



Potential för utökad areal sådd inom Holmen Skog

Potential for increased area of direct seeding within Holmen Skog

Patrik Lundström

**Arbetsrapport 5 2015
Examensarbete 30hp A2E
Jägmästarprogrammet**

**Handledare:
Urban Bergsten**

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för skogens biomaterial och teknologi
S-901 83 UMEÅ
www.slu.se/sbt

Tfn: 090-786 81 00

Rapport från Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Potential för utökad areal sådd inom Holmen Skog

Potential for increased area of direct seeding within Holmen Skog

Patrik Lundström

Nyckelord: *ståndort, multivariatanalys, PCA, PLS-DA, tall, contorta*

Arbetsrapport 5 2015

Examensarbete i skogshushållning vid Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi, 30 hp
EX0772, A2E

Jägmästarprogrammet

Handledare: Urban Bergsten, SLU, Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Biträdande handledare: Mehrdad Arshadi, SLU, Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Extern handledare: Emil Forsberg, Holmen Skog

Examinator: Tomas Nordfjell, SLU, Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Sveriges lantbruksuniversitet

Institutionen för skogliga biomaterial och teknologi

Utgivningsort: Umeå

Utgivningsår: 2015

Rapport från Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Förord

Denna studie är ett examensarbete utfört vid Institutionen för skogens biomaterial och teknologi, Sveriges lantbruksuniversitet i Umeå. Examensarbetet har utförts i samarbete med Holmen Skog AB, som även bidragit med finansiellt stöd. Arbetet ingår i Jägmästarexamen och motsvarar 30 poäng på D-nivå.

Jag vill rikta ett stort tack till de personer som hjälpt mig att genomföra och färdigställa mitt examensarbete. Först vill jag tacka mina handledare Urban Bergsten (SLU) och Mehrdad Arshadi (SLU) som snabbt och smidigt har svarat på de frågor som dykt upp kring arbetet. Jag vill även rikta ett tack till Emil Forsberg (Holmen Skog) som bistått med material och synpunkter kring exjobbet.

Sist men inte minst skulle jag vilja tacka min familj, min sambo Jenny och vår fantastiska dotter Alma för all stöttning, ni har starkt bidragit till att jag kunnat färdigställa arbetet.

Umeå den 27 februari 2015

Patrik Lundström

Sammanfattning

Holmen Skog har som målsättning att öka andelen sådda föryngringsytor från dagens 24 % till 30 %. Erfarenheterna inom Holmen Skog vad gäller sådd är goda, men med ett ökat arealmål blir svårigheterna att hitta lämpliga bestånd större.

Syftet med examensarbetet var att få bättre kunskap om hur såddresultatet påverkas av ståndortsfaktorer, såddtidpunkt samt trädslagsval. Målsättningen var att ta fram ett kunskapsunderlag som kan utgöra grund för rekommendationer om vilka ståndorter som är mest lämpade för sådd.

För att särskilja olika faktorerers inverkan på såddresultatet analyserades återväxtinventeringsresultat från 3 704 bestånd med multivariat- och diskriminantanalys. I en fältstudie undersöktes främst inverkan av ståndortens vattenegenskaper på såddresultatet, där 500 stycken 10 m²-provytor med huvudstammar (plantytor) jämfördes med ytor utan huvudstammar (nollytor). Dessutom analyserades sambandet mellan antal huvudstammar per provyta och markens lutning/lutningsriktning. Provytorna fördelades på 20 olika bestånd inom distrikt Umeå på Holmen Skogs mark.

Beståndsregisteranalysen visade att skillnader i ståndortsegenskaper mellan sådda tall- och contortabestånd var små. Av de aktuella bestånden var det främst de med högre bonitet, höga värden på ytstruktur, större såddareal, samt septembersådd som korrelerade med icke godkänt föryngringsresultat. Bestånd med hög latitud, mindre lutning, vegetationstyp lingon, sådda under juni, samt jordart mellansand korrelerade med godkänt föryngringsresultat. Variationer fanns mellan olika år.

Fältstudieanalysen visade att det inte var möjligt att skilja på plantytor och nollytor, utifrån ståndortsegenskaper. Det fanns heller inget signifikant samband mellan antal huvudstammar per provyta och markens lutning/lutningsriktning.

Slutsatser: Holmen Skog bör kunna utöka sin såddareal med fortsatt positivt resultat om deras befintliga riktlinjer för sådd följs, kompletterat med resultaten från denna studie. Deras målsättning på 30 % såddareal ser också ut att kunna uppnås efter en sortering utifrån Holmen Skogs beskrivning av sina bestånds ståndortsegenskaper, men potentialen verkar vara större än så.

Nyckelord: ståndort, multivariatanalys, PCA, PLS-DA, tall, contorta.

Abstract

Holmen Skog's goal is to increase the proportion of direct seeding regeneration areas from the current 24% to 30%. Experience within Holmen Skog of using direct seeding is good, but with an increased area goal it might become more difficult to identify proper sites.

The aim of this work was to gain better knowledge on how results of direct seeding are affected by site factors and date of sowing to facilitate for recommendations on which sites that are most suitable for direct seeding.

Stand records and earlier inventory results for 3704 stands were analysed by multivariate- and discriminant analyses. This was supplemented with a field study on effects of site water properties on the sowing result. Sample plots (10 m²) with future crop stems ("plot with seedlings") were compared to sample plots without main future crop stems ("plot without seedlings"). The total number of plots was 500. Furthermore, an analysis on the correlation between the number of future crop stems per sample plots and the slope/slope direction was made as well (20 stands within district Umeå of Holmen Skog).

The stand record analysis showed small differences between seeded pine- and lodgepole stands in effects of stand factors on seeding results. Stands with higher site production, high value of surface structure, larger sowing area, and seeding in September correlated with too low number of stems/ha (not acceptable regeneration results). Stands with higher latitude, low slope, vegetation type cowberries, seeding during June and texture medium sand, correlated with high number of stems/ha (accepted results). There was a clear variation between years.

The field study analysis showed that it was not possible to distinguish "plot with seedlings" from "plot without seedlings" just by using site factors, and that there was no significant correlation between the number of crop stems per sample plot and the slope/slope direction.

Conclusions: Holmen Skog should have the possibility to expand their direct seeding area with positive results if their guidelines for direct seeding are updated from the result of this study. Their goal of using direct seeding on 30% of their regeneration areas should be achieved by sorting sites from their properties in the site register, but the potential seems to be larger than that.

Keywords: *stand, multivariate analysis, PCA, PLS-DA, scots pine, lodgepole pine.*

Innehållsförteckning

Förord	2
Sammanfattning.....	3
Abstract.....	4
1. Inledning.....	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Syfte och målsättning	9
1.2.1 Frågeställningar	9
2. Material och Metod	10
2.1 Beståndsregisteranalys - Analys av Holmen Skogs beståndsregister och inventeringsresultat kopplade till enskilda bestånd	10
2.2 Fältstudieanalys – Analys av egen fältinventering kopplade till enskilda provytor..	12
3. Resultat	15
3.1 Beståndsregisteranalys	16
3.1.1 Principalkomponentanalys (PCA-X) tall och contorta.....	16
3.1.2 Diskriminantanalys (PLS-DA)	22
3.2 Fältstudieanalys	23
3.2.1 Principalkomponentanalys (PCA-X).....	23
3.2.2 Diskriminantanalys (PLS-DA)	26
3.2.3 Ordinal logistisk regression	26
4. Diskussion	27
4.1 Metod.....	27
4.2 Material.....	28
4.3 Resultat	28
4.3.1 Beståndsregisteranalys.....	28
4.3.2 Fältstudieanalys	30
4.4 Vidare analys för att utröna potential för utvidgning av såddareal	30
4.5 Slutsatser.....	31
Referenser.....	32
Icke publicerat material	35
Bilagor	36
Bilaga 1. Beståndsregisteranalys - Koefficient figur (PLS-DA).....	36
Bilaga 2. Beståndsregisteranalys -VIP figur (PLS-DA).....	37
Bilaga 3. Fältstudieanalys - Ordinal logistisk regression	38
Bilaga 4. Koder Holmen Skog.....	39

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Intresset för skogssådd har varit växlande sedan skogsvård började tillämpas i Sverige på 1800-talet. I ett tidigt skede var naturlig föryngring den dominerade återväxtmetoden och det var först efter andra världskriget som sådden fick ett genombrott. Detta som ett resultat av att de naturliga föryngringarna i Norrland ofta var undermåliga, samtidigt som resultaten efter sådd förbättrades tack vare bättre kunskap om dess möjligheter och begränsningar (Tirén 1952).

Många av dagens välslutna medelålders skogar av tall (*Pinus sylvestris L.*) har uppkommit efter sådd, men sedan 1960 har plantering varit det dominerande föryngringssättet (Anon. 2014a). Kulmen för skogsplantering verkar dock vara nådd och arealen har minskat under den senaste 3-års perioden. Skogssådden däremot har successivt ökat sedan millennieskiftet och under åren 2003-2009 utfördes sådd på cirka 5 % av den slutavverkade arealen (Fries m.fl. 2013). Att sådd står för sådan liten del av återväxten är anmärkningsvärt, då det numera är den mest robusta metoden när det gäller föryngring av skog. Enligt skogsvårdslagens krav uppgår andelen godkänd föryngringsareal i Sverige i sin helhet till 81 % för perioden 2009/10-2011/12. Uppdelat är det för sådd 90 %, plantering 83 %, naturlig föryngring 75 % och för ”ingen åtgärd” 29 % godkänd areal (Fries m.fl. 2013). Skogssådd anses vara en möjlig föryngringsmetod på cirka 25 % av den totala årliga föryngringsarealen i Sverige (Rasmusson 1978). I Finland stod sådd för 20 % av föryngringsarealen 2013 (Anon. 2014b). Det stora plantuppslaget vid en lyckad sådd ger potential att producera träd med bra vedegenskaper och högre biomassaproduktion per ytenhet (Persson 1976). Sådd ger också generellt bättre utvecklat rotsystem och högre stabilitet, jämfört med planterade plantor (Perés 2007). Kostnaden är dessutom 50-70 % lägre än för plantering (Hannerz 1995; Wennström m.fl. 1999). Det borde således finnas ett utrymme och ett intresse för en ökad andel sådd i våra svenska skogar.

I dagsläget är radsådd den vanligaste typen av sådd, både maskinell och manuell (Bergsten & Sahlén 2013). Vid radsådd sås fröna jämnt längs med markberedningen, vilket minskar konkurrensen och ger en ökad tillväxt som ofta leder till en högre överlevnad (Wennström 2002). Det är främst tall som sås, men även contorta (*Pinus contorta L.*) sås numera i större utsträckning (Bergsten & Sahlén 2013).

Det finns många faktorer som påverkar såddresultatet. Kontinuerlig tillgång till vatten, men utan att riskera dränkning/syrebrist är en viktig förutsättning för bra frögroning och plantbildning under den första tiden efter sådd. Vatten kan tillföras via regn, kapillärt stigande markvatten eller dagg under natten. Av dessa tre är den viktigaste källan till vatten kapillärt stigande markvatten, eftersom nederbörden under sommarmånaderna kan variera kraftigt. Kapillärkraften påverkas av både markens substrat och textur, men genom att avlägsna lagret med organiskt material och exponera mineraljorden ökar kapillärkraften (Winsa 1995). I mineraljorden varierar kapillariteten mellan jordarter, finkorniga jordarter har både hög vattenhållande- och kapillär förmåga, men kan ge upphov till förhållanden med syrebrist vid för högt vatteninnehåll, dvs. om fröna är täckta med alltför tjockt skikt. I grovkorniga jordarter är syrebrist inget problem, men den dräneras lätt och ger därför högre risk för uttorkning av ytligt liggande frön. Om hänsyn tas till både vatten- och syretillgång, passar därför jordar med medelgrov textur bäst för sådd (Oleskog m.fl. 2000).

Det är viktigt att se till att det vatten som fröna tar upp kan behållas, vid soligt och varmt väder är avdunstningen hög, därför är det viktigt att minska frönas kontaktyta mot luft genom exempelvis nedmyllning eller övertäckning (Wiersma 1972). Med mikropreparering av mineraljorden och en kombination av frön med hög kvalitet ökar plantbildningen vid sådd avsevärt (Winsa & Bergsten 1994).

Uppfrysningsbenägna marker, jordar med finmo, mjäla, samt högförmultnad torv ger ofta problem med uppfrysning, vilket kan döda groddplantorna. Uppfrysning är en av de största anledningarna till avgång bland plantor i ett tidigt skede i den boreala skogen (Winsa & Bergsten 1994; Goulet 1995; de Chantal m.fl. 2003). Uppfrysningen beror oftast på bildning av fenomenet ”pipkrake” i markytan. Det är nålformiga iskristaller som bildas tack vare hög markfuktighet och kapillärt stigande vatten i kombination med en lufttemperatur på någon eller några grader under noll. Dessa formationer gör att markytan lyfts uppåt (Goulet 1995; de Chantal m.fl. 2006). Vid uppfrysningen eller vid smältningen kan plantorna få sina rötter avslitna eller exponerade vilket kan leda till uttorkning, där små plantor är känsligare än stora (Goulet 1995). I norra Sverige sker detta framförallt under sen höst och tidig vår, längre söderut kan uppfrysningen förekomma under större delen av vintern då marken sällan är helt snötäckt (Bergsten m.fl. 2001). Storleken på den blottlagda mineraljordsfläcken påverkar uppfrysningsrisken, större mineraljordsfläck ökar risken. På uppfrysningsmark bör inte rostjorden blottläggas, utan en inblandning av kapillärbrytande organiskt material är att föredra, då det minskar risken för uppfrysning (de Chantal m.fl. 2007).

