

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Afhandlingar och uppsatser.

N:o 243.

ÅRSBOK 5 (1911): N:o 5.

UNDERSÖKNING ÖFVER  
VATNETS RÖRELSE I SANDJORD

AF

SIMON JOHANSSON

MED EN KARTA

Pris 1 kr.

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Afhandlingar och uppsatser.

N:o 243.

ÅRSBOK 5 (1911): N:o 5.

UNDERSÖKNING ÖFVER  
VATTNETS RÖRELSE I SANDJORD

AF

SIMON JOHANSSON

MED EN KARTA

STOCKHOLM

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

1913

[130219]

Som bekant äro sandjordarter vanligen torra jordarter. Fuktigheten är här den växtfaktor, som brukar förekomma i minimum, åtminstone i vårt klimat, där nederbörden under vegetationstiden vanligen ej räcker till att tillgodose växternas behof af vatten. Dessa äro därför hänvisade till jordens eget förråd däraf. I en sandjord är detta litet, och det inträffar därför lätt, att en lofvande vegetation vid inträffande torra totalt vissnar bort. Sandjordarter anses därför för osäkra jordarter.

Vill man göra en indelning af sandjordarterna, som motsvarar praktikens behof, måste man därför taga deras förhållande till vatten som indelningsgrund. I ett annat klimat med riklig nederbörd, där vegetationen ständigt blir försedd med vatten ofvanifrån, är möjligen sandens mineraliska sammansättning mest utslagsgifvande för skördeproduktionen.

De indelningar af sanden efter kornstorlek, som blifvit gjorda,<sup>1</sup> hafva haft gränserna för de olika sandslagen helt godtyckligt valda. Först ATTERBERG har vid sin indelning tagit hänsyn till de olika storleksgradernas förhållande till vatten, olikhet i genomsläpplighet, kapillaritet o. s. v.

ATTERBERG, hvars indelning är föreslagen till internationell användning, uppdelar sanden på följande sätt:

<i>Grus</i> 20—2 mm	{	<i>Grofgrus</i> . . . . .	20	—6	mm
		<i>Smågrus</i> . . . . .	6	—2	»
<i>Sand</i> 2—0,2 mm	{	<i>Grofsand</i> . . . . .	2	—0,6	»
		<i>Vanlig sand</i> . . . . .	0,6	—0,2	»

<sup>1</sup> Se härom ATTERBERG, Studien auf dem Gebiete der Bodenkunde. Versuchstationen, Bd. LXIX (1908), S. 98.

	<i>Mo</i>	{	<i>Finsand</i> . . . . .	0,2 — 0,06 mm
0,2—0,02 mm			<i>Mjölsand</i> . . . . .	0,06—0,02 »
	<i>Mjuna</i>	{	<i>Grofmjuna</i> . . . . .	0,02—0,06 »
0,02—0,002 mm			<i>Finmjuna</i> . . . . .	0,06—0,002 »

ATTERBERG anser, att det i vanliga fall är tillräckligt att uppdelade efter de större gränserna, sålunda i *grus*, *sand*, *mo* och *mjuna*. Endast vid enklare sammansatta jordarter, som blott bestå af en eller två af de nämnda jordkonstituenterna, kan det vara fördelaktigt för en noggrannare karakteristik att gripa till den finare indelningen.

Gränsen för *sand* och *mo* är så vald, att *sand* representerar en genomsläpplig, föga vattenhållande, alltså torr sand, under det *mo* förmår kvarhålla mera vatten i ytan utan att släppa det mot djupet, sålunda en ur jordbrukssynpunkt god sand. En sandjord med öfvervägande kornstorlek fallande inom gränserna för *sand* är en dålig jord, under det att en sandjord med *mo* till hufvudbeståndsdel är bättre.

Dessa slutsatser grunda sig på de renslammade sandslagets förhållande till vatten. Enstaka försök, utförda af en del forskare med sandblandningar, hafva emellertid visat, att en inblandning af en relativt ringa mängd finare partiklar till de större i mycket väsentlig grad påverkar sandens egenskaper.

I naturen förekomma sandjordarterna vanligen icke renslammade utan innehålla ofta mer eller mindre af finare beståndsdelar. Jag har därför företagit mig att undersöka naturliga sandjordarter dels på laboratoriet, dels på fältet beträffande deras förhållande till vatten, genomsläpplighet och kapillaritet, för att utröna i hvad mån dessa egenskaper bero af sandens mekaniska sammansättning, sådan den erhålles genom slamning enligt ATTERBERGS metod, samt huruvida dessa erhållna siffror kunna gifva ett uttryck för sandjordens produktivitet.

Undersökningen har möjliggjorts tack vare anslag från Sveriges Geologiska Undersökning. Laboratoriet är ut-

fördt på kemiska stationen i Kalmar. Förmånen af dennas föreståndares, d:r ATTERBERG, ledning behöfver väl knappast påpekas.

### Beskrifning af jordmän och klimat.

Det för undersökning valda området utgöres af en torr sandjord, dock tämligen växlande från bättre till sämre. Det är beläget 40 km norr om Kalmar i Ålems socken och tillhörigt Hedersrums gård.

Fältet ligger på östra sidan af Alsteråns dalgång, som här är ganska bred, cirka 1,5 km, och som skiljer det från Högsbyåsens sandaflagringer på den västra sidan. Dalen upptages af mullrik saltvattensgyttja, s. k. ängsjord. Förr var den öfversvämmad höst till vår, numera är den skyddad genom invallning. Öfvergången mellan ängsjorden och sandjorden är mycket skarp och markeras af en terrass, på sina ställen ända till 2 meter hög.

Det speciellt undersökta området ligger dock något afstängdt, skildt från det fria fältet väster och söder ut genom en rad låga moränkullar. Sanden inom detta område underlagras af ishafslera, hvilket icke är fallet med sanden på det fria fältet, där vågorna haft fritt tillträde och kunnat skölja bort den en gång afsatta leran.

Till sin mineralogiska beskaffenhet utgöres sanden af kvarts och fältspat, med kvartsen öfvervägande. Denna härstammar till stor del från förstörda kambriska sandstenslager. Sandens mekaniska sammansättning framgår af den bifogade tab. I.

Denna upptager mekanisk analys af sanden på olika nivåer från punkterna I—VII, utmärkta genom olika resistens gentemot uttorkning. För slamning har jorden preparerats medelst borstning enligt en metod angifven af BEAM och numera upptagen af ATTERBERG. Här vill jag icke ingå på en närmare granskning af tabellen utan endast påpeka det intressanta faktum, att halten af *mjuna* + *ler* är störst i ytan på två undantag när, nämligen för punkt I

Tab. I. Mekanisk analys af sandjord från punkterna I—VII.

Djup i dm	Grus	Grofsand	Vanl. sand	Finsand	Mjölsand	Mjuna + Ler	Humus
	> 2 mm	2—0,6	0,6—0,2	0,2—0,1	0,1—0,02		
I 0—2 . . .	6,5	12,7	53,0	10,5	2,3	11,7	3,6
2—4 . . .	20,5	20,0	31,4	7,8	8,8	11,5	—
4—6 . . .	25,1	19,2	19,1	8,8	14,0	13,8	—
II 0—2 . . .	2,6	11,2	62,2	10,0	1,8	8,3	3,9
2—4 . . .	27,6	25,4	36,9	3,4	1,6	4,9	—
4—6 . . .	17,6	34,4	28,8	2,5	2,8	2,4	—
III 0—2 . . .	7,7	7,3	70,0	6,8	0,7	4,3	3,3
2—4 . . .	8,2	12,0	73,2	3,0	0,7	4,9	—
4—5 . . .	15,9	11,2	60,6	4,8	2,4	3,9	—
IV 0—2 . . .	—	18,8	64,4	7,4	0,7	4,2	4,5
2—4 . . .	13,3	30,4	51,4	2,3	0,3	1,9	—
4—6 . . .	24,3	31,0	32,5	7,9	2,6	1,5	—
V 0—2 . . .	6,0	9,5	64,0	9,7	1,0	6,7	3,2
2—4 . . .	—	7,5	83,3	5,1	1,9	2,2	—
4—6 . . .	1,5	34,3	59,7	2,9	0,9	0,7	—
6—8 . . .	3,7	19,4	65,6	10,1	0,5	1,0	—
VI 0—2 . . .	—	6,4	76,5	7,5	0,7	5,3	3,6
2—4 . . .	—	11,8	84,9	1,7	0,5	1,1	—
4—6 . . .	2,7	34,5	57,4	3,7	0,5	1,2	—
6—8 . . .	3,1	5,5	36,8	49,3	4,7	0,7	—
VII 0—2 . . .	11,2	17,6	53,5	7,5	1,0	5,6	3,8
2—4 . . .	13,7	36,7	37,4	5,3	3,3	3,6	—
4—6 . . .	2,0	6,0	39,8	48,3	3,2	0,7	—

med 11,7 procent i 0—2 dm lagret men med 13,8 i 4—6 dm lagret samt för punkt III med siffrorna 4,3, 4,9 och 3,9 i ordning mot djupet. Hvad punkt I beträffar, är detta lätt förklarligt, emedan jorden här utgjordes af moränsand med primär olikhet i lerhalt på olika nivåer. Lerlagrets höga läge hos punkt III (här på 5 dm) förklarar detta undantag. Alla de öfriga punkterna visa en bestämd högre halt af *mjuna + ler* i ytlagret.

Detta förhållande afviker från öfriga iakttagelser beträffande jordartsprofiler i vårt land, där man funnit en utlakning eller nedsköljning af finare partiklar och förvittringsprodukter

ur ytlagret och en anrikning af detsamma i de djupare lagren. Det uppkommer på så sätt en jordartstyp, benämnd *podsol*, hvilken är karakteristisk för humida klimat.

Hos oss äro jordartsprofiler ännu mycket litet studerade. I Finland däremot har FROSTERUS<sup>1</sup> närmare undersökt podsoleringsprocesserna. Enligt nämnde forskare kan all Finlands jord räknas till podsol med mer eller mindre typisk utbildning, beroende utom på klimatets mer eller mindre humida natur i olika delar af landet äfven på jordmånens beskaffenhet samt på dess läge i förhållande till omgifningen eller, som det kallas, mikroreliefen.

En sandjord t. ex. visar en mera typisk podsol än en lerjord under i öfrigt liknande förhållanden, emedan hos den förra en större procent af den årliga nederbörden rinner igenom de ytliga lagren och förenar sig med grundvattnet än hos den senare. Utlakningen blir därför hos sandjorden mera intensiv än hos lerjorden.

