



SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET
UPPSALA

INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

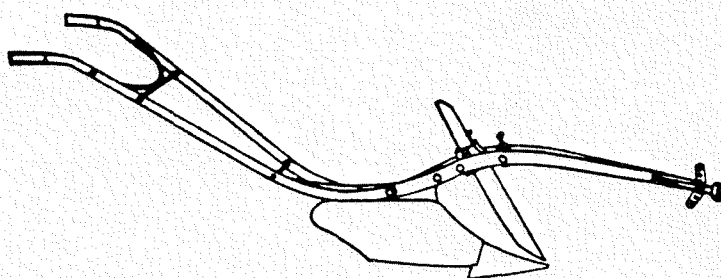
RAPPORTER FRÅN

JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Swedish University of Agricultural Sciences,
S-750 07 Uppsala

Department of Soil Sciences

Reports from the Division of Soil Management



Nr 79

1990

Krister Nilsson

PACKNINGSSKADOR VID KONSERVÄRTSKÖRD
- EKONOMISKA KONSEKVENSER OCH ÅTGÄR-
DER FÖR ATT MINSKA PACKNINGEN.

*Estimation of the economic conse-
quences of soil compaction when
harvesting canning peas.*

ISBN 91-576-4169-2

RAPPORTER från JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

- | Nr | År | | | | |
|----|------|---|----|------|---|
| 1 | 1968 | Inge Håkansson: Fysikalisk och kemisk beskrivning av markprofiler från 8 platser i Uppland och Västergötland. 128 s. | 35 | 1973 | Lennart Henriksson: Redskap för såbäddsberedning. Undersökningsmetoder och inledande studier. 35 s. <i>Implements for seedbed preparation. Methods of investigation and preliminary studies.</i> |
| 2 | 1968 | Inge Håkansson: Några synpunkter på forskning och försöksverksamhet i jordbearbetning. 6 s. | 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). 26 s. <i>Experiments in the years 1969 and 1970 with a machine for combined seedbed preparation and sowing.</i> |
| 3 | 1968 | Nils M. Nilsson, Lennart Henriksson: Försök med harvning till vårsäd 1941-1959. 29 s. <i>Field trials with harrowing to spring-sown cereals 1941-1959.</i> | 37 | 1974 | Lennart Engström: Intervjuundersökning om extremt tidig sådd våren 1973. 33 s. <i>A sampling study into extremely early spring sowing in Sweden in 1973.</i> |
| 4 | 1968 | Åke Huhtapalo, Reijo Heinonen: Inledande försök med gödsel radmyllning kombinerat med sådd 1964-1966. 37 s. | 38 | 1974 | Lennart Henriksson: Studier av några jordbearbetningsredskaps arbetssätt och arbetsresultat. 144 s. <i>Studies of the mode of working and the working results of some soil tillage implements.</i> |
| 5 | 1968 | Lennart Henriksson: Orienterande försök med bearbetning till höstvet. 7 s. | 39 | 1975 | Tomas Rydberg: Plöjningsfri odling i Sverige. En intervjuundersökning 1974. 21 s. |
| 6 | 1968 | Lennart Henriksson: Försök med olika sätider. 7 s. | 40 | 1975 | Ulf Olsson: Redskap för såbäddsberedning, arbetssätt och arbetsresultat. 55 s. <i>Implements for seedbed preparation; studies of the mode of working and the working results.</i> |
| 7 | 1968 | Reijo Heinonen: Berättelse över studieresa till Sovjet den 11-26 juli 1967. 13 s. | 41 | 1975 | Inge Håkansson: Rapport över studieresa till USA hösten 1974. 15 s. |
| 8 | 1968 | Inge Håkansson: Markfysikaliska studier i ett växtföljdsförsök på Ås den 15-16 juli 1966. 13 s. | 42 | 1976 | Inge Håkansson: Elva försök med alvluckring och djupplöjning i Syd- och Västsverige 1964-1975. 35 s. <i>Eleven Swedish field experiments with subsoiling and deep ploughing 1964-1975.</i> |
| 9 | 1968 | Bo Thente: Luftpermeabilitetsmätning som markfysikalisk undersökningsmetod. 41 s. | 43 | 1976 | Peter Edling: Redskap och intensitet vid vårbruk till potatis. Resultat av 11 försök i Norrland 1965-1969. 10 s. <i>Eleven experiments in northern Sweden with spring tillage for potatoes.</i> |
| 10 | 1968 | Reijo Heinonen, Åke Huhtapalo: Besvarade och obesvarade frågor om radmyllning av kvävegödsel. 13 s. | 44 | 1976 | Göran Kritz: Såbäddens utformning på vårsådda fält III. Stickprovundersökning 1969-72. Primärdata för 300 provplatser. 76 s. <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.</i> |
| 11 | 1968 | Lennart Fergedal: Försök med jordpackning vid olika tidpunkter på våren. År 1967. 9 s. | 45 | 1976 | PROCEEDINGS of the 7th Conference of the International Soil Tillage Research Organization, ISTR0. |
| 12 | 1968 | Nils M. Nilsson, Lennart Henriksson: Alvluckringsförsök 1937-1963. 32 s. | 46 | 1976 | Inge Håkansson, József von Polgár: Modellförsök med såbäddens funktion. I. Såbädden som skydd mot avdunstning. 52 s. <i>Model experiments into the function of the seedbed. I. The seedbed as a protective layer against drought.</i> |
| 13 | 1968 | Reijo Heinonen: Tidig vårsådd. Växtfysiologiska och ekologiska synpunkter på aktuella tendenser i såbäddsberedning och sådd av stråsåd. 19 s. | 47 | 1976 | Lars Gunnar Nilsson: Texturanalys och jordartsklassifikation. Rapport från ett NJF-symposium i Uppsala 1976-03-09. 26 s. |
| 14 | 1968 | Erik Jakobsson: Plöjningsförsök med olika tiltbredder och vändskiveformer. 10 s. | 48 | 1976 | Inge Håkansson: Olika gröders känslighet för packningsgraden i matjorden. Två försök med vallväxter 1971-74. 17 s. <i>The sensitivity of different crops to the degree of compactness in the plough layer. Two field experiments with forage crops 1971-74.</i> |
| 15 | 1968 | Lennart Henriksson: Försök med grund plöjning. 9 s. | 49 | 1976 | Göran Kritz: Såbäddens utformning på vårsådda fält IV. Stickprovundersökning 1969-72. En översiktlig studie av några viktiga faktorer. 33 s. <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.</i> |
| 16 | 1968 | Stig Ledin: Olika halmedbrukningsmetoders verkan på kvickrot och på några fröogräs. 21 s. | 50 | 1977 | Såbäddsberedning och sådd. Uppsatser presenterade vid Lantbrukshögskolans försöksledarmöte 1977. |
| 17 | 1969 | Inge Håkansson, Börje Gillberg: Lufttrycket i traktordäcken under fältarbeten. En stickprovundersökning hösten 1968. 32 s. <i>Investigation into the inflation pressure of the tires of Swedish tractors engaged in field work.</i> | 51 | 1977 | Lennart Henriksson: Stubbearbetningsredskapens arbetsresultat med hänsyn till mark- och halmförhållandena. 32 s. <i>The results given by implements for stubble cleaning with regard to different soil- and straw conditions.</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. <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. <i>A field experiment with reduced soil compaction on a clay soil.</i> | | | |
| 21 | 1970 | Lennart Henriksson: Olika redskapstyper för stubbearbetning. Jämförelser av arbetssätt och arbetsresultat. 19 s. <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. <i>Experiments with the accumulative after-effects of soil compaction. Preliminary report.</i> | | | |
| 23 | 1971 | Göran Kritz, Inge Håkansson: Såbäddens utformning på vårsådda fält. Stickprovundersökning 1969-70. 43 s. <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 plogtiltan 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 halmedplöjning 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. <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. Stickprovundersökning 1969-72. Maskinanvändningen på provplatserna. 76 s. | | | |

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för jordbearbetning

Rapporter från jordbearbetnings-
avdelningen. Nr 79, 1990

ISBN 91-576-4169-2

ISSN 0348-0976

Krister Nilsson

**PACKNINGSSKADOR VID KONSERVÄRTSKÖRD - EKONOMISKA KONSEKVENSER OCH
ÅTGÄRDER FÖR ATT MINSKA PACKNINGEN**

*Estimation of the economic consequences of soil compaction when
harvesting canning peas*

EXAMENSARBETE

ABSTRACT

The reduction of the yield of subsequent crops caused by soil compaction when harvesting canning peas, and the economic consequences of this, are estimated. Calculations are made for the harvesters used in Sweden today and for possible alternative harvesters. The calculations are based on data from a region where a total of 6.800 ha of canning peas are grown annually, mainly on sandy loam soils. A computer model is used based on driving distance of the machines, load and tyre inflation pressure for individual axles, clay and moisture content of the soils, and the harvest value of subsequent crops.