Klimatet har en stor inverkan på såddresultatet. I kärva lägen är det därför viktigt att känna till lokalklimatet och använda sig av hårdigt frö med hög kvalitet (Winsa 1995). I de södra och östra delarna av Sverige där försommartorka är vanligt förekommande är det extra viktigt att veta vilken såddtidpunkt och markbehandling som är lämpligast (Örlander m.fl. 1991). Söder om Dalälven kan sådden förbättras med skärmställning som skyddar mot frost och snytbagge, samt fungera dämpande mot konkurrerande hyggesvegetation (Ottosson Löfvenius 1993; Nystrand 1998; Erefur 2010). Innan plantorna har rotat sig ordentligt är de även känsliga för häftigt regn, men med mikropreparering minskar den känsligheten (Winsa 1995).

Marktemperaturen i sig är också en viktig faktor, både när det gäller frögroning och plantans tillväxt. Hos tall startar processen vid cirka 5 grader, men den går långsamt och många frön fullbordar inte groningen om temperaturen förblir så låg. Är temperaturen under 10-15 grader, reduceras groddplantans rottillväxt betydligt. Optimal frögroning för tall är cirka 20-25 grader, då tar groningen 5-9 dagar, men är temperaturen för hög skadas istället fröet och andelen grodda plantor minskar. Marktemperaturen varierar mellan substrat och humus kan vid låg fuktighet lätt bli för varmt, medan bar mineraljord, tack vare sina värmeledningsegenskaper inte blir lika varm under samma väderförhållanden (Winsa 1995). Strax under markytan är temperaturen jämnare och frön som täcks med några millimeter jord eller humus utsätts inte för lika höga eller låga temperaturer. En gles skärm minskar också utstrålningen under klara och kalla nätter och temperaturen sjunker då inte lika mycket som en helt kalavverkad yta (Ottosson Löfvenius 1993). Det är dock viktigt att skärmen är gles då plantor försvagas i brist på ljus. Det har negativa effekter på tillväxten, som i sin tur leder till att de skadas lättare av frost och uttorkning (Erefur 2010). En långsammare tillväxt ökar även risken för att groddplantorna (p.g.a. sin begränsade storlek), förblir känsliga för fysisk åverkan (jfr Nystrand 1998).

Konkurrensen med annan vegetation är ytterligare en faktor som påverkar såddresultatet. Den sker oftast inte genom beskuggning, utan pågår under mark genom ”rotkonkurrens”. Det är näringstillgången som sannolikt är den mest begränsande faktorn för tillväxten (Björkman 1945). Däremot kan olika grässorter utgöra svår mekanisk störning de första åren för barrträdsplantorna på bördigare marker. (Winsa 1995). På svaga marker kan allelopati förekomma, bland annat kråkris har denna förmåga att skapa dessa ”växthämmande” ämnen för andra växter (Nilsson m.fl. 2000).

Predation främst från sorkar, skogsmöss, finkar och jordlöpare kan vara ett problem vid sådd, då de äter frön direkt från marken. Även när plantorna är små angrips de av djur och insekter. Brun skogssnigel, öronvivar, svart bastborre och snytbagge kan innebära problem, men oftast i mindre utsträckning när det gäller sådd än vid plantering. Variationen är dock stor mellan olika år och mellan olika bestånd (Nystrand 1998). Svamp kan också medföra ett sämre resultat, svampinfektionen kan ske vid fröspridningen, i marken eller vid hanteringen av fröna (Eidmann & Klingström 1990).

För att förbättra chanserna till bra resultat vid sådd bör en anpassad markberedning göras. Ytlig konventionell markberedning som exponerar skiktet blekjord-humus och huminmix, en fräst blandning av humus och blekjord, har visat sig vara lämplig som fröbädd vid sådd (Winsa 1995). Huminmix-markberedning påverkar dessutom marken mindre än vid konventionell markberedning (Åström 2006). Ett annat sätt att förbättra chanserna till en lyckad sådd är att använda plantagefrö, då dessa har högre grobarhet och högre groningsenergi än beståndsfrö. Det vore idealt att enbart använda plantagefrö, men det blir dyrt och det finns i dagsläget dessutom inte tillräckligt med frön att tillgå (Wennström 2002). Vitalisering av frön som går ut på att förbättra fröets förmåga att gro snabbt och enhetligt vid olika förhållanden är också något som ökar chanserna till en lyckad sådd (Bergsten & Simak 1985). Vid sådd av contorta på vår och försommaren krävs att fröna kall/våtbehandlas för att de ska börja gro tillräckligt snabbt (Fries 1981). Det är även viktigt att använda frön från lämplig proveniens vid sådd (Rosvall m.fl. 1998).

Såddresultatet beror på både frönas egenskaper och förhållandena på ståndorten. Vissa faktorer går dessutom inte att påverka, till exempel årsmån. Sådden ställer stora krav på både en bra markberedning och att fröna hamnar på rätt plats. Resultaten efter sådd kommer därför att variera mellan olika år, mellan olika ståndorter och även mellan olika delar av ett bestånd (Winsa 1995; Wennström m.fl. 2007). Sådd lämpar sig bäst på marker med måttlig vegetationskonkurrens och medelgrov textur. Bördiga marker kräver en snabbare start för det nya beståndet, varför plantering oftast är bättre lämpat för dessa marker (Hallsby 2008).

Holmen Skog inriktar sig i dagsläget på sådd av tall och contorta, främst på ståndorter av blåbärsristyp och magrare. Prioriteten ligger på friska mellangrova moränmarker och de undviker torra marker med grov textur. De försöker också undvika marker med organiskt material som är tjockare än tio centimeter. På marker med starkare lutning än 15 procent ska markberedningen dessutom ske med riktad eller intermittent metod inför sådd (Normark m.fl. 2011).

Holmen Skogs målsättning är att föryngra 30 % av sina föryngringsytor med sådd, att jämföras med dagens såddandel på 24 % (Forsberg, pers. komm. 2015). Vid rätt förutsättningar är sådd en robust metod, men på mindre lämpliga marker, i kombination

med felaktigt utförande, är det en osäker metod där resultatet lätt blir beroende av gynnsamt väder. Erfarenheterna inom Holmen Skog vad gäller sådd är goda, men med ett ökat arealmål blir det än viktigare att veta vilka ståndorter som främst ska komma ifråga.

Detta examensarbete initierades därför för att utreda vilka ståndorter som hittills har visat sig mest lämpade för sådd på Holmen Skogs marker, för att därigenom kunna föreslå vilka bestånd som är mest lämpliga om de ska utöka sin såddareal. Eftersom vattenfaktorn har stor betydelse både under groning, plantbildning samt tidig etablering/överlevnad och tillväxt (jfr ovan), lades extra vikt på att studera inverkan av ståndorternas vattenegenskaper, främst genom att nyttja information om lutning, lutningsriktning, relativ höjdnivå inom beståndet, i kombination med jordart- och vegetationsklassificering. Dessutom bedömdes det angeläget att analysera såddtidpunktens betydelse för såddresultatet eftersom vattenbetingelserna varierar över året.

1.2 Syfte och målsättning

Syftet med examensarbetet var att få bättre kunskap om hur såddresultatet inom Holmen Skog hittills påverkats av ståndortsfaktorer, såddtidpunkt samt trädslagsval.

Målsättningen var att utifrån befintliga rekommendationer för skogssådd inom Holmen Skog (Normark m.fl. 2011), ta fram ett kunskapsunderlag för nya rekommendationer om vilka ståndorter som är mest lämpade vid en utökning av arealen skogssådd inom Holmen Skogs innehav.

1.2.1 Frågeställningar

1. Vilka ståndortsfaktorer har tydlig inverkan på såddresultatet? Påverkas resultatet av såddtidpunkt? Är det någon skillnad i resultat mellan tall och contorta?
2. Är det möjligt att peka ut ståndorter, utöver de som prioriteras idag, som gör det möjligt för Holmen Skog att utöka sin areal sådd med positivt resultat? Kan trädslagsval och val av såddtidpunkt vara kompletterande viktiga urvalsfaktorer?
3. Finns det några skillnader i ståndortsfaktorer mellan provytor med huvudstammar (plantytor) och utan huvudstammar (nollytor)?
4. Påverkar markens lutning/lutningsriktning såddresultatet på provytenivå?

2. Material och Metod

Arbetet var uppdelat i två delar. Del 1 bestod av en beståndsregisteranalys, vilken avsåg att besvara frågeställning 1 och 2, medan del 2 bestod av en fältstudieanalys, vilken avsåg att besvara frågeställning 3 och 4.

2.1 Beståndsregisteranalys - Analys av Holmen Skogs beståndsregister och inventeringsresultat kopplade till enskilda bestånd

Studien använde sig av Holmen Skogs beståndsregister och inventeringsresultat från återväxtinventeringen av sådda bestånd. Totalt 3 704 bestånd ingick i materialet. De statistiska analyserna utfördes i programmet SIMCA 13.0 och funktionerna som användes var PCA-X ("Principal Component Analysis", svenska: principalkomponentanalys) och PLS-DA ("Partial least squares discriminant analysis", svenska: PLS diskriminantanalys).

De variabler som ingick i analyserna var:

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1. Region. | 2. Distrikt. |
| 3. Ståndortsindex. | 4. Bonitet. |
| 5. Grundförhållande. | 6. Ytstruktur. |
| 7. Lutning. | 8. Vegetationstyp. |
| 9. Jordart. | 10. Markfuktighet. |
| 11. Temperatursumma. | 12. Latitud. |
| 13. Höjd över havet. | 14. Exponering. |
| 15. Huvudstammar/hektar tall. | 16. Huvudstammar/hektar gran. |
| 17. Huvudstammar/hektar björk. | 18. Huvudstammar/hektar övrigt löv. |
| 19. Huvudstammar/hektar contorta. | 20. Huvudstammar/hektar. |
| 21. Bistammar/hektar. | 22. Nollyteprocent. |
| 23. Såddår. | 24. Såddmånad. |
| 25. Såddnummer (manuell eller maskinell sådd). | 26. Sådd hektar. |

"Målet med PCA är att identifiera vilka kombinationer av variabler som förklarar den största mängden av variationen i den multivariata datauppsättningen" (Fowler m.fl. 1998, s 211). PCA innebär att principalkomponenter för ett obegränsat antal variabler beräknas. En principalkomponent är en rät linje som går igenom data på ett sådant sätt att felet blir så litet som möjligt enligt minsta kvadratmetoden. Idén är att dessa principalkomponenter ska förklara så mycket som möjligt av informationen i datasetet. Den första principalkomponenten utgör den största oberoende variansen i grunddatat och den andra principalkomponenten är vinkelrätt (90°) utformad att skilja sig så mycket som möjligt från den första och utgör den näst största oberoende variansen och så vidare (Fowler m.fl. 1998).

Efter PCA analysen utfördes diskriminantanalys (PLS-DA) mellan ”godkända” bestånd och ”icke godkända” bestånd. Framtagandet av dessa två grupper bestämdes med hjälp av gränsvärden från tabell 1.

Tabell 1. Holmen Skogs riktlinjer för önskat antal plantor per ha vid olika ståndortsindex (Normark m.fl. 2011)

Table 1. Holmen Forest guidelines for the desired number of seedlings per ha at different site index

Ståndortsindex	– SI 18	SI 20–22	SI 24–28	SI 30 +
Önskat plantantal/ha	2 100	2 300	2 500	2 700
”Lägsta antal för ett godkänt bestånd”	1890	2070	2250	2430

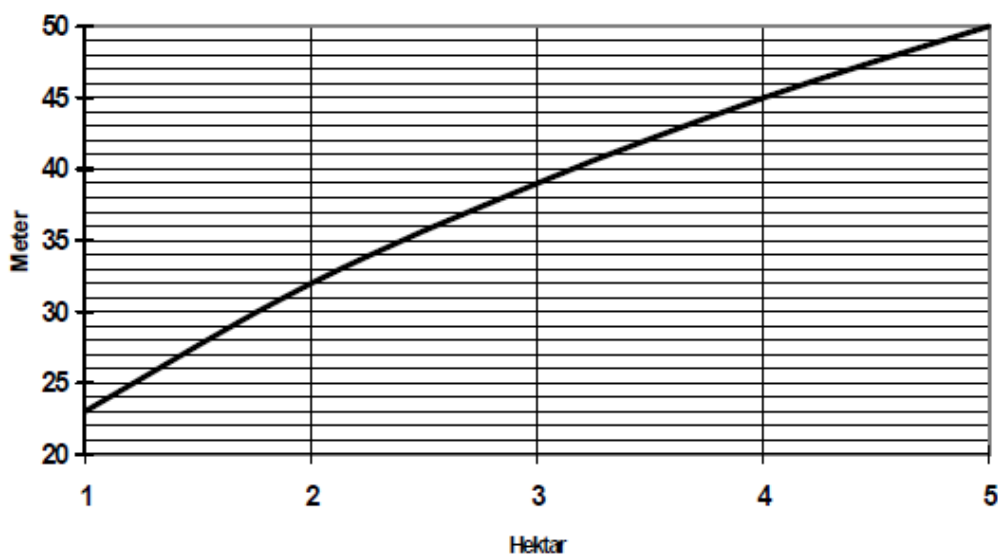
Ett tillägg för godkända bestånd är att det får maximalt vara 2 % ”nollytor” (Hägglund, pers. komm. 2014). Definition nollyta: ”Om huvudstammar saknas inom ytan (10 m²) och avståndet från ytcentrum till närmaste huvudstam överstiger 3 m, registreras ytan som nollyta” (Normark 1999, s. 4).

