

## ”Markstrukturtest i fält” Beskrivning och instruktioner



**Kerstin Berglund & Anna Gustafson Bjurés**

Foton och illustrationer: författarna om inget annat anges.

Denna serie rapporter (ISSN **1653-6797**) utges av Avdelningen för hydroteknik, Institutionen för markvetenskap vid Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala med början 2006. Serien publiceras endast elektroniskt och ersätter den tidigare tidskriftsserien Avdelningsmeddelanden (ISSN 0282-6569) utgiven mellan åren 1981-2004.

This series of Reports (ISSN **1653-6797**) is published by the Division of Hydrotechnics, Department of Soil Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, starting in 2006. The reports are only published electronically and are replacing the former series of Communications (ISSN 0282-6569).

<b>Innehållsförteckning</b>	<b>sid nr</b>
<b>Vad är ”Markstrukturtest i fält”?</b>	5
<b>Vad är markstruktur?</b>	5
<b>Varför är markstrukturen viktig?</b>	5
<b>Vad påverkar markstrukturen?</b>	6
<b>Markstrukturtestets olika delar</b>	8
Jordartsbestämning	8
Markprofilens huvuddrag (test 1 – 3)	13
Jordmotstånd/Spadtest (test 4)	14
Maskförekomst och stora porer (test 5 – 6)	15
Struktur (test 7 – 8)	16
Rötter (test 9)	18
Infiltration (test 10)	19
<b>Att komma igång</b>	21
När?	21
Var?	21
Hur?	22
<b>Instruktioner till ”Markstrukturtest i fält”</b>	25
Grävning av testgrop	25
Jordartsbestämning	26
Markprofilens huvuddrag	29
Test 1. Matjordens mullhalt	29
Test 2. Växtrester	30
Test 3. Förtätade skikt	30
Test 4. Jordmotstånd	30
Test 5. Antal maskar	31
Test 6. Maskgångar och stora porer	32
Test 7. Allmän strukturbeskrivning	32
Test 8. Jordklumpens brottytor	33
Test 9. Rötter	34
Test 10. Infiltration	35
Sammanställning av resultaten	36
<b>Vad gör jag nu?</b>	37
<b>Odlingsåtgärdernas inverkan på markstrukturen</b>	38
<b>Referenser</b>	40
BILAGA 1. Sammanställning av data från flera gropar	41
BILAGA 2. ”Slutsatser och åtgärder”	42
BILAGA 3. Diskussionsunderlag vid rådgivningsträffar	43
BILAGA 4. Protokoll ”Hur mår din jord?”	45
BILAGA 5. Protokoll ”Markstrukturtest i fält”	47

Den första versionen av Markstrukturtestet tillsammans med en genomgång av bakgrunden finns publicerat i

**Markstrukturindex -  
ett sätt att bedöma jordarnas fysikaliska status och odlingssystemets inverkan på markstrukturen**

*Kerstin Berglund, Örjan Berglund och Anna Gustafson Bjuréus*

**Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Avd. f. lantbrukets hydroteknik, Avdelningsmeddelande 02:4**

Mer information finns på projektets hemsida vid Institutionen för mark och miljö, SLU.

## ***Vad är ”Markstrukturtest i fält”?***

Markstrukturtest i fält är ett antal enkla fälttester som sammantaget ger en beskrivning av markens strukturtillstånd. Testerna är ett redskap för dig som vill lära känna dina odlingsjordar bättre. Du kan lätt utföra testen på egen hand och de kräver ingen specialutrustning. Det kan dock vara trevligt och lärorikt att göra fälttesterna tillsammans med andra lantbrukare och/eller rådgivare eller i samband med en fältvandring. Genom att regelbundet utföra testerna håller du markstrukturen under uppsikt och märker effekterna av dina odlingsåtgärder. Utifrån detta kan du även utveckla en långsiktig strategi för att förbättra markstrukturen på dina åkrar.

Testet finns i två versioner: ”Hur mår Din jord?” och ”Markstrukturtest i fält”. ”Hur mår Din jord?” är ett enklare test som endast kräver en kniv och en spade. Protokollet är självinstruerande. Delar av testet kräver att brukaren av skiftet är närvarande och kan svara på frågorna. ”Markstrukturtest i fält” är ett mer omfattande test där fler mätningar görs i fält. Testet kräver inte att brukaren är med och gör testet, även om det är en klar fördel.

## ***Vad är markstruktur?***

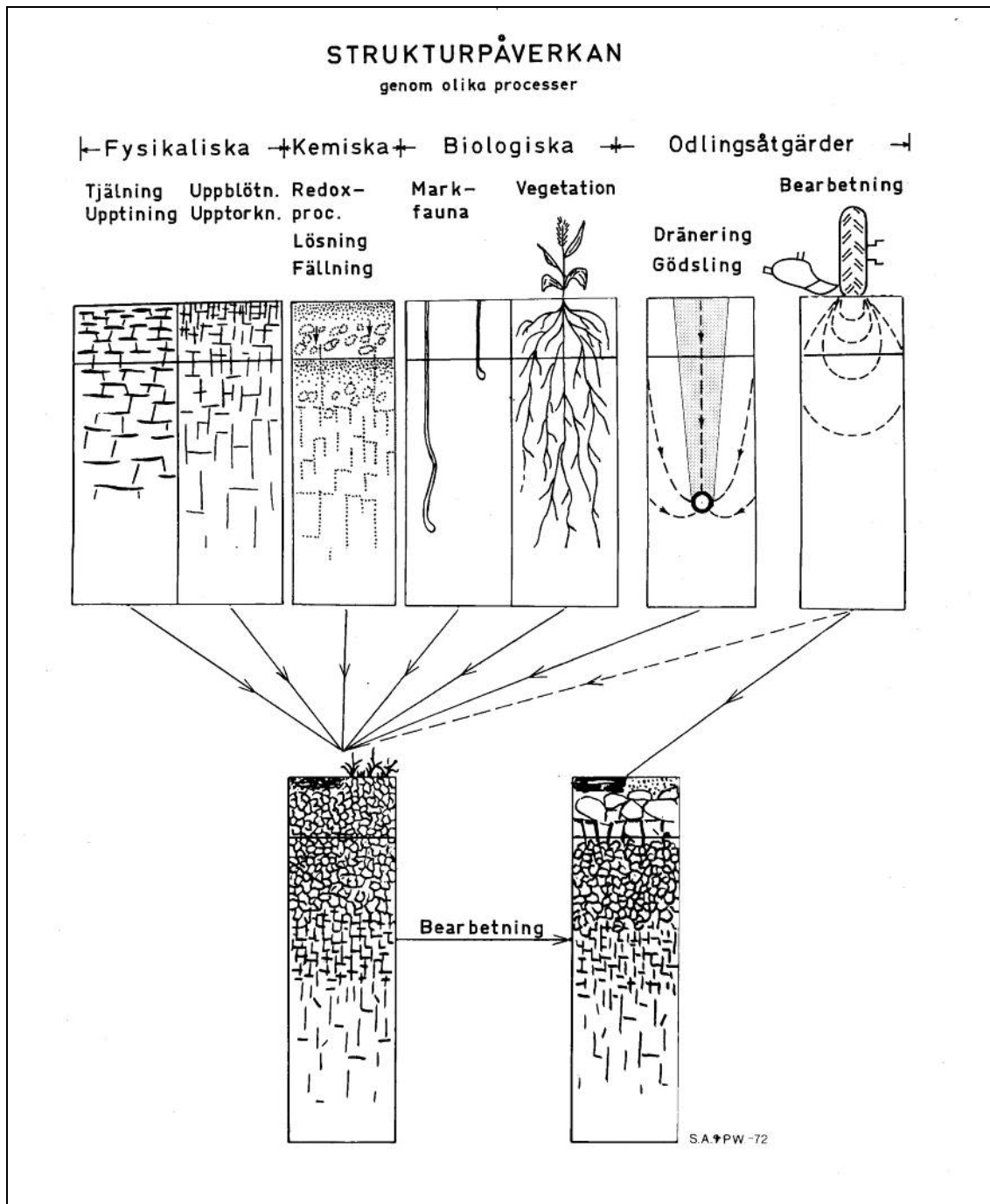
Markstruktur kan definieras som det sätt olika slags markpartiklar är lagrade och förbundna med varandra. Strukturen beskriver alltså hur marken är uppbyggd. Markpartiklar är primära jordpartiklar (tex ler), sammansatta eller sekundära partiklar (= aggregat), humus, döda växtrester mm.

## ***Varför är markstrukturen viktig?***

En god och stabil markstruktur är grunden för en väl fungerande odlingsjord. En **struktur-skadad jord** har sämre vattengenomsläpplighet och dräneringsegenskaper, osäkrare grödetablering, mer ogräsproblem, sämre rotutveckling, vattenförsörjning och växtnäringsutnyttjande, större bearbetnings- och dragkraftsbehov samt större skördevariation mellan åren. För att uppnå ett odlingsystem som är långsiktigt hållbart är markstrukturen av central betydelse. I en **jord med god struktur** kan rötterna utvecklas fint och försörjningen av näring och vatten fungerar bra liksom luftbytet i marken. Detta leder i sin tur till säkrare och högre skördar och därmed ökad lönsamhet.

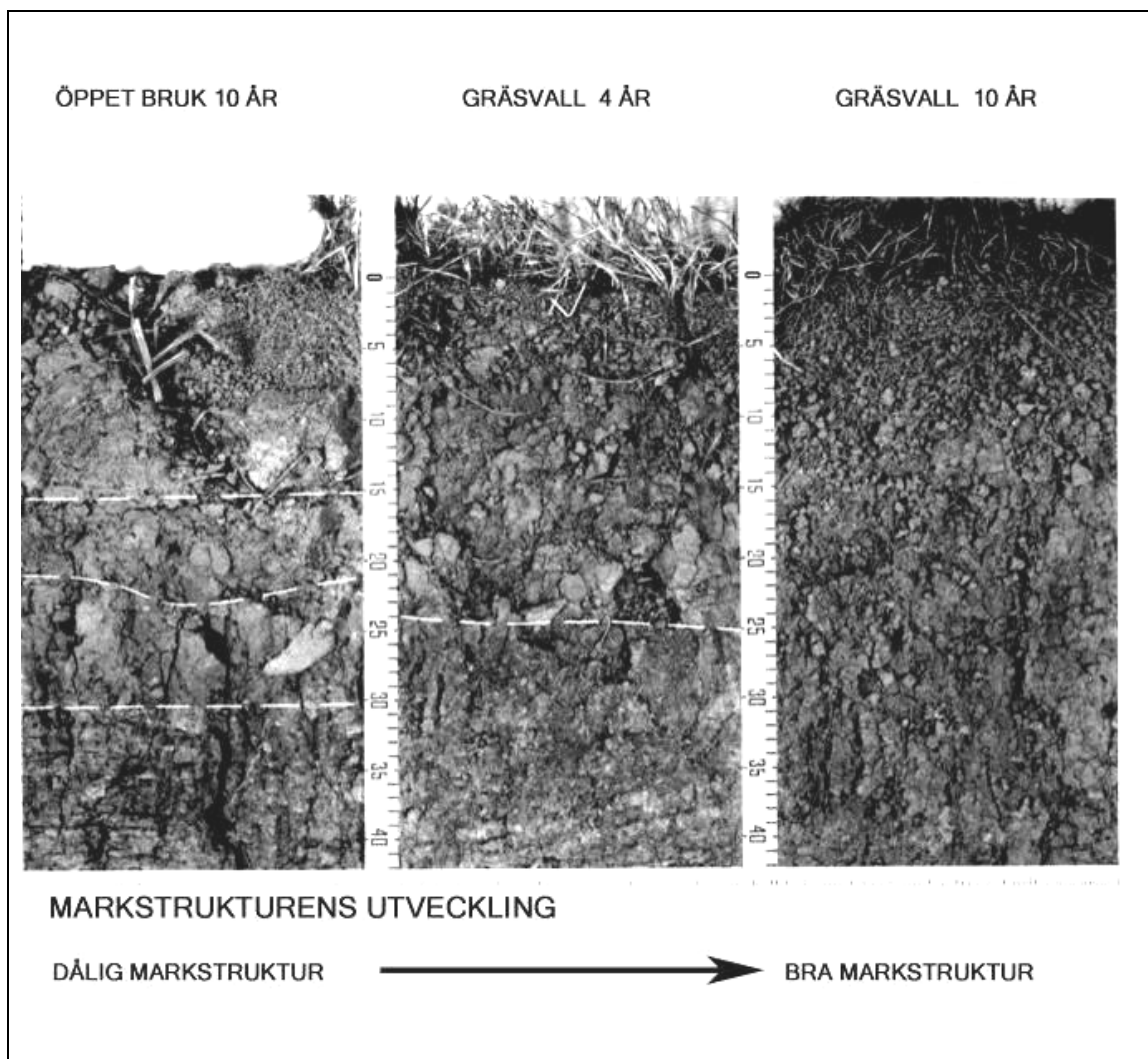
## Vad påverkar markstrukturen?