The most influential factor was the soil moisture content. Other significant factors, in order of importance, were the weight of the harvester, the driving distance, the clay content and the tyre inflation pressure. For the harvester used today (FMC 125) the average crop yield reduction of subsequent crops was estimated to be 2.1 % of an annual yield. This corresponds to a compaction cost of 188 Skr/ha. The alternative with the least compaction cost (112 Skr/ha) was FMC 979 with widened pick-up and wide, low-pressure tyres. When comparing these two alternatives the difference in compaction cost for the whole canning-pea acreage in the region is estimated to be 500.000 Skr/year, which no doubt compensates for the extra costs incurred in reducing soil compaction.



FÖRORD

Detta examensarbete är utfört med finansiellt bistånd av Västra Skånes ärtodlarförening. Jag vill även tacka Svenska Nestlé (Findus) och Malmöhus läns Hushållningssällskap samt de lantbrukare som ställt behövliga uppgifter till förfogande. Ett särskilt tack riktas till Inge Håkansson som varit handledare och bistått med råd under arbetets gång.

Ultuna i april 1990

Krister Nilsson

INLEDNING

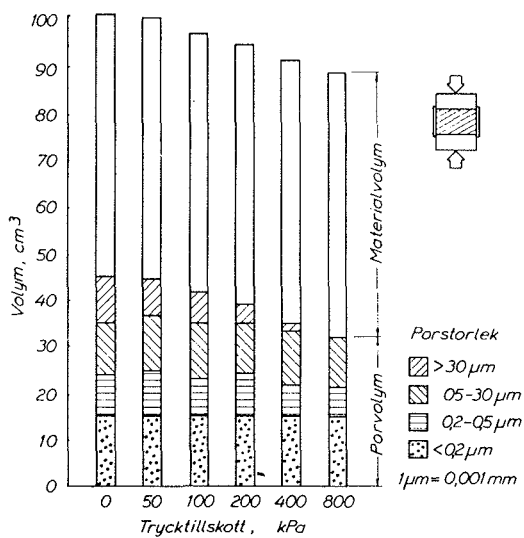
Det här examensarbetet skall försöka visa på vad packningen vid skörden av konserverter kostar odlarna. Hur olika förändringar på tröskorna, tex vad gäller däcksutrustningen, påverkar packningskostnaden tar det också upp. Förhoppningsvis skall det få någon att tänka i nya banor och minska jordpackningen, kanske tom få bort någon fördom tex att grunda spår inte medför någon packning.

Orsakerna till varför det här examensarbetet är gjort är väl egentligen flera: odlingsssäsongerna -87 och -88 var ovanligt blöta med stora packningsskador som följd, beräkningsmodellen som är använd i arbetet blev klar att använda och ett ökat medvetande om jordpackningen gjorde att diskussionen kom igång. Den utlösande faktorn var att det är dags för Findus att byta ut dagens tröskor mot en andra generation självgående tröskor. Om det skall göras några ändringar på tröskorna är det ju både enklare och billigare att göra det direkt på fabriken än att göra det i efterhand.

Här i början av arbetet kan det vara lämpligt att ta upp lite allmänt om konservertödling. Cirka 6800 ha konserverter odlas på kontrakt med Findus, som planerar såtidpunkt och sortval. Genom att kombinera fem sorter med olika såtidpunkter försöker man få ett flöde till fabriken, som är så jämnt som möjligt under skördesäsongen. Sådden brukar pågå 9-10 veckor och skörden 7-8 veckor. Alla fältarbeten fram till skörd utföres av odlaren själv efter råd och direktiv från Findus. Den sista veckan före skörd tas det dagligen prov på fältet, för att man skall kunna bestämma lämpligaste tidpunkten för skörd. Eftersom ärterna är som bäst under mindre än ett dygn och skörden skall ske då, tar man inte någon nämnvärd hänsyn till hur markförhållandena är just på det fältet vid den tidpunkten. Skörden utföres av Findus egen personal med hjälp av tröskor som är specialbyggda för konserverärtskörd, de repar av baljorna från ärtreven. Därefter bearbetas baljorna med hjälp av rotorerna inuti en sälltrumma så att ärterna lossnar. Under skörden kör en traktor med en högtippvagn då och då mellan tröskorna för att hämta ärterna och sedan tippa över dem i en lastbil som står vid fältkanten.

JORDPACKNINGSTEORI

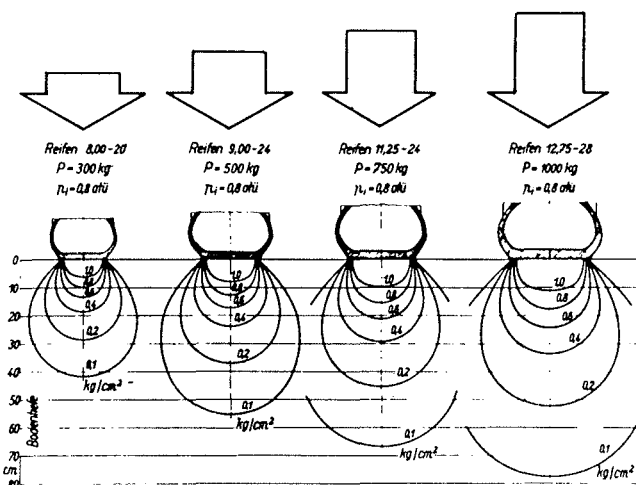
Det som framförallt händer när jorden packas är att porvolymen minskar, det är då främst de stora porerna större än $30 \mu\text{m}$ som förstörs [Håkansson et al., 1988]. Av figur 1 framgår att redan vid ett trycktillskott av 100 kPa har en tredjedel av de grövre porerna försvunnit. Vid ett trycktillskott av 200 kPa antar volymen grova porer kritiskt låga värden [Eriksson et al., 1974]. När de grövre porerna skadas leder detta till en stor minskning av vatten- och gastransporten i marken eftersom den sker mycket snabbare i de grova porerna [Hammar, 1977, Ball och Dickson, 1989]. Dessutom minskas möjligheten för rötterna att tillväxa i dessa [Lipiec et al., 1989] varvid rotsystemets förmåga att förse plantan med vatten och näring försämras. Detta är nog den viktigaste orsaken till att skörden påverkas negativt av för stor packning.