Vid uppdelningen av godkända bestånd och icke godkända bestånd, har det i denna studie, endast tagits hänsyn till huvudstammar av tall och contorta, då de ansågs vara av störst intresse när det gäller att utvärdera såddresultaten.

2.2 Fältstudieanalys – Analys av egen fältinventering kopplade till enskilda provytor

Vid urvalet av bestånd för egna inventeringar användes Holmen Skogs mark inom distrikt Umeå. Val av inventeringsobjekt skedde genom att sortera ut bestånd sådda mellan åren 2004-2010 från beståndsregistret. Sedan valdes de med högst andel nollytor utifrån återväxtinventeringen. De fick inte blivit hjälpplanterade eller genomgått någon annan åtgärd sedan såddtillfället. Detta för att kunna mäta in ståndortsfaktorer på nytt och se om det skiljde sig något mellan nollytor och plantytor, samt ta reda på om markens lutning/lutningsriktning påverkade antalet huvudstammar av såddträdslaget efter sådd.

Totalt inventerades 500 provytor fördelat på 20 olika bestånd under hösten 2014. Databasinsamlingen skedde i form av en provyteinventering. Den genomfördes i stor utsträckning likt den instruktion på återväxtinventering som Holmen Skog använder. Plantinventeringen utfördes i regelbundna 50 m förband på 10 m² stora cirkelytor (radien 1,785 m). På objekt mindre än 5 hektar blev förbandet mellan provytorerna kortare (figur 1). Detta medförde att provytorerna fördelades jämt över bestånden för att fånga in eventuella variationer. Ytor som hamnade delvis utanför objektet flyttades in så att hela ytan kom innanför objektet. Som objektsgräns mot skogskant räknades trädkronornas projektion i en utjämnad linje. Föll större delen av cirkelytan på impediment gjordes ingen registrering. (Normark 1999).



Figur 1. Förband mellan provytorerna inom objekt mindre än 5 ha (Normark 1999).

Figure 1. Distance between the plots within objects smaller than 5 ha.

Provytorerna uppsöktes med hjälp av kompass och stegning. För att avgränsa provytan användes en mätkäpp med avståndet 1,785 m från centrum markerat. Med en jordsond bestämdes jordart för varje provyta och med en Garmin Astro 320, fastställdes GPS-punkt för provytecetrum.

Definition av huvudstam: ”Endast de plantor som beräknas bli kvar efter röjning skall räknas som huvudstammar. Huvudstammar skall; vara av för växtplatsen lämpliga trädslag, hålla hög kvalitet, vara minst 1 dm hög, ur skaderisksynpunkt ha förutsättningar att utvecklas väl. Alla huvudstammar vars centrumpunkt faller inom provytan tas med. När det är svårt att avgöra om en planta står inom provytan eller ej, medtages varannan sådan tveksam planta. Minsta tillåtna avståndet mellan huvudstammar är 0,6 meter. En huvudstam får ha maximalt en annan huvudstam inom ett avstånd på 1 m. Vid taxeringen godtas högst fem huvudstammar per provyta” (Normark 1999, s.5).

Inom varje provyta antecknades:

- GPS-punkt för provytecentrum.
- Antal huvudstammar (av såddträdslaget), samt totalt antal plantor för varje trädslag.
- Jordart (bilaga 4).
- Vegetationstyp (bilaga 4).
- Markfuktighet (bilaga 4).
- Rörligt markvatten? (Ja/nej/oklart).
- Kvalité på markberedning jämfört med övriga beståndet. Sämre? (Ja/nej/saknas).
- Plantfördelning, gruppställda plantor? (Ja/nej/ej bedömt p.g.a. för få plantor).

Med hjälp av GIS-verktyget ArcMap 10.2 togs markens lutning/lutningsriktning fram, samt relativ höjdnivå för varje provyta. Programmet DNRgarmin exporterade centrumkoordinaterna för provytorna från GPS-handheten till ArcMap. Därefter klipptes områden ut kring varje provytecentrum för att lättare kunna hantera data med 2 m DEM (”digital elevation model”, svenska; digital höjdmmodell). Verktygen ”slope” och ”aspect” användes för att få fram markens lutning/lutningsriktning för varje ruta i rastret. Med verktyget ”reclassify”, omklassificerades lutningsriktningen eftersom den var i grader (360°). Detta för att möjliggöra en framtagning av dominerande lutningsriktning för varje provyta (i annat fall blev det aldrig två ytor med samma värde). De klassades in i plant, norr, väster, söder och öster. För att få fram medellutning och dominerande lutningsriktning för varje provyta användes verktyget ”zonal statistics as table”. Medelvärden för lutningen togs för de rasterytor som hamnade inom provytan. När det gäller lutningsriktningen användes dominerande lutningsriktning inom provytan. Eftersom rastret har en upplösning på 2*2m hamnade olika många rutor inom provytorna beroende på vart i terrängen de låg i förhållande till rastret. Detta material överfördes sedan till Excel och sammanfogades med övriga provytedata för att användas till statistiska beräkningar.

För att utreda om det fanns någon skillnad i ståndortsfaktorer mellan nollytor och plantytor användes diskriminantanalys (PLS-DA) och programmet SIMCA 13.0 (jfr ovan). Av de totalt 500 inventerade provytorna var 25 stycken nollytor.

För att ta reda på om det fanns några signifikanta samband mellan antalet huvudstammar av såddträdslaget och markens lutning/lutningsriktning, användes ordinal logistik regression. Denna analys utfördes med statistikprogrammet Minitab 16.0. Signifikansnivån sattes till 5 %. Om en skattad effekt är signifikant (dess p-värde är mindre än 0,05), så indikerar det att effekten har en påverkan på antalet huvudstammar.

Modellen som användes var:

$$\log \left\{ \frac{\text{Prob}(H_r(x) \leq k)}{\text{Prob}(H_r(x) > k)} \right\} = \theta_k + \alpha x + \beta_r + \gamma_r x$$

$H_r(x)$ = Antal huvudstammar av såddträdslaget som växer på en provyta med lutning x och lutningsriktning r ; antal huvudstammar är en slumpvariabel.

k = Antal huvudstammar av såddträdslaget; detta är ett tal som kan anta värdena 0,1,..., 5.

θ_k = "Referensvärde" vid k stycken huvudstammar av såddträdslaget.

α = Lutningens påverkan på antal huvudstammar.

x = Lutning (kontinuerlig variabel).

β_r = Lutningsriktnings effekt på antal huvudstammar, där r kan anta värdena 2,3,..., 6.

$\gamma_r x$ = Samspelseffekt av lutning och lutningsriktning på antal huvudstammar.

Lutningsriktning $r = 2$ motsvarar nordlig riktning; $r = 3$ östlig riktning; $r = 4$ sydlig riktning; $r = 5$ västlig riktning och $r = 6$ nordlig riktning.

($r = 1$ som motsvarar plant underlag, togs bort då det endast utgjordes av en provyta, vilket Minitab inte kunde hantera.)

3. Resultat

Översiktliga variabelvärden för godkända- och icke godkända bestånd redovisas i tabell 2. Andelen godkända bestånd var 40,0 %.

Tabell 2. Data från sådda bestånd inom Holmen Skog (n= 3 704). Godkända- respektive icke godkända bestånd

Table 2. Data from direct seeded stands within Holmen Skog (n=3 704). Approved- and not approved stand

	Bonitet	G ¹	Y ²	L ³	VegTyp ⁴	Jordart	Markf ⁵	Latitud	HöH ⁶	Tempsum ⁷	Sådd- månad	Sådd ha
Godkända												
Typvärde	4,0	2	2	1	34	13	2	62,0	390	824	6	3,0
Percentil ₁₀	3,4	1	1	1			1	61,8	182	757		1,8
Percentil ₉₀	5,6	3	3	2			2	64,8	420	968		20,4
Medel	4,3	2	2	1			2	63,5	290	844		9,4
Min	1,6	1	1	1	11	11	1	58,4	2	557	3	0,0
Max	8,4	5	4	5	72	32	3	65,1	770	1324	11	124,6
Icke godkända												
Typvärde	4,0	2	2	1	34	13	2	62,0	390	788	6	2,0
Percentil ₁₀	3,4	1	1	1			2	61,6	131,2	756		2,0
Percentil ₉₀	6,6	3	3	3			2	64,6	440	1009		24,0
Medel	4,8	2	2	2			2	63,0	296	866		11,2
Min	1,7	1	1	1	11	11	1	57,6	7	556	1	0,0
Max	11,9	5	5	5	73	32	3	65,1	770	1389	12	94,9

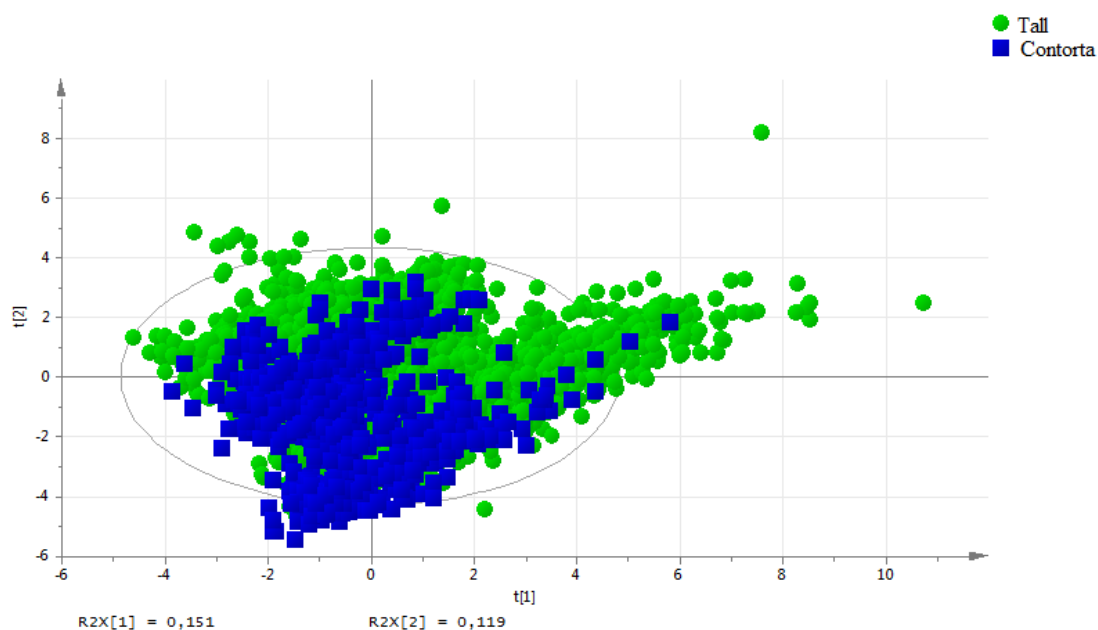
¹Grundförhållande, ²Ytstruktur, ³Lutning, ⁴Vegetationstyp, ⁵Markfuktighet, ⁶Höjd över havet,

⁷Temperatursumma

3.1 Beståndsregisteranalys

3.1.1 Principalkomponentanalys (PCA-X) tall och contorta

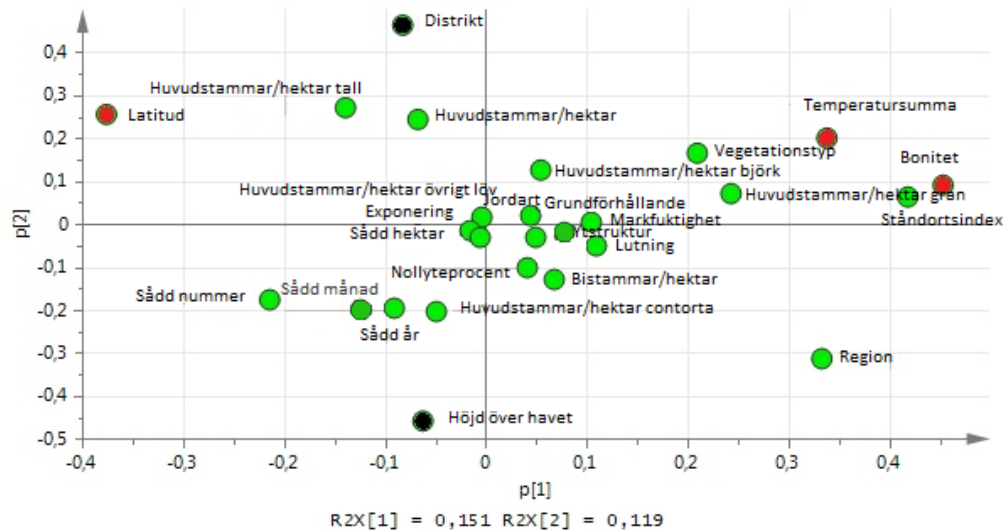
Resultaten visade inga tydliga trender i materialet och det var inte möjligt att urskilja någon klar gruppering mellan tall och contorta, d.v.s. överlappning av tall och contorta data (figur 2). Bestånden för respektive trädslag gav ett liknade mönster och de tallbestånd som skiljde ut sig från övriga bestånd hade framförallt högt antal bistammar. Att de båda principalkomponenterna tillsammans förklarade 27 % av variationen (15,1 % respektive 11,9 %), visade att bestånden som är sådda hade liten variation i egenskaper (figur 2; jfr tabell 2).



