

# HeadUp-Display för arbetsfordon



Författare: Erik Ekengren

Datum: 2017-11-15

Projekt inom: Elektronik, mjukvara och kommunikation – FFI

**FFI** Fordonsstrategisk  
Forskning och  
Innovation

SCANDIA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

PNB

STENO

SCANIA

VOLVO

SCANIA VOLVO

# Innehållsförteckning

<b>1 Sammanfattning .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Executive summary in English.....</b>	<b>4</b>
<b>3 Bakgrund.....</b>	<b>6</b>
3.1 Problem/Behov.....	6
3.2 Hypoteser .....	6
3.3 Internationell nulägesbeskrivning.....	6
3.4 Möjlighet.....	6
<b>4 Syfte, forskningsfrågor och metod .....</b>	<b>7</b>
<b>5 Mål .....</b>	<b>7</b>
5.1 Huvudmål för projektet.....	7
5.2 Övriga FFI-mål .....	7
<b>6 Resultat och måluppfyllelse .....</b>	<b>8</b>
6.1 Uppnådda resultat.....	8
6.2 Huvudmål för projektet.....	8
6.3 Övriga FFI-mål .....	8
<b>7 Spridning och publicering .....</b>	<b>9</b>
7.1 Kunskaps- och resultatspridning.....	9
7.2 Publikationer.....	9
<b>8 Slutsatser och fortsatt forskning .....</b>	<b>9</b>
<b>9 Deltagande parter och kontaktpersoner.....</b>	<b>9</b>

**Kort om FFI** FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings- och innovationsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Trafiksäkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör drygt 400 Mkr.

För närvarande finns fem delprogram; Energi & Miljö, Trafiksäkerhet och automatiserade fordon, Elektronik, mjukvara och kommunikation, Hållbar produktion och Effektiva och uppkopplade transportsystem. Läs mer på [www.vinnova.se/ffi](http://www.vinnova.se/ffi).

# 1 Sammanfattning

## Bakgrund

I många arbetsfordon har överflödet av information blivit ett problem då olika system konkurrerar om operatörens uppmärksamhet. Med utgångspunkt från detta behövs det ett sätt att visa den för tillfället viktigaste informationen på ett ställe och sätt som gör att den direkt uppfattas av operatören. Ett bra sätt att lösa detta vore att implementera en HeadUp-Display (HUD).

Användande av HUD-teknik just i arbetsfordon anses svår då det finns många parametrar som gör utmaningen extra stor. Exempel på detta är fordonets starka vibrationer, vindrutans storlek och utformning samt att operatörens huvudposition kan variera från en stund till nästa.

## Projektet

Detta FFI-projekt har varit ett samarbete mellan företagen HUD Solutions Sweden AB, Volvo Construction Equipment AB, Konecranes Liftrucks AB, Syncore Technologies AB, Eclipse Optics AB samt Jelmtech AB.

Det huvudsakliga syftet med projektet var att utvärdera om det går att använda HUD-teknik i arbetsfordon. För att göra det behövde ett flertal parametrar i specifikationen noggrant utvärderas och i vissa fall prioriteras mot varandra. En specifikation togs fram med teoretisk utgångspunkt och användes sedan som bas för en prototyp. Baserat på verklig provning med prototypen kunde sedan specifikationen itereras till en mer verklighetsanpassad nivå.

## Genomförande och mål

Projektet har genomförts helt enligt plan, dock på något längre tid än ursprungligen planerat.

Projektets huvudmål var ökad säkerhet, ökad effektivitet och förbättrad arbetsmiljö i arbetsfordon. Efter ovan nämnda utvärdering av prototypen är en sammanvägning av flera subjektiva åsikter är att en HUD mycket riktigt kan gynna säkerhet, effektivitet och arbetsmiljön i arbetsfordon.

De övriga målen var att öka forsknings- och innovationskapaciteten i Sverige, främja utvecklingen av småbolag, främja medverkan av underleverantörer och främja branschöverskridande samarbeten. Här finns det en mycket tydlig positiv återkoppling från alla deltagande företag.

## Slutsatser

Den övergripande slutsatsen efter genomfört projekt är att det är fullt möjligt att använda HUD-teknik i arbetsfordon. En utmaning ligger fortfarande i att få prestandan på en tillräckligt bra nivå utan att installationen blir för stor och utan att priset blir för högt. Det är dock den samlade bedömningen att det i och med detta projekt har kunnat sättas en lämplig nivå för de viktigaste parametrarna i specifikationen just för att uppnå denna balans.

