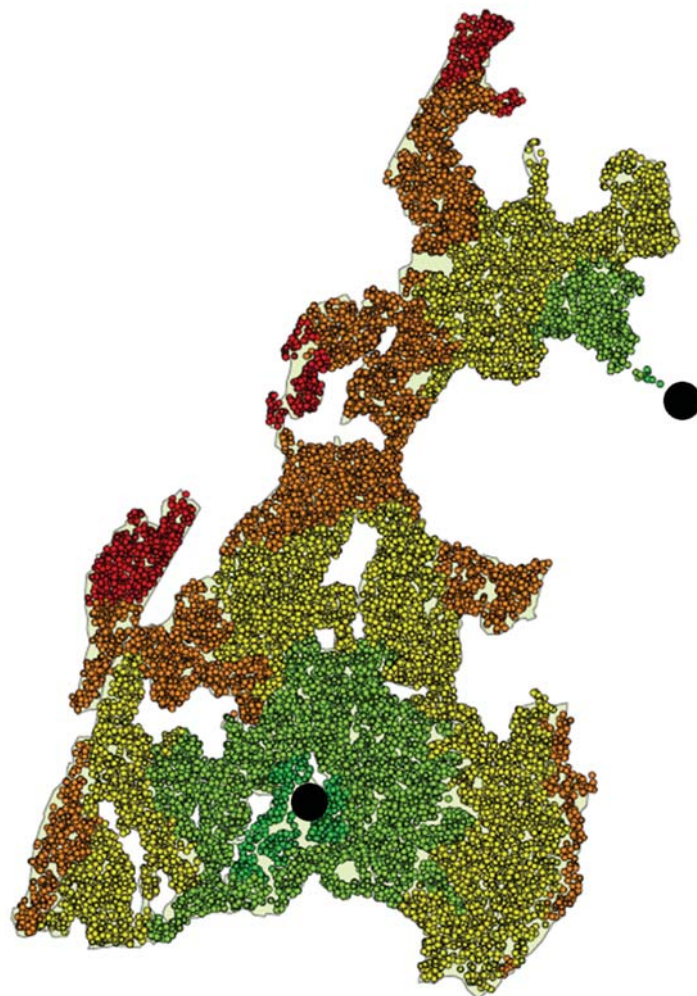




Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 908–2016

Beslutsstöd för stubbskörd

Utveckling av ett prototypprogram för snabbare implementering i skogsbruket

Decision-support tool for stump harvest

Development of prototype software for faster implementation in forestry

Nazmul Bhuiyan, Björn Hannrup, Maria Nordström och Anders Larsolle

Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 908-2016

I serien Arbetsrapport finns bakgrundsmaterial, metod-beskrivningar, resultat, analyser och slutsatser från både pågående och avslutad forskning.

Titel:

Beslutsstöd för stubbskörd.
– Utveckling av ett prototypprogram för snabbare implementering i skogsbruket.

Decision-support tool for stump harvest.

– Development of prototype software for faster implementation in forestry.

Bildtext:

Exempel på karta över stubbar på ett objekt där varje stubbe är färgad utifrån beräknat kortaste skotningsavstånd.

Ämnesord:

Stubbrytning, skogsbränsle, skördardata.

Stump harvest, forest fuel, harvester data.

Redigering och formgivning:

Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2016

ISSN 1404-305X



SKOGFORSK

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala

Tel: 018-18 85 00 Fax: 018-18 86 00

skogforsk@skogforsk.se

skogforsk.se



Nazmul Bhuiyan, civ.ing. teknisk fysik. Anställdes 2010 vid Skogforsk och arbetar främst med utveckling av mjukvaror och algoritmer kopplade till StanForD och skogsmaskiner.



Björn Hannrup, SkogD. Arbetar på Skogforsk med frågor kring skördardata och tillvaratagande av virkesvärden.



Maria Nordström, teknLic. Jobbar sedan 2008 med frågor kring virkesvärde på Skogforsk. Fokus ligger på utveckling av dimensionsmätning i skördare, kvalitetssäkring samt användning av skördardata.



Anders Larsolle, AgrD. Universitetsadjunkt vid institutionen för Energi och Teknik på SLU som arbetar med bioenergi, produktion och försörjning samt geografisk analys, modellering, simulering och logistik.

Abstract

Through the research programme STandUP for Energy, Skogforsk has collaborated with SLU and KTH on developing a decision-support model for stump harvest. The model has four components: production economy, soil/water, biodiversity and energy/climate. Skogforsk was responsible for developing the economic component, and making this available to the forestry sector in the form of a prototype software package.

In collaboration with SLU, a prototype software package has been developed, based on automatic management of harvester data and other input data in different GIS layers. The software shows estimated revenue, costs, stump quantities and forwarding distance in tables and diagrams, and visualises stumps and suitable areas for harvest on a map together with selected GIS layers. The map also shows which landing that is the most cost-effective for each stump, and which stumps that should be left; that should improve planning of the logistics on the site.

Our assessment is that the prototype software could be used as an interactive tool for planning stump harvest at site level. However, users of the prototype software should be aware that the results have not yet been validated, so it is important to compare outcome at site level predicted by the software and corresponding outcome from practical stump harvest.

Förord

Utvecklingen av prototypprogrammet har finansierats gemensamt av forskningsprogrammen STandUP for Energy och Effektivare skogsbränslesystem (ESS). De bakomliggande modellerna har utvecklats i samarbete med SLU och KTH inom ramarna för STandUP for Energy.

Arbetet i projektet har bedrivits i en arbetsgrupp bestående av Maria Nordström, Björn Hannrup och Nazmul Bhuiyan. Nazmul Bhuiyan har programmerat prototypprogrammet med stort stöd av Anders Larsolle på SLU.

Vi vill tacka Catarina Lundgren på SCA Skog för värdefulla inspel till utformningen av programmet.

Uppsala i maj 2016,

Maria Nordström (projektledare)

Innehåll

Förord	1
Ordlista	3
Sammanfattning.....	4
Bakgrund	4
Syfte och mål.....	5
Avgränsningar.....	5
Metod	5
Grunddata och beräknade data.....	5
Inställningar och filter.....	7
Omvandlingsfaktorer.....	7
Filtrering av stubbar.....	7
Intäkter, kostnader och markförhållanden	8
Ny och befintlig programkod från SLU	8
Program för nätverksanalys och vägnätsgenerering.....	8
Programkod för ekonomimodellen	9
Programflöde.....	9
Resultat och diskussion	11
Karta	11
Stubbkvantiteter.....	11
Lönsamhet	11
Skotningsavstånd	11
Slutsatser och fortsatt arbete.....	11
Referenser.....	12
Bilaga 1 Kort användarhandledning med arbetsgång i prototypprogrammet Stubbval	13

Ordlista

Nedan beskrivs begrepp och förkortningar som används i dokumentet.

C++	– ett objektorienterat programmeringsspråk.
Delphi	– ett objektorienterat programmeringsspråk i vilket många av Skogforsks demonstrationsprogram är skrivna.
Hpr-fil	– en produktionsfil från skördare genererad enligt StanForD 2010. Hpr står för h arvested p roduction och är en nyare motsvarighet till det äldre pri-formatet enligt StanForD Classic.
MATLAB	– matrix laboratory, är ett datorprogram och högnivå programmeringsspråk kapabelt till en stor mängd matematiska beräkningar och tekniska analyser/simuleringar.
Shapefil	– geografiska data lagrade i Esrís filformat.shp med brett stöd bland kommersiella GIS-applikationer.
STandUp for Energy	– ett forskningsprogram som är en del av regeringens satsning på forskning inom områden av strategisk betydelse för samhälle och näringsliv och är ett samarbete mellan Uppsala universitet, KTH, SLU och Luleå tekniska universitet.
StanForD 2010	Standard for Forest machine Data and communication , är en standard för data-kommunikation till/från/mellan skogsmaskiner. StanForD 2010 är en nydaning av den äldre standarden StanForD Classic som har funnits sedan slutet på 1980-talet.

