



**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

INVERKAN AV TUNG KÖRNING PÅ MARK VID TVÅ TIDPUNKTER UNDER VÅRPERIODEN

En markfysikalisk studie av en lerjord i Revingehedsområdet

INFLUENCE OF HEAVY TRAFFIC ON SOIL DURING SPRING

A physical study of a clay soil in the area of Revingehed

Ingmar Messing

**Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik**

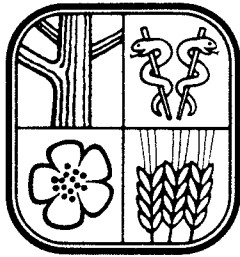
**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Soil Sciences
Division of Agricultural Hydrotechnics**

**Rapport 144
Report**

Uppsala 1985

ISSN 0348-1816

ISBN 91-576-2276-0



**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

INVERKAN AV TUNG KÖRNING PÅ MARK VID TVÅ TIDPUNKTER UNDER VÅRPERIODEN

En markfysikalisk studie av en lerjord i Revingehedsområdet

INFLUENCE OF HEAVY TRAFFIC ON SOIL DURING SPRING

A physical study of a clay soil in the area of Revingehed

Ingmar Messing

**Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik
Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Soil Sciences
Division of Agricultural Hydrotechnics**

**Rapport 144
Report**

Uppsala 1985

ISSN 0348-1816

ISBN 91-576-2276-0

I N N E H Å L L S F Ö R T E C K N I N G

	sid
ABSTRACT	2
INLEDNING	3
Beskrivning av provplatsen	4
MATERIAL OCH METODER	4
Uttagning av jordprover från opackad och packad markprofil	6
Uttagning av jordprover från mark utsatt för tung körning i april resp. maj	6
RESULTAT OCH DISKUSSION	7
Jämförelse mellan opackad och packad markprofil	7
Textur och struktur	7
Volymrelationer	9
Torr skrymdensitet och korndensitet	12
Genomsläpplighet för vatten	13
Jämförelse mellan mark utsatt för tung körning i april resp. maj	14
SLUTLEDNING	17
SUMMARY	18
REFERENSER	19
Bilaga	20

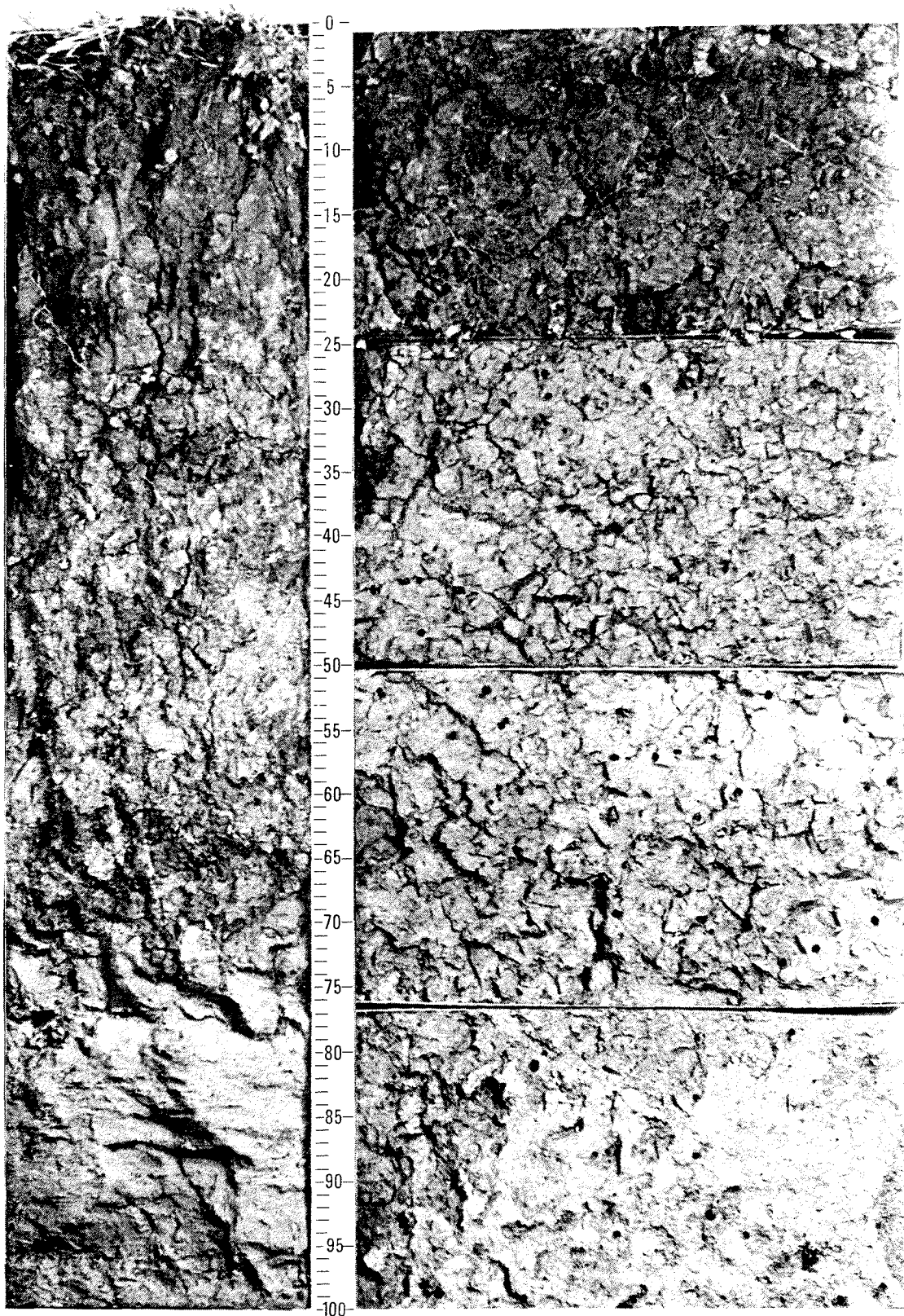


Fig. 1a. Revingehed 1983. Opackad markprofil. Vertikalsnitt till vänster. Horisontalsnitt från 5, 25, 50 samt 70 cm djup.

Uncompacted soil profile. Vertical crosssection to the right. Horizontal crosssections from 5, 25, 50 and 70 cm depth.

