

Bättre arbetsmiljö med Head Up Display

– som visuellt hjälpmedel i traktor

Oscar Lagnelöv & Jonas Engström



Bättre arbetsmiljö med Head Up Display

– som visuellt hjälpmedel i traktor

Oscar Lagnelöv & Jonas Engström

En referens till denna rapport kan skrivas på följande sätt:

Lagnelöv, O & Engström, J. 2015. Bättre arbetsmiljö med Head Up Display som visuellt hjälpmedel i traktor. Rapport 440, Lantbruk & Industri. JTI – Institutet för jordbruks- och miljö teknik, Uppsala

Innehåll

Förord.....	5
Sammanfattning	7
Bakgrund.....	9
Dagens Teknkläge för HUD.....	10
HUD i flygindustrin.....	10
HUD i bilar	12
HUD i arbetsmaskiner	12
Metod.....	13
Resultat	17
Diskussion.....	18
Fortsatt forskning.....	19
Referenser	19

Förord

I lantbruket tillbringas många av årets timmar i traktorn. Det är därför viktigt att arbetsmiljön är fullgod och ergonomisk för föraren, ett område där det finns förbättringar att göra. Ett sätt att minska vridningar och ansträngningar vid krävande arbetsmoment kan vara att använda sig av en Head Up Display, något som har undersökts och testats i detta projekt.

I detta projekt har arbetsmiljöförbättringen för lantbrukare vid användandet av Head Up Display undersökts praktiskt.

Projektet har genomförts av Oscar Lagnelöv och Jonas Engström på JTI, med hjälp och support av Optea AB.

Projektet har finansierats av SLO-fonden via KSLA, Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien.

Uppsala i december 2015

Anders Hartman

VD för JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik

Sammanfattning

Många traktorförare upplever smärta i nacke och rygg samt huvudvärk i sitt dagliga arbete. Delvis kan besvären bero på att de under arbetet vrider sig och är i icke ergonomiska positioner, för att t.ex. titta på fordonsdatorns skärmar eller instrumentbrädan. En lösning för att minska denna typ av problem kan vara Head Up Display, HUD, där relevant information kan visas projicerad vid vindrutan på ett sätt så att den upplevs flyta ett par meter framför fordonet. Informationen är då mitt i synfältet och upplevs överlappa verkligheten sömlöst, så kallad "Augmented Reality". Tekniken är vanlig i flygplan och förekommer även i bilar, där fokus ligger på körsäkerhet och att förstärka förarens uppfattning av vägen. I arbetsmaskiner har tekniken även fördelen att kunna förbättra arbetsmiljön.

För att testa detta lånades ett HUD-system av företaget Optea AB. Systemet installerades retroaktivt i en jordbrukstraktor, och ett fälttest med tre förare utfördes med fokus på förändringar i arbetsmiljö mellan körningar utan HUD och med HUD. Testet bestod i att samtidigt som en bana kördes, tillskansa sig information som visades på antingen en skärm, placerad på samma sätt som fordonsdatorns skärmar brukar vara, och en HUD.

Försöket visade, i linje med tidigare studier, att föraren upplevde:

- Minskat antal vridningar av nacke och kropp
- Mindre ansträngning p.g.a. färre fokusskiften med blicken
- Snabbare responstid

Vidare ansåg förarna att testet var för kort för att få en klar bild om den minskade kroppsliga ansträngningen, men att de redan under den korta testkörningen kunde se fördelar med HUD i det dagliga lantbruksarbetet.

Bakgrund

Det är tidigare visat att upp till tre fjärdedelar av lantbrukarna upplever nackproblem på grund av traktorkörning och att det ofta följs av huvudvärk. Enligt en norsk studie upplevde 74,2 % av tillfrågade traktorförare antingen nackbesvär och eller/huvudvärk (Sjaastad & Bakketeig, 2002). Enligt Scutter et al. (1997) upplevde 77,7 % av de tillfrågade traktorförarna i Australien nacksmärtor och 79,2 % upplevde huvudvärk. Faktorerna var bland annat vridningar och rotation av nacken (Bhattachara & McGlothlin, 2012). Huvudvärk och trötthet kan ge negativa följder genom att försvåra beslut i stressade situationer, som i sin tur kan sänka riskmedvetenheten och höja olycksrisken (Allwood & Thylefors, 1995).