Markstrukturen påverkas av naturliga faktorer som tjäle, uppblötning och upptorkning, flora och fauna samt av brukarens åtgärder och andra mänskliga influenser (figur 1). Strukturen förändras under året och över åren i olika grad för skilda jordar, odlingsystem och väderleksförhållanden. I regel är förändringarna störst i markens ytlager och avtagande med djupet.



**Figur 1.** Många olika processer, både naturliga faktorer och brukarens åtgärder, påverkar markstrukturen.

Odlaren kan påverka markstrukturen med mer långsiktiga grundförbättringsåtgärder som t.ex. dränering samt med de årliga åtgärder som utförs. I figur 2 illustreras hur man med odlingsystemet kan påverka markstrukturen i en gynnsam riktning.



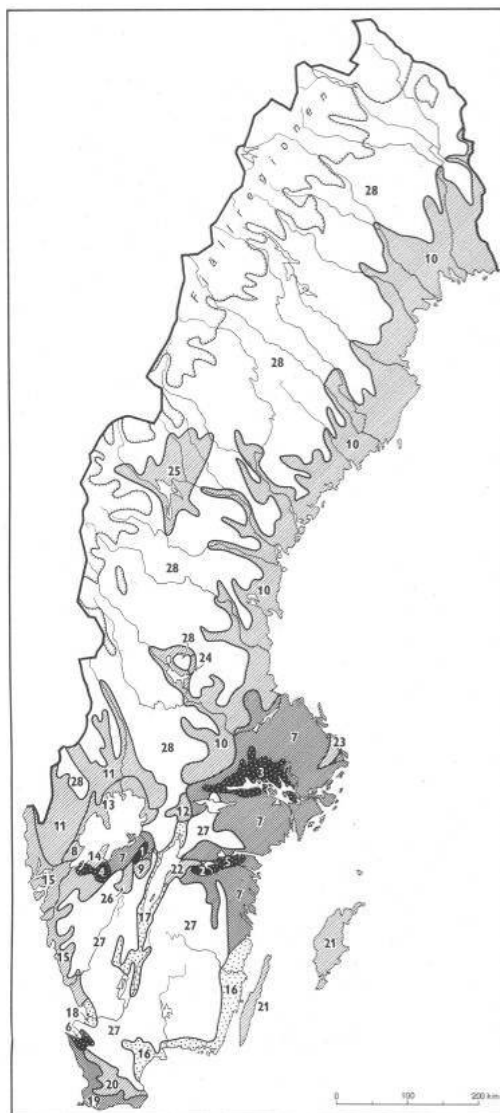
**Figur 2.** Markstrukturens utveckling i en styv lera. I profilen med öppet bruk kan man se det senaste plöjningsdjupet på 15 cm djup, ett tidigare plöjningsdjup på 22 cm och gränsen mot alven på 30 cm djup. Strukturen är kokig i matjorden och den övre alven är klart skiktad. Efter 10 år med gräsvall är strukturen likformigt utformad genom hela matjorden och aggregaten är avrundade och porösa (efter Wiklert, 1962).

## Markstrukturtestets olika delar

Nedanstående avsnitt beskriver bakgrunden till de olika fälttesterna och vad de säger om markstrukturen.

### Jordartsbestämning

Jordarten har stor betydelse för markens strukturegenskaper. Stabiliteten hos strukturen och aggregaten ökar normalt med stigande ler- och mullhalt. Om det redan finns en jordartsbestämning för platsen, t.ex. markkarteringsdata, kan givetvis dessa användas. Vissa jordtyper dominerar i olika delar av landet. I figur 3 är åkerjorden i Sverige indelad efter matjordstyp.

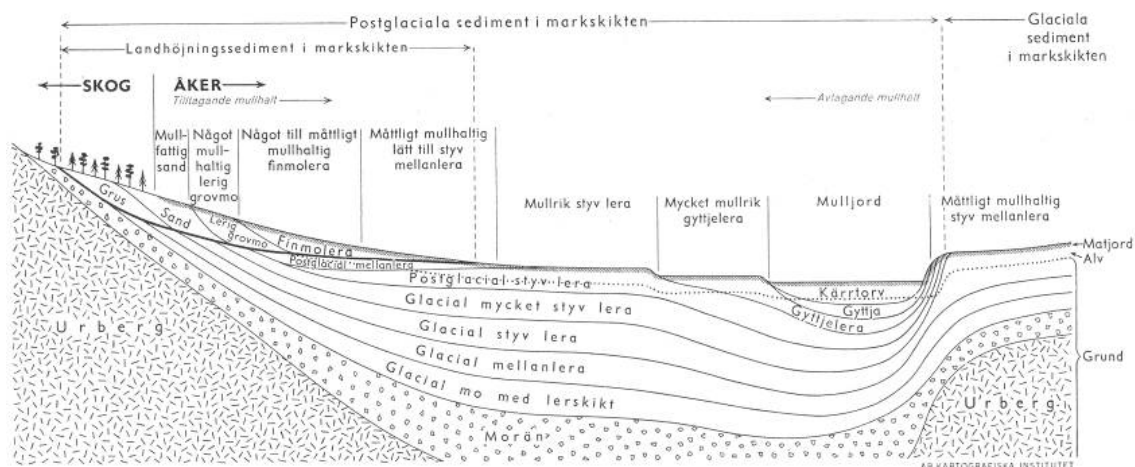


- STYV ELLER MYCKET STYV LERA, MULLRIK.  
Alv: mycket styv lera.
1. Vadsbosläätten (Vadsboleran), Västergötland.
  2. Östgötaslättens styva lera (Dungleran).
- STYV MELLANLERA. Alv: styv eller mycket styv lera.
3. Mälarsläätten.
  4. Varasläätten.
  5. Östgötaslätten.
  6. Ängelholmsslätten.
- MELLANLERA, FINMOLERA OCH STYV LERA.  
Alv: styv lera, mellanlera eller finmolera.
7. De mellansvenska, heterogena lerjordsområdena.
- MJÄLLERA, även i alven.
8. Dalslandsslätten.
  9. Kåkindsslätten, Västergötland.
- MJÄLLERA OCH MOJORDAR, även i alven.
10. Norrländska kustbygden och Bergslagen.
- Mellersta och sydvästra Värmland, Dalsland och Bohusläns skogsbygd.
- FINMOLERA OCH MELLANLERA. Alv: styv lera, mellanlera eller finmolera.
12. Västernärkes jordbruksbygd.
- FINMOLERA.
13. Värmländska slättbygden. Alv: styv mellanlera eller finmolera.
  14. Kållandsområdet, Västergötland. Alv: finmolera.
- GROVMOLERA. Alv: styv lera.
15. Västsvenska kustbygden (Bohuslän och Halland).
- MO- JÄMTE SANDJORDAR, även i alven.
16. Sydostsvenska moområdet.
  17. Sydsvenska inlandets moområden.
  18. Laholmsslätten.
- MORÄNLEROR, även i alven.
19. Skånes baltiska moränleror.
  20. Skånes nordostmoränlera.
  21. Öland och Gotland.
  22. Vadstenaslätten, Östergötland.
  23. Roslagens moränlerområde.
  24. Dalarnas \*
  25. Jämtlands \*
- SVAGT LERIG ELLER LERIG MORÄN, även i alven.
26. Falbygden, Västergötland.
- URBERGSMORÄN (moränsand, moränmo), även i alven.
27. Sydsvenska inlandet.
  28. Nordsvenska inlandet.

**Figur 3.** Sveriges indelning i åkerjordsområden efter matjordstyp (Ekström, 1953).



Det kan också vara bra att fundera på var i landskapet fältet är beläget. Om man befinner sig i Mellansverige kan profilen i figur 4 ger många ledtrådar till vilken jordart man har på fältet.



**Figur 4.** Schematisk profil genom ett mellansvenskt, heterogent lerjordsområde (Ekström, 1953).

I markstrukturtestet bestäms jordarten utifrån jordens utseende, och formbarhet (mineraljordar). Jordartsbestämningen är grov, men ändå väl värd att utföra. Den ger dig en fingervisning om jordartens variation med djupet och mellan olika gropar. Den blir således ett nyttigt redskap när du analyserar resultaten från de övriga markstrukturtesterna och ditt odlingsystems inverkan på strukturen.

Mullhalten är av stor betydelse för markstrukturen och anges i de klasser som finns i tabell 1. Man kan bedöma mullhalten efter jordens färg; ju mörkare jord desto högre mullhalt. Vid samma mullhalt ser dock en finare jord alltid mörkare ut än en grövre. Man kan även här finna ledtrådar i topografien, t.ex. har man i svackor vanligtvis en fuktigare miljö, där en viss anrikning av organiskt material sker. Vanligtvis har matjorden tydligt högre mullinnehåll än alven (figur 5). En exakt bedömning av mullhalten är svår att göra i fält och i testet görs därför bara en enkel bedömning av om matjorden har samma färg som alven, är något mörkare än alven eller är mycket mörkare än alven.

**Tabell 1.** Mullhaltsschema (Ekström, 1927 & Jordartsnomenklatur, 1953)

Benämning (förkortning)	Halt organiskt mtrl (%)
Mullfattig (mf)	<2
Något mullhaltig (nmh)	2-3
Måttligt mullhaltig (mmh)	3-6
Mullrik (mr)	6-12
Mycket mullrik (mkt mr)	12-20
Mineralblandad mulljord (t ex sa M)	20-30
Mulljord (M)	>30



**Figur 5.** Jordprofil från Borgeby, Skåne. Måttligt mullhaltig sandig lättlera. Matjorden är mycket mörkare än alven.

I figurerna 6 och 7 finns exempel på markprofiler från några av de åkerjordsområden som finns beskrivna i figur 3 och 4.



Mycket styv lera, Stensfält, Västergötland (åkerjordsområde 1, se fig 3)



Mellanlera, varvig i alven, Gammalstorp, Västergötland (åkerjordsområde 9)



Mjålmellanlera, varvig i alven, Ålbo, Västmanland (åkerjordsområde 10)



Moränmellanlera, Säbyholm, Skåne (åkerjordsområde 19)

**Figur 6.** Exempel på markprofiler från åkerjordsområde 1, 9, 10 och 19.





Grovmo på lera, Näs Karlholm, Uppland (åkerjordsområde 7)



Moig sand på styv lera, Ultuna 6, Uppland (åkerjordsområde 7)



Högförmultnad kärrtorv på gyttjelera. Helgesta, Kvismardalen, Närke.