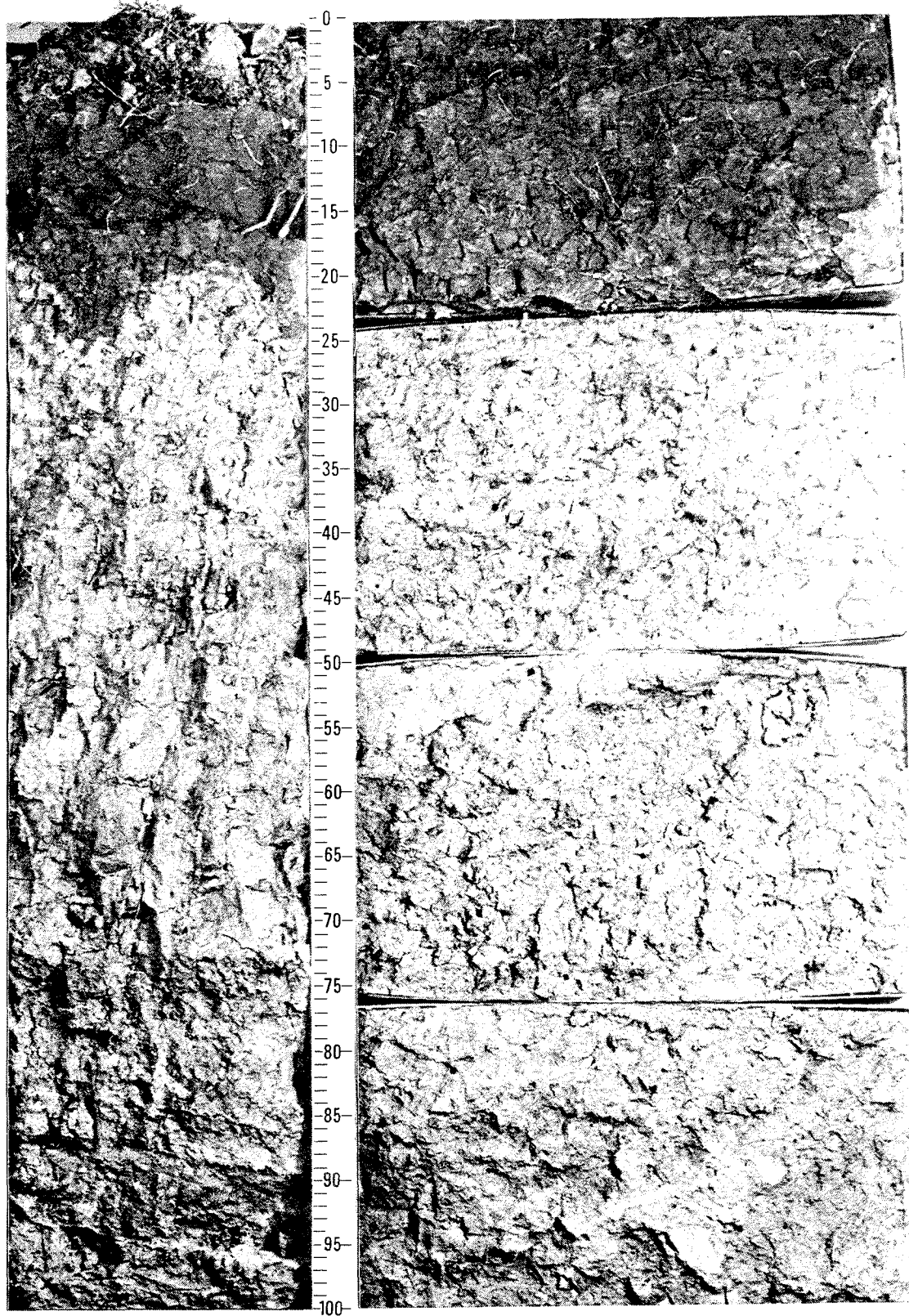


Fig. 1b. Revingehed 1983. Packad markprofil. Vertikalsnitt till vänster.
Horizontalsnitt från 5, 25, 50 samt 70 cm djup.

*Compacted soil profile. Vertical crosssection to the right.
Horizontal crosssections from 5, 25, 50 and 70 cm depth.*

ABSTRACT

The influence of heavy traffic on a clay loam in southern Sweden at two different points of time, mid April and mid May, was investigated. Texture, structure, frequency of worm holes, bulk density, pore volume, available water for plants and water permeability were determined for successive layers in soil profiles. Comparison was made between uncompacted and compacted soil. Differences were registered in the uppermost 50 cm. Compaction of the coarse pore system, >0.6 mm, leads to a marked reduction of water permeability which may give rise to water logging during wet periods. No significant differences were registered when comparing mid April damage with mid May damage.

INLEDNING

På det militär övningsområdet Revingefälten i Skåne har sedan början av 1960-talet pansarövningar pågått under valda delar av året. Detta leder till mer eller mindre allvarliga spårskador och markförsämring. I spåren blottläggs ofta jorden, och speciellt sandjordarna blir utsatta för vinderosion. Spårskadorna måste återställas för att ge goda förutsättningar för den betesdrift som pågår under sommarhalvåret. På lerjordarna kan en markförstöring genom ältning och packning befaras.

Övningsverksamheten har i nuvarande utbildningsschema inte tillåtit fortsätta längre än t.o.m. näst sista veckan i april. Tiden för det koncentrerade återställningsarbetet är på så sätt anpassat till naturens rytm. När marktemperaturen och markfuktigheten är gynnsam påbörjas spårutjämnningen med harvning. Denna åtföljs omedelbart av vältning för att gräsrötter ska tryckas ned i den uppluckrade markytan. På detta sätt förväntas en ostörd läkning av markytan pågå under tiden maj-juni för att ge underlag för ett sammanhängande växttäckte under vegetationsperioden.

Bearbetningen påbörjas först på sandjordarna, därefter avgör väderleken när spårskador på andra jordtyper låter sig återställas. Särskild uppmärksamhet ägnas härvidlag lerjordarna, där den rätta bearbetningstiden kan vara mycket begränsad.

På senare år har möjligheterna att senarelägga övningarna till maj månad diskuterats. För att belysa vilka konsekvenser detta kan få för marken och dess växttäckte har ett antal försöksytor lagts ut på representativa jordtyper. I dessa har en stridsvagn manövrerat efter ett förutbestämt mönster. På varje yta har detta skett i olika rutor i april resp. maj.

Föreliggande studie belyser den påverkan som pansarövningarna har på markens fysikaliska egenskaper. För detta syfte uttogs den 20 juni 1983 jordprover från ett försöksfält beläget på en lerjord i övningsområdet för analys på laboratorium. Dels jämförs packad och opackad mark. Dels jämförs mark som utsatts för packning i april resp. maj.

Beskrivning av provplatsen

Försöksfältet låg på ett svagt lutande lerjordsområde 1,5 km sydväst om Ravinge by. Jorden var en glacial styv mellanlera* underlagrad av kalkrik grovmo.

I två försöksrutor hade en stridsvagn skapat spårskador genom att manövrera efter ett visst förutbestämt mönster. I en av rutorna hade spårskadan skett den 21 april, i den andra den 19 maj 1983.

Området i och omkring försöksrutorna hade under lång tid legat i betesvall samt under valda delar av året använts som övningsområde för pansarförbandet.

MATERIAL OCH METODER

Metoderna som valdes för att belysa markpackningen och dess inverkan på fysikaliska processer i marken överensstämmer till stor del med en undersökning utförd av Janne Eriksson (1975/1976) på pansarövningsfältet P1 i Enköping.

Provlådor innehållande jord i ostörd lagring togs ut både vertikalt och horisontellt (Andersson 1954). Dessa preparerades så att strukturpåverkan okulärt kunde fastställas och fotograferas. Antalet maskhål >1 mm räknades okulärt på horisontalsnittet.

Jordprover uttagna med cylindrar i ostörd lagring i fält analyserades på laboratorium för bestämning av skrymdensitet, korndensitet, porvolym, mängd växttillgängligt vatten samt genomsläpplighet för vatten. Dessutom bestämdes kornstorleksfördelningen. Laboratoriedata finns under resultatdelen illustrerade i figurer. Valda delar av datamängden finns dessutom presenterade i tabellform i bilaga.

Följande definitioner är av värde att känna till vid analys av erhållna data:

1. Kornstorleksfördelning: innehållet i procent (viktenhet) av de olika partikelstorlekarna bestämdes med mekanisk analys. Detta skedde genom separation av i vatten utlöst jordprov med hjälp av siktning och pipettering. Glödförlusten bestämdes efter glödning av provet till 600°C.

*Leran bildades genom sedimentation i en vik av det yngre ishavet som uppkom efter Vombissjöns avtappning (Ekström 1961).

2. Materialvolym, \underline{V}_m : Volymen fast material i jordprofilen.
3. Porositet, \underline{n} : Volymen porer i jordprofilen, \underline{V}_n , uttryckt som procent av den totala jordvolymen, \underline{V} . Porositeten beräknas utifrån experimentella värden på torra skrymdensiteten, $\underline{\rho}_t$, och korndensiteten, $\underline{\rho}_s$, enligt sambandet: $n = 100 (1 - \underline{\rho}_t / \underline{\rho}_s)$.
4. Vattenhalten efter att provet har utsatts för ett visst vattenavförande tryck, \underline{w}_t : \underline{h} uttrycks i enheten meter vattenpelare. Vattenhalten i ett prov som utsatts för ett vattenavförande tryck av 1.0 meter betecknas w_t 1.0 etc.
5. Vissningsgräns, \underline{w}_v : Vattenhalten i jorden vid vilken växtrötterna inte längre förmår att ta upp mer vatten. Vattnet hålls då med ett tryck motsvarande 150 meter vattenpelare. Vissningsgränsvärdena har beräknats med hjälp av ett empiriskt samband där andelen av olika partikelstorlekar ingår som komponenter (Wiklert 1964). Högre lerhalt medför högre vissningsgränsvärde.
6. Upptagbart vatten: Volymen upptagbart vatten kan definieras på olika sätt. Här definieras den som skillnaden mellan porvolymen och volymen vatten vid vissningsgränsen.
7. Korndensitet: medeltätheten av det fasta materialet i ett jordprov.
8. Skrymdensitet: vikten av det ostörda jordprovet per volymenhet. Efter att ha torkat provet till 105°C kan den torra skrymdensiteten bestämmas.
9. Genomsläpplighet för vatten, \underline{k} : k-värdet definieras av Darcy's lag $q = kA(h/l)$, där q representerar volymen vatten som passerar ytan A per tidsenhet med tryckfallet h meter per längdenhet prov, l . I denna studie är enheten för \underline{k} cm/tim. Genomsläppligheten bestämdes i en speciell apparatur, där vatten tempererat till 20°C tilläts flöda genom de uttagna cylinderjordproverna (Andersson 1955).

