ARBETSRAPPORT 1198-2024

Årsrapport Föryngringskollen

Resultat 2023

Mattias Berglund, Jonas Öhlund, Nils Fahlvik, Fredrik Johansson, Jon Ahlinder, Christer Renman, Michael Krook, Marcus Vestlund

Fältutbildning inför uppstart av inventeringarna 31 augusti 2023 i Husby-Långhundra utanför Uppsala. Foto: Jonas Öhlund, Skogforsk.

skogforsk

Innehåll

Förord **4**

Summary **5**

Sammanfattning **6**

Inledning **7**

Material och metoder **7**

Beståndsurval och inventeringsmetodik 7

Fördelning av inventeringsbestånd 7

Inventerade plantor 8

Beräkningar och analyser 9

Statistiska analyser 10

Resultat **12**

Beskrivning av inventerade bestånd 12

Hyggesstorlek 12

Orsak till delade cirkelprovytor 12

Ståndortsegenskaper 12

Markberedningens och planteringens utförande 14

Markberedningsmetod 14

Markpåverkan 15

Hyggesvila och markberedningsvila 16

Vår- och höstplantering 17

Planttyper, plantstorlekar och plantbehandlingar 17

Utnyttjade planteringspunkter 20

Förekomst av hinder för markberedning och plantering 23

Plantantal 24

Beställt plantantal 24

Inventerat plantantal 25

Vad påverkar plantantalet? 26

Plantstorlek och tillväxt 31

Överlevnad och vitalitet 32

Vad påverkar plantvitaliteten? 33

Planteringspunkt 36

Analys av omvända torvor 38

Symtom och skadegörare 39

Kvalitetssäkring **40**

Plantantal 43

Överlevnad och vitalitet 44

Avgränsningar och framtid 45

Slutsatser 45

Referenser.....46

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

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts 5 mars 2024 av
Erik Ling, Programchef. Därefter har Magnus Thor, Forskningschef,
granskat och godkänt publikationen för publicering den 12 mars 2024.

Redaktör: Caroline Rothpfeffer, caroline.rothpfeffer@skogforsk.se
©Skogforsk 2024 ISSN XXXX-XXXX

Förord

Denna rapport är den andra av fem årsrapporter i projektet Föryngringskollen och redovisar resultat från inventeringar utförda under hösten 2023. Detta var det första året som Föryngringskollen genomfördes i full skala, med totalt 585 inventerade bestånd. Många lärdomar som drogs under teståret 2022 har nu implementerats i projektet. Framför allt har en utökad kvalitetssäkring genomförts där personal från Skogforsk följt med och stöttat inventerarna under de första veckorna efter inventeringsstart för att kalibrera in protokoll och bedömningar. Utöver detta har även konrollinventeringar av samtliga inventerare i projektet genomförts och fältinstruktionen förtydligats. Tack vare dessa förbättringar är vi nu trygga i att kvaliteten i inventeringarna håller hög klass.

Eftersom replikeringen (upprepningen) i projektet nu är på betydligt högre nivåer kan vi i denna rapport för första gången redovisa och diskutera bakomliggande orsakssamband till försämrad plantvitalitet och hög plantmortalitet. Vi har även kunnat undersöka vilka variabler som har störst inverkan på plantantalet i cirkelprovytorna.

Vi vill rikta ett stort tack till all fältpersonal på Fields AB och Svensk Naturförvaltning AB för ett mycket väl utfört jobb med fältinventeringen. Det var ett stort beting med en snäv tidsram där den första snön ständigt flåsade er i nacken.

Ett stort tack också till alla representanter från medlemsföretagen i Föryngringskollen, ni som med ett enormt engagemang verkar i referensgruppen och ni som har hjälpt till med att förse oss med material och data från era register. Vi vet att det många gånger tar mycket tid att gräva fram det vi behöver.

Tack också till Urban Nilsson på SLU för värdefulla diskussioner kring analyser och resultat.

Finansiärer av Föryngringskollen är Sveaskog, Stora Enso, Holmen, Södra Skog, Mellanskog, Norra Skog, SCA, Skogssällskapet och Skogforsk.

Uppsala, Ekebo och Sävar, mars 2024

Mattias Berglund, Jonas Öhlund, Nils Fahlvik, Fredrik Johansson, Jon Ahlinder, Christer Renman, Michael Krook, Marcus Vesterlund

Summary

Through applied research and collaboration with the forest sector, the “Regeneration Check” (Föryngringskollen) aims to achieve stable regeneration results with high levels of seedling survival. Annual inventories are conducted in randomly selected plantations at the participating forest companies according to a standardised protocol with fixed variables. The inventories are conducted after one growing season for all stands and, for a selection of stands, after three growing seasons.

In addition to inventory data, stand and seedling data are also obtained from the participating forest companies, as well as weather data from SMHI. These data sources are then combined in the analyses. The aim is that over time the project will provide a more comprehensive picture of the causal relationships behind early seedling survival and growth.

A total of 585 stands were inventoried during the autumn of 2023. The analyses comprised 575 stands and just over 38,000 plants. The material as a whole included approximately 21,500 pine seedlings and approximately 16,700 spruce seedlings.

The overall results show differences in soil preparation and planting in the different regions, for example in the selection of seedling types and seedling sizes, as well as the use of different planting spots.

Similar to the results from 2022, the 2023 inventories also recorded relatively low numbers of seedlings in all three regions. The lowest number was recorded in Svealand (1218 pl/ha), followed by Norrland and Götaland (1344 and 1617 pl/ha, respectively). Approximately 13 % of the seedlings in the dataset were dead. A deeper analysis of the underlying causes for low seedling numbers in the circular plots showed that a low level of soil disturbance, the presence of undergrowth, and obstacles of various kinds (e.g. lying/standing dead wood) had negative impacts.

Several variables, such as planting spots, seedling sizes, soil moisture classes, and length of fallow period, affected seedling vitality in the different regions. Planting spots were particularly significant, where the vitality of the mineral soil spots was higher than in the mounds.

More detailed analyses of the mounds indicated that soil moisture class and the quality of the planting spots (soil contact) were important for seedling vitality in these planting spots.

Sammanfattning

Föryngringskollen syftar till att uppnå stabila föryngringsresultat med hög plantöverlevnad, genom tillämpad forskning i samverkan med branschen. Detta görs genom att utföra årliga inventeringar i utslumpade ordinarie planteringar hos de medverkande skogsföretagen enligt ett standardiserat inventeringsprotokoll med fasta inventeringsvariabler. Inventeringarna görs efter en tillväxtsäsong för samtliga bestånd, för ett urval görs också en återinventering efter tre tillväxtsäsonger. Utöver inventeringsdata tas även bestånds- och plantdata in från de medverkande skogsföretagens register samt väderdata från SMHI. Dessa datakällor kombineras sedan i analyserna och målet är att projektet över tid ska ge en mer heltäckande bild av orsakssambanden bakom den tidiga plantöverlevnaden och planttillväxten.

Totalt inventerades 585 bestånd under hösten 2023. I analyserna ingick 575 bestånd och drygt 38 000 plantor. Materialet som helhet omfattade cirka 21 500 tallplantor och cirka 16 700 granplantor.

De övergripande resultaten visar väsentliga skillnader i utförandet av markberedning och plantering i de olika regionerna, exempelvis vid val av planttyp och plantstorlek samt nyttjandet av olika planteringspunkter.

I likhet med testårets resultat 2022 registrerades även 2023 års inventeringar förhållandevis låga plantantal i samtliga tre regioner. Lägst plantantal registrerades i Svealand (1218 plantor/ha) följt av Norrland och Götaland (1344 respektive 1617 plantor/ha). Av dessa utgjordes ca 13 procent av döda plantor i hela materialet. En djupare analys av de bakomliggande orsakssambanden till låga plantantalsregistreringar i cirkelprovytorna visar att liten markpåverkan hade en negativ inverkan liksom förekomst av underväxt och ”hinder” av olika slag, till exempel grot (grenar och toppar) och liggande/stående död ved.

Statistiska analyser visar att plantvitaliteten i de olika regionerna är beroende av ett samspel av flera olika variabler såsom planteringspunkt, plantstorlek, markfuktighetsklass och hyggesvilans längd. Framför allt var planteringspunkter betydelsefulla där vitaliteten i mineraljordspunkterna var högre än i de omvända torvorna.

Mer ingående analyser av de omvända torvorna tyder på att markfuktighetsklass och planteringspunkternas kvalitet (torvornas markkontakt) hade betydelse för plantvitaliteten i dessa planteringspunkter.

Inledning

Föryngringskollen är ett samverkansprojekt mellan Skogforsk och åtta skogsföretag: Sveaskog, Stora Enso, Holmen, Södra Skog, Mellanskog, Norra Skog, SCA och Skogssällskapet. Projektet tar sin utgångspunkt i flera studier som visat att en hög andel av de plantor som planteras i skogsbruket dör under de första åren efter plantering (Gålnander m.fl. 2020., Holmström m.fl. 2019). Grundidén med Föryngringskollen är att angripa problemet med hög plantmortalitet branschgemensamt, systematiskt och långsiktigt genom att utföra årliga inventeringar i utslumpade utförda planteringar hos de medverkande skogsföretagen enligt ett standardiserat inventeringsprotokoll med fasta inventeringsvariabler. Målet med projektet är att genom analys och branschsamverkan uppnå stabilare föryngringsresultat med hög plantöverlevnad.

En fullständig beskrivning av bakgrund och metodik för Föryngringskollen finns i en separat arbetsrapport (Öhlund m.fl. 2024 a) och redovisas därför inte närmare här.

Resultaten från Föryngringskollen presenteras i årliga resultatrapporter under de fem år som projektet pågår. Denna rapport är den andra och redovisar resultat från 2023 års inventeringar. Detta var det första året som Föryngringskollen genomfördes i full skala och eftersom replikeringen (upprepningen) i projektet nu nått högre nivåer kan vi i denna rapport för första gången redovisa och diskutera bakomliggande orsaker som påverkar plantvitalitet. Vi har även kunnat undersöka vilka variabler som har störts inverkan på antalet plantor per hektar i de olika regionerna.

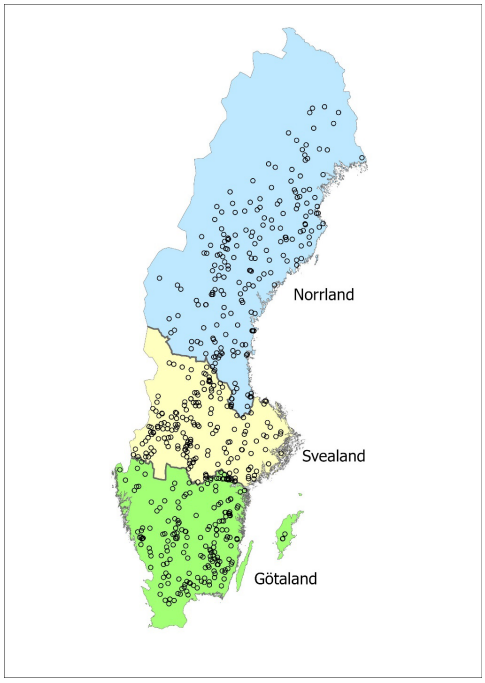
Material och metoder

Beståndsurval och inventeringsmetodik

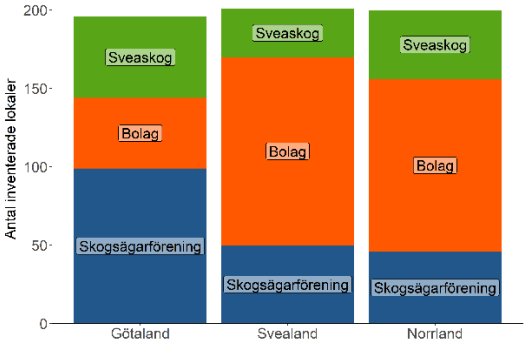
För information om metodik för datainsamling och beståndsurval, se Öhlund m.fl. (2024 a).

Fördelning av inventeringsbestånd

Totalt inventerades 585 bestånd hösten 2023. Inom varje bestånd inventerades 10 cirkelprovytor om 50 m² vardera. Undantag förekom då flera ytor inom ett bestånd inte uppfyllde de krav som satts upp och reservytorna inte räckte till för att täcka upp bortfallet. Bestånd med färre än sex inventerade provytor ströks och har inte ingått i den fortsatta analysen. Resultaten i denna rapport bygger således på en analys av 575 bestånd. Fördelningen av bestånd mellan de tre geografiska regionerna samt mellan olika typer av skogsföretag framgår av figur 1 och 2.



Figur 1. Fördelningen över landet för de 575 bestånd som ingår i analysen. I analysen grupperades materialet efter geografiska regioner (Götaland, Svealand och Norrland) enligt avgränsningen i kartan. Uppdelningen i regioner följde länsindelningens gränser.



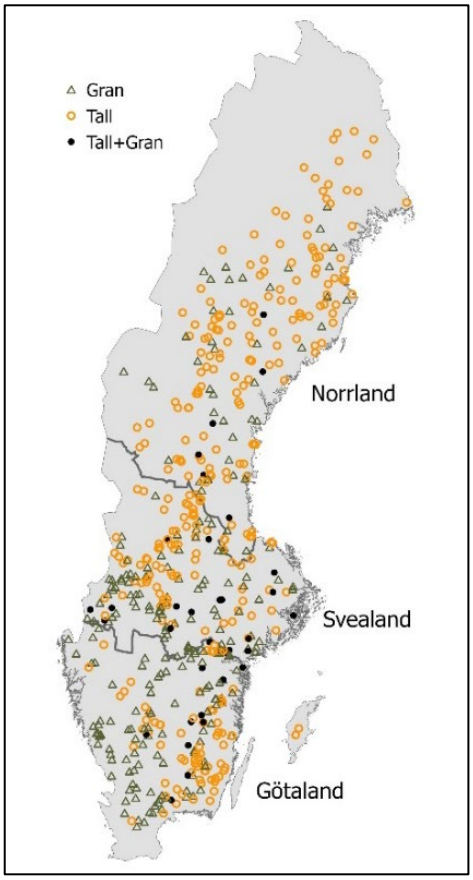
Figur 2. De inventerade beståndens fördelning på geografisk region och ägarkategori. I kategorin ”Bolag” ingår även Skogssällskapet.

Inventerade plantor

Totalt inventerades drygt 38 000 plantor och materialet utgjordes av ca 21 500 tallplantor och ca 16 700 granplantor. Fördelningen mellan de olika regionerna visas i tabell 1. Tall dominerade i Norrland medan fördelningen mellan trädslagen var mer jämn i Götaland och Svealand. I ett mindre antal bestånd planterades en blandning av tall och gran (Figur 3).

Tabell 1. Antal inventerade plantor fördelade på region, trädslag och status (levande/död). Enbart plantor inom cirkelprovytornas föryngringsyta ingår.

	Tallplantor			Granplantor			Samtliga		
Region	Levande	Döda	Totalt	Levande	Döda	Totalt	Levande	Döda	Totalt
Norrland	8120	1534	9654	2844	244	3088	10964	1778	12742
Svealand	4368	801	5169	4819	673	5492	9187	1474	10661
Götaland	5932	701	6633	7167	943	8110	13099	1644	14743
Hela landet	18420	3036	21456	14830	1860	16690	33250	4896	38146



Figur 3. Dominerande planterat trädslag vid inventeringen 2023. Klasserna ”Tall” och ”Gran” avser planteringar där minst 70 % av det totala plantantalet utgjordes av tall respektive gran. Klassen ”Tall+Gran” användes för planteringar med både tall och gran, där andelen för något av trädslagen var större än 30 % av plantantalet.

Beräkningar och analyser

I beräkningarna ingår enbart cirkelprovytor där mer än 25 procent av provytearealen klassats som föryngringsareal. Enbart plantor inom den del av provytorna som klassats som föryngringsareal har inkluderats i analyserna.

Vid inventeringen tillämpades delade ytor om en del av cirkelprovytorna tillhörde en annan klass än föryngringsyta. För att ta hänsyn till detta användes viktade beräkningar av medelvärden för plantantal på beståndsnivå enligt:

$$\bar{y}_i = \frac{\sum_j^{np_i}(y_{ij} \times A_{ij})}{\sum_j^{np_i}(A_{ij})}$$

Där $\bar{y}_i$ är medelvärdet som ska beräknas, i är index för bestånd, j är index för provyta, np är antalet provytor inom beståndet, y_{ij} är värdet för provyta j, A_{ij} är arealen föryngringsyta inom provyta j. Regionala medeltal beräknades för bestånd inom regionerna Götaland, Svealand och Norrland samt för hela inventeringsmaterialet (”Hela landet”).

Baserat på inventeringsdata har bestånden klassificerats med avseende på förmodat huvudträdslag vid plantering. Om andelen plantor av tall eller gran har varit högre 70 procent av det totala antalet plantor, har huvudträdslaget klassats som ”Tall” respektive ”Gran”. Om både andelen tall och gran var högre än 30 procent användes klassen ”Tall+Gran”.

Standardavvikelsen (SD) används för att beskriva spridningen kring medelvärdena i tabeller och figurer.

Statistiska analyser

De statistiska analyserna av olika faktorers påverkan på plantantal och vitalitet utfördes med linjär multipel regressionsanalys. För plantantal användes *linear mixed-effect model, LMM* (Ekvation 1) och för vitalitet användes *generalized linear mixed-effect model, GLMM* (Ekvation 2).

Plantantal per hektar för respektive provyta ingick som beroende variabel i modellen. Ett flertal oberoende variabler på bestånds- och provytenivå testades (Tabell 2). På grund av den hierarkiska strukturen för inventeringsdata, med provytor inom bestånd, användes index för bestånd slumpmässig faktor i modellen. Separata modeller beräknades för respektive region och trädslag. Om det förekom både tall- och granplantor inom ett bestånd bestämdes tillhörigheten av trädslagsgrupp av det dominerande trädslaget bland de inventerade plantorna. Oberoende variabler för breddgrad (lat_c) och altitud (alt_c) ingick i samtliga regressionsmodeller. Dessa variabler inkluderades för att fånga upp effekter av geografiskt läge i modellen. Som krav för att inkludera en oberoende indikatorvariabel i modellen för respektive region och trädslag sattes ett minimum av 120 provyteobservationer för respektive värde (0 och 1). I analysen ingick enbart odelade cirkelprovytor. För analysen av tall ingick 1025, 669 och 584 provytor i analysen för Norrland, Svealand respektive Götaland. För analysen av gran ingick 670 och 802 provytor i analysen för Svealand och Götaland. Antalet bestånd i Norrland ansågs vara för få för en meningsfull analys inom denna region. Följande modell användes:

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_{1ij} + \beta_n X_{nij} + u_j + e_{ij}\ , \qquad (1)$$

där i är index för bestånd, j är index för provyta. Y är plantantal per hektar för provytan. β_0 är intercept, $\beta_{1\text{-}n}$ är koefficienter för de fixa effekterna $X_{1\text{-}n}$. Bestånd (u_i) är en slumpmässig faktor och e är feltermen.

Beräkningarna gjordes med funktion lmer inom paketet lme4 i programvaran R (Bates m.fl. 2015).

