



# Utvärdering av utbildningens påverkan på skotarförarens planering och arbetsmetodik

*Evaluation of the educational influence of forwarding planning capacity*

**Emil Brangefeldt**

**Arbetsrapport 5 2016  
Examensarbete 30hp A2E  
Jägmästarprogrammet**

**Handledare:  
Ola Lindroos**



# Utvärdering av utbildningens påverkan på skotarförarens planering och arbetsmetodik

*Evaluation of the educational influence of forwarding planning capacity*

**Emil Brangefeldt**

**Nyckelord:** Skotning, Ponsse, produktivitet, skotningsavstånd, samlastning, lastningsdensitet

Arbetsrapport 5 2016

Master thesis in Forest Management at the Department of Forest Biomaterials and Technology, 30 hp  
EX 0772, Jägmästarprogrammet

Handledare: Ola Lindroos, SLU, Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

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

---

Sveriges lantbruksuniversitet

Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Utgivningsort: Umeå

Utgivningsår: 2016

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. Arbetet ingår i Jägmästarexamen och motsvarar 30 högskolepoäng.

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare Ola Lindroos på institutionen som bidragit med kunskap, rådgivning och stöd under arbetets gång. Ett stort tack vill jag också rikta till Ponsse och de två naturbruksgymnasier och dess elever som deltog och gjorde denna studie möjlig.

## Sammanfattning

Vikten av att hålla nere kostnaderna och minska bränsleförbrukningen samtidigt som produktiviteten ökar har fått ett större fokus i skogsbruket. Fokus har de senaste decennierna legat på att öka effektiviteten på maskinsidan. Studier visar också att produktiviteten till stor del beror på traktförhållande och förarens val av arbetsmetodik (inklusive arbetsplanering).

Syftet med detta examensarbete var att kartlägga eventuella skillnader i utlärard arbetsmetodik mellan skotarförarutbildningar på olika naturbruksgymnasium. Utifrån kartläggningen avsågs också att identifiera nyckelfaktorer i arbetsmetodiken som skilde förarutbildningarna åt.

För att kunna isolera effekten av val av arbetsmetodik från elevernas skicklighet i maskinhantering så användes Ponsse Forwarding Game. Studien omfattades av två klasser från två olika naturbruksskolor med 15 respektive 16 deltagande elever i varje klass. I spelet styr eleven en skotares arbetsplanering och resultaten för eleverna kunde sedan jämföras med varandra. Resultatet i spelet redovisades i ett antal parametrar, vilka påverkade tidsåtgång och produktivitet. Resultaten kategoriserades sedan efter skola för att kunna jämföra studiens båda skolor mot varandra i hanteringen av de parametrar som ansågs intressanta för studien.

Resultatet visade att arbetsmetodiken skiljde sig åt mellan de båda skolorna. Eleverna i skola X hade en statistiskt signifikant lägre tidsåtgång, kortare körsträcka och sammantaget en högre produktivitet än skola Y i både spel 1 och spel 2. I genomsnitt körde eleverna i skola Y 13 % längre än Skola X i spel 1 och i spel 2 blev skillnaden 24,8 %. Eleverna i skola X valde att i högre grad samlasta fler sortiment per last än eleverna i skola Y, vilket medförde att skola X hade en högre lastningsdensitet (lastade m<sup>3</sup>f/100 m) men betydligt längre lossningstid än skola Y.

Resultaten visade på stora skillnader i arbetsmetodik och effektivitet mellan de två skotarförarutbildningarna. Sådana skillnader skulle i praktisk skotning ha genererat en stor skillnad på skotningskostnaden och därmed lönsamheten för entreprenören. Orsakerna till skillnaderna har inte studerats, men det är rimligt att tro att det främst beror på skillnader i vad som lärs ut och eventuellt också på instruktörernas pedagogiska förmåga.

Nyckelord: Skotning, Ponsse skotarspel, produktivitet, skotningsavstånd, samlastning, lastningsdensitet

## Abstract

The importances of keeping costs down and reduce fuel consumption while increasing productivity has received increased attention in forestry. The focus has in recent decades been on increasing the efficiency of the machines. Studies also show that productivity depends largely on the conditions of the stands and the operator's choice of methodology (including work planning).

The aim of this study was to identify possible differences in the work methodology taught between different forwarder operator education programs at upper secondary schools. Based on the identification, the aim was also to identify key factors underlying the differences divides education programs from one another.

To isolate the effect of work methodology from machine handling capacity, the Ponsse Forwarding Game was used. In the game, students control the forwarder work planning and the outcome for each individual student could be compared. The result of the game was reported in a number of parameters which affect the timing and productivity. The results were categorized school wise to compare the two schools in the study when analyzing the parameters that were considered relevant for the study.

The results showed that the work methodology differed significantly between the two schools. Students in school X had higher productivity than school Y in both Game 1 and Game 2. The *total distance driven* also differed between the schools. Students in school Y drove on average 13% longer than student in school X in game 1 and in Game 2 the difference was 24.8%. There were also significant differences between schools when it came to the parameters of mixing assortments in a load, loading density.

The results showed significant differences in methodology and efficiency between the two forwarder operator education programs. Such differences should in reality result in large differences in forwarding costs and, hence, profitability for the contractor. The reasons for the differences has not been studied, but it is reasonable to believe that they are caused by differences in what methodology that is taught and possibly also by the instructors' teaching abilities.

Keywords: Forwarding, Ponsse forwarder game, productivity, forwarding distance, multi-assortment loads, loading density

## Innehållsförteckning

Förord .....	2
Sammanfattning .....	3
Abstract .....	4
1 Introduktion .....	6
2 Material och metod.....	8
2.1 <i>Generellt</i> .....	8
2.2 Skola X.....	8
2.3 Skola Y .....	9
2.4 Genomförande .....	9
2.5 Analys av inhämtad data .....	13
3 Resultat.....	14
3.2 Skillnader i produktivitet och arbetsmetodik .....	14
3.3 Produktivitetspåverkande variabler .....	21
4 Diskussion .....	22
4.1 Resultat.....	22
4.2 Studiens genomförande .....	23
4.3 Ponsse forwarding game .....	24
4.4 Styrkor och svagheter.....	24
4.5 Framtida studier.....	24
5 Slutsatser .....	25
Referenser.....	26

# 1 Introduktion

I svenskt skogsbruk är det stort fokus på kostnadsminimering för en lönsamhet och bibehållen konkurrenskraft. Inom drivning så beror kostnaderna per producerad kubikmeter ( $m^3$ ) dels på timkostnaderna för arbetet och dels på arbetsproduktiviteten. Timkostnaderna kan delas upp i fasta maskinkostnader (exempelvis lån och värdeminskning), förarlön och rörliga kostnader. Bränslekostnaden utgör en stor del av de rörliga kostnaderna (Brunberg 2006).

Bränslekostnaderna per  $m^3$  påverkas givetvis av priset per liter bränsle, men också av bränsleförbrukningen. Hur arbetet utförs kan alltså påverka kostnaderna både i form av produktivitet och bränsleförbrukning. Den genomsnittliga förbrukningen för en medelstor skotare i Sverige är 11,0 l/timme under praktisk körning (Brunberg 2006) och i genomsnitt åtgår det tillsammans för skördaren och skotaren 1,7 liter bränsle per fast kubikmeter virke ( $m^3f$ ) (Jönsson & Löfroth 2007). År 2012 hade bränsleförbrukningen ökat med 9 % jämfört med motsvarande siffror från 2006. Ökningen var densamma mätt som  $l/G_{15}$ -tim (effektiv timme inklusive avbrott kortare än 15 minuter) och  $l/m^3fub$ . Som främsta orsak till bränsleökningen angavs en högre motorstyrka i maskinerna, men även att det var en snörik vinter och att användningen av band har ökat (Brunberg 2013). Den ökade bränsleförbrukningen är en oönskad utveckling inom skogsbruket, dels genom att det resulterar i högre kostnader och dels ur miljösynpunkt på grund av ökade utsläpp av växthusgaser. Genom att utbilda skotarförare i effektiv och bränslesnål körning kan förarnas kunskap och medvetenhet öka och på så vis minska bränsleförbrukningen samtidigt som produktiviteten kan ökas. Genom en förändrad arbetsmetodik har förare minskat bränsleförbrukningen med 7 % samtidigt som deras produktivitet ökade med 6 %. Detta skulle nationellt sett kunna spara 12000  $m^3$  bränsle vilket motsvarar ett värde av närmare 100 miljoner kronor och minska utsläppen av koldioxid med 30 000 ton (Jönsson et. al 2007).

Ett sätt att strukturera förbättringsarbetet och på så vis effektivisera maskinlagets arbete är med hjälp av checklistor. En sådan har utarbetats av Mörk & Thorsen (2011) som syftar till att förbättra produktiviteten och minska kostnaderna vid drivning av virke. Checklistan består av 69 frågeställningar som avverkningslagen tillsammans ska besvara. Frågeställningarna är indelade i 3 områden; Organisation, planering samt produktivitet. Organisationsfrågorna belyser vikten av arbetsledning, information och rutiner i arbetet. I planering ingår parametrar som framförhållning, traktinformation, aptering och drivningsplanering. Det är viktigt att förarna får nödvändig information tillhörande en trakt innan körningen påbörjas. Detta för att föraren ska kunna planera sin körning och göra den så effektiv som möjligt. För att höja effektiviteten belyser checklistan vikten av rätt maskinval och körteknik samt kommunikation och samarbete mellan skördare och skotare (Mörk & Thorsén 2011). Exempelvis menar Persson (2008) att brister i kommunikationen och i samarbete mellan olika förare kan leda till att maskinerna sköts sämre, virke som apteras fel, sorteras fel eller som blir kvarglömt på avverkningstrakten.