Uttagning av jordprover från opackad och packad markprofil

Jordprover från två markprofiler togs ut för att belysa skillnaderna mellan en jord som utsatts för packning och en annan som ej utsatts för packning i motsvarande grad. Den första låg mitt i ett spår i den försöksruta där stridsvagnen opererat i maj. Denna profil benämnes i det följande "Revingehed packad". Den andra profilen låg strax utanför försöksrutorna på en yta där pansarfordon ej passerat och kallas "Revingehed opackad".

Vid provtagningstillfället var markprofilerna något torra i matjorden och fuktiga i skiktet 30-100 cm.

I provgroparna togs på varje 10 cm-nivå ut tre parallella cylinderprover till en meters djup. Cylindrarnas höjd var 10 cm och deras diameter 7.2 cm.

En provlåda, 30 cm bred och 100 cm hög, med jord i ostörd lagring skars ut vertikalt från resp. profil. Dessutom togs fyra horisontella provlådor, 25x45 cm, från djupen 5, 25, 50 samt 70 cm. Fotografier av markprofil-snitten återfinns i fig. 1a och 1b.

Uttagning av jordprover från mark som utsatts för tung körning i april resp. maj

Ytterligare en provgrop togs upp. Gropen låg mitt i ett spår i den försöksruta där stridsvagnen opererat i april.

Vid okulär besiktning av provgropens vägg syntes en av packning orsakad förtätning av jordmaterialet till ca 50 cm djup. Enligt Eriksson (1975/1976) fördelar sig tryckvågen av pansarfordonen djupare ner i profilen. De ur markfysikalisk synpunkt mest markanta förändringarna sker dock i skiktet 0 - 50 cm.

För att studera markprofilens känslighet för packningsstörningar vid olika tidpunkter på våren togs jordprover från groparna i aprilrutan och majrutan. Tre parallella cylinderprover togs ut per 10 cm-skikt till ett sammanlagt djup av 50 cm. Cylindrarna var 5 cm höga och 7.2 cm i diameter. I resultatdelen benämnes dessa markprofiler "Revingehed aprilskada" och "Revingehed majskada".

RESULTAT OCH DISKUSSION

Analysen av resultaten ansluter till vedertagna samband inom markfysiken. Skrymdensiteten och den däremot svarande porositeten anses ge ett indirekt mått på packningsgraden (Heinonen 1960). Genomsläppligheten för vatten är beroende av antalet stora, kontinuerliga porer (Andersson 1953). Finns inte sådana porer uppstår risk för att vatten under sammanhängande perioder av regn ej leds undan tillräckligt snabbt. Ytvattenbildning uppstår och växtrötterna får svårt att försörja sig med syre. Antalet maskgångar och andra stora porer är därför av stor betydelse. Efter en packning av jorden har de största porerna tryckts ihop (Eriksson 1982, Hartge 1965). Detta försämrar möjligheterna för maskar, växtrötter och vatten att finna sig väg igenom jorden.

Jämförelse mellan opackad och packad markprofil

Textur och struktur

Båda profilerna kännetecknas i sin övre del av en mjälilig mellanlera övergående till mjälilig styv lera (fig. 2a och 2b). Till 15 cm djup är de i stort sett identiska med en lerhalt på 33 % (viktsenheter). Därunder ökar lerhalten successivt. I den opackade profilen når den sitt maximivärde, 44 %, på 25 cm djup och avtar därefter till sitt minimivärde, 4 %, på 85 cm. I den packade profilen nås maximivärdet, 44 %, på 35 cm djup och förändras därefter endast obetydligt ner till 75 cm. Med avseende på den mekaniska sammansättningen kan de studerade profilerna anses jämförbara i de översta 40 centimetrarna.

Den opackade profilen uppvisar en väl utvecklad struktur i de översta 50 centimetrarna (fig. 1a). Rotsystemet är vittförgrenat på grund av rikligt förekommande sprickor och maskgångar. Under 50 cm avtar lerhalten, vilket får till följd en något svagare strukturutveckling.

Den packade profilen uppvisar ett för rot- och vattenedträngning mer svårframkomligt system (fig. 1b). Den naturliga aggregatstrukturen har på grund av packningen tryckts ihop i de översta 50 centimetrarna. Spricksystemet är mycket dåligt utvecklat och de rötter som förekommer söker sig ner som knippen via maskgångar.

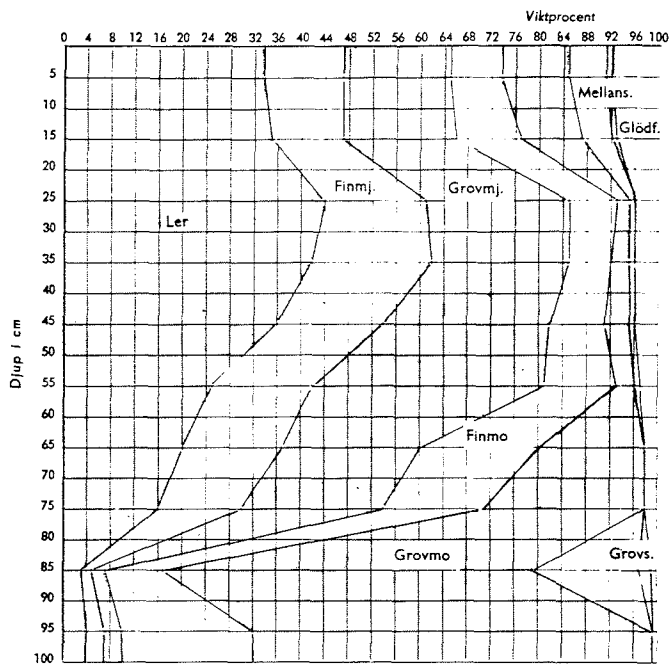


Fig. 2a. Revingehed 1983. Opackad.
Kornstorleksfördelning.

*Uncompacted. Particle size
distribution.*

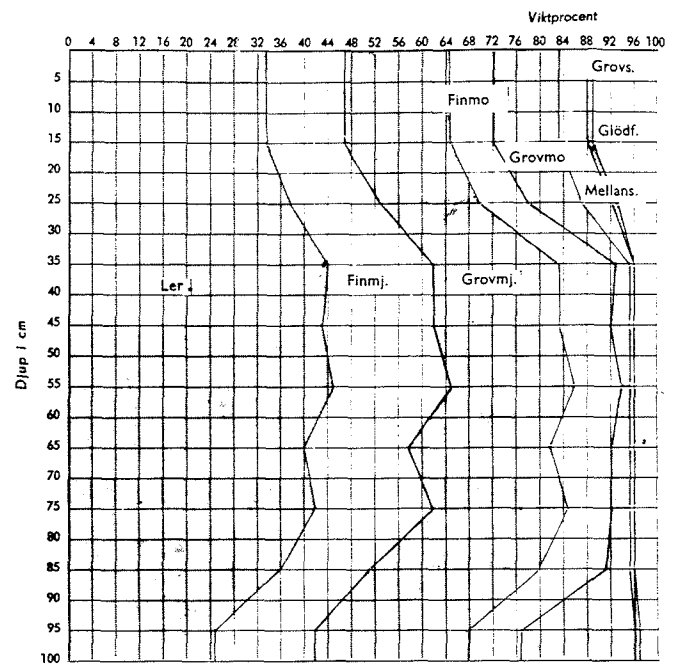


Fig. 2b. Revingehed 1983. Packad.
Kornstorleksfördelning.

*Compacted. Particle size
distribution.*

Iakttagelserna är i överensstämmelse med Eriksson (1975/76). På en liknande jord visade hans undersökningar att en övergångszon fanns på djupet 50-60 cm mellan starkt packad, elastisk jord och därunder jord som bibehållit en väl utvecklad aggregatstruktur och plastiska egenskaper. Dessa packningsprocesser i marken har ingående belysts av Forsblad (1965).