I sin mest typiska utbildning visar en podsolprofil enligt FROSTERUS följande utseende. Öfverst kommer ett humusrikt skikt, därunder ett urblekt grått eller hvitt lager. Dessa båda lager tillsammans benämnas det *eluviala skiktet*, som utmärker sig för anrikning af kvarts, under det de öfriga vanligen ingående mineralen, fältspater och mörka mineral, blifvit förvittrade och förvittringsprodukterna uttvättade. Dessa äro anhopade i underliggande lager, i det s. k. *illuviala skiktet* eller anrikningsskiktet, med gul eller gulbrun färgton. Anrikningen af förvittringsprodukterna kan vara så stark, att dessa helt och hållet fylla mellanrummen mellan de särskilda mineralkornen och en cementliknande bildning uppstår, den s. k. ortstenen. Under det *illuviala skiktet* kommer det *primära jordlagret* med jordens ursprungliga färg.

I Kalmartrakten finner man däremot icke denna om utlakning vittnande podsolprofil. Det eluviala eller utlaknings-skiktet saknas här, och i stället går det illuviala eller anrik-

<sup>1</sup> Jordmånernas uppkomst och egenskaper. Geologiska Kommissionen i Finland. Geotekniska Meddelanden, N:o 10. 1912.

ningsskiktet i dagen och ger sig till känna på åkerjordens i ytan mångenstädes starkt rödbruna färg.

I en af plogen oberörd mark finnes ingen skarp gräns mellan det öfre lagret och det underliggande *primära jordlagret*. I odlad jord är gränsen mellan det öfversta lagret, räknadt till plogdjupet, den s. k. *matjorden*, och det *primära jordlagret* eller *alfven* vanligen skarpt utbildad, emedan inblandad humus ger åt matjordslagret en mörk färgton. Gränsen mellan matjord och alf var synnerligen skarpt markerad på det ifrågavarande sandfältet.

Denna olikhet i jordmånens utbildning, som visar sig i Kalmartrakten, sannolikt äfven på Öland och Gottland, och som betingas af ingen eller åtminstone måttlig uttvättning, måste i sig innebära olikhet äfven i agrikulturellt hänseende. I en jord af podsoltyp är det öfre lagret fattigt på växtnäring, denna återfinnes först på större djup. En dylik jord bör därför visa sig mera tacksam för gödsling likaså för alfluckring, hvarigenom något af det näringsrikare illuviala skiktet inblandas i det öfre lagret och ökar dess näringshalt.

Företages åter en alfluckring på icke podsolerad jord, uppblandas ytlagret med oförvittrad jord, fattig på näringsämnen, och en sänkning af näringshalten i ytan blir följd. Ur andra synpunkter, då det gäller att göra en för växtrotterna ogenomtränglig alf lucker eller att förbättra jordens vattenförhållanden, kan en djupbearbetning försvaras.

Med detta exempel har jag endast velat framhålla, att de olika jordartstyperna fordra sitt speciella brukningssätt. Att närmare ingå härpå ligger dock utanför ramen för denna undersökning.

Som redan framhållits, betingas jordmånens natur först och främst af det rådande klimatet. På grund af den ringa uttvättningen af förvittringsprodukter, som här är fallet, har man att vänta ett torrt klimat. Det är också händelsen. Östra Småland med Öland och Gottland höra till vårt lands regnfattigaste trakter med en årlig nederbördsmängd af cirka

375 mm, ännu något mindre för Gottland. Huru nederbörden är fördelad på årets månader utvisar nedanstående väderlekstabell. Siffrorna äro medeltal för åren 1860—1910. Tabellen upptager äfven den relativa fuktigheten åren 1873—1886 samt medeltemperaturen 1859—1900. Siffrorna gälla för Kalmar.

Tab. II. Månadsmedia för väderleken i Kalmar.

	Jan.	Febr.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.
Nederbörd	22,0	19,4	23,5	25,8	30,0	36,8	45,3	47,9	39,7	38,8	35,9	28,3
Rel. fukt. .	85	85	80	76	69	69	72	74	78	81	84	86
Temp. . . .	-1,14	-1,19	+0,08	+4,24	+9,04	+14,29	+16,89	+16,09	+12,70	+7,81	+3,37	-0,08

Särskildt besvärande för jordbruket är den ringa nederbörden under sommaren, speciellt försommaren. Af tabellen framgår, att medelnederbörden för månaderna maj—augusti ej uppgår till mera än 160 mm.

Enligt beräkning af RISSLER<sup>1</sup> afdunstar en normalskörd af:

Hvete . . . . .	247 mm
Råg . . . . .	221 »
Hafre . . . . .	418 »

Då under vegetationstiden ej mera än i medeltal 160 mm nederbörd inträffar, uppstår särskildt för hafre en stor brist, som måste täckas ur jordens förråd af fuktighet. Höstsäden har det gynnsammare ställdt, dels erfordrar den mindre, dels upptar den en del fuktighet redan under hösten. Med dessa siffror för ögonen inses hvilken betydande roll, jordens fuktighetshalt spelar för vegetationen, större ju torrare klimatet är.

#### Jordens vattenkapacitet.

Med en jords vattenkapacitet förstås dess förmåga att kvarhålla vatten. Vore detta en gifven storhet, som låte sig

<sup>1</sup> Se R. HEINRICH, Grundlagen zur Beurteilung der Ackerkrume, S. 106. Wismar 1882.

bestämmas, hade man häri ett medel att få reda på huru stora kvantiteter vatten, hvarje jordart kunde hålla så att säga i reserv för vegetationen. Emellertid är vattenkapaciteten villkorlig, hvilket framgår af följande resonemang öfver fuktighetsfördelningen i en jordpelare.

Antag, att vi hafva ett glaströr af tillräcklig längd, 1—2 m, fylldt med jord, samt påhålla vatten och låta det sjunka ned i jorden. Sedan vattnet kommit fram i nedre ändan af röret, låta vi detta stå ännu någon tid skyddadt för afdunstning, tills vatten ej längre droppar ur röret. Den kvarhållna fuktigheten är jordens vattenkapacitet. Men om vi bestämma vattenhalten i olika nivåer, finna vi denna olika. Den är lägst i jordpelarens öfre ända och tilltager sedan nedåt. För den närmare förklaringen af denna företeelse måste hänvisas till en utredning af de kapillära fenomenen af BRIGGS.<sup>1</sup>

I jordpelarens allra nedersta del äro alla hålrummen fyllda med vatten. Vattenhalten motsvarar här jordens s. k. *största vattenkapacitet*, som sålunda är ett uttryck för jordens porositet. I pelarens öfversta del hafva vi den *minsta vattenkapaciteten*. Detta är dock icke någon konstant storhet, ty hade jordpelaren tagits högre, hade vi erhållit lägre vattenhalt i det öfversta skiktet. Den minsta vattenkapaciteten är beroende af pelarens längd, åtminstone för en sandjord med vida kapillära rum, där vattnet kan röra sig lätt nedåt på grund af tyngden och anrika sig i de undre lagren. I en lerjord åter med trånga kapillära rum, hvilka erbjuda vattnet stort motstånd, är den minsta vattenkapaciteten densamma från ytan och nedåt.

RAMANN<sup>2</sup> urskiljer ännu ett tredje slag af vattenkapacitet, som han kallar *durchschnittliche Wasserführung*, och förstår därmed jordens halt af vatten så långt ned växtrötterna kunna tillgodogöra sig detsamma. Denna lika litet som den

<sup>1</sup> The mechanics of soil moisture. U. S. Dep. of Agriculture. Bull. N:o 10. 1897.

<sup>2</sup> Bodenkunde, 3. Aufl. S. 338. 1911.

minsta vattenkapaciteten är någon för en bestämd jordart konstant storhet.

På fältet växla lagrens mäktighet från punkt till punkt, och därför kommer också vattenkapaciteten att variera hos samma jord alltefter djupet ned till ett ogenomträngligt lager eller till grundvattnet. En grund jord har större vattenkapacitet. KOPECKY<sup>1</sup> och HEINRICH<sup>2</sup> framhålla också nödvändigheten af att bestämma vattenkapaciteten på jorden i naturlig lagring.

En jord med liten vattenkapacitet förmår ej kvarhålla så mycket nederbörd i de ytliga lagren som en jord med högre, den blir därför oftare uttvättad, utlakningen intensivare. Sammalunda om jorden är grund eller om grundvattnet står högt. Jorden har då mindre rymd att uppsamla vatten uti och släpper därför mera igenom. Härei ligger förklaringen till att punkt III i tabell I visar utlakningsfenomen. Lerlagret låg nämligen här så högt som på 5 dm.

Trots vattenkapacitetens stora betydelse såväl för vegetationen som för utbildning af jordprofilen, lämpar den sig dock icke på grund af dess villkorlighet att läggas till grund för en indelning af jordarter. HILGARD<sup>3</sup> säger: »Förutsatt att den mekaniska analysen kunde göras riktigt, kunde man väl komma därhän, att vi genom den mekaniska analysen kunde bestämma en jords kapillära egenskap lika så bra eller bättre än för närvarande genom bestämning af den vattenhållande kraften.» I nästa afdelning vill jag beskrifva ett försök att sätta kapillariteten i samband med den mekaniska sammansättningen hos sandjorden.

<sup>1</sup> Die physikalischen Eigenschaften des Bodens. Prag 1904.

<sup>2</sup> Ueber Prüfung der Bodenarten auf Wasserkapazität und Durchlässigkeit. Forsch. a. d. Geb. d. Agr. physik, Bd. IX, S. 259.

<sup>3</sup> Zur Bestimmung der Wasserkapazität der Bodenarten. Forsch. a. d. Geb. d. Agr. physik, Bd. XV, S. 1.

### Den kapillära stighöjdens beroende af sandens mekaniska sammansättning.

Som bekant är den kapillära stighöjden liksom vattenkapaciteten beroende af sandens kornstorlek, man borde därför kunna af kornstorleken sluta sig till den kapillära stigningen. Detta är dock ännu icke möjligt, om det ens någonsin kommer att lyckas.

Då en sandjords kulturvärde beror just på dess kapillära egenskaper, så synes en indelning med dessa till grund vara rationellare än en indelning efter mekanisk sammansättning. Frågan är blott, om man erhåller jordens på fältet verkliga kapillaritet genom bestämning på laboratoriet.

