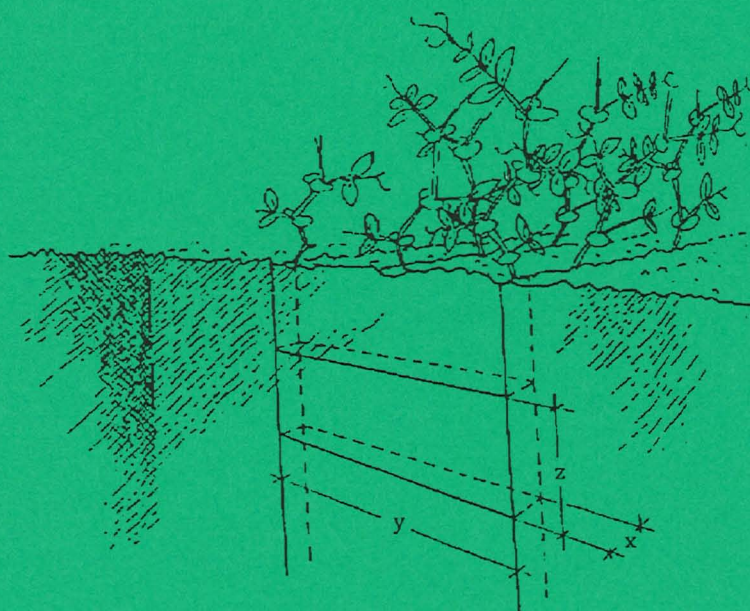




**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

ROTSTUDIER I NÅGRA OLIKA ÄRTSORTER

Magnus Simonsson



**Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik**

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

**Avdelningsmeddelande 92:4
Communications**

Uppsala 1992

ISSN 0282-6569

ISRN SLU-HY-AVDM--92/4--SE

Denna serie meddelanden utges av Avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Serien innehåller sådana forsknings- och försöksredogörelser samt andra uppsatser som bedöms vara av i första hand internt intresse. Uppsatser lämpade för en mer allmän spridning publiceras bl a i avdelningens rapportserie. Tidigare nummer i meddelandeserien kan i mån av tillgång levereras från avdelningen.

This series of Communications is produced by the Division of Agricultural Hydrotechnics, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. The series consists of reports on research and field trials and of other articles considered to be of interest mainly within the department. Articles of more general interest are published in, for example, the department's Report series. Earlier issues in the Communications series can be obtained from the Division of Agricultural Hydrotechnics (subject to availability).

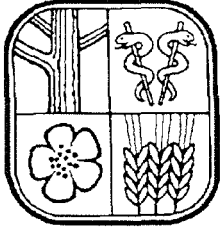
Distribution:

Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik
Box 7014
750 07 UPPSALA

Tel. 018-67 11 69, 67 11 81

Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Soil Sciences
Division of Agricultural Hydrotechnics
P.O. Box 7014
S-750 07 UPPSALA, SWEDEN

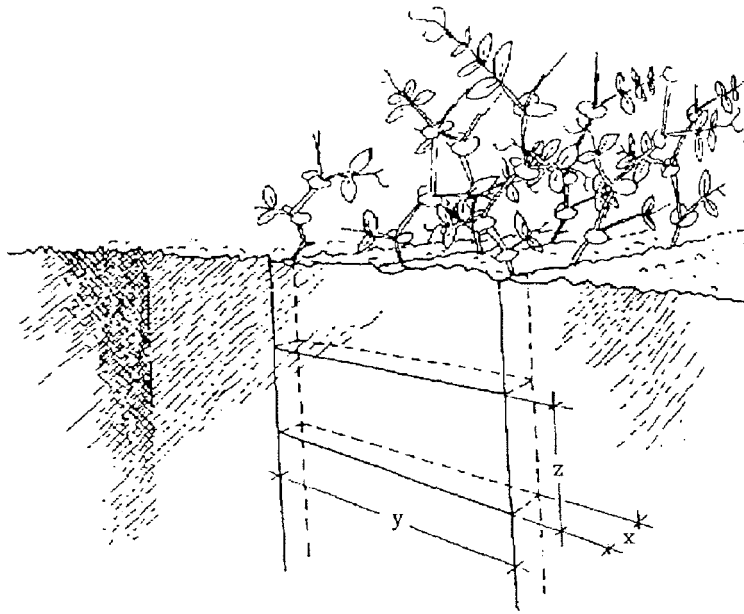
Tel. +46-(18) 67 11 69, +46-(18) 67 11 81



**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

ROTSTUDIER I NÅGRA OLIKA ÄRTSORTER

Magnus Simonsson



**Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik**

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

**Avdelningsmeddelande 92:4
Communications**

Uppsala 1992

ISSN 0282-6569

ISRN SLU-HY-AVDM--92/4--SE

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INLEDNING	3
MARKEGENSKAPER	3
ROTSTUDIER	6
Rotsystemet	6
Metodik	6
Rotmängd på djup större än 10 cm	6
Beräkning av rotmängd per planta på djup större än 10 cm	7
Rotbilder	8
REFERENSER	15

INLEDNING

Sommaren 1990 drev Försöksavdelningen för hydroteknik i samarbete med Svalöf AB ett försök för att klarlägga några olika ärtsorters reaktion på torkstress under olika perioder av växtsäsongen. Parallellt med detta försök gjordes en serie studier av rotutvecklingen hos de olika sorterna, under vad som var tänkt som i övrigt likartade förhållanden. De sorter, som studerades var:

1. Timo
2. SvC 40143
3. Bodil
4. Solara
5. Capella
6. SvE 36121

MARKEGENSKAPER

Rotstudierna utfördes på samma fält där en markprofil, benämnd U.6.55, uttogs 1955. Denna markprofil är ingående beskriven av Andersson & Wiklert (1959). Jordarten är grovmo ovanpå varvig lera. Tyvärr hade ärtsorterna såtts efter varandra utmed en linje i öst-västlig riktning, längs med fältets lutning. Detta medförde att markprofilens olika horisonter hade olika mäktighet på de sex olika provplatserna. Dessutom förekom en av horisonterna på endast på de tre nedre provplatserna men saknades på de tre övre.

I de för rotstudierna uppgrävda groparna gjordes en del iakttagelser av horisonternas omfattning och beskaffenhet, jämför fig 1 - 3. Groparnas läge i fältet framgår av fig 2. Ett koordinatsystem tänks här ha x-axeln parallell med försökets sårader, y-axeln parallell med Dag Hammarskjölds väg och z-axeln ställd vertikalt. Med $y = 37$ m både vid fältets östra och västra kant, menas att groparnas norra kant ligger utmed en linje på konstant avstånd, 37 meter, söder om Hammarbyalléns södra kant.

Profilernas sifferbeteckning avser groparna för respektive ärtsort. För sorten Timo (1) grävdes två gropar. Dock utfördes rotstudier endast i grop 1b. Observera att sort nr 6 (SvE 36121) hade såtts nära kanten av ett något avsmalnande utskott av fältets västra del. Matjorden var här särskilt hård och rotutvecklingen inte särskilt imponerande.

Matjord

Matjorden består av en något lerig grovmo, som, om den får torka, blir hård och svårgrävd från ca 15 cm och ned mot dryga plöjningsdjupet. I en del fall finns en särskilt markant plogsula kring 30 cm. Stabila maskgångar är ovanliga i matjorden; strukturen kan sammanfattas som delvis kompakt enkelkorns-d:o. I fältets nedre delar är matjorden förtjockad till att omfatta omkring 40 cm, troligen till följd av materialtransport utmed slutningen.

