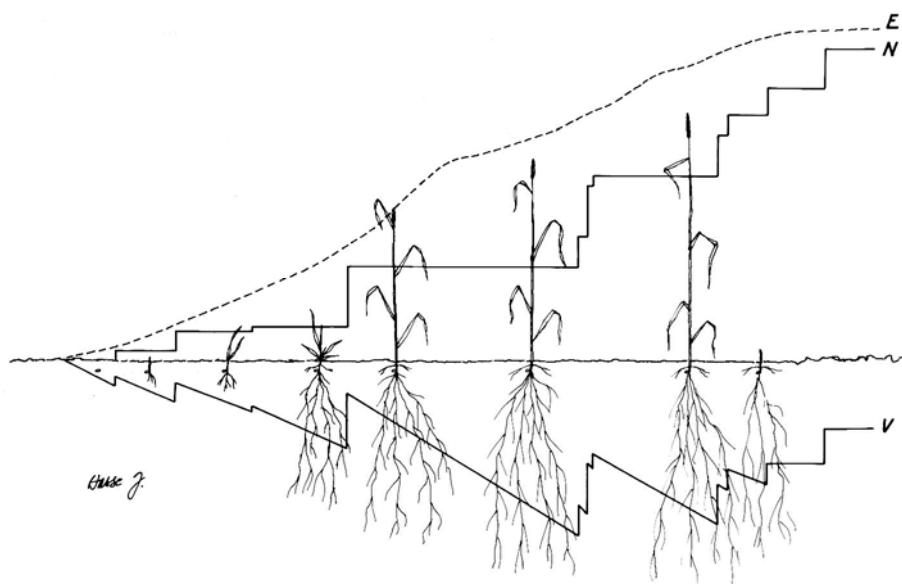


Effekter av ny matjord och marktäckning på vattenomsättning och tillväxt hos korn på fem lerjordar

Effects of surface amendments on barley water dynamics and growth on five Swedish clays

Waldemar Johansson
Eva-Lou Gustafsson



Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för hydroteknik

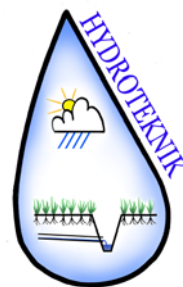
Rapport 9
Report

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

Uppsala 2008
ISSN 1653-6797 (online)

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).



Effekter av ny matjord och marktäckning på vattenomsättning och tillväxt hos korn på fem lerjordar

Effects of surface amendments on barley water dynamics and growth on five Swedish clays

Waldemar Johansson
Eva-Lou Gustafsson

Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för hydroteknik

Rapport 9
Report

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

Uppsala 2008
ISSN 1653-6797 (online)

FÖRORD

Denna rapport om studier åren 1980-1982 i modellförsök i fält av vattenförsörjning, tillväxt och evapotranspiration hos korn på fem lerjordar i Mellansverige var avsedd att publiceras år 1988 som nr 56 i Avdelningens för lantbrukets hydroteknik, SLU rapportserie. I slutet av 1987 fanns ett nästan färdigt maskinskrivet manus och figurerna var ritade med blyerts eller färdiga som tuschritningar. Då blev sekreteraren sjuk och mycket annat arbete för mig och för min medförfattare Eva-Lou Gustafsson under de följande åren fick till följd att rapporten ej blev helt färdig och publicerad.

Vid Avdelningen för hydroteknik har man under senare år arbetat med att på internet lägga in alla tidigare rapporter och andra publikationer fr.o.m. slutet av 1940-talet. När avdelningens chef, statsagronom Harry Linnér, förra våren frågade mig om jag var intresserad av och ville hjälpa till med att få min och Eva-Lou's opublicerade rapport publicerad online på internet blev svaret självklart ja.

Manuset och figurerna från 1987 har, med få ändringar och kompletteringar, skannats in i befintligt skick. En innehållsförteckning har tillkommit och litteraturförteckningen samt sammanfattningen gjorts fullständiga och skrivits om. Skanning och slutredigering har utförts med mycken hjälp av Institutionens för markvetenskap systemadministratör och IT-samordnare Ragnar Persson.

Eva-Lou Gustafsson har ansvarat för undersökningarna i fält och personligen genomfört flertalet av dem, inklusive de omfattande rotstudierna. Dessa har hon också planerat.

Även om resultaten från studierna på de fem jordarna tidigare inte redovisats i sin helhet, har de länge varit kända bland jordbrukare, rådgivare och forskare. Under försöksåren anordnades varje år en fältdag på sommaren och en lokal redovisningsdag under februari-mars. Resultaten har också redovisats och diskuterats i fackartiklar. Och t.o.m. 1993 togs de upp i en årlig kurs för 15-20 agronomie studerande.

Som en direkt fortsättning av modellförsöken anlade Försöksavdelningen för hydroteknik hösten 1982 fastliggande försök på elva platser i södra och mellersta Sverige för studier i praktisk drift av inverkan på kärnskördens storlek och kvalitet av förhöjd mullhalt i markens ytskikt. I försöken ingick ett led med påförsel av ca 3 cm mullrik sand hösten 1982 och endast grund jordbearbetning under försöksåren samt ett led med plöjning till normalt djup. I det första ledet höjdes mullhalten med ca 2 viktsprocent i markens ytskikt (0-ca 5 cm). Försöken låg kvar i upp till fyra år. Väderleksförhållandena var gynnsamma för vårsådda grödor.

En redogörelse för försöken har lämnats av Danfors & Linnér (1993). I medeltal för 25 försöksår med vårsäd på åtta lerjordar gav försöksledet med förhöjd mullhalt och grund bearbetning 11% (460 kg/ha) högre kärnskörd än jämförelseledet. Den genomsnittliga merskörden blev procentuellt lika stor på ingående leror från mjäligen lättleror till en mycket styv lera. I ett försök på en mjällättlera sänktes medelskörden med 5%. Två försöksår på andra lerjordar gav en mindre sänkning på grund av tidig liggsäd. I tre försök på mullhaltiga sand- och mojordar erhöles lägre kärnskörd av vårsäd för fyra av sju försöksår. I medeltal höjdes dock kärnskörden med 6%.

Uppsala i december 2008

Waldemar Johansson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INLEDNING	7
ÖVERSIKT ÖVER UPPLÄGGNING OCH OMFATTNING	8
FÖRSÖKSPLATSERNAS JORDAR OCH VÄDERLEK	9
FÖRSÖKSMETODIK	20
MÄTNINGAR, ANALYSER OCH OBSERVATIONER	27
Nederbörd och avdunstning	27
Rotutveckling	27
Markvatteninnehåll	29
ÅRLIGA BRUKNINGS- OCH SKÖTSELÅTGÄRDER	36
Jordbearbetning, sådd och skörd	36
Gödsling	37
RESULTAT FRÅN ÅLBO, VÄSTERFÄRNEBO; MULLFATTIG MJÄLIG LÄTTLERA	43
Figurer	56
RESULTAT FRÅN WADSBRO, DUNKER; MULLHALTIG MJÄLIG LÄTTARE MELLANLERA	71
Figurer	80
RESULTAT FRÅN ISELSTA, TILLBERGA; MULLHALTIG MJÄLARIK STYV LERA	95
Figurer	105
RESULTAT FRÅN ULTUNA, UPPSALA; MULLHALTIG STYV LERA	119
Figurer	128
RESULTAT FRÅN KURÖ, ÄNGSÖ; MULLHALTIG STYV GYTTJELERA	143
Figurer	152
SAMMANFATTNING	165
SUMMARY	171
LITTERATURFÖRTECKNING	177

INLEDNING

Utvecklingen inom svensk växtodling har under de senaste 30-40 åren gått mot en successivt lägre vallandel, en ökad stråsädesandel, lägre stallgödselmängder, ökade handelsgödselgivor - fram till slutet av 1970-talet - samt ökad användning av bekämpningsmedel. Samtidigt har vi haft en utveckling mot större och tyngre traktorer och maskiner.

Från markfysikalisk synpunkt har dessa skeenden varit i huvudsak negativa. Man kan därför räkna med att många odlade jordar idag har sämre fysikaliska egenskaper än de hade under 1940- och 1950-talen. Så är t.ex. tveklöst fallet på styva lerjordar, där vallandelen minskat eller gått ner till noll. På sådana jordar förbättras strukturen i matjorden avsevärt genom 2-3 års vallodling.

Vilken inverkan förändringen i odlingsinriktning och odlingsteknik haft på olika fysikaliska egenskaper och på grödors tillväxt och utveckling, näringsutnyttjande, avkastning och produktkvalitet vet vi föga om. Men vi vet att spännvidden i odlingssäkerhet och avkastning mellan år generellt sett har ökat under de senaste årtiondena (Håkansson & Linnér 1983). Så bör inte ha varit fallet på jordar med gynnsamma fysikaliska egenskaper.

För att en jord skall kunna fungera bra som fysikaliskt odlingsunderlag måste den möjliggöra goda betingelser för groningen, etablering, tillväxt och utveckling. Den måste kunna hålla stora mängder växttillgängligt vatten inom den aktuella eller blivande rotzonen alternativt kunna tillgodose växternas vattenbehov genom kapillär transport underifrån. Vidare måste den ha god genomsläpplighet för vatten och luft, kunna dräneras av snabbt efter stora regnmängder samt ge möjlighet till god rotgenomvävnad. På lerjordar är en väl utvecklad makrostruktur, som ej eller endast i ringa grad påverkas av strukturnedbrytande processer, en förutsättning för bra fysikalisk funktion.

Olika åtgärder kan tänkas och behövas för att bibehålla och förbättra lerjordars fysikaliska egenskaper och funktion i odlingssystem med ingen vall eller liten vallandel. Basåtgärder på de flesta jordar i vårt land är dränering och kalkning. Bränd och släckt kalk har bäst strukturverkan. Tillvaratagande och inblandning av halm och annat växtmaterial befrämjar strukturbildningen. Andra åtgärder att förbättra eller skydda strukturen är tillförsel och inblandning av externt organiskt material samt marktäckning.

De undersökningar som redovisas i denna rapport har genomförts i avsikt att öka kunskaperna om torkkänsliga lerjordars vattenhushållande egenskaper och om grö-

dors vattenförsörjning på sådana jordar. Ett bättre kunnande härom bör ge oss möjligheter att säkrare bedöma förutsättningarna för optimalt utnyttjande och för att förbättra jordarna.

Undersökningarna har genomförts i fem fastliggande små fältförsök med korn under tre år. Försöken har innehållit led med försöksmässigt ej påverkad (orörd) jordprofil och med ny bättre matjord i kombination med led utan och med avskärmning av nederbörden fr.o.m. försommaren. Avsikten har varit att belysa vad matjordsförbättring och utebliven nederbörd fr.o.m. en tid efter uppkomsten kan innebära. I fyra av försöken har vidare prövats marktäckning med 2-3 cm mullrik sand som skydd mot tillslamning, uttorkning och skorpbildning.

Försöken och undersökningarna har ingått som ett led i de arbeten rörande s.k. lågavkastande jordar, som sedan slutet av 1970-talet bedrivits vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) i samarbete mellan olika avdelningar vid institutiverna för markvetenskap och växtodling. De har genomförts i anslutning till och som stöd till ett projekt med olika markförbättringsåtgärder inom den programbundna försöksverksamheten vid SLU och de har bekostats med anslag från Skogs- och jordbrukets forskningsråd.

ÖVERSIKT ÖVER UPPLÄGGNING OCH OMFATTNING

I stort har undersökningarna omfattat karakteristik av markegenskaper samt studier under tre växtperioder (1980-1982) av bestånds- och rotutveckling, vattenupptagning och avdunstning samt avkastning hos korn på fem olika typer av lerjordar i Mellansverige.

Försöken utlades hösten 1979 på en mjällig lättlera (Ålbo, Västerfärnebo), en mjällig lättare mellanlera (Wadsbro, Malmköping), en mjälarik styv lera (Igelsta, Tillberga), en mjälahaltig styv lera (Ultuna, Uppsala) och en styv gyttjelera (Kurö, Ängsö). Av dessa jordar kan de vid Ålbo, Wadsbro, Igelsta och Kurö erfarenhetsmässigt betraktas som mer eller mindre torkkänsliga speciellt för vårsådda grödor. Ultunajorden skiljer sig från texturell synpunkt inte mycket från Igelstajorden. Den är dock en odlingssäkrare jord.

Vid utläggningen av försöken hösten 1979 byttes den befintliga matjorden inom en del av försöksarealen på varje plats ut mot en specialblandad matjord av mullrik sand. Försöksled med denna nya matjord och med befintlig ostörd (exklusive bearbetningsåtgärder) markprofil kombinerades sedan under alla försöksåren med försöksled utan och med avskärmning av nederbörden. Denna avskärmning

ägde rum fr.o.m. en tid efter kornets uppkomst fram till skördedagen. På varje plats fanns även ett försöksled med ostörd markprofil utan gröda.

I försöken vid Ålbo, Igelsta och Ultuna ingick under 1981 och 1982 även ett försöksled med 2-3 cm täckning av markytan med mullrik sand omedelbart före sådden. Under 1982 fanns ett sådant led även vid Wadsbro.

I samband med utläggningen uttogs på varje plats prov för markfysikalisk karakteristik och markkemiska analyser från varje dm-skikt ner till 1,0 m djup. Resultat från de fysikaliska undersökningarna har redovisats av Johansson et al. (1985). Efter det att försöken i fält avslutats hösten 1982 uttogs prov för studier rörande inverkan av matjordsutbyte och marktäckning på de fysikaliska egenskaperna. Huvuddelen av resultaten från dessa undersökningar redovisas ej i denna rapport.

Studierna i fält under somrarna 1980-1982 omfattade mätning av nederbörd, avdunstning och grundvattenstånd, bestämning av markvatteninnehåll, mätning och observation av rottillväxt och rotutveckling (1981 och 1982) och av kornets tillväxt och utveckling ovan jord (främst 1981 och 1982) samt bestämning av kärn- och halmskörd. Tidsintervallen var olika för de skilda slagen av återkommande mätningar och observationer. Vissa kvalitetsegenskaper hos kärnskoroden bestämdes.

Försöken utnyttjades för nuklidteknisk bestämning av rotaktiviteten på olika djup i ett samarbetsprojekt med Institutionen för radioekologi (Karlström & Haak 1984).

FÖRSÖKSPLATSERNAS JORDAR OCH VÄDERLEK

De fem försöksplatserna är belägna inom ett avstånd av 8-10 mil i västlig-sydvästlig riktning från Uppsala. Det geografiska läget i förhållande till större tätorter och koordinaterna i rikets nät (system 2,5 gon V 1938) är följande. För varje plats anges försöksvärd eller försöksegendom.

Ålbo. Ca 18 km väster om Sala, 66457/15282. Göran Vangbo.

Wadsbro. Ca 18 km nordost om Flen, 65609/15567. Sven Henningsson.

Igelsta. Ca 10 km nordost om Västerås, 66193/15489. Lars Larsson.

Ultuna. Ca 6 km söder om Uppsala, 66336/16041. Ultuna egendom.

Kurö. Ca 20 km ostsydost om Västerås, 66050/16522. Nils Schubert.

De geografiska förhållandena och läget i terrängen för respektive försöksplatser beskrivs kortfattat av Johansson et al. (1985). Markprofilerna har där benämnts Ålbo 1, 1979; Wadsbro 1, 1979; Igelsta 1979; Ultuna 1, 1979 och Kurö 1979.

Jordarnas egenskaper

En översikt skall här ges av jordarnas, inklusive de nya matjordarnas, fysikaliska och kemiska egenskaper. Alla fysikaliska bestämningar har genomförts vid Avdelningen för lantbrukets hydroteknik. För en närmare beskrivning av metodik och av de ostörda profilernas fysikaliska egenskaper hänvisas till Johansson et al. (1985). Alla kemiska bestämningar utom pH-mätningar har gjorts vid Statens lantbrukskemiska laboratorium, Ultuna med de metoder som användes inom markkarteringsverksamheten.

Ålbo. De dominerande jordarterna på denna lokal är mjäla och ler. Ner till en metersdjup är mjälhalten i genomsnitt 62 vikt-% och lerhalten 24 %. Matjorden är en mullfattig mjälig lättlera (mjällättlera) med ca 50 % mjäla och 23 % ler. I alven under 30-40 cm djup, varvas tunna (1-5 mm) och täta lerskikt med tjockare (ca 15 mm) mjälaskikt.

Jorden är tät och kompakt, den har låg strukturstabilitet, den slammar lätt till i ytan vid regn och den bildar skorpa vid torra efter regn. Vid torra kan en stor del av matjorden torra ut och hårdna till som följd av kapillär upptransport till ytan - och avdunstning därifrån - från den del av profilen som icke är varvig. Lerskikten i alven kan antas praktiskt taget helt begränsa kapillär upptransport från djup större än 40-50 cm. Samtidigt medför de mycket låg genomsläpplighet för vatten och luft. Detta belyses i tabell 1, där det låga värdet för vattengenomsläpplighet i skiktet 0-100 cm är bestämt av en mycket låg genomsläpplighet i skiktet 50-100 cm. Sprickor, rotkanaler och maskgångar förekommer sällan under 50 cm-nivån.

Profilen kan hålla stora mängder växttillgängligt vatten. Vid 1,0 m dräneringsdjup är kapaciteten 72 mm för skiktet 0-30 cm och 111 mm för skiktet 0-50 cm räknat från den fysikaliska vissningsgränsen (tabell 1). Växterna har dock svårigheter att tillgodogöra sig allt från fysikalisk synpunkt upptagbart vatten. Detta illustreras av att den biologiska vissningsgränsen, som bestämts genom odling av solros och vete i cylindrar med 10 cm höjd och 7,2 cm diameter, är högre än den fysikaliska. Orsaken är att rötterna inte kan penetrera jorden tillräckligt effektivt.

Tabell 1. Markfysikaliska data från befintliga (orörda) profiler på försöksplatserna hösten 1979. Efter Johansson et al. (1985).

Försöksplats	Markskikt, cm	Porvolym vol.-%	Volym av porer $\geq 0,06$ mm vol.-%	Vatteninnehåll, mm			Vatten-genomsläpplighet m/dygn
				vid 1,0 m drän.-jämvikt	vid biol. vissn.-gräns	vid fys. vissn.-gräns	
Ålbo	0-20	45,5	8,5	72	32	24	0,86
	0-30	43,9	6,9	109	48	37	0,90
	0-50	43,3	5,8	185	94	74	1,3
	0-100	43,4	3,8	397	195	148	0,005
Wadsbro	0-20	51,6	12,8	75	30	-	3,1
	0-30	49,0	10,9	111	48	-	3,5
	0-50	46,4	9,0	183	100	-	4,1
	0-100	44,2	5,5	387	245	-	0,012
Igelsta	0-20	47,2	4,7	83	49	-	0,72
	0-30	46,5	5,5	121	75	-	0,95
	0-50	46,8	5,9	202	131	-	1,2
	0-100	47,0	5,1	420	292	-	0,053
Ultuna	0-20	50,6	4,9	90	54	-	4,8
	0-30	49,9	6,1	130	81	-	4,4
	0-50	48,8	7,6	204	134	-	5,5
	0-100	46,8	7,9	398	269	-	10
Kurö	0-20	60,0	13,3	91	48	49	4,6
	0-30	60,3	12,4	140	85	74	1,1
	0-50	62,5	14,3	237	182	132	1,8
	0-100	65,3	13,1	529	-	255	8,9

I tabell 1, liksom i tabell 2, har angivits volymen av porer, i % av totalvolymen, vilkas ekvivalentpordiameter är minst 0,06 mm. Det är porer som tömmer vid ett vattenavförande tryck av 0,5 m vattenpelare (m vp). Av de fem jordar, som ingått i undersökningarna, har Ålbo och Wadsbro betydligt lägre andel sådana stora porer i skiktet 50-100 cm än övriga jordar. I genomsnitt på dessa båda jordar utgöres endast 1,9 vol.-% av porer $\geq 0,06$ mm i skiktet 50-100 cm.

Den nya matjorden av mullrik sand, som hösten 1979 fick ersätta den befintliga matjorden i två försöksled, har i de flesta avseenden andra fysikaliska egenskaper. Den är icke slammingsbenägen och bildar ej skorpa eller större hårda, uttorkade skikt. Den har vidare större porvolym, större andel stora porer och högre genomsläpplighet än den befintliga matjorden vid Ålbo (tabell 2).

Mätning av grundvattendjup gjordes vid flera tillfällen varje sommar på alla försöksplatserna. Det skedde med hjälp av blåsrör i 18 mm PVC-rör (elledningsrör) eller ca 30 mm polyetenrör nedsatta till ca 2 m djup. Grundvattenståndsrören var perforerade med 1 mm hål på var femte cm upp till 1,5 m från den igenkorkade botten.

Tabell 2. Markfysikaliska data för nya matjorden (skiktet 0-20 cm) på försöksplatserna hösten 1982.

Försöksplats	Por- volym vol.-%	Volym av porer $\geq 0,06$ mm vol.-%	Vatteninnehåll, mm		Vatten- genom- släpplighet m/dygn
			vid 1,0 m drän.-jäm- vikt	vid fys. vissn.- gräns	
Ålbo	55,2	17,7	69	27	6,7
Wadsbro	62,5	27,0	64	23	7,0
Igelsta	57,2	20,7	68	26	2,3
Ultuna	64,4	24,4	74	24	19
Kurö	57,8	22,4	66	27	0,62
M:tal	59,4	22,4	68	25	7,0

Vid Ålbo växlade vattennivån i röret mycket. Under torrperioder fanns inget vatten i röret. Under och efter regnriska perioder kunde vattennivån i röret ligga uppe i matjorden och groparna för rotstudier vara delvis vattenfyllda. Mätningar och observationer har visat att vatten lätt transporteras i horisontell led i matjorden och den översta delen av alven och att grundvattenståndet normalt är djupare än 1 m och under torrperioder djupare än 2 m.

I tabell 3 redovisas resultat från markkemiska analyser utförda på generalprov från försökens utläggning. Prov togs ut även efter de tre försöksåren, hösten 1982. Vid Ålbo minskade alvens kaliumvärden under försöksperioden. Det gäller både AL-lösligt och HCl-lösligt kalium. Övriga värden ändrades inte nämnvärt.

Den nya matjorden skiljde sig hösten 1982 från den ursprungliga vid Ålbo främst genom högre kalciumvärde (tabell 4) och lägre pH-värde (tabell 5).

Wadsbro. Matjorden är här en måttligt mullhaltig mjälig lättare mellanlera. Lerhalten är 26 %, mjälhalten 34 % och mohalten 32 %. Alven utgöres av styv lera (40-80 cm) och mellanlera (20-40 cm och 80-100 cm). Jorden är varvig under 50 cm-nivån.

Vid provtagningstillfället var matjorden lös och lucker. Alven hade tätare struktur och relativt låg porositet (40-44 %). Ner till 50 cm djup var volymen av porer $\geq 0,06$ mm större än vid Ålbo. Genomsläppligheten var hög ner till 80 cm djup.

Tabell 3. Markkemiska data från befintliga profiler på försöksplatserna hösten 1979.

Försöksplats Markskikt, cm	AL-lösligt g/100 g jord				HCl-lösligt g/100 g jord	
	P	K	Ca	Mg	P	K
<u>Ålbo</u>						
10-20	3,4	8,5	105	18,6	40	160
30-40	3,0	10,0	115	55,0	40	240
50-60	5,4	10,0	141	65,0	44	220
<u>Wadsbro</u>						
10-20	6,8	10,5	181	13,9	48	195
30-40	0,7	9,5	112	22,0	28	280
50-60	1,2	15,5	162	63,0	32	345
<u>Igelsta</u>						
10-20	4,6	14,6	188	20,0	70	385
30-40	2,2	17,0	310	46,0	45	550
50-60	6,2	18,0	310	39,6	52	540
<u>Ultuna</u>						
10-20	15,0	60,0	2900	35,0	82	770
30-40	1,0	30,5	7700	71,0	60	655
50-60	0,9	24,0	6900	75,0	61	610
<u>Kurö</u>						
10-20	3,6	23,0	250	13,5	66	470
30-40	1,5	25,0	123	12,9	55	610
50-60	3,1	23,5	47	13,0	62	610

Jorden är mindre känslig för tillslamning och skorpbildning än vid Ålbo. Kapaciteten för växttillgängligt vatten - räknat från den biologiska vissningsgränsen - är 63 mm i skiktet 0-30 cm, 83 mm i skiktet 0-50 cm och 142 mm i skiktet 0-100 cm (tabell 1).

Den nya matjorden hade högre porositet, större volym av stora porer och högre genomsläpplighet än matjorden på platsen (tabell 2). Dess egenskaper skiljer sig en del från egenskaperna hos den nya matjorden vid Ålbo, vilket sannolikt främst beror på en annorlunda bearbetning före provtagningen.

Grundvattenståndet vid Wadsbro låg oftast 1,3-1,8 m under markytan.

Värdena från den kemiska analysen ligger i samma storleksordning som för Ålbo (tabell 3). De förändrades icke nämnvärt under de tre försöksåren. Den nya matjorden hade hösten 1982 högre värde för AL-lösligt kalcium och lägre värde för HCl-lösligt kalium (tabell 4) samt något högre pH-värde (tabell 5) än platsens egen matjord.

Tabell 4. Markkemiska data för ny matjord (skiktet 10-20 cm) på försöksplatserna hösten 1982.

Försöksplats	AL-lösligt g/100 g jord				HCl-lösligt g/100 g jord	
	P	K	Ca	Mg	P	K
Ålbo	2,6	6,2	520	15,4	38	155
Wadsbro	4,2	11,0	470	11,3	32	90
Igelsta	3,6	4,7	455	14,4	40	155
Ultuna	3,2	6,8	465	14,4	38	105
Kurö	2,8	8,8	560	15,6	37	180
M:tal	3,3	7,5	495	14,2	37	137

Igelsta. Jorden på försöksplatsen är en styv lera med ca 30 % mjäla i hela den övre metern. Matjorden innehåller 17 % mo och alven i genomsnitt ca 13 % mo. Matjorden är en måttligt mullhaltig mjälarik styv lera (lerhalt 41-42 %). Vissningsgränsen är relativt låg i förhållande till lerhalten, vilket tyder på en förhållandevis stor andel grovler (0,002-0,0002 mm). Under 60-70 cm djup är jorden varvig.

Vid provtagningstillfället var matjorden ganska tät och kompakt. Erfarenheterna från försöksåren har visat att den lätt slammar igen i ytan vid regn och bildar skorpa efter regn. Den kan också torka ut och bli kompakt och hård till 1-2 dm djup under torra perioder, då markytan ligger bar eller endast delvis täckes av vegetation, växtrester eller dylikt.

Alven har en ganska väl utbildad aggregatstruktur. Aggregaten är dock mindre stabila än i profilen vid Ultuna. Genomsläppligheten är hög ner till 70 cm djup.

Profilen kan hålla mindre mängd växttillgängligt vatten än profilerna vid Ålbo och Wadsbro. Differensen mellan dräneringsjämvikten vid 1,0 m grundvattendjup och den biologiska vissningsgränsen är 46 mm i skiktet 0-30 cm, 71 mm i skiktet 0-50 cm och 128 mm i skiktet 0-100 cm (tabell 1). Värdena är nästan exakt lika som för Ultunaprofilen.

Den nya matjorden hade hösten 1982 högre porositet, större volym av stora porer och högre genomsläpplighet samt kunde hålla mer växttillgängligt vatten än den ursprungliga matjorden på platsen (tabell 2).

Tabell 5. Värden på pH (aq.dest) i olika markskikt våren 1981 och hösten 1982.

Försöksplats	Ostörd markprofil			Profil med ny matjord		
	10-20	30-40	50-60	10-20	30-40	50-60
<u>Våren 1981</u>						
Ålbo	6,0	6,5	6,9	7,2	6,7	6,6
Wadsbro	6,3	6,0	6,1	6,6	5,7	5,9
Igelsta	6,3	6,5	6,7	7,2	6,7	6,7
Ultuna	7,5	7,9	8,1	6,7	7,8	7,9
Kurö	5,8	4,2	4,1	7,0	4,0	3,6
<u>Hösten 1982</u>						
Ålbo	5,8	6,4	6,9	7,4	6,2	6,4
Wadsbro	6,6	6,0	6,0	7,0	6,0	6,3
Igelsta	7,2	6,5	6,6	7,2	7,2	7,2
Ultuna	7,9	8,0	8,1	6,7	8,0	7,9
Kurö	5,6	4,4	3,9	7,3	4,0	3,8

Grundvattenståndet vid Igelsta låg oftast på 1,4-1,6 m djup. Det har någon gång stigit till 1,0 m djup och andra gånger sjunkit till mer än 1,8 m djup.

De markkemiska analyserna 1979 visar högre värden för kalium och kalcium och för fosfor i matjorden än för de två föregående jordarna (tabell 3). Någon nämnvärd förändring skedde ej till hösten 1982. Den nya matjorden hade lägre kalium- och fosforvärden och högre kalciumvärde (tabell 4) samt högre pH-värde (tabell 5) än platsens egen matjord.

Ultuna. Jorden är en styv lera på gränsen till mycket styv lera (60 % ler) i skiktet 30-70 cm. Den innehåller 25-30 % mjäla och 6-20 % mo. Matjorden är en måttligt mullhaltig styv lera.

Matjorden var vid provtagningstillfället - och även under försöksåren - mindre tät och kompakt än vid Ålbo och Igelsta. Den hade också större genomsläpplighet. Alven kännetecknas av en väl utvecklad aggregatstruktur. Den genomdrages av rot- och maskkanaler till mer än en meters djup. Detta speglas i en relativt stor volym av stora porer och i stor genomsläpplighet (tabell 1).

Ultunaprofilen kan hålla följande mängder växttillgängligt vatten vid 1,0 m dräneringsjämvikt: 49 mm i skiktet 0-30 cm, 70 mm i skiktet 0-50 cm och 129 mm i skiktet 0-100 cm. Värdena är räknade relativt den biologiska vissningsgränsen,

som för denna profil borde vara ungefär lika med den fysikaliska. Markfuktighetsbestämningarna 1980-1982 visar att vissningsgränsen underskridits långt ner i alven (jfr fig. 62, 65, 67 och 68). Dessa resultat tyder på att den fysikaliska vissningsgränsen är något lägre än den biologiskt bestämda. Ultuna och Igelsta kan hålla minst mängd växttillgängligt vatten av de fem jordprofiler, som ingått i undersökningarna.

Liksom vid Igelsta hade den nya matjorden större porositet, större volym av stora porer och större genomsläpplighet än lokalens egen matjord (tabell 2). Den kunde också hålla mer växttillgängligt vatten.

Grundvattenståndet vid Ultuna låg endast vid något tillfälle grundare än 2,0 m djup.

De kemiska analyserna visar högre värden på kalium, kalcium och magnesium än i övriga jordar (tabell 3). Speciellt kalciumvärdena är höga. Även pH-värdena är höga; mellan 7,5 och 8,1 (tabell 5). Inga kemiska värden förändrades nämnvärt under försöksåren. Den nya matjorden uppvisade hösten 1982 genomgående lägre värden än platsens egen matjord (tabell 4). Det gäller även pH (tabell 5).

Kurö. Försöksplatsen är belägen inom ett område som invallades och började odlas på 1940-talet. Jorden är en styv gyttjelera genom hela profilen till en meters djup och på gränsen till en mycket styv gyttjelera i skikten 40-50 och 70-100 cm. Glödningsförlusten är 9 % i matjorden och 5-6 % i alven. Matjorden kan karakteriseras som måttligt mullhaltig.

Profilen har en väl utvecklad struktur. I alven finns ett system av permanenta sprickor som medför hög genomsläpplighet och bidrar till god dränering. Porositeten och volymen av grova porer är i alla skikt större än i någon av de fyra andra profilerna. I matjorden ligger porositeten kring 60 %, i alven ökar den med djupet till 70 % i skiktet 90-100 cm.

Kapaciteten för växttillgängligt vatten mellan dräneringsjämvikten vid 1,0 m grundvattendjup och den fysikaliska vissningsgränsen är 66 mm för skiktet 0-30 cm, 105 mm för skiktet 0-50 cm och 274 mm för skiktet 0-100 cm. De två första värdena är nästan lika stora som motsvarande värden för Ålbo, det sista är större än för Ålboprofilen.

Profilen har således mycket stor kapacitet för växttillgängligt vatten. Det låga pH-värdet i alven (tabell 5) medför dock att endast få rötter tränger ner i alven och att vattenupptagningen i huvudsak begränsas till matjorden och den

översta delen av alven. I de markfysikaliska bestämningarna har lågt pH-värde resulterat i höga värden på biologisk vissningsgräns för skiktet 20-60 cm (tabell 1). I prov från djupare skikt grodde ej solrosfrön och vetekärnor.

Den nya matjorden hade större volym av stora porer och något större genomsläpplighet än lokalens egen matjord (tabell 2).

Grundvattenståndet låg mellan djupen 0,7 m och 1,2 m.

Jämfört med övriga fyra jordprofiler uppvisar Kurö relativt höga värden på AL-lösligt och HCl-lösligt kalium, låga värden på AL-lösligt magnesium samt lågt värde på kalcium (AL-lösligt) i skiktet 50-60 cm (tabell 3). Profilen har dessutom mycket låga pH-värden i alven (3,6-4,3; tabell 5). De kemiska värdena förändrades ej nämnvärt från hösten 1979 till hösten 1982. Den nya matjorden hade lägre kaliumvärden, högre kalciumvärde och lägre fosforvärden (tabell 4) samt högre pH-värde (tabell 5) än platsens egen matjord.

Beräkning av kvävemineralisering. Som underlag för tolkning av effekterna på vegetationen av matjordsbyte och marktäckning är det av intresse att också se på kvävehushållningen i marken. Här skall vi begränsa oss till beräkning av den årliga mineraliseringen.

På basis av resultat från mekanisk analys inklusive glödgningsförlustbestämning samt från bestämning av torrdensitet har vi beräknat mängderna mull och totalkol per ha i skikten 0-3 cm och 3-30 cm. Kvoten mellan totalkol och totalkväve har antagits vara 10 i de orörda profilerna och bestämts till 17 i jorden till ny matjord och marktäckning. Den årliga mineraliseringen av kväve har antagits vara 2,0 % av totalkvävet i skiktet 0-3 cm och 1,0 % i skiktet 3-30 cm.

Beräkningarna har gett följande värden i kg per ha för den årliga kvävemineraliseringen.

	<u>Skiktet 0-3 cm</u>	<u>Skiktet 0-30 cm</u>
Ålbo, orörd profil	8	36
Wadsbro, " "	15	73
Igelsta, " "	17	72
Ultuna, " "	17	69
Kurö, " "	19	106
Ny matjord	21	107
Marktäckningsskikt	21	-

Av de orörda profilerna har Ålbo lägst och Kurö högst värden. För skiktet 0-30 cm är den beräknade årliga kväve mineraliseringen vid Wadsbro, Igelsta och Ultuna ungefär dubbelt så stor och vid Kurö omkring tre gånger så stor som vid Ålbo. Försöksleden med ny matjord uppvisar praktiskt taget samma värden som den orörda profilen vid Kurö.

Marktäckningen med ca 3 cm mullrik sand bör ha medfört att kväve mineraliseringen ökat med ca 20 kg per ha.

Väderlek

I tabellerna 6 och 7 redovisas genomsnittliga och aktuella månadsmedelvärden för nederbörd och temperatur vid meteorologiska stationer i närheten av försöksplatserna. Sala ligger ca 18 km från Ålbo, Dunker ca 2 km från Wadsbro, Västerås-Hässlö ca 12 km från Igelsta och 14 km från Kurö samt Ultuna mindre än en km från försöksplatsen vid Ultuna. I det följande ges en översikt över väderleksförhållandena under försöksåren inom den region där försöken legat. Uppgifterna har hämtats från Sveriges meteorologiska och hydrologiska instituts månadsöversikter om väderleken.

1980. April månad var varmare men överlag också nederbördsrikare än normalt. Soligt och varmt väder rådde under de tre första veckorna i maj samt under perioderna 3-18 juni, 20 juli-4 augusti och 12-17 augusti. Svält, fuktigt och regnigt väder förekom i slutet av maj-början av juni samt under perioderna 19 juni-17 juli, 5-11 augusti och 18-31 augusti. Under september var vädret varmt, regnigt och fuktigt.

Stora regnmängder erhöles under perioderna 21-26 juni (60-90 mm), 16-20 juli (30-50 mm), 19-28 augusti (30-50 mm) och 9-14 september (30-60 mm). Vid Ålbo föll dock endast ca 10 mm under perioden 16-20 juli. En regnperiod under tiden 4-11 augusti gav mer än 70 mm regn vid Ultuna och omkring 20 mm på övriga försöksplatser.

1981. Efter en ovanligt varm period under första hälften av april följde en mycket kall period till en vecka in i maj. I början av maj var så gott som hela Svealand snötäckt. Ett temperaturomslag 8-9 maj medförde sedan mycket varmt väder under två veckor. Soligt och varmt väder rådde också under de sista dagarna i maj samt under perioderna 7-11 juli, 31 juli-15 augusti och 1-17 september. Vädret var svält och ostadigt under hela juni och i början av juli, under perioden 12-30 juli och under sista hälften av augusti.

Tabell 6. Nederbörd (mm) vid meteorologiska stationer i närheten av försöksplatserna.

Station		April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	April- sept.	Maj- aug.
Sala	M:tal	33	39	49	80	70	61	332	238
	1980	32	15	103	40	71	111	372	229
	1981	34	36	105	61	107	18	361	309
	1982	51	31	25	15	123	38	283	194
Dunker	M:tal	34	39	48	70	71	58	320	228
	1980	38	19	106	52	90	58	363	267
	1981	19	37	99	50	81	17	303	267
	1982	60	40	39	38	68	29	274	185
Västerås- Hässlö	M:tal	27	36	44	66	70	53	296	216
	1980	33	14	111	50	56	86	350	231
	1981	21	27	86	32	97	25	288	242
	1982	30	28	33	24	78	29	222	163
Ultuna	M:tal	29	31	43	71	66	52	292	211
	1980	38	4	96	62	127	72	399	289
	1981	16	20	65	28	118	14	261	231
	1982	37	36	33	45	20	40	211	134

Stora nederbördsmängder uppmättes under perioden 5-13 juni (30-45 mm), under sista veckan i juni (30-45 mm), 12-18 juli (20-35 mm) och 16-22 augusti (40-95 mm). Vid Ålbo föll nära 90 mm regn i slutet av juni. Samtliga fem försöksplatser fick 15-25 mm regn under perioden 7-10 augusti. Vid Ultuna föll ca 30 mm i slutet av juli.

1982. Under 10 dagar från den 17 april var vädret soligt, torrt och varmt. Det var sedan ganska kyligt och ostadigt under ca en månad. Därefter följde en vecka med högsommarvärme t.o.m. den 4 juni och nära fem veckor med övervägande svalt och ostadigt väder. En markant väderförbättring inträffade den 7 juli. Vädret var sedan i stort sett varmt och torrt t.o.m. den 12 augusti. Det var mycket varmt under perioden 26 juli-8 augusti. Sista hälften av augusti och första hälften av september hade övervägande svalt och ostadigt väder. Sista hälften av september var förhållandevis mild.

Stora regnmängder erhöles under perioderna 28 juni-4 juli (35-45 mm) och 13-17 augusti (45-70 mm). Vid Igelsta uppmättes bara 18 mm kring månadsskiftet juni-juli men ytterligare 25 mm under tiden 3-7 juli. Vid Wadsbro föll 42 mm kring månadsskiftet maj-juni.

Tabell 7. Medeltemperatur ($^{\circ}\text{C}$) vid meteorologiska stationer i närheten av försöksplatserna.

Station		April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	April- sept.	Maj- aug.
Sala	M:tal -80	3,4	9,3	14,5	15,5	14,1	9,8	11,1	13,4
	1980	4,9	9,3	16,3	16,5	14,2	11,8	12,2	14,1
	1981	3,9	11,8	13,3	16,4	14,5	10,8	11,8	14,0
	1982	4,1	10,1	13,1	17,7	16,3	10,8	12,0	14,3
Dunker	M:tal -80	4,0	9,5	14,7	16,0	15,0	10,8	11,7	13,8
	1980	4,2	8,4	15,5	16,2	14,2	11,5	11,7	13,6
	1981	3,2	11,2	13,0	16,0	13,9	10,7	11,3	13,5
	1982	3,8	9,6	12,7	17,4	16,2	10,8	11,8	14,0
Västerås- Hässlö	M:tal	3,9	10,0	15,3	16,5	15,6	11,4	12,1	14,4
	1980	5,0	9,4	16,3	16,7	14,6	12,3	12,4	14,3
	1981	4,0	12,0	13,5	16,6	15,0	11,5	12,1	14,3
	1982	4,4	10,1	13,2	18,0	16,9	11,7	12,4	14,6
Ultuna	M:tal	3,7	9,7	15,1	16,4	15,3	11,0	11,9	14,1
	1980	4,9	8,8	16,3	16,8	14,4	12,1	12,2	14,1
	1981	3,7	11,8	13,3	16,7	14,7	11,3	11,9	14,1
	1982	4,0	9,9	12,6	17,5	16,6	11,5	12,0	14,2

FÖRSÖKSMETODIK

Försöksplaner och fältplaner

De fem försöken innehöll följande gemensamma försöksled:

1. Ostörd jordprofil utan gröda
2. Ostörd jordprofil med korn och utan avskärmning av nederbörd
3. Ostörd jordprofil med korn och med avskärmning av nederbörd
4. Profil med ny matjord, med korn och utan avskärmning av nederbörd
5. Profil med ny matjord, med korn och med avskärmning av nederbörd.

Med ostörd jordprofil avses jordprofil eller jord som ej blivit föremål för någon speciell försöksbehandling. I försöksleden 4 och 5 byttes, som tidigare nämnts, jorden i skiktet 0-ca 25 cm ut mot en mullrik sandjord i samband med försökens utläggning hösten 1979. Avskärmning av nederbörd skedde med ofärgade, genomskinliga plastfolietak fr.o.m. en tid efter kornets uppkomst t.o.m. skördetidpunkten.

I försöken vid Ålbo, Igelsta och Ultuna 1981 och 1982 samt vid Wadsbro 1982 in-

gick ett sjätte försöksled.

6. Profil med 2-3 cm marktäckning (mullrik sand), med korn och utan avskärmning av nederbörd.

Som marktäckningsmaterial utnyttjades samma jordblandning som till den nya matjorden. Påläggning skedde strax före sådd respektive år, sedan den under föregående höst grävda eller plöjda ytan först jämnats till.

Fältplanerna i försöken var inte exakt lika. De skall därför här illustreras för varje försök. Gemensamt för alla försök var att leden 1-5 hade två samrutor och att alla försöksrutor var 2,0 m x 4,0 m.

I försöken vid Ålbo, Igelsta och Ultuna lades försöksruta 6-I ut våren 1981 och rutorna 6-II och 6-III ut våren 1982. Ruta 6-II var utan gröda under 1980 och 1981. Vid Ålbo och Igelsta ingick den då som 1-II.

Ny matjord och byte av matjord

Den nya matjorden till försöken levererades av Smeds Jord & Grus AB, Östuna, som framställt den efter våra önskemål. Utgångsmaterialet var en något mullhaltig lerig sand, vari ingick ca 1 % fingrus. För att öka den vattenhållande förmågan inblandades välförmultnad kärrtorvjord och en liten andel lerblandning. Den slutliga blandningen bestod av ca 50 % sand inklusive fingrus, 25 % mo, 15 % mjäla plus ler samt ca 10 % mull. Dess C/N-kvot var 17.

De fysikaliska och kemiska egenskaperna hos den nya matjorden efter tre års försök belyses av värdena i tabellerna 2, 4 och 5. Den torra skrymdensiteten (torra volymvikten) var hösten 1982 i genomsnitt 1010 kg/m^3 .

Vid matjordsbytet hösten 1979 grävdes först den befintliga matjorden ut för hand och transporterades bort från respektive försöksplats. Medeldjupet för utgrävning var 27-28 cm. Därefter inramades de utgrävda försöksrutorna med 33 cm höga och 2 mm tjocka grå PVC-skivor. Skivorna stagades upp med vinkelprofiler i hörnen. De trycktes ner så att översidan kom att ligga ca 5 cm högre än omgivande markyta.

I varje ruta påfördes ca $2,6 \text{ m}^3$ ny matjord. Ramarna fylldes till i jämnhöjd med övre kanten. Under vintern 1979/80 sjönk den pålagda matjorden något. Före sådden 1980 påfördes därför ytterligare ca $0,25 \text{ m}^3$ i varje ruta, vilket motsvarar en höjd av ca 3 cm. Totalt påfördes sålunda ca $2,85 \text{ m}^3$ ny matjord

per försöksruta. Den torra skrymdensiteten vid påförelsen var ca 800 kg/m^3 . Under försöksåren låg markytan i rutorna med ny matjord i nivå med eller högst ett par cm över omgivande markyta.

Vid Ålbo frös ramarna kring rutorna med ny matjord upp något under vintern 1980/81 och ytterligare en del under påföljande vinter. Våren 1982 fanns endast ca 10 cm kvar inunder markytan. Ramarna vid Ålbo togs därför bort och ersattes med plastfolie till 25-30 cm djup före vårbruket 1982.

Avskärmning av nederbörd

Avskärmningen av nederbörd i försöksleden 3 och 5 genomfördes med skärmar uppbyggda av en träramskonstruktion och ofärgad plastfolie. För varje försöksruta användes två skärmar med yttermått 2,15 m x 4,0 m (fig. 1). Plastfolien var 0,2 mm tjock, armerad Griffolynfolie. Plastfolien släpper inte igenom all inkommande kortvågig strålning. Den blir därtill något mjölkig efter en kort tids användning, vilket medför en viss reducering av den strålning som släpps igenom. Ramverk och regler medför också en reducering av instrålningen till bestånden under skärmar. I undersökningar av Torktoleransgruppen vid Sveriges lantbruksuniversitet (opublicerat) har man vid kontinuerlig registrering av den för växterna aktiva ljusinstrålningen funnit att skärmar av den typ vi använt medför en reducering med 30-40 %.

Av tidigare erfarenheter vet vi också att vindhastigheten blir lägre och att temperaturen och relativa luftfuktigheten blir något högre under genomskinliga skärmar.

Skärmarnas uppställning illustreras i fig. 2. Två närliggande försöksrutor (3 och 5) täcktes med 4 skärmar. Åsen ovanför gränsen mellan försöksrutorna täcktes med en ca 20 cm bred plåtprofil, springan mellan skärmarna över varje försöksruta täcktes med en plastfolieremsa. Vid gavlarna hängdes plastfolie ner till i höjd med skärmarnas nedre kant.

Marktäckning

Jorden till täckning av markytan blandades av ursprungsmaterial från samma lokaler och i samma proportioner som blandningen till ny matjord. Våren 1981 utlades en försöksruta - 6-1 i fältplanerna - vid Ålbo, Igelsta och Ultuna. Rutorna hade plöjts föregående höst och jämnades till före marktäckningen

med jordfräs och/eller handredskap. Efter täckningen bearbetades rutan för hand till 3-4 cm djup och besåddes. Ingen djupare bearbetning företogs under hösten 1981 eller våren 1982. Rutan besåddes med korn även 1982.

Våren 1982 utlades två nya likartade försöksytor, 6-II och 6-III. De hade grävts eller plöjts hösten 1981. De bearbetades endast grunt (3-4 cm) på våren efter utjämning och täckning. Vid Wadsbro lades en försöksruta med marktäckning ut våren 1982.

Marktäckningen innebar tillförsel inte bara av material (jord) utan även av näringsämnen. Av störst intresse är tillförseln av lättillgängligt kväve. Som tidigare anförts bör tillförseln av 3 cm jord som marktäckning ha inneburit att den årliga kväveminaliseringen ökat med 21 kg per ha.

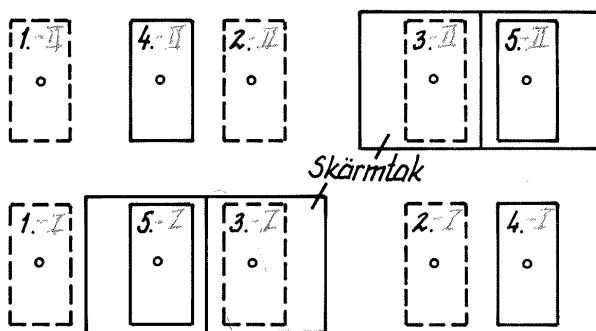
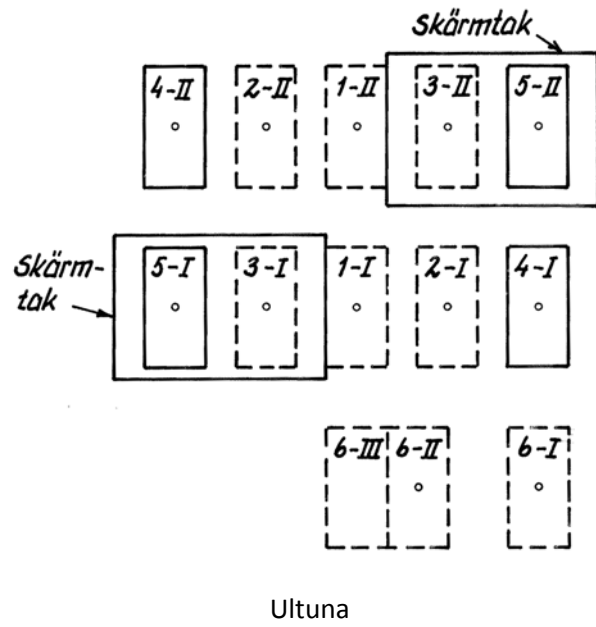
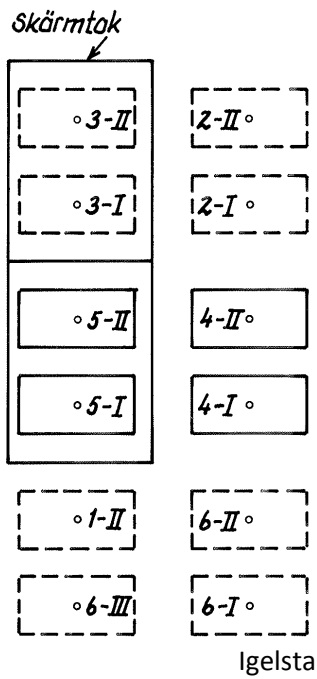
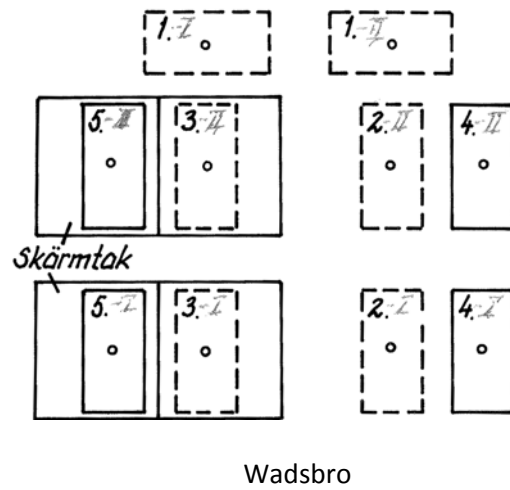
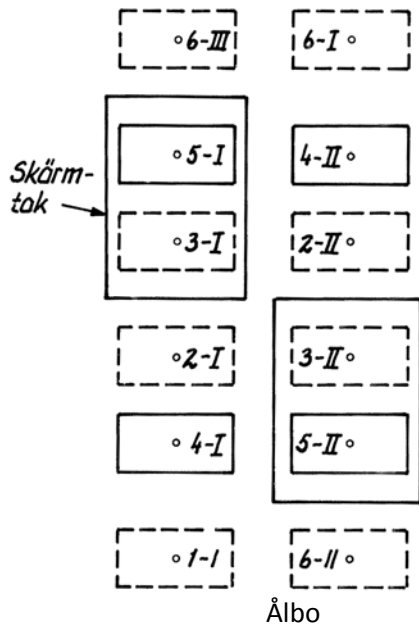


Fig. 1. Fältplaner

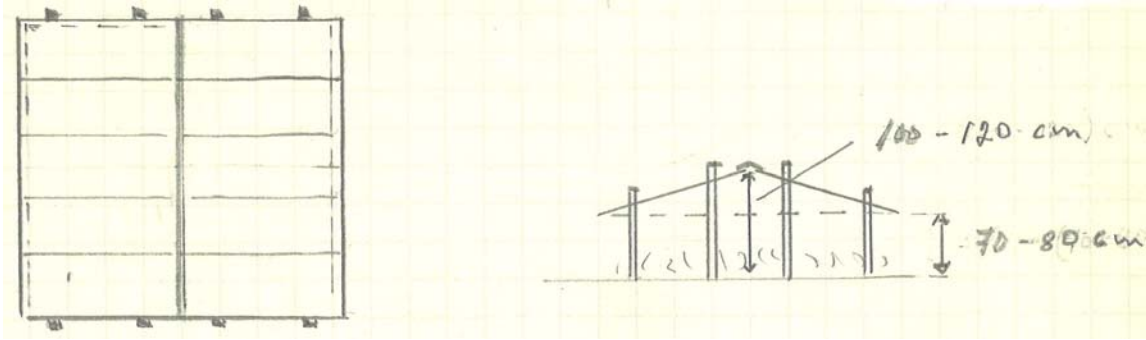


Fig.2. Principskiss över skärmarnas uppställning.

MÄTNINGAR, ANALYSER OCH OBSERVATIONER

Nederbörd och avdunstning

Nederbörden uppmättes med regnmätare typ Pluvius, avdunstningen med evaporimeter enligt Andersson (Andersson 1969). Mätarna var placerade med sin övre del 1,5 m över markytan i ett fritt läge invid respektive försök eller på högst ca 400 m avstånd (Kurö). Mätning utfördes fr.o.m. såtidpunkten t.o.m. skördedagen normalt tre gånger per vecka.

Evaporimeterns värden ger ett mått på de meteorologiska betingelserna för avdunstning (jfr Johansson 1969). Soligt, varmt, torrt och blåsigtt väder ger höga värden. Mulet, kyligt, fuktigt och lugtt väder ger låga värden.

Rotutveckling

Avsikten med rotstudierna har varit att få en så god bild som möjligt av hur stråsåds rötter tränger ner i och penetrerar olika skikt i marken samt av hur de påverkas av miljön, främst fuktighetsförhållandena. För att kunna genomföra studier i de olika försöksleden och vid flera tillfällen på varje plats har krävts en metodik, som icke är alltför tids- och arbetskrävande.

Vid Avdelningen för lantbrukets hydroteknik har tidigare genomförts rotstudier i fält på olika typer av jordar (Karlsson & Nilsson 1979, Valegård 1976, Wiklert 1960, 1961). På basis av erfarenheter från dessa arbeten och på grundval av litteraturstudier, bl.a. Köpke (1979), har vi utvecklat och tillämpat en metodik med räkning av antal rötter på olika djup under markytan, notering av typ av rötter och av rötternas kondition och utseende samt mätning av maximalt rotdjup. För rotstudierna utnyttjades spade, kniv, mätsticka (tumstock) samt en ram av lättmetall med måtten 25 cm x 100 cm.

Rotstudier i fält genomfördes i början av augusti 1981 i försöksleden 2, 4 och 6 (vid Wadsbro i leden 2, 3 och 4) samt vid 3-5 tillfällen 1982 i samtliga led med korn. Studierna tillgick på följande sätt. Först grävdes en grop till minst 2-3 dm under det maximala rotdjupet. Gropen gjordes så stor att en person skulle kunna sitta på huk och preparera fram rötter i en vertikal gropvägg. Under 1982 utnyttjades samma grop vid alla provtagningstillfällen. Den täcktes med svart PVC-folie i markyteplanet mellan tillfällena och fördjupades efterhand när så erfordrades.

Sedan gropen grävts eller fördjupats till under det maximala rotdjupet framtoogs en plan vertikal gropvägg vinkelrät mot såradena. Mot denna profilyta trycktes ramen försiktigt in med kortsidorna upp och ner. Alternativt hölls ramen först i ett lämpligt läge och markerades med kniven och togs sedan bort. Därefter påbörjades de direkta rotstudierna.

Med början nerifrån - under det maximala rotdjupet - petades först ett ca 1 cm tjockt vertikalt skikt av jord försiktigt bort med kniven vid varje dm-nivå. Därefter räknades och noterades antalet rötter längs den 25 cm horisontella sträcka där rötter petats fram. Endast rötter som med säkerhet kunde hänföras till årets gröda räknades. Det maximala rotdjupet inmättes och noterades.

När bestämningarna i varje dm-nivå avslutats preparerades rotsystemet i sin helhet försiktigt fram på profilväggen inom ramutrymmet. Detta skedde genom bortpetning av ca 1 cm jord över hela profilväggen. Därefter kunde antalet seminala (frö-) och nodala (kron-) huvudrötter räknas, liksom antalet förekommande sidorötter av olika ordning i skilda skikt. Vidare kunde rötternas längd, förgrening, friskhet och färg samt förekomsten och mängden av rothår studeras. En bild kunde sålunda erhållas av hela rotsystemets utbredning, utseende och allmänna kondition.

Under 1982 utnyttjades, som redan nämnts, samma grop vid alla rotstudier i en försöksruta. Fr.o.m. andra studietillfället grävdes först ett vertikalt skikt på ca 0,5 m bort från gropväggen. Om rotdjupet ökat sedan föregående tillfälle fördjupades också gropen. Därefter genomfördes studier på förut beskrivet sätt.

På grundval av bestämningar och observationer har rottdiagram eller rotprofiler av den typ som finns i fig 5 kunnat ritas. Antalet och ordningen av rötter i varje nivå speglar förhållandena i en tvärsnittsarea av ca 1 cm x 25 cm. Samtliga rotstudier har genomförts av Eva-Lou Gustafsson eller under hennes direkta överinseende. Under 1982 medverkade dåvarande agr.stud. Mikael Fast. E.-L. Gustafsson har ritat alla rottdiagram.

Under 1982 genomfördes i anslutning till rotstudierna i profilväggar även studier av rotfrekvens i brottytor på uttagna cylinderprov. Metodiken har beskrivits av bl.a. Köpke (1979). Vi gick tillväga på följande sätt. Först vattnades den yta, där prov skulle tas ut. (Propparna kunde annars inte tas ut hela ur

cylindrarna.) Med stål cylindrar (höjd 100 mm, diameter 72 mm) uttogs sedan 6 parallella prov per dm-skikt. Proven togs ur cylindrarna för hand och bröts itu. Antalet rötter i båda brottytorna räknades och noterades. Endast rötter som kunde förutsättas tillhöra årets gröda räknades. Studierna begränsades till högst tre dm-skikt per tillfälle. Resultat från studier vid Ålbo och Ultuna har redovisats i ett examensarbete av Gustafsson (1986)

Avslutningsvis vill vi redovisa några erfarenheter av de rotstudiemetoder som använts. Studier i profilväggar i fält ger en god bild av rotsystems utbredning, förgrening, utseende och kondition i en profil. Värden på maximalt rottdjup och maximalt djup hos det seminala rotsystemet är objektiva mått som kan användas för direkta jämförelser mellan tidpunkter och platser. Resultat rörande antal rötter och rotsystemets aktuella konfiguration och kondition är däremot i viss mån subjektiva. Man har ett beroende av markens byggnad, fuktighet m.m. Det är t.ex. svårt eller mycket svårt att studera och räkna rötter i torr och hård lerjord. Rotprofiler för starkt uttorkad mark är därför minst representativa.

Metoden att räkna rötter i tvärsnitt av uttagna jordprov är en objektiv men arbetskrävande metod. Det kan dock vara svårt att avgöra om en rot tillhör årets gröda. Den ger inte heller möjlighet till helhetsbild på samma eller motsvarande sätt som profilmotoden. Så kan t.ex. en rot som ser död ut i övre delen av en profil vara frisk och funktionsduglig längre ner. Jämförelser mellan resultat har visat att när rotfrekvensen är låg ger profilmotoden fler rötter per tvärsnittsarea än den mera direkta metoden att räkna rotfrekvens i brottytor på uttagna prov. Vid hög rotfrekvens har förhållandet varit omvänt.

Markvatteninnehåll

Förändringar i markens vatteninnehåll, som utgör resultat av rötternas upptagning av vatten och av hydrologiska processer, har bestämts genom återkommande mätningar av vatteninnehåll till ca 1 m djup. För skiktet 0-20 cm har använts gravimetrisk metodik, för djupare skikt neutronmetodik. Neutronbestämningar har kalibrerats med gravimetriska vattenhaltsbestämningar på varje försöksplats. Mätningförfarandet med respektive metod skall här kortfattat beskrivas.

Antalet mättillfällen i varje försöksled var 6 år 1980, 5 år 1981 och 3-5 år 1982.

Gravimetrisk vattenhaltsbestämning. Uttagning av prov har skett med jordborr. Utrustningen och metodiken för vägning och torkning har beskrivits av Johansson & Hallgren (1967). Med uppgifter om torr skrymdensitet från

den markfysikaliska karakteristiken har omräkning gjorts till volymprocent och mm vatten per dm-skikt.

Under 1980 och 1981 togs 4 prov per försöksled (2 per försöksruta) från skiktet 0-20 cm vid varje provtagningstillfälle. Under 1982 begränsades provtagningen till 2 prov per tillfälle från en försöksruta per led. Proven uttogs systematiskt i rutorna och med minst ca 3 dm avstånd från tidigare borrhålen. De delades i två dm-bitar efter upptagningen. Borrhålen fylldes med lös jord.

Fel. Standardavvikelsen för enskilda vattenhaltsvärden från gravimetrisk bestämning i matjorden kan enligt bestämmingar av Johansson & Hallgren (1967) antas vara 1,5 vol.-%. Medelvärden för skikten 0-10 och 10-20 cm får då standardavvikelsen 1,1 vol.-% (mm) vid 2 parallella prov och 0,75 vol.-% (mm) vid 4 parallella prov.

Bestämning med neutronmetodik. Utrustningen för bestämning av vattenhalt med neutronmetodik för djup större än ca 20 cm består i princip av en sond med en radioaktiv nuklid, som alstrar snabba neutroner, och en detektor för uppbromsade, långsamma neutroner samt av en räkneenhet, som registrerar och visar antalet detekterade långsamma neutroner (counts) per tidsenhet. Till en neutronmätare hör även en kabel mellan sond och räkneenhet samt ett neutronuppbromsande skydd. Dessutom erfordras rör för att sänka ner sonden i. Sådana sondrör installeras vanligen permanent för mätperioden.

Andelen neutroner som bromsas upp i jord ökar med stigande innehåll av vätekärnor. Vätekärnor är de mest effektiva neutronuppbromsarna i jord. Mätvärdet ökar således med stigande vattenhalt. Det är icke oberoende av jordarten (Haahr 1970). För varje jordart är antalet counts per tidsenhet mer eller mindre proportionellt mot volymsandelen vatten.

Varje mätvärde representerar förhållandena i en sfär med strålkälla och detektor som centrum. Radien i denna influens- eller mätsfär kan vara mindre än 10 cm i våt jord och 25 cm eller större i torr jord (Hillel 1980). Vid mätningar nära markytan försvinner snabba neutroner från marken.

I undersökningarna har använts en neutronmätare som tillverkats av och inköpts från Campbell Pacific Nuclear Corporation, Pacheco, Kalifornien. Sonden, betecknad CPN Model 503 Depthprobe, har en strålkälla av 50 m Ci ($\approx 2 \cdot 10^9$ Bq)

^{241}Am -Be och en detektorcell fylld av BF_3 -gas. Sondens längd är 0,41 m och dess diameter 47,4 mm. Räkneenheten, som betecknas CPN Model 503 Hydroprobe, är uppbyggd kring skyddet för strålkällan. Mättiden är 30 sekunder. Den kan icke varieras. Hela instrumentet inklusive skydd väger 7,7 kg.

Som sondrör har använts 2 tums Al-rör med en godstjocklek av 1,2 mm. Rörens inre diameter är 48,4 mm. Längden har varit ca 2 m. Rören är försedda med pålödda täta bottnar. Som lock har använts 0,30 m långa 2 3/4 tums Al-rör med pålödd cirkulär platta.

Sondrören har varit permanent nersatta till ca 1,5 m djup. Nersättning har skett efter borrhning med 2 tums spadborr. Jorden intill rören har trampats till så att inga sprickor uppstått och så att vatten inte kunnat rinna ner från ytan. Rör har varit placerade i alla bevuxna försöksrutorna och i en av de obevuxna rutorna i varje försök. Deras övre kant har nått 40-50 cm över markytan.

