



# Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 869–2015

## Utvärdering av Head-up display för visning av apteringsinformation i slutavverkning

Evaluation of Head-up display showing bucking information in final felling

Martin Englund, Hagos Lundström, Torbjörn Brunberg och Björn Löfgren

# Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 869-2015

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

## Titel:

Utvärdering av Head-up display för visning av apteringsinformation i slutavverkning.

Evaluation of Head-up display showing bucking information in final felling.

## Bildtext:

Apteringsinformation under upparbetning.

Foto: Optea AB.

## Ämnesord:

HUD, Head-up display, aptering, arbetsmiljö, ergonomi, eye tracking.

HUD, Head-up display, bucking, work environment, ergonomics, eye tracking.

## Redigering och formgivning:

Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2015

ISSN 1404-305X



**SKOGFORSK**

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala

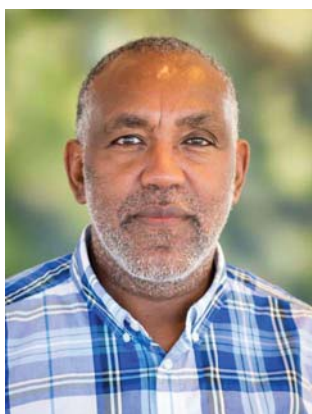
Tel: 018-18 85 00 Fax: 018-18 86 00

skogforsk@skogforsk.se

skogforsk.se



**Martin Englund**, civ.ing. har arbetat på Skogforsk inom programmet Teknik sedan 2009. Han forskar kring fysik ergonomi och människa-maskin-interaktion i skogsmaskiner.



**Hagos Lundström**. Försökstekniker. Arbetar med metodutveckling inom skogsskötsel, skogsteknik och biobränsle.



**Torbjörn Brunberg**. Jägmästare. Arbetar på Skogforsk sedan 1976. För tillfället inom områdena teknik för drivning av rundved och skogsbränsle.



**Björn Löfgren**, Tekn.D. Anställd vid Skogforsk 1981 och arbetar i programmet Teknik och Virke. Ansvarig för automation och teknik.

## **Abstract**

The aim of the study was to investigate whether using a head-up display (HUD) for showing bucking information affected productivity and, if so, how. We also gathered information about operator experience of using the HUD.

The head-up display comprises a specially designed projector fitted below the windscreen of the machine, and a separate beam splitter fitted inside the windscreen. The display was fitted into an Eco Log 590D harvester. Collaborating in the project were Optea, Skogforsk, Sveaskog and Eco Log.

Two operators participated in the evaluation, using the harvester with the HUD and an ordinary head-down display (HDD) in final felling in comparable stands. Productivity was investigated through a time study. Eye-tracking equipment was used and the operator's use of buttons was recorded; this was to identify any differences in productivity, and to link these to the displays. The aim was to investigate whether the displays changed the operators' eye movements and, if so, what effect this had on operator actions.

A very small difference in productivity was found between felling activities using the HUD and the HDD. Unfortunately, operator use of buttons could not be recorded. Consequently, the difference in productivity could not be definitely attributed to the use of the different display types. The difference could have been the result of any number of unknown factors. The conclusion from the time study was that using the HUD instead of the HDD for bucking information had little effect on productivity.

Operator experience of working with the HUD was investigated through interviews. The operators were positive about seeing bucking information in a projection close to the harvester head. They felt that the information was clear and easy to absorb. They sometimes felt that the separate beam splitter fitted in the windscreen was a distraction, because of reflections and because it easily became dirty. The operators did not feel that the HUD had much effect on their method of working; all it meant was they were looking for the bucking information in a different place.

Various forms of decision support are likely to become more common in forest machines in the future, so operators will need access to more information. A head-up display could be one alternative for showing visual information in such an environment.



# Innehåll

Sammanfattning.....	3
Inledning.....	4
Syfte.....	6
Metod.....	6
Förutsättningar.....	6
Tidsstudie.....	7
Eye-tracking och maskindata.....	7
Intervjuer.....	8
Resultat.....	8
Tidsstudie.....	8
Eye-tracking och maskindata.....	9
Intervjuer.....	9
Stråldelare.....	9
Den projicerade bilden.....	9
Informationsinnehåll.....	10
Påverkan på arbetet.....	10
Diskussion.....	10
Tidsstudie.....	10
Eye-tracking och maskindata.....	11
Intervjuer.....	11
Förarna.....	11
Potential till produktivitetssökning.....	11
Användning av HUD för visning av annan information.....	13
Referenser.....	13

## Sammanfattning

I ett tidigare projekt har en Head-up display (HUD) för skogsmaskiner utvecklats av Optea i samarbete med Skogforsk, Komatsu forest och Sveaskog. Head up-displayen bestod av en projektor monterad nedanför maskinens framruta och en separat stråldelare strax innanför rutan.

