

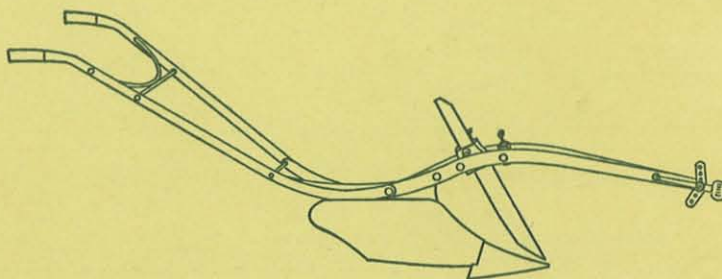


LANTBRUKSHÖGSKOLAN  
UPPSALA

INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

# RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Agricultural College of Sweden, S-750 07 Uppsala  
Department of Soil Sciences  
Reports from the Division of Soil Management



Nr 52

1977

Arne Ljungars

OLIKA FAKTORERS BETYDELSE FÖR  
TRAKTORERNAS JORDPACKNINGSVERKAN.  
MÄTNINGAR 1974-1976.

ISBN 91-7088-768-3

RAPPORTER från JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN.

- | Nr | År   |   |
|----|------|---|
| 1  | 1968 | Inge Håkansson: Fysikalisk och kemisk beskrivning av markprofiler från 8 platser i Uppland och Västergötland. 128 s.  |
| 2  | 1968 | Inge Håkansson: Några synpunkter på forskning och försöksverksamhet i jordbearbetning. 6 s.   |
| 3  | 1968 | Nils M. Nilsson, Lennart Henriksson: Försök med harvning till vårsäd 1941–1959. 29 s.<br><i>Field trials with harrowing to spring-sown cereals 1941–1959.</i>   |
| 4  | 1968 | Åke Huhtapalo, Reijo Heinonen: Inledande försök med gödselradmyllning kombinerat med sådd 1964–1966. 37 s.  |
| 5  | 1968 | Lennart Henriksson: Orienterande försök med bearbetning till höstvete. 7 s.   |
| 6  | 1968 | Lennart Henriksson: Försök med olika såtider. 7 s.  |
| 7  | 1968 | Reijo Heinonen: Berättelse över studieresa till Sovjet den 11–26 juli 1967. 13 s.   |
| 8  | 1968 | Inge Håkansson: Markfysikaliska studier i ett växtföljdsförsök på Ås den 15–16 juli 1966. 13 s.   |
| 9  | 1968 | Bo Thente: Luftpermeabilitetsmätning som markfysikalisk undersökningsmetod. 41 s.   |
| 10 | 1968 | Reijo Heinonen, Åke Huhtapalo: Besvarade och obesvarade frågor om radmyllning av kvävegödsel. 13 s.   |
| 11 | 1968 | Lennart Fergedal: Försök med jordpackning vid olika tidpunkter på våren. År 1967. 9 s.  |
| 12 | 1968 | Nils M. Nilsson, Lennart Henriksson: Alvluckningsförsök 1937–1963. 32 s.  |
| 13 | 1968 | Reijo Heinonen: Tidig vårsådd. Växtfysiologiska och ekologiska synpunkter på aktuella tendenser i såbäddsberedning och sådd av vårstråsäd. 19 s.  |
| 14 | 1968 | Erik Jakobsson: Plöjningsförsök med olika tillbredder och vändskiveformer. 10 s.  |
| 15 | 1968 | Lennart Henriksson: Försök med grund plöjning. 9 s.   |
| 16 | 1968 | Stig Ledin: Olika halmnedbrukningsmetoders verkan på kvickrot och på några frögräs. 21 s.   |
| 17 | 1969 | Inge Håkansson, Bøje Gillberg: Lufttrycket i traktordäcken under fältarbeten. En stickprovsundersökning hösten 1968. 32 s.<br><i>Investigation into the inflation pressure of the tires of Swedish tractors engaged in field work.</i>  |
| 18 | 1969 | Göte Bertilsson: Studier över tryckets markpåverkan. 67 s.  |
| 19 | 1969 | Peter Edling, Nils M. Nilsson, Inge Håkansson: Sju skånska försök med alvluckring och djupplöjning 1964–68. 26 s.<br><i>Seven experiments with subsoiling and deep ploughing in Southwestern Sweden 1964–68.</i>  |
| 20 | 1969 | Bengt Reimersson, Gunnar Falk: Försök på Persbo gård 1968 med minskad jordpackning. 8 s.<br><i>A field experiment with reduced soil compaction on a clay soil.</i>  |
| 21 | 1970 | Lennart Henriksson: Olika redskapstyper för stubbearbetning. Jämförelser av arbetsätt och arbetsresultat. 19 s.<br><i>Different types of implements for stubblecultivation. A study of working methods and working results.</i>   |
| 22 | 1970 | Inge Håkansson, Lennart Fergedal: Försök med jordpackningens ackumulativa efterverkningar. Preliminär redogörelse. 21 s.<br><i>Experiments with the accumulative after-effects of soil compaction. Preliminary report.</i>  |
| 23 | 1971 | Göran Kritz, Inge Håkansson: Såbäddens utformning på vårsådda fält. Stickprovsundersökning 1969–70. 43 s.<br><i>Investigation into seedbed preparation and properties of the seedbed on spring sown fields in Sweden, 1969–1970.</i>  |
| 24 | 1971 | Lennart Henriksson: Tilljämning av plogtillan på hösten. Försök med höstharvning och tillsatsredskap till plogen. 68 s.   |
| 25 | 1971 | Ann Pettersson: Nya redskap för gödselplacering och sådd. 50 s.   |
| 26 | 1971 | Lennart Fergedal: Jordpackning med traktor vid olika tider för vårsådd. 140 s.  |
| 27 | 1971 | Göran Kritz: Jordbearbetningsforskning i Europa. Rapport från en studieresa. 16 s.  |
| 28 | 1972 | Helmut Frese: Zur Frage spezialisierter oder interdisziplinärer Forschung am Boden. 15 s.   |
| 29 | 1972 | Inge Håkansson, Sven Alvelid: Två försök i Kalmar län med halmnedplöjning för att minska vinderosionen. 4 s.  |
| 30 | 1972 | Ann Pettersson, Sten Wikström: Inledande undersökningar om radmyllning till potatis. 50 s.  |
| 31 | 1972 | Peter Edling, Lennart Fergedal: Modellförsök med jordpackning 1968–69. 71 s.  |
| 32 | 1973 | Åke Huhtapalo, Ann Wikström, Sten Wikström: Försök med kombisåmaskiner 1971–72. 46 s.   |
| 33 | 1973 | Inge Håkansson: Tung körning vid skörd av slättervall. Tre försök på Röbbäcksdalen. 1969–72. 20 s.<br><i>Effect of heavy machinery when harvesting ley crops. Three field experiments in northern Sweden 1969–72.</i>   |
| 34 | 1973 | Göran Kritz: Såbäddens utformning på vårsådda fält. Stickprovsundersökning 1969–72. Maskin användningen på provplatserna. 76 s.   |
| 35 | 1973 | Lennart Henriksson: Redskap för såbäddsberedning. Undersökningsmetoder och inledande studier. 35 s.<br><i>Implements for seedbed preparation. Methods of investigation and preliminary studies.</i>   |
| 36 | 1973 | Inge Håkansson, József von Polgár: Försök åren 1969 och 1970 med en maskin för kombinerad såbäddsberedning och sådd (Svenska Sockerfabriks AB:s vårbrukningsmaskin). 36 s.<br><i>Experiments in the years 1969 and 1970 with a machine for combined seedbed preparation and sowing.</i> |
| 37 | 1974 | Lennart Engström: Intervjuundersökning om extremt tidig sådd våren 1973. 33 s.<br><i>A sampling study into extremely early spring sowing in Sweden in 1973.</i>   |
| 38 | 1974 | Lennart Henriksson: Studier av några jordbearbetningsredskaps arbetsätt och arbetsresultat. 144 s.<br><i>Studies of the mode of working and the working results of some soil tillage implements.</i>  |
| 39 | 1975 | Thomas Rydberg: Plöjningsfri odling i Sverige. En intervjuundersökning 1974. 21 s.  |
| 40 | 1975 | Ulf Olsson: Redskap för såbäddsberedning, arbetsätt och arbetsresultat. 55 s.<br><i>Implements for seedbed preparation; studies of the mode of working and the working results.</i>   |
| 41 | 1975 | Inge Håkansson: Rapport över studieresa till USA hösten 1974. 15 s.   |

UDK:nr 631.431.73

Lantbrukshögskolan, 750 07 UPPSALA  
Institutionen för markvetenskap  
Rapporter från jordbearbetningsavdelningen  
Nr 52 1977  
ISBN 91-7088-768-3

Arne Ljungars:

OLIKA FAKTORERS BETYDELSE FÖR TRAKTORERNAS JORDPACKNINGSVVERKAN.  
MÄTNINGAR 1974-1976.

*Importance of different factors on soil compaction by tractors.  
Measurements in 1974-1976.*

<u>Innehållsföteckning:</u>	sid
Förord	2
Inledning	3
Definitioner, mätmetoder och mätningar	3
Beskrivning av försökens utförande	5
Jämförda variabler	6
Variabelkombinationer	9
Resultat och diskussion	9
A. Serievis resultatredovisning	10
B. Variabelvis resultatredovisning	26
Sammanfattning	39
Summary	40
Litteratur	42

Delrapport över försöksprojekt R2-P18,  
olika jordars packningskänslighet.  
Projektledare: Inge Håkansson

## FÖRORD

Under senare år har en betydande försöksverksamhet rörande jordpackningens inverkan på grödornas avkastning bedrivits i Sverige. Bl a har det utförts åtskilliga ettåriga försök med packning av matjorden med traktor under såbäddsberedningen. I dessa försök har de erhållna packningstillstånden i matjorden (packningsgraderna) mätts upp. Det har visat sig, att det för en viss gröda och en viss väderlek finns en viss för avkastningen optimal packningsgrad (Eriksson, Håkansson & Danfors, 1974).

Skall man kunna dra full nytta av kunskaperna om den optimala packningsgraden, måste man emellertid också veta, hur denna skall kunna uppnås för så stor del av fältens yta som möjligt och hur man undviker att få jorden för starkt packad eller för lucker. Under såbäddsberedningen är det framförallt traktorhjuln, som packar jorden. Därför är det särskilt viktigt att veta, hur traktorkörningen påverkar packningstillståndet. Den här presenterade undersökningen är ett försök att för svenska förhållanden klarlägga, vilka faktorer som i första hand bestämmer traktorernas packningsverkan.

På ett antal försöksplatser med olika typer av jordar har traktorkörning av olika intensitet utförts under våren. Följande faktorer kunde a priori väntas vara av betydelse för packningsverkningsarna och varierades därför:

- Jordens fuktighet (= körtidpunkten)
- Antalet överfarter
- Traktorernas vikt, hjulustrustning och ringtryck
- Körhastigheten
- Dragkraftsuttaget

De olika variablerna kombinerades till ett stort antal olika försöksled. Snarast efter körningen uppmättes volymvikten i matjordslagret och packningsgraden beräknades på samma sätt som i avkastningsförsöken. Därigenom kan en direkt jämförelse med resultaten från dessa försök göras.

Körningarna utfördes under vårbrukssäsongerna 1974--76. Undersökningens omfattning bestämdes av hur många volymviktsmätningar ett arbetslag på 2-3 personer kunde hinna med under den aktuella perioden. På sju försöksplatser utfördes sammanlagt tretton körserier med totalt över 400 körda försöksrutor. Därtill kom okörda kontrollrutor samt en del rutor med upprepning av mätningen, varför sammanlagt över 600 bestämmingar av volymvikten i matjorden genomfördes med hjälp av en 0.5 m<sup>2</sup> provtagningsram.

Mätarbetet har sålunda varit stort. En god bild av olika faktorerers relativa betydelse för traktorernas packning av matjordslagret har också erhållits. Då undersökningen är gjord under normala fältförhållanden är resultaten direkt praktiskt tillämpbara. De stora variationerna i fält, särskilt vad gäller jordens fuktighet, gör dock, att kraven på precision i resultaten inte kunnat ställas särskilt högt. Mätresultaten lämpar sig därför inte för en teoretisk genomarbetning av frågeställningarna. För detta fordras andra typer av undersökningar.

För undersökningens genomförande svarade under år 1974 agronom Lennart Engström och under åren 1975 och 1976 agronom Arne Ljungars, vilken senare också utarbetat föreliggande primärrapport. Den engelska sammanfattningen har dock utarbetats av undertecknad Inge Håkansson i samarbete med fil kand Nigel Rollison. Avsikten är att senare återkomma med en vidarebearbetning av resultaten med en närmare diskussion av de praktiska konsekvenserna.

Inge Håkansson

## INLEDNING

Den tekniska utvecklingen inom lantbruket har medfört, att allt större och framförallt tyngre traktorer och redskap kommit till användning. Håkansson (1965) beräknade att varje punkt på fältytan överfars av tungt belastade hjul i genomsnitt flera gånger om året. För mellansvenska förhållanden kan ett normalvärde på 3 till 5 gånger per år och för sydsvenska förhållanden på upp till 7 gånger per år anges. Vårbruket med normalt 5-8 tätt på varandra följande operationer utgör en betydande andel av dessa överfarter. Dessutom inträffar vårbruket då vattenhalten i jorden är sådan att packningsbenägenheten är maximal (Bertilsson 1969). Mätningar visar att den packningsgrad som jorden erhåller på våren bibehålls i stort sett oförändrad under hela vegetationsperioden (Andersson & Håkansson 1966, Håkansson 1966) och följaktligen har betydelse för grödan under dess hela växtperiod.

Under senare år har ett flertal packningsförsök förekommit, vilka har visat att packning kan vara både positiv och negativ för grödan, d v s man kan tala om en optimal packning. Denna påverkas av flera olika faktorer bl a väderlek, växtslag, jordart och växtnäringstillgång. Varje vår har man en viss relativt låg packningsgrad i matjorden, vilken bestäms av plöjnings- och vinterförhållandena. Sedan påverkas denna i olika hög grad under bearbetnings- och vegetationsperioden av hur och när de olika arbetsmomenten utföres. Denna rapport har som syfte att försöka belysa hur olika traktorer med olika utrustningar påverkar packningen i samband med vårbruket, samt om olika jordar påverkas olika. För detta ändamål lades fältförsök ut på 7 platser under åren 1974--76, 4 på Ultuna, 2 i Skåne samt ett i Värmland.

## DEFINITIONER, MÄTMETODER OCH MÄTNINGAR

### Matjordens packningsgrad

Matjordens packningsgrad definieras (Håkansson 1976) som matjordens aktuella volymvikt (torrdensitet) i procent av volymvikten vid ett "packat standardtillstånd"

$$D = \frac{100 \gamma_t}{\gamma_{t,p}}$$

där D = det aktuella jordlagrets packningsgrad

$\gamma_t$  = lagrets torra volymvikt (torrdensitet)

$\gamma_{t,p}$  = torra volymvikten (torrdensiteten) för jorden i det packade standardtillståndet

Begreppet används endast för det genom jordbearbetning årligen omblandade matjordslagret.

### Mekanisk analys och mullhaltsbestämning av jordprover

Mekanisk analys och mullhaltsbestämning utfördes på samtliga aktuella jordar.

### Volymsmätning i fält

Tekniken för volymsmätning i fält finns beskriven i sina huvuddrag av Andersson & Håkansson (1963). En förenkling av mätarbetet åstadkoms

genom att tvärlinjalen och mätstaven ersattes av en automatisk höjdmätare som ställdes på ramens överkant. 196 mätstavar sänktes långsamt ner till dess att de succesivt fick kontakt med markytan då elektriska kretsar slöts och en höjddregistrering kunde ske. Två separationsytor, en övre ca 5 cm under markytan, motsvarande normalt såddjup, samt en undre vid senaste plöjningsdjup uppmättes. Vid valet av den övre ytan togs all jord, som lösgjorts vid körningarna, bort så att den inte påverkade mätningen.

