ARBETSRAPPORT 1053-2020

Resultat från demonstrationsförsök 1322 med gran i Sjundekvill och simulering av fortsatt utveckling

Results from demonstration trial no. 1322 on spruce in Sjundekvill, and simulation of future development

FOTO: BO KARLSSON

skogforsk

Bo Karlsson & Nils Fahlvik

Summary

A demonstration trial with spruce varieties of different genetic levels was assessed and analysed 21 years after planting. Genetically improved varieties outperformed unimproved seed sources by more than 38 percent in terms of volume growth per area unit. Three of the tested seed sources are offspring to tested plus tree clones in new seed orchards soon ready for harvest. This indicates that production from the new seed orchards will be at least 25 percent higher than unimproved spruce seedlings according to the prediction.

The results also confirm the disadvantage that provenance material is not repeatable, shown by the poor performance of plants with Vitebsk provenance.

Simulation with Heureka, using height development up to the age of 21 years to estimate a variety-specific site index, also showed that improved varieties were superior to unimproved spruce. The difference in volume production between the best variety and seeds of Vitebsk provenance was predicted to 45 percent at the end of the rotation.

skogforsk

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
skogforsk@skogforsk.se
skogforsk.se

Redaktör: Anna Franck, anna@annafranck.se
©Skogforsk 2020
ISSN 1404-305X

Förord

Denna rapport innehåller resultaten från ett försök med gran på Södras demonstrations-fastighet Sjundekvill. Där finns demonstrationsförsök med gran, tall och lärk samt ett antal förädlingsförsök för operativ förädling. Tanken är att försöken ska användas för att visa effekten av att använda förädlat material, t.ex. vid utbildningar och skogsdagar. För att kunna genomföra denna revision av granförsöket har medel erhållits från Södras stiftelse för forskning, utveckling och utbildning. Karl-Anders Högberg har bidragit med manusgranskning.

Ekebo, Svalöv i juni 2020

Bo Karlsson och Nils Fahlvik

Innehåll

Summary....2

Förord....3

Sammanfattning....5

Bakgrund och syfte....6

Material och metoder....7
- Försök och plantmaterial....7
- Revisioner....8
- Analys....8
- Beräkning av tillväxt och ekonomiskt utbyte under en omloppstid....9

Resultat....11
- Tillväxt och produktion hittills....11
- Simulering av framtida produktion och värde....12

Diskussion....15
- Tillväxt och produktion hittills....15
- Simulering av framtida produktion och värde....16

Slutsatser....17

Litteratur....17

Bilaga 1 Resultattabeller från tidigare revisioner....19

Bilaga 2 Skötselprogram genererade i Heureka PlanWise....21

Bilaga 3 Detaljkarta över försöket....22

Bilaga 4. Översiktskarta....23

Sammanfattning

Ett demonstrationsförsök med gransorter av olika genetisk nivå har reviderats efter 21 år. Det visar att förädlade sorter är överlägsna bruksprovenienser. Volymtillväxten per ha för de bästa sorterna har uppgått till 175 m^3sk, vilket är 38 procent mer än bästa proveniens Rezekne, dubbelt så mycket som proveniens Emmaboda och nästan tre gånger så mycket som den frekvent använda vitryska proveniensen Vitebsk. De bästa sorterna i försöket är avkommor till testade plusträd som ingår i TreO-fröplantager för Götaland, vilket antyder att dessa fröplantager gott och väl kommer att leva upp till de skattade vinsterna på 25 procent merproduktion jämfört med oförädlad gran.

Resultaten bekräftar också nackdelen med att proveniensmaterial inte är upprepningsbart, vilket exemplifieras av den svaga prestationen av proveniens Vitebsk.

Simulering med Heureka, där höjdutvecklingen upp till 21 års ålder utnyttjades för att beräkna sortvisa SI och använda dessa, visade också på en merproduktion för de förädlade sorterna jämfört med oförädlade sorter. Skillnaden mellan bästa sort och proveniens Vitebsk var 45 procent i volymproduktion sett över hela omloppstiden.

Bakgrund och syfte

Genetiska demonstrationsförsök har ofta flera syften. Det primära är att kunna demonstrera skillnader mellan olika skogsodlingsmaterial vid olika stadier i plantornas utveckling. Ett annat är att verifiera och kvalitetssäkra de resultat som erhålls i förädlingsarbetet.

På fastigheten Sjundekvill anlades demonstrationsförsök med tre trädslag på uppdrag av Södra Skogsägarna. Försök med tall och lärk anlades 1998 och ett granförsök planterades 1999. Försöken skulle innehålla ett utbud av tillgängliga fröplantager och provenienser som fanns i plantskolor vid den tiden, men också om möjligt material med större genetisk vinst än för den tiden gängse bruksmaterial.

Syftet med denna rapport är att sammanställa resultat från mätningar av granförsöket upp till 21 års ålder samt att försöka använda simuleringsverktyget Heureka för att skatta merproduktionen av förädlat material över en hel omloppstid.

Material och metoder

FÖRSÖK OCH PLANTMATERIAL

Granförsök S21F9921322 är anlagt våren 1999 på Södra Skogsägarnas fastighet Sjundekvill som ligger utanför Storebro i norra Kalmar län. (WGS84 decimal lat, long 57,599, 15,832). Försöket planterades med tvååriga täckrotsplantor som producerats på Skogforsks plantskola i Ekebo. Försöket är designat som ett randomiserat blockförsök med tre upprepningar per sort. De 11 sorterna är planterade i parceller om 10 x 10 träd med 2 m kvadratförband. Tanken var att parcellerna skulle vara stora nog att följa minst till och med första gallring. Sorterna finns listade i Tabell 1.

Tabell 1. Ingående plantmaterial. (Koordinater anges med decimaler enligt WGS84.)

Sort	Övrig information
Plusträdsavkomma Asa	Frö från plusträd i Asa. Ursprung Trolleholm
Plusträdsavkomma Bölö	Frö från plusträd i Bölö. Ursprung Buderupsholm
Plusträdsavkomma Engaholm	Frö från plusträd i Engaholm. Ursprung Westerhof
Fröplantage Bredinge	Stambrevsnr. S96/0272
Fröplantage Slogstorp	Stambrevsnr. okänt. Från Odlarna Tve 1997
Proveniens Rezekne	Lettland Stambrevsnr. S94/0436. Lat 56,5 Long 27,4
Proveniens Emmaboda	Lat 56,60 Long 15,55
Proveniens Grythyttan	Lat 59,63 Long 14,53
Proveniens Vitebsk	Distrikt Polotsk. S94/0887. Lat 55,50 Long 28,77
Utvald klon (Rysk)[1]	Sticklingförökade plantor av klon utvald 1983
Utvald klon (Minsk)[1]	Sticklingförökade plantor av klon utvald 1980

[1] Dessa sorter hjälpplanterades med delvis annat material.