Mörk horisont

Horisonten påminner i konsistens närmast om övre alven, men är till färgen mörkare än t.o.m. matjorden. Enligt Andersson & Wiklert (1959) utgörs mörkfärgningen av utfällningar av ferrihydroxider och humus. Av fig 3 framgår att glödförlusten i detta skikt är i stort sett densamma som i matjorden. Textur: grovmo.

Övre alv

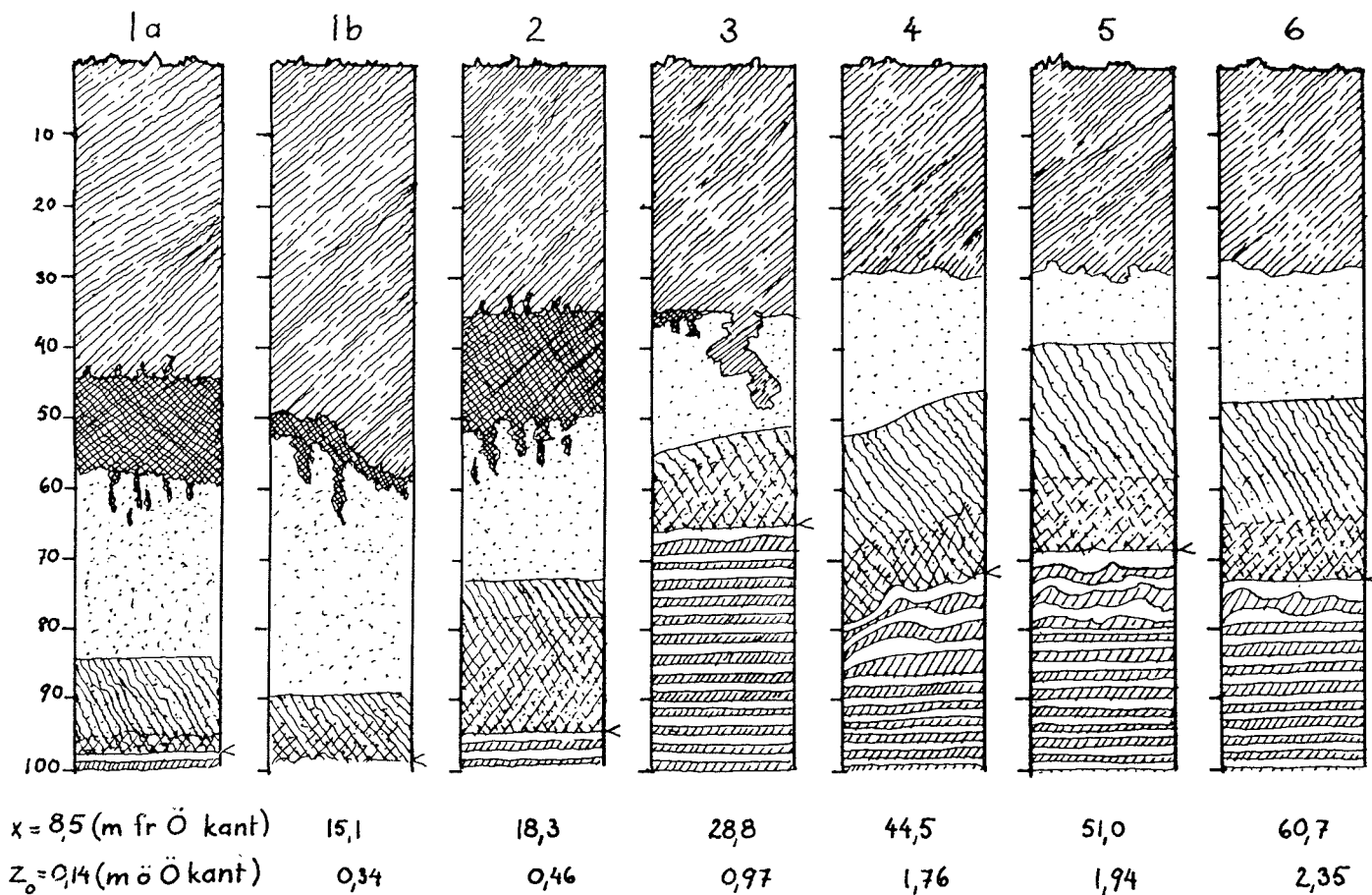
Övre alven består av en strukturlös, mycket lättgrävd sandig mo. Möjligen är lerhalten i denna horisont något högre i fältets nedre delar, vilket skulle förklara varför sorterna 1 - 3 har haft lättare att få ner rötter nedanför matjorden.

Övergångshorisont

Den sandiga mojorden slutar i en skarp vågig gräns mot en lerig grovmo. I denna finns stabila maskgångar. I takt med att lerigheten ökar mot djupet, ökar tendenserna till aggregering. I sin nedre del utgörs horisonten av moig, tämligen styv lera.




Varvig lera

Övergångshorisontens moighet avtar successivt mot djupet och upphör alldeles vid en för varje provplats väl definierad nivå, markerad med < i fig 1. Omkring en decimeter under denna mogningsgräns blir leran varvig. Lerhalten ligger enligt Andersson & Wiklert (1959) vid 85 %. Stabila maskgångar och sönderfall i skarpkantade fragment karakteriserar den varviga leran. Endast i något enstaka fall har färskas rötter observerats i skiktet.



Teckenförklaring

Postglaciala horisonter

-  Matjord (IGmo)
-  Utfällning av humus och Fe³⁺-hydroxider - saknas i 4-6 (Gmo)
-  Övre alv (saMo)

Övergångshorisont




-  Lerig mo
-  Moig lera
- Successiv övergång
Lerhalten ökar, mohalten minskar nedåt
- Glacial horisont
-  Gräns för moighet
- Varvig lera (MSL)

Fig. 1. Skisser av markprofiler i de aktuella provgroparna.