Mätning i fält har utförts på följande sätt. Först har avläsningar gjorts med sonden i transport- och förvaringsläge inne i skyddet. I de flesta fall har minst två sådana avläsningar utförts. De har gett ett medelvärde på den s.k. bakgrundsstrålningen och samtidigt utgjort en kontroll av mätarens funktion.

Efter bakgrundsmätningen har mätning genomförts i de olika försöksrutorna. Den första mätningen i varje sondrör har gjorts med sonden nedsänkt så att strålkälla och detektor befunnit sig 25 cm under markytan. (Under 1980 och 1981 gjordes även grundare mätningar.) Sonden har sedan sänkts stegvis med 10 cm per gång ner till 95 cm djup. Markeringar på kabeln mellan sond och räkneenhet har möjliggjort en noggrann djupbestämning och exakt 10 cm sänkning per gång. En avläsning har gjorts för varje nivå.

Som sammanfattning kan sägas att varje mätning med neutronutrustning omfattat avläsning i counts per 30 sekunder av bakgrundsvärde samt av värde för var 10:e cm från 25 cm till 95 cm djup i sondröret. Avläsningarna i sondrör (marken) har legat mellan gränsvärdena 8000 och 27000 counts och i de flesta fall utom för Kurö inom intervallet 12000-20000 counts per 30 sekunder. Erhållna värden har med hjälp av kalibreringssamband omräknats till volymprocent vatten för dm-skikten 20-30 cm t.o.m. 90-100 cm.

Medelvärdet för bakgrundsmätningarna ökade från år till år. Det var 1980 11566 counts per 30 sekunder (134 avläsningar), 1981 12093 (79) och 1982 12310 (28).

Kalibrering. Parallella neutronmätningar och gravimetriska vattenhaltsbestämningar har genomförts 5-8 gånger per försöksplats. Tidpunkter och försöksled har valts med tanke på att få en så stor spridning som möjligt i vattenhaltsvärden för varje plats. Gravimetriska prov har tagits inom en meters avstånd från sondrören och i de flesta fall till en meters djup. I regel har 3 eller 4 borrhstick uttagits vid varje tillfälle. Uppdelning har skett i dm-skikt. En neutronavläsning har gjorts vid mittpunkten för varje dm-skikt.

Samband vattenhalt-counts per tidsenhet. Ingående studier, inklusive framtagning av regressions samband, har genomförts för varje försöksplats och för olika markskikt rörande samband mellan sammanhörande värden på vattenhalt och counts per tidsenhet. På basis härav har vi valt att ta fram fyra regressions samband. Dessa ekvationer har sedan använts för omräkning av counts-värden från rutinmätningar till vattenhaltsvärden. Alla värden från neutronmätningarna 1980 och 1981 - både från kalibrerings- och rutinmätningar - har korrigerats med hänsyn till ökningen i bakgrundsvärden. Sålunda har counts-värden från 1980 multiplicerats med 1,065 och counts-värden från 1981 multiplicerats med 1,020.

Följande regressions samband mellan vattenhalt (w) i volymprocent och counts per 30 sekunder (counts) har erhållits och använts (n = antal värdepar, r^2 = determinationskoefficient).

1. Ålbo (30-100 cm), Wadsbro (20-100 cm) och Ultuna (30-100 cm)

$$w = -7,87 + 0,00233 \times \text{counts} \quad \begin{array}{l} n = 137 \\ r^2 = 0,852 \end{array}$$

2. Igelsta (30-100 cm)

$$w = 0,08 + 0,00202 \times \text{counts} \quad \begin{array}{l} n = 57 \\ r^2 = 0,823 \end{array}$$

3. Ålbo (20-30 cm), Igelsta (20-30 cm) och Ultuna (20-30 cm)

$$w = 6,14 + 0,00165 \times \text{counts} \quad \begin{array}{l} n = 23 \\ r^2 = 0,754 \end{array}$$

4. Kurö (20-100 cm)

$$w = -16,68 + 0,00279 \times \text{counts} \quad \begin{array}{l} n = 18 \\ r^2 = 0,851 \end{array}$$

För Ålbo, Igelsta och Ultuna erhöles genomgående en skillnad mellan skiktet 20-30 cm och djupare skikt i relationen mellan vattenhalt och counts per tidsenhet. Vid höga vattenhalter och counts-värden var relationen i regel ungefär densamma. När vattenhalten minskade blev antalet counts per tidsenhet relativt sett allt lägre i skiktet 20-30 cm. Vid en viss låg vattenhalt blev antalet counts per 30 sekunder sålunda normalt lägst i skiktet 20-30 cm. Orsaken härtill förmodas vara att en del av strålkällans snabba neutroner försvunnit från marken dvs. att influenssfären haft större radie än 25 cm. Ingenting tyder på att så skulle ha varit fallet vid Wadsbro och Kurö.

Regressionssambanden för Igelsta (30-100 cm) och Kurö avviker relativt mycket från motsvarande samband för de andra jordarna. Beträffande Igelsta är detta något förvånande, då jorden har ungefär samma mekaniska sammansättning som Ultuna.

Fel. Enligt tillverkaren kan vattenhalter kring 15 vikt-% bestämmas med en noggrannhet av 0,15 vikt-%. Det innebär att vattenhalter på 20-25 vol.-% kan bestämmas med en noggrannhet av 0,20-0,25 vol.-%.

Sambanden enligt ovan har formen $w \text{ vol.-%} = a + b \times \text{counts}$, där konstanten a och koefficienten b erhållits vid regressionsanalys. Med värden från regressionsanalysen har standardavvikelsen i erhållna värden på vatteninnehåll w kunnat bestämmas till 2,7, 2,9, 4,4 respektive 7,2 vol.-% för sambanden 1 t.o.m. 4. Dessa värden, som baserats på medeltal för counts, innefattar variation i a och b samt felvariation till följd av spridningen i emission av snabba neutroner från källan. Standardavvikelsen för neutronernas emission uppgick till mellan 0,35 och 0,49 vol.-%.

De anförda värdena på standardavvikelsen för w visar på dålig precision i bestämning av vatteninnehåll. Sämst är precisionen för sambandet rörande skiktet 20-30 cm (nr 3) och för Kurö (nr 4). Dessa samband är baserade på lägst antal observationer.

Förändringar i vatteninnehåll eller vattenhalt från en tidpunkt till en annan kan däremot bestämmas med relativt god precision. Vid noggrann djupplacering av sonden med källa och detektor i sondröret kan felvariationen orsakad av parametrarna a och b sättas lika med noll (Gardner 1986). Undantag är om det finns markanta gränser eller våtfronter som starkt påverkar influenssfärens form och storlek.

Standardavvikelsen till följd av enbart variationen i neutronemission blir störst vid höga vattenhalter dvs. vid höga värden på counts. Beräkningar enligt Gardner (1986) har gett medelvärdet 0,72 vol.-% (0,68 - 0,78) för jordarna och skikten till sambanden 1, 2 och 4 samt 0,94 vol.-% för skiktet 20-30 cm i samband 3 vid 21000 counts för de rena mineraljordarna och 27000 counts för Kurö. Motsvarande värden på standardavvikelsen mellan medeltal för dm-skikts vatteninnehåll vid två tidpunkter blir 1,02 (0,98 - 1,10) och 1,33 vol.-%.

Fel i större skikts vatteninnehåll och vatteninnehållsdifferenser. Värdena på standardavvikelsen för enskilda skikt har använts för att beräkna standardavvikelsen för vatteninnehåll vid enskilda tidpunkter och för differenser i vatteninnehåll mellan tidpunkter för skikten 0-30, 0-50 och 0-100 cm (tabell 8). Resultaten visar att vatteninnehållet vid enskilda tidpunkter blivit bestämt med förhållandevis dålig precision. Speciellt är det fallet för Kurö. Vid en konfidensgrad av 95 % är konfidensintervallet \pm ca 2 gånger angivna värden på standardavvikelsen. För Ålbo, Igelsta och Ultuna bör sålunda vatteninnehåll för skikten 0-30, 0-50 och 0-100 cm ligga inom felgränserna \pm 9, \pm 12 respektive \pm ca 17 mm.

Differenser i skiktens vatteninnehåll mellan olika tidpunkter har kunnat bestämmas med god precision. De värden som anges i tabell 8 gäller för höga vattenhalter vid neutronmätning då felet bör vara störst. Felgränserna i vatteninnehållsdifferenser vid 95 % konfidensgrad är \pm 3,6 mm för skiktet 0-30 cm, \pm 4,0 mm för skiktet 0-50 cm och \pm 5,2 mm för skiktet 0-100 cm.

De fel som hittills behandlats gäller det totala vatteninnehållet och differenser i totalt vatteninnehåll. I det följande redovisas mest innehåll av upptagbart vatten (se t.ex. fig.10). Varje sådant värde har erhållits som differens mellan totalt vatteninnehåll och vatteninnehåll vid vissningsgränsen. Då ett vissningsgränsvärde kan anses konstant, bör felet i totalt vat-

Tabell 8. Standardavvikelse s för större skikts vatteninnehåll och för tidsdifferenser i vatteninnehåll.

Skikt cm	s för vatteninnehåll, mm			s för tidsdifferen- ser i vatteninne- håll, mm
	Ålbo, Igelsta, Ultuna	Wadsbro	Kurö	
0-30	4,5	3,0	7,3	1,8
0-50	6,0	5,0	12	2,0
0-100	8,7	8,0	20	2,6

teninnehåll och i differenser i totalt vatteninnehåll också gälla för mängden upptagbart vatten och för differenser i mängd upptagbart vatten.

Om något skikt av marken är upptorkat längre än till vissningsgränsen, ger differensen mellan markens totala vatteninnehåll och dess vatteninnehåll vid vissningsgränsen ett för lågt värde på mängden upptagbart vatten. Den verkliga volymen tillgängligt vatten erhålles då genom summering av delmängder upptagbart vatten för enskilda provtagnings-skikt. Denna summerade volym överstiger skillnaden mellan totalt vattenförråd och totalt förråd vid vissningsgränsen med lika stor volym som uttorkningen totalt understiger vissningsgränsen i ett eller flera ytskikt. Fel av det här slaget har inte beaktats i redovisade resultat av mängden upptagbart vatten. De kan förekomma vid stark uttorkning. Ju högre vattenhalten vid vissningsgränsen är, desto större kan de vara.

Beståndsutveckling

Kornets tillväxt och utveckling ovan jord följdes genom räkning av antal skott, mätning av skott- eller strållängd och bestämning av utvecklingsstadium. Dessa studier genomfördes i alla försöksrutor vid 2 tillfällen under 1980 och 4-6 tillfällen per försök under 1981 och 1982. Räkning av skott begränsades dock till 2-3 gånger per år.

Bestämningarna utfördes i två rader på en fast sträcka av 0,5 m. Sträckan valdes efter kornets uppkomst i en representativ del av varje försöksruta. Skottlängden bestämdes som medeltal av plantornas längsta skott med hjälp av tumstock. Vid liggsäd restes beståndet för hand. Utvecklingsstadiet bestämdes enligt Feekes skala (tabell 9).

Vid bestämningarna gjordes observationer och noteringar av eventuella torkskador, grönskott, näringsbristsymptom, växtsjukdomar och skadedjursangrepp. Observationer rörande dessa förhållanden gjordes dessutom vid andra besök på försöksplatserna.

Tabell 9. Utvecklingsstadier hos stråsäd enligt Feekes skala (efter Keller & Baggiolini 1954).

Stadium nr	Beteckning	Stadium nr	Beteckning
1	Groningsstadiet	14	Axgång; begynnelsefas
2	Uppkomststadiet	15	- " - ; huvudfas
3	Ettbladsstadiet	16	- " - ; slutfas
4	Tvåbladsstadiet	17	Blomning; begynnelsefas
5	Trebladsstadiet	18	- " - ; slutfas
6	Bestockning; begynnelsefas	19	Frösättning
7	- " - ; huvudfas	20	Mjölkmodnad
8	- " - ; slutfas	21	Degmodnad
9	Stråskjutning; begynnelsefas	22	Gulmodnad
10	- " - ; ennodsstadiet	23	Fullmodnad
11	- " - ; tvånodsstadiet	24	Dödmognad
12	- " - ; sistabladsstadiet		
13	- " - ; ligulastadiet		

Bestämningar vid skörd

Skördeprov för bestämning av kärn- och halmavkastning och för kärnanalys uttogs från två ytor à 0,36 m² per försöksruta. Skörden genomfördes för hand med hjälp av sax. En kort - ca 2 cm - och jämn stubb lämnades kvar.

På kärnprov från varje försöksled och plats bestämdes vattenhalten vid skörd, rymdvikten, 1000-kornvikten och kvävehalten. På halmproven bestämdes enbart vattenhalten. Antalet skördade kärnor per ha samt hektarskördar av kärna, halm och kväve i kärna har sedan beräknats.

ÅRLIGA BRUKNINGS- OCH SKÖTSELÅTGÄRDER

Försöken har så långt möjligt brukats och skötts på likartat sätt. Här skall först redogöras för jordbearbetning, sådd och skörd samt gödsling. Därefter ges för varje försöksplats en översikt över tidpunkter för olika åtgärder och över specifika förhållanden och åtgärder.

Jordbearbetning, sådd och skörd

Såbäddsberedningen utfördes med jordfräs och handredskap - handkultivator och kratta - i försöksleden 2 och 3 vid Ålbo, Wadsbro, Igelsta och Ultuna

samt med enbart handredskap i alla försöksled med korn vid Kurö och i leden 4-6 i övriga försök. Försöksled 1 bearbetades på våren på samma sätt som försöksleden 2 och 3. I försök där marktäckning skedde 1981 och 1982 - alla utom Kurö - bearbetades den höstplöjda marken grunt med jordfräs och handredskap innan ca 3 cm mullrik sand påfördes.

Sådden utfördes med en enradig handsåmaskin av märket Sembler. Radavståndet var 12,5 cm. Korn av sorten Tellus användes i alla försök under alla tre åren. Utsädesmängden var 190-200 kg/ha.

På hösten grävdes försöksleden 1-3 för hand till ungefär normalt plöjningsdjup. Leden 4-6 bearbetades däremot endast grunt med handkultivator inför nästa års försök. Hösten 1981 stubbearbetades alla försök och försöksled med handkultivator en tid före grävning eller slutlig bearbetning med handredskap.

De delar av försöksrutorna som ej utnyttjades för uttag av skördeprov skördades med lie. Halm och kärna bortfördes från rutorna.

I försöksled 1, som ej bar gröda, utfördes mekanisk ogräsbekämpning för hand vid flera tillfällen varje sommar för att hålla markytan fri från ogräs.

Gödsling

Försöken gödslades enbart med handelsgödsel och endast på våren i anslutning till sådden. Gödseln spriddes ut för hand och i regel före sådden.

Det första året gödslades försöksleden 2 och 3 med respektive försöksvärdars gödselmedel och mängder. Ingen gödsling skedde dock 1980 vid Ultuna, där relativt stora gödselmängder tillförts föregående vår och stallgödsel utspritts och plöjts ner hösten 1979. I övriga försök var kvävegivan i leden 2 och 3 mellan 72 och 82 kg/ha våren 1980 (tabell 10). Leden med ny matjord - 4 och 5 - gavs denna vår 625 kg/ha av NPK 11-5-18.

Åren 1981 och 1982 gödslades alla försök lika. Våren 1981 fick leden 2 och 3 400 kg/ha NPK 20-5-9 och leden 4 och 5 400 kg/ha NPK 11-15-18. Våren 1982 gödslades samtliga bevuxna försöksled med 550 kg/ha NPK 11-5-18.

I de marktäckningsrutor (led 6), som utlades våren 1981, gödslades först med 200 kg/ha NPK 20-5-9 på den frästa och utjämnade tiltan och sedan med 300 kg/ha NPK 11-5-18 ovanpå det pålagda skiktet av mullrik sand. Våren 1982 gavs led 6 550 kg/ha NPK 11-5-18.

Tabell 10. Årlig gödsling, kg/ha, av kväve (N), fosfor (P) och kalium (K).

År	Försöksplats	Försöksled 2 och 3			Försöksled 4 och 5			Försöksled 6		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K
<u>1980</u>	Ålbo	82	28	54	69	31	113			
	Wadsbro	80	0	0	69	31	113			
	Igelsta	80	24	24	69	31	113			
	Ultuna	0 ¹⁾	0 ¹⁾	0 ¹⁾	69	31	113			
	Kurö	72	18	0	69	31	113			
<u>1981</u>	Alla försök	80	20	36	44	20	72	73	25	72
<u>1982</u>	Alla försök	60	28	99	60	28	99	60	28	99

1) Relativt stora handelsgödselmängder våren 1979 och stallgödsel hösten 1979.

Ålbo

1980. Vårbruk - såbäddsberedning, gödsling och sådd - utfördes den 9 maj. Försöksleden 1-3 hade dock sladdharvats några dagar tidigare av försöksvärden. Leden 2 och 3 gödslades med 300 kg/ha NPK 20-6-6 och 200 kg/ha NPK 11-5-18.

Skärmtak - över leden 3 och 5 - uppsattes i veckan 19-25 maj. Beståndet var då i tvåbladsstadiet.

Försöket skördades den 3 september.

1981. Vårbruk och utläggning av försöksruta med marktäckning (led 6) utfördes den 14 maj. Alla försöksled med korn bevattades med ca 10 mm den 4 juni med en s.k. skinneranläggning.

Skärmar uppsattes den 23 juni. Då var beståndet i bestockningens slutfas i led 3 och i början av stråskjutningen - en- till tvåbladsstadiet - i övriga försöksled.

Sprutning mot bladlöss företogs den 21 juli.

Försöket skördades den 8 september. Stubbearbetning företogs den 21 september.

1982. Vårbruk och utläggning av två nya marktäckningsrutor utfördes den 14 maj. Det var besvärligt att få bra bruk i leden 2 och 3, och därför nödvän-

digt att köra fyra gånger med jordfräs i dessa led. På ytor för ny marktäckning kördes tre gånger med fräs.

Försöksleden 2 och 3 vältades den 28 maj i avsikt att få sönder jordkokor och bättre täckning av utsädet.

Hela försöket bevattnades med ca 15 mm den 16 juni.

Skärmtak uppsattes den 23 juni. Beståndet var då i bestockningens begynnelsefas i leden 2 och 3, i bestockningens slutfas i leden 4 och 5 samt i ennodsstadiet av stråskjutningen i led 6.

Försöket skördades den 23 augusti.

Wadsbro

1980. Vårbruk utfördes den 7 maj. Försöksleden 1-3 hade då sladdharvats några dagar tidigare av försöksvärden. Leden 2 och 3 gödslades med ca 285 kg/ha N 28.

Skärmtak uppsattes den 22 maj. Beståndet var då i två- till trebladsstadiet. Samtidigt sprutades mot kornjordloppor.

Försöket skördades den 4 september.

1981. Vårbruk ägde rum den 29 april.

Skärmar uppsattes den 1 juni. Beståndet var då i huvudfas till slutfas av bestockningen i leden 2 och 3 samt i begynnelsefas av stråskjutningen i övriga försöksled. Skärmarna skadades vid blåst 8-9 juni och reparerades den 10 juni. Det övertäckta ledet 3 fick högst 10 mm regn under dagarna 8-10 juni.

Försöket skördades den 25 augusti och stubbearbetades den 24 september.

1982. Vårbruk utfördes den 27 april. Besprutning mot kornjordloppor företogs den 24 maj.

Skärmar sattes upp den 7 juni. Beståndet var då i tvåbladsstadiet i leden 2 och 3, i trebladsstadiet i leden 4 och 5 samt i bestockningens slutfas i led 6.

Försöket skördades den 11 augusti.

Igelsta

1980. Vårbruk utfördes den 8 maj. Leden 1-3 hade då sladdharvats några dagar tidigare av försöksvärden. Leden 2 och 3 gödslades med 400 kg/ha NPK 20-6-6.

Skärmar sattes upp i veckan 19-25 maj. Beståndet var då bäst utvecklat - i tvåbladsstadiet - i försöksleden 4 och 5. Leden 2 och 3 bevattnades med ca 10 mm i veckan 26 maj-1 juni. Bevattningen utfördes med skinnerspridare i led 2 och för hand med strilförsedd kanna i led 3.

Försöket skördades den 1 september.

1981. Vårbruk och utläggning av försöksruta med marktäckning genomfördes den 11 maj. Alla bevuxna försöksled bevattnades med ca 10 mm den 4 juni.

Skärmar uppsattes den 30 juni. Beståndet var då i begynnelsefas av stråskjutningen i leden 2 och 3 samt i stråskjutningens tvånodsstadium i leden 4-6.

Sprutning mot våtarv företogs den 21 juli.

Försöket skördades den 10 september och stubbearbetades den 24 september.

1982. De två nya rutorna med marktäckning utlades i slutet av april. Vårbruk utfördes den 10 maj. Såbäddsberedningen gick då bra; försöksleden 2 och 3 frästes två gånger.

Leden 2 och 3 vältades den 28 maj i avsikt att få sönder jordkokor och bättre täckning av utsädet. Hela försöket bevattnades med ca 15 mm den 16 juni.

Skärmtak sattes upp den 23 juni. Beståndet var då i bestockningens begynnelsefas i leden 2 och 3 samt i ennodsstadiet av stråskjutningen i leden 4-6.

Försöket skördades den 26 augusti.

Ultuna

1980. Vårbruk utfördes den 9-10 maj. Ingen handelsgödsel gavs till leden 2 och 3.

Skärmtak sattes upp i början av veckan 26 maj-1 juni. Beståndet var då i två- till trebladsstadiet. Senare i samma vecka bevattnades leden 2 och 3 med ca 10 mm på samma sätt som vid Igelsta.

Försöket skördades den 29 augusti.

1981. Vårbruk och utläggning av försöksruta med marktäckning utfördes den 4 maj.

Skärmtak uppsattes den 15 juni. Beståndet var då i huvudfas- till slutfas av bestockningen.

Den 23 juli besprutades leden 3 och 5 med Baylethon mot bladlöss.

I början av augusti förstördes rutan till led 6 av fåglar. Beståndet var där bättre än i övriga led. Alla försöksrutor i leden 2-5 täcktes med fågelnet.

Försöket skördades den 27 augusti. Kvickrotsbekämpning med Glyfosat genomfördes den 14 september i alla försöksled.

1982. Utläggning av nya marktäckningsrutor och vårbruk utfördes den 26 april. All gödsel tillfördes genom övergödsling omedelbart efter sådden.

Skärmtak sattes upp den 9 juni. Beståndet var då i bestockningens huvudfas.

Försöket skördades den 17 augusti.

Kurö

1980. Vårbruk utfördes den 10 maj. Leden 2 och 3 gödslades med 300 kg/ha NP 26-6.

Skärmtak sattes upp i veckan 19-25 maj. Beståndet var då i tvåbladsstadiet. Leden 2 och 3 bevattnades som vid Igelsta och Ultuna med ca 10 mm i veckan 26 maj-1 juni.

Försöket skördades den 1 september.

1981. Vårbruk skedde den 27 april. Hjälpssådd - efter fågelskador - företogs den 17 maj. De besådda försöksrutorna hölls sedan övertäckta med fågelnet under 10 dagar.

Skärmtak sattes upp den 2 juni. Beståndet var då i huvudfas-slutfas av bestockningen i leden 2 och 3 samt i stråskjutningens begynnelsefas i leden 4 och 5. Några skärmar blåste av under helgen 14-15 juni men sattes upp igen den 16 juni. Försöksrutan till led 3 i block II fick ett par mm regn under dessa dagar.

Hela försöket besprutades mot ogräs den 22 juli.

Försöket skördades den 24 augusti och stubbearbetades den 24 september.

1982. Vårbruk utfördes den 23 april.

Skärmtak sattes upp den 25 maj. Beståndet var då i trebladsstadiet i leden 2 och 3 samt i bestockningens begynnelsefas i leden 4 och 5.

Besprutning mot ogräs företogs den 8 juni.

Försöket skördades den 11 augusti.

RESULTAT FRÅN ÅLBO, VÄSTERFÄRNEBO; MULLFATTIG MJÄLIG LÄTTLERA

Beståndsutveckling

1980. Bra såbädd och jämn uppkomst erhöles i samtliga försöksled. Bestockning började ske i månadsskiftet maj-juni.

Den 25 juni, en månad efter uppsättning av skärmar i leden 3 och 5, var beståndet längst och tätast i led 4 samt kortast och glesast i led 3 (tabell 11). Avskärmningen av nederbörd hade medfört ett kortare och glesare bestånd. Leden med ny matjord - 4 och 5 - hade flest skott.

Skillnaderna mellan försöksleden blev successivt större under resten av sommaren. I mitten av juli (tabell 11) var beståndet bra i led 2 och mycket bra, med tendens till liggsäd, i led 4. I led 3 var det grönt, gles och dåligt. I led 5 var det bättre än i led 3 men ljusare och fläckvis gulnande.

Fr.o.m. mitten av augusti fanns det en del liggsäd i led 4.

1981. Uppkomsten blev något ojämn i leden 4-6. I leden 2 och 3 växte kornet långsamt den första tiden. Bevattning sattes därför in den 4 juni - i alla led. Den medförde en svag tillslamning och skorpbildning i 2 och 3.

I mitten av juni var beståndet fortfarande något ojämnt i leden 4-6. Det svala och regniga vädret under juni och i början av juli befrämjade dock tillväxt och utveckling (fig. 3).

Tabell 11. Data från beståndsstudier vid Ålbo 1980.

	Försöksled	Utvecklingsstadium	Längd cm	Antal skott per m
25 juni	2	12	45	113
	3	12	35	55
	4	12-13	60	163
	5	14	45	74
16 juli	2	16	85	-
	3	16	58	-
	4	16	110	-
	5	16	70	-

Lokalt mycket stora regnmängder 24-26 juni (43 mm) och 29 juni-1 juli (43 mm) medförde kortvarigt höga vattenhalter och vattentransporter i matjorden. Då blev även matjorden i övertäckta led (3 och 5) uppfuktad.

Beståndet utvecklades snabbast, blev längst och hade störst antal skott per ytenhet i leden 4-6 (fig. 3). Avskärmningen av nederbörd medförde ökad strå-
längd. År 1980 var resultatet omvänt. På den orörda profilen blev beståndet under skärm (led 3) glesare än utanför. De inbördes skillnaderna mellan leden 2-4 är mindre än 1980.

1982. I leden 2 och 3 blev såbädden detta år ej lika bra som 1980 och 1981. Sådjuget var 4-5 cm i leden 2 och 3 samt 3-4 cm i 4-6.

Under ca 2 veckor efter sådden (14 maj) var vädret kyligt och ostadigt. Detta medförde att uppkomsten blev sen; först den 25 maj i leden 4-6, senare och ojämnare i leden 2 och 3. En veckas högsommarvärme fr.o.m. slutet av maj påskyndade dock tillväxt och utveckling. Alla bevuxna led skadades av frost den 8 juni. Skadorna var störst i leden 2 och 3.

Väderleken under resten av sommaren medförde ett kort bestånd i alla led (fig. 4).

Även detta år utvecklades kornet snabbast samt blev tätast och längst i leden med ny matjord och marktäckning. Avskärmning av nederbörd gav ett kortare och glesare bestånd oberoende av typ av jordprofil. I mitten av augusti var antalet skott per ytenhet under skärmarna 60-65 % av antalet i motsvarande led utan skärmar.

Rotutveckling

1981. Studier i profilvägg genomfördes den 11 augusti i leden 2, 4 och 6 (fig. 5). I led 4 företogs de omedelbart utanför PVC-ramen kring försöksrutan. Ramens nedre kant har i figuren markerats med en heldragen linje. Den streckade linjen anger gränsen mellan ny matjord och alv. Rotbilden i matjorden innanför ramen har bestämts efter uppdragning av plantor. Den har därför streckats i figuren.

Matjorden var genomvävd av rötter i de tre leden. Rötterna var kraftigast och gick ända upp mot ytan i led 6. Där fanns också ett stort antal sidorötter. Rotdjupet var maximalt 55 cm. Störst rotfrekvens i alven hade led 4, minst hade led 2. Huvuddelen av rötterna var ljusbruna, torra och sköra. Det fanns inga levande rothår.

1982. Rotstudier genomfördes 23 juni, 6 och 15 juli samt 12 augusti. Rotbilder finns i fig. 6-9

Studierna den 23 juni gjordes i anslutning till uppsättningen av skärmar. Leden 2 och 3 respektive 4 och 5 hade sålunda fram till denna tidpunkt behandlats lika under året och kan därför ses som två försöksled, 2-3 respektive 4-5. Det maximala rotdjupet var 17 cm i led 2-3, 48 cm i led 4-5 och 27 cm i led 6. Led 2-3 hade få seminala huvudrötter med många sidorötter \leq 1 cm och rikligt med rothår. Nodala rötter (kronrötter) saknades. Led 4-5 hade betydligt fler och längre seminala huvudrötter, som praktiskt taget helt saknade sidorötter (fig. 6). Matjorden var genomvävd av rötter, särskilt från 10 cm djup och nedåt. Varje planta hade 4-9 nodala rötter av \leq 6 cm längd. I led 6 fanns ett rikt grenverk av seminala rötter ned till 20 cm djup. Sprickor på 10-20 cm djup var beklädda med rötter. Plantorna hade 3-10 nodala rötter av \leq 4 cm längd.

Under perioden 23 juni-6 juli var rottillväxten störst i leden 4-6. Det maximala rotdjupet den 6 juli var 20 cm i led 2, 25 cm i led 3, 55 cm i led 4, 75 cm i led 5 och 32 cm i led 6. I led 2 fanns ganska många rötter i skiktet 3-12 cm och många sidorötter av 2-4 cm längd. I led 3 fanns relativt många rötter i skiktet 4-15 cm. Rötterna var knotiga och hade många sidorötter. I led 4 var matjorden genomvävd av rötter nästan ända upp i ytan. Rotfrekvensen avtog sedan långsamt ner till 45 cm djup. Rotgenomvävnaden var sämre i led 5, speciellt under matjorden, där rötter huvudsakligen förekom i sprickor. I led 6 var matjorden (0-25 cm) genomvävd av rötter ända upp i ytan. Förekommande sprickor var helt beklädda med rothåriga rötter. Levande nodala rötter förekom ej i något försöksled.

Under tiden 6-15 juli skedde ingen nämnvärd förändring i rotsystemens utbredning (fig. 7 och 8). Det maximala rotdjupet den 15 juli var 23 cm i led 2, 20 cm i led 3, 75 cm i led 4, 66 cm i led 5 och 45 cm i led 6. I led 2 fanns rikligt med små sidorötter men endast ett fåtal förgreningar. Plantorna hade upp till fem nya nodala friska rötter av maximalt 5 cm längd. Även i

led 3 fanns rikligt med korta sidorötter (0,5-1,5 cm) men inga förgreningar. Nodala rötter hade utvecklats sedan den 6 juli. Några var lika långa (8-9 cm) som flertalet frörötter. I led 4 fanns gott om rötter i profilens översta 5 cm. Därunder var rotfrekvensen lägre än den 6 juli. I skiktet 50-75 cm fanns många sidorötter av 5-7 cm längd. Hela profilen i led 4 hade både friska och torra, ljusbruna eller bruna rötter. Nodala rötter förekom i matjorden. I led 5 var matjorden och den övre delen av alven relativt starkt uttorkade (jfr fig. 16!) men ändå väl genomrotade. Torra och bruna rötter förekom. Nodala rötter med upp till 9 cm längd höll på att tillbakabildas. I led 6 var några seminala rötter förgrenade. Det fanns många nya friska nodala rötter av 3-8 cm längd, vilka var rikligt försedda med rothår.

Under perioden 15 juli-12 augusti fördjupades och förgrenades rotsystemet i alla led men speciellt i led 2 (fig. 8 o. 9). Ovan jord var tillväxten däremot relativt liten under denna period (fig. 4). Det maximala rotdjupet den 12 augusti var 65 cm i led 2, 35 cm i led 3, 85 cm i led 4, 75 cm i led 5 och 65 cm i led 6. I alla led var de flesta rötter torra och sköra, ljusbruna eller bruna. Det fanns inga levande sidorötter eller rothår.

Fr.o.m. den 6 juli genomfördes även rotfrekvensundersökningar på cylinderprov. De hade störst omfattning i leden 4-6. I tabell 12 redovisas medelvärden för antal rötter per 100 cm² horisontell yta. Värdena gäller för mitten av respektive skikt.

Tabell 12. Rotfrekvens vid Ålbo 1982.

Försöks- led	Skikt cm	Antal rötter/100 cm ² , m:tal		
		6/7	15/7	12/8
4	30-40	6,2	6,7	6,2
	40-50	2,7	2,2	4,9
5	30-40	12,9	6,7	5,4
	40-50	7,1	3,6	3,1
6	15-25	17,8	3,6	-
	30-40	-	1,3	3,6

Värdena i tabellen är föga korrelerade till antalet rötter i respektive skikt bestämt vid profilväggsstudierna (fig. 7-9). Detta framgår bl.a. vid jämförelser mellan frekvenser och rotbilder för leden 4 och 5 den 6 juli (fig. 7).

Vattenupptagning och avdunstning

Resultaten från vattenhaltsbestämningarna skall här redovisas i diagram över mängden upptagbart vatten i skikten 0-30, 30-50 och 50-100 cm vid olika tidpunkter, i diagram visande vattenhaltsfördelningen i marken till 1 m djup vid skilda tidpunkter under 1982 samt i diagram över vattenhaltsfördelningen i marken vid tidpunkten för skörd varje år. På basis av vattenhaltsbestämningar och mätningar av nederbörd och bevattning har det också varit möjligt att beräkna evapotranspirationens storlek. Resultaten redovisas i separata diagram.

1980. I det obevuxna ledet 1 hade skikten 30-50 och 50-100 cm i stort sett konstanta vatteninnehåll under sommaren (fig.10). Det innebär bl.a. att upptorkning till följd av avdunstning från markytan ej bör ha skett till mer än högst 30 cm djup. Under försommaren och i slutet av augusti innehöll skikten 0-30 och 30-50 cm minst lika mycket vatten som kapaciteten för respektive skikt vid 1,0 m dräneringsdjup. Avrinning till djupare skikt kan således ha skett under dessa perioder.

Även i led 2 hade skiktet 50-100 cm nästan konstant vatteninnehåll, vilket pekar på att knappast något vatten togs upp av rötter från detta skikt. Matjorden torkades ut starkare än i led 1 men blev återfyllt i slutet av augusti. Liksom i övriga bevuxna led fanns det under hela sommaren förhållandevis mycket upptagbart vatten i den övre halva metern.

I leden 3-5 avtog vatteninnehållet mer eller mindre successivt i skikten 30-50 och 50-100 cm t.o.m. mitten av augusti. Upptagning av vatten skedde således även från profilens undre halva meter. Detta illustreras även i fig.11. Alla tre leden uppvisar dock ungefär lika stor och praktiskt taget konstant vatteninnehåll i skiktet 90-100 cm. Det tyder på att inget vatten tagits upp av rötter från större djup än 90 cm. Förekomsten av tunna och svårgenomsläppliga lerskikt i alven gör att kapillär upptransport från djupare skikt normalt bör kunna försummas. Det skulle man icke kunna göra på en homogen jordprofil med Ålbos textur.

De skärmövertäckta leden 3 och 5 blev - naturligt nog - starkare uttorkade än de icke övertäckta leden 2 respektive 4. Det gäller speciellt matjorden. Leden med ny matjord - 4 och 5 - blev starkare uttorkade än motsvarande led med lokalens egen matjord - 2 respektive 3 (fig.11). Det senare tyder på en bättre genomrotning av marken i leden 4 och 5.

För de perioder, då värden på evapotranspirationen kunnat bestämmas, har den varit störst i led 4 och minst i 1, 3 och 5 (fig.12). Det är sannolikt att en viss avrinning till större djup än 100 cm skett under 1-2 perioder i leden 1, 2 och 4. Värden på beräknad evapotranspiration inkluderar sådan avrinning. Tecknet < (mindre än) har därför utsatts.

Skärmarna i leden 3 och 5 har medfört att evapotranspirationen blivit lägre. Det relativt sett största värdet är ca 70 % av evapotranspirationen på ej övertäckt yta.

1981. I försöksleden 1, 2 och 4 var markens vatteninnehåll stort under hela sommaren och leden skiljer sig ej mycket från varandra (fig.13). Förhållandena bör ha varit likartade i led 6, där vattenhaltsbestämning ej gjordes under sommarens första hälft. Det höga vatteninnehållet och likheten mellan leden är en följd av den stora nederbörden och dess fördelning. Perioder med avrinning från matjorden och övre delen av alven måste ha förekommit i leden 1, 2, 4 och 6 i slutet av juni - början av juli samt i sista hälften av augusti.

I de övertäckta leden 3 och 5 strömmade vatten in genom matjorden vid de stora regnen i slutet av juni. Därefter minskade vatteninnehållet såväl i matjorden som i skikten 30-50 och 50-100 cm t.o.m. mitten av augusti. Vatten togs alltså upp från alla tre skikten. Detta illustreras även i fig. 13.

En viss avrinning från matjorden har sannolikt skett i leden 3 och 5 kring månadsskiftet juni-juli. Den 18 augusti hade led 3 något lägre vattenhalt än övriga led längst ner i profilen (fig.14). År 1982 var förhållandet likartat (fig.14). Sannolikt är detta en följd av skillnader i jordart.

Någorlunda säkra värden på evapotranspirationen har endast kunnat erhållas för leden 3 och 5 under en respektive två perioder (fig.12). I övrigt kan endast anges att avdunstningen varit mindre än vissa värden, vilka inkluderar avrinning till skikt djupare än 100 cm.

1982. Antalet provtagningar för vattenhaltsbestämning begränsades detta år till tre, varför bilden av fuktighetsförhållandena i marken ej kan göras lika detaljerad som för de två föregående åren. För den period då bestämning skedde - 22 juni-23 augusti - var vatteninnehållet i marken nästan utan undantag lägre än under 1980 och 1981. Perioder med risk för avrinning förekom ej under provtagningsperioden.

I försöksled 1 minskade vatteninnehållet något i skiktet 50-100 cm men var praktiskt taget konstant i skiktet 30-50 cm. Förändringen under 30 cm-nivån är dock liten (fig.15). I alla övriga led minskade vatteninnehållet både i skiktet 30-50 cm och i skiktet 50-100 cm. Störst var denna reducering i leden 3 och 5. Vatten togs således upp från båda skikten. I de övertäckta leden 3 och 5 gick uttorkningen i matjordens övre del längre än till vissningsgränsen (fig.16). Resultaten för leden 4 och 6 pekar på att vatten kan ha tagits upp från större djup än 100 cm. Det skulle innebära att vatten transporterats upp till de djupaste rötterna.

Mätaravdunstningen är större än under de föregående åren. Evapotranspirationen (fig.12) är störst i leden 2, 4 och 6 men förhållandevis stor även i det obevuxna ledet 1.

Skörd och kärnkvalitet

Resultaten från bestämningar av skördens storlek och kvalitet redovisas för alla tre åren i tabell 13. De skall här kommenteras årsvis.

1980. Led 2, konventionell bearbetning och utan övertäckning, gav nära 50 dt kärna per ha, vilket är en mycket god kärnskörd på denna jord. Med ny matjord (led 4) höjdes kärnskörden med 16 dt/ha. Halmskörden blev mer än dubbelt så stor. Den höga kvävehalten i kärnan och den stora halmskörden tyder på att kväveförsörjningen varit bäst i detta led. Avskärmning av nederbörden - fr.o.m. tvåbladsstadiet - sänkte kärnskörden med 20 dt/ha (40 %) på orörd profil (led 3) och med ca 36 dt/ha (55 %) på profilen med ny matjord. Halm-skördarna sänktes förhållandevis minst lika mycket.

Kärnskördarna är nära korrelerade med antalet skördade kärnor per ha. Detta antal är i sin tur relativt väl korrelerat med antalet skott/m den 25 juni (tabell 11). Flest kärnor per skott erhöles dock i led 4, minst antal i led 5. Led 3 hade flera kärnor per skott än led 2. Resultaten i detta avseende pekar på att axen i genomsnitt var störst i led 4 och minst i led 5. De rela-

tivt låga värdena på rymdvikt och tusenkornvikt i led 4 kan - i varje fall delvis - förklaras av liggsädesbildningen.

I led 5 fanns stora skillnader mellan de två samrutorna både i kärnskörd (22,5 dt/ha) och i halmskörd (17,8 dt/ha).

1981. Resultaten beträffande både beståndsutveckling (fig.3) och skörd tyder på att förhållandena detta år var gynnsammare i leden 3 och 5 än i de ej över-täckta leden 2 och 4. Avskärmningen av nederbörd fr.o.m. bestockningens slut-fas (led 3) eller början av stråskjutningen (led 5) höjde kärnskörden med i medeltal 9,4 dt/ha (24 %) och halmskörden med 1,9 dt/ha (4 %) på orörd profil och med ca 53 dt/ha (76 %) på profilen med ny matjord. Leden med ny matjord (4 och 5) gav i genomsnitt 11,7 dt/ha (31 %) högre kärnskörd och nästan 52 dt/ha (115 %) högre halmskörd än leden med orörd profil (2 och 3).

Störst kärnskörd - ca 68 % större än i led 2 - erhöles i det nya ledet 6 med ca 3 cm marktäckning. Differensen mellan samrutorna var dock förhållandevis stor (18,7 dt/ha). Halmskörden i led 6 blev dubbelt så stor som i led 2.

Tabell 13. Skördars storlek och kvalitet vid Ålbo.

År	Försöks- led	Kärna, 15 % vatten			Halm ts dt/ha	Kväve i kärna		
		rymd- vikt g/l	1000- kornvikt g	kärn- antal milj./ha		% av ts	kg/ha	
1980	2	49,6	735	45,6	109	38,9	1,53	65
	3	29,6	789	49,6	60	22,8	1,62	41
	4	65,6	703	43,2	152	91,6	2,44	136
	5	29,3	798	51,3	57	31,0	1,89	47
1981	2	33,7	735	50,1	67	44,1	1,43	41
	3	40,9	757	51,3	80	46,0	1,60	56
	4	43,2	739	49,1	88	70,2	1,77	65
	5	54,7	756	53,0	103	123,5	2,05	95
	6	56,5	742	52,2	108	88,5	1,62	78
1982	2	22,0	-	42,3	52	18,3	1,92	36
	3	11,9	-	41,6	29	9,5	1,62	16
	4	44,7	-	43,3	103	29,0	1,57	60
	5	38,7	784	47,8	81	32,9	1,51	50
	6	44,6	750	44,7	100	27,8	1,69	64

1982. Detta år, som var betydligt nederbördsfattigare än de två föregående, blev skördarna låga speciellt i leden 2 och 3. Leden med ny matjord (4 och 5) gav i genomsnitt 24,8 dt/ha (146 %) större kärnskörd och 17,1 dt/ha (123 %) större halmskörd än leden på orörd profil (2 och 3). Avskärmningen av nederbörd - fr.o.m. bestockningens begynnelsefas till slutfas - medförde att kärnskörden sänktes med i medeltal 8,1 dt/ha (24 %). Sänkningen blev störst på orörd profil. Halmskörden sänktes ej på profilen med ny matjord.

I det marktäckta försöksledet 6 erhölls dubbelt så hög kärnskörd och ca 50 % större halmskörd än i kontrollerledet 2.

Kärnskördarna är starkare korrelerade med antalet skördade kärnor än med kärnvikten. I leden 2 och 3 är kvoten mellan antalet kärnor och antalet skott (fig 4) betydligt lägre än i övriga led. Det visar på att axen i genomsnitt varit mindre än i övriga led.

Sammanfattning

Beståndsutveckling och skörd. I försöksled 2 med orörd profil och utan avskärmning av nederbörden blev beståndet bra 1980, relativt bra 1981 samt förhållandevis kort och dåligt 1982. Sistnämnda år blev uppkomsten sen. Det var därtill det torraste året. Vidare skadades kornet av frost i början av juni.

Kärnskörden i led 2 blev i medeltal 35,1 dt/ha med årsvärdena 49,6, 33,7 och 22,0 dt/ha (tabell 13). Kvävemängden i kärnskörden var i medeltal 47 kg/ha (årsvärden 65, 40 och 36) och halmskörden i medeltal 33,8 dt/ha (årsvärden 38,9, 44,1 och 18,3).

I försöksleden med ny matjord - 4 och 5 - erhölls tidigare och bättre uppkomst, kraftigare bestockning, snabbare tillväxt och utveckling, längre bestånd, större och säkrare kärnskörd, större kväveskörd i kärnan samt större halmskörd.

Led 4, utan avskärmning av nederbörden, hade varje år störst ax per skott. Det gav i genomsnitt 16,1 dt/ha (46 %) större kärnskörd, 40 kg/ha (84 %) större kväveskörd i kärnan samt 29,8 dt/ha (88 %) större halmskörd än led 2.

Avskärmning av nederbörden under en stor del av sommaren medförde under 1980 och 1982 ett kortare och glesare bestånd samt lägre skörd av kärna och av kväve i kärnan. Med ett undantag - ny matjord 1982 - blev även halmskörden lägre.

På den orörda profilen medförde avskärmningen i genomsnitt för 1980 och 1982 att kärnskörden minskade med 15,1 dt/ha (42 %), att kväveskörden i kärnan minskade med 22 kg/ha (44 %) och att halmskörden minskade med 12,5 dt/ha (44 %). Motsvarande minskningar för profilen med ny matjord var 21,2 dt/ha (38 %), 50 kg/ha (51 %) och 28,4 dt/ha (47 %). År 1980 var inverkan av avskärmningen absolut och relativt sett störst på profilen med ny matjord, år 1982 var förhållandet omvänt.

År 1981 sattes skärmarna upp kring midsommartid i bestockningens slutfas - stråskjutningens början (fig. 3). Vattentransport in under skärmarna till följd av stora regnmängder under den därpå följande veckan medförde att de övertäckta leden 3 och först fr.o.m. början av juli kom att skilja sig från de ej övertäckta leden 2 respektive 4 vad gäller fuktighetsförhållandena i marken. Efter hand blev kornet något längre än utanför skärmarna (fig. 3). Det gav också något större skörd av kärna, kväve i kärna och halm (tabell 13). I genomsnitt för de båda profiltyperna blev merskördarna 9,4 dt/ha (24 %), 23 kg/ha (42 %) respektive 27,6 dt/ha (48 %). Under de väderleks- och markfuktighetsförhållanden, som rådde 1981, hade sålunda övertäckning med genomskinliga skärmar och avskärmningar av nederbörd fr.o.m. slutet av juni en positiv effekt på kornets utveckling, avkastning och kväveinlagring i kärnan.

Försöksled med marktäckning, som ingick 1981 och 1982, gav det första året bäst bestånd och störst kärnavkastning. År 1982 hade det jämte led 4 det bästa beståndet och den största kärnavkastningen. I genomsnitt för de två åren blev kärnskörden 50,6 dt/ha, kväveskörden i kärnan 71 kg/ha och halmskörden 58,2 dt/ha. Dessa skördar uppgår till 182 %, 184 % respektive 186 % av motsvarande skördar i kontrollerledet 2.

Rotutveckling. Resultat från fuktighetsbestämningar 1980 visar på ett maximalt rotdjup av högst ca 60 cm i led 2, ca 80 cm i led 3, 90 cm i led 4 och ca 80 cm i led 5. (Jfr fig. 11!)

I mitten av augusti 1981 var leden 2, 4 och 6 väl genomrotade i matjorden (fig. 5). Det maximala rotdjupet var ungefär lika stort i dessa led, ca 55 cm. Rotfrekvensen i alven var minst i led 2 och störst i led 4.

Rotstudier under sommaren 1982 gav stora skillnader i rotutveckling mellan försöksleden (fig. 6-9). I led 2 hade plantorna grunda och glesa rotsystem

t.o.m. mitten av juli. Först därefter trängde rötter ner i alven. Då skedde också en förgrening. I mitten av augusti var det maximala rotdjupet 65 cm. Ner till 40-50 cm djup fanns det då flera rötter per ytenhet än 1981.

I leden med ny matjord - 4 och 5 - var rotdjupet och rotfrekvensen betydligt större än i led 2, särskilt fram till mitten av juli. I slutet av juni fanns det rötter i alven till knappt 50 cm djup. Det maximala rotdjupet ökade sedan successivt till 85 cm i led 4 och 75 cm i led 5 fram till mitten av augusti (fig. 9). Under juli och augusti fanns det relativt gott om rötter ner till 40-50 cm djup i led 4. Led 5 hade då lägre rotfrekvens i alven.

På den orörda profilen medförde avskärmningen av nederbörd (led 3) ett grunt och föga förgrenat rotsystem. Ingen nämnvärd rottillväxt eller rotförgrening förekom fr.o.m. början av juli. Det maximala rotdjupet blev endast 35 cm.

Som sammanfattning kan sägas att den nya matjorden bidrog till snabbare rotutveckling, större rotdjup samt större rotfrekvens både i matjorden och i alven. År 1981 erhöles dock i avskärmade led ett något grundare och glesare rotsystem i alven under ny matjord än i den orörda profilen. Avskärmning av nederbörden gav ett grundare och glesare rotsystem speciellt på orörd jord.

Försöksledet med marktäckning (6) hade under hela sommaren 1982 störst rotfrekvens i matjorden. Det maximala rotdjupet var minst lika stort som i led 2 men mindre än i led 4.

Studierna under 1982 visade i alla led förändringar i antal och längd av nodala rötter och av sidorötter, i rötternas friskhet samt i rothårsfrekvens. Nodala rötter, sidorötter och rothår bildades och tillväxte när fuktighetsförhållandena var gynnsamma och tillbakabildades eller dog när vattenförsörjningen blev otillräcklig.

Vattenupptagning och upptorkning. I det obevuxna försöksledet 1 hade alven (30-100 cm) i stort sett konstant vatteninnehåll under somrarna. Variationer i dess vatteninnehåll bör huvudsakligen ha skett i samband med och omedelbart efter regn. Vatteninnehållet i matjorden varierade däremot, liksom i övriga led, som en naturlig följd av nederbörd och avdunstning. Resultaten visar att kapillär upptransport till markytan ej skett från större djup än ca 30 cm.

I led 2 förekom under 1980 och 1981 ingen uttorkning till större djup än ca 60 cm (jfr 11 och 14!). Under slutet av juli och i augusti 1982 skedde

en uttorkning till ca 80 cm djup (fig.15 o. 16). För 1981 och 1982 är djupen ca 15 cm större än de observerade maximala rotdjupen.

I led 4, med ny matjord och utan avskärmning av nederbörden, minskade vatteninnehållet i alvskikten 30-50 och 50-100 cm mer eller mindre successivt under 1980 och 1982. Under 1981 hade däremot dessa skikt praktiskt taget konstanta vatteninnehåll. Upptorkning skedde till ca 90 cm djup 1980, till 50-60 cm djup 1981 och till minst 100 cm djup 1982. Sistnämnda djup är minst 15 cm större än årets maximala rotdjup. Marken var relativt starkt uttorkad och kunde ta emot och magasinera förhållandevis stora regnmängder vid tiden för skörd 1980 och 1982.

Avskärmningen av nederbörd medförde alla tre åren en starkare uttorkning av matjord och alv på den orörda profilen (led 3). Upptorkning skedde till ca 80 cm djup 1980 och 1981 och till minst 100 cm djup 1982. Sistnämnda djup är minst 65 cm större än det observerade maximala rotdjupet under året.

I led 5 skedde en upptorkning till ca 70 cm djup 1980, till 80-90 cm djup 1981 och till 90-100 cm djup 1982. Det maximala rotdjupet 1982 var 75 cm.

Upptorkningen i olika skikt i leden 3 och 5 gick ej lika långt som på övriga försöksplatser. I led 3 blev endast ytlagret 0-10 cm upptorkat till vissningsgränsen eller något längre. I led 5 blev upptorkningen något starkare relativt vissningsgränsen både i matjorden och i övre delen av alven.

Det marktäckta ledet 6 blev delvis uttorkat till minst 100 cm djup både 1981 och 1982. Upptorkningen i alven före skörd var båda åren starkare än i led 4. Den gick minst 35-45 cm djupare än det observerade maximala rotdjupet.

Perioder med avrinning från matjorden och övre delen av alven måste ha förekommit i led 1 på försommaren 1980 samt i leden 1, 2, 4 och 6 i slutet av juni-början av juli och slutet av augusti 1981.

Avdunstning. Avdunstningen från bar mark (led 1) var genomgående lägre än avdunstningen från mark och bestånd i de bevuxna och ej övertäckta leden 2, 4 och 6 (fig.12). I några fall var dock skillnaden mellan dessa led och led 1 relativt liten.

I kontrolledet 2 blev avdunstningen för de flesta perioder med säkra värden lägre än i led 4, med ny matjord, och lägre än i led 6, med marktäckning.

Led 4 uppvisar nästan genomgående större avdunstning än övriga led.

Avskärmningen av nederbörd - leden 3 och 5 - medförde lägre evapotranspiration. För en del perioder har de övertäckta leden lägre avdunstning än led 1. Speciellt blev avdunstningen låg under eftersommaren, då rotzonen hade lågt innehåll av tillgängligt vatten. Det relativt största värdet för avdunstningen i leden 3 och 5 är ca 70 % av värdet för led 2.

Det marktäckta ledet 6 gav ungefär lika stor avdunstning som led 4.

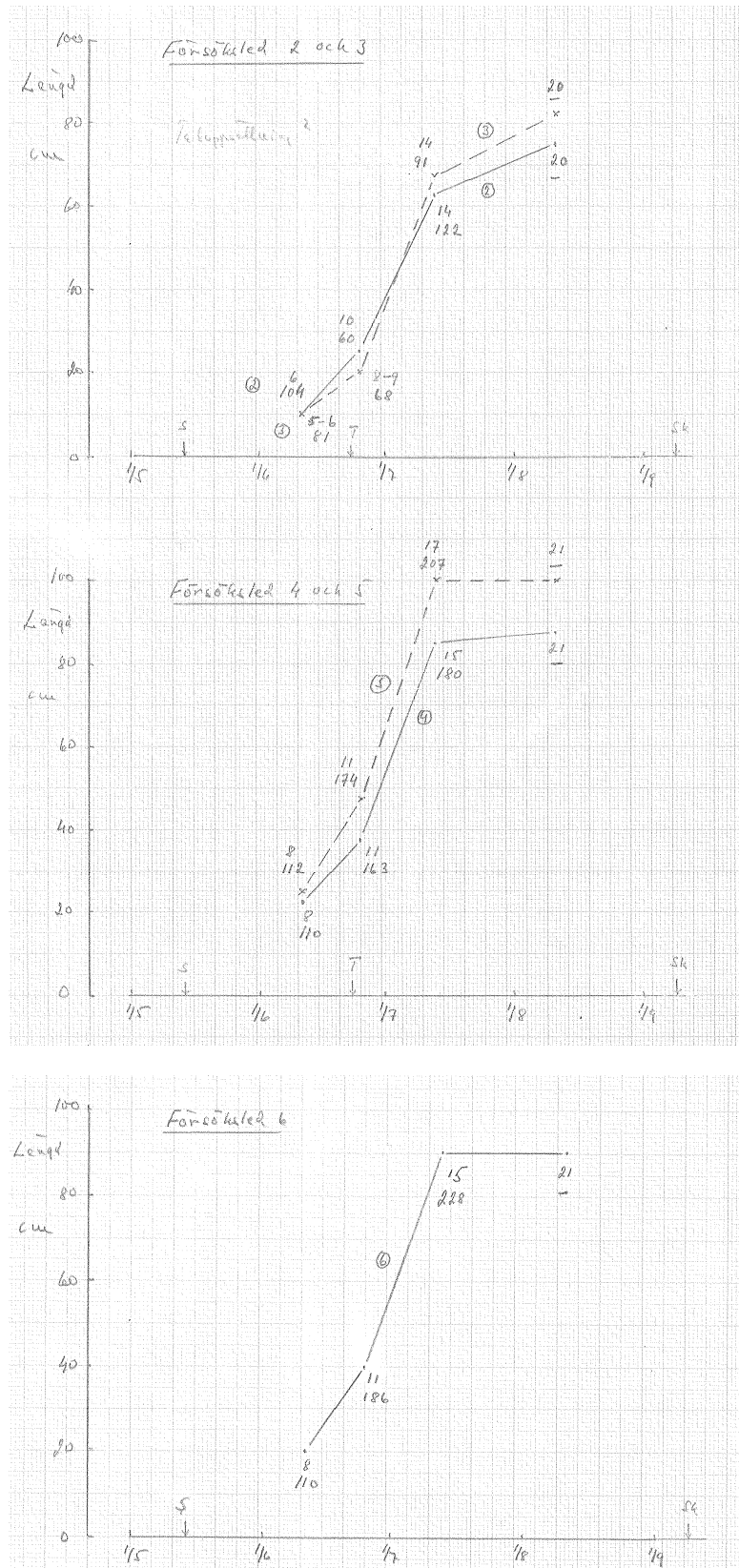


Fig.3. Kornets utveckling vid Ålbo 1981. Värdeparen för tidpunkter vid kurvorna anger utvecklingsstadium enligt tabell 9 (överst) samt antalet skott i två rader på en sträcka av 0,5 m (nederst).

S = sådatum, T = datum för skärmuppsättning, Sk = skördedatum

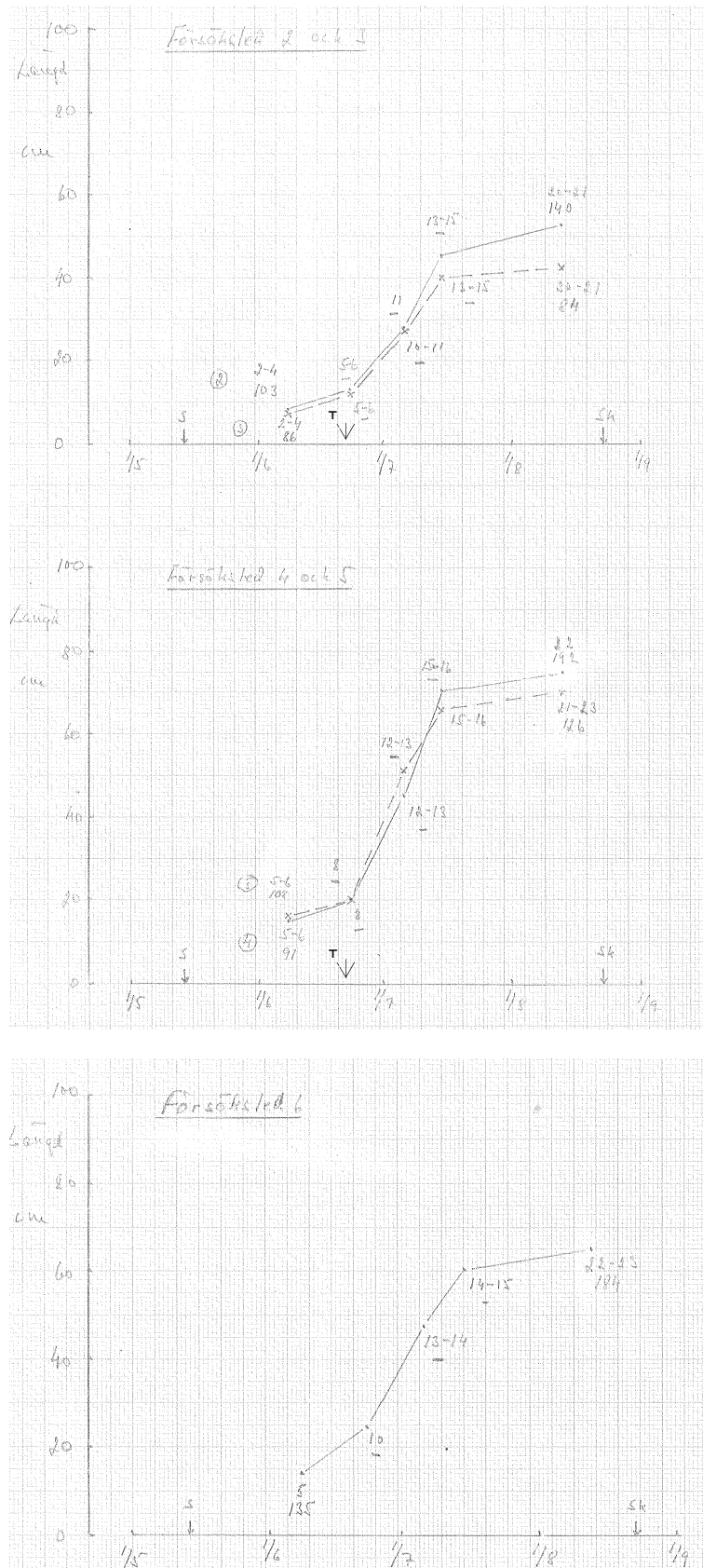


Fig. 4. Kornets utveckling vid Ålbo 1982.

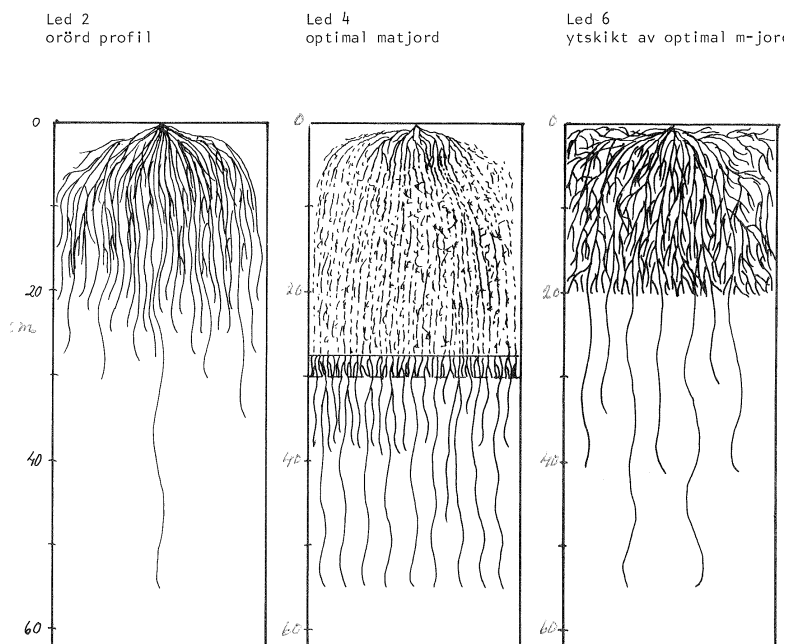


Fig. 5. Rotprofiler vid Ålbo 1981-08-11.

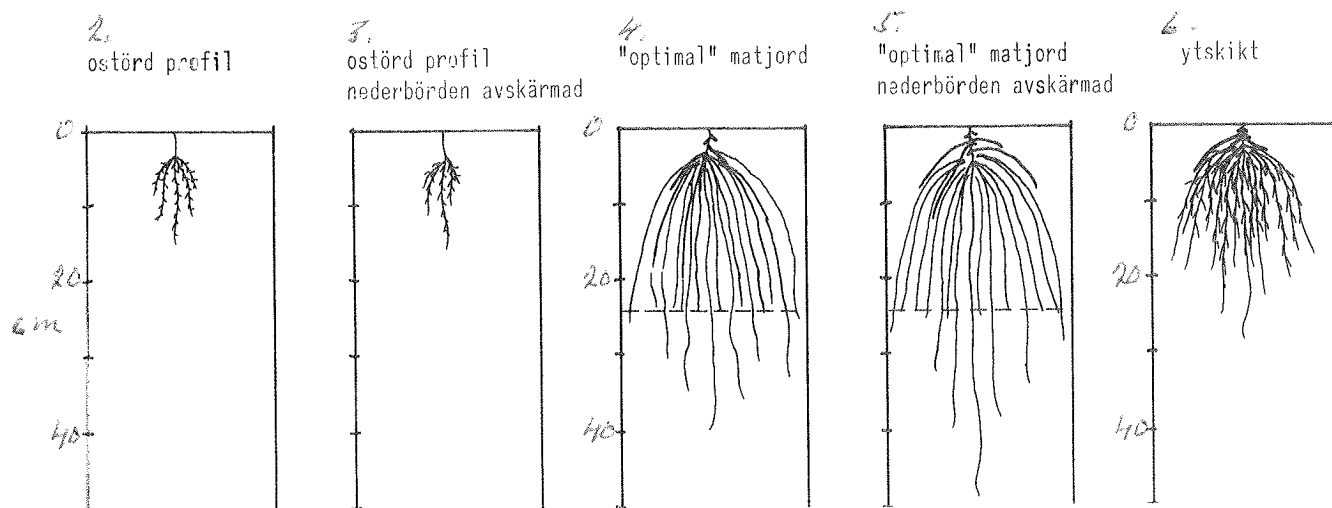


Fig. 6. Rotprofiler vid Ålbo 1982-06-23.