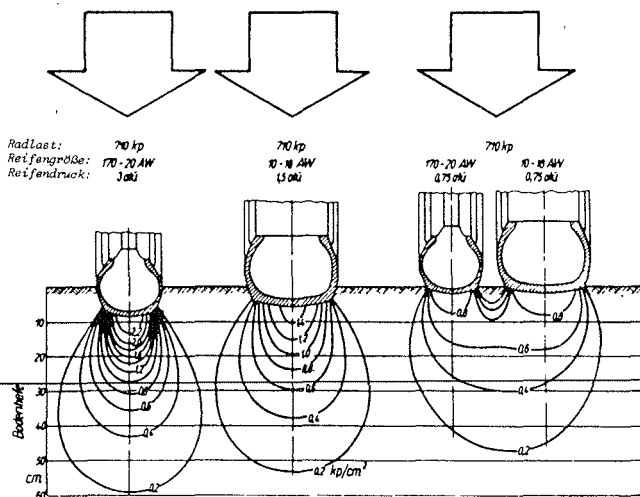
Figur 1. Förändring av porvolym och porstorleksfördelning på lerjord vid stigande trycktillskott [Eriksson et al., 1974]

Ju högre axelbelastningen är desto djupare ner i marken når packningen (Fig. 2). Axelbelastningar över sex ton förorsakar ofta packning till större djup än 40 cm. I alven är verkan av packningen mycket långvarigare än i matjorden, i undre alven är den permanent [Håkansson, 1987].

Om ringtrycket i däckan sänks innebär det att effekterna pga hög axelbelastning mildras något (Fig. 3).

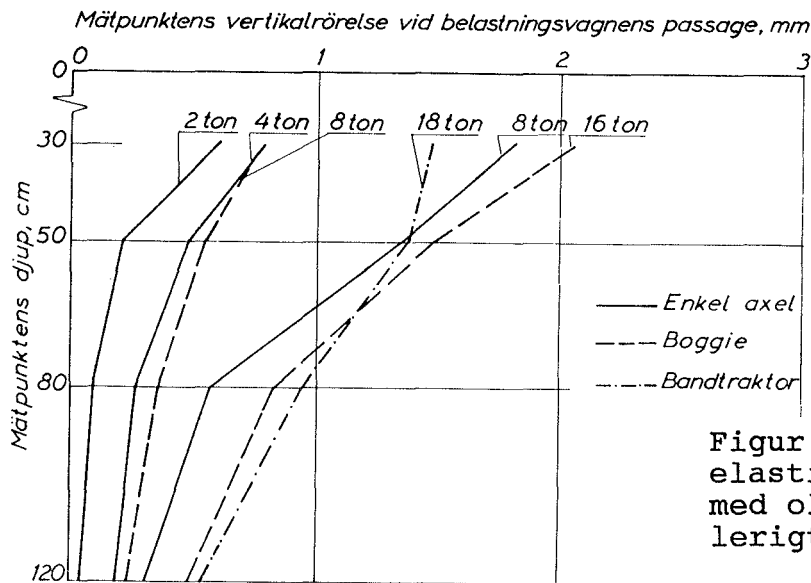


Figur 2. Tryckfördelning under olika däck med samma ringtryck. Belastningen anpassad efter vad däckets får bära vid 80 kPa ringtryck. Notera att packningen når djupare vid högre belastning. [Söhne, 1951]



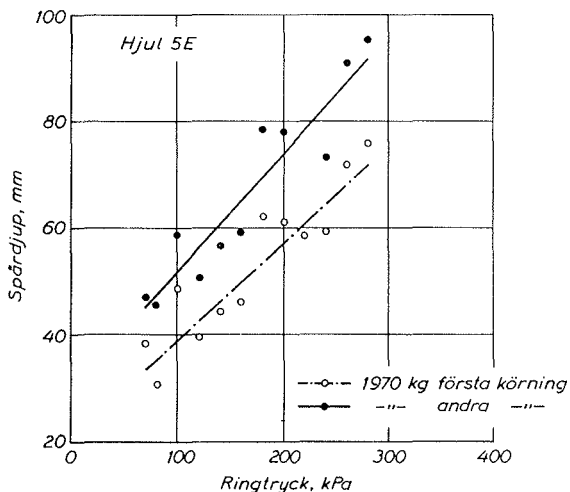
Figur 3. Tryckfördelning under olika däck med samma belastning och diameter. Ringtrycket anpassat efter belastningen. Notera att packningen blir något grundare vid lägre ringtryck. [Söhne, 1951]

Som visas i figur 4 så samverkar belastningen från två närliggande axlar tex i en boggie så att skadorna på stora djup blir nästan lika stora som om det var en enkel axel. [Danfors, 1977]

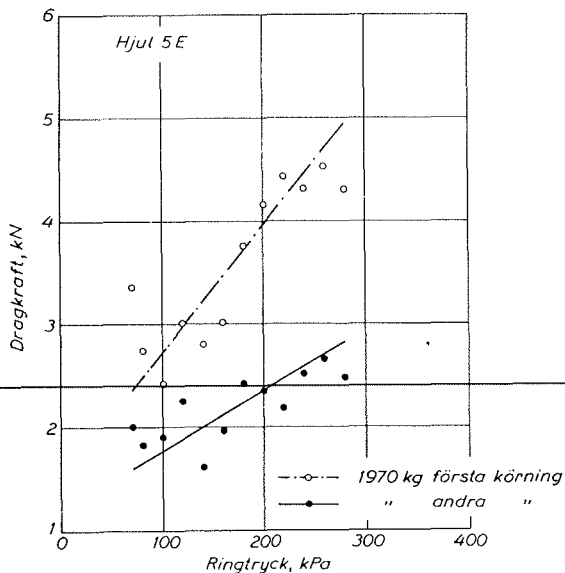


Figur 4. Storleken av markens elastiska rörelser vid körning med olika tunga fordon på ett lerigt fält [Danfors, 1977].

Hur spår djupet och rullningsmotståndet påverkas av ringtrycket visas i figur 5 och 6. Som synes är det stora fördelar med att hålla ringtrycket så lågt som belastningen på däck tillåter.



Figur 5. Spår djupet ökar då ringtrycket ökas, trots att belastningen är oförändrad [Danfors, 1977].



Figur 6. Dragkraftsbehovet tilltar då spår djupet ökar på grund av höjt ringtryck, trots att belastningen är oförändrad [Danfors, 1977]

Störst risk för skadlig jordpackning föreligger om marken har hög fuktighet när den utsätts för höga tryck. Partiklarna glider då lättare ihop mot varandra varvid porerna förstörs [Heinonen, 1975]. När man fått packningsskador minskar infiltrationen vilket kan leda till yterosion vid kraftiga regnväder, eventuellt blir även ytvatten kvar en längre tid och orsakar syrebrist [Håkansson et al., 1985].

Ett problem i samband med packning i alven är att vattenhalten i alven ofta kan vara högre än i matjorden, vilket gör den mer packningskänslig [Danfors, 1977]. Uppkommer det förtätade skikt i alven kommer framförallt vattnets vertikala transport att försvåras. Detta är främst ett problem på styva jordar av två orsaker: dels är vattenhalten ofta mycket hög i alven under vårbruket och dels är den vertikala vattentransporten redan så långsam att varje minskning av den är mycket ödesdiger.

BESKRIVNING AV DEN ANVÄNDA BERÄKNINGSMODELLEN

Den beräkningsmodell som det här arbetet baserar sig på är utarbetad vid avdelningen för jordbearbetning [Arvidsson och Håkansson, 1989] och är avsedd att användas som underlag vid uppskattning av jordpackningens ekonomiska betydelse. Den del av modellen som kommer till användning här utgår ifrån en stor serie fleråriga fältförsök och har sedan testats på bla. ett antal jordbruk i Östergötland. Till beräkningarna behövs några indata: maskinernas vikt och viktfördelning eftersom beräkningarna utförs separat för varje axel. Med hjälp av arbetsbredden och en körsträckefaktor räknar man fram den totala körsträckan per hektar. Vikten multiplicerad med körsträckan gör att ett centralt begrepp kommer fram nämligen "tonkm". Däcksutrustningen kommer indirekt in i beräkningarna genom att ringtrycket och markfuktigheten används för att få fram en omräkningsfaktor. Markfuktigheten är indelad i 5 olika klasser från Mycket torrt till Vått mellan vilka man gör en subjektiv fördelning, närmare beskrivning av klasserna se Bilaga 1. Med hjälp av omräkningsfaktorn får man fram antalet omräknade tonkm, den procentuella skördesänkningen kan sedan räknas ut genom att göra en beräkning som tar med lerhalten.