Antal maskhål i markprofilen understryker ytterligare de strukturella skillnaderna. I tabell 1 framgår tydligt att maskhålen är betydligt färre i den packade jorden jämfört med den opackade. I de översta tre snittytorna finns totalt ca 2080 maskhål per m^2 på opackad jord jämfört med 780 st på packad jord. Under 50 cm djup är skillnaderna obetydliga.

Tabell 1. Revingehed 1983. Antal maskhål per m² på nivåerna 5, 25, 50 och 70 cm på opackad resp. packad markprofil

Amount of worm holes per square meter on uncompacted and compacted soil

Profil	Nivå (cm)	Antal maskhål per m ²		Totalt antal maskhål per m ²
		1-2 mm	>2 mm	
Revingehed opackad	5	165	174	339
	25	397	397	794
	50	475	475	950
	70	256	294	550
Revingehed packad	5	10	20	30
	25	297	127	424
	50	124	197	321
	70	202	212	414

Volymrelationer

I fig. 3 presenteras schematiskt den totala porvolymen i de två profilerna. Den packade profilen har genomgående en lägre porvolym än den opackade till ett djup av 60 cm. I skiktet 0-40 cm, som ur textursynpunkt är jämförbart, är den totala provolymen 186 mm i den packade profilen, 199 mm i den opackade. Detta ger en differans på 7 % (volymenheter). En relativt tydlig packningseffekt kan således konstateras.

I fig. 4a och 4b återges porvolymkurvorna som "porositet". Dessa utgör schematiskt skiljelinje mellan volymandelen material och porer i markprofilen. Det vita partiet i mitten motsvarar den för växterna teoretiskt upptagbara mängden vatten. Det skuggade partiet vänster därom utgörs av vatten som ligger för hårt bundet för att växterna ska kunna tillgodogöra sig det. Vid en närmare analys visar det sig att den opackade profilen i de översta 40 centimetrarna maximalt kan magasinera 119 mm upptagbart vatten. Motsvarande värde för den packade profilen är 107 mm, en skillnad på 10 % (volymenheter).

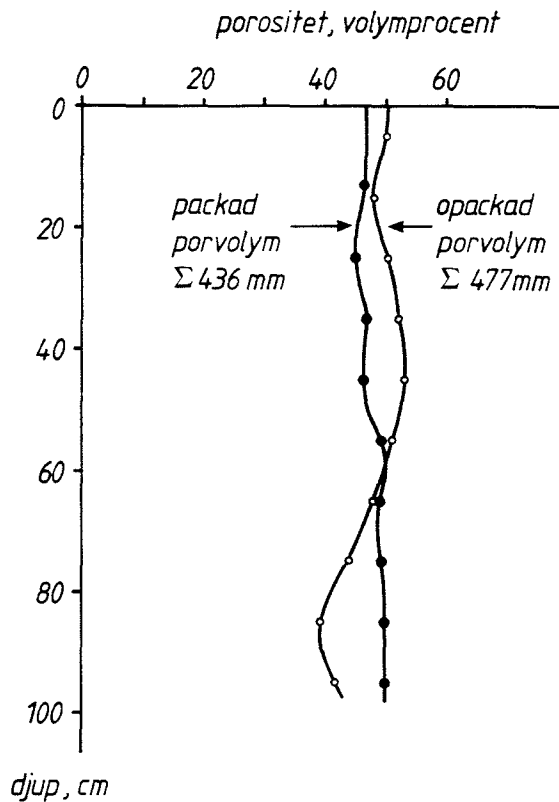


Fig. 3. Revingehed 1983. Porvolym på opackad resp. packad markprofil.
 Comparison of total pore volume between uncompact and compacted soil profile.

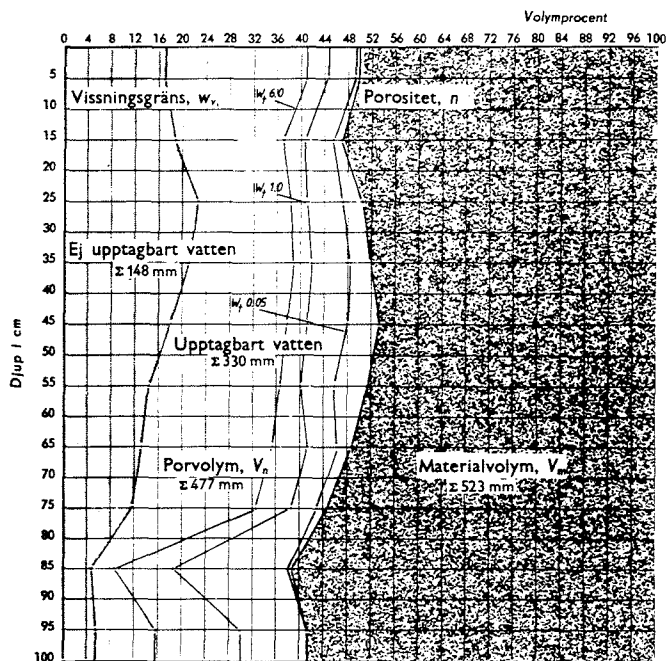


Fig. 4a. Revingehed 1983. Opackad. Volymrelationer.
 Uncompact. Pore space distribution graph.

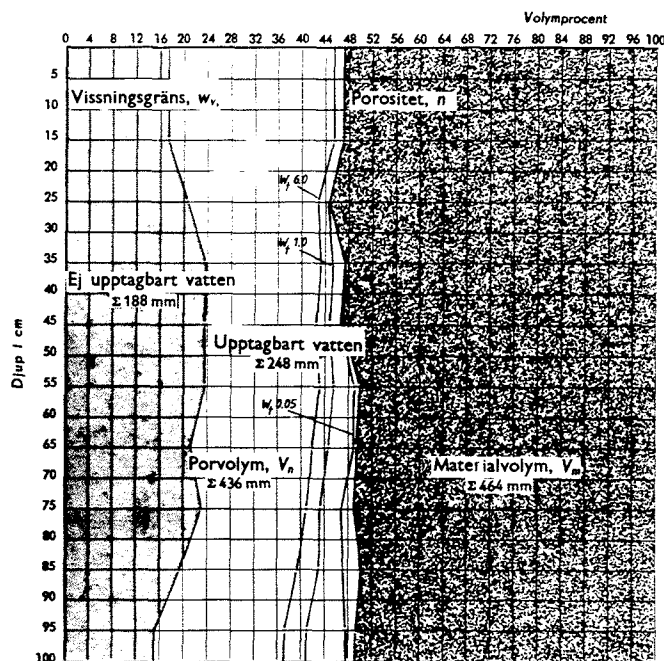


Fig. 4b. Revingehed 1983. Packad. Volymrelationer.
 Compact. Pore space distribution graph.

Linjerna " w_t " representerar den volymandel vatten som kvarhålls sedan jorden utsatts för olika vattenavförande tryck, i detta fall trycken 0.05, 1.0 samt 6.0 meter vattenpelare. Vid låga vattenavförande tryck försvinner vatten endast ur de största porerna. Med ökat tryck kommer successivt allt finare porer att tömmas på vatten. Områdena till höger om varje " w_t "-linje kommer därför att återspegla volymandelen porer som är större än en viss porstorlek*. Således visar den vita ytan till höger om " w_t 6.0"-linjen volymandelen porer som är större än 0.005 mm i diameter. Detta är i princip undre gränsen för storleken på de porer som utsätts för deformations- och omfördelningseffekter av de inom jordbruket förekommande marklasterna (Eriksson 1982, Hartge 1965). På motsvarande sätt återger " w_t 1.0"-linjen gränsen för porstorleken 0.03 mm.

Eriksson (1975/76) påvisade på en styv mellanlera utanför Enköping, att det tydligaste sambandet mellan trycktillskott och fysikalisk förändring erhöles i det grova porsystemet, >0.03 mm. I föreliggande studie sker mätbara förändringar vid packning också i porintervallet 0.005-0.03 mm. I skiktet 0-40 cm är 178 mm av porsystemet i den packade profilen finare än 0.005 mm, jämfört med 155 mm i den opackade. En differans på 22 mm. Även kurvorna för porstorleken 0.03 mm skiljer sig på motsvarande sätt, närmare 17 mm. Om vi däremot jämför kurvorna för porstorleken 0,6 mm, " w_t 0.05". erhålls ingen nämnvärd skillnad, endast 2 mm. En lika stor volym porer <0.6 mm föreligger alltså i båda profilerna.

