ARBETSRAPPORT 1002-2019

Föryngringsplanering med hjälp av skördarinformation och geodata

Regeneration planning using harvester information and geodata

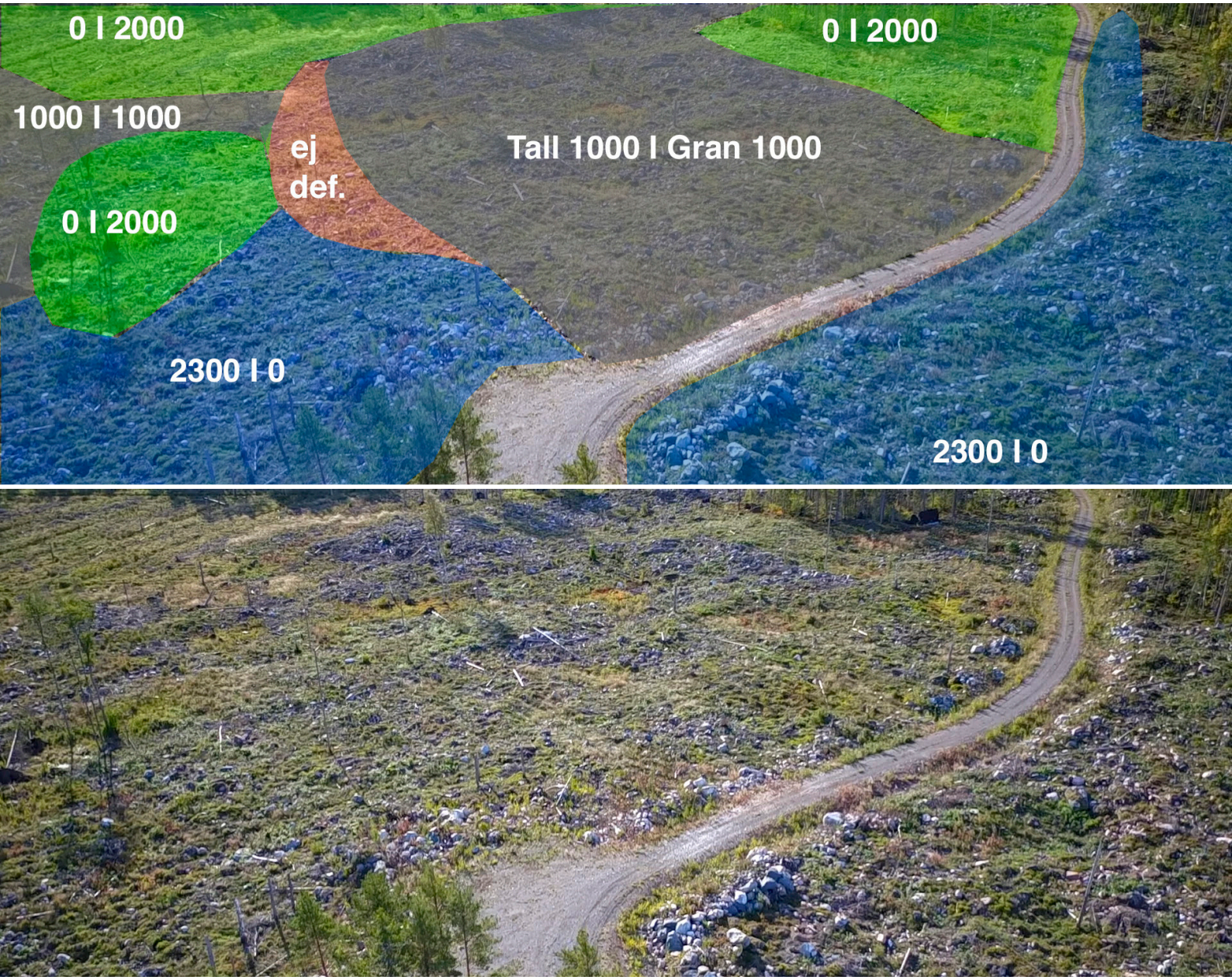


FOTO: SVERKER JOHANSSON/BITZER PRODUCTIONS

skogforsk

Gustav Friberg
Staffan Jacobson
Johan J. Möller
Nazmul Bhuiyan
Erik Willén

Summary

In precision forestry, measures such as regeneration and harvest are adapted to the natural conditions. The basic idea is that the forest is managed in a way that maximises the long-term production capacity while minimising the risk of negative effects on the environment. In this form of forest management, large, continuous areas are divided up into different sections.

New technical resources, such as the high-resolution terrain model, depth-to-water maps and harvester data, can offer more detailed decision support for forestry planners. In this pilot study, three decision-support tools (models) for regeneration planning were tested and then compared with traditional regeneration planning.

The results are promising, showing the models have potential for producing detailed decision support information, while detailed field planning can provide further information. The pilot study was carried out on two test sites, so the models must be evaluated on a larger scale to enable more in-depth analysis of their potential as decision-support tools.

skogforsk

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

Foton: Skogforsk om inget annat anges
Redaktör: Anna Franck, anna@annafranck.se
©Skogforsk 2019
ISSN 1404-305X

Förord

Denna förstudie finansierades av Skogforsk intressentmedel under 2017. I studien testades möjligheten att ta fram beslutsstöd till föryngringsplaneringen. Studien genomfördes över Bergviks markinnehav och med hjälp av data från BillerudKorsnäs och Stora Enso Skog. Författarna tackar inblandade företag för deras stöd under studiens genomförande.