Figur 2. ”Score plot” från PCA för tall- och contortabestånd inom Holmen Skog, modell för 26 variabler och alla observationer ($n= 3\ 704$). Testad mot principalkomponent 1 ($t[1]$) och 2 ($t[2]$). Gröna cirklar indikerar data från sådda tallbestånd och blåa fyrkanter indikerar data från sådda contortabestånd.

Figure 2. Score plot from PCA for pine- and contorta stands within Holmen Skog, model for 26 variables and all observations ($n= 3704$). Tested against principal component 1 ($t[1]$) and 2 ($t[2]$). Green circles indicate data from direct seeded pine stands and blue squares indicate data from direct seeded contorta stands.

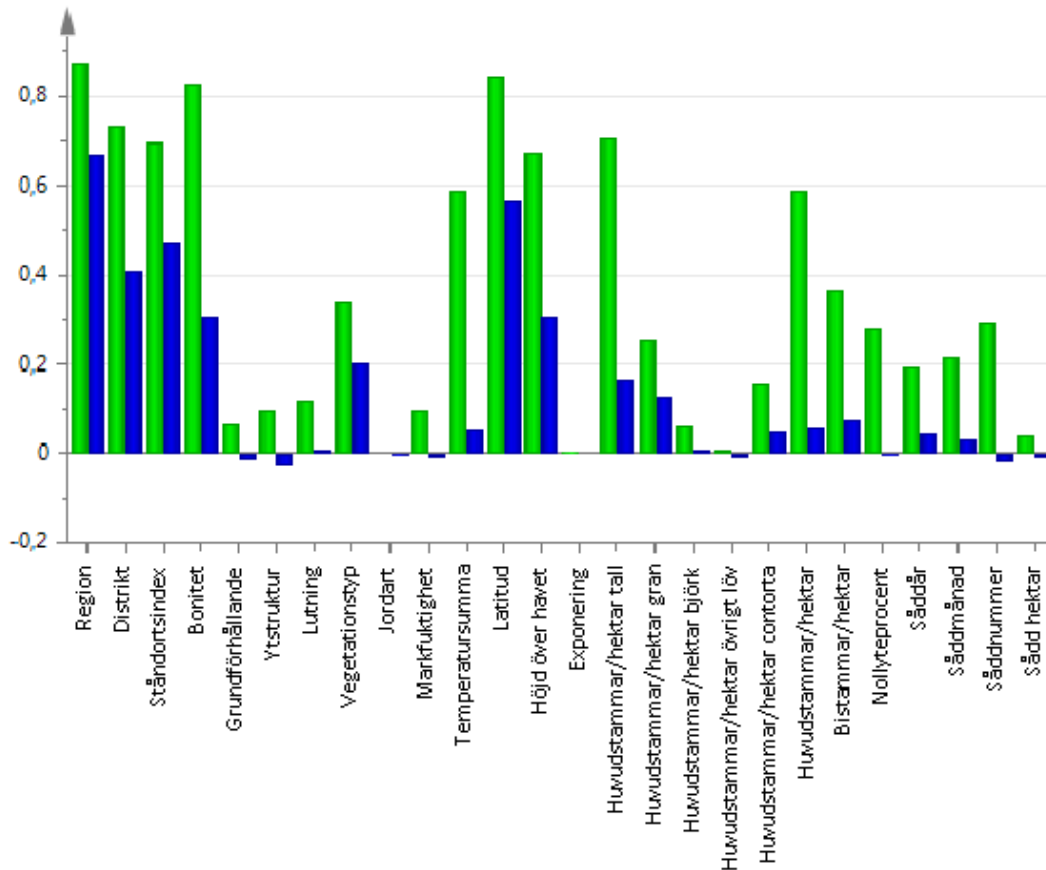
Principalkomponent 1 beskrev till störst del geografisk spridning, bonitet och temperatursumma korrelerade negativt med latitud (röda cirklar). Principalkomponent 2 beskrev också till störst del geografisk spridning, men med variablerna distrikt och höjd över havet som de mest styrande (svarta cirklar), (figur 3).



Figur 3. ”Loading plot” från PCA kopplat till figur 2 (26 variabler). Testad mot principalkomponent 1 (p[1]) och 2 (p[2]) och visar korrelationer mellan variabler och vilka som bäst förklarar variationen, längre avstånd från origo visar på större förklarandegrad.

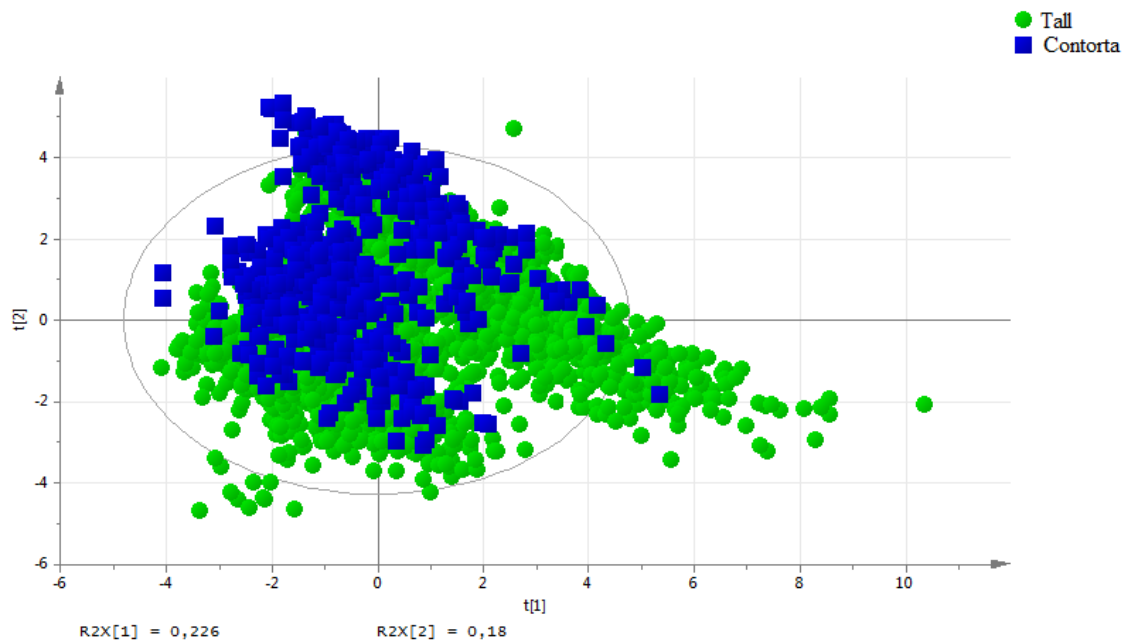
Figure 3. Loading plot from PCA corresponding to figure 2 (26 variables). Tested against principal component 1 (p[1]) and 2 (p[2]) and shows the correlations between variables and which best explains the variation, longer distance from the origin indicates a greater explanatory degree.

Eftersom predikteringsgraden var låg för modellen (figur 4), togs de 9 variablerna med minst inverkan bort, vilket ger en modell med mindre störningar av oväsentliga variabler. Detta ledde till något högre förklarandegrad för principalkomponent 1 och 2 (22,6 % respektive 18 %), (figur 5).



Figur 4. Variabler och graden av påverkan på modellen (26 variabler). Gröna staplar beskriver hur styrande de olika variablerna är och blåa staplar beskriver hur bra modellen är på att prediktera ny data baserad på de olika variablerna.

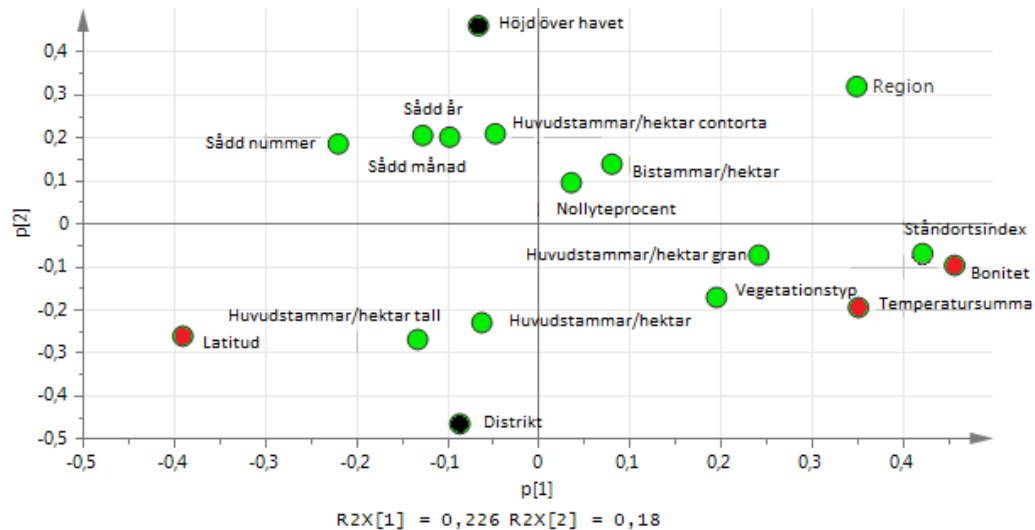
Figure 4. Variables and their degree of influence on the model (26 variables). Green bars describe how much impact the different variables have and blue bars describes how well the model can predict new data based on the different variables.



Figur 5. ”Score plot” från PCA för tall- och contortabestånd inom Holmen Skog, modell för 17 variabler och alla observationer ($n= 3704$). Testad mot principalkomponent 1 ($t[1]$) och 2 ($t[2]$). Gröna cirklar indikerar data från sådda tallbestånd och blåa fyrkanter indikerar data från sådda contortabestånd.

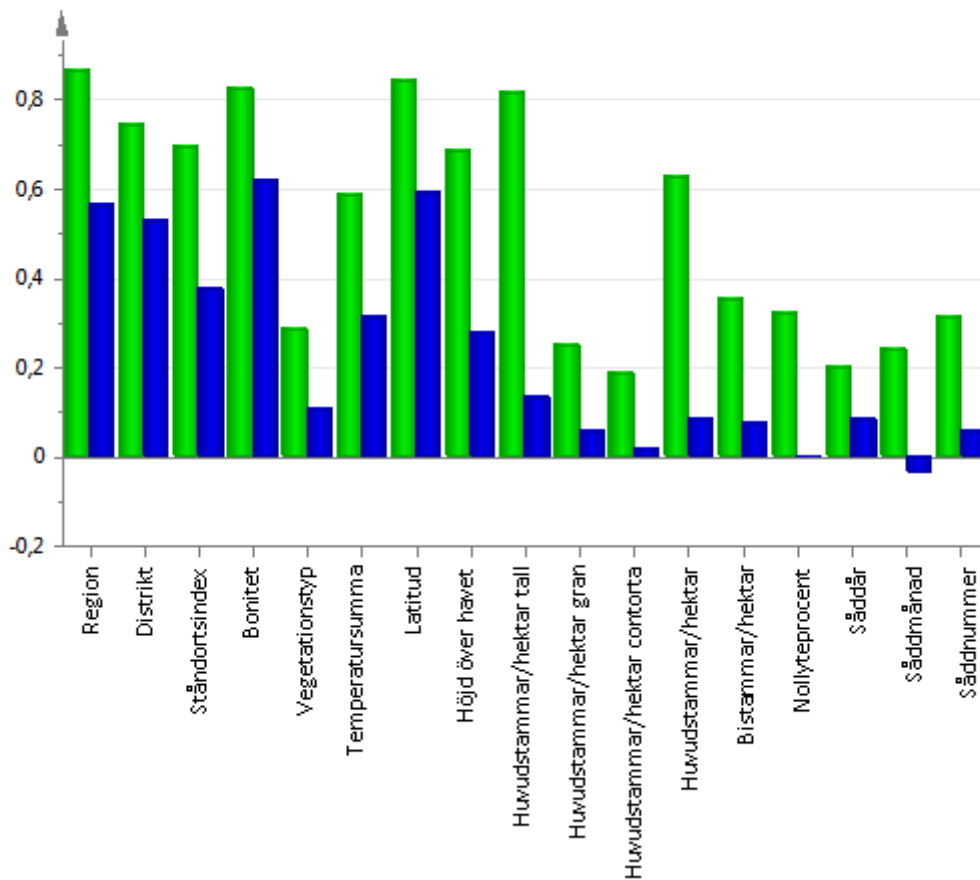
Figure 5. Score plot from PCA for pine- and contorta stands within Holmen Skog, model for 17 variables and all observations ($n= 3704$). Tested against principal component 1 ($t[1]$) and 2 ($t[2]$). Green circles indicate data from direct seeded pine stands and blue squares indicate data from direct seeded contorta stands.