Sammanfattning

Skogforsk har inom forskningsprogrammet ”STandUP for Energy” tillsammans med SLU och KTH tagit fram en beslutsstödsmodell för stubbskörd bestående av fyra delmodeller: produktionsekonomi, mark/vatten, biodiversitet samt energi/klimat. Skogforsk har ansvarat för att utveckla den ekonomiska delmodellen och tillgängliggöra denna för skogsbruket i form av ett prototypprogram. I samarbete med SLU har därför ett prototypprogram utvecklats som utifrån automatisk hantering av skördardata och andra indata i olika GIS-skikt redovisar beräknade intäkter, kostnader, stubbkvantiteter och skotningsavstånd i tabeller och diagram, samt visualiserar stubbar och områden som är lämpliga för uttag i en kartbild tillsammans med inlästa GIS-skikt. Ur kartbilden framgår även till vilket avlägg det är lönsammast att transportera varje stubbe och vilka stubbar som är planerade att lämnas kvar, vilket borde underlätta planeringen av logistiken på objektet. Vår bedömning är att framtaget prototypprogram bör kunna fungera som ett interaktivt verktyg för planering av stubbskörd på objektsnivå. Användare av prototypprogrammet bör vara medvetna om att resultaten från programmet ännu inte har validerats varför det är angeläget att objektsvisa jämförelser görs mellan prognostiserat utfall från prototypprogrammet och motsvarande utfall från praktisk stubbrytning.

Bakgrund

Skogforsk har inom forskningsprogrammet ”STandUP for Energy” tillsammans med SLU och KTH tagit fram en beslutsstödsmodell för stubbskörd som kombinerar kriteriet produktionsekonomi med miljökriterierna hänsyn till mark/vatten, biodiversitet samt energi/klimat (Larsolle m.fl. 2016). I fyra delmodeller beräknas, oberoende av varandra, värdet av att skörda respektive lämna kvar varje enskild stubbe med hänsyn till det egna kriteriet. Utifrån användarens önskemål om hur resultaten från de olika delmodellerna ska viktas, kan modellen sedan väga ihop de olika resultaten till ett stubbvis beslut om uttag eller kvarlämnande. Modellen i sig värderar inte något kriterium över ett annat, utan är tänkt att fungera som ett objektivet stöd i planerings- och beslutsprocessen och därigenom bidra till en stubbskörd som ger ett tillfredsställande ekonomiskt utbyte samtidigt som miljörelaterade mål uppfylls.

Värderingen av stubbars brytvärde utgående från ekonomiska faktorer har beräknats per stubbe och baserats på stubbens trädslag, storlek och nettointäkt. När det gäller trädslag, skördas idag normalt endast stubbar av gran och tall enligt Skogsstyrelsens rekommendationer (Skogsstyrelsen, 2009). Stubbens storlek har betydelse för produktionsekonomin varför skörd av stora stubbar bör prioriteras framför skörd av mindre stubbar. Nettointäkten vid bilväg beräknas som skillnaden mellan intäkt och kostnad. Intäkten för skördade stubbar definieras vid bilväg och beräknas för varje stubbe som kvantitet skogsbränsle från stubben multiplicerat med ett antaget pris. Kostnaden beräknas separat för lyftning respektive skotning som tidsåtgången multiplicerat med en timkostnad för maskinerna.

Skogforsk har ansvarat för att utveckla den ekonomiska delmodellen och tillgängliggöra denna för skogsbruket i form av ett prototypprogram.

Syfte och mål

Syftet med projektet har varit att förse skogsbruket med ett verktyg för att kunna välja ut lämpliga trakter för stubbskörd och skatta det ekonomiska utfallet från dessa.

Målet med projektet har varit att utveckla ett prototypprogram att användas vid planering av stubbskörd som ska kunna:

- Läs in skördardata och annan indata som t.ex. olika GIS-skikt.
- Beräkna, med hjälp av den ekonomiska delmodellen, vilka stubbar på ett objekt som bör väljas för stubbskörd.
- Presentera resultaten som kartor och tabeller i ett användargränssnitt.

Avgränsningar

Det är endast de produktionsekonomiska faktorerna från beslutsstödsmodellen i form av den ekonomiska delmodellen som förs in i prototypprogrammet. Programmet ska stödja användaren i att avgöra om ett objekt är lämpligt för stubbrytning utifrån ett produktionsekonomiskt perspektiv genom att redovisa beräknade intäkter, kostnader, stubbkvantiteter och skotningsavstånd. Stubbar och områden som är lämpliga för uttag eller kvarlämnande ska visualiseras i en kartbild med ett ortofoto av objektet som bakgrundsbild.

Metod

GRUNDDATA OCH BERÄKNADE DATA

Beslutsstödsmodellen använder sig av flera olika datakällor i sitt beräkningsunderlag, där den direkta informationen om varje enskild stubbe kommer från den datainsamling som görs i skördarens produktionsfiler: hpr-filerna. Stubbvisa data som används i ekonomimodellen är dels direkta grunddata om varje träd lagrade i produktionsfilen, dels data om stubben som beräknats från grunddata med hjälp av kända samband. I Tabell 1 listas de stubbvisa data som används i ekonomimodellen.

Tabell 1.
Stubbvisa data med enhet, inkludering i skördardata och användning i ekonomimodellen.

Data per stubbe	Enhet	Skördardata	Användning
Stamnummer		Ja.	Löpnnummer för identifiering av stubbarna mellan olika programmoduler
Koordinater	m	Ja.	Ingångsvariabel för att bestämma körsträckan mellan stubbe och avlägg, vilket i sin tur utgör underlag för beräkning av skotningskostnaden.
Trädslag		Ja.	Ingångsvariabel vid beräkning av produktionskostnader, stubbdiameter och kvantiteter tillgängligt skogsbränsle. Även vid filtrering av data m.a.p. trädslag för att skilja ut stubbar av gran och tall.
DBH	mm	Ja.	Ingångsvariabel för att beräkna kvantitet biomassa i stubbe och rötter hos trädets. Räknas om till stubbdiameter med funktioner för trädets avsmalning i rotänden (Räsänen m.fl. 2007).
Stubbdiameter	cm	Nej, beräknad.	Ingångsvariabel för kostnadsfunktionerna för lyftning av stubben.
Stubbkvantitet	kg, m ³ , kWh	Nej, beräknad	Summering för redovisning av mängden stubbar som kan komma att brytas.

Stubbens diameter beräknas från stammens brösthöjdsdiameter enligt Räsänen m.fl. (2007). Mängden möjlig torrsvikt för stubbar efter avverkning kunde beräknas med ledning av stubbvisa funktioner framtagna av Petersson och Ståhl (2006), medan volym och energiinnehåll beräknades med omföringstal. Övriga grunddata är den GPS-loggning av skördarens position under avverkning som kan aktiveras i skördaren. GPS-loggen används för att identifiera stickvägarna på objektet. Ett exempel på hur denna loggning kan se ut ses i Figur 1.



Figur 1.
Skördarens körstråk (gröna linjer) loggade med GPS visar var på objektet skördaren har kört under avverkningen. Körstråken används som underlag till nätverksanalysen där ett mer sammanhållet vägnät utan överlappningar genereras.

INSTÄLLNINGAR OCH FILTER

Omvandlingsfaktorer

För stubbar, liksom för andra skogsbränslesortiment, arbetar olika aktörer med olika måttenheter. Som nämnts erhöles torrvikten för stubbar från biomassa-funktioner medan råvikt, fast volym, stjälpvolym, energi torr och energi fuktig beräknades utifrån skattad torrsvikt och omföringstal enligt Tabell 2. Förinställda värden följer resonemang från Möller m.fl. (2009).

Tabell 2.
Måttenheter per stubbe med omvandlingsfaktorer.