Som beroende variabel i vitalitetsanalysen användes i en indikatorvariabel för död eller döende planta, vars värde sattes till 1 för vitalitetsklass 0 och 1 (död respektive svår nedsättning) och till värdet 0 för övriga vitalitetsklasser (2-4). Ett flertal oberoende variabler på bestånds-, provyte- och plantnivå testades (Tabell 2). På grund av den hierarkiska strukturen för inventeringsdata, med plantor inom provytor tillhörande ett bestånd, användes index för bestånd och provyta (grupperad inom bestånd) som slumpmässiga faktorer i modellen. Separata modeller beräknades för respektive region och trädslag. Oberoende variabler för breddgrad (lat_c) och altitud (alt_c) ingick i samtliga regressionsmodeller. Dessa variabler inkluderades för att fånga upp effekter av geografiskt läge i modellen. Som krav för att inkludera en oberoende indikatorvariabel i modellen för respektive region och trädslag sattes ett minimum 500 plantobservationer för respektive värde (0 och 1). För analysen av tall ingick 8856, 4820 och 6482 plantor i analysen för Norrland, Svealand respektive Götaland. För analysen av gran ingick 4785 och 7801 plantor i analysen för Svealand och Götaland. Antalet plantor i Norrland ansågs för få för en meningsfull analys inom denna region. Följande modell användes:

$$P(y_{ijk}=1) = \text{logit}^{-1}(\beta_0 + \beta_1 X_{1ijk} + \beta_n X_{nijk} + u_i + u_{ij}), \qquad (2)$$

där i är index för bestånd, j är index för provyta och k är index för planta. β_0 är intercept, $\beta_{1\text{-}n}$ är koefficienter för de fixa effekterna $X_{1\text{-}n}$. Bestånd (u_i) och provyta(u_{ij}) är slumpmässiga faktorer med provyta grupperad inom bestånd.

Beräkningarna gjordes med funktionen glmm inom paketet lme4 i programvaran R (Bates m.fl. 2015).

Tabell 2. Oberoende variabler som testades i den statistiska analysen av plantantal och vitalitet. Nivån anger om informationen var beståndsuppgifter inhämtat från GIS (breddgrad, altitud) eller företagsdata (hyggesvila, planteringssäsong, plantstatus) eller om det handlar om inventeringsdata inhämtat på provytenivå eller plantnivå.

Oberoende variabler	Nivå	Förklaring
lat_c	Bestånd	Breddgrad. Transformerad genom division med medeltalet för samtliga bestånd
alt_c	Bestånd	Altitud. Transformerad genom division med medeltalet för samtliga bestånd
hvilaLang	Bestånd	Lång hyggesvila. 1 om lång (>1 år i Svealand och Götaland, >2 år i Norrland), annars 0
plantSasongVar	Bestånd	Planteringssäsong vår. 1 om vår, annars 0
plStatusFrys	Bestånd	Plantstatus vid leverans. 1 om kyl/frys, annars 0
mpaverk25	Provyta	Markpåverkan. 1 om 25 % av provytearealen eller mindre är påverkad, annars 0
undVaxt25p	Provyta	Underväxt av småträd och buskar (förvedad växtlighet). 1 om 25 % täckning av provytearealen eller mer, annars 0
blockRikl	Provyta	Blockighet i provytans föryngringsyta. 1 om Rikblockig eller Storblockig, annars 0
hVeg	Provyta	Förekomst av intensiv hyggesvegetation i provytans föryngringsyta. 1 om ja, annars 0
dodaTrad	Provyta	Döda träd inom föryngringsytan. 1 om antalet stående döda träd över 5 m i provytans föryngringsyta är ett eller fler, annars 0
dodVed	Provyta	Liggande död ved i provytans föryngringsyta. 1 om Enstaka eller Flera annars 0
hogstubbar	Provyta	Högstubbar i provytans föryngringsyta. 1 om antalet högstubbar i provytans föryngringsyta är en eller fler, annars 0
dodHinderJa	Provyta	Döda träd, död ved eller högstubbar inom föryngringsytan. 1 om någon av dodaTrad, dodVed eller hogstubbar är 1, annars 0
grot50p	Provyta	GROT "grenar och toppar"– täckning i provytans föryngringsyta. 1 om 50 % täckning av provytearealen eller mer, annars 0
mfFuktBlot	Provyta	Fuktighetsklass i provytans föryngringsyta. 1 om Fuktig eller Blöt, annars 0
mfTorr	Provyta	Fuktighetsklass i provytans föryngringsyta. 1 om Torr, annars 0
plStrlLiten	Provyta	Täckrotsplanta med krukstorlek 25-30 kubikcentimeter. 1 om ja, annars 0
pPunktOmvTorv	Planta	Planteringspunkt Omvänd torva. 1 om omvänd torva med eller utan mineraljord, annars 0
pPunktMineral	Planta	Planteringspunkt Mineraljord. 1 om grop lågt läge, grop högt läge, gångjärn eller mineraljord fläck, annars 0

Resultat

Beskrivning av inventerade bestånd

Hyggesstorlek

Medelstorleken på de undersökta hyggena var störst i norra Sverige och minst i Götaland (Tabell 3). I urvalet av bestånd inom Föryngringskollen sätts en undre gräns på 1,5 hektar (Öhlund m.fl. 2024 a), vilket gör att de redovisade siffrorna inte speglar verkliga medelarealer för hyggen i Sverige.

Tabell 3. Hyggesstorlek och höjd över havet för de 575 bestånden i genomsnitt per region. Inom varje bestånd avgränsades ett område på ett hektar inom vilket tio cirkelprovytor om 50 m² vardera fördelades schematisk. Bestånd mindre än 1,5 hektar ingick inte i studien. SD=standardavvikelse.

	Hyggesstorlek (ha)			Höjd över havet (m)			
Region	Medel	SD	Max	Medel	SD	Min	Max
Norrland	7,3	7,2	65	282	135	1	689
Svealand	6,0	6,0	40	184	117	9	508
Götaland	3,6	3,4	38	142	64	15	307
Hela landet	5,7	6,0	65	203	125	1	689

Orsak till delade cirkelprovytor

Som ett resultat av den slumpmässiga provyteutläggningen hamnar vissa provytor i kantzoner mellan det som i Föryngringskollen definieras som föryngringsyta och ”icke föryngringsyta”. Om föryngringsytan i en provyta är 25 procent eller mindre utgår den och en reservprovyta väljs i stället. Om föryngringsytan är över 25 procent mäts provytan (se Öhlund m.fl. 2024 a för mer information). Tabell 4 redovisar andelen av dessa så kallade delade provytor samt orsaken till delningen. I samtliga regioner var den huvudsakliga orsaken till att provytorna delades att de låg i kantzonen till kvarlämnade träd eller trädgrupper.

Tabell 4. Andel odelade och delade cirkelprovytor i procent. Delade ytor är fördelade på angiven orsak till delning. Andelar har först beräknats på beståndsnivå och därefter som medel inom region och för hela landet. Cirkelprovytor med 25 % eller mindre föryngringsyta ingår ej.

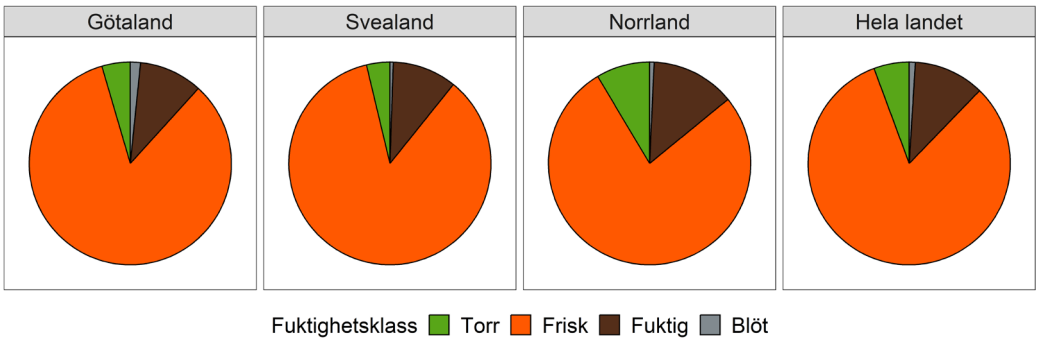
		Region			
Kategori	Orsak	Götaland	Svealand	Norrland	Hela landet
Odelad		73	76	82	77
Delade	Utanför hyggeskant	4	4	6	5
	Träd eller trädgrupper	15	13	10	13
	Myrimpediment	0	0	0	0
	Bergimpediment	4	2	0	2
	Dräneringsdiken	1	1	0	1
	Kulturhänsyn	1	1	0	1
	Väg	1	1	1	1
	Övrigt	0	0	0	0
	Ytvatten	1	1	0	0

Ståndortsegenskaper

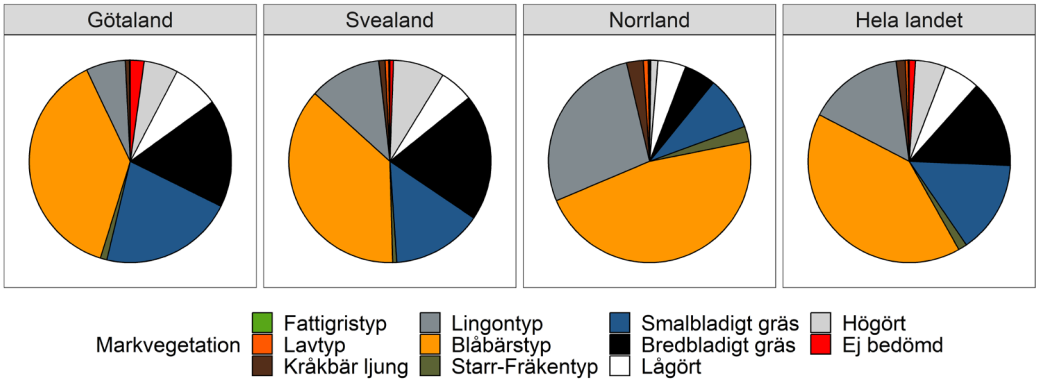
Ståndortsfaktorer mättes/bedömdes för varje provyta och redovisas i tabell 5 samt figur 4, 5 och 6.

Tabell 5. Ståndortsegenskaper enligt Hägglund och Lundmark (1987). Fördelningen mellan klasser anges i procent. Medelvärden har först beräknats för provytor inom bestånd och sedan som medel för alla bestånd inom olika regioner och för hela materialet.

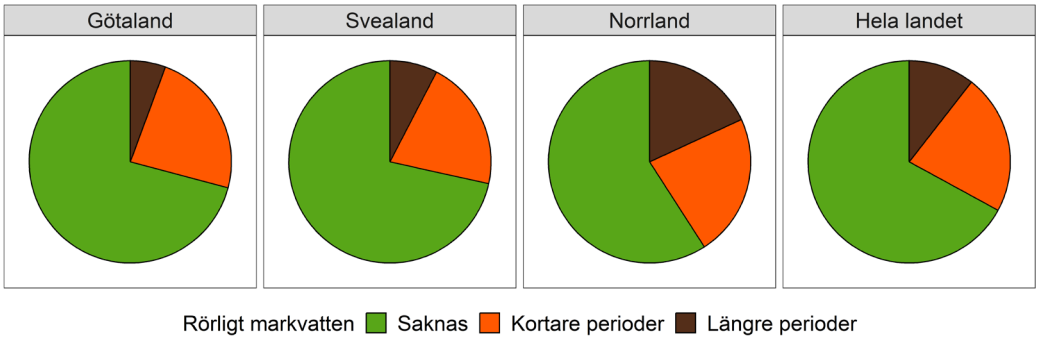
		Region			
Egenskap	Klass	Götaland	Svealand	Norrland	Hela landet
Jordmån	Podsol	79	71	89	80
	Brunjord/Kulturjord	6	4	1	4
	Torvmark	6	3	6	5
	Odefinierbar	9	22	5	12
Jordart	Morän	80	82	85	82
	Sediment	7	11	8	9
	Odefinierbar	0	1	0	0
	Ej klassad Brunjord/Kulturjord	6	4	1	4
	Ej klassad Torvmark	6	3	6	5
Textur	Grusig	0	2	1	1
	Sandig	3	6	10	6
	Sandig-moig	66	55	54	58
	Moig	10	13	18	14
	Mjälig	4	5	6	5
	Lerig	4	12	5	7
	Odefinierbar	0	1	0	0
	Ej klassad Brunjord/Kulturjord	6	4	1	4
	Ej klassad Torvmark	6	3	6	5
Blockighet	Blockfattig	21	21	24	22
	Normalblockig	64	63	60	62
	Rikblockig	6	6	8	7
	Storblockig	9	9	8	9



Figur 4. Markfuktighetsklass enligt Hägglund & Lundmark (1987). Fördelningen på klasser har först beräknats på beståndsnivå och sedan som medel inom region och för hela landet.



Figur 5. Markvegetationsklass enligt Hägglund & Lundmark (1987). Fördelningen på klasser har först beräknats på beståndsnivå och sedan som medel inom region och för hela landet.

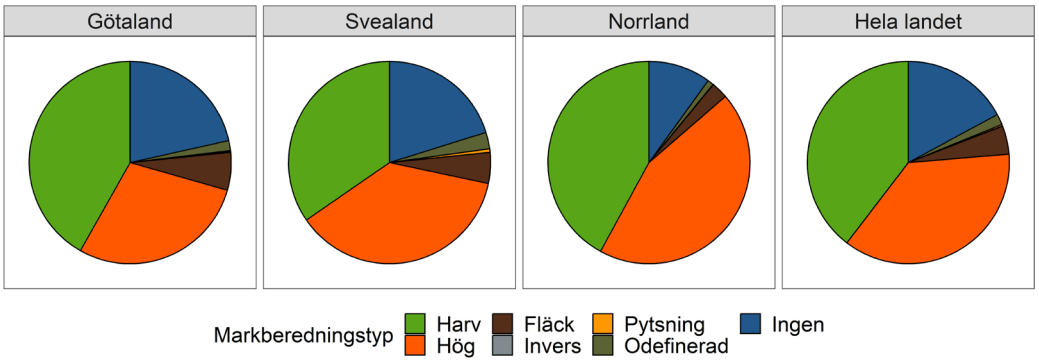


Figur 6. Klasser för förekomst av rörligt markvatten enligt Hägglund & Lundmark (1987). Fördelningen på klasser har först beräknats på beståndsnivå och sedan som medel inom region och för hela landet.

Markberedningens och planteringens utförande

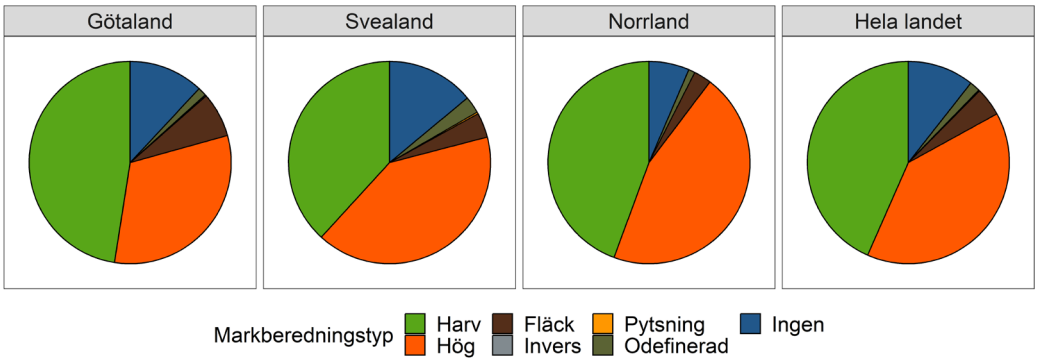
Markberedningsmetod

Markberedning hade beställts i 513 av de 575 analyserade bestånden (88 %). För fyra bestånd saknades det information. Vilken typ av markberedning som använts registrerades i varje inventerad provyta och i figur 7 redovisas en sammanställning av hela den inventerad arealen, dvs. inklusive bestånd där markberedning inte var beställt. I figur 8 redovisas motsvarande fördelning av markberedningstyper, men endast för de bestånd där markberedning hade beställts.



Figur 7. Den inventerade arealens fördelning på markberedningstyp för samtliga 575 lokaler. Klassen ”odefinierad” innefattar areal som markberetts men där metoden inte har kunnat fastställas.

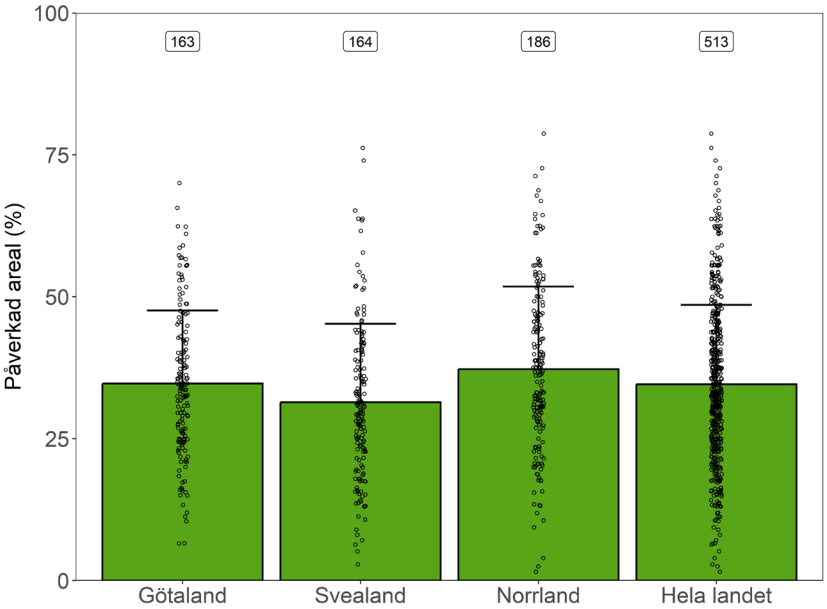
Harvning och högläggning var de dominerande markberedningsmetoderna i alla regioner. Även fläckmarkberedning användes i viss utsträckning, framför allt i Götaland. Andelen omarkberedd yta var minst i Norrland och ungefär lika i övriga delar av landet.