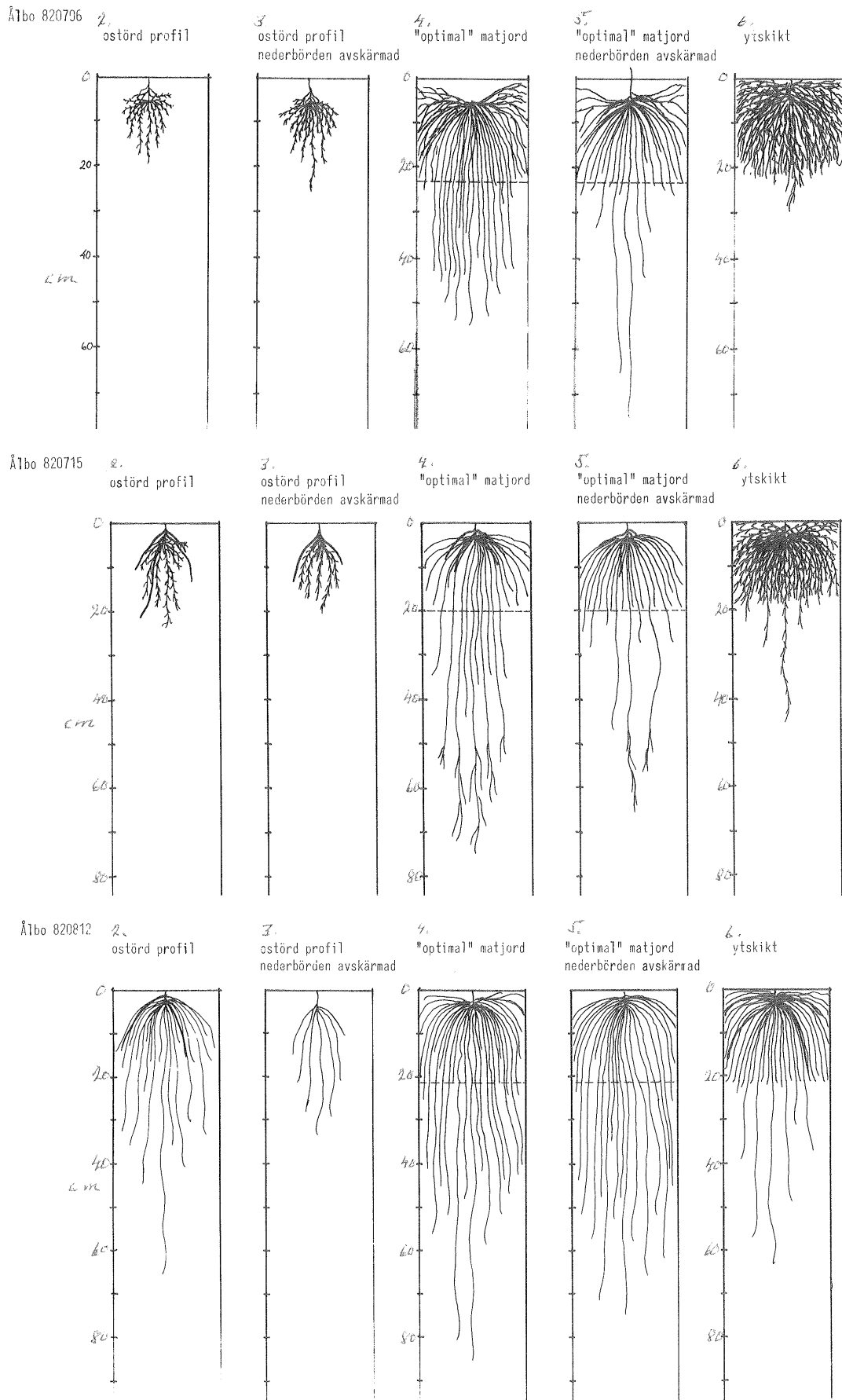


Fig. 7-9. Rotprofiler vid Ålbo 1982.

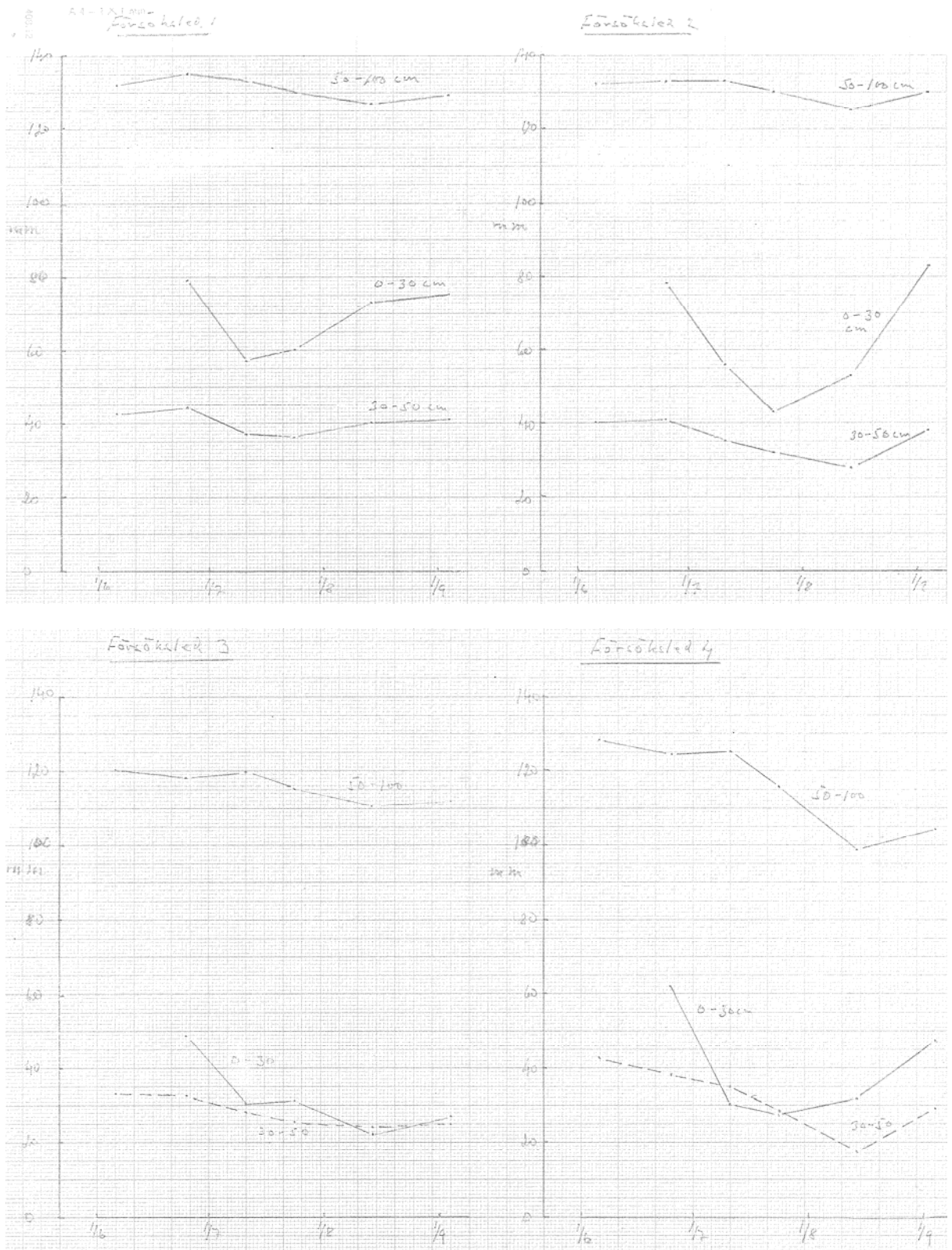
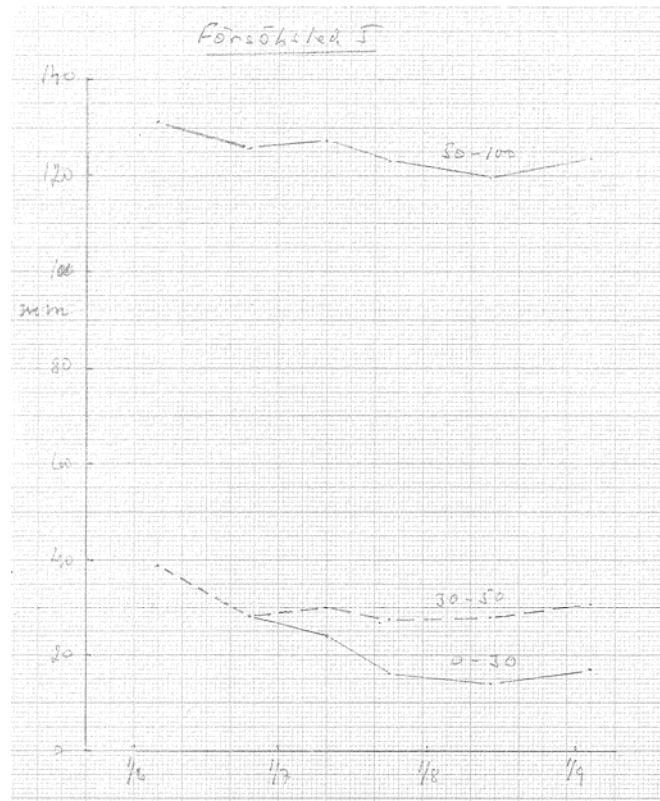


Fig. 10. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Ålbo 1980. Försöksled 1-4.



Forts. fig. 10. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Ålbo 1980. Försöksled 5.

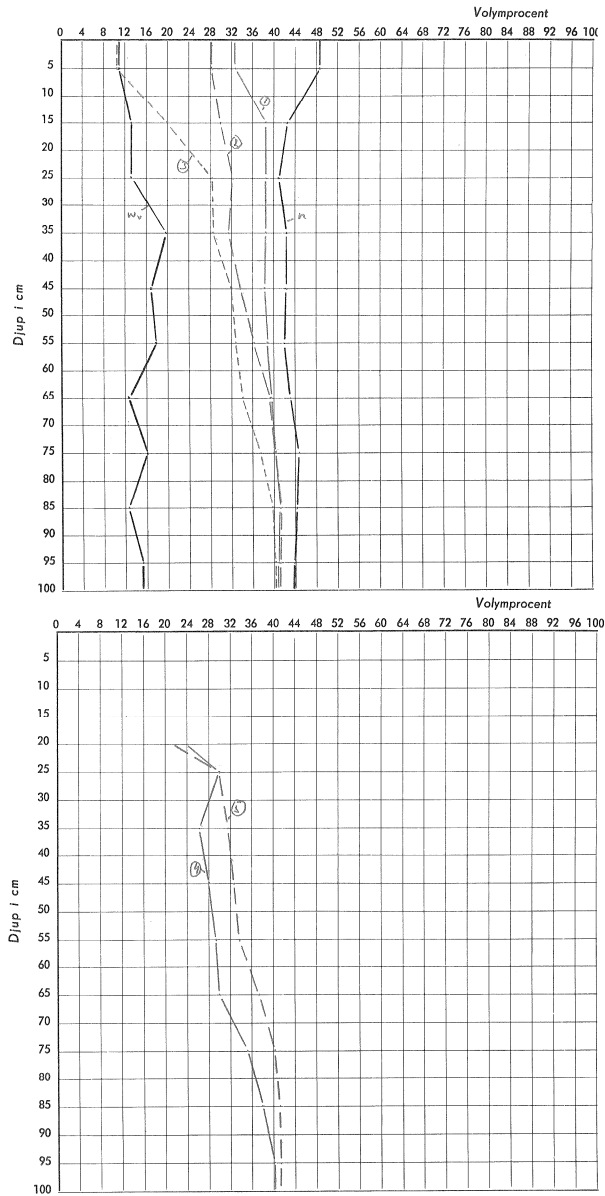


Fig. 11. Vattenhaltsfördelning i marken i försöksleden 1-3 resp. 4 och 5 vid Ålbo 1980-08-14.

n =porositet, w_v =vattenhalt vid fysikalisk vissningsgräns

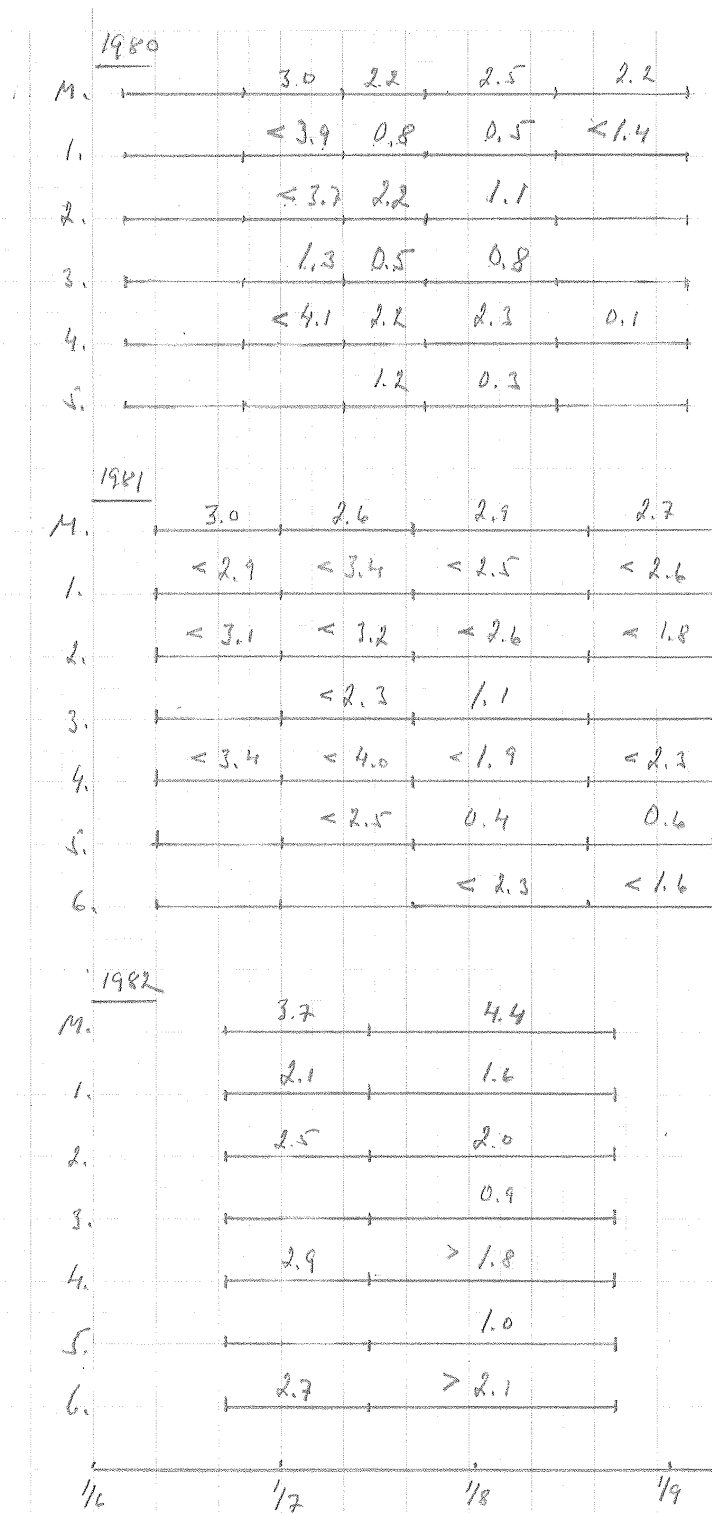


Fig. 12. Genomsnittlig avdunstning per dygn från mätare (M) och i de olika försöksleden vid Ålbo 1980-1982.

< =avrinning har skett från zonen 0-100cm,

> = upptagning och/eller upptransport av vatten har skett från djup större än 100 cm

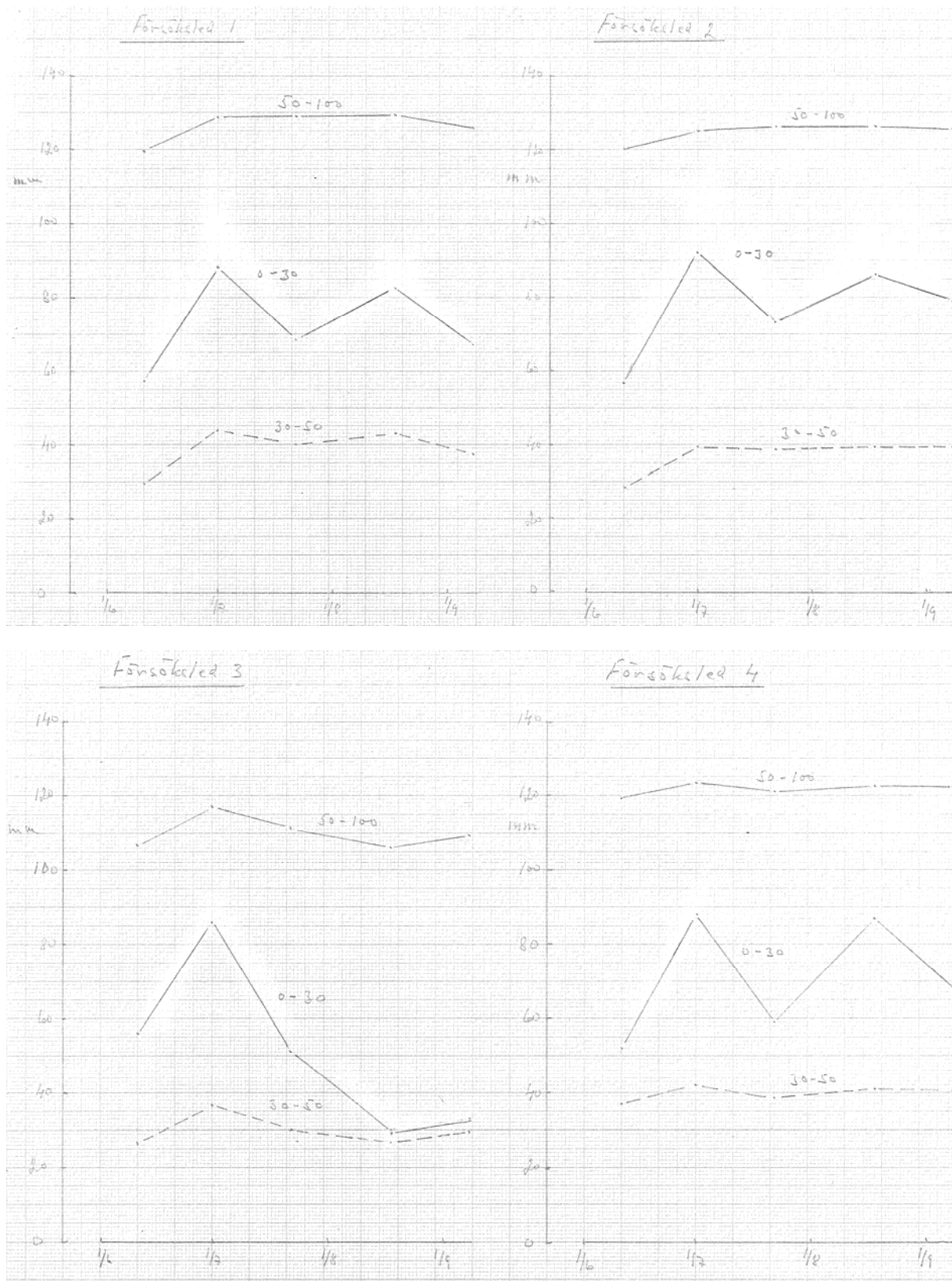
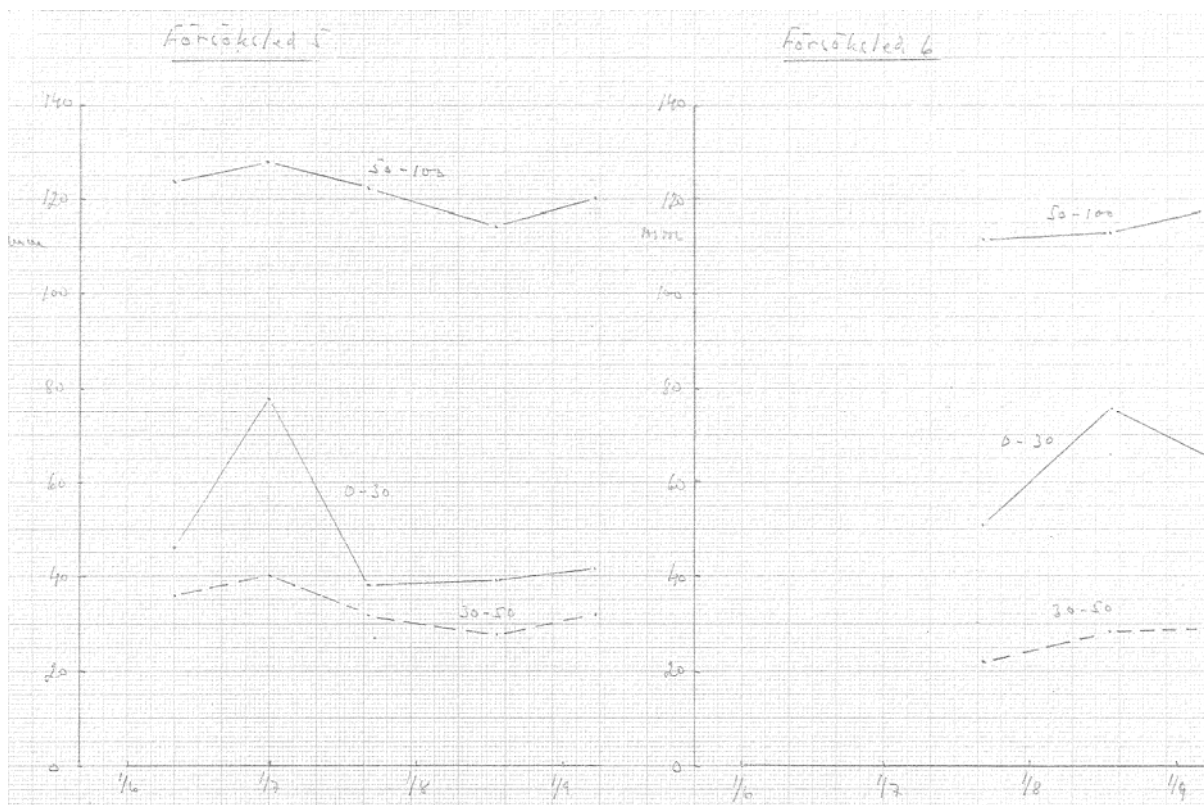


Fig. 13. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Ålbo 1981. Försöksled 1-4.



Forts. fig. 13. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Ålbo 1981. Försöksled 5 och 6

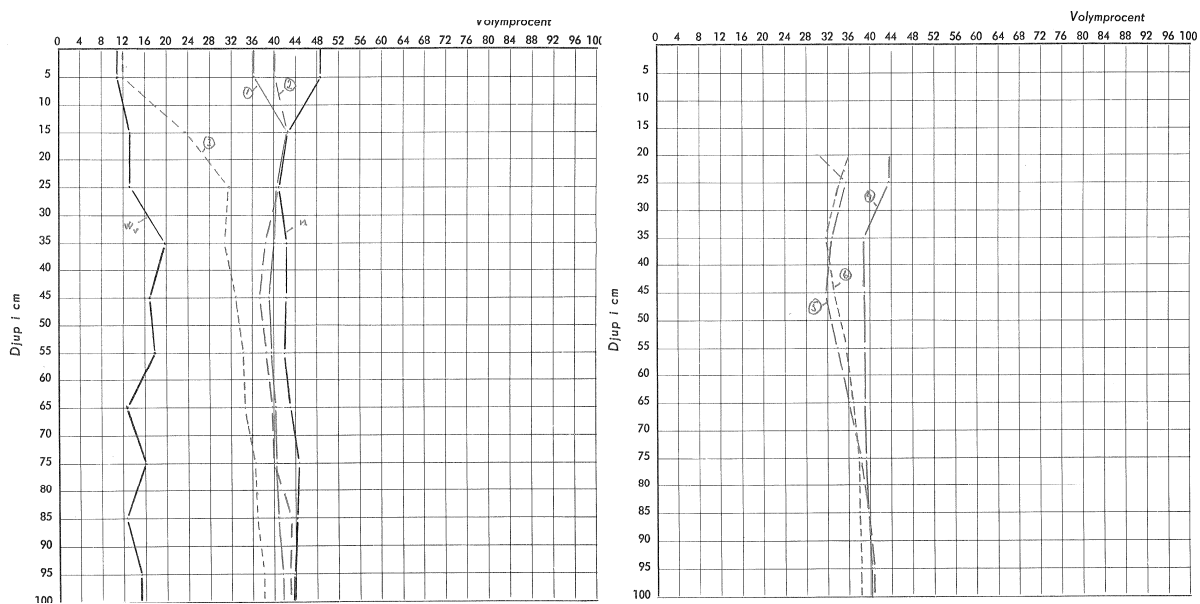


Fig 14. Vattenhaltsfördelning i marken i försöksleden 1-3 resp. 4-6. Ålbo 1981-08-18.

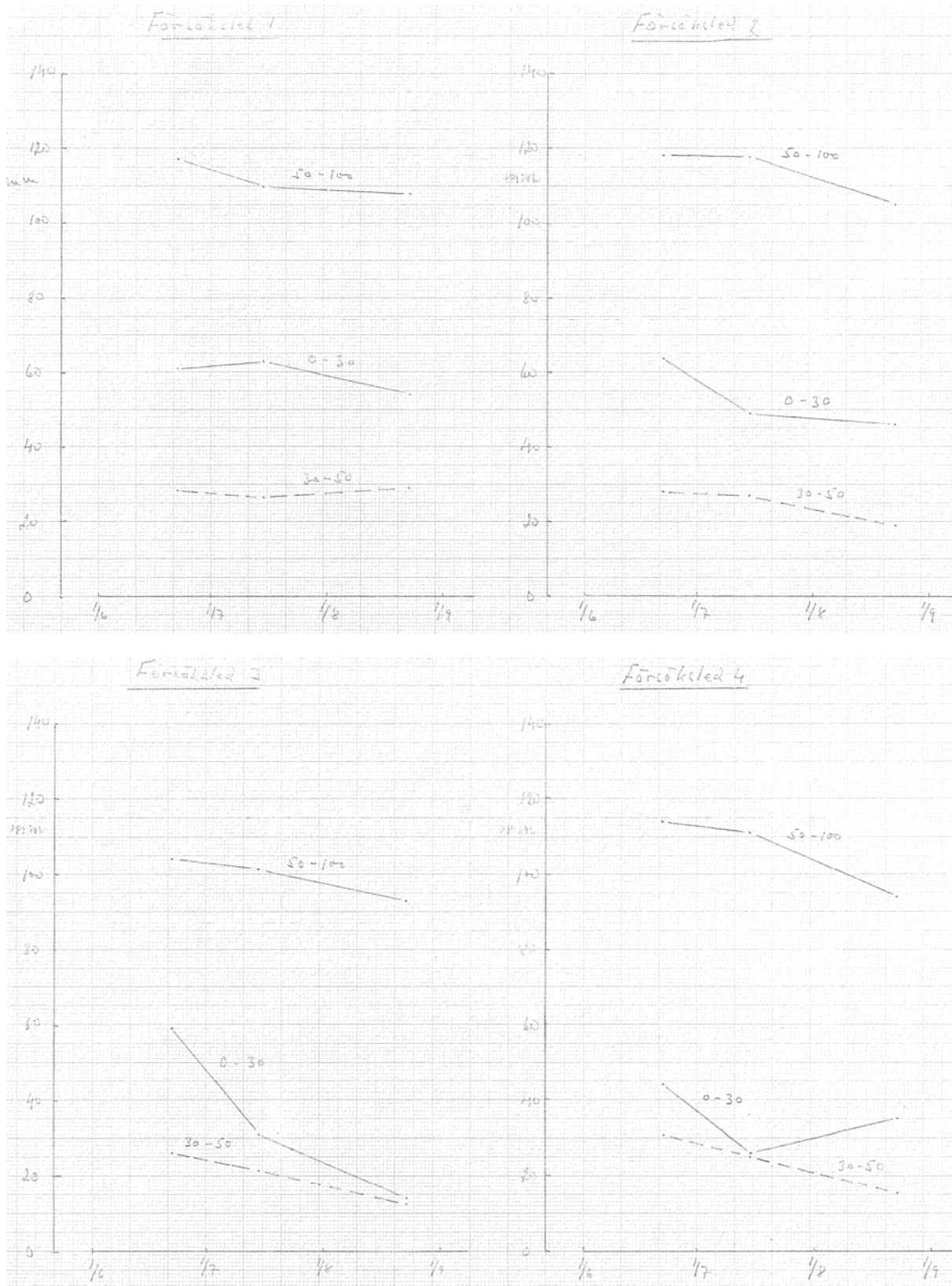


Fig 15. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Ålbo 1982. Försöksleden 1-4.

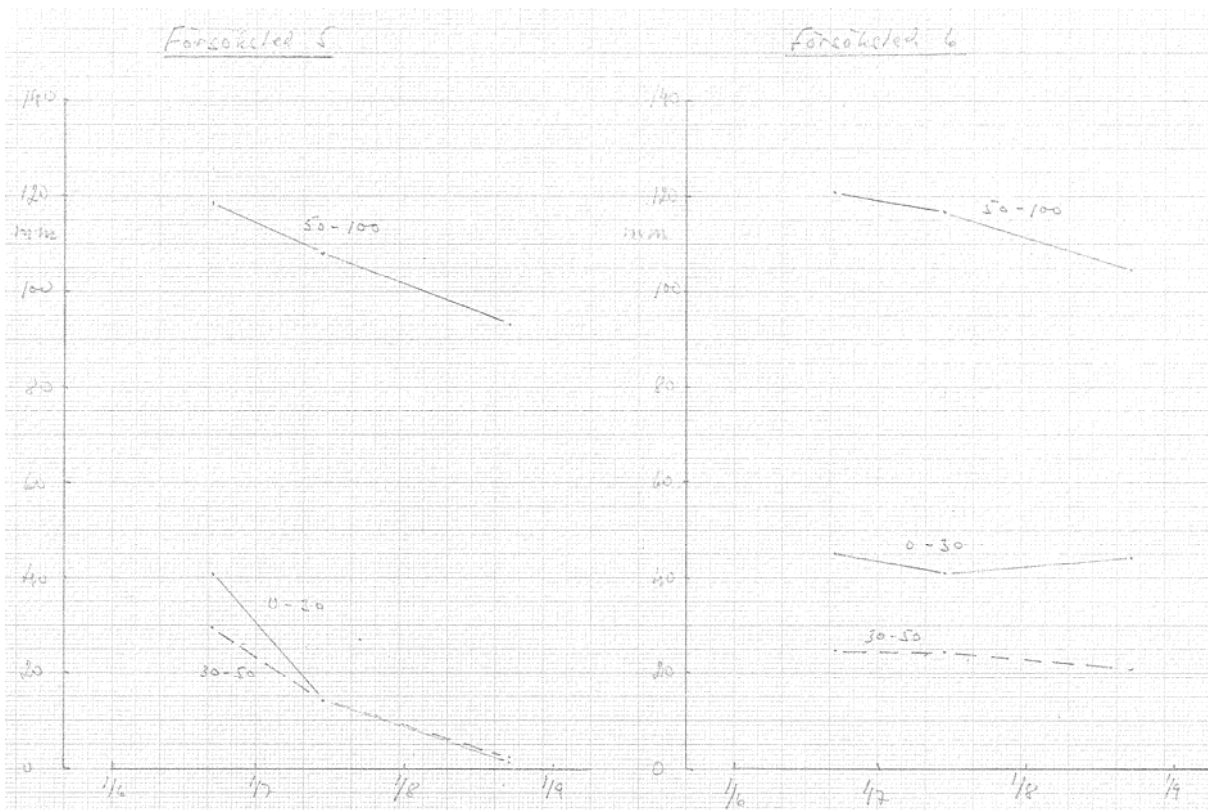


Fig 15. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Ålbo 1982. Försöksleden 5 och 6.

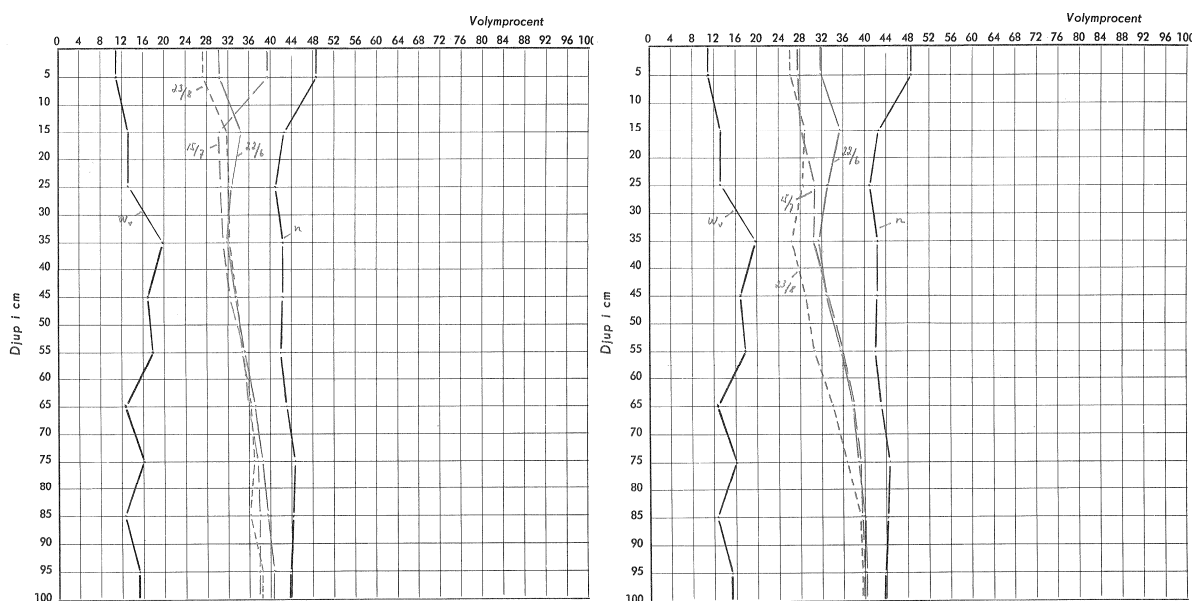
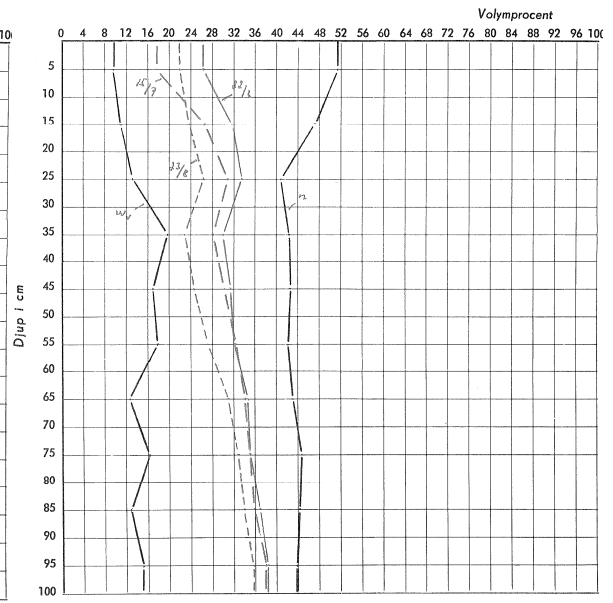
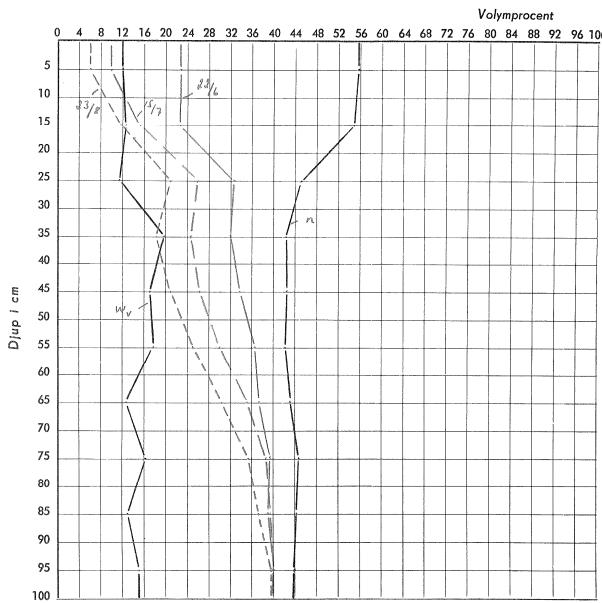
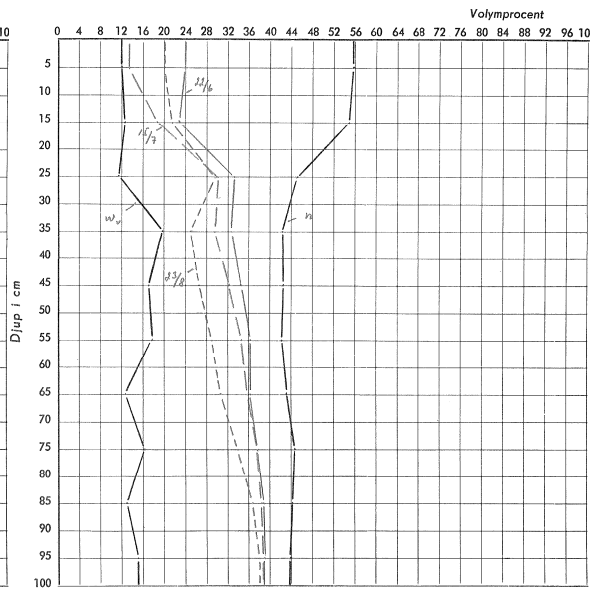
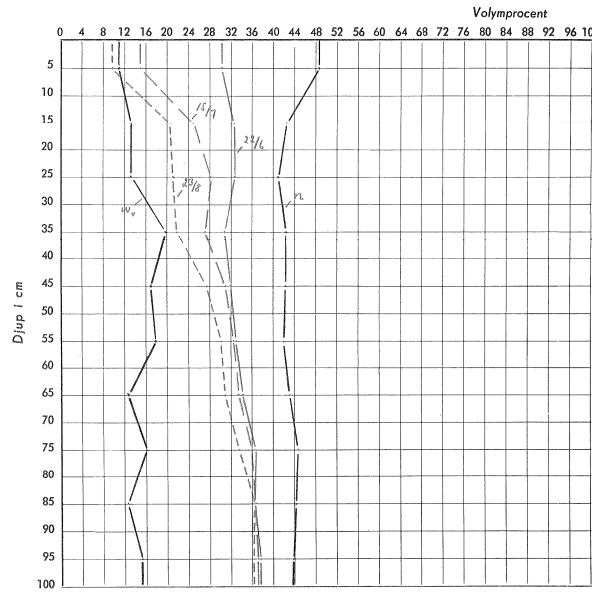


Fig. 16. Vattnehaltfördelning i marken vid tre tidpunkter i försöksleden 1 och 2 vid Ålbo 1982.



Forts. fig. 16. Vattenhaltsfördelning i marken vid tre tidpunkter i försöksleden 3-6 vid Ålbo 1982

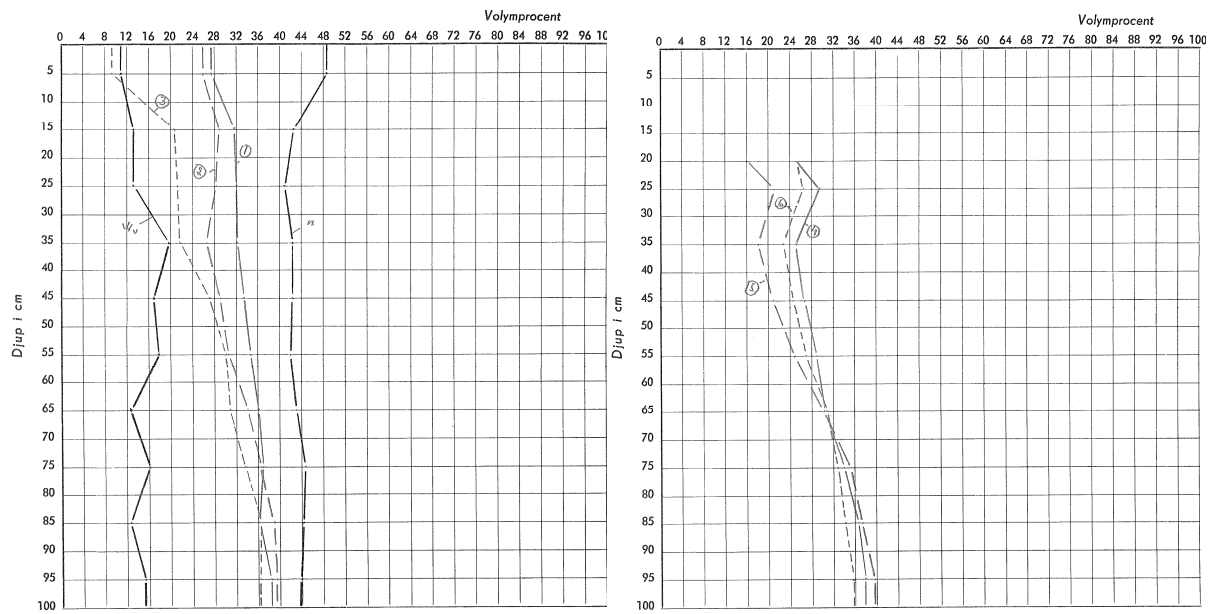


Fig. 17. Vattenhaltsfördelning i marken i försöksleden 1-3 resp. 4-6, Ålbo 1982-08-27.



Fig. 18. Strån och ax från skörd vid Ålbo 1980.

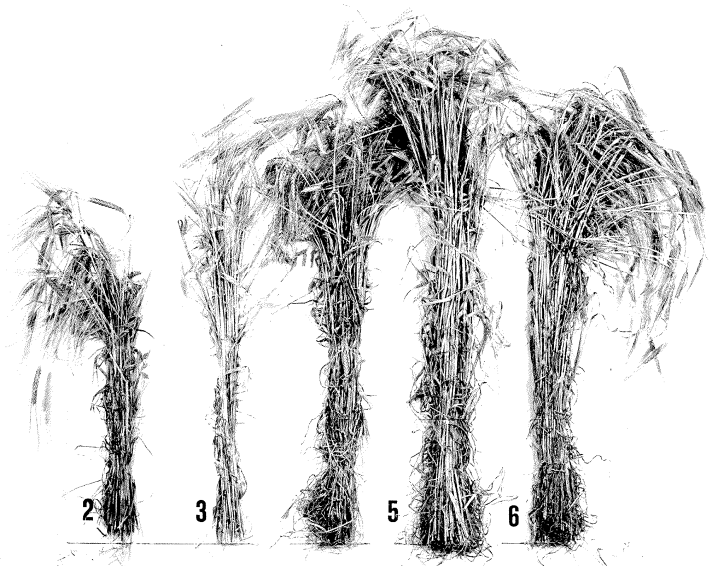


Fig. 19. Strån och ax från skörd vid Ålbo 1981.

RESULTAT FRÅN WADSBRO, DUNKER; MULLHALTIG MJÄLIG LÄTTARE MELLANLERA

Beståndsutveckling

1980. Bra såbädd och jämn och god uppkomst erhöles i alla försöksled. Bestockning började ske i slutet av maj.

I mitten av juli, ca 6 veckor efter uppsättning av skärmar över leden 3 och 5, var beståndet bra i led 2, mycket bra i led 4 samt glest och med torksymptom i leden 3 och 5 (tabell 14).

Under slutet av juli uppkom något liggsäd i led 4.

Tabell 14. Data från beståndsstudier vid Wadsbro den 16 juli 1980.

Försöks- led	Utvecklings- stadium	Längd cm	Antal skott per m
2	16	80	107
3	15	60	51
4	16	90	157
5	16	80	55

1981. Uppkomsten var jämn och bra i alla försöksled. Tillväxten och utvecklingen under försommaren blev dock snabbast i leden med ny matjord (4 och 5). I led 3 började torksymptom synas redan i mitten av juni ca 2 veckor efter uppsättningen av skärmar.

Bestämningarna (fig. 20) visar stora skillnader mellan leden på orörd profil (2 och 3). Avskärmningen av nederbörd (led 3) medförde att beståndet växte långsamt och blev kort och glest. Alla ax gick ej ur holk. I led 2 uppkom liggsäd fläckvis fr.o.m. slutet av juli.

Leden med ny matjord (4 och 5) hade under hela sommaren längre och tätare - med ett undantag - bestånd än respektive led på orörd profil. Avskärmningen (led 5) reducerade bestockningen en del och gav ett något längre bestånd.

1982. Såbädden blev något kokig i leden 2 och 3. Sådjupet var 5 cm i alla besädda led.

Under maj var tillväxten och utvecklingen dålig särskilt i leden 2 och 3 (fig. 21). Liksom vid Ålbo blev beståndet genomgående kortare än 1981. I leden 2, 4 och 5 blev det också glesare.

Avskärmningen av nederbörd - totalt 57 mm under perioden 7 juni-11 augusti - medförde icke stor skillnad i bestockning och strållängd på ostörd profil (led 2 och 3). På den nya matjorden gav avskärmningen (led 5) däremot ett betydligt längre och ett något tätare bestånd. Marktäckningen (led 6) gav ett något bättre bestånd än led 2.

Rotutveckling

1981. Rotstudier i profilvägg genomfördes i leden 2-4 den 5 augusti. I alla tre leden var matjorden genomvävd av rötter upp till 1-2 cm från markytan (fig. 22). Rotdjupet var maximalt 75 cm i led 2, 42 cm i led 3 och 87 cm i led 4.

Rötterna var genomgående klena och de flesta var torra och sköra. I leden 2 och 3 var de buskiga i matjorden - många sidorötter. Förgreningar förekom i undre delen av matjorden och i övre delen av alven i alla tre leden. Led 4 hade störst rotfrekvens i alven. Rothår förekom icke i något led.

1982. Rotstudier genomfördes 24 maj, 16 juni, 1 och 12 juli samt 9 augusti i leden 2-5. Fram till den 7 juni, då skärmar sattes upp, behandlades leden 2 och 3 respektive 4 och 5 på likartat sätt.

Den 24 maj var det maximala rotdjupet 14 cm i led 2-3 och 28 cm i led 4-5. I det förstnämnda var rötterna tjocka och knotiga och försedda med ett mycket stort antal rothår - ett vitt "mögligt" ludd av rothår. I led 4-5 hade rötterna ett mera normalt utseende. Rikligt med sidorötter förekom.

Den 16 juni var det maximala rotdjupet 24 cm i led 2, 15 cm i led 3, 56 cm i led 4 och 50 cm i led 5 (fig. 23). I leden 2 och 3 hade rötterna i stort sett samma utseende som den 24 maj. I led 2 fanns 2-3 nodala rötter av 0,5-1 cm längd per planta. I led 3 förekom inga nodala rötter.

I leden 4 och 5 var matjorden väl genomrotad. Nodala rötter fanns i båda leden; 6-9 per planta (1-4 cm långa) i led 4 och 7-12 per planta (1,5-10 cm) i led 5.

Under perioden 16 juni-1 juli utvecklades rotsystemet föga i leden 2 och 3 men mycket i leden 4 och 5 (fig. 24). Tillväxten och utvecklingen ovan jord var mycket olika under perioden (fig. 21).

Den 1 juli var det maximala rotdjupet 26 cm i led 2, 22 cm i led 3 och 85 cm i leden 4 och 5. I matjorden fanns färre friska birötter än den 16 juni. Torra nodala rötter förekom i alla fyra leden. Leden 4 och 5 hade relativt stor rotfrekvens i alven ner till 50-60 cm djup. I led 4 fanns många primära sidorötter i alven. I led 5 var ett 15-20 cm tjockt skikt under matjorden starkt uttorkat. Rötterna var där torra och skrupna och saknade rothår. Där fanns gott om sidorötter.

Vid följande tidpunkt, den 12 juli, hade rotsystemet i led 2 utvecklats relativt mycket (fig. 25). I övriga led var förändringarna däremot små sedan den 1 juli. Samtidigt hade bestånden växt 8-10 cm och genomgått flera utvecklingsstadier (fig. 21).

Det maximala rotdjupet var 32 cm i led 2, 22 cm i led 3, 93 cm i led 4 och 87 cm i led 5. I led 2 fanns nya friska seminala huvudrötter och sidorötter i hela rotzonen samt nya nodala rötter. I led 3 var rötterna överlag torra. På 10-15 cm djup var de förgrenade och hade ett busklik utseende. Ovanför förgreningarna fanns torrasidorötter. I led 4 fanns friska rötter ända upp mot ytan och flera torra nodala rötter ett par cm långa. I skiktet 30-50 cm, som var relativt torrt, fanns gott om primära sidorötter. I led 5 fanns inga levande rötter i skiktet 0-ca 4 cm. Tidigare förekommande nodala rötter hade försvunnit. I alven var frekvensen av friska rötter mindre i en torr zon mellan 30 och 50 cm djup än i skiktet 50-70 cm.

Under perioden 12 juli-9 augusti förändrades rotsystemet inte nämnvärt i något av försöksleden (fig. 25 o. 26). Det maximala rotdjupet den 9 augusti var 30 cm i led 2, 22 cm i led 3, 93 cm i led 4 och 91 cm i led 5.

I leden 2 och 3 var alla rötter torra och sköra och saknade friska sidorötter och rothår. I led 4 fanns ett par djupgående rötter med friska sidorötter och med rothår. I led 5 var ungefär hälften av rötterna fortfarande friska.

Vattenupptagning och avdunstning

1980. I det obevuxna ledet 1 var vatteninnehållet relativt stort under hela sommaren både i matjorden och i alven (fig.27). Betingelser för avrinning från matjorden fanns omkring den 20 juni. I övriga försöksled minskade mängden upptagbart vatten både i matjorden och i alvskikten mellan provtagningstillfällena t.o.m. mitten av augusti. Minskningen är störst i leden 3 och 5. Där var matjorden uttorkad längre än till vissningsgränsen redan i början respektive i mitten av juli. I led 5 var skiktet 30-50 cm uttorkat längre än till vissningsgränsen fr.o.m. början av juli. Den ringa ökningen i vatteninnehåll hos skikten 0-30 och 30-50 cm i leden 3 och 5 från den 13 augusti till den 9 september beror på nederbörd efter borttagning av skärmar den 4 september.

I mitten av augusti, ca 3 veckor före skörd, var marken i led 3 uttorkad längre än till vissningsgränsen ner till ca 30 cm djup (fig.27). I leden 4 och 5 låg vattenhalterna då strax under eller nära vissningsgränsen ända ner mot 90 cm djup. Jämförelse med vattenhaltsfördelningen i leden 1 och 2 tyder på att upptagning eller upptransport av vatten skett även från skikt djupare än 100 cm i leden 4 och 5. Det skall tilläggas att vissningsgränsen för skiktet 40-50 cm sannolikt legat lägre i försöksrutorna än där prov för markfysikalisk karakteristik tagits ut.

Evapotranspirationen var störst i leden 2 och 4 men förhållandevis stor även i led 1 (fig.29). Det senare bör vara en följd av att marken ofta blev uppfuktad av regn. Övertäckningen med skärmar reducerade avdunstningen med mer än 50 %. Beteckningen < (mindre än) har använts då värdena inkluderar en sannolik avrinning från 0-100 cm och > (mer än) då upptag eller upptransport av vatten från mer än 100 cm djup bör ha förekommit men ej kunnat inkluderas i beräknade värden.

1981 I de ej övertäckta leden (1, 2 och 4) var markens vatteninnehåll minst på försommaren (fig.30'). Fuktighetsbetingelserna i rotzonen blev sålunda mycket olika i ej övertäckta och i övertäckta led. Detta är en primär orsak till skillnaden i tillväxt och utveckling främst mellan leden 2 och 3 (fig.20').

I leden 1 och 2 var matjordens vatteninnehåll vid de två sista provtagningarna större än kapaciteten vid 1,0 m dräneringsjämvikt. Betingelser för avrinning från matjorden fanns sålunda vid dessa tidpunkter.

Försöksled 3 blev kraftigt uttorkat ner till 50 cm djup och delvis uttorkat ner till 80-90 cm djup (fig. 23). Upptorkningen gick längre ner än det maximala rotdjupet (42 cm) den 5 augusti (fig. 22). Ännu starkare blev uttorkningen i led 5; den 25 augusti underskreds vissningsgränsen ner till 90 cm djup. Upptagning och/eller upptransport av vatten måste även ha skett från större djup än 100 cm. Sannolikt skedde även i led 4 en viss upptagning och/eller upptransport från djup större än 100 cm.

Fram till den 10 juni var evapotranspirationen störst i led 4 och 5. (Skärmtak uppsattes den 2 juni.) Därefter var den störst i led 2 och 4 (fig. 29). I de övertäckta leden (3 och 5) blev avdunstningen högst 70 % av värden för respektive ej övertäckta led.

1982. Denna sommar var vatteninnehållet i marken nästan genomgående lägre än 1981 i leden 1, 2 och 4 samt ungefär detsamma som 1981 i leden 3 och 5 (fig. 32). Inga vattenhaltsbestämningar genomfördes i led 6.

I led 1 skedde inga nämnvärda förändringar på djup under 30 cm. I led 2 kan noteras en liten successiv minskning i vattenhalt ner till 80-90 cm djup (fig. 33) och i led 3 en minskning ner till 70 cm djup mellan den 24 maj och 13 juli. Det är troligt att en del av vattenhaltsminskningen i alven i dessa led beror på en sänkning av grundvattenytan. Rotdjupet blev nämligen maximalt 30 cm i led 2 och 22 cm i led 3 (fig. 25). Grundvattennivån låg 1,6 m under markytan i slutet av april och var sedan fr.o.m. nästa observationstillfälle den 24 maj djupare än grundvattenrörets botten ca 2 m under markytan.

I led 4 var marken i slutet av augusti uttorkad till eller under vissningsgränsen i skiktet 30-80 cm (fig. 33). Ännu längre hade uttorkningen gått i led 5. I båda leden bör en del vatten ha tagits upp och/eller transporterats upp från djup större än 100 cm. Den 9 augusti var det maximala rotdjupet 93 cm i led 4 och 91 cm i led 5.

Evapotranspirationen blev, trots större mätaravdunstning, lägre än 1981 (fig. 29), vilket är en följd av lägre markvatteninnehåll.

Skörd och kärnkvalitet

1980. Stora kärn- och halmskördar erhöles i leden 2 och 4 (tabell 15). Skördarna blev mindre än hälften (41-46 %) i de led (3 och 5), som avskärmades

från nederbörd fr.o.m. två- till trebladsstadiet. Leden med ny matjord (4 och 5) gav i medeltal 3,3 dt/ha (8 %) större kärnskörd och 25 dt/ha (84 %) större halmskörd än leden med orörd profil.

Tabell 15. Skördars storlek och kvalitet vid Wadsbro.

År	Försöks- led	dt/ha	Kärna, 15 % vatten			Halm ts dt/ha	Kväve i kärna	
			rymd- vikt g/l	1000- kornvikt g	kärn- antal milj./ha		% av ts	kg/ha
1980	2	59,1	754	49,5	119	40,7	1,70	85
	3	24,4	794	50,6	48	18,7	2,75	57
	4	62,8	701	45,9	137	76,7	1,61	86
	5	27,2	775	46,7	58	32,7	2,05	47
1981	2	43,2	700	43,8	99	36,5	1,98	73
	3	13,4	-	41,3	33	13,6	1,94	22
	4	58,3	718	46,7	125	61,2	2,00	99
	5	52,0	761	43,8	119	44,9	2,15	95
1982	2	8,0	-	35,9	22	14,0	2,47	17
	3	5,4	-	36,8	15	6,4	1,96	9
	4	33,0	-	43,6	76	35,5	2,38	67
	5	28,4	-	41,5	69	23,3	1,81	44
	6	11,6	-	38,9	30	11,2	2,39	24

Led 4 uppvisar lägst rymd- och tusenkornvikt, vilket sannolikt är en följd av den begränsade liggsäd som förekom fr.o.m. slutet av juli. Skillnaderna i kärnskörd är nära kopplade till antalet skördade kärnor per ha. Det finns ett relativt nära samband mellan antalet kärnor per ha och antalet skott per löp- meter i mitten av juli (tabell 14). Lägst antal kärnor per skott och därmed genomsnittligt minst ax hade led 4 och därefter led 3.

Leden med lägst kärnskördar (3 och 5) hade högst kvävehalt i kärnan.

1981. Kärn- och halmskördarna blev relativt stora eller stora i leden 2, 4 och 5. Led 3 gav däremot låga skördar. Beståndet i detta led började lida av tor- ka redan i mitten av juli. Avskärmningen av nederbörd fick betydligt mindre ne- gativ inverkan på skörden i profilen med ny matjord och där också betydligt mindre inverkan än 1980. En skillnad jämfört med 1980 var att skärmarna sattes upp vid ett senare utvecklingsstadium.

I led 2 erhöjls relativt stor skillnad i kärnskörd mellan de två samrutorna (11,6 dt/ha). I led 4 skilde sig halmskördarna relativt mycket från varandra (16,1 dt/ha).

Kärnvikten är störst i leden 2 och 4. Skillnaderna i kärnskörd beror dock huvudsakligen på antalet skördade kärnor. Förhållandet mellan antalet kärnor per ha och antalet skott per löpmeter den 10 juli (fig.20') är endast en tredjedel till hälften så stort som vid motsvarande tidpunkt 1980. Lågst är det i leden 2 och 3, högst i led 5. Detta visar att axen i genomsnitt var mindre än 1980.

1982. Detta år - med kall vår och relativt nederbördsfattig sommar - blev kärn- och halmskördarna låga i leden 2, 3 och 6. Leden med ny matjord (4 och 5) gav däremot nästan normala kärnskördar; 33,0 respektive 28,4 dt/ha. Leden 3 och 5 var avskärmade från nederbörd under perioden 7 juni-11 augusti. Då föll totalt 57 mm regn på försöksplatsen.

I led 4 erhöjls stor differens i kärnskörd (20,1 dt/ha) och i halmskörd (24,7 dt/ha) mellan samrutor.

Kärnans kvävehalt var betydligt större i de ej övertäckta leden än där nederbörden avskärmats.

Sammanfattning

Beståndsutveckling och skörd. I försöksled 2 med orörd profil och utan nederbördsavskärmning blev beståndet bra - mycket bra 1980, bra 1981 samt kort, glest och dåligt 1982. Kärnskördens blev i medeltal 36,8 dt/ha med årsvärdena 59,1, 43,2 respektive 8,0 dt/ha (tabell 15). Kvävemängden i kärnskördens blev i medeltal 58 kg/ha (årsvärden 85, 73 och 17) och halmskördens i medeltal 30,4 dt/ha (årsvärden 40,7, 36,5 och 14,0).

I försöksleden med ny matjord (4 och 5) erhöjls kraftigare bestockning på försommaren, snabbare tillväxt och utveckling, längre bestånd, större och mindre varierande kärnskörd, större kväveskörd i kärnan samt större halmskörd.

Ny matjord utan nederbördsavskärmning (led 4) gav i genomsnitt 14,6 dt/ha (40 %) större kärnskörd, 26 kg/ha (44 %) större kväveskörd i kärnan samt 27,4 dt/ha (90 %) större halmskörd än led 2.

Avskärmning av nederbörden under en stor del av sommaren medförde ett kortare bestånd på båda typerna av profiler under 1980 och på den orörda profilen under 1981. I övrigt blev beståndet längre under skärmarna. Skördarna av kärna, kväve i kärnan och halm blev genomgående lägre - betydligt lägre - än i ej avskärmade led. På den orörda profilen (led 3) sänktes kärnskörden i medeltal med 22,3 dt/ha (61 %), kväveskörden i kärnan i medeltal med 29 kg/ha (50 %) och halmskörden i medeltal med 17,5 dt/ha (58 %). Motsvarande reduktioner på profilen med ny matjord var 15,5 dt/ha (30 %), 22 kg/ha (26 %) och 24,2 dt/ha (42 %).

Avskärmningen av nederbörd hade absolut sett störst inverkan 1980 och på den orörda profilen 1981 (tabell 15). Skärmarna sattes upp i ungefär samma utvecklingsfas hos kornet varje år; stadium 4-6 åren 1980 och 1982, stadium 7-9 år 1981.

Rotutveckling. Resultat från fuktighetsbestämningar 1980 visar på ett maximalt rotdjup av högst 80 cm i led 2, 90-100 cm i led 3 samt mer än 100 cm i leden 4 och 5 (jfr fig. 28i).

I början av augusti 1981 var försöksleden 2, 3 och 4 väl genomrotade i matjorden (fig. 22). Det maximala rotdjupet i dessa led var då 75, 42 respektive 87 cm. Led 4 hade störst rotfrekvens i alven. Markfuktighetsmätningar visar på minst lika stort rotdjup och lika stor rottäthet i led 5 som i led 6.

Rotstudier under sommaren 1982 gav stora skillnader i rotutveckling särskilt mellan leden på orörd profil och leden med ny matjord (fig. 23-26). I led 2 var rotsystemet grunt och glest t.o.m. början av juli. Senare blev det något djupare (maximalt 30 cm) och tätare. I led 3 var rotsystemet grunt (maximalt 22 cm) och glest under hela sommaren.

I leden 4 och 5 var matjorden väl genomrotad i mitten av juni (fig. 23). Det maximala rotdjupet var då 56 respektive 50 cm. En successiv djuptillväxt och förtätning i alven skedde t.o.m. mitten av juli. Rotdjupet blev maximalt 93 respektive 91 cm.

Liksom vid Ålbo förändrades rotsystemet även i andra avseenden under sommaren 1982. Det gäller antal och längd av nodala rötter samt rötternas friskhet och rothårsförekomsten i olika skikt.

Vattenupptagning och upptorkning. I det obevuxna försöksledet 1 synes en viss upptransport av vatten ha skett till matjorden och markytan från skiktet 30-50 cm och övre delen av skiktet 50-100 cm. Det gäller juli-augusti 1980 (fig. 27), maj-juni 1981 (fig. 31) och hela sommaren 1982 (fig. 32).

I led 2 förekom upptorkning till maximalt ca 80 cm djup 1980, till ca 70 cm djup 1981 och till 90-100 cm djup 1982 (fig. 30). Sistnämnda år var rotdjupet maximalt 30 cm.

I det avskärmade ledet 3 på orörd profil skedde en upptorkning till 90-100 cm djup 1980, 80-90 cm djup 1981 och 70-80 cm djup 1982. Djupen för 1981 och 1982 är 45-50 cm större än de observerade maximala rotdjupen.

I försöksleden 4 och 5 (ny matjord) förekom uttorkning till mer än 100 cm djup under alla tre åren. Alven blev också starkare uttorkad, speciellt i det övertäckta ledet 5, än i övriga försöksled.

Upptorkning längre än till vissningsgränsen i de övre jordskikten skedde i leden 3 och 5 under alla tre åren samt i leden 2 och 4 under 1982. Längst och djupast (50 cm) blev denna uttorkning i led 5 1981 och 1982.

Uttorkning till eller nästan till vissningsgränsen förekom i led 2 1982 (20-70 cm), i led 3 1980 (30-50 cm), 1981 (20-50 cm) och 1982 (20-50 cm), i led 4 1980 (40-80 cm) och 1982 (50-80 cm) samt i led 5 1980 (40-80 cm), 1981 (50-90 cm) och 1982 (50-90 cm).

Perioder med avrinning från matjorden och övre delen av alven bör ha förekommit under försommaren 1980 samt i slutet av juli och augusti 1981 i leden 1 och 2. En mindre avrinning kan även ha skett i led 4 under dessa perioder.

Avdunstning. Avdunstningen från bar mark (led 1) var genomgående lägre än avdunstningen från mark och bestånd i de ej övertäckta leden 2 och 4 (fig. 29). I kontrollerdet 2 var avdunstningen lägre än i led 4 med ny matjord.

Avskärmningen av nederbörd - leden 3 och 5 - medförde lägre evapotranspiration. Skillnaden jämfört med ej övertäckta led ökade med tiden när rotzonen successivt blev mer uttorkad under skärmarna.