I detta projekt var projektmedlemmarna Optea, Skogforsk, Sveaskog och Eco Log. HUD:en har inom detta projekt utvecklats ytterligare och föreliggande rapport beskriver den avslutande utvärderingen av HUD för visning av apteringsinformation. Syftet med studien vara att undersöka om det fanns en påverkan på produktiviteten och hur dess orsak samt att dokumentera förarnas upplevelser av användningen. För detta var HUD:en monterad i en Eco Log 590D skördare.

I utvärderingen deltog två förare som körde skördaren både med HUD och vanlig Head down-display (HDD) i slutavverkning likvärdiga bestånd. Påverkan på produktiviteten undersöktes genom en tidsstudie. För att undersöka hur förarnas beteende skiljde sig åt mellan de båda displaytyperna och därigenom kunna förklara eventuella skillnader i prestation, genomfördes en simultan eye-tracking och loggning av förarnas knapptryckningar. Syftet var att undersöka om blickbeteendet förändrades och i så fall hur det påverkade deras agerande under upparbetningen.

En i sammanhanget mycket liten skillnad i tidsåtgången uppmättes mellan körningarna med HUD och HDD. Tyvärr misslyckades loggningen av förarnas knapptryckningar. Det var därför inte möjligt att hänföra skillnaden i tidsåtgång till bruket av de olika displaytyperna. Den uppmätta skillnaden kan ha berott på en mängd olika okända faktorer. Slutsatsen från tidsstudien är att användning av HUD jämfört med HDD för visning av apteringsinformation inte kan ha någon större påverkan på tidsåtgången.

Förarnas upplevelse av att arbeta med en HUD dokumenterades genom intervjuer. Förarna var positiva till att ha tillgång till apteringsinformation i en projektion i närheten av aggregatet. De upplevde att informationen var tydlig och lätt att tillgodogöra sig. Den separata stråldelaren upplevdes ibland som störande för sikten, eftersom den kan ge upphov till störande reflektioner och blir smutsig om den inte rengörs. Förarna upplevde inte att HUD påverkade deras arbetssätt på något annat sätt än var på displayen de tittade efter apteringsinformationen.

Det är troligt att användningen av olika former av beslutsstöd i skogsmaskiner kommer att öka i framtiden, vilket kommer att innebära mer information som presenteras för föraren. En Head-up display kommer vara ett alternativ för visning av grafisk information i en sådan miljö.

## Inledning

Föreliggande rapport handlar en utvärdering av Head-up display (HUD) för presentation av apteringsinformation i skördare som genomfördes våren 2014. Projektet genomfördes inom Skogforsks satsning på teknikinnovation.

HUD:en som användes utvecklades av Optea i ett tidigare projekt, Improved Information Visualization System (IIVS), i samarbete med Skogforsk, Komatsu och Sveaskog. I detta projekt ingick återigen Optea, Skogforsk och Sveaskog men denna gång monterades utrustningen i en Eco Log 590D skördare. Maskintillverkaren deltog också i projektgruppen. Skogforsks roll var främst att genomföra utvärderingen.



Figur 1.  
Eco Log 590D utrustad med Head up-display.

De egenskaper hos en HUD som förväntades kunna leda till positiva effekter är dels att föraren inte behöver fokusera om för att titta på apteringsinformationen eftersom bilden upplevs som att den svävar i luften på nästan samma avstånd som aggregatet och dels för att den vertikala vinkeln från siktlinjen mot aggregaten blir mindre.



Figur 2.  
Apteringsinformation projicerad på stråldelaren. Foto Optea AB.