Frön från plusträden skördades 1983 i de bestånd de valdes ut. De är alltså halvsyskonfamiljer med känd moder men okänd fader, som kommer från det pollenmoln som fanns lokalt vid tidpunkten för blomning.

De två utvalda klonerna var utvalda 1980 och 1983 för att de presterat bra i sexåriga klontester. Sticklingarna klipptes från äldre förökningshäckar i Kolleberga plantskola. Åldern på riset och dålig fysiologisk status gjorde att rotningsresultatet blev dåligt och många plantor växte plagiotropt (grenlikt). Plantorna var avsevärt sämre än fröplantorna vid plantering och avgången första året relativt stor. Därför hjälpplanterades parcellerna med dessa kloner våren år 2000 med överblivna plantor av flera olika kloner från samma förökning; således består parcellerna nu av klonblandningar.

Sommaren 2002 och 2005 lövröjdes försöket. Därefter har röjning gjorts partiellt vid behov.

Detaljkartor och översiktskartor över försöket återfinns i Bilaga 3 respektive 4.

REVISIONER

Försöket har reviderats vid fyra tillfällen: 2002, 2006, 2010 och 2019. Mätta och beräknade egenskaper framgår av Tabell 2. För egenskaper anges försöksålder inom parentes efter förkortning, till exempel H(8) Höjd efter 8 år.

Tabell 2. Reviderade egenskaper i försöket.

Egenskap	Revisionsår	Enhet och förkortning
Överlevnad	2002	(%) Överl
Höjd	2002, 2006, 2010, 2019	H(4), H(8), H(12), H(21)
Dubbelstam	2006, 2010	Dbst
Granbarrlus	2006	Lus
Instabilitet/Lutning	2006	Inst
Diameter	2010, 2019	Diam i brh. D(12), D(21)
Stamvolym	2010, 2019	Vol(12), Vol(21)
Volym/ha	2010, 2019	Vol/ha
Odefinierad skada	2010	

Vid 2010 och 2019 års revision mättes höjd enbart på träden i en mindre parcell om 5 x 5 träd i syfte att minska mätkostnaden och för att skapa en buffertzon till grannparceller för att undvika konkurrenseffekter.

För beräkning av stamvolym användes funktioner av Andersson (1954) (träd < 5 cm) och (Näslund (1947) (träd > 5 cm). För att skatta volym per ha beräknades en medelvolym per träd i den inre parcellen i vilken både höjd och diameter var mätta. Denna medelvolym multiplicerades sedan med antalet träd i hela parcellen för att erhålla en skattad virkesvolym på parcellens 400 m² varefter parcellens virkesvolym per hektar beräknades som (parcellvolymen/400)*10 000.

ANALYS

Variansanalys har gjorts enligt följande modell:

$$Y_{ijk} = \mu + s_i + b_j + sb_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Där:

Y = värdet på en enskild observation

μ = försöksmedelvärdet

s_i = effekten av sort $_i$

b_j = effekten av block $_j$

sb_{ij} = effekten av interaktion mellan sort $_i$ och block $_j$

ε_{ijk} = residualeffekten

Medelvärden för sorterna skattades och signifikanstester utfördes med Tukey's test. (Tukey 1949).

Vid variansanalys för volym/ha har följande modell använts:

$$Yij = \mu + s_i + b_j + \varepsilon_{ijk}$$

Där:
Y = Enskild observation av parcellmedelvärdet av en sort

μ = försöksmedelvärdet

s_i = effekten av sort $_i$

b_j = effekten av block $_j$

ε_{ijk} = residualeffekten

Medelvärden skattades för ingående sorter.

BERÄKNING AV TILLVÄXT OCH EKONOMISKT UTBYTE UNDER EN OMLOPPSTID

För att skatta tillväxten och det ekonomiska utfallet under en omloppstid gjordes simuleringar av beståndsutvecklingen från tidpunkten för den senaste revisionen år 2019 fram till slutavverkning. Simuleringarna gjordes i applikationen PlanWise inom Heurekasystemet för skoglig planering och analys (Wikström m.fl. 2011). I Heureka skattas beståndsutvecklingen med en uppsättning empiriska modeller som beskriver tillväxt, avgång och inväxning (Elfving 2010). Nödvändiga indata till systemet består av uppgifter om ståndorten (till exempel latitud, altitud, ståndortsindex, vegetationstyp), beståndet (ålder, tidigare skötsel) samt träddata (trädslag, diameter, höjd). I Heureka delas beståndsutvecklingen upp i två faser: ungskogsfasen (< 7 m höjd) och den etablerade fasen (> 7 m höjd). Under ungskogsfasen tillämpas höjdtillväxtfunktioner medan funktioner för grundytans tillväxt används för den etablerade skogen. Samtliga ytor i indata hade en medelhöjd > 7 m och därmed tillämpades genomgående samma uppsättning av funktioner för den etablerade skogen för alla ytor. Standard i Heureka är att skriva fram tillväxten för den etablerade skogen med en kombination av funktioner för trädvis och beståndsvis tillväxt. Den beståndsvisa funktionen bestämmer nivån på tillväxten medan de trädvisa funktionerna används för att fördela tillväxten på enskilda träd. I de trädvisa tillväxtmodellerna används grundytan för alla träden som ett generellt uttryck för konkurrensen och summan av grundytan för träd grövre än det enskilda trädet som ett uttryck för individuellt upplevd konkurrens.

Kostnader och intäkter från avverkningar beräknades i Heureka. I systemet ingår funktioner för aptering liksom funktioner för tidsåtgång för skördare och skotare (Brunberg 2004, 2007, Ackerman m.fl. 2014). Tillämpad prislista hade ett maximalt pris för grantimmer av klass 1 på 625 SEK/m³to och 425 SEK/m³to för klass 2. Av det sågbara virket klassades 10 procent som massaved och 2 procent som vrak. Den resterande delen av det sågbara virket fördelades på 87 procent klass 1 timmer och 13 procent klass 2 timmer. Priset för granmassaved var 265 SEK/m³fub. Kostnaden för skördare var 1000 SEK/G_{15}tim i gallring och 1100 SEK/G_{15}tim vid slutavverkning. Skotarkostnaden var 700 SEK/G_{15}tim i gallring och 800 SEK/G_{15}tim vid slutavverkning.