I den packade profilen ligger " w_t 0.05"-värdena högre än porositetens värdena i de översta 40 centimetrarna (Bilaga). Eriksson (1975/76) gjorde motsvarande iakttagelse på Enköping för hela profildjupet. De jordprov som i fält är uttagna i packat tillstånd kommer att svälla vertikalt i provcylindrarna vid uppmättningsproceduren på laboratorium. De kommer då att anta en större totalvolym än den cylindervolym som används som utgångspunkt vid beräkning av vattenhalten. Någon korrektion för denna svällning göres ej vid rutinanalyserna. Denna felkälla påverkar endast i obetydlig grad den diskussion som ovan förts angående packningens inverkan på porsystemet.

Vi kan alltså dra slutsatsen att porfördelningen ändrats i samband med

* Förhållandet mellan vattenavförande tryck, h_t , och ekvivalentpordiameter, d_e , uttrycks i sambandet $h_t = 3 \cdot 10^{-5} / d_e$ (Åndersson 1975/1976).

packningen. Porer >0.6 mm har minskat i andel. De har tryckts ihop och gett upphov till en större andel porer i intervallet $0.005-0.6$ mm.

Torr skrymdensitet och korndensitet

Korndensitetsvärdena för opackad och packad profil är relativt likstora mellan 30 och 50 cm (fig. 5). Den torra skrymdensiteten kan därför anses utgöra ett indirekt mått på packningsgraden (Heinonen 1960). Differansen i torr skrymdensitet på nivåerna 30-50 cm i de två profilerna är cirka 0.15 g/cm^3 . En tendens till packningseffekt föreligger således.

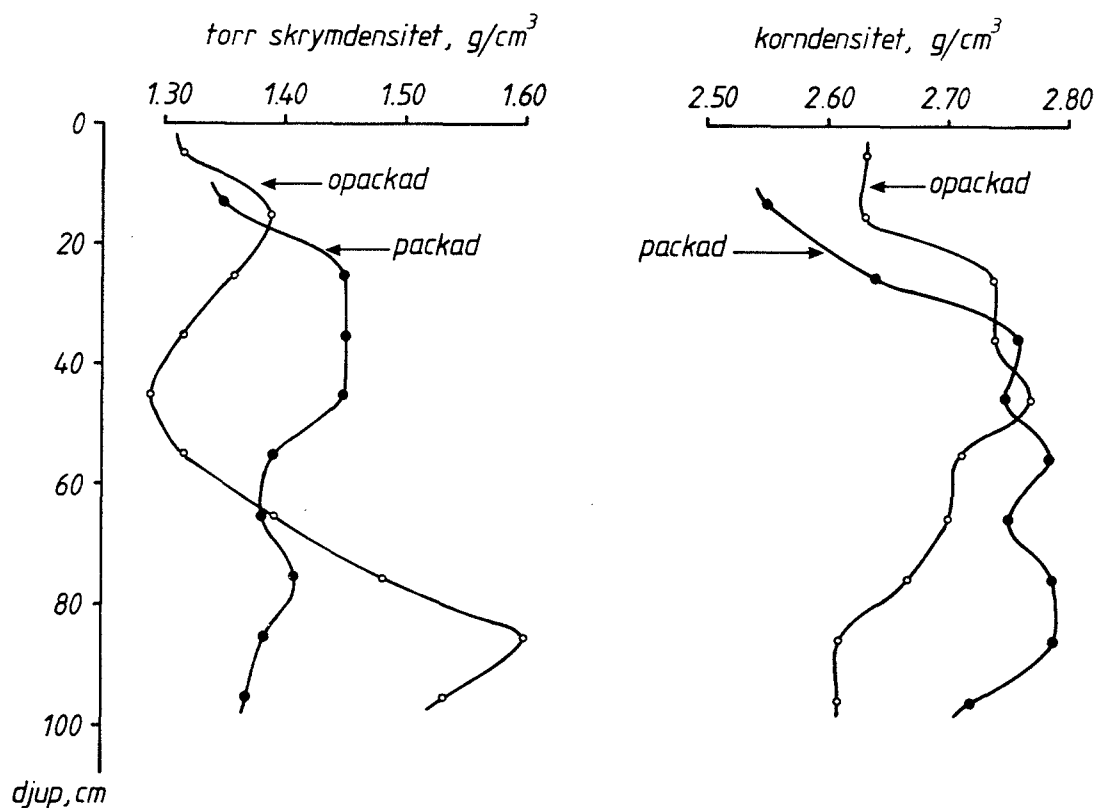


Fig. 5. Revingehed 1983. Torr skrymdensitet och korndensitet på opackad resp. packad markprofil.

Comparison of dry bulk density and specific gravity between uncompacted and compacted soil profile.

I nivåerna 0-20 cm är skillnaderna i skrymdensitet små. Detta kan delvis förklaras av den lägre korndensiteten i den packade profilen. Delvis kan det bero på att den sprickbildning som uppkommit under den torra försomnaren 1983 gett upphov till en lägre skrymdensitet.

Genomsläpplighet för vatten

Som tidigare visats har porfördelningen påverkats av packningen. Andelen stora porer har minskat. I fig. 6 åskådliggörs den nedsättning i en markprofils vattenledande förmåga som en sådan omfördelning av porsystemet leder till. Det vägda harmoniska medeltalet för vattengenomsläppligheten i de översta 50 centimetrarna är för den opackade profilen 23 cm/tim, för den packade 0.05 cm/tim. Dessaskikt kan således i princip ta emot regn med intensiteterna 230 mm resp. 0.5 mm per timme utan att ytvatten bildas.

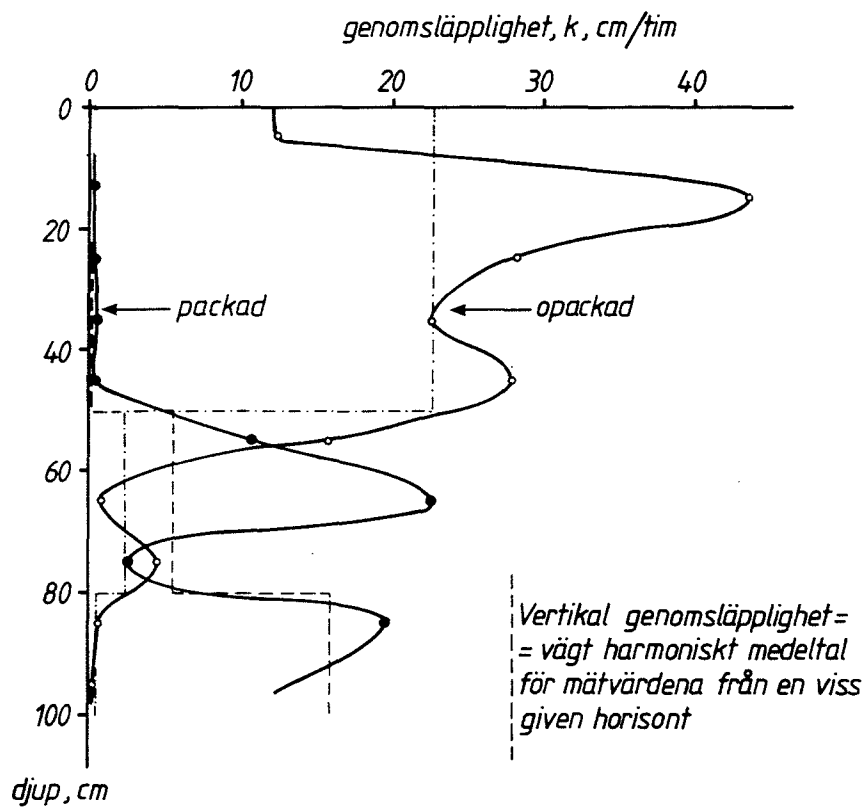


Fig. 6. Revingehed 1983. Genomsläpplighet för vatten på opackad resp. packad profil.

Comparison of water permeability, k , between uncompact and compacted soil profile.