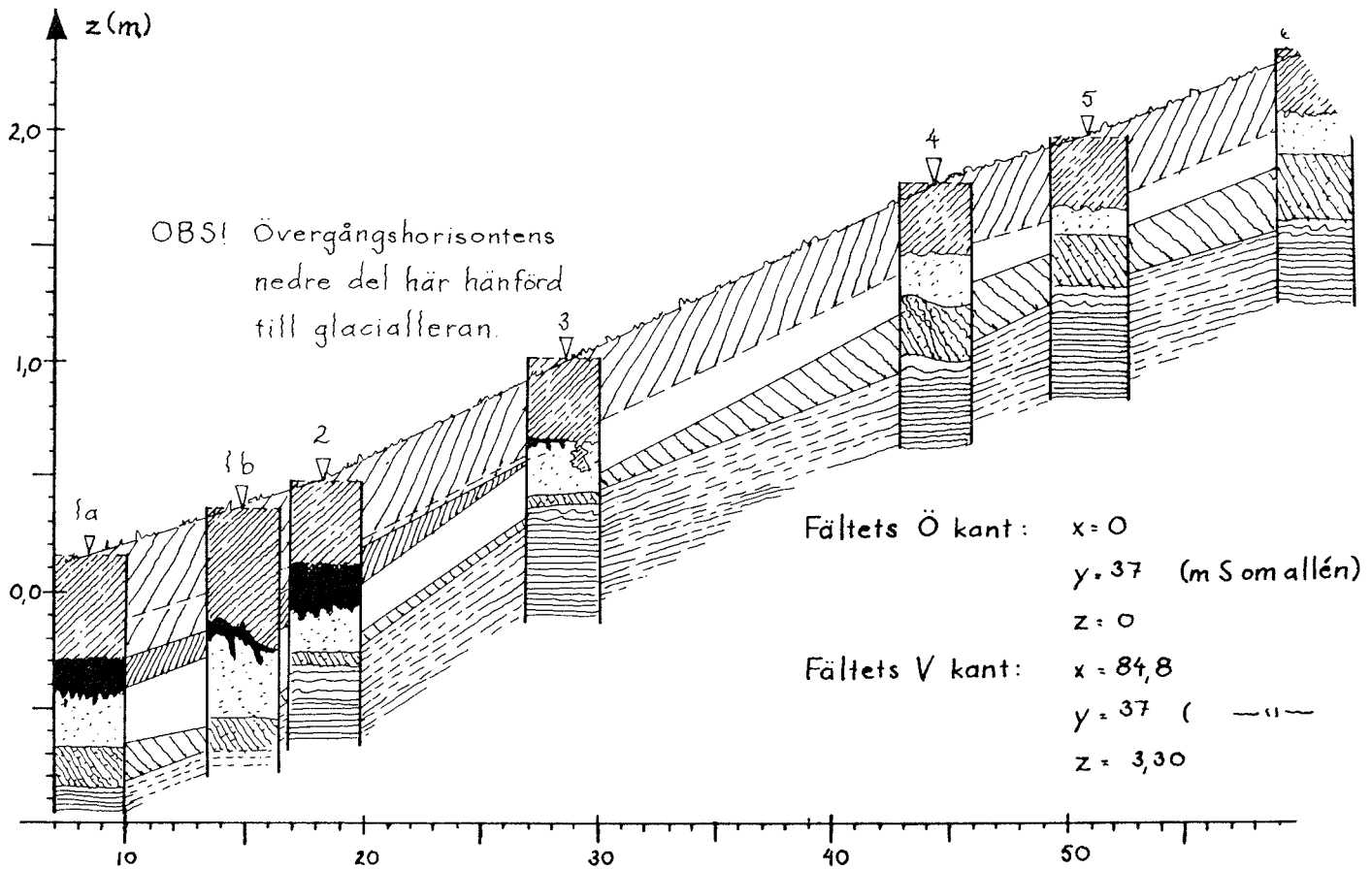


Fig. 2. Skiss över provgroparnas läge i terrängen samt antagen lagerföljd mellan undersökta profiler. Observera olikheterna i höjd och längdskala.

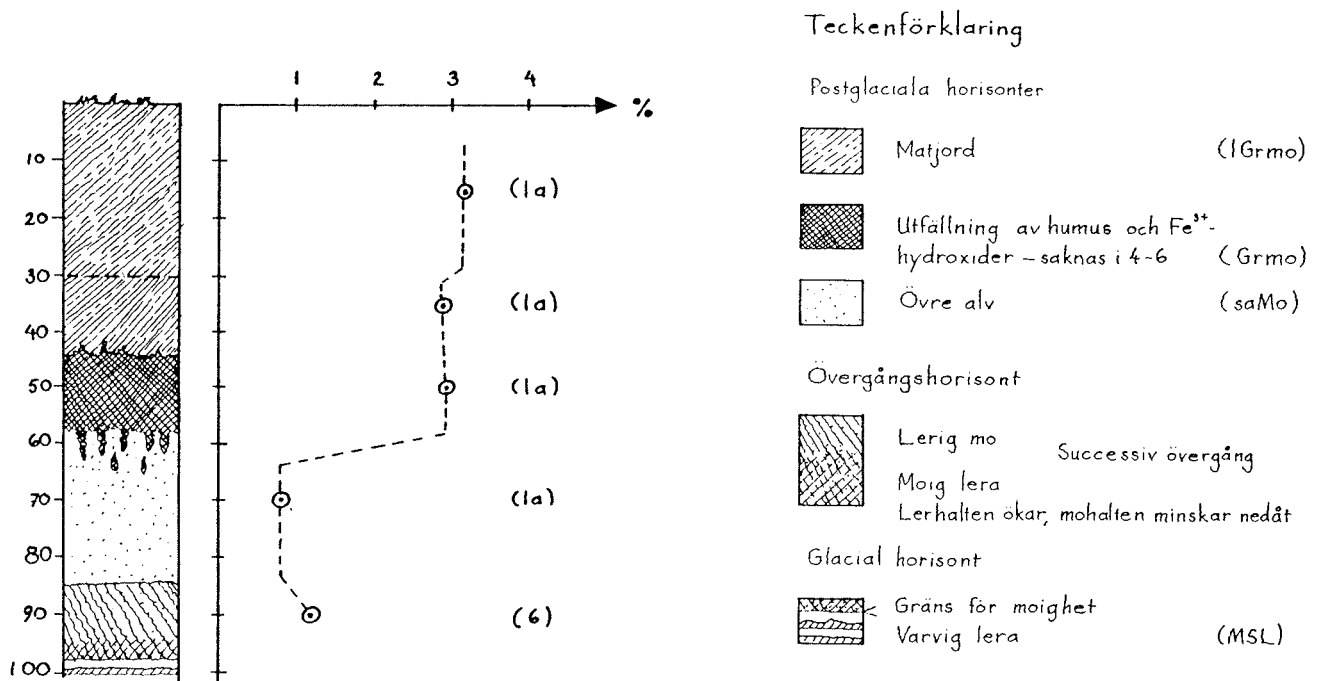


Fig. 3. Glödförlust i jordmaterialet vid provgrop 1a, 0-80 cm och vid provgrop 6, 80-100 cm djup.

ROTSTUDIER

Rotsystemet

Vid föreliggande rotstudie har framkommit, att ärtplantans rotsystem i princip utgörs av en mestadels vertikalt växande pålrot, primärroten, som når till plantans maximala rotdjup. Från pålroten strålar sekundära rötter ut åt sidorna med en frekvens av i storleksordning 3,0 st per cm pålrot; betydligt högre i profilens översta decimeter, ofta lägre nära pålrotens spets.

Sekundärrötternas längd varierar mellan någon millimeter och flera decimeter. Deras växtsätt kan vara horisontellt, vertikalt eller någonting mittemellan.

Tertiära rötter utgår från sekundärrötterna med en frekvens av vanligen 1 - 3 st per cm sekundärrot. Där en sekundärrot gör en framryckning, saknas ofta tertiära rötter, helt enkelt därför att de inte ännu hunnit anläggas. Tertiärrötternas längd uppgår vanligen till högst någon centimeter.

Kvartära rötter, i mån av förekomst, tycks utgöra gränsen för rötternas förgreningsgrad.

Metodik

Rotundersökningarna har tillgått så, att för varje sort har en vertikal vägg grävts fram i profilen, vinkelrätt mot plantraderna. En provyta har avgränsats enligt fig 4 och i sidled omfattat $1/2 + 1 + 1/2$ rad. I djupled delades ytan in i intervall om 10 cm.

Rötter på djup större än 10 cm

Samtliga rötter i en volym svarande mot längden $x = 2$ cm i radriktningen prepareras fram. Antalet rötter av sekundär rang noteras. Därefter undersöks det antal sekundära rötter, som strålar ut från en typisk pålrot i det aktuella djupintervallet. Detta antal fastställer man helt enkelt, genom att preparera fram en eller flera pålrötter på varje 10 cm-nivå, samt räkna sekundärrötterna direkt på primärroten. Man bör även notera förhållandet mellan mycket korta respektive utvecklade sekundärrötter.