Torén m.fl. (2004) studerade hur en fritt vridningsbar traktorstol kunde förändra arbetsställningen i nacke och bål jämfört med en konventionell stol. Resultaten visade på att lantbrukarna satt vridna på en konventionell, icke vridningsbar stol för att underlätta traktorkörningen. Vid körning med den fritt vridningsbara stolen satt förarna än mer vridna för att underlätta körningen. Bålvridningen minskade med den vridningsbara stolen, däremot ökade nackvridningen. Hjälpmedel för att få ner nack- och bålvridning har aktualiserats ytterligare med alla displayer som idag används i traktorer. Många avancerade redskap kräver en display och de placeras nästan alltid rakt till höger om föraren, vilket tvingar honom/henne att vrida på nacke och bål för att titta på informationen i displayen. Enligt Arbetsmiljöverket (2004) ska förarplatsen inte utsätta traktorföraren för icke ergonomiska eller skadliga belastningar och påfrestningar på grund av arbetsställning.

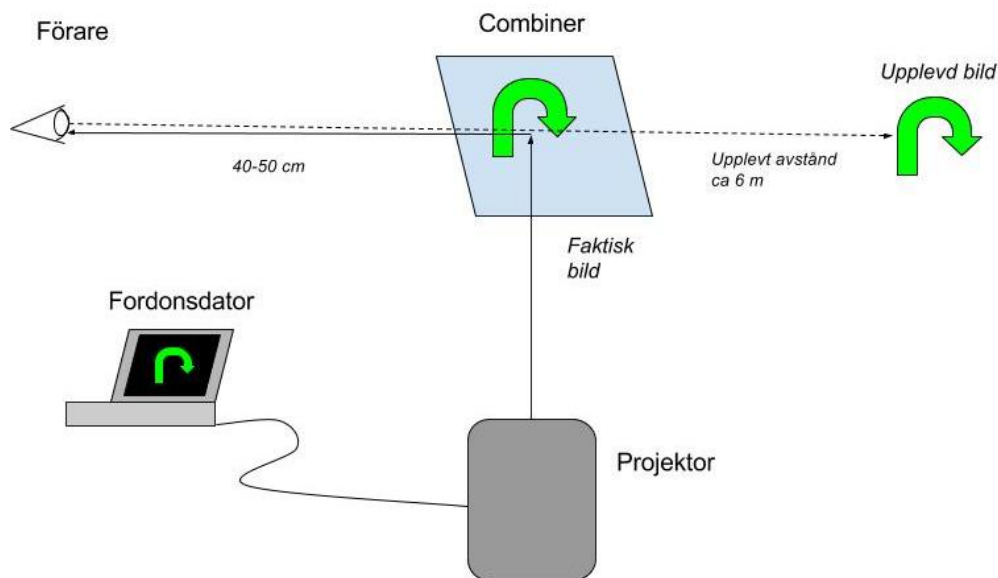
En möjlig lösning som underlättar för föraren att få information om till exempel varningssignaler, bränsleförbrukning, status på redskap och andra viktiga driftsdata, är att använda Head Up Display (HUD) som visuellt hjälpmedel. Normalt är displayer i traktorer av formatet Head Down Display (HDD) där föraren måste sänka blicken (och ofta dessutom vrida huvudet och skifta position) för att få den information som behövs för att utföra arbetet. Detta tar fokus från körningen och bidrar dessutom till icke ergonomiska vridningar.

Omfattande tester av HUD har gjorts för bilindustrin, samt ett fåtal för skogsarbetsmaskiner. Dessa visade generellt på förbättringar i informationsupptagning och körsäkerhet. Testerna visade också att den ergonomiska belastningen minskade och att tiden då förarens fokus låg i körfältet, eller på det aktuella arbetet, ökade (Skogforsk, 2014; Liu, 2003; Järrendal & Tinggård Dillekås, 2007). Det har tidigare aldrig gjorts någon praktisk undersökning av HUD i jordbrukstraktorer för att undersöka hur lantbrukaren uppfattar och kan använda ett sådant visuellt hjälpmedel, men utifrån tidigare resultat är förhoppningen på att HUD kan vara en delösning på tidigare beskrivet arbetsmiljöproblem, något som detta projekt skall undersöka.