Uppsala 2019-01-15
Gustav Friberg, Staffan Jacobson,
Johan J. Möller, Nazmul Bhuiyan & Erik Willén

Innehåll

Summary 2

Förord 3

Sammanfattning 5

Bakgrund 5

Syfte 6
- Övergripande mål 6

Material och metoder 6
- Steg 1 – sammanställning av datakällor 7
- Steg 2 – skapande av beslutsstöd 8
  - Skördardatamodellen 8
  - Geodatamodellen 10
  - Fältmodellen 11
- Steg 3 – demonstration och utvärdering på två trakter 11

Resultat 12
- Labbo 13
- Varvalasse 14

Diskussion 15

Referenser 16

Sammanfattning

I ett ståndortsanpassat skogsbruk anpassas åtgärder, såsom föryngring och avverkning, till de naturgivna förutsättningarna. Grundtanken är att skogen och skogsmarken ska skötas så att dess långsiktiga produktionsförmåga inte äventyras, samtidigt som risken för negativa effekter på miljön minimeras. Ett strikt ståndortsanpassat skogsbruk leder i regel till att stora sammanhängande behandlingsenheter måste delas upp i delbestånd.

Nya tekniska möjligheter som den högupplösta markmodellen, markfuktighetskartor samt skördardata öppnar möjligheten till mer detaljerade beslutsstöd för skogsvården. Förstudien testade tre olika beslutsstöd (modeller) för återväxtplanering som sedan jämfördes med traditionell återväxtplanering. Resultatet visar på lovande möjligheter att ta fram detaljerade beslutsstöd, samtidigt som en noggrann fältplanering kan bidra med ytterligare detaljer.

Förstudien genomfördes på två testobjekt varför det finns behov att testa detta vidare i större skala för att tydligare utvärdera potentialen.

Bakgrund

I ett ståndortsanpassat skogsbruk anpassas åtgärder, såsom föryngring och avverkning, till de naturgivna förutsättningarna. Grundtanken är att skogen och skogsmarken ska skötas så att dess långsiktiga produktionsförmåga inte äventyras, samtidigt som risken för negativa effekter på miljön minimeras. Ett strikt ståndortsanpassat skogsbruk leder i regel till att stora sammanhängande behandlingsenheter måste delas upp i delbestånd.

För att lyckas med ståndortsanpassningen krävs normalt en noggrann inventering/kartering i fält. Idag finns tekniska möjligheter som med enkla medel kan nyttjas för att ge en bättre beskrivning av behandlingsenhetens varierande ståndortsförutsättningar. Detta skulle kunna möjliggöra en ökad ståndortsanpassning och därmed minska behovet av arbetsintensiva inventeringar i fält.

Bland de nya tekniska möjligheterna finns nya geodata där en detaljerad markmodell har kommit till stor nytta inom skogsbruket, bland annat för att beskriva topografin, men även i andra beslutsstöd (exempelvis markfuktighetskartor). Skogsbruket har på bred front börjat nyttja dessa beslutsstöd i både skoglig planering och drivning. Markfuktighetskartan är en modell över avståndet till grundvatten, som även skulle kunna användas för föryngringsplanering. Trädslag som gran och flera olika lövträd trivs bra i fuktigare områden. En fördel med att nyttja information från markfuktighetskartorna är den stora spridningen av data och därmed också erfarenhet från att nyttja datakällan.

Standardiserade skördardata registrerar detaljer av samtliga avverkade träd och beräknar även trädhöjder från sista kap. Manuella kap av rotstocken på gran innebär oftast angrepp av rotröta, vilket gör att en karta över sannolik utbredning i beståndet kan erhållas. Detta ger tillsammans en god bild över hur det avverkade beståndet i detalj utvecklats från föryngring fram till avverkning.

Syfte

I denna förstudie har vi fokuserat på att visa möjligheten att med hjälp av tillgängliga geodata samt information från avverkningen (skördardata) kunna effektivisera arbetet vid föryngringsplaneringen och samtidigt öka ståndortsanpassningen i denna skötselfas.

ÖVERGRIPANDE MÅL

1. Synliggöra potentialen med ett ökat utnyttjande av befintliga datamängder från avverkningen tillsammans med geografiska kartskikt vid återväxt-planering.
2. Utvärdera möjligheten att använda skördargenererat ståndortsindex (SI) vid återväxtplanering för att få en bättre upplösning av hur SI varierar i beståndet. SI har stor betydelse vid beståndens tillväxtframskrivning och därmed på avverkningsprognoser och bedömda tidpunkter för framtida skogsvård (röjning och gallring).

