



# Industrihampa som odlingssubstrat vid produktion av skogsplantor

*Industrial hemp as growing media for production of  
forest tree seedlings*

**HENDRIK DÖRR**  
**JOHANNES ÅKESSON**



**Examensarbete i skogshushållning, 15 hp**

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2024:10

SLU-Skogsmästarskolan

Box 43

739 21 SKINNSKATTEBERG

Tel: 0222-349 50

# Industrihampa som odlingssubstrat vid produktion av skogsplantor

Industrial hemp as a growing media in the production of forest tree seedlings

**Hendrik Dörr**  
**Johannes Åkesson**

**Handledare:** Daniel Gräns och Elisabeth Wallin, SLU Skogsmästarskolan

**Examinator:** Eric Sundstedt, SLU Skogsmästarskolan

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** Självständigt arbete (examensarbete) med nivå och fördjupning G2E med möjlighet att erhålla kandidat- och yrkesexamen

**Kurstitel:** Kandidatarbete i Skogshushållning  
**Kursansvarig institution:** Skogsmästarskolan  
**Kurskod:** EX0938  
**Program/utbildning:** Skogsmästarprogrammet

**Utgivningsort:** Skinnskatteberg

**Utgivningsår:** 2024

**Omslagsbild:** Odlingsförsök i Skogsmästarskolans försöksväxthus. Foto: Johannes Åkesson

**Elektronisk publicering:** <https://stud.epsilon.slu.se>

**Serietitel:** Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

**Delnummer i serien:** 2024:10

**Nyckelord:** Täckrotsplantor, höjdtillväxt, rot/skottkvot



Sveriges lantbruksuniversitet  
Skogsvetenskapliga fakulteten  
Skogsmästarskolan

## Sammanfattning

Varje år levereras över 400 miljoner skogsplantor till det svenska skogsbruket. Antalet levererade skogsplantor har succesivt ökat under de senaste decennierna, vilket även medför ett ökat behov av odlingssubstrat. Torvens fördelaktiga egenskaper har gjort att den i stor utsträckning används vid produktion av täckrotsplantor. Dess vattenhållande förmåga, porighet och höga katjonskapacitet är exempel på några av de egenskaper som gör torv så fördelaktigt som odlingssubstrat.

Den stora användningen av torv har på senare tid ifrågasatts på grund av den påverkan torvskörd har på frigörandet av växthusgaser. Torvmarker utgör en kolsänka som både lagrar och tar upp ytterligare kol från atmosfären. För att minska nettoutsläpp av växthusgaser till följd av torvskörd är det därför önskvärt att hitta ett substitut till torv, för att helt eller delvis ersätta den.

Syftet med denna studie var att undersöka möjligheterna att använda industrihampa som odlingssubstrat. Dessutom studerades eventuella skillnader i tillväxt för trädslagen björk, gran och tall vid odling i industrihampa eller i en blandning av industrihampa och torv.

Odlingsförsök genomfördes både på SLU Skogsmästarskolan och på Stakhedens plantskola i samarbete med Svenska Skogsplantor. För försöket på Skogsmästarskolan samlades data in gällande plantornas höjdtillväxt, pressvattnets ledningstal och pH-värde. Vid slutet av odlingsperioden analyserades även balansen mellan rot- och skotttillväxt. Utvärdering av höjdtillväxt genomfördes även för odlingsförsöket på Stakhedens plantskola. Hypotesen var att odling i industrihampa eller en blandning bestående av 50 procent industrihampa och 50 procent torv skulle ge en bättre höjdtillväxt än vid odling i torv.

Odlingsförsöken visar att det är möjligt att delvis använda hampa som substitut till torv, dock med en sämre tillväxt som följd. Av rot-skottkvoten kan urskiljas att rot-skottkvoten var högre för plantor odlade i industrihampa jämfört med torv. Det tyder på att biomassan av rötterna utgör en större andel av plantan. Rot-skottkvoten för tall odlad i industrihampa var 51 procent, för tall odlad i 50 procent industrihampa och 50 procent torv var rot-skottkvoten 44 procent och i torv 28 procent.

Slutsatser från detta odlingsförsök är att tall hade bäst höjdtutveckling vid odling i industrihampa vid jämförelse med björk och gran. Efter 75 dagars odlingstid var tall odlad i industrihampa 21 mm och i torv 50 mm. Gran odlad i industrihampa var 14 mm och i torv 46 mm. Björk odlad i industrihampa var tio mm och i torv 208 mm. Resultaten pekade tydligt på att industrihampa i den form som användes inte var optimal för odling av skogsplantor, speciellt inte för björk. För framtida odlingsförsök med industrihampa rekommenderas ett mer finmalt substrat.

*Nyckelord:* Täckrotsplantor, höjdtillväxt, rot/skottkvot

## Abstract

More than 400 million forest tree seedlings are delivered to Swedish forestry annually. Because of further increases in seedling production over recent decades, there has also been an increase in demand for growing media. Favorable properties of peat such as good water-holding capacity, porosity and high cation capacity makes it beneficial as a growing medium for forest tree seedlings.

The widespread use of peat has recently been questioned due to the potential negative impact of peat harvesting on the release of greenhouse gases. Peatlands serve as a carbon sink that stores and absorbs additional carbon from the atmosphere. To reduce net greenhouse gas emissions from peat harvesting, it is therefore desirable to find a substitute for peat, to partially or fully replace it.

The aim of this study was to investigate the suitability of using industrial hemp as a growing medium. Possible differences between tree species in terms of growth were also explored by comparing birch, spruce and pine grown in industrial hemp or in a mixture of industrial hemp and peat.

Two cultivation trials were conducted, one at SLU Skogsmästarskolan in Skinnskatteberg and one at Stakhedens forest tree seedling nursery operated by Svenska Skogsplantor. Data on plant height growth, press water conductivity and pH were collected during the trial at Skogsmästarskolan. At the end of the growing period, the root/shoot ratio of the plants is determined to give a picture of the seedlings' balance between root and shoot growth. Collection of height growth data was carried out for the trial at Stakhedens nursery. The hypothesis was that cultivation in industrial hemp or in a mixture of 50 percent industrial hemp and 50 percent peat would give better results in terms of growth when compared to the control seedlings grown in peat.

The cultivation trials show that it is possible to partially use hemp as a substrate for peat, but with a lower growth rate as a result. The results show that the root-shoot ratio was higher for plants grown in industrial hemp compared to peat. This indicates that the biomass of the roots constitutes a larger proportion of the plant. The root-shoot ratio for pine grown in industrial hemp was 51 percent, for pine grown in 50 percent industrial hemp and 50 percent peat the root-shoot ratio was 44 percent and in peat 28 percent.

Conclusions from this cultivation trial are that pine had the best height development when grown in industrial hemp compared to birch and spruce. After 75 days of cultivation, pine grown in industrial hemp was 21 mm and in peat 50 mm. Spruce grown in industrial hemp was 14 mm and in peat 46 mm. Birch grown in industrial hemp was 10 mm and in peat 208 mm. The results clearly indicated that industrial hemp in the form used was not optimal for growing forest plants, especially birch. A more finely ground substrate is recommended for future cultivation trials with industrial hemp.

*Keywords:* Containerized seedlings, height growth, root/shoot ratio

## Förord

Efter ett sommarjobb 2021 på Stora Ensos skogsplantkola i Sör Amsberg började tankar kring ett examensarbete att gro. På plantskolan i Sör Amsberg användes torv vid odling av täckrotsplantor. Men är torv verkligen det bästa odlingssubstratet att odla i? Och är det miljövänligt att använda torv? Dessa frågor var början på det som växte fram och slutligen blev detta examensarbete.

Vi vill börja med att tacka våra handledare Daniel Gräns och Elisabeth Wallin för all hjälp och rådgivning under arbetets gång. Tack även till Oskar Skogström och Svenska Skogsplantor (Sveaskog) som varit med och sponsrat med hampa till odlingsförsöket. Svenska skogsplantor ställde även upp och lät oss ha ett av våra odlingsförsök på Stakhedens plantskola. Ett stort tack till odlaren Elinor Risberg på Stakhedens plantskola för värdefull information och för att du tog god hand om våra plantor. Tack även till Anders Håkansson från Scanpeat som försett oss med torv. Slutligen så vill vi tacka Hampvaruhuset för en trevlig föreläsning om industrihampans användningsområden.

*Johannes Åkesson*  
*Hendrik Dörr*

Skinnskatteberg juni 2024

# Innehåll

<b>1. INLEDNING</b>	<b>1</b>
<b>1.1 ODLINGSSUBSTRAT</b>	<b>1</b>
<b>1.2 TORV SOM ODLINGSSUBSTRAT</b>	<b>1</b>
<b>1.3 ALTERNATIVA ODLINGSSUBSTRAT</b>	<b>2</b>
<b>1.4 INDUSTRIHAMPA</b>	<b>3</b>
<b>1.5 SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR</b>	<b>4</b>
<b>2. MATERIAL OCH METODER</b>	<b>5</b>
<b>2.1 INLEDANDE TESTODLING</b>	<b>5</b>
<b>2.2 ODLINGSFÖRSÖK VID SKOGSMÄSTARSKOLAN</b>	<b>6</b>
2.2.1 SUBSTRAT	6
2.2.2 TORV (GRUNDKALKAD)	7
2.2.3 INDUSTRIHAMPA	7
2.2.4 BLANDNING AV INDUSTRIHAMPA OCH TORV	7
2.2.5 PLANTKASSETTER	7
2.2.6 FRÖSÅDD	8
2.2.7 GRONING OCH INLEDANDE ODLING	9
2.2.8 ODLINGSVECKA TRE TILL ÅTTA	9
2.2.9 GÖDSLING OCH BEVATTNING	9
2.2.10 OHYRA/ SJUKDOMAR	10
2.2.11 ODLING I VÄXTHUS	10
<b>2.3 FÖRSÖKSODLING PÅ STAKHEDENS PLANTSKOLA</b>	<b>10</b>
<b>2.4 DATAINSAMLING</b>	<b>12</b>
2.4.1 INDUSTRIHAMPANS FUKTHALT OCH TORRHALT	12
2.4.2 GRONINGSANALYS	12
2.4.3 INDUSTRIHAMPANS VATTENHÅLLANDE FÖRMÅGA	12
2.4.4 INDUSTRIHAMPANS RÅVIKT OCH TORRVIKT	12
2.4.5 HÖJDTILLVÄXT	12
2.4.6 SUBSTRATENS PH-VÄRDE OCH LEDNINGSTAL	13
2.4.7 PLANTMORTALITET	13
2.4.8 ROT/SKOTT- KVOT	13
2.4.9 HYPOTESPRÖVNING	13
<b>2.5 DATAINSAMLING STAKHEDENS PLANTSKOLA</b>	<b>14</b>
2.5.1 HÖJDTILLVÄXT	14
2.5.2 HYPOTESPRÖVNING	14
<b>3. RESULTAT</b>	<b>14</b>
<b>3.1 INDUSTRIHAMPANS VATTENHÅLLANDE FÖRMÅGA</b>	<b>14</b>
<b>3.2 INDUSTRIHAMPANS RÅVIKT OCH TORRVIKT</b>	<b>14</b>
<b>3.3 PLANTMORTALITET</b>	<b>14</b>
<b>3.4 GRONINGSANALYS</b>	<b>15</b>
<b>3.5 HÖJDTILLVÄXT</b>	<b>16</b>
<b>3.6 LEDNINGSTAL OCH PH-VÄRDE</b>	<b>18</b>

<b>3.7 ROT/SKOTTKVOTEN</b>	<b>19</b>
<b>3.8 HYPOTESPRÖVNING</b>	<b>23</b>
<b>3.9 RESULTAT FRÅN ODLINGSFÖRSÖK PÅ STAKHEDENS PLANTSKOLA</b>	<b>23</b>
<b>4. DISKUSSION</b>	<b>25</b>
<hr/>	
<b>4.1 FELKÄLLOR</b>	<b>27</b>
<b>4.2 SLUTSATS</b>	<b>27</b>
<b>REFERENSER</b>	<b>29</b>
<hr/>	
<b>BILAGA 1</b>	<b>32</b>
<b>BILAGA 2</b>	<b>33</b>
<b>BILAGA 3</b>	<b>34</b>
<b>BILAGA 4</b>	<b>35</b>
<b>BILAGA 5</b>	<b>36</b>
<b>BILAGA 6</b>	<b>37</b>
<b>BILAGA 7</b>	<b>38</b>
<b>BILAGA 8</b>	<b>39</b>
<b>BILAGA 9</b>	<b>40</b>
<b>BILAGA 10</b>	<b>41</b>





# 1. Inledning

Idag levereras årligen mer än 400 miljoner skogsplantor i Sverige enligt Skogsstyrelsens (2023) officiella statistik. Täckrotsplantor som odlas i behållare dominerar med 90 procent av de levererade skogsplantorna. Hybridplantor som är en kombination av täckrots- och barrotsplantor utgör tillsammans med barrotsplantor totalt endast cirka tio procent. Antalet levererade skogsplantor har succesivt ökat under de senaste decennierna. År 1998 levererades cirka 340 miljoner skogsplantor i Sverige och år 2023 hade antalet stigit till 431 miljoner (Skogsstyrelsen 2023). Denna ökning av antalet plantor medför också ett ökat behov av odlingssubstrat.