Tidsåtgång och produktivitet är beroende av beståndsegenskaperna, förarnas kompetens, arbetsteknik och maskinernas egenskaper. Faktorer som påverkar tidsåtgång och produktivitet vid skotning är; Koncentrationen av virke längs stickvägarna, genomsnittlig körsträcka, antalet sortiment, lastkapacitet och hur väl skördaren sorterat virket (Nurminen et al. 2006. Manner et al. 2013, Eriksson & Lindroos 2014). Skotarförarens erfarenhet och skicklighet påverkar också produktiviteten. En erfaren förare kan ha 2-3 gånger högre produktivitet än en oerfaren förare (Ylimäki et al. 2012). Även efter 1-2 år kan oerfarna förare ligga på en produktivitet på 40 % av erfarna förare. Skillnaden i produktivitet mellan förare ökar, vid körning i mer utmanande förhållanden, såsom branter och mark med sämre bärighet.



Skillnaderna kan delvis förklaras av förarnas hantering av kranen, alltså arbetet med lastning och lossning men också att mer komplicerade förhållanden ställer högre krav på erfarenhet och förarens förmåga att planera sin körning (Ylimäki et al. 2012).

Antalet sortiment har visat sig påverka skotarens produktivitet. Vid gynnsamma förhållanden och med en skicklig förare som är van vid sortimentshantering sjunker produktiviteten med 3-4 % för varje extra sortiment. Förarens erfarenhet av sortimentshantering påverkar i sin tur produktiviteten ytterligare. Produktiviteten sjunker väsentligt genom en ökad tidsåtgång om föraren är ovan vid denna typ av sortimentshantering (Arlinger & Brunberg. 2001).

Virkeskoncentrationen har stor betydelse för hur lång körsträckan blir från första till sista virkeshögen i ett lass och även tidsförbrukningen minskar vid en högre koncentration av virke. Körsträckan från första till sista virkeshögen i ett lass minskar också om skotarföraren väljer att samlasta fler sortiment (Manner et.al. 2013). Vilken arbetsmetodik och hur skotarföraren väljer att planera sin körning påverkar både produktivitet, total körd sträcka, bränsleförbrukningen och markkompaktering. I en jämförelse mellan en mycket skicklig förare och dennes arbetsmetodik och en arbetsmetodik som syftade till att minska den totala körsträckan och samlasta fler sortiment visade att produktiviteten kunde höjas väsentligt, även bränsleförbrukningen och markkompaktering kunde minskas (Väätäinen & Lamminen 2014).

Genom att använda maskinsimulatorer i utbildningen av framförallt skördarförare kan förarnas maskinhantering förbättras i en miljö där instruktör och förare kan diskutera resultat och arbetsteknik. I maskinsimulatorerna kombineras de vanliga maskinkontrollerna och stolen med en projicering av en virtuell miljö, där kran och skog simuleras. Utbildning i maskinsimulatorer innebär att maskintid och pengar kan sparas. Studier visar också att skördarförare använder liknande arbetsmetodik i simulator som i verkliga gallringar och avverkningar (Ovaskainen 2005) och att kunskapen om arbetsmetodik kan öka genom simulatorundervisning (Hakeman 2014).

Det finns idag simulatorer som syftar till att handgripligen träna och förbättra operatörens maskin- och kranhantering. Andra simulatorer fokuserar mer på att träna operatörens förmåga att planera sin körning. Maskintillverkaren Ponsse har till exempel utvecklat ett tvådimensionellt dataspel som syftar till att spelarna ska lära sig planera sin skotarkörning, optimera sina körruter och på så vis minimera maskinens körsträcka och bränsleförbrukning (Ponsse 2014). I spelet ges en helikoptervy över ett stickvägnät, samt information om mängden virkeshögar av de olika tillgängliga sortimenten och var de är placerade längs stickvägnätet. Vidare finns ett antal avlägg att välja på. I spelet är arbetet reglerat genom ett antal fasta regler, som att tidsåtgången beroende av körsträckan, där det tar olika lång tid beroende på körriktning och mängden last. Avlastningen regleras även av regler kring hur sortimenten är blandade i lasset, varför ett blandat lass kan innebära att det behövs upprepad körning mellan vältorna för att lasta av sortimenten. Spelet uppmuntrar alltså till att spelaren tänker på lossningen redan under lastningsskedet. Efter genomfört spel redovisas produktiviteten för varje enskilt lass och totalt för trakten, beräknat utifrån tidsåtgången som i sin tur baseras på hur föraren valt att köra och hantera påverkande faktorer (Ponsse 2014). Hur lång tid som det tar att slutföra spelet påverkar dock inte resultatet. Inte oväntat kan skillnaden vara stor mellan olika spelares framgång i spelet. I en studie av Väätäinen & Lamminen (2014) var största skillnaden i total körsträcka där skillnaden uppmättes till 28 % mellan två deltagare. Största skillnaden i produktivitet varv 11,5 %. De fanns däremot inget samband mellan spelresultat och vilken nivå av erfarenhet deltagarna hade. I studien bekräftades att produktiviteten i spelet främst påverkades av total körsträcka och antalet sortiment som väljs att samlastas (Väätäinen & Lamminen 2014).

Idag utbildas gymnasieelever till både skotar- och skördarförare vid ett knappt 20-tal naturbruksgymnasier (Naturbruk 2015). Valet av utbildningsmaterial är begränsat till några få teoriböcker (tex Persson 2008) och instruktörerna på skolorna får lita till sin egen erfarenhet och pedagogiska förmåga för att förmedla kunskapen till eleverna. Dessutom har bara vissa skolor tillgång till maskinsimulatorer. Sammantaget ger det en risk för att elevernas kunskaper och färdigheter skiljer sig åt beroende på var de har genomfört sin skogsmaskinförarutbildning. Utvärderingar av nyutbildade skogsmaskinförarens kunskaper och färdigheter verkar dock vara ovanliga. Det är olyckligt, men samtidigt också förståeligt eftersom det är svårt att utvärdera effekten av förarutbildningarna. Dels är en trakt inte någon annan trakt lik och dels förändras förutsättningarna över tid (till exempel väderlek, årstid, dagsljus), och dels varierar förutsättningarna rumsligt inom trakter (till exempel antalet sortiment, virkesmängd och terrängförhållanden). En förklaring till att skillnaderna i produktivitet är så stora mellan förare, oavsett om de är erfarna eller oerfarna, kan bero på skillnader i förmågan att planera arbetet samt hantera maskinen. I det praktiska arbetet integreras dessa delar ofrånkomligt och det är därför svårt att särskilja dem. I en virtuell miljö är det däremot möjligt att både jämföra förare under identiska förutsättningar samtidigt som det går att isolera arbetsplaneringen och val av arbetsmetodik från förmågan att hantera maskinen.

Syftet med studien var därför att kartlägga eventuella skillnader i skotningsarbetsmetodik mellan elever vid två olika naturbruksgymnasier.

Studien är avgränsad till en virtuell miljö där enbart förarnas arbetsmetodik jämfördes i ett webbaserat dataspel. Studien syftar dock inte till att utreda orsakerna till eventuella skillnader i elevernas val av arbetsmetodik.

Studiens hypotes är att det finns skillnader i val av arbetsmetodik mellan de olika skolornas elever. Denna förväntning grundar sig i att det främst verkar vara instruktörernas personliga erfarenhet som förmedlas till eleverna i undervisningen. Arbetsmetodiksskillnader borde därför kunna uppstå som ett resultat av skillnader i instruktörernas erfarenheter samt pedagogiska förmåga och förutsättningar.

## **2 Material och metod**

### ***2.1 Generellt***

Studiens genomfördes under hösten 2014. Studien omfattade totalt 31 elever från två naturbruksgymnasier (dessa benämns i studien som skola X och skola Y). Skola X var belägen i södra Sverige och skola Y var belägen i Mellansverige. Eleverna fick spela Ponsses Forwarding Game och därefter besvara frågor som syftade till att samla in bakgrundsinformation om skolans utbildning och undervisning. Deltagarna fick också fritt tycka till om spelet och dess upplägg.

### ***2.2 Skola X***

I skola X deltog 15 elever ur årskurs 3 i den treåriga skogsmaskinförarutbildningen.

Eleverna hade vid studietillfället i skolans regi genomfört cirka 50 timmar skotarkörning med instruktör i eller utanför maskinen, utanför med radio. Enligt instruktörerna diskuterade eleven i maskinen tillsammans med den närvarande instruktören hanteringen av maskinen, planering av körning, hanteringen vid avlägg med mera. Arbetsplatsutbildning (APU) innebar även det viss skotarkörning för några av eleverna men antalet uppskattade timmar i maskinen varierade från 0 till ca 100.

Arbete i avverkningslag (Persson 2008) användes som litteratur i undervisningen. Instruktörernas egna erfarenheter förmedlades muntligen och genom powerpoint presentationer i undervisningen till eleverna. Simulatorundervisningen var begränsad under utbildningen då skolan saknade moderna maskinsimulatorer.