Material och metoder

Projektet genomfördes i tre steg:

- **Steg 1**
  En sammanställning gjordes över datakällor och geografiska kartskikt som bedömdes lämpliga för föryngringsplanering (se nedan), där en rapport av Willén m.fl. (2017) utgjorde en bra kunskapsgrund.
- **Steg 2**
  Utveckling och beskrivning av tre olika beslutsstöd för föryngrings-planering. De tre beslutsstöden benämndes:
  - Skördardatamodellen
  - Geodatamodellen
  - Fältkarteringsmodellen
- Steg 3
  Utvärdering av de tre beslutsstöden på två större föryngringstrakter.

STEG 1 – SAMMANSTÄLLNING AV DATAKÄLLOR

Willén m.fl. (2017) listade dataskikt som är användbara för skogsbruket i olika sammanhang. Utifrån den listan identifierades ett antal dataskikt som är potentiellt intressanta för denna studie (Tabell 1). För att inkluderas i studien skulle dataskikten kunna användas på lokal nivå inom en trakt. Detta kräver en relativt hög upplösning, varför några skikt inte passade för användning i denna studie. De dataskikt som inkluderades i studien återfinns i tabell 2.

Tabell 1. Potentiellt användbara datakällor för denna studie.

Datakällor	Upplösning (Hög/Medel/Låg)	Kvalitet (Hög/Låg)	Användning
Skördardata			
• Beståndsindelning	Hög	Hög	Skapa delbestånd med olika växtförutsättningar inom trakten.
• Ståndortsindex	Hög	Hög	Behovet av antalet plantor på trakten.
• Arealer	Hög	Hög	En rättvisande åtgärdad areal för beställning av rätt antal plantor.
• Trädslagsfördelning och placering	Hög	Hög	Information om växtförutsättningar och för ståndortsanpassning.
• Virkesförråd	Hög	Hög	Prestationsvariation från tidigare bestånd.
• Rötförekomst	Hög	Medel	Potentiell förekomst av rotröta i marken (trädslagsbyte?)
Terrängmodell			
• Markfuktighetskarta	Hög	Medel	Visar var fuktig och blöt mark finns på trakten.
• Höjdmodell	Hög	Hög	Visar hur traktens terräng varierar. Plan mark, sluttning, nord/sydsluttning, varierad/enhetlig trakt.
Laserdata (beståndsdata)	Hög	Medel	Detaljerad information om det tidigare beståndets skogliga parametrar.
Beståndsregisterdata	Medel	Hög	Beståndshistorik och inventerade data kan innehålla värdefull information.
Jordartskarta	Låg/Medel	Låg	Markförutsättningarna på trakten.
Temperatur	Låg	Hög	Växtperiod och förutsättningar på trakten.
Fornlämningsdata			
• Skogsstyrelsen	Medel/Hög	Låg	Skydd av fornlämningar.
• Riksantikvarieämbetet	Medel/Hög	Låg	Skydd av fornlämningar.
Skogsstyrelsen/ Naturvårdsverket-Skyddad skog (flera olika typer)	Hög	Medel	Skyddad natur.

STEG 2 – SKAPANDE AV BESLUTSSTÖD

För att utvärdera de olika dataskiktens styrkor skapades tre beslutsstöd; skördardatamodellen, geodatamodellen och fältmodellen. I skördarmodellen användes enbart data som genereras ifrån skördaren. Geodatamodellen använde data från fjärranalys. I fältmodellen kombinerades fjärranalysdata med fältbesök på trakten.

Tabell 2. Redovisning av utvalda dataskikt i respektive beslutsstöd.

Utvalda datakällor	Skördardatamodell	Geodatamodell	Fältmodell
Skördardata			
• Beståndsindelning	X		
• Ståndortsindex	X		
• Arealer	X		
• Trädslagsfördelning och placering	X		
• Virkesförråd	X		
• Rötförekomst	X		
Terrängmodell			
• Markfuktighetskarta		X	X
• Höjdmodell		X	X
Beståndsregisterdata			X
Fornlämningsdata			
• Skogsstyrelsen		X	
• Riksantikvarieämbetet		X	
Skogsstyrelsen - Skyddad skog (flera olika typer)		X	

Skördardatamodellen

Utifrån den avverkade skogen beräknar skördardatamodellen dominerande trädslag, bonitet, granens rötandel och lövandel, för att därigenom ge förslag på trädslagsval och plantantal per hektar. I denna modell utnyttjas information om avverkade träd som har lagrats i skördarens produktionsfiler enligt skogsbrukets standard för hantering av data till och från skogsmaskiner, StanForD 2010 (Arlinger m.fl. 2012). I de så kallade hpr-filerna beskrivs varje enskild stam och stock med hög detaljeringsgrad. Tillsammans med positionsinformation om skördarens uppställningsplatser vid avverkning rekonstruerar ett antal algoritmer i princip den avverkade skogen. Koordinatsättningen av skördardata innebär därmed att såväl objektet som helhet som dess delar kan beskrivas med olika geografiska nyckeltal.