I litteraturen framhålles ofta det onaturliga att draga slutsatser angående de naturliga förhållandena af en undersökning af jorden på laboratoriet, af en s. k. »laboratoriejord». Invändningen är riktig, i de fall jordens naturliga struktur förstöres genom behandlingen på laboratoriet. Så är t. ex. fallet med en lerjord. Denna visar stor permeabilitet hos de ytliga lagren vid bestämningar på fältet, under det att samma lerjord, torkad och pulveriserad, skulle visa sig fullständigt impermeabel. De sprickor och gångar, som finnas i en naturlig lerjord och förorsaka permeabiliteten, hafva blifvit förstörda.

I sandjord, fri från humus och ler, torde man däremot kunna äfven på laboratoriet komma de naturliga förhållandena ganska nära. Möjligen kan lagringen i fältet vara något tätare, än som är möjligt åstadkomma genom packning.

Af denna orsak har icke ytlagret medtagits vid kapillaritetsbestämningarna på grund af humushalten, som gör att jorden dåligt låter packa sig; dessutom spelar detta lager mindre roll för vegetationens förseende med vatten. Vid torka har det snart förlorat sin fuktighet, och växterna äro hänvisade till de djupare lagren.

Kapillaritetsbestämningarna äro utförda i rör af 22 mm diameter och med nedre ändan något hopdragen samt till-

täppt med en bomullspropp. Vid rörens påfyllande har sanden tillsatts i små portioner, och röret knackats grundligt med knogarna efter hvarje tillsats. Detta sätt har gifvit högre värde på kapillär stighöjd och mera öfverensstämmande än metoden med packning af sanden medelst tillplattad glasstaf, troligen beroende därpå, att vid knackning de mindre sandkornen inlagra sig i mellanrummen mellan de större.

Den kapillära stigningen aflästes efter 5', 35', 5<sup>t</sup>, 24<sup>t</sup> och 48<sup>t</sup>. Efter 48 timmar var den maximala stigningen uppnådd för alla profven utom för ett. För att undvika för mycket siffror meddelas här endast den maximala stigningen.

Jag hade först uppdelat sanden i storlekarna: *grus*, *grofsand*, *vanlig sand*, *mo*, *mjuna + ler*. *Mjuna + ler* voro sammanslagna, emedan kvantiteterna af dessa storleksgrader voro så obetydliga i sanden, att man ingenting vinner på en uppdelning.

Det visade sig emellertid, att denna uppdelning icke var tillräcklig för att förklara till och med mycket stora differenser i kapillär stighöjd. Här ett par exempel. Jag hade två prof, betecknade med A och B, hvilka hade följande mekaniska sammansättning och kapillära stighöjd.

	Grus	Grofsand	Vanl. sand	Mo	Mjuna + Ler	Kap. stigh. i cm
A . . . . .	0,6	4,0	59,7	34,7	0,7	36,5
B . . . . .	—	3,4	57,2	38,4	0,9	18,0

Man kan af siffrorna omöjligen förmoda, att A har högre kapillär stighöjd än B snarare tvärtom, emedan B har något högre halt af *mo*. Jag företog därför en ytterligare uppdelning af kornstorleken *mo* i två fraktioner: *finsand* 0,2—0,1 och *mjölsand* 0,1—0,02 mm. Tabellen fick då följande utseende.

	Grus	Grofsand	Vanl. sand	Finsand	Mjölsand	Mjuna + Ler	Kap. stigh.
A . . . . .	0,6	4,0	59,7	30,6	4,1	0,7	36,5
B . . . . .	—	3,4	57,2	36,3	2,1	0,9	18,0

Den högre kapillära stighöjden för A kan nu förklaras, denna måste bero på den högre halten *mjölsand*. Icke så att den större stighöjden direkt förorsakas af de 2 procenten *mjölsand*, hvarmed A öfverstiger B, man får i stället fatta det så, att den högre halten af *mjölsand* utvisar en förskjutning af kornstorleken hos närmast högre grupp nämligen *finsanden* åt den lägre gränsen, under det man för B kan förmoda, att *finsanden* här i storlek närmar sig *vanlig sand*. Det var nu nödvändigt att omsortera sandprofven efter nämnda indelning.

Enligt ATTERBERG visa de olika kornsortimenten följande tal för kapillär stigning:

<i>Grus</i>	5 — 2	mm . . . . .	2,5	cm kapillär stigning.
<i>Grofsand</i>	2 — 1	» . . . . .	6,5	» » »
»	1 — 0,5	» . . . . .	13,1	» » »
<i>Vanlig sand</i>	0,5 — 0,2	» . . . . .	24,6	» » »
<i>Finsand</i>	0,2 — 0,1	» . . . . .	42,8	» » »
<i>Mjölsand</i>	0,1 — 0,05	» . . . . .	105,5	» » »
»	0,05 — 0,02	» . . . . .	200,0	» » »

Om vi i stället göra en indelning efter kapillär stighöjd, så kunna vi med vissa afrundningar beteckna en sandjord med:

Kapillära stighöjden	< 5	cm . . . . .	såsom	<i>Grus</i> .
»	»	5 — 15	» . . . . .	» <i>Grofsand</i> .
»	»	15 — 25	» . . . . .	» <i>Vanlig sand</i> .
»	»	25 — 50	» . . . . .	» <i>Finsand</i> .
»	»	50 — 200	» . . . . .	» <i>Mjölsand</i> .

De undersökta sandprofven hafva ordnats efter den kapillära stighöjden i grupper enligt ofvanstående schema. Af

följande tabeller framgår stighöjdens beroende af mekanisk sammansättning.

Tab. III. Finsand. Kapillär stighöjd 25—45 cm.

Profvets n:o	Grus	Grof-sand	Vanl-sand	Fin-sand	Mjöl-sand	Mjuna + Ler	Fin-sand : Mjöl-sand	Kap. stigh.
VII <sup>5</sup> (6—8) . . . . .	5,1	6,8	21,2	58,5	6,3	2,3	9	45,0
VI <sup>1</sup> (6—8) . . . . .	0,6	4,0	59,7	30,6	4,1	0,7	7	36,5
VI (6—8) . . . . .	3,1	5,5	36,8	49,5	4,7	0,7	10	35,6
V <sup>1</sup> (8—9,5) . . . . .	—	9,9	65,4	21,9	1,9	0,6	11	29,0
VII <sup>4</sup> (4—6) . . . . .	2,7	10,7	54,2	29,4	2,1	1,1	14	27,5

Enligt denna indelning kommer att till *finsand* räknas äfven de sandprof, hvilkas hufvudbeståndsdel är *vanlig sand*, och som vid en klassificering efter den mekaniska sammansättningen komme att räknas dit.

Af vikt för den kapillära stighöjden är *finsandens* kornstorlek, huruvida hufvudmassan ligger vid öfre gränsen 0,2 eller vid nedre gränsen 0,1. I de prof, där procenten *mjöl-sand* är något mera betydande, kan man förmoda en förskjutning åt den nedre gränsen för närmast högre grupp. Tillnärmelsevis kan denna förskjutning få ett taluttryck i förhållandet *finsand : mjölsand*. En särskild kolumn upptager siffrorna härför. Som synes af tabell III, aftager den kapillära stighöjden vid *mjölsandens* minskning i förhållande till *finsanden*.

Inom nästa grupp (tab. IV) spelar *finsanden* en underordnad roll; kapillära stighöjden bestämmes här förnämligast af den *vanliga sanden*. På samma sätt som förut har jag sökt uttryck för den *vanliga sandens* storlek genom att här uträkna förhållandet *vanlig sand : finsand*.

Tre utaf profven i denna tabell äga en mycket hög halt af *finsand*, nämligen VII (4—6), VI<sup>1</sup> (4—6) och VII<sup>5</sup> (4—6), och det tyckes därför, som de borde kommit inom föregående grupp. Räknar man emellertid ut förhållandet *finsand :*

Tab. IV. Vanlig sand. Kapillär stighöjd 15—25 cm.

Profvets n:o	Grus	Grof-sand	Vanl. sand	Fin-sand	Mjöl-sand	Mjuna + Ler	Vanl. sand : Fin-sand	Kap. stigh.
V <sup>2</sup> (8—9) . . . . .	5,1	18,7	64,7	8,5	1,5	1,6	7	23,0
VII (4—6) . . . . .	2,0	6,1	39,8	48,4	3,2	0,7	0,8	21,0
V <sup>2</sup> (6—8) . . . . .	—	14,2	85,7	8,2	0,9	0,7	10	21,0
VI <sup>1</sup> (4—6) . . . . .	2,0	9,3	57,4	29,9	1,3	0,6	2	20,5
V <sup>1</sup> (6—8) . . . . .	—	23,6	63,5	10,9	1,1	0,8	6	20,5
VII <sup>3</sup> (3,5—5,5) . . . . .	16,2	29,2	44,8	6,4	1,6	1,7	7	20,2
VII <sup>5</sup> (2—4) . . . . .	4,4	15,3	62,9	11,9	2,1	3,2	5	19,5
VII (2—4) . . . . .	13,7	36,7	37,4	8,6	1,5	1,7	4	19,0
V (2—4) . . . . .	—	7,5	83,5	5,1	1,9	2,2	16	18,1
VII <sup>5</sup> (4—6) . . . . .	—	3,4	57,2	36,3	2,1	0,9	2	18,0
III (4—5) . . . . .	15,9	11,2	60,5	4,8	2,5	3,9	12	18,0
V (6—8) . . . . .	3,7	19,4	65,5	10,1	0,5	0,8	6	18,0
II (2—4) . . . . .	27,6	25,4	36,9	3,4	1,8	4,9	12	18,0
VII <sup>2</sup> (2—4) . . . . .	12,5	17,6	58,4	6,6	1,2	4,8	9	17,4
VII <sup>3</sup> (2—3,5) . . . . .	8,1	18,1	62,4	6,6	1,6	2,8	9	17,3
V <sup>2</sup> (2—4) . . . . .	—	21,7	72,5	3,4	1,2	1,1	21	17,0
VI <sup>2</sup> (4—6) . . . . .	2,5	14,9	75,8	5,5	0,3	1,0	14	16,0

*mjölsand*, befinnes detta vara för de respektive profven 15, 23 och 17, alltså siffror som äro högre än de högsta i föregående tabell, och som utvisa att *finsanden* hufvudsakligen måste vara belägen nära gränsen för *vanlig sand*.

Två andra prof V (2—4) och III (4—5) komma, trots de höga siffrorna för förhållandet *vanlig sand* : *finsand* respektive 16 och 12, tämligen högt i serien. Här hafva de relativt höga lerhalterna inverkat direkt höjande på den kapillära stigningen.