Måttenhet	Enhet	Omvandlingsfaktor	Förinställt värde
Torrsvikt	kg		
Råsvikt	kg	Fukthalt	50 procent
Fast volym	m ³ fub	Torr-rådensitet	Tall: 440 kg/m ³ , gran: 420 kg/m ³ , övriga: 490 kg/m ³
Stjälpvolym	m ³ s	Fastvolymandel för flis	40 procent
Energi torr	kWh	Effektivt värmevärde	19,2 MJ/kg torrsbstans
Energi fuktig	kWh	Effektivt värmevärde För fuktigt material	16,8 MJ/kg torrsbstans

Filtrering av stubbar

Ekonomimodellen fattar beslut om vilka stubbar som är lönsamma att ta ut utifrån en kostnads-/intäktsanalys per stubbe. Prototypprogrammet försågs med filtreringsmöjligheter för att kunna filtrera ut stubbar både före och efter den implementerade ekonomimodellens analys. Efter att ekonomimodellen har verkat bör en efterfiltrering av stubbar kunna göras för att ställa högre krav på netto per stubbe.

Det finns flera anledningar att inkludera en funktion som möjliggör filtrering av stubbar innan ekonomimodellen tar vid, t.ex.:

- Enligt Skogsstyrelsens rekommendationer ska endast stubbar av barrträd skördas, varför ett trädslagsfilter var nödvändigt (Skogsstyrelsen 2009).
- I produktionsfilerna är det möjligt att få ut trädvis information om huruvida grenar och toppar har tagits tillvara som skogsbränsle eller ej (s.k. grotanpassning). På fuktiga och blöta marker används grot i körvägen för att öka bärigheten, och det ska därför vara möjligt att ange om stubbrytning ska ske på sådana marker (görs stubbskörden långt efter avverkningen är det inte säkert att marken fortfarande har samma bärighet som vid avverkningen). Ett filter för om uttag av stubbar ska ske på hela objektet eller enbart grotanpassad areal var därför nödvändigt.
- Eftersom hantering av små stubbar tar lång tid i relation till de volymer som produceras och riktigt stora stubbar kan vara svårhanterliga, bör inställningar finnas för att sätta undre och övre brytgränser för stubbdiameter.

Intäkter, kostnader och markförhållanden

I ekonomimodellen beräknas nettointäkten vid bilväg som skillnaden mellan intäkt och kostnad där intäkten är den skattade kvantiteten stubbar multiplicerat med ett antaget pris, och kostnaden beräknas separat för lyftning respektive skotning som beräknad tidsåtgång multiplicerad med en timkostnad för maskinerna. I prototypprogrammet kan användaren lägga in sina egna priser och kostnader. För ekonomimodellen spelar även objektets markförhållanden in, varför även inställningar för dessa finns tillgängliga. Inställningarna för intäkter, kostnader och markförhållanden tillsammans med förinställda värden framgår av Tabell 3.

Tabell 3.
Inställningar för intäkter, kostnader och markförhållanden med förinställda värden.

Inställning	Förinställt värde
Intäkt vid bilväg	90 kr/MWh
Timkostnad stubblyftare	1 100 kr/G ₀ h
Timkostnad skotare	850 kr/G ₀ h
Grundförhållanden	Klass 2
Ytstruktur	Klass 2
Lutning	Klass 2

NY OCH BEFINTLIG PROGRAMKOD FRÅN SLU

Utvecklingen av prototypprogrammet har skett i nära samarbete och med stöd av Anders Larsolle, universitetsadjunkt vid institutionen för Energi och Teknik på SLU. SLU försåg Skogforsk med både befintlig kod innehållande beräkningskärnan för ekonomimodellen, och nyutvecklad kod för generering av vägnät mellan stubbars växtplatser och de avläggsplatser dit stubbar ska transporteras.

Program för nätverksanalys och vägnätsgenerering

Skotningsavståndet för varje stubbe är en viktig post i beräkningen av kostnad för stubbskörd, och för att beräkna skotningsavståndet behövs information om hur skotaren har kört i objektet. Vi gjorde antagandet att skotaren följer i skördarens spår och att samma avlägg som för rundvirke används. För att beräkna transportavståndet från växtplats till avläggsplats gjordes därför en s.k. nätverksanalys av de körstråk som loggats med skördarens GPS-utrustning under avverkningen för att finna möjliga transportvägar mellan stubbar och avlägg samt kortaste väg mellan dessa.

Till en början hade SLU manuellt preparerade indata till ekonomimodellen, men för det prototypprogram som skulle utvecklas var automatisk hantering av indata nödvändig. Ett upplevt problem vid övergången till automatisk hantering av indata var att loggade körstråk överlappade varandra där skördaren hade kört flera gånger och sträckorna i loggningen ibland saknade knypunkter där vägar möttes. En s.k. städalgoritm utvecklades därför av SLU som skulle föregå nätverksanalysen så att kortaste skotningsavstånd kunde beräknas utan att vägar överlappade varandra. En ansats till nätverksanalys inklusive vägnätsgenerering och städalgoritm levererades av SLU till Skogforsk som två fristående konsolprogram.

Programkod för ekonomimodellen

Den ekonomiska beslutsmodellen implementerades till en början i MATLAB-kod hos SLU. Utvecklingen av prototypprogrammet skulle ske med Delphi som programmeringsspråk, medan programkoden för ekonomimodellen och vägnätsgenereringen var beroende av MATLAB. MATLAB-modulen ”MATLAB Compiler” användes därför för att kompilera respektive källkod till fristående exekverbar kod som kunde användas av anropande program på en dator utan MATLAB installerad. På så sätt hade befintlig kod tillgängliggjorts som två separata programmoduler för det prototypprogram som skulle utvecklas. Det återstod dock två problem: vid arbetet i MATLAB användes preparerade indata och exekveringstiden för MATLAB-implementeringen var lång. Då prototypprogrammet var tänkt som ett interaktivt verktyg, skrevs levererade programmoduler om av SLU i programmeringsspråket C++ med stöd för direkta indata. I och med detta steg ökade prestandan markant samtidigt som programmodulerna kunde användas mer generellt för olika objekt.

PROGRAMFLÖDE

Arbetet med att automatisera hanteringen av indata och frigöra SLU:s programkod från MATLAB-miljön resulterade således i att totalt tre programmoduler skrivna i C++ fanns till Skogsforsks förfogande vid utvecklingen av prototypprogrammet. Nödvändiga utbyten av data mellan programmoduler och prototypprogram identifierades, och ett programflöde sattes upp enligt vilket programmeringen av prototypprogrammet skedde. Figur 2 visar detta programflöde med in- och utdata mellan programmoduler och prototypprogram. Arbetsgången i prototypprogrammets användargränssnitt finns beskriven i en kort användarhandledning i Bilaga 1.



Figur 2.
Programflöde med in- och utdata mellan programmoduler och prototypprogram.

Resultat och diskussion

Figurer som illustrerar samtliga nedanstående resultat finns i den användarhandledning som har skrivits för prototypprogrammet (Bilaga 1); dessa tas därför inte med här.

KARTA

En kartbild arbetades in i programmet för att ge användaren en god överblick över aktuellt objekt och de data som läses in, men även för redovisning av stubbvisa resultat. Med ledning av kartbilden kan användaren följa hur loggspår, avlägg och stubbar läses in av programmet. Stöd för att lägga in ett ortofoto som bakgrundsbild utvecklades för att underlätta orientering inom stora objekt. Kartan med tillhörande arealberäkning gjordes interaktiv vilket innebär att den uppdateras så att användaren direkt kan se effekten av en eventuell filtrering av stubbar. Tillgång till en kartbild möjliggör även redovisning av eventuell areal som har avverkats men där stubbrytning inte kommer att vara aktuell (t.ex. klen skog, lövskog, blöta partier m.m.).

STUBBKVANTITETER

Med hjälp av biomassafunktioner och omföringstal kunde stubbkvantiteter beräknas och sedan summeras för objektet. Möjlig biomassa utifrån satta filter kunde därför presenteras i tabeller och diagram både före och efter att ekonomimodellen kopplades in. Utöver faktiska siffror totalt, per diameterklass och per trädslag, kunde även kvantiteter per hektar redovisas tillsammans med beräknad areal.

LÖNSAMHET

Lönsamheten redovisades i tabellform där netto som differensen mellan intäkter och kostnader framgick totalt och per trädslag. Utöver möjlighet till redovisning per hektar, kunde även siffror per ton torrsubstans presenteras för användaren. Netto per stubbe togs fram som ett kartlager med tillhörande filter för att välja bort mindre lönsamma stubbar.