## Fortsättning efter projektet

Det som återstår är att kvantifiera nyttan av att använda HUD-teknik i arbetsfordon och här finns stort utrymme för ytterligare forskning. Därför planeras ytterligare fördjupning inom detta område.

Avslutningsvis kan nämnas att detta projekt har skapat en mycket god grund att bygga vidare på. Det finns en stark förhoppning och tro inom gruppen att en kommersialisering av tekniken kommer att kunna göras.

## 2 Executive Summary in English

### Background

In today's off highway vehicles (OHV) there are many systems competing for the operator's attention. Furthermore, it is difficult for the operator to perceive what information is most important for the time being. Utilization of HUD technology could create a way of displaying the most important information for each moment in or near the operator's line of sight.

HUD technology has been used successfully in other environments such as aircrafts and passenger cars but so far there are no known installations in OHVs. In an OHV the prerequisites are extra difficult to implement HUD technology. Examples of such prerequisites are the strong vibrations, the size and position of the windshield and the extent to which the operator changes her position.

If the technical obstacles can be overcome, there is a clear opportunity on the market to commercialize HUD technology for OHVs.

### Purpose, Research and Methods

The main purpose with the project was to investigate if it is possible to implement HUD technology in a satisfactory way in an OHV. When doing so, several parameters had to be considered, such as:

- Windshield reflection or combiner
- Conformal or non-conformal display
- Focal depth
- Surface treatment of windshield/combiner - Transmissivity and reflectivity
- Eye-box size (allowed head movement)
- Light intensity
- Contrast
- Resolution
- Monochrome or colour
- Overall size of installation

All above parameters were first theoretically evaluated and iterated in several workshops. Based on that, prototypes were designed and installed in vehicles. After extensive evaluation of the prototype installations, the specification was again iterated and adapted to a more realistic level for future serial installation.

### Project Deliveries and Result

The project was performed according to plan, however with a small delay compared to the original planning.

The deliveries in the project were:

- Prototype specification: After several workshops the group was able to set a specification
- Prototypes: Three prototypes were built, of which one installed at Volvo and one at Konecranes
- Evaluation of prototypes: Both Volvo and Konecranes evaluated the prototypes first from an installing point of view and then with reference test drivers. Konecranes also did test with an external test group at the Helsingborg harbour.
- Proposal for development project: For Konecranes a proposal for development project towards serial implementation has been made. In Volvos case additional research is required before the next step towards serial implementation can be taken.
- Information and publication: A final presentation has been done at all participating companies for interested colleagues. Also, one public presentation has been made and one more is planned.

## Goals and their Fulfilment

The projects main goals were increased safety, increased efficiency and improved working conditions in OHVs. The main conclusion in the group is that for all those goals the use of HUD can in fact mean improvements. However, it has not within this project been possible to quantify the improvements. It is currently discussed how such a quantification can be done as a next step after this project.

Other goals in the project were to increase R&D capacity in Sweden, to promote progress of SMEs and subcontractors and to promote cross-functional cooperation between companies in different segments. There is a clear opinion amongst the participants that this project has meant new opportunities in many ways. As example, see the quotes below from two of the participants:

*"The HUD FFI project gave us a great opportunity to work with professionals in other fields and thereby gaining more knowledge of the challenges and possibilities in their areas."*

Lars Rymell, VD Eclipse Optics AB

*"Jelmtech values the possibility to be a part of developing a product that creates real values for the end user, such as safety and better work conditions."*

Patrik Jönsson, Projektledare Jelmtech Produktutveckling AB

## Conclusions and Continued Research

The overall conclusion from this project is that it is possible to implement HUD technology in a satisfactory way in OHVs. There is still a challenge in getting good enough performance and at the same time keeping a decent cost and installation size. However, it is the general opinion in the project that the final specification has the right balance between the parameters.

From a research perspective a lot more can be done to quantify the advantages of using HUD technology. Therefore, additional work is planned in that area.