Äfven grofsandsprofven hafva *vanlig sand* i maximum på ett undantag när. Skillnaden från föregående grupp är endast, att den *vanliga sanden* i kornstorlek närmar sig *grofsanden*, hvilket tager sig uttryck i de höga siffrorna för förhållandet *vanlig sand* : *finsand*.

I profven II (4—6) och IV (4—6) tyder detta förhållande på en finkornig *vanlig sand*, emellertid ingå *grus* och *grof-*

Tab. V. Grofsand. Kapillär stighöjd 5—15 cm.

Profvets n:o	Grus	Grofsand	Vanlsand	Fin-sand	Mjöl-sand	Mjuna + Ler	Vanlsand : Fin-sand	Kap. stigh.
V <sup>1</sup> (4—6) . . . . .	—	37,6	60,5	1,2	0,3	0,6	50	15,0
II (4—6) . . . . .	27,6	34,5	28,8	2,5	2,8	2,5	11	15,0
IV (4—6) . . . . .	24,3	31,1	32,5	10,6	0,7	0,8	3	13,5
V <sup>2</sup> (4—6) . . . . .	—	26,4	70,4	1,9	0,5	0,4	36	12,5
III (2—4) . . . . .	8,2	12,0	73,5	3,0	0,7	4,9	24	12,0
V (4—6) . . . . .	1,5	34,4	59,7	3,0	0,9	0,6	19	12,0
VI (4—6) . . . . .	2,7	34,6	57,4	3,7	0,5	1,0	16	10,5
VI <sup>2</sup> (2—4) . . . . .	—	4,7	87,7	4,9	1,5	1,3	19	8,5
VI <sup>1</sup> (2—4) . . . . .	—	12,6	81,4	3,9	0,9	0,8	21	7,7
IV (2—4) . . . . .	13,3	30,5	51,4	2,0	0,6	2,9	25	7,0
VI (2—4) . . . . .	—	11,8	84,9	1,7	0,5	0,9	50	5,5

sand i så betydande kvantiteter, att dessa verka deprimerande på stigningen.

Med en ännu mera i detalj gående uppdelning af sanden hade det antagligen varit möjligt att åstadkomma ett tydligare samband mellan mekanisk sammansättning och kapillär stighöjd. Klart är, att äfven sandens mineralogiska sammansättning skall verka förryckande på lagbundenheten. Det bör icke vara betydelselöst, om sanden hufvudsakligen utgöres af fältspat- eller glimmerkorn, hvilka medge en tätare anlagring, än om den utgöres af kvarts. Likaså bör kornens mer eller mindre afrundade form inverka.

Med denna sammanställning har jag velat framhålla, att en indelning af sandjord efter kapillär stighöjd kan ersätta en indelning efter mekanisk sammansättning, samt att det är nödvändigt att uppdelna kornstorleken *mo* i två fraktioner, om sambandet skall framgå mellan stighöjd och mekanisk sammansättning.

### Sandens genomsläpplighet.

Jag har äfven undersökt genomsläppligheten hos sanden. Tager man af litteraturen reda på hvad som menas med

genomsläpplighet, finner man denna högst olika bestämd och definierad.

WOLFF använder för genomsläpplighetsbestämningar ett fyrkantigt prisma af zinkbleck  $3 \times 3$  cm och 25 cm högt. Jord inpackas till 16 cm, räknadt underifrån. Vid bestämningen får jorden först uppsuga vatten, tills den blir mättad, och sedan hålles vatten på till 8 cm öfver jordytan, och tiden bestämmes för vattnets nedsjunkande. Den aflästa tiden blir här mått på genomsläppligheten.

Andra forskare använda som mått den vattenmängd, som på en viss tid genomrinner en jordpelare af vissa dimensioner. WOLLNY och KOPECKY bestämma genomfluten vattenmängd efter 24 timmar, andra åter efter 1 timme, FLÜGGE efter 1 minut. Likaså variabel är jordpelaren. FLÜGGE instampar jorden i ett lerrör af 1 m längd och 160—170 kvcm genomskärning samt håller vattenytan konstant 1 cm öfver jordytan. KOPECKY arbetar alltid med jord i naturlig lagring. Medelst en särskild apparat utskär han en jordpelare af 10 cm höjd och 200 kvcm genomskärning, som han erhåller i ett rör, slår så vatten på till ett gifvet märke samt bestämmer den vattenmängd, som nedrinner på 24 timmar. Vattenmängden reduceras sedan till en genomskärningsarea af 10 kvcm. Det så erhållna talet kallar han relativ genomsläpplighet. Man har ännu icke enats om något bestämdt tillvägagående.

Vid Sveriges Geologiska Undersökning har genomsläpplighet bestämts på jordarter i naturlig lagring och på så sätt, att 1 kvm på fältet blifvit afgränsad medelst en järnring, som slagits ned ett stycke i jorden, och sedan har vatten påhållts, tills hela området inuti ringen blifvit täckt af vatten och vattenytan kommit till ett visst märke. Därpå hafva ytterligare 10 l vatten påhållts (10 l motsvarar en höjning af vattennivåen med 1 cm) och tiden för vattenytans sjunkande ned till märket iakttagits, därpå vidare 10 l o. s. v.

På de närmare undersökta punkterna af sandfältet hafva genomsläpplighetsbestämningar företagits efter denna metod.

Jag skall dock först redogöra för några laboratorieförsök, utförda i afsikt att närmare studera de faktorer, som inverka på vattnets nedträngande i sand.

Sanden påfylldes i ett rör af 22 mm diameter till 20 cm höjd på förut för kapillaritetsbestämningar angifvet sätt. Rörets nedre ända var hopdragen och en kork inpassad med utskurna vattenfåror för att medge vattnets borttrinning. Öfre ändan af röret bar en skala omfattande 10 cm och som räckte ned till sandens yta. Vatten påhålldes till 10 cm-strecket, och tiden antecknades för hvarje centimeter, vattenytan sjönk. Då vattenytan nedsjunkit till 1 cm öfver sanden, påslogs åter vatten till 10 cm och samma afläsningar gjordes ånyo.

Här nedan upptagas några permeabilitetsbestämningar. Siffrorna utmärka tiden, som åtgick för vattenytans sjunkande 1 cm. Siffrorna i första raden afse 1:sta påhållningen, i andra raden 2:dra påhållningen samt i den 3:je det ur siffrorna beräknade motståndet mot vattenströmningen.

Tab. VI. Permeabilitetsbestämningar.

*Sandprof V (0—2).*

1:sta påhållningen	8'	15"	15"	21"	29"	44"	1'3"	1'13"	1'12"
2:dra »	1'0"	1'0"	1'7"	1'13"	1'12"	1'18"	1'23"	1'23"	1'23"
Motstånd . . .	87	84	90	94	90	93	95	91	87
	<i>Medeltal = 90.</i>								

*Sandprof VI (0—2).*

1:sta påhållningen . . .	5"	10"	10"	15"	20"	20"	25"	30"	35"
2:dra » . . .	29"	30"	31"	34"	37"	36"	40"	41"	42"
Motstånd . . . . .	42	42	42	44	46	43	46	45	44
	<i>Medeltal = 43.</i>								

*Sandprof VI (2—4). Kap. stigh. = 5,5.*

1:sta påhållningen . . .	5"	7"	10"	8"	12"	13"	15"	15"	15"
2:dra » . . .	13"	12"	13"	15"	17"	15"	13"	20"	15"
Motstånd . . . . .	19	17	17	19	21	18	15	22	15
	<i>Medeltal = 18.</i>								

*Sandprof VI (4—6). Kap. stigh. = 10,5.*

1:sta påhällningen . . .	10"	12"	12"	13"	24"	25"	29"	29"	33"
2:dra » . . .	26"	29"	25"	32"	32"	33"	37"	35"	39"
Motstånd . . . . .	37	40	33	41	40	39	42	38	41
<i>Medeltal = 39.</i>									

*Sandprof VII (0—2).*

1:sta påhällningen . . .	9"	10'	16"	22"	28"	33"	50"	59"	1'4"
2:dra » . . .	51"	52"	1'2"	1'2"	1'4"	1'4"	1'10"	1'15"	1'12"
Motstånd . . . . .	73	73	83	80	80	76	80	82	75
<i>Medeltal = 78.</i>									

*Sandprof VII (2—4). Kap. stigh. = 19,0.*

1:a påhällningen	10"	24"	29"	36"	46"	1'0"	1'15"	1'23"	1'25"
2:dra » . . .	1'0"	1'10"	1'12"	1'20"	1'26"	1'22"	1'35"	1'35"	1'37"
Motstånd . . . . .	87	98	97	104	107	98	109	104	102
<i>Medeltal = 100.</i>									

*Sandprof VII (4—6). Kap. stigh. = 21,0.*

1:a påhällningen	18"	31"	36"	50"	1'0"	1'10"	2'8"	2'14"	2'26"
2:dra » . . .	1'40"	1'50"	1'55"	2'5"	2'6"	2'9"	2'20"	2'20"	2'36"
Motstånd . . . . .	145	152	155	162	157	154	161	154	193
<i>Medeltal = 159.</i>									

Jag vill här närmare diskutera dessa siffror. POISEUILLE har gifvit en formel för vattnets genomströmmande af ett kapillärrör. Formeln gäller äfven för vatten, som strömmar genom en sandpelare. Enligt POISEUILLE är den på tidsenheten genomflutna vattenmängden  $w$  proportionell mot vattentrycket och omvänt proportionell mot sandpelarens höjd. Vattentrycket bestämmes icke blott af vattenpelaren öfver sandens yta, utan därtill måste också läggas vattenpelaren i sanden, alltså

$$w = \alpha \frac{h + l}{l}, \text{ där } \alpha \text{ är en konstant, } h \text{ vattnets höjd öfver}$$

sandytan och  $l$  sandpelarens längd.

Formeln kan äfven skrivas  $w = \frac{h + l}{m \cdot l}$ , där  $m$  då betyder motståndet per cm hos sandpelaren. I  $m$  ingår äfven viskositetskoefficienten för vatten vid försökstemperaturen.

Formeln gäller endast då hela sandpelaren blifvit genomfuktad med vatten, alltså för det tillstånd, som representeras af »2:dra påhällningen» i tabellen samt af de sista siffrorna i raden för »1:sta påhällningen», sedan vattnet hunnit sjunka till sandpelarens botten.

Ur siffrorna för 2:dra påhällningen har jag med användning af formeln beräknat motståndet per cm af sandpelaren. Sekunden är tagen till tidsenhet, som brukligt vid fysikaliska bestämningar. Siffrorna stämma ganska bra inbördes. De små variationer, som förekomma, falla inom observationsfelen.