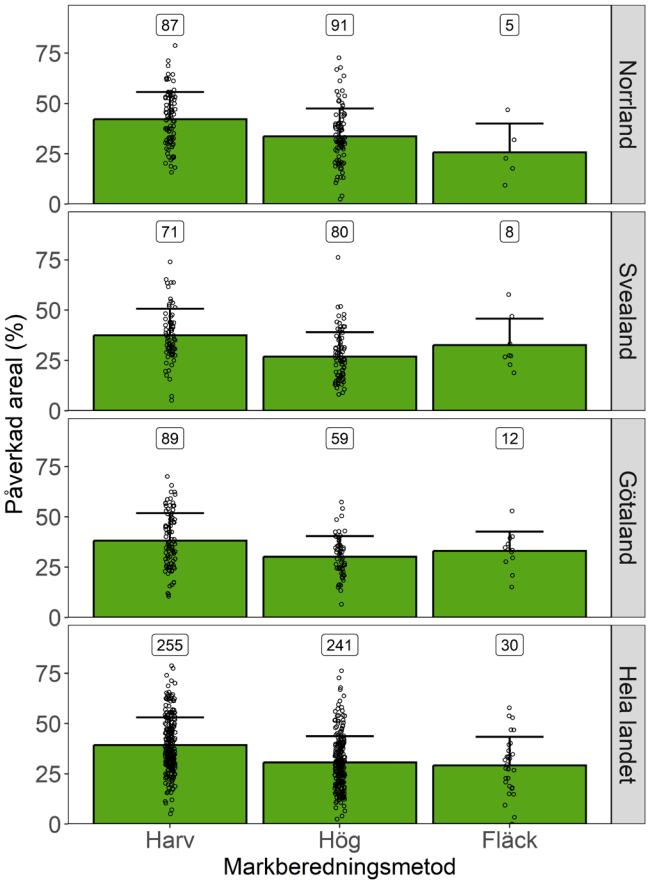
Figur 8. Arealens fördelning på markberedningstyp för de 513 lokaler där markberedning har beställts enligt uppgift från företagens register. Klassen ”odefinierad” innefattar areal som markberetts men där metoden inte har kunnat fastställas.

Markpåverkan

Markpåverkan avser andelen av markytan som är störd till följd av mänsklig påverkan och mäts i varje provyta. Spridningen mellan olika bestånd är stor i materialet men i medeltal var det små skillnader i markpåverkan mellan de olika regionerna (Figur 9). Dock visar resultaten i figur 10 att harvning generellt gav upphov till en större markpåverkan än både högläggning och fläckmarkberedning.



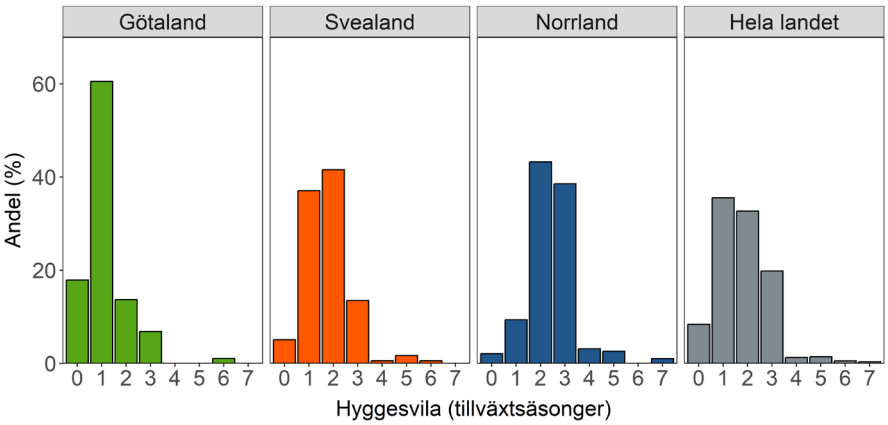
Figur 9. Andelen mark som påverkats i medeltal för bestånd inom regioner och för hela inventeringen. Enbart bestånd för vilka markberedning har beställts ingår. Medeltal för respektive bestånd markeras av cirklar. Felstaplar anger standardavvikelsen. Etiketten över staplarna anger antalet bestånd.



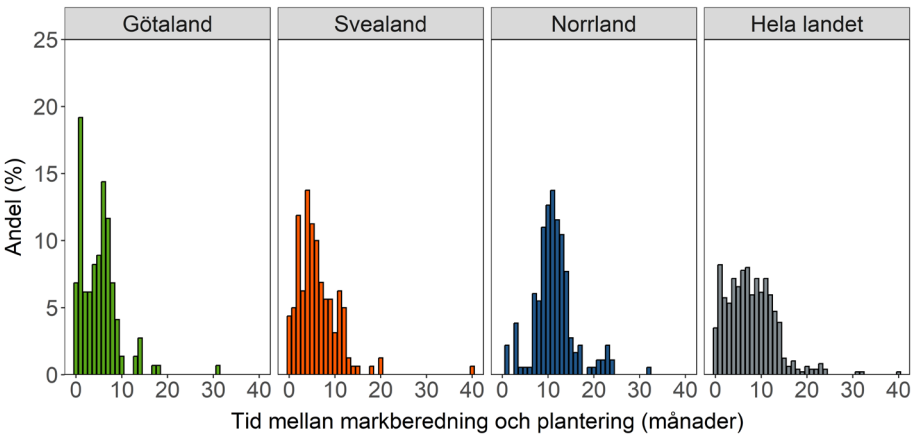
Figur 10. Andelen påverkad mark inom bestånd där markberedningsmetoden bedömts vara harvning, högläggning respektive fläckmarkberedning. Använd markberedningsmetod på beståndsnivå har klassats baserat på dominerande metod bland provytedata. Medeltal har först beräknats på beståndsnivå och sedan som medel per region och för hela materialet. Medeltal på beståndsnivå presenteras som cirklar. Felstaplar markerar standardavvikelsen. Etiketten över staplarna anger antalet bestånd.

Hyggesvila och markberedningsvila

Hyggesvilan, alltså det antal tillväxtsäsonger som förlöpt från det att avverkningen utfördes till dess att plantering genomfördes, var i genomsnitt längst i Norrland (2,4 tillväxtsäsonger), följt av Svealand (1,7 tillväxtsäsonger) och Götaland (1,1 tillväxtsäsonger) (Figur 11). Även markberedningsvilan, det vill säga tiden som förlöpt (i månader) mellan markberedning och plantering var längst för Norrland (Figur 12). Noterbart är de två distinkta topparna i markberedningsvilan för Götaland.



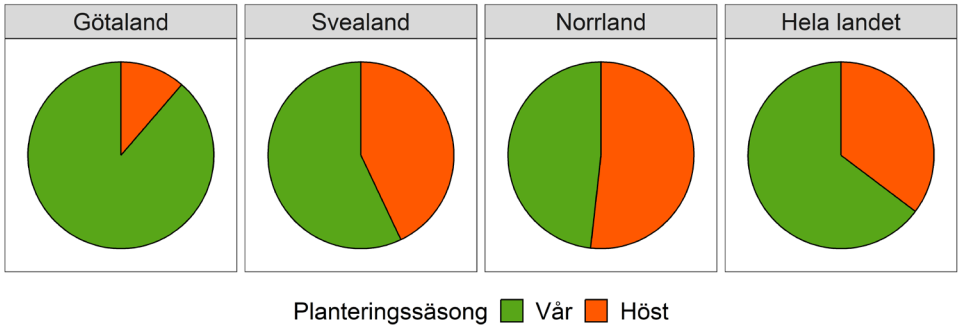
Figur 11. De inventerade beståndens fördelning på antal tillväxtsäsonger mellan slutavverkning av föregående bestånd och plantering. Sammanställningen bygger på uppgifter från företagens register. Data saknas för 15 bestånd.



Figur 12. De inventerade beståndens fördelning på antal månader mellan markberedning och plantering. Sammanställningen bygger på uppgifter från företagens register. Information om markberednings- och planteringstidpunkt fanns tillgängligt för 488 bestånd.

Vår- och höstplantering

I norra och mellersta Sverige fördelade sig de undersökta bestånden nästan lika mellan planteringar utförda under höst och vår (Figur 13). I Götaland var dock merparten av planteringarna utförda under våren.



Figur 13. De inventerade beståndens fördelning på planteringstidpunkt. Sammanställningen bygger på uppgifter från organisationernas register. Data saknas för två bestånd.

Planttyper, plantstorlekar och plantbehandlingar

I tabell 6 redovisas använda planttyper baserat på uppgifter från företagens register och i tabell 7 anges andel av olika planttyper baserat på fältinventeringen.

För tall användes nästan helt uteslutande täckrotsplantor i alla delar av landet. Detsamma gällde för gran i norra och mellersta Sverige. I Götaland utgjorde dock s.k. hybridplantor (PluggPlusEtt) ungefär en tredjedel av de planterade granplantorna. Barrotsplantor av gran användes i både Götaland och Svealand, om än i relativt liten omfattning.

Tabell 6. Antal bestånd per beställda planttyper för tall och gran inom regionerna och för landet som helhet. Sammanställningen bygger på uppgifter från företagens register. Information saknades för sju bestånd. För 92 bestånd hade planttyp angetts för både tall och gran.

	Tall			Gran		
	Täckrot	PluggPlusEtt	Barrot	Täckrot	PluggPlusEtt	Barrot
Norrland	157	0	0	55	0	0
Svealand	102	2	0	105	2	6
Götaland	105	0	1	81	38	5
Hela landet	364	2	1	241	40	11

Tabell 7. Fördelning (%) på olika planttyper för tall och gran inom regionerna och för landet som helhet. Planttypen klassades som antingen täckrot eller barrot på provytenivå. Fördelningen har först beräknats på beståndsnivå och sedan i medeltal för olika regioner. Information om planttyp fanns tillgängligt för 359 bestånd med tallplantor och 293 bestånd med granplantor. Det förekom bestånd med både tall- och granplantor.

	Tall		Gran	
	Täckrot	Barrot	Täckrot	Barrot
Norrland	100	0	100	0
Svealand	98	2	94	6
Götaland	99	1	87	13
Hela landet	99	1	92	8

Tabell 8 redovisar fördelningen av olika plantstorlekar av täckrotsplantor baserat på uppgifter från företagens register. Motsvarande fördelning från fältinventeringen redovisas i tabell 9.

Generellt användes mindre täckrotsplantor (odlade i mindre krukor) i norra Sverige jämfört med södra Sverige. Mycket små plantor (≤45 cc (kubikcentimeter)) användes nästan inte alls i Götaland och Svealand, medan de nyttjades frekvent i Norrland, speciellt för tall.

Tabell 8. Antal bestånd per beställd plantstorlek för täckrotsplantor av tall och gran inom regionerna och för landet som helhet. Plantstorleken anges utifrån krukornas storlek i kubikcentimeter (cc). Sammanställningen bygger på uppgifter från företagens register. För bestånd där täckrotsplantor angetts som planttyp saknades uppgifter om plantstorlek i 18 fall för tall och 17 fall för gran.

	Tall			Gran		
Region	≤45 cc	50-80 cc	≥90 cc	≤45 cc	50-80 cc	≥90 cc
Norrland	78	73	5	13	35	5
Svealand	8	73	18	2	66	31
Götaland	2	18	71	1	0	71
Hela landet	88	164	94	16	101	107

Tabell 9. Fördelning (%) av täckrotsplantor på olika plantstorlekar för tall och gran inom regionerna och för landet som helhet baserat på data från fältinventeringen. Plantstorleken har bedömts i klasser för krukstorlek (kubikcentimeter, cc) på provytenivå. Fördelningen har först beräknats på beståndsnivå och sedan i medeltal för olika regioner. Information om plantstorlek fanns tillgängligt för 356 bestånd med tallplantor och 273 bestånd med granplantor. Det förekom bestånd med både tall- och granplantor.

	Tall				Gran			
Region	25-30 cc	50-55 cc	80-90 cc	110-120 cc	25-30 cc	50-55 cc	80-90 cc	110-120 cc
Norrland	43	56	1	0	14	72	14	0
Svealand	2	60	33	5	1	52	37	9
Götaland	1	40	45	14	0	22	50	28
Hela landet	19	53	22	5	3	44	37	15

Tabell 10 redovisar användningen av olika typer av snytbaggeskydd baserat på uppgifter från företagens register och tabell 11 redovisar motsvarande siffror baserat på fältinventeringen. Tabell 12 visar användningen av viltskydd baserat på uppgifter från företagens register och tabell 13 redovisar motsvarande siffror baserat på fältinventeringen.

Tabell 10. Användning av snytbaggeskydd för plantor av tall och gran inom regionerna och för landet som helhet. Sammanställningen bygger på uppgifter från företagens register. Tabellen anger antal bestånd för respektive kategori och trädslag. Uppgift fanns tillgänglig för 563 bestånd. Inom 93 bestånd har plantering av både tall och gran angetts och för dessa bestånd ingår uppgifter om skydd för båda trädslagen.

	Tall			Gran		
Region	Obehandlad	Beläggning	Övrigt skydd	Obehandlad	Beläggning	Övrigt skydd
Norrland	121	36	0	38	17	0
Svealand	13	88	1	3	106	3
Götaland	3	103	0	0	121	2
Hela landet	137	227	1	41	244	5

Tabell 11. Användning av snytbaggeskydd för plantor av tall och gran inom regionerna och för landet som helhet. Sammanställningen bygger på uppgifter från inventeringen. Tabellen anger antal bestånd för respektive kategori och trädslag. Om skydd registrerades på mer än 10 % inom ett bestånd bedömdes beståndet ha skydd annars användes klassen obehandlad.

	Tall		Gran		Tall + Gran			
					Tall		Gran	
	Obehandlad	Belägg-ning	Obehandlad	Belägg-ning	Obehandlad	Belägg-ning	Obehandlad	Belägg-ning
Norrland	116	32	33	10	3	3	3	3
Svealand	8	71	2	86	1	16	0	17
Götaland	3	74	0	104	0	13	0	13
Hela landet	127	177	35	200	4	32	3	33

Tabell 12. Användning av viltskydd för plantor av tall och gran inom regionerna och för landet som helhet. I kategorin viltskydd ingår både bestånd som skyddats i samband med plantering och de som planerats för behandling under hösten 2023. Sammanställningen bygger på uppgifter från företagens register. Tabellen anger antal bestånd för respektive kategori och trädslag. Uppgift fanns tillgänglig för 568 bestånd. Inom 93 bestånd har plantering av både tall och gran angetts och i de fallen framgår det inte om behandlingen avser båda eller det ena trädslaget.

	Gran		Tall		Tall + Gran	
	Obehandlad	Viltskydd	Obehandlad	Viltskydd	Obehandlad	Viltskydd
Norrland	35	0	134	4	20	0
Svealand	78	1	68	2	31	3
Götaland	72	13	62	6	34	5
Hela landet	185	14	264	12	85	8

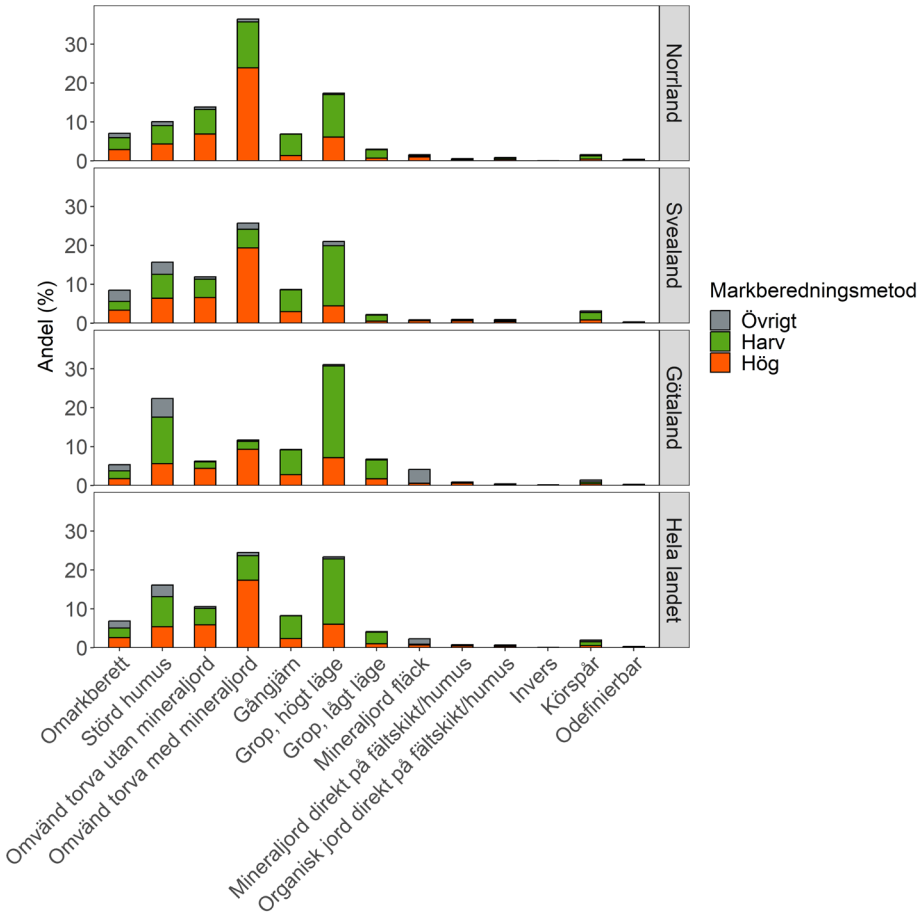
Tabell 13. Användning av viltskydd för plantor av tall och gran inom regionerna och för landet som helhet. Sammanställningen bygger på uppgifter från inventeringen. Tabellen anger antal bestånd för respektive kategori och trädslag. Om skydd registrerades på mer än 10 % inom ett bestånd bedömdes beståndet ha skydd annars användes klassen obehandlad.

	Tall		Gran		Tall + Gran			
					Tall		Gran	
	Obehandlad	Belägg ning	Obehandlad	Belägg ning	Obehandlad	Belägg ning	Obehandlad	Belägg ning
Norrland	148	0	43	0	6	0	6	0
Svealand	77	2	86	2	16	1	16	1
Götaland	41	36	92	12	8	5	12	1
Hela landet	266	38	221	14	30	6	34	2

Utnyttjade planteringspunkter

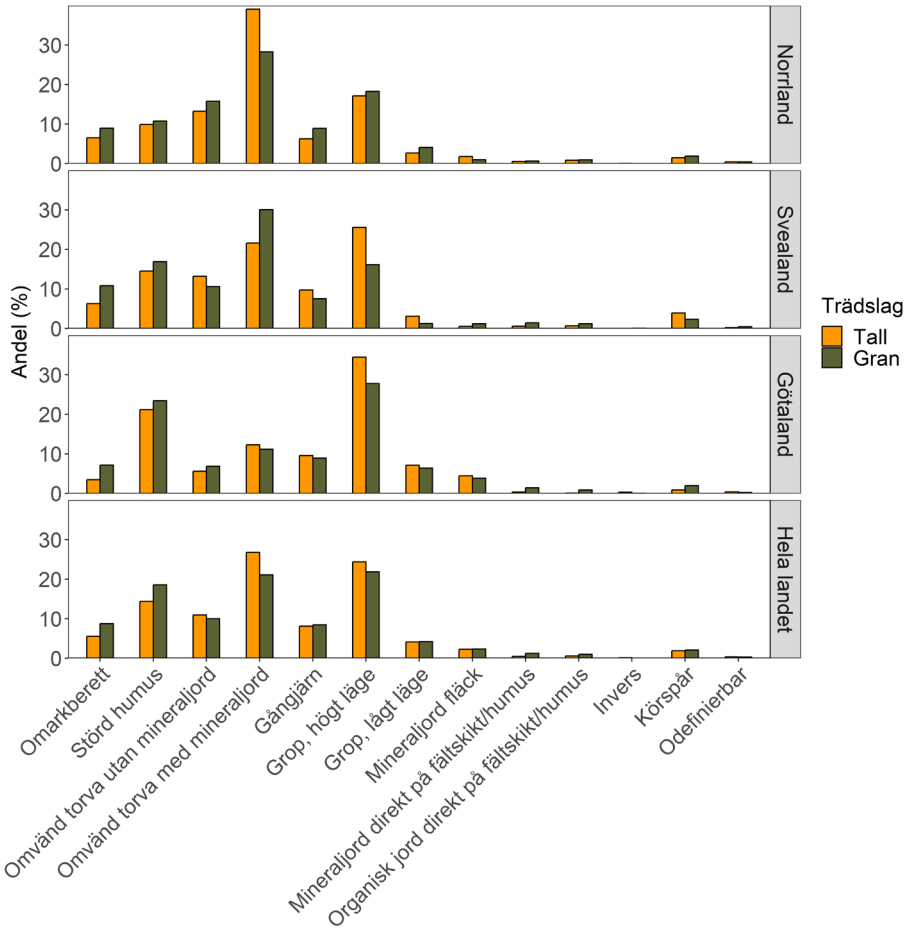
Figur 14 visar hur de inventerade plantorna fördelades mellan de 12 planteringspunkter som definierats i Föryngringskollen. Endast bestånd som enligt företagens register hade markberetts ingår. I Norrland planterades ungefär hälften av alla plantor i omvända torvor (med och utan mineraljord) medan dessa planteringspunkter utnyttjades i betydligt lägre grad i Götaland. I Götaland sattes plantorna däremot i mineraljordspunkterna (grop högt och lågt läge samt gångjärn) i betydligt högre grad. Noterbart för Götaland är också den höga andelen plantor som planterats i störd humus. I Svealand var plantorna mer jämnt spridda mellan mineraljordspunkterna och de omvända torvorna. Generellt så nyttjades de omvända torvorna i högre utsträckning när högläggning hade använts som markberedningsmetod och mineraljordspunkterna när harvning hade använts.