Rötter i översta decimeterskiktet

Antal och längd hos kron- respektive sekundära frörötter ner till 10 cm djup noteras. Dessutom noteras avståndet från den gamla ärtan ner till 10 cm-nivån. För att kunna göra dessa undersökningar, skärs pålroten av med en kniv, som sticks in horisontellt 10 cm under markytan, varefter plantan försiktigt dras upp.

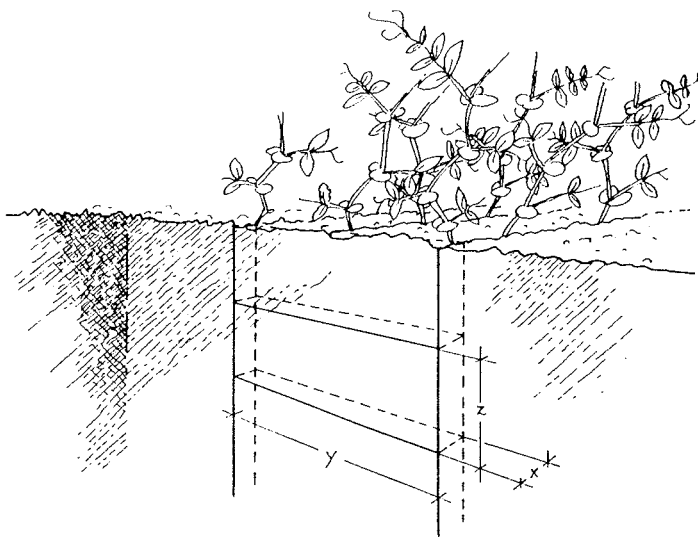


Fig. 4. Rötterna under en provyta med bredden 2 radavstånd (z) och längden 2 cm längs raderna (x) studerades i decimeterskikt.

Rotmängd på djup större än 10 cm

Det antal sekundära rötter, som återfinns i varje volym $x \cdot y \cdot z$, där $x = 2$ cm i radriktningen, $y = 2$ radavstånd, $z = 10$ cm djupintervall, beror av minst följande tre faktorer:

1. Beståndets täthet

Huruvida linjärt samband råder mellan planttäthet och rottäthet är oklart. Det vill säga om konkurrens mellan rötter är en begränsande faktor i rotutvecklingen? En blick på den intensiva rotgenomvävningen i den översta decimetern av profilen antyder, att så knappast kan vara fallet på större djup, där förekomsten av rötter (längd och antal) vanligen är mycket mindre omfattande.

Eftersom bestånden i försöket var synnerligen ojämna, både inom och mellan försöksleden, måste en aktuell planttäthet beräknas vid varje provvägg, som grävdes fram. Planttäthet har storheten $1/\text{area}$, men eftersom markytan ovanför varje genomsökt jordvolym har bredden y , inte definierad som ett antal cm, utan som två radavstånd räknades antalet plantor i vardera raden utmed en sträcka $x = 0,40$ m; 20 cm framför - 20 cm bakom den blivande provväggen. Antal plantor, eller antal rotsystem, per meter och $1/2 + 1 + 1/2$ rad blir då där $n = \text{antal plantor i resp } 40 \text{ cm rad}$.

$$K = (1/2 \cdot n(\text{vänster}) + n(\text{mitten}) + 1/2 \cdot n(\text{höger})) / 0,40$$

2. Antal sekundära rötter per längdenhet av pålroten

3. Befintliga sekundärrötters längd

Denna faktor avgör tillsammans med faktorerna 1 och 2 hur många sekundärrötter, som når fram till och tränger in i den undersökta volymen. Rotlängden avgör inte bara hur många av varje plantas rötter, som kommer att finnas i $x \cdot y \cdot z$, utan också *hur många plantor* som har rötter där. Storheten rotlängd är svår, eller rentav omöjlig, att fastställa på plats, i synnerhet om rotintensiteten är hög och/eller jorden hård. Finns många och långa rötter, är det en hopplös uppgift att preparera fram samtliga enskilda sekundärrötter, för att mäta deras antal och längd; de går nämligen alltför lätt sönder. Är jorden hård, gör de det garanterat. Genom nedan beskrivna beräkningsmetod, kan man ändå bilda sig en uppfattning om rotsystemets utseende.

Beräkning av rotmängd per planta på djup större än 10 cm

Antal plantor per radmeter och $1/2 + 1 + 1/2$ rad är som nämnts ovan = K . Antal plantor, som kan förväntas ha rotsystem under en markyta av arean $x \cdot y$ blir då $x \cdot K$. Typiskt i denna studie, med aktuell beståndstäthet och x satt till 2 cm, är ett värde på $x \cdot K$ mellan 0,2 och 0,6.

Om man finner att n sekundärrötter genomkorsar volymen $x \cdot y \cdot z$, och dessas genomsnittliga längd *inne i volymen* skattas till l' , kan varje plantas sammanlagda sekundärrötlängd, L , i det aktuella djupintervallet beräknas som

$$L = (n \cdot l') / (x \cdot K).$$

l' har i regel satts till 3 cm; flertalet rötter går tämligen vinkelrätt genom den undersökta volymen (i x -riktning), en del når endast med spetsen in volymen, medan andra sträcker sig diagonalt, mer eller mindre parallellt med planet $y \cdot z$.

Om pålroten har en sekundärrötfrekvens, f , i intervallet y , är sekundärrötternas genomsnittliga längd i samma djupintervall

$$l = L / f.$$

Nu är sekundärrötternas längd på samma planta och samma nivå högst varierande, från någon millimeter till omkring 15 cm eller mer. Om man vid rotstudien *underlåter*, att räkna sekundärrötterna på de *pålrötter* som eventuellt kommit till synes i volymen $x \cdot y \cdot z$,

har man i praktiken endast räknat de rötter, vars längd överstiger 1 - 2 cm. Vid undersökningen av pålrötterna noteras hur många sekundärrötter, som överskrider denna längd. Om deras antal per decimeter djup betecknas $f(\text{korr})$, så är genomsnittslängden på de mera utvecklade sekundära rötterna

$$l(\text{korr}) = L / f(\text{korr}).$$

Detta förfaringssätt är högst lämpligt, eftersom antalet inräknade rötter tenderar att nå astronomiska tal, om man har turen (eller snarare oturen) att springa rakt på en pålrot. Resultatet av en okritisk roträkning bleve därmed alltför beroende av tillfälligheter.

Rotbilder

Beräkningarna bör ses som ett sätt att förklara och tolka mängden funna rötter i rotstudierna. Antalet genomsökta rotsystem vid varje studie är mindre än 1. Detta gör, att för provplatsen specifika avvikelser från rotsystemets genomsnittliga utvecklingsgrad, eller rena fel i roträkningen, blir uppräknade, då man med formlernas hjälp försöker fastställa rotsystemets omfattning per planta. Den beskrivna beräkningsmetoden har emellertid använts vid upprättandet av rotdiagrammen. Rotbilderna motsvarar situationen i varje enskild rotstudie och inte med säkerhet genomsnittet i hela beståndet.