SKOTNINGSAVSTÅND

För att få en bild av avstånd mellan växtplatser och avlägg sammanställdes även skotningsavstånden per stubbe så att medelskotningsavståndet och spridningen runt detta kunde presenteras som ett diagram i gränssnittet. Ett kartlager som visar till vilket avlägg varje stubbe lämpligen transporteras togs fram för att underlätta planeringen av logistiken på objektet.

SLUTSATSER OCH FORTSATT ARBETE

Vår bedömning är att framtaget prototypprogram bör kunna fungera som ett interaktivt verktyg för planering av stubbskörd på objektsnivå. Programmodulerna från SLU klarar av att bearbeta bitvis komplexa och stora datamängder automatisk utan nämnvärd tidsfördröjning, vilket vi ser positivt på inför framtida användning.

Den automatiska hanteringen av indata förenklar visserligen hanteringen av indata i programmet, men med nackdelen att förenklingar görs mot verkligheten som kan få konsekvenser för utfallet (t.ex. dragningen av kortaste väg till avlägg som kan korsa vattendrag). Användare av prototypprogrammet bör vara medvetna om att resultaten från programmet ännu inte har validerats varför det är angeläget att objektsvisa jämförelser görs mellan prognostiserat utfall från prototypprogrammet och motsvarande utfall från praktisk stubbrytning.

Referenser

- Larsolle, A., Hannrup, B., Jönsson, M., Mörtberg, U., Nordström, M., Olsson B., Rudolphi, J. & Strömgren, M. 2016. Modellbaserat beslutsstöd för skörd av stubbar. SLU. Opublicerad rapport.
- Larsolle, A. 2014. Prototypprogram för ekonomiskt beslutsstöd vid stubbskörd – skördardatapreparering. SLU. Opublicerad rapport.
- Möller, J. J., Hannrup, B., Larsson, W., Barth, A. & Arlinger, J. 2009. Ett system för beräkning och geografisk visualisering av avverkade kvantiteter skogsbränsle baserat på skördardata. Skogforsk. Arbetsrapport 677.
- Petersson, H. & Ståhl, G. 2006. Functions for below-ground biomass of *Pinus sylvestris*, *Picea abies* and *Betula pubescens* in Sweden.
- Räsänen, T., Poikela, A. & Arlinger, J. 2007. Spp-file in StanForD. Opublicerat manuskript.
- Skogsstyrelsen 2009. Stubbskörd – Kunskapssammanställning och Skogsstyrelsens rekommendationer. Skogsstyrelsen. Meddelande 4/2009.

Kort användarhandledning med arbetsgång i prototypprogrammet Stubbval

UPPSTART

Det första som möter användaren i prototypprogrammets användargränssnitt, är en sida med möjlighet att ställa omvandlingsfaktorer med förinställda värden enligt Figur 1.

The screenshot shows the 'Omvandlingsfaktorer' tab in the Stubbval prototype program. The interface is divided into two main sections: a left sidebar with navigation links and a main content area for setting conversion factors.

Left Sidebar:

- Läs in loggspår
- Läs in avlägg
- Läs in stubbar
- Ladda kartbild

Main Content Area:

At the top, there are two tabs: 'Karta' and 'Omvandlingsfaktorer' (selected).

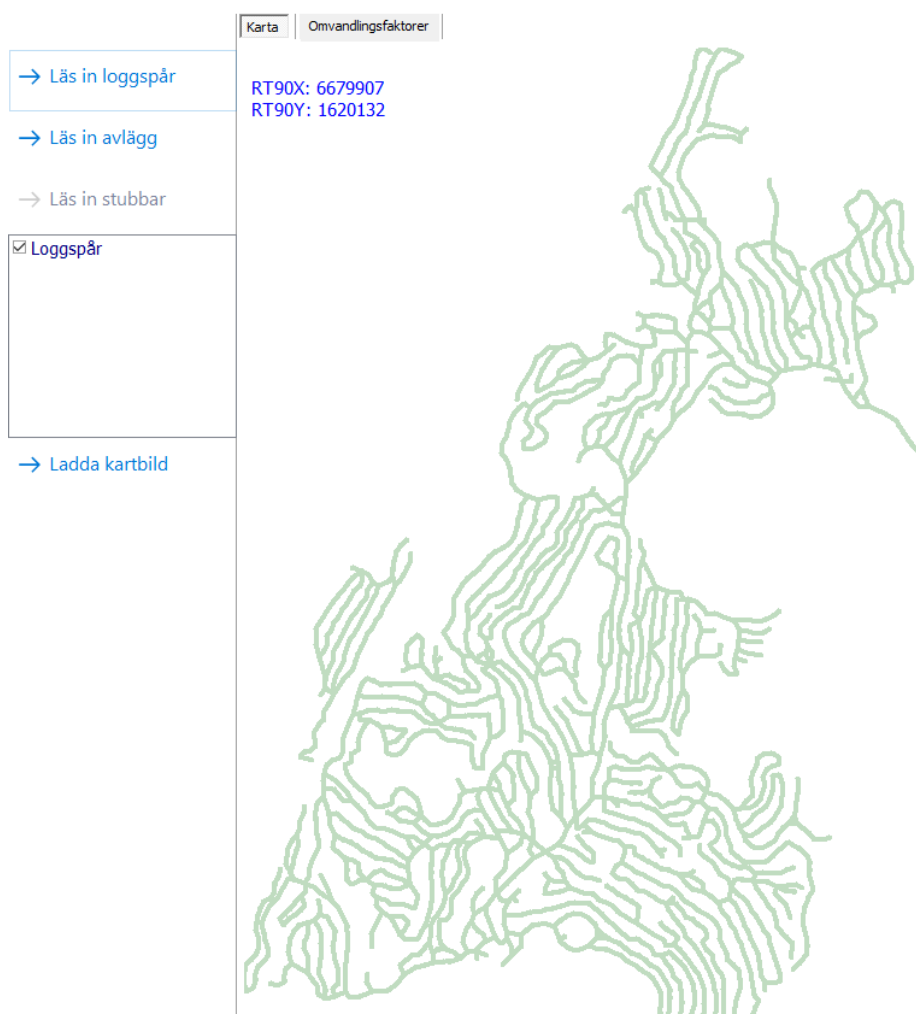
The main content area contains the following input fields:

- Fukthalt:** 50 %
- Effektivt värmevärde:** 19.2 MJ/kg TS
- Fastvolymandel för flis:** 40 %
- Torr-rådensitet:**
 - Tall:** 440
 - Gran:** 420
 - Övrigt:** 490 kg/m³

Figur 1.
Förinställda värden för omvandlingsfaktorerna fukthalt, effektivt värmevärde, fastvolymandel för flis och torr-rådensitet för tall, gran respektive övriga trädslag.