Skolans båda instruktörer var utbildade skogsmästare och hade mångårig erfarenhet av skotarkörning. En av instruktörerna hade ägt egna skotare. Den andra instruktören hade genom sin skicklighet blivit uttagen till och tävlat i skotar-SM. Instruktörerna upplevde det som svårt att förmedla ett visst tankesätt för val av arbetsmetodik och planering av skotning. Instruktörerna försökte med hjälp av litteraturen och egna erfarenheter förmedla grunderna i planering av skotning för att sedan i fält tillsammans med eleven jobba fram en lämplig arbetsmetodik för den specifika situationen.

### **2.3 Skola Y**

I skola Y deltog 16 elever ur årskurs 2 i den treåriga skogsmaskinförarutbildningen.

Eleverna hade vid studietillfället i skolans regi cirka 50 timmar skotarkörning och skördarkörning med instruktör närvarande i eller utanför maskinen. Det förekom att två elever tillsammans satt i maskinen. Några elever hade även fått köra maskin under arbetsplatsutbildningen (APU). Dessa elever hade dock svårt att uppskatta antalet timmar praktisk körning under APU:n.

Arbete i avverkningslag (Persson 2008) användes i undervisningen, även instruktörernas egna erfarenheter användes. I undervisningen och även under kvällstid användes skördarsimulatorer av eleverna, detta för att öka erfarenheterna av att hantera maskinen. Instruktörerna upplevde att de elever som frekvent använde simulatorerna blev mer säkra och skickligare på att hantera maskinerna i verkligheten.

Erfarenheten av skotarkörning varierade mellan instruktörerna. Samtliga instruktörer hade tidigare varit förare av antingen skotare eller skördare, några hade yrkesmässigt varit förare i båda maskintyperna. En instruktör var utbildad skogstekniker och ansvarade för undervisningen kring simulatorerna. De upplevde det svårt att lära ut arbetsmetodik och planering av skotarkörning då förutsättningarna varierar stort beroende på årstid- och traktförutsättningar.

### **2.4 Genomförande**

Elevernas arbetsmetodik analyserades genom att använda Ponsse's Forwarding Game (Ponsse 2014) där resultatet för varje enskild elev kunde jämföras med varandra. Studien genomfördes i respektive naturbruksgymnasiums lektionssalar under november och december 2014.

Innan genomförandet introducerades instruktörerna för studien och instruerades angående de förberedelser som behövde göras. Bland annat fick de instruktioner om att eleverna inte fick

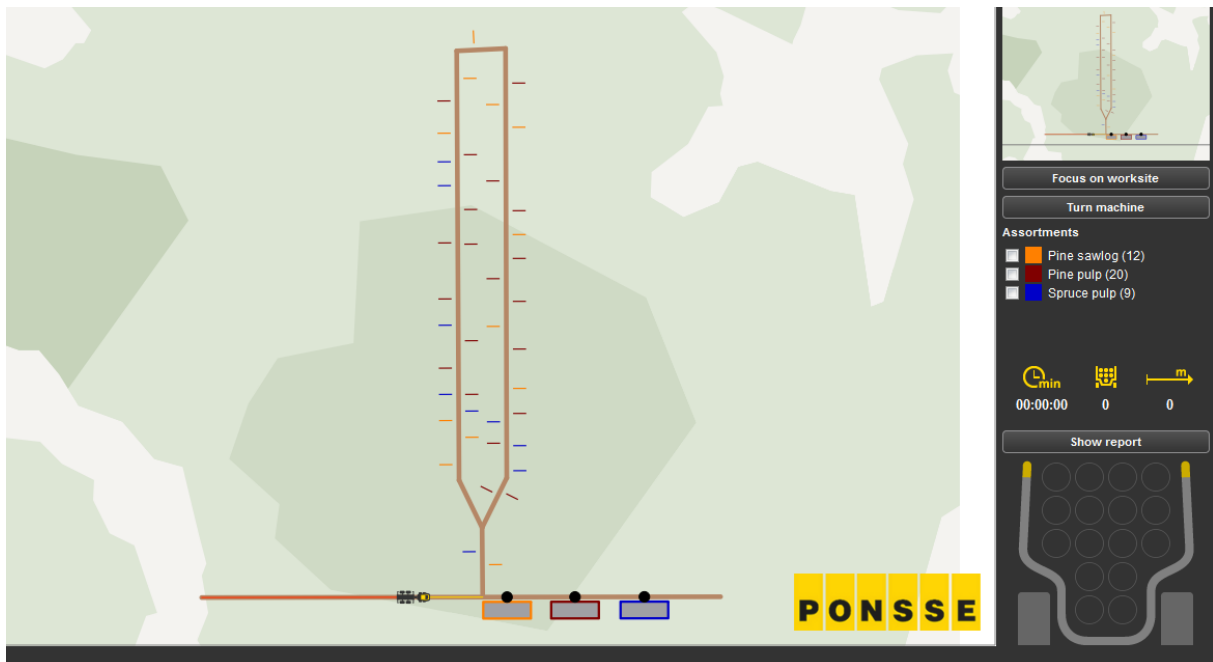
informerar om studiens genomförande och av spelet. Det fanns en uppenbar risk att eleverna skulle prestera bättre om de innan studiens genomförande spelat spelet.

De deltagande eleverna på en skola genomförde spelet samtidigt, men spelade enskilt på var sin dator. Innan spelet introducerades deltagarna för studiens syfte och spelet. Därefter spelade deltagarna ett introduktionsspel (Figur 1) för att bekanta sig med spelet, handhavandet och spelets regler. Deltagarna fick här prova att förflytta maskinen både framåt och bakåt, detta för att uppleva hur de olika körriktningarna tillsammans med olika mängd last påverkar tidsåtgången. Tidsåtgången beräknas av dataspelet och beräknas genom särskilda standardvärden och genom justerbara parametrar som på förhand innan operatören påbörjar spelet är fastställda. De justerbara parametrarna är maskinens hastighet vid olika riktningar i kombination med olika mängd last. När operatören har spelat färdigt spelplanen beräknas en tidsåtgång utifrån hur operatören spelat.

Gränserna för olika hastigheter vid olika mängd last och körriktning var under denna studie;

- Körning framåt och tom eller med bara botten lastad (max 5000 kg) 1,1m/sek.
- Körning framåt med halv last (5000-10000 kg) 1m/sek.
- Körning framåt med full last (10000-16000 kg) 0,9m/sek.
- Körning bakåt med full last (10000-16000 kg) 0,5m/sek

Introduktionsspelet var detsamma för samtliga deltagare. Som introduktionsspel användes ett av de sju tillgängliga standardscenarion som fanns tillgängliga via spelets hemsida (Ponsse 2014). Introduktionsspelet innehöll total 41 m<sup>3</sup>f fördelade på 3 sortiment utefter en enda stickvägsslinga (Figur 1). I spelet gavs information om var stockar av olika sortiment var belägna, hur mycket volym av respektive sortiment som ännu inte var lastad, lastad volym samt sortimentens placering i lasten.

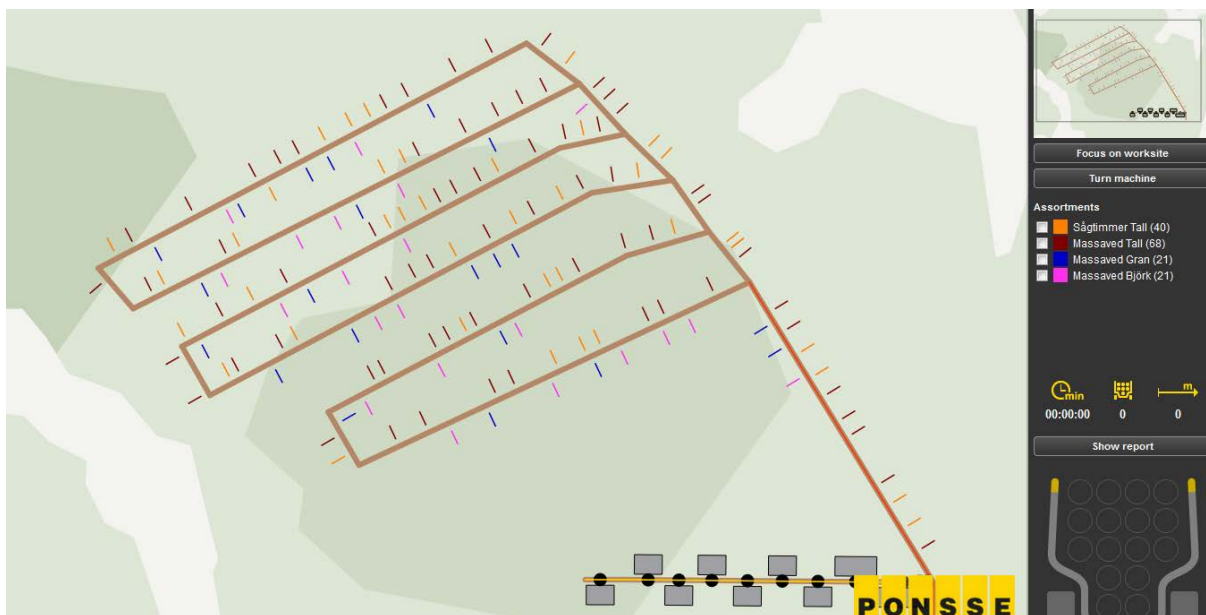


**Figur 1.** Spelplanen som användes som introduktionsspel. De tre sortimenten (talltimmer, tallmassa och grantimmer) är destinerade till förutbestämda avlägg med samma färg som på virket.