Resultaten visade att de styrande variablerna för att beskriva variationen i datasetet fortfarande var detsamma (figur 6) och att de variabler som påverkade ursprungsmodellen i stor utsträckning fortfarande var detsamma (figur 7).



Figur 6. ”Loading plot” från PCA kopplat till figur 5 (17 variabler). Testad mot principalkomponent 1 (p[1]) och 2 (p[2]) och visar korrelationer mellan variabler och vilka som bäst förklarar variationen, längre avstånd från origo visar på större förklarandegrad.

Figure 6. Loading plot from PCA corresponding to figure 5 (17 variables). Tested against principal component 1 (p[1]) and 2 (p[2]) and shows the correlations between variables and which best explains the variation, longer distance from the origin indicates a greater explanatory degree.



Figur 7. Variabler och graden av påverkan på modellen (17 variabler). Gröna staplar beskriver hur styrande de olika variablerna är och blåa staplar beskriver hur bra modellen är på att prediktera ny data baserad på de olika variablerna.

Figure 7. Variables and their degree of influence on the model (17 variables). Green bars describe how much impact the different variables have and blue bars describes how well the model can predict new data based on the different variables.

3.1.2 Diskriminantanalys (PLS-DA)

Diskriminantanalysen mellan godkända bestånd och icke godkända bestånd visade att hög bonitet var den enskilt viktigaste faktorn till att sådda bestånd inte uppnådde godkänt föryngringsresultat. Det var också viktigt att undvika höga värden på ytstruktur och såddresultaten försämrades av större såddareal. Bestånd med hög latitud gav bättre möjlighet till lyckade sådder inom Holmen Skog. Örnköldsvik var den region (jämfört med Iggesund och Norrköping), som hade de bästa förutsättningarna för sådd. Geografiskt läge styrde mer än vegetationstyp och jordart. Det visade sig även att sådd i juni fungerade bättre än sådd i september och att skillnader fanns mellan olika år (tabell 3).

Tabell 3. Resultaten från diskriminantanalysen, numret före variablerna anger dess rang i betydelse (bilaga 1 och 2)

Table 3. Results from the discriminant analysis, the number before the variables indicates its rank in importance (appendix 1 and 2)

Godkända bestånd	Icke godkända bestånd
2. Höga värden på latitud	1. Hög bonitet
3. Region 11 (Örnköldsvik)	4. Högt värde ytstruktur
6. Såddår 2002	5. Region 16 (Iggesund)
7. Låg lutning	8. Större såddareal
10. Vegetationstyp 33 (lingon typ)	9. Såddmånad 9 (september)
11. Såddmånad 6 (juni)	12. Vegetationstyp 34 (blåbärs typ)
15. Såddår 2004	13. Högre markfuktighet
17. Jordart 23 (mellansand)	14. Region 18 (Norrköping)
	16. Såddår 1980
	18. Såddår 2007
	19. Högt värde grundförhållande
	20. Såddår 2009

Resultaten visade att drygt 67 % av bestånden blev rätt klassificerade, när det gällde godkänd- eller icke godkänd föryngring. Detta blev något högre än vad det skulle varit om nya bestånd analyserats, eftersom klassningen är gjord på de observationer som modellen byggdes på (tabell 4).

Tabell 4. Felklassificeringstabell

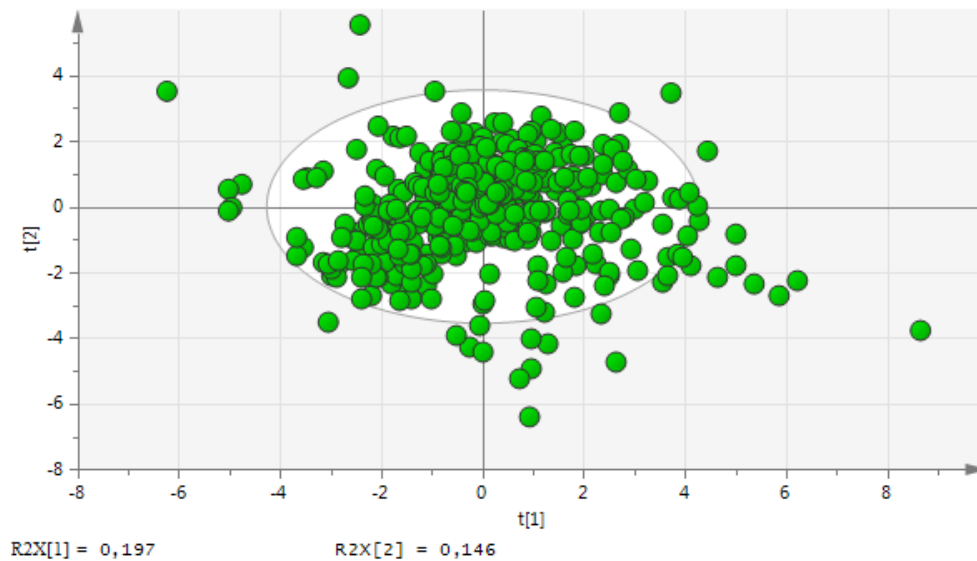
Table 4. Misclassification table

	Antal	Korrekt klassificerade (%)
Godkända bestånd	1482	48,85
Icke godkända bestånd	2222	79,79
Totalt	3704	67,41

3.2 Fältstudieanalys

3.2.1 Principalkomponentanalys (PCA-X)

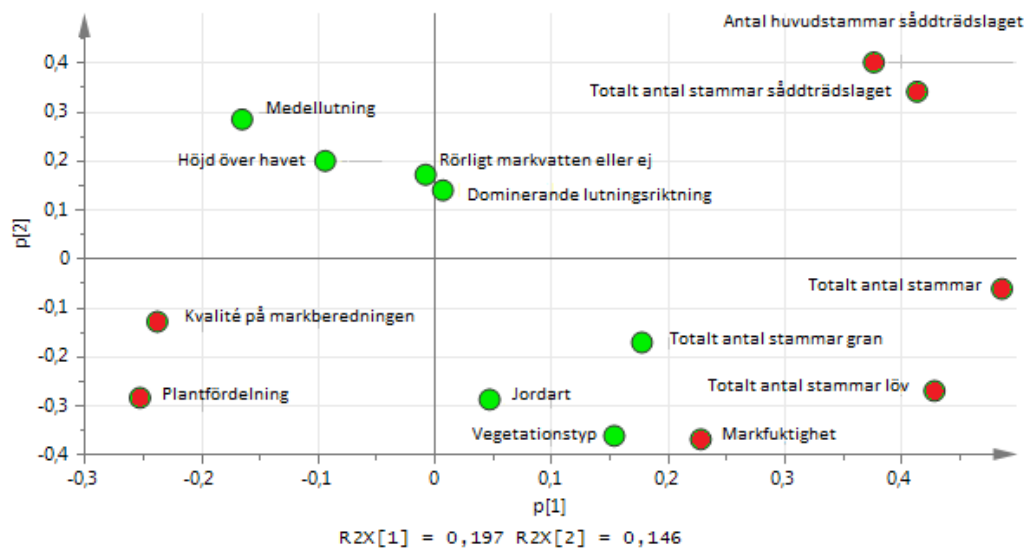
Spridningen var liten för det egna fältstudiematerialet. Några provtytor skiljde ut sig, men det mesta var koncentrerat vid origo. Förklaringsgraden för principalkomponenterna var relativt låg (19,7 % respektive 14,6 %), (figur 8).



Figur 8. ”Score plot” från PCA för den egna inventeringen på distrikt Umeå inom Holmen Skog, modell för 14 variabler och alla observationer ($n= 500$). Testad mot principalkomponent 1 ($t[1]$) och 2 ($t[2]$).

Figure 8. Score plot from PCA for own inventory at district Umeå within Holmen Skog, model for 14 variables and all observations ($n= 500$). Tested against principal component 1 ($t[1]$) and 2 ($t[2]$).

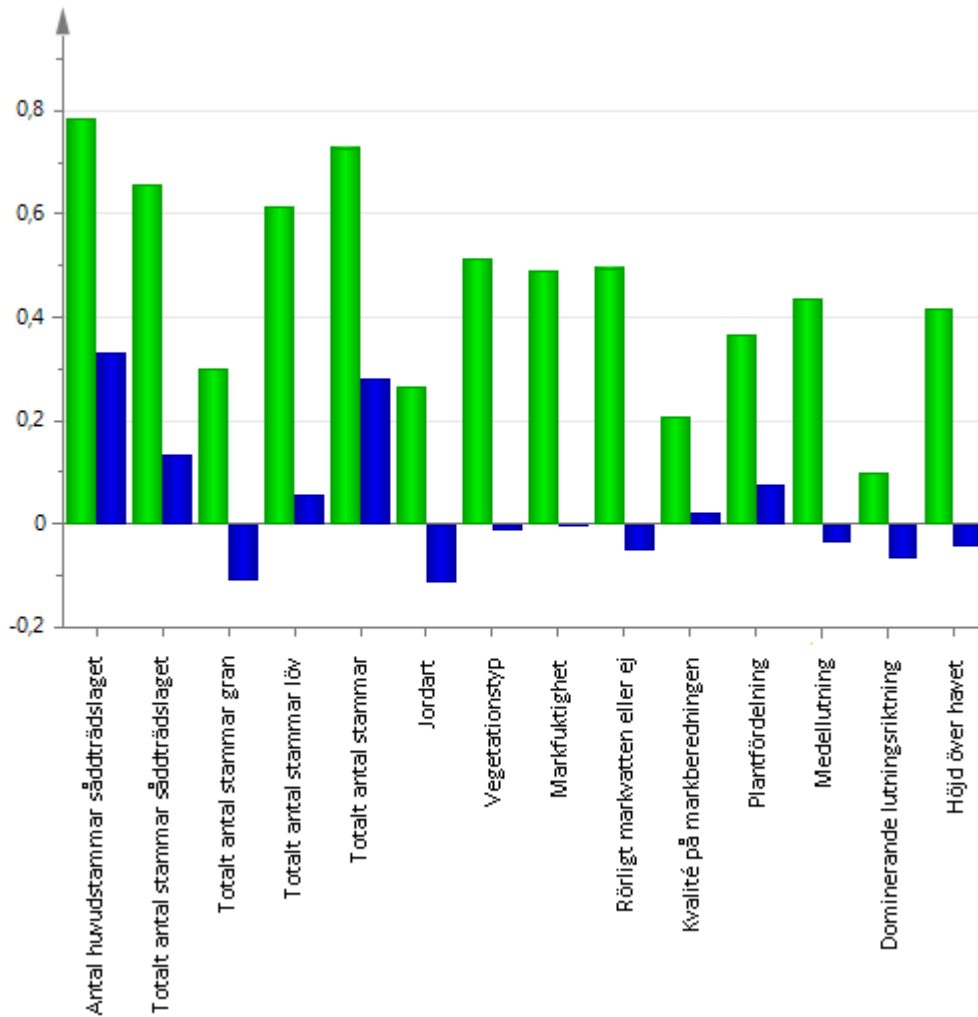
Det var främst antalet stammar inom provytan, plantfördelningen, markfuktigheten samt kvalitén på marberedningen som förklarade variationen i datasetet (röda cirklar), (figur 9).



Figur 9. "Loading plot" från PCA kopplat till figur 8 (14 variabler). Testad mot principalkomponent 1 (p[1]) och 2 (p[2]) och visar korrelationer mellan variabler och vilka som bäst förklarar variationen, längre avstånd från origo visar på större förklarandegrad.

Figure 9. Loading plot from PCA corresponding to figure 8 (14 variables). Tested against principal component 1 (p[1]) and 2 (p[2]) and shows the correlations between variables and which best explains the variation, longer distance from the origin indicates a greater explanatory degree.

Modellen hade svårt för att prediktera ny data baserad på de olika variablerna (figur 10).



Figur 10. Variabler och graden av påverkan på modellen (14 variabler). Gröna staplar beskriver hur styrande de olika variablerna är och blåa staplar beskriver hur bra modellen är på att prediktera ny data baserad på de olika variablerna.

Figure 10. Variables and their degree of influence on the model (14 variables). Green bars describe how much impact the different variables have and blue bars describes how well the model can predict new data based on the different variables.

3.2.2 Diskriminantanalys (PLS-DA)

Efter genomförd diskriminantanalys mellan plantytor och nollytor var det inte möjligt att dra några slutsatser när det gällde att särskilja dessa två grupper.

Resultaten visade att 95 % av provytorna blev klassificerade som rätt typ av provyta. Detta berodde inte på att modellen var bra, utan på att den inte kunde särskilja plantytor från nollytor, då alla provytor får samma klassificering (tabell 5).