## 1.1 Odlingssubstrat

Odlingssubstratets egenskaper är avgörande vid produktion av skogsplantor (Eriksson 1996). Några av de viktigaste egenskaperna att beakta vid val av substrat är att det ska:

- Vara miljövänligt
- Komma från en förnyelsebar källa
- Vara ofarligt för användaren
- Ge rötterna god tillgång till näring, vatten och syre
- Ha en bra struktur som håller sig under hela odlingstiden
- Vara billigt
- Vara fritt från skadegörare, ogräsfrön, sjukdomar och miljöfarliga kemikalier
- Vara formstabil så att det tål att hanteras utan att det förändras

## 1.2 Torv som odlingssubstrat

De fördelaktiga odlingsegenskaperna hos torv har lett till att torv idag används i stor utsträckning vid produktion av täckrotsplantor. Torv innehåller många små porer, vilket möjliggör en god vattenhållande förmåga (Wennström et al. 2016). Dess höga katjonskapacitet gör att torv går lätt att gödsla upp. Ofta används torv utan att blanda i något annat än kalk för att få en tillräckligt hög pH-nivå (Wennström et al. 2016). Trots dessa goda egenskaper finns det även nackdelar med att använda torv, t.ex. att substratet innehåller många små porer kan innebära en risk för övervattning (Wennström et al. 2016). Upprepad uttorkning kan även medföra att den vattenhållande förmågan minskar och att substratet blir vattenavvisande (Wennström et al. 2016).

Torv är ett material som bildats under lång tid av växtmaterial, främst mossa i olika nedbrytningsstadier. Vitmossan (*Sphagnopsida*) är den mossa som har de bästa egenskaperna för ett bra odlingssubstrat (Wennström et al. 2016). Att torv används i så stor utsträckning i Norden är just för att det finns så gott om vitmossa

i ländernas torvmarker. Av Sveriges landareal är 15 procent klassat som torvmark (SGU 2021).

Enligt Statistikmyndighetens (SCB 2021) uppskattningar används cirka 1,9 miljoner kubikmeter torv årligen för odlingsändamål inom Sverige och den totala mängden torv som skördas årligen motsvarar 3–3,5 miljoner kubikmeter (Svensk Torv 2019). I hela världen beräknas den årliga torvmängden som används vid trädgårdsodling vara 40 miljoner kubikmeter (Kuisma et al. 2014). Den stora användningen av torv har på senare tid ifrågasatts allt mer på grund av den påverkan som torvskörd har på frigörandet av bundna växthusgaser. Torvskörd kan även förstöra ömtåliga våtmarker och bidra till en förlust av kolbindningskapacitet. Torv utgör en kolsänka som både lagrar och tar upp ytterligare koldioxid från atmosfären (Naturvårdsverket 2021). Idag står utsläppen från dikade torvmarker i Sverige för cirka en femtedel av landets totala växthusgasutsläpp. Förutom att torvmarker dikats inför torvskörd har man även historiskt dikat för att öka produktionen på skogs- och jordbruksmarker (Naturvårdsverket 2021). För att minska nettoutsläpp av växthusgaser till följd av torvskörd är det därför önskvärt att hitta substitut till torv (Naturvårdsverket 2021).

Klimatförändringar påverkar ekosystem över hela världen. Naturen behöver skyddas för att säkerställa en variationsrik natur med stor biodiversitet. Genom att skydda naturen så ser man även till att bevara viktiga ekosystemtjänster såsom rent vatten och rening av luft (Naturvårdsverket 2023). Stora projekt för att restaurera ekosystem har inletts. Ett exempel är EU:s lag om restaurering av natur, där målet är att till 2030 ha återhämtningsåtgärder som täcker minst 20 procent av dess land- och vattenyta (Europeiska unionens råd 2023). Denna lag röstades igenom den 27:e Februari 2024 av EU-parlamentet. Det som återstår våren/sommaren 2024 är att lagen måste antas av ministerrådet innan den blir gällande (EU-parlamentet 2024). De potentiella klimatåtgärder som skulle komma från denna lag kommer att påverka efterfrågan på skogsplantor och därmed även ha betydelse när det gäller odlingssubstratet som dessa odlas i och enligt Mariotti et al. (2023) kommer efterfrågan att öka.

### 1.3 Alternativa odlingssubstrat

Även om det vanligaste alternativa odlingssubstratet är blandningar med torv så har även andra material helt utan torv testats. Vissa av dessa material är självbärande, vilket har den fördelen att det minskar risken för rotdeformation (Eriksson 1996). Ett exempel på ett sådant material som testats är stenull (Eriksson 1996). Stenullen består av sammansmälta fibrer av bergarten diabas. Nackdelen är dess dåliga vattenhållande förmåga samt brist på näringsämnen. Omfattande vattning och gödsling krävs därför för att få plantorna att trivas. Ett annat sätt att skapa ett självbärande material är att tillsätta substratsammanhållande medel i torven, som till exempel lim, tjära och gummi. Resultaten har varit varierande (Wennström et al. 2016). Den tyska tillverkaren Floragard har på senare tid utvecklat ett alternativt odlingssubstrat som använder tillsats av lim, FloraEco-Glue, vilket ger ett stabilt och elastiskt substrat som kombinerar torv med flera olika substrat som träfibrer och kompost (Floragard 2024).

Andra organiska material som testats som substitut till torv är sågspån (Mattsson 1996, Bodell & Vestlund 2023) samt bark, rötslam och kokosfibrer (Mariotti et al. 2023). Inom trädgårdsnäringen förekommer det även att man odlar i industrihampa (Hagbard 2022).

## 1.4 Industrihampa

Industrihampa är en förädlad *Cannabis sativa* som innehåller en mindre mängd THC än traditionella sorter (<0,3 procent). THC står för tetrahydrocannabinol och är den dominerande psykoaktiva komponenten som finns i cannabis (Franck & Nylander 2022). På 1990-talet arbetade forskare genom växtförädling fram hampa som en industrigröda. Målet var att få fram en planta med ett högt innehåll av fibrer och cellulosa. Då dessa är framtagna för industriella ändamål kallas de för industrihampa. Det är medlemsländerna i EU som gemensamt bestämmer vilka industrihampasorter som årligen ska godkännas (Skoglund 2016). År 2024 är det totalt 109 olika sorter industrihampa som blivit godkända att odla enligt EU (Jordbruksverket 2024).

År 2003 kom ett lagstadgat beslut i Sverige om tillåten industriodling. Det som krävs för att odla industrihampa är dels att odla en av EU godkänd sort, dels att söka gårdsstöd för odling för att inte bryta mot rådande narkotikalagstiftning. Ansökan om att odla industrihampa görs genom Jordbruksverket. All odling som ej sökts stöd för betraktas som narkotikaproduktion. Ett generellt krav för att få gårdsstöd är att odlingsarealen består av minst fyra hektar jordbruksmark (Jordbruksverket 2024). I Sverige är Finola (*Cannabis sativa L*) den vanligaste industrihampan som odlas, en hampa som utvecklats speciellt för det nordiska klimatet (Livsmedel i fokus 2023). Det är även den första industrihampan som godkändes av EU för livsmedelsproduktion. Att hampa klarar av att växa i alla växtzoner i Sverige är ur miljösynpunkt fördelaktigt, då man skulle slippa att enbart behöva importera den för att använda som odlingssubstrat (Mossberg & Stenberg 2018). En hektar hampa kan absorbera tjugo ton koldioxid från atmosfären, vilket är nästan fem gånger mer än om man odlar skog på samma areal. Hampan skulle på så sätt bli en effektiv kolsänka vilket ytterligare skulle öka klimatnyttan med att använda hampan som odlingssubstrat.

Enligt Dresbøll & Magid (2006) har industrihampa bra strukturella egenskaper som lämpar sig väl som odlingssubstrat. Vidare kommer de fram till att de fysiska egenskaperna från halm av industrihampa är positiva för substratets vattenhållande förmåga och kapillaritet. Industrihampan pH-värde ligger på 5,8 +/- 0,3 (Terrafibre 2024). Då barrplantor trivs i lite surare jordar med en preferens runt 5–6 i pH (Wennström et al. 2016) skulle det till skillnad mot torv betyda att man slapp använda kalk för att uppnå rätt pH-värde. Industrihampa kan även ha en hög vattenupptagningskapacitet och goda isoleringsegenskaper, vilket skapar en varm och fuktig gröningsmiljö för plantan (Terrafibre 2024). Enligt Nerlich et al. (2022) så bör dock industrihampan användas som odlingssubstrat enbart under en kortare period då den snabba mineraliseringen hos industrihampa kan vara ofördelaktig för rotförankringen och därmed bidra till en sämre stabilitet på plantorna. Vidare drar Nerlich et al. (2022) slutsatsen att en ökad tillförsel av kväve är nödvändig eftersom mineraliseringen av industrihampa frigör en större

mängd kväve i mikrobiell biomassa, vilket gör den otillgänglig för plantorna. Ur hållbarhetssynpunkt är denna ökade efterfrågan på mineralkväve ogynnsam.

## 1.5 Syfte och frågeställningar

Syftet med examensarbetet var att undersöka om industrihampa helt eller delvis skulle kunna fungera som ett substitut till torv vid odling av skogsplantor. De trädslag som testodlades var gran (*Picea abies*), tall (*Pinus sylvestris*) och björk (*Betula pendula*).

Våra frågeställningar var:

- Hur skiljer sig plantornas tillväxt vid odling i industrihampa eller i en blandning av industrihampa och torv jämfört med odling i torv?
- Vilka av trädslagen björk, gran och tall växer bäst i industrihampa eller i en blandning av industrihampa och torv?
- Skiljer sig höjdtillväxten mellan odlingsförsöket som genomfördes på Skogsmästarskolan mot odlingsförsöket på Stakhedens plantskola?
- Har ett mer finmalt substrat av industrihampa bättre odlingsegenskaper än ett grovmalet substrat?

## 2. Material och metoder

### 2.1 Inledande testodling

Innan påbörjandet av det stora odlingsförsöket på Skogsmästarskolan genomfördes en testodling i mindre skala i två odlingskassetter. Syftet med testodlingen var att få en första indikation på vilket av de tillgängliga substraten baserade på industrihampa som skulle lämpa sig bäst att odla i. Då det inte fanns tidigare studier gjorda på skogsplantor odlade i industrihampa att utgå ifrån, blev denna testodling ett första steg i att bestämma lämpligheten av industrihampa som ett odlingssubstrat. Totalt testades sju olika substratvarianter av industrihampa (Figur 1) samt även sådd i konventionell odlingstorv som jämförelse.

1. Lösullsisolering
2. Lösullsisolering grovhackad
3. Hampaisolering lagd lodrätt i kasset
4. Hampaisolering lagd vågrätt i kasset
5. Hampaisolering grovhackad
6. 50 procent torv och 50 procent industrihampa (lösullsisolering)
7. 50 procent torv och hampa (hampaisolering)
8. 100 procent torv



**Figur 1.** Substrat som ingick i den inledande testodlingen. Från vänster till höger; Industrihampaisolering lagd vågrätt i kasset, lösullsisolering grovhackad, lösullsisolering, industrihampaisolering grovhackad, industrihampaisolering lagd lodrätt i kasset.

**Lösullsisoleringen** bestod till 95 procent av fibrer från industrihampans yttre stjälk och 5 procent av industrihampans inre stjälk (stamved).

**Industrihampaisoleringen** bestod av 88 procent hampafibrer, 9 procent stödfibrer av PLA (majsstärkelse) och 3 procent soda (natriumkarbonat).



**Figur 2.** Uppskuren stam från industrihampa med synliga fibrer i de yttre delarna.

För att sönderdela industrihampan användes en sax och en matberedare. Metoden visade sig vara inoptimal. Industrihampan var väldigt fiberrik (Figur 2) vilket medförde att den gärna snurrade fast i matberedaren. Inför de större odlingsförsöken införskaffades därför en kompost-rivare för att sönderdela industrihampan. Efter sönderdelningen av industrihampan med sax och matberedare för försöksled 2 och 5, blötlades substratet och placerades i en odlingskassett. Industrihampaisoleringen i försöksled 3 och 4 delades med sax i mindre bitar och placerades lodrätt respektive vågrätt i odlingskassetten, varefter de blötlades. Försöksled 6 och 7 utgjordes av en blandning med 50 procent industrihampa och 50 procent torv baserat på volym. Den ena med sönderdelad lösullsisolering och den andra med sönderdelad industrihampaisolering.

Därefter skapades ett groningshål med hjälp av en penna i substratet för varje behållare i odlingskassetten. För att snabbt få resultat med indikationer på vilket av de olika industrihampasubstraten som lämpade sig bäst att odla i, innan det större odlingsförsöket inleddes, såddes björkfrö i kassetterna.

