

# Inverkan av vattenhalten i såbotten för uppkomsten hos sockerbetor

*Effects of water content in the base of seedbeds for the  
emergence of sugar beet seedlings*

Martin Holmberg



Kandidatuppsats i biologi  
Agronomprogrammet – inriktning mark/växt



SLU, Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap  
Institutionen för mark och miljö

Martin Holmberg

Inverkan av vattenhalten i såbotten för uppkomsten hos sockerbeter  
Effects of water content in the base of seedbeds for the emergence of sugar beet seedlings

Handledare: Johan Arvidsson, institutionen för mark och miljö, SLU  
Biträdande handledare: Ararso Etana, institutionen för mark och miljö, SLU  
Examinator: Ingmar Messing, institutionen för mark och miljö, SLU

EX0689, Självständigt arbete i biologi – kandidatarbete, 15 hp, Grundnivå, G2E  
Agronomprogrammet – inriktning mark/växt 270 hp

Serienamn: Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU  
2016:02

Uppsala 2016

Nyckelord: torra, avdunstning, vårsådd, växtodling, nederbörd, fältförhållanden

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Omslag: Sockerbetsfält utanför Alnarp. Foto: Dag Terje Filip Endresen <http://www.goo.gl/8oNUfX>



# Förord

Arbetet är utfört som ett kandidatarbete inom biologi vid avdelningen för markfysik, institutionen mark och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet i Uppsala. Arbetets omfattning är 15hp och har utförts som en del i min utbildning till mark- och växtagronom under vårterminen 2015.

Jag vill rikta ett stort tack till Christina Öhman som har varit en klippa under den praktiska delen av arbetet och kommit med lösningar och hjälp på de problem som uppstått. Ett stort tack vill jag också ge Ararso Etana som har tagit sig an att korrekturläsa och ge feedback på de sista utkasterna av arbetet.

Sist vill jag tacka min handledare Johan Arvidsson som alltid har ställt upp och hjälpt mig med både svar på frågor och sökningar efter material, trots att det fanns mycket på hans bord. Han fanns alltid där, glad och hjälpsam och gjorde långt mer än vad som förväntades av en handledare.



# Sammanfattning

För att lyckas med en optimal plantetablering från det utsäde som används i lantbruket är det av stor vikt att ha kunskap om vilken vattenhalt som ger den bästa förutsättningen för uppkomst. Det kan i verkligheten vara svårt att lyckas så vid optimala vattenhalter av flera orsaker, så som väderlek, packningskänslighet, variationer inom fältet och inte minst den pågående storleksrationaliseringen i det svenska lantbruket gör det svårt att vara på rätt plats vid rätt tid.

Detta kandidatarbete hade till syfte att genomföra en kort litteraturstudie och i möjlig mån kunna koppla befintliga kunskaper till sockerbetsodlingen. Med ett laboratorieförsök testas fyra olika vattenhalter i såbotten för att se vid vilken av dessa som uppkomsten är störst. Målet är att nå resultat som ska kunna hjälpa odlare genom att ge en fingervisning om vilken vattenhalt som är den optimala för sådd, om man kan bortse från andra faktorer som spelar in.

Flera vattenhalter testades inomhus i två försök utan att resultera i någon uppkomst av sockerbetor. I ett försök utomhus var uppkomsten bättre, främst i de högre vattenhalterna (9 och 12 procent växttillgängligt vatten) men på grund av ett regn och risk för att vatten tagit sig in i vissa cylinderprover är det svårt att säga om resultaten är pålitliga. Tidigare forskning har i praktiska försök visat att den optimala vattenhalten i såbädden bör ligga mellan 8 och 12 procent växttillgängligt vatten.

# Summary

To sow at optimal moisture content in the seedbed is crucial for good germination and emergence. In reality this is very complex and a farmer needs to take multiple parameters into consideration, such as the upcoming weather, the soil's sensitivity to compaction and variations within the field. The current size-rationalization in Swedish farming where fewer farmers cover larger areas is not favourable for determining the right place on the right time in order to accomplish sowing for an optimal crop emergence.

This bachelor's thesis will cover a brief literature review followed by an experiment in the laboratory where sugar beet seeds were sown in seedbeds prepared with different water contents in the bottom layer, to give a hint at what moisture content we get the greatest crop emergence.

When the experiment was carried out indoors in two trials, little or no emergence was observed from the sown sugar beet seeds. When the seedbeds were placed outside during the third trial the seedbeds with 9 and 12 percent plant available water showed better emergence, but due to a heavy rainfall which might have struck the seedbeds it is not certain if the results are reliable. Previous research from outdoor experiments has shown that the preferred moisture content in the seedbeds basal layer should be between 8 and 12 percent plant available water.



## Innehåll

1 Syfte .....	5
2 Introduktion och litteraturstudie .....	6
Allmänt om sockerbetan .....	6
Svenska odlingsförutsättningar .....	6
Vad krävs av såbädden? .....	7
Vattentillgång under torra förhållanden .....	8
Markens upptorkningsförlopp .....	8
Etablering .....	9
Projekt 4T .....	9
3 Laboratorieförsök .....	10
Metod .....	10
Första försöket .....	10
Andra försöket .....	11
Tredje försöket .....	12
4 Resultat och diskussion .....	13
Försök 1 .....	13
Försök 2 .....	14
Försök 3 .....	15
5 Slutsatser .....	20
Referenser .....	22



# 1 Syfte

I det här arbetet studerades sockerbetsutsädets uppkomst som en effekt av mängden vatten i dess såbotten. En litteraturstudie ska ge en bakgrund relevant för det praktiska försöket och möjliggöra både kopplingar och olika resonemang som kan diskuteras och utformas utifrån de resultat som erhöles. Ett laboratorieförsök syftade till att ge information om vid vilken vattenhalt som det är optimalt att så sockerbetor i ett scenario där inget regn kommer att falla under den närmaste tiden, eller i ett försommartorr område. I verkligheten spelar många faktorer roll men arbetet kan vara en fingervisning vid beaktning av en av dessa parametrar, det vill säga vattenhalten.

## 2 Introduktion och litteraturstudie

Sockerbetan är en högbetalande gröda för lantbrukare och odlas främst i södra Skåne. Ett uttryck säger ”*Om en lantbrukare med möjlighet att odla sockerbetor sår det på 25 % av sin areal kommer samma areal att leverera 50 % av den totala vinsten.*”

Som en småfröig växt kräver den ett stort vattenupptag i förhållande till dess vikt innan groningen påbörjas. Detta medför att såbäddens egenskaper är mycket viktiga för maximal uppkomst. Då den sås med både ett stort radavstånd och stort avstånd mellan frön i raden konkurrerar den dåligt med ogräs. Det betyder att en snabb groningen och tidig uppkomst inte bara minskar risken för att tillgängliga näringsämnen görs mindre tillgängliga på grund av konkurrens från ogräs men också bidrar till att den tid då plantan är som mest känslig för uppkomstskadegörare såsom betbaggen reduceras (Fogelfors, 2001).