Vid användning av en traditionell Head-down display (HDD) måste föraren för att ta till sig apteringsinformation, fokusera om blicken till skärmen, som befinner sig på cirka en meters avstånd från huvudet, och titta ned, eftersom skärmen sitter i framrutans nederkant för att inte skymma sikten. Att titta på Head-down-displayen skulle dels kunna innebära en direkt negativ påverkan om föraren är tvungen att tillfälligt avbryta apteringen, för att ta till sig apteringsinformationen, dels skulle det kunna ha en negativ påverkan på lång sikt, genom att frekvent fokusera om blicken, skulle kunna vara tröttnande.

På Skogforsk har det tidigare genomförts ett antal projekt som handlade om HUD i skogsmaskiner. I två projekt togs olika grafiska gränssnitt fram för presentation av apteringsinformation med HUD i skördare, och utvärderades i simulator (Lundin, Malmberg och Naeslund, 2005; Järrendal och Tinggård Dillekås, 2006). I ytterligare ett projekt (Järrendal och Tinggård Dillekås, 2007) konstruerades en fungerande HUD-demonstrator och olika HUD-gränssnitt utvärderades och jämfördes med Head-down-display (HDD) både i fält och i simulator med avseende på förarnas prestation och upplevda mentala arbetsbelastning. I simulatören visade resultaten på både minskad upplevd arbetsbelastning och kortare apteringstider. Fältförsöken visade på kortare apteringstider men oförändrad upplevd arbetsbelastning. Resultaten från studien var så pass uppmanande att det bedömdes som intressant att fortsätta driva arbetet med att ta fram en HUD för skogsmaskiner. I projektet Improved information Visualization System (IIVS) 2010–2012 togs ett HUD-system fram som bestod av en projektorenhet som var monterad centralt framför föraren och en separat stråldelare som var monterad framför framrutan. HUD:en som användes i föreliggande projekt är i grunden den samma men har efter hand utvecklats och förbättrats av Optea.



## Syfte

Utvärderingen hade tre komponenter. Den första innebar att undersöka om visning av apteringsinformation på HUD påverkade produktiviteten jämfört med visning på en vanlig display (Head-down display, HDD). De andra var att hitta förklaringar till en eventuell påverkan. De tredje var att dokumentera förarnas erfarenheter från användning av HUD för visning av apteringsinformation.

## Metod

För att undersöka påverkan på produktivitet genomfördes en tidsstudie. För att förklara hur visning av apteringsinformation på en HUD kan ha en direkt påverkan på produktiviteten fanns en hypotes att testa. Det var att förarna i samband med att de ser på en display under upparbetningen, gör uppehåll i matningen och att längd eller frekvens på uppehållen skiljer sig åt, beroende på om displayen är en HUD eller HDD. Förarnas erfarenheter av att arbeta med en HUD dokumenterades genom intervjuer.

Tidsstudien samt eye-tracking och loggning av knapptryckningar genomfördes parallellt.

## FÖRUTSÄTTNINGAR

Datansamlingen skedde under fyra dagar. Två förare studerades först vid användning av HUD. Därefter togs HUD:en ur maskinen och ersattes av originaldisplayen, var på förarna studerades på samma sätt igen.

Objektet hade valts så att det var stort nog för minst fyra dagars körning i förnyrningsavverkning för att medge att förarna skulle kunna studeras under så lika förutsättningar som möjligt med båda displayerna. All datansamling skedde på dagtid i klart väder.

Tabell 1.  
Skogliga förutsättningar.

Förare, display	Medelstam	Trädslagsfördelning gran/tall (%)
A, HUD	0,33	80/20
A, HDD	0,36	80/20
B, HUD	0,34	40/60
B, HDD	0,39	40/60

## TIDSSTUDIE

Båda förarna studerades under ca fyra timmar för varje typ av display av en tidsstudieman som åkte med i maskinen. Tidsåtgången för de olika momenten i Tabell 2 registrerades.

Tabell 2.  
Tidsstudiemoment.

Körning
Kran ut
Fällning
Intagning
Kvistning/Kapning
Kran in
Topp
Övrigt

Tidsåtgången under momentet ”Kvistning/Kapning”, som är det moment där föraren borde ha mest användning av apteringsinformationen, var av speciellt intresse. Eventuella skillnader i tidsåtgång i de momenten skulle kunna bero på effektiviteten i användandet av HUD respektive HDD.

## EYE-TRACKING OCH MASKINDATA

En eye-trackingutrustning monterades i hytten inför studien. Med utrustningen var det möjligt att registrera var förarna tittade. Specifikt var det blickarna mot HUD:en respektive HDD:en som var av intresse.