I samtliga tre regioner var andelen plantor som återfanns i omarkberedd planteringspunkt mindre än 10 procent.



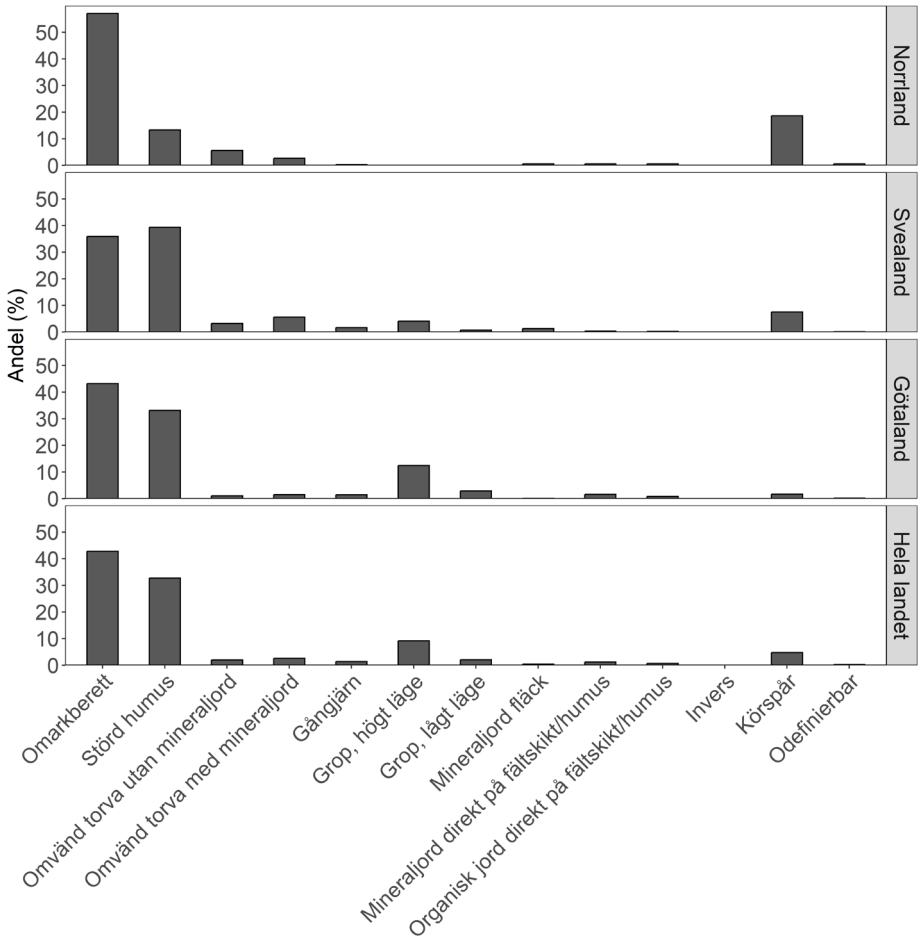
Figur 14. De inventerade plantornas fördelning på olika planteringspunkter inom olika regioner och för hela materialet. Enbart plantor inom bestånd som rapporterats som markberedda av företagen ingår. Inom varje planteringspunkt har plantorna delats upp efter angiven markberedningsmetod inom provytan (harvning, höglägggning eller övrig metod).

I figur 15 redovisas hur de olika planteringspunkterna har utnyttjats för tall och gran. Även om det finns vissa skillnader för enskilda planteringspunkter syns inga tydliga generella skillnader för vilka planteringspunkter som valts för de olika trädslagen.



Figur 15. De inventerade plantornas fördelning på olika planteringspunkter för respektive trädslag inom olika regioner och för hela materialet. Enbart plantor inom bestånd som rapporterats som markberedda av företagen ingår.

I 72 av de 575 bestånden hade markberedning inte utförts enligt företagens register. Figur 16 visar vilka planteringspunkter som användes i dessa bestånd. De helt dominerande planteringspunkterna var här ”omarkberett” och ”störd humus”. En förhållandevis stor andel plantor hade också planterats i ”körspår”, speciellt i Norrland.



Figur 16. De inventerade plantornas fördelning på olika planteringspunkter inom olika regioner och för hela materialet. Enbart plantor inom bestånd som rapporterats som EJ markberedda av företagen ingår.

Förekomst av hinder för markberedning och plantering

Förekomst av underväxt, grot (grenar och toppar) samt olika typer av lämnad död ved registrerades i varje provyta. I någon mån kan dessa förväntas utgöra hinder för både markberedning och plantering. I tabell 14 visas förekomsten av dessa ”hinder” i de olika regionerna och i landet som helhet. Det går att skönja en trend med ökande förekomst av både underväxt och GROT från söder till norr. Förekomsten av liggande död ved, döda träd samt högstubbar var likvärdiga i alla delar av landet.

Tabell 14. Cirkelprovytornas fördelning på klasser som beskriver förekomsten av underväxt, avverkningsrester i form av grenar och toppar (grot), liggande död ved, stående döda träd samt högstubbar. Endast den del av provytan som klassats som föryngringsyta har beaktats vid bedömningen. Fördelningen har först beräknats på beståndsnivå och sedan som medel inom region och för hela materialet.

		Region			
Kategori	Klass	Götaland	Svealand	Norrland	Hela landet
Underväxt	0-1 %	69	63	48	60
	1,1-25 %	24	31	47	34
	25,1-50 %	5	4	4	5
	50,1-75 %	1	1	1	1
	75,1-100 %	1	1	0	1
grot	0-1 %	31	26	11	23
	1,1-25 %	48	57	70	58
	25,1-50 %	15	12	15	14
	50,1-75 %	5	4	3	4
	75,1-100 %	1	1	0	1
Död ved	Saknas	82	83	80	82
	1-3 st	16	15	18	16
	>3 st	2	2	2	2
Döda träd	0 st	99	99	99	99
	1 st	1	1	1	1
	≥2 st	0	0	0	0
Högstubbar	0 st	96	95	97	96
	1 st	4	4	3	4
	2 st	0	0	0	0

Plantantal

Beställt plantantal

I tabellerna 15, 16 och 17 redovisas resultat för plantantal baserat på uppgifter från företagens register. Antalet beställda plantor/hektar var generellt högre för Götaland än för de två andra regionerna (Tabell 15). Genomgående var också det beställda plantantalet något högre för de bestånd som avsågs planteras med en blandning av tall och gran än för de trädslagsrena planteringarna, och störst var skillnaden i Götaland.

Uppgifterna för antal planterade plantor/hektar som återrapporterats efter utfört arbete (Tabell 17) stämmer mycket väl överens med det beställda plantantalet.

Skillnaderna mellan antalet beställda plantor för vår- respektive höstplanteringar var små i alla geografiska regioner (Tabell 16).

Tabell 15. Beställt plantantal baserat på information från respektive företag. Kategorin Tall+Gran avser det totala antalet plantor när både tall och granplantor har beställts. Information om beställt plantantal saknades för fem bestånd.

	Totalt					Tall		Gran		Tall + Gran	
Region	Medel	SD	Min	Max	N	Medel	N	Medel	N	Medel	N
Norrland	2080	220	940	2500	194	2080	137	2050	37	2160	20
Svealand	2010	230	990	2500	183	2010	70	2000	79	2080	34
Götaland	2240	310	1080	3000	193	2220	68	2200	85	2420	40
Hela landet	2110	280	940	3000	570	2100	275	2090	201	2220	94

Tabell 16. Beställt plantantal vid vår- resp. höstplantering baserat på information från respektive företag. Information om beställt plantantal saknades för fem bestånd.

	Vår		Höst	
Region	Medel	N	Medel	N
Norrland	2050	93	2100	101
Svealand	2010	105	2000	78
Götaland	2240	171	2310	22
Hela landet	2130	369	2090	201

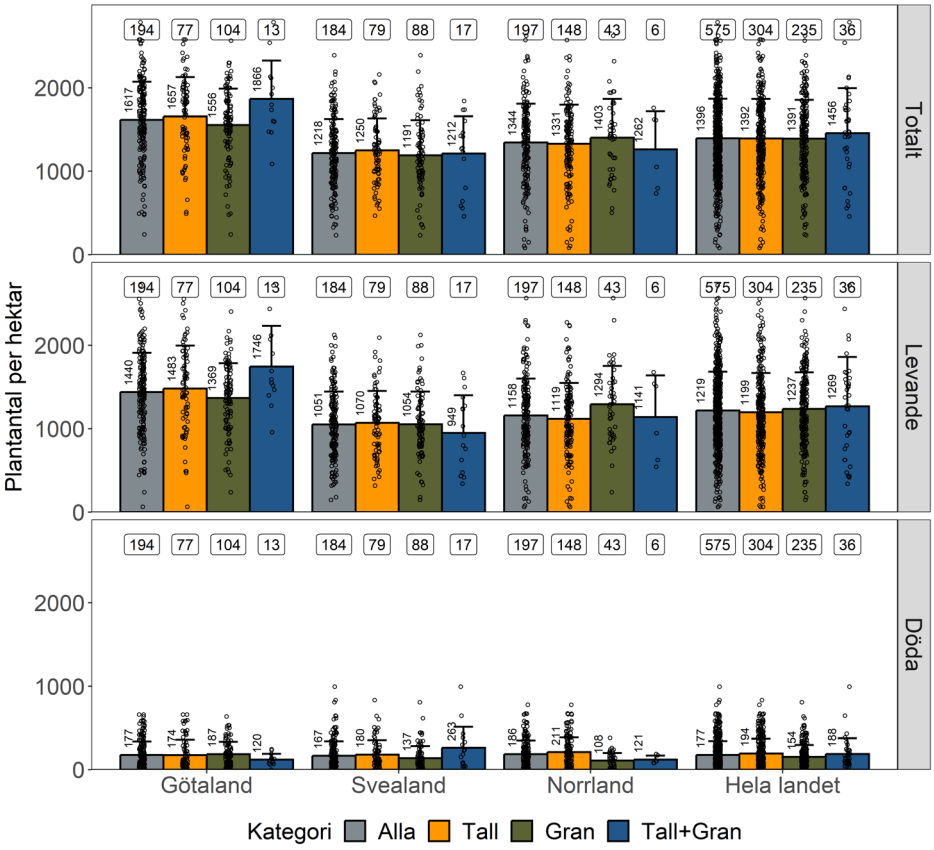
Tabell 17. Återrapporterat plantantal efter plantering. Baserat på information från respektive organisation.

	Totalt					Tall		Gran		Tall + Gran	
Region	Medel	SD	Min	Max	N	Medel	N	Medel	N	Medel	N
Norrland	2090	260	950	3080	193	2100	137	2040	36	2160	20
Svealand	2010	220	1040	2600	179	2020	69	1980	77	2070	33
Götaland	2240	380	930	2970	168	2200	63	2190	74	2420	31
Hela landet	2110	310	930	3080	540	2100	269	2080	187	2220	84

Inventerat plantantal

I figur 17 redovisas medelvärden och variation för plantantal/ha baserat på inventeringsdata. Det totala antalet inventerade plantor/hektar var generellt lägre än det beställda antalet plantor som redovisades ovan. Det högsta antalet plantor återfanns i Götaland med i medeltal 1617 plantor/ha (1440 levande). Motsvarande siffror var 1218 plantor/ha (1051 levande) för Svealand och 1334 plantor/ha (1158 levande) för Norrland. Generellt var det små skillnader i registrerade plantantal för de olika trädslagen. Ett undantag var för ”blandbestånd” i Götaland där det genomsnittliga plantantalet var 1866 plantor/ha. Dock baseras detta medelvärde på relativt få observationer (13 bestånd).

Värt att notera är den stora variationen i plantantal mellan bestånd.



Figur 17. Medeltal samt standardavvikelse för antal plantor per bestånd inom olika landsdelar och totalt. Plantantalet per bestånd har först beräknats för respektive provyta och sedan som medel för provytorna inom beståndet. Plantantal per hektar anges ovanför staplarna. I figurens överkant anges antalet inventerade bestånd inom respektive kategori. Medeltal har beräknats för alla ytor (”Alla”), för ytor som domineras av tall (”Tall”) respektive gran (”Gran”) samt för ytor där andelen tall och gran av det totala stamantalet är <70 % (”Tall+Gran”).

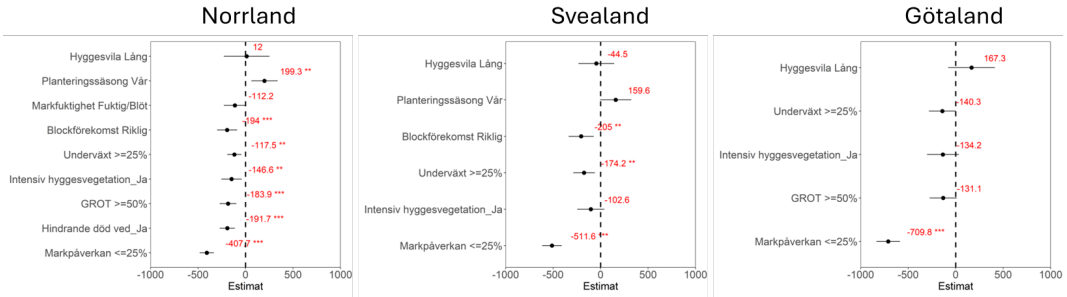
Vad påverkar plantantalet?

För att undersöka vilka variabler som hade störst betydelse för plantantalet genomfördes LMM-analyser för tall respektive gran. Eftersom förutsättningarna i de olika regionerna var olika gällande ståndortsegenskaper och klimat samt längden på hygges- och markberedningsvila delades analyserna upp regionvis. Variablerna som ingick i analysen framgår i tabell 2.

Tall

Flera av de undersökta variablerna hade en signifikant effekt på antalet plantor per ha i statistiska modellen (Figur 18). Störst påverkan hade ”markpåverkan<25 %” dvs markpåverkan under 25 procent i cirkelprovytorna. Lägst plantantal erhölls vid liten markpåverkan och tydligast var effekten i Götaland följt av Svealand och Norrland. I Norrland och Svealand påverkade också förekomst av mer än 25 procent underväxt inom cirkelprovytorna plantantalet signifikant negativt medan inga skillnader kunde registreras i Götaland.

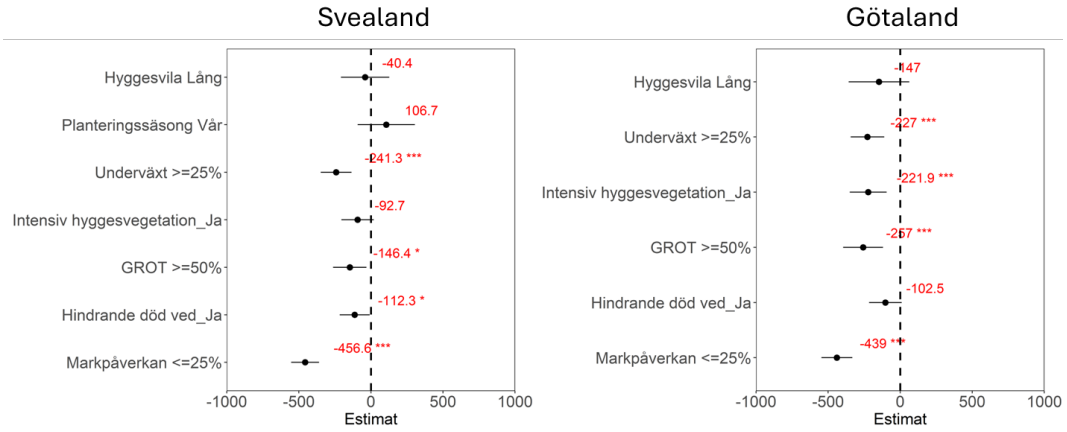
I Svealand och Norrland var plantantalet också lägre vid riklig blockförekomst. I Götaland var underlaget för litet för att kunna analyseras. I Norrland påverkade dessutom ”planteringssäsong vår” plantantalet positivt medan ”intensiv hyggesvegetation”, ”GROT>50 %” och ”hindrande död ved” påverkade plantantalet signifikant negativt.



Figur 18. LMM-analys för tall. I urvalet ingår alla bestånd som dominerades av tall vid inventeringen. Varje värde för gruppnivå representerades av minst 120 cirkelprovytor. Medelskattningen är markerad som en punkt medan skattat 95 % konfidensintervall är markerad med horisontellt streck. Asterisker anger signifikanser för Wald-test (p<0.001 (***), p<0.01 (**), p<0.05 (*)).

Gran

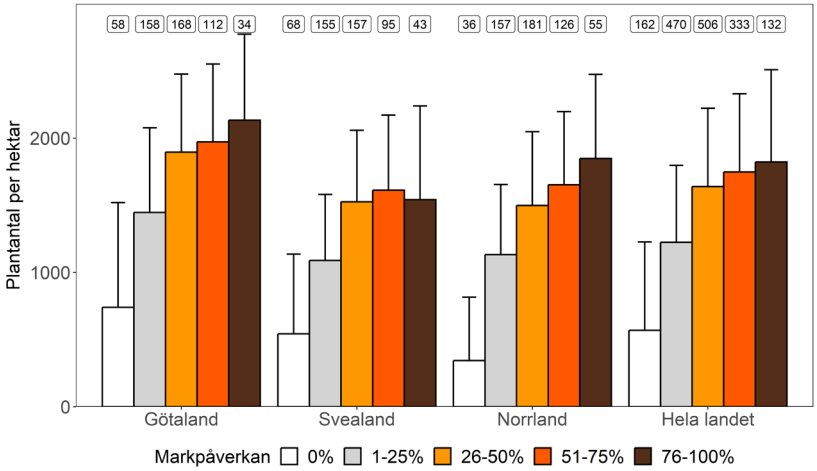
Eftersom antalet inventerade granplantor i Norrland var så lågt (drygt 3000 plantor) utfördes ingen statistisk analys för denna region. För Götaland och Svealand där antalet inventerade granplantor var betydligt högre kunde emellertid analyser utföras (Figur 19). Liksom för tallen var gruppnivån ”markpåverkan<25 %” den mest betydelsefulla för antalet plantor per ha. Nivån på minskningen var mycket lika mellan de två regionerna med -439 plantor/ha i Götaland och -457 plantor/ha i Svealand. Förutom ”markpåverkan<25 %” påverkade även gruppnivåerna ”underväxt> 25 %”, ”GROT >50 %” och ”hindrande död ved” plantantalen signifikant negativt i båda regionerna.