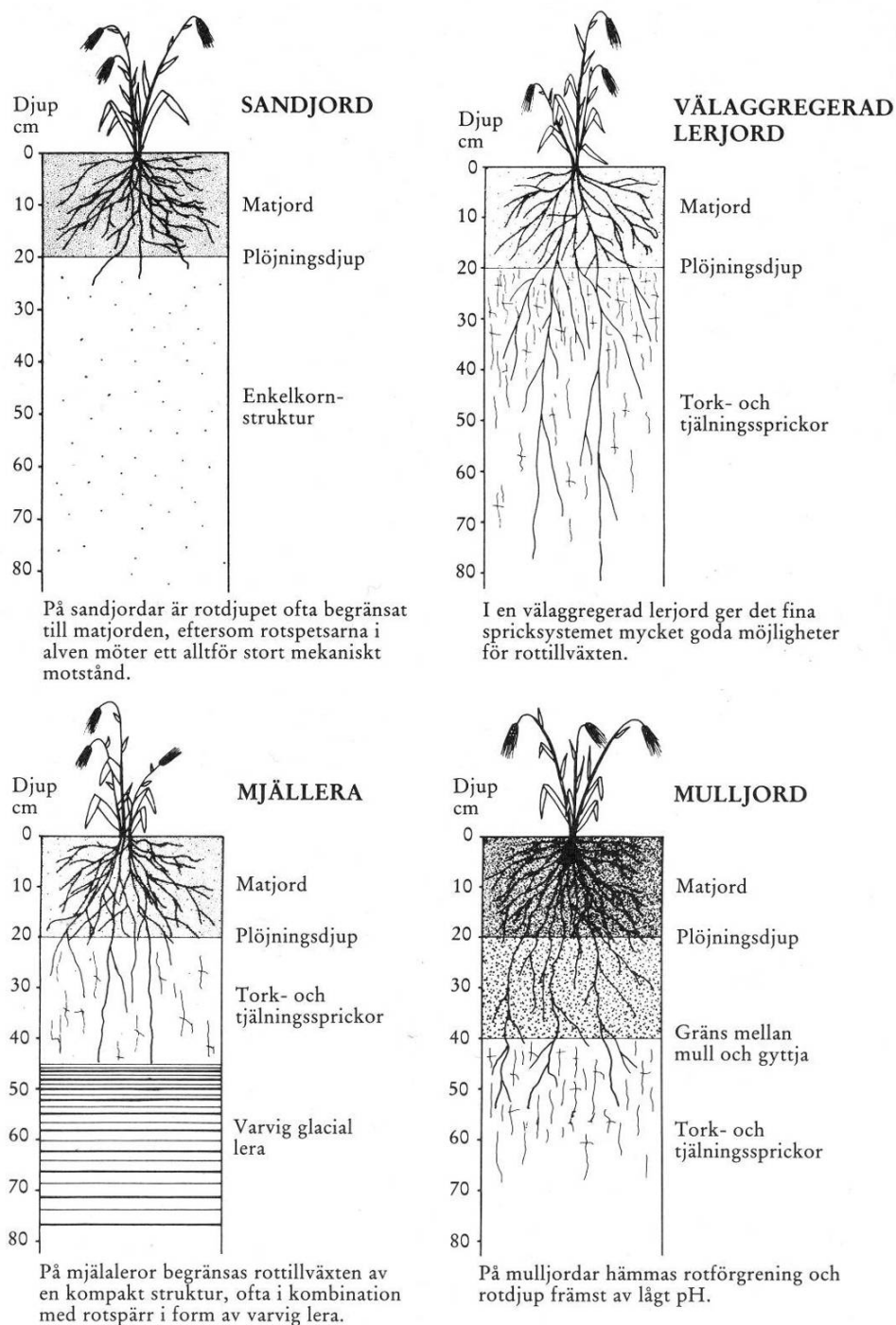


Mellanlera, Ultuna, Uppland  
Vänster: opackad Höger: packningsskadad

**Figur 7.** Exempel på markprofiler i Mellansverige.

## Markprofilens huvuddrag/Allmän markbeskrivning (test 1 – 3)

Markprofilen är ett tvärsnitt (i djupledd) av marken. Dess utseende, med matjord, eventuella täta skikt (t.ex. plogsula) och alv, varierar beroende på markens grundförutsättningar (jordart mm) och odlingsystemets utformning. Genom att göra en allmän markbeskrivning kan man få en överblick över markens aktuella förutsättningar som växtplats (figur 8).



Teckningar: Ingrid Karlsson avd. för hydroteknik, SLU 1981.

**Figur 8.** Exempel på några olika odlingsjordar med typiska egenskaper.



Jordens **färg** är ett av dess centrala kännetecken. Färger skiftar beroende på berggrund och mineral som den bildats ur. Med ökad mullhalt blir jorden mörkare. Även markfukt ger jorden en mörkare nyans.

Det är viktigt att lägga märke till **tätare skikt**, såsom plogsula, och hur pass svårt det är för rötterna att tränga igenom (figur 9). Utöver plogsulan brukar såbäddsberedningens djup visa sig tydligt, ibland även djupare harvningar. Om markskiktet stoppar rötternas framfart spelar det ingen roll hur bra marken är under detta. Ytterligare problem med täta skikt är att vatten inte kan rinna undan. Då kan syrefattiga lager uppkomma, där växten kan få syrebrist och för växten giftiga ämnen kan bildas.

Hur bra **halmen** blandats in i matjorden och hur väl den bryts ner speglar markens funktion. Är strukturen god så är halmen väl inblandad i matjorden. Växtrester finns då i alla nedbrytningsstadier och de har en frisk doft.

**Figur 9.** Rotutveckling i oljeväxter. Vid övergången mellan matjord och alv (plogsula) stöter roten på problem och måste växa horisontellt för att finna en ny väg ned i profilen.

#### Jordmotstånd/Spadtest (test 4)

När man gräver märker man att spaden möter olika mycket motstånd i olika markskikt allt eftersom förutsättningarna varierar. Att gräva i jorden ger därför god information om markstrukturen och förtätade zoner, och visar på de förutsättningar växten har att etablera ett gott rotsystem. Om det är svårt att gräva så är det oftast svårt för rötterna att ta sig fram!

Faktorer såsom jordart och markfukt; grävarens vikt och styrka; spadens utformning etc. påverkar resultatet. Det blir därför ett ganska grovt mått på markens struktur tillstånd. Låt en och samma person utföra testet, använd en bestämd spade, osv. Det bör vara fuktigt i marken. Är marken mycket torr vid tillfället kan det vara stenhårt att gräva även i jordar med bra struktur.



## Maskförekomst och stora porer (test 5 – 6)

Maskfrekvensen är ett bra mått på den biologiska aktiviteten i marken och indirekt på markstrukturen. Maskarnas framfart skapar gångar för andra markdjur och vertikala makroporer som är viktiga för infiltrationen av vatten och luftbytet i marken. Maskarna finfördelar växtmaterial och för det djupare ner i marken. Många av de större porerna i marken är maskhål. Rötter, speciellt pålrötter, följer gärna maskgångarna nedåt i profilen (figur 10) och gynnar jordens liv djupt nere i marken.



**Figur 10.** Rötterna följer gärna gamla rotkanaler, sprickor och maskhål.

Mark som bearbetats av maskar har större porvolym, ökad vattenhållande kapacitet, mer vattenstabila aggregat och högre infiltrationshastighet än sådan som inte bearbetats av maskar. Minskad bearbetning gynnar maskarna. Att räkna maskar fungerar bäst när marken är fuktig. När den är torr söker sig maskarna djupare ner i marken.

Alla jordar har ett mer eller mindre sammanhängande system av porer, men det är endast makroporerna man ser med blotta ögat. Dessa kan ha bildats vid aggregeringen av mineralkornen, av gamla rotkanaler, genom maskarnas tunnelbildningar eller som resultat av något annat markdjur. Hålrummen kan också ha bildats genom någon annan jordformande process som t.ex. torksprickor eller vattenrörelser genom jorden.

Ett utvecklat makroporsystem gynnar rotutvecklingen och möjliggör snabba rörelser av vatten och luft. Per m<sup>2</sup> behövs t.ex. mer än tusen porer större än 1 mm, varav ett hundratal maskhål, för att en lerjord ska fungera bra. Makroporerna medför, om de är sammanhängande, hög genomsläpplighet och infiltrerbarhet för vatten samt möjlighet till snabb avrinning från rotzo-

nen på våren och efter stora regnmängder. Vertikala makroporer ger också möjlighet till stor genomluftning även vid höga vattenhalter och till snabb rottillväxt. Egenskaper som också beror av porstorleksfördelningen och därmed indirekt av strukturen är den vattenhållande förmågan och luftvolymen vid dräneringsjämvikt, vattenhalten vid vissningsgränsen samt kapaciteten för växttillgängligt eller upptagbart vatten.

Rotzonen under en växande gröda måste med tanke på gasutbyte och syreförsörjning ha ett relativt tätt nätverk av luftförande porer. Luftinnehållet bör inte understiga 8-10 vol. % i början av växtperioden samt under och efter regn. På lerjordar i dålig struktur samt finmo och grovmjälajordar understigs ofta kraven.

### **Struktur (test 7 – 8)**

Man skiljer på enkelkornsstruktur, massiv/kokig struktur och aggregatstruktur.

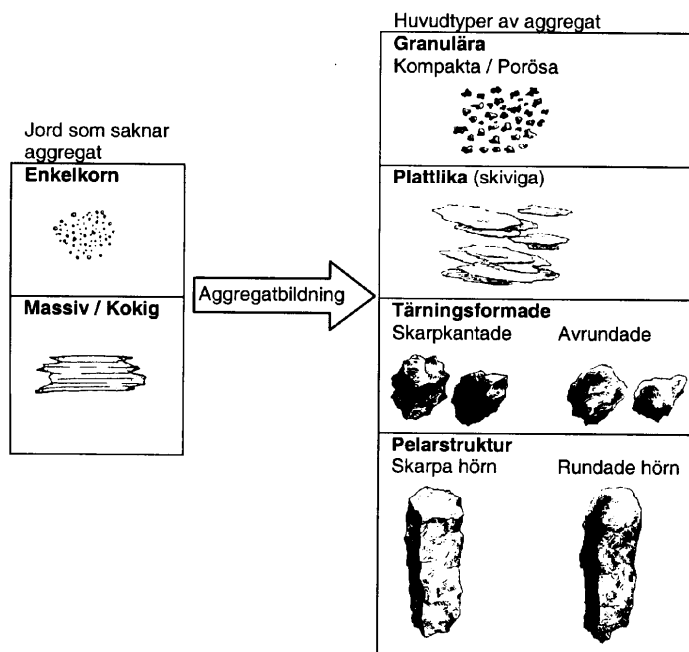
**Enkelkornsstruktur.** Om de primära partiklarna (enkelkornen) i en jord inte är bundna till varandra sägs marken eller skikten ha enkelkornsstruktur. Grus- sand- och mojordar har vid normala mullhalter i regel sådan struktur. Ofta även grovmjälajordar. Enkelkornjordar har en lös, mjuk eller spröd konsistens där över hälften av jorden är i form av enskilda mineralkorn.

**Massiv/kokig struktur.** I mark eller skikt där hela jordmassan eller delar av den hänger samman utan sprickor eller andra synliga hålrum sägs strukturen vara *massiv*. Massiv struktur finner man i matjorden och övre delen av alven på packningsskadade lerjordar men också i djupare delar av lerjordsprofiler (såplera, blålera). Plöjning, harvning mm på en torr lerjord med massiv struktur kan ge upphov till jordkokor, och man får då en *kokig* markstruktur.

**Aggregatstruktur.** Aggregat bildas huvudsakligen i kolloidrika jordar, dvs. jordar som innehåller ler och/eller humus. Även grövre jordarter kan ha aggregatstruktur, men då krävs närvaro av ler och mull. En mark eller ett skikt i marken som uppbyggs av aggregat sägs ha aggregatstruktur.

Aggregaten i en jord har oftast olika storlek, form och stabilitet. I regel varierar dessa egenskaper med djupet. Graden av aggregatutveckling beror på hur väl aggregaten håller ihop och hur vidhäftningen är aggregaten emellan. Mindre, porösa aggregat vittnar oftast om god markstruktur, under förutsättning att aggregaten även är stabila när de utsätts för regn och belastning. Om jorden har aggregatstruktur bedöms aggregatens **storlek** och **stabilitet**. Det kan även vara intressant att bedöma aggregatens **form**, för att få en ytterligare mer detaljerad bild av aggregaten (se figur 11).





**Figur 11.** Aggregatbildning ur enkelkorns- och massiv/kokig struktur (efter Foth, 1990 & Soil Survey Staff, 1975).

*Granulära aggregat* är aggregat av mineralkorn och mullsubstans och bildas främst i matjorden. De är oregelbundna, runt formade och ca 1-10 mm stora. Aggregaten är motståndskraftiga mot erosion. Porösa granulära aggregat genomkorsas av fina porer, och vittnar om en god miljö för markdjur och rötter.

*Tärningsformade aggregat* består mest av mineralkorn och är ca 1-10 cm i diameter. De har släta ytor och ingen mångfald av olikstora porer mellan aggregaten. Ofta ligger de tätt tillsammans som pusselbitar och lämnar inte mycket utrymme över till rötter, luft osv. Ju mindre aggregaten är desto närmare granulär struktur är de.