#### Vattenhaltsbestämning av jorden vid volymmätningen

Vid volymmätningen grävdes stora jordmängder bort vilket medförde att endast delprover för vattenhaltsbestämning uttogs. Ett prov om ca 1 kg per 50 kg jord förvarades i en plastburk med tätslutande lock. Proverna transporterades till laboratorium för invägning samt torkning vid 105°C under 3 dygn.

#### Volymviktsbestämning

Bestämning av volymvikten gjordes genom att jorden mellan de två separationsytorna, som uppmättes, vägdes. Efter reduktion för vattenhalt bestämdes volymvikten (torrdensiteten,  $\gamma_t$ ).

#### Bestämning av packade standardtillståndet

Metoden är beskriven av Håkansson, 1976. I huvuddrag går det till så att jord från försöksplatsen utsätts för ett statiskt tryck av 200 kPa, ( $\approx 2 \text{ kp/cm}^2$ ) i laboratorium. Den torra volymvikt (torrdensitet) som därvid erhålles utgör det packade standardtillståndet ( $\gamma_{t,p}$ ).

#### Korrigerig för volymminskning

Volymmätningarna är mycket tidskrävande vilket får till följd att flera dagar kan förflyta mellan första och sista mättillfället. Normalt sker då en upptorkning vilket på lerjordar kan resultera i en krympning med sammanhängande volymminskning. Detta medför att de senare mätta leden får en något för hög volymvikt. För att kompensera för detta mättes de först mätta rutorna om som avslutning efter sista rutan. Genom att beräkna medelvärdet av vattenhalten vid första ( $\bar{w}_1$ ) och andra ( $\bar{w}_2$ ) mättillfället samt av packningsgraden (se definitionen) vid första ( $\bar{D}_1$ ) och andra ( $\bar{D}_2$ ) mättillfället kunde en korrigeringsfaktor beräknas enligt formeln:

$$\text{Korrigeringsfaktor} = \frac{\bar{D}_1 - \bar{D}_2}{\bar{w}_1 - \bar{w}_2}$$

Denna bestämdes till ett visst antal packningsgradsenheter för varje procentenhet vatten, dels för de packade leden dels separat för de opackade. Därefter korrigerades packningsgradsvärdena till en vattenhalt motsvarande den som erhöles vid standardpackningen.

#### Matjordens fuktighet vid körning

Vid körningarna bestämdes vattenhalten i jorden på ett antal platser. Prover uttogs på olika nivåer, vanligen 0-5, 5-15 och 15-25 cm djup, och förvarades i plastburkar med tätslutande lock. Vattenhaltsbestämning gjordes på samma sätt som vid volymmätningen (se ovan)

### Traktorhjulens ringtryck

Ringtrycket i traktorhjulen mättes med en kalibrerad lufttrycksmätare.

### Traktorernas körhastighet

Traktorernas körhastighet bestämdes med traktorns traktometer.

### Traktorernas vikt

Traktorvikterna uppmättes dels totalt dels separat över bak- och framaxeln. Statens Maskinprovningars fordonsvåg på Ultuna användes för serierna på Ultuna, Säby, Bäcklösa och Högby, Alnarps våg för serierna på Alnarp, Ugerups våg för serien på Ugerup samt en våg hos en skrothandlare i Säfte för serierna utanför Säfte.

### Däckens anliggningsyta

Anliggningsytan hos däcken mättes genom att en låda med ca 10 cm lös och fuktig sand sköts in under ett upphissat hjul, vilket sedan sänktes ner. Avtrycket överfördes på ett transparentpapper och ytan uppmättes med en planimeter. Två upprepningar gjordes och resultatet anges som ett medelvärde av dessa två. Denna mätning utfördes endast för de serier som lades ut under 1974.

## BESKRIVNING AV FÖRSÖKENS UTFÖRANDE

### Försöksplatser

Försöksplatserna togs ut på hösten och plöjdes så rakt och jämnt som möjligt. Vid plöjningen av mulljorden vid Högby var plogen utrustad med en plogrotor. På övriga platser förekom ingen ytberedning varken under höst eller vår.

### Rutfördelning

Rutor om 4 x 3 m fördelades i 2 eller 3 rader längs med plöjningsriktningen. Genom stratifierad sampling fördelades ett antal led med nollar (ingen körning) inom dessa rader. Därefter lottades varje enskilt försöksled bland de resterande rutorna. Under de två första åren var försöken så upplagda att inga identiska upprepningar förekom. Sista året däremot bestod serierna av rena blockförsök.

### Körning

En överfart innebär 4 körningar spår intill spår, för alla traktorer utom för BM 650 med breda däck och för MF 1080 där det innebär 3. Vid dubbelmontage kördes spår vid spår räknat från det inre hjulet och detta medförde att dessa rutor passerades av hjul dubbelt så många gånger som antalet överfarter anger. I serierna XI på Ugerup och XII vid Bäcklösa infördes ett led med enkel täckning för dubbelmontage, vilket innebär samma antal hjulöverfarter som vid enkelmontage. I rutor med mer än en överfart försköts de olika körningarna något, så att de inte helt kom att hamna spår i spår. Körningarna gick fram och tillbaka över rutorna utom i leden med dragmotstånd där alla körningar gick i samma riktning. Den ordning i vilken de olika leden utfördes var inte slumpmässig utan det som var mest praktiskt för tillfället fick fälla avgörande. Ett helt slumpmässigt körande hade inneburit att arbetet med körningarna tagit

3-4 dagar mot nu 1-2 dagar. I samband med körningarna uttogs jordprover för vattenhaltsbestämning.

### Mätning

Mätarbetet bestod av volymmätning, vägning av jord och uttagande av vattenhaltsprov för bestämning av torra volymvikten. På grund av att volymmätningar är mycket tidskrävande drog arbetet ut på tiden en vecka till tio dagar vilket innebär att upptorkningen kommit olika långt vid mätstillfället. För eventuell korrigering för volymviktsökning i samband med upptorkningen gjordes ommätningar av de 6-8 först mätta leden. Bland dessa ingick minst två rutor som var okörda.

### Avslutning

Försöksområdet användes endast under våren i samband med körningarna samt så länge mätarbetet pågick. Därefter återlämnades fältet till respektive brukare.

### JÄMFÖRDA VARIABLER

Avsikten med försöket var dels att studera olika jordars reaktion på packning, dels att få en uppfattning om hur olika variabler påverkade denna. Vid val av variabler gjordes en bedömning av vilka som kunde förväntas ha största inverkan på packningen. I tabell 1 redovisas mekanisk analys från de jordar som ingått i försöket. Under rubriken B, andra faktorer, redogörs för vilka variabler som studerats samt hur dessa varierats.

#### A Olika jordar

Tabell 1. Kornstorlekssammansättningen i matjorden på försöksplatserna.

Plats	Län	År	Jordart	ler	mjåla	mo	sand	grus	mull	
				<0.002 mm	0.002- 0.02 mm	0.02- 0.2 mm	0.2-2 mm	2-20 mm	org. mat.	
Ultuna	C	74	styv mellanl	nmh SML	38	28	28	4	0	2.0
Säby	C	74	molättl	mmh moLL	21	15	58	1	0	4.7
Alnarp	M	75	moränlättl	nmh MäLL	16	12	33	32	5	2.6
Säffle	S	75	mjåla	mmh moML	26	33	37	1	0	3.5
Ugerup	L	76	sand	mfSa	3	1	21	66	8	1.3
Bäcklösa	C	76	styv lera	(mf)SL	49	24	23	3	0	(1.2)
Högby	C	76	mulljord							36.3*

\* glödförlust

#### B Andra faktorer

Fuktighetstillstånd i jorden vid körningarna

V = vått                    så fort fältet var farbart  
 F = fuktigt                1-2 dagar före vårbrukets start  
 N = normalt                mitt under vårbruket  
 T = torrt                    när vårbruket höll på att avslutas



### Antal överfarter

Antalet överfarter valdes så att de skulle motsvara sparsam bearbetning (1 överfart) normal bearbetning (3 överfarter) samt mycket kraftig bearbetning (9 överfarter).

### Traktorstorlek

Traktorerna indelades efter vikt i tre grupper L = liten, M = mellanstor och S = stor. Då serierna låg på eller i närheten av Ultuna användes avdelningens egna traktorer. På övriga platser valdes sådana traktorer som relativt fritt kunde disponeras trots att vårbruk samtidigt pågick. Använda traktorer och data kring dem presenteras i tabell 2.

### Hjulutrustning

Däcksdimensioner på använda traktorer framgår av tabell 2. Både enkel (E) och dubbelmontage (D) användes. Dessutom ingick i serie IX på Alnarp en jämförelse med bredare däck (B) samt i serie XII vid Bäcklösa en jämförelse mellan ett nytt och ett blankslitet däck.

### Ringtryck

Fyra olika ringtryck i bakhjulen ingick i undersökningen, högt (H) = 150 kPa ( $\approx 1.5 \text{ kp/cm}^2$ ), medium (M) = 110 kPa ( $\approx 1.1 \text{ kp/cm}^2$ ), lågt (L) = 70 kPa ( $\approx 0.7 \text{ kp/cm}^2$ ) samt extra lågt (EL) = 50 kPa ( $\approx 0.5 \text{ kp/cm}^2$ ). Vid samtliga körningar var ringtrycket i framhjulen 110 kPa ( $\approx 1.1 \text{ kp/cm}^2$ )

### Körhastighet

De olika hastigheter som studerades var: 0 km/h (traktorn kördes en halv meter, stannades ca 10 sek, kördes, stannades, osv), 2 km/h motsvarande låg hastighet, 7 km/h motsvarande normal och 12 km/h hög hastighet.

### Dragmotstånd

Dragmotståndet åstadkoms i samtliga fall genom att en traktor bogserades. Vid stort dragmotstånd (S) bromsades denna så att slirning uppstod eller så mycket som den bogserande traktorn orkade. Vid måttligt dragmotstånd (M) bogserades de stora traktorerna i friläge medan de små bromsades en aning. I samtliga fall gick endast försökstraktorn över försöksrutan medan den bogserade traktorn stannades innan den kom in i rutan. Därefter backades denna medan den andra kördes runt om rutan tillbaka. Detta innebär att samtliga körningar utfördes i samma riktning över dessa rutor.

∞ Tabell 2. Använda traktorer på de olika försöksplatserna, grupptillhörighet (L = liten, M = mellanstor, S = stor), vikter, däckdimensioner samt reell anliggningsyta.

Försöksplats	Traktor + belastning	Storleks-grupp	Vikt tot	Vikt kg bak	Vikt kg fram	Däckdim		Reell anliggningsyta* vid olika ringtryck	
						bak	fram	150	110 70 kPa
Ultuna o Säby	MF 35+500 kg	L	2 375	1 855	485	11x28	6.00x16	814	1 119 1 412
"	MF 165+850 kg	M	4 030	3 000	1 000	12.4x36	7.50x16	1 353	1 564 1 854
"	MF 165+850 kg dubbelmontage	M	4 340	3 280	1 045	2x(12.4x36)	7.50x16	2 195	2 488 2 409
"	MF 1080+1050 kg	S	5 390	4 630	725	18.4x38	11.00x16	2 045	2 232 2 628
Alnarp	BM 430	L	2 420	1 585	835	12.4x36	7.50x16		
"	BM 430 dubbelmontage	L	2 830	1 975	835	2x(12.4x36)	7.50x16		
"	BM 650	M	3 850	2 650	1 200	14.9x38	7.50x18		
"	BM 650 dubbelmontage	M	4 300	3 100	1 200	2x(14.9x38)	7.50x18		
"	BM 650 breda däck**	M				18.4x34	1000-16		
Säffle	MF 135	L	1 950	1 150	800	12.4x36	7.50x16		
"	MF 135 dubbelmontage	L	2 110	1 360	770	2x(12.4x36)	7.50x16		
"	BM 600+700 kg	M	3 820	3 140	650	14.9x38	7.50x18		
"	BM 600+700 kg dubbelmontage	M	4 200	3 530	750	2x(14.9x38)	7.50x18		
Ugerup	BM 400	L	2 270	1 490	850	12.4x36	7.50x16		
"	BM 650	M	4 260	2 800	1 460	18.4x34	7.50x18		
"	BM 650 dubbelmontage	M	4 650	3 190	1 460	18.4x34 14.9x38	7.50x18		
Bäcklösa, Högby	MF 35	L	1 890	1 130	760	11x28	6.00x16		
"	MF 175+500 kg	M	3 300	2 450	850	13.6x38	7.50x16		
"	MF 175+500 kg dubbelmontage	M	3 650	2 780	870	2x(13.6x38)	7.50x16		

\* Reell anliggningsyta = den yta av däck som gjort avtryck i sand (se metodbeskrivning).

\*\* Ej samma traktor med breda och smala däck

## VARIABELKOMBINATIONER

En uppställning av samtliga möjliga variabelkombinationer får utseende enligt tabell 3. Man läser denna så att i undersökningen var fuktighets-tillstånden 4 st och för vart och ett av dem gjordes 1, 3 respektive 9 överfarter. För varje fuktighetstillstånd samt för varje överfart, totalt 12 kombinationer, användes en liten, en medelstor och en stor traktor. Fortsätter man genom tabellen på samma sätt fram till olika dragmotstånd erhålls 5 184 möjliga kombinationer. Av förklarliga skäl kunde inte alla dessa ingå i varje enskild serie utan vissa av variablerna måste hållas konstanta. Vilka dessa var framgår av tabellerna längre fram under den serievisa resultatredovisningen, genom att endast ett värde anges under en variabel.

Tabell 3. Uppställning av variabler som ingått i försöksserien.

Variabler

1 Fuktighets- tillstånd	2 Antal överfarter	3 Traktor- storlek	4 Hjulut- rustning	5 Ring- tryck	6 Körhas- tighet	7 Dragmot- stånd
V	1	L	E	EL	0	I
F	3	M	D	L	2	M
N	9	S	B	M	7	S
T				H	12	

Utöver de i tabellen upptagna jämförelserna lades under 1976 in ett led i samtliga serier med en fördröjning på 3-6 timmar mellan de olika överfarterna. Dessutom gjordes i serie XII vid Bäcklösa en jämförelse mellan ett nedslitet och ett relativt nytt däck.

## RESULTAT OCH DISKUSSION

Resultatet från de enskilda försöksrutorna redovisas uteslutande som ett packningsgradsvärde. På grund av den stora spridningen på mätvärdena, vilken till stor del är orsakad av variationer på platsen t ex i jordart eller vattenhalt, presenteras materialet i form av medelvärden av ett varierande antal mätningar. Inom parentes anges siffror som visar hur många mätningar som varje medelvärde baseras på.

Resultatredovisningen göres i två avsnitt med olika utgångspunkter. I det första behandlas materialet serievis och redovisas i tabellform med medelvärden av den korrigerade packningsgraden (för serierna II, IV, XI och XIII är packningsgraden okorrigerad, då det i dessa inte registrerades någon volymviktsökning i samband med upptorkningen). Så var fallet även för samtliga seriers okörda led varför även dessa värden redovisas okorrigerade. I den andra delen behandlas materialet variabelvis och redovisas i diagramform med ett diagram för varje serie i vilken variabeln varierats. På 1974 och 1976 års material utfördes en variansanalys i samarbete med avdelningen för statistik.

Första delen av resultatredovisningen är främst avsedd som en dokumentation av grundmaterialet och kan i princip lämnas därhän. Läsare som inte har för avsikt att grundligt penetrera materialet rekommenderas därför att fortsätta med den variabelvisa redovisningen på sidan 26.

## A. SERIEVIS RESULTATREDOVISNING

Serie I Ultuna 1974. Jordart: styv mellanlera  
Variabelkombination enligt tabell 4.