1. LÄS IN LOGGSPÅR

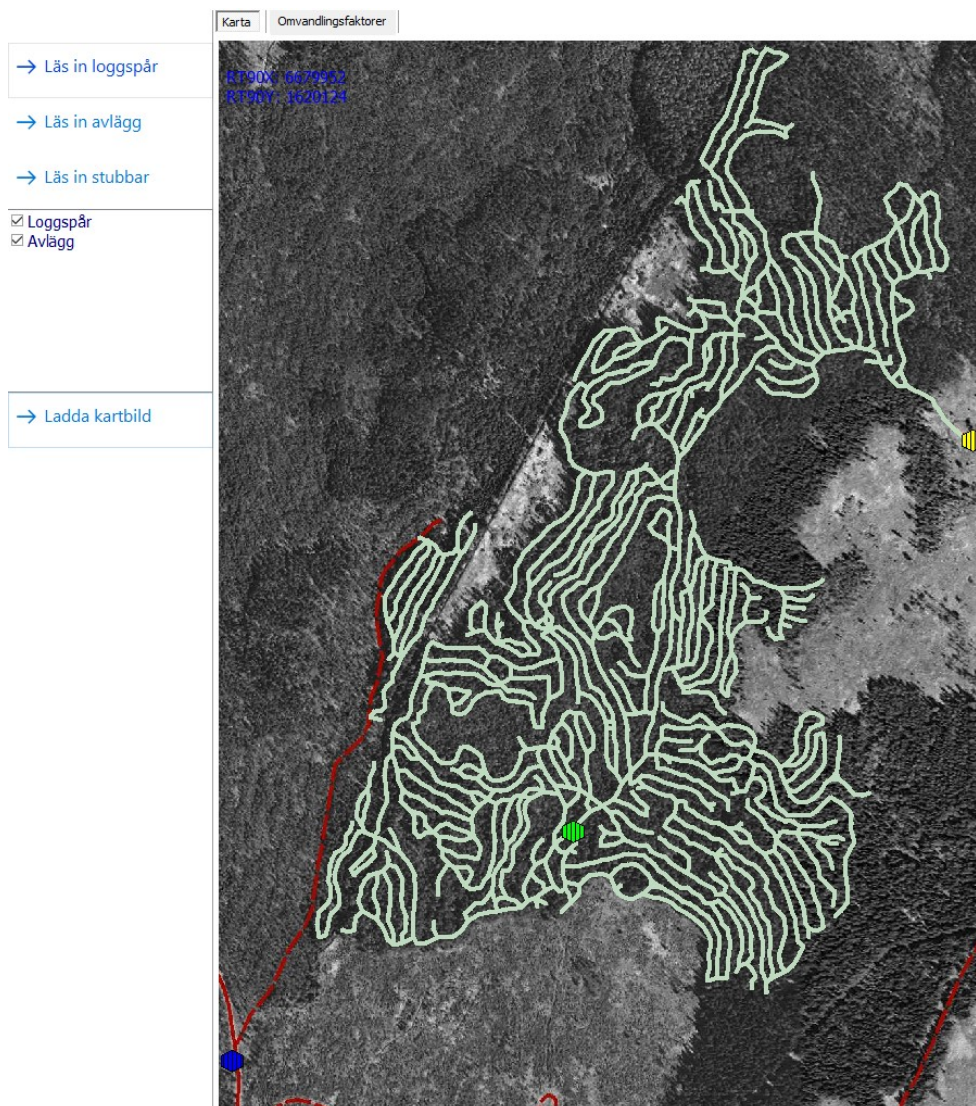
Till vänster finns en knapp märkt "Läs in loggspår" som öppnar en dialogruta för att välja shapefil innehållande skördarens loggade körstråk. När loggspår har valts, anropas programmodulen med städalgoritmen och det städade vägnätet presenteras i gränssnittet (Figur 2). Observera att programmet i nuläget endast stödjer loggspår med koordinater angivna i koordinatsystemet RT 90 2.5 gon V.



Figur 2.
Städade loggspår.

2. LÄS IN AVLÄGG OCH EVENTUELL BAKGRUNDSBILD

Efter att loggspåren är inlästa kan avläggen läsas in från en shapefil via en dialogruta genom att trycka på knappen "Läs in avlägg" i Figur 2. Observera att programmet endast stödjer avlägg med koordinater angivna i något av koordinatsystemen WGS 84 och RT 90 2.5 gon V. Inlästa avlägg presenteras i gränssnittet enligt Figur 3.

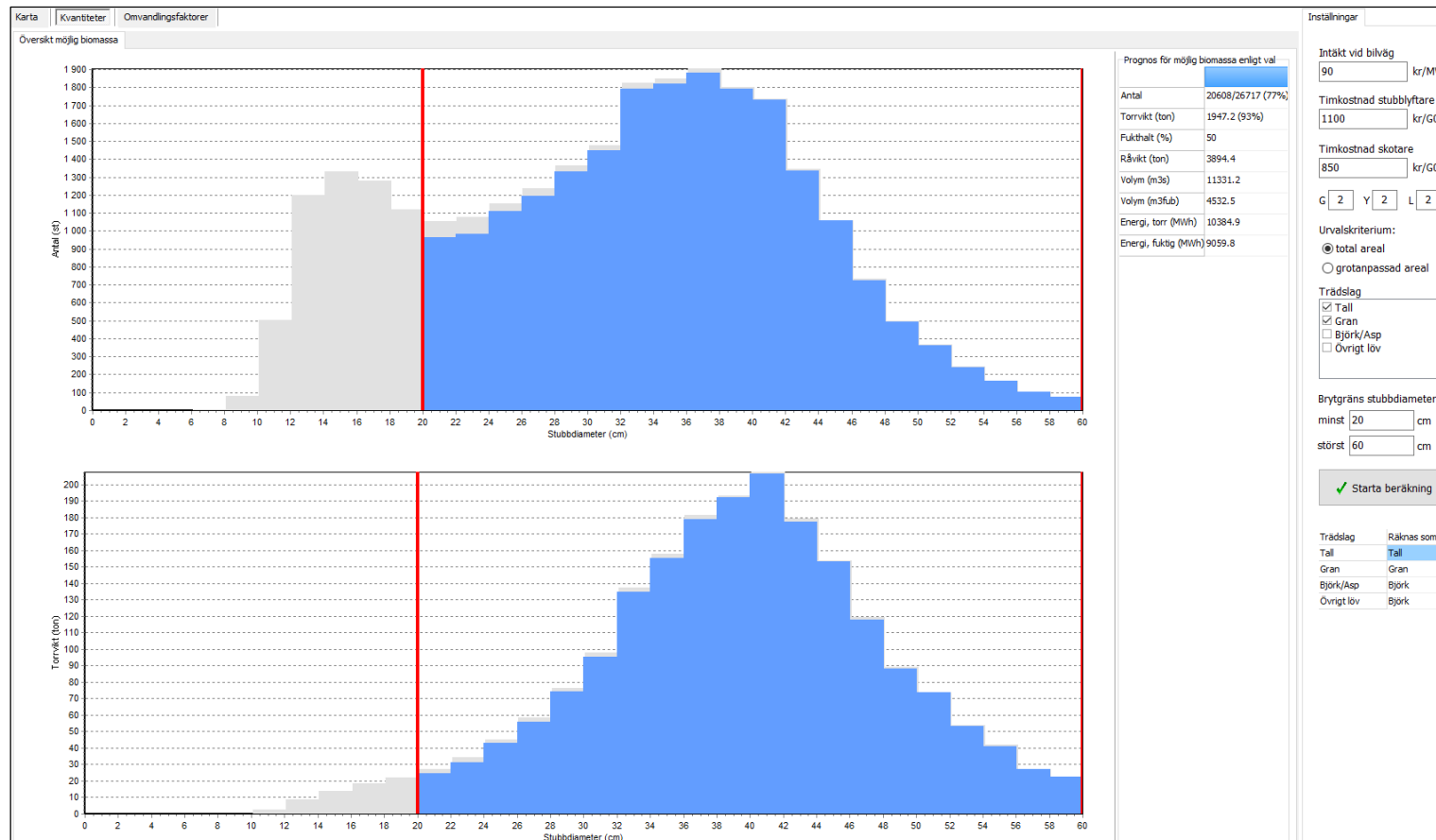


Figur 3.
Inlästa avlägg. I figuren har tre avlägg lästs in och ett ortofoto lagts in som bakgrundsbild.

Det är möjligt att lägga in ett ortofoto som bakgrundsbild i kartan. Detta kan göras med knappen "Ladda kartbild" i Figur 3. Ortofotot behöver vara georefererat i koordinatsystemet RT 90 2.5 gon V. Ett exempel på en inläst bakgrundsbild kan ses i Figur 3.

3. LÄS IN STUBBAR

Med knappen ”Läs in stubbar” kan stubbdata läsas in från en produktionsfil och möjlig biomassa presenteras summerat till en total och per diameterklass enligt Figur 4. Det är nu möjligt att göra en första filtrering av vilka stubbar som ska ingå i beräkningarna utifrån trädslag, uttag på endast grotanpassad areal och minsta respektive största stubbdiameter för brytning. Det är även möjligt att ändra intäkts-/kostnadsrelaterade inställningar samt inställningar relaterade till markförhållanden. En närbild på inställningarna som finns till höger i användargränssnittet enligt Figur 4 kan ses i Figur 5.