### Allmänt om sockerbetan

Arealen på vilken sockerbetor odlas var som störst kring år 2000 med nära 60 000 hektar och 4500 odlare. År 2013 hade arealen minskat till 36 000 hektar med sockerbetor odlat av 2000 lantbruksföretag (Jordbruksstatistisk årsbok 2014).

Produktionen sker främst i Skåne län. Sockerbetan har sitt ursprung runt medelhavet och förädlades kraftigt av fransmännen under 1800-talet då man framgångsrikt lyckades med att mer än tredubbla sockerhalten från dess ursprungliga 5 % i en tid då man sökte ett alternativ till sockerrör. Den är tvåårig men behandlas i traditionell odling som en ettårig växt (förutom i utsädesproduktion) då det första året bildas en kraftig rot för sockerinlagring och först andra året skjuts en fröstock (Fogelfors, 2001).

### Svenska odlingsförutsättningar

Betalningen för skörden baseras på både rotskörd och mängd utvunnet råsocker. En svensk medelskörd på omkring 50 000 kg per hektar ger i medeltal strax över 8000 kilo råsocker. Dess frö kan gro redan vid marktemperaturer på 3°C men om sådden sker vid för låga temperaturer (ca 6°C) finns risk för att plantan inte bygger upp en rotmassa utan istället skjuter fröstock redan första året. Optimal temperatur för sockerbetans tillväxt ligger mellan 20 och 25°C (Fogelfors, 2001). I Skåne faller normaldygnets maximitemperatur under juni, juli och augusti månad inom detta spann (SMHI, 2014).

## Vad krävs av såbädden?

Håkansson m.fl. (2011) sammanfattade de sju faktorer som har störst påverkan på fröets groningen och uppkomst:

- Friska och oskadda frön
- Tillräckligt hög temperatur
- Tillräcklig vatten- och syreförsörjning
- Frånvaro av giftiga substanser i fröets närmiljö
- Sådjup som inte överstiger kapaciteten av fröets energireserv
- Undvika stort mekaniskt motstånd för grodden
- Hålla groddar friska och fria från skadegörare och skadliga kemikalier

Traditionellt sett höstplöjs sockerbetsfälten följt av en överfart med t.ex. en harv med syfte att jämna till ytan och ge en jämnare vattenhalt i fältet inför kommande vårsådd. Efter vinterns snösmältning är jordarna ofta vattenmättade. När de sedan torkat upp så pass att de blir farbara har dessvärre även jordytan (vanligen ner till 3cm) snabbt torkat upp och vatteninnehållet understiger jordens vissningsgräns. Detta skapar dåliga förutsättningar för groningen i jordar med dålig kapillär upptransport av vatten. (Håkansson m.fl., 2011)

Eftersom ogräsen är ett problem i plantans tidiga utvecklingsstadium innan den har en god marktäckande förmåga är plöjning ett bra sätt att minska ogräsförekomsten. På lättare jordar vårplöjer man för att bruka ner värme i jorden och påskynda såtidpunkten. Dessa jordar kommer dock med stor sannolikhet att behöva bevattning senare under säsongen, då vattentillgång är en avgörande faktor för god blad tillväxt som resulterar i stor fotosyntetiserande yta och med det goda chanser till sockerinslagring (Fogelfors, 2001). Efter färdig blad tillväxt är dessutom den stora transpirationen som sker från sockerbetans bladmassa en anledning till att stora krav ställs på jorden för att säkerställa rötternas vattenförsörjning (Wildt-Persson, 2002).

De vanligaste fälten för sockerbetsodling är lerjordar på vilka det finns en risk för att såbädden slammar igen, vilket kan ske om det först regnar kraftigt och sedan snabbt torkar upp. Om en såbädd slammar igen är detta negativt oavsett vilket frö som ska gro eftersom de måste använda mer av energin i fröet för att tränga igenom det hårda ytskikt som bildas. Allvarligast är det för småfröiga växter såsom sockerbetor där kornvikten är runt 3 mg, jämfört med korn med en frösvikt på 40 mg (Håkansson m.fl. 2013). Enligt fältförsök gjorda av Kritz (1983) är det stor risk att skorpa bildas om jorden håller en lerhalt mellan 15 och 40 procent ler. Som en rotgröda är sockerbetans rottillväxt den viktigaste faktorn för skördens storlek och kvalitet (Wildt-Persson, 2002). Rottillväxten gynnas av en lagom lucker, porös jord där rötterna har möjlighet att nå stora djup och därmed möjliggöra ett gott vattenupptag.

## Vattentillgång under torra förhållanden

I försök gjorda med korn av Håkansson m.fl. (2011) användes flera olika vattenhalter i undersökningar om optimala förhållanden vid uppkomst. Medeltemperaturen var 14,5 °C och försöket stod utan nederbörd i 24 dagar. Försöket visade att en initial vattenhalt (vid sådd) på 5,4 procent i såbädden inte var tillräckligt för att få en tillfredställande uppkomst. Om vattenhalten istället var 8,9 till 11,8 procent var uppkomsten god. Det upptäcktes också att ett avdunstningsskydd på 2 cm inte var tillräckligt, men bäst skyddande effekt gav ett skyddande lager där aggregaten var antingen mindre än 2 mm eller från 2 mm upp till 5 mm. Större aggregat resulterade i dåligt avdunstningsskydd och sänkt uppkomst. För lerjordar kan det vara nödvändigt att öka sådjupet om inte aggregatstorleken i ytan blir tillfredsställande (Kritz, 1983).

De bästa resultaten fanns vid sådd på strax under 4 cm djup som gav en uppkomst på nästan 90 procent. Det lager som täckte sådda frön påverkade också uppkomsten beroende på vattenhalten i det täckande lagret. Vattenhalter ner till 5 procent växttillgängligt vatten gav god uppkomst. Sjönk vattenhalten under den nivå behövde sådjupet ökas för att nå en tillfredsställande uppkomst. Om vattenhalten blev för hög (ca 13 procent växttillgängligt vatten) ledde det till snabb avdunstning kombinerat med upptransport av vatten från såbädden som resulterade i en skorpbildning (Håkansson och Polgár, 1984).