Figur 3.  
Eye-trackingkameror (och HUD) monterade i maskinens framruta.

För att upptäcka när förarna gjorde uppehåll i matningen av stocken under upparbetningen hade ett speciellt program skrivits som registrerade när matarvalsarna roterade. Informationen hämtades från maskinens styrsystem.

För att eye-tracking- och maskindata om matarvalsarna skulle kunna behandlas tillsammans, synkroniserades klockorna på de båda datorerna som körde respektive system med Network Time Protocol, NTP.

Genom att studera data om när förarna tittat på displayen och när de gjort uppehåll i matningen, skulle det kunna gå att avgöra om blickar på displayen föregår avbrott i matningen. Eventuella skillnader i antal och längd av sådana avbrott mellan HUD och HDD skulle då vara en förklaring till en skillnad i tidsåtgång under upparbetsmomentet.

## INTERVJUER

Intervjuer om förarnas upplevelser av Head-up displayen genomfördes efter fältstudien. Intervjuerna omfattade alla olika aspekter av Head-up displayen; den fysiska installationen av projektor och stråldelare, utformningen av och informationsinnehållet på den projicerade bilden och hur arbetet påverkades.

## Resultat

### TIDSSTUDIE

I Tabell 3 redovisas den genomsnittliga tidsåtgången för hela studien.

Tabell 3.  
Genomsnittlig tid för olika moment uppdelat på respektive displayteknik.

Display	Head-up	Head-down	Medel
Körning	8,0	7,4	7,7
Kran ut	8,4	7,9	8,1
Fällning	5,1	5,3	5,2
Intagning	8,0	7,8	7,9
Kvistning/Kapning	22,9	23,1	22,9
Kran in	0,3	0,4	0,4
Topp	1,5	1,8	1,7
Övrigt	3,7	3,6	3,7
G0-tid	57,9	57,3	57,6

Materialet analyserades för tidsåtgång för ”kvistning/kapning” per träd beroende på om Head-up- eller Head-down display använts.

En regressionsanalys gav följande funktion som beskriver tidsåtgången per träd:

$$T \text{ (cmin/träd)} = -6,12 + 7,43 \times \text{Abit (ant.bit)} + 0,31 \times \text{DAbit (Abit}^2) + 3,94 \times \text{Förare (A=0, B=1)} + 1,58 \times \text{Display (Head-down=0 Head-up=1)}$$

Som framgår av funktionen var tidsåtgången för kvistning/kapning 1,58 cmin/träd högre vid användandet av HUD-tekniken. Satt i förhållande till den genomsnittliga G<sub>0</sub>-tiden innebär detta att tidsåtgången var ca 3 % högre. Den uppmätta skillnaden är statistiskt säker på 95 %-nivån.

## **EYE-TRACKING OCH MASKINDATA**

Ett fel i programmet som skulle logga matarvalsarnas rörelse och kapningar innebar att endast data från en liten del av den sista studiedagen finns tillgänglig. Det är därför inte möjligt att göra någon jämförande analys av avbrott i matningen som föregås av blickar på respektive display.

## **INTERVJUER**

Förarnas kommentarer från intervjuerna sammanfattas under rubrikerna.

### **Projektorn**

Projektorn upplevs som för stor och placerad på ett sådant ställe att den hindrar rörelser för benen och begränsar sittpositionen. Fläktljud från projektorn upplevs som störande.

### **STRÅLDELARE**

Förarna upplever att stråldelaren skymmer sikten framåt. Fästena som är monterade på sidostolparna skymmer sikten. Plastfilmen reflekterar andra saker från hytten än HUD-projektionen, särskilt varselkläder, vilket upplevs störa sikten. Plastfilmen blir också dammig och måste torkas av emellanåt för att inte sikten ska bli sämre. Vid regn blir den också våt när dörren öppnas.

Plastfilmen upplevs nästan hela tiden vara stilla men i samband med förflyttning i svår terräng kan den vibrera, vilket upplevs som störande.

Förarna framhöll att ovanstående negativa egenskaper hos stråldelaren skulle kunna undvikas om den istället var integrerad i framrutan.