Tabell 5. Felklassificeringstabell

Table 5. Misclassification table

	Antal	Korrekt klassificerade (%)
Plantyta	475	100
Nollyta	25	0
Totalt	500	95

3.2.3 Ordinal logistisk regression

Vid den ordinala logistiska regressionen kunde inga signifikanta samband mellan markens lutning/lutningsriktning eller samspel, och antalet huvudstammar på provytenivå hittas (bilaga 4). Det betyder att data indikerar att fördelningsfunktionen för antalet huvudstammar ser ut på följande sätt:

$$Prob(H_r(x) \leq k) = \frac{1}{1 + e^{-\theta_k}}, \quad k = 0,1,2,3,4,5.$$

Från detta kan sannolikheten för att exakt k stycken huvudstammar observeras i en enskild provyta beräknas:

$$Prob(H_r(x) = k) = \frac{1}{1 + e^{-\theta_k}} - \frac{1}{1 + e^{-\theta_{k-1}}}$$

4. Diskussion

4.1 Metod

I beståndsregisteranalysen valdes principalkomponentanalys (PCA), samt en typ av diskriminantanalys (PLS-DA). PCA användes i detta fall för att identifiera vilka kombinationer av variabler som förklarar den största mängden av variationen i datamaterialet och för att på ett visuellt sätt visa om det finns några mönster eller grupperingar. Analysen åskådliggjorde vilka variabler som var de mest styrande. De punktdiagram som visas i resultaten är mellan principalkomponent 1 och 2. Tyvärr är förklarandegraden för dessa principalkomponenter rätt låg, vilket i stort betyder att det är svårt att förklara hela variationen i materialet med dessa ”nya” principalkomponenter. Fler principalkomponenter testades, men låg förklarandegrad gjorde att de uteslöts.

Diskriminantanalys användes för att visa vilka variabler som signifikant skiljer sig åt mellan godkända bestånd och icke godkända bestånd, utifrån Holmen Skogs egna krav på vad en godkänd förnygring innebär. Analysen visade vilka variabler som korrelerade till respektive grupp. Om materialet innehållit större spridning av ståndortskaraktärer hade det funnits bättre möjlighet till att utreda vilken inriktning som Holmen Skog kunde ta för att förändra sina befintliga riktlinjer för sådd.

Korrelationerna mellan faktorer som påverkar såddresultaten positivt eller negativt är tydliga, men modellen har ändå svårt att klassificera bestånden (tabell 4). Detta förklaras av att det finns många faktorer som påverkar resultaten efter sådd och det finns variationer inom bestånden, med variabler som påverkar såddresultatet både positivt och negativt inom samma område. Det är dessutom svårt att förutspå effekter av predation (Nystrand 1998), samt att grupperingen mellan godkända bestånd och icke godkända bestånd inte är knivskarp. Det hade förmodligen varit ännu lättare att särskilja grupperna om de 10 % bästa och de 10 % sämsta bestånden hade ställts mot varandra.

Urvalet för den egna fältstudien gjordes genom att sortera ut bestånd med högst andel nollytor, detta för att identifiera skillnader i ståndortsfaktorer mellan plantytor och nollytor. Först var tanken att välja ut bestånd med olika jordartstyper, men andelen bestånd med finkornigare jordarter var för få. Analyserna som användes till detta steg var principalkomponentanalys (PCA), diskriminantanalys (PLS-DA) och ordinal logistisk regression. PCA i det här fallet kan kännas överflödigt, men är ett sätt att se vilka faktorer som förklarar variationen, samt om det finns någon gruppering.

Diskriminantanalys är förmodligen en bra metod för att ta reda på om det finns några skillnader mellan plantytor och nollytor, avseende ståndortsfaktorer. Tyvärr visade det sig att det inte gick att särskilja dessa två grupper (tabell 5). Detta berodde inte på att metodvalet var felaktigt, utan på att ståndortsegenskaperna hos respektive grupp var för lika.

Den ordinala logistiska regressionen används för att ta reda på om det finns något signifikant samband mellan antalet huvudstammar av såddträdslaget på provytanivå, gentemot markens lutning/lutningsriktning. Här hade poisson regression varit ett tänkbart alternativ, men resultaten från den ordinala logistiska regressionen är tillfredställande.

4.2 Material

För beståndsregisteranalysen, där Holmen Skogs beståndsregister och återväxtinventeringsresultat användes, fanns en del oklarheter i materialet. Data från registren stämde i vissa fall inte överrens med verkligheten. En del bestånd hade genomgått andra typer av behandlingar än enbart sådd. Detta gäller framförallt de som ligger längre bak i tiden. Under optimala förutsättningar skulle en manuell utsortering från registren gjorts, men av praktiska skäl kunde inte det genomföras. En utsortering av dessa ”felaktiga” bestånd borde ändå inte påverka resultaten nämnvärt i den här studien. Ett annat problem var att det inte gick att koppla ihop såddgiva med de olika bestånden. Detta gör att det inte framgår hur stor frömängd som är spridd per hektar och det går heller inte att ta reda på vilket frö som använts. Effekter av frögivans storlek och precisionen i fröspridningen, samt hanteringen och kvalitén på fröna är därför inte utrett i denna studie. Detta hade varit av stort intresse, då dessa faktorer har stor inverkan på såddresultatet (Winsa 1995; Wennström 2002; Wennström m.fl. 2007; Wennström 2011). Det är däremot ett mycket stort dataunderlag som använts, vilket är en styrka. Hela 3 704 stycken bestånd har analyserats, med tillhörande återväxtinventeringsresultat. Ingen annan har gjort någon liknande analys för skogssådd i Sverige tidigare.

Fältstudien gjordes av en enda person under en kort tidsperiod vilket bör vara fördelaktigt. En nackdel var dock att det inte gick att bestämma vilka plantor som var sådda respektive självföryngrade. Det var också svårt att bedöma kvalitén på markberedningen, speciellt i de fall då det gått lång tid sedan såddtillfället. När det gäller GPS-punkterna så finns det en felmarginal i systemet som kan innebära att markens lutning/lutningsriktning i vissa fall avviker mot verkligheten. Hur stort felet blir beror på en rad faktorer, när det gäller GPS-punkten så är medelfelet i det här fallet kanske ca 2-3m (Jonsson 2000). Hur stor påverkan det sedan har på markens lutning/lutningsriktning, beror så klart på hur stor variation det är i terrängen vid den aktuella punkten. Sammantaget bör dock fältstudiematerialet vara fullt relevant för att svara på arbetets frågeställningar.

4.3 Resultat

4.3.1 Beståndsregisteranalys

Utifrån PCA analysen var det inte möjligt att se någon tydlig gruppering mellan sådda tall- och contortabestånd. Detta beror på att bestånden som är utvalda för sådd har liknande ståndortsegenskaper (figur 2).

Tabell 6 visar i siffror variationen för enskilda variabler mellan de olika bestånden som är sådda inom Holmen Skog. Spridningen är liten för många variabler (jfr PCA-analysen), men för några är variationen något högre. Exempelvis bonitet, latitud, höjd över havet, temperatursumma (som då av förklarliga skäl var de mest styrande för principalkomponenterna), samt sådd hektar. Då vissa variabler har liten spridning innebär det också att diskriminantanalysen har svårt att hitta korrelationer för dessa variabler mellan godkända- och icke godkända bestånd. Detta kan vara en förklaring till att det blev svårt att klassificera dessa två grupper (tabell 4). Bestånden som är utvalda för sådd verkar ligga rätt väl inom Holmen Skogs riktlinjer/direktiv, med endast några få undantag (tabell 6), (jfr Normark m.fl. 2011).

Tabell 6. Data från sådda bestånd inom Holmen Skog (n= 3 704)**Table 6.** Data from direct seeded stands within Holmen Skog (n=3 704)

	Bonitet	G ¹	Y ²	L ³	VegTyp ⁴	Jordart	Markf ⁵	Latitud	HöH ⁶	Tempsum ⁷	Såddmånad	Sådd ha
Typvärde	4,0	2	2	1	34	13	2	62,0	390	824	6	3,0
Percentil₁₀	3,4	1	1	1			2	61,7	155	757		2,0
Percentil₂₅	3,8	2	2	1			2	62,0	237	793		3,8
Percentil₅₀	4,4	2	2	1			2	63,7	284	831		7,2
Percentil₇₅	5,2	3	2	2			2	64,4	360	900		14,0
Percentil₉₀	6,1	3	3	2			2	64,7	430	993		22,5
Medel	4,6	2	2	1			2	63,2	294	857		10,5
Min	1,6	1	1	1	11	11	1	57,6	2	556	1	0
Max	11,9	5	5	5	73	32	3	65,1	770	1389	12	124,6

¹Grundförhållande, ²Ytstruktur, ³Lutning, ⁴Vegetationstyp, ⁵Markfuktighet, ⁶Höjd över havet, ⁷Temperatursumma

Resultaten från diskriminantanalysen visade stor korrelation mellan hög bonitet och icke godkända bestånd, vilket överensstämmer med tidigare undersökningar (Björkman 1945; Winsa 1995; Oleskog m.fl. 2000). Hög bonitet kan i det här fallet anses vara över 5,2 (tabell 6). Det var även negativt med högt värde på ytstruktur, samt större såddareal (tabell 3; jfr tabell 6). Då det är besvärligt att markbereda steniga/blockiga bestånd, skapas i regel kortare sträcka fröbädd per hektar, vilket i sig gör det svårare att sprida rätt antal frön med tillräcklig precision, för att uppnå önskat uppslag av plantor. Att stora såddarealer ger sämre resultat, kan förklaras av att det naturliga fröfallet blir mindre, då avståndet till fröträd blir längre eller kanske till och med saknas inom närområdet (Lehto 1956). Det visade sig även att sådder i september gett sämre resultat (tabell 3). Detta styrks av Kinnunen 1992 som visar på högre plantuppslag och överlevnad för tidig vårsådd jämfört med senare sådder, när det gäller tall. Vegetationstyp blåbär korrelerade även det med icke godkända bestånd (tabell 3), vilket kan tyckas märkligt då det är en slags utgångspunkt i de flesta riktlinjer som finns för sådd, även för Holmen Skog (Normark m.fl. 2011). Variationer finns då den ligger rätt långt ner i rang i listan, vilket gör att många blåbärsbestånd kan sås med gott resultat, så länge som hänsyn tas till andra faktorer som påverkar såddresultatet. Hög markfuktighet är också något som bör undvikas (tabell 3). En doktorsavhandling av Kankaanhuhta (2014) visar på liknande resultat, där alltför hög markfuktighet och hög bonitet, är förenligt med dåliga föryngringar. Avhandlingen visade även att mellansand är bättre än finare fraktioner.

För att öka chanserna till lyckat föryngringsresultat bör Holmen Skog i första hand inrikta sig på sådd i de norra delarna av sitt innehav, välja bestånd med liten lutning, prioritera vegetationstyp lingon, maximera såddarealen i juni, samt inrikta sig på bestånd med jordart mellansand (moräner med mycket sand), (tabell 3; jfr tabell 6). Om denna komplettering av direktiven, tillsammans med nuvarande riktlinjer (Normark. m.fl. 2011), tas med vid urvalet av nya bestånd för sådd inom Holmen Skog, ökar möjligheten till lyckade såddresultat.

Analysen visade även att vissa år har sådderna fungerat bättre än andra (tabell 3). Variationen som finns mellan såddår och mellan såddmånader beror förmodligen till stor del på vädret (Winsa 1995; Almqvist m.fl. 1998; Wennström m.fl. 2007). I vissa fall kan även kvalitet eller hantering av det frö som använts det året/åren påverkat resultaten (Winsa

1995; Wennström m.fl. 2007). Predationen kan också variera stort mellan olika år och mellan olika bestånd (Nystrand 1998).

Tabell 7 stärker resonemanget om att kunna utöka såddarealen med positivt resultat. Den översta filtreringen är utformad att ligga i ytterkant på det som Holmen Skog i dagsläget har sått (jfr tabell 6). Den nedre sorteringen i tabell 7, stämmer bättre överrens med de riktlinjer som Holmen Skog har att förhålla sig till idag (jfr Normark m.fl. 2011). Om hänsyn tas till de resultat som framkommit i denna studie, borde således möjligheterna till att utöka arealen sådd inom Holmen Skog vara goda.

Tabell 7. Utsökning i Holmen Skogs beståndsregister med hänsyn till ståndortsfaktorer, visar produktiv areal som är kvar efter varje steg (koder bilaga 4)

Table 7. Sorting in site register for Holmen Skog by stand factors, shows the productive area that is left after each step (codes appendix 4)

	Jordart	Vegetationstyp	Markfuktighet	Lutning	Ytstruktur	Grundförhållande
Filter	12,13,23,24	10 →34	2 & 3	1,2,3	1,2,3,4,5	1,2,3,4,5
Areal	86 %	71 %	65 %	65 %	65 %	65 %
Filter	13 & 23	10 →34	2	1 & 2	1 & 2	1 & 2
Areal	70 %	56 %	51 %	44 %	33 %	21 %

4.3.2 Fältstudieanalys

Eftersom vattenfaktorn har stor betydelse både under groning, plantbildning samt tidig etablering/överlevnad och tillväxt, fokuserade fältstudien på att inventera ståndorternas vattenegenskaper. Detta gjordes genom att nyttja information om markens lutning/lutningsriktning, relativ höjdnivå inom beståndet i kombination med jordart och vegetationsklassificering. Det var ändå inte möjligt att särskilja plantytor och nollytor när det gäller ståndortsfaktorer (tabell 5). Detta kan förmodligen förklaras av att ett lyckat såddresultat till stor del är beroende av att fröna hamnar där det är tänkt i en anpassad markberedning, att de håller hög kvalitet och att de är behandlade på rätt sätt inför sådd (Winsa 1995; Wennström m.fl. 2007; Wennström 2011).