Figur 4.

Översikt över möjlig biomassa totalt/per diameterklass med möjlighet till filtrering av stubbar och ändring av intäkts-/kostnadsrelaterade inställningar samt inställningar relaterade till markförhållanden.

Inställningar

Intäkt vid bilväg

90

 kr/MWh

Timkostnad stubblyftare

1100

 kr/G0h

Timkostnad skotare

850

 kr/G0h

G

2

 Y

2

 L

2

Urvalskriterium:
☒ total areal
☐ grotanpassad areal

Trädslag

☒ Tall
☒ Gran
☐ Björk/Asp
☐ Övrigt löv

Brytgräns stubbdiameter
minst

20

 cm
störst

60

 cm

✓

 Starta beräkning

Trädslag	Räknas som
Tall	Tall
Gran	Gran
Björk/Asp	Björk
Övrigt löv	Björk

Figur 5.

Möjlighet till att ändra intäkts-/kostnadsrelaterade inställningar, inställningar för markförhållanden (grundförhållanden, ytstruktur och lutning), begränsning av uttag till grotanpassad areal, filter för trädslag och filter för minsta respektive största stubbdiameter för brytning.

4. STARTA BERÄKNING

När inställningarna för filtrering enligt Figur 5 har gått igenom kan analys påbörjas med knappen ”Starta beräkning” som finns i samma panel.

RESULTAT

Efter att resultat har lästs in från ekonomimodellen, presenteras de stubb-kvantiteter (uppdelade på trädslag) som har prognosticerats för uttag enligt Figur 6.

Karta

Lösamhet

Kvantiteter

Skotningsavstånd

Omvandlingsfaktorer

Per trädslag

Diagram

☒ faktiska siffror

☐ per ha

☐ procent

	Totalt	Tall	Gran	Björk/Asp	Övrigt löv
Antal	16171/26717 (61%)	8417	7754	0	0
Torrsvikt (ton)	1710.1 (82%)	861	849.1	0	0
Fukthalt (%)	50	50	50		
Råsvikt (ton)	3420.2	1722	1698.2	0	0
Volym (m3s)	9946.2	4892.2	5054	0	0
Volym (m3fub)	3978.5	1956.9	2021.6	0	0
Energi, torr (MWh)	9120.5	4592.1	4528.4	0	0
Energi, fuktig (MWh)	7956.7	4006.1	3950.6	0	0

Figur 6.
Prognosticerade stubbkvantiteter per trädslag för uttag.

Under fliken ”Diagram” finns uppdaterade versioner av de diagram som finns i Figur 4. Under fliken ”Lösamhet” presenteras intäkter, kostnader och netto i faktiska siffror och per hektar enligt Figur 7.

Karta

Lösamhet

Kvantiteter

Skotningsavstånd

Omvandlingsfaktorer

☒ faktiska siffror

☐ per tonTS

☐ per ha

☐ procent

	Totalt	Tall	Gran	Björk/Asp	Övrigt löv
Intäkter (kr)	820185	412932	407252	0	0
Kostnader (kr)	641415	334743	306672	0	0
Netto (kr)	178770	78190	100580	0	0
Areal (ha)	41				
Skotningsavstånd (m)	382				

Figur 7.
Intäkter, kostnader och netto per trädslag.

Här framgår även vilken areal som uttagna stubbar kommer att brytas på och vilket genomsnittligt skotningsavstånd som har prognosticerats för uttagna stubbar. Längst till höger i användargränssnittet finns ett lönsamhetsfilter där stubbar med lägre netto än en viss summa kan filtreras bort. Dessutom finns en kontroll för vilket resultat som ska visas på kartan med tillhörande symbolförklaring. Båda dessa kan ses i Figur 8.