Figur 19. LMM-analys för gran. I urvalet ingår alla bestånd som dominerades av gran vid inventeringen. Varje värde för gruppnivå representerades av minst 120 cirkelprovytor. Medelskattningen är markerad som en punkt medan skattat 95 % konfidensintervall är markerad med horisontellt streck. Asterisker anger signifikanser för Wald-test (p<0.001 (***), p<0.01 (**), p<0.05 (*)).

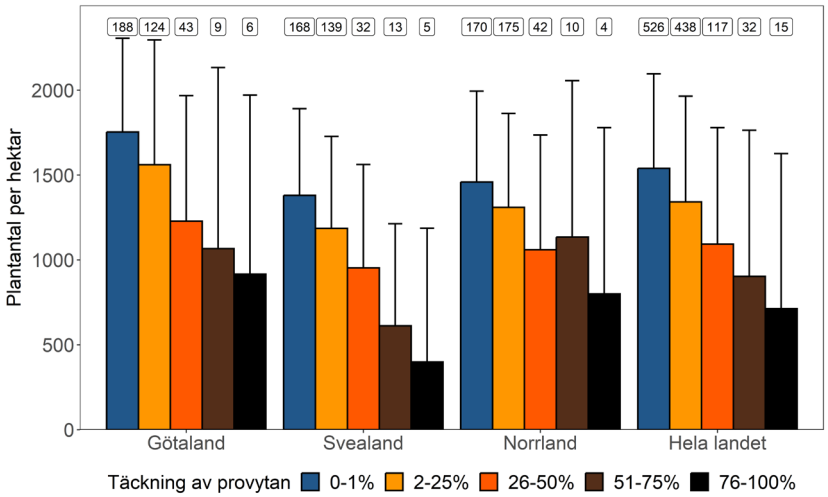
Flera variabler har enligt den statistiska analysen en signifikant betydelse för antalet plantor som återfanns vid inventeringen. Nedan redovisas några av de viktigaste mer i detalj.

Andelen påverkad markyta är en av de variabler som hade störst inverkan på antalet plantor (Figur 20). I alla regioner var plantantalet mycket lågt i provytor utan markpåverkan. Sedan syns en gradvis ökning av plantantalet med ökad markpåverkan och det finns tendens till en tröskeleffekt vid markpåverkan över 25 procent.



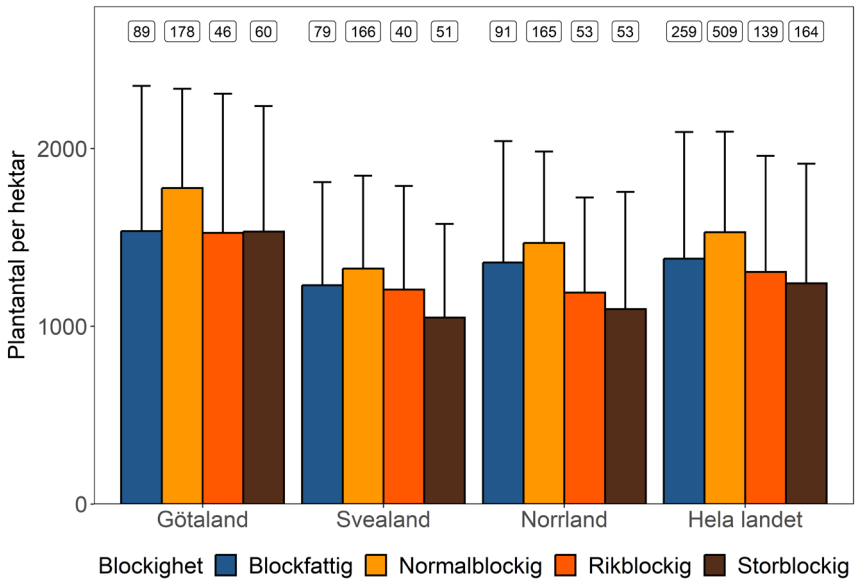
Figur 20. Markpåverkans inverkan på antalet återfunna plantor. Medeltal samt standardavvikelse för plantantalet anges för odelade provytor inom respektive klass för markberedningens påverkan. Medel för stamantal har först beräknats per klass inom bestånd och sedan som medel per region och för hela landet. Antalet bestånd där klassen fanns representerad anges ovanför staplarna. Både tall och gran ingår.

För förekomst av underväxt fanns ett tydligt negativt samband mellan plantantal och täckningsgrad i provytorna (Figur 21). Noteras ska att antalet provytor med mer än 50 procent täckningsgrad av underväxt var relativt få.



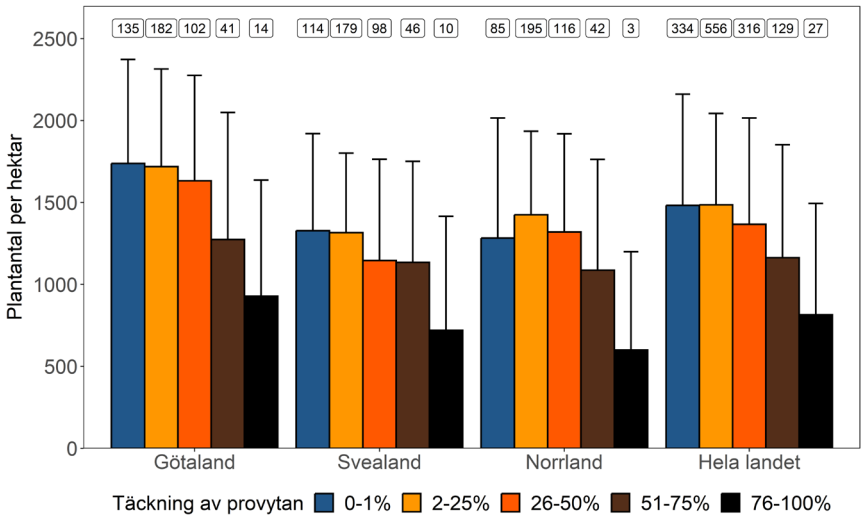
Figur 21. Inverkan av underväxtens täckningsgrad på antalet återfunna plantor. Medeltal samt standardavvikelse för plantantalet anges för odelade provytor inom respektive klass för underväxtens träckning. Medel för stamantal har först beräknats per klass inom bestånd och sedan som medel per region och för hela landet. Antalet bestånd där klassen fanns representerad anges ovanför staplarna. Både tall och gran ingår.

Blockigheten hade också en signifikant betydelse där rikblockiga och storblockiga provytor generellt hade färre plantor än normalblockiga (Figur 22).



Figur 22. Inverkan av blockighet på antalet återfunna plantor. Medeltal samt standardavvikelse för plantantalet anges för odelade provytor inom respektive klass för blockighet. Medel för stamantal har först beräknats per klass inom bestånd och sedan som medel per region och för hela landet. Antalet bestånd där klassen fanns representerad anges ovanför staplarna. Både tall och gran ingår.

Även förekomsten av grot i provytorna hade en tydlig negativ korrelation med antalet plantor (Figur 23).



Figur 23. Inverkan av grot (grenar och toppar) på antalet återfunna plantor. Medeltal samt standardavvikelse för plantantalet anges för odelade provytor inom respektive klass för täckning av grot. Medel för stamantal har först beräknats per klass inom bestånd och sedan som medel per region och för hela landet. Antalet bestånd där klassen fanns representerad anges ovanför staplarna. Både tall och gran ingår.

Tabell 18 visar hur det genomsnittliga plantantalet varierade på olika delar av den inventerade ytan beroende på graden av markpåverkan och förekomsten av olika ”hinder”. Tabellen innehåller mycket information och är därför svår att kommentera på en detaljerad nivå men vi vill uppmana läsaren att studera den i lugn och ro. På den översta raden redovisas plantantalen för odelade provytor (dvs. provytor som inte ligger i kantzoner mellan föryngringsyta och andra ägoslag) med hög markpåverkan och låg förekomst av underväxt, grot och död ved. Här är medelvärdena för antal inventerade plantor närmare de plantantal som beställts. Denna kategori av provytor utgör totalt ca 1/3 av den inventerade arealen (1942 av 5695 provytor).

Tabell 18. Översikt av hur olika faktorer kopplade till markberedning och hinder påverkar det genomsnittliga plantantalet per ha inom olika regioner och för hela landet. Enskilda provytor har grupperats utifrån de uppsatta kategorierna, medel har sedan beräknats inom respektive grupp. Längst till höger i tabellen redovisas andelen nollytor (provytor utan registrerade plantor).

				Götaland		Svealand		Norrland		Hela landet		
Markpåverkan >25 %	Låg förekomst av underväxt <25 %	Låg nivå av träddelar (död ved el. grot <50 %)	Odelad yta	Plantor per ha	N pytor	Plantor per ha	N pytor	Plantor per ha	N pytor	Plantor per ha	N pytor	Andel 0-ytor (%)
Ja	Ja	Ja	Ja	1978	591	1576	602	1643	749	1724	1942	1
			Nej	1753	149	1396	80	1408	105	1559	334	4
		Nej	Ja	1820	326	1386	244	1441	390	1556	960	2
			Nej	1536	70	1127	50	1289	56	1341	176	7
	Nej	Ja	Ja	1666	27	1154	13	1617	23	1542	63	5
			Nej	1947	12	852	7	1435	4	1525	23	13
		Nej	Ja	1999	7	1166	12	1250	20	1359	39	5
			Nej	1490	11	827	7	222	1	1179	19	11
Nej	Ja	Ja	Ja	1414	235	1140	296	1063	223	1203	754	11
			Nej	980	134	701	160	657	89	789	383	32
		Nej	Ja	1169	183	819	170	929	159	978	512	15
			Nej	954	105	468	87	546	68	685	260	35
	Nej	Ja	Ja	777	26	644	27	830	20	742	73	32
			Nej	856	29	413	24	295	16	572	69	36
		Nej	Ja	843	14	494	17	495	19	592	50	32
			Nej	854	13	245	17	457	8	498	38	47
				Summa	1932		1813		1950		5695	

Genomgående för alla regioner och för de olika trädslagen återfanns färre plantor i höstplanterade bestånd jämfört med bestånd planterade på våren (Figur 24).

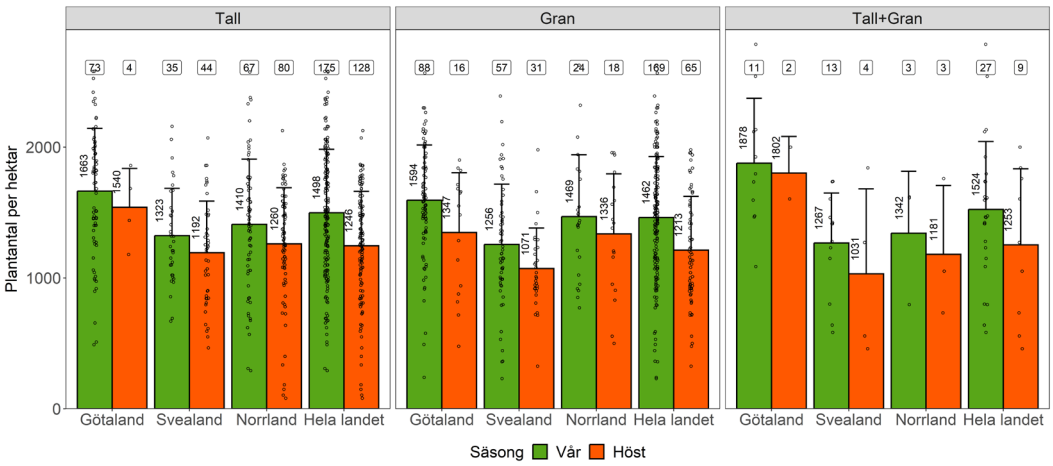
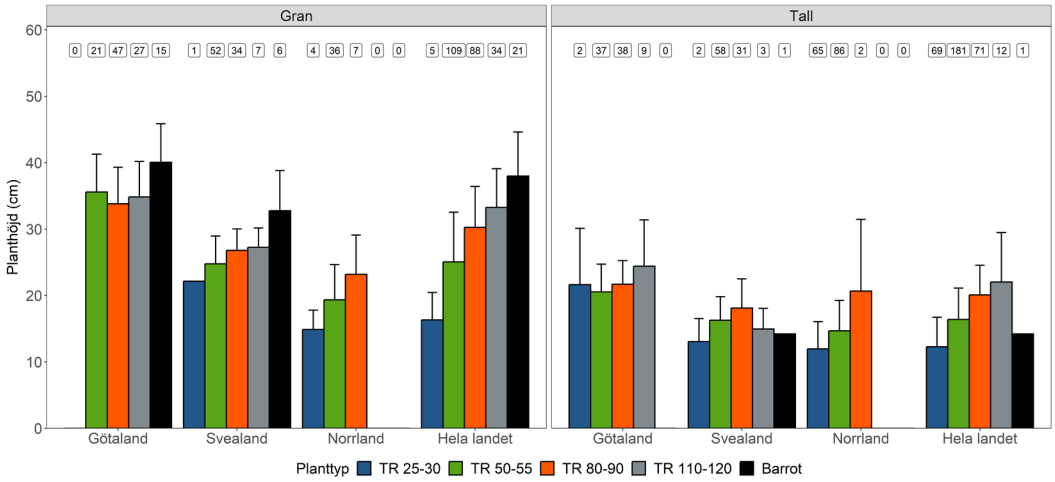


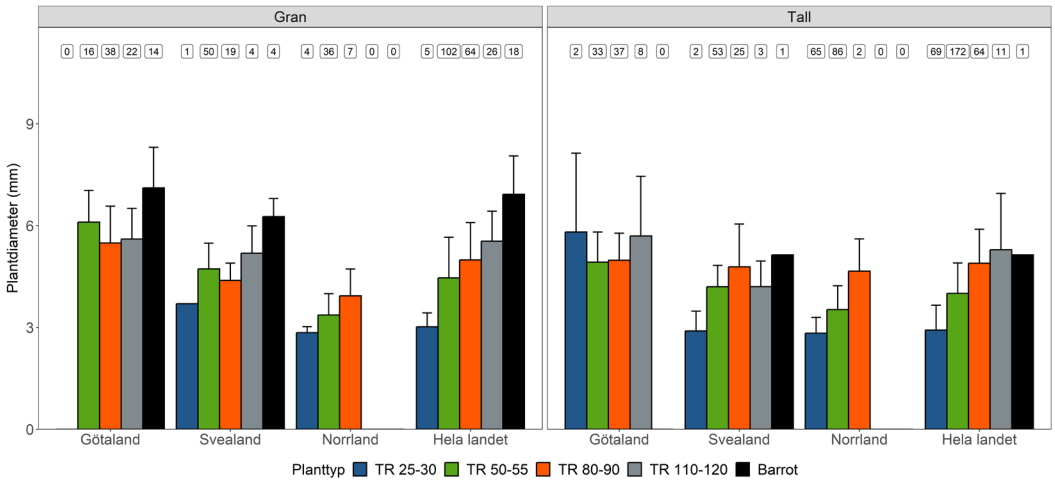
Fig 24. Medeltal samt standardavvikelse för antal plantor per hektar uppdelat på planteringssäsong samt region. Plantantalet per bestånd har först beräknats för respektive provyta och sedan som medel för provytorna inom beståndet. Plantantal per hektar anges ovanför staplarna. I figurens överkant anges antalet inventerade bestånd. Uppdelning i trädslagskategori enligt Fig. 17.

Plantstorlek och tillväxt

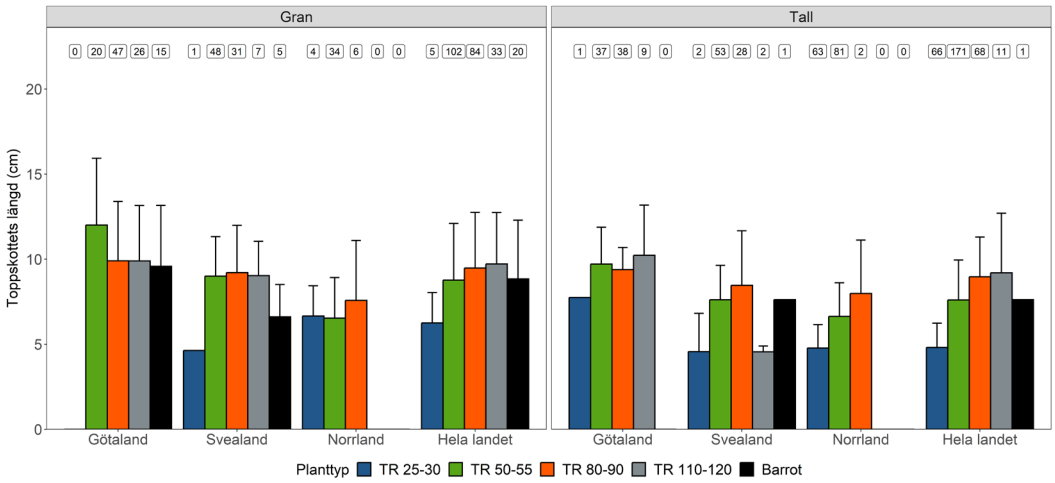
I figur 25 redovisas medelhöjden för de inmätta gran- och tallplantorna. Plantorna var generellt högre i södra Sverige än längre norrut och genomgående var granplantorna högre än tallplantorna. Samma mönster syns för plantdiameter även om skillnaderna inte är lika tydliga (Figur 26). För toppskottslängder syns inga större skillnader mellan gran och tall (Figur 27).



Figur 25. Genomsnittlig planthöjd för tall och gran inom olika regioner och för hela landet. För respektive trädslag ingår bestånd som domineras av det aktuella trädslaget samt plantor av trädslaget inom bestånd planterade med både gran och tall och där vartdera trädslaget utgör minst 30 % av det totala plantantalet. Medelhöjden har först beräknats för plantor inom bestånd och sedan som medel av alla bestånd där trädslaget ingår inom respektive region. Felstaplar markerar standardavvikelsen. I figurens överkant anges antalet inventerade bestånd där respektive kategori av planttyp finns representerad.