*Plattlika (skiviga) aggregat* består främst av mineralkorn, som bildar ca 1-10 mm tjocka vågräta plan i jorden. De finns framför allt djupare ner i marken (alv) men kan även förekomma i t.ex. plogsula

*Pelaraggregat* består främst av mineralkorn, och bildar olika tjocka, lodräta ca 10-20 cm långa pelare i jorden. De bildas under upptorknings- och tjältningsprocesser.



**Figur 12.** Aggregatfördelning i ostörd lerjord (vänster) och efter odling (höger).

Vilken aggregatform som kännetecknar bra markstruktur beror bl.a. på jordarten. På lerjordar anses avrundade, granulära och porösa aggregat gynnsamma, och skarpkantade eller pelarlika och kompakta aggregat kännetecknar dålig struktur (figur 12). Om man bryter ett större aggregat i två delar så kännetecknas brottytan i en god jord av ett ”mussligt” brott med ojämn och skrovlig struktur. Om brottytan är slät med få ojämnheter är strukturen sämre. På sandjordar faller porösa aggregat lätt isär till enkelkorn. Där kan större och mer kompakta aggregat vara stabilare och mer fördelaktiga. På gyttejordar bildas stabila skarpkantade pelaraggregat naturligt i alven och ger på dessa jordar goda odlingsförutsättningar. På alla jordar är uttalad skorpbildning ogynnsam.

### **Rötter (test 9)**

Rotsystemets utseende kan ge mycket värdefull information om det strukturtillstånd jorden befinner sig i. Rötterna bör om möjligt kunna breda ut sig utan knickar, utan hinder i vägen. Omvägar kostar energi som annars kunde ha lagts i rotknölar eller axens kärnor. Ju finare rotsystemet är och ju djupare det går, desto mer kan växten prestera, och desto större blir skörden. Samtidigt skapas goda förutsättningar för nästa skörd eftersom rötternas organiska substans fördelas jämnt i jorden. När rötterna sedan dör efterlämnar de hålrum och kanaler som utnyttjas av markorganismer, nästkommande grödas rötter samt luft och vatten.

Olika grödor har olika typer av rotsystem. Huvudsakligen särskiljs två typer: Enhjärtbladiga växter (gräs, spannmål) som har två rotsystem, djupgående frörötter och ytliga kronrötter (figur 13), och tvåhjärtbladiga (oljeväxter, betor) som har en kraftig djupgående pålrot (figur 14).

Roten kan öka sin tillväxt inom en gynnad del av marken för att kompensera brister i en annan del. För rotens funktion är dess yta avgörande. Ju tjockare rötter desto mindre yta har den och därmed sämre kontaktyta med jorden och dess organismer. **Förtjockade rotspetsar** tyder på att rotens längdtillväxt är hämmad p.g.a. motstånd. Ibland visas detta även med ökad förgrening. Om roten gör en vågrät avvikning tyder detta på att markskiktet är ogenomträngligt.



**Figur 13.** Gräsrötter.



**Figur 14.** Pålrot.

I en jord med dålig struktur har grödan måttligt eller svagt utvecklat rotsystem, där rötterna företrädesvis växer i sprickor och maskgångar. Lokala förgreningar tyder på täta skikt. Väl utvecklat, regelbundet rotsystem är ofta förenat med god jordstruktur. Baljväxternas knölbildning sker endast om det finns tillräckligt med syre i marken. Jämn fördelning av knölar indikerar likformig, gynnsam struktur.

### **Infiltration (test 10)**

Markens vattenledande förmåga är ett bra mått på markens strukturtillstånd och dränerbarhet. Genomsläppligheten för vatten bör överstiga ca 4 mm per timme (0,1 m/dygn eller 0,007 cm/min) för att du ska kunna behärska vattensituationen med normal dränering under extrema nederbördsperioder (intensiteten i ett sommarregn är ofta ca 3 mm per timme). Genomsläppligheten i åkerjord varierar inom vida gränser pga jordart, klimatets inverkan på strukturen och markens brukande. Genomsläppligheten för vatten kan variera mer än 1000 ggr om man går från en tät lera till sand, eller inom lerorna, från en tät mycket styv lera till en gyttejlera. Brukningsinflansen kan vara såväl luckrande vid jordbearbetning, som förtätande genom tung maskindrift. Om jordens struktur är grov och dåligt utvecklad kan den inte absorbera allt vatten som passerar profilen. Vattnet rinner förbi och kring jordaggregaten som utsätts för erosion, som täpper till porer och sprickor (figur 15). Ju bättre struktur, desto jämnare fördelar sig vattnet i profilen och fuktar jorden.





**Figur 15.** Dålig (för långsam) infiltration leder till yterrosion.

Erfarenheter från utländska och svenska dräneringsförsök (Håkansson, Berglund & Eriksson, 1974) har visat att en genomsläpplighet på 0,1 m/dygn (ca 4 mm/timme) utgör ett kritiskt värde (tabell 2). Vid en genomsläpplighet som är större än 0,1 m/dygn får man en god verkan av inlagd dränering men vid lägre genomsläpplighet är dräneringseffekten dålig och vid värden ned mot 0,01 m/dygn (ca 0,4 mm/timme) blir effekten av en inlagd dränering så dålig att den dels måste förstärkas med grusning, kalkning av återfyllnaden, tubulering, dels kompletteras med noggrann ytplanering och ytvattenavledning.

**Tabell 2.** Klassning av vattengenomsläpplighet i mark (efter Thomasson, 1975)

Genomsläpplighet (m/dygn)		Klassning	Dräneringseffekt
Mindre än 0,01	<0,42	Mycket låg	Svag
0,01-0,1	0,42-4,2	Låg	Svag
0,1-0,3	4,2-12,5	Medelhög	God
0,3-1,0	12,5-42	Hög	God
1,0-10	42-420	Mycket hög	God
Mer än 10	>420	Extremt hög	Mycket god

## Att komma igång

Det är viktigt att anpassa arbetet med att undersöka markstrukturen till sina övriga sysslor och hålla en ambitionsnivå som känns lagom. Det ska kännas intressant och spännande att göra testerna och inte tråkigt och betungande. Därför är det bättre att göra ett fält per år, än att försöka stressa runt alla fälten på en gång. Utför du testerna på några fält per år kan du lägga upp ett system där du förflyttar dig över fälten och så småningom återkommer till det första fältet för nästa omgång. Allra bäst är naturligtvis att återkomma årligen och verkligen lära känna sin jord och hur den beter sig vid olika årsmåner, med olika grödor och bearbetningar!

## När?

Det går utmärkt att utföra testerna när som helst under växtodlingssäsongen. Nedan följer några allmänna råd.

- Testet fungerar bäst när marken är fuktig (men inte blöt).
- Gropgrävning på våren efter vårbruket är relativt lätt. Du kan då få en bra bild av markstrukturen och eventuellt förtätade skikt (t.ex. plogsula).
- Är du speciellt intresserad av att studera grödans rotutveckling, vilket indirekt kan säga en del om markstrukturen, är det bäst att gräva mot slutet av sommaren.
- Om testerna upprepas bör de för att vara jämförbara utföras på fältet vid samma tillfälle i växtföljden, eller åtminstone i samma gröda, och vid samma tidpunkt på året som tidigare testtillfällena.

## Var?

Det ideala är att göra markstrukturtestet på *tre platser* per fält, men om du tycker att det verkar för betungande så räcker det med *en representativ plats*. Bättre med en än ingen!! Om du gräver tre gropar bör dessa vara belägna ganska nära varandra, så att de har ungefär samma grundförutsättningar vad gäller jordart etc. Dessutom slipper du bära utrustningen så långt.

- En testgrop ska vara på en för fältet **representativ plats** och visa fältets generella utseende. Alltså inte där det växer ovanligt bra eller dåligt. Om du bara gräver en grop är det på denna plats du skall gräva.
- En testgrop ska vara på en **extremt dålig plats**, t.ex. vändteg, infart eller annan fläck med mycket körningar. Strukturtilståndet på platsen representerar det värsta tänkbara förhållandet.
- En testgrop ska vara på en **extremt bra plats**, t.ex. ett hörn eller utefter en långsida eller orörd mark på andra sidan diket. Markstrukturen visar på den ideala situation som är eftersträvansvärd.

De två senare groparna fyller en viktig funktion som referensplatser till din fältgrop, vars struktur hamnar någonstans mellan dem. Du kan jämföra resultaten groparna emellan och få en bild av vad som skiljer platserna åt strukturmässigt. Dessutom förändras inte situationen på

dessa platser så mycket mellan åren. När du senare återkommer till platsen för att se om strukturen på fältet förändrats, har du samma punkter att relatera fältförhållandena till.

För att du ska kunna upptäcka förändringar i markens strukturtillstånd bör du återkomma regelbundet till ungefär samma plats på fältet.

- Att precis pricka in det ställe du var på sist är inte bra eftersom markprofilen där förändrats av den föregående grävningen.
- Du bör inte heller vara för långt bort från det tidigare stället, eftersom grundförutsättningarna då kan skilja sig.
- Kom ihåg att skriva upp var på skiftet du grävde gropen.

## Hur?

*Instruktioner* till testerna i det enklare testet ”*Hur mår Din jord?*” framgår av det tillhörande protokollet (se bilaga). Kopiera upp ett protokoll till varje grop. Den utrustning som behövs för att göra testerna är enkel och består av spade, kniv och penna. En tumstock och en kamera kan också vara bra att ta med för att bättre kunna dokumentera vad du ser. Delar av testet kräver att brukaren av skiftet är närvarande och kan svara på frågorna.

De test som ingår i det mer omfattande ”*Markstrukturtest i fält*” är beskrivna på de följande sidorna och i viss mån i protokollet. Det är enkelt att göra testerna (1-10), följ bara instruktionerna i turordning. Att endast göra ett enskilt test kan ge ett missvisande resultat. Du bör helst göra flera test för att resultatet ska bli rättvisande, men du kan utsluta test som du inte tycker fungerar så bra. Infiltrationsmätningen i test 10 är mycket illustrativ men tar något längre tid att genomföra än övriga test. Till testerna hör ett *protokoll* (se bilaga) som du fyller i medan du utför testen. Kopiera upp ett protokoll till varje grop. Den utrustning som behövs för att göra testerna är enkel och består av sådant som man oftast har hemma i någon form.

Påpekas bör att det viktiga egentligen inte är exakt hur man utför testerna eller det utslag testerna ger, utan att man försöker utföra dem på samma sätt överallt så att resultaten blir jämförbara. Om terminologin känns för formell, använd egna ord för att beskriva jorden!!

## Utrustning

- test 1-9 klarar du med följande utrustning (figur 16):
  - spade
  - tumstock
  - kniv
  - penna och protokoll
  - ett föremål med en diameter på cirka 2 mm. Använd t.ex. ståltråd, borrsats eller dylikt.
- Till infiltrationstestet (test 10) behövs dessutom (figur 17):
  - dunk med vatten (cirka 15 -20 liter per grop)
  - litermått
  - 2 st. infiltrationsramar (se beskrivning längre fram)
  - klocka eller tidtagningsur

**TIPS!** Ta gärna med en kamera att dokumentera med.

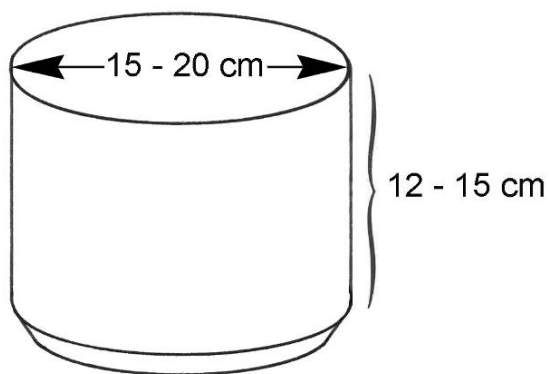


**Figur 16.** Grundutrustning för markstrukturtest. Spade, kniv, tumstock, föremål med 2 mm diameter, protokoll och penna.



**Figur 17.** Extrautrustning för infiltrationstest. Dunk med vatten, litermått, klocka och två infiltrationsramar/ringar.