I modellen används tre olika marknivåer: 0-25 cm, 25-40 cm och under 40 cm, i det övre skiktet räknar man att skadorna upphör efter 3-5 år. Skadorna i den övre alven antas vara i 10 år och därunder antas skadorna vara permanenta. För att kunna sätta ett värde på dessa permanenta skador har jag räknat med en faktor som summerar alla framtida förluster och räknar om dem till ett nuvärde. Vid beräkningarna har jag använt en kalkylränta på 8 % och summerat skadorna under en 50-årsperiod, detta medför att faktorn blir 12,2. När packningen från varje skikt och varje axel räknats samman får man fram den totala procentuella skördesänknningen. Sedan kan man med hjälp av skördevärdet räkna fram en packningskostnad i kronor per hektar.

Värdet man får fram på packningskostnaden skall inte tas som något absolut och exakt värde. Eftersom modellen är så ny som den är kan det i framtiden eventuellt behövas att göra vissa modifieringar i modellen, när erfarenheterna att arbeta med den är större. Dock är storleksordningen på siffrorna riktig och likaså är differenserna mellan olika beräkningsalternativ så riktiga, att de utan tvekan går att använda till att göra en bedömning av den lämpligaste investeringen. Om man vill räkna fram packningskostnaden är ändå den här modellen utan tvivel det bästa som finns för tillfället. Närmare beskrivning av beräkningarna i modellen finns i Arvidsson och Håkansson [1989].

BESKRIVNING AV HUR UTGÅNGSVÄRDENA ÄR FRAMTAGNA

VIKT

Tröskorna som nu används för att skörda konserverterna kommer från USA och är av fabrikat FMC modell 125. De väger 14160 kg, till vilket skall läggas de 1000 kg ärter som rymms i ärttanken och 550 liter diesel som kan finnas i dieseltanken. Om man antar att ärttanken och dieseltanken i genomsnitt är halvfyllda erhålles en viktfordelning på 10910 kg på framaxeln och 4025 kg på bakaxeln.

DÄCK

Däcken som sitter som standardutrustning är industridäck i dimension 23,5×25" på framaxeln och 12,4×24" på bakaxeln. Dessa däck sitter på de flesta tröskorna, men på några tröskor har man satt däck med traktormönster för att få bättre framkomlighet vid blöta förhållanden. De däck som ersätter standarddäcken har följande dimensioner 600/65-34, 23,1R30 eller 23,1R26 på framaxeln och 400/60-22,5 på bakaxeln.

RINGTRYCK

Ringtrycket i däcken mätte jag på de flesta tröskorna vid två olika tillfällen. Ringtrycket i standarddäcken på framaxeln var i median 240 kPa med ett max- och minvärde på 270 resp. 180 kPa. På bakaxeln var motsvarande värden 360 kPa och 390 resp. 220 kPa. Ringtrycket på tröskorna med de andra däcksdimensionerna var i median; 600/65-34 : 280 kPa , 23,1R30 : 335 kPa och 23,1R26 : 375 kPa.

ARBETSBREDD, KÖRSTRÄCKA

Arbetsbredden är 3,17 m. Den effektiva arbetsbredden är däremot klart mindre. För att få fram den effektiva arbetsbredden mätte

jag fältets bredd vinkelrätt mot körriktningen och räknade sedan antalet kördrag som hade behövts för att skörda den bredden. På de fem fält där jag mätte effektiv arbetsbredd fick jag värdena: 2,75 2,78 2,80 2,80 och 2,85 m. En betydande del av körsträckan på fältet består ju emellertid av tomkörning tex: vändning på vändteg, körning runt hinder typ mägerhål, trädgångar, sten och när trösken behöver service och underhåll körning till verkstadsvagn. För att få en så riktig siffra som möjligt mätte jag upp fältkanternas längd, eventuella hinders omkrets och hur lång sträckan i genomsnitt blev vid vändning på vändtegen. Sedan noterade jag antalet vändningar, körningar runt hinder och uppskattade övriga tomkörningars längd. Därefter summerade jag den totala tomkörningen och dividerade sedan med antalet hektar på det aktuella fältet. På de fälten där jag kontrollerade tomkörningen fick jag en genomsnittlig tomkörningssträcka på 650-700 m/ha. Denna siffra kan dock variera inom ännu vidare gränser. Om tex ärtreven har lagt sig så bestäms körriktningen av detta, vilket innebär att man kan bli tvingad att köra tvärs över ett långsmalt fält.

Den totala körsträckan blir således $10000 / 2,80$ dvs ca 3575 m effektiv körsträcka plus 675 m tomkörning sammanlagt ca 4250 m/ha.

MARKFUKTIGHET

För att få en siffra på markfuktigheten som skulle gälla för en lång tidsperiod, inte enbart ett speciellt vått eller torrt år utan motsvara ett normalt år, intervjuade jag odlingskonsulenterna och viss personal på fältet som jobbat många säsonger. De som jag intervjuade fick en beskrivning av markfuktighetsklasserna, sedan fick de göra en uppskattning hur stor del av arealen som befann sig i respektive markfuktighetsklass vid skördetillfället. Därefter räknade jag ut ett medelvärde för var och en som hade svarat, bland medelvärdena tog jag sedan fram ett medianvärde och det var 2,85. Max- och minvärdena var 3,25 resp. 1,87.

LERHALT

Lerhalten fick jag fram genom att ta jordprover hos 60 odlare. De lottades fram med den begränsningen att de hade delats upp på de fyra odlingsområden som används och sedan drogs 15 odlare inom varje område. Proverna togs ut ner till ett djup på ca 20 cm. Jag tog minst 15 prover på varje fält, så jämnt fördelat över fältet som möjligt. Proverna sönderdelades och blandades, sedan togs ca 0,6 liter ut och lades i en numrerad låda. Proverna analyserades sedan av Lantbrukskemiska stationen med en förenklad analys. Medelvärdet på proverna blev 17,8 % och mer än hälften av proverna låg mellan 15 och 20 %. Några tydliga skillnader mellan odlingsområdena erhöles inte, dock finns det stora variationer inom områdena och även fält med stora variationer inom fältet.

SKÖRDEVÄRDE

Skördevärdet på grödorna efter konservärterna varierar mycket mellan olika år och mellan olika odlare, men genom att använda många observationer får man ett värde som är så rätt som möjligt. Jag har använt siffror från hushållningssällskapens databas med siffror från den ekonomiska utvärderingen hos de odlare som är med i den individuella rådgivningen. Siffrorna baserar sig på skördeuppgifter från 1981 tom -88 omräknade till 1989-års priser.

I databasen fanns 527 fält som hade konservärt som förfrukt, det genomsnittliga skördevärdet bland dessa var 8890 kronor. Antalet fält med konservärt som förförfrukt var 185 med 8937 kronor i genomsnittligt skördevärde. I de fortsatta beräkningarna har ett skördevärde på 8914 kronor/hektar använts.

RESULTAT

Följande värden är använda vid beräkningarna av jordpackningen från dagens tröska (FMC 125) med orginaldäck: vikt 14935 kg, vikt-fördelning 73% fram, 27% bak, ringtryck 240 kPa fram, 360 kPa bak, körsträcka 4242 m/ha, markfuktighet 2,8, lerhalt 17,8% och skördevärde 8914 kr/ha.