**Figure 1.** The playing field used as an introduction game. The three assortments (pine logs, pine pulp and spruce logs) are bound to predetermined landings with the same color as the wood.

När samtliga spelare var klara med introduktionsspelet och eventuella frågor från deltagarna besvarats, startade deltagarna samtidigt Spel 1 som innefattade ett scenario med 150 m<sup>3</sup>f virke fördelade på fyra sortiment som operatören fritt får destinerar till de åtta avlägg (Figur 2). När samtliga deltagare var klara och resultaten sparats ner togs en kort rast på ca 15 minuter. Därefter startades spel 2 (Figur 3) som innefattade ett scenario med 150 m<sup>3</sup>f virke fördelade på åtta sortiment i samma stickvägnät som spel 1.

Utöver sortimentsfördelningen var spelplanen identisk i de båda spelen. Spelplanen var också densamma som i den finska studien (Väättäinen & Lamminen 2014). Det fanns ingen begränsning av hur lång tid eleverna fick ta på sig för att slutföra respektive spel. Eleverna tog cirka 20-25 minuter på sig att spela spel 1 respektive spel 2. Det fanns ingen uppenbar skillnad vare sig mellan spelen eller mellan skolorna vad gäller speltid.



**Figur 2.** Spelplanen som användes i Spel 1.  
**Figure 2.** The playing field used in Game 1.



**Figur 3.** Spelplanen som användes i Spel 2. Jämfört med spel 1 så är det samma antal stockar totalt, men de är fördelade på dubbelt så många sortiment.  
**Figure 3.** The playing field used in Game 2. Compared to game 1, it's the same number of logs in total, but they are spread over twice as many assortments.

För varje deltagare redovisades spelresultatet för de nedan angivna parametrarna.

**Tidsåtgång** (sekunder)

Total tidsåtgång för trakten

Tomkörning

Lastning

Lastkörning  
Lossning

### **Lastningsutfall**

Antalet transporterade lass (n)  
Total volym (m<sup>3</sup>f)  
Lastningsdensitet (lastade m<sup>3</sup>f/100 m)  
Antalet sortiment i varje last (n)

### **Arbetseffektivitet**

Produktivitet (m<sup>3</sup>f/tim)  
Bruttotransportarbete (bruttoTon-km) (Lastens vikt + skotarens vikt) \* antalet kilometer  
Nettotransportarbete (nettoTon-km) Lastens vikt \* antalet kilometer

### **Körsträcka (meter)**

Totalt  
Framåt  
Bakåt  
Bakåt med begränsad sikt  
Tom  
Under lastning  
Lastad  
Under lossning

Av de 20 variablerna så analyserades produktivitet, antalet sortiment i varje last, densitet, körsträcka och lossningstid därför att dessa ansågs fånga de skillnader som fanns i arbetsmetodiken mellan de båda skolorna. Övriga variabler analyserades inte eller redovisades inte av två anledningar, dels kunde dessa skillnader sammanfattas i de redovisade variablerna och/eller så ansågs dessa variabler säga samma sak som de variabler som redovisas.

## ***2.5 Analys av inhämtad data***

Resultatet för varje elev sparades i XML-format och exporterades till Excel. Därefter kategoriserades all data efter skola och de parametrar som skulle analyseras. För att åskådliggöra resultaten presenterades dessa i diagram för de analyserade parametrarna.

MiniTab användes som verktyg för den statistiska analysen av inhämtad data. Där utfördes regressionsanalyser av de enskilda parametrarna för att kontrollera vilka parametrar som påverkade varandra och då främst produktiviteten. De jämförande analyserna som gjordes för att visa eventuella skillnader mellan skolornas elever utfördes genom två-vägsanovor och Tukey-test. Anova-modellen bestod av de fixa faktorerna skola och spel samt dess interaktionseffekt. Signifikansnivån sattes till 5%.

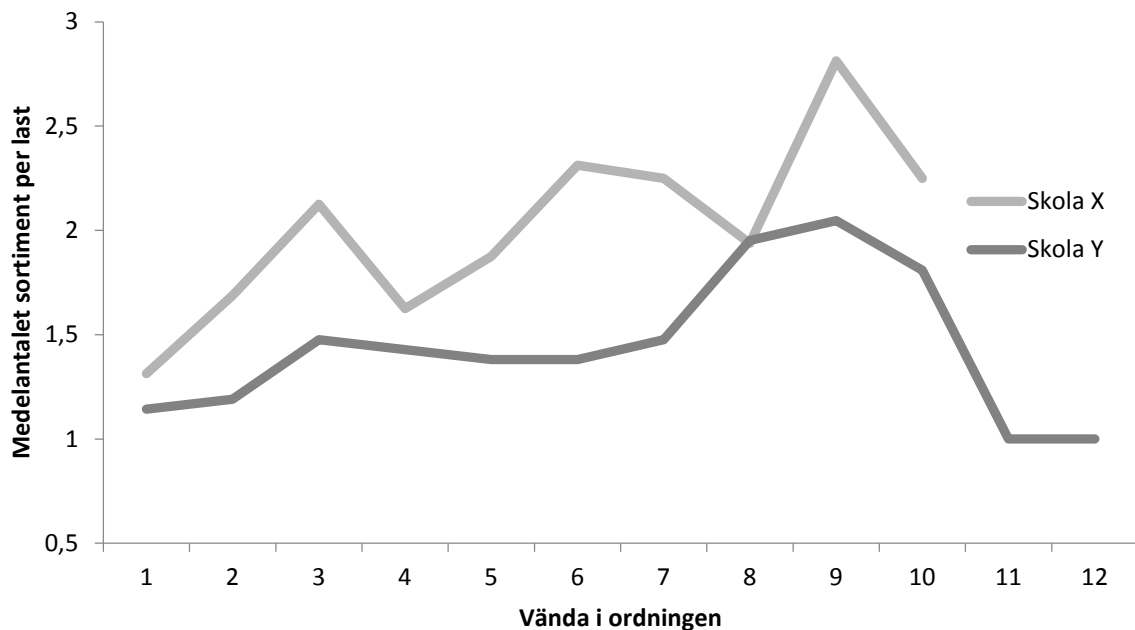
### 3 Resultat

Utifrån svaren på bakgrundsfrågorna hade ingen av deltagarna spelat spelet innan studien. Nedan redovisas först analyserna av skillnader i produktivitet och arbetsmetodik mellan skolor och spel. Därefter redovisas de variabler som i studien visade sig ha starkt samband med produktiviteten i spelet.

Några av resultaten presenteras endast visuellt med Figurer från spel 2 då skillnaden mellan skolorna var tydligast i spel 2. Data från både spel 1 och spel 2 presenteras däremot alltid.

#### 3.2 Skillnader i produktivitet och arbetsmetodik

Antalet sortiment i lasten ökade i medel i spel 2 för båda skolorna. Skola Y ökade från 1,4 sortiment per last i medel i spel 1 till 1,9 sortiment per last i spel 2. Motsvarande siffror för skola X blev 2,0 till 2,8. Skola X samlastade i högre grad både i spel 1 (p-värde = 0,001.  $R^2$  adj = 37,8 %) och spel 2 (p-värde = 0,009.  $R^2$  adj = 20,7 %) än Skola Y (se Figur 4 och 5). Resultatet visade även att det finns skillnader i antalet vändor som eleverna kör i både spel 1 och spel 2. I spel 1 använde samtliga elever i skola X 10 vändor medan tre elever ur skola Y använde 12 vändor och en fjärde elev 11, övriga elever i skola Y använde 10 vändor. De elever ur skola Y som använde sig av 12 vändor för att tömma spelplanen körde enbart sortimentsrena lass (Figur 4).