### **DEN PROJICERADE BILDEN**

Headboxen, det område från vilket HUD-bilden var synlig, upplevdes som tillräcklig. Extra höjd på headboxen skulle ha kunnat vara användbart om maskinen körts av förare med större skillnader i kroppslängd som skulle resulterat i att deras huvuden hamnat på olika höjd.

Kontrasten mellan texten på bilden och bakgrunden av den upplevdes som låg när projektorn var inställd på högre ljusstyrka. Det innebar att bakgrunden var synlig som en svag rektangel runt texten och störde sikten framåt något. Det kan också eventuellt vara en fördel genom att det gör bilden lättare att lokalisera.

HUD-bildens läge i förhållande till aggregatet skiftar beroende på hur långt kranen är utsträckt. Ibland upplevs det som att bilden hamnar för långt ifrån aggregatet. Det skulle vara bra om bilden följde aggregatets rörelser.

Förarna justerade färg och ljusstyrka på bilden efter de yttre förhållandena. Ljusstyrkan var lägre ju mörkare det var ute.

Under vintern när det fanns snö på marken föredrog förarna en violett färg. När det var barmark föredrog de en färg som var med röd eller rosa.

## **INFORMATIONSSINNEHÅLL**

Informationen som visades på HUD:en uppfattades som tydlig och lätt att tillgodogöra sig. Förarna tyckte att en möjlighet att visa olika färger skulle vara positivt. Informationen skulle då kunna färgkodas och olika färger användas för olika trädslag. De föreslog också att en symbol som signalerar att virket färgmarkeras skulle vara användbart för att tydliggöra när sortimentsbyte sker.

## **PÅVERKAN PÅ ARBETET**

Förarna var i grunden positiva till att ha tillgång till apteringsinformation genom en bild som projiceras i närheten av aggregatet.

De upplevde inte att HUD:en påverkade deras arbetssätt på något annat sätt än var de tittade efter apteringsinformationen. De tyckte inte att det innebar någon svårighet att ställa om till att titta efter informationen på den nya positionen eller att återgå till HDD.

De upplevde inte att användandet av en HUD påverkade deras medvetenhet om apteringsinformationen.

## **Diskussion**

### **TIDSSTUDIE**

Den beräknade ca 3 % högre totala tidsåtgången under körningarna med Head-up display, får i sammanhanget ses som mycket liten. En skillnad i den storleksordningen skulle kunna bero på en mängd olika okända faktorer och kan inte hänföras till just användandet av de olika typerna av display.

Slutsatsen från tidsstudien är att en Head-up display inte har någon större påverkan på tidsåtgången under momentet kvistning/kapning.

Tidigare tidsstudier av Head-up display i fält (Järrendal D, Tinggård-Dillekås H, 2007) har visat på en något minskad tidsåtgång jämfört med Head-down display. Den tidsstudien bygger på ett betydligt mindre material och får därför anses vara mindre tillförlitlig än studien som redovisas i denna rapport.

Eftersom Head-up displayen inte har någon direkt påverkan på maskinens tekniska prestanda är effekterna svåra att mäta med en tidsstudie. Eventuell påverkan på hela människa-maskinsystemets prestanda måste ske genom föraren. Antingen genom att displayen används på annat sätt eller att föraren påverkas på längre sikt genom till exempel skillnader i hur tröttande det är att arbeta med de olika displayerna.

## **EYE-TRACKING OCH MASKINDATA**

Den parallella insamlingen av eye-tracking-data och data om matarvalsarnas rörelser misslyckades. Det var därför inte möjligt att genomföra den planerade analysen. Enbart eye-tracking-data är inte möjligt att analysera på ett givande sätt. Att ytan som HUD-bilden projiceras på är transparent försvårar analysen, eftersom det inte är möjligt att avgöra om föraren tittar på eller genom HUD-bilden, vilket skulle innebära en mängd ”falska” träffar på HUD:en.

## **INTERVJUER**

Under intervjuerna gav förarna många förslag till förbättringar av Head-up displayprototypen. Denna information är av stort värde vid en eventuell vidareutveckling av HUD-utrustningen för skogsmaskiner, såväl som vid implementation i andra typer av maskiner.