Vid uppritning av rotbilderna har antagits, att beräknad sammanlagd rotlängd hos ett djupintervall $z = 10$ cm, härrör från sekundärrötter, som grenar ut från primärroten *på samma djup*. Vi antar alltså, att sekundärrötterna växer horisontellt, något som i praktiken inte alltid behöver vara alldeles sant. Att vid varje rotstudie klarlägga varifrån de återfunna rötterna kommer, vore emellertid en tämligen kinkig affär. För att göra rotbilderna mera åskådliga, konsekvent endast *halva antalet* sekundära rötter har ritats in! Detta gäller även de tertiära rötterna, vars frekvens i bilderna dock schablonmässigt har satts till 2 / cm sekundärrot, dvs 1 / cm har ritats in. Eventuella kvartära rötter har inte ritats in.

En streckad pålrot markerar maximalt rotdjup, iakttaget vid sidan av den egentliga provväggen. I rotbilderna har inskrivits uppgifter på utvecklingsstadium (Std), beståndets höjd, utsträckt plantas längd (från markytan till översta klängets spets), samt den för varje enskild rotstudie aktuella planttätheten (K i formlerna).

Plantornas utvecklingsstadium har graderats enligt den skala som redovisas av Tunbark & Djurle (1987). De stadier som är aktuella i redovisade rotbilder återges nedan:

5.n Fler än 2 noder utvecklade Tilläggsiffran (n) anger antal noder. Även den första, i flera sorter bladlösa, noden har räknats med.

6 Knoppar synliga

7.n Blomning Tilläggsiffran (n) anger antal noder med utslagna blommor.

8.n Baljsättning Tilläggsiffran (n) anger antal noder med baljor längre än 10 mm.

9.n Ärtutveckling Tilläggsiffran (n) anger antal noder med trinda baljor.

Ofta är alternativa graderingar tillämpbara *på en och samma planta*, t.ex. då både blommor och små baljor förekommer på växten. I dessa fall har i allmänhet den beteckning valts, som motsvarar den högre utvecklingsgraden. Graderingen 5.11 - 6 syftar alltså på variationer *mellan plantor* i beståndet.

I. Timo

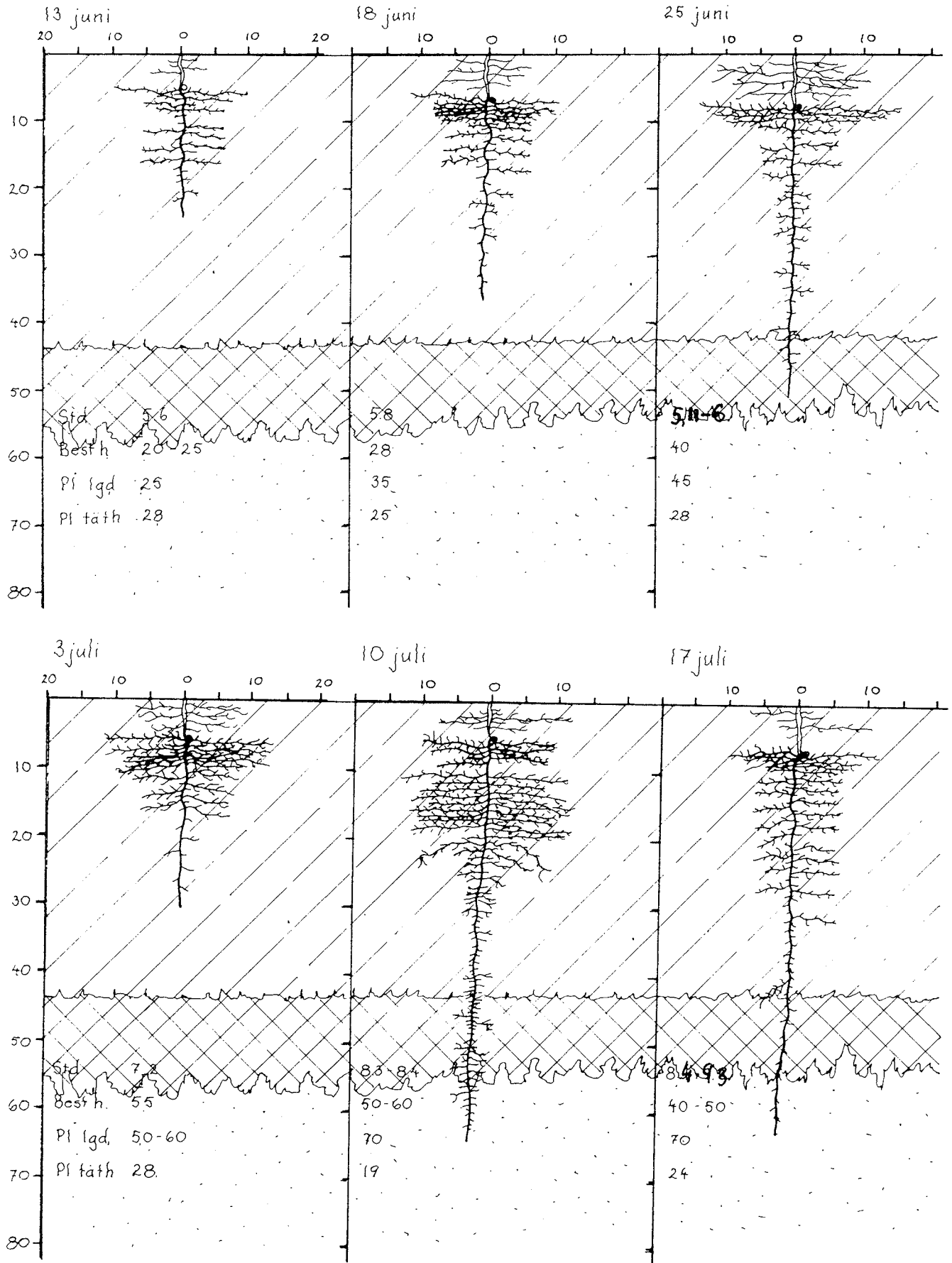


Fig. 5a. Rotutveckling i ärtsorten Timo

Std = utvecklingsstadium enl Faktablad om växtskydd 46L, 1987

Best.h = beståndshöjd

Pl lgd = utsträckt plantas längd (fr markyta till översta klänges spets)

