Eulytic iron ores in Northern Sweden. 1925	0,50
› 325 ASKLUND, B., Petrological studies in the neighbourhood of Stavsjö, at Kolmården. With one Plate. 1925	2,00
› 326 GEIJER, P., Om några skiktade mangansilikatmalmer i Bergslagen. 1925	0,50
› 327 SUNDBERG, K., LUNDBERG, H. and EKLUND, J., Electrical prospecting in Sweden. With 8 Plates. 1925	5,00
› 328 HÖGBOM, A., Glacialgeologiska iakttagelser från Ångermanälvens källområde. Med 1 tavla. 1925	0,50

Årsbok 18 (1924).

› 329 HÖGBOM, A., De geologiska förhållandena inom Stekenjokk-Remdalens malmtrakt. Med 3 tavlur. English summary. 1925	2,00
› 330 LUNDQVIST, G., Utvecklingshistoriska insjöstudier i Sydsverige. Med 3 tavlur. Zusammenfassung in deutscher Sprache. 1925	2,00
› 331 MUNTHE, H., HEDE, J. E. och VON POST, L., Gotlands geologi. En översikt. Med 9 tavlur. 1925	3,00
› 332 JOHANSSON, S., Hydrogeologisk undersökning av ett lerområde vid Skara. Med 1 tavla. 1926	1,00
› 333 TAMM, O., Experimental studies on chemical processes in the formation of glacial clay. 1925	0,50

Årsbok 19 (1925).

› 334 EKSTRÖM, G. och FLODKVIST, H., Hydrologiska undersökningar av åkerjord inom Örebro län 1926	1,00
---	------

Ser. Ca. Avhandlingar och uppsatser i 4:o.

N:o 12 AHLMANN, H. W:SON, CALDENIUS, C. CZON och SANDEGREN, R., Ragundasjön. En geomorfologisk, geokronologisk, växtgeografisk undersökning. Med 9 tavlur. 1924	6,00
› 17 TEGENGREN, F. R., m. fl., Sveriges ädlare malmer och bergverk. Med 32 tavlur och 91 figurer i texten. 1924	15,00
› 18 WESTERGÅRD, A. H., Sveriges olenidskiffer. I. Utbredning och lagerföljd. II. Fauna. 1. Trilobita. Med 16 tavlur. Summary of the contents. 1922	8,00

Ser. D. Torvmarkskartor med beskrivningar.

N:o 32 Kartbladet Göteborg	}			N:o 42 Kartbladet Vänersborg	}		
› 33 › Borås		3,00		› 43 › Skara			3,00
› 34 › Ulricehamn		3,00		› 44 › Hjo			3,00
› 41 › Uddevalla				› 45 › Linköping			3,00
› 51 › Fjällbacka		3,00		› 52 › Uppered			3,00
› 61 › Strömstad				› 53 › Mariestad			3,00
				› 54 › Karlsborg			3,00

OBS.! Samtliga arbeten distribueras genom Generalstabens Lito-
grafiska Anstalt, *Stockholm* 8.