För varje yta i indata genererade PlanWise ett stort antal skötselalternativ. Alternativen skiljde sig åt med avseende på gallringens utförande samt slutavverkningsålder. Gallringstidpunkt och uttag vid gallring genererades utifrån gallringsmallarna implementerade i Heureka. För respektive yta valdes det skötselalternativ som gav det högsta nuvärdet. Lagen om lägsta slutavverkningsålder (SVL) användes som restriktion vid

simuleringarna, vilket för den aktuella ståndorten innebar en lägsta ålder på 60 år. Syftet med restriktionen var att undvika orealistiskt tidiga slutavverkningar. I studien användes kalkylräntorna 1, 2 respektive 3 procent vid de ekonomiska beräkningarna. Skötselprogrammen för de olika ytorna varierade för olika kalkylräntor (Bilaga 2). Det gjordes även simuleringar med en fast slutavverkningsålder på 75 år för att möjliggöra en jämförelse av plantmaterialen vid samma omloppstid. Även i detta fall genererades gallringsprogrammen i Heureka.

Markvärdet beräknades vid tidpunkten för plantering av respektive odlingsmaterial enligt:

$$\boldsymbol{Markvärde} = \left(\sum_{t=0}^{u} \boldsymbol{R_t} \times (\boldsymbol{1} + \boldsymbol{r})^{-t} - \boldsymbol{c}\right) \times \frac{(\boldsymbol{1} + \boldsymbol{r})^{u}}{(\boldsymbol{1} + \boldsymbol{r})^{u} - \boldsymbol{1}}$$

Där R är netto från röjning, gallring eller slutavverkning; c är anläggningskostnad; t är tid (år); u är omloppstidens längd (år) och r är kalkylränta.

För alla odlingsmaterial sattes tidpunkten för plantering till år 0 och planteringskostnaden till 12 000 SEK/ha. Det gjordes även ett antagande att samtliga alternativ lövröjdes vid åtta års ålder till en kostnad av 5000 SEK/ha.

Indata till Heureka bestod av diameter- och höjdmätningar på samtliga träd inom provytorna för respektive plantmaterial från år 2019. För att undvika kanteffekter användes enbart träd inom den mindre parcellen som indata. Ståndortsindex (H100) beräknades separat för respektive plantmaterial. För skattning av ståndortsindex användes totalålder och övre höjd år 2019 som ingångsvärden i höjdutvecklingskurvorna för gran av Johansson m.fl. (2013). Indata kompletterades med nödvändiga bestånds- och ståndortsdata.

Resultat

TILLVÄXT OCH PRODUKTION HITTILLS

Resultat från revisionen 2019 (21 år efter plantering) presenteras i Tabell 1. Där framgår att de tre halvsyskonfamiljerna har den högsta arealproduktionen, där de två bästa har en volym på 175 m³sk/ha. Det innebär en medelproduktion per år på 8,3 m³sk/ha. De följs av fröplantagesorterna med 147 respektive 138 m³sk/ha. Sämst av de ordinarie bruks-sorterna är proveniens Vitebsk med en produktion på 63 m³sk/ha.

Resultat från tidigare revisioner av försöket redovisas i Bilaga 1.

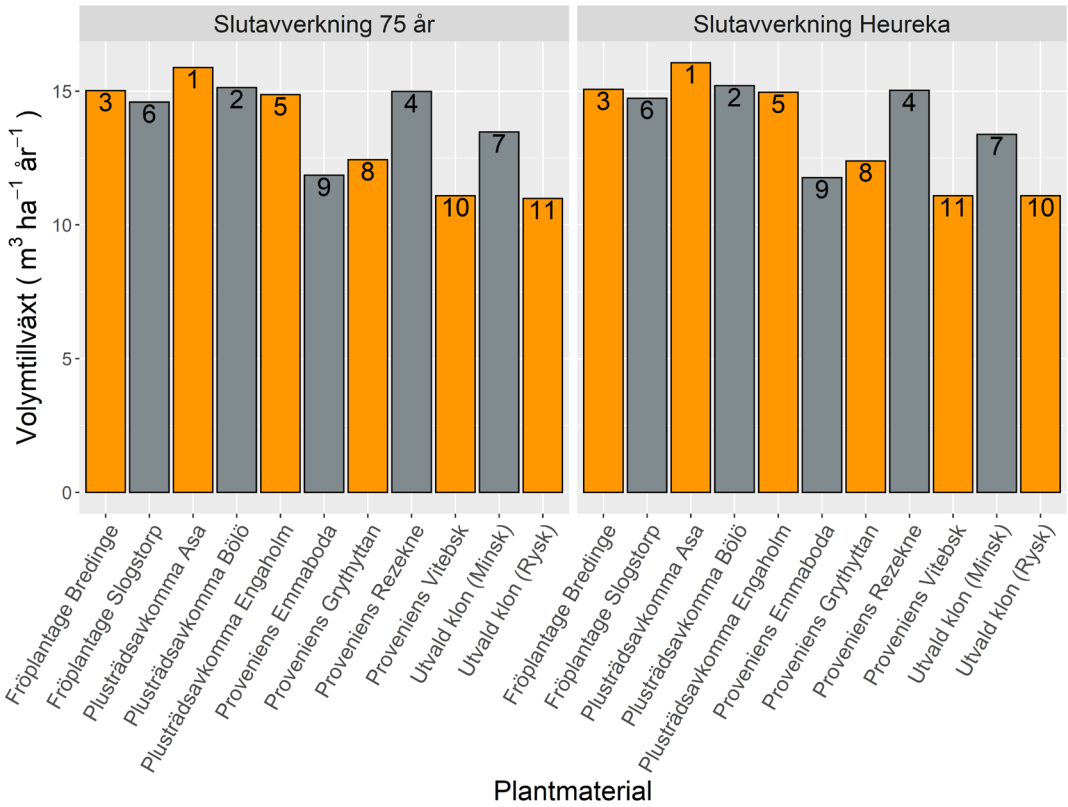
Tabell 1. Resultat från revisionen 2019. Sorterna är rangordnade efter volymproduktion/ha.

	Vol/ha (21) (m³sk)	Överl. (21) (%)	H(21) (dm)	D(21) (mm)	Trädvol (21) (dm³)
Plusträdsavkomma Bölö	175	82	111	111	81
Plusträdsavkomma Asa	175	67	126	130	100
Plusträdsavkomma Engaholm	147	65	108	118	78
Fröplantage Bredinge	147	73	115	116	78
Fröplantage Slogstorp	138	66	109	128	81
Proveniens Rezekne	127	75	110	111	70
Proveniens Grythyttan	105	85	93	94	52
Utvald klon (Minsk)	101	69	103	102	63
Proveniens Emmaboda	81	82	87	92	41
Proveniens Vitebsk	63	82	79	81	34
Utvald klon (Rysk)	57	74	84	84	33
Medelvärde	**118**	**75**	**102**	**105**	**64**

För att tabellen ska bli överskådlig har inga statistiska signifikansskillnader tagits med. För arealproduktionen var de två bästa sorterna statistiskt skilda från de tre sämsta. För överlevnad vid 21 års ålder framgick inga statistiska skillnader mellan sorter. För övriga egenskaper fanns statistiska skillnader mellan bästa sort och de tre–fyra sämsta sorterna.