Dagens Tekniskläge för HUD

HUD är kända kanske främst från stridsflygplan, men även på senare tid från exklusiva bilmärken. Det som kännetecknar en HUD är att den visar information i användarens vanliga synfält genom projicering på en vinklad glasruta, en så kallad stråldelare ("combiner") så att informationen verkar hänga fritt utanför vindrutan. Det tillåter föraren att ha huvudet och blicken riktad mot det som kräver uppmärksamhet och samtidigt kunna ta emot viktig information utan att behöva vända bort blicken och inte flytta fokus.

Tekniken går ut på att en skärm visar information som ser ut att vara ca 6 meter utanför fordonets ruta, även om själva skärmen bara är 40-50 cm från föraren. Detta uppnås med optiska metoder, däribland kollimering för att få det projicerade ljuset att bli parallellt, vilket får det mänskliga ögat att fokusera på en punkt oändligt långt bort där den upplevda fokuspunkten befinner sig. Detta ger illusionen av att bilden överlappar verkligheten, en vital förmåga för en HUD då det blir naturligare att uppfatta information på det sättet än vid en fix fokuspunkt.



Figur 1. Förenklad schematisk bild över den aktuella HUD-tekniken.

HUD i flygindustrin

HUD-teknik finns i dagsläget både i stridsflygplan och i kommersiella passagerarflygplan. Det var i stridsflygplan som HUD först användes och fick sin nomenklatur. Både Head Up Display (HUD) och Head Down Display (HDD) anspelar på de olika lägen som stridspiloterna har sitt huvud i under körning, Head Down/ Head Up.



Figur 2. HUD i ett stridsflygplan.

Utvecklingen av HUD började i sin grundläggande form under andra världskriget där brittiska piloter hade svårt att ta till sig talad information från radaroperatörer. Detta löstes med en sekundär radarskärm, men under nattuppdrag hade piloterna svårt att läsa av upplysta instrumentbrädor och sedan ställa om blicken till mörkret utanför. Ett gyro-baserat sikte som visade en artificiell horisont och som kunde läsas av i "Head Up Mode" blev lösningen, som sedan fortsatte utvecklas efter kriget, till dagens standard.

Att tekniken har utvecklats inom stridsflyget kan förklaras på flera sätt. Dels är militära applikationer mindre kostnads känsliga och nyutvecklingar inom sensor-teknik sker ofta för militära ändamål. Applikationen passar även väldigt bra, då piloter snabbt måste kunna få tillgång till uppdragsvital information och kunna ta väldigt snabba beslut samtidigt som de har full uppsikt över omgivningen. Information som kan visas i den militära applikationen kan vara till exempel hastighet, altitud, aerodynamiska indikatorer, avstånd till dedikerad punkt, målbild och vapenstatus. De tre första är även krav på alla kommersiella HUD-system för flygplan (Federal Aviation Administration, 2015).

Utvecklingen inom kommersiella flygplan har varit långsammare än den militära motsvarigheten, men idag har alla moderna större flygplan med flertal besättningsmedlemmar tillgång till HUD-system (Skybrary, 2014). Här är HUD oftast sammankopplad med den primära flyg-datorskärmen (PFD, Primary Flight Display) och visar den viktiga informationen den ger.

PFD kan idag visa en förvånansvärt stor mängd information på HUD, vilket har lett till att två problem har uppdragats med HUD i kommersiella flygplan. Dels tunnelseende, att piloten fokuserar för mycket på informationen på HUD och därmed missar viktiga händelser i synfältet, dels att information på skärmen skymmer händelser som piloten skulle behöva uppfatta. Dessa problem har delvis tillkommit när mängden information på HUD:en har ökat, lösningen är att vara restriktiv med informationen och symbolerna man visar (Skybrary, 2014).

HUD i bilar

Gemensamt för HUD-system för persontrafik är att man har trafiksäkerheten främst, man försöker öka tiden som föraren har fokus på vägbanan och minska andra distraktioner. Studier visar att förare får över 90 % av den för körningen relevanta informationen visuellt och endast 10 % från andra sinnen (Lansdown, 1997) samt att distraktioner som tar fokus från vägen är en av de vanligaste bidragande orsakerna till trafikolyckor (French, 1990).

I applikationer för privatbilister finns det tre huvudsyften med HUD. Det ena är att förenkla navigering och notifikationer om fordonsstatus för föraren, det andra är att integrera olika typer av smartphone-applikationer i bilen utan att föraren konstant ska behöva flytta blicken från körfältet och den tredje är att överföra instrumentpanelens indikatorer till en HUD.