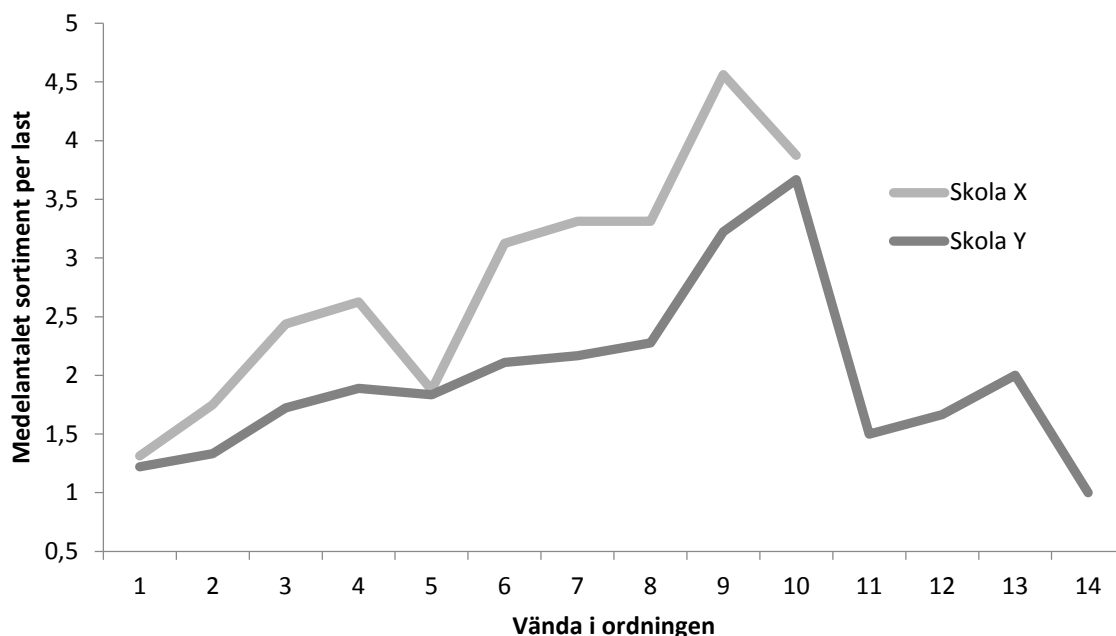


**Figur 4.** Antalet sortiment som de båda skolornas elever i medel lastade för varje vända i spel 1.

**Figure 4.** The number of assortments that the two schools' students in average loaded for each turn of game 1.



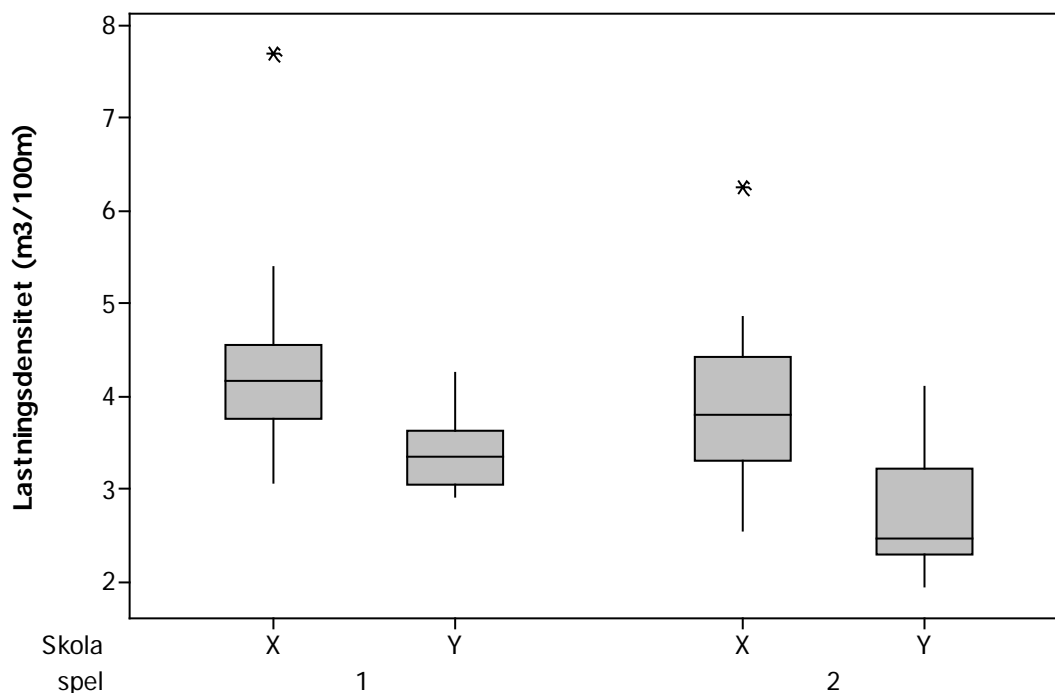
I spel 2 använde samtliga eleverna i skola X 10 vändor för att tömma spelplanen. En elev i skola Y använde sig av 11 vändor, två elever använde 12 och en elev körde 14 vändor. Övriga elever körde 10 vändor. En av eleverna som körde 12 vändor körde enbart sortimentsrena lass. Eleven som använde sig av 14 vändor körde sortimentsrent 12 av sina vändor. Minsta möjliga antalet vändor för de båda spelen är 10 till antalet, detta eftersom totalvolymen och lastvolymen är densamma i de båda spelen.



**Figur 5.** Antalet sortiment som de båda skolornas elever i medel lastade för varje vända i spel 2.

**Figure 5.** The number of assortments that the two schools' students in average loaded for each turn of game 2.

Parametern lastningsdensitet (lastade m<sup>3</sup>f/100 m) skiljde sig signifikant mellan skolorna (p-värde = 0,003; R<sup>2</sup> adj= 26,6%) i spel 1. Skola X hade i spel 1 i medel 26,4 % högre lastningsdensitet än skola Y. Resultatet visade att skillnaden är ännu större i spel 2 där skola X har 36 % högre lastningsdensitet än skola Y (p-värde ≤ 0,001. R<sup>2</sup> adj = 51%) (Figur 6). Resultatet visade också att båda skolornas lastningsdensitet blev lägre när antalet sortiment blev fler i Spel 2. Skola X lastningsdensitet minskade med 13,6 % och skola Y med 23,6 %.



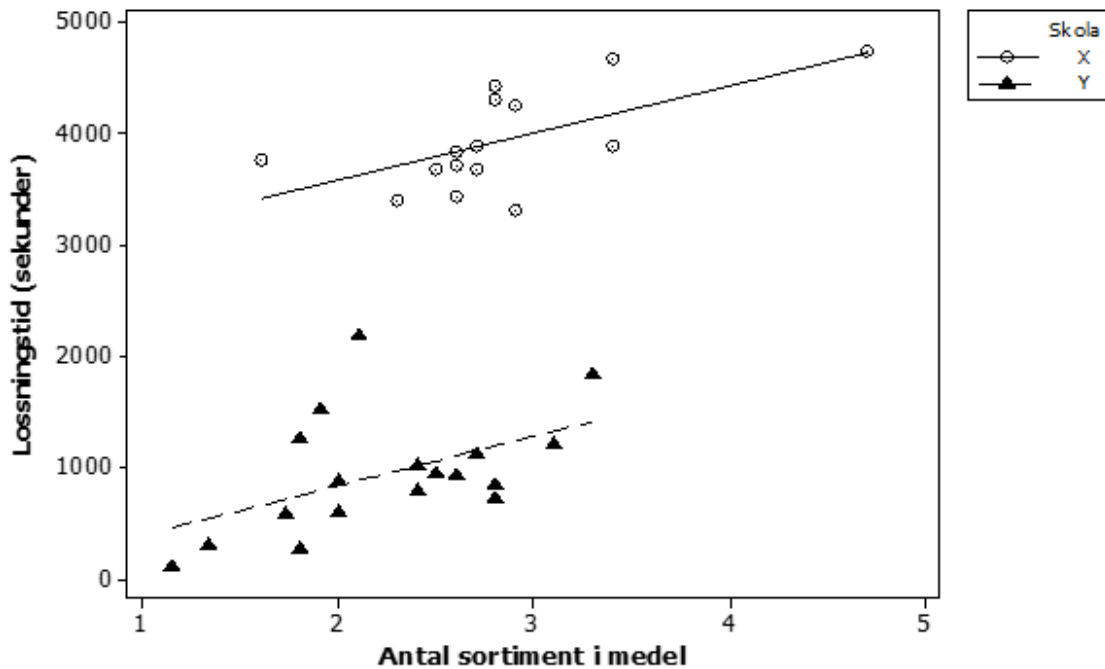
**Figur 6.** Skolornas lastningsdensitet för Spel 1 och Spel 2.

Boxploten redovisar medelvärden (vågräta sträcket genom boxen), majoriteten av elevernas (80 %) resultat visualiseras av boxens storlek och den totala spridningen av elevernas resultat visas genom det lodräta sträcket genom boxen. Outlier-värden visas i form av stjärnor, vilket här berodde på att en elev ur Skola X valde att konsekvent samlasta och därmed hålla lastningsdensiteten hög.

**Figure 6.** The two Schools loading density for Game 1 and Game 2.

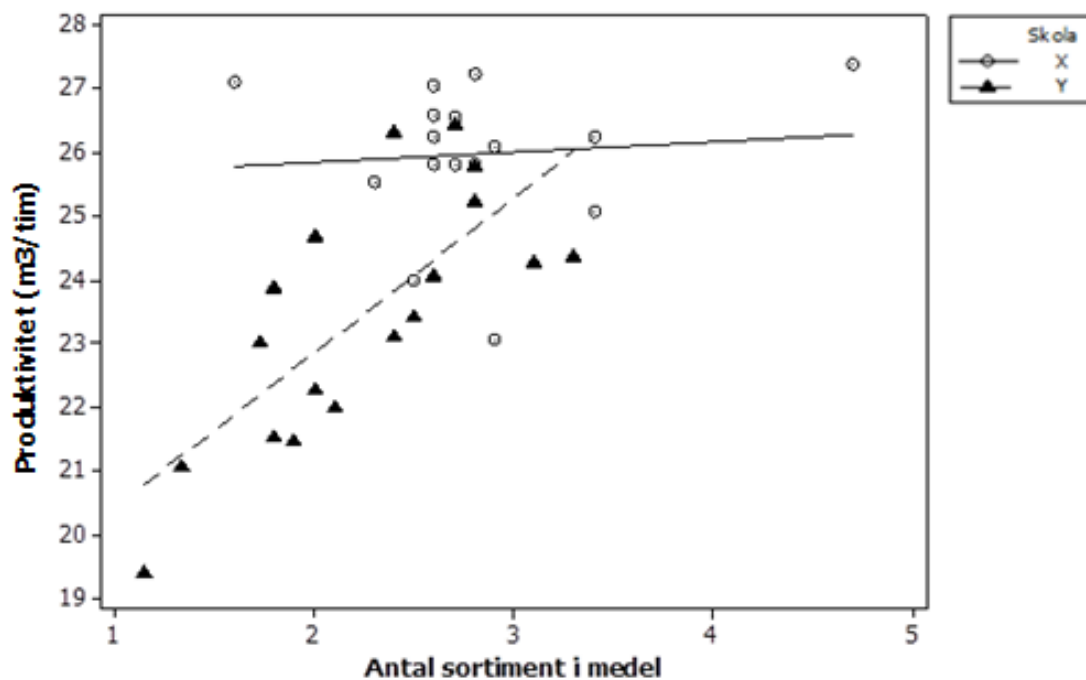
In the boxplot, mean values are presented as horizontal lines in the box, the majority (80%) of students results are indicated by box size and the total spread of student results are indicated by the vertical bars. Outlier values are indicated by stars.