**Infiltrationsramarna** tillverkas lätt av rörstumpar (PVC, stål). Diametern bör vara ca 17 cm och den färdiga längden ca 12 cm (se figur 18). Du behöver två stycken för att testet ska gå snabbare. Röret fasas av (spetsas) i den ena änden för att ramen skall gå lättare att tryck ned i marken. Ramarna kan kompletteras, som i figur 13, med en liten linjal som fästs på insidan med t.ex. ett gem eller en tumstock. Om jorden är hård kan man behöva en brädlapp och en hammare eller klubba som hjälp när man skall trycka eller slå ned ramarna. Undvik att slå direkt på ramen utan slå på brädlappen så fördelas trycket jämnare.



**Figur 18.** Infiltrationsramarna (ringarna) tillverkas av t.ex. en rörstump.



## ***Instruktioner till "Markstrukturtest i fält"***

- Ange på protokollets första sida
  - Datum, fältets namn och om det är en representativ, bra eller dålig plats.
  - Testgropens läge på fältet, t.ex. väderstreck, nära åkerholme, väg, topografiskt läge såsom höjd/sänka/slätt och sluttning/plan mark.
  - Gröda.
  - Markfuktförhållanden vid grävtilfället.

### **Grävning av testgrop**

Gropen är utgångspunkten för markstrukturtesterna du ska utföra. En av gropens väggar kommer att användas för dina undersökningar, den sidan ska hanteras varsamt.

- Innan du börjar gräva måste du bestämma var den gropvägg du planerar att undersöka ska vara (profilvägg).
- Profilväggen bör vara riktad mot solen, så att du har bra ljus när du senare ska göra dina undersökningar.
- Marken måste lämnas helt ostörd på den sida av gropen som profilväggen är. Annars riskerar du att aggregaten i jorden förstörs. Du bör alltså inte gå eller lägga den uppgrävda jorden där etc.
- Gräv nu gropen (figur 19). Den ska vara
  - minst 40 cm djup, gärna djupare om rötterna sträcker sig längre ned
  - minst 50 cm bred men gärna bredare



**Figur 19.** Anpassa gropens storlek till hur många som deltar i övningen, ett par brukare med rådgivare eller en fältvandring med många deltagare.

## Jordartsbestämning

Bedömningen av jordart skiljer sig mellan mineraljordar och mulljordar, se nedan. Följ den instruktion som passar din jord.

**TIPS!** Om det har utförts kemisk markkartering där någon form av jordartsanalys ingår, kan du ta denna till hjälp vid jordartsbestämningen.

### *Mineraljordar*

Jordarten bedöms dels genom att du tittar på den och dels genom ett enkelt utrullningsprov som beskrivs nedan.

Utrullningsprov: Fukta lite jord och knåda den i handen tills den slutar klibba. Rulla sedan den *snabbt* och med *jämmt tryck* mot ett plant underlag eller i handen till en så tunn tråd som möjligt (figur 20). Trådens tjocklek när den börjar brista indikerar jordarten (tabell 3).

Bestämning av grövre jordarter som mjåla, mo och sand är lättast om du känner till några typiska sådana jordar som du kan jämföra med.



**Figur 20.** Utrullningsprov.

**Tabell 3.** Schema för jordartsbestämning i fält för mineraljordar (Kungliga Lantbruksstyrelsen, 1965)

Jordart (kornstorlek, mm)	Lerhalt (%)	Utrullningsprov (trådtjocklek)	Färg i torrt tillstånd hos alvjorden
Grus (2-20)	<2	Kan ej rullas	Som rödaktig sand
Sand (0,2-2)	<2	Kan ej rullas	Som rödaktig sand
Moränsand	2-5	Kan ej rullas	Som rödaktig sand
Grovmo (0,06-0,2)	<2	Kan ej rullas	Ljusgrå eller med svag sandfärg
Finmo (0,02-0,06)	<2	4-6 mm	Ljusgrå
Moränmo	2-5	4-6 mm	Ljusgrå
Mjåla (0,002-0,02)	2-5	4-6 mm	Gråvit
Leriga jordar	5-15	ca 3 mm	Ljusgrå
Lättlera	15-25	ca 2 mm	Ljusgrå
Mellanlera	25-40	1-1,5 mm	Tämligen ljust grå eller ljust rödbrun
Styv lera	40-60	1 mm	Grå, gråbrun eller rödbrun
Mycket styv lera	>60	< 1 mm	Mörkgrå eller mörkt gråbrun

### Organogena jordar

De odlade organogena jordarna kan grovt indelas i torvjordar och gyttj jordar. De organogena markerna är lågt belägna och gränsar ofta till en våtmark eller sjö. Gyttj jordarna överlagras ofta av en kärrtorvjord av varierande mäktighet, eller om denna har odlats bort, finns endast en mycket mullrik matjord kvar (se Helgesta i tidigare exempel på markprofiler i Sverige). Den näringsrika kärrtorvjorden är ganska vanlig som odlingsjord medan den näringsfattiga mosstorvjorden är relativt ovanlig. Bestäm jordarten efter egenskaper som klibbighet, brottyta o.s.v. enligt tabellen nedan (tabell 4). Det kan emellertid vara ganska svårt att särskilja de olika organogena jordarterna.

**Tabell 4.** Schema för jordartsbestämning i fält för organogena jordar (Berglund, K., 2001)

Jordart	Org. halt (%)	Egenskap	Färg hos alvjorden
Gyttjelera*	1-6% gyttja	Kort brott, grymig, tärningar, klibbar	Grå, svagt grönaktig,
Lergyttja*	6-30% gyttja	Kort brott, klibbar, något elastisk	Grönaktigt gulgrå/blågrå, vitnar vid torkning
Gyttja*	>30% gyttja	Tät, klibbar ej, mindre elastisk	Brun, brungrön, mörknar i luft, men ljusnar åter vid torkning
Kärrtorvjord	>30% org mtrl	Matjorden ofta högförmultnad	Gul→svart, beror av förmultningsgrad
Mosstorvjord	>30% org mtrl	Matjorden ofta högförmultnad	Gul→svart, beror av förmultningsgrad

\* permanent sprickbildning i alven

## Markprofilens huvuddrag

När du grävde gropen smetade spadtgen igen gropväggarna lite. Du bör därför skrapa den gropvägg du valt att titta närmare på med t.ex. en morakniv så att markprofilens karaktärsdrag framträder tydligare innan du börjar med markbeskrivningen (använd kniven och bänd försiktigt loss jord så att de naturliga ytorna framträder, se figur 21). Mät med tumstocken hur djupt matjorden sträcker sig, hur tjock plogsulan är (om det finns någon) och var alven börjar. Täta skikt går lättare att upptäcka om man sticker in knivbladet i profilväggen strax under markytan och sedan fortsätta nedåt och sticker var femte centimeter till man stöter på ett större motstånd. Eventuell bearbetningssula brukar då framträda klart.



- Markyta  
**0 cm**
- Matjord
- Beskriv gärna markprofilens särdrag.
- Exempel på sådant du kan titta efter är
- tydliga horisonter, dvs. skikt med olika utseende (notera även om övergången mellan dem är tydliga eller gradvisa)
  - färgskiftningar
  - rostfärgningar, fläckvis eller kring rotkanaler
  - sprickor
  - sten och grus
  - andra tydliga karaktärsdrag.
- 22 cm**  
Plogsula
- 33 cm**  
Alv

**Figur 21.** Markens karaktärsdrag framträder i den med kniv frampreparerade profilväggen.

### Test 1. Matjordens mullhalt

Bedöm matjordens färg i förhållande till den underliggande alven (tabell 5).

**Tabell 5.** Schema för bedömning av matjordens mullhalt

	Dålig	Medel	Bra
Matjordens färg	Samma som alven	Något mörkare än alven	Mycket mörkare än alven

## Test 2. Växtrester

Bedöm växtresternas nedbrytningsgrad enligt tabell 6.

**Tabell 6.** Schema för bedömning av växtresternas nedbrytningsgrad

	Dålig	Medel	Bra
Nedbrytningsgrad	Dåligt omsatta växtrester. Sega och gula eller ljusa (ej omsatta) eller svarta p.g.a. anaeroba förhållanden. Luktat unket.	Medel	Väl förmultnade växtrester. Frisk lukt.

## Test 3. Förtätade skikt

Stick med kniven i gropväggen och bänd loss jord för att bedöma var ev. tätt skikt/plogsula finns och hur utvecklad den verkar vara: svagt, medel eller kraftigt.

## Test 4. Jordmotstånd

Spadtestet (figur 22) går att utföra medan testgropen grävs. Det fungerar bäst när marken är fuktig.

- Gör inte spadtestet alldeles intill gropväggen så att jorden riskerar att spricka upp.
- Ställ spaden på marken och trampa till ordentligt på den. Fortsätt trampa ner spaden tills den är helt nere i marken.
- Antalet tramp som behövs för att få ner spaden används som indikation på markens struktur (tabell 7).
- Utför testet i matjord, täta skikt såsom plogsula och i alven.
- Låt en och samma person utföra testet i alla skikt och alla gropar.



**Figur 22.** Spadtest.



**Tabell 7.** Samband mellan antal trampningar vid grävning och markstruktur (efter Saavalainen 1987)

Antal trampningar	Markstruktur
0	mycket lucker
1	lucker
2	något lucker
3	något tät
4-5	tät
6-7	mycket tät
>7	extremt tät

### Test 5. Antal maskar

Att räkna maskar fungerar bäst när marken är fuktig. När den är torr söker sig maskarna djupare ner i marken. Räkna antalet maskar i en spadfull jord (ca 20×20×10 cm, se figur 23).

Testet bör upprepas ett par gånger för att öka säkerheten.

Utför testet i varje markskikt (matjord, täta skikt/plogsula, alv).



**Figur 23.** En spadfull jord.



**Figur 24.** En handfull mask.

## Test 6. Maskgångar och stora porer

Ta upp en större jordklump, bryta itu den med händerna och undersöka den naturliga brottytan (figur 28). Uppskatta mängden stora porer (större än 2 mm) du finner på brottytan (ca 7×7 cm)! Använd ett föremål som är ca 2 mm i diameter att jämföra porernas storlek med. Till porsystemet räknas inte sprickor. Det kan även vara värt att notera om några porer är större än 5 mm, då dessa har stor betydelse för markens funktion (figur 25). I grova jordar kan det vara svårt att bryta itu en jordklump utan att den faller sönder helt, då kan man eventuellt uppskatta mängden porer på en plan yta (ca 7×7 cm) direkt i gropen.



**Figur 25.** Dagmaskarnas stora gångar har stor betydelse för vattentransporten i marken.

## Test 7. Allmän strukturbeskrivning

För att bedöma aggregaten kan du peta och bryta loss jord med kniven från gropväggen, bryta isär jordklumpar, trycka sönder större aggregat i handen o.s.v. Beskriv markstrukturen allmänt genom att bedöma varje skikts generella utseende med nedanstående termer.

- *Enkelkornstruktur:* Jordens primärpartiklar (de grundpartiklar jorden består av t.ex. sand, mo) sitter ej ihop i aggregat.
- *Aggregatstruktur:* Flera primärpartiklar håller ihop till ett aggregat.
- *Massiv struktur:* Hela jorden hänger samman utan sprickor.
- *Kokig struktur:* Jorden har ältats och packats samman till stora kokor.



Om jorden har aggregatstruktur, försök avgöra om aggregaten är avrundade och porösa (figur 26) eller skarpkantade och kompakta (figur 27).



**Figur 26.** Avrundade aggregat.



**Figur 27.** Skarpkantade aggregat.

### **Test 8. Jordklumpens brottytor**

Ta en jordklump stor som en knytnäve och bryt den i två delar (figur 28).

- I en god jord kännetecknas brottytan av ett "mussligt" brott, med ojämn och skrovlig struktur
- Om ytan är slät med få ojämnheter är strukturen sämre.