Resultaten från den ordinala logistiska regressionen visade att det inte finns något signifikant samband mellan markens lutning/lutningsriktning och antalet huvudstammar på provytenivå. Effekterna av exempelvis lokalklimatet, erosion och vattenfaktorn slår inte igenom tillräckligt mycket (Winsa 1995). Det finns helt enkelt andra faktorer som påverkar antalet huvudstammar per provyta efter sådd i större utsträckning än just markens lutning/lutningsriktning.

4.4 Vidare analys för att utröna potential för utvidgning av såddareal

Det vore önskvärt att kunna utföra kontrollerade försök, där förutsättningar finns att begränsa antalet okända faktorer som påverkar resultaten efter sådd. Till exempel bättre kontroll på frökvalitet, såddgiva samt precisionen i fröspridningen. Det vore också bra om sådden utförs (som tidigare nämnts), på mer varierande ståndorter, för att på så sätt lättare utreda i vilken riktning en utökning av arealen sådd kan ske. Nu är analyserna baserade på de bestånd som har valts utifrån befintliga riktlinjer. Förslaget är därför att testa sådd på mer varierande ståndorter och under mer kontrollerade former.

Kankaanhuhta (2014) visar att val av metod och utförandet av sådden, är en av de viktigaste faktorerna för ett lyckat förnygringsresultat. Då detta har så stor betydelse för resultatet, vore det intressant att utreda vilken effekt en teknikutveckling (exv. kring frömatning/ -spridning) inom området skulle innebära. En sådan utveckling borde dessutom leda till minskad fröförbrukning, vilket i sig medför att arealen sådd kunde utökas (Wennström m.fl. 1999). En annan intressant undersökning vore plantering med LandPuck, då det kan tänka sig vara en alternativ lösning till konventionell sådd, speciellt om möjligheten till maskinell plantering skulle bli verklighet (Wennström 2011; Wennström 2014). SeedPAD är ytterligare ett alternativ som skulle kunna utöka potentialen för sådd (Winsa & Hyppönen 2014).

Sammantaget borde en utveckling av dagens såddteknik och såddmetoder, kombinerat med resultaten från denna studie, ge goda möjligheter att utöka arealen sådd på Holmen Skogs marker med positivt resultat.

4.5 Slutsatser

- Av sådda bestånd är bonitet den enskilt viktigaste urvalsfaktorn, hög bonitet korrelerar med icke godkända bestånd. Holmen Skog bör även undvika bestånd med högt värde på ytstruktur, stora såddarealer, sådd i september och hög markfuktighet. De ska i första hand inrikta sig på sådd i de norra delarna av sitt innehav, välja bestånd med liten lutning, prioritera vegetationstyp lingon, maximera såddarealen i juni, samt välja ståndorter med mellansand.
- Holmen Skog bör kunna utöka sin såddareal med fortsatt positivt resultat om deras riktlinjer för sådd följs, kompletterat med resultaten från denna studie. Deras målsättning på 30 % såddareal ser också ut att kunna uppnås efter en sortering utifrån Holmen Skogs beskrivning av sina bestånds ståndortsegenskaper, men potentialen verkar vara betydligt större än så. Kombinerat detta med en fortsatt utveckling av dagens metoder för maskinell sådd, ökar potentialen ytterligare.
- Det gick inte att med hjälp av ståndortsfaktorer skilja på plantytor och nollytor. Detta kan betyda att precisionen i fröspridningen vid maskinell sådd har en större betydelse för förnygringsresultatet än ståndortsfaktorer och måste därför förbättras.
- Det fanns inget signifikant samband mellan antal huvudstammar per provyta och markens lutning/lutningsriktning. Laserdata som anger lutningsgrad inom ett bestånd är därför inte användbart som urvalsmetod för indelning av nya såddområden.

Referenser

Almqvist, C., Bergsten, U., Bondesson, L., & Eriksson, U. (1998). *Predicting germination capacity of Pinus sylvestris and Picea abies seeds using temperature data from weather stations*. Can. J. For. Res., 28: ss.1530–1535.

Anon. (2014a). *Skogsstatistisk årsbok-Swedish statistical yearbook of forestry*. Skogsstyrelsen, Jönköping.

Anon. (2014b). *Metsätilastollinen vuosikirja-Finnish statistical yearbook of forestry*. Finnish Forest Research Institute (Metla), Vantaa.

Bergsten, U. & Simak, M. (1985). *Frövitalitet och vitalisering*. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift1: ss. 65–74.

Bergsten, U., Goulet, F., Lundmark, T. & Ottosson-Löfvenius, M. (2001). *Frost heaving in a boreal silt soil in relation to soil scarification and snow cover*. Can. J. For. Res., 31: ss. 1084–1092.

Bergsten, U. & Sahlén, K. (2013). *Skogsskötselserien nr. 5, Sådd* [Elektronisk], Andra omarbetade upplagan. Skogsstyrelsen. Tillgänglig: <http://www.skogsstyrelsen.se/Global/PUBLIKATIONER/Skogsskotselserien/PDF/S%C3%A5dd%2020130930.pdf> [2014-04-29].

Björkman, E. (1945). *On the influence of light on the height-growth of pine plants on pineheaths in Norrland*. Meddelanden från statens skogsförsöksanstalt 34(10): ss. 497–542.

de Chantal, M., Leinonen, K., Ilvesniemi, H., & Westman, C.J. (2003). *Combined effects of site preparation, soil properties, and sowing date on the establishment of Pinus sylvestris and Picea abies from seeds*. Can. J. For. Res., 33(5): ss. 931-945.

de Chantal, M., Rita, H., Bergsten, U., Ottosson-Löfvenius, M. & Grip, H. (2006). *Effects of soil properties and soil disturbance on frost heaving of mineral soil: a laboratory experiment*. Can. J. For. Res., 36(11): ss. 2885– 2893.

de Chantal, M., Holt Hanssen, K., Granhus, A., Bergsten, U., Ottosson Löfvenius, M. & Grip, H. (2007). *Frost-heaving damage to one-year-old Picea abies seedlings increases with soil horizon depth and canopy gap size*. Can. J. For. Res., 37: ss. 1236–1243.

Eidmann, H.H. & Klingström, A. (1990). *Skadegörare i skogen: klimat och föroreningar, svampar, insekter, ryggradsdjur.2.*, rev. och utök. uppl. Stockholm: LT.

Erefur, C. (2010). *Regeneration in continuous cover forestry systems*. Diss. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet.

- Fries, C. (1981). *Förbehandling av contortafrö före groning vid olika temperaturer*. Sveriges lantbruksuniversitet. Skogsskötsel/Jägmästarprogrammet. (Examensarbete 1981:16).
- Fries, C., Bergqvist, J. & Svensson, L. (2013). *Förändringar i återväxtkvalitet, val av förnygringsmetoder och trädslagsanvändning mellan 1999 och 2012*. [Elektronisk], Skogsstyrelsen, rapport nr. 2 ISSN 1100-0295. Tillgänglig: http://shop.skogsstyrelsen.se/shop/9098/art68/18025468-85b291-1853_liten.pdf [2014-06-10].
- Fowler, J., Cohen, L., & Jarvis, P. (1990). *Practical Statistics for Field Biology*. 2. ed. Padstow, Cornwall: TJ International Ltd.
- Goulet, F. (1995). *Frost heaving of forest tree seedlings: A review*. *New Forests* 9: ss. 67–94.
- Hallsby, G. (2008). *Nya tiders skog. Skogsskötsel för ökad tillväxt*. Andra upplagan. LRF Skogsägarna. Fälth & Hässler, Värnamo.
- Hannerz, M. (1995). *Skogssådd - Fröförsörjning och ekonomi*. Skogforsk, Arbetsrapport 308. 16s.
- Jonsson, T. (2000). *Differentiell GPS-mätning av punkter i skog: Point-accuracy for differential GPS under a forest canopy*. Sveriges lantbruksuniversitet. Skoglig resurshushållning och geomatik/Jägmästarprogrammet (Examensarbete 2000:67).
- Kankaanhuhta, V. (2014) *Quality management of forest regeneration activities*. Diss. Helsingfors universitet. Helsingfors: Unigrafia Oy.
- Kinnunen, K. (1992) *Effect of substratum, date and method on the post-sowing survival of Scots pine*. *Folia For.* 785: ss. 1-45.
- Lehto, J. (1956). *Studies on the Natural Reproduction of Scots Pine on the Upland Soils of Southern Finland*. *Acta For. Fenn.* 66:2: ss. 1-106.
- Nilsson, M.C., Zackrisson, O., Sterner, O. & Wallstedt, A. (2000). *Characterisation of the differential interference effects of two boreal dwarf shrub species*. *Oecologia* 123 (1): ss. 122–128.
- Normark, E. SVA (1999). *Plantinventering och Plantskogs kontroll*. Fältinstruktion.
- Normark, E., Aretorn, M., Eriksson, J., Hedman, Y., Hägglund, D., Klingström, L., Kårén, O., Nilsson, M., Norgren, O., Rantaniemi, L., Rothpfeffer, C., Stridsman, D., Triumpf, H., Tolblad, A., Tretten, J. & Österman, B. (2011). *Holmen Skog - Riktlinjer för uthålligt skogsbruk*. [Elektronisk], Fjärde omarbetade upplagan. Domsjö: DanagårdLITHO. Tillgänglig: <http://www.holmen.com/Global/Holmen%20documents/Publications/Handledningar/Riktlinjer%20f%C3%B6r%20uth%C3%A5lligt%20skogsbruk%202011.pdf?565929> [2014-04-29].

Nystrand, O. (1998). *Post-dispersal Predation on Conifer Seeds and Juvenile Seedlings in Boreal Forest*. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria 61.

Oleskog, G., Grip, H., Bergsten, U. & Sahlén, K. (2000). *Seedling emergence of Pinus sylvestris in characterized seedbed substrates under different moisture conditions*. Can. J. For. Res., 30: ss. 1766–1777.

Ottosson Löfvenius, M. (1993). *Temperature and radiation regimes in pine shelterwood and clear-cut area*. Diss. Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet.

Perés, E. (2007). *Stabilitet, rot- och stamegenskaper efter plantering med Starpot 50 i jämförelse med Hiko 50 och sådd: Resultat efter 6-12 år för tall och contorta i Härjedalen*. Sveriges lantbruksuniversitet. Skogens ekologi och skötsel/Jägmästarprogrammet (Examensarbete 2007).

Persson, A. (1976). *Förbandets inverkan på tallens sågtimmerkvalitet: The influence of spacing on the quality of sawn timber from Scots pine*. Diss. Stockholm: Skogshögskolan.

Rasmusson, B. (1978). *En analys av såddens förutsättningar*. Stencil, Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. p 28.

Rosvall, O., Andersson, B. & Ericsson, T. (1998). *Beslutsunderlag för val av skogsodlingsmaterial i norra Sverige med trädslagsvisa guider*. SkogForsk. Redogörelse nr 1. 66 s.

Tirén, L. (1952). *Om försök med sådd av tall- och granfrön i Norrland*. Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut 41:7.

Wennström, U., Bergsten, U. & Nilsson, J-E. (1999). *Mechanized microsite preparation and direct seeding of Pinus sylvestris in boreal forests – a way to create desired spacing at low cost*. New Forests 18: ss. 179-198.

Wennström, U. (2002). *Som du sår får du skörda... Skogssådd med inblandning av plantagefrö ger bättre återväxt*. Uppsala: Skogforsk. (Skogforsk Resultat, 2002:20).

Wennström, U., Bergsten, U. & Nilsson, J-E. (2007). *Seedling establishment and growth after direct seeding with Pinus sylvestris: effects of seed type, seed origin, and seeding year*. Silva Fennica 41(2): ss. 299-314.

Wennström, U. (2011) *Såddpucken -snart i mål?* Plantaktuellt nr. 2. 2011.

Wennström, R. (2014). *LandPuck™ – systemets ekonomiska konkurrenskraft jämfört med tallplantering i norra Sverige*. Sveriges lantbruksuniversitet. Skogens ekologi och skötsel/Jägmästarprogrammet. (Examensarbete 2014:15).

Wiersma, N. (1972). *Skadeinsekter på kottar och frö i granfröplantager*. Institutet för skogsförbättring. Information 1 1972/73. 4 s.

Winsa, H., & Bergsten, U. (1994). *Direct seeding of Pinus Sylvestris using micro site preparation and invigorated seed lots of different quality: 2-year results*. Can. J. For. Res., 24(1): ss. 77-86.