För de finare sandslagen gäller dock ej POISEUILLES formel fullständigt. WOLLNY,<sup>1</sup> som närmare undersökt permeabilitetens förhållande till vattenpelarens höjd, har funnit, att i fin sand motståndet tilltog vid ökad tryck. Han använde en vattenpelare af ända till 1 m höjd. MITSCHERLICH<sup>2</sup> förklarar den af WOLLNY funna afvikelsen från lagen bero på ojämnhet i sandens inpackning. Granskar man emellertid WOLLNYS siffror, finner man en viss lagbundenhet i afvikelserna, som icke skulle finnas, om MITSCHERLICHS förklaring vore riktig.

Med den sand, som här användts, samt med en vattenpelare ej öfver 10 cm hög har lagen emellertid visat sig fullt giltig.

Det tillstånd, då sandpelaren är helt genomfuktad med vatten, motsvarar förhållandena under grundvattenytan, då alla sandens hålrum äro fyllda med vatten, och man kan därför anse de erhållna talen för motståndet som ett mått på den svårighet, hvarmed grundvattnet rinner fram i sanden.

<sup>1</sup> Untersuchungen über die Permeabilität des Bodens für Wasser. Forsch. a. d. Geb. d. Agr. physik, Bd. XIV, S. 1.

<sup>2</sup> MITSCHERLICH, Bodenkunde, S. 197.

Erbjuder sanden mindre motstånd mot grundvattnets rörelse, kan man taga längre afstånd mellan dikena. Genomsläpplighetsbestämningar böra därför utföras, innan plan till jordens dränering fastställs.

Vid försöket uppträdde alltid en del luftblåsor i sanden, hvilka naturligen måste försvåra passagen. Försök gjordes med att inpacka sanden i röret mättad med vatten, det lyckades dock ej fullständigt att blifva kvitt luftblåsorna. Bestämningarna på så inpackad sand gäfvos något högre värde för motståndet, dock ej mycket afvikande.

Företeelserna vid nederbördens nedsjunkande i jorden finna sin motsvarighet vid vattnets nedträngande i sandpelaren, då nämligen denna ännu icke blifvit genomdränkt med vatten, sålunda i början af försöket. Här blir ej lagen fullt så enkel. Ännu en kraft kommer till, nämligen den kapillära kraften, som adderar sig till den nedåtverkande kraften, som var vattenpelarens hydrostatiska tryck.

Bäst åskådliggöras förhållandena, om man framställer i kurvor förloppet vid någon bestämning. Jag väljer som exempel VII (4—6) *vanlig sand*, kapillär stighöjd = 21,0 och VI (4—6) *grofsand*, kapillär stighöjd = 10,5.

Tiden, som åtgår för vattenytan att sjunka 1 cm, afsättes vertikalt, (1 mm på papperet = 3 sek.) och vattenytans motsvarande höjd öfver sandens nivå afsättes horisontellt.

Det visar sig, att kurvorna (fig. 1 och fig. 2) blifva räta linjer. Kurvan för första påhållningen, som här närmast intresserar, sönderfaller i två delar, med afbrott just vid det läge af vattenytan, då vattnet hunnit ned till sandpelarens botten. Det blir nu en plötslig stegring i den tid, som åtgår för vattnets vidare nedsjunkande, sedan fortsätter kurvan i en rak linje. Under kurvans första del tillkommer den kapillära kraften, som adderar sig till vattenpelarens tryck, och båda tillsammans åstadkomma ett hastigt nedsjunkande. *Sanden suger till sig vattnet.* Utaf kurvorna går det lätt att beräkna, med hvilken kraft sanden suger.

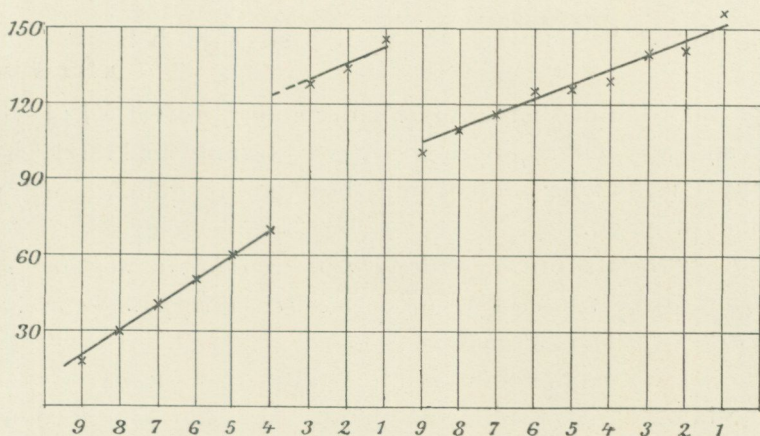


Fig. 1.

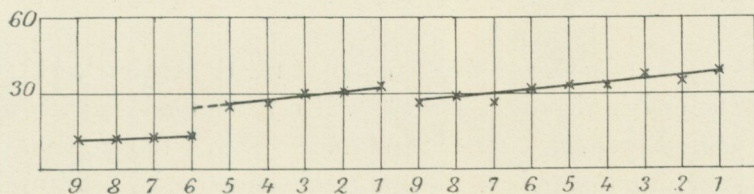


Fig. 2.

Vi göra följande antagande: Antag, att icke den kapillära kraften medverkade vid det tillfälle, då vattenytan står vid 4 cm — se kurvorna för prof VII (4—6) —. Vi erhålla då den tid, som åtgår, genom att förlänga kurvans andra del, d. v. s. kurvan, då icke kapillär kraft medverkar, bakåt till den vertikala linjen, som motsvarar 4 cm-nivån. Genom att uppmäta afståndet till abscissan erhålles tiden. Det visar sig vara 123 sek. Vattenpelarens höjd vid samma tillfälle är 4 + 20 cm. Då den kapillära kraften medverkar, åtgår endast 69 sek. Man kan då beräkna, huru hög vattenpelare i detta fall erfordras för att drifva fram samma kvantitet vatten men på 69 sek.

$$\text{Trycket } P = \frac{24 \cdot 123}{69} = 42,8 \text{ cm.}$$

Sålunda har den kapillära kraften medverkat med en 42,8 — 24 = 18,8 cm hög vattenpelare.

Vid direkt bestämning af kapillär stighöjd befanns denna vara 21,0 cm.

Gör man samma beräkning för det andra profvet VI (4—6), visar sig, att den kapillära kraften motsvarar en 11,2 cm hög vattenpelare, under det direkt bestämning gaf 10,5 cm på kapillär stighöjd.

*Vid vattnets nedträngande i sanden adderar sig den kapillära kraften till vattenpelaren med ett belopp, som är lika med den kapillära stighöjden.*

Den beskrifna metoden skulle man därför kunna använda för bestämning af kapillär stighöjd. Den har den fördelen, att man icke behöfver vänta så länge på resultatet. En närmare pröfning fordras dock, innan den kan rekommenderas.

Efter denna redogörelse öfver de krafter, som inverka på vattnets nedsjunkande i jorden, vill jag här meddela siffrorna för några permeabilitetsbestämningar, som utförts på fältet efter förut omnämnd metod på punkterna I—VII. Siffrorna beteckna tiden, som åtgick för nedsjunkandet af 10 l vatten eller för vattenytans sjunkande 1 cm. Försöken utfördes, sedan skörden (råg) bärgats.

*Punkt I (Lerhaltig moränsand).*

2'50" 3'40" 7'30" 11'30".

Försöket afbröts på grund af det långsamma nedrinnandet. Det visade sig också vid den ovanligt höga nederbörden under augusti, att grundvattnet ej här hann afrinna utan stod ända upp i jordytan.

*Punkt II.*

1'0" 1'15" 1'25" 1'35" 1'50" 2'15" 2'30" 2'35" 2'40" 3'30" 3'10"  
3'30" 3'40" 3'35" 3'35".

*Punkt III.*

1'0" 1'0" 1'0" 1'10" 1'20" 1'20" 1'25" 1'35" 1'40" 1'40" 1'40"  
1'40" 1'45" 1'50" 2'0" 2'5" 2'10" 2'10".

*Punkt IV.*

1'30" 1'50" 2'0" 2'0" 2'0" 2'5" 2'10" 2'10" 2'10" 2'10" 2'10"  
2'10" 2'15" 2'15" 2'5" 2'15" 2'15" 2'25" 2'15" 2'20".

*Punkt V.*

0'30" 1'0" 0'50" 1'5" 1'10" 1'15" 1'20" 1'30" 1'25" 1'25" 1'25"  
1'25" 1'20" 1'25" 1'30" 1'35" 1'30" 1'35" 1'30" 1'30".

*Punkt VI.*

1'15" 1'25" 1'45" 2'0" 2'0" 2'0" 2'0" 2'0" 2'5" 2'15" 2'10" 2'15"  
2'20" 2'20" 2'25" 2'25" 2'25" 2'25" 2'20".

*Punkt VII.*

0'60" 1'20" 1'25" 1'45" 1'50" 2'5" 2'15" 2'25" 2'30" 2'45" 2'45"  
2'35" 2'40" 2'45" 2'50" 3'15" 3'10" 3'10" 3'15" 3'15".

Ju mera vatten, som påhållts, desto saktare går nedrinningen. Den jordpelare, som vattnet skall genomrinna, ökas ju ideligen och därmed motståndet, och detta i högre grad än vattenpelarens längd. Påträffas ett mindre permeabelt lager, så blir det detta, som bestämmer genomsläppligheten, och siffrorna i serien visa då språngvis en ökning.

Jag skall ej närmare diskutera siffrorna. Förhållandena äro ju ungefär enahanda som vid laboratorieförsöken i deras första afdelning, då den kapillära kraften medverkade.

Alla punkterna visa en fullt tillräcklig genomsläpplighet för att hinna upptaga allt regnvatten i jorden. Ingenting afrinner som ytvatten.

För att utröna, huruvida jordens tillfälliga fuktighetshalt inverkade på resultatet, gjordes ett nytt försök, där ringen förut legat. Jorden var nu torrare, men ingen eller högst obetydlig skillnad i resultat erhöles. Till jämförelse meddelas siffrorna. De gälla för

*Punkt VII.*

0'40" 1'0" 1'25" 1'35" 1'45" 1'55" 2'10" 2'10" 2'10" 2'10" 2'45"  
2'45" 2'45" 2'45" 2'50" 3'0" 3'10" 3'10" 3'15" 3'15" 3'30" 3'30".