Den första varianten utvecklades i dagsläget av flera bilföretag (BMW, Toyota, Tesla) samt ett flertal tredjepartsutvecklare (HUDway, Garmin, Continental m.fl.). Gemensamt för dessa är att informationen de visar baseras på separata system som navigationsprogramvara eller bilens egna informationssystem och är tänkta att fungera som en förlängning av instrumentpanelen, navigationsinstrumentet eller andra av bilens informationssystem.

Den andra varianten, som visar information genererad av förarens mobila enheter (smartphones, läsplattor), växer snabbt i popularitet och tillgänglighet. Företag som Navdy och Exploride utvecklar tekniken, som i huvudsak går ut på att visa det som händer på förarens portabla enhet till vindrutan. Detta minskar behovet för föraren att titta ned och därmed skapa en trafikfara. Istället kommer informationen och alla applikationer upp på vindrutan, i förarens synfält på ett bekvämt avstånd, så att föraren kan fortsätta vara uppkopplad och tillgänglig utan att behöva äventyra sin körning. Detta kopplas ofta ihop med röststyrning eller styrning via enkla handrörelser för att försöka integrera mobila enheters applikationer i körningen.

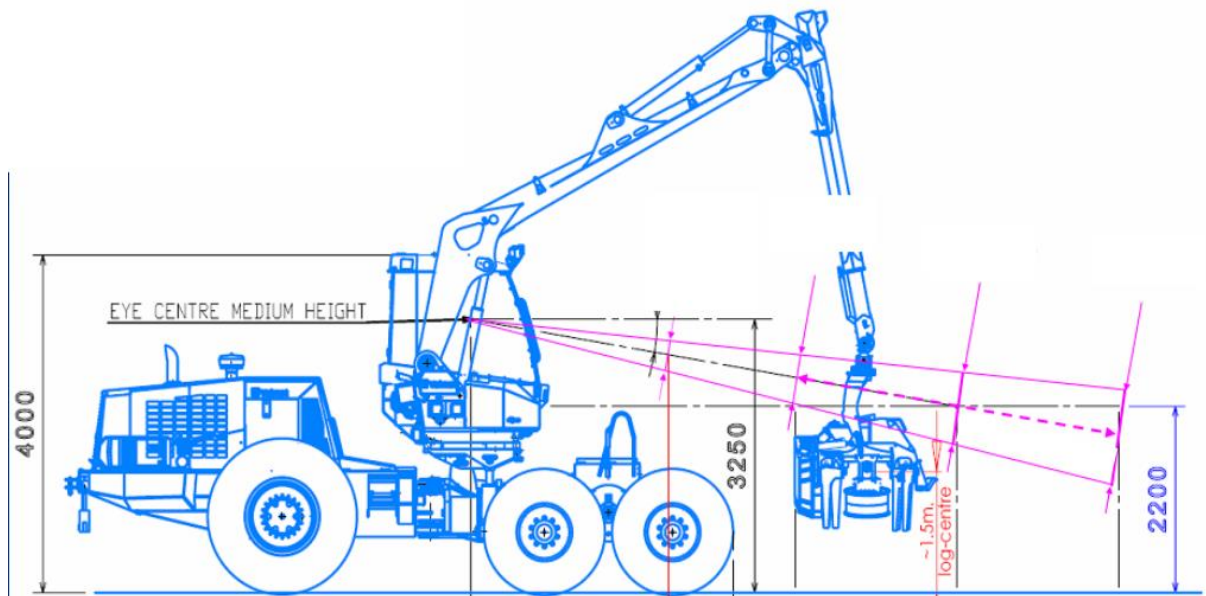
Samma problem som på kommersiella flygplan är troliga med tekniken i privatbilar, det vill säga att föraren lägger för stort fokus på vad som händer på skärmen och tappar fokus på omgivande trafik vilket utgör en ökad olycksrisk. Ett annat problem som skulle uppstå om man använde sig av HUD för privatbilister i arbetsmaskiner är att man har väldigt liten tolerans för huvudrörelser. HUD i bilar är designad för att ge optimal visibilitet från förarsitsen vid ett läge, man har en väldigt liten "Head-box". Detta gör att man inte ser informationen på skärmen om man vrider huvudet eller rör sig bort från förarplatsen, något som väldigt sällan sker i en bil eller flygplan, men desto oftare i arbetsmaskiner.