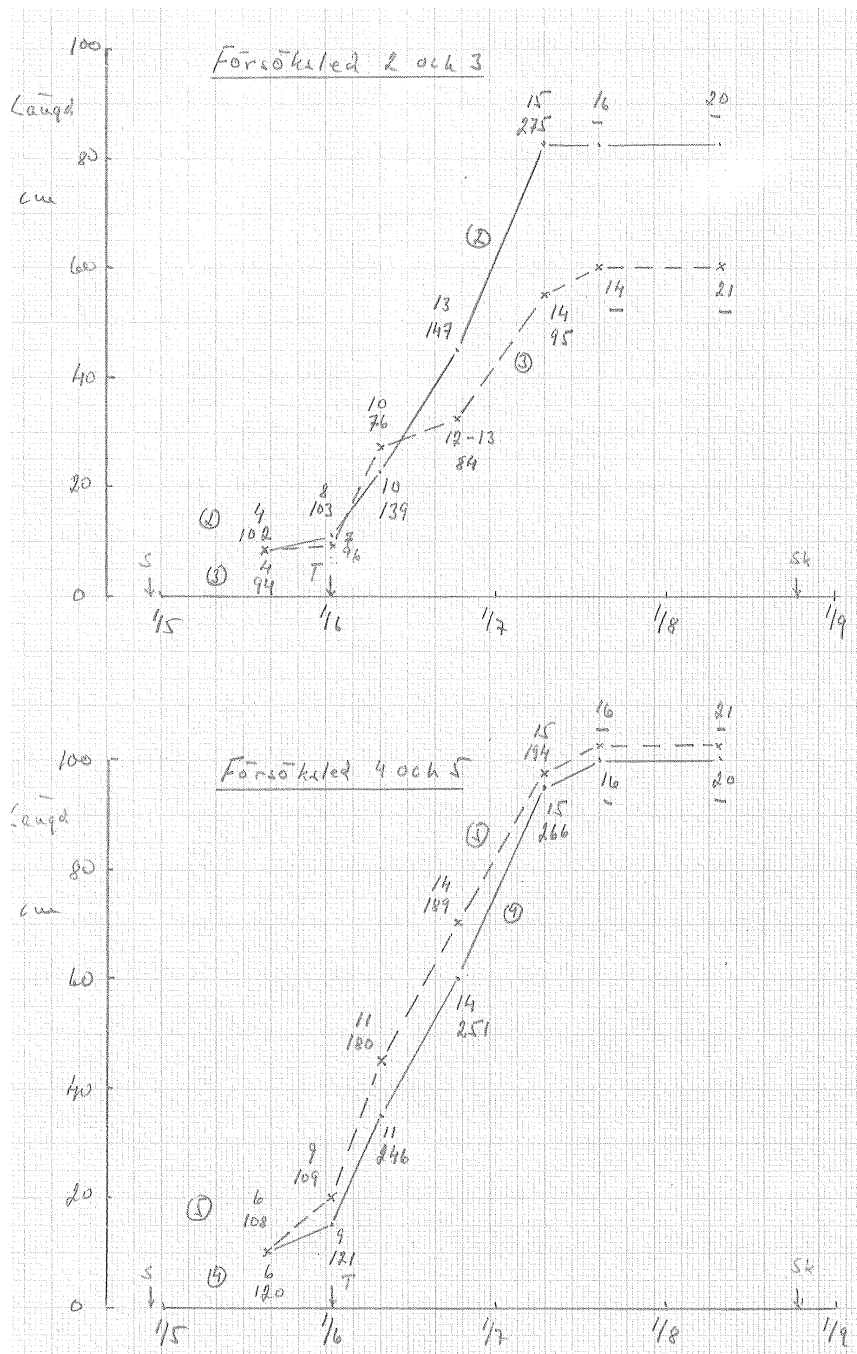


Fig. 20. Kornets utveckling vid Wadsbro 1981. Värdeparen för tidpunkter vid kurvorna anger utvecklingsstadium enligt tabell 9 (överst) samt antalet skott i två rader på en sträcka av 0,5 m (nederst).

S = sådatum, T = datum för skärmuppsättning, Sk = skördedatum

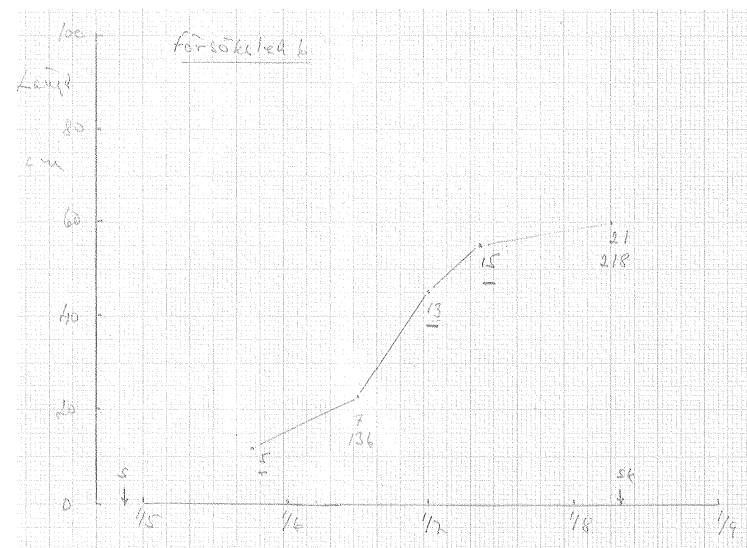
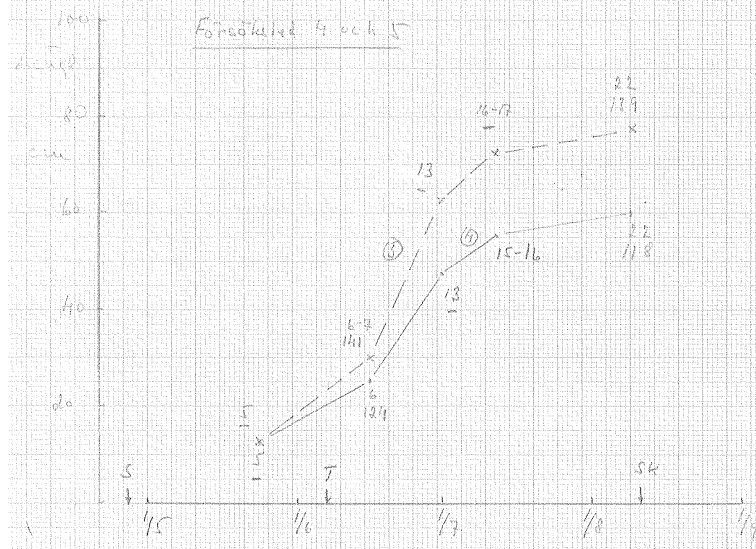
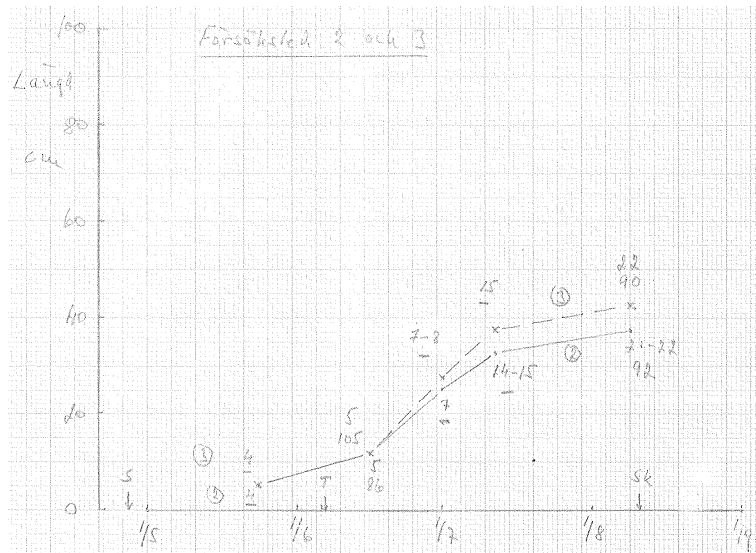


Fig. 21. Kornets utveckling vid Wadsbro 1982.

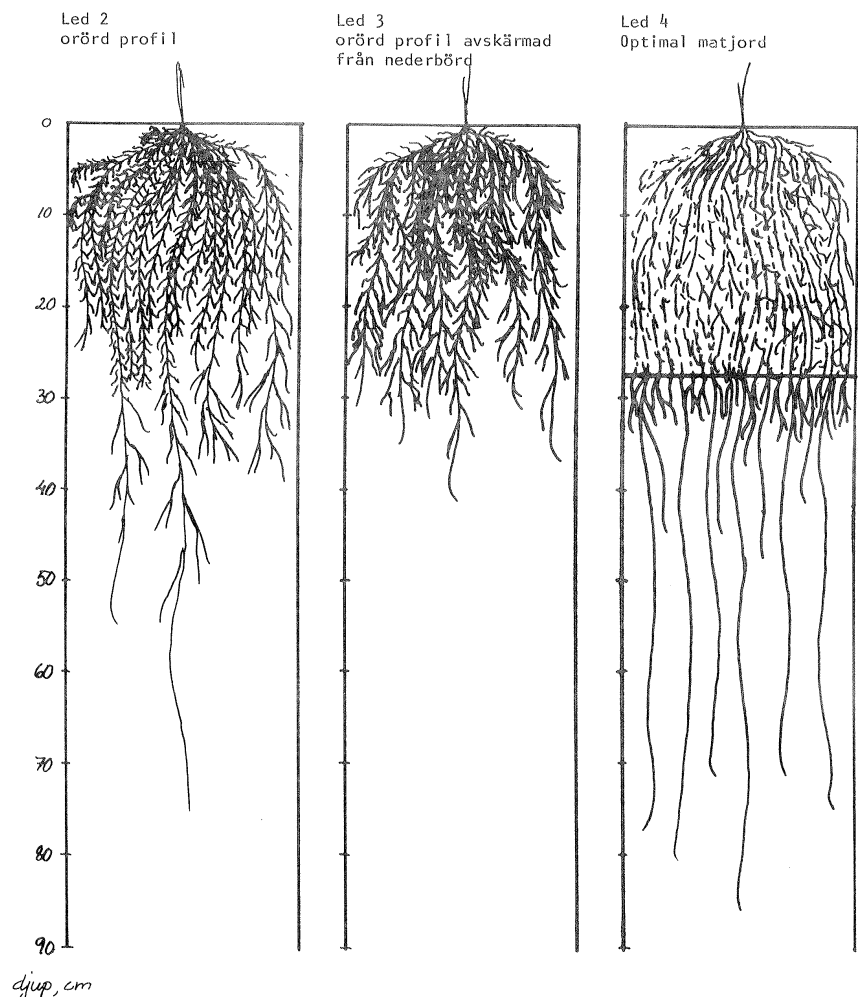


Fig. 22. Rotprofiler vid Wadsbro 1981-08-05.

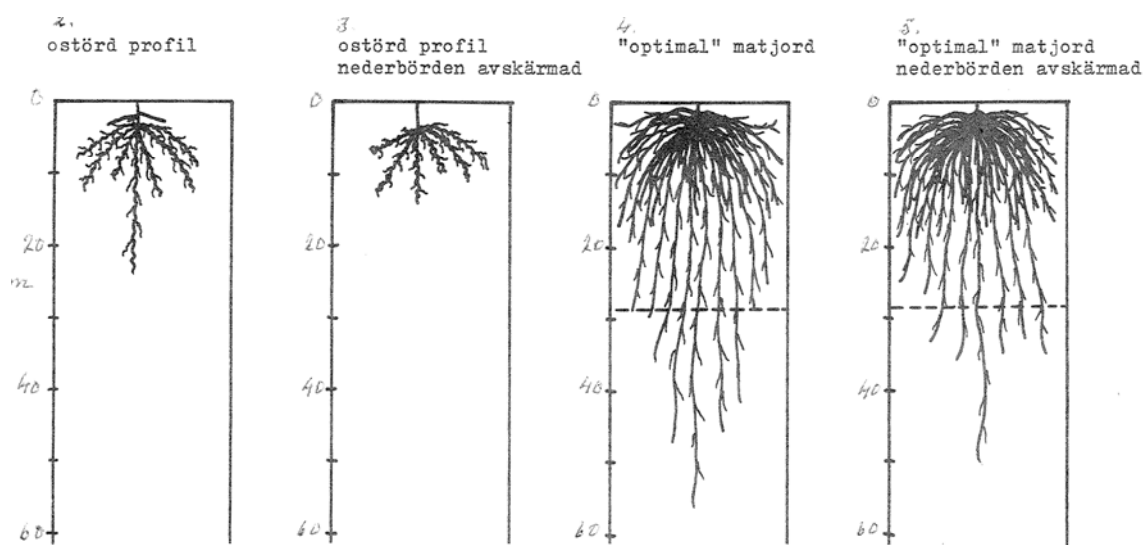


Fig. 23. Rotprofiler vid Wadsbro 1982-06-16.

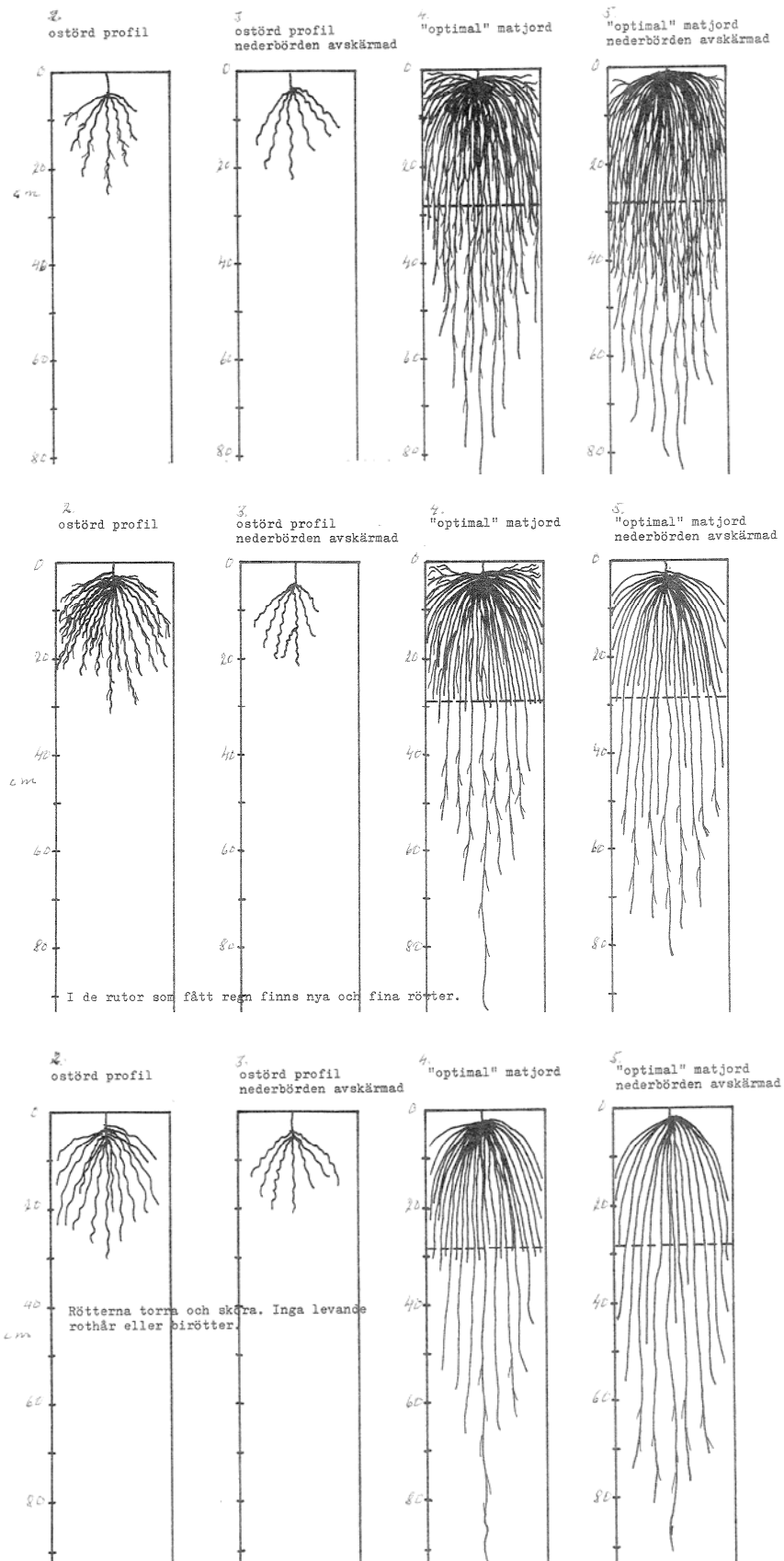


Fig. 24 - 26. Rotprofiler vid Wadsbro 1982-07-01, 1982-07-12 resp. 1982-08-09.

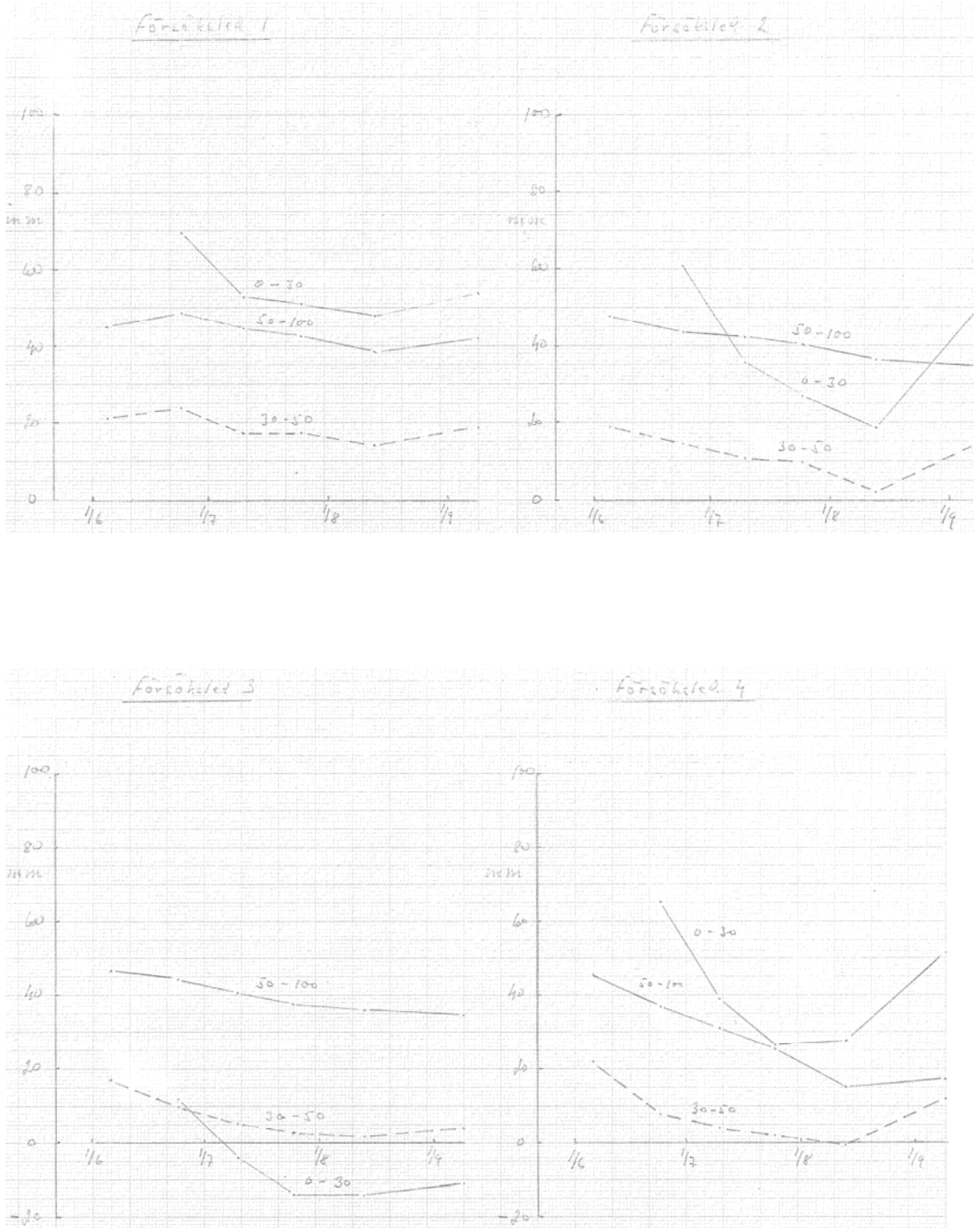
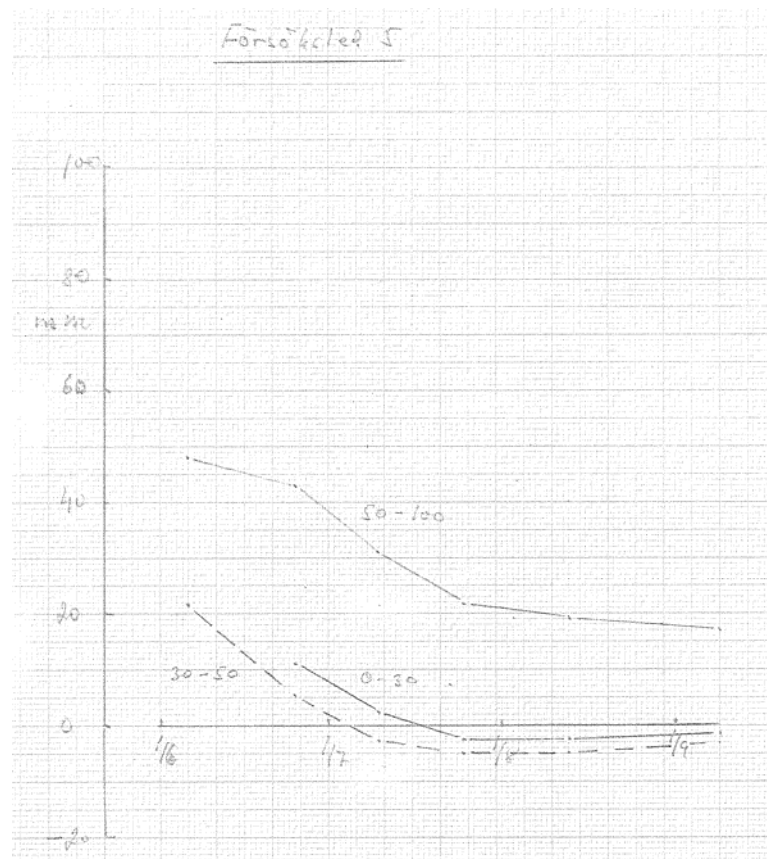


Fig. 27. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Wadsbro 1980. Försöksled 1-4.



Forts. fig. 27. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Wadsbro 1980. Försöksled 5.

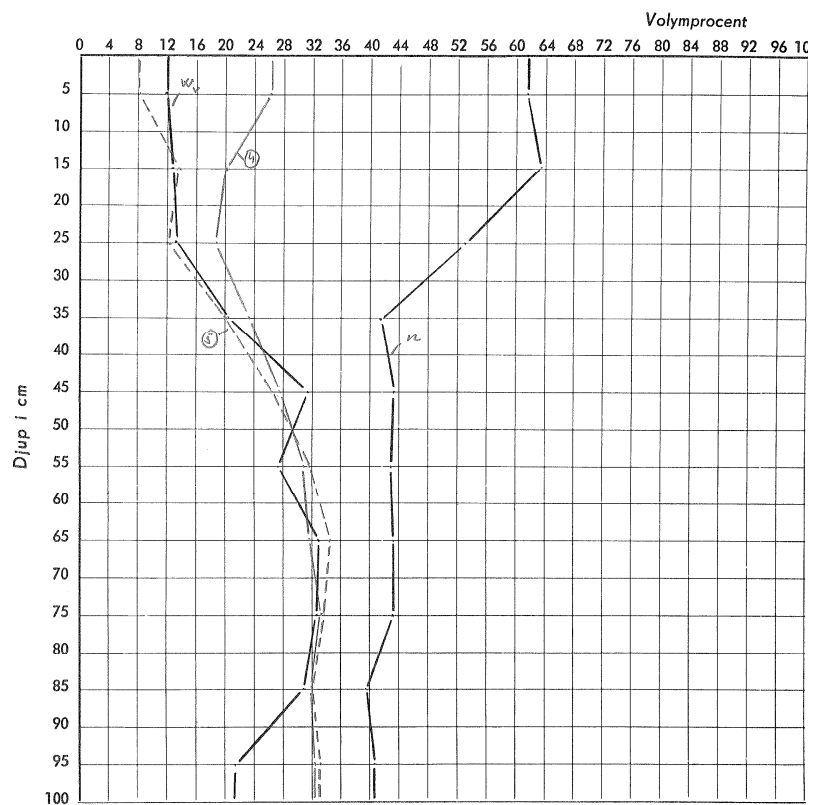
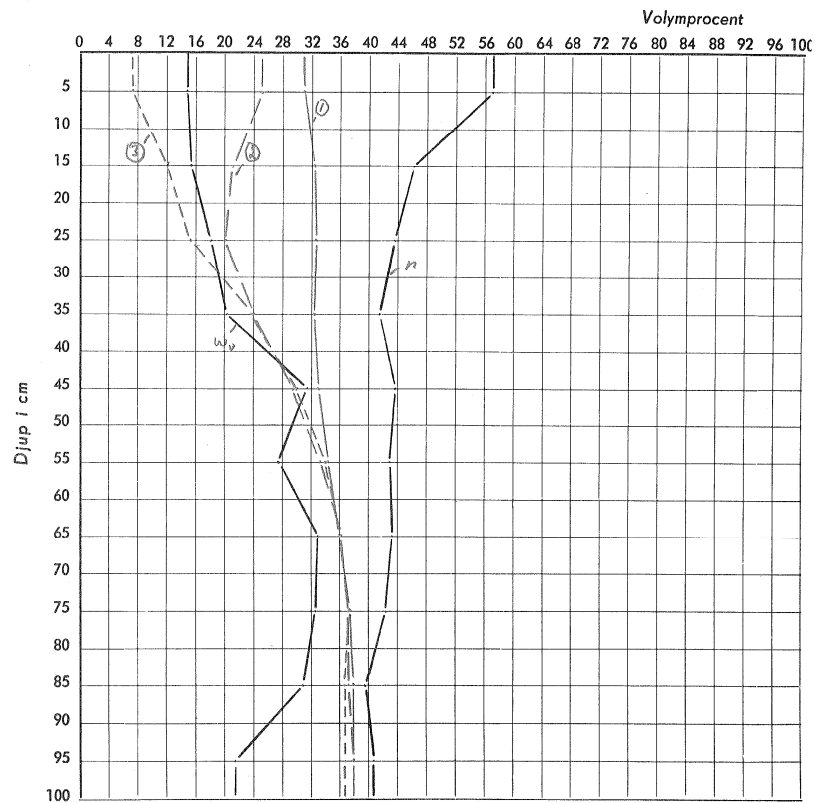


Fig. 28. Vattenhaltsfördelning i marken vid Wadsbro 1980-08-13 i försöksleden 1-3 resp. 4 och 5. n = porositet, w_v = vattenhalt vid biologisk vissningsgräns

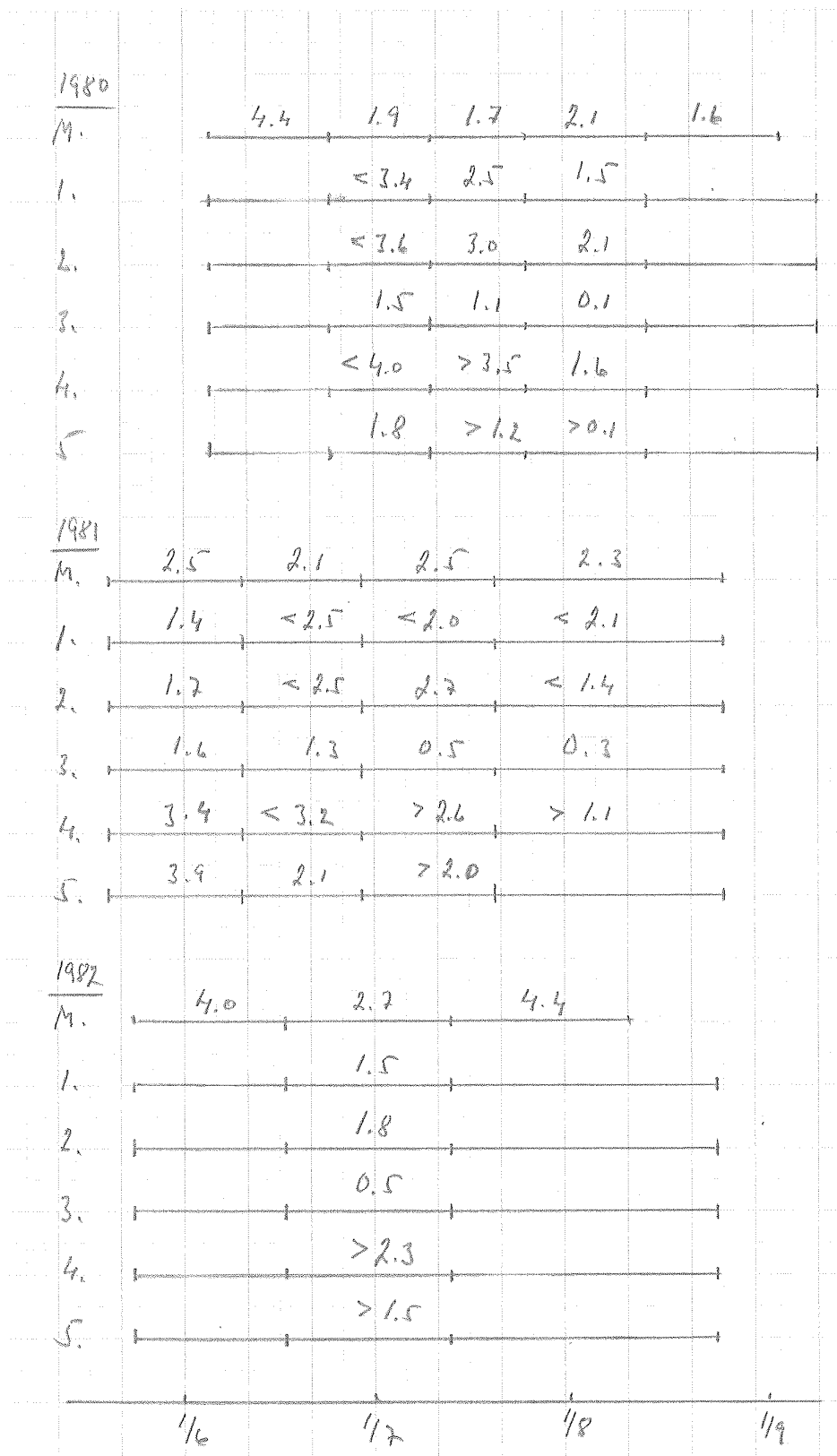


Fig. 29. Genomsnittlig avdunstning per dygn från mätare (M) och i de olika försöksleden vid Wadsbro 1980-1982.

< =avrinning har skett från zonen 0-100 cm

> = upptagning och/eller upptransport av vatten har skett från djup större än 100 cm

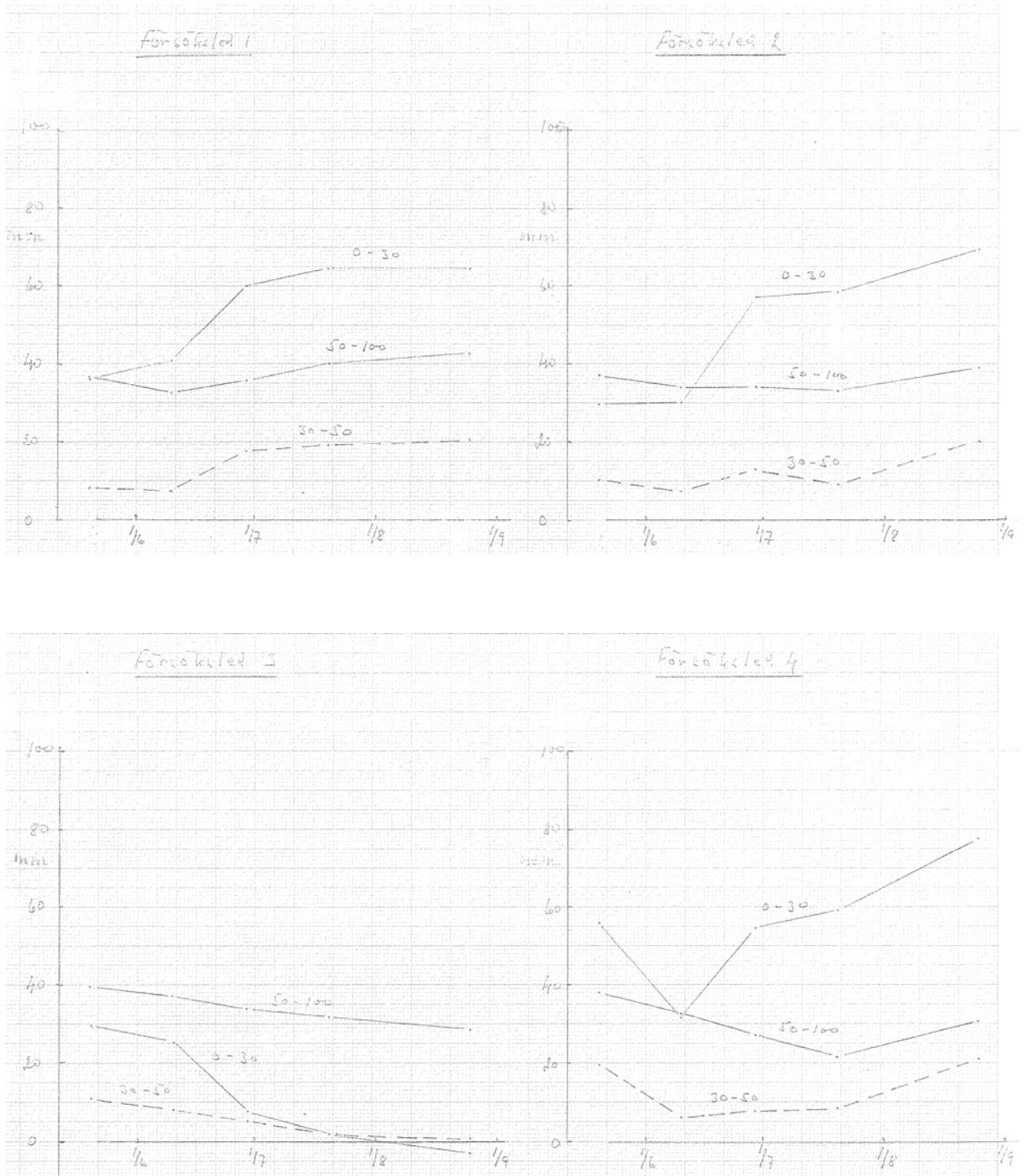
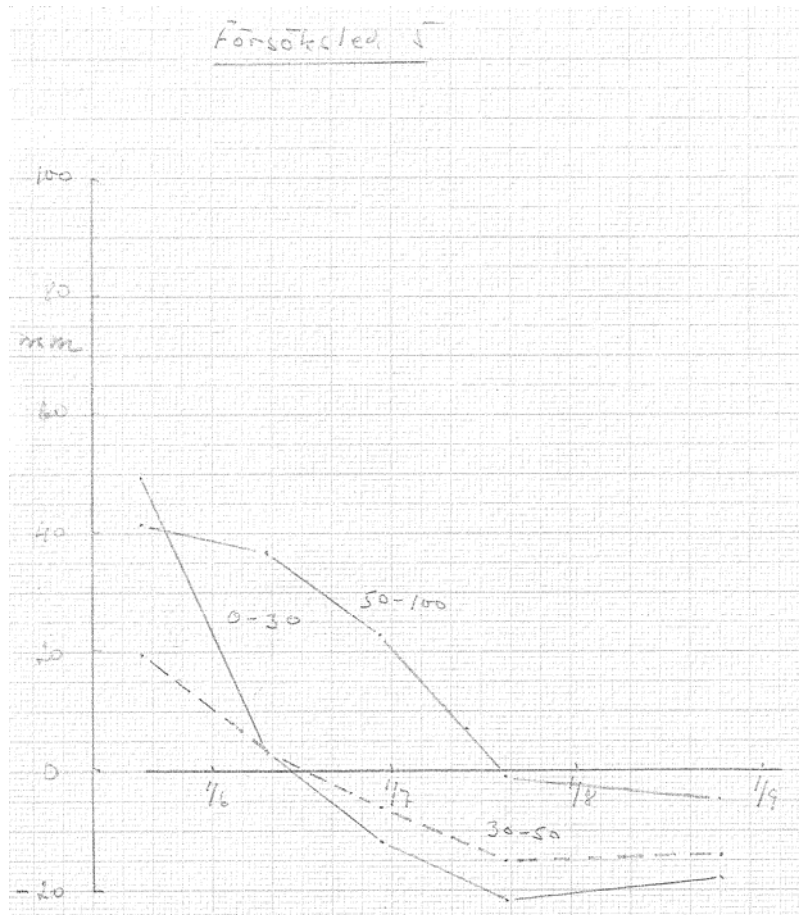


Fig. 30. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Wadsbro 1981. Försöksled 1-4.



Forts. fig. 30. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Wadsbro 1981. Försöksled 5

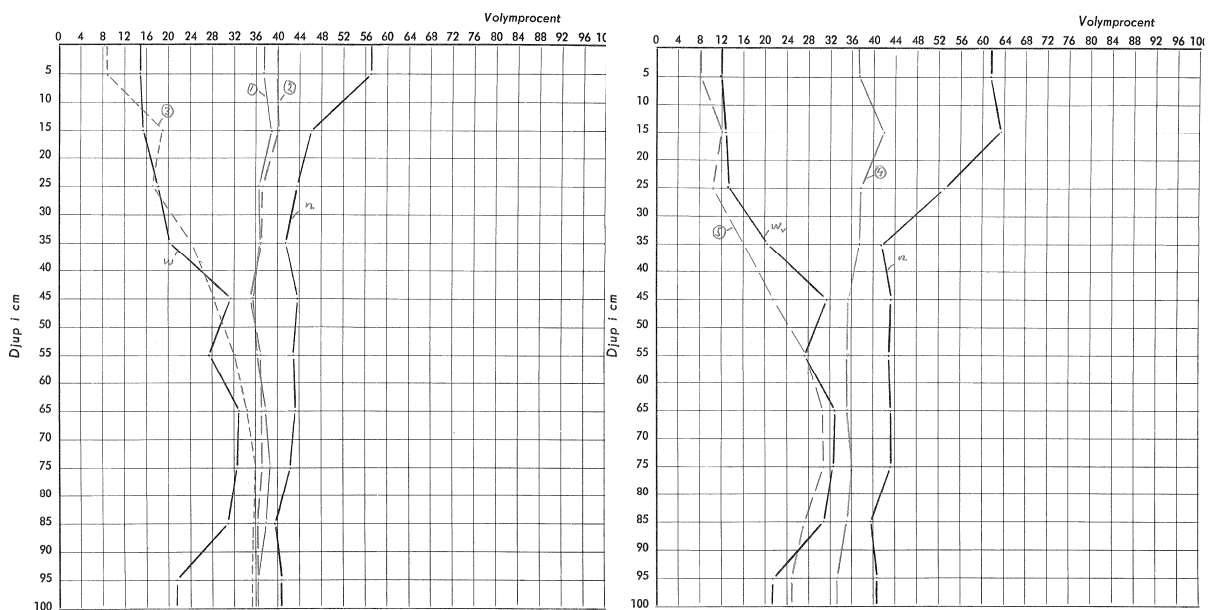


Fig 31. Vattenhaltsfördelning i marken i försöksleden 1-3 resp. 4-6 vid Wadsbro 1981-08-25.

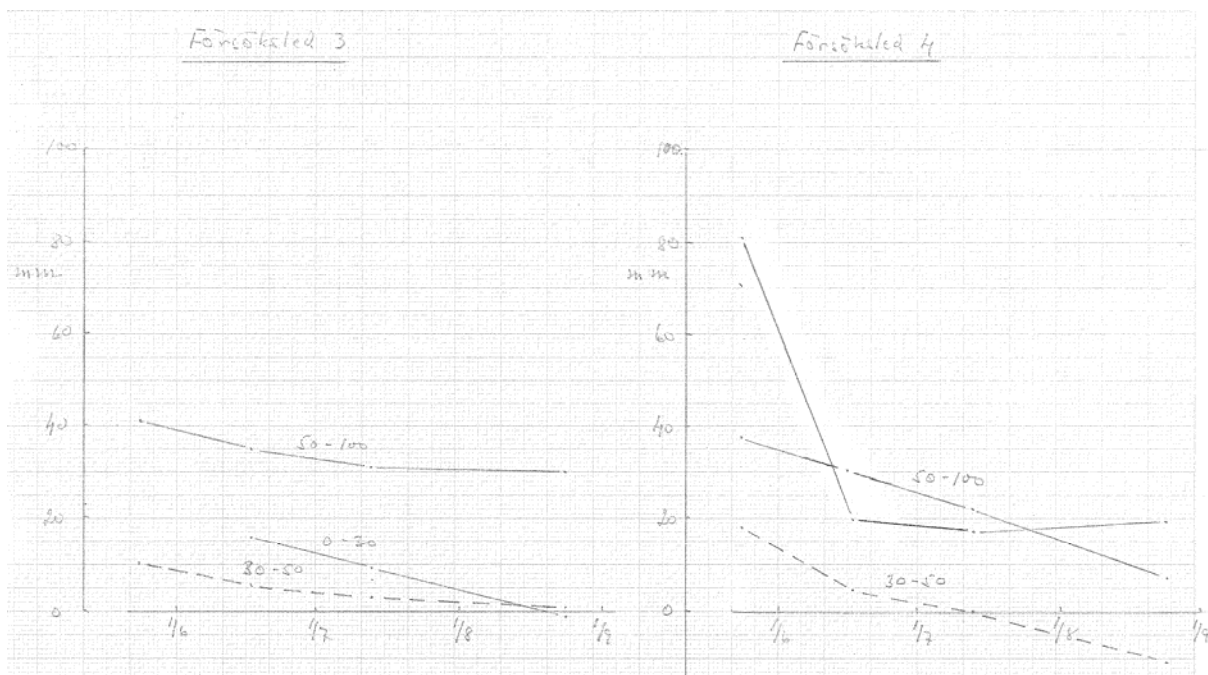
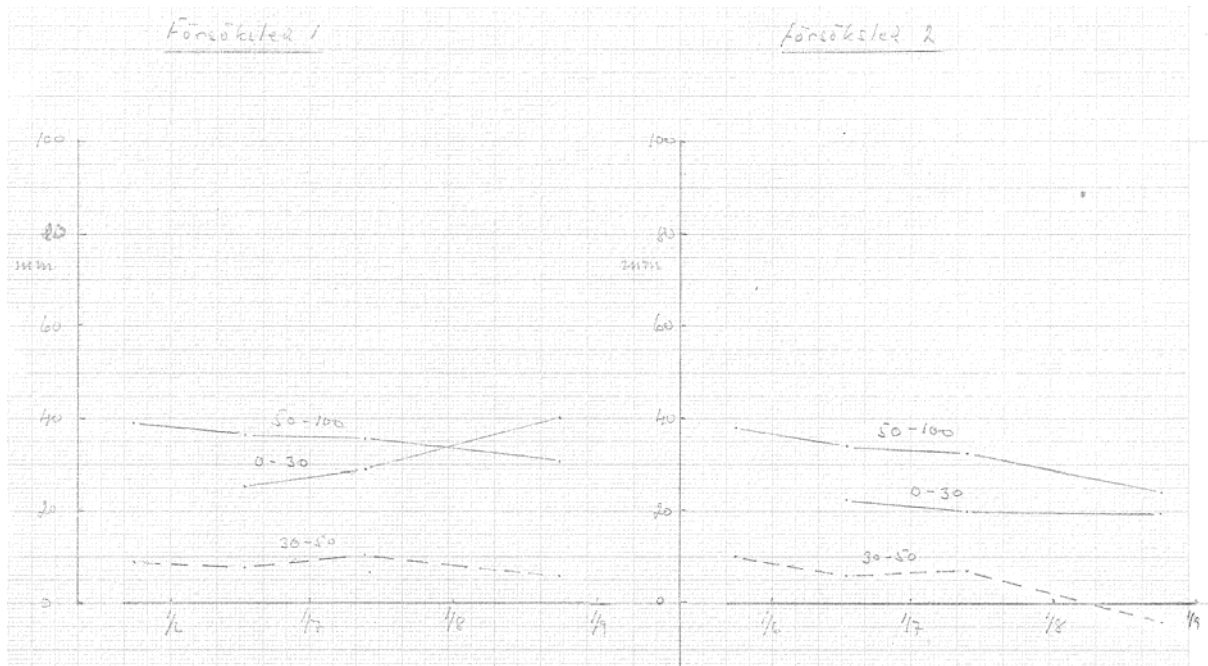
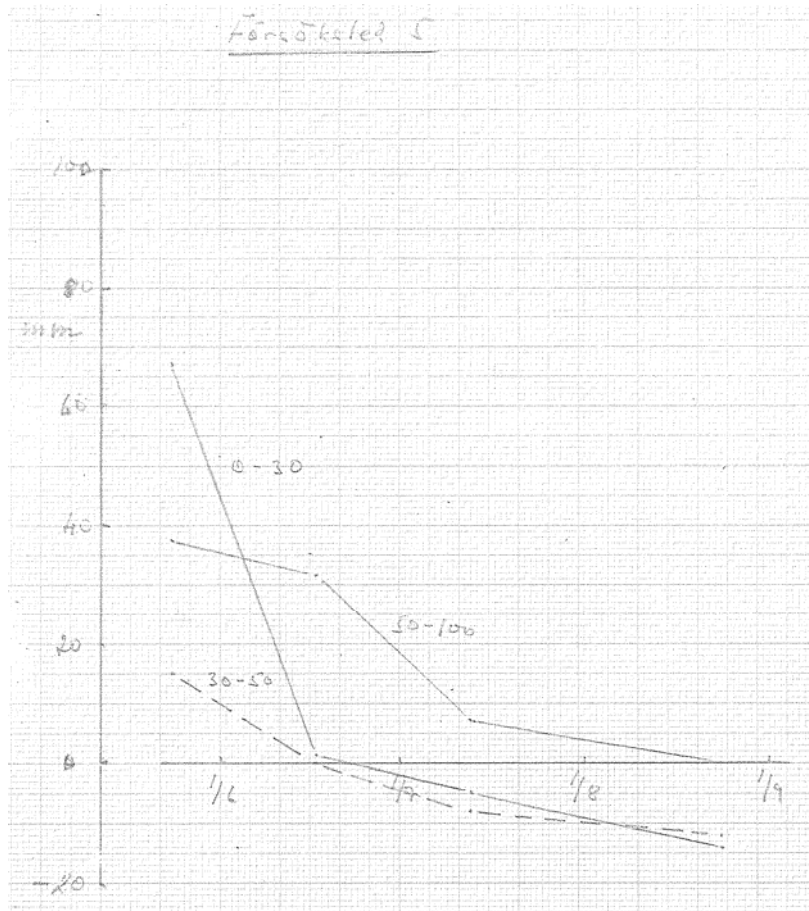


Fig 32. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Wadsbro 1982. Försöksled 1-4.



Forts. fig 32. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Wadsbro 1982. Försöksled 5.

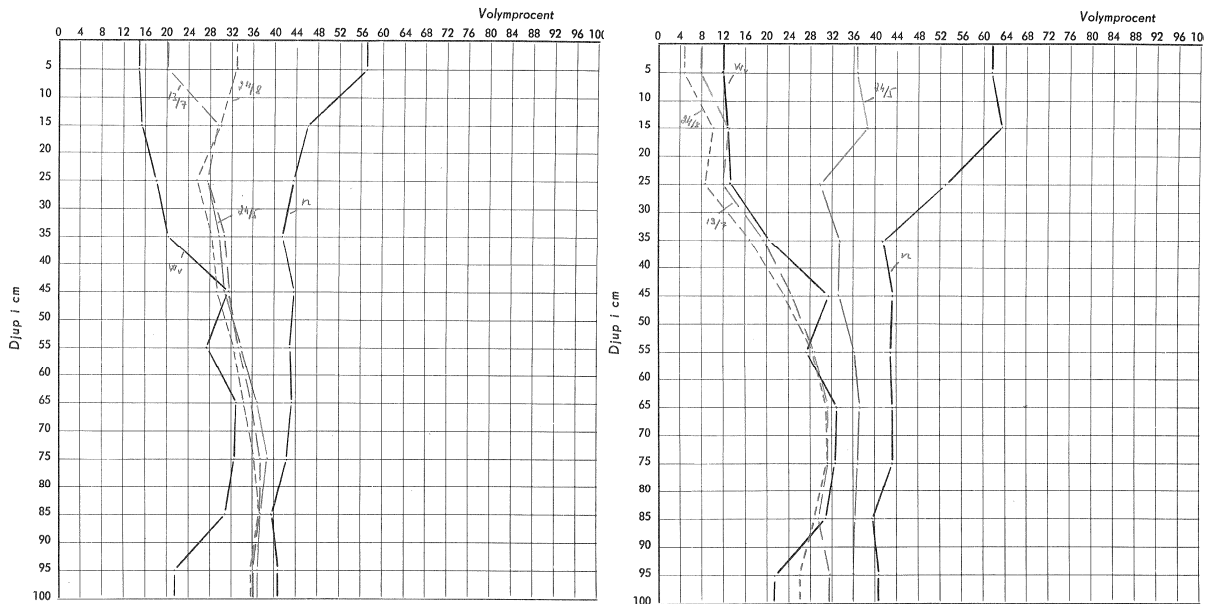
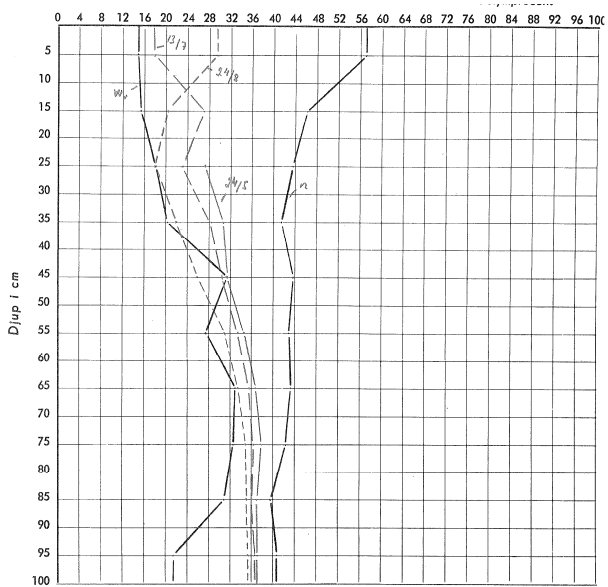
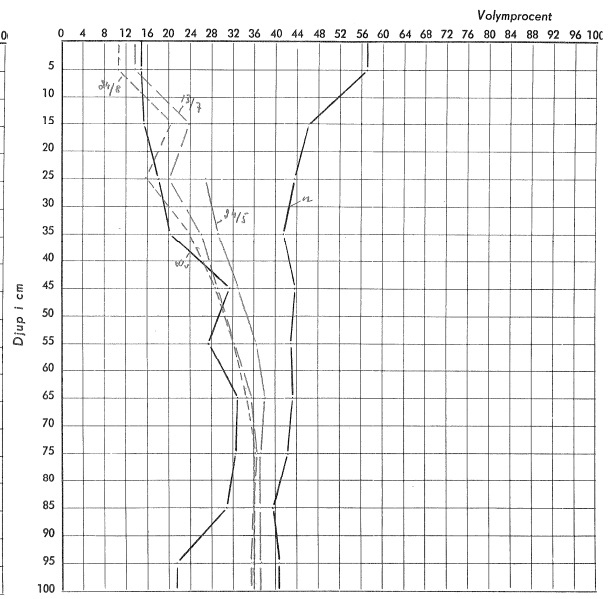
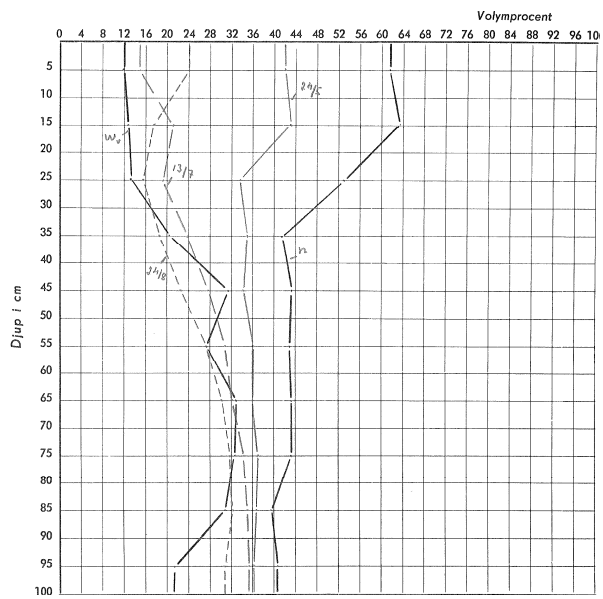


Fig. 33. Vattenhaltsfördelning i marken vid tre tidpunkter i försöksleden 1 och 2 vid Wadsbro 1982.



Forts. fig. 33. Vattenhaltsfördelning i marken vid tre tidpunkter i försöksleden 3-5 vid Wadsbro 1982.



Fig.34. Strån och ax från skörd vid Wadsbro 1980.

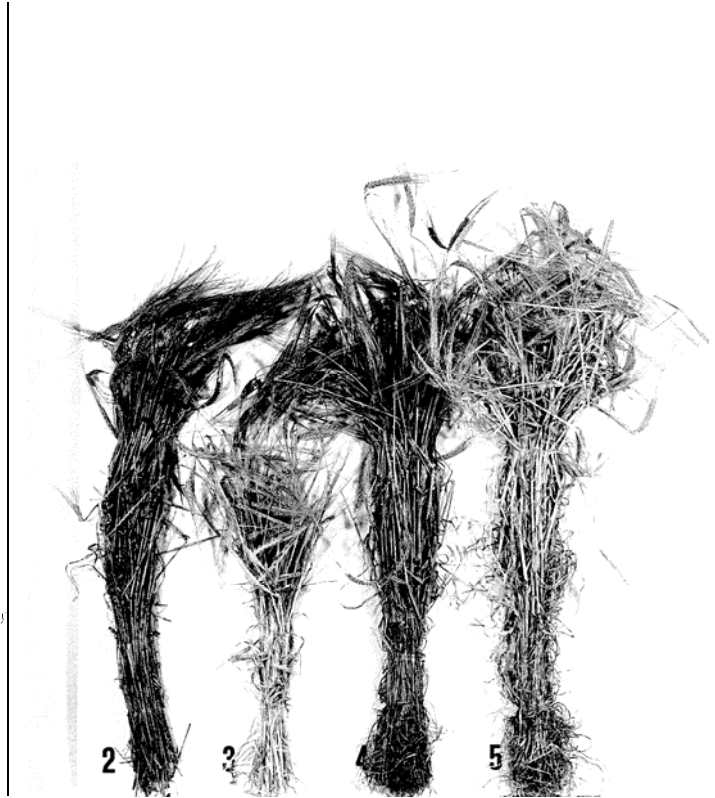


Fig. 35. Strån och ax från skörd vid Wadsbro 1981.

RESULTAT FRÅN ISELSTA, TILLBERGA; MULLHALTIG MJÄLARIK STYV LERA

Beståndsutveckling

1980. Uppkomsten blev ojämn och dålig i leden 2 och 3. Genom bevattning i slutet av maj och gynnsam väderlek därefter kom beståndet dock att bli bra eller ganska bra även i dessa led.

Beståndsstudier genomfördes den 26 juni och den 11 juli (tabell 16). Där nerbörden avskärmats (led 3 och 5) var beståndet glesast och längdtillväxten lägst. Leden med ny matjord (4 och 5) hade längst bestånd.

Tabell 16. Data från beståndsstudier vid Igelsta 1980.

	Försöks- led	Utvecklings- stadium	Längd cm	Antal skott per m
26 juni	2	12	38	96
	3	13	50	78
	4	12	70	164
	5	14	70	94
11 juli	2	16	78	-
	3	16	80	-
	4	16	110	-
	5	16	90	-

I mitten av juli var beståndet bra i led 2, ganska bra i leden 3 och 5 och mycket bra i led 4. Det fanns en del ogräs - våtarv, jordrök m.m. - i leden 4 och 5.

Under augusti uppkom liggsäd i led 4 och delvis även i led 2. I slutet av augusti fanns enstaka grönskott i led 5.

1981. Uppkomsten blev ojämn i alla försöksled. I leden 2 och 3 blev den också sen; i slutet av maj fanns bara ett fåtal kornplantor i dessa led. Bevattning den 4 juni och gynnsamma väderleksförhållanden under resten av sommaren befrämjade dock tillväxt och utveckling. Ojämnheterna inom leden utjämnades emellertid ej helt och bestånden i leden 2 och 3 låg hela sommaren efter de två andra leden i utveckling (fig. 36). Mycket ogräs, speciellt våtarv, förekom i leden med ny matjord.

Nederbörden avskärmades fr.o.m. den 30 juni. Led 3 hade då ett tätare bestånd än led 2 och led 5 ett längre och tätare bestånd än led 4. En tydlig effekt av avskärmningen är ett längre bestånd. Av de led som ej övertäcktes (2, 4 och 6) hade led 6 (marktäckning) under hela sommaren längst och tätast bestånd (fig.36).

1982. I leden 2 och 3 blev såbädden något kokig. Detta i kombination med 11 mm regn 10-12 dagar efter sådden medförde dåliga gröningsbetingelser och sen uppkomst. Först en vecka in i juni erhöles en mera allmän uppkomst. Beståndet i leden 2 och 3 var sedan kort, glest och dåligt under hela sommaren (fig.37). Mycket ogräs utvecklades.

I övriga försöksled blev uppkomsten bra och beståndet växte relativt bra.

Avskärmningen av nederbörd fr.o.m. slutet av juni medförde ett kortare och glesare bestånd på den orörda profilen (led 3) och ett något mindre tätt bestånd på profilen med ny matjord (led 5).

I det marktäckta ledet (6) växte och utvecklades kornet på praktiskt taget samma sätt som i ledet med ny matjord utan övertäckning (4).

Rotutveckling

1981. Studier i profilvägg genomfördes den 10 augusti i leden 2, 4 och 6 (fig.38). I alla tre leden var matjorden genomvävd av rötter upp till 1-2 cm från markytan. Det maximala rotdjupet var 105 cm i led 2, 85 cm i led 4 och 105 cm i led 6.

I led 2 fanns rikligt med rötter ner till 40 cm djup. Ett stort antal sidorötter gav rotsystemet ett buskigt utseende i skiktet 30-40 cm.

Leden 4 och 6 hade lägre rotfrekvens i alven än led 2. (Djupet på den nya matjorden i led 4 var 33 cm.) Rötterna i alven saknade sidorötter.

1982. Rotstudier genomfördes 23 juni, 5 och 14 juli samt 10 augusti. Eftersom skärmtak uppsattes den 23 juni kan leden 2 och 3 ses som ett försöksled och leden 4 och 5 som ett försöksled vid det första tillfället.

Den 23 juni var rotdjupet maximalt 27 cm i led 2-3, 78 cm i led 4-5 och 32 cm i led 6 (fig.39). I led 2-3 var både skott och rötter svagt utvecklade. Rötter fanns bara rakt under plantorna och huvudsakligen i skiktet 0-15 cm. De

var små och knotiga. Det fanns några korta nodala rötter. I led 4-5 fanns gott om rötter till 45-50 cm djup. Rotfrekvensen i övre delen av alven var ungefär lika stor som i matjorden. Plantorna hade 9-10 nodala rötter av 1-5 cm längd. I led 6 fanns rikligt med rötter i matjordens övre hälft upp till det pålagda skiktet av mullrik sand. I undre delen av matjorden och i alven förekom rötter huvudsakligen i sprickor. Ett stort antal sidorötter hade utvecklats. Plantorna hade 4-5 nodala rötter av 4-5 cm längd.

Den 5 juli hade inga nämnvärda förändringar skett i leden 2 och 3 och relativt små förändringar i leden 4 och 5. Däremot fanns nu flera djupgående rötter i led 6. Det maximala rotdjupet var 23 cm i led 2, 27 cm i led 3, 83 cm i led 4, 95 cm i led 5 och 70 cm i led 6 (fig. 40). Det fanns gott om sidorötter i matjorden i leden 2 och 3, i alven i leden 4 och 5 samt fr.o.m. ca 12 cm djup i led 6.

Under följande tidsperiod, 5-14 juli, utvecklades rotsystemet mycket i led 2. Rikligt med buskiga, delvis torra rötter fanns den 14 juli i detta led ner till 15-16 cm djup. I led 3 hade fler rötter bildats men fortfarande förekom rötter huvudsakligen endast under plantornas bas. I led 4, där skiktet 0-10 cm var torrt, var matjorden väl genomrotad. Kraftiga nodala rötter trängde ner till 5-15 cm djup. Enstaka förgreningar fanns på 70 cm djup. I led 5 var jorden tämligen torr ner till 40 cm djup. Sidorötterna var här torra och rothår saknades. Under 40 cm-nivån fanns få sidorötter men rikligt med rothår. I led 6 var matjorden väl genomrotad ända upp mot det pålagda yt-skiktet. Det maximala rotdjupet den 14 juli var 35 cm i led 2, 27 cm i led 3, 117 cm i led 4, 125 cm i led 5 och 70 cm i led 6 (fig. 41).

Vid nästa rotstudietillfälle, den 10 augusti, hade det maximala rotdjupet blivit större i alla led (fig. 42). I led 2 var det 70 cm, i led 3 60 cm, i led 4 138 cm, i led 5 132 cm och i led 6 85 cm. En stor del av rötterna var torra eller började bli torra och ljusbruna.

I led 2 var de nodala rötterna torra. Friska sidorötter och rothår fanns i matjorden och friska rötter i alven. I led 3 var rotsystemet glest och rötterna bruna och mycket sköra. I leden 4-6 fanns friska huvudrötter, sidorötter och rothår under 30-40 cm djup. Detta är något förvånande med tanke på att beståndet var i deg- till gulmognadsstadiet.

Rotfrekvensstudier genomfördes vid Igelsta 29 juni, 14 juli och 10 augusti (tabell 17). Liksom för Ålbo, finns det inget tydligt samband mellan frekvensen av rötter enligt dessa studier och antalet rötter per skikt enligt studierna i profilvägg.

Leden 4 och 5 hade stor frekvens av rötter i skikten 30-40 och 40-50 cm i slutet av juni. Led 6 hade vid alla tillfällena låg frekvens av rötter i nämnda skikt. Denna allmänna bild överensstämmer med bilden från profilväggsstudierna.

Tabell 17. Rotfrekvens vid Igelsta 1982.

Försöks- led	Skikt cm	Antal rötter 100 cm ² , m:tal		
		29/6	14/7	10/8
4	30-40	28,9	6,2	6,2
	40-50	20,9	4,5	6,2
5	30-40	17,8	11,2	5,8
	40-50	9,6	8,5	6,7
6	30-40	1,1	0,9	2,2
	40-50	-	0	0,5

Vattenupptagning och avdunstning

1980. I led 1 var vatteninnehållet praktiskt taget konstant i skikten 30-50 och 50-100 cm (fig. 43). Det tyder på att upptorkning genom direkt avdunstning från ytan ej gått djupare än 30 cm. I de bevuxna försöksleden minskade alla skikts vatteninnehåll mer eller mindre successivt t.o.m. mitten av augusti. Störst var denna minskning i leden 3 och 5, som avskärmades från nederbörd fr.o.m. slutet av maj t.o.m. 31 augusti.

Vattenhaltsbestämningar i mitten av augusti (fig. 44) - ca 2 veckor före skörd och skärmavtagning - visar på upptorkning till ca 60 cm djup i led 2, till 70-80 cm djup i led 3 samt till mer än 100 cm djup i leden 4 och 5. Marken i led 3 var uttorkad längre än till vissningsgränsen till ca 20 cm djup. I led 5 var vattenhalten den 14 augusti nära vissningsgränsen till 60 cm djup.

Evapotranspirationen var för sommaren som helhet störst i leden 2 och 4. De avskärmade leden 3 och 5 hade t.o.m. slutet av juli högst ca hälften så stor avdunstning men därefter under ca 3 veckor ungefär lika stor avdunstning som leden 2 respektive 4 (fig. 45).

1981. Även detta år var vatteninnehållet praktiskt taget konstant i alven i led 1 (fig.46). Avrinning till större djup förekom sannolikt kring månads-skiftet juni-juli i leden 1 och 2. I leden 2, 4 och 6 minskade både matjordens och alvens vatteninnehåll mellan provtagningarna från slutet av juli till mitten av augusti. I leden 3 och 5, som övertäcktes med skärmar den 30 juni, reducerades vatteninnehållet successivt i matjorden t.o.m. skörden den 10 september. Däremot skedde en mindre ökning i vatteninnehåll hos skikten 30-50 och 50-100 cm mellan de två sista provtagningarna. Detta måste vara orsakat av en höjning i grundvattennivån. Grundvattendjupet minskade från 1,58 m den 14 augusti till 0,95 m den 18 augusti. Mellan dessa dagar föll ca 25 mm regn.