Tabell 4. Variabler i serie I och II.

Fuktighets- tillstånd	Antal överfarter	Trakto- rer	Hjulut- rustning	Ring- tryck	Körhas- tighet	Dragmot- stånd
V	1*	MF 35	E	L	7	I
F	3	MF 165		H		
N	9*	MF 1080				
T						

\* Endast med MF 165

Tabell 5. Vattenhalt vid körning.

Fuktighets- tillstånd	Datum	Vattenhalt i viktsproc på olika djup, cm					Anmärkning
		0-5	5-15	15-25	0-7	7-20	
V	4/4	23.8(4)	27.1(4)	24.7(4)			} Markytan del- vis upptorkad. Viss ältning v flera körn.
F	8/4				15.5(2)	23.3(2)	
N	19/4	17.8(2)	22.5(2)	24.9(2)			Markytan helt upptorkad.
T	3/5	12.9(4)	19.5(4)	22.4(4)			Markytan helt upptorkad. Markytan torr.

1. Okörda ledens packningsgrad 78,8 (7)

Tabell 6. Packningsgrad vid olika fuktighetstillstånd för varierande antal överfarter:

2. Fuktighets- tillstånd	Antal överfarter med MF 165			Medeltal. Omfattar även värden för 3 överfarter med MF 35 och MF 1080
	1	3	9	
V	92.6(2)	95.3(2)	95.6(2)	94.0(10)
F	90.8(2)	93.6(2)	98.6(2)	92.6(10)
N	80.3(2)	85.5(2)	89.1(2)	85.7(10)
T	78.0(2)	78.9(2)	90.0(2)	81.4(10)
Medeltal	85.4(8)	88.3(8)	93.3(8)	

Tabell 7. Packningsgrad vid olika fuktighetstillstånd för olika traktorer.

3. Fuktighets- tillstånd	Traktorer		
	MF 35	MF 165	MF 1080
V	94.2(2)	95.3(2)	92.5(2)
F	87.3(2)	93.6(2)	92.8(2)
N	86.7(2)	85.5(2)	87.1(2)
T	79.8(2)	78.9(2)	80.5(2)
Medeltal	87.0(8)	88.3(8)	88.2(8)

Tabell 8. Packningsgrad vid olika ringtryck

4. Ringtryck	
L	87.7(12)
H	87.9(12)

Av tabell 6 framgår att fuktighetstillståndet i marken vid körning liksom antalet överfarter hade mycket stor betydelse för packningen. I tabell 7 kan även konstateras att något högre packningsgrad uppmättes för de båda större traktorerna. För ringtrycket däremot blev skillnaderna i denna serie endast obetydliga, tabell 8.

Serie II Säby 1974. Jordart: molättlera  
Variabelkombination som i serie I tabell 4.

Tabell 9. Vattenhalt vid körning

Fuktighets- tillstånd	Datum	Vattenhalt i viktsproc på olika djup, cm					Anmärkning
		0-5	5-15	15-25	0-10	10-20	
V	10/4				31.3(3)	30.3(3)	{ Ytan fuktig. Vått djupare ner.
F	18/4	20.9(4)	26.9(4)	28.0(4)			
N	25/4	19.0(2)	25.8(2)	26.9(2)			{ Ytan upptorkad. Fuktigt djupare ner.
T	6/5	14.8(2)	21.9(2)	22.9(2)			{ Ytan torr och något hård Ytan helt upp- torkad

1. Okörda ledens packningsgrad 78.3(7).

Tabell 10. Packningsgrad vid olika fuktighetstillstånd för varierande antal överfarter

2. Fuktighets- tillstånd	Antal överfarter med MF 165			Medeltal. Omfattar även värden för 3 överfarter med MF 35 och MF 1080
	1	3	9	
V	88.0(2)	90.2(2)	93.3(2)	91.7(10)
F	84.9(2)	86.7(2)	90.5(2)	88:1(10)
N	85.8(2)	89.2(2)	91:5(2)	88:1(10)
T	82.2(2)	86.5(2)	88:5(2)	85:8(10)
Medeltal	85.2(8)	88:1(8)	90.9(8)	

Tabell 11. Packningsgrad vid olika fuktighetstillstånd för olika traktorer.

3. Fuktighets- tillstånd	Traktorer		
	MF 35	MF 165	MF 1080
V	89.3(2)	90.2(2)	97.6(2)
F	85.7(2)	86.7(2)	92:7(2)
N	88.2(2)	89.2(2)	86.1(2)
T	84.6(2)	86.5(2)	87.1(2)
Medeltal	86.9(8)	88.1(8)	90.9(8)

Tabell 12. Packningsgrad vid olika ringtryck

4. Ringtryck	
L	86.8(12)
H	90.5(12)

Av tabell 10 framgår att fuktighetstillståndet vid körning liksom antalet överfarter hade mycket stor betydelse för packningen. I denna serie blev även utslaget för olika traktorstorlekar, tabell 11, och olika ringtryck, tabell 12 mycket markant.

Den variansanalys som utfördes på serie I och II gav klara signifikanta skillnader i packningsgrad för körning vid olika fuktighetstillstånd i marken ( $p < 0,001$ ) samt för varierande antal överfarter ( $p < 0,001$ ). Körning med olika ringtryck däremot gav endast en tendens till skillnader medan skillnaderna för övriga variabler inte var statistiskt signifikanta.

Serie III Ultuna 1974. Jordart: styv mellanlera.

Variabelkombination enligt tabell 13.

Tabell 13. Variabler i serie III och IV.

Fuktighets- tillstånd	Antal överfarter	Trakto- rer	Hjulut- rustning	Ring- tryck	Körhas- tighet	Dragmot- stånd
V	3	MF 165	E*	L	7	M
N			D*	M		
				H		

\* Alla tre ringtrycken med enkel montage, endast lågt och medium ringtryck med dubbelmontage.

Tabell 14. Vattenhalt vid körning

Fuktighets- tillstånd	Datum	Vattenhalt i viktsproc på olika djup, cm			Anmärkning
		0-5	5-15	15-25	
V	4/4	25.8(2)	27.9(2)	28.0(2)	Ytan delvis upptorkad. Viss öiltning vid flera körningar. Ytan helt upptorkad.
N	19/4	16.6(1)	24.8(1)	26.3(1)	

1. Okörda ledens packningsgrad 80.3(2).

Tabell 15. Packningsgrad vid olika fuktighetstillstånd för olika hjul-  
utrustning.

2. Fuktighets- tillstånd	Hjulutrustning (lågt och medium ringtryck)		Medeltal. Omfattar även vär- den för enkelmontage med högt ringtryck
	E	D	
V	92.9(2)	93.5(2)	90.0(5)
N	88.3(2)	84.2(2)	87.6(5)
Medeltal	90.6(4)	88.8(4)	

Tabell 16. Packningsgrad vid olika hjulutrustning för olika ringtryck.

3. Hjulutrustning	Ringtryck		
	L	M	H
E	90.9(2)	90.3(2)	95.2(2)
D	87.7(2)	90.0(2)	
Medeltal	89.3(4)	90.1(4)	95.2(2)

Av tabell 15 framgår att fuktighetstillståndet vid körning hade mycket stor betydelse. För dubbelmontage uppmättes lägre packningsgrad än för enkelmontage vilket ytterligare förstärktes i kombination med lågt ringtryck. För enkelmontage och högsta ringtryck uppmättes betydligt högre packningsgrad än för övriga hjularrangemang. Tendensen för olika ringtryck visade sig ganska klar här med att ett högre ringtryck gav upphov till en högre packningsgrad än ett lägre.

Serie IV Säby 1974. Jordart: molättlera.

Variabelkombination som i serie III tabell 13.

Tabell 17. Vattenhalt vid körning

Fuktighets- tillstånd	Datum	Vattenhalt i viktsproc på olika djup, cm					Anmärkning
		0-5	5-15	15-25	0-10	10-20	
V	10/4				30.9(1)	32.3(1)	Ytan fuktig. Vått djupare ner. Ytan torr och något hård.
N	25/4	18.6(1)	23.2(1)	24.0(1)			

1. Okörda ledens packningsgrad 79.3(2)

Tabell 18. Packningsgrad vid olika fuktighetstillstånd för olika hjul-  
utrustning.

2. Fuktighets- tillstånd	Hjulutrustning (lågt och medium ringtryck)		Medeltal. Omfattar även vär- den för enkelmontage med högt ringtryck
	E	D	
V	91.9(2)	88.8(2)	90.1(5)
N	87.1(2)	87.6(2)	87.7(5)
Medeltal	89.5(4)	88.2(4)	

Tabell 19. Packningsgrad vid olika hjulutrustning för olika ringtryck

3. Hjulutrustning	Ringtryck		
	L	M	H
E	92.5(2)	86.5(2)	89.2(2)
D	89.1(2)	87.3(2)	
Medeltal	90.8(4)	86.9(4)	89.2(2)

Av tabell 18 framgår att fuktighetstillståndet vid körning hade mycket stor betydelse för packningen. För dubbelmontage uppmättes något lägre packningsgrad än för enkelmontage medan tendensen för olika ringtryck var varierande med lägsta värdet för mediumringtryck.



Den utförda variansanalysen, vilken omfattar både serie III och serie IV, visade signifikanta skillnader för fuktighetstillståndet vid körning ( $p < 0,01$ ). Tendensen att ringtrycket hade betydelse var här något starkare än den var i serierna I och II.

Serie V Ultuna 1974. Jordart: styv mellanlera.

Variabelkombination enligt tabell 20.

Tabell 20. Variabler i serie V.

Fuktighets- tillstånd	Antal överfarter	Trakto- rer	Hjulut- rustning	Ring- tryck	Körhas- tighet	Dragmot- stånd
F	1	MF 165	E	M	0*	I
N	3				2	S
	9				7	
					12	

\* Endast i fyra fall.

Tabell 21. Vattenhalt vid körning

Fuktighets- tillstånd	Datum	Vattenhalt i viktsproc på olika djup, cm					Anmärkning
		0-5	5-15	15-25	0-7	7-20	
F	8/4				18.4(2)	25.5(2)	Ytan helt upp- torkad.
N	19/4	18.9(3)	26.3(3)	27.9(3)			Ytan torr.

1. Okörda ledens packningsgrad 78.4(8)

Tabell 22. Packningsgrad vid olika fuktighetstillstånd för varierande antal överfarter.

2. Fuktighets- tillstånd	Antal överfarter			Medeltal
	1	3	9	
F	90.2(5)	94.7(6)	97.4(6)	94.1(17)
N	88.0(5)	91.2(5)	96.4(5)	91.9(15)
Medeltal	89.1(10)	93.0(11)	96.9(11)	

Tabell 23. Packningsgrad vid olika fuktighetstillstånd för olika körhastigheter.

3. Fuktighets- tillstånd	Hastighet			
	0	2	7	12 *
F	93.2(2)	94.9(6)	94.1(6)	94.0(5)
N	88.3(2)	92.6(6)	90.8(6)	92.5(3)
Medeltal	90.8(4)	93.8(12)	92.5(12)	93.4(8)

\* 12 km/tim eller där detta ej gick, så fort som möjligt.

Tabell 24. Packningsgrad vid olika fuktighetstillstånd för varierande dragmotstånd.

4. Fuktighets- tillstånd	Dragmotstånd	
	I	S
F	94.6(9)	94.1(8)
N	91.8(9)	92.0(6)
Medeltal	93.2(18)	93.1(14)

Av tabell 22 framgår att fuktighetstillståndet vid körning liksom antalet överfarter hade mycket stor betydelse för packningen. För varierande hastighet registrerades en svag tendens med avtagande packning från 2 km/h till 7 km/h och därefter ökande igen vid 12 km/h. Hastigheten 0 km/h förekom endast i 4 mätningar och var dessutom svår att genomföra vilket för- anledde att den utelämnades vid jämförelser av hastigheters inverkan på packningen. Körning med olika dragmotstånd gav inte några skillnader i denna serie.

Den utförda variansanalysen visade signifikanta skillnader i packningsgrad för körning vid olika fuktighetstillstånd i marken samt för olika antal överfarter. För övriga variabler fanns inga signifikanta skillnader.

Serie VI Ultuna 1974. Jordart: styv mellanlera.

Variabelkombination enligt tabell 25.

Tabell 25. Variabler i serie VI

Fuktighets- tillstånd	Antal överfarter	Trakto- rer	Hjulut- rustning	Ring- tryck	Körhas- tighet	Dragmot- stånd
N	1	MF 165	E	L <sub>D</sub> **	2	I
		MF 1080	D *	M <sub>E</sub> **	12	M
						S

\* Dubbelmontage endast med MF 165

\*\* Lågt ringtryck vid dubbelmontage och mediumringtryck vid enkelmontage.

Tabell 26. Vattenhalt vid körning

Fuktighets- tillstånd	Datum	Vattenhalt i viktsprocent på olika djup, cm			Anmärkning
		0-5	5-15	15-25	
N	19/4	16.9(2)	21.9(2)	23.0(2)	Ytan helt upptorkad

1. Okörda ledens packningsgrad 78.3(5)

Tabell 27. Packningsgrad vid olika hastighet med olika traktorer och olika hjulutrustning.

2. Traktorer och olika hjul- utrustn samt ringtryck	Hastighet		Medeltal
	2	12	
MF 165 E M	88.3(3)	86.8(3)	87.6(6)
MF 165 D L	87.8(3)	83.2(3)	85.5(6)
MF 1080 E M	88.0(3)	88.0(3)	88.0(6)
Medeltal	88.0(9)	86.0(9)	

Tabell 28. Packningsgrad vid olika dragmotstånd.

3.	Dragmotstånd		
	I	M	S
	86.8(6)	86.8(6)	87.4(6)

Traktorstorleken hade här ingen större betydelse för den erhållna packningen. För kombinationen enkelmontage och högre ringtryck samt dubbelmontage och lågt ringtryck uppmättes en relativt stor skillnad i packningsgrad. Hastighetens inverkan visade sig störst för MF 165 där packningen minskade vid ökning av hastigheten medan det för MF 1080 inte erhöles några skillnader. Körning med olika dragmotstånd gav inte upphov till några påtagliga skillnader.

Den utförda variansanalysen visade inga signifikanta skillnader mellan variablerna i denna serie.

Serie VII Säffle 1975. Jordart: mjälalera.

Variabelkombination enligt tabell 29.

Tabell 29 Variabler i serie VII.

Fuktighets- tillstånd	Antal överfarter	Trakto- rer	Hjulut- rustning	Ring- tryck	Körhas- tighet	Dragmot- stånd
F	3	MF 135	E	L	7	I
N		BM 600	D	H		M

Tabell 30. Vattenhalt vid körning

Fuktighets- tillstånd	Datum	Vattenhalt i viktsproc på olika djup, cm			Anmärkning
		0-5	5-15	15-25	
F	21/4-23/4	21.6(2)	28.0(2)	26.9(2)	Ytan torr
N	5/5- 6/5	17.4(4)	25.9(4)	27.5(4)	Ytan torr o hård

1. Okörda ledens packningsgrad 83.3(5)

Tabell 31. Packningsgrad vid olika fuktighetstillstånd för olika variabler.

2. Variabler Traktor, Hjulut. Ringt., Dragm.	Fuktighetstillstånd		Medeltal
	F	N	
MF 135	87.9(8)	83.7(8)	85.8(16)
BM 600	88.1(8)	85.2(8)	86.7(16)
E	88.1(8)	83.9(8)	86.1(16)
D	87.8(8)	85.0(8)	86.4(16)
L	87.2(8)	85.0(8)	86.1(16)
H	88.7(8)	83.8(8)	86.3(16)
I	88.9(8)	84.3(8)	86.6(16)
M	87.1(8)	84.6(8)	85.9(16)
Medeltal	88.0(16)	84.4(16)	

Av tabell 31 framgår att fuktighetstillståndet i marken vid körning hade mycket stor betydelse. Traktorstorlekens inverkan var liten men ökade något då marken var torrare. Olika hjularrangemang med enkel eller dubbelmontage samt högt eller lågt ringtryck hade ingen avgörande betydelse. Däremot uppmättes ovanligt stora skillnader för olika dragmotstånd med tanke på 1974 års resultat.