För varje träd finns information från rotkapet upp till sista stockkapet. För att återskapa toppen utnyttjas en beräkningsmodul beskriven av Siljebo m.fl. (2017) som bland annat beräknar trädegenskaper som trädhöjd för att möjliggöra beräkning av höjdbaserade nyckeltal. Den rumsliga informationen i produktionsfilerna används för en beräkning av avverkad areal enligt Bhuiyan m.fl. (2016). Vidare identifieras objektets delområden då avverkningsobjekten kan ha ett mer eller mindre sammanhållet utseende. För varje

delområde görs sedan en indelning i mindre så kallade beräkningsytor om ca 0,5–2 ha, så kallade beräkningsytor, med stöd av beräknade övre höjder (Möller m.fl. 2018). Fortsatta analyser sker därefter per beräkningsyta.

Ståndortsindex beräknas som SI100 med en algoritm beskriven av Möller m.fl. (2011) genom att övre höjden för varje beräkningsyta justeras med en manuellt inmatad ålder som kan varieras per beräkningsyta (Figur 1). Rötandel bland gran (Figur 2) erhålls per beräkningsyta enligt en algoritm beskriven av Möller m.fl. (2011). En sista algoritm klassificerar därefter varje beräkningsyta och beräknar plantantal enligt Tabell 3. Plantantalet valdes av Skogforsk baserat på gängse praxis.

Exemplet i Tabell 3 styr plantantalsalgoritmen utifrån SI och trädslagsfördelningen vid avverkningen på traditionellt sätt. Beräkningen av rotrötefrekvens och trädslagsval används inte idag vad vi känner till. Förslaget nedan ska därför ses som en möjlighet och beskriva hur skördardata kan användas. Indelningen efter rötfrekvens nedan har idag inga studier som grund för trädslagsval, utan ska endast ses som ett exempel.

Tabell 3. Detaljerade instruktioner för trädslagsval och plantantal.

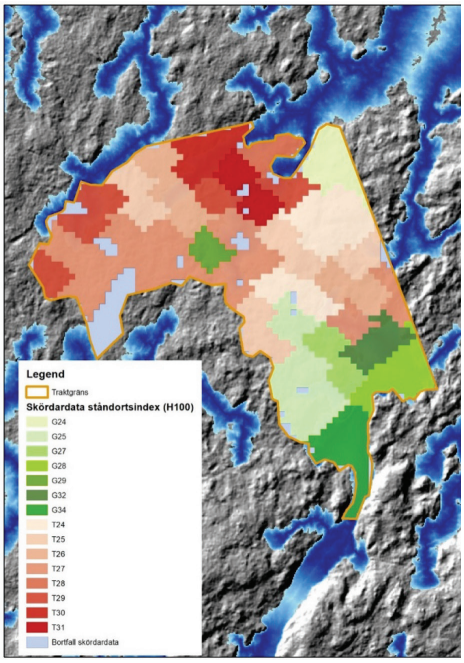
SI-trädslag	
>T28 → sätt gran, förutsatt minst 25 % gran vid avverkning	
Plantantal	
T25+	2300 pl/ha
T20-T24	2000
<T20	1700
G32+	2300
G24-G31	2000
<G24	1700

Rötförekomst i avverkning när gran är boniterande trädslag

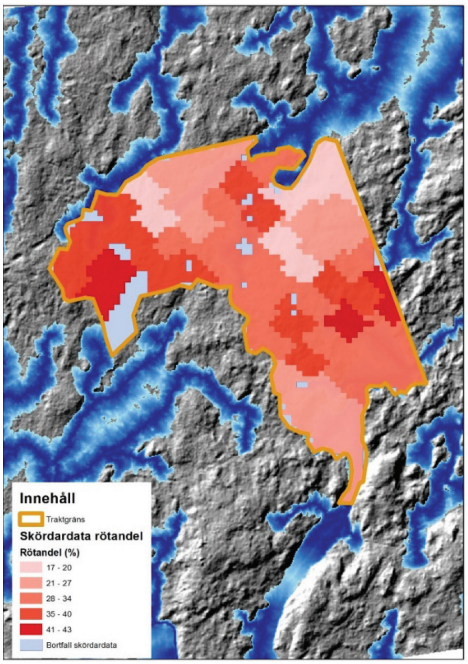
< 30 %, ej styrande vid trädslagsval

30–70 %, rekommendera blandbestånd vid plantering. Om mer än 20 % löv vid avverkning, välj 50 % av rekommenderat plantantal för gran och resten självföryngrad löv. Vid mindre än 20 % löv, välj 50 % granplantor och 50 % tallplantor.

> 70 %, byt trädslag. Om mer än 20 % löv vid avverkning, välj självföryngring löv, annars välj tall.