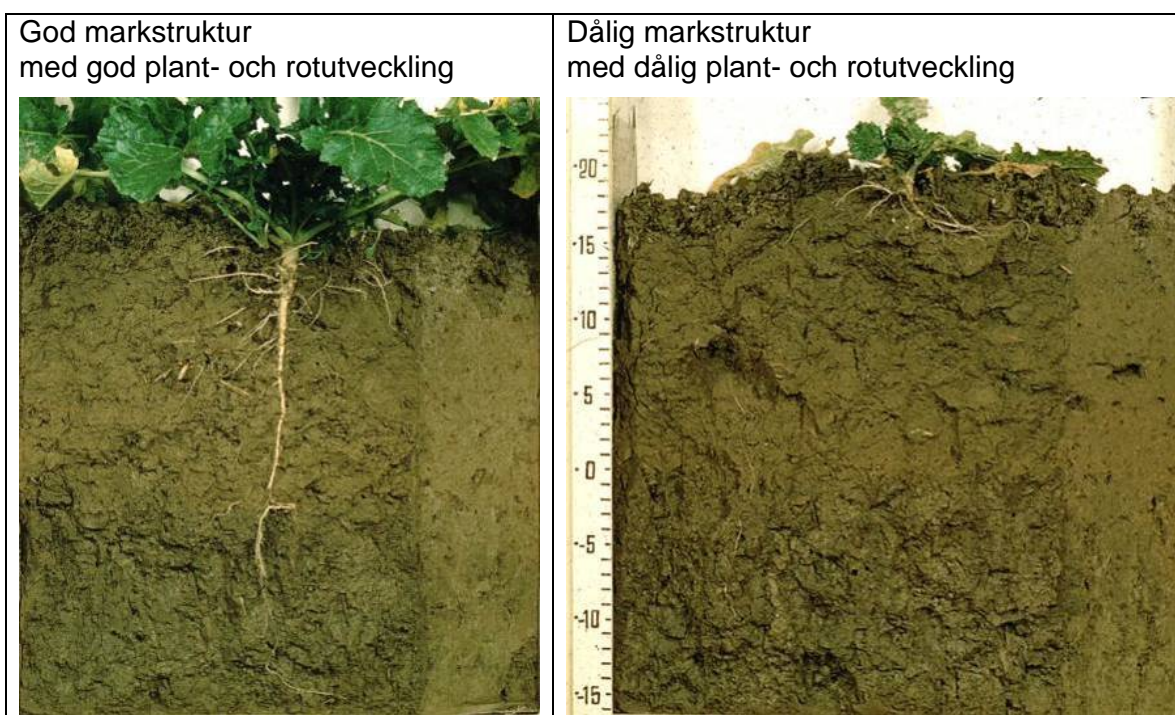
**Figur 28.** Bryt jordklumpen i två delar och studera brottytorna.

## Test 9. Rötter

Sensommaren är bästa tiden om man vill få en bra bild av rotutvecklingen (figur 29). Gör du testet på våren får du titta på det du finner av fjolårets rötter.

Ta en allmän titt på profilen och studera rotsystemets utseende.

- Verkar det vara lätt eller svårt för grödan att etablera ett jämnt och fint rotsystem?
- Kan rötterna breda ut sig i matjorden och ta sig nedåt till djupare skikt?
- Är rötterna förtjockade på grund av att de har svårt att ta sig fram i vissa markskikt?
- Har rötterna knyckar för att de måste undvika hinder (t.ex. tätare markregioner)?

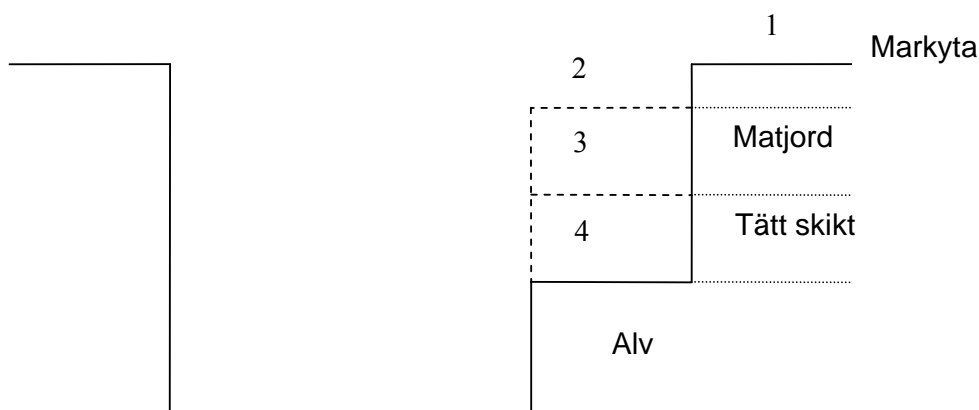


**Figur 29.** Exempel på bra och dålig markstruktur på ett fält med höstrybs. Trots den goda markstrukturen på bilden till vänster finns det ett förtätat skikt vid övergången till alven där roten är tvungen att växa i sidled för att finna en väg nedåt (Källa: Andersson, 1961).

## Test 10. Infiltration

Mätningarna görs på tre nivåer: markytan eller centrala matjorden, förtätat skikt (plogsula) och alven (figurerna 30 och 31).

- Börja med att göra infiltrationstestet på markytan (1) eller skapa en plan avsats i matjorden (2).
- Skyffla sedan bort matjorden och gör en ny plan avsats där nästa skikt börjar (t.ex. eventuell plogsula) (3) och upprepa testet.
- Till sist tar du fram övre alven (4) och utför testerna även där.



**Figur 30.** Principskiss över hur infiltrationsmätningarna kan genomföras. Se texten för mer ingående förklaring.

1. Tryck ned infiltrationsramarna ca 2 cm i marken. Placera dem inte för nära kanten, då kan vattnet via porer läcka ut i gropan.
2. Håll försiktigt i någon liter vatten i vardera ramen och låt det sjunka undan. Försök undvika att ytan slammar igen.
3. Placera tumstocken längs innerkanten på den ena ramen (eller fäst en linjal på insidan med ett gem). Håll en liter vatten i ramen. När allt vatten är i ramen startar du tidtagningen och avläser samtidigt vattennivån på tumstocken.
4. Mäta hur mycket vattnen som sjunker undan (mm) på 30 minuter.
5. Upprepa proceduren för den andra ramen.
6. Beräkna ett medeltal för de båda mätningarna. För in värdet i protokollet.





**Figur 31.** Infiltrationsmätning på tre nivåer i markprofilen.

### **Sammanställning av resultaten**

Avsluta markstrukturtestet med att i den sista kolumnen i protokollet sammanställa resultaten skikt för skikt. För matjorden sammanställs test 1-2 och 4-10, för eventuellt förtäat skikt test 3-10 och för alven test 4-10. Om du gjort testet i flera gropar på skiftet kan du dessutom sammanställa resultaten för alla groparna i protokollet i bilaga 1.

## Vad gör jag nu?

När du gjort markstrukturtestet på en eller flera gropar och sammanställt resultaten i protokol-  
len är det dags att göra en utvärdering.

- Fundera över resultaten från varje grop. Titta på vad resultaten i matjord, ev. tätt skikt och alv ger för bild av markstrukturen. Var inte fixerad vid resultatet av ett enskilt test utan försök tolka vad testresultaten i sin helhet pekar mot.

Hur många svar hamnar i respektive klass? Vilken symbol dominerar?



Oj, här behövs det krafttag för att förbättra markstrukturen!



Här finns det en del att göra åt markstrukturen!



Mycket bra markstruktur! Vårda den!

- Om du grävt flera gropar kan du jämföra den representativa platsen på fältet med den bra och den dåliga gropen för att få en uppfattning om hur testresultaten förhåller sig till extrem-  
lägena (bilaga 1 och 2).

- Fundera över resultaten och eventuella åtgärder.

Hur påverkar skiftets nuvarande odlingssystem (växtföljd, maskinpark etc.) markstrukturen?  
Vad har positiv och vad har negativ inverkan?

Nedan följer en kort beskrivning av faktorer som kan vara möjliga för dig att påverka i ditt odlingssystem samt en tabell över grödornas effekt på markstrukturen. Diskutera gärna med andra lantbrukare och rådgivare. Skriv ner dina tankar och idéer. Använd bilaga 2 ”Slutsatser och åtgärder”.

## ***Odlingsåtgärdernas inverkan på markstrukturen***

Strukturen påverkas på kort och lång sikt av grundförbättrings- och odlingsåtgärder.

Grundförbättrande åtgärder (långsiktiga engångsåtgärder) är t.ex.

- Dränering
- Strukturkalkning
- Tillförsel av externt organiskt material
- Alvluckring för att bryta förtätade skikt

God dränering och ytvattenavledning är den viktigaste åtgärden för att undvika markstruktur-skador. Strukturkalkning kan användas på lerjordar för att stabilisera en bra markstruktur och i viss mån förbättra en dålig struktur. Organiskt material har en positiv effekt på markstrukturen på alla jordar och speciellt på de lättare jordarna där inte leret kan ge en aggregatstruktur. Alvluckring är en tveksam och dyr åtgärd som i vissa fall kan användas för att bryta förtätade skikt. Det är stor risk att man med alvluckring förstör den struktur som finns utan att bygga upp och stabilisera en ny struktur.

Odlingssystemet har både positiv och negativ inverkan på markstrukturen. Här måste en balans finnas så att de positiva, strukturuppbyggande åtgärderna tar överhanden.

*Positiv inverkan har*

- rötter (välj grödor med bra rotsystem, vall, höstsådd mm)
- upptorkning (bra rotsystem ger bra upptorkning)
- organiskt material (lämna halm, använd stallgödsel osv.)

*Negativ inverkan har*

- barmark (minskas med höstsådd, vall, mellangrödor, marktäckning osv.)
- markpackning (minskas med små maskiner, bra däcksutrustning och bra viktfordelning mellan axlarna, låga ringtryck och få tunga transporter)
- många överfarter (ökar risken för att man kör vid ogynnsamma tillfällen)
- körningar vid våta markförhållanden

Vid val av gröda (se tabell 8) bör två grundregler vara vägledande:

Man bör hålla marken så upptorkad som möjligt och undvika körning när marken är våt. Marken bör vara bevuxen under så stor del av året som möjligt vilket ger en stor vattenförbrukning, en bra upptorkning av markprofilen och skyddar markytan mot igenslamning. Detta talar givetvis för vall och höstsådda grödor.

**KOM IHÅG:**

**ALLT SOM GYNNAR GRÖDAN GYNNAR MARKSTRUKTUREN!!**

**..... och tvärtom!!**

**Tabell 8.** Grödornas inverkan på marken graderad som ringa, måttlig, bra och mycket bra. Tillförsel av organiskt material i form av skörderester och rotmassa. Positiv effekt på markstrukturen genom bl.a. stimulans av marklivet, uttorkning av markprofilen och ostörd mark (perenner)

Gröda	Tillförsel av organiskt material	Positiv effekt på markstruktur	Andra positiva effekter	Eventuella negativa effekter
Vall	Mkt bra	Mkt bra	Markytan skyddad under en stor del av året	Stora vallskördemaskiner, tunga transporter, risk för markpackning. Vid bete risk för trampsador
Höstsådd stråsäd	Bra	Bra	Stubben skyddar	
Vårsådd stråsäd	Måttlig - bra	Måttlig	Stubben skyddar	
Potatis	Ringa	Ringa		Risk för markpackning vid blöta skördeförhållanden
Sockerbetor	Ringa - måttlig	Ringa-måttlig	Lång växtsäsong, djupa rötter	Risk för markpackning vid blöta skördeförhållanden och stora maskiner
Oljeväxter	Måttlig	Bra	Stubben skyddar	
Ärt/bönor	Ringa	Ringa	Kväverika skörderester	Risk för markpackning vid blöta skördeförhållanden och stora maskiner
”Svartträda”	Ingen	Ringa eller negativ	Reduktion av ogräs och sjukdomar	Ingen upptorkning av alven, växtnäring förluster, inget markskydd
”Ogrästräda”	Ringa	Ringa		Uppförökning av ogräs
Gröngödslingsgröda	Ringa - måttlig	Ringa – måttlig	Tillförsel av kväve	Struktureffekten beror på mängden organiskt material och markförhållandena när den bryts

## Referenser

### Litteratur

- Andersson, S. 1961. Rotutveckling och markstruktur. Kumla Foder & Utsädes AB. Inläggsfolder till frökatalog 1961, 5 s.
- Berglund, K., Berglund, Ö. & Gustafson Bjuréus, A. 2002. Markstrukturindex - ett sätt att bedöma jordarnas fysikaliska status och odlingssystemets inverkan på markstrukturen. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Inst f Markvetenskap, Avd. f. lantbrukets hydroteknik, Avdelningsmeddelande 02:4
- Ekström, G. 1927. Klassifikation av svenska åkerjordar. Sveriges Geologiska Undersökning, Ser C, No. 345 (Årsbok 20).
- Ekström, G. 1953. Atlas över Sverige,. Jordbruk. 63-64 Åkermarkens matjordstyper.
- Foth, H.D. 1990. Fundamentals of soil science 8<sup>th</sup> ed. USA: John Wiley & Sons. 28-30.
- Håkansson, A., Berglund, G. & Eriksson, J. 1974. Om dikningsintensiteten vid dränering av åkerjord. Resultat av fältförsök med olika dikesavstånd. VI Skaraborgs län. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Inst f Markvetenskap, Avd. f. lantbrukets hydroteknik, Rapport 72.
- Jordartsnomenklatur. 1953. Regler utarbetade av representanter för Kungl. Skogshögskolan (O. Tamm), Statens geotekniska institut (W. Kjellman, B. Jakobson), Statens väginstitut (N. von Matern, F. Rengmark, N. Odemark) och Sveriges geologiska undersökning (G. Ekström, E. Fromm, B. Järnefors). Stencil.
- Kungliga Lantbruksstyrelsen. 1965. Kungörelser m. m. Nr 1. Solna. Stencil.
- Saavalainen, J. 1987. Täckdikarens handbok, del II A. Täckdikningens planering. Saljut oy. Finland.
- Soil Survey Staff, 1975. Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. USDA Handbook No. 436, U. S. Government Printing Office, Washington, D. C.
- Thomasson, A.J. 1975. Soils and field drainage. Soil Survey Technical Monograph No.7.
- Wiklert, P. 1962. Vallen och markstrukturen. Grundförbättring 15, 15-49.