Särskilt vid normalt fuktighetstillstånd åstadkom körningen endast ringa ökning av packningsgraden jämfört med det okörda ledet. Detta förklarar varför de studerade variablerna fick så liten betydelse.

Serie VIII Alnarp 1975. Jordart: moränlättilera.

Variabelkombination enligt tabell 32.

Tabell 32. Variabler i serie VIII.

Fuktighets- tillstånd	Antal överfarter	Trakto- rer	Hjulut- rustning	Ring- tryck	Körhas- tighet	Dragmot- stånd
V	3	BM 430	E	L	7	I
F		BM 650	D	H		M

Tabell 33. Vattenhalt vid körning.

Fuktighets- tillstånd	Datum	Vattenhalt i viktsproc på olika djup, cm			Anmärkning
		0-5	5-15	15-25	
V	24-25/3	21.9(4)	24.7(4)	26.5(4)	Fläckvis mycket fuktigt vilket medförde att djupa spår bildades. Ytan mycket hård och torr
F	26/4	17.4(4)	22.5(4)	25.9(4)	

1. Okörda ledens packningsgrad 83.3(5)

Tabell 34. Packningsgrad vid olika fuktighetstillstånd för olika variabler.

2. Variabler	Fuktighetstillstånd		Medeltal
	V	F	
Traktor, Hjulut, Ringt., Dragm.			
BM 430	94.8(8)	95.1(8)	95.0(16)
BM 650	94.6(8)	95.8(8)	95.2(16)
E	94.7(8)	95.7(8)	95.2(16)
D	94.7(8)	95.3(8)	95.0(16)
L	95.0(8)	95.3(8)	95.2(16)
H	94.4(8)	95.7(8)	95.1(16)
I	94.6(8)	95.5(8)	95.1(16)
M	94.8(8)	95.5(8)	95.2(16)
Medeltal	94.7(16)	95.5(16)	

Försöksområdet för denna serie visade sig på våren vara fuktigt samt mycket ojämnt upptorkat. Ett grävningssarbete några år tidigare hade uppenbarligen påverkat dräneringsförhållandena vilket visade sig först denna vår. Efter första körningen (vått tillstånd) och därefter följande mätarbete kom en period med mycket regn, som medförde att den andra körningen kunde genomföras först en månad efter den första.

Av tabell 34 framgår att fuktigt tillstånd gav något högre packningsgrad än vått. Eftersom packning i stort sett endast påverkar luftfyllda porer, kan en förklaring vara att vattenhalten vid första körtillfället var för hög för att maximal packningsgrad skulle kunna uppnås. För ingen av de testade variablerna uppmättes några större skillnader i packningsgrad. Bidragande orsak till detta, var troligen att vattenhalten var så hög att även de minst packande momenten närmade sig den maximala packning som kunde erhållas vid respektive fuktighetstillstånd.

Serie IX Alnarp 1975. Jordart: moränlätter.

Variabelkombination enligt tabell 35.

Tabell 35. Variabler i serie IX

Fuktighets- tillstånd	Antal överfarter	Trakto- rer	Hjulut- rustning	Ring- tryck	Körhas- tighet	Dragmot- stånd
F	1 3	BM 650	E D B	L M	2 7	I

Tabell 36 Vattenhalt vid körning

Fuktighets- tillstånd	Datum	Vattenhalt i viktsproc på olika djup. cm			Anmärkning
		0-5	5-15	15-25	
F	13/3-14/3	19.0(4)	22.7(4)	25.7(4)	Ytan relativt torr

1. Okörda ledens packningsgrad 80.0(3)

Tabell 37. Packningsgrad vid olika antal överfarter för olika variabler.

2. Variabler	Antal överfarter		Medeltal
	1	3	
E	88.9(4)	94.3(4)	91.6(8)
D	90.0(4)	94.0(4)	92.0(8)
B	89.9(4)	94.1(4)	92.0(8)
L	89.1(6)	93.6(6)	91.4(12)
M	90.1(6)	94.7(6)	92.4(12)
2 km/tim	89.6(6)	94.5(6)	92.1(12)
7 km/tim	89.6(6)	93.7(6)	91.7(12)
Medeltal	89.6(12)	94.1(12)	

Av tabell 37 framgår att skillnaderna i packningsgrad mellan 1 respektive 3 överfarer blev mycket stor. För lågt ringtryck uppmättes något lägre packningsgrad än för mediumringtryck. Övriga variabler uppvisade små skillnader. Dock bör nämnas att körning med breda däck utfördes den 13/3 medan körning med de smalare däcken och dubbelmontage gjordes den 14/3. Detta bör ha påverkat jämförelsen till nackdel för breda däck på grund av den upptorkning som skedde mellan körtillfällena.

Serie X Säffle 1975. Jordart: mjälalera.

Variabelkombination enligt tabell 38.

Tabell 38. Variabler i serie X.

Fuktighets- tillstånd	Antal överfarer	Trakto- rer	Hjulut- rustning	Ring- tryck	Körhas- tighet	Dragmot- stånd
F	1	MF 135	E	M	2	I
	3	BM 600	D		7	
	9				12*	

\* 12km/tim endast vid 3 överfarer.

Tabell 39. Vattenhalt vid körning

Fuktighets- tillstånd	Datum	Vattenhalt i viktsproc på olika djup, cm			Anmärkning
		0-5	5-15	15-25	
F	22/4-24/4	26.8(2)	29.4(2)	29.7(2)	Ytan torr

1. Okörda ledens packningsgrad 85.0(6)

Tabell 40. Packningsgrad vid olika antal överfarer för olika variabler.

2. Variabler	Antal överfarer			Medeltal	
	1	3	9	1+3	1+3+9
Traktor, Hjul- utr., Hastighet					
MF 135	82.8(4)	88.1(4)	91.8(4)	85.5(8)	87.6(12)
MF 135 o 12 km/h		87.2(2)			
BM 600	85.6(4)	91.0(4)	95.7(4)	88.3(8)	90.8(12)
BM 600 o 12 km/h		92.2(2)			
E	84.7(4)	90.4(4)	93.7(4)	87.6(8)	89.6(12)
E o 12 km/h		89.0(2)			
D	83.7(4)	88.8(4)	93.8(4)	86.3(8)	88.8(12)
D o 12 km/h		90.4(2)			
2 km/h	85.2(4)	90.2(4)	93.6(4)	87.7(8)	89.7(12)
7 km/h	83.2(4)	88.9(4)	93.9(4)	86.1(8)	88.7(12)
12 km/h		89.7(4)			
Medeltal (ej 12km/h)	84.2(8)	89.6(8)	93.8(8)		

Som helhet blev variationerna i packningsgrad för olika moment mycket stor i denna serie. Okörda ledens packningsgrad blev anmärkningsvärt hög, vilket förmodligen kan förklaras av att det i ett par av dessa rutor inträffade en krympning med sammanhängande volymviktsökning under upptorkningen. Av tabell 40 framgår att olika antal överfarer gav mycket stora skillnader i packningsgrad. För både variablerna traktorstorlek och hjulutrustning blev skillnaderna ovanligt stora med tanke på resultatet i tidigare serier. Av de uppmätta packningsgraderna för olika hastigheter framträdde en tendens till att det skulle finnas någon form av minimum för ca 7 km/h och där både den lägre hastigheten (2 km/h) och den högre (12 km/h) skulle orsaka en ökning av packningen. Vid hastigheten 12 km/h gick traktorn inte lika jämnt över rutorna som den gjorde vid de lägre hastigheterna. Detta kan ha medfört att ökningen i packning mellan 7 och 12 km/h är orsakad av att traktorn hoppade och på det sättet packade jorden.

Serie XI Ugerup 1976. Jordart: sandjord.

Variabelkombination enligt tabell 41.

Tabell 41. Variabler i serie XI.

Fuktighets- tillstånd	Antal överfarer	Trakto- rer	Hjulut- rustning	Ring- tryck	Körhas- tighet	Dragmot- stånd
F	3	BM 400 BM 650	E D*	EL ** L H	7	I

\* Dubbelmontage endast med BM 650.

\*\* Extra lågt ringtryck endast vid dubbelmontage.

Tabell 42. Vattenhalt vid körning.

Fuktighets- tillstånd	Datum	Vattenhalt i viktsprocent på olika djup, cm			Anmärkning
		0-5	5-15	15-25	
F	1/4-2/4	6.9(4)	7.8(4)	8.1(4)	Ytan lös o fuktig

1. Okörda ledens packningsgrad 85.2(4)



Tabell 43. Packningsgrad i olika block för olika variabler.

2. Led	Variabler		Block				Medeltal
			1	2*	3	4	
	Traktor, Hjulutr, Ringtr.						
1	BM 400	E H	97.9(1)	99.2(2)	100.4(1)	101.5(1)	99.8(5)
2	BM 400	E L	95.9(1)	96.8(2)	100.3(1)	101.5(1)	98.6(5)
3	BM 650	E H	98.0(1)	101.5(2)	100.1(1)	99.9(1)	99.9(5)
4	BM 650	E L	102.5(1)	99.4(2)	101.3(1)	102.1(1)	101.3(5)
5	BM 650	D H	98.4(1)	103.9(2)	102.1(1)	102.4(1)	101.7(5)
6	BM 650	D L	97.5(1)	102.2(2)	101.6(1)	100.7(1)	100.5(5)
7	BM 650	D EL	96.0(1)	101.7(2)	97.3(1)	101.2(1)	99.1(5)
8	BM 650	D** L	97.2(1)	95.4(2)	98.8(1)	100.4(1)	98.0(5)
9	BM 400***E	H	97.5(1)	100.7(2)	102.1(1)	100.3(1)	100.2(5)
	Block medeltal		97.9(9)	100.1(18)	100.4(9)	101.1(9)	

\* Värdena i block 2 utgör ett medeltal av två mätningar.

\*\* Enkel täckning, d v s samma antal hjulöverfarter/punkt som vid enkelmontage.

\*\*\* Mellan varje överfart var ett tidsmellanrum på ca 6 timmar.

För att möjliggöra en mer fullständig statistisk bearbetning av materialet var serierna från och med serie XI upplagda som rena blockförsök. I serie XI på Ugerup mättes rutorna i block II två gånger, dels den normala mätningen dels i samband med ommätning för fastställande av eventuell krympning. De presenterade värdena utgör ett medelvärde av dessa mätningar eftersom ingen krympning konstaterades.

Av tabell 43 framgår att de uppmätta skillnaderna i packningsgrad mellan stor och liten traktor var betydande. Den gjorda variansanalysen visade också att de var statistiskt signifikanta ( $p < 0.1$ ). Variabeln ringtryck uppvisade även den stora variationer men skillnaderna var inte entydiga, då tendensen för stor traktor och enkelmontage var motsatt den för de övriga. En variansanalys visade dock signifikanta skillnader ( $p < 0.1$ ) mellan extra lågt och högt ringtryck (led 7 och led 5). Den nya faktorn som studerades under 1976, tidsmellanrum mellan överfarterna, visade sig inte ha någon större inverkan i denna serie, jämför led 1 och led 9. Vid en jämförelse av leden 6 med 6 hjulöverfarter/punkt och led 8 med 3 hjulöverfarter/punkt framkommer antalet överfarters stora betydelse för packningen. Den utförda variansanalysen visade också klara signifikanta skillnader ( $p < 0.01$ ).

Serie XII Bäcklösa 1976. Jordart: styv lera.

Variabelkombination enligt tabell 44.

Tabell 44. Variabler i serie XII.

Fuktighets- tillstånd	Antal överfarter	Trakto- rer	Hjulut- rustning	Ring- tryck	Körhas- tighet	Dragmot- stånd
F	3	MF 35 MF 175	E D*	EL** L H	7	1

\* Dubbelmontage endast med MF 175.

\*\* Extra lågt ringtryck endast vid dubbelmontage.

Tabell 45. Vattenhalt vid körning.

Fuktighets- tillstånd	Datum	Vattenhalt i viktsproc på olika djup, cm			Anmärkning
		0-5	5-15	15-25	
		F	9/5-10/5	19.3(4)	

1. Okörda ledens packningsgrad 79.7.

Tabell 46. Packningsgrad i olika block för olika variabler.

2.	Led	Variabler				Block		Medeltal
		Traktor	Hjulutr	Ringtr	Däck	2	4	
	1	MF 35	E	H		93.2(1)	93.8(1)	93.5(2)
	2	MF 35	E	L		93.6(1)	91.6(1)	92.6(2)
	3	MF 175	E	H	Nytt	95.6(1)	93.3(1)	94.5(2)
	4	MF 175	E	H	Slitet	94.4(1)	94.3(1)	94.4(2)
	5	MF 175	E	L	Nytt	94.2(1)	93.5(1)	93.9(2)
	6	MF 175	E	L	Slitet	93.6(1)	92.6(1)	93.1(2)
	7	MF 175	D	H		93.0(1)	93.7(1)	93.4(2)
	8	MF 175	D	L		93.8(1)	92.8(1)	93.3(2)
	9	MF 175	D	EL		93.2(1)	93.4(1)	93.3(2)
	10	MF 175	D*	H		91.9(1)	92.0(1)	92.0(2)
	11	MF 35**	E	L		93.2(1)	92.7(1)	93.0(2)
		Blockmedeltal				93.6(11)	93.1(11)	

\* Enkel täckning, d v s samma antal hjulöverfarter/punkt som vid enkelmontage.

\*\* Mellan varje överfart var ett tidsmellanrum på ca 6 timmar.

Uppläggningsen av denna serie var identisk med serie XI på Ugerup. Tyvärr visade sig vid resultatbehandlingen jordartsskillnaderna inom block I och block III vara så stora och ha ett så avgörande inflytande över resultatet att de uppmätta packningsgradsvärdena för olika led fullständigt kom att vara beroende av var inom respektive block leden var placerade. Av denna orsak har redovisningen av dessa block inskränkts till att omfatta värden för olika däcksmönster nytt och slitet, eftersom dessa led låg parvis i omedelbar anslutning till varandra. Redovisningen göres

tillsammans med värdena erhållna i block II och IV under rubriken ringtryck i den variabelvisa presentationen.

Av tabell 46 framgår att skillnader i packningsgrad uppmättes för såväl traktorstorlek, hjulutrustning som ringtryck. För den sistnämnda variabeln var dock skillnaderna mycket små. Jämförelsen av hur olika nedslitningsgrad hos däcken påverkade packningen gjordes i led 3 och 4 samt 5 och 6. Av de uppmätta värdena framgår att denna faktor tycks ha mycket liten inverkan på packningen. En mer ingående redogörelse finns under rubriken Variabelvis redovisning-ringtryck. Inte heller i denna serie hade ett tidsmellanrum mellan de olika överfarterna någon större inverkan på packningen. jämför led 2 och led 11. För antalet överfarter, jämför led 7 med 6 hjulöverfarter per punkt och led 10 med 3 hjulöverfarter/punkt, var bilden densamma som i tidigare serier, nämligen en stor ökning av packningsgraden vid ökat antal överfarter.

Serie XIII Högby 1976. Jordart: mulljord.

Variabelkombination enligt tabell 47.

Tabell 47. Variabler i serie XIII.

Fuktighets- tillstånd	Antal överfarter	Trakto- rer	Hjulut- rustning	Ring- tryck	Körhas- tighet	Dragmot- stånd
F*	1**	MF 35	E	EL****	7	I
N	3 9**	MF 175	D***	L H		

\* Fuktigt tillstånd endast vid 3 överfarter med MF 175 o högt ringtr.

\*\* 1 o 9 överfarter endast med MF 175 och högt ringtryck

\*\*\* Dubbelmontage endast med MF 175.