Antalet sortiment påverkade också lossningen. Vid ett högre antal sortiment i lasten ökade körsträckan mellan första och sista kranrörelsen i momentet lossning ( $p$ -värde  $\leq 0,001$ ;  $R^2$  adj = 63,9 %). Resultatet visade också att sambandet mellan antalet sortiment och lossningstiden var signifikant. ( $p$ -värde  $\leq 0,001$ ;  $R^2$  adj = 29,1 %). Förklaringsgraden ökade ( $p$ -värde  $\leq 0,001$ ;  $R^2$  adj = 93,2 %) för dessa parametrar när resultaten kategoriserades efter skolorna X och Y i analysen. Resultatet visar också att skola X vid samma antal sortiment har cirka 3-4 gånger så hög lossningstid som Skola Y (Figur 7).



**Figur 7.** Antalet sortiment (medel) i lasten och lossningstiden för skola X och skola Y i Spel 2.  
**Figure 7.** The number assortment (average) of the load and unloading time of School X and School Y in Game 2.

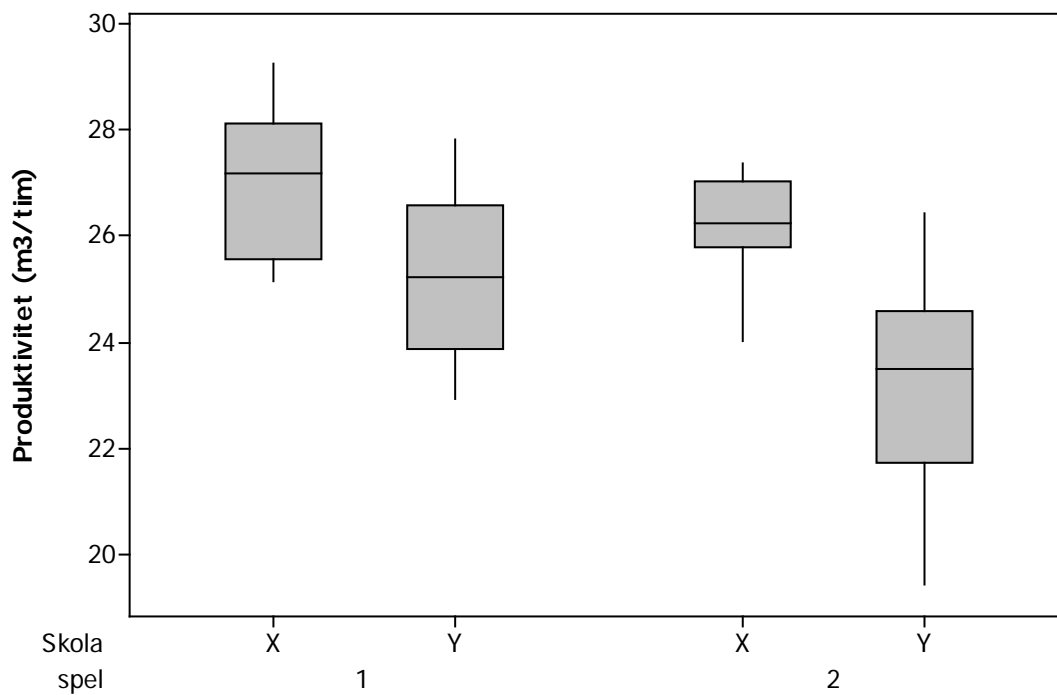
Produktiviteten påverkades också signifikant av medelantalet sortiment som förarna valde att lasta ( $n=31$ ,  $p$ -värde  $\leq 0,001$ ;  $R^2$  adj = 36,1 %). Eleverna i skola Y påverkades mer av antalet sortiment i lasten och produktiviteten än skola X (Figur 8).



**Figur 8.** Produktivitet som funktion av antalet sortiment i medel i varje last för de båda skolorna X och Y i Spel 2.

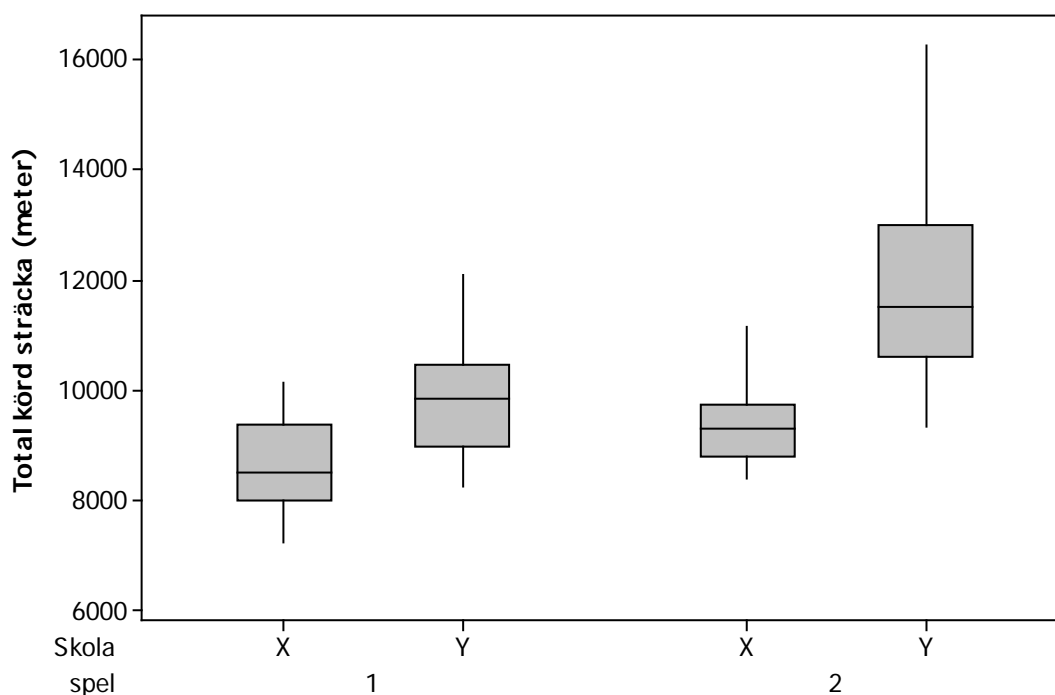
**Figure 8.** Productivity as a function of number assortments funds in each load for both schools, X and Y in Game 2.

Resultatet visade att det finns stora skillnader i den arbetsmetodiken mellan skolornas elever. Medelproduktiviteten mellan skolorna skiljde sig signifikant (p-värde  $\leq 0,001$ ) med  $R^2$  adj = 46,3 %. Skola X hade i spel 1 7,1 % högre produktivitet än skola Y. Resultatet för spel 2 visade att skola X har 11,6 % högre medelproduktivitet än skola Y (Figur 9), (p-värde  $\leq 0,001$  med  $R^2$  adj 59 %). Resultaten visade även att medelproduktiviteten sjunker för skolorna i Spel 2 där antalet sortiment ökar. Skola X gick från en medelproduktivitet i Spel 1 på 27,2 m<sup>3</sup>/ timme till 25,8 m<sup>3</sup>/ timme i spel 2 vilket är 5,4 % lägre (ej signifikant). Skola Y hade en medelproduktivitet i Spel 1 på 25,3 m<sup>3</sup>/timme och 23,3 m<sup>3</sup>/timme i Spel 2 vilket var 8,6 % lägre (signifikant).



**Figur 9.** Skolornas produktivitet i Spel 1 och Spel 2.  
**Figure 9.** The two schools productivity in Game 1 and Game 2.

Resultatet för parametern *Total körd sträcka* för de båda skolorna visade att skillnaden är signifikant (p-värde = 0,018.  $R^2$  adj = 16,7 %) i spel 1. Skola Y färdades i medel 1155 m (13,1 %) längre än skola X. Medeldistansen i spel 1 för de båda skolorna blev 9917 meter för skola Y respektive 8762 meter för skola X (Figur 10). Största uppmätta skillnaden mellan två förare i Spel 1 var 7720 meter och 12102 meter vilket är en skillnad på 56,7 %. Spel 2 visade att skillnaden mellan skolorna ökade med ökat antal sortiment för parametern total körd sträcka. Skillnaden är signifikant (p-värde  $\leq$  0,001.  $R^2$  adj = 44,8 %) och resultatet visade att skola Y kör i medel 2339 meter (24,8%) längre än skola X. Medeldistansen för de båda skolorna i spel 2 blev 11767 meter för skola Y respektive 9428 meter för skola X (Figur 10). Skillnaden i körd sträcka mellan spel 1 och spel 2 blev 1850 meter (18,7 %) längre i spel 2 för skola Y (signifikant) respektive 666 meter (7 %) längre för skola X (ej signifikant). Största skillnaden som uppättes i Spel 2 mellan två förare var 8760 meter och 16261 meter vilket är en skillnad på 85,6 %.