## Markens upptorkningsförlopp

En av såbäddens viktiga uppgifter är att behålla den befintliga fukten nära fröet och således bryta avdunstningen. Enligt Heinonen (1985) kan avdunstningen från en svart jordyta – likt situationen vid sådd – delas upp i tre steg; i den första fasen sker en kapillär upptransport av vatten som hela tiden kan tillgodose (ersätta) den avdunstningen som sker. Avdunstningen är i princip densamma som skulle förväntas från en vattenyta under samma temperatur. Hur lång den första fasen är beror på jordens sammansättning och packningsgrad. En jord med högt innehåll av mo och mjäla som dessutom är ordentligt packad kan tillgodose avdunstningen under en lång tid jämfört med t.ex. en lucker sandjord. Under fas två minskar avdunstningen mycket kraftigt. Detta orsakas av att ytan torkat upp och leder till att kapillärtransporten bryts. Det som nu är avgörande för markens upptorkning är hur lätt vattenångan som bildas ett par centimeter under jordytan har för att passera genom det nu upptorkade ytlagret. Fas tre tar vid när jordprofilen håller en konstant avdunstningsnivå. Den konstanta avdunstningen når då vanligtvis som mest 1 mm per dag.

Här kan även nämnas 'The Buckingham-effect'. År 1907 menade Buckingham att en fuktig jord som utsätts för ett klimat som ger en mycket stor avdunstning snabbt kommer att skapa en torr yta som effektivt motverkar vidare avdunstning. Han menade att en jord som utsätts för ett mycket torrt och varmt klimat rentav skulle ha en lägre (på sikt) ackumulerad avdunstning än om samma jord hade utsatts för ett fuktigt klimat.

## Etablering

Med optimal planttäthet följer också optimal kvalitet. Det optimala antalet plantor per kvadratmeter är 8-10 st. Sockerbetor sås med ett radavstånd på 48 cm och normalt 25 cm mellan plantorna. Det optimala skulle dessutom vara om det gick att så plantorna i ett sexkantigt mönster (Fogelfors 2001). Även sockerbetans konkurrensförmåga mot ogräs ökar vid rätt planttäthet, då markytan snabbt täcks. Maximalt sådjup från vilket man fortfarande får en god uppkomst har utifrån praktiska försök med sockerbetor visat sig vara 3 cm, jämfört med 4 cm hos korn. Om det inte ser ut att komma regn efter sådd kan man dock öka sådjupet en aning (förutsatt att såbädden håller fukt) för att öka chanserna för god uppkomst (Håkansson m.fl. 2013). Detta ställer dock höga krav på att fröet placeras på en jämn såbotten och täcks av ett lager med fina aggregat, som inte bör vara grövre än 5 mm.

## Projekt 4T

I Sverige genomfördes under åren 1997-2002 ett projekt som i korthet kallades 4T (Tillväxt Till Tio Ton). Det hade som syfte att öka de stagnerade sockerbetsskördarna i Sverige och gick till stor del ut på att jämföra gårdar med god avkastning (s.k. plusgårdar) med gårdar som hade liknande förutsättningar men lyckades sämre (s.k. medelgårdar). Att projektet utgick från olika odlingsstrategier och medförde korta vägar från råd till tillämpning gjorde det framgångsrikt och informationsutbytet resulterade i nya skördeökningar.

Slutsatserna från projektet var flera. En av de största åtgärderna för att öka skörden var att öka jordens vertikala infiltrationsförmåga. Plusgårdarna hade här uppemot 80 procent bättre vertikal infiltrationsförmåga än medelgårdarna. För varje 0,1 cm/timme som infiltrationsförmågan ökade i infiltrationsintervallet 0,1-0,9 cm/timme medfördes skördeökningar om 150 kg utvinnbart socker per hektar (Berglund m.fl., 2002).

En annan viktig åtgärd för att möjliggöra en högre skörd var att höja pH-värdet i matjorden. Under projekt 4T odlades sockerbetor i en kontrollerad miljö och man kunde se att rotmiljöns pH kontinuerligt sänktes. Eftersom ett lägre pH får en negativ effekt på rottillväxten är en jord med gott pH-värde och god buffrande förmåga mycket önskvärd. Det visade sig att en ökning med en pH-enhet hos jordar med ett pH-värde i intervallet 6,4-7,6 ökade sockerskörden med 1120 kg per hektar (Berglund m.fl., 2002).

Den tredje viktigaste variabeln var sådatumet. Det centrala tycks vara att hålla en kort uppkomstfas, men att kunna lägga den så tidigt som möjligt. Enligt litteraturen groer sockerbetsfröet först när dygnsmedeltemperaturen överstiger 3°C (Fogelfors, 2001) men man kunde i försök visa att sockerbetorna hade möjlighet att gro tidigare än så. Frön tycktes ha egenskaper för att kunna utnyttja en kortvarig period med värme även om denna låg under en tid där medeltemperaturen var låg (under

3°C). Detta skulle alltså medföra att man kan få goda resultat genom att så tidigt om man kan göra det innan eller i början av en värmeperiod, även om det skulle kunna finnas en risk för frostsador. Studien visade att varje dag som sådatumet tidigareläggs under april potentiellt kan öka sockerskörden med 70 kg per hektar (Berglund m.fl. 2002).

När man sammantaget jämförde ovanstående detaljskillnader mellan plus- och medelgårdar hade plusgårdarna i genomsnitt 80 procent bättre vertikal infiltrationsförmåga (0,78 cm/h i matjorden jämfört med medelgårdarnas 0,43cm/h). Plusgårdarna sådde också i snitt fyra dagar innan medelgårdarna och erhöll en snabbare uppkomst. Däremot hade båda gruppen generellt sett likadant pH (7,0 - 7,1).

### 3 Laboratorieförsök

#### Metod

Skånsk moränlättilera erhöles från Alnarps egendom. Jorden fördelades över till tio plastbackar som placerades i ett torkrum och torkades i två veckor vid en temperatur kring 38°C. Jorden blandades om för att få ett jämntorr material. Vattenhalten i den torkade jorden blev 1,15 viktsprocent.

Jordens vissningsgräns bestämdes med tryckkammarteknik till 9,15 viktsprocent, som senare används i beräkningarna för att skapa såbäddar. När jorden torkats vägdes den upp. 144 kg jord fanns tillgängligt att distribuera mellan de försök som skulle utföras.

Fuktig jord vägdes upp innan den tillsattes till respektive såbädd och täcktes sedan med ett lager av den torkade jorden(1,5 viktsprocent vatten) för att skapa ett avdunstningsskydd.

#### Första försöket

Såbäddar skapades med fyra olika vattenhalter; 2, 4, 6 och 8 viktsprocents växttillgängligt vatten. Såbäddarna skulle alltså totalt hålla 11, 13, 15 och 17 viktsprocent vatten. De formar som frön senare skulle sås i hade måtten 28 x 26 x 7 cm. Fyra upprepningar gjordes för varje vattenhalt.