Med dessa värden får man en skördeminskning på 2,10% av en årsskörd vilket motsvarar 188 kr/ha.

Lerhalten varierar mellan olika fält och markfuktigheten skiljer mellan olika skördetillfällen, om man låter dessa två värden variera får man följande resultat:

Markfuktighetsklass:		1	2	3	4	5
Lerhalt:	10%	0,25% 22kr/ha	0,56 50	1,69 151	2,81 250	3,94 351
	20%	0,50 45	1,12 100	2,56 228	4,00 357	5,44 485
	30%	0,74 66	1,69 151	3,44 307	5,19 463	6,95 620
	40%	0,99 88	2,25 201	4,32 385	6,39 570	8,43 751
	50%	1,24 111	2,81 250	5,19 463	7,58 676	9,96 888

Vid förändringar på tröskorna erhålles följande kostnader för jordpackningen:

1. Orginal	188kr/ha
2. Twin	191
3. Twin, olika ringtryck vid väg- resp fältkörning	171
4. Michelin	200
5. Michelin, olika ringtryck vid väg- resp fältkörning	158
6. Michelin fram, olika ringtryck vid väg- resp fältkörning och twin bak utan ändring av ringtryck	163
7. 28,1R26 fram, 600/50-22,5 bak, olika ringtryck vid väg- resp fältkörning, pickupp med 3,50 m arbetsbredd	139

Beräkningar är även utförda för två andra tröskor som på väsentliga punkter skiljer sig från dagens tröska. Dessa två är FMC 979 och FMC 156.

Värden använda vid beräkningarna på FMC 979 ("sexhjuling") i originalutförande: vikt 22500 kg, viktfördelning 33% per axel, ringtryck 120 kPa och körsträcka 4242 m/ha.

8. Original	200kr/ha
9. Ringtryck 80 kPa	165
10. Ringtryck 80 kPa, pickupp med 3,50 m arbetsbredd	150
11. Ringtryck 80 kPa, pickupp med 3,95 m arbetsbredd	132
12. Ringtryck 60 kPa	141
13. Ringtryck 60 kPa, pickupp med 3,50 m arbetsbredd	127
14. Ringtryck 60 kPa, pickupp med 3,95 m arbetsbredd	112

Värden använda vid beräkningarna på FMC 156 ("amerikan") : vikt 25000 kg, viktfördelning 64% fram, 36% bak, utrustning för reglering av ringtryck och körsträcka 3000 m/ha.

15. Ringtryck 200 kPa fram och 280 kPa bak	245kr/ha
16. Ringtryck 190 kPa fram och 170 kPa bak	229

Summeras den totala årliga packningskostnaden för Findus hela ärtareal erhålles följande värden för de olika tröskalternativen:

FMC 125 (26 tröskor)

1.	ca 1265000 kr/år	ca 48700 kr/tröska och år
2.	1290000	49600
3.	1151000	44300
4.	1352000	52000
5.	1065000	41000
6.	1101000	42400
7.	935000	36000

FMC 979 (22 tröskor)

8.	1352000	61500
9.	1114000	50600
10.	1012000	46000
11.	893000	40600
12.	949000	43100
13.	857000	39000
14.	756000	34400

FMC 156 (22 tröskor)

15.	1653000	75100
16.	1548000	70400

FELBERÄKNINGAR

I felberäkningarna har jag utgått ifrån dagens tröska och sedan ändrat olika variabler för att se hur stor förändringen blev på resultatet. En ökning av:

markfuktigheten med 10 % ökade packningskostnaden med	18,7%
vikten	12,9%
lerhalten	7,0%
körsträckan	9,2%
ringtrycket	2,4%

Ringtrycket och markfuktigheten avviker rejält från de övriga, eftersom de är de enda som inte är direkt proportionella mot packningskostnaden. Hur ringtrycket och markfuktigheten förhåller sig till omräkningsfaktorn visas i Bilaga 2, omräkningsfaktorn är sedan direkt proportionell mot packningskostnaden.

DISKUSSION

Det finns naturligtvis en hel del åtgärder man skulle kunna tänka sig att vidta, många av dem är orealistiska att genomföra eller omöjliga att få ekonomi på. Enligt felberäkningarna skulle man naturligtvis låta bli att tröska när marken är våt, eftersom det skulle ge den största minskningen av packningsskadorna. Detta är ju förstås inte speciellt realistiskt, men man skulle ju vilja att Findus tog större hänsyn till markfuktigheten tex genom att flytta från ett område när det kommer ett större lokalt regn, även om det inte föreligger några framkomlighetsproblem. Förr när det användes bogserade tröskor fick man ibland göra regnstopp på grund av att det inte gick att ta sig fram. Med den bättre framkomlighet som dagens tröskor har händer det inte speciellt ofta, men marken blir ju inte torrare och mindre packningskänslig för det.

Vad gäller vikten på tröskorna är det naturligtvis en fördel om den är låg, men man får ju välja mellan de tröskor som finns på marknaden och det är inte givet att den tröskan som har lägst vikt har lägst jordpackning.

När det gäller lerhalten är det upp till varje odlare att se till att man inte odlar konservärter på de styvare fälten, utan se till att ha olika växtföljder på lätta och styva fält. När en kalkyl göres upp över odlingen bör man nämligen ta med att ungefär vart 5:e år överskrider packningskostnaden 400 kr/ha på en ML och 600 kr/ha på en SL, vilket är en ganska stor del av den eventuella vinsten på odlingen.

Kvar återstår två åtgärder som minskar jordpackningen, nämligen ringtryck och körsträcka som är enklare att ändra på. Vad gäller körsträckan består den både av effektiv och ineffektiv körning, förhoppningsvis skulle den ineffektiva körningen redan idag vara nere i ett minimum. Men när man kommer ut på fältet och följer skörden under en längre tid upptäcker man en del körningar som orsakas av planeringsmissar och av rena bekvämlighetsskäl. Eventuellt skulle man kunna utnyttja arbetsbredden effektivare, men den är redan idag ganska effektivt utnyttjad.

Vad man emellertid kan ändra på är att öka arbetsbredden, ur jordpackningssynpunkt skall arbetsbredden vara så stor som möjligt. Ur praktisk synpunkt finns det emellertid två begränsningar på bredden: dels uppstår det problem med transporten mellan fälten om totalbredden ökar för mycket och dels begränsningar i tröskans kapacitet. För att urtröskningen av ärterna skall ske så bra som möjligt skall sälltrumman ha en viss fyllnadsgrad, därför måste tröskans hastighet minskas om arbetsbredden ökar. Dock kan man inte minska hastigheten hur långt som helst eftersom det måste finnas en viss mängd rev framför pickuppen om det inte skall bli ett alltför stort spill när baljorna revas av.

För att jordpackningen skall bli så liten som möjligt skall ringtrycket minskas till ett minimum och då är det ett minimum för

fältkörning som gäller. Detta medför att man måste ha olika ringtryck vid fältkörning och vid landsvägskörning, ett problem som har två olika lösningar. Det ena är ett system där ringtrycket kan regleras från förarhytten även under körning, detta innebär att man måste ha roterande överföringar. För tillfället är detta system tagit ur marknaden för omkonstruktion av överföringarna så att de skall få längre livslängd. Priset på detta system är ca 22000 kr/axel, till detta kommer montering, kompressor och övrig tryckluftsutrustning. Det andra är ett enklare system där tröskan måste stå still när man fyller på luft i däcken eftersom en slang måste anslutas till varje däck. En tryckbegränsningsventil eller överströmningsventil reglerar så att ringtrycket inte blir för högt, när däcket är fullt stänger man en säkerhetsventil och tar bort slangen. Då ringtrycket skall sänkas för fältkörning öppnas en annan säkerhetsventil. Sedan släpps luften ut till rätt ringtryck har uppnåtts då en överströmningsventil automatiskt stänger, därefter stänger man säkerhetsventilen igen. Detta system kostar ca 1-2000 kr/axel och kan bli klart billigare om det blir en produktion av större serier. Tryckluftsutrustningen för påfyllning av däcken kan monteras på varje tröska men det blir enklare och billigare att bygga ut kompressoranläggningen på verkstadsvagnen med extra trycktankar.