\*\*\*\* Extra lågt ringtryck endast vid dubbelmontage.

Tabell 48. Vattenhalt vid körning

Fuktighets- tillstånd	Datum	Vattenhalt i viktsproc på olika djup, cm			Anmärkning
		0-5	5-15	15-25	
F	17/5	125.4(6)	124.9(6)	125.0(6)	
N	21/5	111.6(6)	120.5(6)	117.0(6)	Ytan lös

1. Okörda ledens packningsgrad 72.0(4).

Tabell 49. Packningsgrad i olika block för olika variabler.

2.	Led	Variabler			Block				Medeltal
		Traktor	Hjulutr	Ringtr	1	2	3	4	
	1	MF 35	E	H	88.7(1)	81.7(1)	85.5(1)	83.5(1)	84.9(4)
	2	MF 35	E	L	86.0(1)	81.1(1)	91.6(1)	80.9(1)	84.9(4)
	3	MF 175	E	H	91.0(1)	83.4(1)	86.7(1)	86.2(1)	86.8(4)
	4	MF 175	E	L	85.4(1)	87.0(1)	85.8(1)	79.2(1)	84.4(4)
	5	MF 175	D	H	85.4(1)	85.4(1)	84.9(1)	79.3(1)	83.8(4)
	6	MF 175	D	L	88.7(1)	81.7(1)	84.9(1)	78.3(1)	83.4(4)
	7	MF 175	D	EL	87.4(1)	80.6(1)	84.6(1)	88.8(1)	85.4(4)
	8	MF 175	E	H 1	88.2(1)	82.6(1)	82.3(1)	77.9(1)	82.8(4)
	9	MF 175	D	H 1	86.4(1)	81.4(1)	79.9(1)	75.7(1)	80.9(4)
	10	MF 175	E	H 9	90.7(1)	93.2(1)	96.5(1)	87.0(1)	91.9(4)
	11	MF 175	D	H 9	93.4(1)	89.9(1)	88.3(1)	94.2(1)	91.5(4)
	12	MF 175	E	H F	92.4(1)	82.2(1)	97.4(1)	90.5(1)	90.6(4)
	13	MF 175	D	H F	95.0(1)	87.9(1)	89.1(1)	84.2(1)	89.1(4)
	14	MF 35*	E	H	88.4(1)	88.5(1)	82.8(1)	89.5(1)	87.3(4)
	Blockmedeltal				89.1(14)	84.8(14)	87.2(14)	83.9(14)	

\* Mellan varje överfart var ett tidsmellanrum på ca 3 timmar.

Serie XIII på Högby var även den upplagd som ett blockförsök men med fler led än serierna XI och XII. Bakgrunden till detta var att det här var den enda serien som genomfördes på organogen jord. För att få bekräftat om tidigare års erfarenhet av fuktighetstillståndets vid körning och antalet överfarters stora betydelse för packningen på mineraljord även gällde på organogen jord, genomfördes två av leden med stor traktor, högt ringtryck med dubbel och enkelmontage vid fuktigt tillstånd samt för 1 och 9 överfarter.

Av tabell 49 framgår att fuktighetstillståndet vid körning liksom antalet överfarter även på den organogena jorden hade mycket stor betydelse för packningen. Inverkan av ringtryck och traktorstorlek var i denna serie inte särskilt stor medan en mindre skillnad konstaterades för olika hjulustrustningar. Vid en jämförelse av leden 1 och 14 framgår att tendensen är densamma här som i tidigare serier nämligen att ett tidsmellanrum mellan de olika överfarterna snarare ökade än minskade packningen.

Den utförda variansanalysen visar signifikanta skillnader ( $p < 0,001$ ) för antalet överfarter samt ( $p < 0,1$ ) för olika fuktighetstillstånd i marken. För övriga jämförelser fanns inga signifikanta skillnader.

## B. VARIABELVIS RESULTATREDOVISNING

I denna avdelning kommer resultatet att redovisas som ett antal diagram där vart och ett representerar en av de totalt 13 serier, vilka ingått i undersökningen. Som underrubrik till de olika avsnitten har valts de olika variabler som undersökningen omfattat:

- markfuktighet vid körning
- antal överfarter
- traktorstorlek
- hjulustrustning
- ringtryck
- körhastighet
- dragmotstånd

Under varje rubrik presenteras diagram från samtliga serier i vilka variabeln varierats. Diagrammens uppbyggnad är likartad, med packningsgradsskalan avsatt utmed y-axeln. Till skärningspunkt med x-axeln har valts den packningsgrad vilken erhållits som ett medelvärde av mätningarna i de okörda leden. Detta har inte visat sig helt lyckat med tanke på att det i serie I på Ultuna och i serie X vid Säftele erhållits packningsgrader i de packade leden som varit lägre än de i de opackade. Detta får dock tas som ett tecken på de svårigheter som kan uppkomma vid försöksutläggning av denna typ, där stora jämna områden krävs och där små variationer i jordart kan få konsekvenser av detta slag. I serie X vid Säftele står orsaken även till viss del att finna i att det skett en kraftig krympning i ett par av de okörda leden, (registrerat genom att stora torksprickor noterades vid mätningen) vilket medfört att volymvikten ökat. Detta har däremot inte skett i de okörda led i vilka ommätning för bedömning av eventuell krympning gjorts. Följaktligen har inte någon korrigerings av packningsgraden gjorts vilket uppenbarligen borde ha varit det riktiga i denna serie.

Den studerade variabeln har avsatts på x-axeln. I de fall där det ansetts lämpligt har värdet 0 satts i skärningspunkten med y-axeln och ett ökat avstånd från denna innebärande en ökning av variabeln. För fuktighet vid körning har de högsta värdena avsatts närmast origo. Orsaken till detta är att de olika vattenhaltsvärdena framförallt uppfattats som mått på upptorkningsförloppet under våren varför x-axeln betraktats som en tidsaxel för de olika körningarna. Vid jämförelsen av olika ringtryck har x-axeln i samtliga diagram brutits på samma sätt p g a platsbrist. Vid studiet av olika dragmotstånd inverkan på packningen har inget dragmotstånd avsatts ett stycke från origo för att markera att enheterna vid dessa jämförelser inte är värdebestämda av någon storhet utan endast subjektivt uppskattade.

I texten till varje diagram står, inom parentes, en siffra vilken anger hur många mätvärden som ligger bakom varje punkt.

### Markfuktighet vid körning

Variabeln markfuktighet vid körning har studerats i 8 av serierna. Serie II på Säby uppvisar ett svårförklarligt fenomen med ökande packningsgrad från fuktigt till normalt tillstånd trots att det i perioden mellan körningarna skedde en upptorkning av jorden.

I serie V på Ultuna där jämförelse gjordes mellan fuktighetstillstånden normal och fuktig var enligt bestämmningen medelvattenhalten i lagret 5-25 cm högre vid det normala än det fuktiga tillståndet. Detta förefaller helt osannolikt med tanke på att vädret mellan tidpunkterna för körningarna var nederbördsfattigt och att tendensen i serierna, som låg bredvid, var en klar upptorkning. Orsaken är troligen att ett för litet antal prov uttagits i kombination med att valet av provplatser varit olyckligt. Mot bakgrund av detta ersattes markens vattenhalt på x-axeln av fuktighetstillstånden fuktigt och normalt. Utgångspunkt var att normalt tillstånd är torrare än fuktigt tillstånd och att skillnaderna dem emellan i stort sett överensstämmer med skillnaderna i serie I.

Serie VII på Alnarp har en bild som är motsatt den i de övriga serierna, nämligen att packningsgraden var högre vid fuktigt tillstånd än vid vått. Orsaken till detta var förmodligen att marken vid körning vid vått tillstånd hade för hög vattenhalt för att maximal packning skulle kunna hållas. Ett flertal av de porer som normalt är luftfyllda var vattenfyllda och därigenom "bars" traktorerna. Först när vattenhalten sjönk

och närmade sig den vid det fuktiga tillståndet kunde den maximala packningen uppnås. Detta är ett fenomen som endast inträffar vid höga packningsgrader. Denna tolkning kan även användas i serie I Ultuna för 9 körningar och vått tillstånd där lägre packningsgrad erhöles än för fuktigt tillstånd.

Den allmänna bilden av markfuktighetens inverkan på packningen var inte helt oväntat att den hade mycket stor betydelse. Av kurvornas lutning att döma syns de största variationerna i packningsgrad uppträda på lerjordar och på mjälarika jordar. Även på mulljordar tycks stora skillnader kunna erhållas. Däremot verkar inte den lätta jorden på Säby uppvisa så stora skillnader i packningsgrad mellan de olika fuktighetstillstånden. Om moränjorden på Alnarp är det svårt att uttala sig på att fuktigheten vid körningarna var så hög att några större skillnader aldrig uppträdde.

### Antal överfarter

Inverkan av antalet överfarter studerades i 8 av serierna. Försöksuppläggningsen var så utformad att en överfart innebar 4 körningar spår vid spår för samtliga traktorer, utom för MF 1080 1974 och för BM 650 med breda däck 1975, där det innebar 3 körningar. I de led där dubbelmontage ingick utfördes körningarna på samma sätt som för enkelmontage, d v s spår vid spår utgått från det inre hjulet. Detta innebar att varje punkt överfors både av det ordinarie och av det dubbelmonterade hjulet vid en överfart, d v s egentligen 2 hjulöverfarter per punkt. I diagrammen har hänsyn tagits till detta och 1, 3 och 9 överfarter blir vid körning med dubbelmontage 2, 6 respektive 18.

Av diagrammen framgår att antalet överfarter hade mycket stor betydelse för den packningsgrad som jorden hade efter körningen. Skillnaden var mycket stor mellan 1 och 3 överfarter, men även en ökning från 3 till 9 resulterade i en kraftig ökning av packningsgraden. Detta är en mycket intressant iakttagelse som går stick i stäv med den vanliga uppfattningen att packningen skulle vara maximal redan efter 3-4 överfarter.

I serie XI på Ugerup och XII vid Bäcklösa gjordes endast jämförelser vid 3 överfarter. Som ett extra led ingick dock även en jämförelse med dubbelmontage och 3 överfarter per punkt, d v s halva antalet överfarter jämfört med det normala. Av diagrammen framgår att packningen ökade kraftigt om antalet överfarter ökades från 3 till 6. Vidare visar de klart att enkelmontage gav upphov till mycket större packning än dubbelmontage vid samma antal överfarter per punkt. Kurvorna som representerar serie X och XIII ger även de en väldigt bra bild av dubbelmontagens positiva verkan för att minska packningen. Detta materialet ger möjligheter att uppskatta vilken packning som t ex körning under vårbruk på olika gårdar med olika maskinsystem kommer att ge upphov till.

I serie XI på Ugerup, XII vid Bäcklösa och XIII vid Högby ingick ytterligare ett extra led. Här studerades inverkan av ett större tidsrum mellan de olika överfarterna. Normalt gjordes alla överfarterna av en försöksruta i snabb följd vilket innebar att det skedde under en tidsrymd av ca 5 minuter. Genom att utföra en överfart och därefter vänta i mellan 3 till 6 timmar innan nästa gjordes och sedan upprepa proceduren ytterligare en gång åstadkoms en fördröjning av överfarterna. Teorin bakom detta var att jorden skulle kunna återhämta sig under denna fördröjning och nästa överfart skulle därmed inte åstadkomma lika stor packningseffekt som om den utfördes i anslutning till den första. Resultatet visar dock att denna teori inte höll utan att effekten snarare blev den

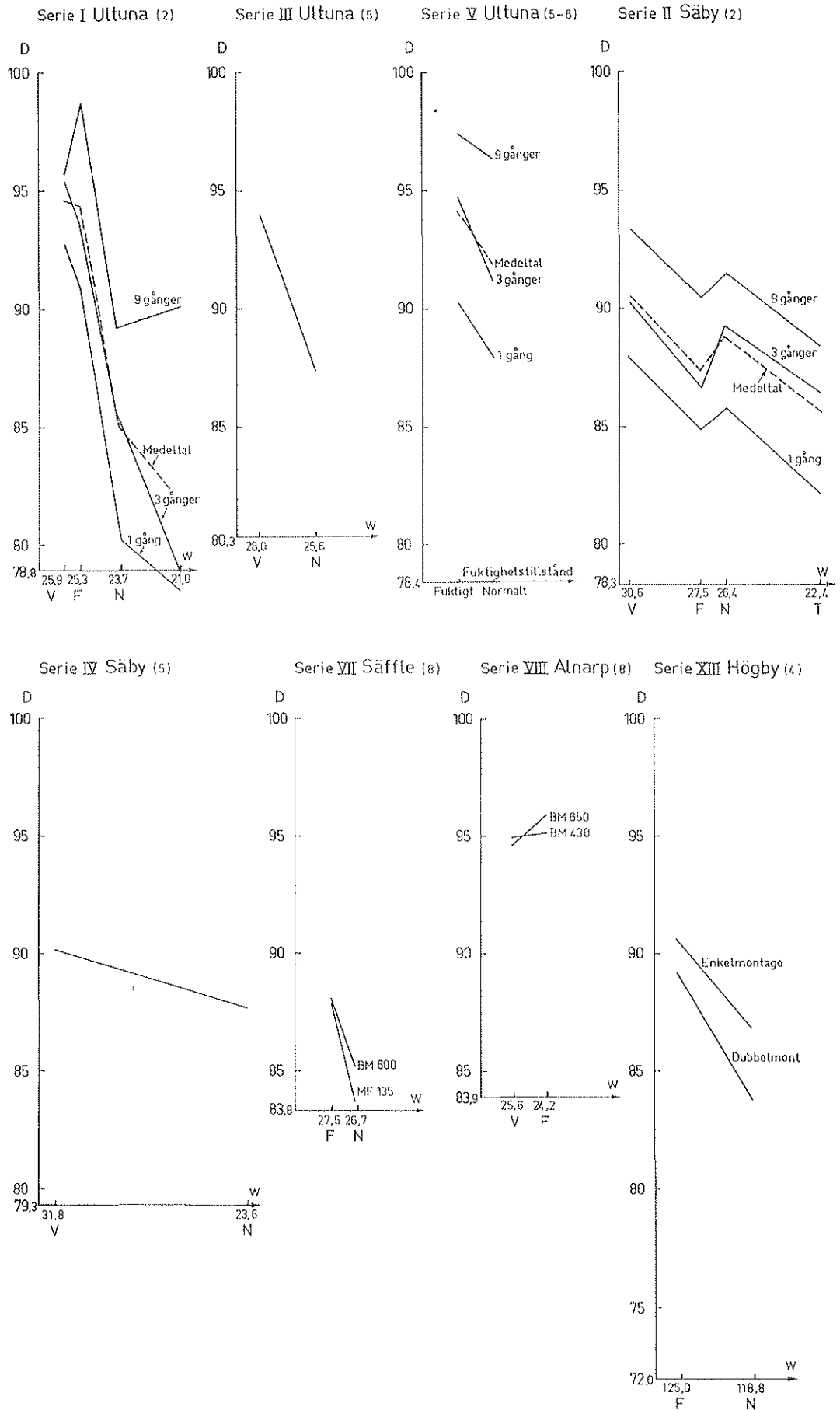


Fig 1. Packningsgraden, D, som funktion av vattenhalten i matjorden vid körningen, w (vikts-%), i de olika körserierna. Siffrorna inom parentes efter seriebeteckningarna anger hur många mätvärden, som ligger bakom varje punkt.