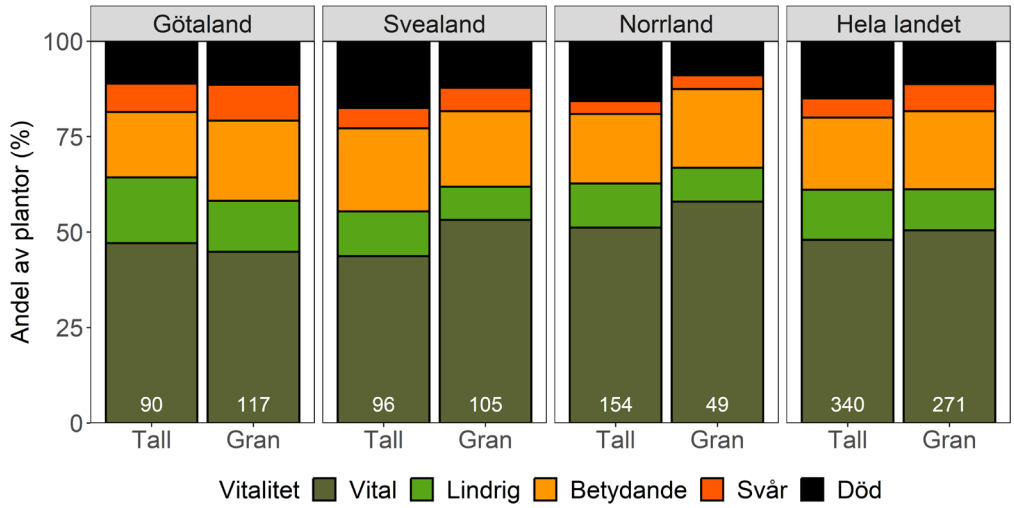
Figur 26. Genomsnittlig plantdiameter för tall och gran inom olika regioner och för hela landet. För respektive trädslag ingår bestånd som domineras av det aktuella trädslaget samt plantor av trädslaget inom bestånd planterade med både gran och tall och där vartdera trädslaget utgör minst 30 % av det totala plantantalet. Medeldiametern har först beräknats för plantor inom bestånd och sedan som medel av alla bestånd där trädslaget ingår inom respektive region. Felstaplar markerar standardavvikelsen. I figurens överkant anges antalet inventerade bestånd där respektive kategori av planttyp finns representerad.



Figur 27. Genomsnittlig toppskottslängd för tall och gran inom olika regioner och för hela landet. För respektive trädslag ingår bestånd som domineras av det aktuella trädslaget samt plantor av trädslaget inom bestånd planterade med både gran och tall och där vartdera trädslaget utgör minst 30 % av det totala plantantalet. Medel toppskottets längd har först beräknats för plantor inom bestånd och sedan som medel av alla bestånd där trädslaget ingår inom respektive region. Felstaplar markerar standardavvikelsen. I figurens överkant anges antalet inventerade bestånd där respektive kategori av planttyp finns representerad.

Överlevnad och vitalitet

I figur 28 redovisas fördelningen av tall- och granplantor i de fem olika vitalitetsklasserna och för de olika regionerna. Götaland hade lägst andel döda plantor (11,2 %), Svealand och Norrland högst (13,8 respektive 14,0 procent). Dock fanns en större andel plantor i klassen ”svår nedsättning” (plantor som löper stor risk att dö) i Götaland jämfört med de andra två regionerna. I både Svealand och Norrland var andelen döda plantor högre för tall (15,5 % för Svealand och 15,9 % för Norrland) jämfört med gran (12,3 % för Svealand och 7,9 % för Norrland). Den totala andelen döda plantor i hela materialet var ca 12,8 procent (14,1 % för tall och 11,1 % för gran).



Figur 28. De inventerade plantornas fördelning på olika vitalitetsklasser (vital, lindrig, betydande och svår nedsättning samt död). För respektive trädslag ingår bestånd som domineras av det aktuella trädslaget samt plantor av trädslaget inom bestånd planterade med både gran och tall och där vartdera trädslaget utgör minst 30 % av det totala plantantalet. Fördelningen på vitalitetsklasser har först beräknats trädslagsvis inom bestånd och sedan som medel för alla bestånd där trädslaget ingår inom respektive region. Antalet bestånd anges i staplarnas nederkant.

Vad påverkar plantvitaliteten?

För att undersöka vilka variabler som hade störst betydelse för plantvitaliteten genomfördes GLMM-analyser för tall- respektive granplantorna. Eftersom förutsättningarna i de olika regionerna är så pass olika gällande ståndortsegenskaper och klimat samt längden på hyggesvila och nyttjandet av olika plantstorlekar och planteringspunkter så delades analyserna upp regionvis.

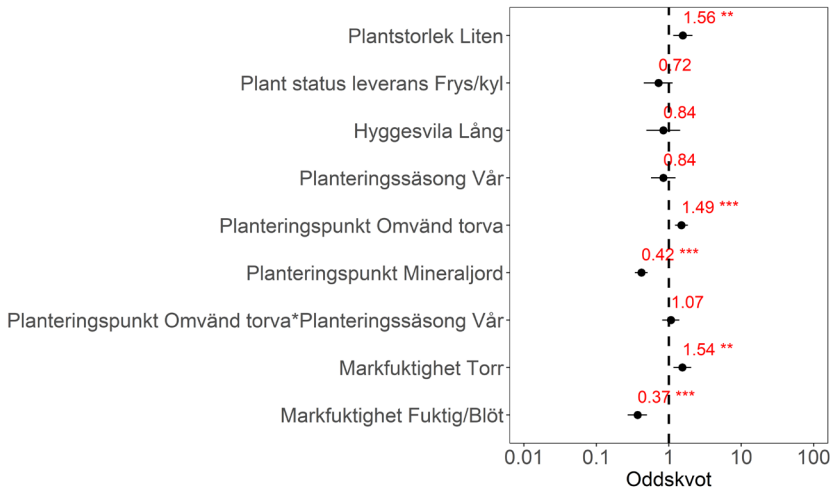
I analyserna ingick ett urval av variabler (Tabell 2). För att förenkla analysen av planteringspunkterna delades de in i två funktionella gruppnivåer: i) mineraljordspunkterna gångjärn, grop högt läge, grop lågt läge och fläck ii) omvända torvor med och utan mineraljord.

Tall

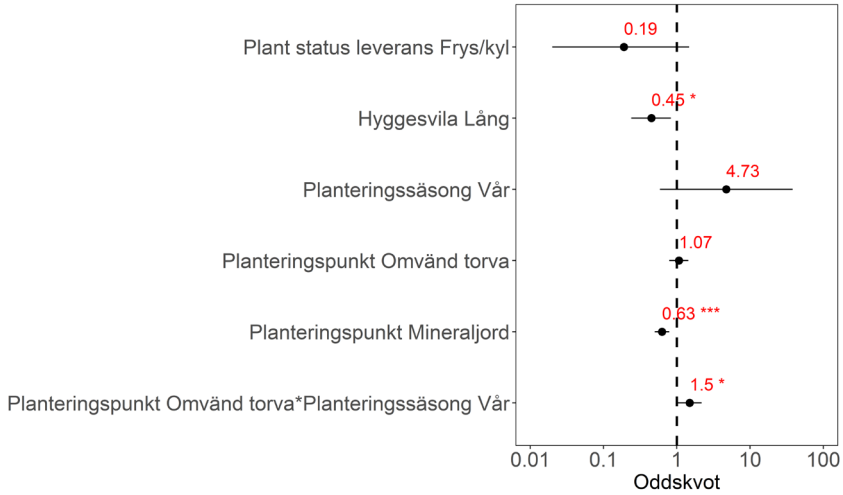
Flera av de undersökta variablerna hade en signifikant effekt på plantvitaliteten (Figur 29). Tydligast var detta för ”planteringspunkt mineraljord” som i samtliga tre regioner uppvisade en signifikant högre plantvitalitet jämfört med övriga planteringspunkter. I Norrland gav exempelvis dessa mineraljordspunkter 58 procent högre plantvitalitet i jämförelse med de övriga planteringspunkterna. I motsats till mineraljordspunkterna uppvisade ”planteringspunkt omvänd torva” en signifikant lägre plantvitalitet i Norrland (-49 %) och Götaland (-42 %) jämfört med övriga planteringspunkter. Däremot fanns ingen statistiskt styrkt skillnad för ”omvänd torva” i Svealand. I Svealand registrerades däremot en försämrad vitalitet för plantor planterade i omvänd torva på våren (planteringspunkt omvänd torva*vårplantering) jämfört med plantor planterad i omvänd torva på hösten (planteringspunkt omvänd torva*höstplantering).

I Norrland, där i huvudsak två plantstorlekar används (små plantor 25-30 cc och lite större plantor 50 cc), registrerades en signifikant lägre plantvitalitet (-56 %) för små plantor jämfört med de övriga plantstorlekarna. Inom vissa regioner hade markfuktighetsklassen en signifikant effekt på plantvitalitet. I Norrland och Götaland var till exempel vitaliteten signifikant högre på fuktig/blöt mark (+63 % respektive +51 %) och i Norrland var vitaliteten lägre på torr mark jämfört med övriga markfuktighetsklasser (-54 %). I Svealand var vitaliteten signifikant högre vid lång hyggesvila jämfört med kort (+55 %).

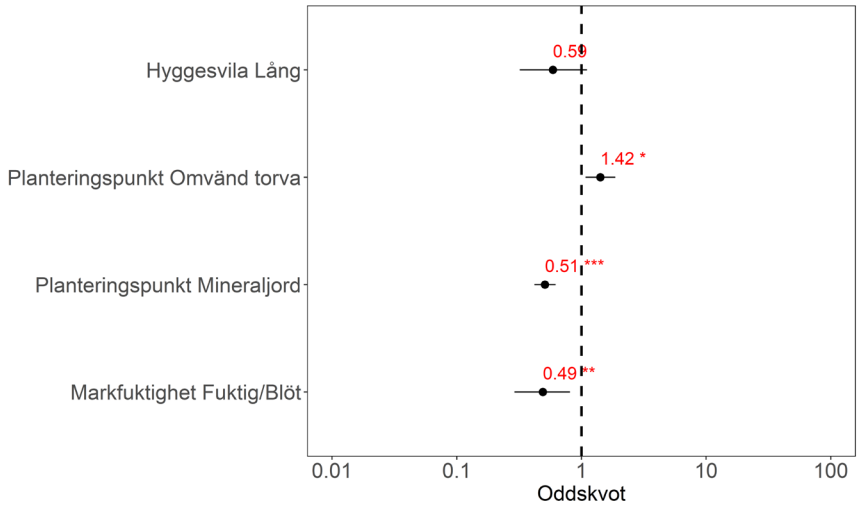
a) Tall Norrland



b) Tall Svealand



c) Tall Götaland

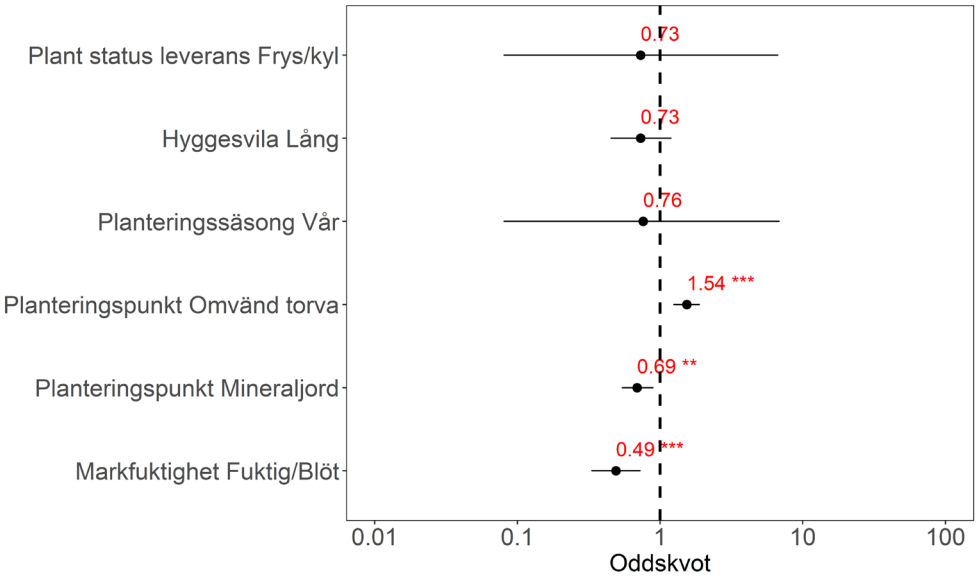


Figur 29. Resultat från GLMM-analysen av oberoende variablers påverkan på sannolikheten för att en tallplanta ska bedömas som död eller döende (Ekvation 2). Separata analyser har gjorts för a) Norrland, b) Svealand och c) Götaland. Oddskvot>1 innebär ökad sannolikhet för att en planta ska betraktas som död eller döende medan det motsatta gäller för en oddskvot<1. Asterisken anger om variabeln är signifikant i modellen (p<0.001 (***), p<0.01 (**), p<0.05 (*)).

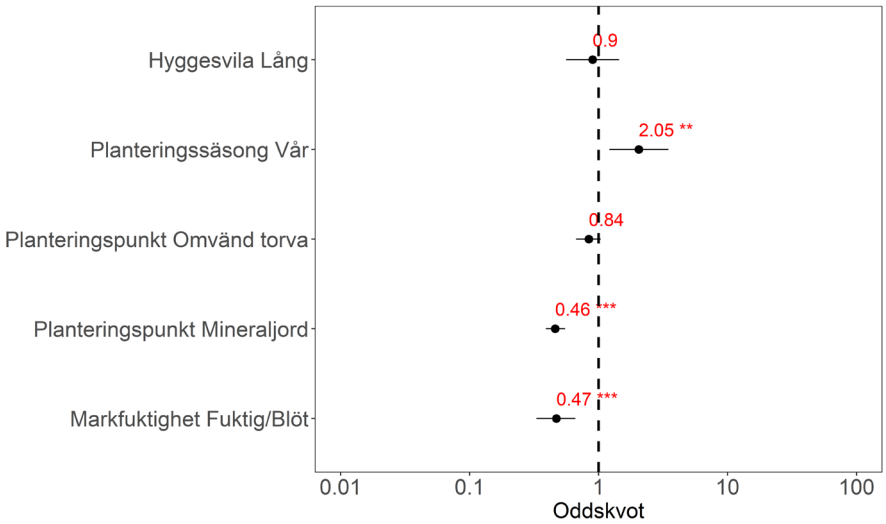
Gran

Eftersom antalet inventerade granplantor i Norrland var så litet (drygt 3000 plantor) utfördes ingen statistisk analys för denna region. I likhet med tallen så var vitalitet i Götaland och Svealand för plantor planterade i mineraljordspunkter signifikant högre än de andra planteringspunkterna (+31 % respektive +54 %) (Figur 30). I Svealand var dessutom vitaliteten för plantor planterade i omvänd torva signifikant lägre jämfört de övriga planteringspunkterna (-54 %). Förutom planteringspunkterna var också markfuktighetsklassen ”fuktig/blöt” positiv för plantvitaliteten i både Götaland och Svealand, där plantorna hade 53 % respektive 51 procent högre vitalitet jämfört med övriga markfuktighetsklasser. I Götaland var vitaliteten signifikant sämre för plantor planterade på våren jämfört med de planterade på hösten (-105 %).

a) Gran Svealand



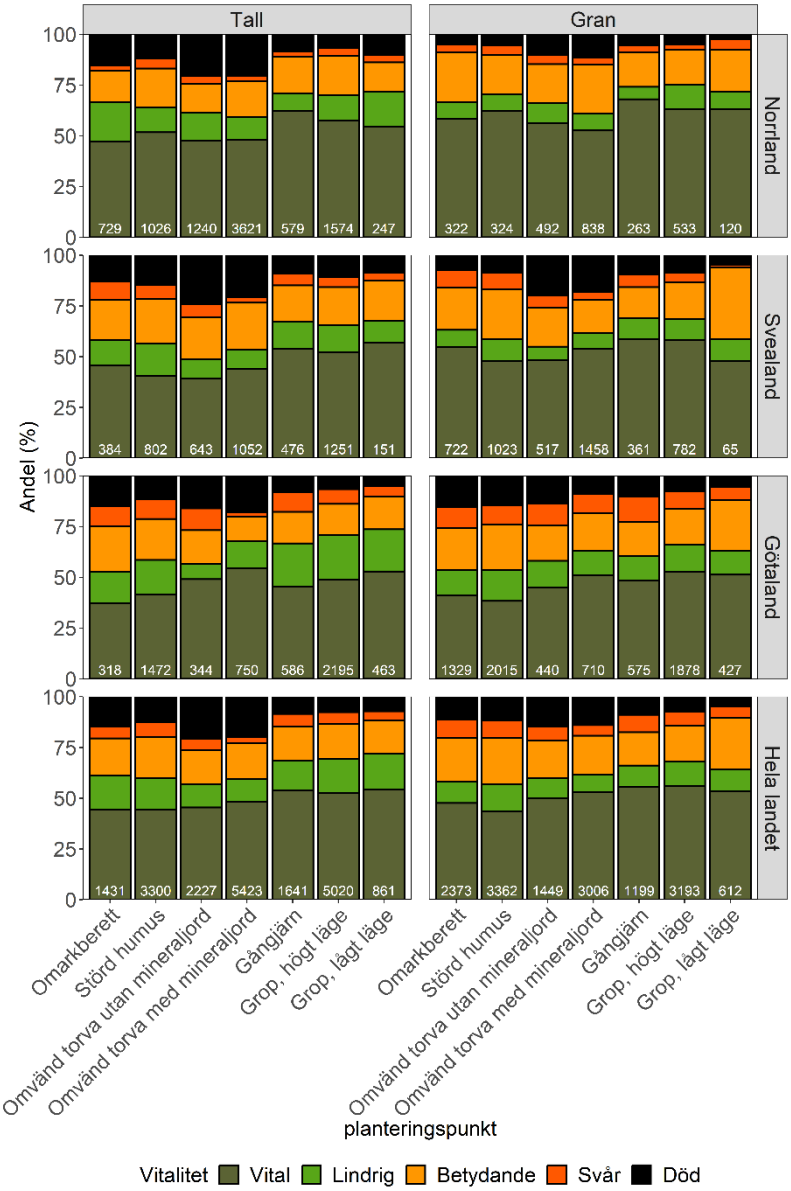
b) Gran Götaland



Figur 30. Resultat från GLMM-analysen av oberoende variablers påverkan på sannolikheten för att en granplanta ska bedömas som död eller döende (Ekvation 2). Separata analyser har gjorts för a) Svealand och b) Götaland. Oddskvot>1 innebär ökad sannolikhet för att en planta ska betraktas som död eller döende medan det motsatta gäller för en oddskvot<1. Asterisken anger om variabeln är signifikant i modellen (p<0.001 (***), p<0.01 (**), p<0.05 (*)).