Vid valet av däck skall man välja ett däck som tåler den höga belastningen från tröskorna vid ett så lågt ringtryck som möjligt. För att klara detta krävs att däcken har så stor inre volym som möjligt eftersom det är luften i däcket som bär upp belastningen. Detta innebär att om yttermåttan är ungefär lika kan ett normalprofildäck vara bättre än ett lågprofildäck. Om det är bättre eller ej beror på hur väl tillverkaren har tagit vara på de fysikaliska fördelarna med ett normalprofildäck. De problem som kan uppkomma är att däcket kan slira på fälgen vid höga dragkraftsuttag och däckssidorna kan vecka sig vid stora påkänningar. Om ringtrycket sänks för att minska jordpackningen erhålles automatiskt större dragkraft, bättre självrensning, grundare hjulspår, lägre rullningsmotstånd och mindre slirning [Danfors, 1980].

En sak som man även skall beakta, som inte har så mycket med ekonomi att göra utan mera om etik, är packningen i den undre alven. Skadorna under 40 cm:s djup är i stort sett proportionella mot vikten på axeln med den största belastningen. Packning i den undre alven anses som permanenta skador som i princip finns kvar till nästa istid, därför får man använda långa tidsperioder i planeringen. Under en generation odlas konservärter ca 5 ggr på ett fält. Detta medför att den årliga kostnaden för packning i alven varierar från drygt 5 kr/ha för den bästa tröskan till knappt 20 kr/ha för den sämsta, skador som lämnas "i arv" till nästa generation.

SLUTSATSER OCH ÅTGÄRDER

Åtgärderna på de tröskor som man har idag inskränker sig egentligen till att se till att ringtrycket hålls så lågt som möjligt. Detta innebär att på tröskor med traktormönstrade drivhjul skall utrustning för reglering av ringtryck monteras och då det enkla "halvautomatiska" systemet. Tröskor med industridäck på drivhjulen behöver ingen reglering eftersom det lägsta ringtrycket vid fältkörning är detsamma som det lägsta ringtrycket vid vägkörning. På styrhjulen är det tveksamt att montera utrustning

för reglering av ringtrycket eftersom den totala packningskostnaden inte skulle minska med mer än knappt 1400 kr/tröska o år.

Vid byte av utslitna däck bör man montera 23,1R30 på drivhjulen (ringtryck 190 kPa i fält) och 400/60-26,5 på styrhjulen (ringtryck 120 kPa, vid reglering 80 kPa i fält).

När det gäller nyinvestering är det framförallt fyra alternativ som gäller och i denna rangordning:

1. FMC 979, däck 800/40-26,5, reglering av ringtryck, breddad pickupp (alternativ 14 i uppräknig under Resultat)
2. FMC 979, däck 800/40-26,5, breddad pickupp (alt. 11)
3. FMC 125, däck drivhjul 28,1R26, reglering av ringtryck, däck styrhjul 600/50-22,5, breddad pickupp (alt. 7)
4. FMC 125, däck drivhjul 23,1R30, reglering av ringtryck, däck styrhjul 400/60-26,5 (alt. 6)

På det bästa alternativet innebär däckbytet och regleringen av ringtrycket en minskad packningskostnad med drygt 18300 kr/tröska och år. Vid en 10-procentig ökning av arbetsbredden minskar packningskostnaden med knappt 4200 kr/tröska och år, om ökningen av arbetsbredden i stället är 25 % är kostnadsminskningen nästan 8800 kr/tröska och år. Även utan breddning av pickuppen är kostnaden nere på ungefär samma nivå som i alternativ 2 och 3.

I jämförelsen mellan FMC 156 och FMC 979 kommer den förra rejält till korta vid en jämförelse av jordpackningen. Den totala årliga packningskostnaden för Findus hela odlingsområde skulle nämligen bli nästan 800000 kr högre för 156:an jämfört med 979:an.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Arvidsson, J. och Håkansson, I. 1989. En beräkningsmodell för skador av jordpackning. Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp, meddelande från södra jordbruksförsöksdistriktet, nr. 34. pp, 3:1 - 3:7.
- Ball, B.C. and Dickson, J.W. 1989. Soil compaction by vehicles on soil porosity, pore continuity and aeration. Soil Compaction int. Conf., Lublin, Poland, pp, 21-22.
- Danfors, B. 1977. Jordpackning - hjulutrustning. Jordbruks- tekniska institutet. meddelande nr. 368.
- Danfors, B. 1980. Däck för traktorer och redskap. Jordbruks- tekniska institutet. meddelande nr. 386.
- Eriksson, J., Håkansson, I. och Danfors, B. 1974. Jordpackning - markstruktur - gröda. Jordbrukstekniska institutet. meddelande nr. 354.
- Hammar, O. 1977. Jordpackning. Ur Eriksson, J., Hammar, O., Högborg, E., Jansson, S., Vahtras, K. och Wallen, C. 1977. Växtodlingslära, Del 1 - Marken. 11:e uppl. s 220 - 224. Stockholm: LT
- Heinonen, R. 1975. Jordarterna och deras brukningsegenskaper. Lantbrukshögskolans meddelanden B 23. Uppsala

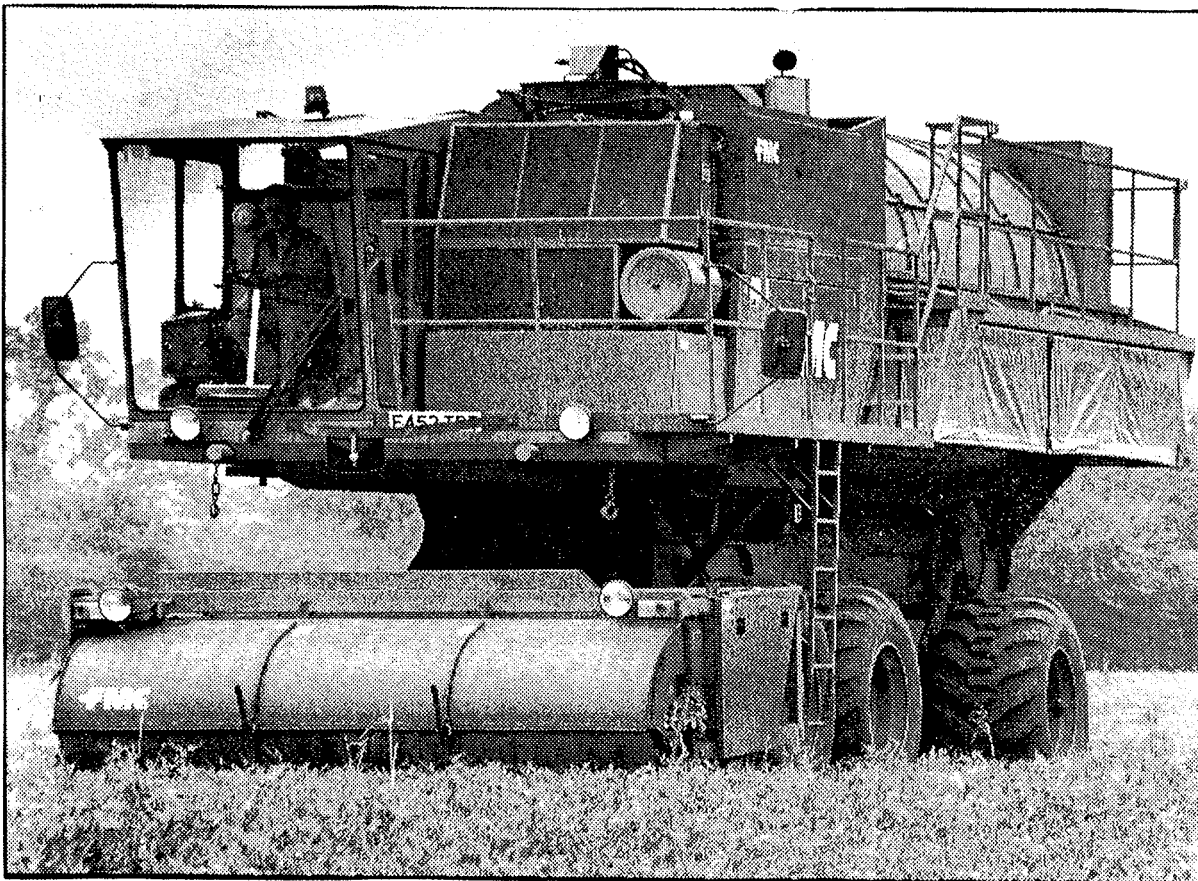
Håkansson, I. 1987. Hur långvariga är jordpackningens verkningar?
Sveriges lantbruksuniversitet, Fakta mark-växter nr 14.