Pl täth = plantantal per 2 radmeter vid provgrop

2. SvC 40143

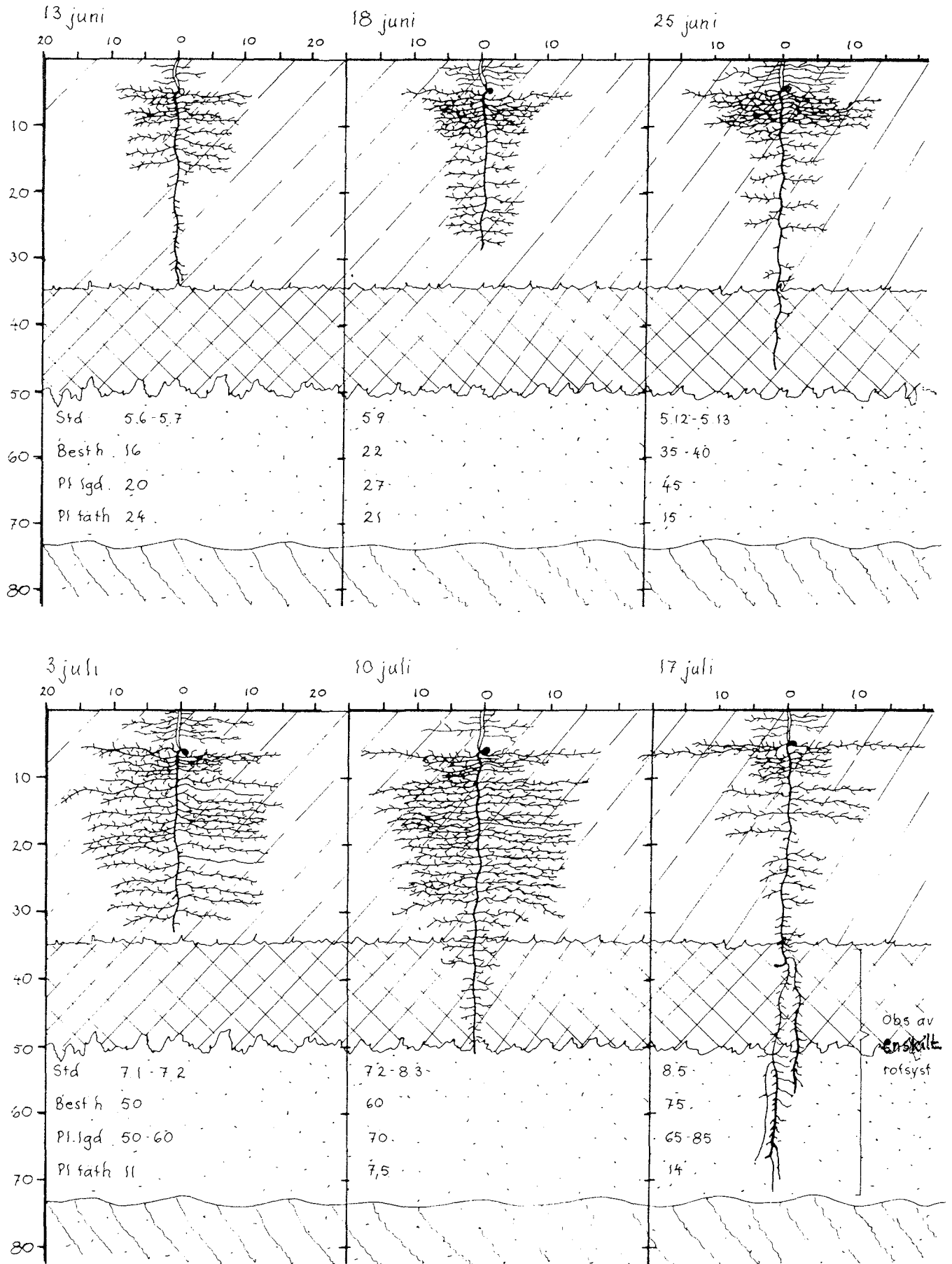


Fig. 5b. Rotutveckling i ärtsorten SvC 40143

Std = utvecklingsstadium enl Faktablad om växtskydd 46L, 1987

Best.h = beståndshöjd

Pl lgd = utsträckt plantas längd (fr markyta till översta klänges spets)

Pl täth = plantantal per 2 radmeter vid provgrop

3. Bodil

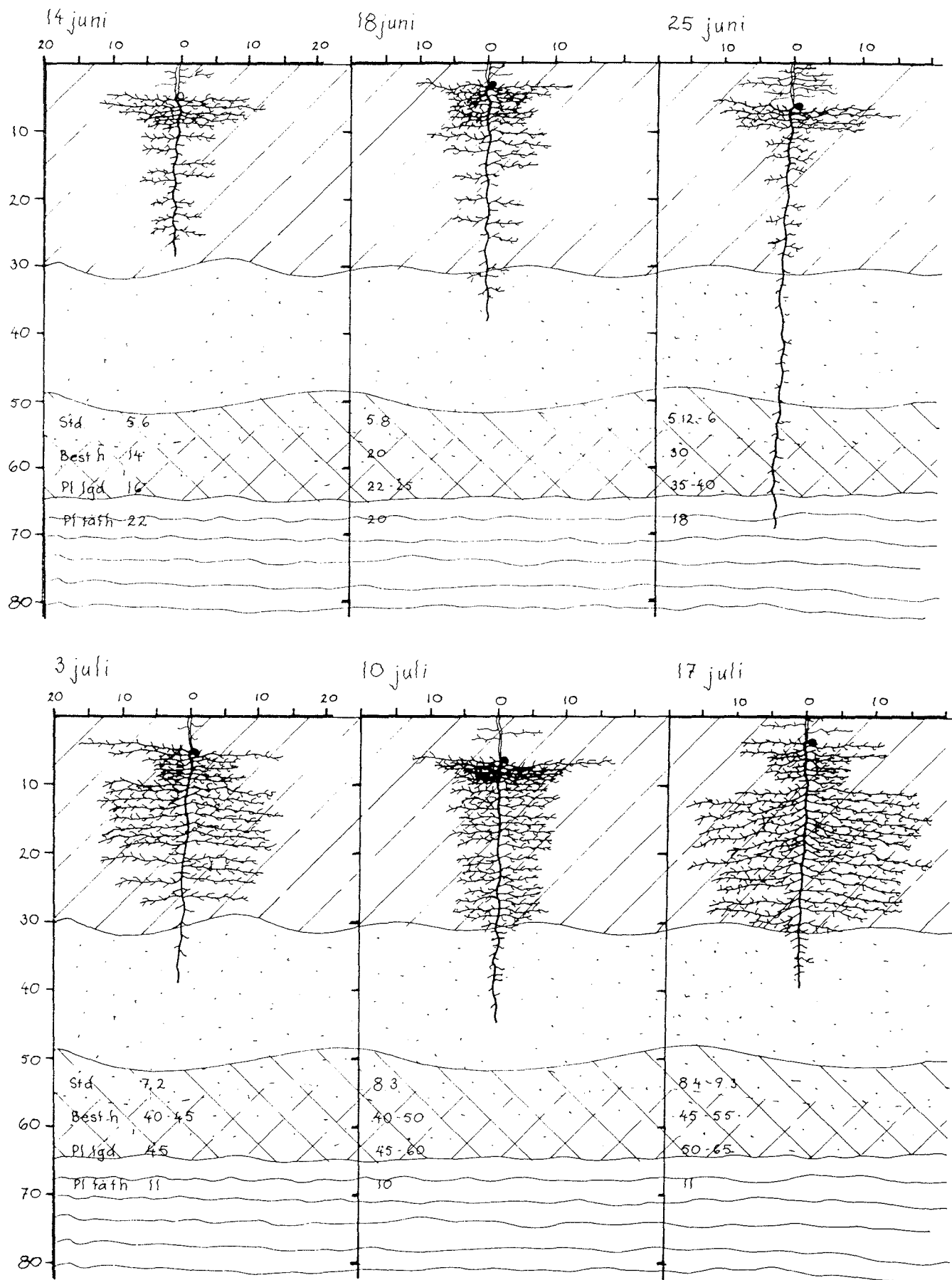


Fig. 5c. Rotutveckling i ärtsorten Bodil

Std = utvecklingsstadium enl Faktablad om växtskydd 46L, 1987

Best.h = beståndshöjd

Pl lgd = utsträckt plantas längd (fr markyta till översta klänges spets)