Vattenhaltskurvorna från den 14 augusti (fig.47) visar att upptorkningen gått djupare än till 100 cm i alla de bevuxna leden 2-6. Minst är den i led 4. Vid rotstudier den 10 augusti var det maximala rotdjupet 105 cm i led 2, 85 cm i led 4 och 105 cm i led 6. Uttorkningen i leden 3 och 5 tyder på att rotdjupet i dessa led var minst 100 cm i mitten av augusti.

Innan skärmar sattes upp var evapotranspirationen störst i leden med ny matjord (4 och 5) och lika stor i led 1 som i leden 2 och 3 (fig.45). Inga värden finns för led 6 under denna period. Under följande period var avdunstningen lägst från leden 3 och 5.

1982. Liksom under 1980 och 1981 var vatteninnehållet i stort sett konstant i alven i led 1 (fig.48). Vattenhaltskurvorna (fig.49) visar att vattenhaltsförändringar huvudsakligen skett i skiktet 0-20 cm.

Led 2 var i mitten av juli starkt uttorkat i matjorden. Det maximala rotdjupet var då endast 35 cm. Den 10 augusti hade rotdjupet ökat till 70 cm, vilket speglas i en upptorkning till 80-90 cm djup i slutet av augusti.

I led 3 torkade profilen ut till ca 70 cm djup. Det maximala rotdjupet var 60 cm den 10 augusti. Matjorden blev uttorkad långt under vissningsgränsen.

Leden 4 och 6 var i mitten av juli relativt starkt uttorkade i hela profilen (fig. 49). Det maximala rotdjupet var då 117 respektive 70 cm. I slutet av augusti hade en ytterligare upptorkning skett i skiktet 50-100 cm. Upptagning eller upptransport av vatten måste då även ha skett från större djup än 100 cm. Vid rotstudier den 10 augusti var det maximala rotdjupet 138 cm i led 4 och 85 cm i led 6.

Profilen i led 5 var i mitten av juli starkt uttorkad till mer än 100 cm djup. I slutet av augusti hade uttorkningen gått ännu längre; vattenhalten var lägre än vissningsgränsen ner till 50 cm djup och nära vissningsgränsen i skiktet 50-80 cm (fig. 49). Det maximala rotdjupet var 125 cm den 14 juli och 132 cm den 10 augusti.

Evapotranspirationen blev störst i leden 2, 4 och 6 (fig. 45). Den är genomgående betydligt lägre under sista hälften av juli och i augusti än under ca 3 veckor i slutet av juni - början av juli. Led 1 uppvisar förhållandevis stor avdunstning. I led 3 är evapotranspirationen knappt hälften så stor som i det ej övertäckta ledet 2.

Skörd och kärnkvalitet

1980. Kärn- och halmskördarna blev stora eller relativt stora i alla led (tabell 18). Avskärmningen av nederbörd - fr.o.m. tvåbladsstadiet i leden 3 och 5 - medförde 15,1 dt/ha lägre kärnskörd och 17,7 dt/ha lägre halmskörd. Inverkan av nederbördsavskärmning är större på profilen med ny matjord än på orörd profil. Leden med ny matjord (4 och 5) gav i genomsnitt 9,6 dt/ha större kärnskörd och 32,1 dt/ha större halmskörd än leden på orörd profil (2 och 3). I led 4 erhöles relativt stor differens i kärnskörd mellan de två samrutorna (14,2 dt/ha).

Kärnskördarnas storlek är ganska starkt kopplade till antalet skördade kärnor per ha.

Kvävehalten i kärnan ligger betydligt högre för leden med ny matjord än för leden med orörd profil.

1981. Även detta år erhöles genomgående stora eller relativt stora kärn- och halmskördar (tabell 18). Skärmarna uppsattes ej förrän den 30 juni. Avskärmningen av nederbörd befrämjade tillväxten och utvecklingen (fig. 36) och var även gynnsam för kärntillväxten. I genomsnitt gav de övertäckta leden 3 och 5 8,6 dt/ha större kärnskörd och 7,7 dt/ha större halmskörd än leden 2 och 4. Inverkan av nederbördsavskärmning är störst på orörd profil.

Störst kärnskörd erhöles i det nya försöksledet med marktäckning (6). Den är 2,1 gånger större än kärnskörden i kontrollerledet 2.

Relativt stora differenser mellan samrutors halmskördar erhöles i leden 4 (21,8 dt/ha) och 5 (14,4 dt/ha).

Tabell 18. Skördars storlek och kvalitet vid Igelsta.

År	Försöks- led	Kärna, 15 % vatten			Halm ts dt/ha	Kväve i kärna		
		rymd- vikt g/l	1000- kornvikt g	kärn- antal milj./ha		% av ts	kg/ha	
1980	2	47,4	763	45,0	105	33,0	1,95	79
	3	39,9	794	49,7	80	28,5	1,71	58
	4	64,6	752	44,2	146	78,3	2,49	137
	5	41,9	736	43,7	96	47,4	2,60	93
1981	2	32,9	726	49,2	67	35,0	1,74	49
	3	43,4	764	56,6	77	47,5	2,02	75
	4	49,8	730	47,9	104	51,6	1,74	74
	5	56,4	754	50,3	112	54,4	2,06	99
	6	69,3	733	50,1	138	50,7	2,08	123
	6	69,3	733	50,1	138	50,7	2,08	123
1982	2	22,1	715	43,5	51	20,8	2,37	44
	3	4,1	-	42,4	10	2,9	2,17	7
	4	43,6	733	43,2	101	31,8	1,76	65
	5	36,5	776	46,9	78	28,7	1,77	55
	6	47,7	743	45,9	104	29,5	1,75	71
	6	47,7	743	45,9	104	29,5	1,75	71

Differensen i kärnskörd mellan leden 2 och 3 kan till ungefär lika delar förklaras av skillnader i kärnvikt och i antal skördade kärnor. Differenser i kärnskörd mellan leden 4 och 5 beror mest på skillnad i antal kärnor. Det är förvånande att kärnvikten blev störst i leden med lägst markvatteninnehåll (3 och 5).

1982. Beståndet utvecklades dåligt i leden 2 och 3 (fig. 37). Led 2 gav relativt låg skörd, led 3 ingen skörd alls i en samruta och låg skörd i den andra. I tabell 18 redovisas medelvärden av kärn- och halmskördar.

Förhållandevis stora kärnskördar erhöles i leden 4-6 trots att sommaren var regnfattig. De är nära korrelerade med antalet skördade kärnor per ha. Även detta år var tusenkornvikten högre i led 5 än i led 4.

I led 2 erhöles relativt stor skillnad i halmskördar mellan samrutorna (7,0 dt/ha).

Sammanfattning

Beståndsutveckling och skörd. I försöksled 2 med orörd profil och utan nerderbördsavskärmning blev beståndet bra 1980, relativt bra 1981 samt kört, glest och dåligt 1982. Sistnämnda år blev utvecklingen mycket sen. Kärnskör-

den blev i medeltal 34,1 dt/ha med årsvärdena 47,4, 32,9 respektive 22,1 dt/ha (tabell 18). Kvävemängden i kärnsköörden blev i medeltal 57 kg/ha (årsvärden 79, 49 och 44) och halmsköörden i medeltal 29,6 dt/ha (årsvärden 33,0, 35,0 och 20,8).

I försöksleden med ny matjord (4 och 5) erhöles tidigare och bättre uppkomst, kraftigare bestockning, snabbare tillväxt och utveckling, längre bestånd, större och säkrare kärnsköörd, större kvävesköörd i kärnan samt större halmsköörd.

Ny matjord utan nederbördsavskärmning (led 4) gav i genomsnitt 18,5 dt/ha (54 %) större kärnsköörd, 35 kg/ha (61 %) större kvävesköörd i kärnan samt 24,3 dt/ha (82 %) större halmsköörd än led 2.

Avskärmning av nederbörden under en stor del av sommaren medförde under 1980 och 1982 ett glesare bestånd samt lägre skörd av kärna, kväve i kärnan och halm. Beståndets längd blev kortare på den orörda profilen 1982 men påverkades i övrigt föga av nederbördsavskärmningen under 1980 och 1982. (Skärmar uppsattes 1980 i slutet av maj och 1982 den 23 juni).

På den orörda profilen medförde avskärmningen i genomsnitt för 1980 och 1982 att kärnsköörden minskade med 12,8 dt/ha (37 %), att kvävesköörden i kärnan minskade med 28 kg/ha (46 %) och att halmsköörden minskade med 11,2 dt/ha (42 %). Motsvarande reduceringar för profilen med ny matjord var 14,9 dt/ha (28 %), 27 kg/ha (27 %) och 17,0 dt/ha (31 %). Inverkan av avskärmningen var absolut sett störst på den nya matjorden 1980 och på orörd profil 1982. Relativt sett var inverkan störst i sistnämnda fall (tabell 18).

År 1981 sattes skärmarna upp först den 30 juni i begynnelsefasen-sistabladsstadiet av stråskjutningen (fig. 36). Resultatet blev ett längre och tätare bestånd samt större skördar av kärna, kväve i kärnan och halm under skärmarna. Effekterna är absolut sett ungefär lika stora på båda profiltyperna (tabell 18). I genomsnitt för jordarna blev merskördarna för avskärmning 8,6 dt/ha (21 %) kärna, 26 kg/ha (41 %) kväve i kärnan och 7,7 dt/ha (18 %) halm.

Försöksled med marktäckning, som ingick 1981 och 1982, hade det första året längst och tätast bestånd och det andra året jämte led 4 det bästa beståndet. Skörden av kärna och av kväve i kärnan var båda åren störst i led 6. I genomsnitt för de två åren blev kärnsköörden 58,5 dt/ha, kvävesköörden i kärnan 97

kg/ha och halmskörden 40,1 dt/ha. Dessa skördar uppgår till 213 %, 209 % respektive 144 % av motsvarande skördar i kontrollerdet 2.

Rotutveckling. Resultat från fuktighetsbestämningar 1980 visar på ett maximalt rotdjup av högst 90 cm i led 2, högst 100 cm i led 3 samt mer än 100 cm i leden 4 och 5 (jfr fig. 44).

Den 10 augusti 1981 var försöksleden 2, 4 och 6 väl genomrotade i matjorden (fig. 38). Det maximala rotdjupet i dessa led var då 105, 85 respektive 105 cm. Led 2 hade störst rottäthet i alven.

Rotstudier under sommaren 1982 gav, liksom vid Ålbo och Wadsbro, stora skillnader i rotutveckling mellan försöksleden (fig. 39-42). I leden 2 och 3 var rotsystemet grunt och glest t.o.m. början av juli. I led 2 skedde sedan en förtätning i matjorden (fig. 41) och en relativt snabb djuptillväxt till maximalt 70 cm (fig. 42). I led 3 förblev rotsystemet glest under hela sommaren. Det maximala rotdjupet blev 60 cm.

I leden med ny matjord (4 och 5) fanns det i slutet av juni gott om rötter ner till 40-50 cm djup. Det maximala rotdjupet var då 78 cm. Rotsystemet fördjupades sedan successivt i båda leden. Den 10 augusti var det maximala rotdjupet 138 respektive 132 cm.

I led 6 (marktäckt) utvecklades rikligt med rötter i matjorden - under försommaren - speciellt i den övre delen (fig. 38 och 39). I alven var rotsystemet något tätare och djupare än i led 2 men grundare och glesare än i leden 4 och 5 (fig. 41 och 42). Det maximala rotdjupet blev 85 cm.

I alla led förekom under 1982 förändringar i rotsystemet inom enskilda skikt på liknande sätt som vid Ålbo och Wadsbro.

Vattenupptagning och upptorkning. I det obevuxna försöksledet 1 var vatteninnehållet i alvskikten 30-50 och 50-100 cm praktiskt taget konstant under somrarna. Upptorkning till följd av avdunstning från markytan bör endast ha skett inom skiktet 0-30 cm.

I led 2 togs vatten upp och/eller transporterades upp från ca 90 cm djup 1980, från minst 100 cm djup 1981 och från ca 90 cm djup 1982. Rotdjupet blev 1982 maximalt 70 cm. I led 3 - orörd profil med nederbördsavskärmning - skedde upptorkning till ca 100 cm djup 1980, till mer än 100 cm djup 1981 och till 90-100 cm djup 1982. Sistnämnda år var det observerade maximala rotdjupet 60 cm.

Leden med ny matjord - 4 och 5 - blev under 1980 och 1982 starkare uttorkade i alven än leden på orörd profil. I flertalet fall gick uttorkningen därtill djupare. I båda leden skedde upptorkning varje år till mer än 100 cm djup. I det marktäckta ledet 6 blev upptagningen av vatten från alven större än i led 2 och minst lika stor som i led 4. Upptorkning skedde till mer än 100 cm djup både 1981 och 1982.

Upptorkning längre än till vissningsgränsen förekom i matjorden i leden 3 och 5 under alla tre åren och i leden 2 och 6 1982 samt i skiktet 20-40 cm i led 5 1982. Upptorkning till eller nästan till vissningsgränsen skedde i led 3 1981 (skiktet 10-30 cm) och 1982 (skiktet 20-40 cm), i led 5 under alla tre åren (skiktet 20-60 1980 och 1981, skiktet 40-80 cm 1982) samt i led 6 1982 (skiktet 70-100 cm).

Perioder med avrinning från skiktet 0-100 cm måste ha förekommit i leden 1, 2, 4 och 6 kring månadsskiftet juni-juli 1981.

Avdunstning. Avdunstningen från bar mark (led 1) var under högsommaren 1980 lika stor som i det bevuxna ledet 2 på orörd profil men i övrigt lägre än från de ej övertäckta leden 2, 4 och 6.

Led 2 gav för de flesta perioder med säkra värden lägre avdunstning från mark och bestånd än leden 4 och 6.

Avskärmningen av nederbörd - leden 3 och 5 - medförde nästan genomgående lägre evapotranspiration. I ett fall - juli-augusti 1980 på orörd profil - har det övertäckta ledet något större evapotranspiration än det ej övertäckta. I övrigt har skärmarna medfört en reducering till ca hälften eller lägre.

I det marktäckta ledet 6 blev avdunstningen ungefär lika stor som i led 4.

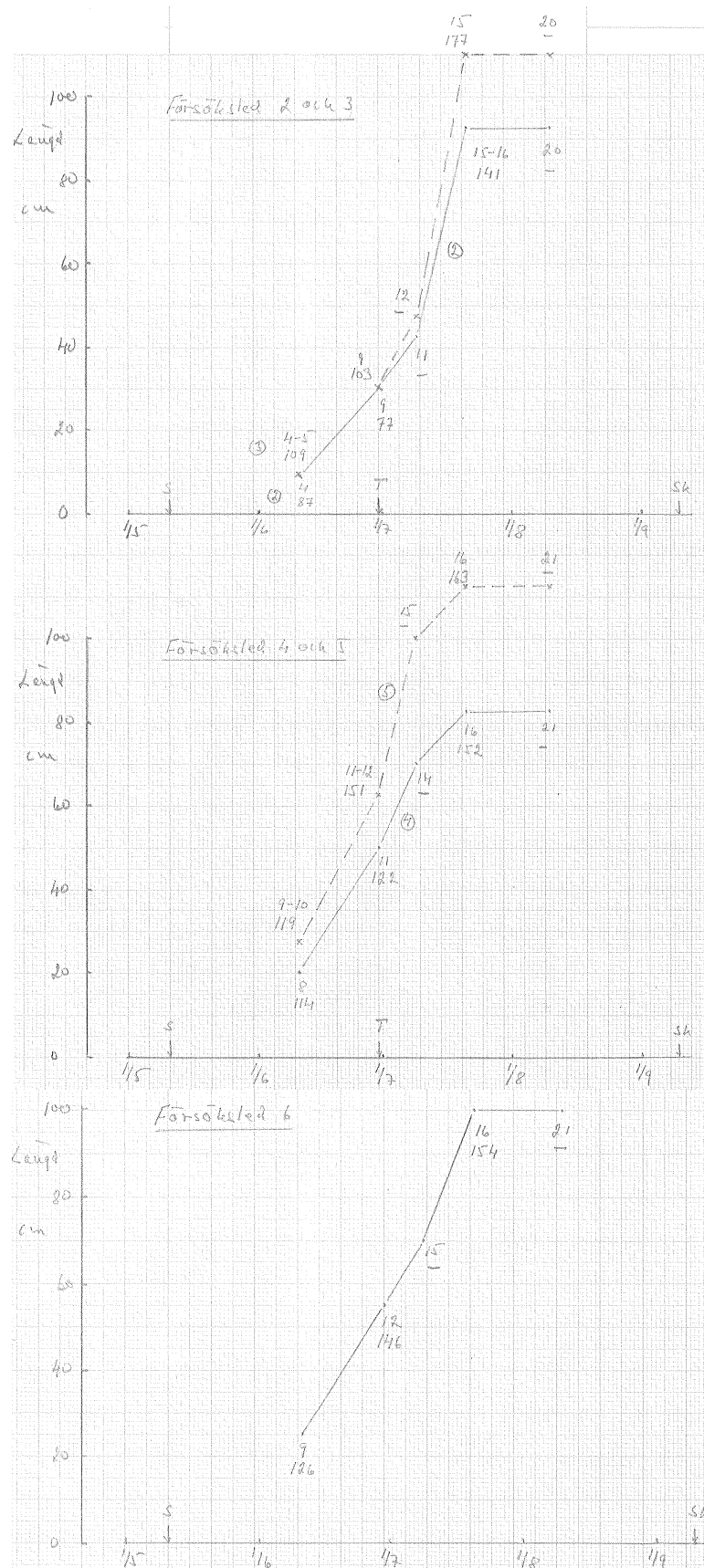


Fig. 36. Kornets utveckling vid Igelsta 1981. Värdeparen för tidpunkter vid kurvorna anger utvecklingsstadium enligt tabell 9 (överst) samt antalet skott i två rader på en sträcka av 0,5 m (nederst). S = sådatum, T = datum för skärmuppsättning, Sk = skördedatum

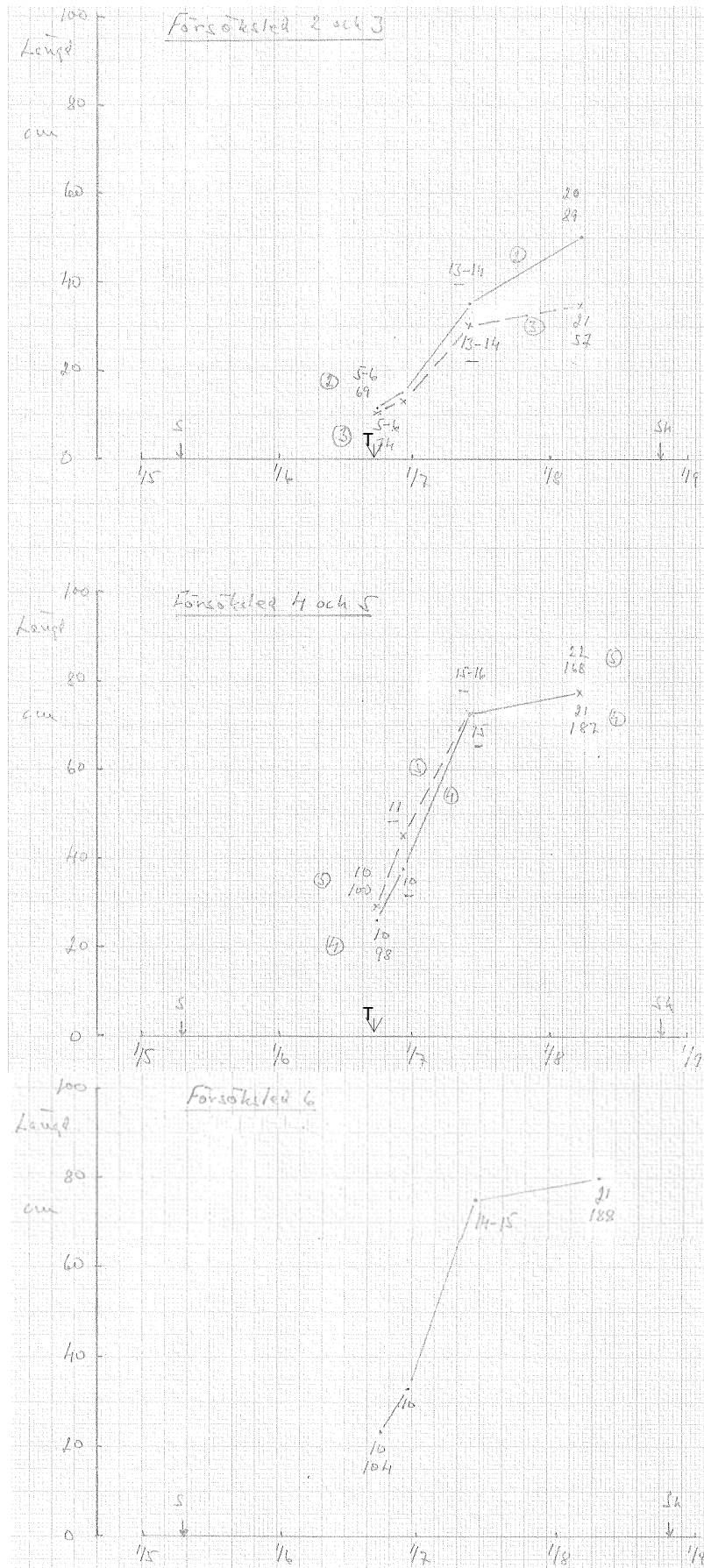


Fig 37. Kornets utveckling vid Igelsta 1982.

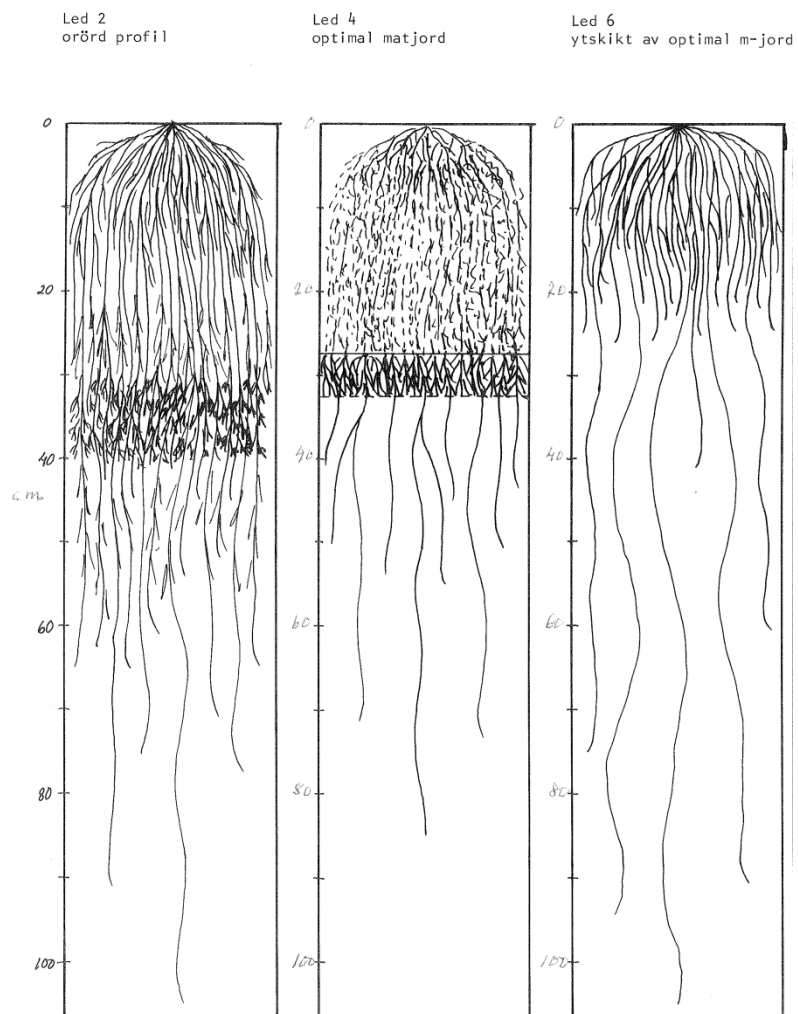


Fig. 38. Rotprofiler vid Igelsta 1981-08-10.

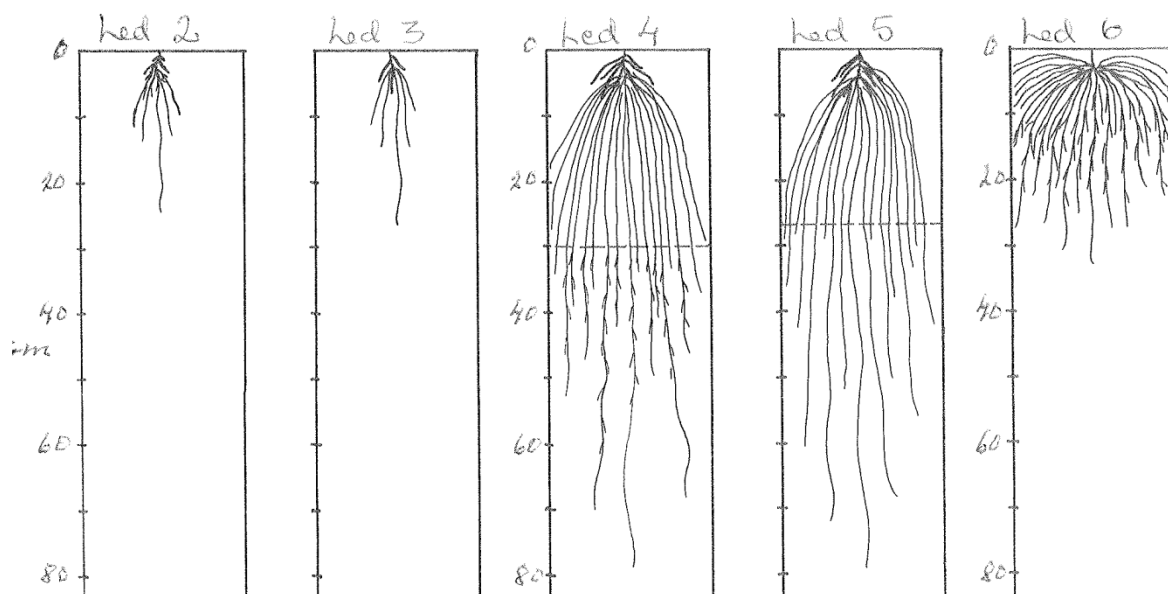


Fig. 39. Rotprofiler vid Igelsta 1982-06-23.

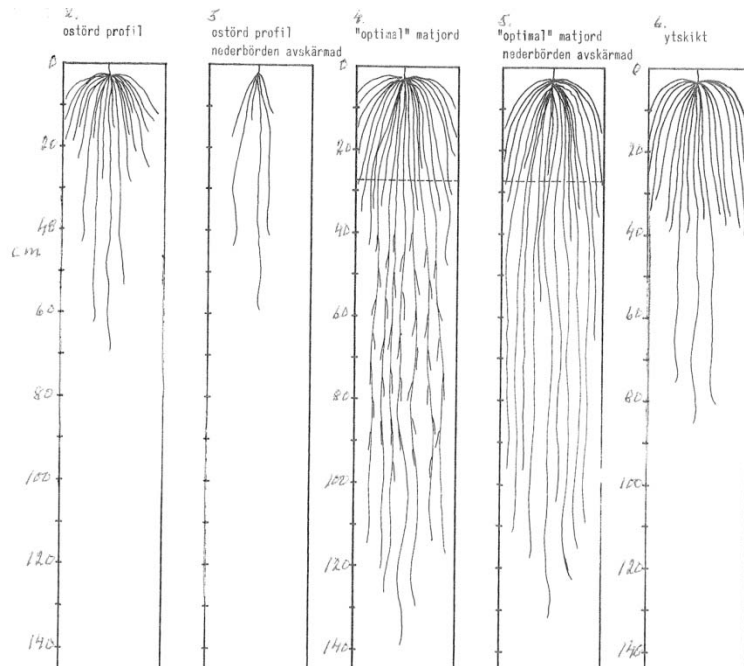
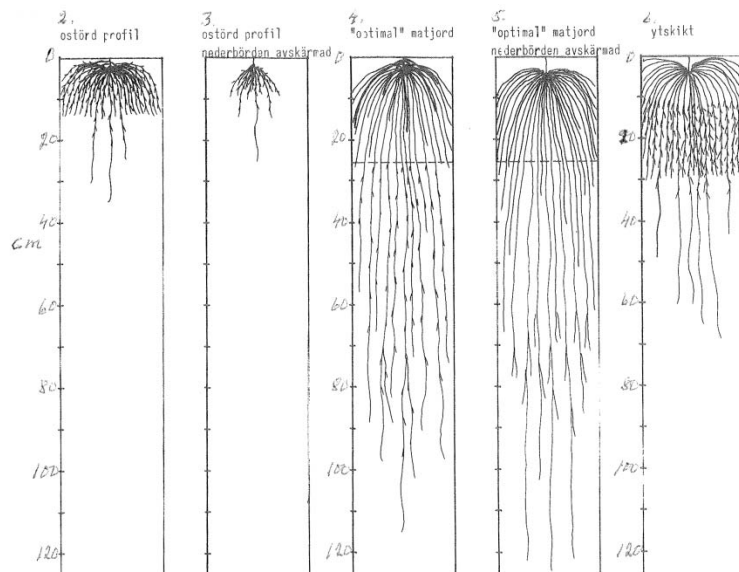
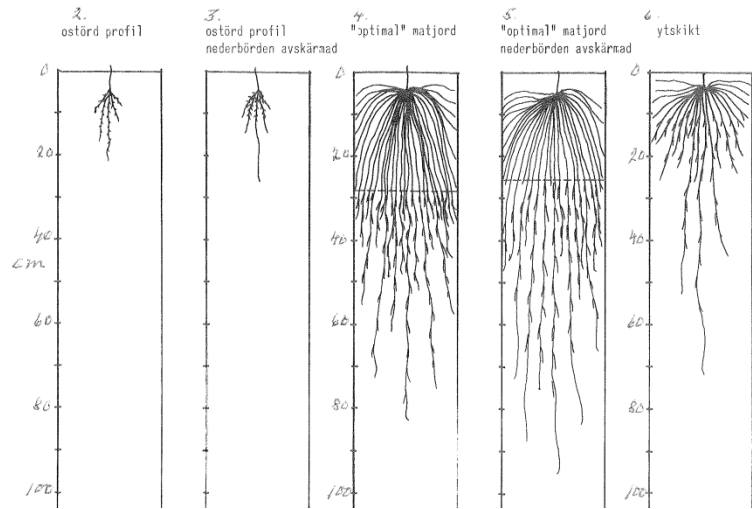


Fig. 40 - 42. Rotprofiler vid Igelsta 1982-07-05, 1982-07-14 resp. 1982-08-10.

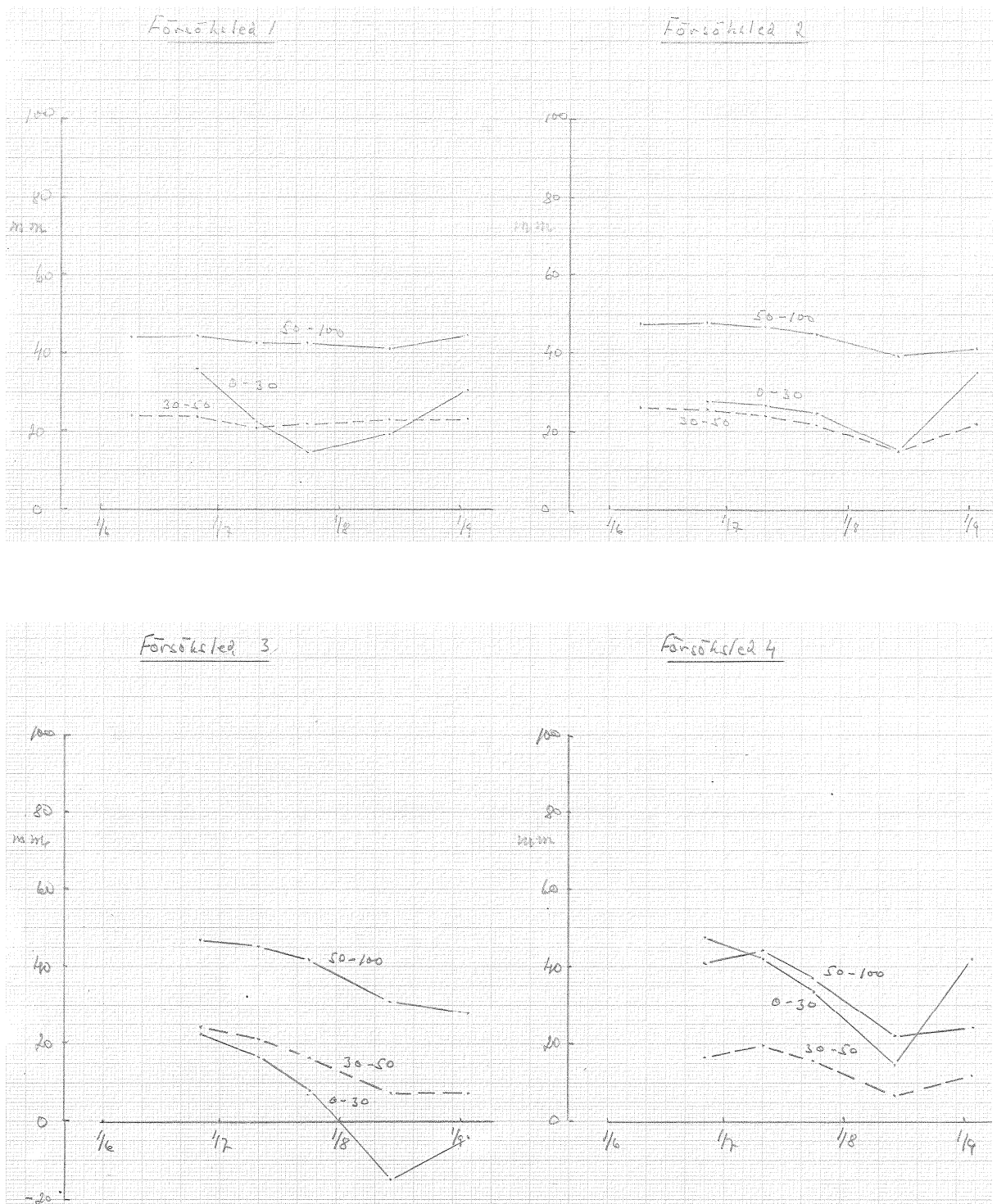
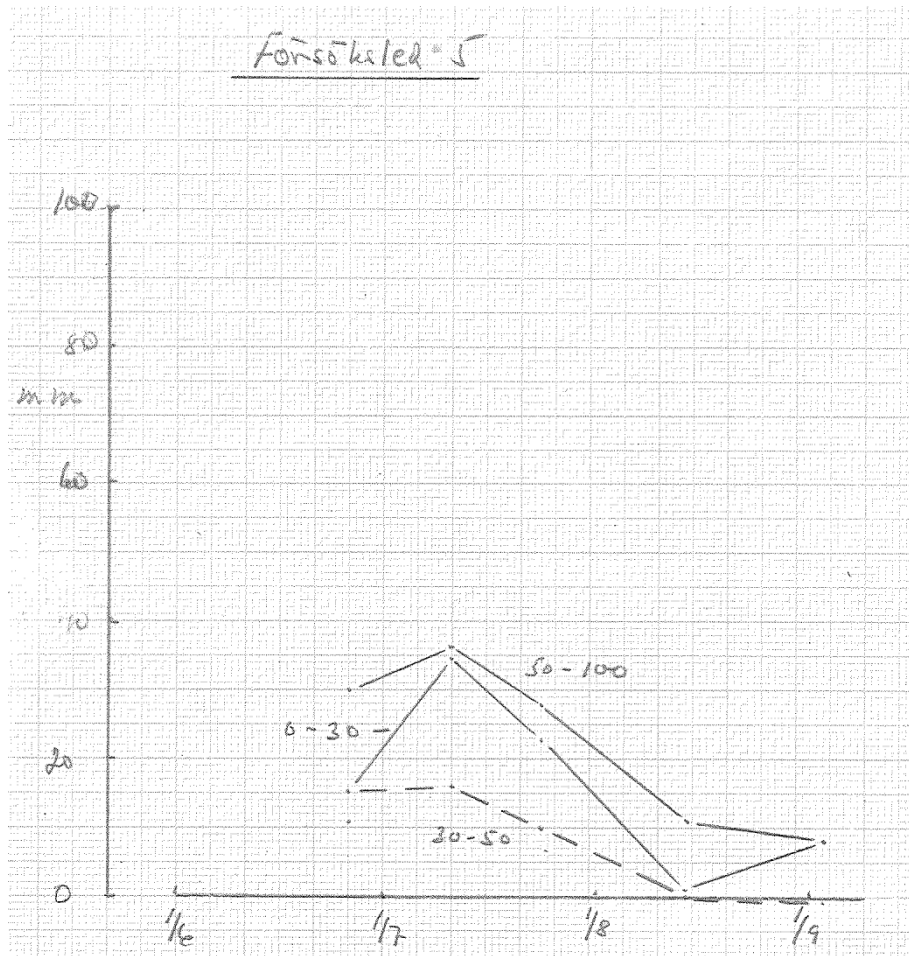


Fig. 43. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Igelsta 1980. Försöksled 1-4.



Forts. fig. 43. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Igelsta 1980. Försöksled 5.

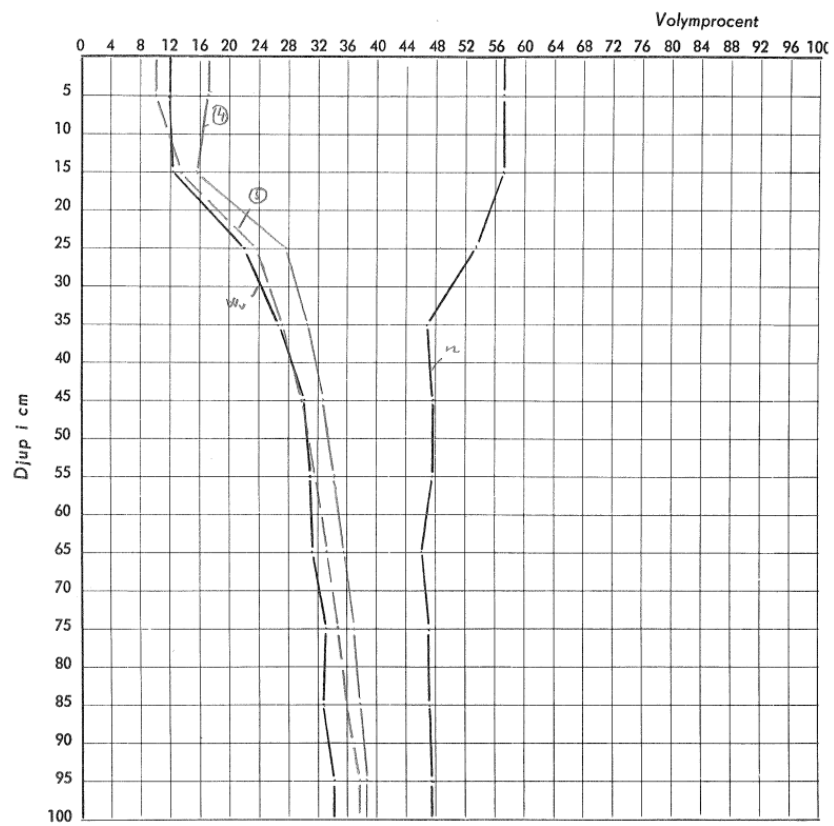
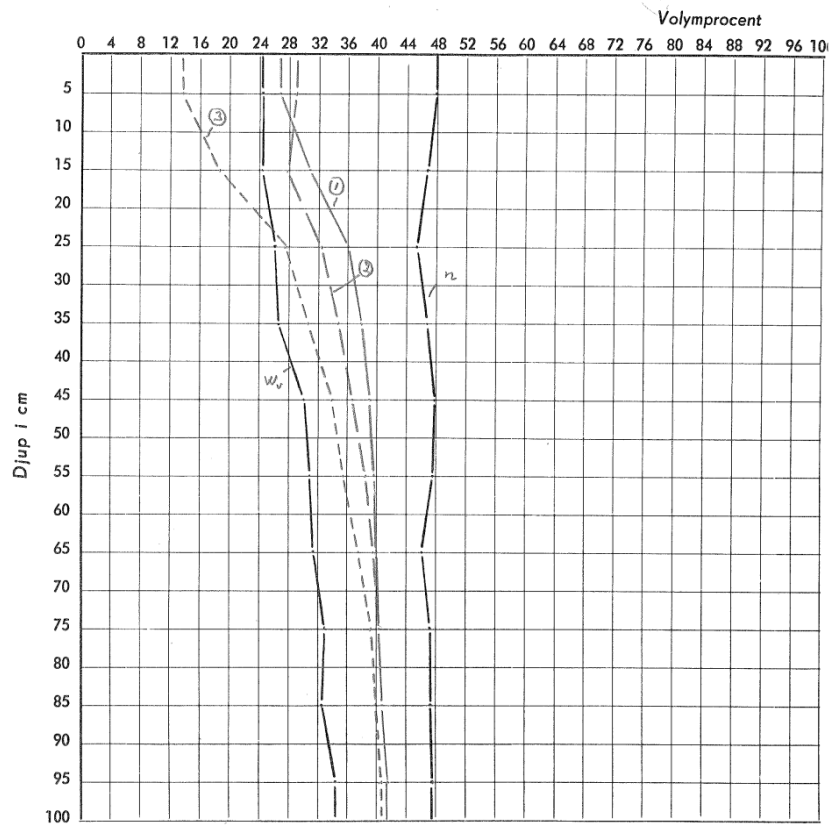


Fig. 44. Vattenhaltsfördelning i marken vid Igelsta 1980-08-14 i försöksleden 1-3 resp. 4 och 5.
 n = porositet, w_v = vattenhalt vid biologisk vissningsgräns

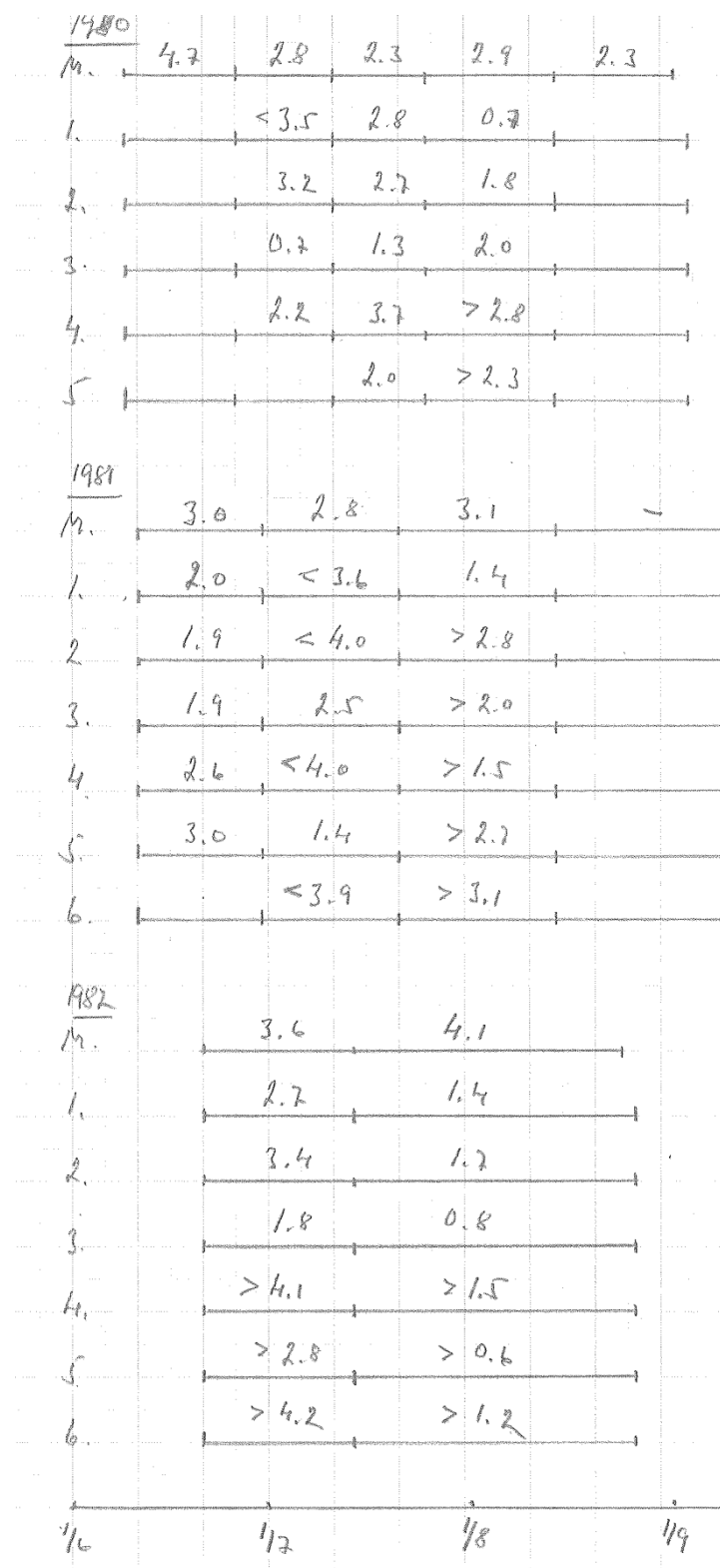


Fig. 45. Genomsnittlig avdunstning per dygn från mätare (M) och i de olika försöksleden vid Igelsta 1980-1982.

< =avrinning har skett från zonen 0-100cm,

> = upptagning och/eller upptransport av vatten har skett från djup större än 100 cm

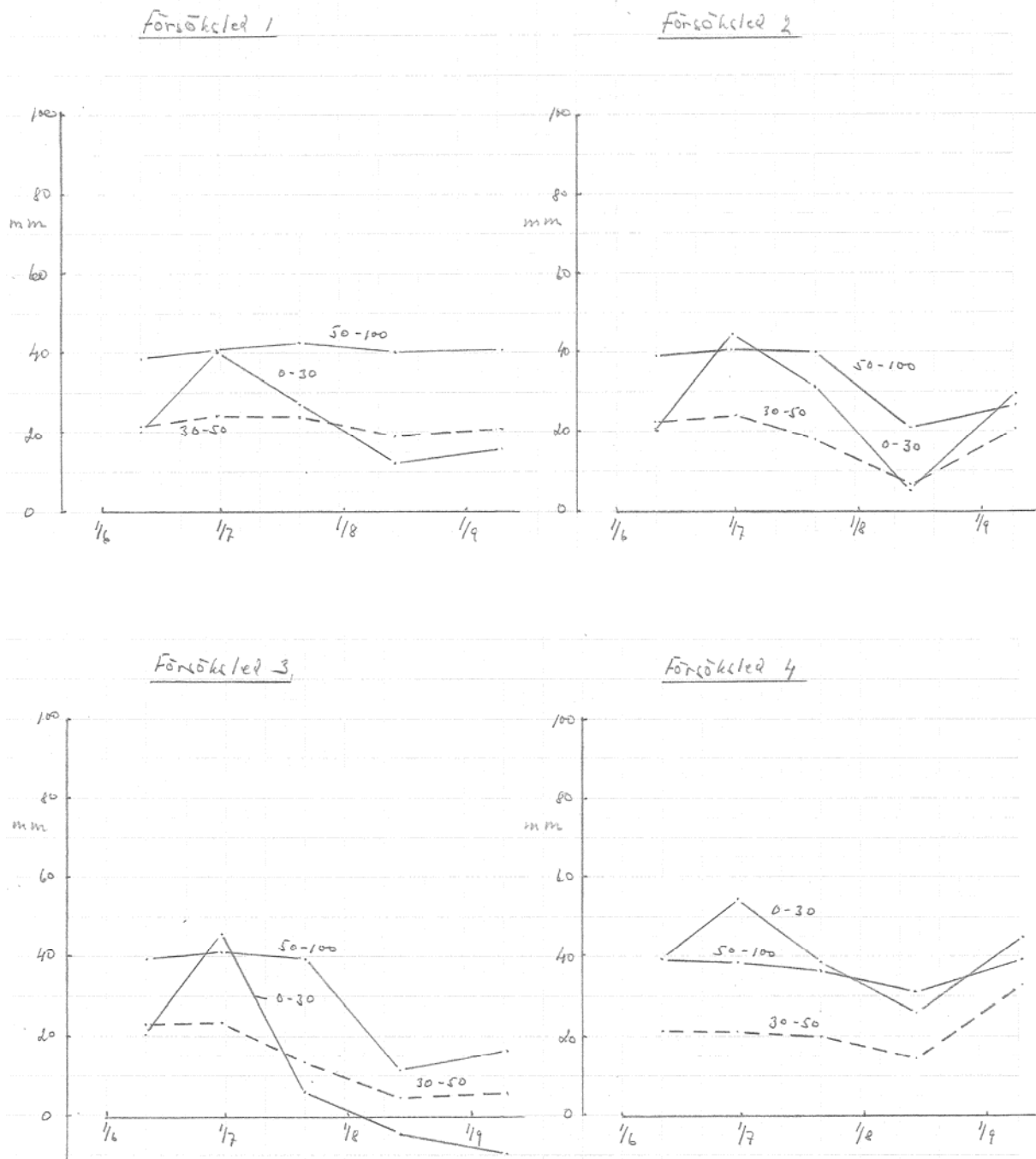
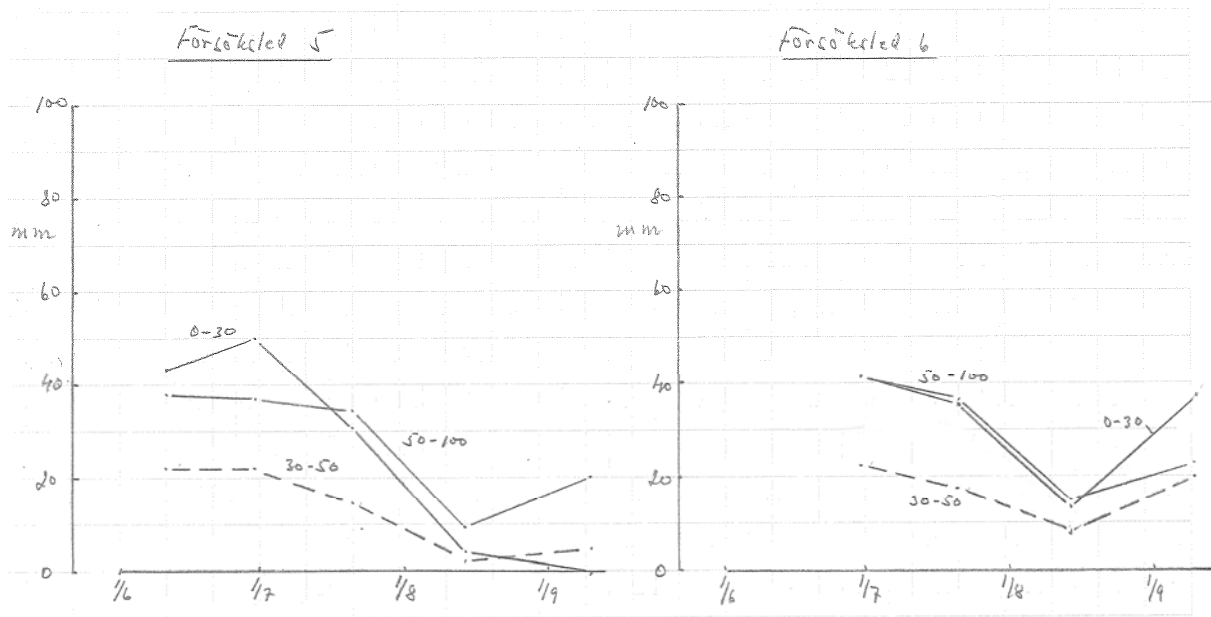


Fig. 46. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Igelsta 1981. Försöksled 1-4.



Forts. fig. 46. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Igelsta 1981. Försöksled 5 och 6.

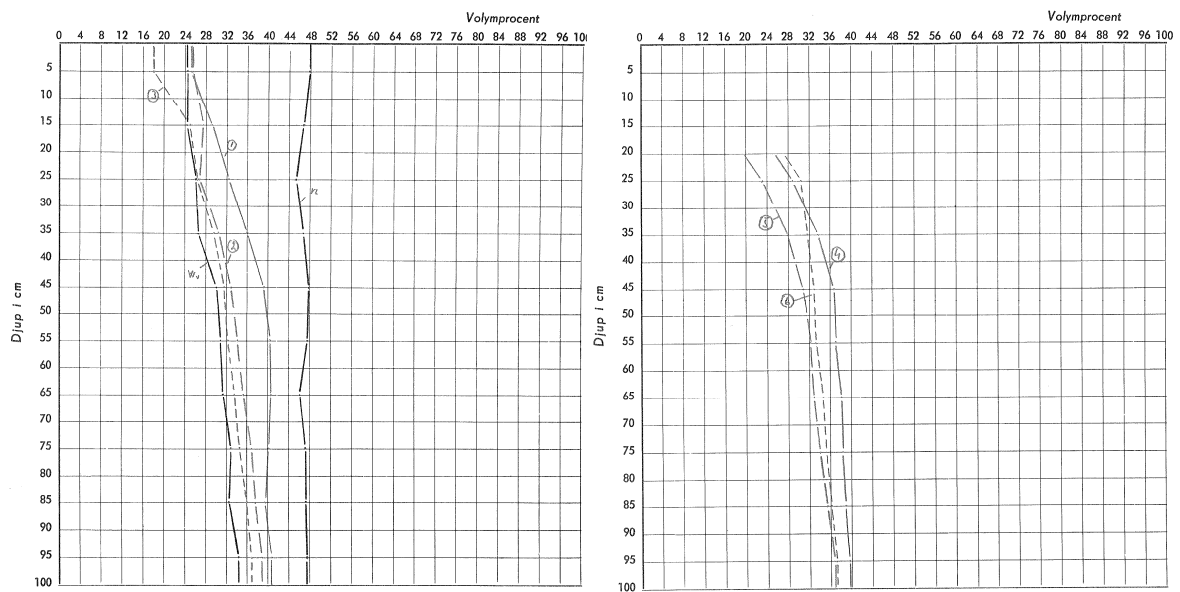


Fig 47. Vattenhaltsfördelning i marken i försöksleden 1-3 resp. 4-6 vid Igelsta 1981-08-14

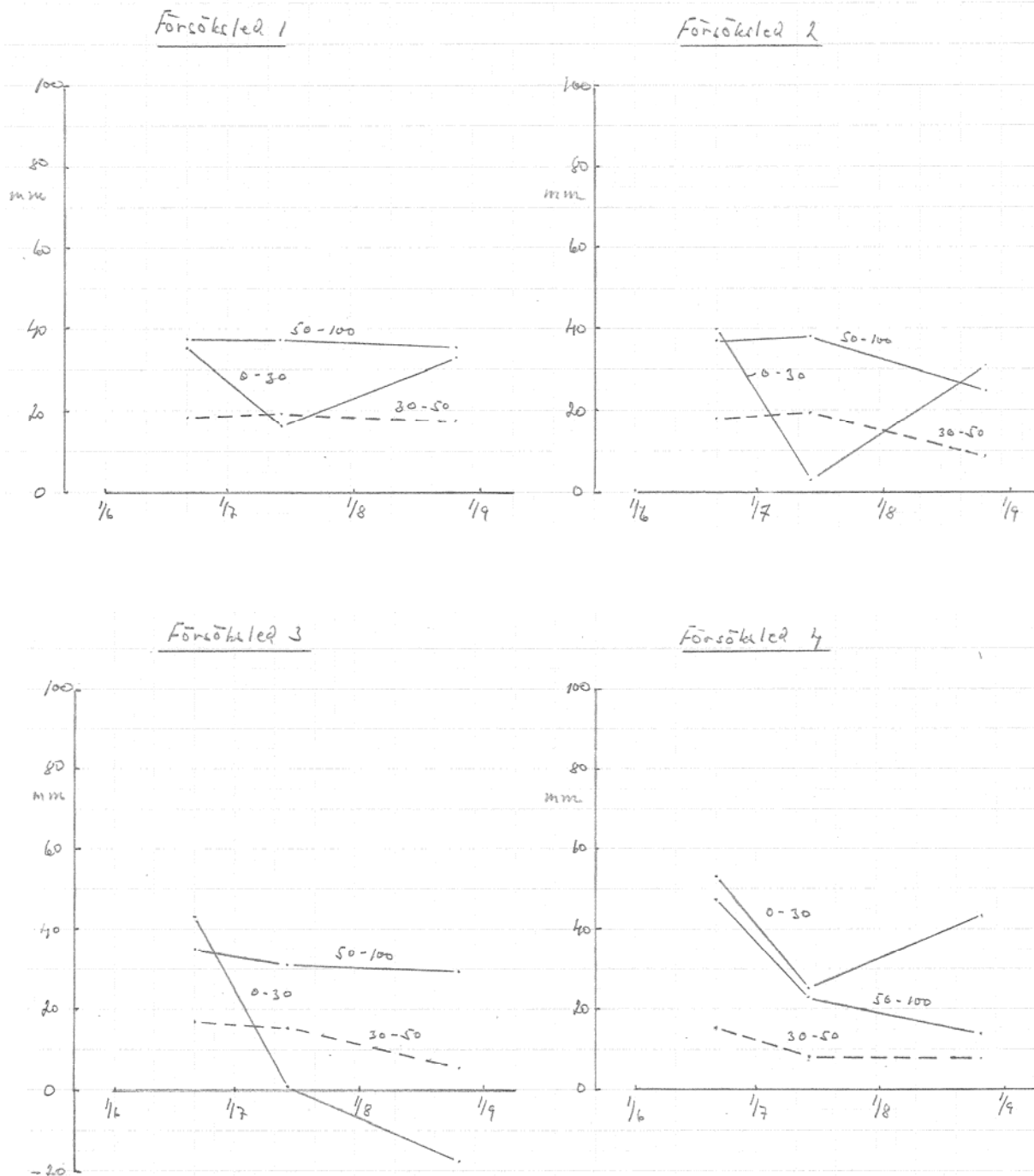
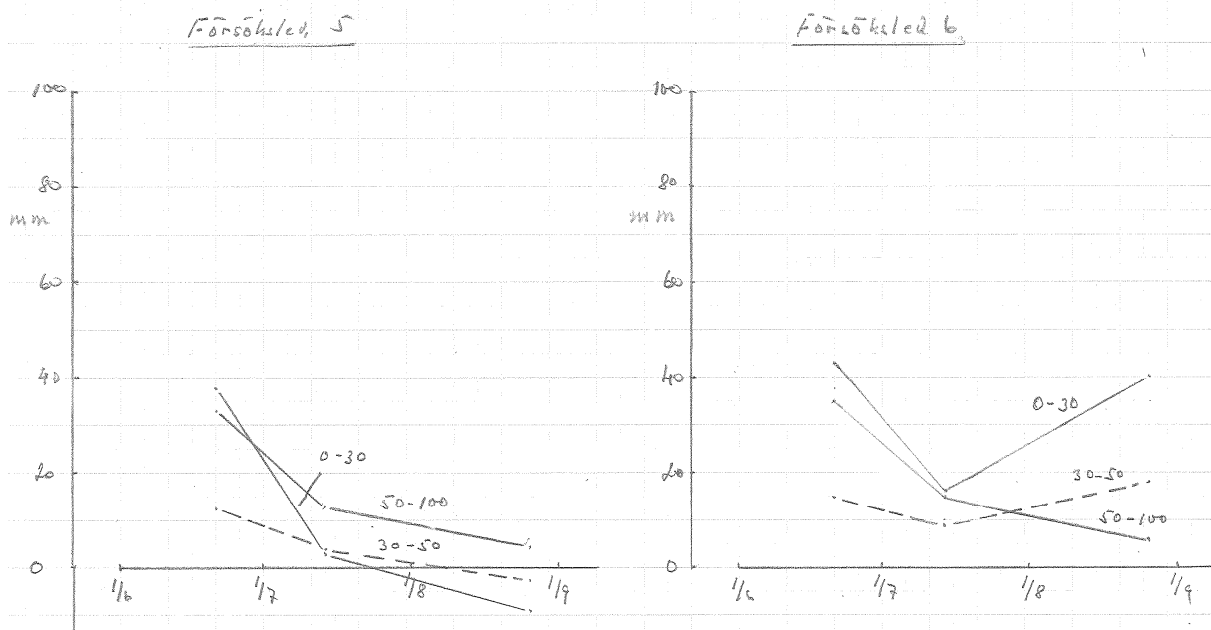


Fig 48. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Igelsta 1982. Försöksled 1-4.



Forts. fig 48. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Igelsta 1982. Försöksled 5 och 6.

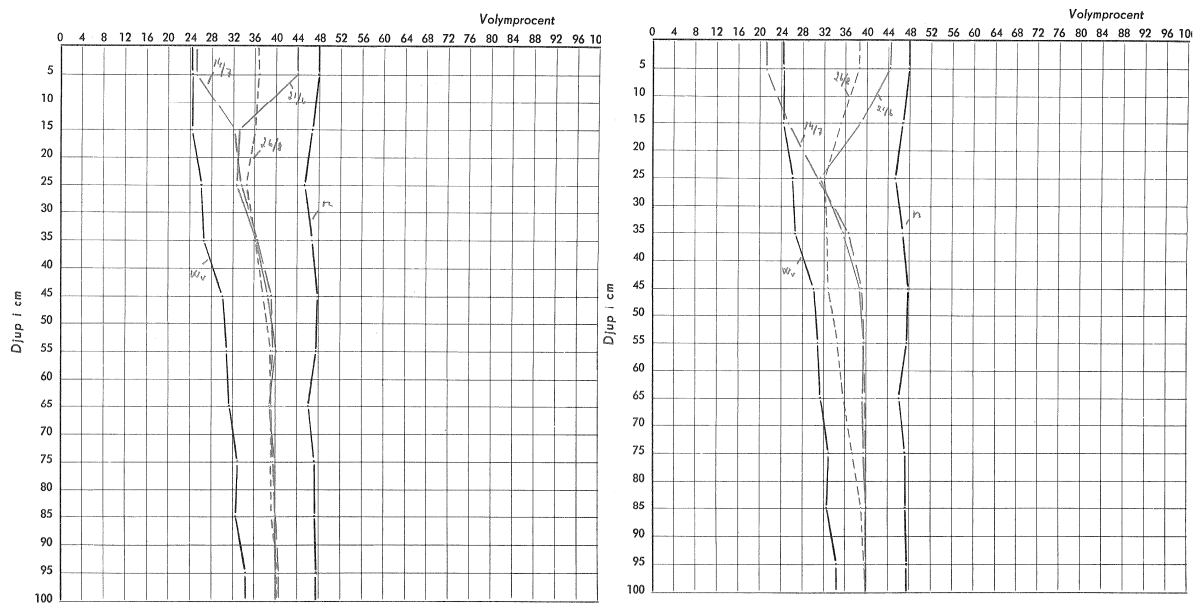
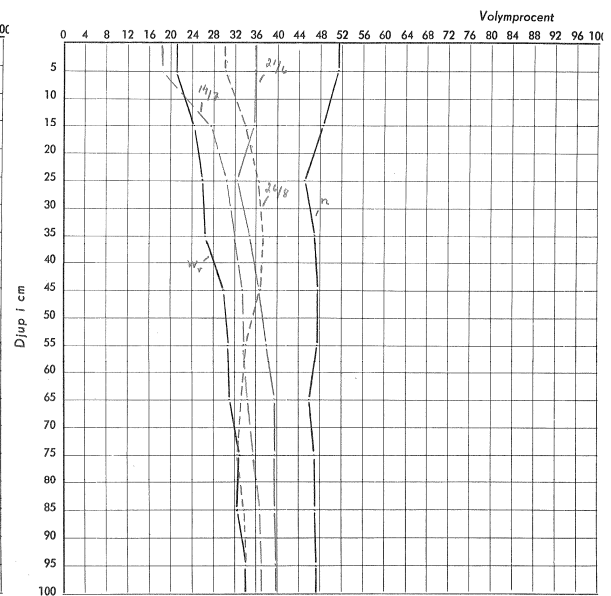
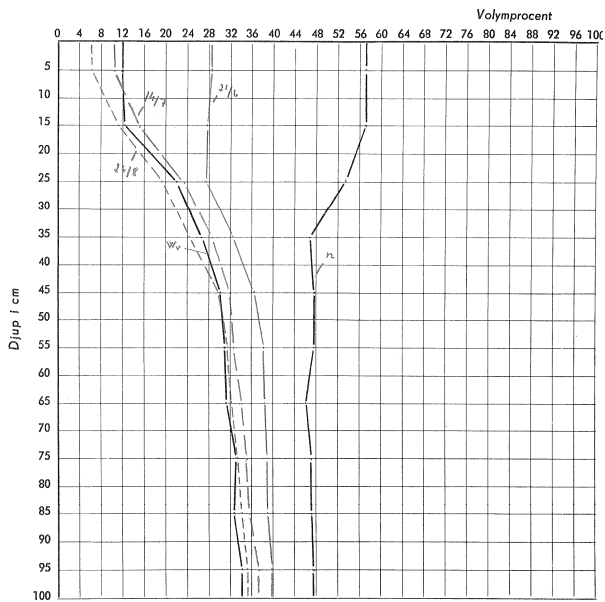
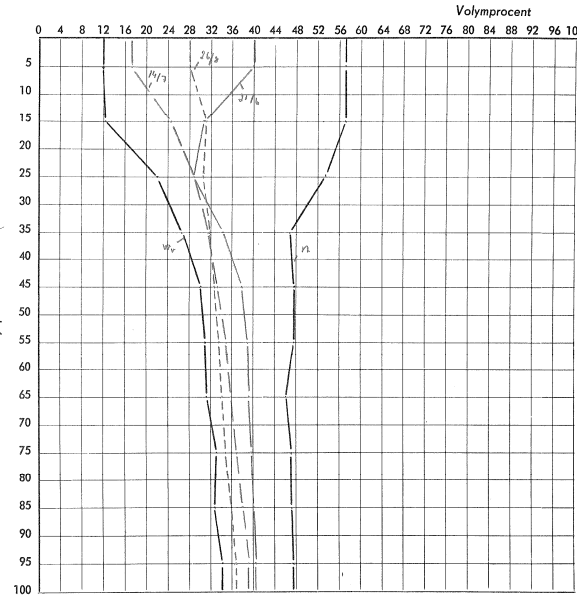
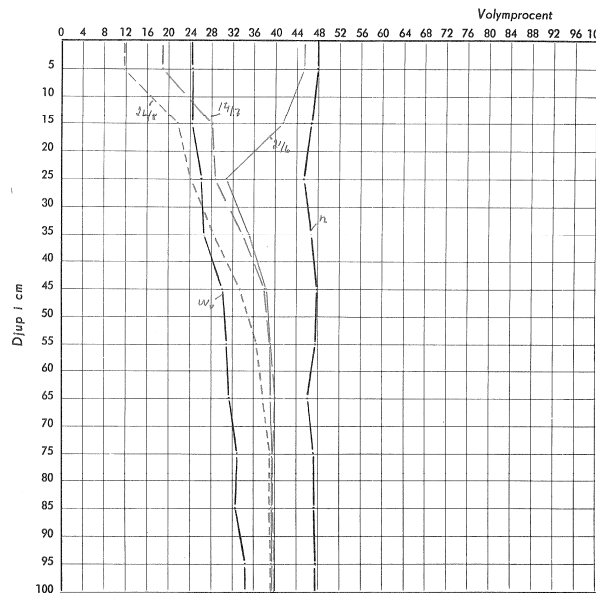


Fig. 49. Vattenhaltsfördelning i marken vid tre tidpunkter i försöksleden 1 och 2 vid Igelsta 1982.