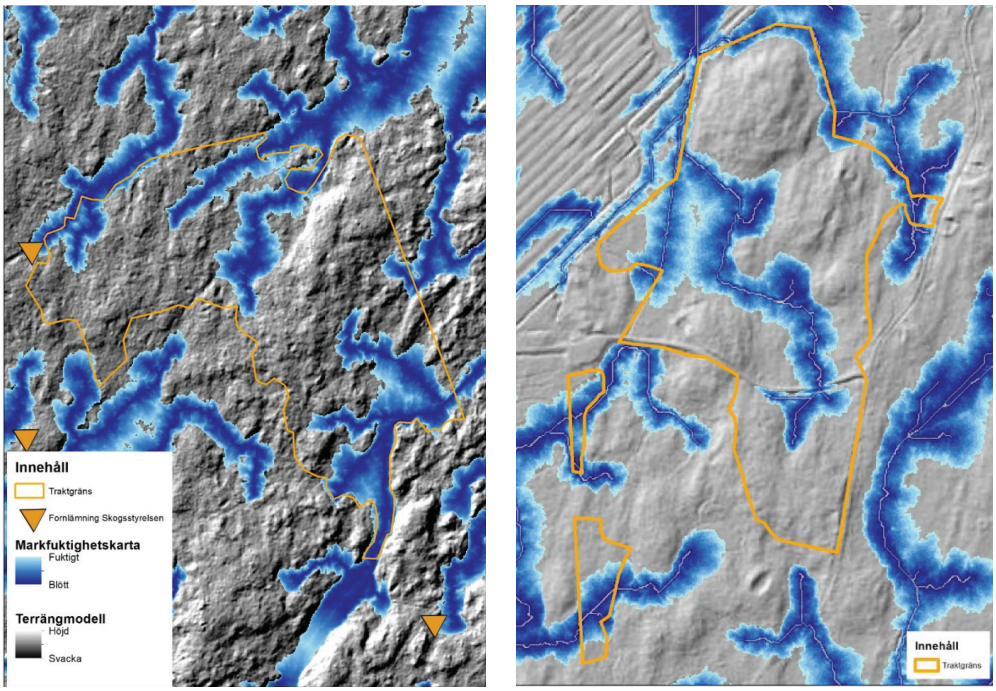
Figur 1. Beräknat ståndortsindex (H100, m) för olika beräkningsytor.



Figur 2. Beräknad rötandel hos gran fördelat på olika beräkningsytor.

Geodatamodellen

I geodatamodellen användes skikten markfuktighetskarta, höjdmodell, fornlämningar och skyddad skog. Genom att lägga samman dessa skikt framträdde ett beslutsstöd för trädslagsval och föryngringsplanering. När beståndets traktgräns lades till skapades en karta (Figur 3) att använda vid planeringen. Trädslagsvalen till föryngringsplaneringen kunde då göras efter visuellt synliga, fuktiga partier enligt markfuktighetskartan och höjder enligt terrängmodellen.



Figur 3. Kartor över demonstrationsområdena som användes som beslutsstöd för föryngringsplaneringen i geodatamodellen.

Fältmodellen

En geografisk indelning i delområden utfördes i fält (fältinventeringen) med beaktande av olika ståndortsfaktorer, såsom markfuktighet, fält- och bottenvegetation, jorddjup och mineraljordens textur. Som stöd vid orienteringen på trakten användes en GPS samt traktkarta med terrängmodellen (GRID2+) och markfuktighetskarta inlagd. Dessa hjälpmedel utnyttjades då det idag får anses vara praxis att använda sådana vid praktisk föryngringsplanering.

STEG 3 – DEMONSTRATION OCH UTVÄRDERING PÅ TVÅ TRAKTER

En praktisk utvärdering av de tre beslutsstöden genomfördes på två större föryngrings-trakter, Labbo och Varvalasse (Tabell 4 resp. Tabell 5). Varje modell gav förslag på trädslagsval uppdelat på delområden. Delområdenas minsta storlek sattes till 0,25 ha. De olika modellerna betraktades som olika ”försöksled” som strikt genererade olika beslutsstöd. Utfallet från varje beslutsstöd (försöksled) från respektive trakt sammanställdes och jämfördes mot varandra. På båda trakterna jämfördes utfallet från de olika modellerna med det verkliga utförandet.

Tabell 4. Traktdirektivsinformation Labbo.

Markägare	Bergvik
Total areal	33,4 ha
SI, ålder och areal	G28, 64 år, 4,5 ha
	T25, 94 år, 27 ha
	T26, 94 år, 1,9 ha
Trädslag vid avverkning	*
Fuktklass	Frisk
	Fuktig
	(Olika delar av trakten)
GYL	311
	141 (Olika delar av trakten)
Geografiskt beläget	NV om Örbyhus i Uppsala län

*: Fanns ej i traktdirektivet

Tabell 5. Traktdirektivsinformation Varvalasse.

Markägare	Bergvik
Ålder	*
Total areal	28 ha
SI	T26
Trädslag vid avverkning	Tall
Fuktklass	*
GYL	341
Geografiskt beläget	5 km N om Gysinge i Gävleborgs län

*: Fanns ej i traktdirektivet

Resultat

Utfallet från de två trakterna, i form av areal för plantering av respektive trädslag, redovisas i Tabell 6–7. Utfallet redovisas även i kartform nedan (Figur 4–9). Identifieringen av lämpliga tall- respektive granmarker följde samma mönster i samtliga tre beslutsstöd. Fältinventeringen i Labbo (Figur 4–6) följde i stort förslaget från geodatamodellen. Den gav dock en större arealandel gran på grund av hög andel finfraktion i moränen. Skördardatamodellen avvek från de två övriga resultaten, då den föreslog att vid mycket rotröta för granen göra 50 procent av föryngringen med löv eller tall på grandominerade ytor. Detta val var inte möjligt för de två övriga modellerna. Vid klassning av dessa grandominerande ytor till gran blev resultatet väldigt likt de övriga modellerna.