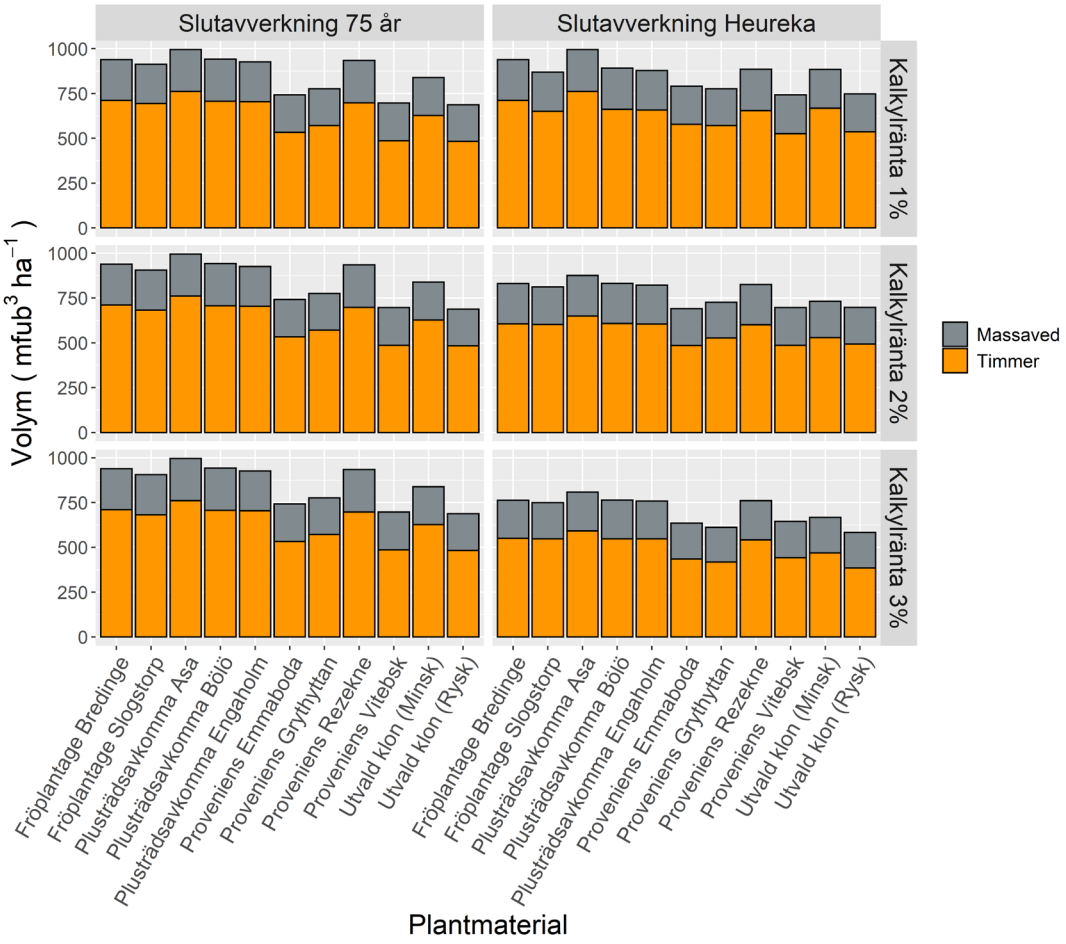
SIMULERING AV FRAMTIDA PRODUKTION OCH VÄRDE

Vid en simulerad omloppstid på 75 år hade Asa den högsta medeltillväxten (ca 16 m³/ha och år) medan plantmaterialen Rysk och Vitebsk hade lägst tillväxt (ca 11 m³/ha och år) (Figur 1). Oberoende om man tillämpade en individuell slutavverkningsålder för respektive plantmaterial eller en enhetlig omloppstid på 75 år var skillnaderna i tillväxtnivå små inom enskilda sorter (Figur 1, Bilaga 2).



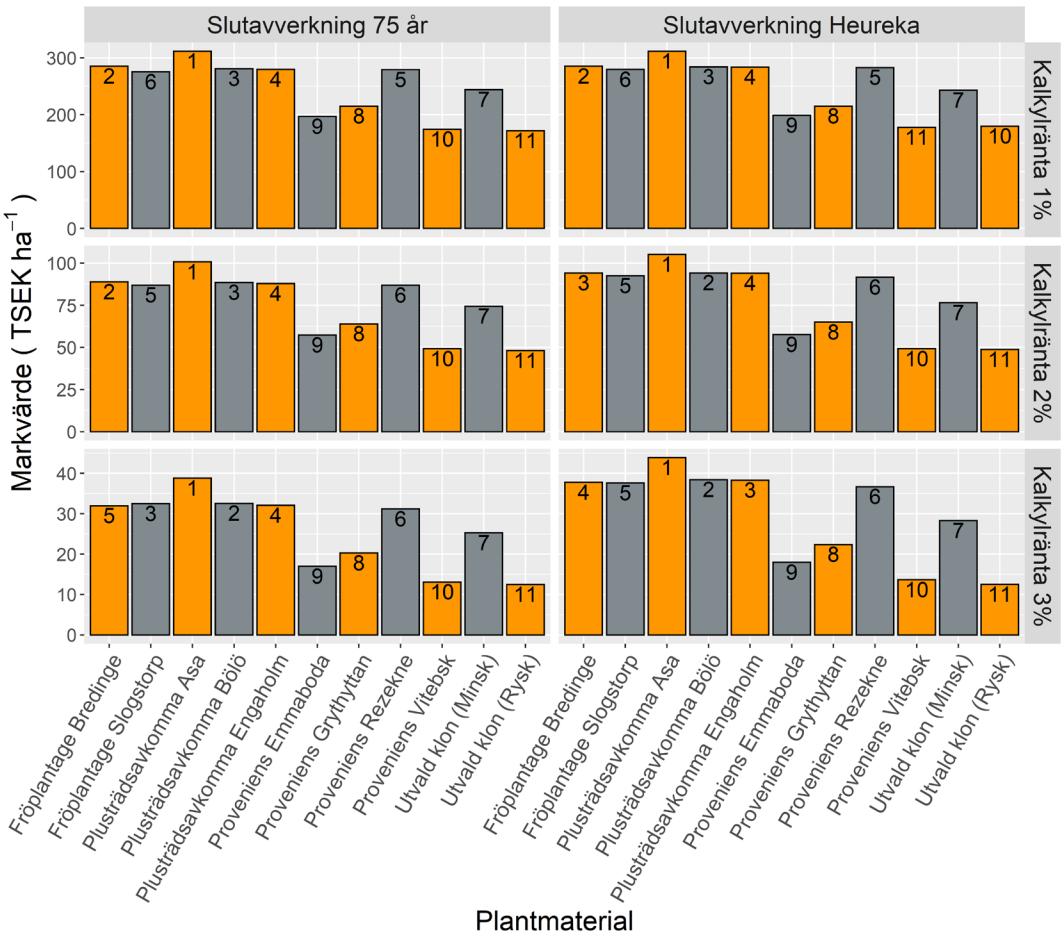
Figur 1. Volymens medeltillväxt under en omloppstid för olika plantmaterial. Medeltillväxten har beräknats för en omloppstid på 75 år (vänster) samt för det skötselprogram som genererade högst nuvärde i Heureka PlanWise (höger) (Bilaga 2). Rangordningen från högst (1) till lägst (11) produktion anges inom respektive stapel. Simuleringarna gjordes med en kalkylränta på 2 procent.