Eftersom marklutningen är svag och ingen ytdränering är att räkna med, kommer den packade profilen att under regnrika perioder vara i stort sett

ogenomsläpplig för vatten. Sker ytvattenbildningen under en grödas aktiva tillväxtstadium finns risk för starkt nedsatt tillväxt. Den opackade profilen däremot har även under våta perioder en jämn och hög genomsläpplighet i den översta halvmeteren.

Jämförelse mellan mark utsatt för tung körning i april respektive maj

De två profilerna, som benämns "aprilskada" respektive "majskada", uppvisar stor överensstämmelse vad beträffar kornstorleksfördelningen (fig. 7a och 7b). Lerhalten ökar i båda från cirka 32 % (volymenheter) i ytan till 42 % på ett djup av 25–35 cm.

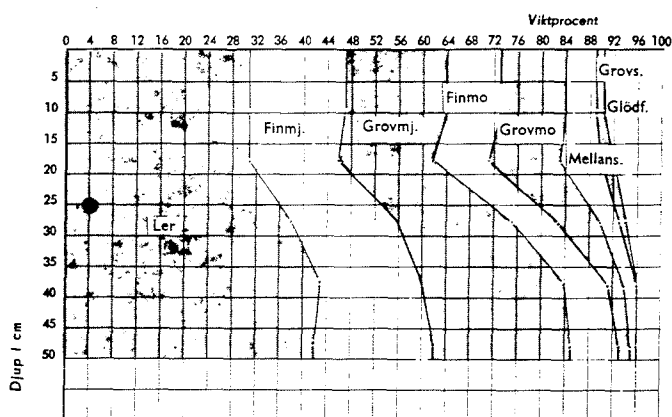


Fig. 7a. Revingehed 1983. Aprilskada.
Kornstorleksfördelning
*Compaction in April. Particle
size distribution.*

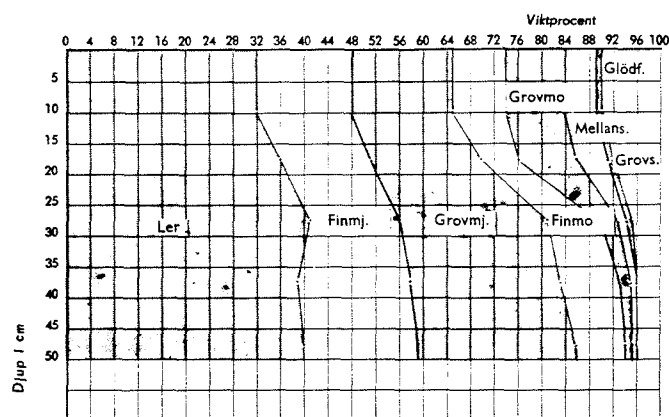


Fig. 7b. Revingehed 1983. Majskada.
Kornstorleksfördelning.
*Compaction in May. Particle
size distribution.*

Också porvolymförhållandena uppvisar stora likheter (fig. 8). Det är endast i övre delen som någon markant skillnad föreligger. "Aprilskadan" har här en mindre porvolym än "majskadan". Som en följd av detta blir också mängden upptagbart vatten för aprilskadan något lägre, 119 mm jämfört med 123 mm (fig. 9a och 9b).

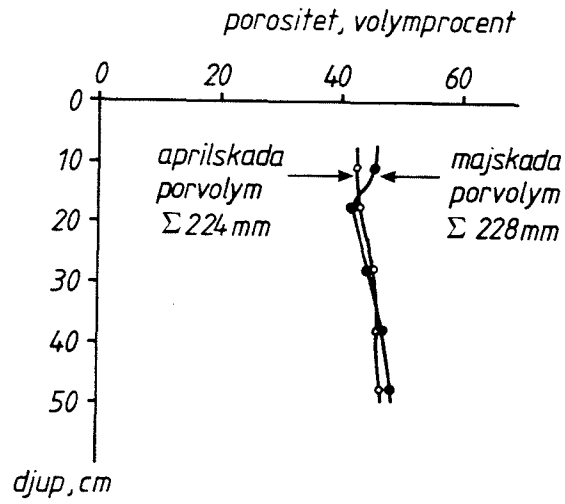


Fig. 8. Revingehed 1983. Porvolym på aprilskada resp. majskada.
Comparison of total pore volume between soil compacted in April and May.

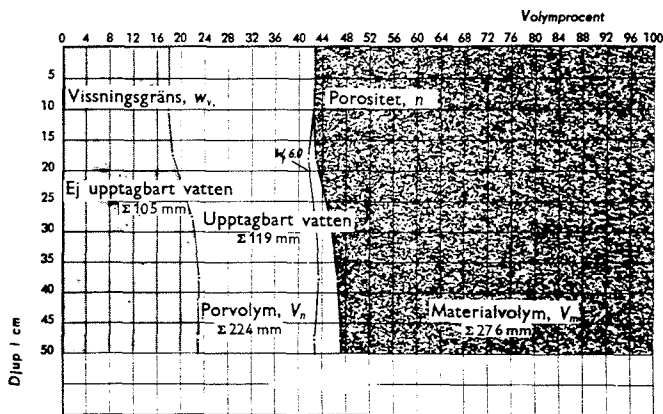


Fig. 9a. Revingehed 1983. Aprilskada
Volymrelationer.
Compaction in April. Pore
space distribution graph.

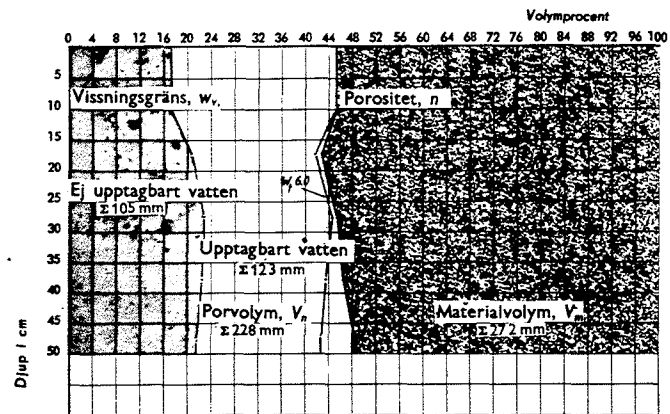


Fig. 9b. Revingehed 1983. Majskada.
Volymrelationer.
Compaction in May. Pore
space distribution graph.

Samma mönster gäller även observationerna på den torra skrymdensiteten (fig. 10). Skillnader föreligger endast i de översta 10 till 15 centimetrarna. Även här har en något högre packningsgrad uppstått i aprilskadan. Orsaken kan vara att denna skedde i något våtare jord. Om man ökar belastningen på en våt jord drivs en del av vattnet ur porerna. Den spänning som före belastningen upptogs av vattnet överförs då på markskelettet. När trycket på så sätt omfördelas ändrar sig volymen hos jorden. Jorden konsolideras (Terzaghi 1925).

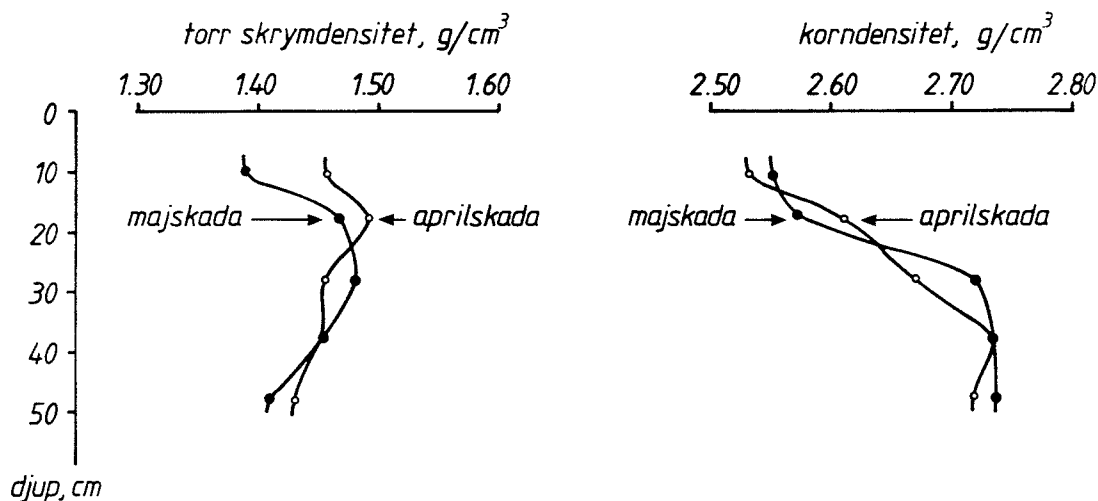


Fig. 10. Revingehed 1983. Torr skrymdensitet och korndensitet på aprilskada resp. majskada.