HUD i arbetsmaskiner

De två idag mest kända tillämpningarna kännetecknas av olika karakteristik: Den för stridsflygplan är mycket dyr och den för bilar har för snäv tolerans för användarens huvudrörelser, vilket gör att den inte skulle fungera i arbetsmaskiner. En produkt som ligger mellan dessa två tillämpningar både i pris och i prestanda skulle passa bättre för arbetsmaskiner.

Ett exempel är Opteas Forest Falcon HUD som ursprungligen är utvecklad för användning i skogsmaskiner. Det som framförallt gör den lämplig för användning i arbetsmaskiner är att den tillåter föraren att röra huvudet i sid- och höjdlid utan

att riskera att den projicerade informationen inte syns, vilket är risken med billigare alternativ. Enheten har tidigare testats i skördare från Komatsu Forest. Skogforsk har i flera projekt (2014) utvärderat tekniken och bl.a. kommit fram till att den kan bidra till högre produktivitet och lägre stress hos förarna. HUD kan även förenkla för förare att snabbt ta till sig och agera på viktig information från körspår och instrument, något som ofta är vitalt för arbeten och körning där det krävs snabba och frekventa beslut (Liu, 2003) så som ofta är fallet med arbetsmaskiner.



Figur 3. Skiss av synfält och fokusområde för en förare av en skördare, vilket sammanfaller med det område där Opteas HUD visar information.

En skördaroperatör kan behöva fatta 12 beslut per träd och många av dem kräver att operatören får information via en skärm. Det är 16 beslut per minut eller mer än ett beslut var 4:e sekund. I simuleringstest utförda av Skogforsk (2014) minskade både belastningarna på föraren och apteringstiderna när HUD användes för att ge föraren information. I praktiska test minskade endast apteringstiderna när HUD användes. Att arbetsbelastningarna inte minskade i de praktiska testen tros bero på att tekniken var ovan för förarna, medan HDD var något förarna var vana vid. Erfarenhet med HUD skulle kunna leda till även minskad arbetsbelastning, något som styrks av de simuleringstester utförda av Liu (2003) där bilförare uppvisade samma resultat. För att få full effekt av ny teknik krävs vana med tekniken.

Metod

Den HUD som använts i projektet, Optea ABs Forest Falcon, skiljer sig från andra typer av projektorer genom att ge intrycket av att informationen visas ca 6 meter framför rutan eller glaset. Tekniken har som mål att uppnå ”Augmented Reality”, där man lägger ett lager av information på den redan befintliga bilden av verkligheten. Till skillnad från HUD för flygplan eller bilar så tillåter Opteas HUD att föraren rör sig i hytten och fortfarande ha möjlighet att se informationen på skärmen.

I det ideala fallet sker integrationen av teknik som HUD i designsteget av en maskin, i detta projekt monterades tekniken in retroaktivt i en redan färdig maskin, vilket medfört att kompromisser fått göras.

HUD:en består av tre delar; projektorn, visningsglaset (combiner) samt en dator. Datorn genererar video eller information som sedan projiceras monokromt av projektorn på visningsglaset. Alla tre delarna visas i figur 4 nedan.

I projektet användes en jordbrukstraktor med vändbar förarplats, en Valmet 6650 TwinTrac. För att jämföra HDD och HUD monterades båda teknikerna i traktorn; HDD i form av en datorskärm till vänster om förarsätet (en position där föraren ofta får information via displayer) och HUD i form av Optea ABs Forest Falcon HUD, båda enligt figur 4 nedan. I brist på inbyggda system eftermonterades projektor och glas med tillhörande ställning i förarhytten på traktorn. På grund av utrymmesbrist kunde inte projektorn monteras mellan ratten och vindrutan, istället fick förarstolen vändas, traktorn köras baklänges och projektorn kunde då monteras framför förarens ben.



Figur 4. Testuppställning av projektor med tillhörande teknik i hytten hos provtraktorn.



Figur 5. Optea Forest Falcon under användning i skogsmaskin i tidigare projekt (vänster) respektive provuppställningen i traktorhytt i detta projekt (höger).

Fälttest utfördes 21/10 och 22/10 2015 utanför Uppsala på en åker som lånades av SLU. En körslina markerades ut med syfte att vara krävande för föraren, se bild 6 nedan. För att få variation och ytterligare utmaning i försöket kördes två varv på banan, ett åt varje håll. Detta för att dels få med det i jordbruk vanliga vändningsmomentet, samt för att undvika att föraren blev för bekant med banan.