Det har visat sig vid förut anställda permeabilitetsbestämningar, att en lerjord mången gång kan öfverträffa en sandjord i permeabilitet. Jag har företagit en bestämning på styf lerjord med följande resultat:

*Lerjord.*

1'5" 1'40" 1'45" 1'50" 2'10" 2'10" 2'10" 2'20" 2'35" 3'25" 2'45"  
3'5" 3'5" 3'10" 3'10" 3'10" 3'15" 3'15" 3'20",

En mossjord åter gaf siffrorna:

4'0" 7'30" 8'20" 9'30" 9'30" 10'30".

**Fuktighetsbestämningar på fältet.**

I början af denna afhandling nämndes, att jordprofilens utbildning i denna trakt tyder på en mycket svag uttvättning af de ytliga lagren. Under sistlidna sommar 1912 har jag sökt följa jordfuktighetens rörelse och därmed uttvättningen, i den mån detta låter sig göra genom fuktighetsbestämningar på olika djup tid efter annan. Bestämningarna äro gjorda på de förut omtalade 7 punkterna. Endast undantagsvis hafva prof tagits från större djup än 6 dm.

Växtrötterna nådde icke längre ned än till 3 à 4 dm, dock utgjorde punkterna I och III äfven härifrån undantag liksom, då det var fråga om fördelningen af *mjuna* + *ler* i de olika lagren. På punkt I träffades rågrötter ned till 6 dm och på punkt III till 5. Lerlagret låg här på 5 dm.

Det tycktes egendomligt, att ej rågrötterna trängde längre ned i sanden, ehuru rottrådarna borde haft godt rum att komma fram i sandens porer. Jag har förut iakttagit rågrötter i styf lerjord på ett djup af ända till 8 dm. Att de ej gingo längre ned i sanden, torde stå i samband med undergrundens näringsfattigdom. Det näringsrika lagret ligger ju i denna trakt i ytan. Det är klart, att vegetationen härigenom blir ännu mera utsatt för uttorkning, än om

rötterna ginge längre ned och därmed kunde utnyttja fuktigheten hos en större jordrymd.

Profven äro tagna med jordborr. Härvid har användts en borrtyp, som visat sig betydligt öfverlägsen alla andra, jag försökt, särskildt då det gällt svårborrad mark, kälad eller stenig. Förut använda borrtyper hade alla nedtill en spets, som måste tryckas ned i marken, innan borrets arbetande delar kommo i beröring med jorden. Denna spets är icke blott obehöflig utan till och med hinderlig. Man kan lätt föreställa sig, hvilken svårighet det skall erbjuda att trycka ned borrspetsen i frusen jord, och skulle spetsen händelsevis stöta på en liten sten, är det ej annat att göra än försöka med ett nytt hål. Jag lät därför göra ett borr utan spets, och tog då till modell den i verkstäder vanligen använda typen för borring i metaller. Borrets diameter gjordes så stor, att cirka 400 g jord erhöles vid nedborring till 2 dm. Jag kan, som sagdt, rekommendera detsamma.

Det var sätillvida otur med väderleken, att denna var högst abnorm under eftersommaren och hösten. Så mycken nederbörd under denna tid har icke blifvit antecknad för trakten, så lång tid de meteorologiska observationerna omfatta. Våren och försommaren voro som vanligt torra. »Midsommartorkan» kom dock något senare än vanligt, först under juli månad, men tids nog att hinna klämma till vegetationen på sina ställen.

Efter torkan visade fältet ett brokigt utseende. På de torraste fläckarna hade rågen blifvit helt hvit, under det den på den bättre jordmänen ännu lyste med frisk grön färg. Vegetationen afspeglade underliggande jordmån med så pregnant tydlighet, att man aldrig på någon jordartskarta skulle kunna uppnå något dylikt.

Här nedan meddelas några siffror,<sup>1</sup> som belysa de meteorologiska förhållandena under tiden för undersökningen. Härvid äro endast medtagna temperaturen kl. 2 e. m. och

---

<sup>1</sup> Siffrorna äro hämtade från meteorologiska stationen i Kalmar.

Tabell VII. Temperatur och relativ fuktighet kl. 2 e. m. mars—oktober 1912.

Period	Mars		April		Maj		Juni		Juli		Augusti		September		Oktober	
	Temp.	Rel. fukt.	Temp.	Rel. fukt.	Temp.	Rel. fukt.	Temp.	Rel. fukt.	Temp.	Rel. fukt.	Temp.	Rel. fukt.	Temp.	Rel. fukt.	Temp.	Rel. fukt.
1—10 . . . .	+ 3,50	88	+ 4,11	70	+ 10,24	49	+ 15,45	74	+ 20,20	61	+ 19,17	77	+ 13,91	73	+ 9,36	59
10—20 . . . .	+ 1,60	75	+ 6,36	58	+ 14,26	48	+ 14,14	73	+ 23,70	55	+ 17,21	75	+ 13,32	63	+ 8,94	72
20—30 (31) . .	+ 4,87	72	+ 9,45	56	+ 12,18	75	+ 20,09	53	+ 22,66	56	+ 15,26	81	+ 11,04	67	+ 6,84	84

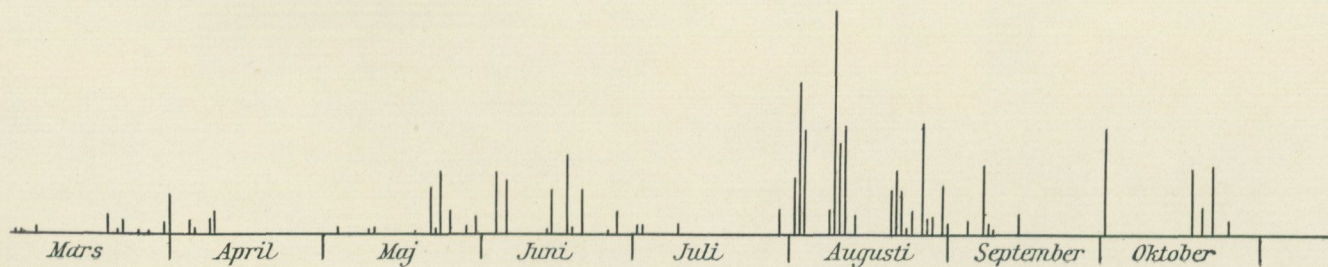


Fig. 3. Nederbördsdiagram mars—oktober 1912.

den relativa fuktigheten vid samma tid, och dessa äro sammanslagna i 10-dagars perioder.

Nederbördens mängd och fördelning åskådliggöras bäst af ett diagram, hvarest staplarna beteckna nederbörden i mm. Nederbördssiffrorna äro erhållna af observationer på platsen. Detta var nödvändigt, då ju sommarregn vanligen äro af mycket lokal natur.

Resultaten af fuktighetsbestämningarna meddelas här.

Tabeller öfver fuktigheten i procent af torkad jord.

Djup	10/3	25/3	6/4	21/4	28/4	12/5	26/5	10/6	18/6	25/6	7/7	22/7	4/8	20/8	26/8	23/9	29/9	13/10	
<i>Punkt I. Lera på 6 dm. Rötternas djup 60 cm.</i>																			
0—2 . .	24,1	18,6	17,4	11,2	10,4	6,2	12,8	11,3	13,5	11,4	—	2,1	12,6	—	—	20,4	20,4	16,1	
2—4 . .	16,3	16,9	14,1	14,4	10,5	8,6	12,6	12,2	12,8	10,4	—	2,9	12,6	—	—	Gr.v.	16,2	15,5	
4—6 . .	15,0	15,2	14,3	14,2	14,2	7,7	7,6	16,7	9,3	14,2	—	8,2	12,5	—	—	>	Gr.v.	15,8	
	Gr.v.	Gr.v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Gr.v.	
S:a 0—6	55,4	50,7	45,8	39,8	35,1	22,5	33,0	40,2	35,6	36,0	—	13,2	37,7	—	—	—	—	47,4	
<i>Punkt II. Lera på 7 dm. Rötternas djup 42 cm.</i>																			
0—2 . .	16,1	14,0	12,8	10,1	10,2	7,3	10,2	10,0	12,2	8,7	3,6	0,7	11,1	—	—	12,3	13,2	11,2	
2—4 . .	10,7	8,0	8,8	6,2	11,4	4,3	5,7	6,4	5,3	4,2	2,0	1,1	8,3	—	—	11,0	6,6	9,3	
4—6 . .	14,5	9,8	8,8	7,2	7,9	6,8	6,1	4,5	4,3	5,7	2,7	1,6	6,5	—	—	8,8	10,1	8,3	
	Gr.v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Gr.v.	Gr.v.	—	
S:a 0—6	41,3	31,8	30,4	23,5	29,5	18,4	22,0	20,9	21,8	18,6	8,3	3,4	25,9	—	—	32,1	29,9	29,8	
<i>Punkt III. Lera på 5 dm. Rötternas djup 50 cm.</i>																			
0—2 . .	14,9	11,9	13,3	12,3	10,6	4,5	7,8	7,5	13,1	10,2	4,1	0,9	11,7	—	12,8	11,2	10,8	8,4	
2—4 . .	11,1	8,9	11,2	12,5	12,0	5,5	4,3	3,2	4,6	4,4	2,4	0,6	6,2	—	14,9	8,1	8,6	9,8	
4—5 . .	14,1	10,7	12,3	11,5	11,2	8,2	8,1	—	4,2	5,9	—	1,5	7,7	—	Gr.v.	14,5	12,3	10,8	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Gr.v.	Gr.v.	Gr.v.	
S:a 0—5	33,0	26,5	30,7	30,5	27,9	14,1	16,1	—	19,8	17,5	—	2,2	21,7	—	—	26,5	25,6	23,6	
<i>Punkt IV. Morän på 9 dm. Rötternas djup 40 cm.</i>																			
0—2 . .	13,8	11,9	11,2	9,0	6,2	2,5	7,7	4,5	11,9	4,4	2,0	0,7	9,7	—	17,3	10,8	9,1	10,0	
2—4 . .	6,3	7,6	9,8	4,2	4,0	2,6	3,2	2,3	3,9	2,1	1,2	0,2	3,5	—	5,1	4,1	2,8	3,9	
4—6 . .	10,0	8,7	10,2	5,4	9,4	5,7	7,3	—	2,1	8,4	3,5	2,0	4,8	—	11,9	12,3	6,8	11,8	
	Gr.v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Gr.v.	—	—	—	
	9 dm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
S:a 0—6	30,1	28,2	31,2	18,6	19,6	10,8	18,2	—	22,9	14,9	6,7	2,9	18,0	—	34,3	27,1	18,7	25,7	