Forts. fig. 49. Vattenhaltsfördelning i marken vid tre tidpunkter i försöksleden 3-6 vid Igelsta 1982.

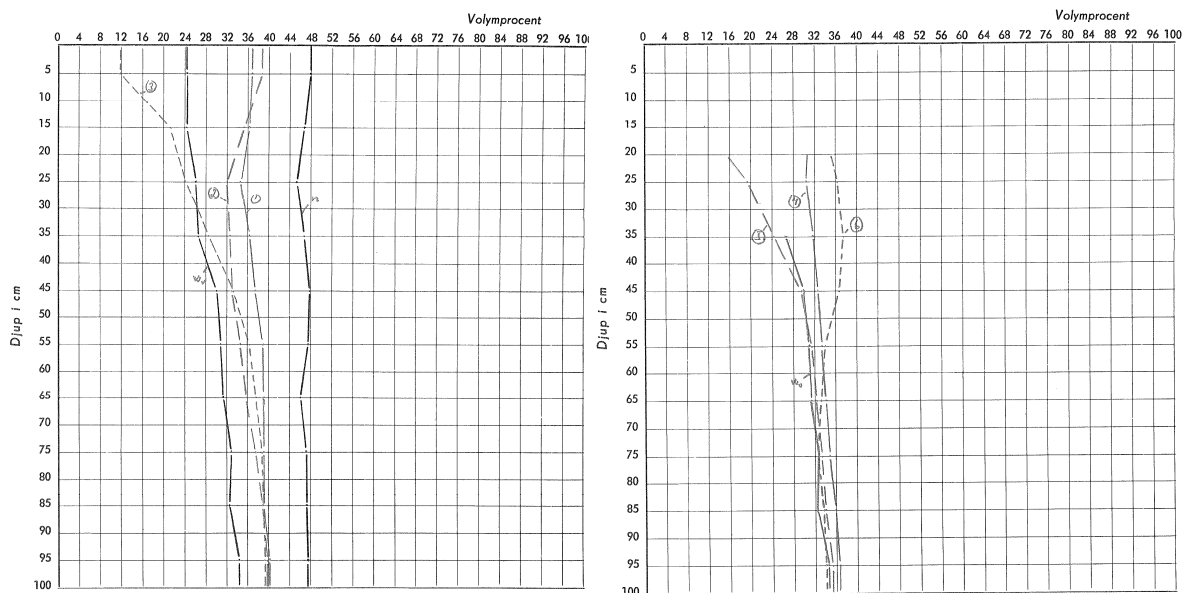


Fig. 50. Vattenhaltsfördelning i marken i försöksleden 1-3 resp. 4-6 vid Igelsta 1982-08-26.



Fig. 51. Strån och ax från skörd vid Igelsta 1980.

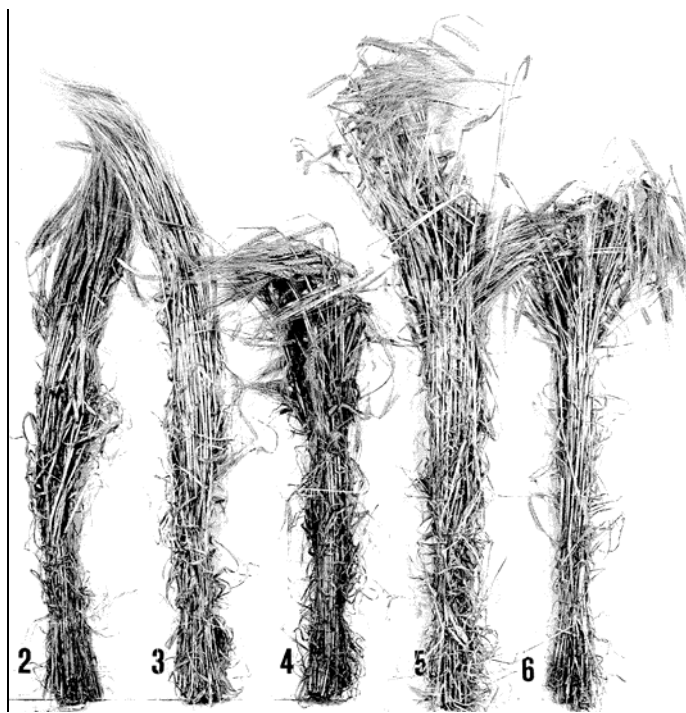


Fig. 52. Strån och ax från skörd vid Igelsta 1981.

RESULTAT FRÅN ULTUNA, UPPSALA; MULLHALTIG STYV LERA

Beståndsutveckling

1980. Uppkomsten var ojämn i leden 2 och 3. Bevattning i slutet av maj befrämjade dock tillväxten. Kornet växte och utvecklades sedan bra i alla försöksled.

I slutet av juni, ca en månad efter uppsättning av skärmar över leden 3 och 5, var beståndet längst i leden med ny matjord (4 och 5) och tätast i de ej övertäckta leden (tabell 19).

Tabell 19. Data från beståndsstudier vid Ultuna 1980.

	Försöks- led	Utvecklings- stadium	Längd cm	Antal skott per m
26 juni	2	12	33	132
	3	12	37	95
	4	13	49	161
	5	13	50	110
10 juli	2	16	70	-
	3	15	75	-
	4	16	80	-
	5	15	75	-

I augusti fanns svag liggsäd i led 2 och tendens till liggsäd i led 4.

1981. Uppkomsten blev dålig och ojämn, speciellt i leden 2 och 3, där beståndet förblev ojämnt under hela sommaren. Led 6 - marktäckta - hade från början bäst bestånd. Tyvärr förstördes det av fåglar i början av augusti.

Avskärmningen av nederbörd medförde ett glesare bestånd på den orörda profilen (fig. 53). På den nya matjorden erhöles däremot ett något tätare bestånd på övertäckta rutor. Beståndet blev längst på den nya matjorden (4 och 5). Fr.o.m. slutet av juni fanns det stora skillnader mellan samrutorna i leden 2 och 3.

1982. Uppkomsten blev jämn och bra i alla försöksled. Den skedde 1-2 dagar tidigare i led 6 än i övriga led.

Beståndet växte och utvecklades bra i alla led (fig. 54). Det blev dock genomgående något kortare och glesare än 1981. Avskärmningen av nederbörd medförde ett något kortare och glesare bestånd. Längd och bestockning var i stort sett lika på den orörda profilen och på profilen med ny matjord. Marktäckta rutor hade i mitten av augusti tätast och längst bestånd.

Rotutveckling

1981. Rotstudier i profilvägg genomfördes den 4 augusti i leden 2, 4 och 6 (fig.55). Leden 2 och 6 hade i stort lika rotsystem med tämligen gott om rötter i matjordens övre hälft och med djupgående oförgrenade rötter till ca 110 cm djup. Rötterna var dock kraftigast i led 6. Marken blev också starkast uttorkad i detta led (fig.64). Led 4 var mest genomrotad i matjorden och hade ett mindre rotdjup (93 cm) än de andra leden.

1982. Rotstudier genomfördes fyra gånger under maj - 12, 17, 21 och 31 maj - 10 och 24 juni, 7 och 20 juli samt 16 augusti. Alla led ingick vid samtliga tillfällen. Då skärmtak uppsattes den 9 juni kan leden 2 och 3 ses som ett led och leden 4 och 5 som ett led t.o.m. den 10 juni. Rotprofiler redovisas för studierna fr.o.m. den 10 juni (fig.56-60).

I tabell 20 ges värden på maximala rotdjup i maj. Vid det sista tillfället, då bestockning påbörjats, fanns nodala rötter i alla led. De var längst, ca 10 cm, i leden 4-6.

Tabell 20. Maximala rotdjup i maj 1982 vid Ultuna.

Tid- punkt	Maximalt rotdjup, cm		
	led 2-3	led 4-5	led 6
12 maj	10	17	12
17 maj	18	28	22
21 maj	20	30	24
31 maj	25	30	30

Den 10 juni var det maximala rotdjupet 85 cm i led 2-3, 80 cm i led 4-5 och 90 cm i led 6 (fig.56). Alla led hade få rötter i matjordens övre 4-5 cm och rikligt med rötter i resten av matjorden. Plantorna hade 8-10 nodala rötter. Led 4-5 hade lägst rotfrekvens i alven.

Vid nästa tillfälle, den 24 juni, hade en betydande rotutveckling skett i alla led (fig.57). Det maximala rotdjupet var 110 cm i led 2, 80 cm i led 3, 105 cm i led 4, 120 cm i led 5 och 100 cm i led 6. I alla led fanns relativt många eller många korta sidorötter med förgreningar. Varje planta hade upp till 10 nodala rötter av 1-7 cm längd. I leden 2 och 3 fanns knappast några rötter i skiktet 0-4 cm, i leden 4-6 förekom rötter upp till 1-2 cm från ytan. Leden 2 och 6 hade kraftigast rotutveckling i alven.

Fram till den 7 juli skedde en ytterligare stark rottillväxt, särskilt i leden 3-6 (fig.58). Det maximala rotdjupet var 130 cm i led 2, 110 cm i led 3, 125 cm i led 4, 135 cm i led 5 och 126 cm i led 6. I leden 2-4 var marken väl genomrotad till ca 70 cm djup. I led 2 fanns gott om korta (1-4 cm) primära sidorötter ner till 100 cm djup. I led 3 var skiktet 0-30 cm relativt torrt och de nodala rötterna hade börjat bli torra. I led 5 var profilen väl genomrotad till ca 60 cm djup och rötterna torra i skiktet 30-60 cm. Därunder fanns många friska sidorötter. Profilen i led 6 var väl genomrotad från det pålagda ytskiktet ner till ca 80 cm. Rikligt med sidorötter förekom ner till 100 cm djup.

Den 20 juli hade det maximala rotdjupet blivit större i alla led (fig.59). Det var mer än 150 cm i leden 2, 4 och 6, 145 cm i led 3 och 150 cm i led 5. Tidigare friska nodala rötter i leden 2, 4-6 var nu torra och på väg att försvinna. I led 2 var marken torr ner till 70-80 cm djup. Ovanför 60 cm-nivån fanns bara torra sidorötter och inga rothår. I led 3 var marken relativt starkt uttorkad till ca 60 cm djup. I skiktet 60-90 cm fanns gott om friska sidorötter och rothår. Där fanns även en del sidorötter av högre ordning. Även i leden 4 och 5 saknades friska sidorötter och rothår ner till ca 60 cm djup. Därunder var marken fuktigare och där förekom relativt många friska sidorötter och rothår. I led 6 var hela profilen relativt fuktig samt genomvävd av friska och kraftiga rötter till ca 80 cm djup.

Vid studierna den 16 augusti, dagen före skörd, fanns friska sidorötter och rothår bara under 70-80 cm djup. Det maximala rotdjupet var 165 cm i led 2, 145 cm i led 3, 175 cm i led 4 och 6 samt 165 cm i led 5 (fig. 60).

Rotfrekvensstudier genomfördes vid Ultuna 10 och 24 juni, 7 och 20 juli samt 17 augusti. Resultaten (tabell 21) visar för flertalet tidpunkter och skikt större eller mycket större frekvens av rötter än i försöken vid Ålbo och Igelsta (tabell 12 och 17).

De övertäckta leden 3 och 5 hade vid det första tillfället - en dag efter uppsättningen av skärmar - lägst rotfrekvens. Vid övriga tillfällen uppvisar de minst lika stora rotfrekvensvärden som leden 2 och 4. Det finns inga stora skillnader mellan orörd profil (led 2 och 3) och led med ny matjord (4 och 5). Led 6 hade vid fyra av de fem tillfällena störst rotfrekvens i skiktet 30-40 cm.

Tabell 21. Rotfrekvens vid Ultuna 1982.

Försöks- led	Skikt cm	Antal rötter/100 cm ² , m:tal				
		10/6	24/6	7/7	20/7	17/8
2	30-40	22,5	25,4	16,5	16,1	16,9
	40-50	17,0	-	-	-	-
	70-80	-	7,1	9,8	8,5	8,5
3	30-40	8,6	26,3	15,6	18,3	14,3
	40-50	7,4	-	-	-	-
	70-80	-	2,7	15,2	8,5	8,0
4	30-40	15,2	28,5	14,3	14,7	16,1
	40-50	5,5	-	-	-	-
	70-80	-	8,9	11,6	10,2	14,3
5	30-40	10,6	38,3	47,3	19,6	19,6
	40-50	4,1	-	-	-	-
	70-80	-	8,0	14,7	10,2	10,2
6	30-40	29,3	33,9	16,1	24,1	24,1
	40-50	16,2	-	-	-	-
	70-80	-	7,1	11,2	8,5	8,9

Frekvensen av rötter visar, liksom vid Ålbo och Igelsta, inget närmare samband med det totala antalet rötter i respektive led och skikt enligt rotstudierna i profilvägg (fig. 56-60).

Vattenupptagning och avdunstning

1980. Diagrammen över innehållet av upptagbart vatten (fig. 61) visar bl.a. i stort sett konstant vatteninnehåll i alven i led 1, stor variation i matjordens vatteninnehåll i leden 2 och 4 samt en tidig och långt gående upptorkning, främst av matjorden och alvens övre del, i försöksleden 3 och 5.

I mitten av augusti hade led 2 lägre vattenhalt än led 1 i skiktet 40-100 cm och med all sannolikhet även på större djup (fig. 62). Leden 3 och 5 var uttorkade längre än till vissningsgränsen till ca 50 respektive 70 cm djup och ungefär till vissningsgränsen ner till 100 cm djup. Sannolikt låg vattenhalten nära vissningsgränsen även i de närmaste dm-skikten inunder 1 m djup. Även profilen i led 4 var uttorkad ner mot vissningsgränsen i djupare skikt.

Evapotranspirationen blev förhållandevis stor i led 1 (fig. 63). Det bör vara en följd av att markytan ofta blev uppfuktad genom regn. I leden 3 och 5 var avdunstningen mycket låg i slutet av sommaren, när markvattenförhållanden var små.

1981. I led 1 var alvens vatteninnehåll något lägre än 1980 och lägst under juni (fig. 64). Det senare tyder på en viss upptransport till matjord och markyta. I leden 2, 4 och 6 avtog alvskiktens vatteninnehåll t.o.m. slutet av juli. Stora nederbörds mängder i slutet av juli och under perioden 7-24 augusti fyllde på vattenförråden och medförde sannolikt avrinning till djupare skikt i leden 1, 2, 4 och 6. Se vattenhaltskurvorna för den 27 augusti!

I leden 3 och 5 avtog markens vatteninnehåll successivt under sommaren (fig. 64). Den 27 augusti hade upptorkningen gått längre än till vissningsgränsen i praktiskt taget hela profilen ner till 1 m djup (fig. 65). Sannolikt var marken starkt uttorkad även på större djup.

Avdunstningen har i de flesta fall ej kunnat anges noggrannare än större än (>) eller mindre än (<). I led 1 var avdunstningen lägre än 1980.

1982. I led 1 var alvens vatteninnehåll praktiskt taget konstant (fig. 66). I alla övriga led avtog vatteninnehållet i alven successivt under sommaren. Uttömningen blev störst i leden 3 och 5. Det torde inte ha förekommit någon avrinning från den övre metern under sommaren i något försöksled.

I led 1 synes avdunstning endast ha skett från skiktet 0-20 cm (fig. 67). I alven var vattenhalten praktiskt taget konstant i alla skikt. I leden 2, 4 och 6 var marken tömd till vissningsgränsen i hela alven ner till 1 m djup redan den 12 juli. Sannolikt hade upptorkning i dessa led skett till 130-140 cm djup. (Det maximala rotdjupet var 130, 125 respektive 126 cm den 7 juli.) I slutet av augusti var vattenhalten högre i matjorden och alvens övre del men ytterligare något lägre på större djup.

I leden 3 och 5 blev marken ännu starkare uttorkad än i övriga bevuxna led.

Fuktighetsbestämningarna för 1980-1982 visar på en längre gående uttorkning relativt vissningsgränsen än på övriga försöksplatser. Detta pekar på att den biologiskt bestämda vissningsgränsen är något högre än den fysikaliska vissningsgränsen.

Avdunstningen från mark och bestånd blev störst i leden 2, 4 och 6 (fig. 63). Den första perioden innefattar 5 dygn med övertäckning av leden 3 och 5. Detta har medfört en reducering av avdunstningen jämfört med leden 2 och 4.

Skörd och kärnkvalitet

1980. Kärn- och halmskördarna blev stora eller relativt stora i leden 2 och 4 (tabell 22). Avskärmningen av nederbörd (led 3 och 5) fr.o.m. två-trebladstadiet i slutet av maj reducerade kärnskörden med 14-17 dt/ha, ny matjord medförde en höjning av kärnskörden med 8-11 dt/ha. Kärnskördarna är starkare kopplade till antalet kärnor per ha än till kärnvikten.

Det fanns relativt stora differenser mellan samrutor när det gäller kärnskörd i led 3 (11,1 dt/ha) samt halmskörd i leden 2 (24,2 dt/ha), 3 (14,8 dt/ha) och 4 (32,1 dt/ha).

1981. Avskärmningen av nederbörd påverkade endast i ringa grad kärnskörden; den minskade med 1,7 dt/ha i orörd jord och ökade med 1,1 dt/ha på den nya matjorden. Den nya matjorden (leden 4 och 5) gav däremot i genomsnitt 15,9 dt/ha större kärnskörd än orörd profil (leden 2 och 3). Skillnaden kan hänföras till en differens i antal skördade kärnor per ha. Vid övertäckning har den nya matjorden gett 17,3 dt/ha större kärnskörd trots 15 % lägre kärnvikt.

Halmskördarna blev störst i övertäckta led.

Stor eller relativt stor differens mellan samrutor erhöles för kärnskörden i led 3 (23,1 dt/ha) och halmskörden i led 5 (16,4 dt/ha).

1982. Skärmar uppsattes över leden 3 och 5 den 9 juni. Beståndet var då i bestockningens huvudfas. Liksom 1980 blev kärn- och halmskörden störst i de ej avskärmade försöksleden (tabell 22).

Avskärmningen av nederbörd medförde att kärnskörden i genomsnitt reducerades med 21,0 dt/ha och att halmskörden reducerades med 11,9 dt/ha. Leden med ny matjord gav i genomsnitt 5,9 dt/ha lägre kärnskörd och 2,3 dt/ha lägre halmskörd än leden med orörd profil (2 och 3). Marktäckning (led 6) höjde kärnskörden - jämfört med led 2 - med 6,0 dt/ha och halmskörden med 8,9 dt/ha. Differenser i kärnskörd beror delvis på skillnader i kärnvikt, vilken är högst i leden 3 och 5, men främst på differenser i antal kärnor per ha.

Relativt stor eller stor differens mellan samrutors skördar erhöles för kärnskördarna i leden 2 (15,4 dt/ha) och 5 (6,7 dt/ha) samt för halmskörden i led 2 (16,6 dt/ha).

Tabell 22. Skördars storlek och kvalitet vid Ultuna.

År	Försöks- led	Kärna, 15 % vatten			Halm ts dt/ha	Kväve i kärna		
		rymd- vikt g/l	1000- kornvikt g	kärn- antal milj./ha		% av ts	kg/ha	
1980	2	47,4	735	45,5	104	70,1	2,18	88
	3	33,8	784	46,5	73	35,3	2,11	61
	4	58,9	734	50,2	117	73,5	2,50	125
	5	41,9	792	49,0	86	37,2	2,27	81
1981	2	46,6	723	47,7	98	50,9	2,48	98
	3	44,9	806	55,6	81	55,2	2,19	84
	4	61,1	754	48,4	126	42,0	2,25	117
	5	62,2	784	47,5	131	55,8	2,29	121
1982	2	64,2	780	49,1	131	53,4	2,02	110
	3	41,8	781	45,7	92	38,5	1,87	67
	4	56,9	779	48,8	117	48,1	1,98	96
	5	37,3	779	45,4	82	39,3	1,74	55
	6	70,2	787	48,3	145	60,3	2,12	126

Sammanfattning

Beståndsutveckling och skörd. I försöksled 2 med orörd profil och utan nederbördsavskärmning blev beståndet bra-mycket bra under alla tre åren trots att det från början var något ojämnt 1981 och relativt glest 1982. Kärnskörden blev i medeltal 52,7 dt/ha med årsvärdena 47,4, 46,6 respektive 64,2 dt/ha (tabell 22). Kvävemängden i kärnskörden blev i medeltal 99 kg/ha (årsvärden 88, 98 och 110) och halmskörden i medeltal 58,1 dt/ha (årsvärden 70,1, 50,9 och 53,4).

I försöksleden med ny matjord (4 och 5) erhöles under 1980 och 1981 jämnare uppkomst, kraftigare bestockning, längre bestånd, större kärnskörd och större kväveskörd i kärnan. Under 1982 fanns däremot inga nämnvärda skillnader i beståndsutveckling mellan orörd profil och profil med ny matjord. Skördarna av kärna och kväve i kärnskörden var 1982 något större på orörd profil. Halmskördarna blev varje år i stort sett lika på de två jordtyperna.

Ledet med ny matjord utan nederbördsavskärmning (led 4) gav i genomsnitt 6,3 dt/ha (12 %) större kärnskörd, 14 kg/ha (14 %) större kväveskörd i kärnan samt 3,6 dt/ha (6 %) lägre halmskörd än led 2.

Avskärmning av nederbörden under en stor del av sommaren medförde ett något glesare bestånd på båda typerna av jordar under 1980 och 1982 och på den o-

rörda profilen under 1981. Beståndets längd påverkades föga. Åren 1980 och 1982 blev skördarna av kärna, kväve i kärnan och halm lägre än i ej avskärmade led. Under 1981, då skärmarna sattes upp i senare utvecklingsstadier, blev kärn- och kväveskördarna i stort sett lika men halmskörden större än utan nederbördsavskärmning.

På den orörda profilen medförde avskärmningen av nederbörd i genomsnitt för 1980 och 1982 att kärnskörden minskade med 13,0 dt/ha (29 %), att kväveskörden i kärnan minskade med 35 kg/ha (35 %) och att halmskörden minskade med 24,9 dt/ha (40 %). Motsvarande minskningar för profilen med ny matjord var 18,3 dt/ha (32 %), 43 kg/ha (38 %) och 22,6 dt/ha (37 %).

År 1981 blev den genomsnittliga effekten av avskärmning av nederbörden på de båda jordtyperna att kärnskörden minskade med 0,3 dt/ha (0,6 %), att kväveskörden i kärnan minskade med 5 kg/ha (4 %) och att halmskörden ökade med 9,1 dt/ha (19 %).

Försöksledet med marktäckning (6) 1982 gav tätare och längre bestånd samt större skördar av kärna, kväve i kärnan och halm än något av de övriga leden. Jämfört med led 2 var merskördarna 6,0 dt/ha (9 %), 16 kg/ha (15 %) respektive 6,9 dt/ha (13 %).

Rotutveckling. Resultat från fuktighetsbestämningar 1980 visar på ett maximalt rotdjup av mer än 100 cm i alla leden med korn.

I början av augusti 1981 var leden 2, 4 och 6 väl genomrotade i matjorden (fig. 55). Det fanns också relativt många rötter i alven, till maximalt 110 cm i leden 2 och 6 och maximalt 93 cm i led 4.

Rotstudier under sommaren 1982 gav mindre skillnader mellan försöksleden än vid Ålbo, Wadsbro och Igelsta (fig. 56-60). Liksom på dessa lokaler förekom dock förändringar i rotsystemets utseende, friskhet m.m. inom enskilda skikt under sommaren.

I alla försöksleden skedde under 1982 en snabb och mer eller mindre kontinuerlig rottillväxt från groningen t.o.m. slutet av juli. Matjorden var väl genomrotad i alla led under hela sommaren. Leden 3, 4 och 5 hade t.o.m. början av juli något glesare rotsystem i alven än leden 2 och 6.

I flertalet led förekom en djuptillväxt även från slutet av juli till skörden i mitten av augusti. Tidigt på våren var djuptillväxten snabbast i leden 4-5 och 6 (tabell 20). Redan två veckor efter sådden var det maximala rottdjupet 17 cm i leden på ny matjord. Senare utjämnades skillnaderna i maximalt rottdjup. De största rottdjupen blev 145-175 cm (fig.59). Led 3 hade fr.o.m. slutet av juni 10-20 cm grundare rottdjup än övriga led.

Vattenupptagning och upptorkning. I det obevuxna ledet 1 var vatteninnehållet praktiskt taget konstant i skikten 30-50 och 50-100 cm under 1980 och 1982. Under 1981 torkade däremot dessa skikt ut något under slutet av maj och början av juni, vilket tyder på en viss upptransport till matjord och markyta.

De bevuxna försöksleden 2-6 torkade varje sommar upp till mer än 100 cm djup. Upptorkningen gick snabbast och längst relativt vissningsgränsen i de övertäckta leden 3 och 5.

Upptorkning längre än till vissningsgränsen förekom i matjorden och övre delen av alven (ner till 40-70 cm djup) under alla tre åren i leden 3 och 5. Upptorkning till eller nästan till vissningsgränsen - och i några fall något längre än till vissningsgränsen - förekom i matjorden och övre delen av alven i led 2 under alla tre åren, i övre delen av alven i led 4 under 1980 och i hela alven ner till 1 m djup i led 4 under 1981 och 1982 samt i både matjorden och alven till 1 m djup i led 6 under 1981 och 1982. Resultaten tyder på att den fysikaliska vissningsgränsen skulle vara något lägre än den biologiskt bestämda.

Avrinning från rotzonen bör ha skett i led 2 i slutet av augusti 1980 samt i leden 1, 2, 4 och 6 i augusti 1981.

Avdunstning. Avdunstningen från bar mark (led 1) var under eftersommaren 1980 större än evapotranspirationen från bevuxna led men i övrigt lägre än från de ej övertäckta leden 2, 4 och 6 (fig.63).

På grund av att vatten tagits upp även från större djup än 100 cm och inga fuktighetsbestämningar genomförts längre än till detta djup har få säkra värden erhållits för leden 2-6. Resultaten visar dock på ungefär lika stor avdunstning från leden 2, 4 och 6 samt något lägre avdunstning från leden 3 och 5 under övertäckningsperioderna och speciellt i slutet av somrarna.

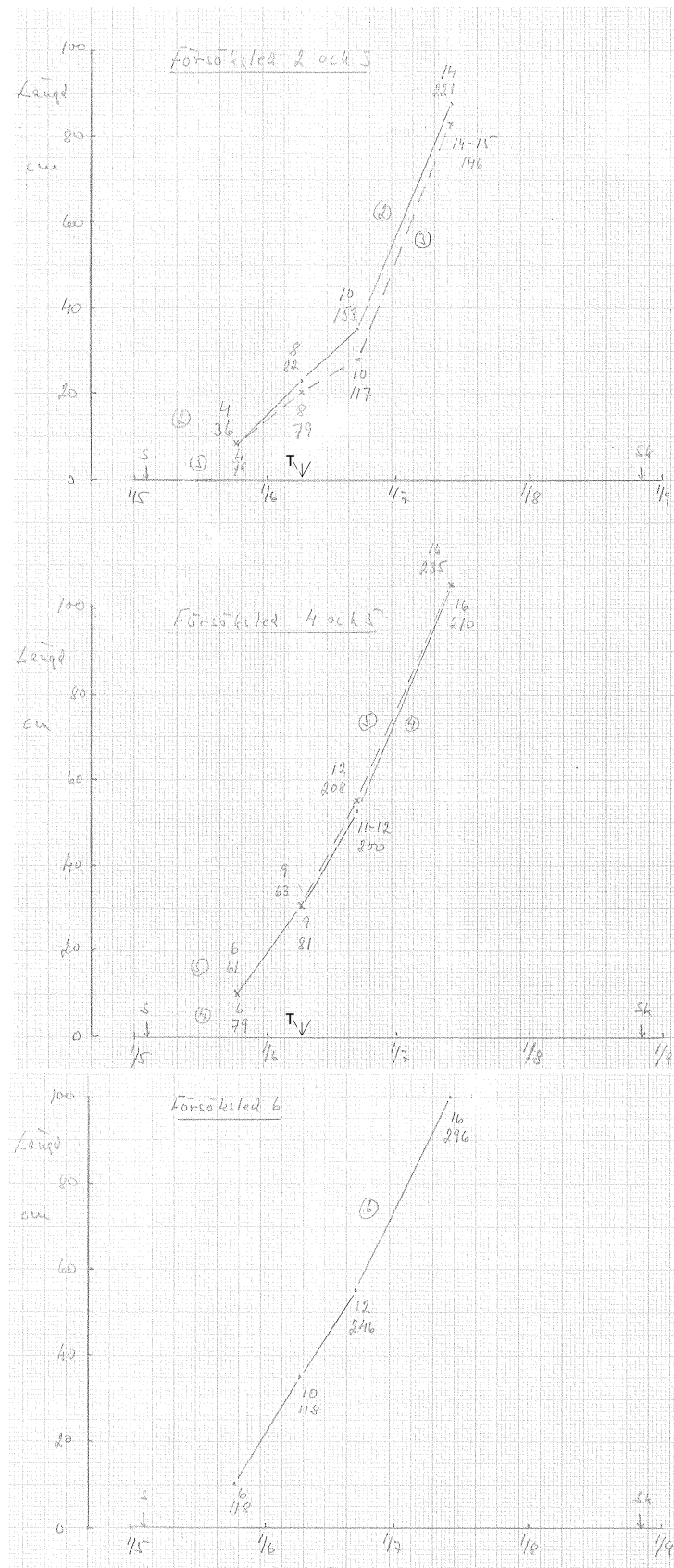


Fig. 53. Kornets utveckling vid Ultuna 1981. Värdeparen för tidpunkter vid kurvorna anger utvecklingsstadium enligt tabell 9 (överst) samt antalet skott i två rader på en sträcka av 0,5 m (nederst). S = sådatum, T = datum för skärmuppsättning, Sk = skördedatum

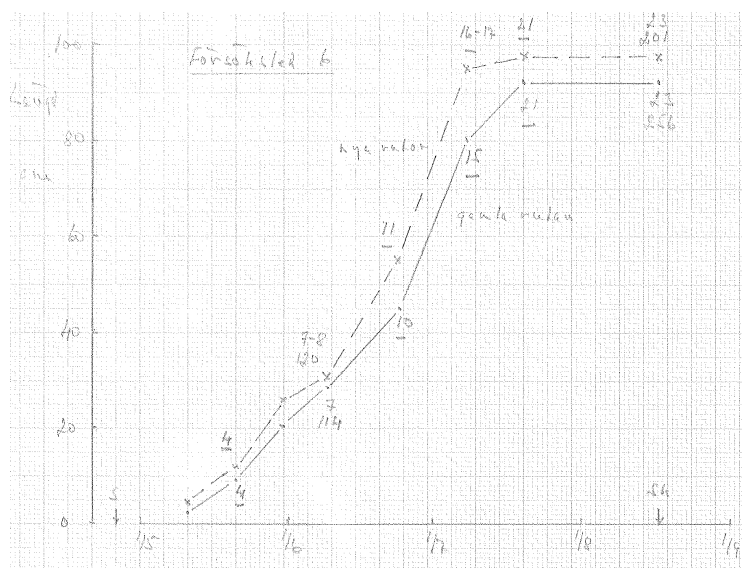
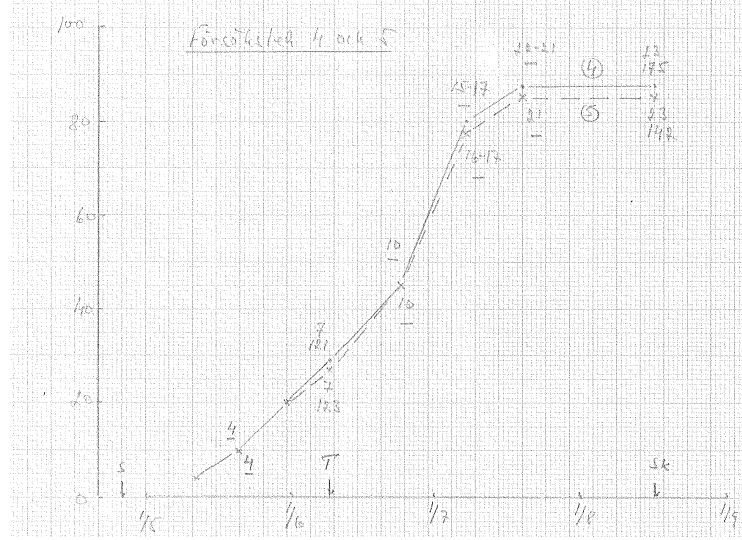
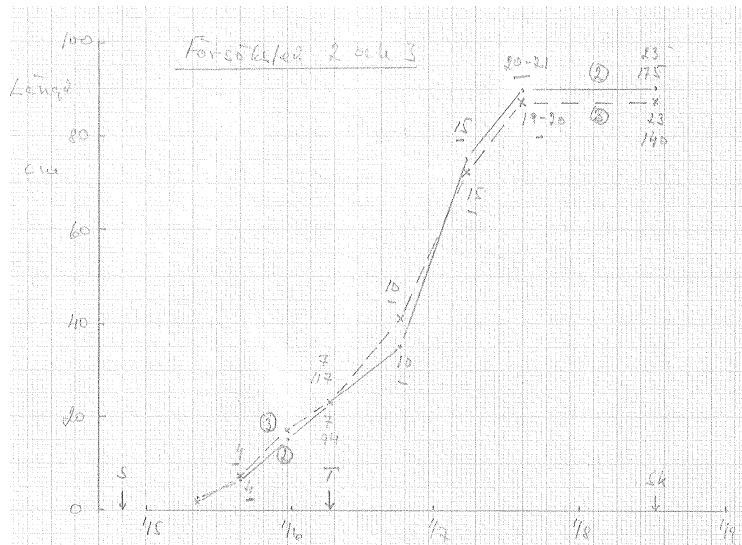


Fig 54. Kornets utveckling vid Ultuna 1982.

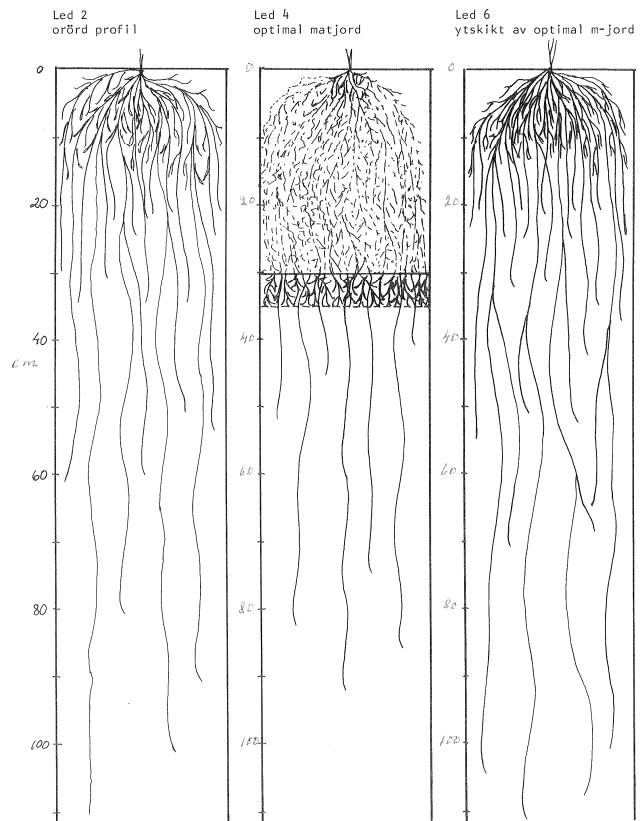


Fig. 55. Rotprofiler vid Ultuna 1981-08-04.

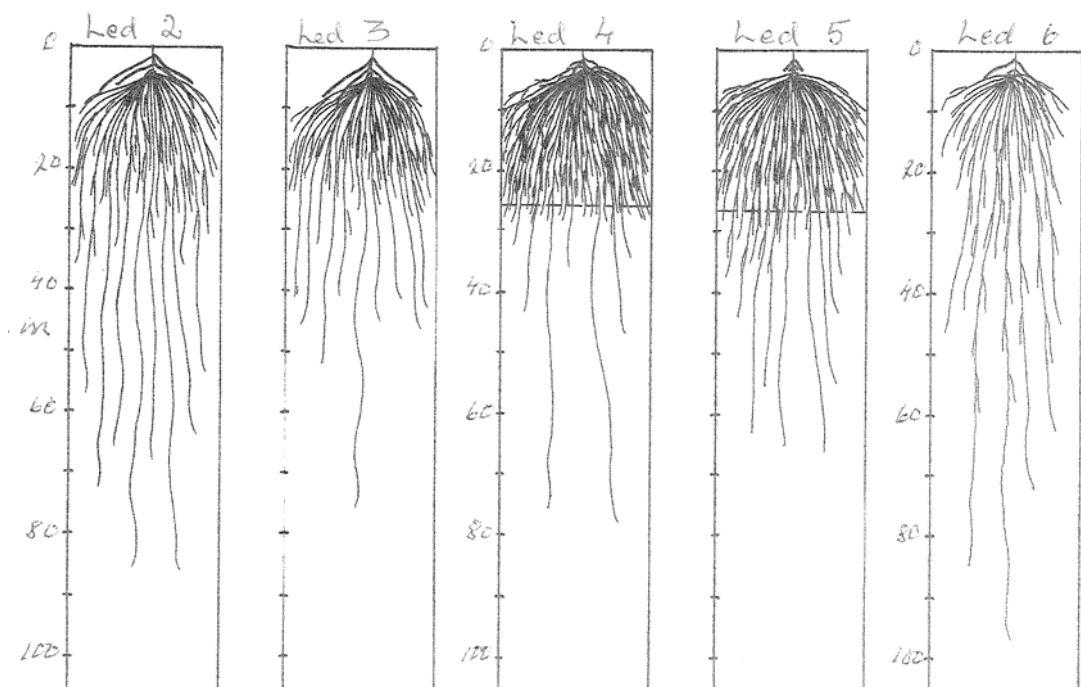


Fig. 56. Rotprofiler vid Ultuna 1982-06-10.

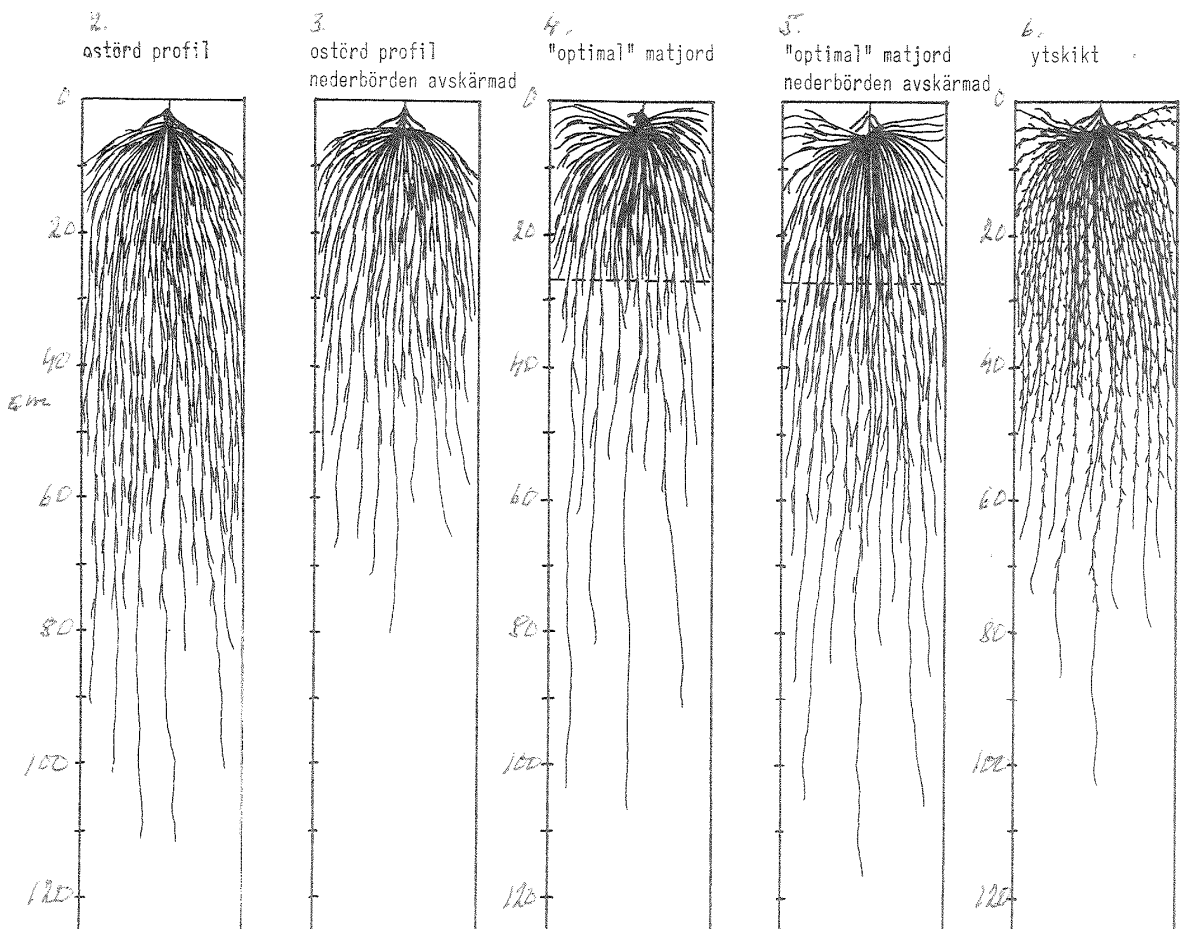
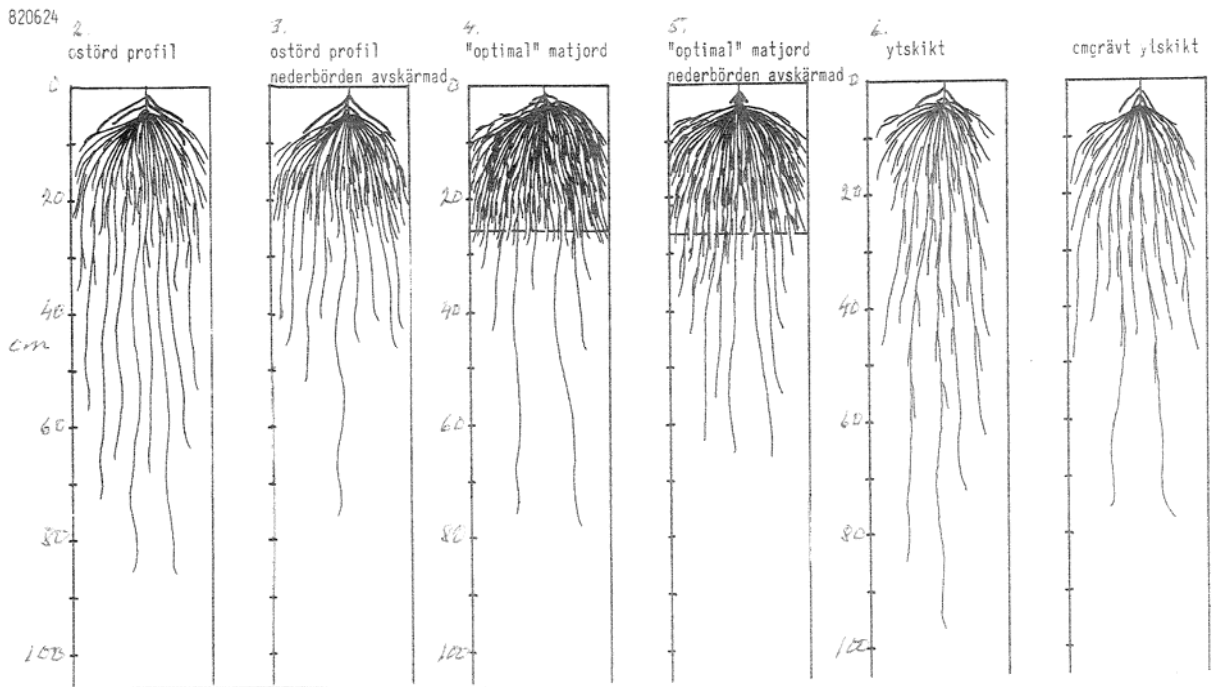


Fig. 57 och 58. Rotprofiler vid Ultuna 1982-06-24 resp. 1982-07-07.

320720

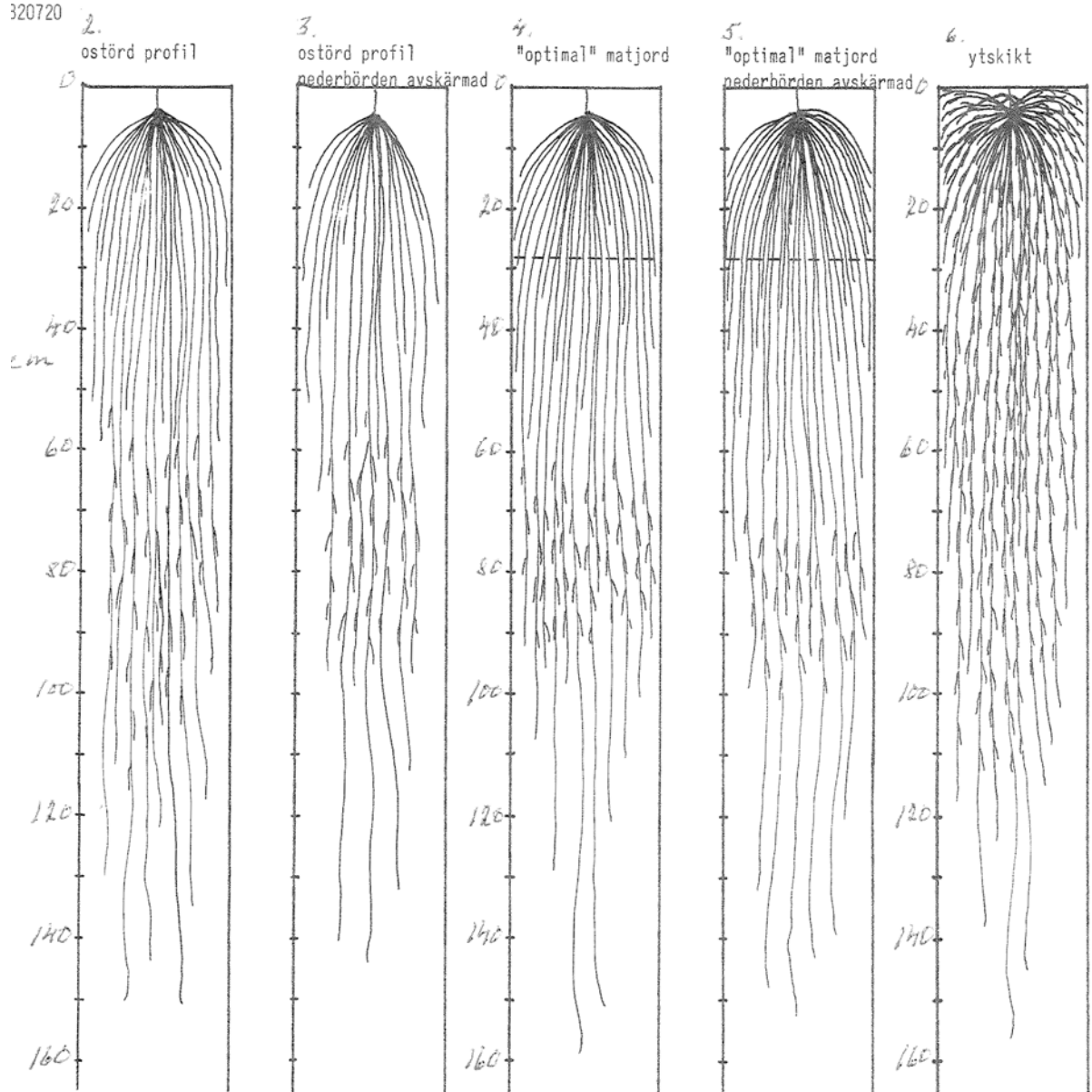


Fig. 59. Rotprofiler vid Ultuna 1982-07-20.

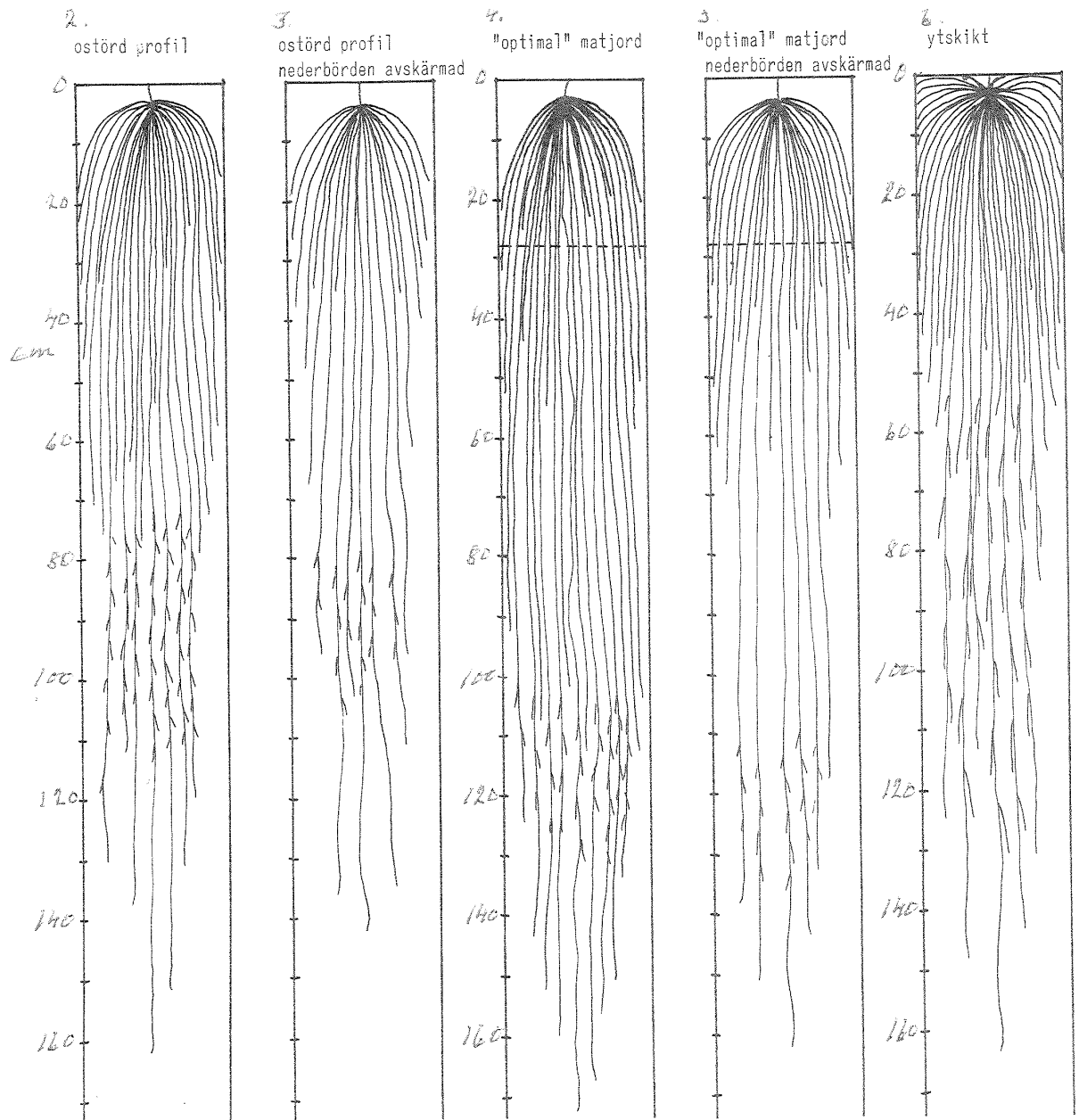


Fig. 60. Rotprofiler vid Ultuna 1982-08-16.

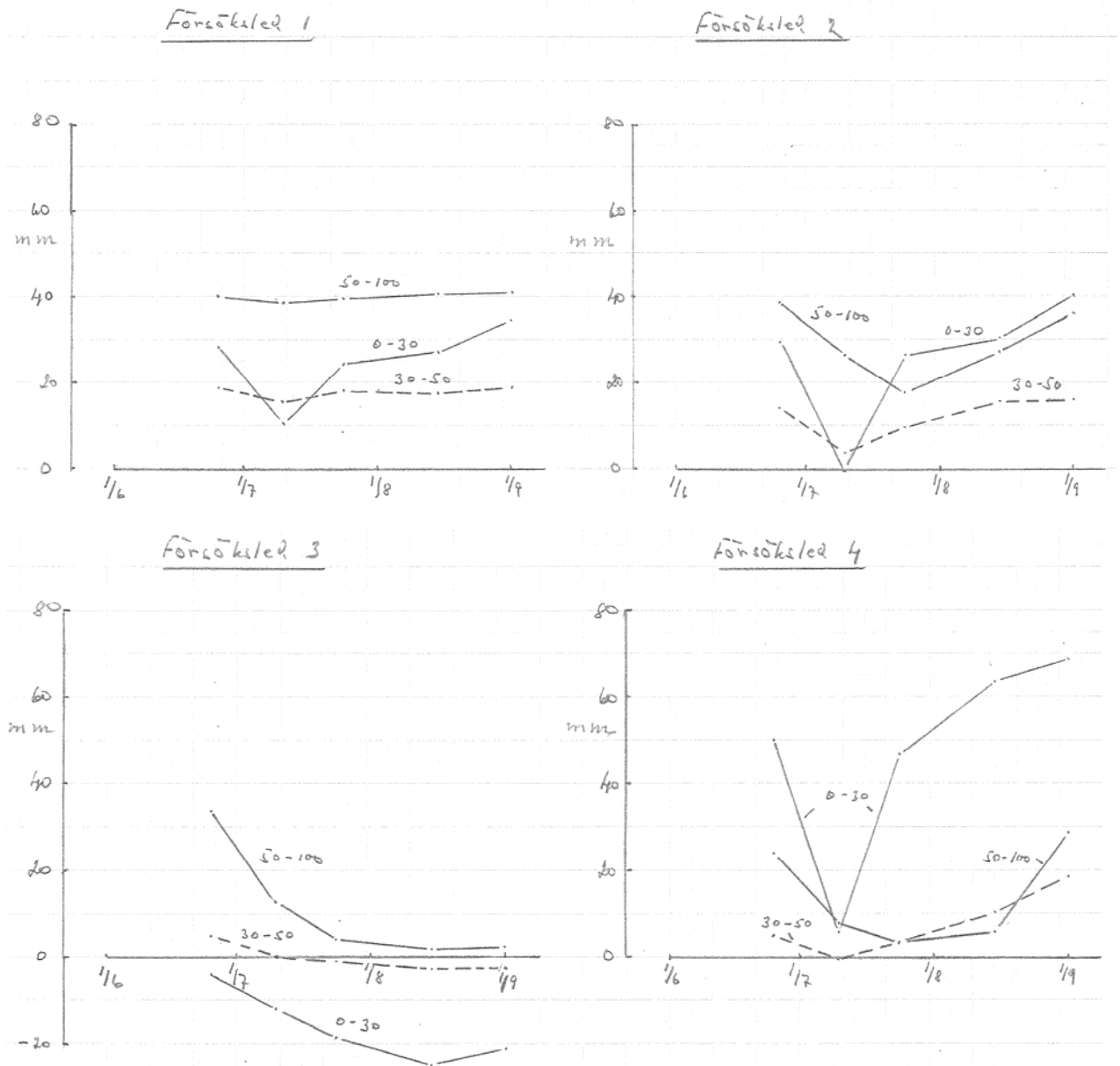
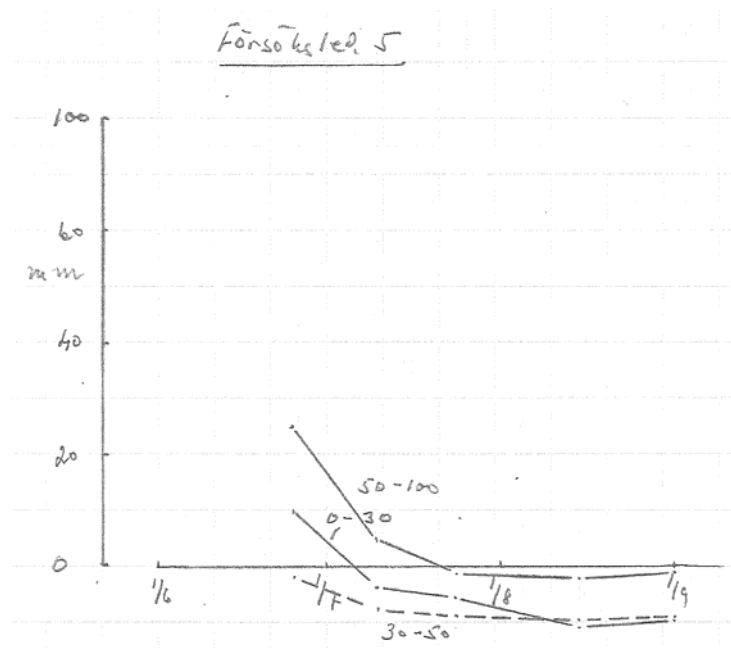


Fig 61. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Ultuna 1980. Försöksled 1-4.



Forts. fig 61. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Ultuna 1980. Försöksled 5

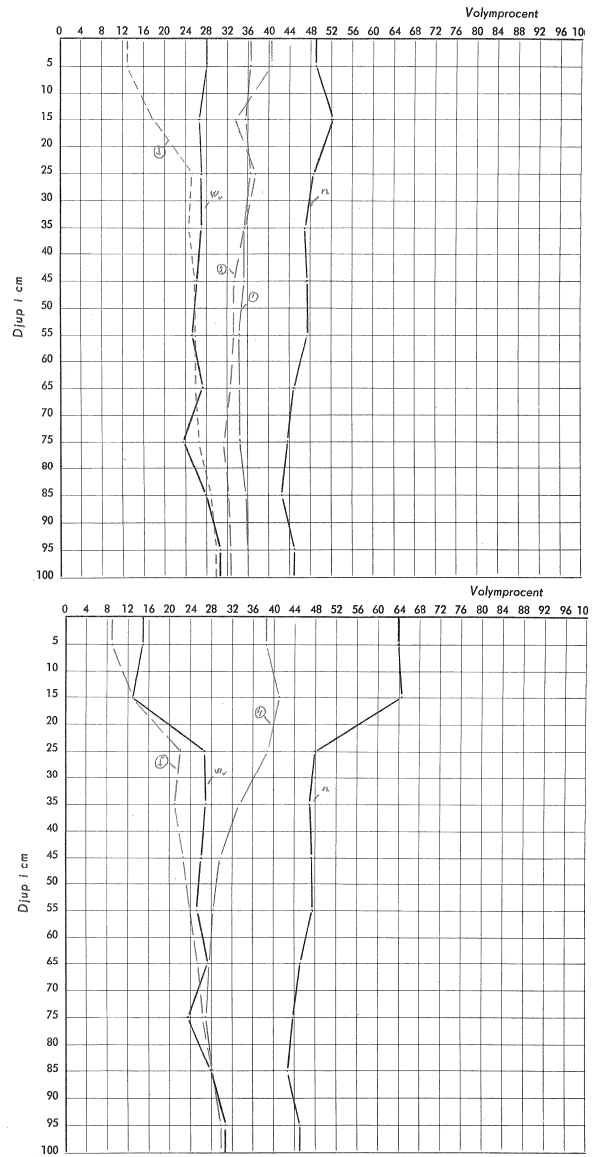


Fig. 62. Vattenhaltsfördelning i marken i försöksleden 1-3 och 4-5 vid Ultuna 1980-08-15.
 n = porositet, w_v = vattenhalt vid biologisk vissningsgräns

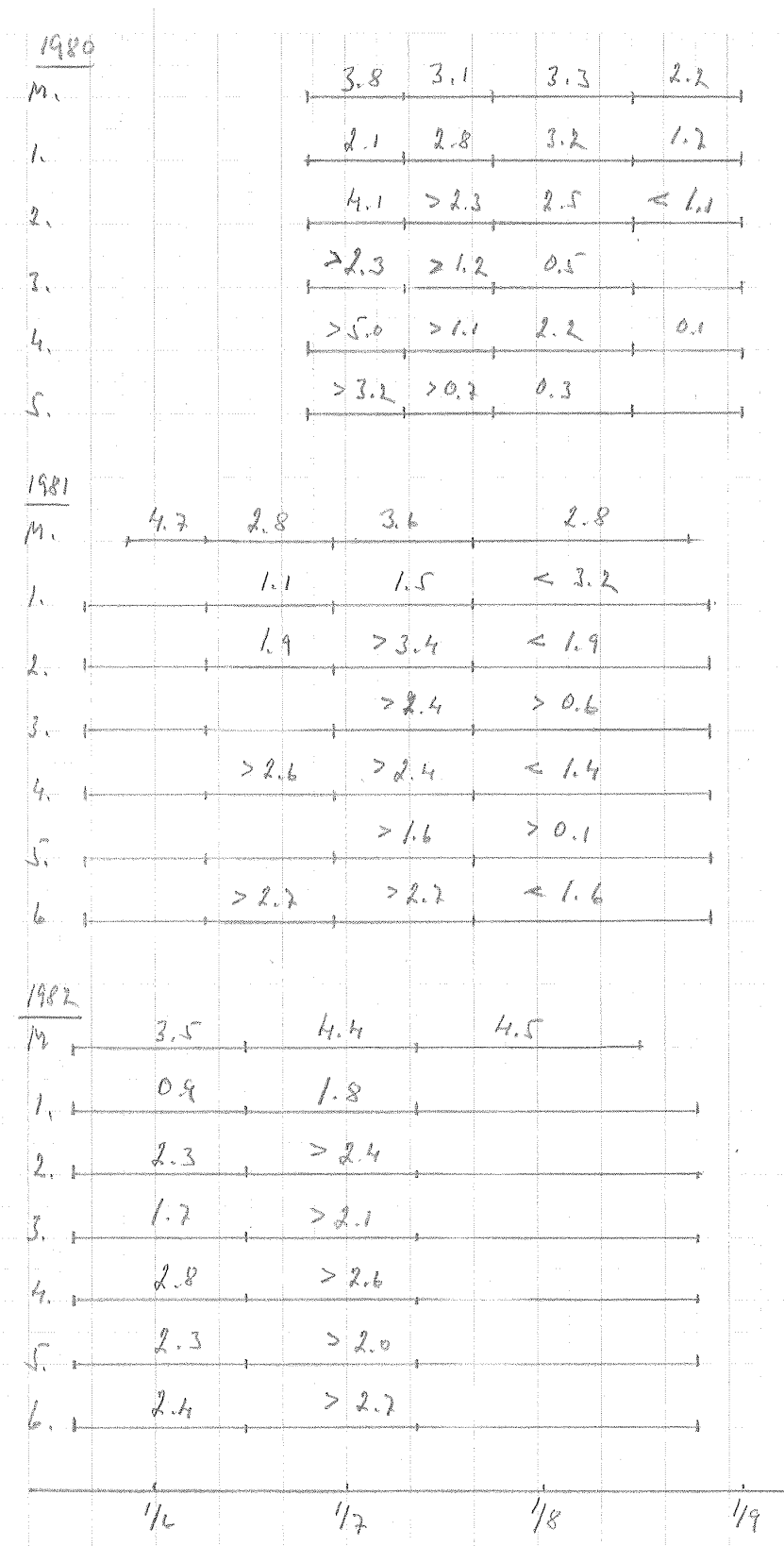


Fig. 63. Genomsnittlig avdunstning per dygn från mätare (M) och i de olika försöksleden vid Ultuna 1980-1982.