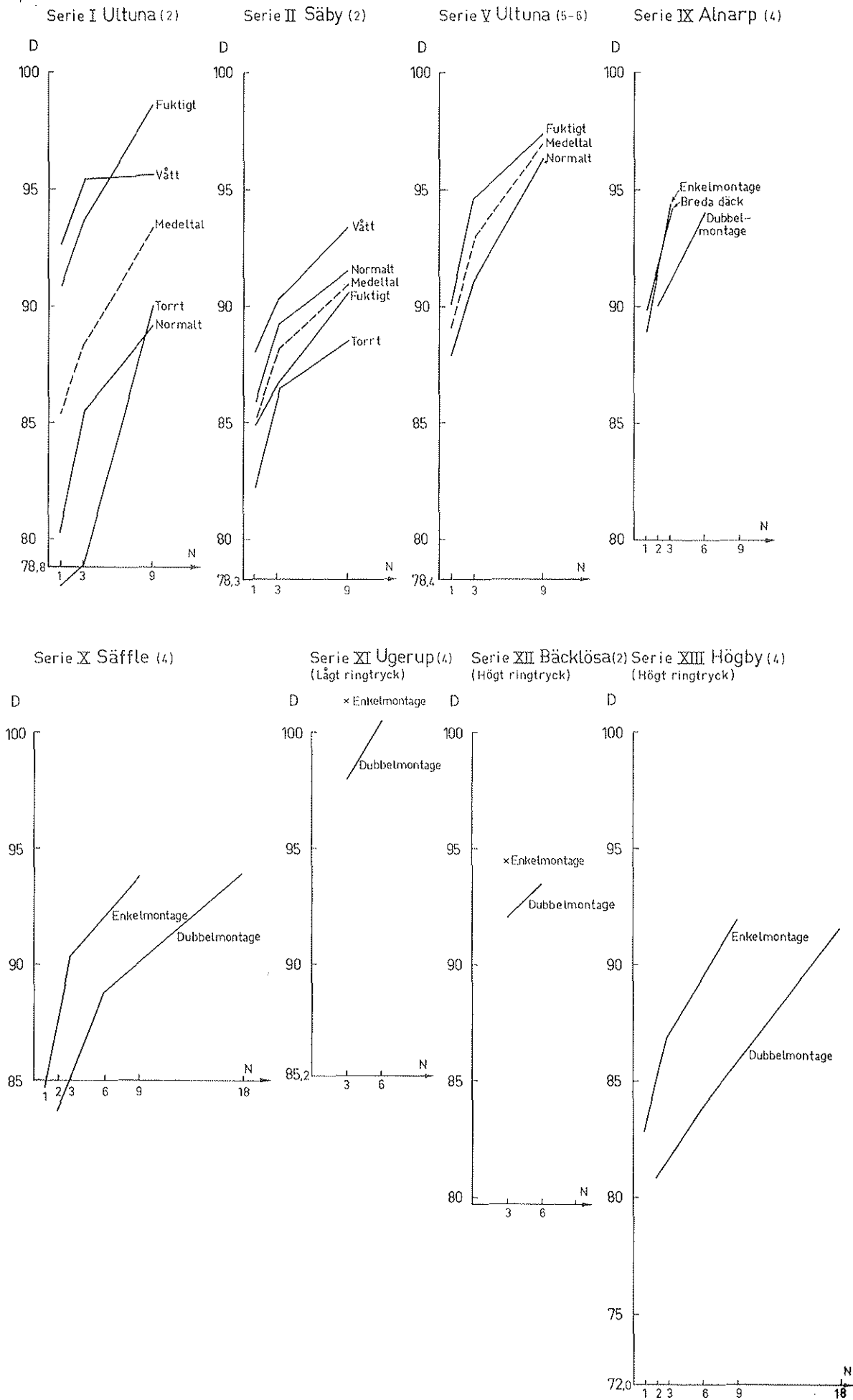


Fig 2. Packningsgraden, D, som funktion av antalet överfarter, N, i de olika körserierna.



motsatta. På alla tre platserna blev packningsgraden, om än endast obetydligt så dock högre vid en fördröjning jämfört med det normala, med överfarterna i tät följd.

Tabell 50. Packningsgrader vid körning i tät följd och med fördröjning.

Körningens utförande	Serie nr, plats och variabelkombination.		
	XI Ugerup LEH*	XII Bäcklösa LEL*	XIII Högby LEH*
I tät följd	99.8	92.6	84.9
Med fördröjning	100.2	93.0	87.3

\* Teckenförklaring: LEH betyder liten traktor, enkelmontage, högt ringtr.  
LEL " " " " " lågt "

En förklaring till detta är troligen att jorden packas vid första överfarten så att en del vatten frigörs och upptar delar av de porer vilka normalt skulle vara luftfyllda. Då andra överfarten sker i direkt anslutning till den första har inte vattnet hunnit dräneras bort vilket innebär att maximal packning inte kan erhållas eftersom det i stort sett endast är de luftfyllda porerna som påverkas av packning. I de fall en fördröjning av överfarterna ingår hinner däremot dränering ske varför andra och tredje överfarterna kom att ge en större packning jämfört med normalfallet där körningarna företas i tät följd.

#### Traktorstorlek

I diagrammen har de olika traktorernas bakaxelvikt avsatts på x-axeln. I anslutning till detta finns också antecknat vilken traktor som använts vid körningen. Vissa vikter kan förefalla stora, men det är orsakat av att belastningsvikter användes i några av serierna, där detta befunnits lämpligt. Diagrammen visar att denna variabel inte hade lika stor betydelse för packningen som de två tidigare behandlade, markfuktighet vid körning och antalet överfarter. Klart står dock, om än något varierande i de olika serierna, att en större och tyngre traktor åstadkommer mer packning än en lättare. Särskilt markerat var detta i serierna II och VI på lättare jord samt i X på mjälajord. I serie I på Ultuna var fuktigheten vid de två tidigaste körtillfällena för hög för att maximal packningsgrad skulle kunna uppnås med den tyngre traktorn. Serie VIII på Alnarp uppvisar samma bild som tidigare (se kommentar under rubriken markfuktighet vid körning) med högsta packningsgrader vid körning vid fuktigt tillstånd.

#### Hjulustrustning

I de serier där olika hjulustrustningars inverkan på packningen studerades, ingick i samtliga fall en jämförelse mellan enkel- och dubbelmontage. Försöksuppläggningsen var så utformad att antalet överfarter per punkt med dubbelmontage utom vid enkel täckning (serie XI och XII) var dubbelt så stort som för enkelmontage (se under rubriken antal överfarter). Bakgrunden till detta var att bland de effekter som uppnås vid konventionell användning av dubbelmontage är att traktorspårytan fördubblas medan vikten per ytenhet i det närmaste halveras.

Diagrammen visar för de flesta serier, vid denna jämförelse, att dubbelmontage givit något lägre packningsgrad än enkelmontage. Resultatet var

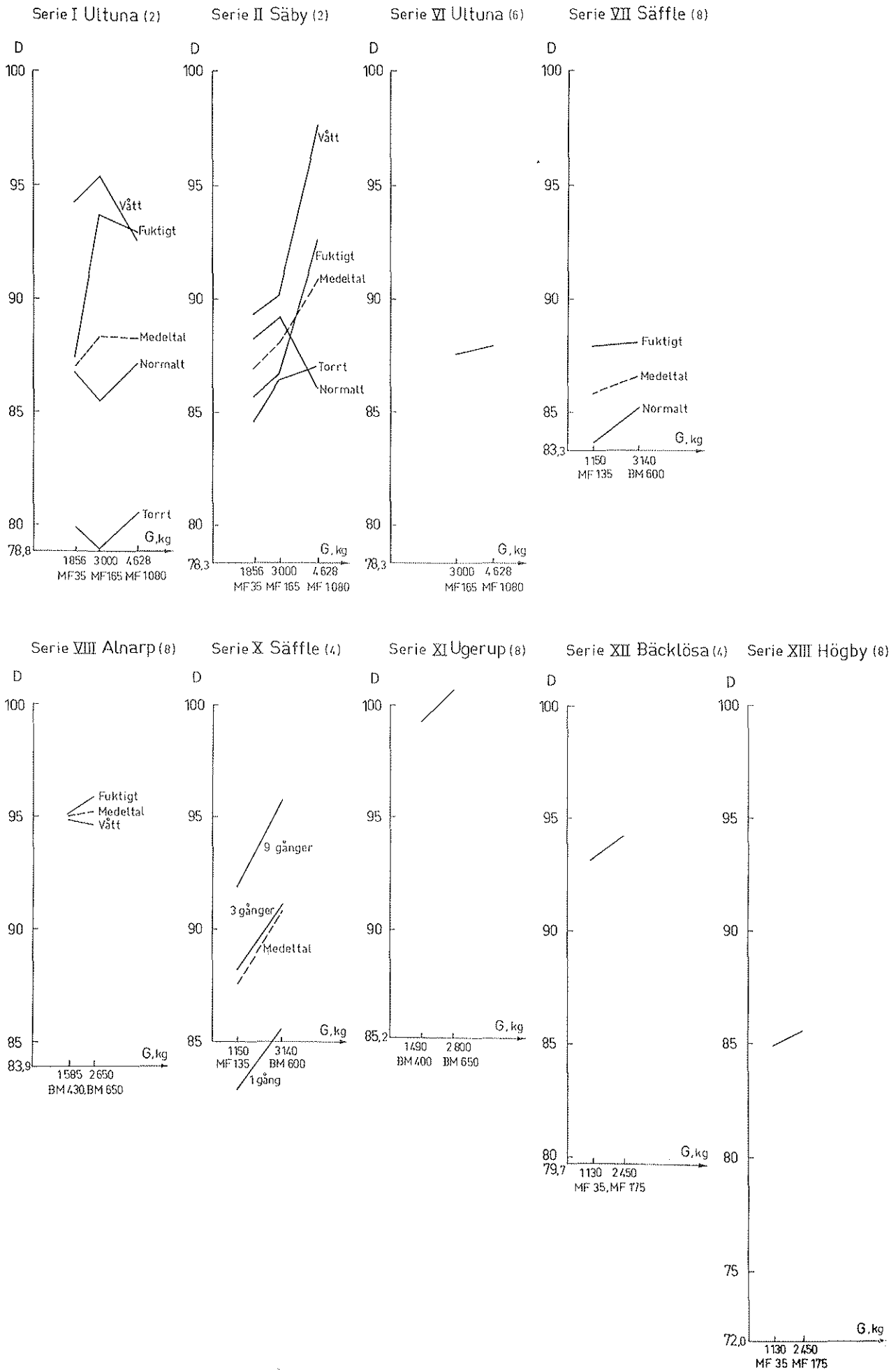


Fig 3. Packningsgraden, D, som funktion av traktorns bakaxelvikt, G, i de olika körserierna.

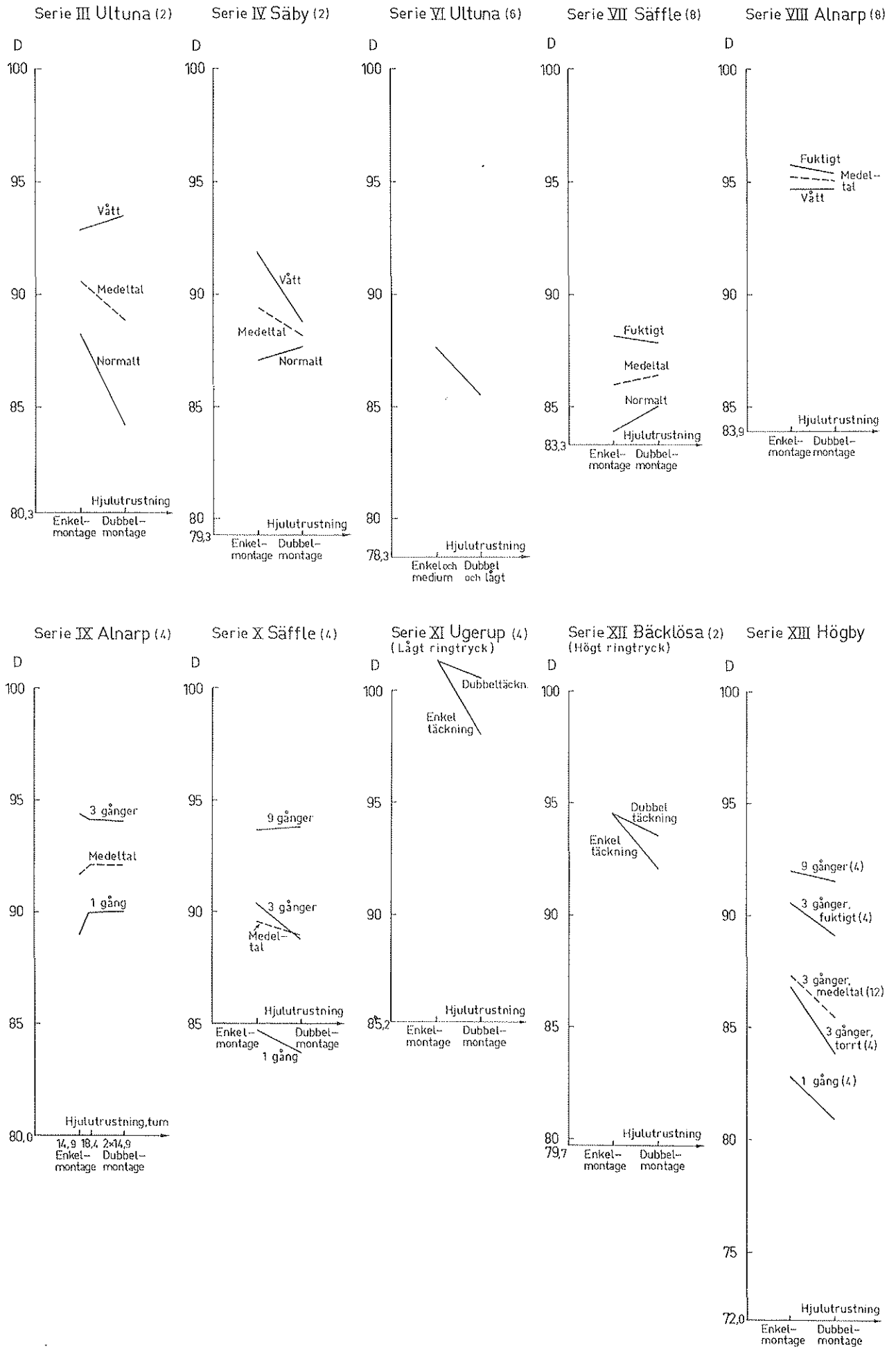


Fig 4. Packningsgraden, D, som funktion av traktorernas hjulutrustning i de olika körserierna.

dock inte helt entydigt för i några av serierna gav enkelmontage obetydligt mindre packning än dubbelmontage. Denna relativt svaga skillnad var till stor del orsakad av att antalet överfarter hade så dominerande betydelse. Om i stället jämförelsen görs vid samma antal hjulöverfarter per punkt blir resultatet en kraftig minskning av packningen vid användning av dubbelmontage. I serie XI och XII ingår ett led med dubbelmontage och enkel täckning och här kan denna jämförelse göras. Det är även möjligt att göra detta i serie X och XIII under rubriken antal överfarter då det i dessa serier med både enkel- och dubbelmontage gjorts en uppdelning efter antalet hjulöverfarter per punkt. Beaktas bör dock, vid dessa jämförelser att endast hälften så många körningar per ruta gjorts för att åstadkomma en överfart för dubbelmontage och följaktligen har endast dessa försöksled passerats av drygt halva traktorvikten jämfört med körningar med enkelmontage.

### Ringtryck

Variabeln ringtryck ingick ursprungligen i undersökningen på tre nivåer, högt = 150 kPa, medium = 100 kPa och lågt = 70 kPa. Skillnaderna i packningsgrad, under de två första åren, blev mindre än vad som förväntats och detta föranledde att en ny nivå för dubbelmontage, extra lågt ringtryck = 50 kPa, infördes under 1976.