## 2.2 Odlingsförsök vid Skogsmästarskolan

### 2.2.1 Substrat

Vid det efterföljande stora odlingsförsöket som startades på Skogsmästarskolan användes torv från företaget Scanpeat och industrihampa från Hampvaruhuset (2024). Se Figur 3. Torven var av typen blocktorv med en blandning av fraktion 3–10 mm. Industrihampan bestod av lösullsisolering, ett material som till 95 procent bestod av fibrer från industrihampans yttre stjälk och 5 procent av industrihampans inre stjälk (stamved). Totalt användes tre olika substrat i experimentet:

1. 100 procent torv
2. 100 procent industrihampa
3. 50 procent grundkalkad torv och 50 procent industrihampa



**Figur 3.** Från vänster till höger; 50/50-blandning av industrihampa och torv, lösullsisolering innan sönderdelning.

### 2.2.2 Torv (grundkalkad)

I ett första steg grundkalkades torven med 1,7 gram lithokalk per liter torv enligt rekommendationer från företaget Scanpeat. För att genomföra detta användes en betongblandare. Totalt användes 30 liter torv. Torv blandades först utan att tillsätta vatten tillsammans med kalken. Därefter tillsattes vatten och blandaren kördes i ytterligare fem minuter innan torven tömdes ner i en plastbalja. Sedan blötlades torven ytterligare och fick dra åt sig vatten över natten. Slutligen blandades substratet ytterligare en gång i betongblandaren innan odlingskassetterna fylldes.

### 2.2.3 Industrihampa

För att sönderdela industrihampa till mindre dimensioner användes en kompostkvarn. Hampfibrerna maldes två gånger med ambitionen att de skulle få en längd på 50–150 mm. Totalt 30 liter industrihampa blötlades sedan över natten i en plastbalja innan det var dags att fylla odlingskassetterna.

### 2.2.4 Blandning av industrihampa och torv

Substratet som skulle bestå av en 50/50 blandning mellan industrihampa och torv skapades genom att blanda en lika stor volym industrihampa som torv i betongblandaren. Totalt 15 liter torv och 15 liter industrihampa användes till detta. Under blandningsprocessen tillsattes vatten för att industrihampan lättare skulle kunna blandas med torven. När substratet var färdigblandat blöttes det upp och förvarades i en balja fram till att det var dags att fylla odlingskassetter dagen därpå (Figur 3).

### 2.2.5 Plantkassetter

Innan substratblandningarna fylldes i odlingskassetterna blandades substraten i betongblandaren ytterligare en gång. När substraten var noggrant blandade överfördes de till odlingskassetter med en volym på 50 ml per behållare. Dessa kassetter, modifierade för experimentella ändamål, hade sågats till från större kassetter för att rymma 25 krukor med plantorna arrangerade i en 5x5-matris. Fyra sådana 25-plantors kassetter användes per försöksled, vilket innebar 100 plantor per försöksled. Kassetterna fylldes sedan med någon av de tre

substratblandningarna: 100 procent industrihampa, 100 procent torv och en blandning av 50 procent torv och 50 procent industrihampa baserat på volym.

### 2.2.6 Frösådd

Änden på en penna användes för att skapa ett groningshål i substraten i varje odlingskasset. För alla tre trädslag, gran, tall och björk som ingick i studien, användes tvåkornssådd, där två frön placerades i varje behållare. Totalt såddes nio försöksled med 100 behållare i varje, totalt 900 krukor. Varje försöksled märktes enligt följande:



**Figur 4.** Odlingskåp med nysådda odlingskassetter med försöksled 1–9 med fyra kassetter (upprepningar) per försöksled.

**Försöksled 1:** Gran i 100 procent industrihampa

**Försöksled 2:** Gran i 100 procent torv

**Försöksled 3:** Gran i 50 procent industrihampa och 50 procent torv

**Försöksled 4:** Tall i 100 procent industrihampa

**Försöksled 5:** Tall i 100 procent torv

**Försöksled 6:** Tall i 50 procent industrihampa och 50 procent torv

**Försöksled 7:** Björk i 100 procent industrihampa

**Försöksled 8:** Björk i 100 procent torv

**Försöksled 9:** Björk i 50 procent industrihampa och 50 procent torv

De frön som användes till odlingsförsöket var från följande proveniensers:

**Tall:** Fp 610 Hade

**Gran:** 444 Österfärnebo

**Björk:** SV 413 Hausjärvi



### 2.2.7 Groning och inledande odling

Odlingskassetterna placerades i ett odlingssskåp (Figur 4). Där ställdes temperaturen in på +20 grader Celsius. Den relativa luftfuktigheten sattes till 80 procent. Kassetterna vattnades regelbundet (varannan till var tredje dag) med en blomspruta för att se till att substraten höll rätt fuktighet. Varje vecka flyttades kassetterna om enligt ett rotationsschema (bilaga 1) för att skapa så jämna odlingsförhållanden som möjligt.

### 2.2.8 Odlingsvecka tre till åtta

Efter två veckors odling ansågs miljön i odlingssskåpet inte längre lämplig. Trots manuell bevattning varannan dag och en relativ luftfuktighet på 80 procent i skåpet blev odlingssubstraten för torra. Även ljuset var otillräckligt för den fortsatta odlingen. Ljuset mättes med en spektrometer (Ocean Optics Inc-Jaz) till 80 mikromol PAR (PAR = photosynthetic active radiation). Detta räckte inte för att åstadkomma fortsatt bra tillväxt för plantorna. Kassetterna flyttades därför ut till ett tillfälligt konverterat s.k. RGC-bad (RGC = Root Growth Capacity). RGC-badet hade modifierats med två metallplattformar med ca 5 cm höga kanter. Detta möjliggjorde att vatten kunde hållas kvar i botten på kassetterna efter bevattning. RGC-badets metallplattformar hade även ett avlopp cirka en cm ovanför botten så att överskottsvatten kunde rinna ut, för att inte plantorna skulle dränkas. I botten lades bevattningsduk under kassetterna, med förmåga att suga upp och bibehålla vätska. RGC-badet var utrustat med två stora LED-armaturer av märket Valoya med möjlighet att justera ljusintensiteten. Plantorna fick 24 timmars vila innan belysningen startades, för att de inte skulle få en chock. Vid samma tillfälle justerades ljuset i de LED-armaturer som fanns monterade i RGC-badet och ljusstyrkan var cirka 150 mikromol PAR (dubbelt jämfört med ljusstyrkan i odlingssskåpet). Ljusintensiteten ökade gradvis under efterföljande veckor till cirka 350 mikromol. LED-armaturerna utrustades med timers så att plantorna fick 18 timmar ljus och 6 timmar natt per dygn.

I samband med att kassetterna flyttades ut ur odlingssskåpet genomfördes en groningsanalys. Då tvåkornssådd använts vid sådden kunde plantor där två frön grott användas och planteras i de behållare där det ej växte något. Därefter sorterades alla dubbla plantor bort.

### 2.2.9 Gödsling och bevattning

Efter att kassetterna placerades i RGC-badet bevattnades odlingen dagligen för att bibehålla substratets fuktighet och minska risken för uttorkning. För att gödsla plantorna användes gödselmedlet Wallco. Innan utspädning innehöll det per liter:

- 100 g Kväve (N)
- 13 g Fosfor (P)
- 65 g Kalium (K)
- 9 g Svavel (S)
- 0,3 g Järn (Fe)
- 0,1 g Mangan (Mn)
- 0,06 g Koppar (Cu)
- 0,14 g Zink (Zn)
- 0,11 g Bor (B)
- 0,007 g Molybden (Mo)

Efter två veckors odlingstid gödslades samtliga björkplantor med motsvarande 1,5 gram kväve per kvadratmeter odlingsyta. Gödslade plantor spolades av med vatten efter 30 minuters väntan. Detta för att förhindra att gödseln brände plantorna. Här var det viktigt att inte vattna för mycket efter gödningen för att förhindra urlakning av den tillförda näringen. Denna procedur utfördes en gång i veckan under en tvåveckorsperiod.

Därefter startades gödningen av alla plantor med motsvarande tre gram kväve per kvadratmeter odlingsyta. För att sprida gödseln kontinuerligt över hela försöket användes en lätt modifierad vattenkanna, där cirka  $\frac{3}{4}$ -delar av munstycket var tejpat så att vattnet inte rann ut för snabbt och så att det spreds mer kontinuerligt. Sedan upprepades samma procedur som tidigare beskrivits efter gödningen. I samband med gödningen flyttades kassetterna om enligt bilaga 2.

### 2.2.10 Ohyra/ Sjukdomar

Sorgmyggor upptäcktes några veckor efter att plantorna flyttats ut till RGC-badet. För att bekämpa sorgmyggorna behandlades plantorna genom att använda Nemablom. Nemablom är ett biologiskt växtskyddsmedel. Det innehåller nematoden *Steinernema feltiae*, en mikroorganism som söker upp och angriper sorgmyggans larver. Ett paket Nemablom blandades ut med en kanna vatten. Efter att ha legat i vattnet i fem minuter vattnades sedan plantorna med vätskan. Totalt användes fem paket Nemablom under odlingstiden. Ett paket innehåller 1 – 1,5 miljoner nematoder och räcker till två kvadratmeter. Efter att odlingskassetterna flyttats ut till växthuset observerades en kraftig minskning av antalet sorgmyggor och Nemablom-behandlingen kunde avslutas.

Alger började tillväxa i några av kassetterna efter att plantorna placerats i RGC-badet. För att begränsa spridningen av algerna minskades bevattningen något. Plantorna fortsatte att vattnas dagligen men med minskad vattenmängd.

### 2.2.11 Odling i växthus

Efter åtta veckors odlingstid hade plantor i vissa försöksled vuxit mer än i andra försöksled. För att dessa inte skulle konkurrera med plantorna i närliggande kassetter flyttades odlingskassetterna ut till ett växthus där de gavs mer utrymme. Kassetterna placerades på en odlingsram täckt av hönsnät. Ovanför hängdes fyra LED-lamparmaturer (PARUS RA-250-RBC) på ca 150 cm höjd ovanför plantorna. En timer ställdes så att plantorna fick tilläggslys mellan kl. 19.00 och 01:00 för att imitera längre dagar av solljus. Detta för att garantera att plantornas invintring inte skulle starta. Invintringen är en process som naturligt påbörjas redan under sensommaren för våra skogsträd och sker i huvudsak som en reaktion på att nätterna blir längre, men också som en reaktion på sjunkande temperatur. processen innebär tillväxtavslutning, knoppsättning, förvedning och utveckling av frosttolerans. Den dagliga bevattningen av plantorna fortsatte även i växthuset. De gödslades även en gång per vecka som tidigare.

## 2.3 Försöksodling på Stakhedens plantskola

Ytterligare ett odlingsförsök startades i samarbete med Svenska Skogsplantor den 11:e mars 2024. Odlingsförsöket genomfördes på Stakhedens plantskola i

Nyhammar. Till detta försök användes torv från Scanpeat och industrihampa från Hampvaruhuset för odling av tall (proveniens Hade). Torven var av typen blocktorv med en fraktion på 3–10 mm. Industrihampan bestod av lösullsisolering som till 95 procent innehöll fibrer från industrihampans yttre stjälk och till 5 procent av industrihampans inre stjälk. Totalt användes tre olika substratblandningar till försöket.

1. 100 procent torv
2. 50 procent torv och 50 procent industrihampa (grovmalen)
3. 50 procent torv och 50 procent industrihampa (finmalen)

Till varje substratblandning användes tre plankassetter. Behållarna i kassetterna rymde 50 ml. . Industrihampan fördelades med hjälp av en kompost-rivare på Skogsmästarskolan. Den finfördelade blandningen maldes sammanlagt fyra gånger innan den blandades med torven. Den mer grovfördelade substratblandningen framställdes enligt försöket som startades tidigare på Skogsmästarskolan, där industrihampan maldes två gånger innan den blandades med torven.

Efter att ha blötlat torven och industrihampan i 24 h blandades två av substratblandningarna med hjälp av en betongblandare. Kassetterna fylldes och såddes innan de transporterades till Stakhedens plantskola. Väl på plats ställdes kassetterna in i ett av plantskolans växthus på en odlingsram (Figur 5).



**Figur 5.** Odlingsförsök på Stakhedens plantskola. De tre försöksleden har placerats på en ram framför plantskolans egen odling. Placeringen av odlingskassetterna har slumpats fram. Blå etikett = 50 procent grovmalen industrihampa och 50 procent torv, Gul etikett = 50 procent finmalen industrihampa och 50 procent torv, Röd etikett = ren torv.

Två veckor efter sådd hade groddplantor utvecklats i kassetterna och efter tre veckor hade de flesta av fröskalen släppts och gödslingen inleddes. I samband med att plantorna vattnades skedde även gödsling vid behov för att hålla ett ledningstal (Lt) på 0,8. Ledningstal anger jordens elektriska ledningsförmåga, dvs hur mycket salter som finns lösta i jorden, och för att ta reda på ledningstalet användes en konduktivitetmätare. Ledningstalet mättes ur lakvattnet från de olika substraten. Det gödningsmedel som användes var YaraTera Kristalon. Innan utspädning innehöll det per liter:

- 11,9 g Kväve (N)
- 2,6 g Fosfor (P)
- 16,6 g Kalium (K)
- 1,8 g Magnesium (Mg)
- 3,0 g Svavel (S)
- 0,025 Bor (B)
- 0,01 Koppar (Cu)
- 0,07 g Järn (Fe)
- 0,04 g Mangan (Mn)
- 0,004 g Molybden (Mo)
- 0,025 g Zink (Zn)

## 2.4 Datainsamling

### 2.4.1 Industrihampans fukthalt och torrhalt

Fukthalt: Bestämdes genom att ta industrihampans massa i rått tillstånd minus industrihampans massa i torrt tillstånd, dividerat med industrihampans massa i rått tillstånd för att sedan multiplicera med 100. Industrihampans fuktighet i relation till industrihampans vikt i rått tillstånd (%) var 7,46 procent när den levererades till Skogsmästarskolan.