I Varvalasse-trakten (Figur 7-9) blev skillnaderna mellan förslagen utifrån geodatamodellen och fältinventering större. I detta objekt var informationen från skördardata om traktens varierande bördighet (SI) av stor vikt och efterliknade den manuella fältinventeringen mer. Geodatamodellen klassade i detta fall en mager myr som ett fuktigt område och föreslog gran, medan fältinventering och skördardata föreslog tall baserat på SI och avverkat trädslag. På liknande sätt skattade geodatamodellen ett bördigt högområde som torrt och föreslog tall. I princip blev förslaget från geodatamodellen helt omvänt från fältinventeringen. Fältinventeringen och skördardatamodellen följer varandra i princip för hela trakten, dock med lite olika gränsdragningar.

Denna typ av objekt visar att geodata utan information av beståndet från skogliga register eller skördardata kan ge helt fel föryngringsförslag. En kombinerad analys, med information från skördare, geodataskikt och fältinventering ger säkert de bästa förslagen.

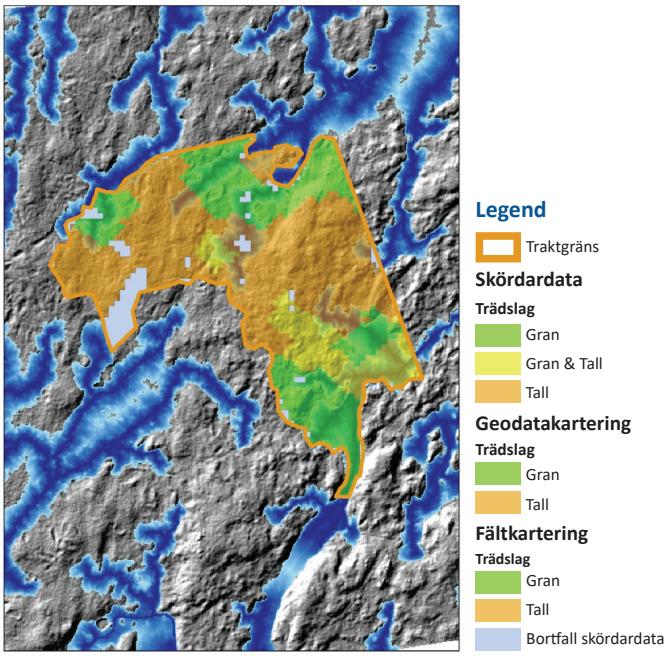
Tabell 6. Föryngringsförslag, i form av planteringsareal (ha) för olika trädslag, från de olika beslutsstöden för Labbotrakten.

	Skördardatamodell	Geodatamodell	Fältmodell	Verkligt utförande
Gran	10	15	20,5	13,5
Gran och tall	4	0	0	0
Tall	17	16	10,5	17,5

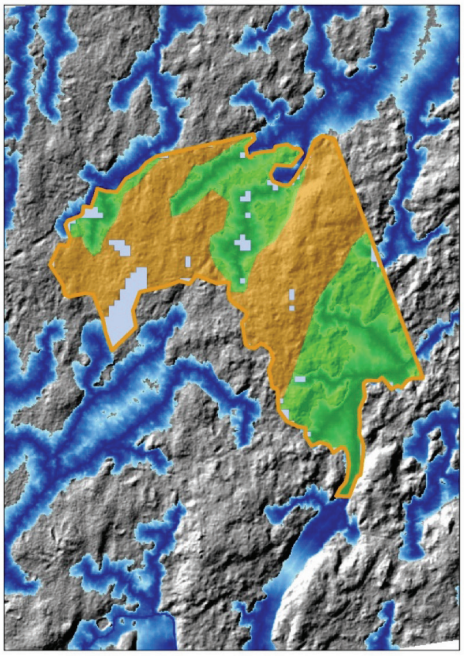
Tabell 7. Föryngringsförslag, i form av planteringsareal (ha) för olika trädslag, från de olika beslutsstöden för Varvalassetrakten.

	Skördardatamodell	Geodatamodell	Fältmodell	Verkligt utförande
Gran	10,6	9,4	9,8	0
Gran och tall	3,3	0	0	0
Tall	12,6	17,2	16,5	26,5