Största utslag för olika ringtryck noterades på molättlera vid Säby i serie II och på mulljord i serie XIII vid Högby. Den andra lätta jorden, sanden på Ugerup uppvisar en oregelbunden bild med ökad packning vid minskat ringtryck för den stora traktorn med enkelmontage medan den lilla traktorn med enkelmontage och den stora med dubbelmontage gav minskad packning för minskat ringtryck. För dubbelmontage var skillnaderna mellan högt och extra lågt ringtryck t o m statistiskt signifikanta ( $p < 0.1$ ). En trolig orsak till att skillnaderna i packningsgrad för olika ringtryck blev så små på de övriga jordarna kan vara att däckskorden inte "svarade" mot den variation i lufttryck som ingått i jämförelsen. Däckens konstruktion är sådan att de är gjorda för ett visst rekommenderat lufttryck och vid stora avvikelser från detta ändras inte den spåryta som tar upp trycket så mycket som skulle ha behövts för att full effekt av denna variabel skulle ha erhållits. Detta verkar rimligt då utslaget för sandjord och mulljord där jorden hade förmåga att anpassa sig till däckets blev större än på övriga jordar med varierande grad av aggregatstabilitet. Dessutom kan graden av nedslitning hos däcken ha betydelse. Under 1976 gjordes därför en jämförelse mellan ett nedslitet däck och ett relativt nytt med stort mönsterdjup i serie XII vid Bäcklösa. Påpekas bör dock att nedslitningen till största delen var "konstlad" vilket innebar att däckets trots allt var ganska nytt och hade en fast kord. Resultatet gav vid 4 upprepningar för vardera högt och lågt ringtryck följande medelvärden:

	Nytt	Slitet
Högt ringtryck 150 kPa	99.6(4)	98.9(4)
Lågt ringtryck 70 kPa	97.3(4)	97.3(4)
Medeltal	98.5(8)	98.1(8)

Detta visar att det inte blev någon direkt skillnad i packning mellan däck med olika mönsterdjup. Den skillnad som finns mellan högt och lågt ringtryck kan hänföras till den stora jordartsvariation som förelåg inom block I och III och som resulterade i att dessa utelämnades vid resultatredovisningen. Vid ovanstående jämförelse kan dock mätvärdena utnyttjas då försökens utformning var sådan att dessa led låg parvis i direkt anslutning till varandra.

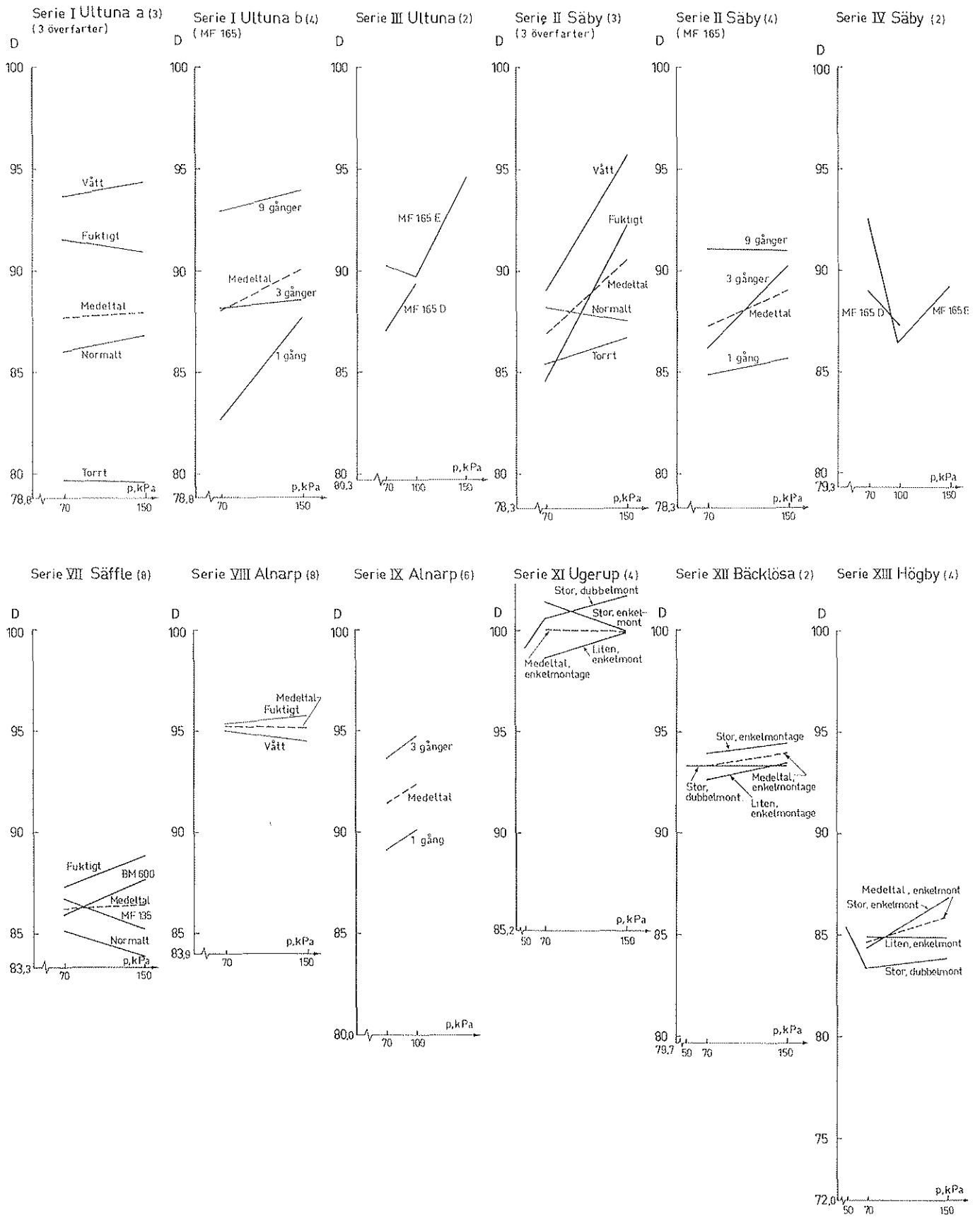


Fig 5. Packningsgraden, D, som funktion av ringtrycket, p, i traktorernas bakhjul i de olika körserierna.

Som helhet kan ändå konstateras att inverkan av ringtrycket var ganska stort och att det lägre ringtrycket gav en lägre packningsgrad än de högre. Av "mellangruppen" traktorstorlek, hjulutrustning och ringtryck som nu presenterats måste rangordningen efter inverkan på packningen bli följande: hjulutrustning, ringtryck, traktorstorlek.

De sammanställningar som gjorts över en kombination av dessa tre variabler så gynnsamt som möjligt (liten traktor, dubbelmontage och lågt ringtryck) och så ogynnsamt som möjligt (stor traktor, enkelmontage och högt ringtryck) gav inga direkta skillnader. Orsaken till detta var förmodligen att antalet led var för litet och att de var spridda över så stora områden att variationer på platsen helt förtog eventuella skillnader.

### Körhastighet

Körhastighetens betydelse för packningen i matjorden studerades under de två första åren i 4 av serierna. Tanken bakom detta var att vid en hastighetsökning skulle möjligheter finnas att köra ifrån en del av packningen. De hastigheter som ingick i undersökningen var 0, 2, 7 och 12 km/h. 0 km/h fanns endast i 4 rutor i serie V. Vid 12 km/h hoppade traktorn mycket vilket dels medförde svårigheter vid körningen speciellt i de serier där traktorn var belastad och dels blev packningsverkan mycket ojämnt fördelad över försöksrutorna.

Diagrammen visar att en ökning av hastigheten från 2 till 7 km/h gav en svag minskning av packningen. I två av serierna förstärks denna effekt i kombination med dubbelmontage, medan resultatet var det motsatta i en serie. En ytterligare ökning av hastigheten från 7 till 12 km/h minskade inte packningen utan snarare ökade den en aning, vilket förmodligen kan tillskrivas traktorns hoppande.

### Dragmotstånd

Bakgrunden till valet av denna variabel var en förväntan att stort dragkraftsuttag i kombination med slirning skulle kunna öka packningen. Vid försöksutläggningen valdes 2 led med dragmotstånd av varierande storlek, måttligt och stort, samt ett led med enbart traktor, motsvarande inget dragmotstånd. Det måttliga dragmotståndet åstadkoms förenklat uttryckt genom att en traktor bogserades medan vid det stora dragmotståndet motsvarande traktor bromsades så att slirning uppträdde. Ingen uppmätning av några krafter i samband med bogseringen förekom.

Diagrammen visar, för en av serierna ökad packning vid ökat dragmotstånd, för en annan serie minskad, medan de två övriga i stort sett uppvisar samma packning oberoende av dragmotstånd. I stort sett visade sig olika dragmotstånd i dessa serier inte ha någon större mätbar inverkan på packningen. Mot bakgrund av detta utgick även denna variabel ur undersökningen redan efter 2 år för att ge möjlighet till ytterligare koncentration på de övriga variablerna.

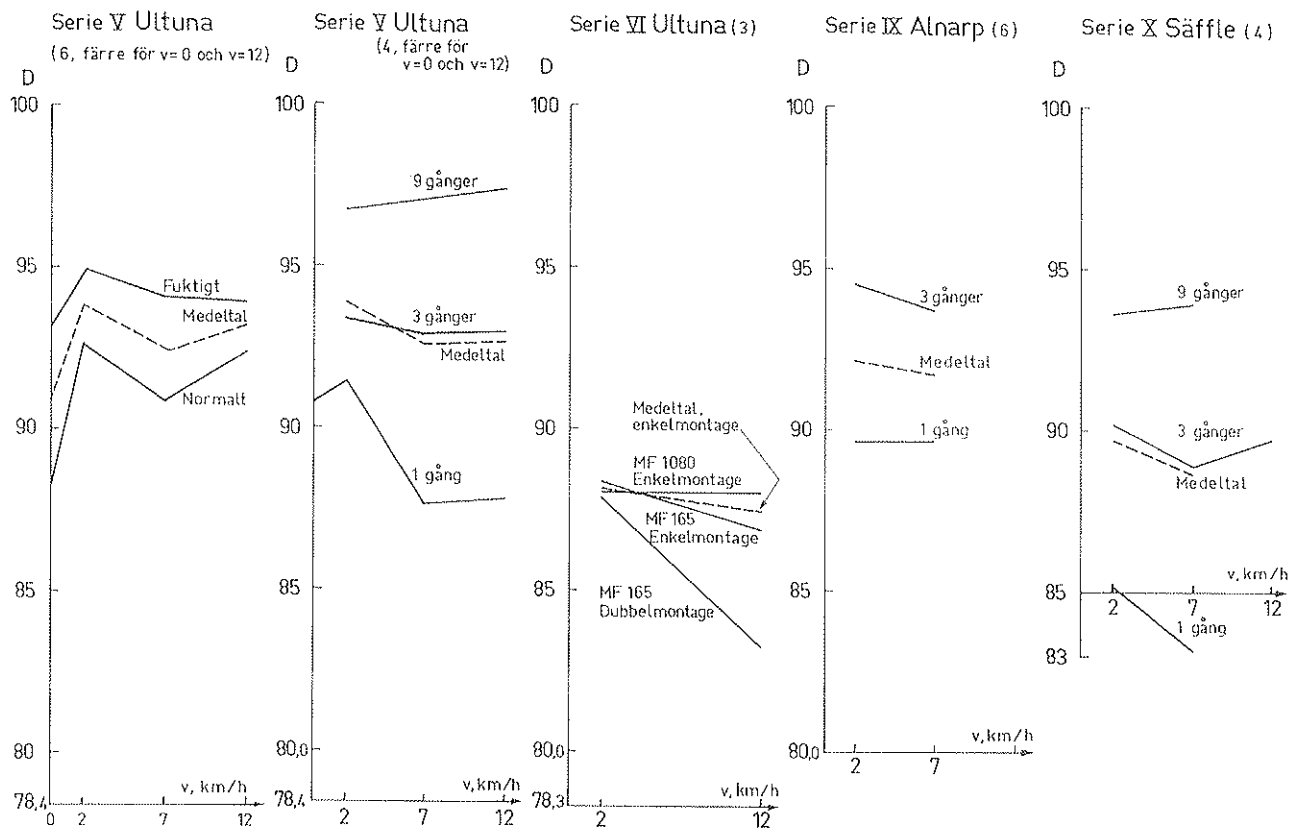


Fig 6. Packningsgraden, D, som funktion av körhastigheten, v, i de olika körserierna.

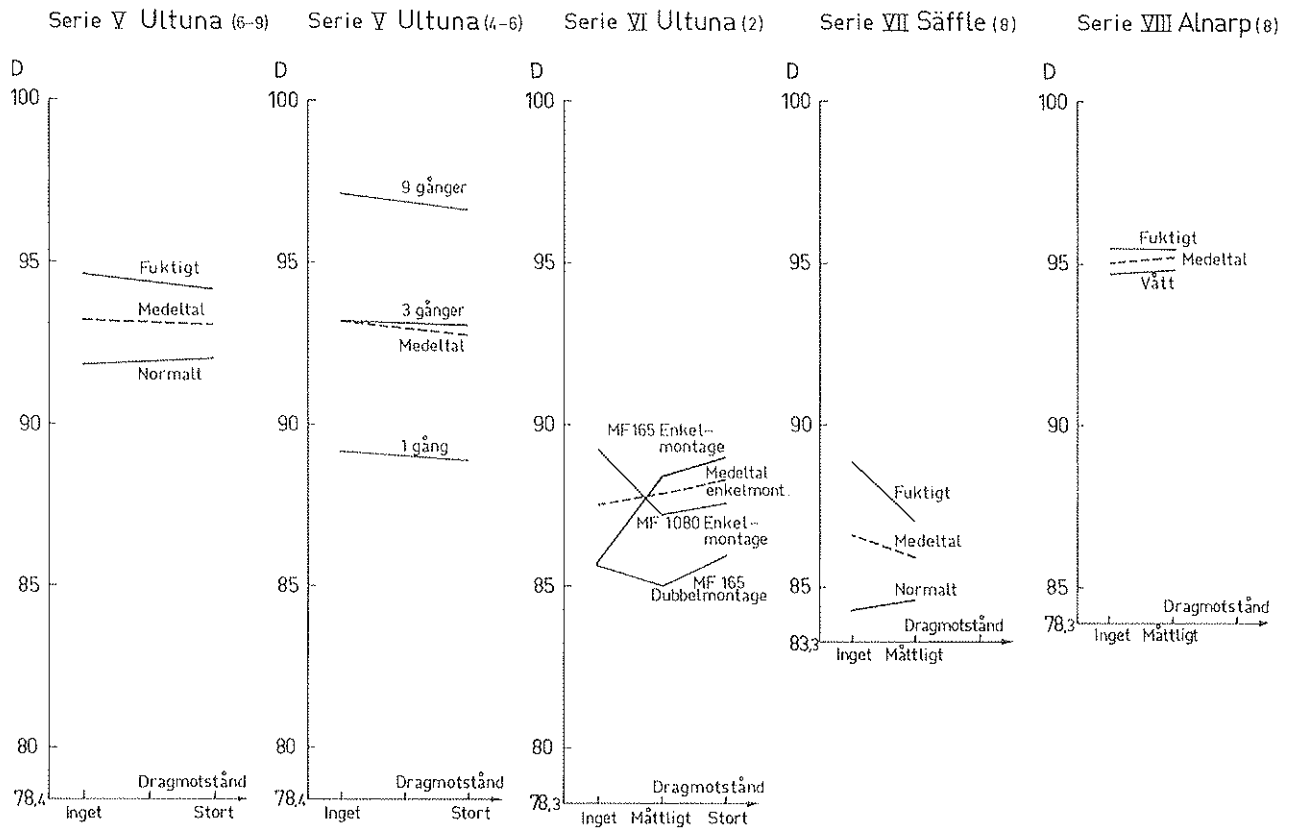


Fig 7. Packningsgraden, D, som funktion av dragmotståndet i de olika körserierna.