Pl täth = plantantal per 2 radmeter vid provgrop

4. Solara

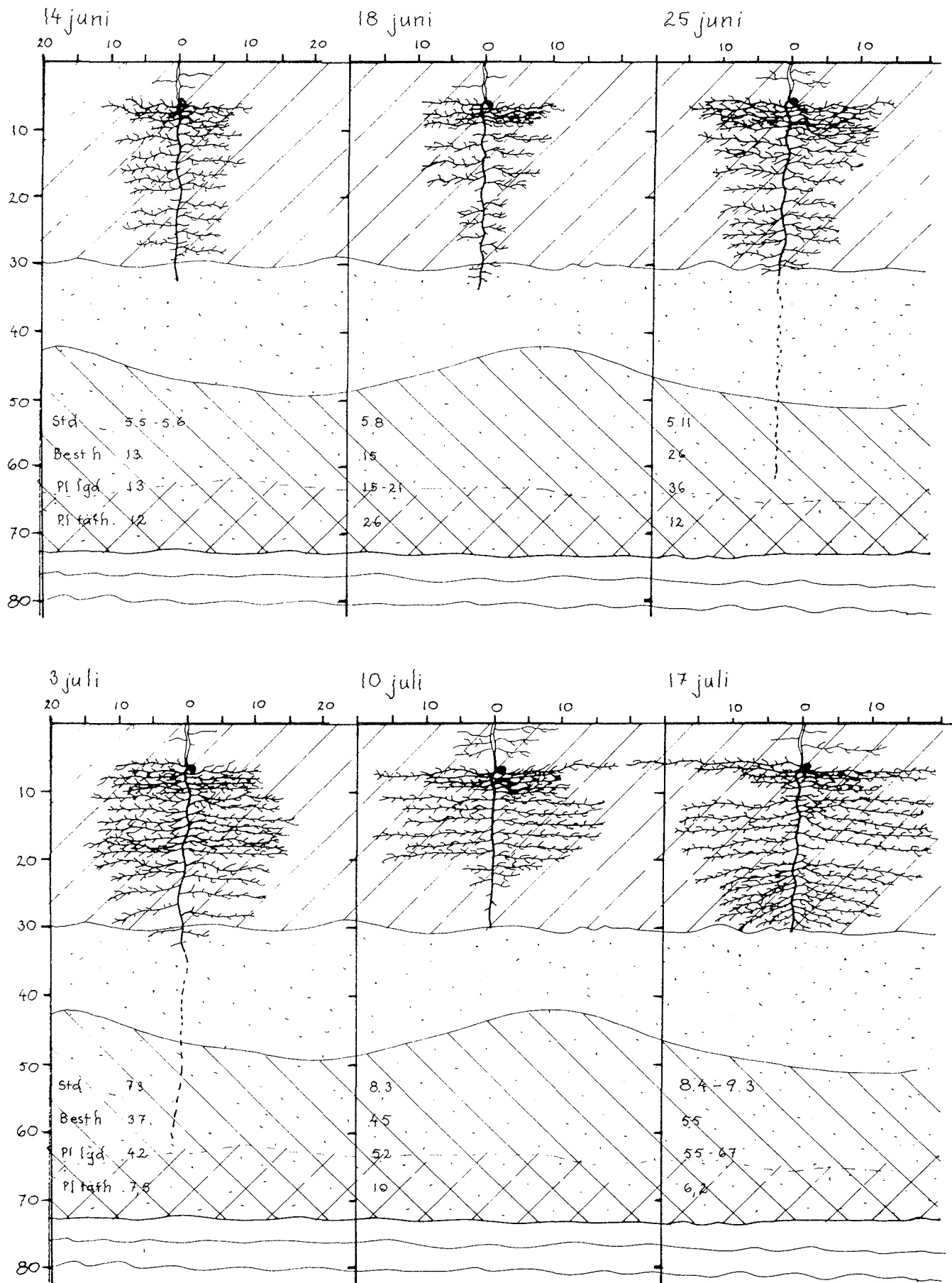


Fig. 5d. Rotutveckling i ärtsorten Solara

Std = utvecklingsstadium enl Faktablad om växtskydd 46L, 1987

Best.h = beståndshöjd

Pl lgd = utsträckt plantas längd (fr markyta till översta klänges spets)

Pl täth = plantantal per 2 radmeter vid provgröp

5. Capella

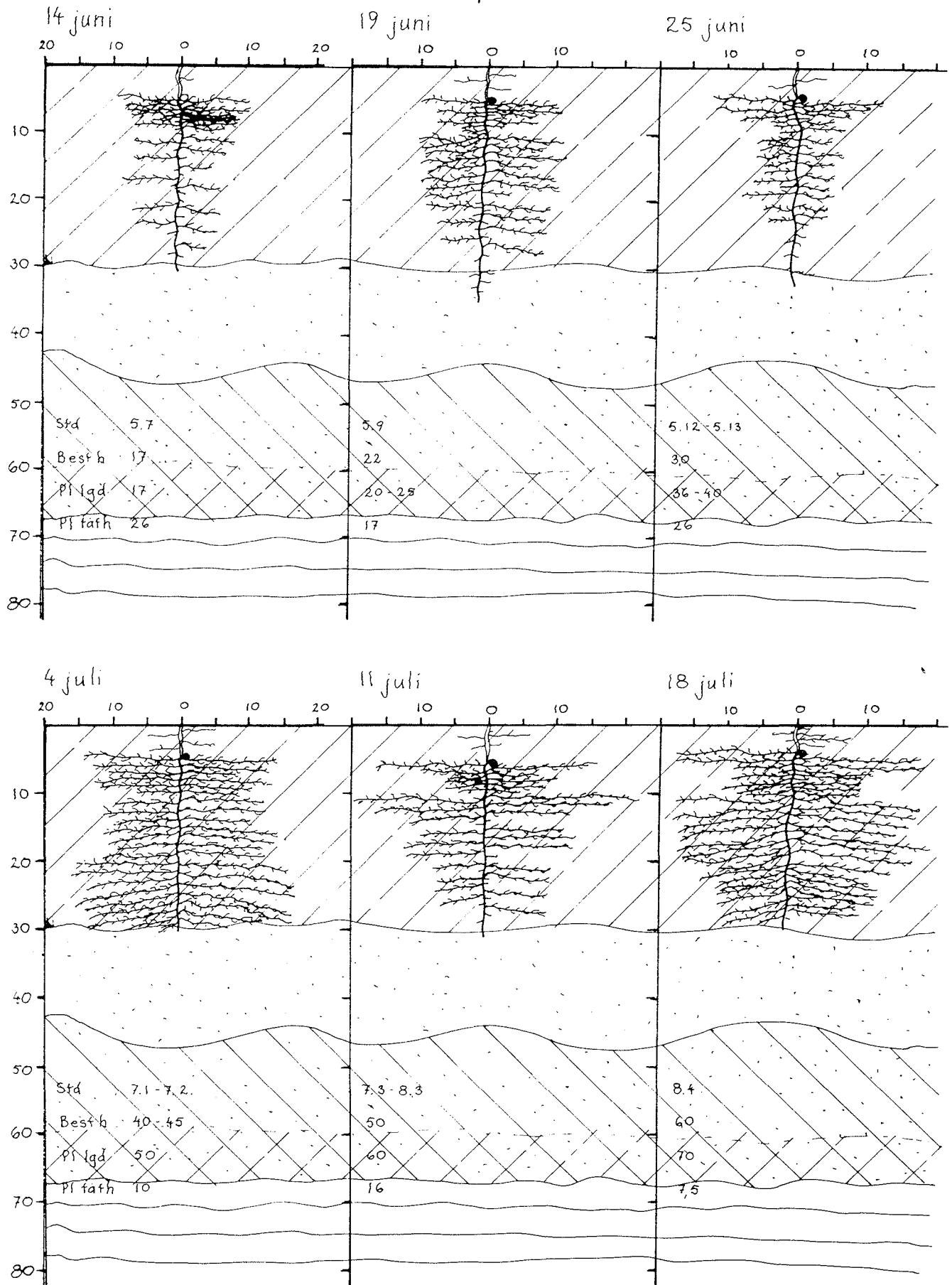


Fig. 5e. Rotutveckling i ärtsorten Capella

Std = utvecklingsstadium enl Faktablad om växtskydd 46L, 1987

Best.h = beståndshöjd

Pl lgd = utsträckt plantas längd (fr markyta till översta klänges spets)