Resultatfilter

Lönsamhetsfilter

Filtrera bort stubbar med lägre netto än

0 kr

Areal

41 ha

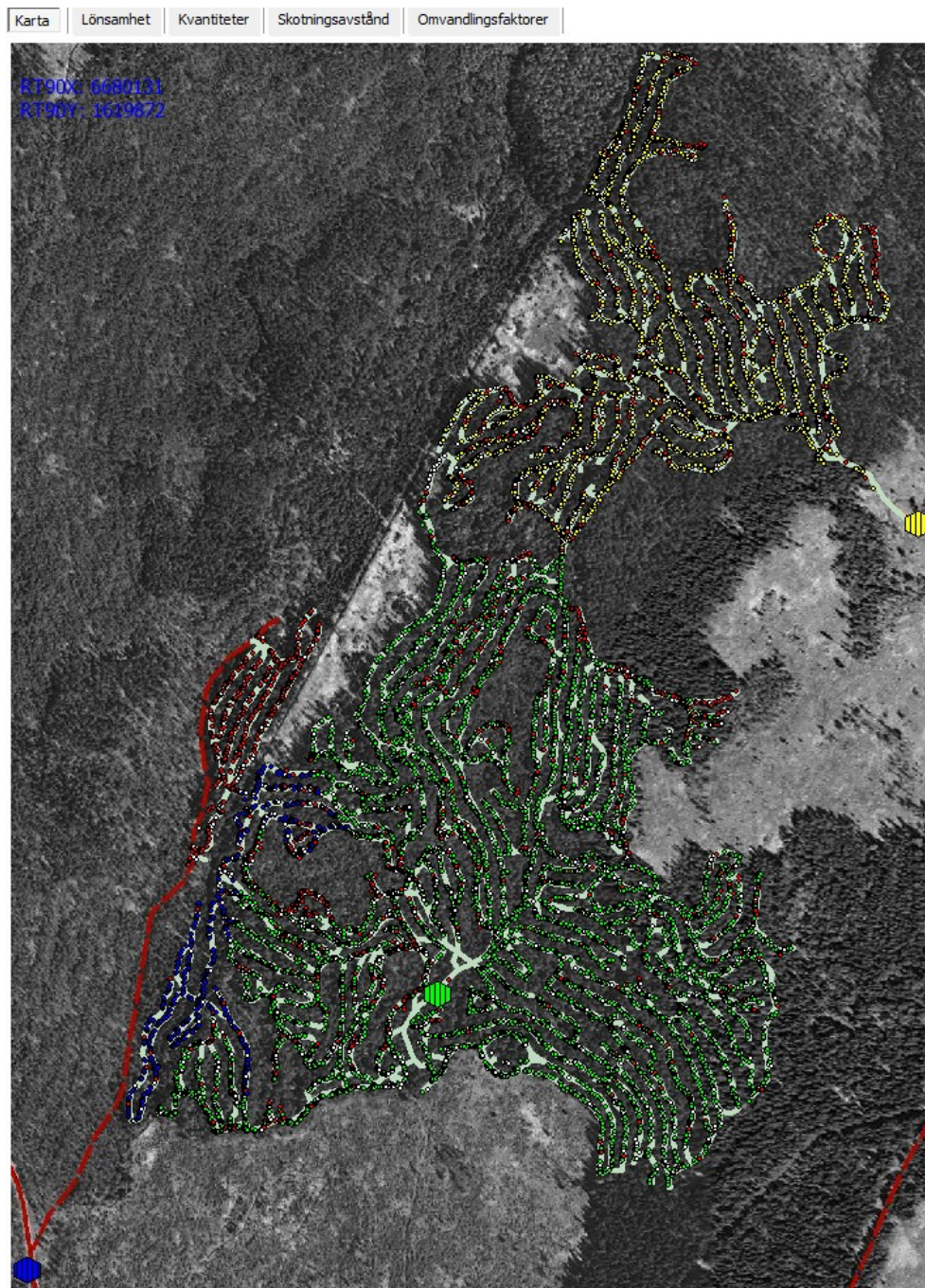
Resultat på karta

Netto (kr) ▾

■	- 0
■	0 - 5
■	5 - 10
■	10 - 15
■	15 -

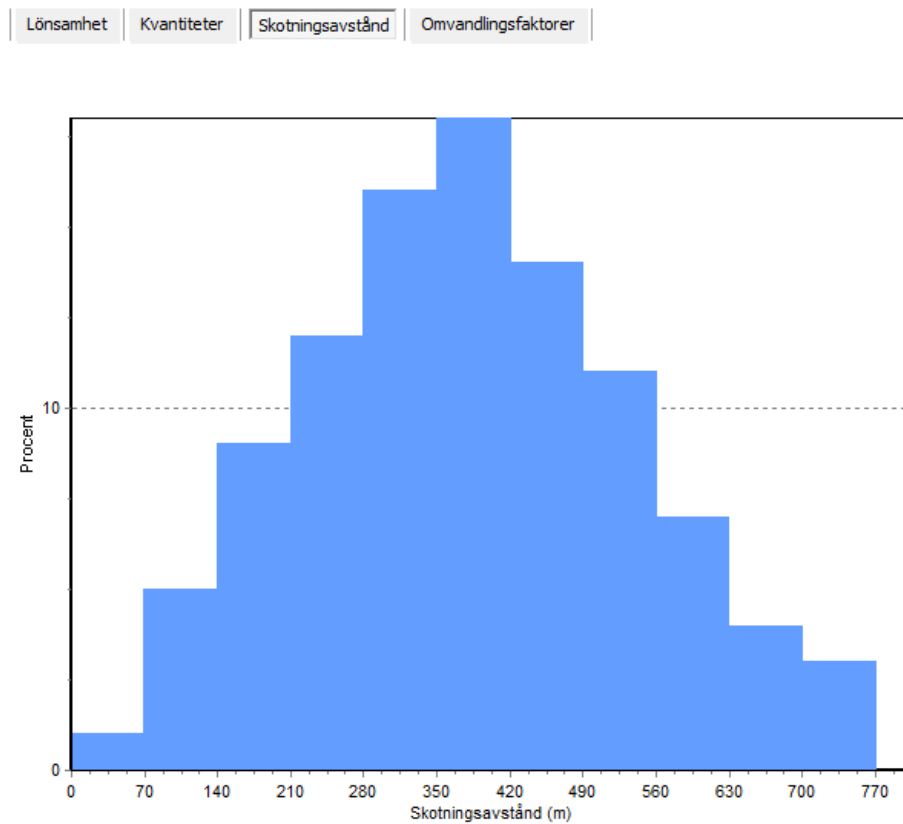
Figur 8.
Lönsamhetsfilter och kontroll för val av resultat på karta med symbolförklaring.

Under fliken ”Karta” presenteras en kartbild där varje stubbe är färgmarkerad. Färgmarkeringen kan fås utifrån lönsamhet/netto eller utifrån till vilket avlägg varje stubbe förs. Även stubbar som är tänkta att lämnas kvar finns med i båda kartlagren med egen färg. Figur 9 illustrerar ett exempel på färgmarkering utifrån till vilket avlägg stubbarna körs.



Figur 9.
Exempel på färgmarkering av stubbar utifrån till vilket avlägg de körs. För aktuellt objekt skotas stubbarna till tre olika avlägg. Stubbar som är tänkta att lämnas kvar är rödfärgade.

Bland resultaten finns även en flik märkt ”Skotningsavstånd” där fördelningen av skotningsavstånd per stubbe presenteras enligt Figur 10.



Figur 10.
Fördelning av skotningsavstånd per stubbe.

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2015

År 2015

- Nr 856 Widinghoff, J. 2015. Logistiklösning för delkvistat sortiment – Lätta skyddsplåtar på virkesbilar för transport av träddeklar och delkvistade sortiment. – Lightweight side-shields on timber trucks transporting partly delimbed energy wood. 15 s.
- Nr 857 Hannrup B, Bhuiyan N. Möller J.J. 2015. Rikstäckande utvärdering av ett system för automatiserad gallringsuppföljning. – Nationwide evaluation of a system for automated follow-up of thinning. 56 s.
- Nr 858 Frisk, M., Rönnqvist, M. & Flisberg, P. 2015. Vägrust – Projektrapport. 2015. – Vägrust – Project Report. 48 s.
- Nr 859 Asmoarp, V. & Jonsson, R. 2015. Fokusveckor 2014. Bränsleuppföljning för tre fordon inom ETT-projektet, ST-RME, ETT1 och ETT2. – Monitoring fuel consumption of three rigs in the ETT project: ST-RME, ETT1 and ETT2 42 s.
- Nr 860 Johannesson, T. 2015. Ny teknik för askåterföring i skogsmark. – New technology for ash recycling on forest floor. 14 s.
- Nr 861 Asmoarp, V., Nordström, M. & Westlund, K. 2015. Stämmer väglagervolymer? – En fallstudie inom projektet "Skogsbrukets digitala kedja". – "Are roadside stock volumes correct? – A case study in the Digital Chains in Forestry project. 17 s.
- Nr 862 Möller, J.J., Bhuiyan, N. & Hannrup, B. 2015. Utveckling och test av beslutsstöd vid automatiserad gallringsuppföljning. – Development and test of decision-support tool for automated monitoring of thinning 38 s.
- Nr 863 Jonsson, R. 2015. Prestation och kvalitet i blädning med skördare och skotare. – Performance and costs in selective harvesting with harvester and forwarder. 27 s.
- Nr 864 Englund, M., Adolfsson, Niklas, Mörk, A., & Jönsson, P. 2015. Distribuerad arbetsbelysning – LED öppnar nya möjligheter för belysning hos arbetsmaskiner. – Distributed work lighting – LED lamps improve lighting on forest and agricultural machines. 20 s.
- Nr 865 Hofsten von, H. & Funck, J. 2015. Utveckling av HCT-fordon i Sverige. – HCT, heavier vehicle, truck design, ST, ETT. 28 s.
- Nr 866 Fridh, L. 2015. Utvärdering av fukthaltsmätare PREDIKTOR Spektron Biomass. – Evaluation of the Prediktor Spektron Biomass moisture content analyser. 10 s.
- Nr 867 Fridh, L. & Öhgren, J. 2015. Förstudie Automatisk skäppmätning av flis med laser. 20 s.
- Nr 868 Eriksson, A., Hofsten von, H. & Eliasson, L. 2015. Systemkostnader, logistik och kvalitetsaspekter för sju försörjningskedjor för stubbränslen. – System costs, logistics and quality aspects relating to seven supply chains for stump fuel. 29 s.
- Nr 869 Englund, M., Lundström, H., Brunberg T. och Löfgren, B. Utvärdering av Head up-display för visning av apteringsinformation i slutavverkning. 15 s.
- Nr 870 Löfroth, C. 2015. ETTaero – En förstudie av aerodynamisk utformning av skogsfordon. – A pilot study of aerodynamic design of forest vehicles 32 s.
- Nr 871 Grönlund, Ö., Iwarsson Wide, M., Hjerpe, T. och Sonesson, J. 2015. Skadeförekomst efter tidig gallring. . – Damage after early thinning. 14 s..
- Nr 872 Fogdestam, N. & Löfroth, C. 2015 ETTdemo, demonstration av ETT- och ST-fordon. – ETTdemo, demonstration of ETT- and ST-vehicles. 34 s.
- Nr 873 Fridh, L. 2015. Produkttegenskaper för skogsbränsle. – Förslag till indelning, struktur och definitioner. – Forest fuel product characteristics- proposal for categories, structure and definitions. 46 s.