## BILAGA 1. Sammanställning av data från flera gropar

Sammanställning av resultat (test 1-10) (antal i varje klass) från skifte:			
Beskrivning av plats	Beskrivning av plats	Beskrivning av plats	Beskrivning av plats
<b>Matjord test 1-2 och 4-10</b>	<b>Matjord test 1-2 och 4-10</b>	<b>Matjord test 1-2 och 4-10</b>	<b>Matjord test 1-2 och 4-10</b>
😊	😊	😊	😊
😐	😐	😐	😐
😞	😞	😞	😞
<b>Förtätat skikt test 3-10</b>	<b>Förtätat skikt test 3-10</b>	<b>Förtätat skikt test 3-10</b>	<b>Förtätat skikt test 3-10</b>
😊	😊	😊	😊
😐	😐	😐	😐
😞	😞	😞	😞
<b>Alv test 4-10</b>	<b>Alv test 4-10</b>	<b>Alv test 4-10</b>	<b>Alv test 4-10</b>
😊	😊	😊	😊
😐	😐	😐	😐
😞	😞	😞	😞

## BILAGA 2. ”Slutsatser och åtgärder”

### **Slutsatser – åtgärder**

Titta på resultaten av fälttesterna och läs kapitlet ”Odlingsåtgärdernas inverkan på markstrukturen”. Svara sedan på frågorna nedan.

1. Vad i mitt odlingssystem **gynnar** markstrukturen?

---

---

---

---

1b. Om du grävt flera gropar på fältet, vad har fälttesterna visat på för likheter mellan den representativa platsen och den **bra** platsen?

---

---

---

---

2. Vad i mitt odlingssystem kan tänkas **försämra** markstrukturen?

---

---

---

---

2b. Om du grävt flera gropar på fältet, vad har fälttesterna visat på för likheter mellan den representativa och den **dåliga** platsen?

---

---

---

---

3. Hur kan jag långsiktigt **förbättra** markstrukturen på fältet?

---

---

---

---

---

---

4. Att svara på när du senare återkommer till samma skifte och utför testet igen: **Skillnader** i markstruktur jag märkt jämfört med sist jag utförde ”Markstrukturtest i fält” på skiftet:

---

---

---

---

---




---

**BILAGA 3.** Diskussionsunderlag vid rådgivningsträffar.  
Kopiera gärna upp och dela ut!




## ”Hur mår din jord?”



Besvara följande frågor för ett skifte som Du brukar:

Fråga		Svarsalternativ (ringa in det som stämmer bäst)		
				
1	Är det lätt att bearbeta jorden?	Många överfarter och stort dragkraftsbehov	Medel	Lättbearbetad jord, litet dragkraftsbehov
2	Är grödans etablering god?	Ojämn uppkomst och luckiga bestånd	Något ojämn uppkomst och etablering av grödan	Jämn och snabb uppkomst. Jämnhöga bestånd
3	Är grödan frisk och frodig och konkurrerar väl med ogräsen?	Hämmad tillväxt, missfärgning, stora ogräsproblem	Något ojämn tillväxt, lite missfärgning, vissa ogräsproblem	Frisk och frodig gröda, mycket små ogräsproblem
4	Infiltrerar vatten snabbt?	Stående vatten kvar länge efter kraftiga regn eller bevattning	Vattnet rinner undan sakta, lite pölar	Vanligen inget vatten stående kvar efter kraftiga regn eller bevattning
5	Förekommer det skorpbildning?	Skorpa bildas ofta, även efter lätta regn	Skorpa förekommer ibland, särskilt efter kraftig nederbörd	Skorpa bildas aldrig
6	Är skördenivåerna stabila?	Stor skördevariation inom fältet och/eller mellan år	Medel	Jämna och för regionen goda skördar

Vilken symbol dominerar?

-  Oj, här behövs det krafttag för att förbättra markstrukturen!
-  Här finns det en del att göra åt markstrukturen!
-  Mycket bra markstruktur! Vårda den!

Fundera över resultaten och eventuella åtgärder.  
Hur påverkar skiftets nuvarande odlingssystem (växtföljd, maskinpark etc.) markstrukturen?  
Vad har positiv och vad har negativ inverkan?

På nästa sida finns en kort beskrivning av faktorer som kan vara möjliga för dig att påverka i ditt odlingssystem. Diskutera gärna med andra lantbrukare och rådgivare.

## ***Odlingsåtgärdernas inverkan på markstrukturen***

Strukturen påverkas kort- och långsiktigt av grundförbättrings- och odlingsåtgärder.

Grundförbättrande åtgärder (långsiktiga engångsåtgärder) är t.ex.

- Dränering
- Strukturkalkning
- Tillförsel av externt organiskt material
- Alvluckring

Odlingssystemet har både positiv och negativ inverkan på markstrukturen. Här måste en balans finnas så att de positiva, strukturuppbyggande åtgärderna tar överhanden.

### ***Positiv inverkan*** har

- rötter (välj grödor med bra rotsystem, vall, höstsådd mm)
- upptorkning (bra rotsystem ger bra upptorkning)
- organiskt material (lämna halmen, använd stallgödsel osv.)

### ***Negativ inverkan*** har

- barmark (minskas med höstsådd, vall, mellangrödor, marktäckning osv.)
- markpackning (minskas med små maskiner, bra däcksutrustning och bra viktfördelning mellan axlarna, låga ringtryck och få tunga bearbetningar)
- många överfarter (ökar risken för att man kör vid ogynnsamma tillfällen)
- körningar vid våta markförhållanden

**KOM IHÅG: ALLT SOM GYNNAR GRÖDAN, GYNNAR MARKSTRUKTUREN!!**

**..... och tvärtom!!**

## ***Slutsatser – åtgärder***

1. Vad i mitt odlingssystem **gynnar** markstrukturen?
2. Vad i mitt odlingssystem kan tänkas **försämra** markstrukturen?
3. Hur kan jag långsiktigt **förbättra** markstrukturen på fältet?



## Testinstruktioner till "Hur mår Din jord?"

<b>1</b> <b>VAD?</b>	<p>Du behöver följande utrustning</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kopia av protokollet</li> <li>• penna</li> <li>• spade</li> <li>• morakniv</li> <li>• (tumstock)</li> </ul>
<b>2</b>	<p>Testet består av tre delar</p> <p><b>A.</b> Allmänna frågor  <b>B.</b> Fälttest med frågor att besvara när man gräver en grop i fält  <b>C.</b> Sammanställning av resultatet</p>
<b>3</b> <b>NÄR?</b>	<p>Fälttestet tar ungefär en timme att utföra. Välj ett lämpligt tillfälle på säsongen. Tänk på följande:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rotutvecklingen är lättast att titta på framåt sensommaren när grödans rotsystem hunnit utvecklas.</li> <li>• Daggmaskar finner man lättast när marken är fuktig. När den är torr drar de sig neråt i marken.</li> </ul>
<b>4</b> <b>VAR?</b>	<p>Välj ut en <i>representativ</i> plats på skiftet; ett område som speglar hur skiftet ser ut i allmänhet. Alltså inte där grödan brukar bli ovanligt bra eller dålig.</p>
<b>5</b> <b>HUR?</b>	<p>Följ <u>protokollet</u> och ringa in det svarsalternativ som stämmer bäst (eller markera mitt i mellan, om det passar bättre). Summera resultaten i protokollet.</p>
<b>6</b>	<p>Fundera över resultaten och eventuella åtgärder.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hur påverkar skiftets nuvarande odlingsystem (växtföljd, maskinpark etc.) markstrukturen? Vad har positiv och vad har negativ inverkan?</li> <li>• Om markstrukturen är dålig: Vad kan man göra för förbättra den? Om den är bra: Hur ska den kunna bibehållas i bra skick?</li> </ul> <p>Ta hjälp av informationen i broschyren!</p>
<b>7</b> <b>MER?</b>	<p><i>Om du vill: Upprepa testet på en extremt bra plats vid skiftet, en plats som utsåts för mindre påverkan. Till exempel ett skifteshörn, utefter en långsida eller orörd mark på andra sidan diket. Platsen speglar hur markstrukturen kan tänkas vara som bäst. Jämför testresultaten med de på den representativa platsen. Man kan även jämföra med en extremt dålig plats, t.ex. vändtegen.</i></p>

## Protokoll "Hur mår din jord?"

(instruktioner finns på sista sidan)

**Datum:** ..... **Skiftesbeteckning:** .....

Jordart (analys eller egen bedömning): .....

### A. Allmänna frågor som besvaras av brukaren

(kan besvaras utan att gräva en grop)

Fråga	Svarsalternativ (ringa in det som stämmer bäst)		
	☹️	☺️	😊
<b>1</b> Är det lätt att bearbeta jorden?	Många överfarter och stort dragkraftsbehov	Medel	Lättbearbetad jord, litet dragkraftsbehov
<b>2</b> Är grödans etablering god?	Ojämn uppkomst och luckiga bestånd	Något ojämn uppkomst och etablering av grödan	Jämn och snabb uppkomst. Jämnhöga bestånd
<b>3</b> Är grödan frisk och frodig och konkurrerar väl med ogräsen?	Hämmad tillväxt, missfärgning, stora ogräsproblem	Något ojämn tillväxt, lite missfärgning, vissa ogräsproblem	Frisk och frodig gröda, mycket små ogräsproblem
<b>4</b> Infiltrerar vatten snabbt?	Stående vatten kvar länge efter kraftiga regn eller bevattning	Vattnet rinner undan sakta, lite pölar	Vanligen inget vatten stående kvar efter kraftiga regn eller bevattning
<b>5</b> Förekommer det skorpbildning?	Skorpa bildas ofta, även efter lätta regn	Skorpa förekommer ibland, särskilt efter kraftig nederbörd	Skorpa bildas aldrig
<b>6</b> Är skörde-nivåerna stabila?	Stor skörde-variation inom fältet och/eller mellan år	Medel	Jämna och för regionen goda skördar

## B. Fälttest (frågor att besvara ute på skiftet vid testgruppen)

- Testgruppen är på en  Representativ plats      Markförhållanden:  Torrt  
 Bra plats       Fuktigt  
 Dålig plats/vändteg       Blött

Gröda: .....