Comparison of dry bulk density and specific gravity between soil compacted in April and May.

Effekterna av packningen på genomsläppligheten för vatten återges i fig. 11. Genomsläppligheten är kraftigt nedsatt i skiktet 15 till 30 cm för båda profilerna. Detta skikt blir bestämmande för profilernas genomsläpplighetsegenskaper även om partierna ovanför och nedanför uppvisar tillräckligt höga värden. Det vägda harmoniska medeltalet för övre halvmeteren blir för aprilskadan 0.04 cm/tim, för majskadan 0.1 cm/tim. Om intensiteten i ett regn under en i övrigt våt period överstiger 0.4 resp. 1 mm per timme, kommer således ytvatten att bildas. Profilernas genomsläpplighet för vatten är alltså otillräcklig för att fullgod dränering ska erhållas.

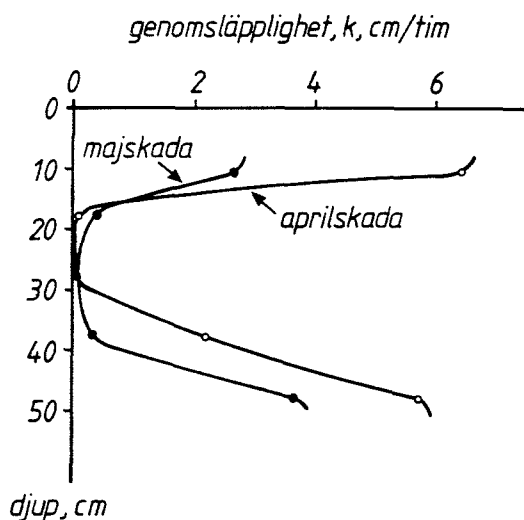


Fig. 11. Revingehed 1983. Genomsläpplighet för vatten på aprilskada resp. majskada.

Comparison of water permeability, k , between soil compacted in April and May.

SLUTLEDNING

Resultaten av mätningarna visar att pansarövningarna på Revingeheds lerjordar ger upphov till allvarliga störningar, speciellt i skiktet 0-50 cm. Porssystemet trycks ihop, en förtätning av jordmaterialet erhålls. Växtrötternas framkomlighet försämras, vilket leder till att de inte till fullo kan utnyttja det i markprofilen förekommande vattnet.

Genomsläppligheten för vatten nedsätts markant, så att ytvattenbildning kan uppstå. Detta leder till syrebrist för växtrötterna och nedsatt tillväxt under sammanhängande alltför nederbördsrika perioder. Under normala år däremot, då jorden periodvis tillåts att till viss gräns torka ut, utbildas också på packad jord ett spricksystem som förmår leda undan överskottsvatten.

Inga avgörande skillnader ur markfysikalisk synpunkt har kunnat registreras vid jämförelse av packningens effekt i mitten av april resp. mitten av maj. Denna slutsats är inte generell utan gäller endast för våren 1983. För mera långtgående slutsatser måste undersökningar utföras för ett flertal vårperioder med varierande markfuktighetsbetingelser.

SUMMARY

This study was carried out in order to reflect the influence of traffic of military vehicles on some soil physical properties on a military training field in southern Sweden. Soil cores were sampled from two soil profiles on a clay loam which had been subjected to compaction in mid April and mid May respectively. Furthermore samples were taken from a nearby site which had not been subjected to compaction.

Texture, structure, frequency of worm holes, bulk density, pore volume, available water and water permeability are presented for successive layers in the soil profiles.

Compaction is realized visually in the uppermost 50 cm in the compacted soil profiles. The soil peds are deteriorated, the worm holes are less abundant than in the uncompacted soil and the natural cracks are less widespread and fewer.

Results from laboratory analysis, which are presented in figures, further underline the negative aspects of compaction. The coarse pores, >0.6 mm, have been compressed in the uppermost 50 cm. An increasing volume of pores in the size interval 0.005-0.6 mm are registered. This has led to a diminished pore volume, a greater resistance against root penetration, a smaller amount of available water for plants and a decreased permeability for water.

Particularly the reduction of water permeability may affect the situation for plants severely. Water logging may arise in wet periods leading to oxygen deficiency for plant roots.

No significant differences are registered when comparing mid April compaction with mid May compaction. A slightly lower pore volume and higher bulk density in the layer 10-15 cm, and a slightly lower water permeability in the layer 15-30 cm give a faint hint that the compaction in April was caused under wetter conditions than the compaction in May.

REFERENSER

- Andersson, S. 1953. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. III. Om markens permeabilitet. Grundförbättring, 6. 74-89.
- Andersson, S. 1954. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. VI. En rationell metod att studera och fotografera makrostrukturen i marken. Grundförbättring, 7. 35-56.
- Andersson, S. 1955. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. VIII. En experimentell metod. Grundförbättring, 8. 98 s.
- Andersson, S. 1975/1976. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. XXV. Experimentell bestämning av olika poröppningars ekvivalentpordiameter jämte planschbilaga över några experiment med såpfilmer. Grundförbättring, 27:1. 3-31.
- Eriksson, J. 1975/1976. Influence of extremely heavy traffic on clay soil. Grundförbättring, 27:1. 33-51.
- Eriksson, J. 1982. Markpackning och rotmiljö. Packningsbenägenheten hos svenska åkerjordar. Förändringar i markens funktion orsakade av packning. Institutionen för markvetenskap. Avdelningen för lantbrukets hydroteknik. Rapport 126. 138 s.
- Forsblad, L. 1965. Investigations of soil compaction by vibration. Acta Polytechnica Scandinavica nr 34. 185 s.
- Hartge, K.H. 1965. Formen und Verbreitung der im Boden vorkommenden Verdichtungssorten. Z. f. Pflanzenern., Düng. und Bodenkunde 108, 7-18.
- Heinonen, R. 1960. Das Volumgewicht als Kennzeichen der "normalen" Bodenstruktur. J. Sci. Agric. Soc. Finland 32, 81-87
- Ekström, G. 1961. Beskrivning till kartbladet Revinge. Sveriges Geologiska Undersökning, Ser Ad, nr 3. Stockholm. 66 s.
- Terzaghi, K.v. 1925. Erdbaumechanik auf bodenfysikalischer Grundlage. F. Deuticke, Leipzig und Wien.
- Wiklert, P, 1964. Studier av vissningsgränsen. En modifierad odlingsmetod. Texturell och strukturell vissningsgräns. Upptagningsgräns. Grundförbättring, 17:1. 1-100.

Bilaga

Tabell 1. Revingehed 1983. Sammanställning av markfysikaliska data.
Varje värde utgör medeltalet av mätningar på tre parallella cylinderprov