Jorden fuktades med den beräknade mängden vatten som skulle krävas för att nå den önskade vattenhalten. Exempelvis skulle den mängd jord som var ämnad att hålla två procent växttillgängligt vatten tillsättas vatten motsvarande tio procent av dess massa. Två procent växttillgängligt vatten betyder att 11,15 procent av jordens massa skall utgöras av vatten om vissningsgränsen är 9,15 procent. 1,15 vikts-



procent av den torkade jorden utgjordes redan av vatten – alltså behövde ytterligare motsvarande tio procent tillsättas för att nå två procent växttillgängligt vatten. Då jorden vägde 5560 g skulle alltså 556 g vatten tillsättas för att nå en vattenhalt på 11,15 procent. Detta gjordes genom att mängden jord som skulle användas till en viss vattenhalt placerades i en kraftigare typ av plastpåse i vilken vatten sedan tillfördes jämnt över ytan samtidigt som jorden blandades om. Efter det förseglades påsen så lufttätt som möjligt för att fukten skulle jämnas ut i det material som fanns inuti.

Efter ett dygn utarbetades fyra formar per vattenhaltsprov (1300 g fuktad jord per form, motsvarande 3 cm såbotten) som packades med en liten cirkulär vikt på 2 kg. Detta skulle efter beräkningar motsvara ett tryck på 5919 N/m<sup>2</sup>. När hela formen var packad skulle frön placeras ut. Formen delades upp på mitten och på varsin sida såddes sockerbetor och korn, där kornets fanns med för att kunna jämföra uppkomsten hos sockerbetor med den hos spannmål. 20 frön av var såddes, alltså totalt 40 frön per form. De såddes i fyra band med fem frön per band. Slutligen täcktes ytan med torr jord (950 g torr jord per form) för att hindra avdunstningen. Det torra lagret byggde ca 1,5 cm på höjden från såbotten. En gardin drogs ned för rummets enda fönster för att ytterligare minska avdunstning och jämna ut skillnaderna i solinstrålning mellan formarna. Rummet höll en normal rumstemperatur om ca 21°C. Uppkomsten dokumenterades genom en visuell undersökning. Planen var att undersöka uppkomsten i formarna en gång per dag till dess att första uppkomsten noterats och därefter två gånger per dag, under en tid av två veckor eller till dess att uppkomsten stannat av.

Kornet som användes var av sorten Ingrid från 2014 och hämtades på SLUs försöksgård Ekhaga. Sockerbetsutsädet som användes kom från Nordic Beet Research och var av sorten Muse, också från 2014.

## Andra försöket

Jorden fuktades nu i högre vattenhalter än i det första försöket, detta för att ha en fuktig såbotten under en längre tid. I det andra försöket återanvändes en del jord från det första försöket. Den jord som fanns det torra ytskiktet i försök 1 (1,5 cm) gick fortfarande att använda till ytskiktet i försök 2 då den inte påverkats och kunde flyttas utan att få med frön från det tidigare försöket. Resten av jorden från försök 1 kasserades.

Omsatt till procent växttillgängligt vatten skulle såbäddarna nu hålla 6, 9, 12 och 15 procent. I det andra försöket dubblerades även massan i det vattenhållande lagret, därför användes 2600g motsvarande 4,5 cm (jmf. 1300 g i försök 1) fukthållande jord i varje form. Även ytskiktet skulle ökas för att minska avdunstningen ytterligare men formens höjd medförde vissa begränsningar om hur stor mängd jord som kunde användas. Därför blev det en viss ökning, även om den inte kunde dubbleras. Ytlaget blev därför i försök två 1500 g (motsvarande 2,5 cm) (jmf 950g i försök 1). Dessutom drogs den mörkläggningsgardin som tidigare varit nerdragen

upp för att släppa in mer ljus i rummet. Proverna placerades därför på ett annat sätt än i försök 1 för att ge en så jämn ljusinstrålning som möjligt.

## Tredje försöket

I det tredje försöket fanns inte en tillräckligt stor mängd jord kvar för att testa fyra vattenhalter med fyra upprepningar. Endast två upprepningar av varje vattenhalt skulle ha kunnat upprättas om man använt samma metod som tidigare. Såbädden gjordes därför istället i cylindrar. Dessa cylindrar var kapade plaströr som var 10 cm höga och mätte 6,5 cm i diameter. Jord fuktades likt tidigare försök och vattenhaltsprov togs. 560 g fuktig jord vägdes upp och tillsattes i respektive rör, vilket skapade en såbotten med ett 7 cm djupt vattenhållande lager. Därefter packades jorden för att nå en skrymdensitet av  $1.2 \text{ kg/dm}^3$ . Efter att jorden packats trycktes fem frön ner i ett tärningsmönster varpå de täcktes med 160 g lufttorr jord (motsvarande 3 cm).

Eftersom cylindrarna krävde en mindre mängd jord var det möjligt med fyra upprepningar per vattenhalt och gröda (sockerbetor samt korn). Antalet vattenhalter minskades från fyra stycken i de två tidigare försöken till tre. Detta då 15 procent växttillgängligt vatten uteslöts på grund av att jorden var allt för svår att bearbeta vid en så pass hög vattenhalt. Man använde alltså 6, 9 och 12 procents växttillgängligt vatten. De åtta cylindrarna för varje vattenhalt sattes i en gemensam back och de tre backarna placerades denna gång utomhus. I en nätbur belägen söder om Ultunas Ekologocentrum stod de under 24 dagar från början av maj månad och uppkomsten dokumenterades. Backarna ställdes under ett provisoriskt regnskydd i form av två bockar som täcktes med två glasfiberskivor. Detta skulle tillåta både ljus och vind för att ge en realistisk avdunstning men var också tänkt att skydda mot nederbörd.

## 4 Resultat och diskussion

### Försök 1

I den fuktade jorden togs vattenprover för att kontrollera att andelen tillsatt vatten gett upphov till en såbädd med önskad vattenhalt. Enligt formel för markfysik (Messing, 2012) beräknades hur mycket vatten som skulle tillsättas den initialt mycket torra jorden för att sedan erhålla den sökta vattenhalten enligt följande;

$$\text{Jordens vattenhalt i viktsprocent} = \frac{m_{\text{vatten}}}{m_{\text{torr jord}}} * 100$$

I det första försöket visade vattenhaltsprover tagna samtidigt som frön skulle sås i formarna att de faktiska vattenhalterna i de skapade såbottnarna låg mycket nära de önskade vattenhalterna, se tabell 1 nedan.