< =avrinning har skett från zonen 0-100cm,

> = upptagning och/eller upptransport av vatten har skett från djup större än 100 cm

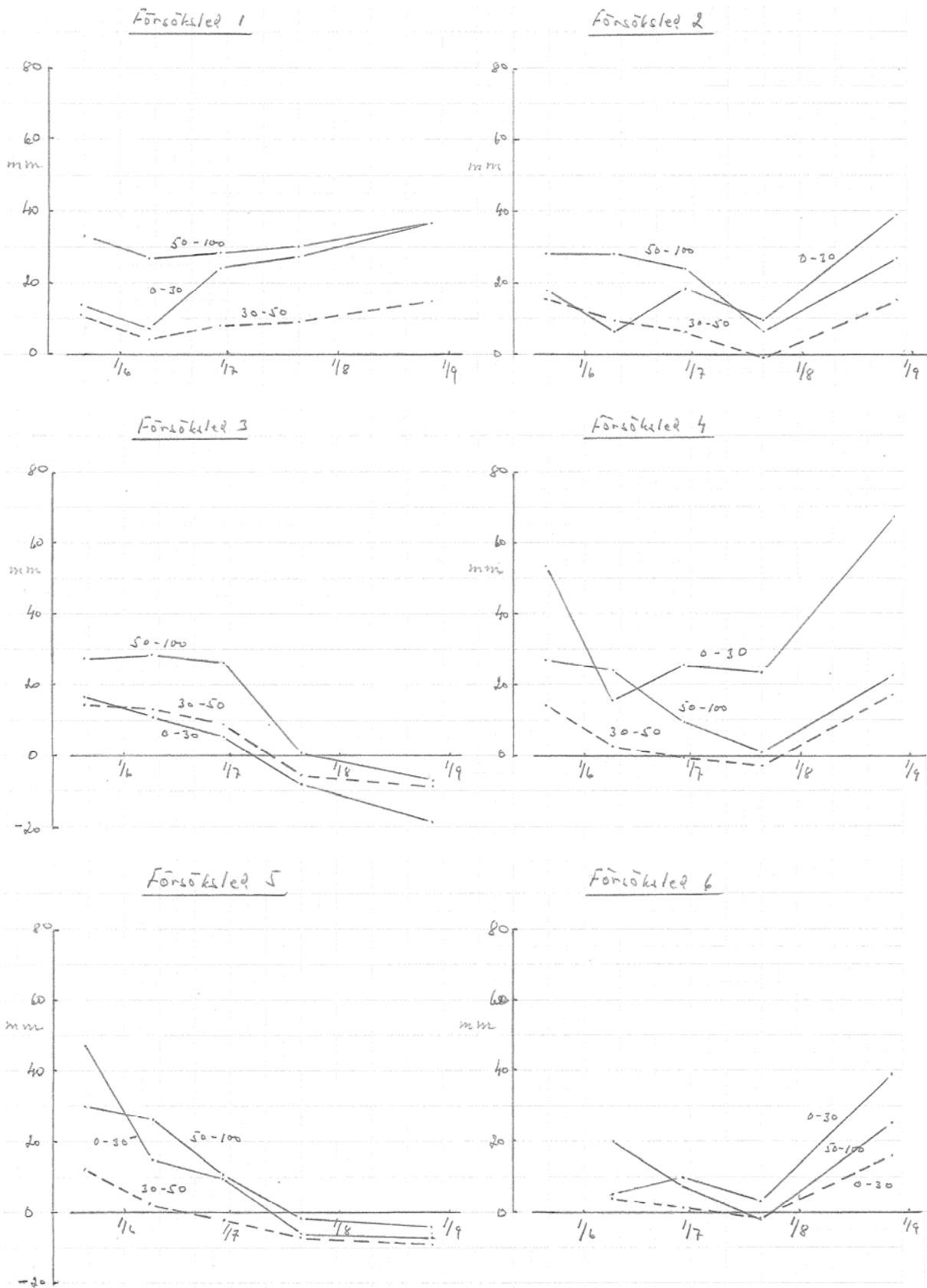


Fig. 64. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Ultuna 1981. Försöksleden 1-6.

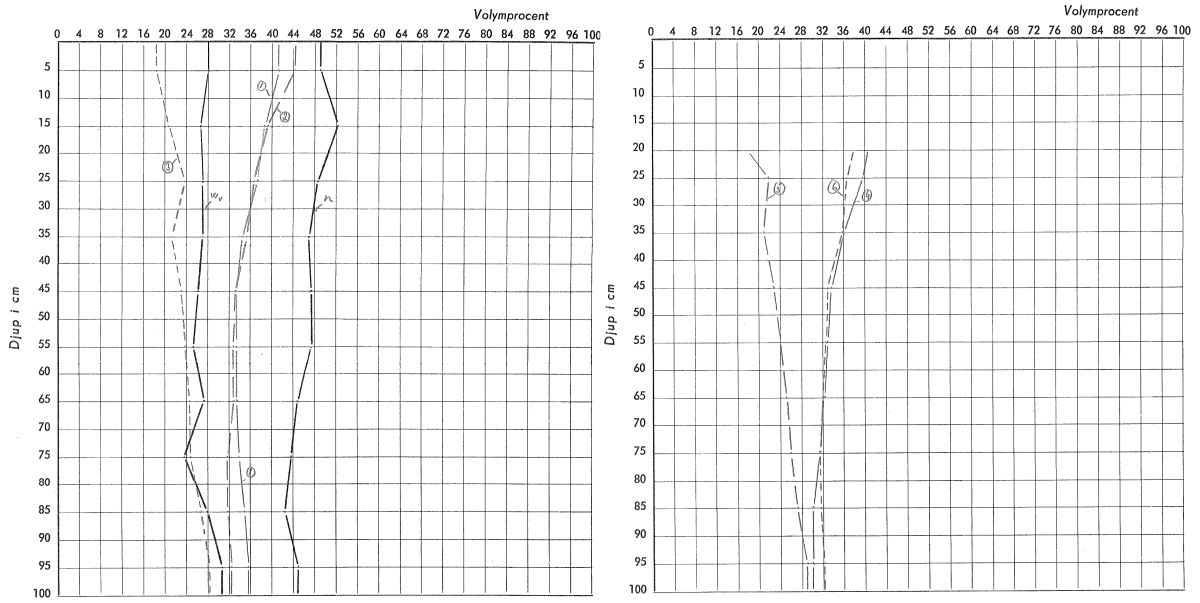


Fig. 65. Vattenhaltsfördelning i marken i försöksleden 1-3 och 4-6 vid Ultuna 1981-08-27.

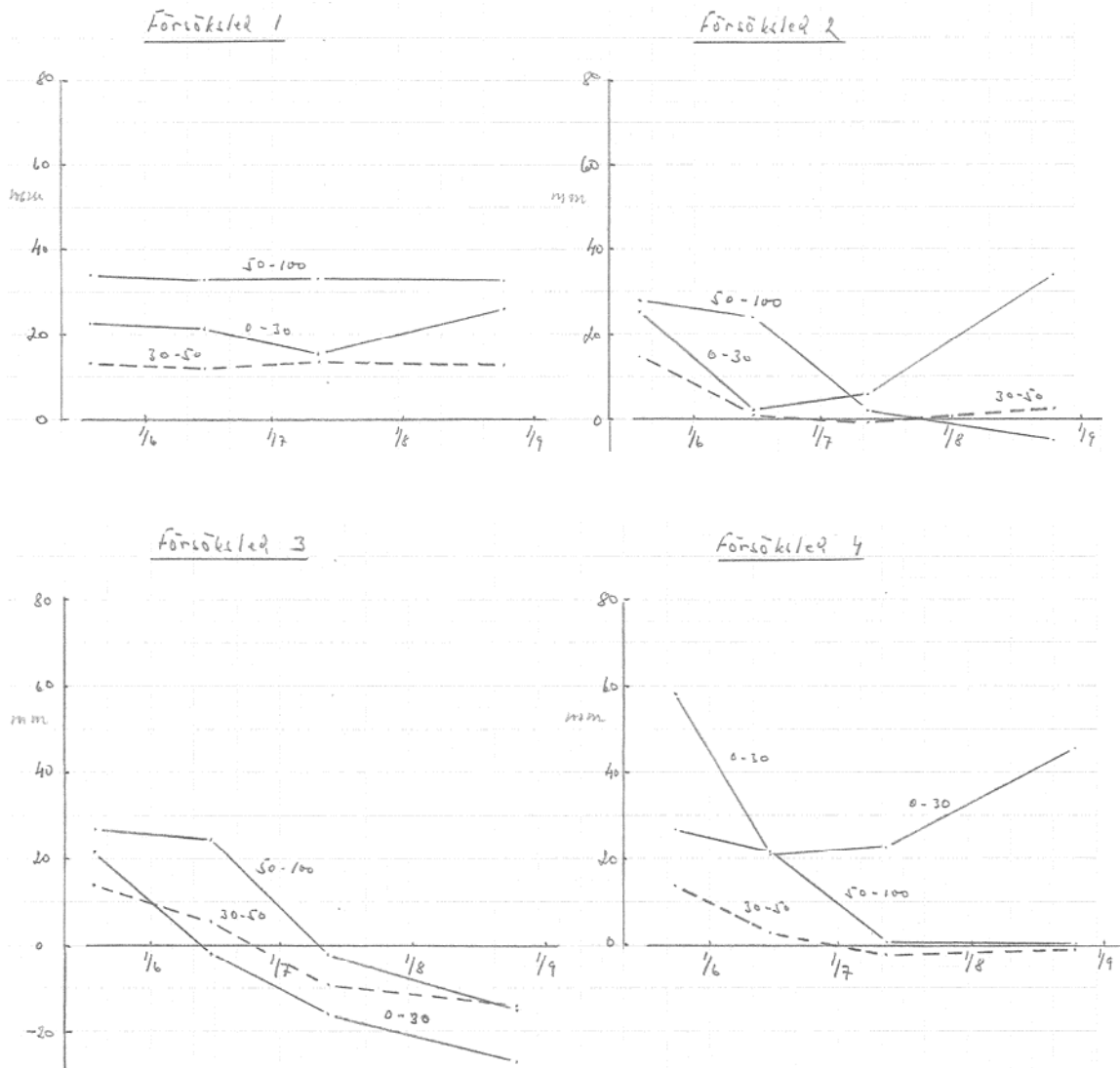
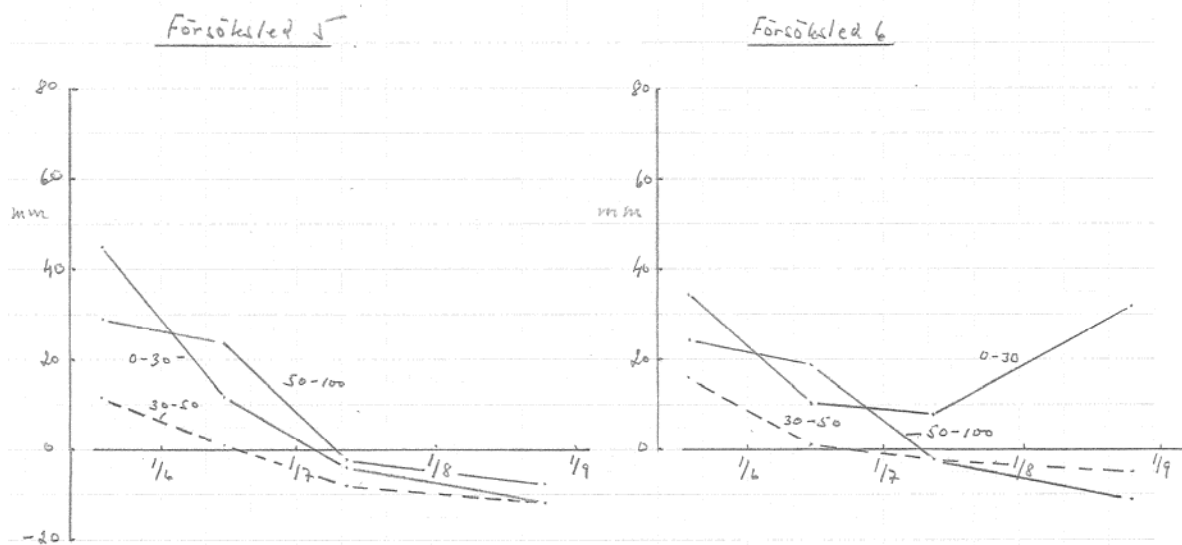


Fig. 66. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Ultuna 1982. Försöksleden 1 och 4.



Forts fig. 66. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Ultuna 1982. Försöksleden 5 och 6.

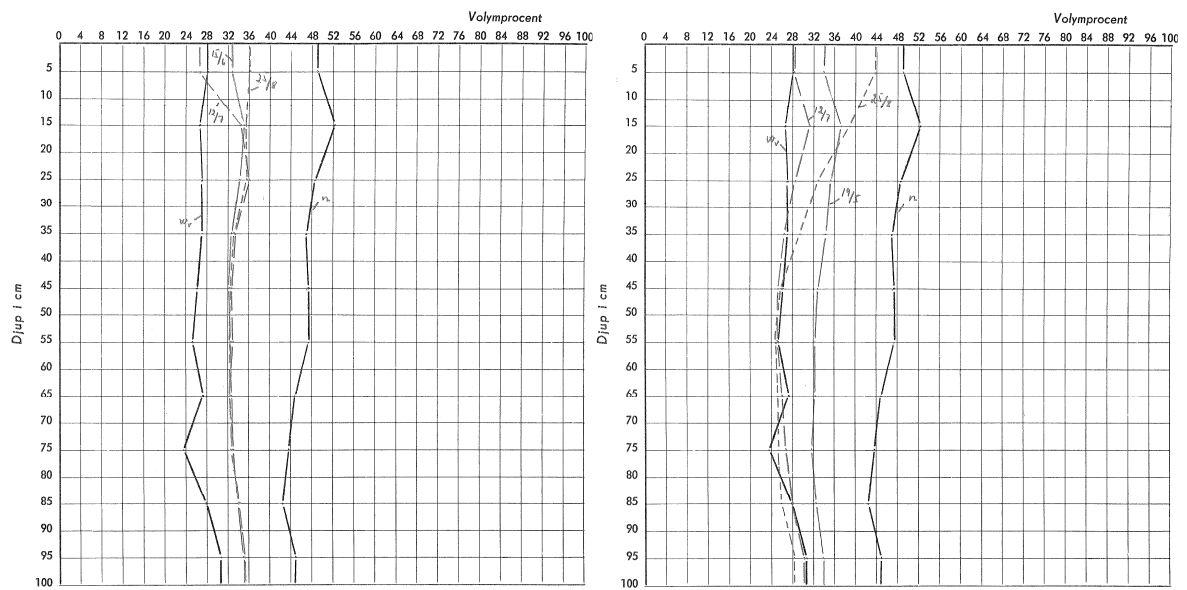


Fig. 67. Vattenhaltsfördelning i marken i försöksleden 1 och 2 vid Ultuna sommaren 1982.

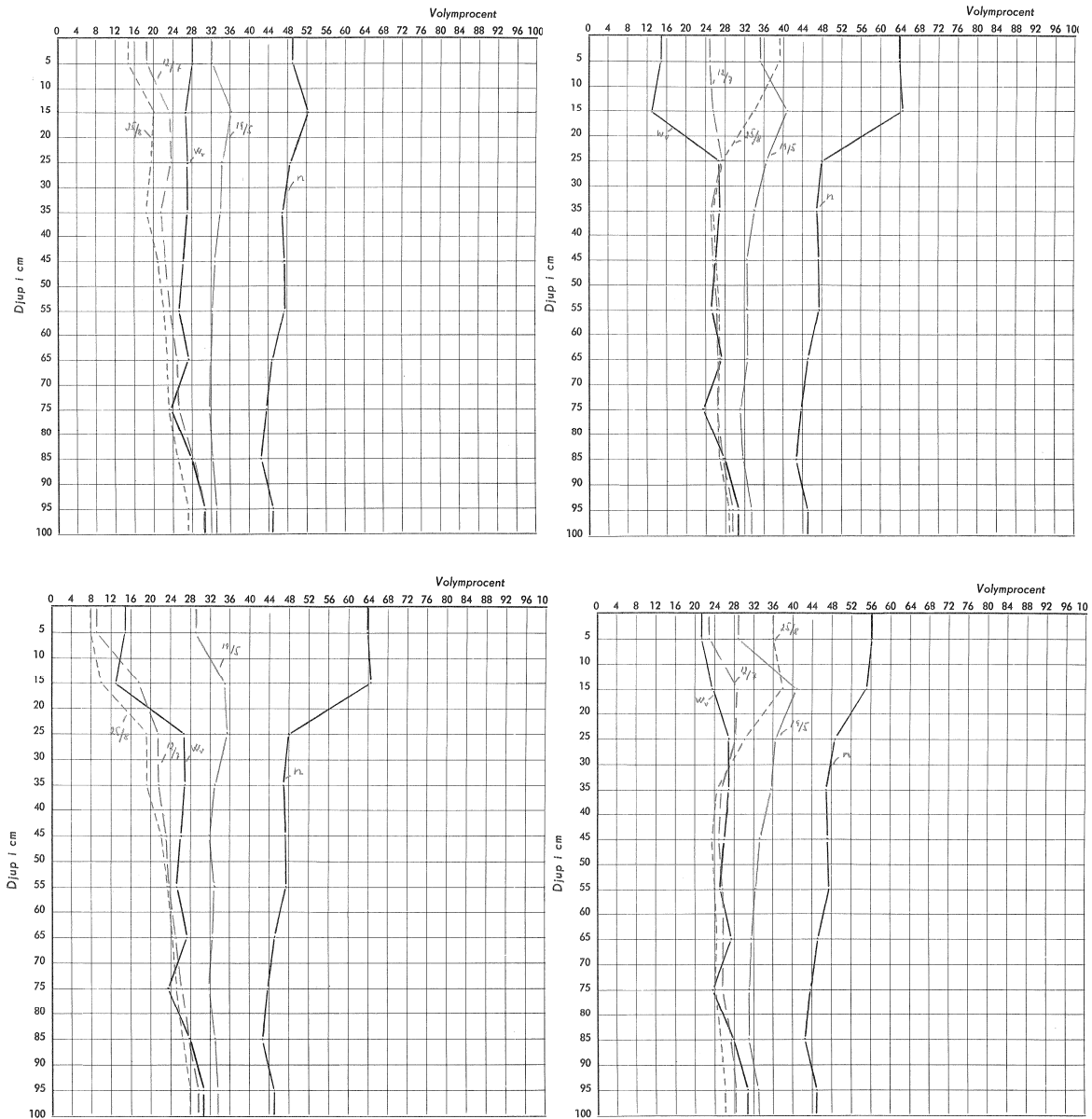


Fig. 67. Vattenhaltsfördelning i marken i försöksleden 3-6 vid Ultuna sommaren 1982.

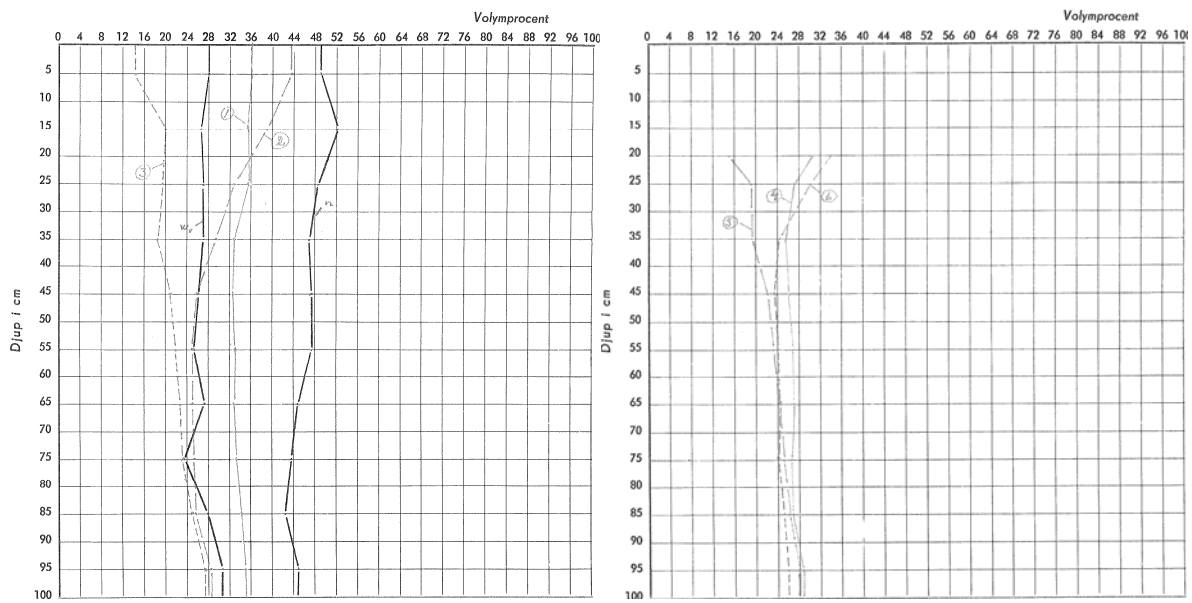


Fig. 68. Vattenhaltsfördelning i marken vid Ultuna 1982-08-25.



Fig. 69. Strån och ax från skörd vid Ultuna 1980.



Fig. 70. Strån och ax från skörd vid Ultuna 1981.

RESULTAT FRÅN KURÖ, ÄNGSÖ; MULLHALTIG STYV GYTTJELERA

Beståndsutveckling

1980. Uppkomsten var ojämn i leden 2 och 3 sannolikt som följd av för djup sådd. Bevattning insattes i slutet av maj. Beståndet växte och utvecklades sedan bra i alla led t.o.m. slutet av juni. Bestockning skedde fr.o.m. början av juni.

Beståndsstudier genomfördes den 25 juni och den 11 juli (tabell 23). Vid den första tidpunkten var kornet längst på den nya matjorden och tätast och bäst i led 4. (Skärmarna i led 3 och 5 hade varit uppsatta ungefär en månad.) På den ostörda profilen hade led 3 (övertäckt) längst bestånd. Den 11 juli hade leden 3 och 5 kortare och glesare bestånd än respektive led (2 och 4) utan skärmar. Sämst - med starkast torksymptom - var kornet i led 5. Men även beståndet i led 3 visade tydliga torksymptom och senare uppkom starka torkskador även i detta led.

I slutet av augusti hade leden med ny matjord (4 och 5) bättre bestånd än respektive led på orörd profil (2 och 3).

Tabell 23. Data från beståndsstudier vid Kurö 1980.

	Försöks- led	Utvecklings- stadium	Längd cm	Antal skott per m
25 juni	2	13	32	83
	3	13	37	83
	4	14	47	123
	5	14	47	79
11 juli	2	15	66	-
	3	15	60	-
	4	16	70	-
	5	15	52	-

1981. Skador av fåglar efter sådden i slutet av april gjorde att hjälpsådd måste ske den 17 maj. Beståndet kom därför att bli ojämnt i alla led. Ojämnast var det dock i leden 2 och 3. Huvuddelen av kornet i dessa led blev senare i utvecklingen än huvuddelen av kornet i leden 4 och 5. De senare hade under hela sommaren ett mycket tätare bestånd (fig. 71).

Avskärmningen av nederbörd gav på den orörda profilen upphov till ett något längre och tätare bestånd. På den nya matjorden medförde avskärmningen där-

emot ett kortare bestånd men ingen skillnad i antal skott per ytenhet. Leden 4 och 5 började brådmogna i slutet av juli.

1982. Uppkomsten blev jämn och bra i alla led. (Sådjupet var genomgående ca 4 cm.) Kornet växte sedan relativt långsamt men utvecklades bra till omkring den 10 juni. Fr.o.m. denna tidpunkt var de flesta blad från plantornas bas gula. Orsaken var sannolikt frost.

Avskärmningen av nederbörd medförde längre bestånd t.o.m. början av juli (fig. 72). Längdtillväxten upphörde sedan i leden 3 och 5 men fortsatte i leden 2 och 4 om än långsamt. Skillnaden jämfört med 1981 (fig. 71) torde främst bero på den varma och torra väderleken under perioden 7 juli - 12 augusti. Det fanns inga nämnvärda skillnader i beståndstäthet mellan leden 1982.

Rotutveckling

1981. Studier i profilvägg genomfördes den 6 augusti i leden 2 och 4 (fig. 73). Matjorden var genomvävd av rötter upp till 1-2 cm från markytan. Under 30 cm-nivån fanns rötter huvudsakligen i sprickor. I led 2 var rötterna i alven rikt förgrenade.

1982. Studier genomfördes 26 maj, 15 juni, 2 juli och 19 juli. Vid det första tillfället hade skärmar varit uppsatta en dag. Leden 2 och 3 kan därför ses som ett försöksled och leden 4 och 5 som ett försöksled.

Den 26 maj var rotdjupet maximalt 25 cm i led 2-3 och 38 cm i led 4-5. I led 2-3 fanns många korta sidorötter och rikligt med rothår, i led 4-5 var rot-systemet förgrenat i matjorden och rikligt beklätt med rothår.

Den 15 juni var matjorden i alla försöksled helt genomvävd av rötter upp till 1-2 cm från markytan. Markanta gränser för rotdjupet fanns i alla led; vid 22 cm djup i led 2, 40 cm djup i led 3, 27-30 cm djup i led 4 och 32-35 cm djup i led 5 (fig. 74). Det aktuella pH-värdet på respektive djup låg kring 4,0. Nodala rötter fanns i alla led; 0-3 per planta av 0-1 cm längd i led 2, 4-5 per planta av 0-2 cm längd i led 3, 3-9 per planta av 0-6 cm längd i led 4 och 6-7 per planta av 0-6 cm längd i led 5.

Även den 2 juli fanns tydliga gränser för rotnedträngningen. Det förekom dock i leden 3-5 enstaka rötter på större djup i sprickor och gamla rotkanaler samt längs oförmultnade vassrötter (fig. 75). Matjorden var väl genomrotad i alla

led. Rotfronten låg på 27-30 cm djup i led 2, på 32-33 cm djup i led 3, på ca 28 cm djup i led 4 och på 31-32 cm djup i led 5. De aktuella pH-värdena på dessa djup låg kring 4,0. Det maximala rotdjupet var 30 cm i led 2, 45 cm i led 3, 60 cm i led 4 och 62 cm i led 5. I alla led fanns rikligt med sidorötter. I leden 2 och 3 var de djupaste rötterna gulbruna eller bruna i spetsarna.

Den 19 juli hade rotsystemet icke förändrats nämnvärt i något försöksled (fig. 76). En tydlig rotfront fanns vid 22-23 cm djup i led 2, 32-33 cm djup i led 3, ca 30 cm djup i led 4 och 31-32 cm djup i led 5. Det aktuella pH-värdet låg kring 4,0 eller lägre i alven. Det maximala rotdjupet var 27 cm i led 2, 50 cm i led 3, 70 cm i led 4 och 48 cm i led 5. I led 2 var birötter och rothår torra men verkade fortfarande levande. Nodala rötter hade utvecklats sedan den 2 juli men var helt torra. I led 3 var de flesta rötter torra och lätt missfärgade. Endast få rötter hade rothår. Det fanns inga levande kronrötter. I leden 4 och 5 var matjorden relativt starkt respektive mycket starkt uttorkad. (Se fig. 74!) Trots det var många seminala rötter levande. Förekommande nodala rötter var döda eller döende.

Vattenupptagning och avdunstning

Markprofilen vid Kurö kan hålla mycket stora mängder från fysikalisk synpunkt upptagbart vatten. Lågt pH-värde begränsar dock mängden biologiskt upptagbart vatten och rotzonens djup. Ett genomgående resultat från alla tre försöksåren och alla försöksled är att mängden upptagbart vatten i skiktet 50-100 cm varit i stort sett konstant eller reducerats relativt litet under växtsäsongen.

1980. I led 1 var vatteninnehållet praktiskt taget konstant både i skiktet 50-100 cm och i skiktet 30-50 cm (fig. 77). I övriga led avtog vatteninnehållet i dessa skikt fram till i början av augusti. I de överäckta leden 3 och 5 var matjorden (0-30 cm) uttorkad längre än till vissningsgränsen fr.o.m. början av juli. I mitten av augusti låg vattenhalten långt under vissningsgränsen i ytskikten på leden 3 och 5 (fig. 78). Då hade också alla bevuxna led (2-4) lägre vattenhalt än led 1 ner till 50-70 cm djup.

Evapotranspirationen blev störst i leden 2 och 4, förhållandevis stor i led 1 och förhållandevis liten i de avskärmade leden 3 och 5 (fig. 79). Avrinning från rotzonen bör ha förekommit i slutet av juni i leden 1, 2 och 4.

1981. Även detta år var alvens (30-50 och 50-100 cm) vatteninnehåll praktiskt taget konstant i led 1 (fig. 80). I leden 2 och 4 minskade vatteninnehållet något i skiktet 30-50 cm från slutet av maj till slutet av juli. Däremot skedde praktiskt taget ingen förändring under sommaren i skiktets 50-100 cm vatteninnehåll.

I de avskärmade leden 3 och 5 blev matjorden och skiktet 30-50 cm starkt uttorkade. Vatteninnehållet i skiktet 50-100 cm minskade något t.o.m. slutet av juli (fig. 80). Detta belyses även av vattenhaltsprofilerna från den 24 augusti (fig. 81). Kurvan för led 3 tyder på en upptagning eller upptransport av vatten från minst 100 cm djup, kurvan för led 5 från maximalt ca 80 cm djup. Vid rotstudier den 6 augusti var det maximala rotdjupet ca 70 cm i led 2 och ca 60 cm i led 4.

Avdunstningen från mark och bestånd är störst i leden 2 och 4 samt förhållandevis stor i led 1 (fig. 79). Skärmar uppsattes över leden 3 och 5 den 2 juni. För hela perioder därefter är avdunstningen från övertäckta led \approx ca 75 % av avdunstningen från ej övertäckta led.

1982. I led 1 förekom små förändringar i vatteninnehåll hos skiktet 30-50 cm (fig. 82). I övriga led avtog vatteninnehållet under sommaren både i skiktet 30-50 cm och i skiktet 50-100 cm. Matjorden i led 2 blev tidigt uttorkad till vissningsgränsen och hade sedan lågt vatteninnehåll även vid de två sista provtagningarna.

I leden 3 och 5 blev matjorden och skiktet 30-50 cm uttorkade till vissningsgränsen redan under juni. Uttorkningen skedde tidigare och gick längre än under de två föregående åren.

Vattenhaltskurvorna i fig. 83 visar att profilen i led 2 förlorade en del vatten ner till minst 60 cm djup. Sannolikt har små mängder vatten upptagits eller transporterats upp från skiktet 60-100 cm. En jämförelse med kurvorna för led 1 tyder på det. Den 24 augusti var vattenhalten lägre än vissningsgränsen t.o.m. 40 cm djup. Vid den sista rotstudien, den 19 juli, var det maximala rotdjupet 27 cm i led 2.

Leden 3 och 5 var den 12 juli uttorkade långt under vissningsgränsen i skiktet 0-40 cm (fig. 83). Sex veckor senare hade praktiskt taget ingen förändring i vattenhalt skett i någon del av dessa profiler. Upptagning eller upp-

transport av vatten synes ha skett från djup ner till 90-100 cm. Det gäller också led 4. Vid rotstudierna den 19 juli var det maximala rotdjupet 50 cm i led 3, 70 cm i led 4 och 40 cm i led 5.

Evapotranspirationen blev relativt stor i alla led under den första perioden (fig. 79) och sedan låg eller obetydlig. Det senare är en följd av ringa eller ingen tillgång på upptagbart vatten i rotzonen. Skärmar uppsattes den 25 maj vid starten för den första perioden i fig. 79. Under denna period blev avdunstningen från de övertäckta leden 3 och 5 av samma storleksordning som från motsvarande led utan övertäckning, 2 respektive 4. Därefter blev avdunstningen lägre från de övertäckta bestånden.

Skörd och kärnkvalitet

Relativt låga kärn- och halmskördar erhöles alla tre åren i alla försöksled utom i led 4 under åren 1980 och 1981.

1980. Avskärmningen av nederbörd fr.o.m. tvåbladsstadiet påverkade inte kärnskörden men reducerade halmskörden på den orörda profilen (tabell 24). Den nya matjorden gav utan nederbördsavskärmning (led 4) nästan dubbelt så stor kärnskörd och ca 55 % större halmskörd än motsvarande led på orörd profil (led 2). Ökningen i kärnskörd kan tillskrivas ett större antal skördade kärnor - alltså en bättre bestockning - (tabell 23) och möjligen större ax. Vid avskärmning av nederbörd (led 5) gav profilen med ny matjord endast ca två tredjedelar av kärn- och halmskörden i led 2.

I led 2 erhöles relativt stor differens i kärnskörd mellan de två samrutorna (10,2 dt/ha).

1981. Skärmtak uppsattes i början av juni. Kornet var då i bestockningens huvudfas-slutfas i leden 2 och 3 och i stråskjutningens begynnelsefas i leden 4 och 5. På den orörda profilen medförde avskärmningen av nederbörd att kärnskörden ökade med 9,7 dt/ha. På profilen med ny matjord sänktes kärnskörden med 15,7 dt/ha (30 %) och halmskörden till knappt hälften - med 30,0 dt/ha - genom avskärmningen. Led 5 gav dock betydligt högre kärn- och halmskörd än led 2; 16,3 respektive 7,2 dt/ha.

Kärnskördarna är nära kopplade till antalet skördade kärnor per ha.

Stora differenser mellan samrutor erhöles för halmskörden i leden 2 (12,2 dt/ha), 3 (10,8 dt/ha) och 4 (20,5 dt/ha).

Tabell 24. Skördars storlek och kvalitet vid Kurö.

År	Försöks- led	Kärna, 15 % vatten			Halm ts dt/ha	Kväve i kärna		
		rymd- vikt g/l	1000- kornvikt g	kärn- antal milj./ha		% av ts	kg/ha	
1980	2	29,6	754	45,4	65	30,2	1,66	42
	3	28,8	812	48,5	59	21,2	1,84	45
	4	57,8	743	45,5	127	47,1	2,50	123
	5	19,9	797	52,0	38	20,8	2,30	39
1981	2	19,7	736	48,0	41	21,6	1,65	28
	3	29,4	769	50,6	58	19,3	1,79	45
	4	51,7	751	51,0	101	57,8	1,51	66
	5	36,0	770	46,1	78	28,8	1,85	57
1982	2	20,8	750	45,2	46	15,9	1,99	35
	3	20,7	775	43,4	48	14,8	1,66	29
	4	20,9	723	38,7	54	21,5	1,92	34
	5	25,6	771	42,4	60	22,0	1,71	37

1982. Alla försöksled gav låga kärn- och halmskördar. Skärmar uppsattes den 25 maj. Kornet var då i trebladsstadiet i leden 2 och 3 och i bestockningens begynnelsefas i leden 4 och 5.

Tusenkornvikten blev relativt låg, särskilt i led 4.

Relativt stora skillnader mellan samrutor erhöles för kärnskörden i led 2 (9,5 dt/ha) och i led 5 (7,3 dt/ha).

Sammanfattning

Beståndsutveckling och skörd. I försöksled 2 med orörd profil och utan avskärmning av nederbörden blev beståndet relativt bra 1980 samt förhållandevis dåligt 1981 och 1982. År 1981 var det ojämnt i alla försöksled efter fågelskador och hjälpsådd. År 1982 hämmades sannolikt tillväxten i alla led av nattfrost i början av juni.

Kärnskörden i led 2 blev i medeltal 23,4 dt/ha med årsvärdena 29,6, 19,7 och 20,8 dt/ha (tabell 24). Kvävemängden i kärnskörden var i medeltal 35 kg/ha (årsvärden 42, 28 och 35) och halmskörden i medeltal 22,6 dt/ha (årsvärden 30,2, 21,6 och 15,9).

I försöksleden med ny matjord (4 och 5) erhöles en snabbare tillväxt på våren och under 1981 ett betydligt tätare bestånd - kraftigare bestockning - än i leden på orörd profil (fig. 71). Det ej övertäckta ledet 4

gav även kraftig bestockning år 1980. Det gav också stora skördar under 1980 och 1981. I övrigt blev skillnaderna när det gäller beståndsutveckling och skörd förhållandevis små mellan leden med ny matjord och leden med orörd profil.

Led 4 gav i genomsnitt 20,1 dt/ha (86 %) större kärnskörd, 39 kg/ha (112 %) större kväveskörd i kärnan samt 19,6 dt/ha (87 %) större halmskörd än led 2. År 1982 blev dock skördarna av kärna och av kväve i kärnan praktiskt taget lika stora i leden 4 och 2.

Avskärmning av nederbörden under en stor del av sommaren hade olika inverkan på bestånd och skördar under de tre försöksåren. (Avskärmning skedde fr.o.m. slutet av maj eller början av juni.) Åren 1980 och 1982 blev kornet först längre under skärmarna än utanför. Kring månadsskiftet juni-juli avstannade dock längdtillväxten i övertäckta led. År 1981 erhöles under skärmarna ett längre bestånd på den orörda profilen och ett kortare på profilen med ny matjord (fig.71). Längdtillväxt skedde då åtminstone t.o.m. slutet av juli. Bestockningen blev sämre på profilen med ny matjord 1980 men påverkades i övrigt ej av nederbördsavskärmningen. Kärnskörden reducerades inte på den orörda profilen; år 1981 erhöles tvärtom en merskörd på 9,7 dt/ha (49 %). På profilen med ny matjord sänktes skördarna av kärna, kväve i kärnan och halm under 1980 (starkt) och 1981. De ökade däremot något år 1982.

På den orörda profilen gav nederbördsavskärmningen i genomsnitt en ökning av kärnskörden med 2,9 dt/ha (13 %), en ökning av kväveskörden i kärnan med 4,7 kg/ha (13 %) och en sänkning av halmskörden med 4,2 dt/ha (18 %). På profilen med ny matjord erhöles i genomsnitt en minskning av kärnskörden med 16,3 dt/ha (37 %), en minskning av kväveskörden i kärnan av 30 kg/ha (40 %) och en minskning av halmskörden med 18,3 dt/ha (43 %).

De delvis motsägande resultaten för inverkan av olika åtgärder och mellan åren beror sannolikt mest på skillnaden i rotzonsdjup och därmed i vattenförsörjning mellan leden och åren.

Rotutveckling. Resultat från fuktighetsbestämningar 1980 visar på ett maximalt rotdjup av högst 60 cm i leden 2 och 4 samt högst 70 cm i leden 3 och 5.

Den 6 augusti 1981 var leden 2 och 4 väl genomrotade i matjorden (fig. 73). Under 30 cm-nivån fanns rötter huvudsakligen i sprickor till ca 70 cm respektive ca 60 cm djup. Det är sannolikt att leden 3 och 5 hade likartade rotsystem som leden 2 respektive 4.

Rotstudier under sommaren 1982 gav relativt små skillnader mellan försöksleden vad gäller rotsystemets utseende och maximalt rotdjup. I slutet av maj var det maximala rotdjupet 25 cm på den orörda profilen och 38 cm på profilen med ny matjord. Liksom under 1981 erhöles en mycket god genomrotning av markens övre del. I alla led fanns, särskilt under försommaren, en markant gräns för rotzonens djup (fig. 74-76). Denna gräns sammanföll med nivåer, där det aktuella pH-värdet var högst 4,0. Gränsen varierade något under sommaren och låg vid 22-27 cm djup i led 2, 32-45 cm djup i led 3, 27-30 cm djup i led 4 samt 31-35 cm djup i led 5.

Under juli och augusti förekom enstaka djupare rötter i sprickor och gamla rotkanaler samt längs oförmultnade vassrötter (fig. 75 och 76). Det maximala rotdjupet var 30 cm i led 2, 50 cm i led 3, 70 cm i led 4 samt 62 cm i led 5.

Vattenupptagning och upptorkning. I det obevuxna ledet 1 var vatteninnehållet alla somrar praktiskt taget konstant i skikten under 30 cm. Under 1982 hade dock skiktet 30-50 cm lägre vatteninnehåll än under de två föregående åren. Detta visar att en viss upptransport skett till markytan även från sistnämnda skikt.

I de bevuxna leden torkade marken delvis upp även i övre delen av alven. I leden 2 och 4 gick upptorkningen till 60 cm djup 1980, 50 cm djup 1981 samt till 70 respektive 80-90 cm djup 1982. I leden 3 och 5 gick upptorkningen till 70 cm djup 1980, 70-80 cm djup 1981 samt till 80-90 cm djup 1982. Upp-torkningsdjupen är i stort sett desamma på de båda profiltyperna samt 10-20 cm större under skärmarna än utanför. De är 20-40 cm större än de observerade maximala rotdjupen.

Upp-torkning längre än till vissningsgränsen förekom i försöksleden 3 och 5 under alla tre åren samt i leden 2 och 4 under 1982. Under 1981 och 1982 gick denna starka upptorkning ner till ca 40 cm i leden 3 och 5.

Avrinning från rotzonen bör ha förekommit i leden 1, 2 och 4 i slutet av juni 1980 och kan ha förekommit i samma led kring månadsskiftet juni-juli 1981.

Avdunstning. Avdunstningen från bar mark (led 1) var lika stor eller nästan lika stor som från bevuxna ej övertäckta försöksled (2 och 4) t.o.m. slutet av juli 1980, under hela sommaren 1981 samt på försommaren 1982 (fig. 79). Under dessa perioder har således en förhållandevis stor upptransport av vatten till markytan kunnat ske från matjorden och den övre delen av alven.

Leden 2 och 4 gav i stort sett lika stor avdunstning. Detsamma gäller - med något undantag - de övertäckta leden 3 och 5. Nederbördsavskärmningen reducerade avdunstningen och denna reducering blev allt större med tiden under somrarna.

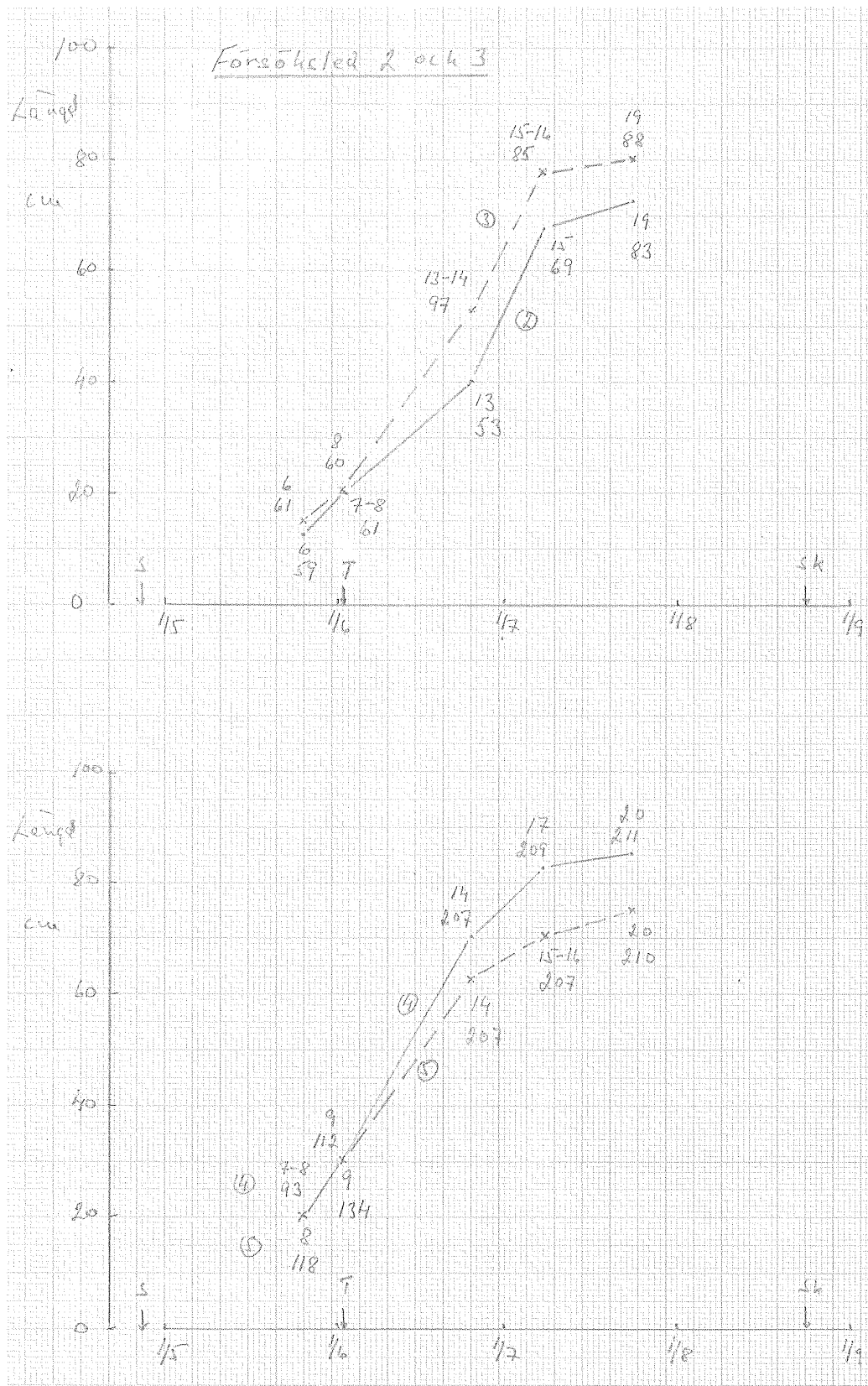


Fig. 71. Kornets utveckling vid Kurö 1981. Värdeparen för tidpunkter vid kurvorna anger utvecklingsstadium enligt tabell 9 (överst) samt antalet skott i två rader på en sträcka av 0,5 m (nederst). S = sådatum, T = datum för skärmuppsättning, Sk = skördedatum

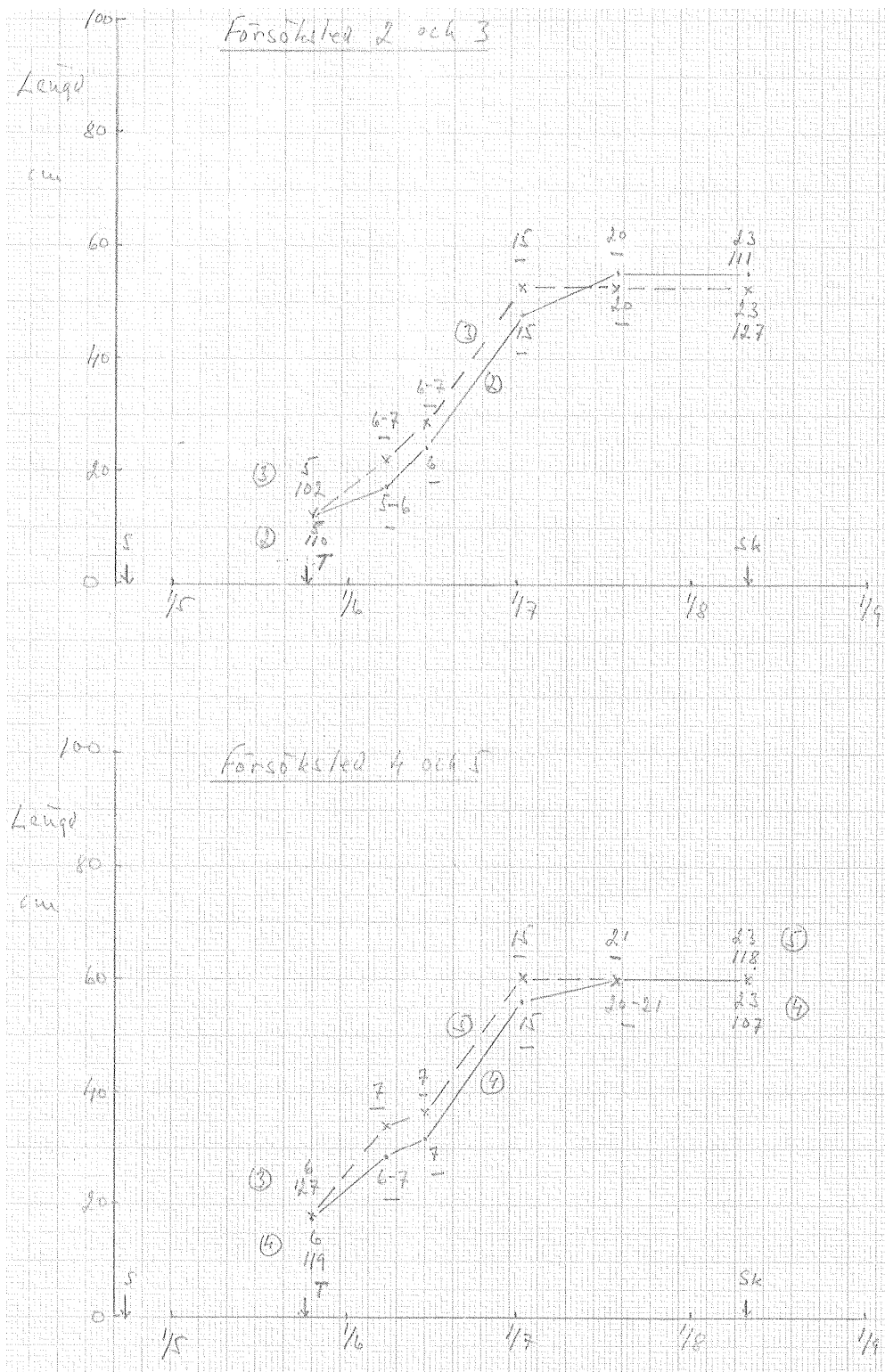


Fig. 72. Kornets utveckling vid Kurö 1982.

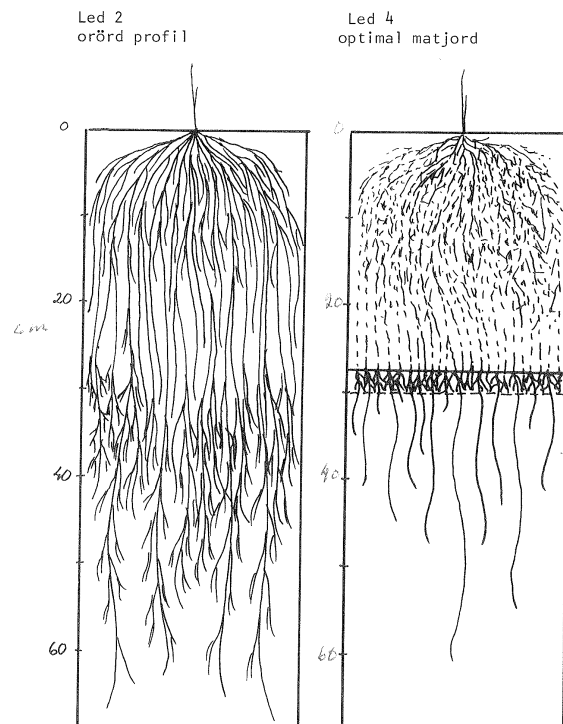


Fig. 73. Rotprofiler vid Kurö 1981-08-06.

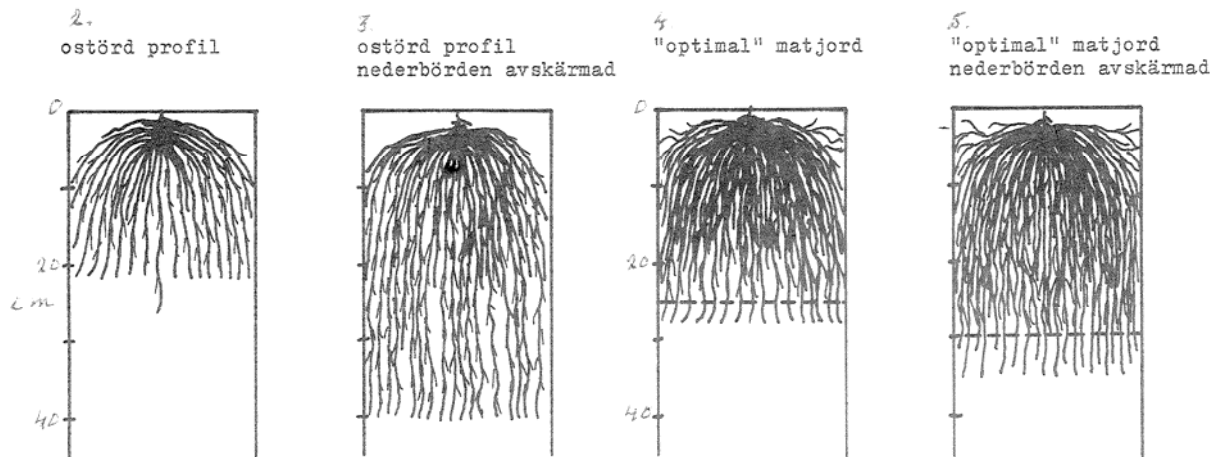


Fig. 74. Rotprofiler vid Kurö 1982-06-15.

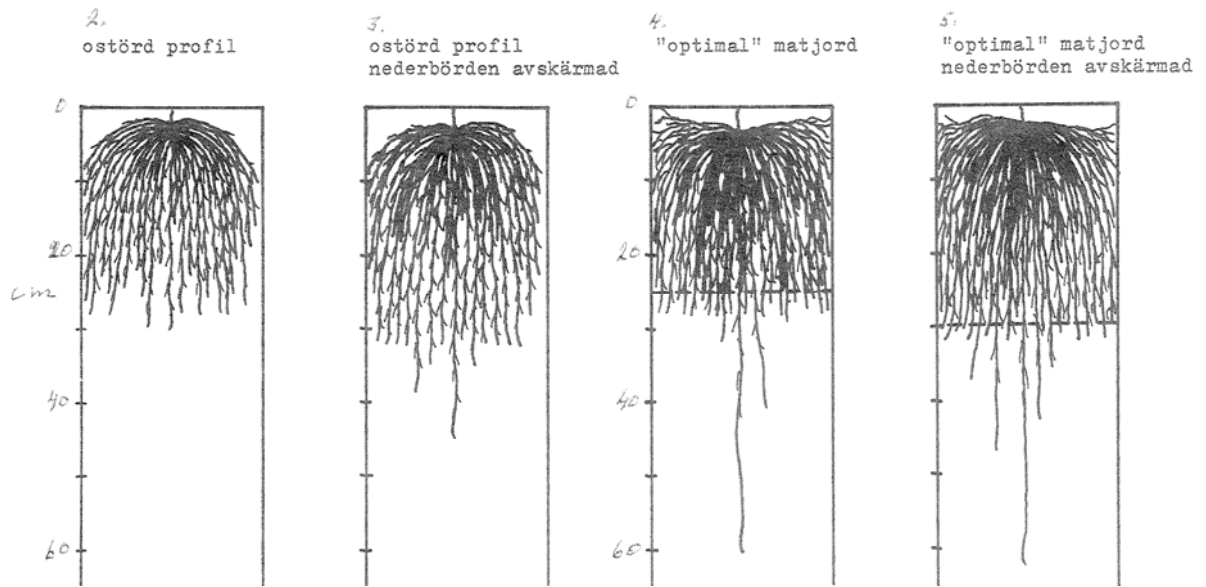


Fig. 75. Rotprofiler vid Kurö 1982-07-02.

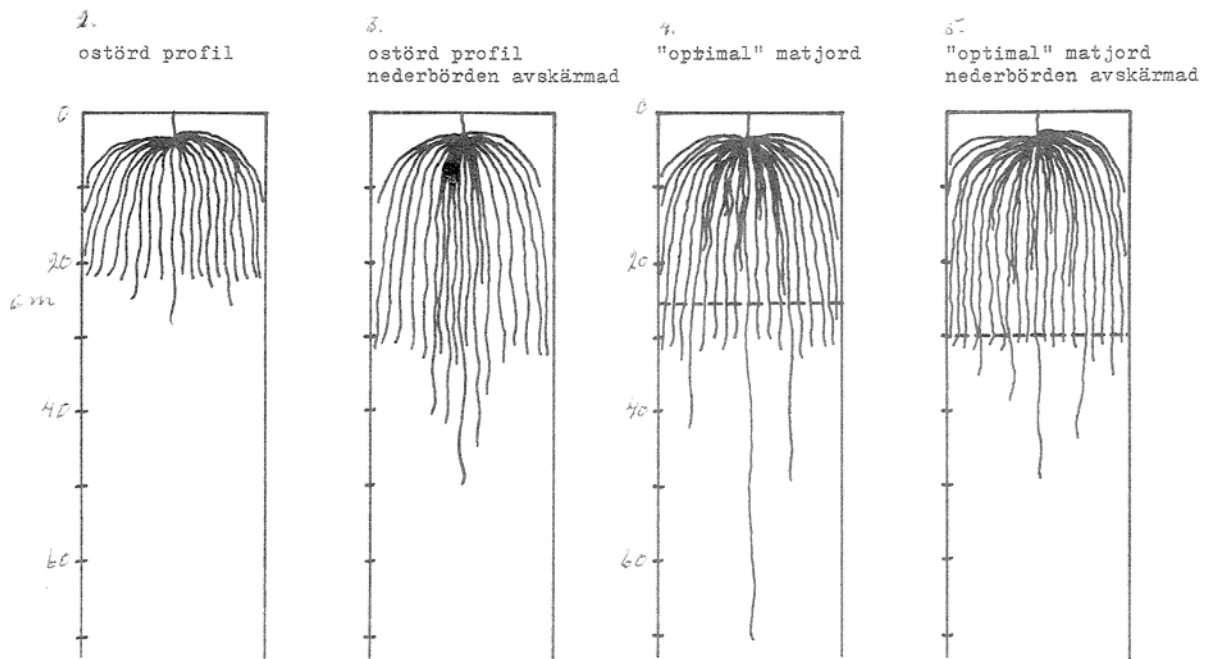


Fig. 76. Rotprofiler vid Kurö 1982-07-19.

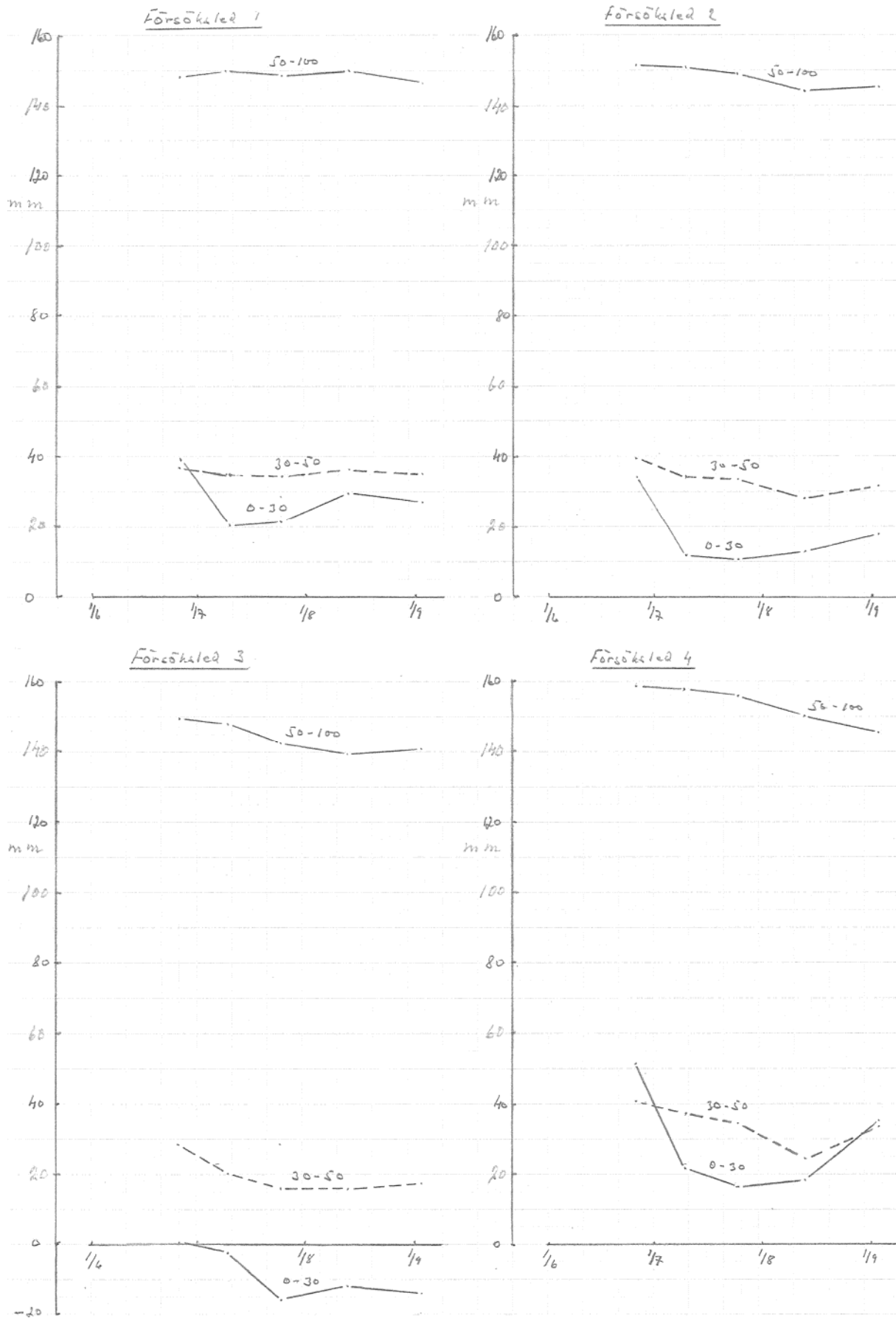
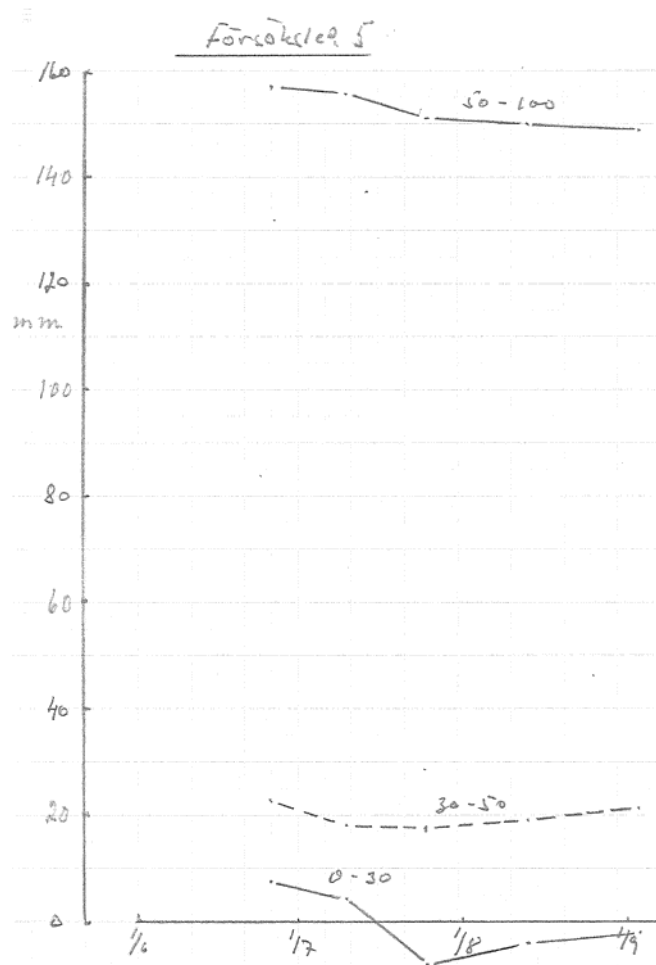


Fig 77. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Kurö 1980. Försöksleden 1-4.