I simuleringarna var uttaget av gagnvirke under en omloppstid generellt högst för Asa, Bölö och Bredinge (Figur 2). Andelen timmer var 67–76 procent beroende på plantmaterial och kalkylränta. Hög kalkylränta resulterade generellt i kortare omloppstid och därmed en lägre andel timmer för simuleringar där tidpunkten för slutavverkning genererades i Heureka. Asa hade den högsta andelen timmer.



Figur 2. Total avverkad volym av timmer och massaved för olika plantmaterial. Beräkningar har gjorts för en omloppstid på 75 år (vänster) samt för det skötselprogram som genererade högst nuvärde i Heureka PlanWise (höger) (Bilaga 2). Separata beräkningar gjordes för kalkylränta 1, 2 och 3 procent.

Plantmaterial Asa gav det högsta markvärdet medan Rysk och Vitebsk hade lägst markvärde (Figur 3). Skillnaden i markvärde var små för Bredinge, Bölö, Engaholm, Rezekne och Slogstorp. Den inbördes rangordningen för dessa plantmaterial varierade något för olika kalkylräntor. Rysk och Vitebsk tillhörde de plantmaterial som hade längst omloppstid (Bilaga 2). Vid 1 procent kalkylränta genererades en omloppstid på 80 år och vid 3 procent kalkylränta var omloppstiden 65–70 år för dessa material. För Asa, Bredinge, Bölö, Engaholm och Rezekne var slutavverkningsåldern 60 år vid 3 procent kalkylränta. Avverkningsåldern 60 år motsvarade lägsta slutavverkningsålder enligt SVL för aktuellt ståndortsindex och användes som restriktion för lägsta ålder vid avverkning i simuleringarna.



Figur 3. Markvärde för olika skogsodlingsmaterial vid en kalkylränta på 1, 2 och 3 procent. Markvärdet beräknades för en omloppstid på 75 år (vänster) samt för det skötselprogram som genererade högst nuvärde i Heureka PlanWise (höger) (Bilaga 2). Rangordning från högsta (1) till lägsta (11) markvärde anges inom respektive stapel.

Diskussion

TILLVÄXT OCH PRODUKTION HITTILLS

Försöket är anlagt som ett demonstrationsförsök, där syftet är att visa skillnader mellan parceller med olika sorter. Parcellstorleken i detta försök är stor (20 x 20 m) och försöket kunde inte anläggas med mer än tre upprepningar. Det förklarar att det är svårt att hitta signifikanta skillnader i den statistiska analysen. Därför är inte alltid slutsatserna i diskussionen helt säkerställda men kan ses som tydliga indikationer och trender i sorternas uppförande. Det är viktigt att demonstrationsförsök och försök för att verifiera genetiska vinster anläggs fortlöpande, gärna med stora parceller som går att följa under längre tid (Liziniewicz m. fl. 2019).

Resultaten bekräftar att betydelsen av ett högproducerande plantmaterial är stor. Det är plusträdsavkommorna som presterat bäst i försöket. Alla tre plusträden som representeras i försöket valdes ut för att deras avkomma varit starkt växande i tidigare försöksserier.

Plantorna från de tre plusträdsavkommorna är odlade från frö plockade i urvalsbestånden, vilket betyder att fadern kommer från pollenmolnet och därmed är okänd. Vid vinstberäkning sätts då faderns värde till samma som oförädlad lokalproveniens, det vill säga genetisk nivå noll. Det betyder att halvsyskonfamiljernas merprestation som visas i försöket är halverad jämfört med om modern ingått i en fröplantage med likvärdiga kloner.

För att beräkna effekten av de tre plusträdsavkommorna jämfört med de två fröplantagerna räknar vi ut skillnaden i volymproduktion till ca 22 procent. Om de hade pollinerats av likvärdiga kloner kan vi beräkna avelsvärdet för dessa tre kloner till 44 procent bättre än nuvarande plantager, som i sin tur brukar skattas till ca 15 procent bättre än oförädlad gran.

De tre plusträdsklonerna ingår i fröplantage Söregärde och ligger där mitt i den övre delen av fördelningen av kloner om man rankar för klonernas avelsvärde, alltså något över medelvärdet för plantagen. En rimlig slutsats utifrån resultaten i detta försök är att medelvärdet för Söregärde ligger 30 procent högre än nuvarande plantager. En överslagsberäkning visar då att Söregärdeplantagens vinst för arealproduktion efter en tredjedel av omloppstiden ligger på ca 15 + 30 = 45 procent bättre än oförädlat. Tidiga vinstberäkningar för Söregärde och andra TreO-plantager (Rosvall m.fl. 2001) är 25 procent. Slutsatsen blir att den skattningen i alla fall inte är överskattad.

Den svaga prestationen för de två sticklingsförökade klonerna är viktig att iaktta. Trots höga avelsvärden i en första revision efter sex år så har produktionen varit sämre än inhemska provenienser. Plantorna var mindre och plagiotropt växande vid anläggningen och hjälpplantering gjordes året efter försöksanläggningen. Detta konfirmerar tidigare kunskap om att det är viktigt att plantmaterial, förutom bra genetisk nivå, också har fysiologiskt högkvalitativa egenskaper för att totalresultatet ska bli lyckat. Gemmel och Nilsson (1990) visade att hjälpplantering av enstaka plantor som är jämnt fördelade sällan är meningsfull, vilket kan förklara att produktionen är dålig trots komplettering av första årets avgång.