Tabell 1 Erhållna vattenhalter i försök 1

<b>Sökt vattenhalt (viktsprocent växttillgängligt vatten)</b>	<b>Sökt vattenhalt (total i viktsprocent)</b>	<b>Erhållen vattenhalt (viktsprocent, medelvärde)</b>
2	11,15	11,17
4	13,15	14,49
6	15,15	15,57
8	17,15	16,31

En daglig kontroll skedde under 14 dagar. Ingen uppkomst kunde ses hos varken sockerbetor eller korn. I formarna med 8 procents växttillgängligt vatten kunde man se att kornutsädet svällt och vissa precis påbörjat groddskjutning ur skalet innan vattnet tog slut. Efter de 14 dagar som experimentet fått stå togs två vattenhaltsprover på den uttorkade såbotten i två av de formar som skulle hålla 8 procents växttillgängligt vatten. Resultatet visade en vattenhalt på 0,98 respektive 1,23 procent växttillgängligt vatten i materialet.

Formarna var placerade bredvid varandra på en arbetsbänk i ett tillgängligt labb. Vid den aktuella rumstemperaturen av 21°C bör temperaturen vara den mest optimala för groningen och uppkomst av sockerbetor (Fogelfors 2001) men eftersom temperaturen också var näst intill konstant över dygnet (små variationer kan antas) så förväntades den potentiella avdunstningen också vara relativt hög över hela dygnet. I ett försök att hindra avdunstningen och utesluta en ojämn inverkan från solskenet hade en rullgardin dragits ned för rummets enda fönster, vilket dessvärre resulterade i att rummet blev väldigt mörkt. Detta kan ha haft en negativ inverkan på utsädetes groningsförmåga då mängden dagsljus minskade kraftigt men avdunstningen hölls konstant. Rummet var utrustat med rörelsevakter som aktiverade be-

lysningen vilket medförde att rummet stod mörkt under hela dygnet, så länge som ingen vistades i rummet.

När såbottnarna efter 14 dagar undersöktes visade det sig att de torkat ut och bildat en hård, tjock skorpa i det skikt som tidigare varit vattenhållande. I några av de fuktigaste formproverna kunde man se att vissa av kornkärnorna tagit upp vatten och precis varit på väg att börja gro när vattnet sedan tog slut.

## Försök 2

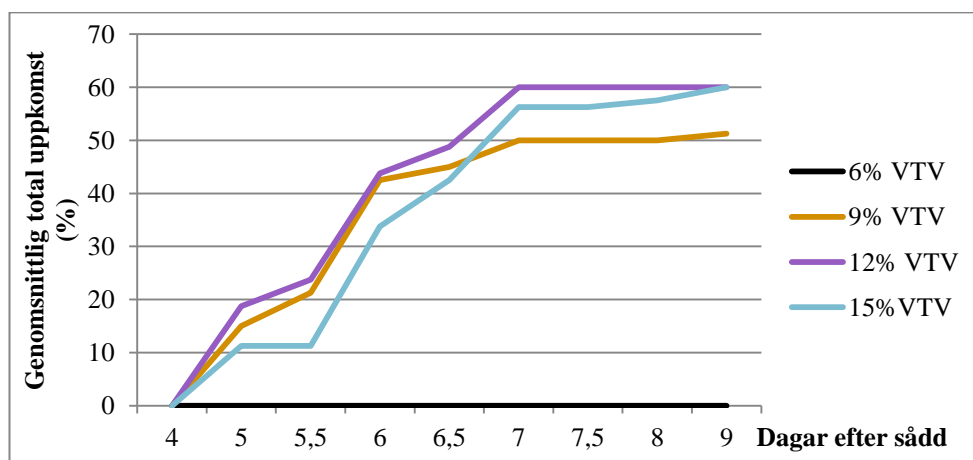
I det andra försöket hade vattenhalterna ökats till 6, 9, 12 och 15 procent växttillgängligt vatten. Enligt vattenhaltsprover som redovisas i tabell 2 låg de erhållna vattenhalterna även här nära de sökta vattenhalterna.

Tabell 2 Erhållna vattenhalter i försök 2

Sökt vattenhalt (viktsprocent växttillgängligt vatten)	Sökt vattenhalt (andel i viktsprocent)	Erhållen vattenhalt (viktsprocent) (medelvärde)
6	15,15	15,47
9	17,15	18,21
12	21,15	21,63
15	24,15	24,42

I försök 2 kom kornet upp fem dagar efter sådd. De sådda sockerbetorna kom dock aldrig upp.

Genomsnittlig uppkomstdata för kornet sått i försök 2 och de fyra olika vattenhalterna kan ses i figur 1. Variationen mellan upprepningarna var stor för prover med 9 och 12 procent växttillgängligt vatten (15 till 75 respektive 30 till 80 procents uppkomst vid försökets slut) men mindre för prover med 15 procent växttillgängligt vatten (50 till 80 procents uppkomst vid försökets slut).



Figur 1; Uppkomstdata för kornet sått i försök 2

Efter att första försöket misslyckats utan att uppvisa en endaste grodd och resulterat i 16 kruttorra såbottnar så var det givet att nästa försök skulle innehålla mer vatten. Valet föll på 6, 9, 12 och 15 procents växttillgängligt vatten vilket skulle vara dubbla mängden jämfört med tidigare. När mängden fukthållande jord dessutom dubblerades blev mängden vatten i varje form i princip fyra gånger större än i det första försöket. När dessutom ytlagret ökade (i mån av plats kvar i formen) för att hålla tillbaka avdunstningen verkade det ge de nya såbäddarna mycket bättre vattenhållande förmåga. Att anlägga såbäddar blev dock besvärligare med den högre vattenhalten. Den jord som höll 15 procent växttillgängligt vatten hade en total vattenhalt på 24,4 % vilket anses mycket högt. Jorden var svår att hantera eftersom den med ett så högt vatteninnehåll bildade en klumpliknande kompakt massa.

Kornet kom upp på kort tid och i många till antalet. Ingen sockerbeta visade någon grodd, men när såbäddarna sedan undersöktes visade det sig att några tagit upp vatten och betningen och skalet spruckit upp. Dessvärre tycktes vattnet även denna gång tagit slut innan grodden kommit ut ur fröet. Håkansson (2011) visade att höga vattenhalter i ytskiktet hade en negativ inverkan på uppkomsten i och med att de orsakade stor avdunstning och skorpbildning. I de aktuella försöken hade all jord 1,5 % vattenhalt i det täckande skiktet men det kan ha varit så att de absorberade en del av vattnet och förde det uppåt. Såbotten visade sig ha stelnat och skapat en massivstruktur som med stor sannolikhet varit omöjlig för rötter att penetrera om de inte lyckats mycket tidigt, redan under de uppskattningsvis två första dyggen.