Samtidigt som slingan kördes skulle föraren tillgodogöra sig information i form av 21 siffror som en och en visades med slumpmässiga intervall mellan 10 och 30 sekunder, utan paustid. Det gjordes en körning där siffrorna visades på en datorskärm (HDD) och sedan en där de visades på HUD.

Att visa informationen på en datorskärm hade som syfte att likna displayer med viktig information från traktor eller redskap som är standard i modernare traktorer. Föraren ombads att under körningen av banan notera när siffrorna byttes och meddela en medåkande observatör. Syftet var att se hur lång tid det tog att märka förändringar i informationsflödet i de båda fallen och hur väl föraren tog till sig informationen, trots att denne var upptagen med att klara slombanan. Observatören antecknade hur många siffror föraren uppfattade och hur många som missades, samt om något svar var extra fördröjt.



Figur 6. Flygfoto av fälttest-område. Körslingans ungefärliga position markerad i bilden.

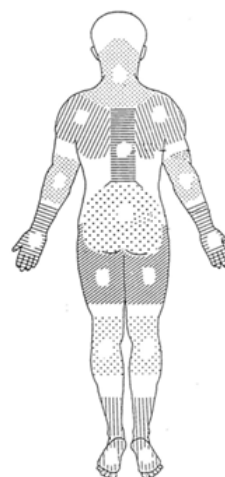
Tre testförare valdes ut, alla mellan 20 och 65 år, med lantbrukserfarenhet och stor körvana av traktorer samt utan muskuloskeletala besvär; alltså utan besvär i muskler, skelett, senor eller ligament.

Tanken var att detta skulle simulera avancerad fältkörning, där det dels krävs stort fokus på körningen, dels på att uppfatta information, och framförallt förändringar i informationen, från redskap eller traktor.

Borg CR-10 skala

- 0 Ingen alls
- 0,5 Mycket, mycket svag (knappt kännbar)
- 1 Mycket svag
- 2 Svag (Lätt)
- 3 Måttlig
- 4 Ganska stark
- 5 Stark (Kraftig)
- 6
- 7 Mycket stark
- 8
- 9
- 10 Mycket, mycket stark (Nästan max)

- Maximalt



Figur 7. Borg CR10-skala över smärta och/eller ansträngning i specifika muskelgrupper och leder som användes vid intervjuerna för att förenkla förklaringen av upplevd ansträngning.

Efter körningen intervjuas föraren om ansträngning, både kroppslig och psykisk. Den kroppsliga delen genom upplevd skillnad i ansträngning enligt Borg CR10-skalan (figur 7) och den psykiska genom upplevd skillnad i stress genom nedanstående frågor.

Intervjuerna bestod av följande frågor:

- Var det någon skillnad på förarens arbetsställning med och utan HUD i traktorn?
- Var det någon skillnad på förarens subjektivt upplevda belastning med och utan HUD i traktorn?
- Upplevde föraren att traktorkörningen blev lättare och mindre stressigt med HUD i traktorn?
- Vilka applikationer för HUD i lantbruket kan föraren se?

Resultat

Tre resultat blev tydliga vid samtliga körningar:

- Minskat antal vridningar av nacke och kropp
- Mindre ansträngning p.g.a. färre fokusskiften
- Snabbare responstid

Efter fälttesten kommenterade samtliga testförare att antalet nackvridningar minskade markant med HUD-tekniken. Testkörningen var för kort för att förarna skulle uppfatta en tydlig förändring i ansträngning i nacke och kropp mellan körningarna med HDD och HUD. Förarna kunde dock, utifrån tidigare erfarenheter av liknande körning, säga att den ansträngning som ofta uppkommer i bland annat nacke och rygg vid körning skulle kunna minskas med hjälp av HUD-teknik. Detta gäller speciellt vid körning med redskap som kräver stort fokus och/eller komplicerade körmonster.

Vidare tyckte samtliga förare att det var fördelaktigt att slippa fokusera om blicken och att alltid ha informationen i blickfånget. Med den använda HUD-tekniken så fanns även informationen tillgänglig centralt i blickfånget och på ett upplevt avstånd av ett par meter framför föraren. Detta gjorde att föraren inte behövde fokusera om blicken mellan objekt långt borta (körspåret, redskapen) och nära (instrumentpanel, skärmar) eftersom informationen fanns på samma avstånd som körspår/redskap under körningen. Med tekniken behövde minimalt med förflyttning av fokus, vilket även minskade stresskänslan.