## Olika jordar

Ytterligare en variabel - olika jordar - ingick i undersökningen. Helt naturligt kunde inte alla tänkbara jordar undersökas utan ett urval gjordes. I uppställningen nedan finns detta presenterat:

1974	styv mellanlera	Ultuna
1974	molättlera	Säby
1975	mjälalera	Säffle
1975	moränlättlera	Alnarp
1976	sandjord	Ugerup
1976	styv lera	Bäcklösa
1976	mulljord	Högby

Utgångsvärdet, packningsgraden i opackade led, varierade kraftigt med lägsta värde 72 på mulljorden och högsta 85 på sandjorden. Huvudparten av jordarna hade dock värden mer samlade kring 80. Vid packningen reagerade jordarna ganska olika. På mellanleran på Ultuna i serie I med fyra fuktighetstillstånd uppmättes packningsgradsvärden mellan 81 och 94 medan det för motsvarande serie på molättleran vid Säby uppmättes värden mellan 84 och 92. Trots den större bredden på mellanleran var skillnaderna för enskilda variabler såsom traktorstorlek, hjulutrustning och ringtryck betydligt mindre här än på molättleran. Moränlättleran på Alnarp hade packningsgradsvärden som låg flera enheter högre än motsvarande moment på mjälajorden vid Säffle. En förklaring till detta kan vara att mjälajorden var förhållandevis torrare vilket medförde att dess packningsgradsmaximum låg betydligt lägre. På moränlättleran å andra sidan var vattenhalten så hög att den medförde att även led med lättare moment gav upphov till stor packning. Följaktligen blev variationerna på denna jord inte så stora som på mjälalera. Sandjorden på Ugerup uppvisade mycket höga packningsgradsvärden, ett flertal led t o m över 100. Detta kan tolkas som om markens vattenhalt i det närmaste var optimal för packning. Vidare visade sig skillnaderna mellan olika led bli mycket stora, vilket också var fallet på den lättare jorden vid Säby. Bäcklösas styva lera, där tyvärr två block fick utgå, gav inte upphov till några större ledskillnader. Mulljorden vid Högby avviker klart från de övriga jordarna med mycket lågt värde (72) i okörda led samt med en spridning mellan övriga led på 20 packningsgradsenheter.

## SAMMANFATTNING

Resultat från ett flertal packningsförsök under senare år visar packningens stora betydelse för skördeutfallet. Mot bakgrund av detta gjordes vid försöksavdelningen för jordbearbetning en specialstudie av några olika faktorer, i redogörelsen kallade variabler, inverkan på packningen under vårbruket. Studien omfattar tre vårar 1974, 1975 och 1976.

Arbetet bestod av körning med traktorer över försöksrutor om 4 x 3 m. De olika faktorer som studerades var:

- Markfuktighet vid körning
- Antal överfarter
- Traktorstorlek
- Hjulutrustning
- Ringtryck
- Körhastighet
- Dragmotstånd.

Själva mätarbetet utfördes efter en metod, som beskrivs av Andersson och

Håkansson (1963) och som i princip går ut på att torra volymvikten ( $\gamma_t$ ) av ca 0.1 m<sup>3</sup> jord från försöksrutorna bestämdes. Detta värde relaterades i sin tur till den torra volymvikt ( $\gamma_{t,p}$ ) som jord från försöksplatsen erhöll när den utsattes för ett standardtryck av 200 kPa ( $\approx 2 \text{ kp/cm}^2$ ) i laboratorium. Enligt formeln packningsgrad  $D = 100 \gamma_t / \gamma_{t,p}$  räknades därefter de olika ledens packningsgrad fram. Försöken utfördes på 7 platser med olika jordar, 1974 på mellanlera och molättilera, 1975 på moränlättilera och mjälalera samt 1976 på sandjord, styv lera och muljord.

Resultaten visar att matjordens fuktighetstillstånd hade den största betydelsen för packningen. Även antalet överfarter hade en betydelse som låg i nära klass med den för fuktigheten. Det intressanta och kanske oväntade var att även vid flera överfarter 4-5 st så medförde ytterligare en överfart en icke obetydlig ökning av packningen.

Av resterande variabler har tre st traktorstorlek, hjulutrustning och ringtryck visat sig tillhöra en mellangrupp, d v s de hade en viss inverkan vars storlek dock varierade i de olika serierna. Vid en rangordning av de tre tycks hjulutrustningen vara den som hade den största betydelsen och därefter kom ringtrycket. Skillnaden dem emellan var dock ytterst liten. Effekten av hjulutrustningen förstärks ytterligare om man tar hänsyn till att vid dubbelmontage varje punkt passerades dubbelt så många gånger av ett hjul som vid enkelmontage.

För övriga två variabler, körhastighet och dragmotstånd, uppmättes mycket små skillnader i packningsgrad. En svag minskning av packningen kunde spåras vid en hastighetsökning från 2 km/h till 7 km/h. En ytterligare ökning till 12 km/h gav dock upphov till en ökning som förmodligen orsakades av traktorernas hoppande på tiltorna.

#### SUMMARY

*The crop yield response to soil compaction has been studied in many field experiments in Sweden during recent years (Eriksson, Håkansson & Danfors 1974). In one group of experiments the crop yield as a function of the "degree of compactness" in the plough layer was studied. In order to fully benefit from the results of these experiments it is also necessary to know the degree of compactness inflicted on the soil by various machines and vehicles. Of the greatest importance in this respect, under Swedish conditions, is the tractor when used during spring seedbed preparation.*

*During the springs of 1974-1976 thirteen series of experimental runs with different tractors were carried out on seven autumnploughed fields with different soil types under different driving conditions. The following eight factors were varied.*

- 1. Time of traffic: Very early, soil layer 5-25 cm wet (V); just prior to spring tillage, soil rather wet (F); in the middle of spring tillage, soil normally moist (N); at the end of spring tillage, soil dry (T).*
- 2. Number of trips in the same track: A plot 3 x 4 m was compacted track by track 1, 3 and 9 times. (In the case of dual rear wheels 1, 3 and 9 times by each of the two wheels, totally 2, 6 and 18 times.)*
- 3. Tractor size: Light (L), medium (M) and heavy (S). (Rear and front axle weights see Table 2, columns 5 and 6.)*
- 4. Wheel arrangement: Single (E) and dual (D) rear wheels, in one series*

extra broad tyres (B) as well.

5. Tyre inflation pressure of rear wheels: Extra low (EL) = 50 kPa, low (L) = 70 kPa, medium (M) = 110 kPa and high (H) = 150 kPa. (110 kPa in the front wheels all the time.)
6. Vehicle speed: 2, 7 and 12 km/h, in a few cases extremely low speed, indicated 0 km/h.
7. Draught: None (I), medium (M) and heavy (S).
8. Location: 7 places with different soil types, see Table 1 (clay content 3 to 49 %, organic content 1.3 to 36.3 %).

Some of the very many possible combinations of the above factors (Table 3) were used in each of the thirteen series of runs. Series I-X included many combinations but no replicates, series XI-XIII included fewer combinations but 2-4 replicates. Totally the thirteen series contained about 600 plots.

The effect of the traffic was determined in the same way as in the crop yield experiments (Eriksson, Håkansson & Danfors 1974, English version, p. 35 and 98). The bulk density of the 5-25 cm soil layer was first measured in the field ( $\gamma_t$ ). Then the bulk density of the same soil was determined after a "standard compaction treatment" (static pressure = 200 kPa) in the laboratory ( $\gamma_{t,p}$ ). The "degree of compactness", D, is defined  $D = 100 \cdot \gamma_t / \gamma_{t,p}$ .

The study reported was not designed to form the basis for any theoretical analysis of the compaction effects of wheels. By studying the compaction under normal field conditions, however, the results are regarded to be directly applicable to practical situations and to give a ranking of the relative importance of the different variables.

The results are reported in two sections, Section A gives the primary results of each series. The variable combinations in the different series are given in Tables 4 (for series I and II), 13 (for series III and IV), 20, 25, 29, 32, 35, 38, 41, 44 and 47. The other tables in section A give the moisture content in the soil at compaction and the degree of compactness after different treatments. (The figures in parenthesis give the number of plots used in obtaining the values.) Large variations in the fields have resulted in the precision being good only when the values are formed from measurements on a large number of plots.

In section B the results are given factor by factor in diagrammes. One diagram is drawn for each series in which the factor is varied. In each diagram the intersection between the axes gives the degree of compactness in the plots without driving (from 72.0 in series XIII to 85.2 in series XI).

Fig. 1 gives the degree of compactness, D, as a function of the moisture content, w, when driving. The drying up process is regarded as the true independent variable, therefore w goes from high to low values. w has a very large influence on the D-values obtained. In wet soil the possibility for compaction is sometimes restricted to a D-value of about 95 (e.g. series I and VIII), and when intensive compaction occurs in this situation D increases when w decreases.

Fig. 2 shows D as a function of the number of trips, N. N appears to be a very important factor. D increases even when N increases to 18 trips. (Exceptions when the possibility for compaction is restricted in wet soil.)

In most cases the time delay between the trips was only a few minutes. In series XI, XII and XIII there was an extra treatment at 3 trips with a time delay of 3-6 hours between the trips. The results are given in Table 50. A longer time delay gave a higher D-value.

Fig. 3 gives D as a function of the rear axle weight, G. In most cases there is only a rather small increase of D at increasing G. Evidently this is because the wheel dimensions are adapted to the size of the tractor so that, at identical inflation pressures, approximately the same pressure is exerted on the contact surface between the tyre and the soil.

Fig. 4 shows D as a function of the wheel arrangement. In most cases D is lower with dual rear wheels than with single. This result was obtained despite the real number of trips in most cases being twice as high with dual wheels than with normal. In series XI and XII there was an extra treatment with the same real number of trips for both alternatives. Then dual wheels gave a significantly lower D than normal wheels.

D as a function of the inflation pressure in the tyres, p, is given in Fig. 5. In most cases a lower p gives a lower D. The effect, however, is not very large, probably because when lowering the inflation pressure in a tyre designed for a rather high pressure the tyre is not flattened out enough to give a correspondingly lower pressure on the contact surface. If instead another tyre was used, originally designed for the lower pressure, then the effect of lowering the inflation pressure could be expected to be larger.

Fig. 6 gives D as a function of the vehicle speed, v. There is a slight tendency for D to decrease when v increases from 2 to 7 km/h. When v increases to 12 km/h D tends to increase again, probably because of a dynamic effect when the tractor bounces on an uneven field surface.

Fig. 7 gives D as a function of the draught. No influence can be observed.

The two most important factors, thus, have appeared to be the moisture content in the soil and the number of trips. The tractor size, the wheel arrangement and the inflation pressure in the tyres were of somewhat less importance. The vehicle speed and the draught were of little importance. The different soils were more or less different in their reactions. At comparable moisture contents, however, their reactions were similar.

## LITTERATUR

- Andersson, S. & Håkansson, I., Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. XIV. Om ett par nya metoder att bestämma markytans mikrotopografi, dess höjdförändringar och matjordens porositet. GRUNDFÖRBÄTTRING 16 (1963), s 1-26.
- Andersson, S. & Håkansson, I., Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. XVI. Strukturdynamiken i matjorden. En fältstudie. GRUNDFÖRBÄTTRING 19 (1966), s 191-228.
- Bertilsson, G., Studier över tryckets markpåverkan. RAPPORTER FRÅN JORD-BEARBETNINGSAVDELNINGEN. Nr 18, 1969.

- Eriksson, J., Håkansson, I. & Danfors, B., Jordpackning-markstruktur-gröda. JORDBRUKSTEKNISKA INSTITUTET. MEDDELANDE Nr 354. Uppsala 1974.  
*English translation 1975 by J. Kristian Aase, USDA-ARS, The effect of soil compaction on soil structure and crop yields.*
- Håkansson, I., Några markstrukturasppekter på den moderna jordbruksdriften. GRUNDFÖRBÄTTRING 18 (1965), s 89-98.
- Håkansson, I., Försök med olika packningsgrader i matjorden och alvens översta del. GRUNDFÖRBÄTTRING 19 (1966), s 281-332.
- Håkansson, I., Demonstration av fält- och laboriemetodik för bestämning av packningsgraden i matjorden. SAMARBETSORGANISATIONEN FÖR FORDON-MARKFORSKNING. MEDDELANDE Nr 19. Stockholm 1976, s 77-84.

RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGSÄVDELNINGEN

- | NR | ÅR   |   |
|----|------|---|
| 42 | 1976 | Inge Håkansson: Elva försök med alvluckring och djupplöjning i Syd- och Västsverige 1964-1975. 35 s.<br><i>Eleven Swedish field experiments with subsoiling and deep ploughing 1964-1975. 35 p.</i>   |
| 43 | 1976 | Peter Edling: Redskap och intensitet vid vårbruk till potatis. Resultat av 11 försök i Norrland 1965-1969. 10 s.<br><i>Eleven experiments in northern Sweden with spring tillage for potatoes. 10 p.</i>  |
| 44 | 1976 | Göran Kritz: Såbäddens utformning på vårsådda fält III. Stickprovsundersökning 1969--72. Primärdata för 300 provplatser. 76 s.<br><i>Seed bed preparation and properties of the seed bed in spring sown fields in Sweden III. Sampling investigation 1969--72. Primary results from 300 investigated places. 76 p.</i>              |
| 45 | 1976 | PROCEEDINGS of the 7th Conference of the International Soil Tillage Research Organization, ISTR0.   |
| 46 | 1976 | Inge Håkansson, József von Polgár: Modellförsök med såbäddens funktion. I. Såbädden som skydd mot avdunstning. 52 s.<br><i>Model experiments with the function of the seedbed. I. The seedbed as a protection layer against drought. 52 p.</i>  |
| 47 | 1976 | Lars Gunnar Nilsson: Texturanalys och jordartsklassifikation. Rapport från ett NJF-symposium i Uppsala 1976-03-09. 26 s.  |
| 48 | 1976 | Inge Håkansson: Olika gröders känslighet för packningsgraden i matjorden. Två försök med vallväxter 1971--74. 17 s.<br><i>The sensitivity of different crops to the degree of compactness in the plough layer. Two field experiments with forage crops 1971--74. 17 p.</i>  |
| 49 | 1976 | Göran Kritz: Såbäddens utformning på vårsådda fält IV. Stickprovsundersökning 1969--72. En översiktlig studie av några viktiga faktorer. 33 s.<br><i>Seed bed preparation and properties of the seed bed in spring sown fields in Sweden IV. Sampling investigation 1969--72. A general survey of some important factors. 33 p.</i> |
| 50 | 1977 | Såbäddsberedning och sådd. Uppsatser presenterade vid Lantbrukshögskolans försöksledarmöte 1977.  |
| 51 | 1977 | Lennart Henriksson: Stubbearbetsredskapens arbetsresultat med hänsyn till mark- och halmförhållandena. 32 s.<br><i>The results given by implements for stubble cleaning with regard to different soil- and straw conditions. 32 p.</i>  |
| 52 | 1977 | Arne Ljungars: Olika faktorerers betydelse för traktorernas jordpackningsverkan. Mätningar 1974-1976. 43 s.<br><i>Importance of different factors on soil compaction by tractors. Measurements in 1974-1976. 43 p.</i>  |



Denna serie av stencilerade rapporter utges från avdelningen för jordbearbetning vid Lantbrukshögskolans institution för markvetenskap. Serien utkommer i fri följd och innehåller material, som inte alls eller först i ett senare sammanhang ges ut i tryck. Som exempel kan nämnas preliminära undersökningsresultat och försökssammanställningar, primärmaterial och tabellbilagor till tryckta publikationer samt rapporter, meddelanden o d, som av olika skäl vänder sig endast till en begränsad grupp av läsare. Serien finns tillgänglig vid avdelningen och kan i mån av tillgång erhållas därifrån.

Adress: Avdelningen för jordbearbetning, Lantbrukshögskolan, 750 07 UPPSALA 7.

Vinjetten på första omslagssidan återger den sk Ultunaplogen, tillverkad på Ultuna slöjdverkstad omkring år 1850.