Winsa, H. (1995). *Effects of seed properties and environment on seedling emergence and early establishment of Pinus sylvestris L. after seedling*. Diss. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet.

Winsa, H., & Hyppönen, M. (2014). *Timing of direct seeding of pine – preliminary results from northern Fennoscandia*. [Elektronisk]
http://www.metla.fi/tapahtumat/2014/silvicultural/pdf/Hypp%C3%B6nen_26082014.pdf
[2015-02-23].

Åström, H. (2006). *Plantetablering och tillväxt för sådd och planterad tall 2-5 år efter markberedning med harv eller Huminmix-teknik inom Holmen Skog distrikt Norsjö*. Sveriges lantbruksuniversitet. Skogsskötsel/Jägmästarprogrammet. (Examensarbete 2006:9).

Örlander, G., Gemmel, P., & Wilhelmsson, C. (1991). *Markberedningsmetodens, planteringsdjupet och planteringspunktens betydelse för plantors etablering i ett område med låg humiditet i södra Sverige*. SLU, Umeå och Alnarp. Institutionen för skogsskötsel. Rapporter nr 33.

Icke publicerat material

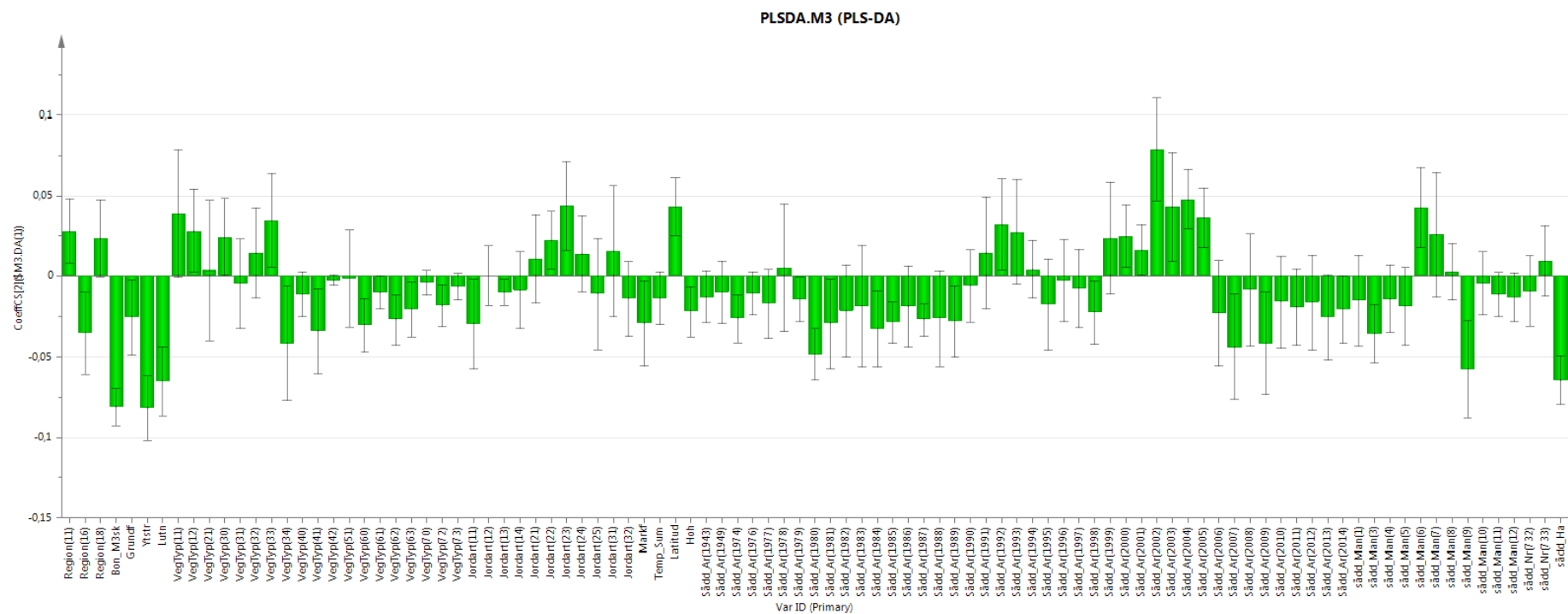
Forsberg, E. (2015) Personligt meddelande. Emil Forsberg. Holmen Skog. 2015-02-26.

Hägglund, D. (2014) Personligt meddelande. Daniel Hägglund. Holmen Skog. 2014-06-26.

Bilagor

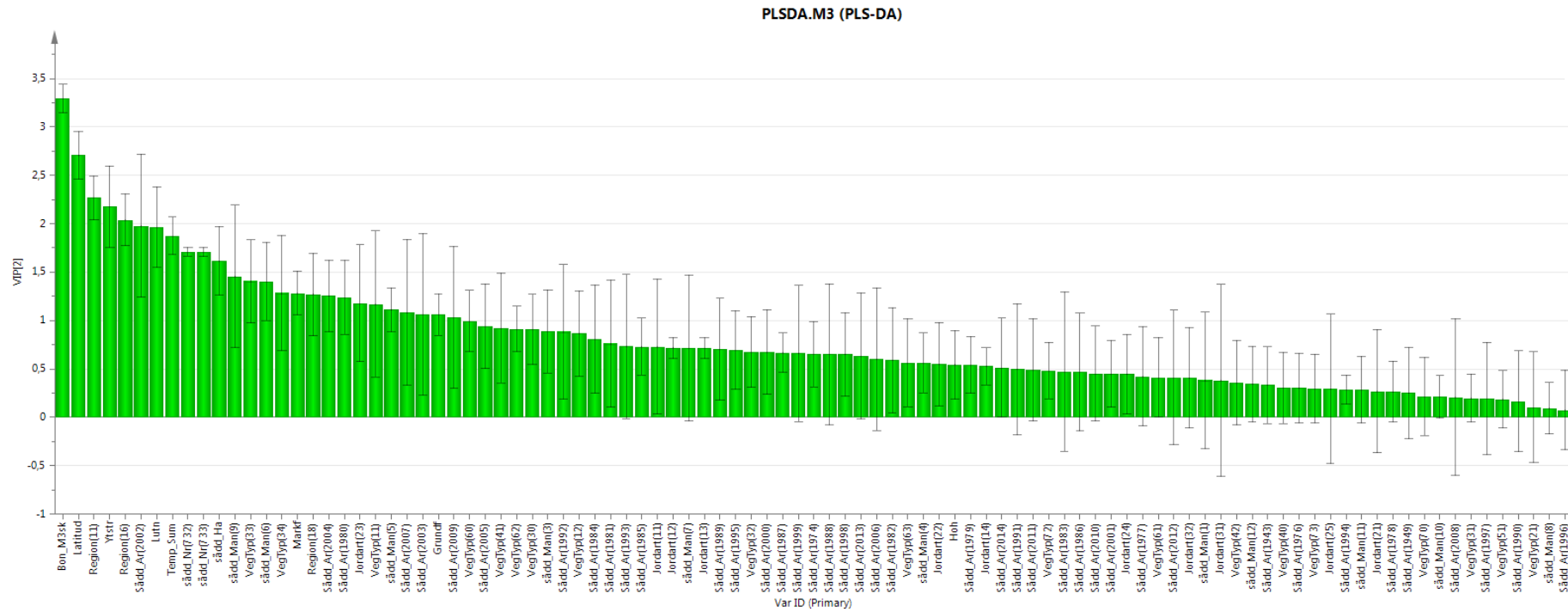
Bilaga 1. Beståndsregisteranalys - Koefficient figur (PLS-DA)

Figuren åskådliggör vilka variabler som korrelerar signifikant positivt eller negativt med gruppen godkända bestånd, linjerna visar 95 % konfidensintervall (koder bilaga 4).



Bilaga 2. Beståndsregisteranalys -VIP figur (PLS-DA)

Figuren åskådliggör variablernas inbördes betydelse för projektionen. Ett högre värde anger en större betydelse, värde under 1,0 innebär att variabeln inte har någon betydande påverkan på projektionen, linjerna visar 95 % konfidensintervall (koder bilaga 4).



Bilaga 3. Fältstudieanalys - Ordinal logistisk regression

Utskrift av analys utförd av statistiska programvaran Minitab (version 16.0).

Variabel	Värde	Antal
Huvudstammar såddträdslaget	0	25
	1	108
	2	116
	3	150
	4	53
	5	42
	Totalt	494

Ordinal Logistisk Regression

Prediktor	Coef	SE Coef	Z
Theta(1)	-2,49853	0,561737	-4,45
Theta(2)	-0,559754	0,534583	-1,05
Theta(3)	0,462751	0,534304	0,87
Theta(4)	1,89340	0,541035	3,50
Theta(5)	2,83877	0,553557	5,13
Medel lutning grader	-0,0749531	0,116211	-0,64
MAJORITY lutningsriktning			
3	-0,518159	0,581463	-0,89
4	-0,894826	0,702385	-1,27
5	-0,682383	0,579890	-1,18
6	0,474090	1,03183	0,46
Samspel			
3	0,119421	0,132211	0,90
4	0,0910647	0,155375	0,59
5	0,121867	0,125658	0,97
6	-0,0754828	0,211120	-0,36

Prediktor	P	Odds		95 % CI	
		Ratio	Lower	Upper	
Theta(1)	0,000				
Theta(2)	0,295				
Theta(3)	0,386				
Theta(4)	0,000				
Theta(5)	0,000				
Medel lutning grader	0,519	0,93	0,74	1,17	
MAJORITY lutningsriktning					
3	0,373	0,60	0,19	1,86	
4	0,203	0,41	0,10	1,62	
5	0,239	0,51	0,16	1,57	
6	0,646	1,61	0,21	12,14	
Samspel					
3	0,366	1,13	0,87	1,46	
4	0,558	1,10	0,81	1,49	
5	0,332	1,13	0,88	1,45	
6	0,721	0,93	0,61	1,40	

Log-Likelihoodkvot = -804,643

Test av hypotes att de förklarande variablerna ej har påverkan på antal huvudstammar:

Teststatistika = 5,697, Frihetsgrader = 9, P-Värde för teststatistika = 0,770

Goodness-of-Fit Tester

Metod	Chi-två	Frihetsgrader	P-värde
Pearson	2458,15	2456	0,484
Deviance	1609,29	2456	1,000

Associationsmått:

(Mellan observerat antal huvudstammar och predikterat antal huvudstammar)

Par	Antal	Andel (procent)	Beskrivande mått	
Överensstämmande	51099	53,4	Somers' D	0,08
Icke-överensstämmande	43268	45,3	Goodman-Kruskal Gamma	0,08
Oavgjorda	1242	1,3	Kendall's Tau-a	0,06
Totalt	95609	100,0		

Bilaga 4. Koder Holmen Skog

Grundförhållanden

Kod Namn

- 1 Mycket goda
- 2 Goda
- 3 Medelgoda
- 4 Dåliga
- 5 Mycket dåliga

Ytstruktur

Kod Namn

- 1 Mycket jämn markyta
- 2 Jämn markyta
- 3 Något ojämn markyta
- 4 Ojämn markyta
- 5 Mycket ojämn markyta

Lutning

Kod Namn

- 1 plan mark (0 - 9 % lutning)
- 2 mellanklass (10-19 % lutning)
- 3 måttlig lutning (20-33 % lutning)
- 4 stark lutning (34-49 % lutning)
- 5 mycket stark lutning (50 - % lutning)

Vegetationstyp

Kod Namn

- 10 Lavmarkstyp
- 11 Lavriktyp
- 12 Lavtyp
- 21 Starr-fräken typ
- 30 Ristyp
- 31 Fattigris typ
- 32 Kråkbär-ljung typ
- 33 Lingontyp
- 34 Blåbärstyp
- 40 Grästyp
- 41 Smalbladig typ
- 42 Bredbladig typ
- 51 Mark utan fältskikt
- 60 Lågörttyp
- 61 Lågörttyp med ris ej blåbär
- 62 Lågörttyp med blåbär
- 63 Lågörttyp utan ris
- 70 Högörttyp
- 71 Högörttyp med ris ej blåbär
- 72 Högörttyp med blåbär
- 73 Högörttyp utan ris

Markfuktighet

Kod Namn

- 1 Torr
- 2 Frisk
- 3 Fuktig
- 4 Våt

Jordart

Kod Namn

- 11 Grusig morän
- 12 Sandig morän
- 13 Sandig-moig morän
- 14 Moig-, mjälig-, lerig morän
- 21 Grus
- 22 Grovsand
- 23 Mellansand
- 24 Grovmo
- 25 Finmo
- 30 Torv
- 31 Vålförmultnad torv
- 32 Lågförmultnad torv

Såddnummer

Kod namn

- 732 Sådd manuell
- 733 Sådd maskinell

Region

Kod namn

- 11 Örnsköldsvik
- 16 Iggesund
- 18 Norrköping

Exponering

Kod namn

- 33 G Gryta
- 34 K Kuperat
- 35 N Nord
- 36 NO Nordväst
- 37 NV Nordväst
- 38 O Ost
- 39 P Plan
- 40 S Syd
- 41 SO Sydost
- 42 SV Sydväst
- 43 T Topp
- 44 V Väst