Torrhalt: Bestämdes genom att ta industrihampans massa i torrt tillstånd och dividera med industrihampans massa i rått tillstånd för att sedan multiplicera med 100. Industrihampans absolut torra vikt i relation till industrihampans vikt i rått tillstånd var 92,54 procent när den levererades till Skogsmästarskolan.

### 2.4.2 Groningsanalys

Två veckor efter sådd genomfördes en groningsanalys för att se hur stor andel av fröna som börjat gro i respektive substrat och för respektive trädslag.

### 2.4.3 Industrihampans vattenhållande förmåga

För att kontrollera industrihampans vattenhållande förmåga vägdes cirka två liter industrihampan. Efter att ha blötlagt industrihampan under 24 timmar lades industrihampan i en sil så att överflödigt vatten kunde rinna av. Därefter vägdes industrihampan på nytt.

### 2.4.4 Industrihampans råvikt och torrsvikt

För att ta reda på torrsvikten i industrihampan torkades 39,97 gram industrihampan på ett aluminiumfat i ett värmeskåp i temperaturen +105°C under två dygn. Därefter vägdes industrihampan igen och torrsvikten fastställdes till 36,99 gram.

### 2.4.5 Höjdtillväxt

En gång i veckan med start under odlingsvecka fem mättes höjdtillväxten på plantorna och värdena noterades i ett Excel-dokument. Mätningen utfördes i

samband med omplacering av kassetterna i RGC-badet. De veckovisa höjdmätningarna pågick under fem veckor. För att mäta höjden användes en tumstock. Måttet togs från plantkasettens topp till brytningen mellan plantans stam och det första toppskottet. Höjdtillväxten mättes på två av raderna på varje kassett. Dessa rader var rad tre och fyra räknat från vänster sida. Totalt mättes tio plantor för varje odlingskassett (varje försöksled hade fyra odlingskassetter).

#### 2.4.6 Substratens pH-värde och ledningstal

Under vecka elva mättes ledningstalet i pressvattnet från kassetterna med hjälp av en konduktivitetsmätare (Hach SenseIon5), och vid samma tillfälle mättes pH-värdena med en pH-meter (pH55, Milwaukee) vilken även gav aktuell temperatur på pressvattnet.

#### 2.4.7 Plantmortalitet

För att ta reda på mortaliteten under odlingstiden kontrollerades hur många av plantorna som dött fram till och med odlingsvecka elva. Detta gjordes på två av raderna för varje kassett. Dessa rader var tre och fyra räknat från vänstersida (samma rader som använts för att mäta höjdtillväxten). Detta resultat jämfördes sedan med data från odlingsvecka två, efter groningsanalysen.

#### 2.4.8 Rot/skott- kvot

I samband med att odlingsförsöket avslutades under vecka elva beräknades rot/skott-kvoten. För att kunna använda lämpliga statistiska analyser samlades data från 40 plantor per försöksled. Dessa plantor var rad tre och fyra räknat från vänster sida i varje odlingskassett. Plantorna separerades i två delar med sax vid substratets yta för att skilja skott och rot åt. Skotten och rötterna tvättades noggrant innan de lades in i två separata kuvert, ett som innehöll skottdelen och ett med rotdelen.

Kuverten med växtdelarna torkades i en ugn (+105 grader Celsius) under ett dygn. Därefter placerades kuverten i en exsickator som innehöll fuktabsorberande material. Syftet var att minimera påverkan av luftens fuktighet. Innehållet i kuverten vägdes sedan noggrant och dokumenterades i ett Excel-dokument.

#### 2.4.9 Hypotesprövning

I ett tidigt skede av odlingsförsöket bestämdes att antalet plantor per försöksled skulle uppgå till 100 st. Detta för att möjliggöra senare statistiska analyser på resultatet. Vid hypotesprövning av höjdtillväxten i de olika odlingssubstraten användes 40 plantor per försöksled att beräkna resultatet utifrån (rad 3 och 4 på varje kassett). Eftersom antalet översteg 30, så användes följande formel för beräkningarna (Figur 6).

$$Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad (6.2.3)$$

Används om både  
 $n_1 \geq 30$  och  $n_2 \geq 30$ .

**Figur 6.** Formel som användes vid hypotesprövning (Stenhag 2020).

## 2.5 Datainsamling Stakedens plantskola

### 2.5.1 Höjdtillväxt

Efter åtta veckors odlingstid mättes höjdtillväxten på tallplantorna och värdena noterades i ett Excel-dokument. För att mäta höjden användes en tumstock. Måttet togs från plantkasettens topp till brytningen mellan plantans stam och det första toppskottet. Höjdtillväxten mättes på rad 5 i varje odlingskasset. Totalt mättes elva plantor för varje odlingskasset (varje försöksled hade fyra odlingskassetter).

### 2.5.2 Hypotesprövning

Hypotesprövning genomfördes efter åtta veckors odlingstid. Vid hypotesprövning av höjdtillväxten i de olika odlingssubstraten användes 44 plantor per försöksled att beräkna resultatet utifrån. Eftersom antalet översteg 30, så användes följande formel för beräkningarna (Figur 6).

## 3. Resultat

### 3.1 Industrihampans vattenhållande förmåga

Industrihampans vattenhållande förmåga var god. Efter att ha blötlagt den torra industrihampan med en vikt av 63,76 g under 24 h var vikten 394,48 g. Det är en viktökning på 618 procent (Tabell 1).

Tabell 1. Hampans vattenhållande förmåga.

<b>Vikt av hampa i torrt tillstånd:</b>	63,76 g
<b>Vikt av hampa efter att ha varit blötlagd under 24h:</b>	394,48 g
<b>Viktökning:</b>	618%

### 3.2 Industrihampans råvikt och torrsvikt

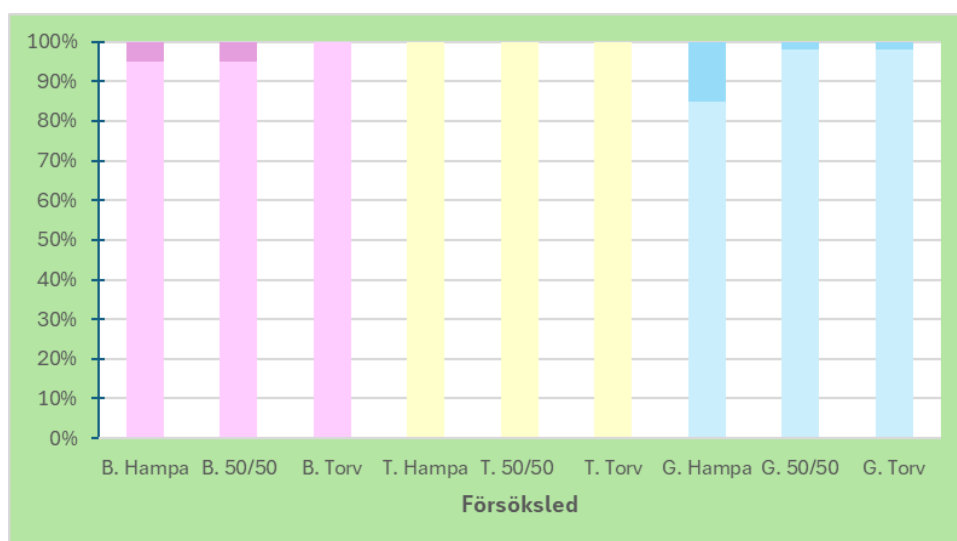
Industrihampan råsvikt uppmättes till 36,99 g. Efter två dagar i värmeugn, med en temperatur av 105 grader Celsius, var torrsvikten 36,99 g (Tabell 2).

Tabell 2. Hampans råsvikt och torrsvikt.

<b>Råsvikt:</b>	<b>36,99 g</b>
<b>Torrsvikt (efter två dagar i ugn):</b>	<b>36,99 g</b>

### 3.3 Plantmortalitet

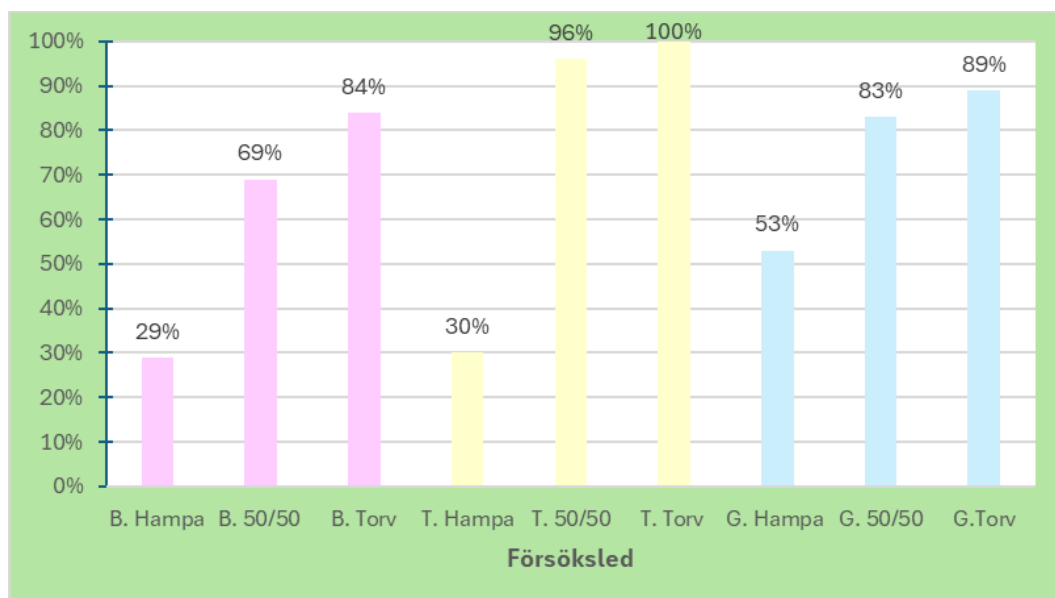
Efter elva veckors odlingstid levde 100 procent av tallarna i de tre odlingssubstraten; industrihampan, 50/50 och torv. Mortaliteten var högst bland granarna som odlats i industrihampan, där 85 procent av granarna överlevt. Björken hade trots att den haft en låg tillväxt i industrihampan och 50/50 blandningen lyckats överleva till stor del. Totalt 95 procent av björkarna som växte i industrihampan och 50/50-blandningen överlevde, medan alla björkarna levde i torven (Figur 7).



**Figur 7.** Inventering av mortalitet genomfördes 76 dagar efter sådd. B = björk, T = Tall och G = gran.

### 3.4 Groningsanalys

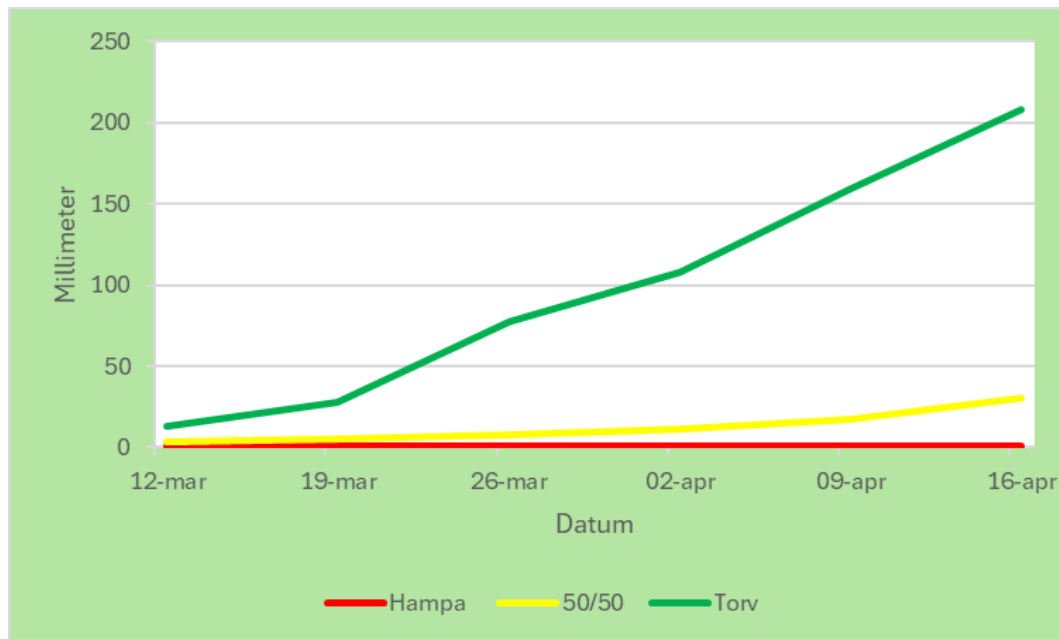
Antalet frön som grott efter två veckors odlingstid skiljde sig markant mellan de olika försöksleden (Figur 8). I industrihampan grodde lägst andel frön av alla tre trädslagen. Endast 29 procent av björkarna som var sådda i industrihampan hade grott efter två veckor. Björken grodde även sämre än både granen och tallen i torven och i 50/50-blandningen. Tallen var det trädslag som hade grott bäst i torven och i 50/50-blandningen. I torven grodde precis alla (100 procent) tallfrön. Granen var däremot det trädslag som tagit sig bäst i industrihampan där hela 53 procent av fröna grott.