Håkansson, I., Henriksson, L. and Gustafsson, L. 1985. Experiments
on reduced compaction on heavy clay soils and sandy soils in
Sweden. Proc. int. Conf. on Soil Dynamics, Auburn University,
Auburn, U.S.A., pp. 995-1009.

Håkansson, I., Voorhees, W.B. and Riley, H. 1988. Vehicle and
wheel factors influencing soil compaction and crop response in
different traffic regimes. Soil & Tillage Research, 11: 239-282

Lipiec, J., Håkansson, I., Tarkiewicz, S. and Kossowski, J. 1989.
Soil physical properties and growth of spring barley related
to the degree of compactness. Manuscript submitted to Soil &
Tillage Research.

Söhne, W. 1951. Das mechanische Verhalten des Ackerbodens bei
Belastungen, unter rollenden Rädern sowie bei der Bodenbear-
beitung. Grundlagen der Landtechnik 1, 87-94.



KLASSNING AV MARKFUKTIGHETEN

Klass 1. MYCKET TORRT

Marken torr och hård såväl i ytan som på större djup. Inga körspår bildas annat än i nybearbetad, lös jord.

Exempel: Vid vallskörd efter en längre torrperiod. Vid spannmålsskörd om hög- och eftersommaren varit mycket torr. För hårt för plöjning.

Klass 2. GANSKA TORRT

Marken ganska torr och fast till tämligen stort djup. Endast obetydliga körspår bildas utom i nybearbetad, lös jord eller vid användning av hjul med extremt höga marktryck.

Exempel: Vid vallskörd efter en tids torka. Vid spannmålsskörd om eftersommaren varit torr. Vid sprutning i stråsåd efter en tids torka. I hårdaste laget för plöjning.

Klass 3. NORMALT

Matjorden har uppnått dräneringsjämvikt och sedan upp-torkad genom avdunstning. Körspår bildas utom vid användning av hjul med låga marktryck.

Exempel: Vid spannmålsskörd under ganska godartade förhållanden. Vid vallskörd eller sprutning ett par dagar efter ett måttligt regn. Vid plöjning under gynnsamma fuktighetsförhållanden.

Klass 4. FUKTIGT

Matjorden har ej uppnått dräneringsjämvikt. Markanta körspår bildas av nästan alla hjul. Framkomligheten nedsatt för tunga fordon med dålig hjulustrustning.

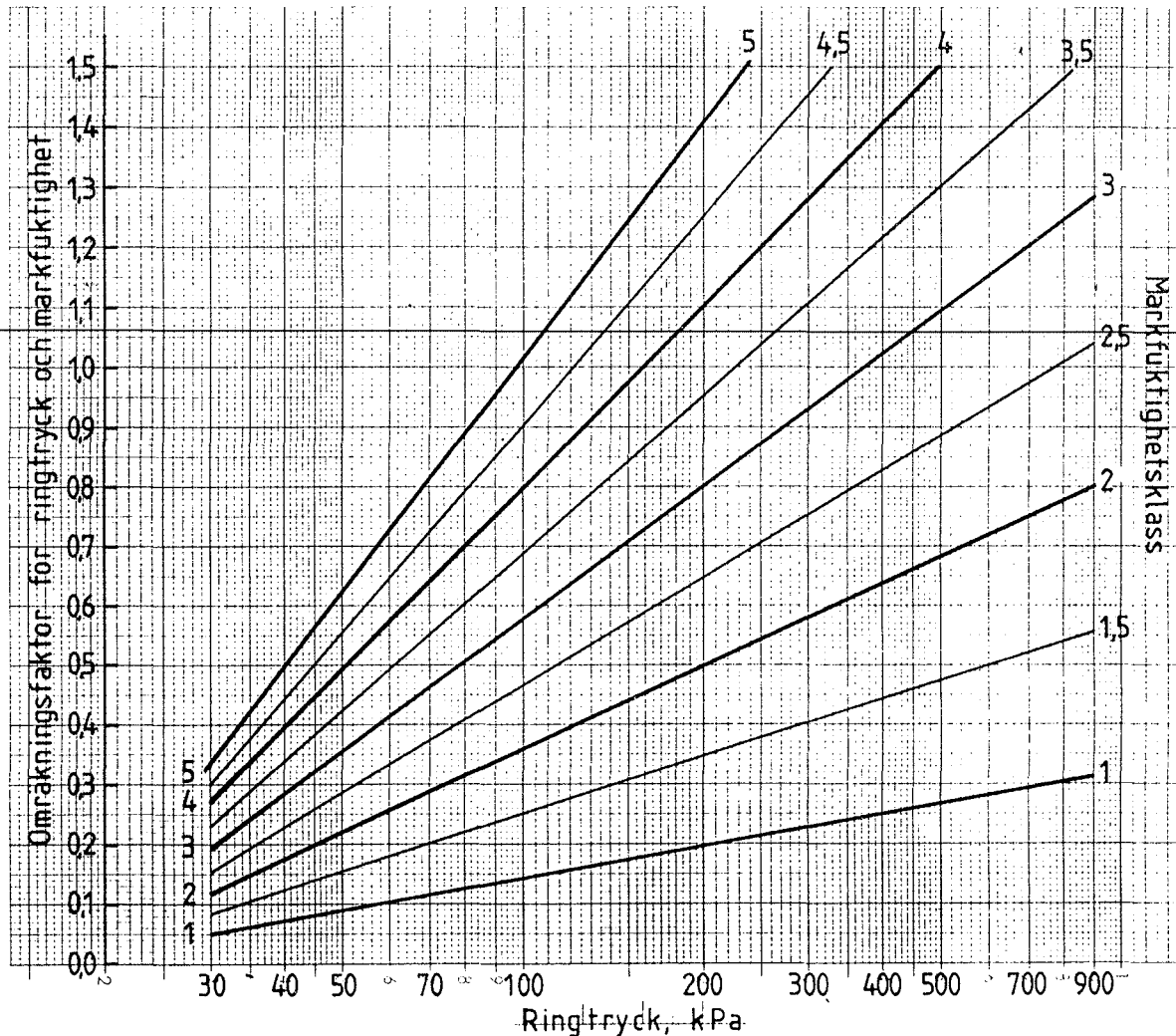
Exempel: Vid skörd en enstaka bra dag under en regnig höst. Vid plöjning efter ganska mycket regn.

Klass 5. VÅTT

Marken våt, ofta med ytvattenbildning. Fordon med höga marktryck riskerar att köra fast. Djupa spår även av fordon med god hjulustrustning.