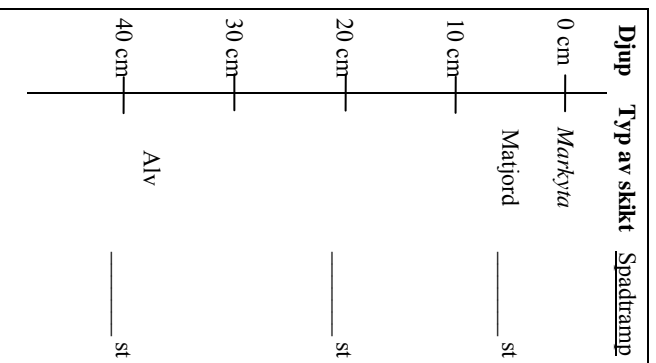
Beskrivning av testgruppens läge på fältet (om man vill återfinna platsen):

-----

### Gräv en grop!

För att kunna svara på frågorna krävs att du gräver en grop på skiftet. Välj ut en för skiftet representativ plats. Gräv tills du når en bit ned i alven. När du gräver försök då att lämna en sida ostörd – undvik att trampa eller lägga jord där. Det är bra om den utvalda sidan vetter mot solen, då syns markens karaktärsdrag bättre.

### Rita av markprofilen!



1. Titta och känn på gropväggen, d.v.s. markprofilen. Använd kniven och band loss jord så framträder olika markskikt tydligare.
2. Marken består oftast av minst två skikt; *matjord* och *alv*. Vanligtvis finns även ett tätare skikt; en *plog- eller bearbetningssula*.

→ **Rita in de skikt du hittar!**

3. Motståndet spadens möter när man gräver är en god indikation på hur det står till med strukturen. Är det svårt att få ner spaden är det ofta svårt för rötterna att ta sig ner!

→ **Notera antalet tramp på spaden som krävs för att få ner den i respektive skikt!** (ett tramp tyder på lucker struktur, sex tramp på mycket tät)

### Besvara frågorna på nästa sida!

2

Fråga	Svarsalternativ (ringa in det som stämmer bäst)		
<b>1</b> Har matjorden bra struktur och fint bruk?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>2</b> Har matjorden hög multhalt? (mörk färg)	Matjorden har samma färg som alven	Matjorden är något mörkare än alven	Matjorden är mycket mörkare än alven
<b>3</b> Har jorden tät skikt?	Tydligt tät skikt, (plogsula), rötter böjer av	Lite växtrester	Växtrester i alla nedbrytningsstadier, jordlukt, söt doft
<b>4</b> Finns det växtrester och bryts de ned?	Inga växtrester eller dåligt omsatta växtrester	Lite växtrester långsam nedbrytning	
<b>5</b> Utneckas växrötterna bra?	Dålig rottillväxt, förföckade eller gulbruna rötter	En del fibröter, de flesta friska	Frodiga, friska, vita rotsystem
<b>6</b> Finns det goit om dagmaskar?	Varken maskar eller maskgångar finns	Några ensiaka maskar eller maskgångar	Flera maskar och maskgångar

### C. Hur mår din jord?

Räkna ihop resultatet av frågorna. Hur många svar hamnar i respektive klass?

<b>A</b> Allmänna frågor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>B</b> Fälttest			
Totalt			

Vilken symbol dominerar?

- Oj, här behövs det krafttag för att förbättra marksstrukturen!  
 Här finns det en del att göra åt marksstrukturen!  
 Mycket bra marksstruktur! Vårda den!

3

## Instruktioner till fälttesterna 4-10 i "Markstrukturtest i fält"

Den utrustning som krävs finns beskriven i broschyren "Instruktioner till Markstru....".

Test	Instruktion
4	Trampa ned en spade i marken ca 10-15 cm. Hur många gånger behöver du stampa på spaden för att få ned den?
5	Räkna antalet maskar i en spadfull jord (ca 20x20x10 cm). Upprepa testet och ta ett medelvärde!
6	Titta på profilväggen och bryt loss jord. Finns det maskgångar eller andra stora porer? Ta upp en rejäl jordklump och "bryt itu" den. Uppskatta mängden stora porer (större än 2 mm) du finner på brottytan (ca 7x7 cm)!
7	Peta och bryt loss jord med kniven från gropväggen. Hur ser jordens struktur ut? Faller den sönder i enskilda korn, är det stora jordklor, massiv eller skivig struktur, eller består jorden av aggregat? Tryck sönder en jordklump (aggregat) i handen. Är aggregaten avrundade och porösa eller skarpkantade och kompakta?
8	Bryt isär en jordklump och studera brottytan, ser jorden ut att ha bra struktur? Är brottytan skrovlig, lite ojämn eller slät?
9	Bedöm hur grödans rötter breder ut sig!
10	Skapa en plan avsats i markplanet och tryck ner två infiltrationsringar. Håll försiktigt på minst en liter vatten. När det sjunkit undan, håll i en liter vatten och mät hur mycket (hur många mm) som sjunker undan på 30 minuter.

## Resultatsammanställning

Hur många svar hamnar i respektive klass? Vilken symbol dominerar?

- ☹️ Oj, här behövs det krafttag för att förbättra markstrukturen!  
 😐 Här finns det en del att göra åt markstrukturen!  
 😊 Mycket bra markstruktur! Vårda den!

Fundera över resultaten och eventuella åtgärder.

- Hur påverkar skiftets nuvarande odlingssystem (växtföljd, maskinpark etc.) markstrukturen?
- Vad har positiv och vad har negativ inverkan?
- Om markstrukturen är dålig: Vad kan man göra för att förbättra den?
- Om den är bra: Hur ska man kunna behålla den i bra skick?

Ta hjälp av informationen i broschyren "Instruktioner till Markstruktur...."!

## Protokoll för "Markstrukturtest i fält"

(OBS! Ytterligare instruktioner finns på sista sidan)

- Representativ plats
- Bra plats
- Dålig plats/vändteg

Datum: ----- Skiftesbeteckning: ----- Markförhållanden

Gröda: -----  
 Torr  
 Fuktigt  
 Blött

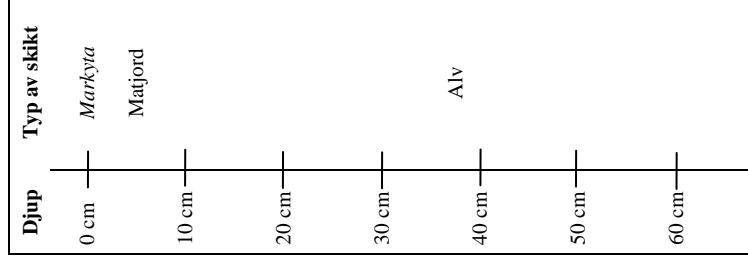
Jordart (markartering eller egen bedömning): -----

Beskrivning av testgropens läge på fältet: -----

## A Markprofilens huvuddrag (fälttest 1-3)

Gräv en grop stor nog att stå i (minst 50 cm bred) till minst 40 cm djup. Titta och känn på gropväggen, d.v.s. markprofilen. Använd kniven och bänd loss jord så framträder olika markskikt tydligare.

Marken består oftast av minst två skikt; *matjord* och *alv*. Vanligtvis finns även ett tätare skikt; en *plog- eller bearbetningssula*. Rita in de skikt du hittar.



### 1 Matjordens multhalt

Matjordens färg är:

- ☺️ Mycket mörkare än alven  
 😐 Något mörkare än alven  
 ☹️ Samma färg som alven

### 2 Växtrester

Nedbrytningsgrad:

- ☺️ Väl förmultnade växtrester, frisk lukt  
 😐 Medel  
 ☹️ Dåligt omsatta växtrester, luktar unket

### 3 Förtätade skikt (plogsula eller bearbetningssula)

Skiktets förtätning (känn med kniven):

- ☺️ Svag eller ingen förtätning  
 😐 Medel  
 ☹️ Kraftig

Svara på nedanstående frågor om markprofilens utseende, fortsätt sedan på nästa sida med testerna 4-10. Om test 10 skall utföras bör detta startas innan man börjar med övriga test. Genomför alla test i det översta skiktet innan Du fortsätter till nästa skikt.



**B Fälttester 4-10** (Ringa in det alternativ som stämmer bäst! Anteckna även de uppmätta värdena. Genomför alla test i det översta skiktet innan Du fortsätter till nästa.)

Test nr	Jordmotsstånd	Maskförekomst	Maskgångar	Struktur	Jordklumpens brottytor	Rötter	Infiltration	Sammanställning av resultat (1-10)
	4	5	6					
Matjord				<p>Avrundade aggregat som faller sönder i mindre, porösa "rinner mellan fingrarna"</p> <p>Skarpkantade aggregat som kan falla sönder i mindre, kompakta aggregat</p> <p>Massiv/kokig/skivig struktur eller enkelkomstruktur</p>	<p>Skrovliga</p> <p>Lite ojämna</p> <p>Släta</p>	<p>Rötterna är friska och jämnt fördelade</p> <p>Rötter mest mellan större aggregat. Böjer av ibland</p> <p>Bara i stora porer och sprickor, böjer ofta av. Förtjockade spetsar</p>		<p>Matjord</p> <p>test 1-2 och 4-10</p>
				<p>Avrundade aggregat som faller sönder i mindre, porösa "rinner mellan fingrarna"</p> <p>Skarpkantade aggregat som kan falla sönder i mindre, kompakta aggregat</p> <p>Massiv/kokig/skivig struktur eller enkelkomstruktur</p>	<p>Skrovliga</p> <p>Lite ojämna</p> <p>Släta</p>	<p>Rötterna är friska och jämnt fördelade</p> <p>Rötter mest mellan större aggregat. Böjer av ibland</p> <p>Bara i stora porer och sprickor, böjer ofta av. Förtjockade spetsar</p>		<p>Förtätat skikt</p> <p>test 3-10</p>
				<p>Avrundade aggregat som faller sönder i mindre, porösa "rinner mellan fingrarna"</p> <p>Skarpkantade aggregat som kan falla sönder i mindre, kompakta aggregat</p> <p>Massiv/kokig/skivig struktur eller enkelkomstruktur</p>	<p>Skrovliga</p> <p>Lite ojämna</p> <p>Släta</p>	<p>Rötterna är friska och jämnt fördelade</p> <p>Rötter mest mellan större aggregat. Böjer av ibland</p> <p>Bara i stora porer och sprickor, böjer ofta av. Förtjockade spetsar</p>		<p>Alv</p> <p>test 4-10</p>

## **Förteckning över utgivna nummer i rapportserien (ISSN 1653-6797 online). 2006 -**

List of publications in the Report series (ISSN 1653-6797 online). 2006 -

- 1 Anna Krafft. 2006. The effect of urban runoff on the water quality of the Sweetbriar Brook, Ampthill, UK. (Dagvattnets effekt på vattenkvaliteten i Sweetbriar Brook, Ampthill, Storbritannien). 66 p.
- 2 Karin Pettersson. 2006. Root development of *Lolium Perenne* in diesel contaminated soil. (Rotutveckling hos *Lolium Perenne* i dieselkontaminerad jord). 54 p.
- 3 Emma Lennmo. 2006. Växters upptag av spårämnen från rödfyr – ett odlingsförsök vid tre rödfyrshögar i Västra Götalands län. 65 s.
- 4 Jenny Johansson. 2006. Marktäckande, lågväxt vegetation på ställverksmark – en biologisk bekämpningsmetod mot ogräs. 81 s.
- 5 Stig Ledin. 2006. Metoder för växtetablering på sandmagasinet vid Aitik – miljöeffekter av rötslam som jordförbättringsmedel. 158 s
- 6 Ingrid Wesström & Abraham Joel. 2007. Lustgasavgång från åkermark vid reglering av grundvattennivån – en litteraturstudie. Slutredovisning av SJV projekt 25-6828/04
- 7 Örjan Berglund & Kerstin Berglund. 2008. Odlad organogen jord i Sverige – areal och grödfördelning uppskattad med hjälp av digitaliserade kartor. 46 s.
- 8 Kerstin Berglund & Anna Gustafson Bjuréus. 2008. Markstrukturtest i fält. Beskrivning och instruktioner. 48 s.

Sveriges lantbruksuniversitet (Swedish University of Agricultural Sciences)  
Institutionen för Markvetenskap (Department of Soil Sciences)  
Avdelningen för hydroteknik (Division of Hydrotechnics)  
P.O.Box 7014  
S-750 07 Uppsala, Sweden

Tel. 018-67 10 00  
[www.mv.slu.se](http://www.mv.slu.se)