Det bör också nämnas att kornets uppkomst för olika vattenhalter låg väldigt nära varandra i tid, även om den relativa uppkomsten i antalet skiljde sig åt. Detta kan tyda på att kornets krav på tillgängligt vatten är betydligt lägre än de krav som ställs av sockerbetar på jordens vattenhållande förmåga. Efter det andra försöket drogs slutsatsen att det var rätt val att höja vattenhalten, men den var antingen fortfarande för låg för sockerbetsfröna eller så var avdunstningen för hög. En misstanke var att det övre lagret skulle vara för fint och på så vis absorbera vatten från såbottens övre skikt. Efter försök av Håkansson (2011) fanns dock resultat som tydde på att aggregat mellan två och fem millimeter i diameter gav det bästa avdunstningsskyddet. Eftersom den jord som användes skiktats med ett 4 mm såll och resterande jord sedan malts ned till mindre än 2 mm stora aggregat och därmed föll väl inom beskrivet intervall uteslöts den misstanken senare.

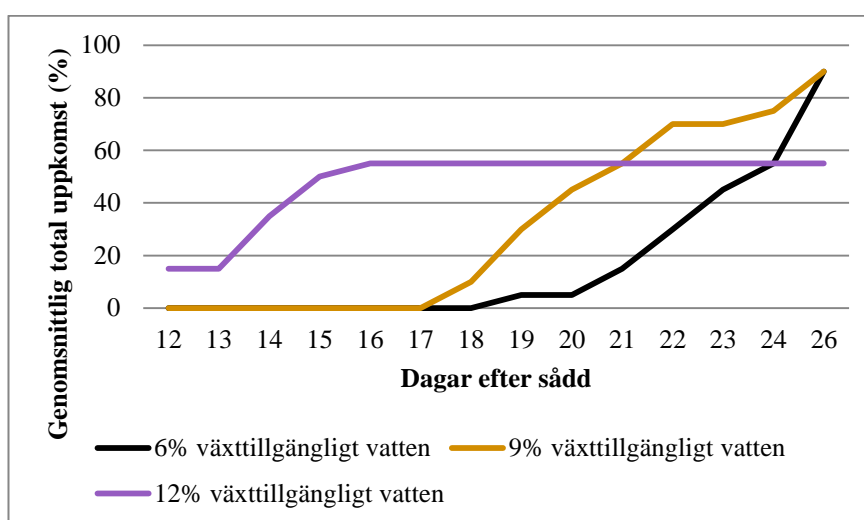
### Försök 3

I det tredje försöket som gjordes i cylindrar för tre vattenhalter gjordes flera stickprov. De erhållna värdena från proverna redovisas i tabell 3 och ligger nära de sökta värdena.

Tabell 3 Erhållna vattenhalter i försök 3

Sökt vattenhalt (viktsprocent växttillgängligt vatten)	Sökt vattenhalt (viktsprocent)	Erhållen vattenhalt (viktsprocent)
6	15,15	16,4
9	18,15	18,35
12	21,15	21,26

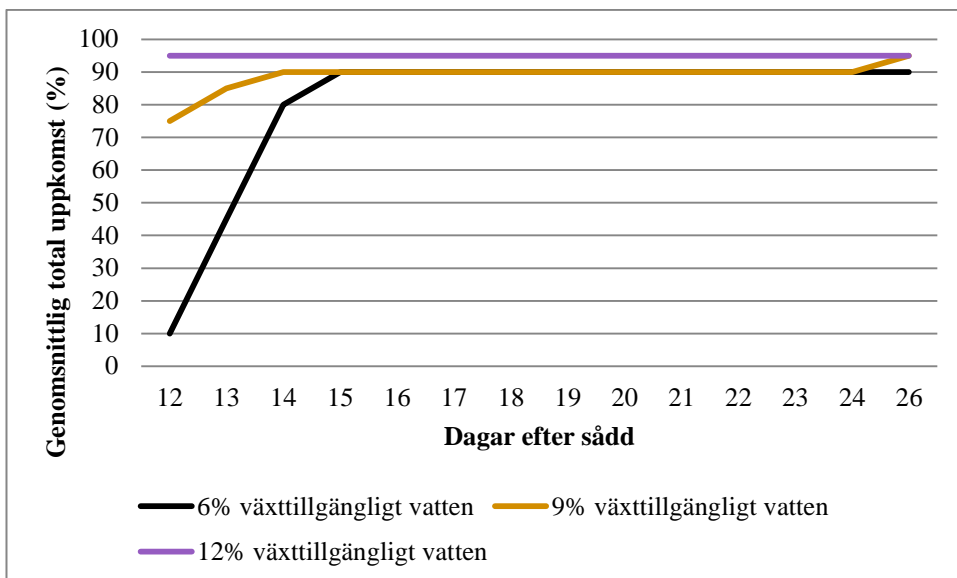
Ovanstående siffror baseras på ett genomsnitt av tre prover på respektive vattenhalt. Uppkomsten dokumenterades med start 12 dagar efter sådd. De första sockerbeterna kom upp uppskattningsvis 11 dagar efter sådd i jorden med 12 procent växttillgängligt vatten, vilket var en dag då de inte tittades till. (Figur 2).



Figur 2: Uppkomstdata för sockerbeter i försök 3

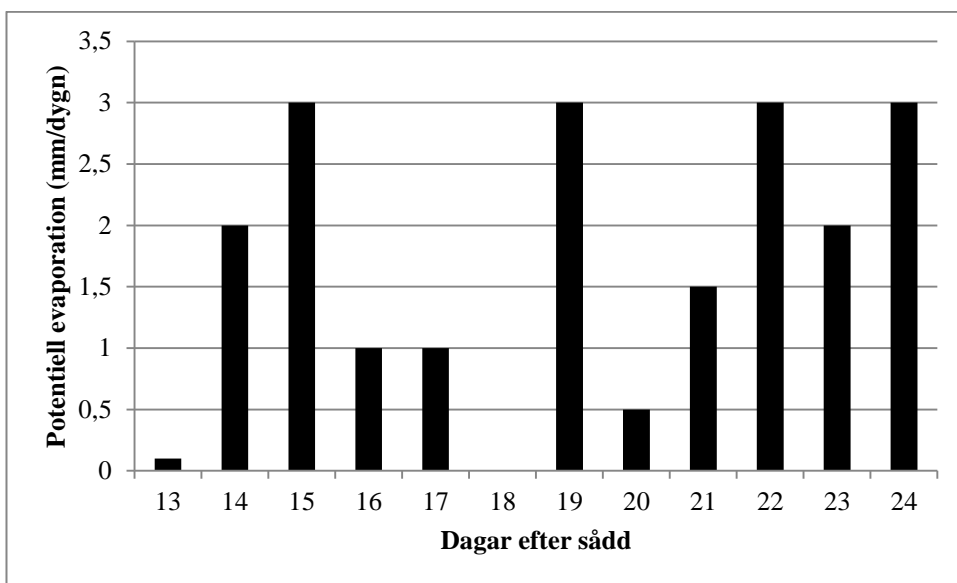
För kornet var uppkomsten både tidigare men också större procentuellt sett än för sockerbeterna. Variationen i utomhusförsöket var mycket liten för kornet med 80 till 100 procents uppkomst i alla prov. Alla groddar som skulle komma att skjuta upp genom jordytan i cylindrarna som höll 12 procent växttillgängligt vatten fanns där efter uppskattningsvis 10 dagar. För kornet med 6 och 9 procent växttillgängligt vatten tog det 15 respektive 14 dagar från sådd till dess att de nådde maximal uppkomst, se figur 3.