Alla förare lyckades till 100 % att uppfatta siffrorna som visades, men responstiden för att uppfatta ny information förbättrades överlag med HUD-tekniken. En större säkerhet i körningen märktes också, även om en del av det kan förklaras med att förarna blev bekanta med banan. Förarna uppfattade det som att de kunde lägga mer fokus på körningen när de hade informationen i synfältet, kombinerat med att de blev snabbare i sin informationsupptagning. Dessa resultat går i linje med vad som visats i tidigare studier av Liu (2003), Järrendal & Tinggård Dillekås (2007) och Thorsén & Thor (2014).

Diskussion

I detta projekt har HUD-tekniken testats i en jordbrukstraktor för första gången. Det var ett relativt enkelt första test, som i framtiden behöver kompletteras med test av andra effekter av användning av HUD, så som effektivitet, bränslebesparing, körsäkerhet samt psykologiska effekter. Det finns en stor potential för tekniken, något som visas även genom det växande intresset inom schaktmaskiner, bilar, skogsmaskiner och andra applikationer. När det nu börjar bli större krav på flera IKT-tjänster i dessa segment rent professionellt är HUD mer och mer nödvändig för att föraren inte ska missa något i informationsflödet, ha det nära till hands och framför allt utan att äventyra körsäkerheten.

Maskinanvändning är det område där HUD troligen har störst potential i lantbruket eftersom arbetet innebär stora mängder nackvridningar, vridningar av kroppen och skifte i fokus mellan information på displayer i traktorn och det som händer utanför traktorn både i form av att säkert köra maskinen och i att se att arbetet som redskapet utför håller rätt kvalitet.

Det har under testets gång, samt under en konferens (JTI, 2015-11-25) där tekniken visades upp för lantbrukare, uppkommit många möjliga användningar för HUD-tekniken i lantbruket. I många sysslor som gödsling, sådd samt ogräs- och insektsbekämpning är det viktigt att ha konstant koll på aktuell giva så att rätt mängd placeras på varje del av åkern. Detta är särskilt viktigt när man tillämpar precisionsodling, även kallad platspecifik odling. Ofta används avancerade sensorsystem för att beräkna rätt giva, vilket effektivt skulle kunna integreras här.

Andra tillämpningar som har stor potential är möjligheten att se GPS-assisterade körspår, särskilt vid användning av fasta körspår, få varning vid kritisk fordonstatus (t.ex. lågt oljetryck eller för hög temperatur) eller signaler som indikerar redskapsstatus (fyllnadsgrad vagn, låg nivå på bekämpningsmedel osv.) som föraren kan få projicerad som en skarp bild mitt i blickfånget.

Det är dock viktigt att utarbeta en prioriteringsordning för den information som visas för att undvika att hamna i samma situation som trafikflyget hamnade i; att för mycket information visades så att föraren blev överbelastad och så att den visade informationen till och med skymde förarens sikt ut från flygplanet.

Sammanfattningsvis:

- Momentanvärden för aktuell giva vid gödsling, sådd och besprutning
 - Särskilt vid tillämpning av precisionsodling
- GPS-assisterad körning eller navigering
 - Särskilt vid tillämpning av fasta körspår
- Nyckeltal för effektivt utnyttjande av maskinen
 - För att stödja sparsam körning
- Varning vid kritisk fordonstatus
 - Lågt oljetryck
 - Låg bränslenivå
 - Hög temperatur
- Redskapsstatus
 - Fyllnadsgrad vagn
 - Låg nivå på besprutningsmedel
- Prioriteringsordning behövs för den information som visas via HUD

Fortsatt forskning

Något som också behöver utvecklas ytterligare inom HUD-teknik applicerat på lantbruket är gränssnitt mellan sensor- och styrsystem på redskap och i traktor och HUD-utrustningen. I detta projekt användes en laptop för att generera den bild som visades på HUD-utrustningen vilket är ett sätt att lösa problemet, men även där skulle det behöva ske en utveckling av program och appar för att förenkla användandet för brukaren. Det finns tre troliga utvecklare av dessa program; antingen utvecklaren av HUD-tekniken som låter ett gränssnitt som kopplas till maskinen/redskapet (på samma sätt som GPS-HUD i bilar) följa med produkten, eller att tillverkaren av redskapen/maskinen har det som standard. Ett tredje alternativ är en tredje part som utvecklar programmet eller gränssnitt baserat på befintlig teknik i traktorn.