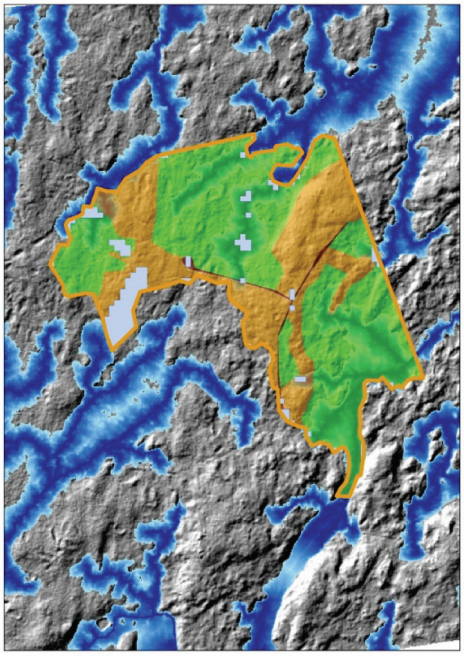
LABBO



Figur 4. Skördardatamodellen

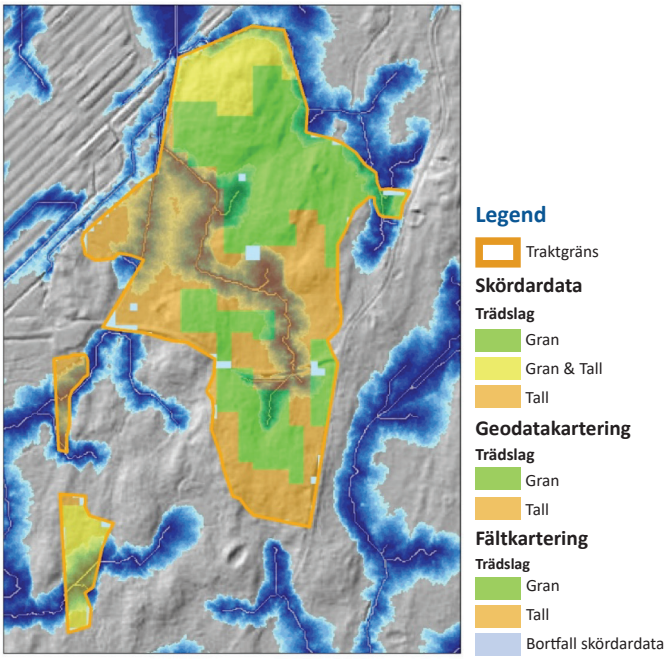


Figur 5. Geodatamodellen

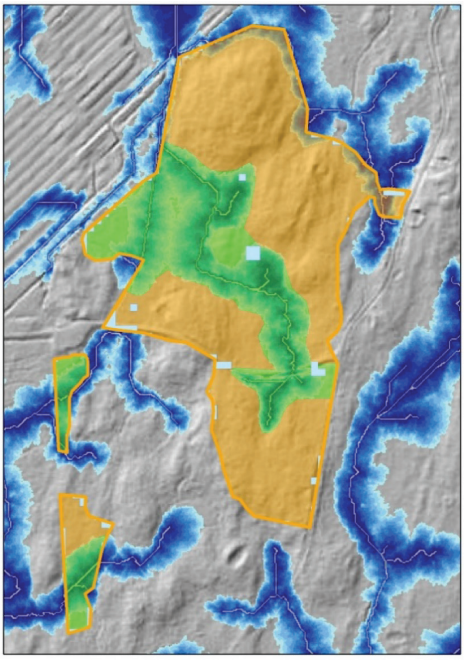


Figur 6. Fältmodellen

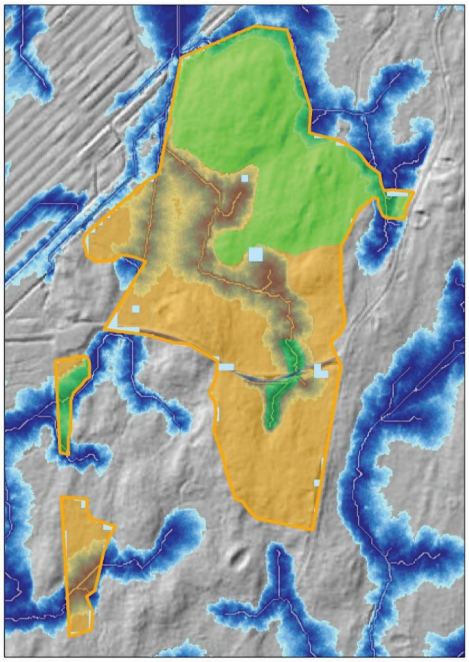
VARVALASSE



Figur 7. Skördardatamodellen



Figur 8. Geodatamodellen



Figur 9. Fältmodellen

Diskussion

Valda indata till modellerna kan utvecklas vidare. I skördardatamodellen användes enbart skördardata och uppgifter om den avverkade skogen. Genom att nyttja skördarpositionen ges en god beskrivning av den avverkade skogen, då varje avverkat träd tilldelas skördarens position. Det ger en verklig bild över avverkningens utbredning och inte enbart den planerade. Enbart denna justering av avverkad areal påverkar plantbeställningen avsevärt i många fall jämfört med den planerade arealen. Även bilden över växtplatsen för olika trädslag blir mer detaljerad samt variationen i tillväxt.

Genom att utnyttja beräknad rötfrekvens utifrån skördardata kan också den informationen nyttjas för att föreslå förändringar i trädslagsblandningen och framtida skötsel. För att beräkna SI krävs att en trädålder anges. Åldersuppgiften tas oftast från data från beståndsregister, med varierad tillförlitlighet. Generellt brukar trädens ålder vara en relativt pålitlig uppgift. Över större avverkningar lär dock beståndets ålder variera, varför det kan vara nödvändigt att dela upp skördardata eller utveckla ett system där skördardata kan kopplas till olika ålderspolygoner.