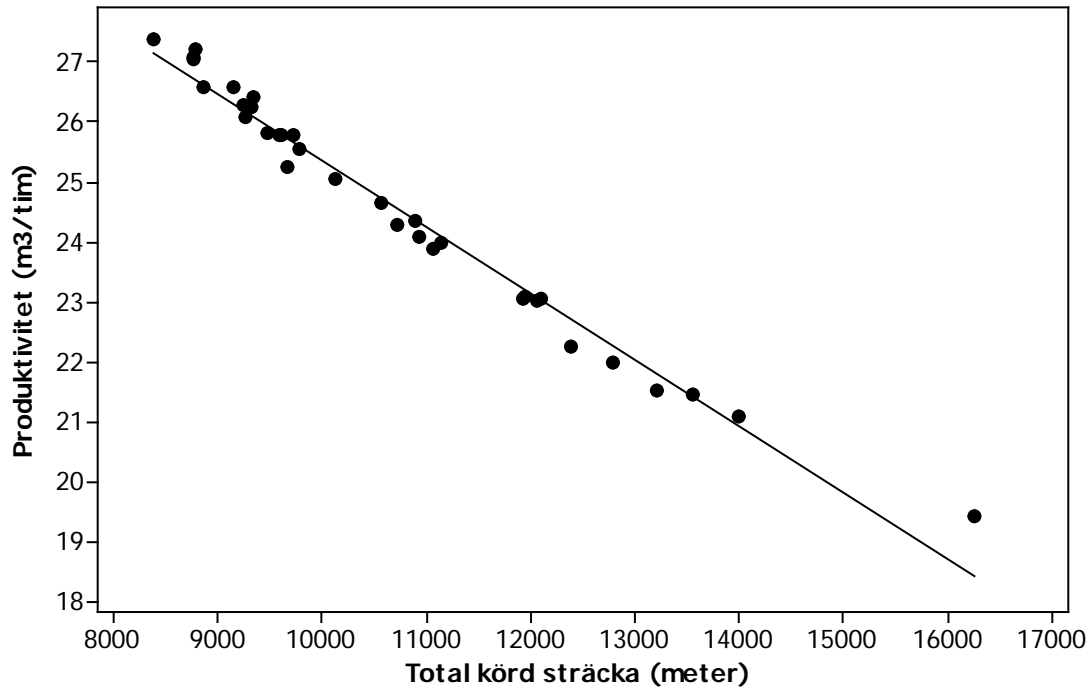


**Figur 10.** Den totala körda sträckan för de båda skolorna i Spel 1 och Spel 2. Boxploten redovisar medelvärdet (vågräta sträcket genom boxen), majoriteten av elevernas (80 %) resultat visualiseras av boxens storlek och den totala spridningen av elevernas resultat visas genom det lodräta sträcket genom boxen.

**Figure 10.** The total distance driven for both schools in Game 1 and Game 2. In the boxplot, mean values are presented as horizontal lines in the box, the majority (80%) of students results are indicated by box size and the total spread of student results are indicated by the vertical bars.

### 3.3 Produktivitetspåverkande variabler

Resultatet visade att produktiviteten i spelet framförallt påverkades av parametern *total körd sträcka*. Det fanns ett starkt signifikant samband mellan dessa variabler ( $p$ -värde  $\leq 0,001$ ) där total körd sträcka förklarade 95,7 % av den observerade variationen ( $R^2$ -adj) i produktivitet i spel 1 och 97,6 % i spel 2 (Figur 11).



**Figur 11.** Produktivitet och total körd sträcka i spel 2 för de båda skolorna (n=31).

**Figure 11.** Productivity and total distance driven in Game 2 of the two schools (n=31).

## 4 Diskussion

### 4.1 Resultat

Resultaten i de redovisade parametrerna visar på stora skillnader i arbetsmetodik mellan eleverna på de båda skolorna. Resultatet visar att eleverna i Skola X har en strategi med en högre grad samlastning och minimerad körsträcka, vilket gav en högre produktivitet i detta spelscenario. Analysen av de parametrar som påverkar produktiviteten visar precis som i Väätäinen & Lamminen (2014) att total körsträcka har störst påverkan. Total körsträcka anges även av Nurminen et.al. (2006) som en påverkande faktor på produktiviteten i verkligheten. Skillnaden på total körd sträcka kan antas vara den största faktorn till att Skola X hade en högre produktivitet än Skola Y i både spel 1 och spel 2, där skillnaden i total körd sträcka får anses som markant. Att skillnaden var så stor mellan kortaste och längsta körda sträckan är också intressant. Den största skillnaden på parametern blev över 85 % mellan två deltagare i Spel 2 och får anses vara avsevärt stor och hade i verkligheten genererat en stor skillnad i kostnad för den avverkade trakten. Det går givetvis inte att klargöra om utfallet blivit detsamma i verkligheten men skillnaden bör ändå noteras. En annan parameter som påverkade produktiviteten är antalet sortiment (Figur 8). Båda skolornas medelproduktivitet var lägre i spel 2 där antalet sortiment var fler. Det är ett resultat som även Arlinger & Brunberg (2001) fick i sin studie och som även Nurminen et.al. (2006) anger som en påverkande faktor på produktiviteten. Resultatet visade dock inte på så stora skillnader som 3-4 % per extra sortiment som Arlinger & Brunberg (2001) visade i sitt resultat. Lossningssträckan och lossningstiden påverkades också av antalet sortiment som förarna valde att samlasta. Skillnaden i lossningstid visar att det var tydliga skillnader mellan skolorna (Figur 7). Att skillnaderna är så pass tydliga just på lossningstiden beror förmodligen på antalet sortiment som studenterna valde att samlasta och att skillnaden där var signifikant mellan skolorna. Resultatet visar också att eleverna vid de båda skolorna grupperar sig olika på parametern lossningstid trots att många elever på både skola X och skola Y väljer att samlasta 2,5-3 sortiment. Eleverna på skola X har närmare 400 % längre lossningstid än skola Y vid samma antal sortiment i lasten (Figur 7). Detta kan förmodligen förklaras av att eleverna på skola Y väljer att lasta ett sortiment för sortiment och på så vis minskar lossningstiden men förmodligen på bekostnad av lastningsdensitet (Figur 6) och körsträcka (Figur 11).

Enligt Nurminen et.al. (2006) är virkeskoncentrationen en påverkande faktor på produktiviteten. Även Manner et.al. (2013) visade att virkeskoncentrationen påverkade tidsåtgången och att den minskade vid ökad virkeskoncentration och att denna faktor påverkar lastningsdensiteten. Även antalet sortiment som skotarföraren väljer att samlasta har betydelse för tidsåtgången enligt Manner et.al. (2013). Under Spel 1 och Spel 2 var virkeskoncentrationen densamma men antalet sortiment olika. Det kan därför anses intressant att skillnaden mellan skolorna är så stor på parametern lastningsdensitet. Skola X valde dels att samlasta mer (Figur 4 och 5) och dels hade skola X i båda spelen en högre lastningsdensitet (Figur 6). Skillnaden i antalet vändor som eleverna på de båda skolorna väljer att köra skiljer sig också från varandra. Ingen av eleverna i skola X valde att köra fler vändor till antalet än minsta möjliga (10 stycken) i både spel 1 och spel 2. I skola Y använde flera av eleverna 11 eller fler vändor under både spel 1 och spel 2 (Figur 4 och 5). Detta kan visa att eleverna på de båda skolorna tänkte olika i planeringen och därför har olika arbetsmetodik.



## ***4.2 Studiens genomförande***

Innan besöken på skolorna introducerades instruktörerna för studien och instruerades i de förberedelser som behövde göras, bland annat fick inte eleverna informeras om studiens genomförande och av spelet. Det fanns en uppenbar risk att eleverna skulle prestera bättre om de innan studiens genomförande spelat spelet. Detta kontrollerades med en fråga till samtliga deltagare innan studien påbörjades. Ingen av deltagarna hade spelat spelet tidigare vilket i annat fall kunde utgjort en felkälla som nu kunde uteslutas.

Introduktionsspelet valdes för enkelhetens skull till scenario 3 som följer med vid nedladdning av spelet. I efterhand hade det varit bättre om även introduktionsspelet skapats manuellt med syfte att fungera som ett introduktionsspel. Det nuvarande scenariot innehöll tre sortiment men på en enkel slinga vilket inte uppmuntrade deltagaren att pröva funktioner som att backa, backa med begränsad sikt, samlasta flera sortiment och tänka annorlunda. Ett bättre alternativ hade varit ett scenario där det finns fler slingalternativ med möjlighet till alternativa körvägar, fler sortiment och där deltagaren uppmuntras att lära sig maskinens begränsningar och spelets regler.

Det finns också en chans till tydligare skillnader och bättre resultat sett ur studiens syfte om scenariona som studien omfattade innehöll större variation. Spelplanen byggdes upp av en basväg med 4 stickvägar byggda som slingor och det kunde eventuellt blivit större skillnader i arbetsmetodiken om det funnits stickvägar som inte byggdes som en slinga utan tvingade deltagaren att backa antingen in eller ut. Studien har jämfört skolorna och deras arbetsmetodik i två scenarion där enda skillnaden var antalet sortiment. Den faktor som i just dessa två fall hade högst påverkan på produktiviteten var körsträckan. Det går utifrån resultaten i studien inte säga om körsträckan får samma genomslag om förutsättningarna vore annorlunda.