Andra områden som behöver utredas ytterligare är:

- Vilken information ska visas på HUD respektive andra displayer i maskinen?
- Vilken information ska prioriteras för visning i HUD?

Utöver detta behöver den HUD-utrustning som användes i projektet utvecklas ytterligare för att bli mer platseffektiv, driftssäker och användarvänlig.

Referenser

- Allwood, C.M. & Thylefors, I. (1995). *Individen och den sociala miljön*. Red: Bohgard, Ericson, Karlsson, Lövsund & Odenrick. Arbete-Människa-Teknik. Arbetarskyddsmyndigheten. s.153-195.
- Arbetsmiljöverket (2004) *ANVÄNDNING AV TRAKTORER -Arbetsmiljöverkets föreskrifter om användning av traktorer samt allmänna råd om tillämpning av föreskrifterna*, Arbetsmiljöverkets Författningssamling AFS 2004:6 <https://www.av.se/globalassets/filer/publikationer/foreskrifter/anvandning-av-traktorer-foreskrifter-afs2004-6.pdf> (2015-11-04)
- Bhattachara, A., McGlothlin, J. (2012) *Occupational Ergonomics: Theory and Applications, Second edition* (p. 1169). CRC Press, https://books.google.se/books?id=kjPNBQAAQBAJ&dq=Scutter+et+al.,+1997&hl=sv&source=gbs_navlinks_s' (2015-10-05)
- Federal Aviation Administration (2015) Code of Federal Regulation http://www.airweb.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgFAR.nsf/MainFrame?OpenFrameSet (2015-11-11)
- French, R.L (1990) *In-Vehicle Navigation-Status and Safety Impacts*, ITE Conference, Institute of Transport Engineers, Washington DC 1990
- Scutter, S. D. Türker, K.S. and Hall R.: (1997) *Headaches and Neck Pain in Farmers.*(1997) Australian Journal of Rural Health. 5, 2-5
- Järrendal, D & Tinggård Dillekås, H (2007) *Enggreppsskördare med Head-Up Display*, Institutionen för ekonomisk och industriell utveckling, LIU-IEI-TEK-A--07/00127—SE
- Lansdown, L.C (1997) *Visual allocation and the availability of driver information*, Traffic and Transport Psychology: Theory and Application, 1997, p.215-223

- Liu, Y.-C. (2003) *Effects of using head-up display in automobile context on attention demand and driving performance*, *Elviser Display* 24 (2003) p157-165
- Sjaastad. O, Baakketeig. LS (2002) *Tractor drivers' head- and neck-ache: Vågå study of headache epidemiology*, *Cephalalgia*, 22, pp 462-467.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12133046> (2015-10-08)
- Skybrary (2014) *Head-Up Display*; Eurocontrol
http://www.skybrary.aero/index.php/Head_Up_Display (2015-11-11)
- Thorsén. Å, Thor. M (Skogforsk) (2014) *Effektivt Skogsbruk* s 44-45
<http://www.skogforsk.se/contentassets/ea6e810a4ad841928394823b0be85c47/effektivt-skogsbruk.pdf> (2015-11-10)
- White, I. (2007) *The History of the Air Intercept (AI) Radar and the British Night-fighter 1935-1959*, Pen & Sword Aviation, 2007, p. 207

JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik

Vi är ett tekniskt jordbruksinstitut med tydlig miljö- och energiprofil. Institutets fokus ligger på innovation och utveckling i nära samarbete med företag, organisationer och myndigheter.

På vår webbplats publiceras regelbundet notiser om aktuell forskning och utveckling vid JTI. Gratis mejlutskick av JTI:s nyhetsnotiser kan beställas på www.jti.se

På webbplatsen finns publikationer som kan läsas och laddas hem gratis. Se www.jti.se under fliken Publicerat.

Vissa publikationer kan beställas i tryckt form. För trycksaksbeställningar, kontakta oss på tfn 010-516 69 00, e-post: info@jti.se



JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik
Box 7033, 750 07 Uppsala
Telefon: 010-516 69 00, Telefax: 018-30 09 56
E-post: info@jti.se
www.jti.se