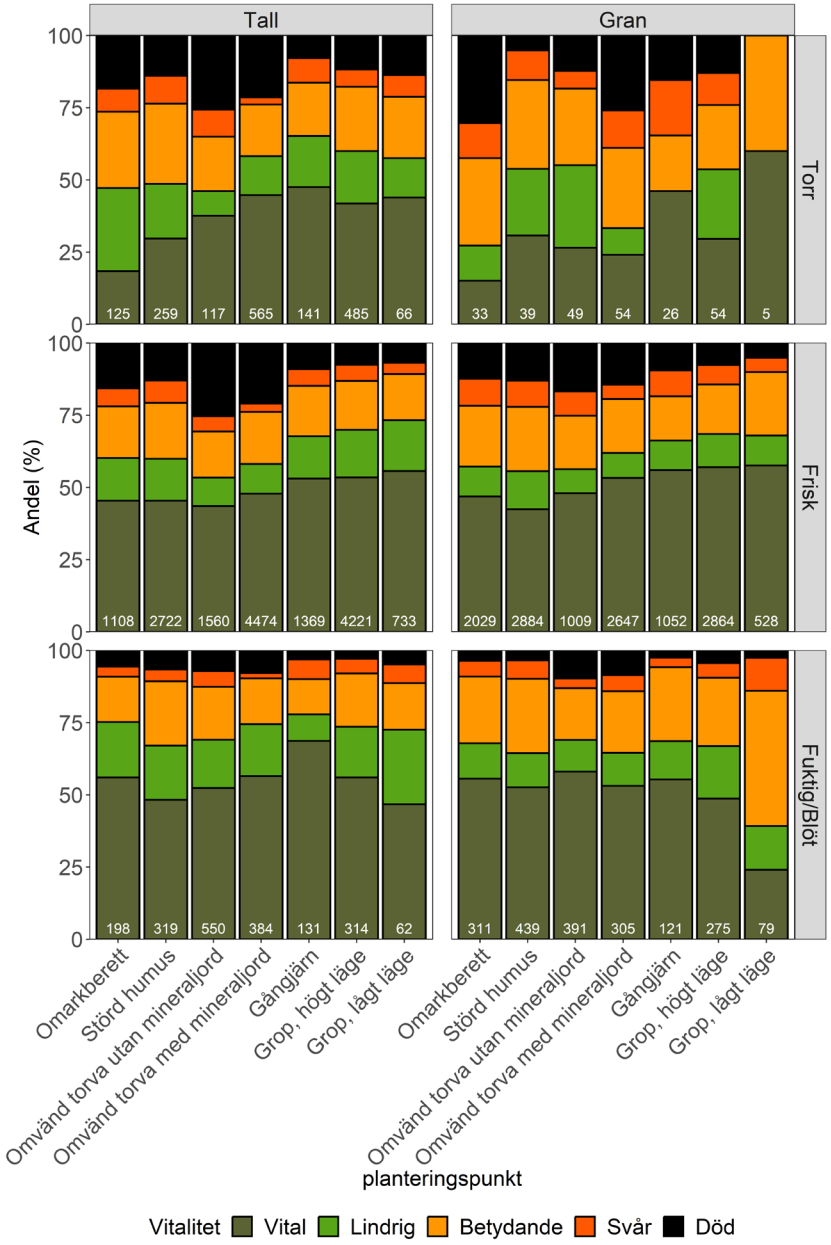
Planteringspunkt

Som visats i de statistiska analyserna ovan påverkades plantvitaliteten i hög utsträckning av vilka grupper av planteringspunkter som plantorna planterats i (minerajordspunkter mot omvända torvor). Därför genomfördes en djupare analys av de sju mest använda planteringspunkterna uppdelat per trädslag och region. Vitaliteten för gran- och tallplantor planterade i dessa sju planteringspunkter framgår av figur 31. För tall hade betydligt fler plantor som planterats i omvända torvor dött jämfört med plantor planterade i mineraljordspunkterna grop högt och lågt läge samt gångjärn. Mönstret är tydligt för alla tre regioner. Även för gran syns samma mönster tydligt i Norrland och Svealand men inte i Götaland. Vitaliteten för punkterna ”omarkberedd” och ”störd humus” var likvärdiga i alla regioner och generellt återfanns färre döda plantor i dessa punkter jämfört med omvända torvor.



Figur 31. De inventerade plantornas fördelning på olika vitalitetsklasser (vital, lindrig, betydande och svår nedsättning samt död) inom olika grupper av planteringspunkt. För respektive trädslag ingår bestånd som domineras av det aktuella trädslaget samt plantor av trädslaget inom bestånd planterade med både gran och tall och där vartdera trädslaget utgör minst 30 % av det totala plantantalet. Fördelningen på vitalitetsklasser avser det totala antalet plantor inom respektive grupp (antalet plantor anges i staplarnas nederkant).

Vitaliteten för olika planteringspunkter kan påverkas av markens fuktighetsklass. Därför delads de inventerade tall- och granplantornas vitalitet i de sju planteringspunkterna upp i torr, frisk och blöt/fuktig mark. I figur 32 redovisas resultaten från denna uppdelning. För tallen var vitaliteten i de omvända torvorna lägre i både den torra och friska fuktighetsklassen jämfört med den fuktiga/blöta. Eftersom antalet granplantor som planterats i torr markfuktighetsklass var så låg är resultaten för granen mer otydliga. Mönstret liknar dock tallens med en förbättrad vitalitet för de omvända torvorna i blöt/fuktig markfuktighetsklass jämfört med frisk och torr markfuktighetsklass.



Figur 32. De inventerade plantornas fördelning på olika vitalitetsklasser (vital, lindrig, betydande och svår nedsättning samt död) inom olika grupper för bedömd markfuktighetsklass på provytan. För respektive trädslag ingår bestånd som domineras av det aktuella trädslaget samt plantor av trädslaget inom bestånd planterade med både gran och tall och där vartdera trädslaget utgör minst 30 % av det totala plantantalet. Fördelningen på vitalitetsklasser avser det totala antalet plantor inom respektive grupp för hela det inventerade materialet (antalet plantor anges i staplarnas nederkant).

Analys av omvända torvor

Plantering i omvänd torva är mycket vanligt, speciellt i Norrland och Svealand (Figur 13 och 14). Därför har vi valt att analysera vitaliteten för plantor planterade i dessa punkter lite djupare i dessa två regioner, och resultaten presenteras i tabell 19. Där visas vitaliteten på plantor i omvänd torva beroende på; om torvan hade mineraljord på toppen eller ej, markfuktighetsklass samt om torvan hade bra eller dålig markkontakt. För vissa av kombinationerna är replikeringen (dvs. antalet plantor) låg, vilket är viktigt att vara medveten om vid tolkningen av resultaten. Det är också viktigt att påpeka att plantor från hela landet ingår och att tabellen endast visar en översiktlig bild.

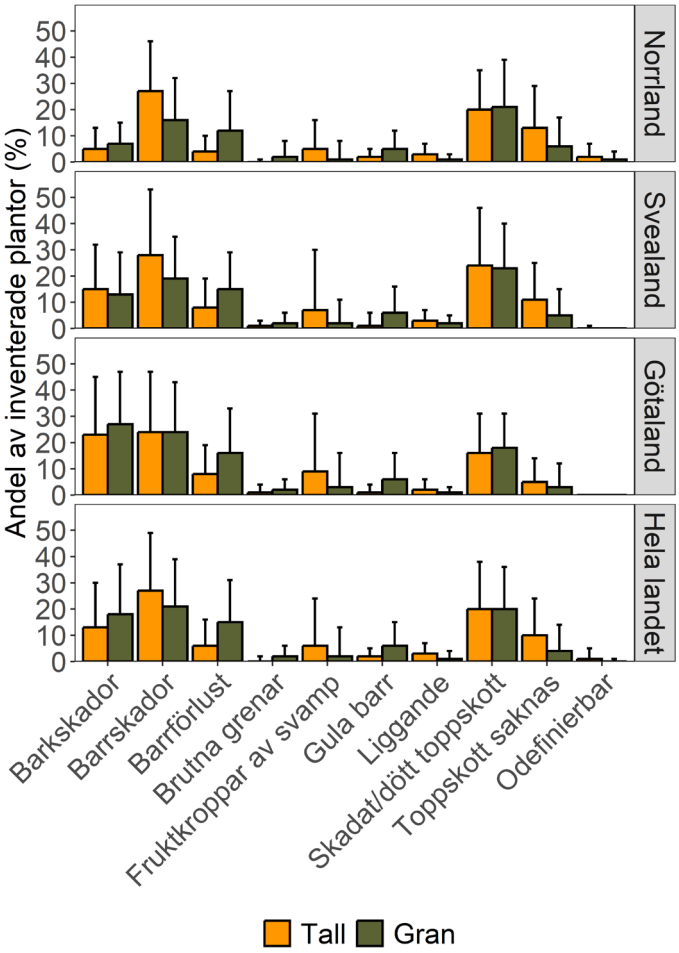
Ingen tydlig skillnad i vitalitet syntes för omvänd torva med eller utan mineraljord på toppen. Däremot verkar markfuktighet ha haft betydelse där vitaliteten för plantor på fuktig mark generellt var bättre än på friska och torra marker. Även kvaliteten på den omvända torvan, det vill säga dess markkontakt verkar ha haft betydelse med en generellt lägre vitalitet för plantor planterade i torvor med dålig markkontakt. För hela materialet var det ca 5 procent (570 st) av de omvända torvorna som blev klassade som dåliga.

Tabell 19. Översikt av hur olika faktorer kopplade till markberedningens utförande och markfuktighet påverkar fördelningen på olika vitalitetsklasser (0-1: död/svår nedsättning, 2-3: betydande/lindrig nedsättning, 4: vital planta) för plantor planterade i omvänd torva. Fördelningen avser hela det inventerade materialet. Enskilda provytor har grupperats utifrån de uppsatta kategorierna och fördelningen har sedan beräknats inom respektive grupp.

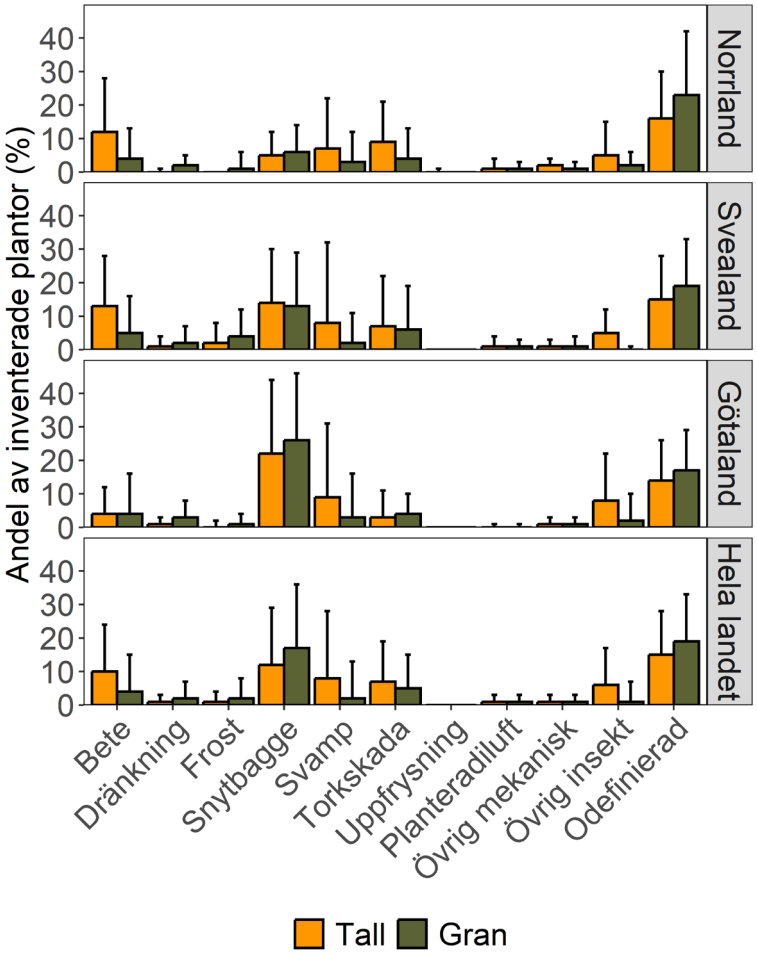
Metod	Med mineraljord	Markfuktighet	Torvans markkontakt	N plantor	Död-svår	Betydande-lindrig	Vital
Norrland	Ja	Torr	Bra	460	21	32	47
		Torr	Dålig	34	62	24	15
		Frisk,	Bra	3426	21	28	51
		Frisk	Dålig	224	45	29	27
		Fuktig	Bra	294	8	43	50
		Fuktig	Dålig	21	29	33	38
	Nej	Torr	Bra	45	31	40	29
		Torr	Dålig	5	40	20	40
		Frisk	Bra	1044	22	27	52
		Frisk	Dålig	123	56	16	28
		Fuktig	Bra	468	10	33	57
		Fuktig	Dålig	47	26	47	28
Svealand	Ja	Torr	Bra	80	30	33	38
		Torr	Dålig	3	33	67	0
		Frisk	Bra	2213	23	27	50
		Frisk	Dålig	27	74	4	22
		Fuktig	Bra	184	13	30	57
		Fuktig	Dålig	3	0	33	67
	Nej	Torr	Bra	30	33	30	37
		Torr	Dålig	6	33	50	17
		Frisk	Bra	874	29	26	44
		Frisk	Dålig	59	59	17	24
		Fuktig	Bra	179	12	41	46
		Fuktig	Dålig	12	42	8	50
			Summa	9861			

Symtom och skadegörare

För alla icke helt vitala plantor gjordes vid inventeringen en bedömning av symtom och skadeorsak. Flera symtom och skadeorsaker kan anges för en och samma planta. De vanligaste symtomen var barkskador, barrskador och skadade toppskott och andelen plantor med olika symtom varierade mellan regionerna och trädslagen (Figur 33). Barkskador visar en tydlig minskande trend från söder till norr vilket troligen är kopplat till snytbaggeskador som var högre i södra Sverige än i norra. Torkskador ser ut att öka från söder till norr, särskilt för tall. I Norrland och Svealand var också betesskador på tall vanliga. Att bedöma skadeorsak i fält är svårt, vilket förklarar den höga stapeln för ”odefinierad” i figur 34.



Figur 33. Andelen av de inventerade plantorna (inom vitalitetsklasserna lindrig, betydande och svår nedsättning samt död) med någon typ av symtom. Det var möjligt att registrera flera symtom på samma planta. För respektive trädslag ingår bestånd som domineras av det aktuella trädslaget samt plantor av trädslaget inom bestånd planterade med både gran och tall och där vartdera trädslaget utgör minst 30 % av det totala plantantalet. Andelen träd med symtom har först beräknats på beståndsnivå och sedan som medel av alla bestånd där trädslaget ingår inom respektive region. Felstaplar markerar standardavvikelsen.

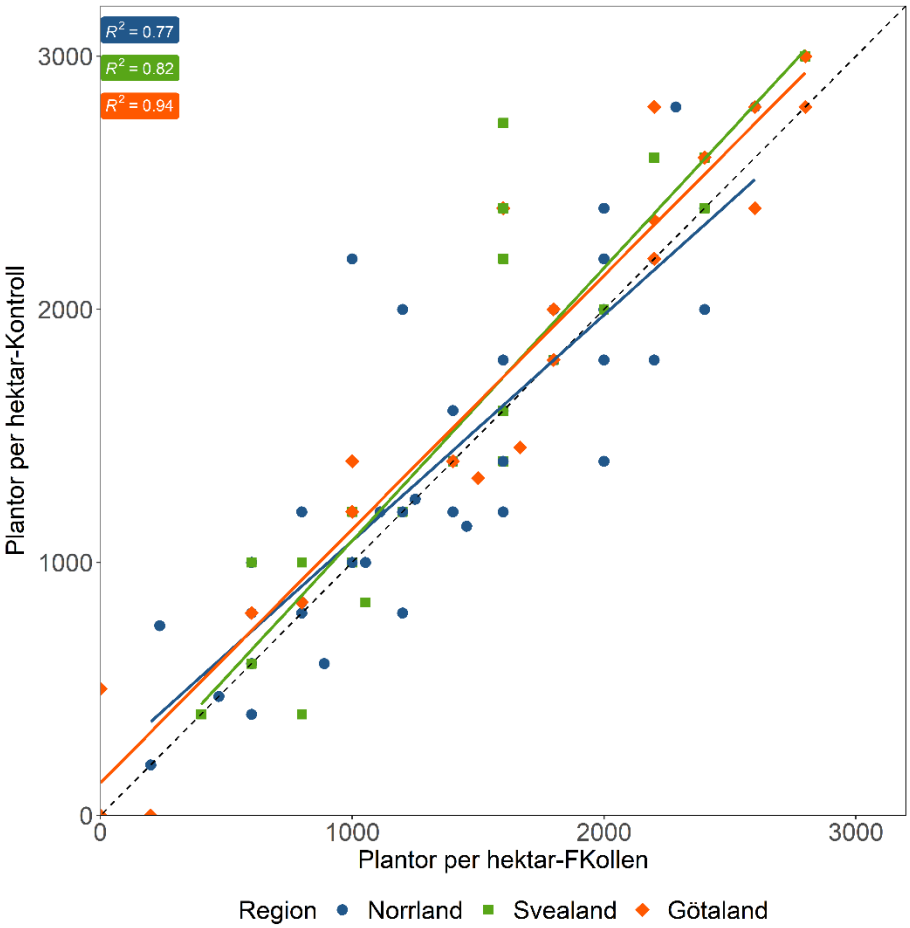


Figur 34. Andelen av de inventerade plantorna (inom vitalitetsklasserna lindrig, betydande och svår nedsättning samt död) som registrerats för någon typ av skada. Det var möjligt att registrera flera skador på samma planta. För respektive trädslag ingår bestånd som domineras av det aktuella trädslaget samt plantor av trädslaget inom bestånd planterade med både gran och tall och där vartdera trädslaget utgör minst 30 % av det totala plantantalet. Andelen skadade träd har först beräknats på beståndsnivå och sedan som medel av alla bestånd där trädslaget ingår inom respektive region. Felstaplar markerar standardavvikelsen.

Kvalitetssäkring

Kvalitetssäkringen av inventeringarna i Föryngringskollen är omfattande och innefattar bland annat en tvådagarsutbildning, intensivt fältstöd och kalibreringsövningar under uppstartsfasen av inventeringsarbetet. Inom varje region har Skogforsk tillsatt en kvalitetsansvarig fälttekniker som har det övergripande ansvaret att säkerställa en hög kvalitet i de mätningar och bedömningar som görs. Efter uppstartsfasen av inventeringarna genomfördes kontrollinventeringar där de kvalitetsansvariga fältteknikerna ”återinventerade” ett stickprov av provytor för alla fältinventerarna.

I figur 35 och tabell 20 redovisas jämförelser av registrerat plantantal för ordinarie inventerare och kvalitetsansvariga för de kontrollinventerade provytorna. Även om det finns en god överensstämmelse tyder resultaten på att ordinarie inventeringspersonal missade mellan 3 och 8 procent plantor jämfört med kvalitetsansvariga i de olika regionerna.