Exempel: Vid skörd efter en kraftig regnperiod. I surhållorna under våta plöjningsförhållanden.

BILAGA 2



BILAGA 3

I ett försök att med hjälp av meteorologiska data beräkna markfuktighetsklassen gjorde jag beräkningar med hjälp av Waldemar Johanssons vattenbalansmodell. Den baserar sig på värden om nederbörd, potentiell evaporation, temperatur, gröda, uppkomst-datum och markens vattenmagasin. Resultatet man får ut från modellen är ett värde på hur stor andel av markens vattenmagasin som är fylld med vatten. Eftersom markfuktighetsindelningen är femgradig och inte har något linjärt samband med markvattenfyllnaden är det svårt att hitta några lämpliga gränser. Det största problemet är dock att modellen är för långsam i reaktionen vad gäller de ytliga lagren, det tar orealistiskt lång tid för jorden att torka upp efter ett regn och om det har varit torrt blir ökningen efter ett större regn för liten. Ett sätt för att troligtvis komma ifrån dessa problem är att öka det ytliga buffertmagasinet från 3 mm till 5-10 mm och sedan använda en kombination av den procentuella fyllnadsgraden i buffertmagasinet och i huvudmagasinet. Med denna ändringen får man större och snabbare variationer, men om detta är en bra ändring vet man inte förrän man jämför med fält där noteringar om markfuktigheten och nederbörd fortlöpande har gjorts.

I stället för att använda modellen gjordes därför intervjuer om fuktighetssituationen med ett antal personer.

RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

- | NR | ÅR | |
|----|------|--|
| 52 | 1977 | Arne Ljungars: Olika faktorerers betydelse för traktorernas jordpackningsverkan. Mätningar 1974-1976. 43 s.
<i>Importance of different factors on soil compaction by tractors. Measurements in 1974-1976. 43 p.</i> |
| 53 | 1977 | Inge Håkansson & József von Polgár: Modellförsök med såbäddens funktion. II. Försök med skiktade och oskiktade såbäddar. 22 s.
<i>Model experiments into the function of the seedbed. II. Experiments with stratified and unstratified seedbeds. 22 p.</i> |
| 54 | 1978 | Ulf Olsson: Harvens konstruktion och harvningens utförande - inverkan på bearbetningsresultatet. 28 s.
<i>Influence of harrow construction and harrowing on the tillage result. 29 p.</i> |
| 55 | 1978 | Olle Wallbom & Kjell Wretler: Förekomsten av några viktiga växtskadegörare vid plöjningsfri odling. 29 s.
<i>Occurrence of some important plant diseases on ploughless cereal cropping. 29 p.</i> |
| 56 | 1978 | Åke Huhtapalo: Kombisådd av kväve och fosfor till vårsäd. 27 s.
<i>Combi-drilling of nitrogen and phosphorus with spring cereals. 27 p.</i> |
| 57 | 1979 | Inge Håkansson: Försök med jordpackning vid hög axelbelastning. Markundersökningar 1-2 år efter försökens anläggande. 15 s.
<i>Experiments with soil compaction at high axle load. Soil investigations 1-2 years after the experimental compaction. 15 p.</i> |
| 58 | 1979 | Inge Håkansson & József von Polgár: Modellförsök med såbäddens funktion. III. Försök med syrebrist i såbädden. 17 s.
<i>Model experiments into the function of the seedbed. III. Experiments with oxygen deficiency in the seedbed. 17 p.</i> |
| 59 | 1980 | Tomas Rydberg: Storparcellförsök med plöjningsfri odling, 1976-78. 21 s.
<i>Big-plot experiments with ploughless farming, 1976-78. 21 p.</i> |
| 60 | 1980 | Working group on soil compaction by vehicles with high axle load. Report of meeting in Uppsala 1980. 56 p. |
| 61 | 1981 | Behovet av forskning och försök inom mark-teknikområdet. En inventering utförd av samarbetskommittén för mark-teknik vid Sveriges Lantbruksuniversitets Lantbruksvetenskapliga fakultet. Sekreterare: Lennart Henriksson. 46 s. |
| 62 | 1981 | Skördevariationerna i växtodlingen - orsaker och motåtgärder. Seminarium anordnat av Samarbetskommittén för Mark-Teknik på Ultuna 1981-04-09. 64 s. |

- 63 1981 Nils M. Nilsson: Plöjningsdjup och tiltbredder vid höst-plöjning. 30 s.
Ploughing depths and widths of furrow slice in autumns ploughing. 30 p.
- 64 1982 Jan Cederlund: Kombinerad bearbetning och sådd (harvsådd). Examensarbete. 54 s.
- 65 1983 Göran Kritz: Såbäddar för vårstråsåd. En stickprovsundersökning. 187 s.
Physical conditions in cereal seedbeds. A sampling investigation in Swedish spring-sown fields. 187 p.
-
- 66 1983 N.M. Nilsson: Höst- eller vårplöjning till vårsådd på kapillära jordar. Resultat från 12 fältförsök åren 1971-75. 57 s.
Autumn- or spring ploughing before spring sowing on capillary soils. Results from 12 field trials during 1971-1975. 57 p.
- 67 1984 Berth Mårtensson: Harvsådd - Preliminära försöksresultat 1979-83. 20 s.
Once-over sowing - Preliminary results of trials 1979-1983. 20 p.
- 68 1984 Mats Edh: BANDSÅDD - en studie av olika billar för bandsådd. Examensarbete. 44 s.
- 69 1984 József von Polgár: Vältning efter vårsådd. 16 s.
Rolling after spring sowing. 16 p.
- 70 1986 Tomas Rydberg: Markfysikaliska och markkemiska effekter av plöjningsfri odling i Sverige. 35 s.
Effects of ploughless tillage on soil physical and soil chemical properties in Sweden. 35 p.
- 71 1986 Jordpackning: Skördepåverkan - Motåtgärder - Ekonomi. Rapport från NJF-seminarium i Sigtuna 28-30 oktober 1986. 187 s.
Soil compaction: Effects - Counter-measures - Economy. 187 p.
- 72 1986 Bo Thunholm: Termiska egenskaper i åkermark skattade på grundval av den årliga temperaturvariationen. 18 s.
Thermal properties of the subsoil estimated from annual temperature variations. 18 p.
- 73 1987 Lennart Henriksson: Försök med olika harvar 1977-1985. 32 s.
Field trials with different harrows 1977-1985. 32 p.
- 74 1987 Tomas Rydberg & Torbjörn Öckerman: Plöjningsfri odling - Dess inverkan på rotutveckling och evaporation. 52 s.
The effects of ploughless tillage on root development and evaporation. 52 p.
- 75 1987 Hans Svensson: Jordpackningens inverkan på sockerbetans rotutveckling och skördens storlek. 31 s.
Effects of soil compaction on root development and yield of sugarbeets. 31 p.

- 76 1987 Tomas Rydberg: Studier i plöjningsfri odling i Sverige 1975-1986. 53 s.
Studies in ploughless tillage in Sweden 1975-1986. 53 p.
- 77 1988 Reduceret jordbearbejdning. Rapport från NJF-seminarium i Horsens, Danmark 9-11 februari 1988. 240 s.
Reduced cultivation. 240 p.
- 78 1990 Inge Håkansson, Mary McAfee, Sixten Gunnarsson: Verkan av körning med traktor och vagn vid vallskörd. Resultat från 24 försöksplatser. 41 s.
Effects of traffic during harvest on yield of grass leys. Results from field trials on 24 Swedish sites. 41 p.
-
- 79 1990 Krister Nilsson: Packningsskador vid konservärtskörd - ekonomiska konsekvenser och åtgärder för att minska packningen. 16 s.
Estimation of the economic consequences of soil compaction when harvesting canning peas. 16 p.