Vitebsk överraskar som en proveniens som inte lever upp till sina förväntningar. Senskjutande östprovenienser har rekommenderats, för marker inom användningsområdet som försökslokalen tillhör, om det varit brist på senskjutande fröplantagematerial

(Person & Persson, 1992). Därför är det förvånande att de båda svenska provenienserna överträffar Vitebsk. Den andra östproveniensen Rezekne uppför sig däremot enligt förväntningarna och placerar sig mellan svenska provenienser och fröplantagerna. Resultaten bekräftar att det kan finnas en stor variation mellan enskilda provenienser (bestånd), även om proveniensområdet pekats ut som lämpligt. Rekommendationer för provenienser baseras på de fröskördar som en gång testades i proveniensförsök. Nästa fröskörd av samma proveniens kan göras i ett helt annat bestånd. Resultaten från proveniensförsök är alltså inte upprepbara, till skillnad från fröplantager där samma träd skördas år efter år.

Arealproduktionen är ett resultat av stamvolym och överlevnad. Plusträdsavkomman från Bölö ligger högt i överlevnad (2050 stammar/ha) och har en relativt hög stamvolym, medan sorten från Asa ligger bland de sämre i överlevnad (1675 stammar/ha) men kompenserar detta med den högsta stamvolymen. Båda hamnar på en arealproduktion på 175 m^3sk/ha efter 21 år.

SIMULERING AV FRAMTIDA PRODUKTION OCH VÄRDE

Plantodlingsmaterial Asa gav högst tillväxt och markvärde i simuleringarna, följt av Bredinge, Bölö, Engaholm, Rezekne och Slogstorp som presterade ungefär lika. Lägst tillväxt och markvärde gav Rysk och Vitebsk. Tillväxten i simuleringarna har i första hand påverkats av initiala skillnader i beståndsstruktur hos indata och av skillnader i skattat ståndortsindex för olika plantmaterial. Beståndstäthet, uttryckt som grundyta och stamantal, i kombination med ålder är viktiga variabler i tillväxtfunktionerna. En högre grundyta vid en viss ålder genererar en högre tillväxt om övriga faktorer är lika. En högre höjd genererar dessutom en högre volym. Även ståndortsindex ingår som oberoende variabel i tillväxtfunktionerna. Ett högre ståndortsindex för de växtligaste plantmaterialen har på så vis förstärkt skillnaden i tillväxt mellan hög- och lågproducerande. Justeringar av ståndortsindex har även tidigare använts som ett sätt att beskriva genetiska vinster i simuleringsstudier (Rosvall & Wennström 2008). Skötselprogrammen, med skillnader i gallringsprogram och slutavverkningsålder, har också haft viss påverkan på tillväxten. Figur 1 tyder dock på en liten effekt av varierande slutavverkningsålder på medeltillväxten. Tillväxtnivån för de olika plantmaterialen i simuleringarna har inte kunnat valideras. Däremot finns det stöd i flera förädlingsstudier för ett starkt samband mellan tidig tillväxt och tillväxten i den etablerade skogen (Jansson 2007, Liziniewicz m.fl. 2018). Det bör beaktas att utgångsläget för simuleringarna utgjordes av ett relativt litet antal träd inom provytornas inre parceller.

Ett antal antaganden har påverkat den ekonomiska analysen. Skillnader i kvalitetsegenskaper har inte beaktats, eftersom mätdata inte medgav detta. Samma fördelning av timret på olika kvalitetsklasser har tillämpats oavsett plantmaterial och skötselprogram. Dimensionsfördelningen i uttaget har däremot påverkat ekonomin genom prisskillnader för olika timmerdimensioner, där klena dimensioner har haft ett lägre pris än grövre. Plantkostnaden och kostnaden för röjning har också varit samma för alla plantmaterial. Efterfrågan kan driva upp priset på eftertraktade plantmaterial. Eventuellt kan det finnas behov av upprepade röjningar för plantmaterial med en långsam ungdomsutveckling om lövförekomsten är riklig.

Slutsatser

Resultaten från analysen av försökets utveckling hittills, och simuleringar av framtida utveckling, överensstämmer med eller till och med överträffar tidigare prognoser för tillväxt och värdeproduktion för bestånd anlagda med förädlade plantor. Simuleringarna av beståndsutvecklingen under en omloppstid visade på plantmaterialets betydelse för såväl tillväxt som ekonomi. Resultaten tyder på att det är fördelaktigt att satsa på plantmaterial med hög tillväxt både vad gäller volymproduktion och för att få god lönsamhet på investeringen i ny skog.

Litteratur

Ackerman, P., Belbo, H., Eliasson, L., de Jong, A. Lazdins, A. & Lyons, J. 2014. The COST model for calculation of forest operations costs. Int J For Eng. 25:75–81.

Andersson, S. O. 1954. Funktioner och tabeller för kubering av småträd. Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut 44:12, 29 s.

Brunberg, T. 2004. Underlag till produktionsnormer för skotare. Skogforsk, Redogörelse 3. Swedish with English summary.

Brunberg, T. 2007. Underlag för produktionsnormer för extra stora engreppsskördare i slutavverkning. Skogforsk, Redogörelse 2. Swedish with English summary.

Elfving, B. 2010. Growth modelling in the Heureka system. Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Forestry. https://www.heurekaslu.se/wiki/Heureka_prognossystem_(Elfving_rapportutkast).pdf. [Citerad 2 april 2020]

Gemmel, P. & Nilsson, U. 1990. Competition between originally planted and beeted seedlings in stands of Norway spruce and Scots pine. SLU, inst. för skogsskötsel. Rapporter 27. 32 s.

Jansson, G. 2007. Gains from selecting Pinus sylvestrisin southern Sweden for volume per hectare. Scandinavian Journal of Forest Research, 22(3), 185-192. doi:10.1080/02827580701330894

Johansson, U., Ekö, P.M., Elfving, B., Johansson, T. & Nilsson, U. 2013. Nya höjdutvecklingskurvor för bonitering. Fakta Skog 14. 6 s.

Liziniewicz, M., Berlin, M. & Karlsson, B. 2018. Early assessments are reliable indicators for future volume production in Norway spruce (*Picea abies* L. Karst) genetic field trials. [True]. Forest Ecology and Management, 411, 75-81. doi:10.1016/j.foreco.2018.01.015

Liziniewicz, M., Karlsson, B. & Helmersson, A. 2019. Improved varieties perform well in realized genetic gain trials with Norway spruce seed sources in southern Sweden. Scandinavian Journal of Forest Research, 1-8. doi:10.1080/02827581.2019.1622035

Näslund, M. 1947. Funktioner och tabeller för kubering av stående träd. Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut ; 36:3.