Det uppstod vid två tillfällen att deltagare lossade ett sortiment vid två olika avläggsplatser vilket gjorde att det saknades avlägg för minst ett sortiment då spelet har som regel att lagt virke inte går att ångra. Detta gjorde tyvärr att dessa två deltagare tvingades att börja om. Detta kan utgöra en felkälla men jag har bortsett från detta då spelarna vid båda tillfällena råkade ut för problemet tidigt i spelets fas.

När samtliga deltagare på var och en av skolorna var klara fick deltagarna uppgiften att spara ner sitt resultat med namnet på sin tilldelade kod. Detta fungerade inte alltid felfritt då vissa deltagare inte lyckades spara, spara med rätt kod eller spara i rätt format vilket gjorde att några resultat föll bort i studien. För att undvika detta problem skulle var och en av deltagarna tilldelats ett USB-minne där deltagaren skulle sparat ner sitt resultat och sedan lämnats till författaren. Detta hade givetvis varit mer kostsamt men det hade också underlättat betydligt.

Det hade varit önskvärt med fler deltagande skolor i studien för att stärka resultaten ytterligare. Det hade också varit intressant att jämföra skolornas arbetsmetodik i ett annat spelscenario för att sedan analysera skolornas förmåga att anpassa arbetsmetodiken efter förändrade förutsättningar. Det skulle däremot tagit allt för lång tid att genomföra datainsamlingen och analysen av all data hade varit än mer omfattande och tidskrävande. Antalet elever på de deltagande skolorna i studien har varit tillräckligt för att statistiskt kunna påvisa skillnader i resultatet mellan skolorna.

### ***4.3 Ponsse forwarding game***

Efter genomförandet upplevdes spelet av eleverna och instruktörerna som ett bra komplement i undervisningen av den teoretiska delen i skotarkörning, då främst i den del som berör planering och val av arbetsmetodik. Instruktörerna på både Skola X och Skola Y upplevde det svårt att förmedla en generell arbetsmetodik till eleverna då ingen trakt liknar någon annan. En instruktör sa bland annat att det kräver erfarenhet och en viss fingertoppskänsla när föraren planerar sin körning. Han menade vidare att spelet kan ge eleven en inblick och förståelse för att planering är nödvändigt för att minimera körsträcka och på så vis kostnader. Instruktörerna kunde mycket väl tänka sig att använda spelet i undervisningen under den tidiga delen av skotarutbildningen.

Spelet upplevdes som enkelt uppbyggt men ändå väl genomarbetat. Samtliga parametrar som redovisas som ett resultat efter spelets genomförande ger användaren tydliga data på vilka parametrar som kan förbättras. Det redovisade resultatet är också bra vid undervisningen då instruktören kan skapa en diskussion med eleverna kring elevernas resultat på varje enskild parameter. Funktionen där användaren kan förändra en befintlig eller rent av skapa en helt ny spelplan med nya förutsättningar är väl användbart i undervisningen.

### ***4.4 Styrkor och svagheter***

Genom att studera eleverna med hjälp av ett dataspel kan resultaten jämföras mot varandra under identiska förutsättningar. Det är i praktiken ute i verkligheten omöjligt då förutsättningarna aldrig är jämförbara. För studien gav resultaten som presenterades efter spelet grunden till de jämförelser som presenterats i rapporten. Resultaten kunde jämföras på individnivå på varje enskild parameter till jämförelser mellan de två förarutbildningarna. Genom att statistiskt analysera resultaten kunde också parametrarna kopplas till varandra och då främst till produktiviteten. Genomförandet av studien i en virtuell miljö är också en svaghet lika mycket som en styrka. Att det är just i en virtuell miljö och inte i verklig skoglig miljö kan mycket väl påverka hur deltagarna väljer att planera sin körning och vilken arbetsmetodik de använder. Genom att spela spelet från en helikoptervy kan studiedeltagaren planera sin körning redan innan maskinen förflyttats från startpositionen. Detta ger deltagaren chansen att optimera körningen för ett bättre resultat. I verkligheten saknar föraren denna möjlighet och kan på sin höjd gå över trakten och på så vis genomföra sin planering. Detta medför att det kan finnas deltagare som i denna studie presterat ett bättre resultat än exempelvis genomsnittet men som i verkligheten har en sämre förmåga att planera eller köra efter en viss arbetsmetodik och då istället hade presterat sämre än genomsnittet.

### ***4.5 Framtida studier***

Denna studie har haft som syfte att studera om det finns skillnader mellan de två utbildningarna och i så fall belysa dessa. Det krävs ytterligare studier som kan stärka resultaten som presenterats och då gärna på fler förarutbildningar. Det krävs också ytterligare studier som syftar till att jämföra resultat i virtuell miljö med resultat i verkligheten, likt studien av Ovaskainen (2005). Det är också viktigt för skogsbranschen i stort men framförallt för utbildningarna att studier görs som kan ge svar på varför det uppstår eventuella skillnader i resultaten mellan de olika utbildningarna och vad som kan göras för att förbättra undervisningen av arbetsmetodik.

## **5 Slutsatser**

Eleverna inom en skola använde liknande arbetsmetodik i spelet, medan arbetsmetodiken skiljde sig åt mellan skolorna.

I de två studerade spelscenarierna genererade Skola X:s strategi, med en högre grad av samlastning och därmed högre lastningsdensitet, en kortare körsträcka och lägre tidsåtgång. Därför var skola X:s arbetsmetodik i dessa spelscenarion bättre sett till produktivitet och bränsleförbrukning.

Studien visar därmed tydligt att det genom utbildning går att påverka elevernas arbetsmetodik.

## Referenser

- Arlinger J & Brunberg T. 2001. *Vad kostar det att sortera virket i skogen?* Skogforsk. Resultat nr, 3, 2001.
- Brunberg T. 2006. *Bränsleförbrukningen hos skördare och skotare 2006*. Skogforsk. Resultat nr 22, 2006.
- Brunberg T, 2013. *Bränsleförbrukningen hos skogsmaskiner 2012*. Skogforsk, Arbetsrapport nr 789.
- Brunberg T & Granlund P & Norden B. 2005. *Standardiserad bränslemätning för skotare och skördare*. Skogforsk, Resultat nr 10, 2005.
- Eriksson M & Lindroos O. 2014. *Productivity of harvesters and forwarders in CTL operations in Northern Sweden based on large follow-up dataset*. International Journal of Forest Engineering 25(3):179-200.
- Hakeman J. 2014. *Metodutbildning i simulatormiljö för flerträdshantering*. Institutionen för skog och träteknik, Linnéuniversitetet. Växjö.
- Joshi & Eriksson. 2014. *Skogsstatistik årsbok 2013: Avverkning och virkesmätning*. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Jönsson P & Löfroth C. 2007 *Stor besparingspotential med bränslesnål skotning*. Skogforsk. Resultat nr 12, 2007.
- Kellog L & Bettinger P. 1994. *Thinning productivity and cost for a mechanized Cut-To-length system in the Northwest Pacific Coast Region in the USA*. Journal of Forest Engineering 5(2): 43-54.
- Laestadius L. 1990. *A comparative analysis of wood-supply systems from a cross-cultural perspective*. Diss. Garpenberg: Institutionen för skogsteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Manner J, Nordfjell T & Lindroos O. 2013. *Effects of the number of assortments and log concentration on time consumption for forwarding*. Silva Fennica 47(4): article id 1030.
- Mörk A & Thorsén Å. 2011. *Nyckelfaktorer för effektiva maskinlag*. Skogforsk. Resultat nr 7, 2011.
- Naturbruk.se <http://www.naturbruk.se/skog/skogsmaskiner/skolor-sverige/>  
Hemsidan besökt 2015-05-06
- Nurminen, T., Korpunen, H. & Uusitalo, J. 2006. *Time consumption analysis of the mechanized cut-to-length harvesting system*. Silva Fennica 40(2): 335–363.
- Ovaskainen, H. 2005. *Comparison of harvester work in forest and simulator environments*. Silva Fennica 39(1): 89–101.

Persson P-E, 2008. *Arbete i avverkningslag: arbetsmiljö, kvalitet, produktion. Grundläggande kunskaper. del 1.* Mora in Europe AB.

Petersson J. 1987 *Drivningsteknik*. LTs förlag. Stockholm.

Ponsse 2014. Ponsse skotarspel. <http://www.ponsse.com/se/media-archive/ponsse-skotarspel>  
Hemsidan besökt 2014-10-06.

Skogsstyrelsen. <http://www.skogsstyrelsen.se/Upptack-skogen/Skog-i-Sverige/>  
Hemsidan besökt\_2014-10-07.

Väätäinen K & Lamminen S, 2014. *Impact of forwarding technique on forwarding output*.  
Metla. Oscar Conference in Knivsta 27 June 2014.

Ylimäki R, Väätäinen K, Varm S, Siren M, Lower Ilomäki J, Ovaskainen H & Asikainen A.  
2012. *Föraren av vägledande system, behovet av och fördelarna med potentiell mekanisk skörd*. Metla Working Papers/Working Papers av Skogsforskningsinstitutet 224. 70 s. ISBN 978-951-40-2352-1.