**Figur 8.** Groningsresultat från groningsinventering för de olika försöksleden. Groningsinventeringen genomfördes 14 dagar efter sådd. Antalet frön som grott anges i procent. B = björk, T = Tall och G = gran.

### 3.5 Höjdtillväxt

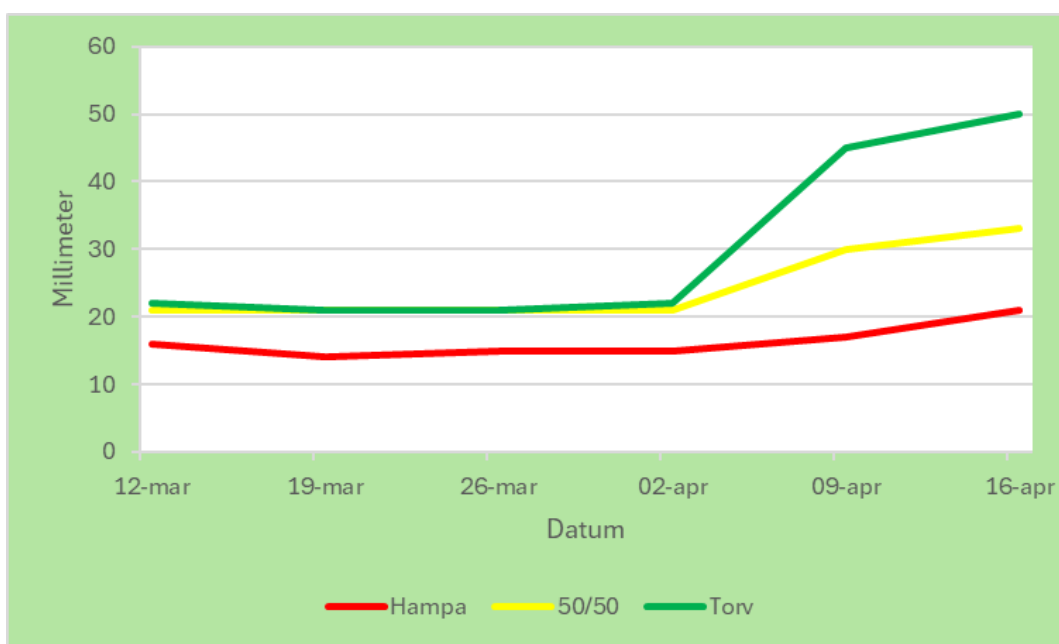
Björken var det trädslag där höjdtillväxten skiljde sig mest mellan de olika odlingssubstraten (Figur 9). Efter elva veckors odling var medelhöjden för björk i torv 208 mm. Vid samma tidpunkt var björk som växt i industrihampa endast 10 mm. I det odlingssubstrat som bestod av 50 procent industrihampa och 50 procent torv hade björken växt till en höjd av 30 mm. Resultatet pekade tydligt på att industrihampa i den form som användes inte var optimal för björk.



**Figur 9.** Höjdtillväxt (mm) för björk odlad i 100 procent industrihampa, en blandning av 50 procent industrihampa och 50 procent torv och i 100 procent torv. Höjdmätning inleddes 35 dagar efter sådd.

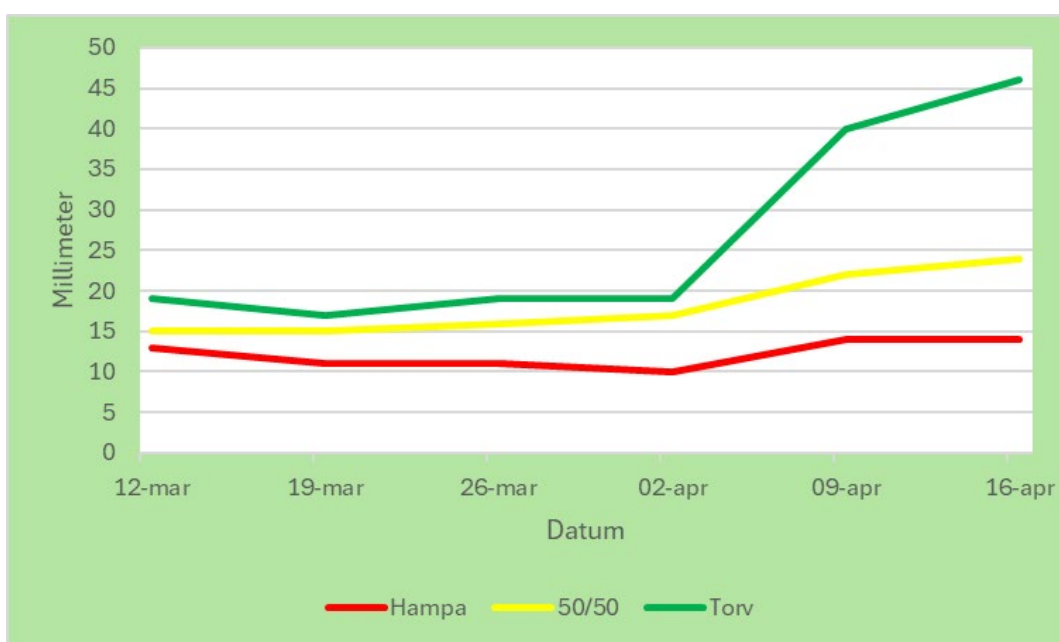
Tall var det trädslag som klarat av att växa bäst i industrihampan (Figur 10) av de tre trädslag som användes i försöket. Även i detta fall var torven det odlingssubstrat som gett den bästa höjdtillväxten. Efter elva veckors odlingstid var medelhöjden på tall odlad i torv 50 mm. I 50/50-blandningen var höjden något mindre på 33 mm och i den rena industrihampan 21 mm.





**Figur 10.** Höjdtillväxt (mm) för tall odlad i 100 procent industrihampa, en blandning av 50 procent industrihampa och 50 procent torv och i 100 procent torv. Höjdmätning inleddes 35 dagar efter sådd.

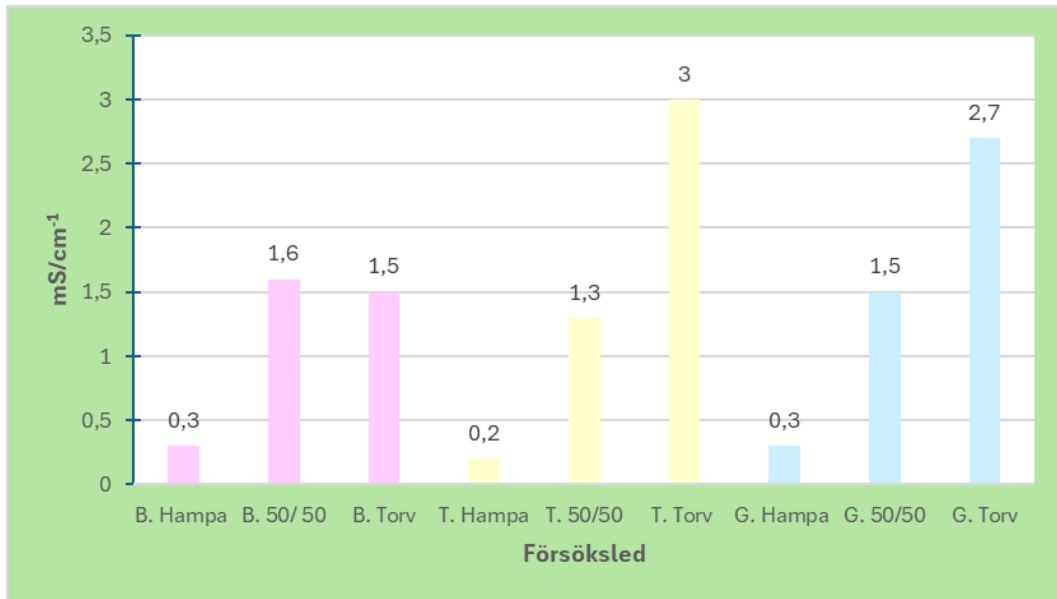
Granen var det trädslag som vuxit näst bäst i industrihampa efter tallen (Figur 11). Värt att påpeka är att granens höjdtillväxt i industrihampan fluktuerat under odlingsperiodens gång. Efter elva veckors odlingsstid var medelhöjden på granen som vuxit i torv 46 mm. Betydligt sämre var medelhöjden för granen som vuxit i 50/50-blandningen vilken uppmättes till ca 24 mm. Medelhöjden för granen som vuxit i industrihampa var 14 mm.



**Figur 11.** Höjdtillväxt (mm) för gran odlad i 100 procent industrihampa, en blandning av 50 procent industrihampa och 50 procent torv och i 100 procent torv. Höjdmätning inleddes 35 dagar efter sådd.

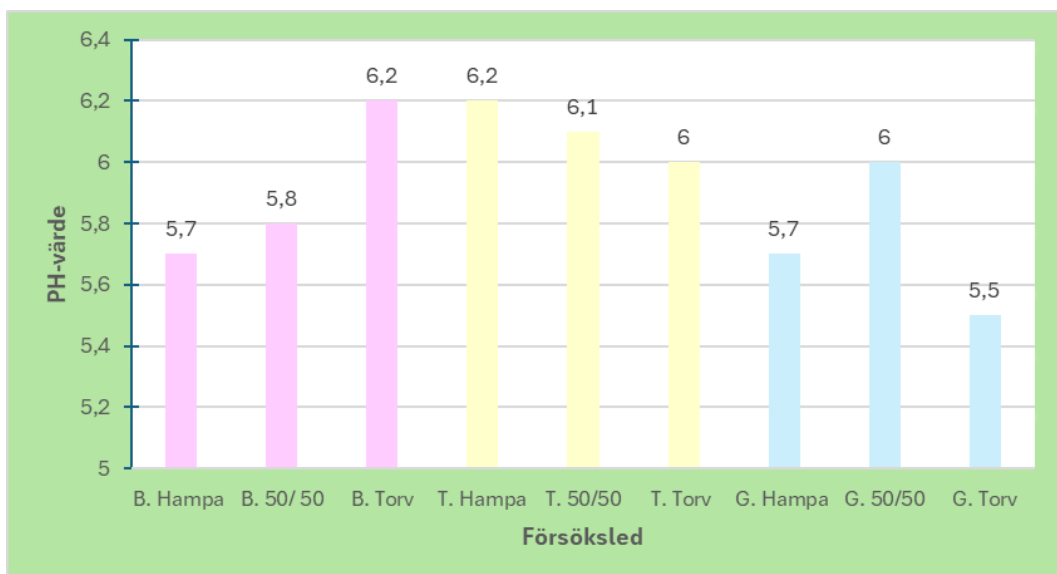
### 3.6 Ledningstal och pH-värde

Ledningstalet i pressvattnet för de olika försöksleden visade tydliga skillnader (Figur 12), ledningstalet var betydligt lägre (0,2 – 0,3 millisiemens) där industrihampa använts som odlingssubstrat. Det högsta värdet mättes ur pressvattnet från odling i torv med tall, där ledningstalet uppmättes till 3,0 millisiemens. För 50/50-blandningen och i kassetter med ren torv var ledningstalet ganska lika, 1,6 respektive 1,5 millisiemens.



**Figur 12.** Ledningstal (mS/cm<sup>1</sup>) uppmätt i pressvatten från de olika försöksleden, B = björk, T = tall och G = gran. Ledningstalet uppmättes vid ett tillfälle, 76 dagar efter sådd.

Inga större skillnader i pH-värde för de olika odlingssubstraten observerades. (Figur 13). I de olika försöksleden låg pH-värdet låg mellan 5,5–6,2.



**Figur 13.** Försöksledens pH-värde taget i pressvattnet. B = björk, T = tall och G = gran, uppmätt vid ett tillfälle, 76 dagar efter sådd.

### 3.7 Rot/skottkvoten

Rot/skottkvot är en form av kvalitetsmått för att uttrycka plantans egenskaper. Det ger en bild av om plantan är proportionerlig genom att visa balansen mellan rot och skott. Plantan bör inte ha ett för stort skott i förhållande till rotsystemet. Effekten blir då att roten inte klarar av att försörja plantan med vatten när den planteras ut i fält.

Rot/skottkvoten för trädslagen odlade i industrihampa visade en relativt jämn fördelning mellan skott och rot (Tabell 3). För tall odlad i industrihampa låg den på 51 procent (Figur 15), för gran odlad i 50/50-blandningen på 48 procent (Figur 16) och för björk odlad i industrihampa på 43 procent (Figur 14). Skillnaderna i rot/skottkvoten var generellt större vid odling i torv. Där hade skotten betydligt högre vikt än rotsystemet. För björk odlad i torv var rot/skottkvoten 31 procent, för tall odlad i 50/50-blandningen 28 procent och för gran odlad i torv var motsvarande siffra 25 procent.

**Tabell 3.** Medelvärden för försöksledens skott, rot och totala vikt samt rot-skottkvot. B=björk, T=tall och G=gran. Rot-skottkvoten analyserades 75–78 dagar efter sådd.