Persson, A. & Persson, B. 1992. Survival, growth and quality of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) provenances at the three Swedish sites of the IUFRO 1964/68 provenance experiment. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Yield Research, Report 29, 51 pp.

Rosvall, O., Jansson, G., Andersson, B., Ericsson, T., Karlsson, B., Sonesson, J., & Stener, L. G. 2001. Genetiska vinster i nuvarande och framtida fröplantager och klon-blandningar. SkogForsk Redogörelse(1), 41.

Rosvall, O. & Wennström, U. 2008. Förädlingseffekter för simulering med Hugin i SKA 08. Arbetsrapport från Skogforsk Nr 665, 2008, 37 s.

Tukey, J. 1949. "Comparing Individual Means in the Analysis of Variance". Biometrics. 5 (2): 99–114.

Werner, M. & Karlsson, B. 1982. Resultat från 1969-års granproveniensserie i Syd- och Mellansverige. (In Swedish). Institutet för Skogsförbättring, Årsbok 1982, 90-158.

Wikström, P., Edenius, L., Elfving, B., Eriksson, L.O., Lämås, T., Sonesson, J., Öhman, K., Wallerman, J., Waller, C. & Klintebäck, F. 2011. The Heureka forestry decision support system: an overview. Mathematical and Computational Forestry and Natural-Resource Sciences 3 (2): 87–94.

Bilaga 1.
Resultattabeller från tidigare revisioner

Tabell 1. Resultat från revisionen 2006. Sorterna är rangordnade efter medelhöjd. Förklaringar ses under tabellen. Egenskaper som inte har en ålder inom parentes avser resultat år 8.

Sort	H(8) (cm)	Sign H(8)	Överl (%)	H(4) (cm)	H(8) (%)	TV (cm)	TV (%)	Lus (%)	Dbst (%)	Inst (%)
Plusträdsavk. Asa	337	ab	72	126	122	211	174	19	11,2	3,7
Fröplantage Bredinge	332	abcd	78	132	120	199	152	12	2,3	5,0
Plusträdsavk. Bölö	306	bcdef	88	135	111	171	124	27	4,2	7,5
Plusträdsavk. Engaholm	305	bcdef	68	129	111	177	137	31	9,3	3,8
Fröplantage Slogstorp	285	cdefgh	70	116	103	169	149	27	4,2	3,0
Prov. Rezekne	280	defgh	83	119	101	161	133	4	3,1	3,5
Prov. Emmaboda	266	efgh	81	110	97	157	147	22	7,0	1,6
Prov. Grythyttan	253	efghi	82	110	92	143	132	30	9,9	7,7
Utvald klon (Rysk)	234	ghij	72	99	85	135	138	32	0,6	7,9
Utvald klon (Minsk)	224	ij	69	81	81	142	173	41	14,7	0,2
Prov. Vitebsk	211	ij	80	89	76	122	137	17	3,6	0,0
Försöksmedeltal	274		76	112	100	161	145	26	5,9	3,3

H(8) – Höjd 8 år efter plantering. Absoluta tal och procentuellt mot försöksmedelvärdet.
Sign – Signifikans. Värden med samma bokstav är ej signifikant åtskilda (Tukeys test).
Överl – Överlevnad.
H(4) – Höjd 4 år efter plantering.
TV – Tillväxt i höjd år 5-8. Absoluta tal i cm och procentuell ökning från år 4.
Lus – Andel träd med granbarrlus.
Dbst – Andel träd med dubbelstammar och dubbeltoppar.
Inst – Andel instabila eller lutande stammar.

Tabell 2. Resultat från revisionen 2010. Sorterna är rangordnade efter medelhöjd (H12). Förklaringar ses under tabellen. Egenskaper som inte har en ålder inom parentes avser resultat år 12.

	Volym/ha (m^3sk)	Överl (%)	H(4) cm	H(8) (dm)	H(12) (dm)	D(12) (mm)	Träd-volym (12) (dm^3)	Odef skada (%)	Dbst (%)	Form H/D
Medelvärde	23	75	113	27	53	55	12,5	17	19	0,96
+ trädsavk. från Asa	41	67	126	35	68	76	21,6	16	27	0,87
+ trädsavk. från Bölö	40	83	132	31	60	63	17,1	10	15	0,91
Fröplantage Bredinge	35	73	135	34	63	68	18,4	15	10	0,91
+ trädsavk. från Engaholm	33	66	129	30	58	65	16,0	9	23	0,85
Prov. Rezekne	29	76	116	29	57	60	14,5	28	13	0,93
Fröplantage Slogstorp	25	66	119	29	56	65	13,8	43	21	0,89
Prov. Grythyttan	18	86	110	24	45	48	9,5	19	26	0,92
Prov. Emmaboda	15	85	110	26	48	49	8,1	19	15	0,99
Utvald klon (Minsk)	15	71	99	22	48	46	10,5	13	32	1,00
Prov. Vitebsk	8	84	81	21	40	36	5,0	11	13	0,98
Utvald klon (Rysk)	7	74	89	23	44	39	4,7	5	15	1,25

Överl – Överlevnad.

H(4), H(8), H(12) – Höjd 4 8 och 12 år efter plantering.

D(12) – Brösthöjdsdiameter 12 år efter plantering.

Trädvolt (12) – Medelvolym per träd.

Odef skada – Skada på stammen som kan vara sotsvamp efter lusangrepp. Utredning pågår.

Dbst – Andel träd med dubbelstammar och/eller dubbeltoppar

Form – Relationen Höjd/Diameter. Högt värde betyder ”slankare” träd.