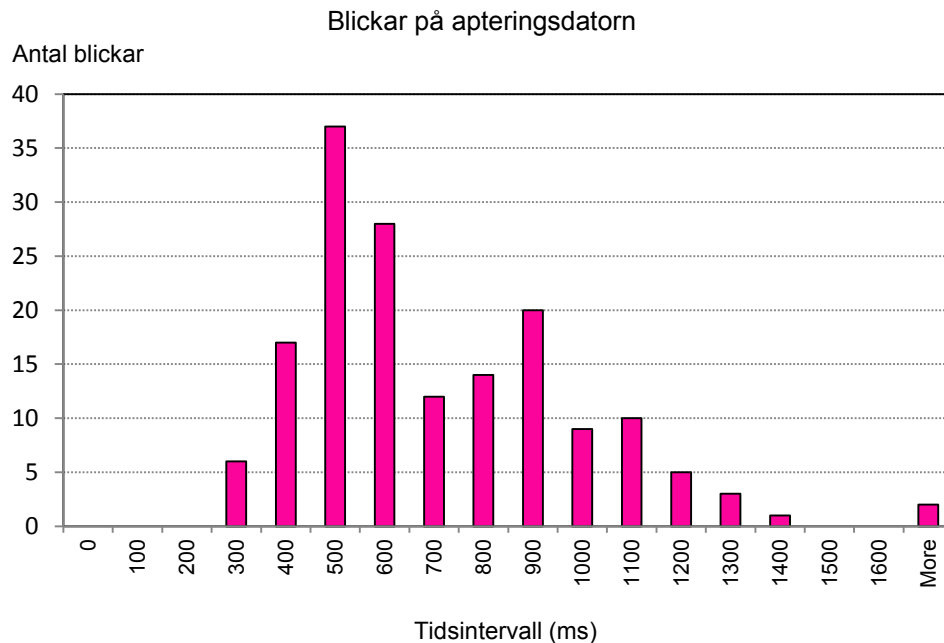
## **FÖRARNA**

De båda förarna som deltog i studien var båda mycket erfarna och hävdade att de därför sällan hade behov av apteringsinformationen och sällan tittade på någon av displayerna. De trodde att mer erfarna förare oftare hade behov av att titta på apteringsinformationen. Om detta stämmer innebär det att de effekter som en HUD eventuellt har var svåra att upptäcka med de aktuella förarna.

## **POTENTIAL TILL PRODUKTIVITETSÖKNING**

I en studie av Häggström m.fl. användes en huvudmonterad eye-tracker för att kartlägga blickbeteendet hos sex skördarförare i både gallring och slutavverkning. I de maskinerna användes en vanlig (HDD) display.

De resultat som rör blickarna mot displayen kan användas för att i någon mån bedöma hur stor potential till förbättring det finns i att utveckla system för att på ett effektivare sätt förmedla apteringsinformation via en visuell display. I studien räknades till tid för blicken på intresseområdet ”monitor”, hela den tid som åtgick från att blicken lämnade något annat intresseområde, tiden blicken spenderade på själva monitorn tills då blicken på nytt träffade något annat intresseområde. På så sätt inkluderades all den tid som en blick mot monitorn tog från att t.ex. övervaka upparbetningen. Det är inte känt om eller i vilken utsträckning förarna vid blickarna mot monitorn gjorde uppehåll i matningen. Tidsåtgången för en blick mot monitorn, mätt så som förklaras ovan, var i medel 0,67 sekunder.



Figur 4.  
Histogram som visar fördelningen av tidsåtgången för blickarna mot apteringsdatorn. Medeltidsåtgången var 670 millisekunder.

I medel tittade förarna på monitorn 6 % av tiden för upparbetning, eller 2 % av den totala tiden. Antalet blickar på monitorn varierade kraftigt mellan förarna och berodde på om de körde förstagallring (färre blickar) eller om de körde andragallring eller slutavverkning (fler blickar). Det var också stor variation mellan olika förare, från 0,02 gånger per stam i medel, till 2,84 gånger per stam.

Blickarna på monitorn kom i samband med att förarna övervägde att byta kapställe och i samband med att apteringsprogrammet bytte sortiment. 95 % av blickarna, direkt innan och efter blickarna mot monitorn, var mot antingen den kvistade delen av stammen, området kring såglådan eller i riktning mot högen med stockar.

Anledningen till skillnaden i antalet blickar mellan förstagallring (färre blickar) och andragallring eller slutavverkning (fler blickar) tros bero på skillnader i antalet sortiment. När i stort sett alla stammar apterades till samma sortiment, t.ex. massaved, fanns det nästan ingen anledning för föraren att titta på apteringsdisplayen. När det i stället fanns flera olika timmersortiment ställdes föraren inför fler val som berodde på informationen som visades på apteringsdatorn.