Försöksled	Skott (g)	Rot(g)	Total vikt (g)	Rot/skott-kvot
<b>B. Industrihampa</b>	0,003	0,0013	0,0043	43%
<b>B. 50/50</b>	0,116	0,0542	0,1702	47%
<b>B. Torv</b>	0,9348	0,2854	1,2202	31%
<b>T. Industrihampa</b>	0,0428	0,0217	0,0645	51%
<b>T. 50/50</b>	0,0706	0,0311	0,1017	44%
<b>T. Torv</b>	0,2556	0,0726	0,3282	28%
<b>G. Industrihampa</b>	0,0189	0,0091	0,028	48%
<b>G. 50/50</b>	0,0335	0,0135	0,047	40%
<b>G. Torv</b>	0,1294	0,0323	0,1617	25%



**Figur 14.** Rot och skott från björk odlade i olika odlingssubstrat. Från vänster till höger; Björk odlad i 100 procent industrihampa, björk odlad i en blandning av 50 procent torv och 50 procent industrihampa samt björk odlad i 100 procent torv.



**Figur 15.** Rot och skott från tall odlade i olika odlingssubstrat. Från vänster till höger; Tall odlad i 100 procent industrihampa, tall odlad i en blandning av 50 procent torv och 50 procent industrihampa och tall odlad i 100 % torv.



**Figur 16.** Rot och skott från gran odlade i olika odlingssubstrat. Från vänster till höger; Gran odlad i 100 procent industrihampa, gran odlad i 50 procent torv och 50 procent industrihampa och gran odlad i 100 procent torv.

### 3.8 Hypotesprövning

Hypotesprövningen genomfördes i syfte att undersöka huruvida björk, tall och gran odlade i 100 procent industrihampa eller i en blandning av 50 procent industrihampa och 50 procent torv hade en höjdtillväxt som var lika bra eller bättre än planter odlade i 100 procent torv.

Vid jämförelse av höjdtillväxt mellan planter odlade i industrihampa och torv kunde det med 99,9 procent sannolikhet bevisas att planter odlade i torv växte bättre oavsett trädslag (bilaga 3, bilaga 5 och bilaga 7). Detsamma gällde även för planter odlade i 50 procent industrihampa och 50 procent torv, där det med 99,9 procent sannolikhet kunde påvisas att planter i torv växte bättre oavsett trädslag (bilaga 4, bilaga 6 och bilaga 8).

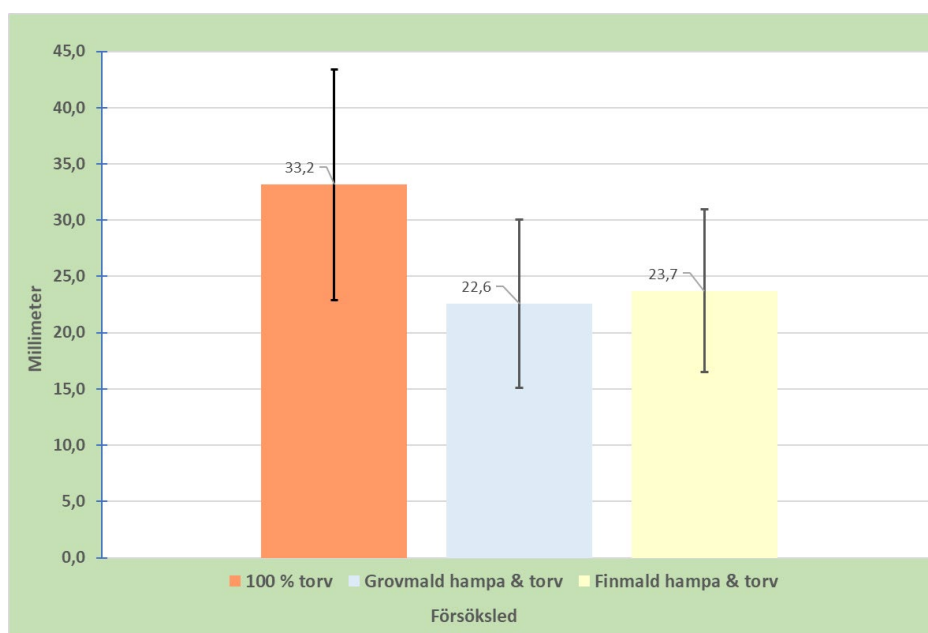
Hypoteserna bedöms genom korrelationen mellan det beräknade z-värdet och z-värdet enligt tabell. Ju närmare tabellvärdet, desto säkrare blir hypotesen. Den största skillnaden i z-värde kunde påvisas för björk odlad i industrihampa, där z-värdet var 32,7112 (Bilaga 3). Den minsta skillnaden i z-värde påvisades i gran odlad i 50 procent industrihampa och 50 procent torv, där z-värdet var 8,7950.

### 3.9 Resultat från odlingsförsök på Stakhedens plantskola

Vid mätningar på försöket i växthuset på plantskolan (Figur 17) observerades det att odlingssubstraten innehållande industrihampan höll ett lägre ledningstal än substratet med torv. Substratet med 50 procent grov industrihampa och 50 procent torv höll ett ledningstal på 1,2 millisiemens medan den rena torven låg på 1,7 millisiemens.



**Figur 17.** Odlingsförsöket på Stakhedens plantskola (ramen närmast i bild).



**Figur 18.** Höjdtillväxt (mm) för tall odlad i 100 procent torv, en blandning av 50 procent grovmald industrihampa och 50 procent torv och 50 procent finmald industrihampa och 50 torv. Standardavvikelser för de olika odlingssubstraten visas. Mätning av höjder genomfördes 61 dagar efter sådd.

### 3.10 Höjdtillväxt Stakhedens plantskola

Odlingsförsöket på Stakhedens plantskola bestod endast av tallplantor. Efter åtta veckors odling var medelhöjden för tall odlad i torv 33,2 mm. Vid samma tidpunkt var tall odlad i grovmalen industrihampa blandad med torv 22,6 mm. Något bättre var höjdtillväxten bland tall odlad i finmalen industrihampa blandad med torv, där medelhöjden var 23,7 mm (Figur 18).

### 3.11 Hypotesprövning Stakhedens plantskola

Hypotesprövningen genomfördes i syfte att undersöka huruvida tall odlad i 50 procent grovmald industrihampa och 50 procent torv eller i en blandning av 50 procent finmald industrihampa och 50 procent torv hade en höjdtillväxt som lika bra eller bättre än tallplantor odlade i 100 procent torv.

Vid jämförelse av höjdtillväxt mellan plantor odlade i 50 procent grovmald industrihampa och torv kunde det med 99,9 procent sannolikhet bevisas att plantor odlade i torv växt bättre oavsett trädslag (bilaga 9). Detsamma gäller även för plantor odlade i 50 procent finmald industrihampa och 50 procent torv, där det med 99,9 procent sannolikhet kunde påvisas att plantor i torv växt bättre oavsett trädslag (bilaga 10).

Hypoteserna bedöms genom korrelationen mellan det beräknade z-värdet och z-värdet enligt tabell. Ju närmare tabellvärdet, desto säkrare blir resultatet. Den minsta skillnaden i z-värde kunde påvisas i tall odlad i 50 procent finmald industrihampa och 50 procent torv, där z-värdet var 4,9866 (bilaga 10). Z-värdet på tall odlad i 50 procent grovmald industrihampa och 50 procent torv var 5,5360.



## 4. Diskussion

Torv och torvskörd är ett hett ämne i dagens debatt. En del menar att det är viktigt att återställa våtmarker för att minska växthusgasutsläpp och höja kolinbindningen som dessa kan bidra till (Naturvårdverket 2021). Ett steg för att minska behovet av torv vore om man fann ett substitut till det för odling. Olika odlingssubstrat har testats (Eriksson 1996, Mattsson 1996, Bodell & Vestlund 2023, Mariotti et al. 2023, Hagbard 2022), men idag finns få alternativ som är lika effektiva som torv vid odling av skogsplantor. Att använda industrihampa som odlingssubstrat är ett relativt nytt forskningsområde. Det finns dock forskning som visar att industrihampans fysiska egenskaper skulle lämpa sig att odla i (Dresbøll & Magid 2006).

Odlingsförsöken på Skogsmästarskolan och Stakhedens plantskola var ett försök att se om industrihampa skulle fungera som substitut till torv vid odling av skogsplantor. Valet av att använda industrihampans yttre stjälk baserades på tidigare forskning (Dresbøll & Magid 2006) som pekade på att dess fysiska egenskaper och vattenhållande förmåga skulle göra industrihampan till ett lämpligt odlingssubstrat. Då den tidigare forskningen om ämnet var begränsad, började studien med en testodling för att undersöka ett antal olika substratsammansättningar av industrihampans yttre stjälk och se vilken av dessa som var mest fördelaktig att odla i. Resultatet från testodlingen visade att lösullsisoleringen var det av de undersökta substraten som verkade ha de bästa odlingsegenskaperna.

Till odlingsförsöket på Skogsmästarskolan maldes lösullsisoleringen ner till en fraktion på 3–10 mm. Substratet användes senare till försöksleden innehållande den rena industrihampan och blandningen som bestod av 50 procent industrihampa och 50 procent torv baserat på volym. Denna 50/50-blandning var baserad på tidigare studier där liknande proportioner använts (Mariotti et al. 2023).

När odlingsförsöket på Stakhedens plantskola skulle inledas maldes industrihampan ytterligare för ett av försöksleden. Ytterligare en testodling på Skogsmästarskolan genomfördes, där det observerades att ett mer finmalt substrat hade en bättre vattenhållande förmåga. Förhoppningen var även att ett mer finmalt substrat av industrihampa skulle göra så att näringsämnena inte urlakades lika snabbt. Det observerades att substraten innehållande industrihampa i försöket på Skogsmästarskolan hade sjunkit ihop något under odlingstiden. Vilket kanske skulle motverkas om det var mer finfördelat och på så sätt fyllde ut odlingsbehållarna bättre. Ett mer finmalt substrat av industrihampa skulle förmodligen också göra det lättare att få till en mer jämn blandning mellan industrihampa och torv, där risken för klumpbildning skulle minskas.

Under odlingsförsöken dokumenterades tillväxten och vitaliteten hos björk, gran och tall för att se om plantorna som odlats i ren industrihampa eller i en blandning av 50 procent industrihampa och 50 procent torv skulle klara sig bättre än de plantor som odlats i ren torv. Höjdtillväxten var störst för plantorna som odlats i

ren torv för alla de tre trädslagen, björk, tall och gran. Lägst var höjdtillväxten för plantor där endast industrihampa använts som odlingssubstrat och någonstans i mitten låg höjdtillväxten för plantorna odlade i 50/50-blandningen. Det stod klart att torv hade väldigt fördelaktiga odlingssegenskaper.

Hur bra tillväxten var, skiljde sig markant åt mellan de olika trädslagen. Tallen var det trädslag som växte bäst i industrihampan (Figur 15). En orsak till det kan vara att tallen är mer konkurrenskraftig på torr och förhållandevis näringsfattig mark. Resultatet från höjdtillväxten pekade tydligt på att industrihampa i den form som använts i odlingsförsöket inte var optimal för björken (Figur 14). En anledning till björkens dåliga tillväxt i industrihampa skulle kunna vara att vårtbjörken trivs bäst på bördiga marker. Att industrihampans vatten- och näringsupptagning inte var lika god som torvens eller 50/50-blandningen skulle kunna ha påverkat resultatet. Granen hade en fluktuerande tillväxt i industrihampan under odlingstiden där resultatet tydde på en minskning av höjdtillväxten under senare skede (Figur 11). Höjdtillväxten för granarna var däremot bättre i 50/50-blandningen även om tillväxten var som högst på granarna odlade i ren torv.

En intressant iakttagelse var att tallen odlad i 50 procent grovmald industrihampa och 50 procent torv hade vuxit bättre i odlingsförsöket som genomfördes på Stakhedens plantskola än vad samma odlingssubstrat gjord i odlingsförsöket på Skogsmästarskolan. Z-värde på 50/50-blandningen innehållande den grovmalda industrihampan var 5,5360, jämfört med resultatet från Skogsmästarskolan där z-värdet låg på 10,8567. En förklaring till detta skulle kunna vara att odlingsmiljön (ljus, temperatur och vattentillgång) på Stakhedens plantskola var lämpligare än den för odlingsförsöket som genomfördes på Skogsmästarskolan.

Pressvattnet från kassetterna med enbart industrihampa hade ett pH-värde på 5,7-6,2 (Figur 13). Då barrplantor trivs i lite surare pH-värde omkring 5–6, bör detta ses som ett gott resultat. Ledningstalet som uppmättes ur pressvattnet från de olika försöksleden visade markanta skillnader mellan de olika odlingssubstraten (Figur 12). Industrihampan hade ett betydligt lägre ledningstal på 0,2–0,3 millisiemens. Detta resultat stämmer överens med det Nerlich et al. (2022) kommer fram till, där de drar slutsatsen att en ökad tillförsel av kväve är nödvändig när man använder industrihampa som odlingssubstrat.

Missfärgningarna på plantorna (Figur 15) kan tyda på brister gällande vissa näringsämnen, men det är svårt att säga vilka ämnen eller mängder som orsakar detta. Enligt Nerlich et al. (2022) skulle missfärgningarna kunna bero på att mineraliseringen av industrihampan frigör en större mängd kväve i mikrobiell biomassa, vilket gör den otillgänglig för plantorna.