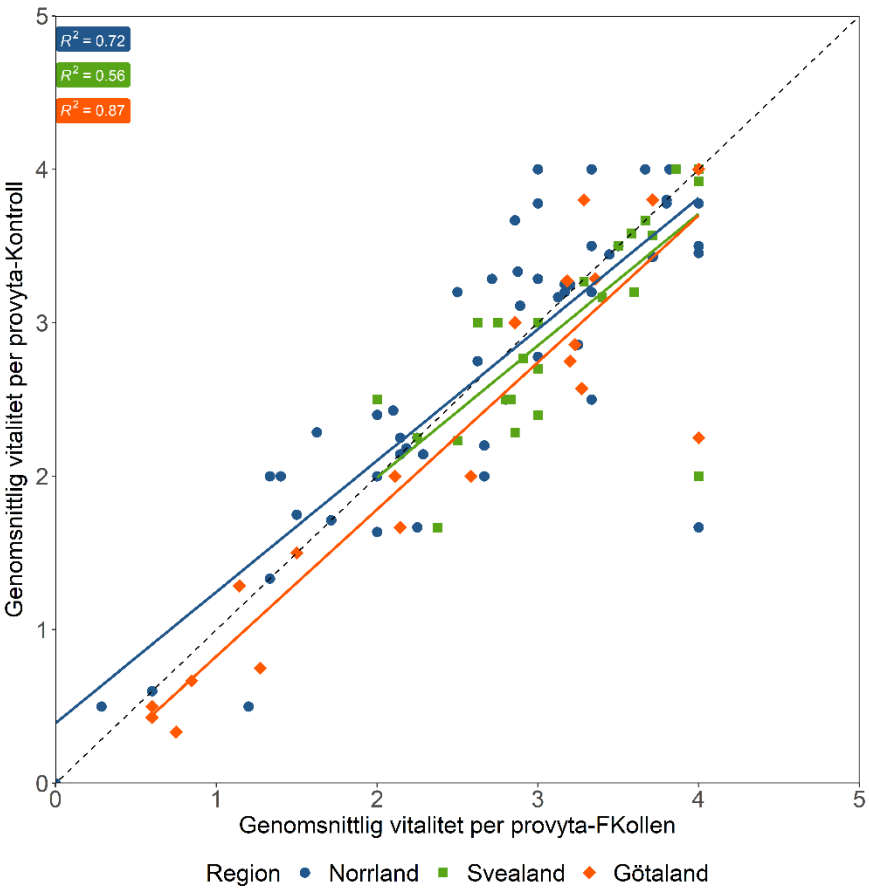


Figur 35. Plantantal per hektar per provyta vid den ordinarie inventeringen och vid kontrollinventering av samma ytor. Enbart bedömd föryngringsyta ingår. Jämförelse bygger på 105 kontrollinventerade provytor fördelat på tre regioner. I figuren visas 1:1 linje (svart) samt regressionslinje (nKontroll=x + y*nFKollen) för provytorna inom respektive region (grön, röd, och blå) med tillhörande R^2-värde.

Tabell 20. Plantantal inom de provytor som kontrollinventerats inom Föryngringskollen. Medel för plantantal, differens mellan inventeringstyp samt standardavvikelse beräknats regionvis. Plantantalet inkluderar levande och döda plantor.

		Inventering		Kontrollinventering		Differens (inventering-kontroll)	
Region	Antal provytor	Plantantal (ha^{-1})	SD (ha^{-1})	Plantantal (ha^{-1})	SD (ha^{-1})	Plantantal (ha^{-1})	SD (ha^{-1})
Norrland	57	1381	583	1425	593	-44	292
Svealand	27	1483	622	1606	739	-123	317
Götaland	25	1662	978	1795	1011	-133	247
Hela Landet	109	1471	703	1555	751	-84	289

Motsvarande jämförelse för bedömning av vitalitet mellan ordinarie inventeringspersonal och kvalitetsansvariga redovisas i figur 36. Även för vitalitet finns en god överensstämmelse i bedömningarna mellan ordinarie inventeringspersonal och kvalitetsansvariga.



Figur 36. Bedömd genomsnittlig vitalitet (0-4) per provyta vid den ordinarie inventeringen och vid kontrollinventering av samma ytor. Enbart bedömd föryngringsyta ingår. Jämförelse bygger på 105 kontrollinventerade provytor fördelat på tre regioner. I figuren visas 1:1 linje (svart) samt regressionslinje (nKontroll=x + y*nFKollen) för provytorna inom respektive region (grön, röd, och blå) med tillhörande R^2-värde.

Diskussion

De övergripande resultat som presenterats i den här rapporten visar att markberedning och plantering utförs på olika sätt i olika delar av Sverige. Exempel på tydliga skillnader mellan regionerna ser man i hyggesvilans och markberedningsvilans längd, i andel planteringar som sker på höst respektive vår, och i vilka planttyper och plantstorlekar som används. Resultaten visar också att olika strategier finns för val av planteringspunkter i de olika regionerna.

Dessa skillnader speglar givetvis de olika naturgivna förutsättningar som finns för att etablera skog genom markberedning och plantering såsom klimat, ståndortsfaktorer och förekomst av olika skadegörare. Men faktorer som skogens ägarstruktur, tradition och påverkan från övriga samhället har säkert också stor betydelse för dessa regionala skillnader.

Det faktum att man gör på olika sätt i olika delar av landet innebär att man besitter olika kunskaper. Detta är värdefullt i ett branschgemensamt projekt som Föryngringskollen där målet är ett gemensamt lärande genom att bygga upp och dela kunskap och erfarenhet för att tillsammans uppnå bättre föryngringsresultat.

Plantantal

Det inventerade antalet plantor/ha var avsevärt lägre än det förväntade enligt företagens uppgifter om beställda och återrapporterade plantantal. Totalt ”saknades” i medeltal 736 plantor/ha (35 %) i Norrland, 792 plantor/ha (39 %) i Svealand och 623 plantor/ha (28 %) i Götaland jämfört med det genomsnittliga beställda antalet plantor.

Ett betydligt lägre plantantal än det förväntade erhölls redan i Föryngringskollens första inventering som genomfördes 2022 (Öhlund m.fl. 2023). Då uppkom en diskussion om huruvida en förklaring kunde vara att planterade plantor som dör kort efter planteringen hinner försvinna till dess att Föryngringskollens inventering görs på hösten efter första tillväxtsäsongen. Med anledning av detta genomfördes en studie för att undersöka denna specifika fråga (Öhlund m.fl. 2024 b). I studien analyserades tre olika data-set med totalt 40 000 planterade plantor (planterade under en 20-årsperiod) som hade GPS-positionerats i samband med plantering. Vitaliteten för varje enskild planta registrerades sedan efter första och andra tillväxtsäsongen och ”försvunna plantor” registrerades i en egen kategori. Analysen visade att andelen plantor som hann försvinna mellan planteringen och hösten efter första tillväxtsäsongen i medeltal endast var mellan 1 och 3 procent. Slutsatsen var därför att detta inte kan utgöra en huvudförklaring till de låga registrerade plantantalen i Föryngringskollens inventeringar.

I den beskrivna studien ovan var alla planteringar utförda under våren. Därför är det fortfarande möjligt, för att inte säga troligt, att döda och försvunna plantor kan vara en del av förklaringen till de lägre observerade plantantalen för planteringar utförda på hösten jämfört med de utförda på våren (Figur 22).

Vid utbildningen av inventeringspersonalen men även vid de efterföljande kalibreringsövningarna och i det löpande arbetet med kvalitetssäkring, har stor vikt lagts vid sökandet av plantor inom provytorna. Även om överensstämmelsen mellan hur många plantor inventerarna hittade jämfört med kontrollanterna generellt var god (figur 32) fanns en tendens att inventerarna hittade färre plantor, i storleksordningen 3 till 8 procent (Tabell 20).

Resonemangen ovan antyder att en del av de låga registrerade plantantalen skulle kunna förklaras av att plantor hinner dö och helt försvinna mellan planteringstidpunkten och inventeringen samt att inventeringspersonalen missar en del plantor vid inventeringen. Det förklarar dock endast en mindre del av den differens vi ser mellan inventerade och förväntade (beställda och återrapporterade) plantantal. Vad detta beror på vet vi inte men att utreda frågan vidare är av högsta prioritet.

Att studera plantantal var inte huvudsyftet när Föryngringskollen startades men har nu på grund av resultaten ändå kommit upp som en mycket viktig fråga. I förhållande till frågan om plantantal kan man konstatera en uppenbar svaghet i upplägget för Föryngringskollen där inventering sker först efter en tillväxtsäsong. För att få ”facit” på hur många plantor som de facto planterades skulle en första inventering behöva ske direkt i anslutning till plantering. Det är möjligt att en modifiering av metodiken i Föryngringskollen bör göras, där ett urval av bestånden som inventeras årligen även inventeras direkt i anslutning till planteringen. En sådan förändring skulle kunna användas för att verifiera resultaten i studien om hur många plantor som försvinner som är beskriven ovan (Öhlund m.fl. 2024 b), men även för att erhålla ett mått på den sanna observerbarheten av plantor i Föryngringskollens ordinarie inventeringar.

Hittills har vi diskuterat genomsnittliga plantantal på en övergripande skala för de olika regionerna och för landet som helhet. Det är dock viktigt att också titta på hur antal plantor varierar inom lokalerna. I de statistiska analyserna har vi visat att det finns många faktorer som påverkar hur många plantor som återfanns vid inventeringen där grad av markpåverkan och förekomst av olika typer av ”hinder” (t.ex. block, grot, underväxt, död ved, mm) utgör viktiga variabler. Bilden som träder fram i tabell 13 speglar den variation som råder på hyggen och antyder att det finns områden där det planteras färre plantor och områden som lämnas oplanterade, vilket säkerligen är i linje

med de instruktioner som företagen har för plantering. Den visar också att man på stora delar av hyggena lyckas väl med markberedningen och har få hinder. I dessa områden är också de genomsnittliga plantantalen betydligt högre än regionmedelvärdena och ligger närmare de plantantal man kan förvänta sig enligt beställningar och återrapporter (Tabell 15 och 17).

Överlevnad och vitalitet

Den totala andelen döda plantor i samtliga regioner var 12,8 procent (14,1 % för tall och 11,1 % för gran). Lägst andel döda plantor registrerades i Götaland (11,2 %) och högst i Svealand och Norrland (13,8 respektive 14,0 %). I Götaland fanns dock en större andel plantor i vitalitetsklassen ”svår nedsättning” (plantor som löper stor risk att dö) jämfört med Svealand och Norrland. Detta kan vara kopplat till att de större plantorna som används i Götaland i högre utsträckning överlever exempelvis gnag av snytbagge jämfört med de mindre plantor som används i Svealand och Norrland. I både Svealand och Norrland var också andelen döda plantor högre för tall (15,5 % för Svealand och 15,9 % för Norrland) jämfört med gran (12,3 % för Svealand och 7,9 % för Norrland). Dessa resultat stämmer väl överens med resultaten från Föryngringskollens tidigare inventeringar (Öhlund m.fl. 2023). Orsakerna till varför tall hade sämre vitalitet än gran är för tidigt i projektet att uttala sig om men en jämförelse av skadeanalyserna mellan trädslagen ger vid handen att bete, svamp, torkskada och övrig insektsskada var vanligare förekommande hos tallplantorna än hos granplantorna.

I de statistiska analyserna av vilka variabler som hade störst inverkan på plantvitaliteten föll ett antal signifikanta resultat ut. Tydligast var planteringspunkterna där mineraljordspunkterna uppvisade en signifikant högre plantvitalitet i samtliga regioner och för båda trädslagen. I kontrast till detta uppvisade de omvända torvorna ofta en signifikant sämre vitalitet framför allt för tall men till viss del även för gran. Dessa resultat var förväntade då den säkrare tillgången till vatten (kapillärt markvatten) i mineraljordspunkterna i jämförelse med de mer regnberoende omvända torvorna också i tidigare kontrollerade försök har visat sig mycket viktig för plantornas överlevnad i den tidiga etableringsfasen (Örlander m.fl. 1990, Häggström m.fl. 2021, Nordin m.fl. 2023, Öhlund m.fl. 2023).

I Norrland var vitaliteten sämre för små plantor (25-30 cc) jämfört med de större plantorna medan inga signifikanta skillnader kunde registreras i Svealand eller Götaland. De uteblivna skillnaderna mellan olika plantstorlekar i Götaland och Svealand kan troligen förklaras av att plantering med små plantor är mycket ovanligt i dessa regioner vilket gav en låg replikering i analysen för denna grupp av plantor (Tabell 9).

För tallplantorna i Svealand gav även lång hyggesvila signifikant bättre plantvitalitet jämfört med kort hyggesvila medan inga skillnader registrerades i Götaland eller Norrland. Dessa resultat kan vara kopplat till att risken för snytbaggeangrepp på tallplantorna i Svealand minskar med en lång hyggesvila eftersom snytbaggen orsakar på plantorna framför allt under de första åren efter avverkning. I Götaland är hyggesvilan generellt kortare än i Svealand och Norrland vilket ger en sämre replikering i analysen. I Norrland skulle de uteblivna skillnaderna kunna förklaras av ett mindre snytbaggetryck, men också av att hyggesvilan i de flesta bestånd var så lång att få eller inga snytbaggar fanns kvar. Efterhand som databasen i Föryngringskollen byggs upp kommer bättre analyser av detta kunna göras.

För båda trädslagen och samtliga regioner gav även markfuktighetsklass ”fuktig/blöt” en signifikant högre vitalitet hos plantorna vilket kan hänga samman med en minskad risk för att plantorna ska torka ut efter planteringen.

Som visats i de statistiska analyserna påverkades plantvitaliteten i hög utsträckning av vilka planteringspunkter som plantorna planterats i (minerajordspunkter mot omvända torvor). Därför genomfördes en djupare analys av de sju mest använda planteringspunkterna uppdelat per trädslag och region. I samtliga regioner visade dessa

analyser att fler tallplantor som planterats i omvända torvor hade dött jämfört med plantor planterade i mineraljordspunkterna ”grop högt” och ”grop lågt” läge, samt ”gångjärn” (Figur 31). Även för gran syntes samma mönster i Norrland och Svealand men inte i Götaland. Dessa resultat stöder därmed de statistiska analyserna som visar på betydande risker med plantering i omvända torvor för överlevnaden under den första tillväxtsäsongen. Viktigt att påpeka är att denna typ av resultat kan vara starkt kopplat till det aktuella årets väder och flera års mätningar behövs i projektet innan generella slutsatser kan dras. Det kan också föreligga skillnader för de olika planteringspunkterna mellan vår- och höstplanteringar vilket är något som kommer att undersökas längre fram i projektet (när mer data samlats in). Plantornas långsiktiga tillväxt i de olika planteringspunkterna är också en viktig faktor att beakta då en låg tillväxttakt kan innebära att plantorna blir utkonkurrerade av andra planterade plantor eller av självföryngring och därmed inte kommer att kunna utgöra huvudstammar i det framtida beståndet.

Vitaliteten för plantor planterade i de olika planteringspunkterna påverkades av markens fuktighet (Figur 29). Särskilt för tallen var vitaliteten i de omvända torvorna lägre i den torra och friska markfuktighetsklassen jämfört med den fuktiga/blöta. Dessa resultat indikerar betydelsen av en god vattenförsörjningen i de omvända torvorna. På fuktiga/blöta marker kan dessa planteringspunkter fungera okej medan de kan utgöra stora risker för hög plantmortalitet på friska till torra marker. Detta visas även tydligt i tabell 19 där betydelsen av en god markkontakt för den omvända torvan åskådliggörs.

Avgränsningar och framtid

De statistiska analyser som redovisas för plantvitalitet i denna rapport är inte fullständiga och många fler orsakssamband kvarstår att undersökas. Efterhand som databasen i Föryngringskollen byggs på med mer inventeringsdata kommer fler sambandsanalyser att kunna genomföras. En uppdelning mellan höst- och vårplanteringar är också relevant. Några år in i projektet kan även variationen mellan åren och vädrets inverkan tas med i analysen.

Slutsatser

- Det finns avsevärda skillnader i hur markberedning och plantering utförs i olika delar av Sverige.
- I medeltal var de inventerade plantantalen i alla regioner betydligt lägre än de plantantal som förväntas finnas på planterade hyggen efter en tillväxtsäsong.
- De låga plantantalen kan till en <u>mindre</u> del förklaras av att planterade plantor kan dö och hinna försvinna till dess att inventeringen sker efter en tillväxtsäsong samt att fältpersonalen missade en andel av plantorna vid inventering.
- Frågan om de låga genomsnittliga plantantalen har mycket stor betydelse och relevans för skogsbruket och måste utredas vidare.
- Plantantalet påverkas till stor del av graden av markpåverkan men även av förekomst av olika typer av ”hinder”.
- Andelen levande plantor var högre i Götaland än i Norrland och Svealand.
- I Norrland och Svealand var andelen levande plantor lägre för tallplantorna jämfört med granplantorna.
- Ett sampel av flera olika variabler påverkar plantvitaliteten i de olika regionerna där framför allt planteringspunkter (mineraljordspunkter mot omvända torvor) är betydelsefulla för den tidiga plantetableringen.
- Plantvitaliteten i olika planteringspunkter varierar stort beroende på markfuktighetsklass och planteringspunkternas kvalitet (de omvända torvornas markkontakt).

Referenser

Bates, D., Maechler, M., Bolker, B. M., & Walker, S. 2015. Fitting Linear Mixed-Effects Models using lme4. Journal Of Statistical Software, 67(1), 1–48. https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01

Berglund, M., Öhlund, J., Nilsson, O., Sörensen, R., Johansson, F., & Fahlvik, N. 2022. Föryngringskollen – Bakgrund och Metod. Skogforsk Arbetsrapport 1137–2022.

Gålnander, H., Berlin, M. & Sonesson, J. 2020. Framtidens skogar – Består de av planterade plantor eller naturligt föryngrade träd? Skogforsk Arbetsrapport 1052–2020.

Holmström, E., Gålnander, H. & Petersson M. 2019. Within-Site Variation in Seedling Survival in Norway Spruce Plantations. Forests 10, 181.

Häggström, B., Domevcik, M., Öhlund, J. & Nordin, A. 2021. Survival and growth of Scots pine (*Pinus sylvestris*) seedlings in north Sweden: effects of planting position and arginine phosphate addition. Scandinavian Journal of Forest Research 423–433.

Örlander, G., Gemmel, P. & Hunt J. 1990. Site Preparation – a Swedish Overview. FRDA Report 105, p. 61, ISSN 0835–0752.

Nordin, P., Olofsson, E. & Hjelm, K. 2023. Within-site adaptation: Growth and mortality of Norway spruce, Scots pine and Silver birch seedlings in different planting positions across a soil moisture gradient. Silva Fennica, 57.

Öhlund, J., Berglund, M., Nilsson., O, Sörensen, R., Johansson, F., & Fahlvik, N. 2024a. Föryngringskollen bakgrund och metodik – Version 2023. Skogforsk Arbetsrapport 1184-2024.

Öhlund, J., Berglund, M., Fahlvik, N,. Johansson, F., Sörensen, R., & Nilsson., O. 2023. Årsrapport Föryngringskollen – Resultat 2022. Skogforsk Arbetsrapport 1144-2023.

Öhlund, J., Berglund, M., Wallgren, M., Sörenssen, R., & Ahlinder., J. 2024b. Hur många planterade plantor försvinner? Skogforsk Arbetsrapport (i tryck).