Bilaga 2.
Skötselprogram genererade i Heureka PlanWise

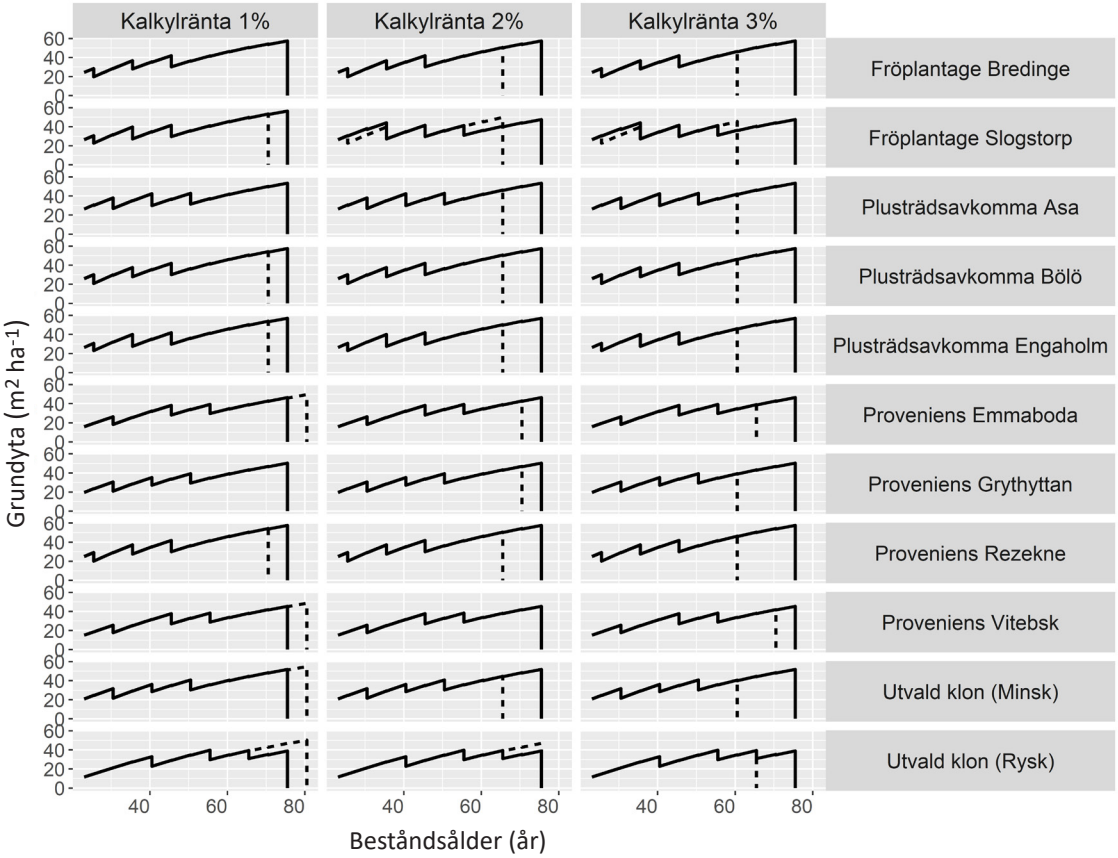
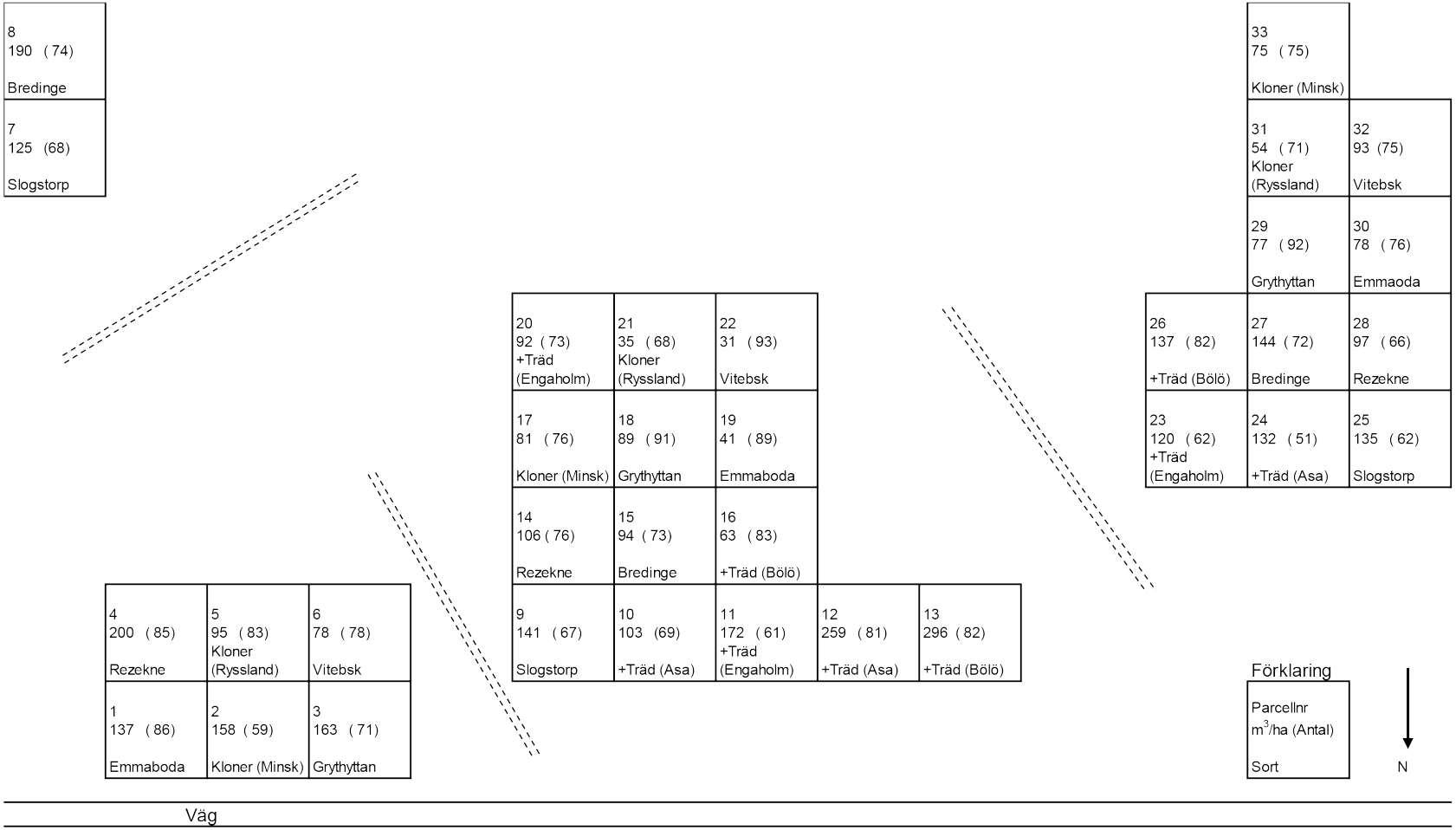


Fig 1. Grundytans utveckling inom de skötselprogram som har genererats för de olika odlingsmaterialen i Heureka PlanWise. Simuleringar har gjorts för en omloppstid på 75 år (heldragen linje) samt för det skötselprogram som genererade högst nuvärde i Heureka PlanWise (streckad linje). Lagen om lägsta slutavverkningstidpunkt (SVL) har använts som restriktion vid simuleringarna.

Bilaga 3. Detaljkarta över försöket



Figur 1. Karta med Vol/ha (m^3sk) och överlevnad (antal plantor = procent) 21 år efter plantering inskrivet i respektive parcell. Observera att grupper av parceller ej ligger skalenligt i förhållande till varandra.

Bilaga 4. Översiktskarta

Försökets belägenhet markeras av krysset.