Sorgmyggor observerades redan under den tredje veckan av odlingstiden på Skogsmästarskolan. Trots intensiva försök att bekämpa sorgmyggorna genom att behandla plantorna med Nemablon, ett biologiskt växtskyddsmedel, fanns sorgmyggorna kvar under resten av odlingstiden. Även på Stakhedens plantskola kunde en ansamling av sorgmyggor observeras kring odlingskassetterna innehållande substratblandningen med 50 procent industrihampa och 50 procent torv.

## 4.1 Felkällor

Datainsamlingen under odlingsförsöket har utförts med strävan av att minska felkällor. Trots detta förekommer felkällor som kan ha haft en påverkan på resultatet. Nedan listas några av dessa felkällor.

Odlingssubstratet som höll en blandning av 50 procent industrihampa och 50 procent torv blandades i två steg. Först maldes industrihampan ner med hjälp av en kompost-rivare. Därefter blandades den i en cementblandare tillsammans med torven. Denna blandning kan ha blivit ojämnt fördelad, med vissa klumpar av industrihampa.

Odlingsmiljön i odlingssskåpet var god under groningstiden. Därefter blev skåpet inte lämpligt för fortsatt odling. Ljuset som uppmättes till 80 mikromol PAR var otillräckligt för att åstadkomma fortsatt bra tillväxt för plantorna. Luftfuktigheten i odlingssskåpet var otillräcklig när plantorna blev större och några av kassetterna blev för torra, och detta i kombination med att plantorna stod kvar lite för länge odlingssskåpet kan ha hämmat tillväxten.

I försöksleden innehållande ren industrihampa sjönk substratet ihop något under odlingstiden. Detta kan ha haft en stor betydelse för plantornas tillväxt, vatten- och näringsupptagning under odlingstidens senare skede.

Vid rot/skott-kvot beräkningen var det svårt att få bort all jord kring rötterna (Figur 14). Speciellt svårt var jorden kring rötterna på plantorna som vuxit i torven att få bort. En viss mängd finrötter antas också ha sköljts bort i samband med rengöringen.

Vid sådd i odlingssubstratet innehållande 100 % industrihampa var det svårt att få till ett groningshål. Fröna hade även en tendens till att spolras ur groningshålet vid bevattning.

## 4.2 Slutsats

Hypotesen att plantor odlade i industrihampa eller i en blandning av 50 procent industrihampa och 50 procent torv skulle ha en högre höjdtillväxt än plantor odlade i ren torv blev motbevisad. Det är dock möjligt att delvis använda industrihampa som substitut till torv, dock med en något sämre tillväxt som följd. Att industrihampan går att odla i hela Sverige gör att man slipper att importera den. Hampodling kan binda upp till tjugo ton koldioxid per hektar och år vilket är fem gånger mer än om man skulle odla skog på samma areal. Därför skulle industrihampodling fungera som en kolsänka. Det i kombination med att fungera som ett substitut till torv och därigenom minska användandet av torv skulle göra industrihampan till ett mer klimatneutralt odlingssubstrat.

Några förslag till framtida forskning om industrihampa som odlingssubstrat:

- Tillsätta mer kväve för att motverka de effekter som mineralisering av industrihampa har för plantornas kväveupptagning.
- Använda ett mer finmalt substrat av industrihampa för att få en ökad vattenupptagning och att de tillsatta näringsämnena inte urlakas lika snabbt.

- Undersöka om ett mera finmalt substrat av industrihampa kan skapa mer biomassa hos plantornas rötter och skott.
- Jämföra rotutveckling mellan plantor odlade i industrihampa mot plantor odlade i torv.
- Använda en lägre inblandning av industrihampa i blandning med torv. Det är möjligt att en lägre inblandning än 50 procent industrihampa skulle kunna höja tillväxten.
- Att se till att odlingsmiljön är tillfredsställande när det gäller ljus, temperatur och bevattning.

# Referenser

Bodell, R. & Vestlund, E. (2023). *Gransågspån som odlingssubstrat för tall-, gran- och björkplantor*. (examensarbete 2023) Sveriges lantbruksuniversitet. Skogsmästarprogrammet.

Dresbøll, D.B. & Magid, J. (2006). *Structural differences in wheat (Triticum aestivum), hemp (Cannabis sativa) and Miscanthus (Miscanthus ogiformis) affect the quality of plant based compost*. *Scientia horticulurae*, 107(1), 81-89.

Eriksson, B. (1996). *Självbärande substrat för skogsplantodling*. Skogforsk. nr 341.

<https://www.skogforsk.se/contentassets/30c738ac983344aaaa1529d3555e0c15/arbetsrapport-341-1996.pdf>

Europeiska unionens råd (2023). *Naturrestaurering*.

<https://www.consilium.europa.eu/sv/policies/nature-restoration/#:~:text=Skadade%20livsmilj%C3%B6er%20p%C3%A5%20land%20och%20i%20havet,->

[De%20nya%20reglerna&text=M%C3%A5let%20%C3%A4r%20att%20inf%C3%B6ra%20restaurerings%C3%A5tg%C3%A4rder,2040%20och%2090%20%25%20senast%202050](https://www.consilium.europa.eu/sv/policies/nature-restoration/#:~:text=De%20nya%20reglerna&text=M%C3%A5let%20%C3%A4r%20att%20inf%C3%B6ra%20restaurerings%C3%A5tg%C3%A4rder,2040%20och%2090%20%25%20senast%202050) [2024-02-26]

Europaparlamentet (2024). *Naturrestaurering: Ny lag ska återställa 20 procent av EU:s land och hav*. <https://www.europarl.europa.eu/news/sv/press-room/20240223IPR18078/naturrestaurering-ny-lag-ska-aterstalla-20-procent-av-eu-s-land-och-hav> [2024-04-03]

Floragard (2024) *Flora Eco Glue* <https://professional.floragard.de/en-gb/traders/about-floragard/news-by-floragard/news/36/flora-eco-glue> [2024-05-07]

Franck, J & Nylander, I. (2022). *Beroendemedicin*. 3 uppl., Studentlitteratur.

Hagbard, L. (2022). *Biochar and hemp as peat substituents in horticultural substrates and their effects on presence of microbiota*. (masteravhandling 2022) Sveriges lantbruksuniversitet. Horticultural Science.

Hampvaruhuset (2024). *Hampisolering plus 100 mm*.

<https://www.hampvaruhuset.se/hampisolering/isolering-skivor/hampisolering-plus/hampisolering-plus-100mm> [2024-04-04]

Hampvaruhuset (2024). *Lösullsisolering av hampa 10 kg*.

<https://www.hampvaruhuset.se/hampisolering/isolering-skivor/hampisolering-plus/hampisolering-plus-100mm> [2024-04-04]

Jordbruksverket (2024). *Odlad hampa*. <https://jordbruksverket.se/stod/jordbruk-tradgard-och-rennaring/jordbruksmark/gardsstod/odla-hampa> [2024-02-22]

Kuisma, E., Palonen, P. & Yli-Halla, M. (2014). *Reed canary grass straw as a substrate in soilless cultivation of strawberry*. *Sci Hort* 178:217–223. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.09.002>

Livsmedel i Fokus. (2023). *Hon vill göra hampan het: "Extremt klimatsmart gröda"*. [Hon vill göra hampan het: "Extremt klimatsmart gröda" - Livsmedel i fokus](#) [2024-05-15]

Mariotti, B. Oliet, J. Andivia, E. Tsakalidimi, M. Villar-Salvador, P. Ivetic, V. Montagnoli, A. Jankovic, I. Bilir, N. Bohlenius, H. Cvjetkovic, B. Dumins, K. Heiskanen, J. Hinkov, G. Sundheim, I. & Cocozza, C. (2023). *A global review on innovative, sustainable, and effective materials composing growing media for forest seedling production*. 9:413-428. <https://doi.org/10.1007/s40725-023-00204-2>

Mattson, A. (1996) *Spån från sågverksindustrin*. *Plantnytt*. 1996:2. [https://www.skogforsk.se/cd\\_20191104123650/contentassets/0f6fb0f6f1aa4ca0bf52a1c643702c13/plantnytt-1996-2.pdf](https://www.skogforsk.se/cd_20191104123650/contentassets/0f6fb0f6f1aa4ca0bf52a1c643702c13/plantnytt-1996-2.pdf)

Mossberg, B. & Stenberg, L. (2018). *Nordens flora*. Bonnier Fakta.

Naturvårdsverket. (2021). *Våtmarker och klimat*. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/vatmark/vatmarker-och-klimat/?fbclid=IwAR0Yg7jMEpMTtMU9tgqwDm8ljYC8LxocTYOh0BK02TI8jyziRMcSAv1SeV0> [2024-02-27]

Naturvårdsverket. (2023). *Varför behövs skyddad natur*. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/skyddad-natur/varfor-behovs-skyddad-natur/#:~:text=Naturen%20beh%C3%B6ver%20skyddas%20f%C3%B6r%20att,rening%20av%20luft%20och%20vatten.> [2024-05-07]

Nerlich, A. Karlowsky, S. Schwarz, D. Förster, N. & Dannehl, D. (2022). *Soilless Tomato Production: Effects of Hemp Fiber and Rock Wool Growing Media on Yield, Secondary Metabolites, Substrate Characteristics and Greenhouse Gas Emissions*. *Horticulturae*, 8, 272. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8030272>

Statistikmyndigheten. (2021). *Torv*. <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/markanvandning/torv/> [2024-04-16]

SGU (Sveriges geologiska undersökning). (2021). *Torvbruk*. <https://www.sgu.se/samhallsplanering/planering-och-markanvandning/markanvandning/torvbruk/?fbclid=IwAR2VMTznGPmT57bgjLs5aRIYLubRQgJtNTIVdxEuj7O8kvOnQVY50vWHID0> [2024-02-26]

Skogsstyrelsen. (2023). *Levererade skogsplantor*. <https://www.skogsstyrelsen.se/statistik/statistik-efter-amne/levererade-skogsplantor/> [2024-05-07]

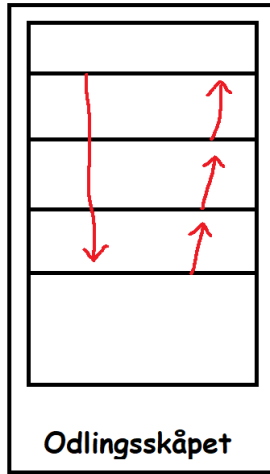
Skoglund, G. (2016). *Hampa det vita gullet*. Gidlunds förlag.

Svensk Torv. (2019). *Torvfakta*. <https://svensktorv.se/wp-content/uploads/2021/06/TorvFakta-20191212.pdf> [2024-04-17]

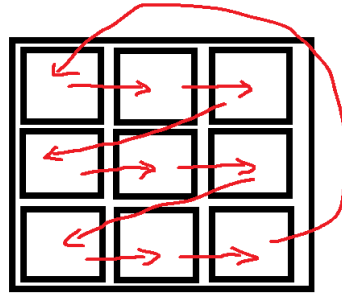
Terrafibre (2024) 5" x 5" Terrafibre grow mats.  
[https://terrafibre.ca/product/terrafibre-hemp-grow-mats-5-x-5/?fbclid=IwAR31mRi15dFOcqyJjgRcXkujbk-43Pdf2Wu5siIi\\_vnH8j22dHg\\_8yllj1o](https://terrafibre.ca/product/terrafibre-hemp-grow-mats-5-x-5/?fbclid=IwAR31mRi15dFOcqyJjgRcXkujbk-43Pdf2Wu5siIi_vnH8j22dHg_8yllj1o) [2024-02-27]

Wennström, U. Hjelm, K. Lindström, A. & Stattin, E. (2016). *Produktion av frö och plantor*. (Skogsskötselserien 2016:2). Skogsstyrelsen.  
<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-2-produktion-av-fro-och-plant.pdf>

## Bilaga 1



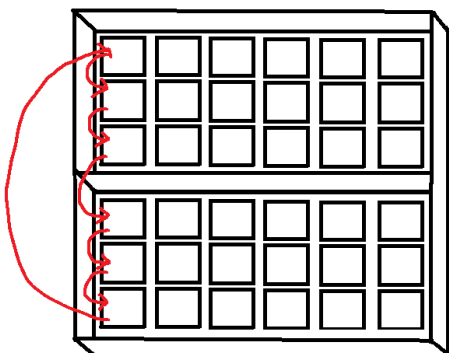
Flytta den övre nivån längst ner.  
Därefter flytta alla andra nivåer en nivå upp.



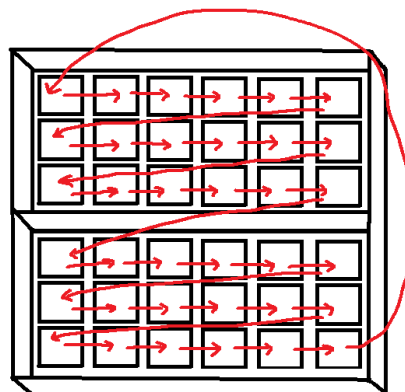
Flytta varje kassett till höger. kassetten längst ner till höger hamnar nu längst upp till vänster



## Bilaga 2



**Steg 1:** Flytta varje rad ett steg ner. Den nedersta raden hamnar nu högst upp.



**Steg 2:** Flytta varje kassett ett steg åt höger. Kassetten längst ner till höger hamnar nu högst upp till vänster.

## Bilaga 3

1 = Medelhöjdtillväxten i millimeter för björk odlad i torv

2 = Medelhöjdtillväxten i millimeter för björk odlad i industrihampa

$$\{H_0 : 1 = 2 \Leftrightarrow 1 - 2 = 0 \quad H_1 : 1 < 2 \Leftrightarrow 1 - 2 \neq 0$$

Vi antar att  $H_0$  är sann.