Pl täth = plantantal per 2 radmeter vid provgrop

6. SvE 36121

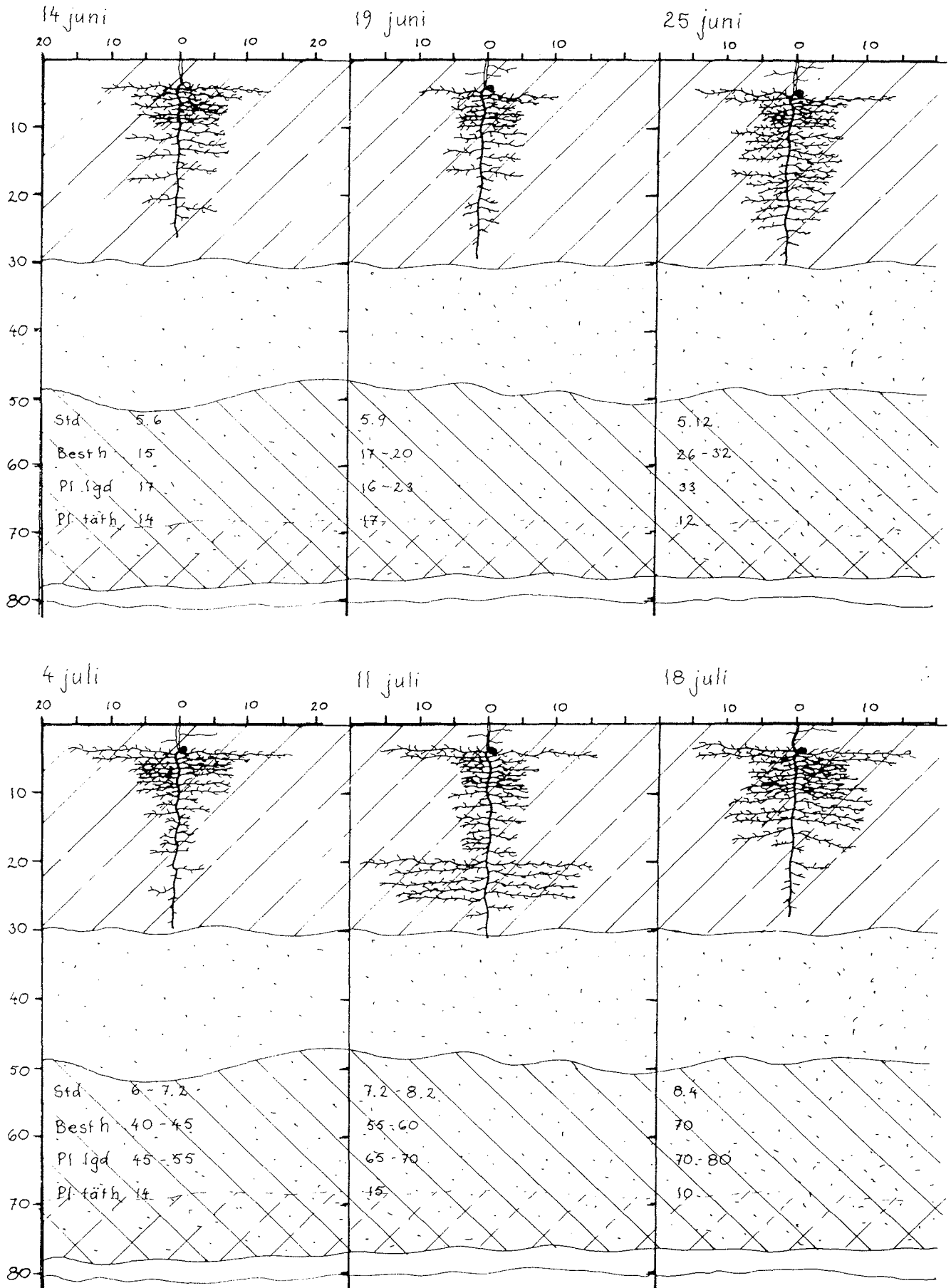


Fig. 5f. Rotutveckling i ärtsorten SvE 36121

Std = utvecklingsstadium enl Faktablad om växtskydd 46L, 1987

Best.h= beståndshöjd

Pl lgd = utsträckt plantas längd (fr markyta till översta klänges spets)

Pl täth= plantantal per 2 radmeter vid provgröp

REFERENSER

Tunbark, A. & Djurle, A. 1985. Bevakningsschema för skadegörare i ärter . Sveriges Lantbruksuniversitet Uppsala, Konsulentavdelningen. Faktablad om växtskydd Lantbruk, 46 L, 1987.

Andersson, S. & Wiklert, P. 1959. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord IX. Studier av några markprofiler på Ultuna egendom. Grundförbättring, årg. 12, specialnummer 3.

?

Förteckning över utgivna häften i publikationsserien

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET, UPPSALA. INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP.
AVDELNINGEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK. AVDELNINGSMEDDELANDE. Fr o m 1990

- 90:1 Linnér, H., Persson, R., Berglund, K. & Karlsson, S.-E. Resultat av 1989 års fältförsök avseende detaljbevattning, markvård och markförbättring samt bevattning. 73 s.
- 90:2 Jansson, P.-E. (ed.). The Skogaby Project. Project description. 77 s.
- 90:3 Berglund, K., Lindberg, K. & Peltomaa, R. Alternativa dräneringsmetoder på jordar med låg genomsläpplighet. 1. Ett nordiskt samarbetsprojekt inom Nordkalottområdet. 20 s.
- 91:1 Linnér, H., Persson, R., Berglund, K. & Karlsson, S.-E. Resultat av 1990 års fältförsök avseende detaljbevattning, markvård och markförbättring samt bevattning. 92 s.
- 91:2 Persson, R. & Wesström, I. Markkemiska effekter av bevattning med Östersjövatten på Öland. 23 s + 5 bil.
- 91:3 Eckersten, H. WIGO model. User's manual. 30 s.
- 91:4 Eckersten, H. SPAC-GROWTH model. User's manual. 32 s.
- 91:5 Stenlund, S. Rainwater harvesting - Metoder för uppsamling av regnvatten för bevattning. En litteraturoversikt. 24 s.
- 91:6 Jansson, P.-E., Eckersten, H. & Johnsson, H. SOILN model. User's manual. 49 s.
- 91:7 Jansson, P.-E. SOIL model. User's manual. 59 s.
- 91:8 Wesström, I. Liste des publications du sujet "Besoin en eau des plantes et irrigation en climat semi-aride". 32 s.
- 92:1 Rockström, J. Framtidens livsmedelsförsörjning i världens torra regioner: Begränsas den av tillgången på vatten? 106 s.
- 92:2 Kerje, T. Erosionsmätningar i Nicaragua. 35 s.
- 92:3 Burujeny, M. B. Dygnsvariation i bladvattenpotential hos raps och senap. Mätningar och simuleringar. 27 s.
- 92:4 Simonsson, M. Rotstudier i några olika ärtsorter. 15 s.