Nr	874	Enström, J. 2015. Möjligheter till inrikes sjötransporter av skogsbränsle. – Possibilities for coastal maritime transport of forest fuel in Sweden. 22 s.
Nr	875	Grönlund, Ö. & Iwarsson Wide, M. 2015. Uttag av skogsbränsle vid avveckling av låg skärmar av björk. – Harvest of forest fuel when birch shelterwoods are removed. 15 s.
Nr	876	Jacobson, S. 2015. Lågskärm av björk på granmark – Modellering av beståndsutveckling och ekonomisk analys. – The use of birch as a shelter in young Norway spruce stands – Modelling stand development and economic outcome. 39 s.
Nr	877	Grönlund, Ö., Iwarsson Wide, M., Englund, M. & Ekelund, F. 2015. Sektionsgallring en arbetmetod för täta klena gallringar. – Thinning in Sections – a work method for small-tree harvest. 17 s.
Nr	878	Eliasson, L. & Nilsson, B. 2015. Skotning av GROT direkt efter avverkning eller efter hyggeslagring. – Forwarding of logging residue immediately after felling or after stor age on the clear-cut. – Effects on nutrient extraction, needle shedding, and moisture content. 10 s.
Nr	879	Eriksson, B., Widinghoff, J., Norinm K. & Eliasson, L. 2015. Processkartläggning – Ett verktyg för att förbättra försörjningskedjor. – Process mapping – a tool for improving supply chains. 46 s.
Nr	880	Möller, J.J., Nordström, M. & Arlinger, J. 2015. Förbättrade utbytesprognoser. – En förstudie genomförd hos SCA, Sveaskog och Södra. – Improved yield forecasts – a pilot study by SCA, Sveaskog and Södra. 14 s.
Nr	881	von Hofsten, H. 2015. Vägning med hjälp av inbyggda vågar i fjädringen på lastbilar. – Payload weighing using onboard scales connected to the air suspension of trucks. 10 s.
Nr	882	Rosvall, O., Kroon, J. & Mullin, T.J. 2015. Optimized breeding strategies at equivalent levels of population diversity. 61 s.
Nr	883	Högbom, L. & Rytter, R.-M. 2015. Markkemi och fastläggning av C och N i bestånd med snabbväxande trädslag - Etapp 2. – Slutrapport till Energimyndigheten 2015. – Soil chemistry and C and N sequestration in plantations with fast-growing tree species – Phase 2. – Final report to The Swedish Energy Agency 2015. 17 s.
Nr	884	Hannrup, B., Andersson, M., Henriksen, F., Högdahl, A., Jönsson, P. & Löfgren, B. 2015. Utvärdering av V-Cut – en innovation med potential att minska förekomsten av kapsprickor. – Evaluation of V-Cut – an innovative saw bar with potential to reduce the occurrence of bucking splits. 32 s.
Nr	885	Willén E. & Andersson, G. 2015. Drivningsplanering. En jämförelse mellan sju skogsföretag – A comparison of seven forest companies 2015. 31 s. + Bilaga 2-8.
Nr	886	Johansson, F. 2015. Kontinuerlig uppföljning av drivmedelsförbrukning och lastfyllnadsgrad för ETT- och ST-fordon 2014. – Continual monitoring of fuel consumption and load utilisation of ETT and ST vehicles 21 s.
Nr	887	Högberg, K.A. 2015. Selektionseffekter vid förökning av gran med somatisk embryogenes. – Selection effects of somatic embryogenesis in propagation of Norway spruce. 11 s.
Nr	888	Enström, J. & von Hofsten, H. 2015. ETT-Chips 74-tonne trucks – Three 74-tonne chip trucks monitored in operation over one year. 23 s.
Nr	889	Rytter, L., Stener, L.G. 2015. Gråal och hybrid alder.-En potential för ökad energiinriktad produktion i Sverige. – Grey alder and hybrid alder-Potentials for inscreased biomass production för energy in Sweden. 28 s.
Nr	890	Asmoarp, V. & Enström, J. 2015. Fokusveckor 2015-Bränsleuppföljning för ETT 74 tons flisfordon inom projektet ETT-Flis. – Focus Weeks 2015 Monitoring fuel consumption of a 74-tonne chip truck in the ETT project. 25 s.
Nr	891	Johannesson, T., Enström J. & Ohls, J. 2015. Test av paraffinolja för att motverka fastfrysning av flis i containrar. – Test of paraffin oil to prevent wood chips freezing onto surfaces in steel containers. 5 s.

År 2016

- Nr 892 Ågren, K., Hannrup, B., Jonsson, R., Jönsson, P., Lundström, H. och Nordström, M. Utvärdering av dimensionsmätning och förekomst av kapsprickor vid avverkning med Komatsu X19. – Evaluation of measurement quality and frequency of bucking splits in harvesting with the Komatsu X19 Harwarder. 21 s.
- Nr 893 Ågren, K., Möller, J. J. och Bhuiyan, N. 2016. Utveckling av en standardiserad metod för kalibrering av volymsbestämning vid avverkning med flerträdshanterande skördaraggregat. – Development of a standardised method for calibrating volume measurements when using a multi-tree handling harvester head. 27 s.
- Nr 894 Almqvist, C. & Rosenberg, O. 2016. Bekämpning av grankotterost (*Thekopsora areolata*) med fungicider – Försök utförda 2014 och 2015. – Control of cherry spruce rust infection (*Thekopsora areolata*) by use of fungicides – Trials performed in 2014 and 2015. 10 s.
- Nr 895 Westin, J., Helmersson, A. & Stener, L.-G. 2014. Förädling av lärk i Sverige. – Kunskapsläge och material. Genetic improvement of larch in Sweden – knowledge status and seed materias. 55 s.
- Nr 896 Mohtashami, S., Nordlund, S., Krook, M., Bergkvist, I., Ring, E. & Högbom, L. 2016. Körskador vid slutavverkning – en inventeringsstudie i Mälardalen. 16 s.
- Nr 897 von Hofsten, H. & Eliasson, L. 2016. Skotning av grot och rundved med en kombiskotare eller med två dedikerade skotare. 8 s.
- Nr 898 Rytter, L. & Mc Carthy, R. 2016. – Uthållig produktion av hybridasp efter skörd – Slutrapport 2016 för Energimyndighetens projekt 30346. - Sustainable production of hybrid aspen after harvest – Final Report 2016 from Swedish Energy Agency Project 30346.
- Nr 899 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.. 47 s.
- Nr 900 Pettersson, F. 2016. Effects of type of thinning and strip road distance on timber production and economy in the Scots pine field experiment at Kolfallet. Results after two thinnings and a 20-year study period.
- Nr 901 Eliasson, L., Mohtasami, S. & Eriksson, A. 2016. Analys av ett högproduktivt flissystem – Analysis of factors affecting a high productive chip supply system. 20 s.
- Nr 902 Enström, J., Asmomp, V., Davidsson, A., Johansson, F., Jönsson, P. & Mohtashami, S. 2016. Transportsystemet Inlandsbanan – The Inlandsbanan transport system. 50 s.
- Nr 903 Klingberg, A., Persson, T. & Sundblad, L.G. 2016. Projektrapport – Fröskörd från tallfröplantage T2 Alvik – Effekt av inkorsning på planteringsresultatet i fält (projekt nr 244). – Project report Harvests from the T2 Alvik orchard – Effect of cross-pollination on operational planting outcome.
- Nr 904 Friberg, G. & Bergkvist, I. 2016. Så påverkar arbetsrutiner och markfuktighetskartor körskador i skogsbruket – How operational procedures and depth-to-water maps can reduce damage on soil and water and rutting in the Swedish forestry 28 s.

- Nr 905 Berlin, M. & Friberg, G. 2016. Proveniensval av Svartgran i Mellansverige.
– Provenance choice of black spruce in central Sweden.. 22 s.
- Nr 906 Grönlund, Ö. 2016. Kontrollmätningens utformning vid chaufförers
travmätning – Quality control procedure for stack measurement by truck
drivers. 16 s.
- Nr 907 Asmoarp, V., Flisberg, P., Rönqvist, M. & Davidsson, A. 2016. Förslag på ett
för skogsbruket prioriterat BK-4vägnät.
- Nr 908 Bhuiyan, N., Hannrup, B., Nordström, M. & Larsolle, A. 2016. Beslutsstöd för
stubbskörd.– Utveckling av ett prototypprogram för snabbare implementering i
skogsbruket. – Decision-support tool for stump harvest. – Development of
prototype software for faster implementation in forestry. 22 s.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiften, gods, skogsmaskinföretagare, allmänningar m.fl. som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

FORSKNING OCH UTVECKLING

Två forskningsområden:

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

UPPDRAG

Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

KUNSKAPSFÖRMEDLING

För en effektiv spridning av resultaten används flera olika kanaler: personliga kontakter, webb och interaktiva verktyg, konferenser, media samt egen förlagsverksamhet med produktion av trycksaker och filmer.

Från Skogforsk nr. 908–2016



www.skogforsk.se