Försöksled industrihampa:  $\bar{x} = 0,9250$   $s = 1,7005$   $n = 40$

Försöksled torv:  $\bar{x} = 207,5250$   $s = 39,9089$   $n = 40$

Formeln 6.2.3 valdes då både  $n_1$  och  $n_2$  var  $\geq 30$  och undersökningsvariablernas fördelningar var okända men stickproven stora.

$$Z = \frac{(\bar{x}_2 - \bar{x}_1) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_2^2}{n_2} + \frac{s_1^2}{n_1}}} = \frac{(207,5250 - 0,9250) - (0)}{\sqrt{\frac{39,9089^2}{40} + \frac{1,7005^2}{40}}} \approx 32,7112$$

5 % nivå enkelsidig test  $\Rightarrow Z = 1,64$ .  $H_0$  förkastas

1 % nivå enkelsidig test  $\Rightarrow Z = 2,33$ .  $H_0$  förkastas

0,1 % nivå d enkelsidig test  $\Rightarrow Z = 3,09$ .  $H_0$  förkastas

Slutsats:  $H_1$  förkastas på en signifikansnivå med 0,1 procent, med 99,9 procent säkerhet stämmer  $H_0$ . Björk växer bättre i torv än i industrihampa.

## Bilaga 4

1 = Medelhöjdtillväxten i millimeter för björk odlad i torv

2 = Medelhöjdtillväxten i millimeter för björk odlad i 50 procent industrihampa och 50 procent torv.

$$\{H_0 : 1 = 2 \Leftrightarrow 1 - 2 = 0 \quad H_1 : 1 < 2 \Leftrightarrow 1 - 2 \neq 0$$

Försöksled 50 procent industrihampa och 50 procent torv:

$$\bar{x} = 29,7750 \quad s = 18,8360 \quad n = 40$$

$$\text{Försöksled torv: } \bar{x} = 207,5250 \quad s = 39,9089 \quad n = 40$$

Formeln 6.2.3 valdes då både  $n_1$  och  $n_2$  var  $\geq 30$  och undersökningsvariablernas fördelningar var okända men stickproven stora.

$$Z = \frac{(\bar{x}_2 - \bar{x}_1) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_2^2}{n_2} + \frac{s_1^2}{n_1}}} = \frac{(207,5250 - 29,7750) - (0)}{\sqrt{\frac{39,9089^2}{40} + \frac{18,8360^2}{40}}} \approx 25,4741$$

5 % nivå enkelsidig test  $\Rightarrow Z = 1,64$ .  $H_0$  förkastas

1 % nivå enkelsidig test  $\Rightarrow Z = 2,33$ .  $H_0$  förkastas

0,1 % nivå enkelsidig test  $\Rightarrow Z = 3,09$ .  $H_0$  förkastas

Slutsats:  $H_1$  förkastas på en signifikansnivå med 0,1 procent, med 99,9 procent säkerhet stämmer  $H_0$ . Björk växer bättre i torv än i 50 procent industrihampa och 50 procent torv

## Bilaga 5

1 = Medelhöjd tillväxten i millimeter för tall odlad i torv

2 = Medelhöjd tillväxten i millimeter för tall odlad i industrihampa

$$\{H_0 : 1 = 2 \Leftrightarrow 1 - 2 = 0 \quad H_1 : 1 < 2 \Leftrightarrow 1 - 2 \neq 0$$

Försöksled industrihampa:  $\bar{x} = 21,0750$   $s = 6,0865$   $n = 40$

Försöksled torv:  $\bar{x} = 49,6500$   $s = 7,6880$   $n = 40$

Formeln 6.2.3 valdes då både  $n_1$  och  $n_2$  var  $\geq 30$  och undersökningsvariablernas fördelningar var okända men stickproven stora.

$$Z = \frac{(\bar{x}_2 - \bar{x}_1) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_2^2}{n_2} + \frac{s_1^2}{n_1}}} = \frac{(49,6500 - 21,0750) - (0)}{\sqrt{\frac{7,6880^2}{40} + \frac{6,0865^2}{40}}} \approx 18,4306$$

5 % nivå enkelsidig test  $\Rightarrow Z = 1,64$ .  $H_0$  förkastas

1 % nivå enkelsidig test  $\Rightarrow Z = 2,33$ .  $H_0$  förkastas

0,1 % nivå enkelsidig test  $\Rightarrow Z = 3,09$ .  $H_0$  förkastas

Slutsats:  $H_1$  förkastas på en signifikansnivå med 0,1 procent, med 99,9 procent säkerhet stämmer  $H_0$ . Tall växer bättre i torv än i industrihampa.

## Bilaga 6

1 = Medelhöjdtillväxten i millimeter för tall odlad i torv

2 = Medelhöjdtillväxten i millimeter för tall odlad i 50 procent industrihampa och 50 procent torv.

$$\{H_0 : 1 = 2 \Leftrightarrow 1 - 2 = 0 \quad H_1 : 1 < 2 \Leftrightarrow 1 - 2 \neq 0$$

Försöksled 50 procent industrihampa och 50 procent torv:

$$x = 49,6500 \quad s = 7,6880 \quad n = 40$$

$$\text{Försöksled torv: } x = 33,0250 \quad s = 5,8900 \quad n = 40$$

Formeln 6.2.3 valdes då både  $n_1$  och  $n_2$  var  $\geq 30$  och eftersom undersökningsvariablernas fördelningar var okända men stickproven stora.

$$Z = \frac{(\bar{x}_2 - \bar{x}_1) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_2^2}{n_2} + \frac{s_1^2}{n_1}}} = \frac{(49,650 - 33,0250) - (0)}{\sqrt{\frac{7,6880^2}{40} + \frac{5,8900^2}{40}}} \approx 10,8567$$

5 % nivå enkelsidig test  $\Rightarrow Z = 1,64$ .  $H_0$  förkastas

1 % nivå enkelsidig test  $\Rightarrow Z = 2,33$ .  $H_0$  förkastas

0,1 % nivå enkelsidig test  $\Rightarrow Z = 3,09$ .  $H_0$  förkastas

Slutsats:  $H_1$  förkastas på en signifikansnivå med 0,1 procent, med 99,9 procent säkerhet stämmer  $H_0$ . Tall växer bättre i torv än i 50 procent industrihampa och 50 procent torv.

## Bilaga 7

1 = Medelhöjd tillväxten i millimeter för gran odlad i torv

2 = Medelhöjd tillväxten i millimeter för gran odlad i industrihampa.

$$\{H_0 : 1 = 2 \Leftrightarrow 1 - 2 = 0 \quad H_1 : 1 < 2 \Leftrightarrow 1 - 2 \neq 0$$

Försöksled industrihampa:  $\bar{x} = 13,8000$   $s = 8,5731$   $n = 40$

Försöksled torv:  $\bar{x} = 45,8250$   $s = 13,5455$   $n = 40$

Formeln 6.2.3 valdes då både  $n_1$  och  $n_2$  var  $\geq 30$  och undersökningsvariablernas fördelningar var okända men stickproven stora.

$$Z = \frac{(\bar{x}_2 - \bar{x}_1) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_2^2}{n_2} + \frac{s_1^2}{n_1}}} = \frac{(45,8250 - 13,8000) - (0)}{\sqrt{\frac{13,5455^2}{40} + \frac{8,5731^2}{40}}} \approx 12,6349$$

5 % nivå enkelsidig test  $\Rightarrow Z = 1,64$ .  $H_0$  förkastas

1 % nivå enkelsidig test  $\Rightarrow Z = 2,33$ .  $H_0$  förkastas

0,1 % nivå enkelsidig test  $\Rightarrow Z = 3,09$ .  $H_0$  förkastas

Slutsats:  $H_1$  förkastas på en signifikansnivå med 0,1 procent, med 99,9 procent säkerhet stämmer  $H_0$ . Gran växer bättre i torv än i industrihampa.

## Bilaga 8

1 = Medelhöjd tillväxten i millimeter för gran odlad i torv

2 = Medelhöjd tillväxten i millimeter för gran odlad i 50 procent industrihampa och 50 procent torv.

$$\{H_0 : 1 = 2 \Leftrightarrow 1 - 2 = 0 \quad H_1 : 1 < 2 \Leftrightarrow 1 - 2 \neq 0$$

Försöksled 50 procent industrihampa och 50 procent torv grov:

$$\bar{x} = 24,1500 \quad s = 7,7113 \quad n = 40$$

$$\text{Försöksled torv: } \bar{x} = 45,8250 \quad s = 13,5455 \quad n = 40$$

Formeln 6.2.3 valdes då både  $n_1$  och  $n_2$  var  $\geq 30$  och undersökningsvariablernas fördelningar var okända men stickproven stora.

$$Z = \frac{(\bar{x}_2 - \bar{x}_1) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_2^2}{n_2} + \frac{s_1^2}{n_1}}} = \frac{(45,8250 - 24,1500) - (0)}{\sqrt{\frac{13,5455^2}{40} + \frac{7,7113^2}{40}}} \approx 8,7950$$

5 % nivå enkelsidig test  $\Rightarrow Z = 1,64$ .  $H_0$  förkastas

1 % nivå enkelsidig test  $\Rightarrow Z = 2,33$ .  $H_0$  förkastas

0,1 % nivå enkelsidig test  $\Rightarrow Z = 3,09$ .  $H_0$  förkastas

Slutsats:  $H_1$  förkastas på en signifikansnivå med 0,1 procent, med 99,9 procent säkerhet stämmer  $H_0$ . Gran växer bättre i torv än i 50 procent industrihampa och 50 procent torv

## Bilaga 9

1 = Medelhöjd tillväxten i millimeter för tall odlad i torv.

2 = Medelhöjd tillväxten i millimeter för tall odlad i 50 procent industrihampa och 50 procent torv grovfördelad.

$$\{H_0 : 1 = 2 \Leftrightarrow 1 - 2 = 0 \quad H_1 : 1 < 2 \Leftrightarrow 1 - 2 \neq 0$$

Försöksled 50 procent industrihampa och 50 procent torv grovfördelad:

$$\bar{x} = 22,5682 \quad s = 7,4690 \quad n = 44$$

$$\text{Försöksled torv: } \bar{x} = 33,1591 \quad s = 10,2593 \quad n = 44$$

Formeln 6.2.3 valdes då både  $n_1$  och  $n_2$  var  $\geq 30$  och undersökningsvariablernas fördelningar var okända men stickproven stora.

$$Z = \frac{(\bar{x}_2 - \bar{x}_1) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_2^2}{n_2} + \frac{s_1^2}{n_1}}} = \frac{(33,1591 - 22,5682) - (0)}{\sqrt{\frac{10,2593^2}{44} + \frac{7,4690^2}{44}}} \approx 5,5360$$

5 % nivå enkelsidig test  $\Rightarrow Z = 1,64$ .  $H_0$  förkastas

1 % nivå enkelsidig test  $\Rightarrow Z = 2,33$ .  $H_0$  förkastas

0,1 % nivå enkelsidig test  $\Rightarrow Z = 3,09$ .  $H_0$  förkastas

Slutsats:  $H_1$  förkastas på en signifikansnivå med 0,1 procent, med 99,9 procent säkerhet stämmer  $H_0$ . Tall växer bättre i torv än i 50 procent industrihampa och 50 procent torv grovfördelad.



## Bilaga 10

1 = Medelhöjdtillväxten i millimeter för tall odlad i torv.

2 = Medelhöjdtillväxten i millimeter för tall odlad i 50 procent industrihampa och 50 procent torv finfördelad.

$$\{H_0 : 1 = 2 \Leftrightarrow 1 - 2 = 0 \quad H_1 : 1 < 2 \Leftrightarrow 1 - 2 \neq 0$$

Försöksled 50 procent industrihampa och 50 procent torv finfördelad:

$$\bar{x} = 23,7273 \quad s = 7,2219 \quad n = 44$$

$$\text{Försöksled torv: } \bar{x} = 33,1591 \quad s = 10,2593 \quad n = 44$$

Formeln 6.2.3 valdes då både  $n_1$  och  $n_2$  var  $\geq 30$  och undersökningsvariablernas fördelningar var okända men stickproven stora.

$$Z = \frac{(\bar{x}_2 - \bar{x}_1) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_2^2}{n_2} + \frac{s_1^2}{n_1}}} = \frac{(33,1591 - 23,7273) - (0)}{\sqrt{\frac{10,2593^2}{44} + \frac{7,2219^2}{44}}} \approx 4,9866$$

5 % nivå enkelsidig test  $\Rightarrow Z = 1,64$ .  $H_0$  förkastas

1 % nivå enkelsidig test  $\Rightarrow Z = 2,33$ .  $H_0$  förkastas

0,1 % nivå enkelsidig test  $\Rightarrow Z = 3,09$ .  $H_0$  förkastas

Slutsats:  $H_1$  förkastas på en signifikansnivå med 0,1 procent, med 99,9 procent säkerhet stämmer  $H_0$ . Tall växer bättre i torv än i 50 procent industrihampa och 50 procent torv finfördelad.

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

<https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.