Djup	10/3	25/3	6/4	21/4	28/4	12/5	26/5	10/6	18/6	25/6	7/7	22/7	4/8	20/8	26/8	23/9	29/9	13/10	
<i>Punkt V. Lera på 8 dm. Rötternas djup 38 cm.</i>																			
0—2 . .	10,8	8,9	8,7	6,9	5,7	4,3	9,1	6,2	10,0	7,0	2,3	0,5	10,9	9,7	14,8	9,3	12,2	7,1	
2—4 . .	5,9	4,6	7,2	6,3	4,0	3,4	3,1	4,4	3,3	4,9	0,8	0,5	7,1	9,6	9,1	5,7	6,0	6,2	
4—6 . .	5,2	4,2	5,1	2,7	2,9	2,0	1,9	1,9	1,3	1,9	1,4	0,7	4,4	4,9	7,4	2,7	4,4	3,7	
6—8 . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9,3	7,5	6,8	6,4	—	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Gr.v.	—	Gr.v.	Gr.v.	Gr.v.	
S:a 0—6	21,9	19,2	21,0	15,9	12,6	9,7	14,1	12,5	14,6	13,8	4,5	1,7	22,4	24,2	31,3	17,7	22,6	17,0	
<i>Punkt VI. Lera på 8 dm. Rötternas djup 40 cm.</i>																			
0—2 . .	12,3	13,1	10,3	8,0	8,0	5,1	8,4	4,8	9,6	7,1	1,3	0,9	9,8	14,6	13,7	12,1	9,5	11,2	
2—4 . .	10,8	13,5	11,1	5,2	6,0	3,3	3,6	2,8	2,9	1,7	0,5	0,3	2,8	10,5	17,1	7,2	9,9	7,6	
4—6 . .	Gr.v.	14,5	11,6	7,5	10,6	10,9	9,0	5,5	4,4	5,6	5,8	2,2	6,9	23,0	19,5	15,2	10,4	11,0	
	—	Gr.v.	Gr.v.	Gr.v.	Gr.v.	Gr.v.	—	—	—	—	—	—	—	Gr.v.	Gr.v.	Gr.v.	Gr.v.	Gr.v.	
S:a 0—6	—	41,1	33,0	20,7	24,6	19,3	21,0	13,1	16,9	14,4	7,6	3,4	19,5	47,1	50,3	34,5	29,8	29,8	
<i>Punkt VII. Lera på 9 dm. Rötternas djup 37 cm.</i>																			
0—2 . .	11,9	10,3	10,1	5,9	7,2	5,0	8,8	7,9	12,0	7,7	3,3	2,0	8,0	8,8	11,3	12,0	8,8	8,8	
2—4 . .	14,1	11,0	7,7	6,8	9,3	5,3	8,8	6,9	7,3	3,7	3,2	4,9	6,5	8,7	9,3	15,9	7,7	8,0	
4—6 . .	Gr.v.	20,3	18,1	19,2	20,1	14,2	16,3	11,3	12,5	14,2	8,9	11,2	14,1	15,9	21,0	19,4	19,0	18,0	
	—	Gr.v.	—	—	—	—	—	9 dm	—	—	—	—	—	Gr.v.	7 dm	Gr.v.	Gr.v.	—	—
S:a 0—6	—	41,6	35,9	31,9	36,6	24,5	33,9	26,1	31,8	25,6	15,4	18,1	28,6	33,4	41,6	47,3	35,5	34,8	

Angående vegetationen, som utgjordes af råg, antecknades: den 21 april var rågen 1 dm hög, den 12 maj hade den vuxit till 2,5 dm. Rötterna hade vid samma tid trängt ned till ett djup af 27 cm. Den 26 juni undersöktes rötternas djup på de olika punkterna. Resultatet finnes antecknad i tabellerna.

I sista raden för hvarje punkt är summan af fuktigheten ned till 6 dm djup upptagen, hvilket representerar den mängd vatten, vegetationen vid en viss tid hade till sitt förfogande. Detta är sålunda RAMANNS *durchschnittliche Wasserführung*. På en del punkter har nog sandlagret under 6 dm fått släppa till en del fuktighet under den torraste tiden i juli månad, därpå pekar den sänkning i fuktighetshalt, lagret på 4—6 dm varit utsatt för under denna tid, hvilket särskildt framgår af siffrorna för den 22 juli.

Man får dock ej i fråga om sandjord skriva en minskning af fuktighet i jorden enbart på afdunstningen eller transpirationen. Här spelar en ändring i grundvattenytans läge en stor roll.

På senare tid har dock den åsikten gjort sig gällande, att grundvattenytans läge är af underordnad betydelse för de öfverliggande lagrens fuktighetshalt.<sup>1</sup> Detta är riktigt hvad beträffar en lerjord eller en jord, som erbjuder stort motstånd mot vattnets rörelse, men icke för en sandjord. Af försök med sandpelare, som fuktats med vatten, har ju äfven framgått, att fuktighetshalten varierar med pelarens höjd eller afståndet till grundvattnet. Samma sak kan man äfven skönja af siffrorna i tabellerna.

Innan vi granska siffrorna, vill jag dock framhålla, att dessa kunna variera åtskilligt på grund af ojämnheter i sanden vid proftagningen. Att lägga siffrorna till grund för mera ingående beräkningar öfver vattenhushållningen är därför ej möjligt, man får nöja sig med de grofva dragen. Vid jämförelse af de olika punkterna kan man dock se hvilka variationer, som äro tillfälliga.

Siffrorna från de fyra första proftagningarna  $10/3$ — $21/4$  uppvisa en minskning af fuktighetshalten i jorden. Denna minskning beror icke så mycket på afdunstningen eller transpirationen, som fastmer därpå att grundvattenytan sjunkit. Rågen var ännu för späd för att hafva transpirerat någon större mängd vatten, och dessutom har som nederbörd tillkommit under tiden tillsammans 28,7 mm. Vid första proftagningen nådde grundvattnet till 6 dm, på två punkter VI och VII till 4 dm. Punkt IV hade grundvattnet på 9 dm djup. Sedan sjunker grundvattnet genom afrinning (jordpelaren blir längre), och därmed minskas också fuktighetshalten. Punkt III visar ett undantag, men detta förklaras däraf, att jordpelaren här hålles konstant af ett lerlager på 5 dm djup.

<sup>1</sup> RAMANN, Bodenkunde, S. 342.

Man kan spåra grundvattnets inflytande på vattenkapaciteten äfven vid ett annat tillfälle, och detta är efter den svåra torkperioden i juli månad. Prof togs den 4 augusti. Det hade då kommit sedan förra proftagningen den 22 juli tillsammans 69 mm regn. Detta regn hade varit tillräckligt att höja fuktighetshalten till och med i 4—6 dm-lagret, såsom tydligt framgår af siffrorna, om man jämför fuktighetsprocenten den 22 juli med den för 4 augusti. De genomflutna lagren kunna dock, sedan den följande rikliga nederbörden höjt grundvattenytans läge, upptaga ännu mera vatten, hvilket framgår af de efterföljande bestämningarna.

Mot ett visst läge af grundvattnet svarar en viss fuktighetshalt i öfverliggande lager. Inträffar mera nederbörd, så behåller ej sandjorden denna i ytan, utan vattnet tränger mer eller mindre hastigt mot djupet, sträfvande att återställa jordens ekvilibrium. Härvid äro tvenne krafter i verksamhet. Först den kapillära kraften, som vill åt hvarje jordlager gifva en mot dess finleksgrad svarande vattenhalt, och så tyngdkraften, hvilken åstadkommer en anrikning af fuktigheten mot djupet. Vid ökad nederbörd går vatten, som förut varit kapillärt bundet i jorden, ned i grundvattnet och åstadkommer en höjning af dettas nivå, i och med detsamma ökas de öfverliggande lagrens vattenkapacitet, och dessa kunna upptaga mera vatten, innan det nya jämviktsläget är uppnådt.

I en lerjord äro förhållandena i viss mån afvikande. Förut har jag på samma sätt följt fuktighetens fördelning i en styf lerjord.<sup>1</sup> Härvid visade det sig, att jorden vid nederbörd mättade sig med fuktighet i ytan och nedåt undan för undan till en viss konstant fuktighetshalt. Tillträde till de undre torrare lagren hade regnvattnet genom de små kanaler, af hvilka jorden var genomdragen. I en lerjord är motståndet mot vattnets rörelse i de kapillära rummen så stort, att

---

<sup>1</sup> SIMON JOHANSSON, Fuktighetens fördelning och salpeters vandrings i lerjord. Meddelande från Ultuna landtbruksinst. 1911, N:o 10.

tyngdkraften ej här spelar någon roll. Vi finna därför icke här någon stegring i fuktighetshalt mot djupet.

Afdunstningen försiggår företrädesvis från jordens yta (NESSLER). I den mån det öfversta jordlagret blir uttorkadt, förlägges afdunstningszonen längre ned enligt ESER.<sup>1</sup> På afdunstningen inverka enligt den sistnämnda följande faktorer: I. De meteorologiska elementen, II. Den fysikaliska och kemiska beskaffenheten hos jorden, III. Jordens läge (lutning och väderstreck). Inom afdelning II urskiljer han följande faktorer: 1. Vattenhalt, 2. Ytbeskaffenhet, 3. Afdunstningszonens djup, 4. Jordens struktur, 5. Jordskiktets höjd, 6. Jordsammansättningen, 7. Jordbetäckningen, 8. Halten af lösliga salter.

Dessa olikartade faktorer kan man generalisera. Afdunstning inträder, då vattenångans tryck i omgifvande luft är mindre än vattenångans tryck från det i jorden befintliga vattnet, och afdunstninghastigheten är just proportionell mot differensen.

Om vattenångans tryck i luften erhåller man upplysning af de meteorologiska observationerna. Vattenångans tryck från det i jorden befintliga vattnet är beroende af en hel mängd faktorer, såsom vattnets temperatur, vattenytans kurvatur, vattnets salthalt o. s. v. På afdunstningen från en fri vattenyta med samma temperatur som luften har man ett mått i luftens relativa fuktighet.

Hvad som väsentligast inverkar på afdunstningen från jorden är den hastighet, hvarmed vatten underifrån kan ledas uppåt till ytan för att där ersätta det vatten, som afdunstat. Går vattenrörelsen uppåt ej tillräckligt hastigt, sjunker afdunstningsytan ett stycke ned i jorden, och därmed hämmas afdunstningen högst betydligt. Luften i jordens porer blir nämligen mättad med vattenånga, och denna diffunderar blott långsamt ut i fria luften.