Geodatamodellen nyttjar framförallt den digitala höjdmodellen samt markfuktighetskartan (som beräknas från höjdmodellen). Geodatamodellen kan inte ta hänsyn till SI. Det gör att det blir svårare att föreslå plantantal, vilket istället får baseras på uppgifter från beståndsregister. Den stora fördelen med modellen är att skogliga planerare redan har erfarenhet av att använda höjdmodeller och markfuktighetskarta, vilket förkortar implementeringstiden för en ny metod avsevärt. Genom en visuell bedömning på rummet kan även annan lokal kännedom vägas in i bedömningen. Komplettering av mer information om markvegetation eller SI är nödvändig för att modellen ska kunna användas.

Fältmodellen använde samma indata som geodatamodellen, kompletterat med information om trädslag och SI. Skillnaden var att bedömningen gjordes i fält och att en mobil applikation användes för orientering. Den skulle efterlikna en modell som är praxis på många skogsföretag idag. Vidare bör tydliggöras att fältmodellen enbart är ett subjektivt skapat ”facit”. Naturligtvis finns inga generella allmängiltiga facit, utan enbart subjektiva föryngringsförslag som säkerligen kan variera från person till person. Fältfacit i denna studie hade som ambition att utgå från en mer eller mindre allmänt vedertagen, ståndortsanpassning.

Till samtliga modeller användes indata som idag är brett tillgängliga inom skogsbruket, även om bara några företag implementerat en egen hantering av skördardata hittills. En intressant indatakälla som skulle kunna nyttjas av olika modeller är en mer detaljerad jordartskarta, då mineraljordens textur kan påverka valet av trädslag. SGU har genomfört några testkarteringar med en, mer detaljerad jordartskarta, som kan komma att bli intressant för skogsbruket om vidareutveckling sker.

De bästa förutsättningarna till en ökad ståndortsanpassning finns om föryngringsplaneringen görs innan avverkningen. Beståndsavvecklingen kan i många fall planeras och utföras på ett sätt som kan underlätta föryngringsarbetet och därmed säkerheten vid etableringen av den nya skogen. Typexemplet är kalavverkning av frostlänta områden. Kvarlämnande av olika typer av skärmar på dylika marker, som dessutom ofta har högre grundvattennivåer, kan också påverka behov och val av markberedningsmetod. Ett annat

exempel där avverkningsplaneringen kan ha en betydelsefull inverkan på föryngrings-resultatet är hyggesutläggningen. Långa sluttningar bör inte avverkas vid ett tillfälle, utan gärna delas upp i etapper, för att undvika att alltför mycket vatten samlas i sluttningens nedre del, med dränkta plantor som följd. Tyvärr görs inte alltid föryngringsplaneringen före avverkning. Dessutom är vår uppfattning att skördardata, tillsammans med olika geodataskikt, kan ge kompletterande information vid utformningen av den slutliga föryngringsplanen; även i de fall de stora dragen gjorts före avverkning.

Referenser

Arlinger, J., Nordström, M. & Möller, J.J. 2012. StanForD 2010. – Modern kommunikation med skogsmaskiner. – StanForD 2010. – Modern communication with forest machines. Arbetsrapport 784. Skogforsk.16 s.

Bhuiyan, N., Möller, J.J., Hannrup B & Arlinger, J. 2016. Automatisk gallringsuppföljning - Arealberäkning samt registrering av kranvinkel för identifiering av stickvägsträd och beräkning av gallringskvot. – Automatic follow-up of thinning. – Stand area estimation and use of crane angle data to identify strip road trees and calculate thinning quotient. Arbetsrapport 899. Skogforsk. 47 s.

Möller, J.J., Arlinger, J. Barth, A., Bhuiyan, N. & Hannrup, B. 2011. Ett system för beräkning och återföring av skördarbaserad information till skogliga register och planeringssystem. Arbetsrapport 756. Skogforsk. 56 s.

Möller, J.J., Arlinger, J., Bhuiyan, N. & Ågren, K. 2018. hprYield – beräkningsmodul för generering av geografiskt uppdelade nyckeltal baserat på skördardata. Manuskript, Skogforsk.

Siljebo W., Mölller, J.J. , Hannrup, B. & Bhuiyan, N. 2017. hprCM – modul för beräkning av trädegenskaper och skogsbränslekvantiteter baserat på skördardata. – hprCM – module for using harvester data to calculate tree properties and forest fuel quantities. Arbetsrapport 944. Skogforsk. 65 s.

Willén, E., Mohtashami, M, Davidsson, A., Lindeman, H., Väätäinen, K., Sirén, M., Hämäläinen, J., Räsänen, T., Vuillermoz, M., Ginet, C. 2017. Mapping and SWOT analysis of existing and future Big Data sources. Report. Efforte H2020 project. https://www.luke.fi/efforte/wp-content/uploads/sites/14/2016/09/EFFORTE-D3.1-Mapping-and-SWOT-analysis-of-existing-an-future-Big-Data-sources_v2_secure.pdf