Profil	Nivå cm	Por- volym %	Vattenhalt vid ett vattenavförande			Korn- densitet g/cm ³	Torr skrym- densitet g/cm ³	k cm/tim
			tryck 0.05	av 1	6			
Opackad	0-10	49,7	49,5	44,5	40,7	2,63	1,32	12,2
	10-20	47,3	46,2	40,4	37,1	2,63	1,39	43,7
	20-30	50,4	47,5	41,2	38,4	2,74	1,36	28,1
	30-40	52,0	48,3	42,0	39,0	2,74	1,32	22,6
	40-50	53,4	48,1	41,5	38,1	2,77	1,29	28,0
	50-60	51,4	46,1	40,1	36,5	2,71	1,32	15,8
	60-70	48,4	46,3	41,6	35,7	2,70	1,39	1,0
	70-80	44,4	43,2	38,5	32,5	2,67	1,48	4,3
	80-90	38,7	38,6	18,9	8,6	2,61	1,60	0,6
	90-100	41,6	42,4	29,8	15,8	2,61	1,53	0,2
Packad	8-18	47,1	48,9	47,3	45,5	2,55	1,35	0,06
	20-30	45,0	46,5	44,8	43,0	2,64	1,45	0,05
	30-40	47,5	47,5	45,6	43,6	2,76	1,45	0,4
	40-50	47,3	47,1	44,7	42,8	2,75	1,45	0,03
	50-60	50,0	48,8	45,4	43,0	2,78	1,39	10,7
	60-70	49,7	49,0	44,5	42,1	2,75	1,38	22,9
	70-80	49,3	46,8	43,3	40,8	2,78	1,41	2,5
	80-90	50,2	47,1	43,0	39,7	2,78	1,38	20,0
	90-100	49,7	47,6	40,9	37,1	2,72	1,37	13,2
Aprilskada	8-13	42,5	49,5	48,0	46,0	2,53	1,46	6,4
	15-20	43,0	44,7	43,8	42,0	2,61	1,49	0,02
	25-30	45,2	46,9	46,3	43,0	2,67	1,46	0,02
	35-40	46,4	48,1	47,3	43,7	2,73	1,46	2,2
	45-50	47,3	49,3	46,8	43,2	2,72	1,43	5,7
Majskada	8-13	45,4	49,8	48,7	46,2	2,55	1,39	2,7
	15-20	42,8	45,0	44,7	42,0	2,57	1,47	0,4
	25-30	45,5	47,4	47,3	44,6	2,72	1,48	0,03
	35-40	46,5	47,4	46,8	43,8	2,73	1,46	0,3
	45-50	48,2	47,7	44,4	42,6	2,73	1,41	3,6

Förteckning över utgivna häften i publikationsserien

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET, UPPSALA. INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP.
AVDELNINGEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK. RAPPORTER.

- 108 Berglund, G., Håkansson, A. & Eriksson, J. 1978. Om dikningsintensiteten vid dränering av åkerjord. Resultat av fältförsök med olika dikesavstånd. IX: Västernorrlands, Jämtlands, Västerbottens och Norrbottens län. 102 bl.
- 109 Bjerketorp, A. & Klingspor, P. 1978 (1982). Inventering av avrinningen inom regioner med stor jordbruksbevattning. Faktaredovisning. 1: Kalmar län. 66 s. (109a. Korrigerat nytryck 1982. 66 s).
- 110 Lundegrén, J & Nilsson, S. 1978. Bevattningssamverkan. Förutsättningar och olika associationsformer. 26 bl.
- 111 Berglund, G. m.fl. 1978. Resultat av 1977 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 19+23+56 bl.
- 112 Forsling, A. & Borgblad, M. 1978. Konflikten mellan jordbruket och naturvården i markavvattningsfrågor. 57 bl.
- 113 Linnér, H. 1978. Vatten- och kvävehushållningen vid bevattning av en sandjord. 16 bl.
- 114 Ingvarsson, A. 1978. Bevattningsförsök inom trädgårdsområdet i Norden. Sammanfattning av försöksresultat publicerade t.o.m. 1977/78. 68 bl.
- 115 Ingvarsson, A. 1978. Bevattning i fältmässig trädgårdsodling - Teknik och ekonomi. 43 bl.
- 116 Berglund, G. 1978. Frosthävningens inverkan på dräneringsledningar. 57 bl.
- 117 Berglund, G. 1979. De odlade jordarna i Uppsala län, deras geografiska fördelning och fördelning på jordarter. 40 bl.
- 118 Berglund, G. m.fl. 1979. Resultat av 1978 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 16+26+56 bl.
- 119 Valegård, A. & Persson, R. 1981. Optimering av större ledningssystem för bevattning. 40 s. + 4 bl.
- 120 Berglund, G. m.fl. 1980. Resultat av 1979 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 18+27+48 bl.
- 121A Bjerketorp, A. 1982. Inventering av avrinningen inom regioner med stor jordbruksbevattning. 2A: Deskriptiv behandling av grunddata från Kristianstads län.
- 121B Bjerketorp, A. 1982. Inventering av avrinningen inom regioner med stor jordbruksbevattning. 2B: Resultat och slutsatser avseende Kristianstads län.
- 122 Berglund, G., Håkansson, A. & Eriksson, J. 1980. Om dikningsintensiteten vid dränering av åkerjord. Resultat av fältförsök med olika dikesavstånd. III: Jönköpings, Kronobergs, Kalmar och Gotlands län. 68 bl.
- 123 Johansson, W. 1980. Bevattning och kvävegödsling till gräsvall. 83 bl.
- 124 Heiwall, H. 1980. Underbevattning. Studier av grödans tillväxt och vattenförbrukning vid olika djup till grundvattenytan på en sandig grovmo. 17 bl.
- 125 Berglund, K. 1982. Beskrivning av fem myrjordsprofiler från Gotland. 55 sid.

- 126 Eriksson, J. 1982. Markpackning och rotmiljö. Packningsbenägenheten hos svenska åkerjordar. Förändringar i markens funktion orsakade av packning. 138 s.
- 127 Erpenbeck, J.M. 1982. Irrigation Scheduling. A review of techniques and adaptation of the USDA Irrigation Scheduling Computer Program for Swedish conditions. 135 s.
- 128 Berglund, K & Björck, R. 1982. Om skördeskadorna i Värmlands län 1981. 8 s.
Linnér, H. 1982. Växtnäringsbevattning. 8 s.
Eriksson, J. 1982. A field method to check subsurface-drainage efficiency. 7 s.
- 129 Karlsson, I. 1982. Soil moisture investigation and classification of seven soils in the Mbeya region, Tanzania. 56 s.
- 130 Wiklert, P. †, Andersson, S. & Weidow, B. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del V. Skaraborgs län. 130 s.
- 131 Wiklert, P. †, Andersson, S. & Weidow, B. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del VI. Örebro och Västmanlands län. 82 s.
- 132 Wiklert, P. †, Andersson, S. & Weidow, B. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del 1. Ultuna, Uppsala län. 125 s.
- 133 Wiklert, P. †, Andersson, S. & Weidow, B. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. del VII. Uppsala län. 140 s.
- 134 Wiklert, P. †, Andersson, S. & Weidow, B. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del VIII. Stockholms, Södermanlands och Östergötlands län. 122 s.
- 135 Wiklert, P. †, Andersson, S. & Weidow, B. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del IX. Hallands, Jönköpings, Kronobergs, Kalmar och Gotlands län. 104 s.
- 136 Wiklert, P. †, Andersson, S. & Weidow, B. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del X. Malmöhus och Kristianstads län. 116 s.
- 137 Wiklert, P. †, Andersson, S. & Weidow, B. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del XI. Kristianstads län. 110 s.
- 138 Berglund, G., Huhtasaari, C. & Ingevall, A. 1984. Dränering av jordar med rostproblem. 20 s.
Ingevall, A. 1984. Dränering av tryckvatten. 10 s.
- 139 Persson, R. 1984. Vattenmagasin för bevattning. 57 s.
- 140 Ingevall, A. 1984. Beräkning av lerhalt från vattenhaltsdata. En jämförelse mellan hygroskopicitets- och vissningsgränsdata som underlag för översiktlig jordartsbestämning. 61 s.
- 141 Alinder, S. 1984. Alternativa bevattningsformer. I. Bevattningsramp. 29 s.

- 142 Linnér, H. 1984. Markfuktighetens inflytande på evapotranspiration, tillväxt, näringsupptagning, avkastning och kvalitet hos potatis (*Solanum Tuberosum* L.) 153 s.
- 143 McAfee, M. 1985. Drainage of Peat Soils. A literature review. 38 s.
- 144 Messing, I. 1985. Inverkan av tung körning på mark vid två tidpunkter under vårperioden. En markfysikalisk studie av en lerjord i Revingehedsområdet. 20 s.

I denna serie publiceras forsknings- och försöksresultat vid avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet. Tidigare nummer i serien redovisas längst bak i rapporten och kan i mån av tillgång anskaffas från avdelningen.

This series contains reports of research and field experiments from the Division of Agricultural Hydrotechnics, Department of Soil Sciences. Earlier issues are listed at the end of the report and can be ordered - if still in stock - from the Division of Agricultural Hydrotechnics.

DISTRIBUTION:

Sveriges Lantbruksuniversitet
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik
750 07 UPPSALA, Sweden

Tel. 018-17 11 65, 17 11 81