Som underlag för att bedöma potentialen i alternativ displayteknik som en HUD, är flera av resultaten i studien av (Häggström m.fl., 2015) intressanta. För de förare som tittade minst på monitorn skulle en HUD antagligen inte ha någon potential till att underlätta arbetet. Detta är under förutsättning att anledningen till att de inte tittade på monitorn var att de under rådande förutsättningar faktiskt inte hade behov av apteringsinformationen. För förarna som tittade på monitorn flera gånger per stam finns potentialen för en HUD att påverka arbetet. De verkade ha ett relativt stort behov av att tillgodogöra sig apteringsinformation.

Ett av syftena med HUD:en i detta projekt var att göra apteringsinformationen mer lättillgänglig. En av egenskaperna som förväntades leda till detta var att den ändring av blickriktning som krävdes för att titta på displayen, blir mindre med en HUD än med en HDD. Resultaten från Häggström m.fl. bekräftar att det resonemanget håller, då förarna i stort sett alltid, både före och efter en blick mot displayen, tittade mot området där upparbetning och sortering skedde, vilket var strax under där HUD-bilden upplevdes vara. Förutsatt att HUD:en inte var svårare att läsa av än en HDD, är det rimligt att tidsåtgången för en blick mot apteringsinformationen skulle vara något mindre med en HUD tack vare den mindre ändring av blickriktning som krävs.

Det går enligt Häggström m.fl. inte att avgöra om blickarna mot apteringsdisplayen medförde att förarna avbröt matningen. Intrycket från analysen av filmerna från den huvudmonterade eye-trackern var, att förarna huvudsakligen hade blicken fokuserad på aggregatet när matningshastigheten var hög, och tittade på apteringsdisplayen först när aggregatet hade saktat ned inför, eller stannat vid kapstället. Även om matningen oftast inte avbryts av blickar på displayen kan det dock fortfarande innebära att den automatiska apteringsprocessen avbryts och kap fördröjs. Snabbare och mer lättillgänglig information kan ha potential att minimera sådana tidsförluster.

## **ANVÄNDNING AV HUD FÖR VISNING AV ANNAN INFORMATION**

Det är troligt att användningen av olika former av beslutsstöd i skogsmaskiner kommer att öka i framtiden, vilket kommer innebära mer information för föraren att ta in och ta ställning till. En Head-up display kommer att vara ett alternativ för visning av grafisk information i en sådan miljö.

## **Referenser**

- Järrendal, D., Tinggård-Dillekås, H. 2007. Head-Up display i engreppsskördare. Utvärdering i simulator och i fält. Skogforsk. Arbetsrapport 634-2007
- Lundin, M., Malmberg, A. Naeslund, C.-O. 2005. Head up-display i engreppsskördare. Skogforsk. Arbetsrapport 599-2005-
- Eriksson, P., Oscarsson, M. 2005. Automatisk sortering med engreppsskördare vid slutavverkning. Skogforsk. Arbetsrapport 593-2005.
- Häggström, C., Englund, M. Lindroos, O. 2015. Examining the gaze behaviours of harvester operators: an eye tracking study, International Journal of Forest Engineering, accepted with minor revision).



## 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". 17 s.
- Nr 862 Möller, J.J., Bhuiyan, N. & Hannrup, B. 2015. Utveckling och test av beslutsstöd vid automatiserad gallringsuppföljning. 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.
- 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. – Evaluation of Head-up display showing bucking information in final felling 15 s.
- Nr 870 Löfroth, C. 2015. ETTaero – En förstudie av aerodynamisk utformning av skogsfordon.
- 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 – Modellerings 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 klenta 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., Norin K. & Eliasson, L. 2015. Processkartläggning – Ett verktyg för att förbättra försörjningskedjor. – Process mapping – a tool for improving supply chains.
- 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.
- Nr 883 Andersson, G. & Frisk, M. 2015. Jämförelse av prioriterat funktionellt vägnät och skogsbrukets faktiska transporter.
- 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 increased biomass production for 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.
- 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.



## SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiftelsen, 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. 869-2015



[www.skogforsk.se](http://www.skogforsk.se)