Variationen var initialt stor hos sockerbetsproven då de prover som höll 12 procent växttillgängligt vatten gav uppkomst fyra dagar tidigare än de andra proverna men sedan stannade av och resulterade i en genomsnittlig uppkomst på strax under 60 procent. Vid försökets avslut nådde samtliga 6 och 9 procents-prov 80 till 100 procents uppkomst och gav ett snitt på 90 procent.



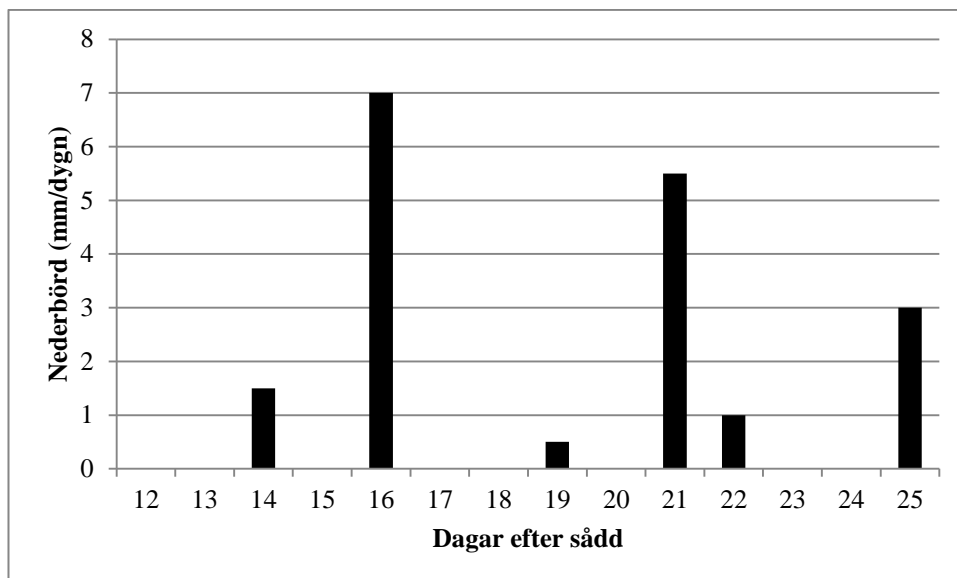
Figur 3: Uppkomst i procent för korn sått i försök 3

Under försökets gång användes en evaporimeter för att mäta den potentiella evaporationen, se figur 4.



Figur 4; Potentiell evaporation, mätt dagar efter sådd.

Klimatdata för nederbördsmängder på platsen under försökets gång hämtades i efterhand från Ultunas väderstation (Figur 5). Vid försökets slut misstänktes att det hade regnat in i några av cylindrarna.



Figur 5; Nederbördsmängder under försökets gång (Fältforsk, 2015)

När det efter det andra försökets avslutande bestämdes att ännu ett försök skulle utföras. Dessvärre hade det mesta av den tillgängliga jorden använts. De formar som använts i försök 1 och 2 hade en nackdel i och med att det vattenhållande lagret inte kunde göras djupt nog för att hålla en vattenreserv som sedan skulle kunna transporteras uppåt i profilen och till fröet. Det medförde att vattnet tog slut för tidigt, och frögroningen avstannade. Lösningen på den tidiga vattenbristen och den lilla mängden jord som fanns kvar blev att byta ut aluminiumformarna mot cylindrar. Dessa krävde mindre jord och då blev det möjligt att behålla fyra upprepningar. Att 15 procent växttillgängligt vatten inte längre fanns med berodde delvis på att det inte hade varit möjligt att placera den jorden i de cylindrar som skulle komma att användas. För att skapa en såbotten av jorden som höll 15 procent växttillgängligt vatten behövde jordmassan sönderdelas i mindre bitar. Skulle dessa sedan ha lagts i en cylinder och packas till för att försöka skapa en såbotten hade det bildats så stora makroporer att dessa med stor sannolikhet skulle ha brutit den upptransporten av vatten som eftersträvades. Dessutom är det högst osannolikt att jorden i verkligheten skulle gå att bearbeta i det skicket den befann sig i.

Nu när den skapade profilen blev djupare ökades även det tryck den utsattes för innan fröplaceringen. Efter diskussion och med råd och vägledning av handledaren packades jorden ihop för att nå en skrymdensitet av  $1,2 \text{ kg/dm}^3$ . Den ökade packningen skulle öka chansen för en god upptransport av vatten och på så vis stärka vattenförsörjningen till fröerna. På så vis hoppades vi att de skulle kunna gro och ta sig upp genom jordytan innan vattnet i såbädden som de hade möjlighet att nå hade antingen använts upp eller avdunstat.

Profilerna placerades nu utomhus med två glasfiberskivor upphöjda cirka 1 m över profilerna som ett regnskydd. Här var uppkomsten i profilerna tämligen enkel att kontrollera och de stod säkra från annan yttre påverkan då nätburen var försedd



med lås. De lämnades olyckligt nog utan översyn under en lördag och följande söndag då vi konstaterat att det inte borde kunna ske någon uppkomst så snart med tanke på den tämligen kyliga lufttemperaturen som var rådande. Under just dessa två dagar kom först kornet upp under lördagen och sannolikt sockerbetorna under söndagen, då de fortfarande var mycket späda under måndagen då detta upptäcktes.

Under tiden som uppkomsten kontrollerades misstänktes det ha regnat in i profiler-na. Det var främst den torraste profilen som var drabbad av en kombination av hård vind och kraftig nederbörd. Om man studerar nederbördsstatistiken och uppkomsten för de cylindrar som skulle hålla 6 procent växttillgängligt vatten ser man att stora mängder nederbörd föll 16 och 21 dagar efter sådd. Efter det första regnet började en svag uppkomst hos sockerbetorna att ta fart men efter regnet som föll 21 dagar efter sådd tog uppkomsten en god fart. Efter det kunde man även se att ytan var tydligt fuktigare än övriga cylindrar. Från början var egentligen inte de cylindrar med 6 procent vatten förväntade att uppvisa några groddar då jorden med samma vattenhalt inte uppvisat kornuppkomst i tidigare försök vilket alla andra såbäddar lyckades med.