<sup>1</sup> Untersuchungen über den Einfluss der physikalischen und chemischen Eigenschaften des Bodens auf dessen Verdunstungsvermögen. Forsch. a. d. Geb. d. Agr. physik, Bd. VII, S. 1.

Denna vattnets rörelsehastighet är beroende af den kapillära kraften och motståndet. Vid aftagande fuktighet börjar motståndet blifva alltför stort, för att någon vattenrörelse skall kunna äga rum. För vegetationens tillgång på fuktighet är det därför viktigt, att vattenströmningen mot de lager, hvarur rötterna upptaga vatten, går tillräckligt hastigt för att täcka förlusten, i annat fall kommer vattnets rörelse dit att så småningom alldeles upphöra.

Den kapillära kraften måste för vattnets rörelse vara af stor betydelse. Härvid menar jag icke den vattenrörelse, som försiggår så att säga under den kapillära nivån och äger rum, då vatten får stiga upp i en torr sandpelare, utan vattenrörelsen i fuktig sand öfver den kapillära nivån. Denna är dock, ehuru mycket viktig, ännu föga studerad.

Att den kapillära kraften inverkar på vattenledningen öfver högsta kapillära stighöjden, kan man spåra af siffrorna i föregående tabeller öfver fuktigheten. Om man nämligen jämför siffrorna för juli månad den 7 och 22, alltså under den svåra torkperioden, finner man jorden starkt uttorkad på alla punkterna utom på punkt VII. Uttorkningen hade gått så långt, att ej mera än cirka 0,5 procent fuktighet återstod. Vid den sistnämnda punkten finnes ännu fuktighet kvar till och med i ytan. Sanden här hade också den högsta kapillära stighöjden, och på grund häraf har vatten kunnat dragas upp nedifrån tillräckligt hastigt och delvis täckt förlusten. En indelning af sanden efter den kapillära stighöjden tyckes därför hafva skäl för sig.

*Huru förhåller sig sandjorden med afseende på utlakning eller anrikning af förvittringsprodukter vid olika tider?* Det har redan framhållits i afdelningen om jordmånen, att jordens mekaniska sammansättning i ytan tyder på ingen eller blott måttlig utlakning. Fuktighetsbestämningarna hafva också utvisat, att ingen utlakning har förekommit under observationstiden förrän i augusti månad, men denna månad var ju abnormt regnig. Under vanliga förhållanden torde det dröja till långt fram på hösten, innan jordens förlust af

fuktighet under sommaren blifvit ersatt af höstens nederbörd, då utlakning kan förekomma.

Under en del af sommaren utvisa dock siffrorna, att ett jämviktsläge har inträdt mellan nederbörd och afdunstning. Denna period sträcker sig från den 26 maj till den 25 juni, under hvilken tid jordens fuktighetshalt håller sig något så när konstant.

Det är såtillvida af intresse att taga reda på klimatet under denna period, som det kan sägas utgöra ett gränsklimat mellan det humida och det arida. Hade klimatet varit något torrare, hade jorden aftagit i fuktighet och tvärtom.

Af tabellen öfver temperatur och relativ fuktighet samt af nederbördsdiagrammet kan man göra sig en ungefärlig föreställning om klimatet under denna tid.

Den ifrågavarande månaden hade i medeltal en temperatur af 14 grader samt relativ fuktighet 75 (detta vid kl. 2 e. m.). Nederbörden uppgick till 75 mm, någorlunda jämnt fördelad. Att en så pass fuktig månad inträffar i denna trakt under vegetationstiden, hör till sällsyntheterna. Naturligtvis erfordras det mindre fuktigt klimat, för att detta skall få humid typ, under den tid vegetationen ej uppstår vatten.

Under vintern förekommer icke någon utlakning, då försiggår vattenströmningen nedifrån och uppåt till de lager, som hålla på att frysa till. Jag skall i annat sammanhang redogöra för observationerna häröfver.

### **Kapillära stighöjdens förhållande till sandens produktivitet.**

Om den kapillära stighöjden är ett uttryck för vattnets rörelsehastighet, så bör skörderesultatet stå i beroende af densamma.

Nästföljande tabell utvisar i hvad mån detta äger rum. På de förut omnämnda punkterna har skörden vägts på en yta af 25 kvm. I tabellen finnes skörderesultatet angifvet i kg för halm och kärna tillsammans.

Tab. VIII. Kapillär stighöjd och skörd för punkterna I—VII.

Jordlager	I	II	III	IV	V	VI	VII
2—4 . . . . .	22,5	18,0	12,0	7,0	18,1	5,5	19,0
4—6 . . . . .	23,2	15,7	18,0	13,5	12,0	10,5	21,0
Skörd	17,3	14,0	15,6	11,5	15,0	17,3	20,8

Bästa skörderesultat uppvisar punkt VII. Den kommer också, om icke högst i kapillär stighöjd, så dock närmast. Punkt I har högsta stighöjden. Emellertid lämpar sig icke denna punkt så bra för jämförelse med de öfriga, emedan den hade en från de andra afvikande jordartstyp: något lerhaltig moränsand. Minsta kapillär stighöjd uppvisar punkt VI, ehuru den kommer näst efter VII i skörd. Denna punkt tyckes utgöra ett undantag, dock endast skenbart. Anledningen till att vegetationen här fått tillräckligt med vatten framgår, om man återigen betraktar tabellen öfver fuktighetsbestämningarna. Man ser, att grundvattnet här stod ovanligt högt till långt fram på sommaren. Den 26 maj stod grundvattnet på 6 dm. Det är tydligt, att här går ett källdrag fram, hvilket omkastar förhållandena. Punkt IV var en torkfläck. Sanden utgjordes också här af grofsand med ringa kapillär stighöjd hos båda lagren.

För att ytterligare pröfva räckvidden af denna öfverensstämmelse mellan kapillär stighöjd och sandens produktionsförmåga skola här meddelas några andra profiler från samma fält. Skörden har dock icke vägts, utan vegetationen har endast blifvit taxerad efter en femgradig skala. Bästa vegetation har fått beteckningen 5 och den sämsta 1.

Tabellen visar, att där jordens kapillära stighöjd i alla lagren är hög, där är också vegetationen bäst. Skulle ett om än tunt sandlager med låg stighöjd förekomma, verkar detta hämmande på vattentransporten. De punkter, hvarest jorden utgöres af grofsand, kapillär stighöjd 5—15, hafva sämre vegetation. Det kan dock inträffa, att faktorer till-

Tab. IX. Kapillär stighöjd och vegetation.

Jordlager	VII <sup>5</sup>	VII <sup>2</sup>	III <sup>2</sup>	IV <sup>4</sup>	III <sup>3</sup>	VI <sup>1</sup>	V <sup>2</sup>	IV <sup>1</sup>	III <sup>1</sup>	VII <sup>4</sup>	IV <sup>2</sup>
2-4 . . . . .	19,5	17,4	3,5	8,0	9,0	7,7	7,0	7,5	12,0	6,4	6,3
4-6 . . . . .	18,0	20,0	15,0	Lera 4,5 dm	14,5	20,5	12,5	18,5	11,5	27,5	(4-5) 15,5
6-8 . . . . .	—	—	Lera 6 dm	—	Lera 7 dm	—	21,0	Lera 7 dm	Lera 6,5 dm	Lera 7 dm	Lera 5 dm
	Lera 9 dm	Lera 10 dm	—	—	—	Lera 10 dm	Lera 10 dm	—	—	—	—
Vegetation	5	5	5	4	4	3	2	2	2	1	1

komma, som gifva åt punkten ett högre kulturvärde än hvad man skulle vänta sig af den kapillära stighöjden, såsom lerlagrets höjd, källdrag och andra.

Genom en bestämning af sandlagrens kapillära stighöjd samt med hänsyntagande till deras mäktighet kan man utan att taga för mycket miste bedöma sandjordens resistens mot uttorkning och därmed dess produktivitet.

Upptagna profiler.

Punkt.	2—4 dm.	4—6 dm.	6—8 dm.	Lerans djup under ytan.
VII . . . . .	Vanlig sand	Vanlig sand	Finsand	10
VII <sup>1</sup> . . . . .	»	»	»	8
VII <sup>2</sup> . . . . .	»	»	»	8
VII <sup>3</sup> . . . . .	»	»	»	8
VII <sup>4</sup> . . . . .	Grofsand	Finsand	»	7
VII <sup>5</sup> . . . . .	Vanlig sand	Vanlig sand	»	10
VII <sup>6</sup> . . . . .	Grofsand	Lera	Lera	4
VII <sup>7</sup> . . . . .	»	»	»	2.5
VI . . . . .	»	Grofsand	Finsand	8
VI <sup>1</sup> . . . . .	»	Vanlig sand	»	8
VI <sup>2</sup> . . . . .	»	Grofsand	Vanlig sand	9
V . . . . .	Vanlig sand	»	»	8
V <sup>1</sup> . . . . .	»	»	»	9.5
V <sup>2</sup> . . . . .	Grofsand	Vanlig sand	»	9
V <sup>3</sup> . . . . .	»	Lera	Lera	5
V <sup>4</sup> . . . . .	Vanlig sand	Finsand	»	4.5
V <sup>5</sup> . . . . .	»	»	»	5
IV . . . . .	Grofsand	Grofsand	»	6
IV <sup>1</sup> . . . . .	»	Vanlig sand	Vanlig sand	7
IV <sup>2</sup> . . . . .	»	Grofsand	Lera	5
IV <sup>3</sup> . . . . .	»	»	»	5
IV <sup>4</sup> . . . . .	»	Lera	»	4.5
IV <sup>5</sup> . . . . .	»	»	»	4
IV <sup>6</sup> . . . . .	Vanlig sand	Finsand	»	6
IV <sup>7</sup> . . . . .	Grofsand	Vanlig sand	»	5
IV <sup>8</sup> . . . . .	»	Grofsand	»	5.5
IV <sup>9</sup> . . . . .	Vanlig sand	Lera	»	3
IV <sup>10</sup> . . . . .	»	»	»	3
IV <sup>11</sup> . . . . .	»	»	»	3
III . . . . .	»	Vanlig sand	»	5
III <sup>1</sup> . . . . .	Grofsand	Grofsand	»	5
III <sup>2</sup> . . . . .	»	»	»	6
III <sup>3</sup> . . . . .	»	»	»	6
III <sup>4</sup> . . . . .	Moränsand	Moränsand	Moränsand	—
II . . . . .	Vanlig sand	Grofsand	Lera	7
I . . . . .	Moränsand	Moränsand	Moränsand	—