Forts. fig 77. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Kurö 1980. Försöksled 5.

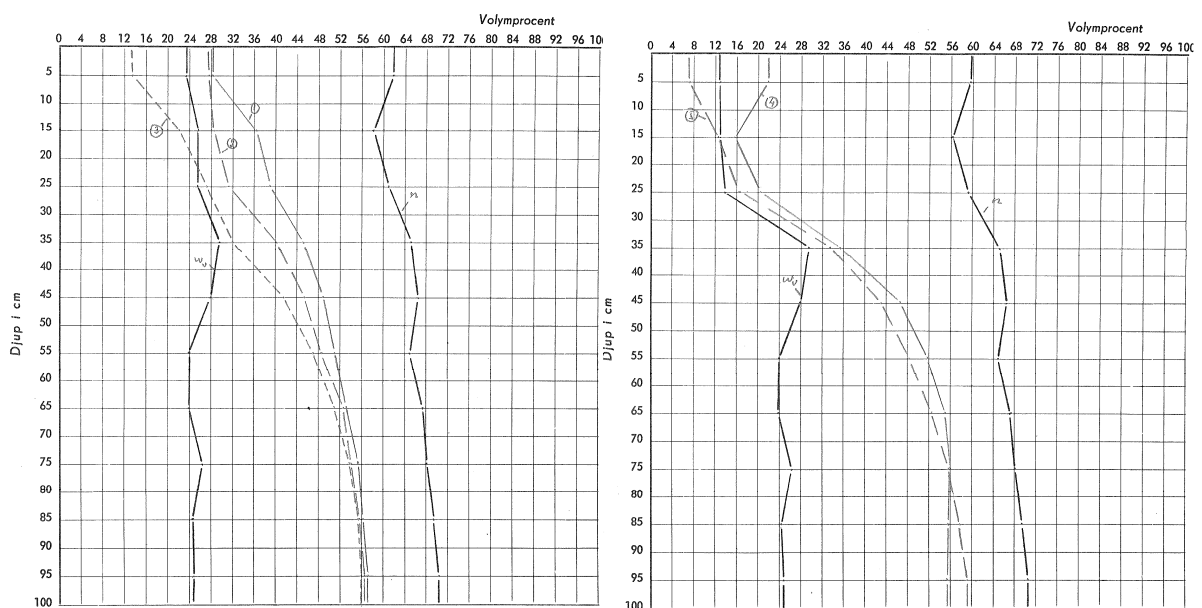


Fig. 78. Vattenhållsfördelning i marken i försöksleden 1-3 och 4-5 vid Kurö 1980-08-13.
 n = porositet, w_v = vattenhalt vid biologisk vissningsgräns

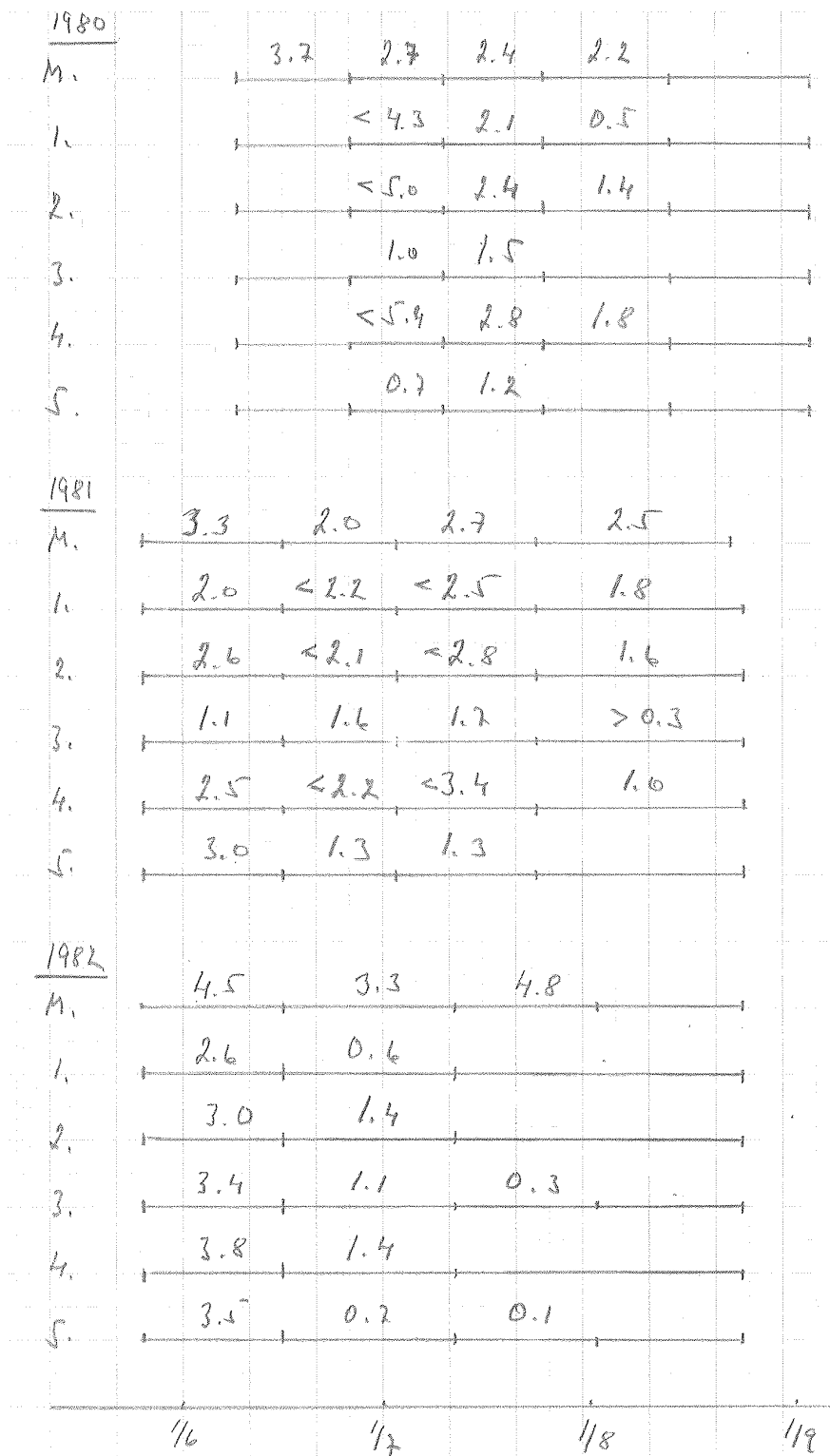


Fig. 79. Genomsnittlig avdunstning per dygn från mätare (M) och i de olika försöksleden vid Kurö 1980-1982.

< =avrinning har skett från zonen 0-100cm,

> = upptagning och/eller upptransport av vatten har skett från djup större än 100 cm

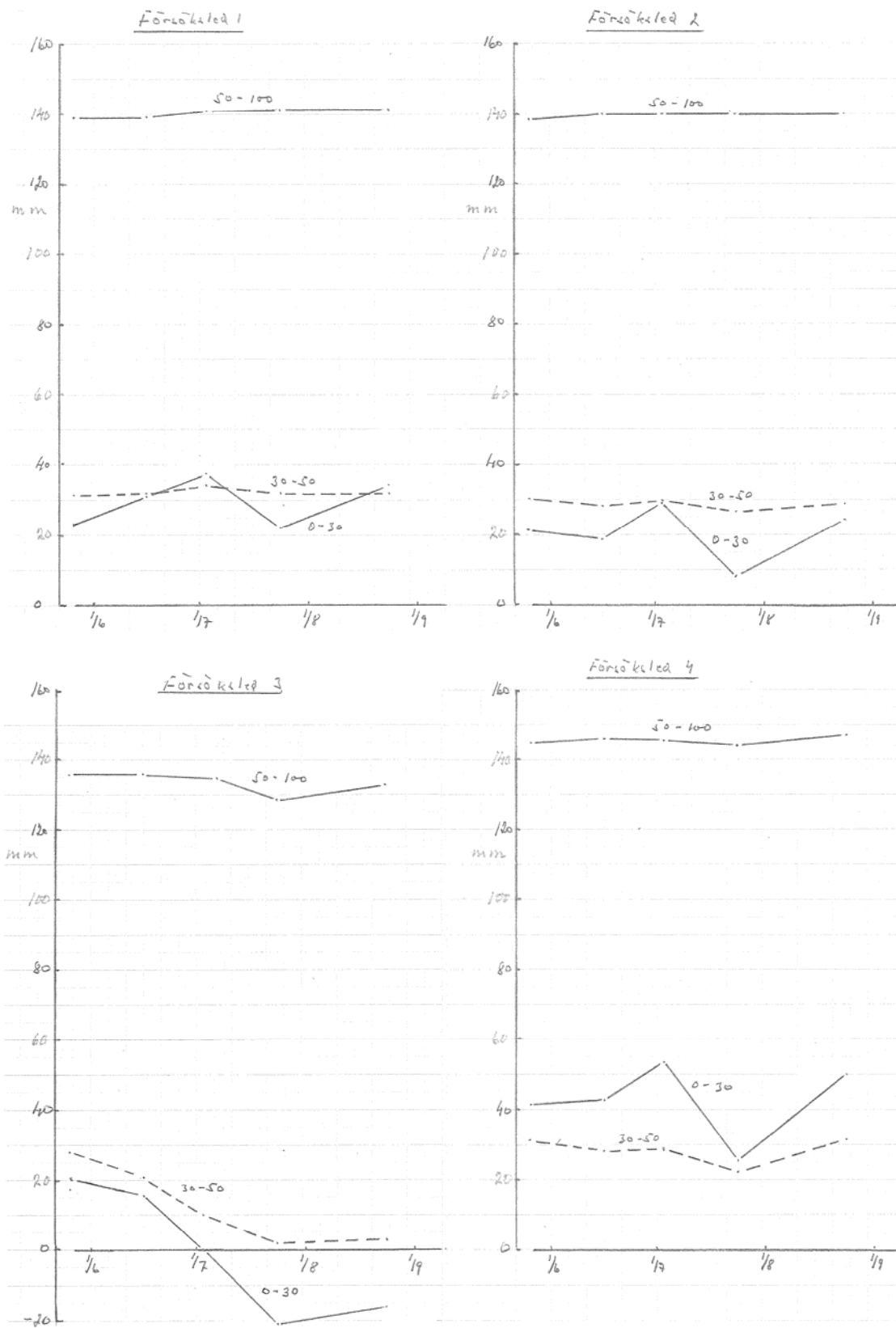
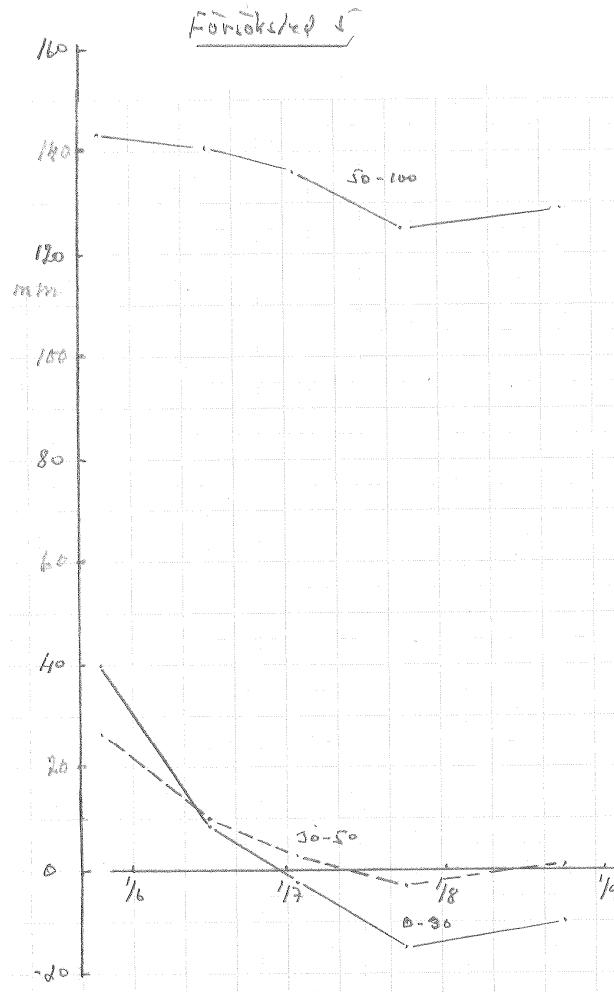


Fig. 80. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Kurö 1981. Försöksleden 1-4.



Forts. fig. 80. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Kurö 1981. Försöksled 5.

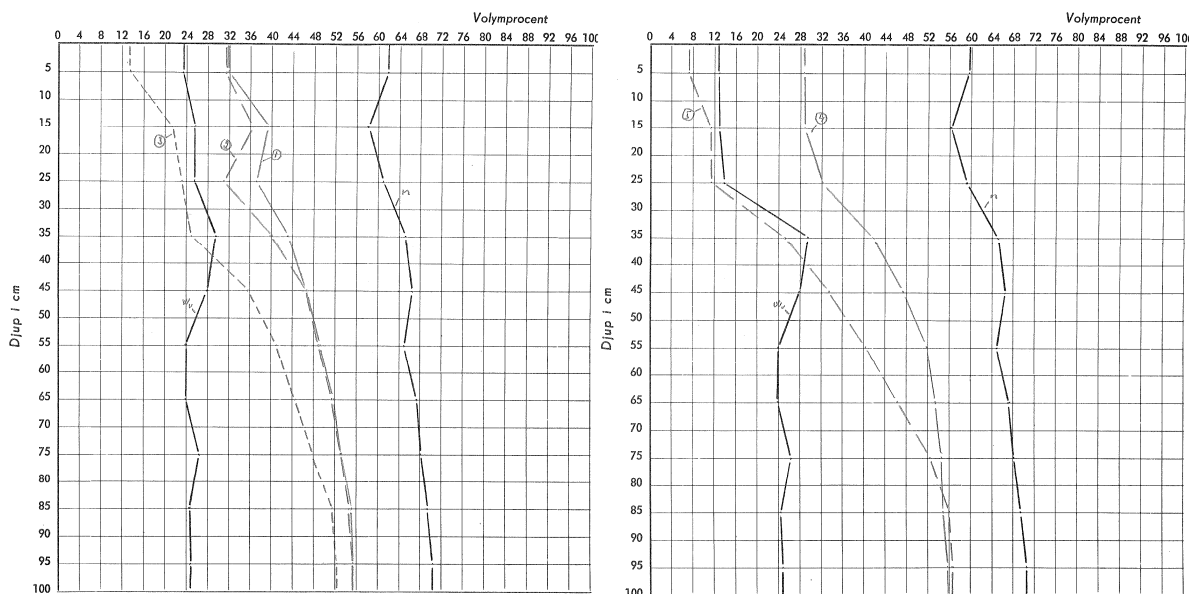


Fig. 81. Vattenhaltsfördelning i marken i försöksleden 1-3 resp. 4 och 5 vid Kurö 1981-08-24.

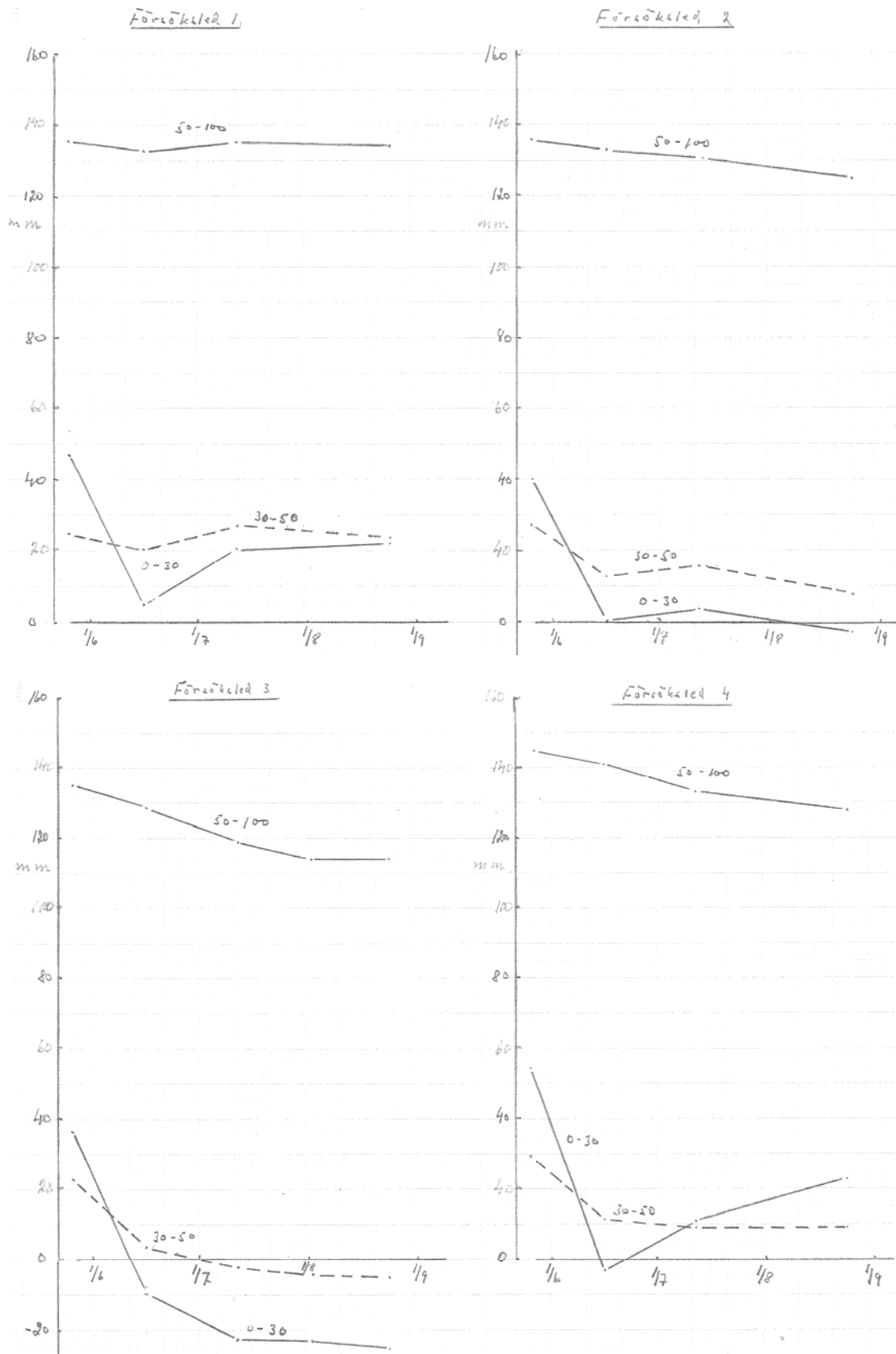


Fig. 82. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Kurö 1982. Försöksleden 1-4.

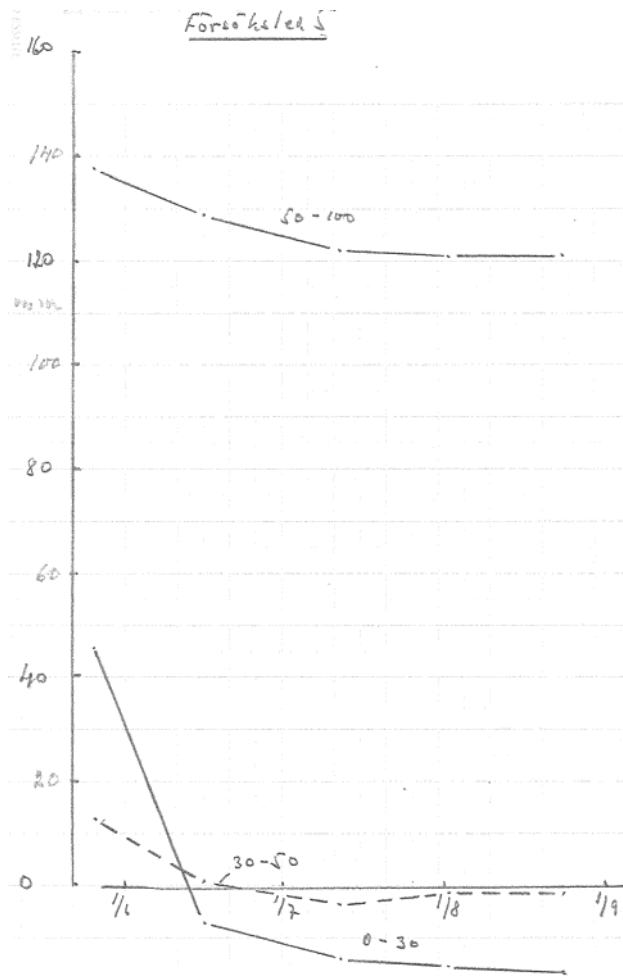


Fig. 82. Mängd upptagbart vatten i tre markskikt vid Kurö 1982. Försöksled 5.

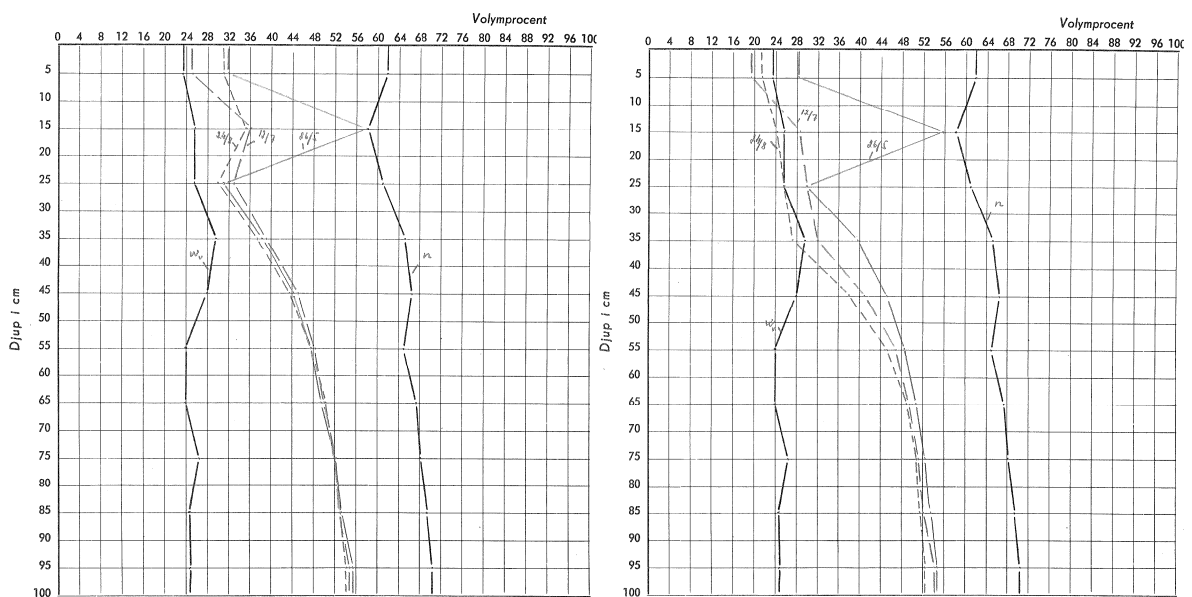
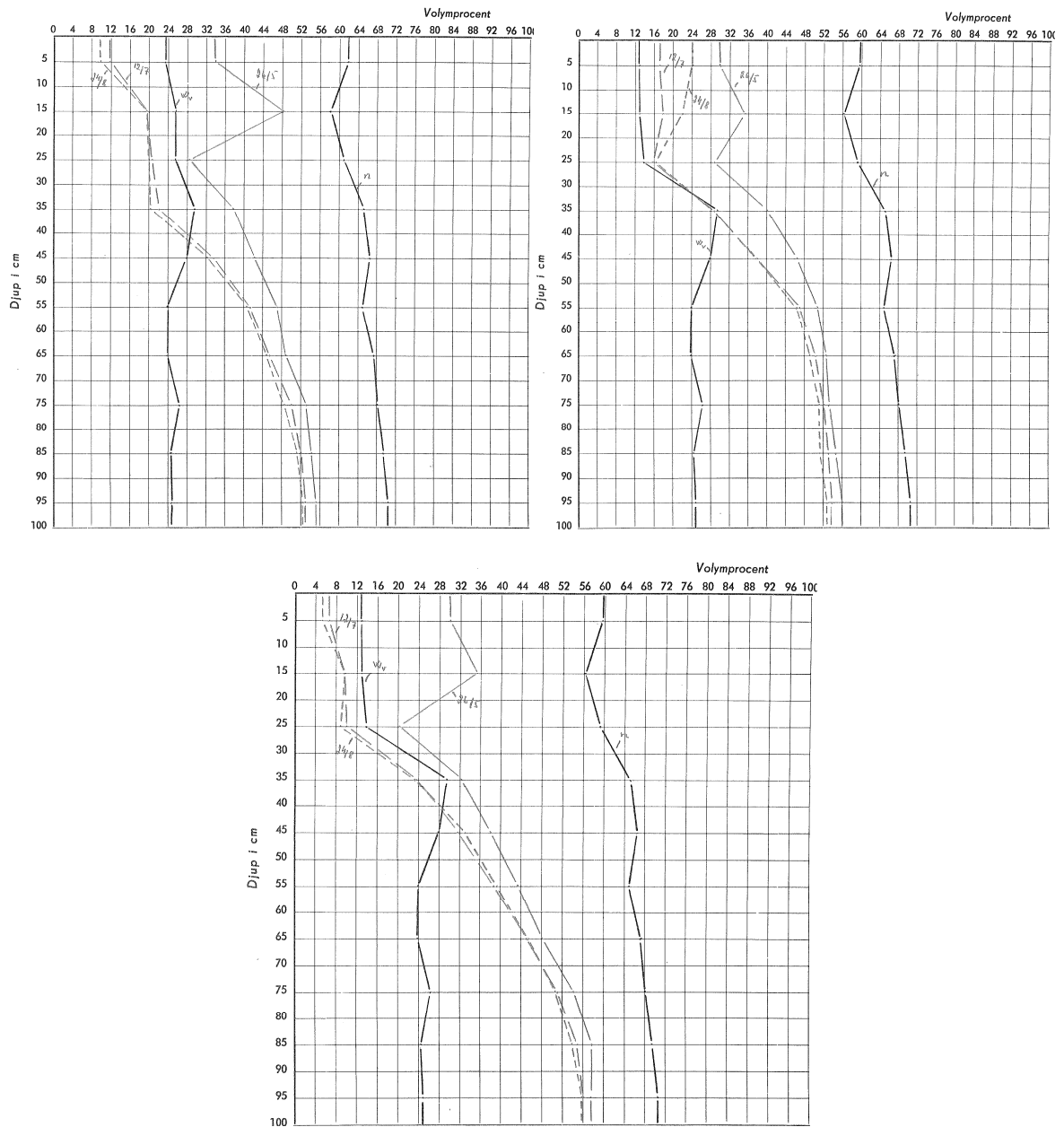


Fig. 83. Vattenhaltsfördelning i marken i försöksleden 1 och 2 vid Kurö sommaren 1982.



Forts. fig. 83. Vattenhaltsfördelning i marken i försöksleden 3 -5 vid Kurö sommaren 1982.

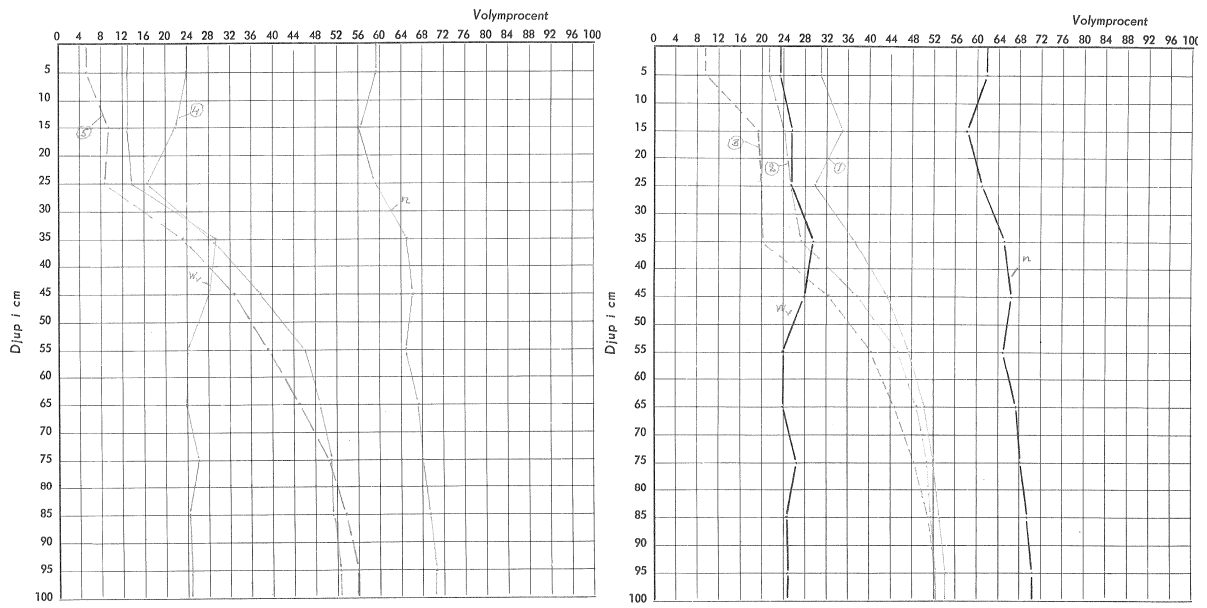


Fig. 84. Vattenhaltsfördelning i marken vid Kurö 1982-08-24.



Fig. 85. Strån och ax från skörd vid Kurö 1980.

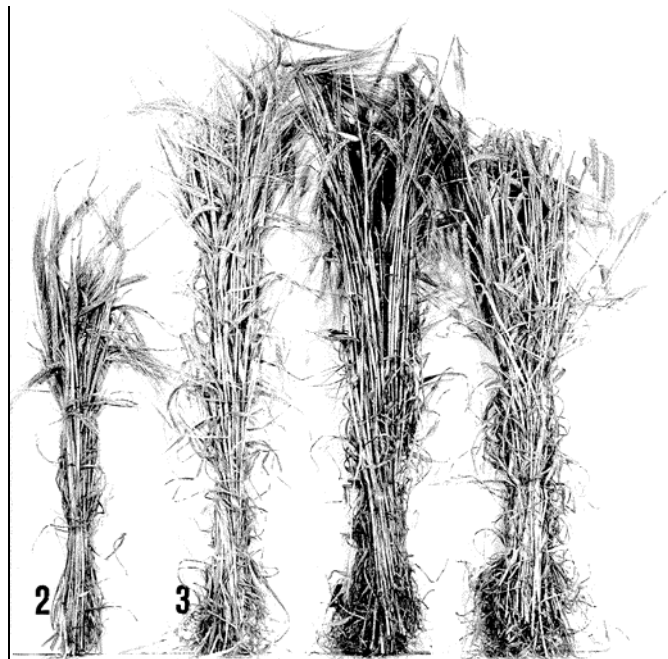


Fig. 86. Strån och ax från skörd vid Kurö 1981.

SAMMANFATTNING

I rapporten redovisas resultat från studier rörande rot- och beståndsutveckling, vattenupptagning och vattenförsörjning, avdunstning och produktion hos korn på fem olika typer av lerjordar i Mellansverige. Studierna har genomförts under somrarna 1980-1982 i små fastliggande fältförsök. Försöken har innehållit led med orörd markprofil – försöksmässigt ej påverkad – och led med ny matjord av mullrik sand. Dessa led har varit kombinerade med försöksled utan och med avskärmning av nederbörden – med genomskinlig plastfolie – från en tid efter kornets uppkomst till skördedagen. I fyra av försöken har dessutom under 1981 och/eller 1982 ingått led med marktäckning – 2-3 cm mullrik sand – som skydd mot tillslamning, uttorkning och skorpbildning. Försöken har varje år haft ett obevuxet led på orörd profil.

Jordar och väderlek

Försöken har legat på en mullfattig mjälig lättlera (Ålbo, Västerfärnebo), på en mullhaltig mjälig lättare mellanlera (Wadsbro, Dunker), på en mullhaltig mjälarik styv lera (Igelsta, Tillberga), på en mullhaltig styv lera (Ultuna, Uppsala) och på en mullhaltig styv gyttjelera (Kurö, Ängsö).

Jordarna vid Ålbo, Wadsbro och Igelsta är mer eller mindre torkkänsliga speciellt vid odling av vårsådda grödor. De har låg eller relativt låg strukturstabilitet, slammar igen i ytan vid regn och bildar skorpa vid torka efter regn. Ålboprofilen är varvig i alven, vilket begränsar kapillär upptransport samt medför låg genomsläpplighet för vatten och luft och låg rotgenomtränglighet. Jorden vid Ultuna är från fysikalisk synpunkt en bättre och odlingssäkrare jord. Jorden vid Kurö är torkkänslig till följd av lågt pH-värde i alven.

Försöksleden på orörd profil plöjdes eller grävdes till normalt plöjningsdjup höstarna 1979-1981. Byte av matjord skedde hösten 1979. Marktäckningen utfördes strax före sådd på våren på mark som plöjts föregående höst. Leden med ny matjord och marktäckning bearbetades ej någon gång djupare än 4-5 cm. All halm bortfördes från försöksrutorna i samband med skörden.

Väderleksförhållandena var ganska olika under de tre somrarna. Nederbörden under maj-augusti var 1981 större och 1982 mindre än normalt. År 1980 hade alla platser utom Ålbo större sommarnederbörd än normalt. Medeltemperaturen för maj-augusti låg kring normala värden men var högst 1982. Den möjliga avdunstningen – mätt med avdunstningsmätare – var högst 1982.

År 1980 var vädret soligt och varmt under de tre första veckorna i maj samt under perioderna 3-18 juni, 20 juli-4 augusti och 12-17 augusti. År 1981 var vädret både soligt och varmt under perioderna 10-24 maj, 7-11 juli och 31 juli-15 augusti. Det tredje året var vädret soligt och varmt under perioderna 28 maj-4 juni och 7 juli-12 augusti. Under tiden 26 juli-8 augusti rådde mycket varmt väder. Frost den 8 juni 1982 gav synbara skador på kornet vid Ålbo och Kurö.

Mätningar, analyser och observationer

Arbetet har omfatta markfysikalisk och markkemisk karakteristik av försöksplatserna, studier av rotutveckling och av beståndsutveckling ovan jord, mätning av nederbörd, avdunstning och grundvattendjup, mätning av markvatteninnehåll samt bestämning och analyser av kärn- och halmskörd. Resultat från de markfysikaliska undersökningarna har redovisats av Johansson et al.(1985).

Studier av rotutveckling skedde huvudsakligen genom preparering, observationer och mätningar i vertikala profilväggar i fält. Dessa studier hade störst omfattning 1982. De genomfördes då vid minst tre tillfällen per plats och i alla bevuxna försöksled. Kornets tillväxt och utveckling ovan jord följdes varje år genom räkning av antal skott, mätning av skott- eller strållängd samt bestämning av utvecklingsstadium vid flera tillfällen. Vidare gjordes mer eller mindre kontinuerliga observationer rörande tork- och näringsbristsymptom, sjukdomsangrepp m.m. Bestämning av markvatteninnehåll genomfördes till 1,0 m djup vid – i de flesta fall – fem eller sex tillfällen per år. För skiktet 0-20 cm utnyttjades gravimetrisk metodik, för skiktet 20-100 cm användes neutronmetodik. Neutronmätningarna kalibrerades på varje försöksplats med gravimetriska bestämningar. Skörd genomfördes för hand - med hjälp av sax - från två rutor á 0,36 m² per försöksyta. En kort – ca 2 cm – och jämn stubb lämnades kvar.

Resultat

Hur har försöksåtgärderna ny matjord av mullrik sand, avskärmning av nederbörden från en tid efter uppkomsten till skördedagen samt marktäckning med 2-3 cm mullrik sand inklusive grund jordbearbetning påverkat kornets utveckling ovan och under markytan samt kärnskördens storlek och kväveinnehåll på de fem olika jordarna?

I det följande sammanfattas studiernas resultat och erfarenheter härom. Men först – som en bakgrund – en kort sammanfattning om fuktighetsförhållandena i marken i försökens obevuxna led.

Vatteninnehållet i det obevuxna ledets matjord och översta del av alven varierade på ett oregelbundet sätt under varje sommar; som en naturlig följd av nederbörd, avdunstning och

avrinning. Längre ner i marken – från ca 20 cm djup vid Ålbo och 30-40 cm djup på övriga platser var ledets vatteninnehåll däremot i stort sett oförändrat under somrarna. Vid Ålbo svarade vatteninnehållen under 1980 och 1981 mot dräneringsjämvikter för grundvattendjup på ca 2 m och vatteninnehållet under 1982 mot ett grundvattendjup på ca 3 m. Vid Wadsbro var alvens vatteninnehåll ner till en meters djup relativt litet redan på försommaren. Det gäller alla tre åren. Från 40-50 cm djup och nedåt svarade mängderna mot dräneringsjämvikter för grundvattendjup på mer än 3 m. Åren 1980 och 1982 minskade mängden vatten i alvens övre del något under sommaren. Då bör en viss upptransport av vatten till markytan ha skett från alven.

Vid Igelsta och Ultuna hade marken inunder ca 30 cm djup störst vatteninnehåll under sommaren 1980. Då svarade mängderna mot dräneringsjämvikter för grundvattendjup på 2,5-3 m. Vid Kurö, där marken kunde hålla betydligt större vattenmängder än på övriga platser, var alvens vatteninnehåll praktiskt taget konstant varje sommar men störst 1980 och minst 1982. År 1980 svarade mängden i skiktet 50-100 cm mot dräneringsjämvikten för ett grundvattendjup på ca 2,5 m.

Beståndsutvecling och skörd. I försöken vid Ålbo, Wadsbro och Igelsta blev beståndet av korn i led 2 – med orörd profil och utan avskärmning av nederbörden – bra eller mycket bra 1980, relativt bra eller bra 1981 samt kort, glest och dåligt 1982. I medeltal för de tre åren blev kärnskoroden – med 15% vatten – 35 dt/ha vid Ålbo (50, 34 resp. 22 dt/ha), 37 dt/ha vid Wadsbro (59, 43 respektive 8 dt/ha) och 34 dt/ha vid Igelsta (47, 33 resp. 22 dt/ha). Kväve-mängden i kärnskoroden var i medeltal 47, 58 resp. 57 kg/ha och halmskoroden i medeltal 34, 30 resp. 30 dt torrsbstans (ts)/ha för de tre platserna.

Avskärmning av nederbörden vid Ålbo, Wadsbro och Igelsta medförde, med undantag för 1981 vid Igelsta, ett kortare och ibland även glesare bestånd. För de orörda profilerna sänktes skördarna relativt mycket. Vid Ålbo, där stora regnmängder medförde vattentransport in under skärmarna i slutet av juni 1981, medförde avskärmningen i medeltal för 1980 och 1982 att skördarna av kärna, kväve i kärnan och halm minskade med 42-44%. Vid Wadsbro var motsvarande medelminskningar för alla tre åren 50-61%. När skärmar uppsattes över leden 3 och 5 vid Igelsta i slutet av juni 1981 hade de bättre bestånd än leden 2 respektive 4, vilka föregående år ej varit avskärmade från nederbörd. Skillnaderna kvarstod och medförde högre skördar i avskärmade led. I medeltal för 1980 och 1982 sänkte avskärmningen vid Igelsta skördarna för orörd profil med 37-46%.

I försöksleden med ny matjord (4 och 5) vid Ålbo, Wadsbro och Igelsta erhöles tidigare och bättre uppkomst, kraftigare bestockning, snabbare tillväxt och utveckling, längre bestånd

samt större skördar av kärna, kväve och halm. Utan avskärmning gav den nya matjorden vid Ålbo, jämfört med orörd profil, en genomsnittlig ökning av kärnskorde med 16 dt/ha (46%), av kärnans kvävemängd med 40 kg/ha (84%) och av halmskorde med 30 dt/ha (88%). Vid Wadsbro blev motsvarande skördeökningar 15 dt/ha (40%), 26 kg/ha (44%) resp. 28 dt/ha (90%). Och vid Igelsta blev skördeökningarna 19 dt/ha (54%), 35 kg/ha (61%) resp. 24 dt/ha (82%).

Avskärmning av nederbörd på försöksled med ny matjord sänkte skördarna vid Ålbo med i genomsnitt 38-51% (för åren 1980 och 1982), vid Wadsbro med 27-31% och vid Igelsta med 26-42% (för åren 1980 och 1982).

Vid Ultuna var kornbeståndet alla tre åren bra till mycket bra i försöksledet 2 med orörd profil och utan nederbördsavskärmning. I medeltal blev kärnskorde 53 dt/ha (47, 47 resp. 64 dt/ha), kvävemängden i kärnan 99 kg/ha (88, 98 resp. 110 kg/ha) och halmskorde 58 dt/ha (70, 51 resp. 53 dt/ha).

I försöksleden med ny matjord vid Ultuna erhöles under 1980 och 1981 jämnare uppkomst, kraftigare bestockning, längre bestånd samt större skördar av kärna och kväve. Under 1982 fanns inga nämnvärda skillnader i beståndsutveckling jämfört med ostörd profil. Utan avskärmning av nederbörden gav den nya matjorden en genomsnittlig ökning av kärnskorde med 6 dt/ha (12%) och av kvävemängden i kärnskorde med 14 kg/ha (14%). Halmskorde minskade med i genomsnitt 4 dt/ha (6%).

Avskärmning av nederbörden under en stor del av sommaren medförde vid Ultuna ett något glesare bestånd på båda typerna av jordar under 1980 och 1982 och på den orörda markprofilen under 1981. Medelskördarna för 1980 och 1982 av kärna, kväve och halm sänktes på orörd profil med 29-40% och på profil med ny matjord med 32-38%. År 1981 blev medel-effekten av nederbördsavskärmning på de två jordtyperna att kärnskorde minskade med 0,6%, att kvävemängden i kärnan minskade med 4% och att halmskorde ökade med 19%.

Vid Kurö hade försöksledet 2 – orörd profil utan nederbördsavskärmning – relativt bra bestånd 1980 och sämre bestånd 1981 och 1982. År 1981 var beståndet dåligt i alla försöksled efter tidiga fågelskador och hjälpsådd. År 1982 hämmades sannolikt tillväxten i alla led av nattfrost i början av juni. I medeltal blev kärnskorde i led 2 23 dt/ha (30, 20 resp. 21 dt/ha), kvävemängden i kärnan 35 kg/ha (42, 28 resp. 35) och halmskorde 23 dt/ha (30, 22 resp. 16 dt/ha).

I försöksleden 4 och 5 med ny matjord vid Kurö erhöles snabbare tillväxt på våren än i leden 2 och 3 på orörd profil. Den nya matjorden medförde också kraftigare bestockning i led 4 år 1980 och i båda leden 1981. I övrigt blev skillnaderna i beståndsutveckling små mellan leden med ny matjord och leden med orörd profil. Utan avskärmning av nederbörden gav den nya matjorden i genomsnitt en ökning av kärnskörden med 20 dt/ha (86%), av kvävemängden i kärnskörden med 39 kg/ha (112%) och av halmskörden med 20 dt/ha (87%).

Avskärmningen av nederbörd vid Kurö hade olika och delvis motstridiga effekter på bestånd och skördar under de tre åren. Sannolikt var resultaten i första hand en följd av skillnader i rotzonsdjup och vattenförsörjning mellan leden och åren. På den orörda profilen gav avskärmningen i genomsnitt en ökning av kärnskörden med 3 dt/ha (13%) och av kvävemängden i kärnan med 5 kg/ha samt en minskning av halmskörden med 4 dt/ha (18%). På profilen med ny matjord medförde avskärmningen, som 1982 gav något högre skördar, en genomsnittlig minskning av kärn-, kväve- och halmskördarna med 37-40%.

Försöksled med marktäckning med 2-3 cm mullrik sand och grund bearbetning (3-4 cm) ingick åren 1981 och 1982 vid Ålbo, Igelsta och Ultuna och år 1982 vid Wadsbro. Vid Ultuna 1981 blev ledet skövlat av fåglar en kort tid före skörden. Vid Ålbo, Igelsta och Ultuna medförde marktäckningen ett bättre bestånd och större kärnskörd än i övriga led; under 1982 vid Ålbo tillsammans med led 4. I medeltal blev skördarna av kärna, kväve i kärna och halm vid Ålbo 51 dt/ha, 71 kg/ha och 58 dt/ha. Detta var nära dubbelt så stora medelskördar som i försöksledet 2. Vid Igelsta blev motsvarande skördar 59 dt/ha, 97 kg/ha och 40 dt/ha. Kärn- och kväveskördarna var här i medeltal mer än dubbelt så stora som i led 2. Vid Ultuna 1982 erhöles 70 dt/ha kärna, 126 kg/ha kväve i kärna och 60 dt/ha halm, vilket var 9-13% större skördar än i led 2.

Vid Wadsbro 1982 var våren kall och nederbörden liten från början av juni till mitten av augusti. Kornet blev dåligt och skördarna låga i försöksleden 2, 3 och 6. Kärnskörden blev endast 8 dt/ha i led 2 och 12 dt/ha i led 6. På leden 4 och 5 med ny matjord blev skördarna av kärna 33 respektive 28 dt/ha.

Rotutveckling.

Rotstudier genomfördes i augusti 1981 och vid flera tillfällen under 1982. För Ålbo, Wadsbro och Igelsta visade de 1981 relativt små och 1982 mycket stora skillnader i rotutveckling mellan försöksled med orörd profil (2 och 3) och led med ny matjord (4 och 5). Det första året gav den nya matjorden en större rotfrekvens i alven vid Ålbo och Wadsbro och en något lägre frekvens i alven vid Igelsta. År 1982, då det regnade mellan sådden och uppkomsten och sommarnederbörden var lägre än normalt, gav den nya matjorden snabbare rotutveckling,

större rotdjup samt större rotfrekvens både i matjorden och i alven på de tre platserna. Det gäller både det led som ej avskärmades (4) och det som avskärmades från nederbörd (5).

Vid Ultuna utvecklades både under 1981 och 1982 täta och djupa rotsystem i de två försöksleden på orörd markprofil (2 och 3). Jämfört med övriga jordar erhöles också en snabbare rottillväxt under våren och försommaren samt en större rotfrekvens i alven. I början av augusti 1981 var det maximala rotdjupet 110 cm i led 2. År 1982 var det största rotdjupet 165 cm i led 2 och 145 cm i det övertäckta led 3. Den nya matjorden gav 1982 en snabbare rottillväxt den närmaste tiden efter uppkomsten samt ett något glesare rotsystem i alven under försommaren. Senare utjämnades skillnaderna i rotutveckling mellan försöksleden med orörd profil och ny matjord. Avskärmning av nederbörden medförde till i början av juli en lite sämre rotutveckling i alven.

Vid Kurö, där pH-värdet var lågt särskilt i alven, genomvävdes matjorden och den översta delen av alven av rötter från tidigt på försommaren. En tydlig rotgräns fanns, särskilt på försommaren, vid det djup där pH-värdet låg kring 4,0. Detta djup varierade något under somrarna och var olika i skilda försöksled. Gränsvärdena för rotfronten var 22 och 45 cm. Nederbördsavskärmningen på ostörd profil (led 3) medförde att rotfronten fördjupades 10-15 cm. Under juli och augusti förekom enstaka djupare rötter i sprickor och gamla rotkanaler samt längs oförmultnade vassrötter. Det maximala rotdjupet var 70 cm. Inga nämnvärda skillnader i rottillväxt och rotsystemets utseende erhöles mellan försöksleden.

SUMMARY

This report describes studies on barley root and stand development, water uptake and water supply on five different types of clay soil in Central Sweden. The studies were carried out in summer 1980-1982 in small, long-term field trials with plots with an untreated control and plots with a new topsoil of humus-rich sand. These plots were combined with plots without and with exclusion of rainfall (using transparent plastic membrane) from barley emergence until harvesting. In 1981 and/or 1982, four of the sites also included plots with a mulch (2-3 cm humus-rich sand) as protection against slaking, drying and crusting.

Soils and weather conditions

The trial sites included: silt loam with a low humus content (Ålbo), silty clay loam with a high humus content (Wadsbro), silty clay with a high humus content (Igelsta), heavy clay with a high humus content (Ultuna) and heavy gyttja clay with a high humus content (Kurö).

The soils at Ålbo, Wadsbro and Igelsta are drought-susceptible to varying degrees, especially with spring-sown crops. They have low or relatively low structural stability and the surface slakes with rain and forms a crust on subsequent drying. The Ålbo profile is stratified in the subsoil, which restricts upward capillary transport and gives rise to low permeability to air and water and low root penetration. From a physical perspective the soil at Ultuna is better and more predictable in terms of cropping. The soil at Kurö is drought-susceptible as a result of low pH values in the subsoil.

The control plots were ploughed or dug to normal ploughing depth in autumn 1979-1981. Topsoil replacement was carried out in autumn 1979. Mulching was carried out just before spring sowing on soil that had been ploughed the previous autumn. The plots with new topsoil and the mulched plots were not cultivated deeper than 4-5 cm on any occasion. All straw was removed from the cropped plots at harvest.

Weather conditions were rather different during all three summers of the trials. Rainfall in the period May-August was higher than normal in 1981 and lower than normal in 1982. In 1980, all sites except Ålbo had higher summer rainfall than normal. The mean temperature for the period May-August lay around the normal value but was highest in 1982. Potential evaporation (measured using an evaporimeter) was highest in 1982.

The weather was sunny and warm in 1980 during the first three weeks of May and during the periods 3-18 June, 20 July-4 August and 12-17 August; in 1981 during the periods 10-24 May, 7-11 July and 31 July-15 August; and in 1982 during the periods 28 May-4 June and 7

July-12 August. During the period 26 July-8 August 1982 there was very warm weather, but late frost on 8 June 1982 caused visible damage to the barley at Ålbo and Kurö.

Measurements, analyses and observations

At each of the trial sites, soil physical and soil characteristics were determined, root development and aboveground plant development were studied, rainfall, evaporation, groundwater level and soil water content were measured and grain and straw yields were analysed. The results of the soil physical investigations are described in Johansson *et al.* (1985).

Studies of root development mainly consisted of root preparation, observations and measurements in the vertical walls of field pits. Some root studies were carried out in 1981 but most occurred in 1982, when they were carried out on at least three occasions per site and cropped trial plot. Barley growth and aboveground development were monitored every year by measuring number of tillers, tiller or straw length and stage of plant development on a number of occasions. More or less continuous observations were also made of drought and nutrient deficiency symptoms, disease incidence, etc. Soil water content was determined to 1.0 m depth, in most cases five to six times per year. Gravimetric methods were used for the 0-20 cm layer and a neutron probe method for 20-100 cm depth. The neutron readings were calibrated at each trial site using gravimetric measurements. Harvesting was carried out by hand (using shears) from two 0.36 m² sub-plots per plot. Short (~2 cm), even stubble was left behind.

Results

The effects and experiences of the measures tested (new topsoil of humus-rich sand; exclusion of rainfall between emergence and harvest; mulching with 2-3 cm humus-rich sand combined with shallow cultivation) on above- and below-ground barley development, grain yield and grain nitrogen (N) content on the five different soil types are summarised in this section. To provide background, in each case this is preceded by a summary of moisture conditions in the uncropped control plots.

The water content in the topsoil and upper subsoil of control plots fluctuated throughout each summer as a natural result of rainfall, evaporation and runoff. However, lower down in the soil – from around 20 cm depth at Ålbo and 30-40 cm depth at the other sites – the water content of these plots remained practically unchanged during the summer. At Ålbo the water content in 1980 and 1981 corresponded to a groundwater depth of around 2 m and in 1982 to a groundwater depth of ~3 m. At Wadsbro the water content of the subsoil down to one metre depth was already relatively low in early summer in all three years. From 40-50 cm depth on, the amounts corresponded to a groundwater depth of more than 3 m. In 1980

and 1982, the amount of water in the upper subsoil decreased somewhat during the summer, so some degree of upward transport of water from the subsoil to the soil surface must have occurred.

At Igelsta and Ultuna, the soil below ~30 cm depth had the highest water content during summer 1980, with amounts corresponding to a groundwater depth of 2.5-3 m. At Kurö, where the soil was able to hold much larger amounts of water than at the other sites, the water content of the subsoil was practically constant in all summers but was highest in 1980 and lowest in 1982. In 1980 the amount of water in the 50-100 cm layer corresponded to a groundwater depth of around 2.5 m.

Barley crop development and yield. In the trials at Ålbo, Wadsbro and Igelsta, the barley crop in the control plots without exclusion of rainfall was good to very good in 1980, relatively good to good in 1981 and short, sparse and poor in 1982. Over the three years, mean grain yield (15% water content) was 3.5 t/ha at Ålbo (5.0, 3.4 and 2.2 t/ha), 3.7 t/ha at Wadsbro (5.9, 4.3 and 0.8 t/ha) and 3.4 t/ha at Igelsta (4.7, 3.3 and 2.2 t/ha). Mean N content of the grain was 47, 58 and 57 kg/ha and mean straw yield 3.4, 3.0 and 3.0 t dry matter (DM)/ha for the three sites.

Exclusion of rainfall at Ålbo, Wadsbro and Igelsta gave rise to a shorter and sometimes also a sparser crop, with the exception of 1981 at Igelsta. The yield decrease was relatively high in the control plots. At Ålbo, where heavy rainfall resulted in transport of water under the screens at the end of June 1981, exclusion of rainfall in 1980 and 1982 decreased grain yields, grain N content and straw yields by an average of 42-44%. At Wadsbro, the corresponding mean decrease for all three years was 50-61%. When the screens were erected over the relevant plots at Igelsta at the end of June 1981, they had a better crop than neighbouring plots from which rainfall had not been excluded in the previous year. This difference persisted and resulted in higher yields in plots with rainfall excluded. On average for 1980 and 1982, excluding rainfall at Igelsta decreased yields in control plots by 37-46%.

The plots with new topsoil at Ålbo, Wadsbro and Igelsta had earlier and better emergence, denser stands, faster growth and development, higher crop stands and higher yields of grain, N and straw. Compared with the control plots at Ålbo, plots with new topsoil and with rainfall not excluded gave a mean increase in grain yield of 1.6 t/ha (46%), in grain N content of 40 kg/ha (84%) and in straw yield of 3.0 t/ha (88%). At Wadsbro the corresponding yield increases were 1.5 t/ha (40%), 2.6 kg/ha (44%) and 2.8 t/ha (90%), while at Igelsta they were 1.9 t/ha (54%), 35 kg/ha (61%) and 2.4 t/ha (82%).

Exclusion of rainfall from plots with new topsoil lowered yields at Ålbo by an average of 38-51% (for 1980 and 1982), at Wadsbro by 27-31% and at Igelsta by 26-42% (for 1980 and 1982).

At Ultuna the barley crop in the control plots without rainfall exclusion was good to very good in all three years. Mean grain yield for the three years was 5.3 t/ha (4.7, 4.7 and 6.4 t/ha), grain N content 99 kg/ha (88, 98 and 110 kg/ha) and straw yield 5.8 t/ha (7.0, 5.1 and 5.3 t/ha).

In plots with new topsoil at Ultuna, there was more uniform emergence, denser stands, higher crop stands and higher yields of grain and N in 1980 and 1981. During 1982 there were no appreciable differences in stand development compared with the control plots. Without rainfall exclusion, the new topsoil gave a mean increase in grain yield of 0.6 t/ha (12%) and in grain N content of 14 kg/ha (14%). Mean straw yield decreased by 0.4 t/ha (6%).

At Ultuna, exclusion of rainfall during most of the summer gave rise to a somewhat sparser stand in treatment plots in 1980 and 1982 and in the control plots in 1981. Mean yields in 1980 and 1982 of grain, N and straw decreased by 29-40% in control plots and by 32-38% in plots with new topsoil. In 1981, the mean effect of rainfall exclusion in the treatment plots was a 0.6% decrease in grain yield, a 4% decrease in grain N content and a 19% increase in straw yield.

At Kurö, the control plots without rainfall exclusion had a relatively good crop in 1980 and a poorer crop in 1981 and 1982. In 1981 the crop stand was sparse in all plots due to early damage by birds and spot re-sowing. In 1982 growth was probably inhibited in all plots by night frost at the beginning of June. Mean grain yield in control plots was 2.3 t/ha (3.0, 2.0 and 2.1 t/ha), grain N content 35 kg/ha (42, 28 and 35) and straw yield 2.3 t/ha (3.0, 2.2 and 1.6 t/ha).

In the plots with new topsoil at Kurö, growth in spring was faster than in the control plots. The new topsoil also led to a denser crop in one plot in 1980 and in both plots in 1981. Other differences in crop development between plots with new topsoil and control plots were small. Without exclusion of rainfall, the new topsoil gave a mean increase in grain yield of 2.0 t/ha (86%), in grain N content of 39 kg/ha (112%) and in straw yield of 2.0 t/ha (87%).

Exclusion of rainfall at Kurö had varying and partly conflicting effects on the crop and on yields over the three years. The results were probably due primarily to differences in root-zone depth and water supply between plots and years. On control plots, exclusion of rainfall

gave a mean increase in grain yield of 0.3 t/ha (13%) and in grain N content of 5 kg/ha, plus a decrease in straw yield of 0.4 t/ha (18%). On plots with new topsoil, exclusion of rainfall gave somewhat higher yields in 1982, but caused an overall decrease in grain, N and straw yields of 37-40%.

Plots mulched with 2-3 cm humus-rich sand and shallow-cultivated to 3-4 cm were included at Ålbo, Igelsta and Ultuna in 1981 and 1982 and at Wadsbro in 1982. At Ultuna in 1981 these plots were plundered by birds shortly before harvest. At Ålbo, Igelsta and Ultuna, mulching generally gave a better crop and higher grain yield than in other plots. At Ålbo, mean grain yield was 5.1 t/ha, grain N content 71 kg/ha and straw yield 5.8 t/ha, which was almost twice that in control plots. At Igelsta, the corresponding values were 5.9 t/ha, 97 kg/ha and 4.0 t/ha and grain and N yields were more than double those in control plots. At Ultuna in 1982, grain yield was 7.0 t/ha, grain N content 126 kg/ha and straw yield 6.0 t/ha, which were 9-13% greater than in control plots.

At Wadsbro in 1982, the spring was cold and rainfall was low from the beginning of June until mid-August. The barley crop was poor and grain yield was low in the control plots (0.8 t/ha) and in the plots with a top layer of humus-rich sand (1.2 t/ha). In the two plots with new topsoil, grain yield was 3.3 and 2.8 t/ha.

Root development

At Ålbo, Wadsbro and Igelsta, there were relatively small differences in root development between control plots and plots with new topsoil in 1981 and very large differences in 1982. In 1981 the new topsoil gave a higher frequency of roots in the subsoil at Ålbo and Wadsbro and a somewhat lower frequency in the subsoil at Igelsta. In 1982, when rain fell between sowing and emergence and summer rainfall was lower than normal, the new topsoil gave faster root development, greater rooting depth and a higher frequency of roots in both topsoil and subsoil in plots with and without rainfall exclusion at all three sites.

At Ultuna, a dense, deep root system developed in all control plots in 1981 and 1982. Compared with other soil types, there was also faster root growth in spring and early summer and a higher frequency of roots in the subsoil. In early August 1981, the maximum root depth of 110 cm occurred in the control plots without rainfall exclusion. In 1982, the greatest root depth was 165 cm and 145 cm in the control plots without and with rainfall exclusion respectively. In 1982 the new topsoil gave faster root growth just after emergence and a somewhat sparser root system in the subsoil during early summer. These differences in root development between control plots and plots with new topsoil levelled out later in the sea-

son. Exclusion of rainfall caused slightly poorer root development in the subsoil until the beginning of July.

At Kurö, where the pH value was low, especially in the subsoil, the topsoil and upper subsoil were matted with roots from early summer. There was a clear root barrier, especially in early summer, at the depth where the pH value lay around 4.0. This depth varied somewhat during the summer and was different in the different plots. The main boundary values for the root front were 22 and 45 cm. Exclusion of rainfall on control plots caused the root front to advance 10-15 cm deeper. During July and August, there were occasionally deeper roots in cracks, old root channels and along undecomposed reed roots. Maximum root depth was 70 cm. There were no marked differences between plots in root growth or appearance of the root system.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Andersson, S. 1969. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. XVIII. Om en ny och enkel evaporimeter. Grundförbättring 22, 59-66
- Danfors, B. & Linnér, H. 1993. Resursbevarande odling med marktäckning och grund inbrukning av växtmaterial. SLU. Inst. för markvetenskap, Avd. för lantbrukets hydroteknik. Avdelningsmeddelande 93:5, 86 s.
- Gardner, W. H. 1986. Water content. *Agronomy* 9, 493-544
- Gustafsson, E.-L. 1986. Inverkan av marktäckning på rot- och skottutveckling hos korn. Avd. för lantbrukets hydroteknik, Uppsala. Examensarbete, 26 s.
- Haahr, V. 1970. Studies on root development of cereal varieties in the field measured by the plant uptake of soil water and ^{32}P . In: Proceedings of Meeting of Sections Cereals and Physiology of Eucarpia. Dijon, 20-22 October 1970, 189-203
- Hillel, D. 1980. Fundamentals of Soil Physics. Academic Press. New York, London, Toronto, Sydney, San Francisco, 413 s.
- Johansson, W. 1969. Meteorologiska elements inflytande på avdunstningen från Anderssons evaporimeter. Grundförbättring 22, 83-105
- Johansson, W. 2003. Markens struktur och fysikaliska egenskaper. 15 s. under flik Mark i Jordbruksverkets kurspärm "Ekologisk odling av grönsaker på friland"
- Johansson, W., Gustafsson, E.-L. & McAfee, M. 1985. Description of physical properties of twelve cultivated soils. Avd. för lantbrukets hydroteknik, Uppsala. Rapport 148, 66 s.
- Johansson, W. & Hallgren, G. 1967. Vattenhushållning och produktion i vall på en lerjord vid olika grad av uttorkning före bevattning. Grundförbättring 20, 115-131
- Karlsson, I. & Nilsson, A. 1979. Vattenhushållning och rotutveckling på mjälajordar. Avd. för lantbrukets hydroteknik, Uppsala. Examensarbete, 93 s.
- Karlström, F. & Haak, E. 1984. Rotbioaktivitet hos korn på torkkänsliga jordar. Inst. för radio-ekologi. Rapport SLU-EK-58, 33 + 22 s.
- Keller, C & Baggiolini, M. 1954. Les stades repéres dans la vegetation du blé. *Revue Romande d'Agriculture* 10 (3), 17-30
- Köpke, U. 1979. Ein Vergleich von Feldmethoden zur Bestimmung des Wurzelwachstums bei Landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Diss. Agric. Göttingen
- Valegård, A. 1976. Rotutvecklingen hos vårsäd vid bevattning. Avd. för lantbrukets hydroteknik, Uppsala. Examensarbete, 28 s.
- Wiklert, P. 1960. Studier av rotutvecklingen hos några nyttoväxter med särskild hänsyn till markstrukturen. Grundförbättring 13, 113-148
- Wiklert, P. 1961. Om sambandet mellan markstruktur, rotutveckling och upptorkningsförlopp. Grundförbättring 14, 221-239

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. 43 s.
- 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 and Anna Gustafson Bjuréus (2008) Markstrukturtest i fält : beskrivning och instruktioner. 44 s.
- 9 Waldemar Johansson & Eva-Lou Gustafsson, 2008. Effekter av ny matjord och marktäckning på vattenomsättning och tillväxt hos korn på fem lerjordar. (Effects of surface amendments on barley water dynamics and growth on five Swedish clays). 177 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