När försöket sedan avslutades slogs jorden ut ur cylindrarna. Först där upptäcktes mängden vatten som tagit sig in i cylindrarna. De som ursprungligen höll 9 eller 12 procent gled jorden lätt ut ur, och de var alla kruttorra i övre halvan av profilen. Cylindrarna som höll 6 procent från början var tvärtom väldigt fuktiga och jorden inuti var svår att få ur.

Bild 2 nedan kan dock ge en uppfattning om mängden vatten som hade tillförts 6-procents cylindrar genom regnskuren.



*Bild 2 Cylindrar från olika vattenhalter efter avslutat tredje försök*

Liksom resultaten erhållna av Håkansson m.fl. (2011) visade sig 6 procent växttillgängligt vatten vara för lite för att ge tillräcklig uppkomst av korn och sockerbetor

om odlingen utfördes i grunda backar (3-4 cm såbotten) och temperaturer med medelvärden runt 20°C. När odlingsprofilens djup ökade till 7 cm och såbädden placerades utomhus i svalare temperaturer blev däremot uppkomsten god, i speciellt korn. Det berodde på minskad avdunstning och ökad volym tillgängligt vatten vilket ökade möjligheten för kärnorna att ta upp vatten och gro.

Resultaten från 4T-studien visade också att sådatumet är av stor vikt för avkastningen. Att så tidigt kan ses som en risk men sockerbetans egenskap att utnyttja korta perioder med värme talar för att det många gånger kan vara värt det. En mycket fuktig jord som plötsligt utsätts för varma temperaturer medför också stor risk för skorpbildning. Det bästa skulle i teorin alltså vara att så i ett skede när den översta centimetern i matjorden har torkat upp men fukt fortfarande finns kvar strax under. Temperaturen just vid sådd tycks alltså vara av mindre vikt, men det är önskvärt att temperaturen är tillräckligt hög tiden efter sådd.

Gällande sådd nämner Fogelfors (2001) att fröplacering i ett sexkantigt såmönster (hexagon) hade varit det bästa, för att jämna ut den intraspecifika konkurrensen om platsen på fältet och tillgängligt kväve. Fogelfors nämner också att det inte är möjligt med den teknik som fanns år 2001, men det är möjligt att det går med dagens teknik. Gårdar med radsådd har ofta avancerad GPS-utrustning monterad på traktorerna och såmaskiner kan utrustas med precisa instrument för att känna av med vilket avstånd två kärnor sås. Dessa borde vara möjliga att utnyttja för att möjliggöra förskjutna fröplacering mellan dragen för att åtminstone få till ett rombformat såmönster.

## 5 Slutsatser

Försök som det som genomfördes i detta arbete lämpar sig inte att göras inomhus. Inomhusförsök återspeglar inte de förutsättningar som normalt finns i fält och en konstant inomhustemperatur leder till en onaturligt hög avdunstning. Att göra försöken utomhus ger pålitligare resultat men kräver en viss typ av uppbyggnad. Att t.ex. ha ett tätt tak som garanterat inte släpper igenom vatten hade gjort att de resultat som erhållits varit pålitligare. Det hade varit intressant att studera ännu högre vattenhalter för att se när uppkomsten börjar vika av och bli sämre, det vill säga vilken vattenhalt som är den högsta vattenhalt som fortfarande ger maximal uppkomst. De praktiska försök som genomförts i denna studie ger en fingervisning av vart den undre gränsen för vattentillgång i såbädden finns, det vill säga 6 till 9 procent växttillgängligt vatten, men det hade varit intressant att även känna till den övre gränsen för att kunna ge en överblick inom vilket spann det är mest optimalt att så.

Det försök som genomfördes i detta kandidatarbete gav inte tillräckligt underlag för att några större slutsatser ska kunna dras. Håkansson m.fl. (2011) utförde praktiska försök där resultaten visade att vattenhalter mellan ca 9 och 12 viktsprocent

växttillgängligt vatten gav den bästa uppkomsten. Flertalet såbottnar i det praktiska försöket i detta arbete låg i det intervallet initialt, men konstant hög temperatur inomhus och grunda profiler resulterade i snabb upptorkning och skorpbildning. I en verklig situation är det däremot sannolikt att de vattenhalter faktiskt är de som ger bäst uppkomst, vilket i viss mån visades i utomhusförsöket.

## Referenser

- Berglund K, Blomquist J, Christensson B, Gerhardson B, Hellgren O, Larsson H, Rydberg T, Wildt-Persson T. 2002. Sammanfattning av projektet 4T. Stiftelsen Lantbruksforskning, Projekt 4T
- Fogelfors, H. 2001. Växtproduktion i jordbruket. LTs förlag.
- Heinonen, R. 1985. Soil management and crop water supply, 4th ed. Department of Soil Science, SLU.
- Håkansson I., von Polgár J. (1984) Experiments on the effects of seedbed characteristics on seedling emergence in a dry weather situation. Soil and Tillage Research.
- Håkansson I., Arvidsson J., Rydberg T. (2011) Effects of seedbed properties on crop emergence: 2. Effects of aggregate size, sowing depth and initial water content under dry weather conditions. Acta Agriculturae Scandinavia, Section B – 61; 469-479.
- Håkansson I., Arvidsson J., Etana A., Rydberg T., Keller T.(2013) Effects of seedbed properties on crop emergence. 6. Requirements of crops with small seeds. Acta Agriculturae Scandinavia, Section B – 63; 554-563.
- Kritz, G. 1983 Såbäddar för vårstråsäd. SLU. Fakta, Mark/Växter nr 14.
- Messing, I. 2012. Markfysikens grunder. Institutionen för mark och miljö
- Wildt-Persson T. 2002. Profilbeskrivningar i sockerbetsodlingar. Stiftelsen Lantbruksforskning, Projekt 4T.

### **Internetkällor:**

SMHI (2014)

<http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur/normaldygnet-maximitemperaturs-medelvarde-i-juni-1.4020>

Fältforsk (2015)

<http://www.slu.se/sv/fakulteter/nj/om-fakulteten/ovriga-enheter/faltforsk/vader/lantmetv/>

Jordbruksstatistisk årsbok 2014

Kap 3 – Åkerarealens användning.

<https://www.jordbruksverket.se/download/18.37e9ac46144f41921cd21be3/1403096032011/Kap+3+%C3%85kerarealens+anv%C3%A4ndning.pdf>