## Participants and Contact Persons

Project Manager: Erik Ekengren, +46 70 559 89 85

**HUD Solutions Sweden AB**, Staffan Sahlström, +46 70 826 57 70

**Volvo Construction Equipment AB**, Andreas Hjertröm, +46 16 541 90 55

**Konecranes Liftrucks AB**, Anders Nilsson, +46 433 733 07

**Jelmtech Produktutveckling AB**, Karl-Erik Philipsson, +46 435 566 62

**Syncore Technologies AB**, Mattias Engström, +46 70 598 71 98

**Eclipse Optics AB**, Lars Rymell, +46 72 386 91 81

## 3 Bakgrund

### 3.1 Problem/Behov

I många arbetsfordon har överflödet av information blivit ett problem då fordonets olika system konkurrerar om operatörens uppmärksamhet. Beroende på vilket moment som maskinen för tillfället utför så kan det dessutom variera vilket systems information som för tillfället är viktigast. Som exempel kan nämnas att det är stor skillnad om ett arbetsfordon befinner sig under transport i trafik eller om det utför grävning, lyft eller annat arbetsmoment.

Med utgångspunkt från ovanstående så behövs det ett sätt att för operatören visa den för tillfället viktigaste informationen på ett ställe och sätt som gör att den direkt uppfattas.

### 3.2 Hypoteser

Ett bra sätt att lösa behovet av att visa den för stunden viktigaste informationen på ett prioriterat sätt och plats är att implementera en HeadUp-Display (HUD). I just arbetsfordon skulle fördelarna med denna teknik vara många men de viktigaste är:

- Ökad säkerhet i fordonet, ger färre olyckstillbud och dödsfall
- Ökad effektivitet i användandet av fordonet, ger positiv miljöpåverkan.
- Förbättrad integration människa/maskin, ger positiv påverkan för arbetsmiljön

Ur forskningssynpunkt ligger utmaningen i att hitta en lösning som är applicerbar för just arbetsfordon då det där finns många parametrar som gör utmaningen extra stor. Exempel på sådana utmaningar är fordonets starka vibrationer, vindrutans storlek och utformning samt att operatörens huvudposition kan variera från en stund till nästa.

### 3.3 Internationell nulägesbeskrivning

HUD-teknik har sedan länge använts framgångsrikt inom flygindustrin, både för civila och militära applikationer. På senare år har även installationer gjorts i fordon, men då framförallt i personbilar.

När det gäller arbetsfordon och andra kommersiella fordon så är antalet installationer mycket begränsade. Ett exempel som kan nämnas är den mycket enkla HUD som Volvo lastvagnar har idag i serieproduktion som en del i deras krockvarningssystem.

Förutom ovan nämnda krockvarnings-HUD finns i princip inga andra installationer i serieleverans i ett kommersiellt fordon och inte alls i något arbetsfordon. En trolig anledning till det är att förutsättningarna i arbetsfordon är mycket specifika och att de flesta stora utvecklingspartners i branschen i första hand fokuserar på personbilar. Många utvecklingsavdelningar hos arbetsfordonstillverkare vittnar om att de har utvärderat just lösningar som tagits fram för personbilar men att dessa lösningar inte är lämpade för arbetsfordon.

### 3.4 Möjlighet

Det finns en tydlig möjlighet att skapa något nytt inom HUD-teknik specifikt för arbetsfordon. Vidare är affärsmöjligheten stor då många kunder uttrycker ett starkt önskemål att implementera HUD-teknik.

## 4 Syfte, forskningsfrågor och metod

Det huvudsakliga syftet med projektet var att utvärdera om det går att använda HUD-teknik i arbetsfordon. För att göra det behövde ett flertal parametrar nog utvärderas:

- Vindrutereflektion eller combiner (extra skärm)
- Framför eller utanför primärt synfält
- Fokusdjup (vid rutan eller upplevt som framför fordonet)
- Transmissivitet och reflektivitet (ytbehandling)
- Storlek eye-box (tillåten huvudrörelse)
- Ljusstyrka
- Kontrast
- Upplösning display
- Monokrom eller flerfärg
- Storlek på installation

En forskningsfråga var hur man skulle sätta dessa parametrar och i ett flertal fall hur parametrarna ställs och prioriteras mot varandra.

Metoden var att först på ett teoretiskt plan och genom ett flertal workshops försöka resonera fram till vilken specifikation som var lämplig. Den prototyp som sedan togs fram baserat på detta var i viss mån överspecificerad så att det skulle vara möjligt att använda prototypen för att utvärdera parameter för parameter. Baserat på utvärdering kunde sedan specifikationen itereras till en mer verklighetsanpassad nivå.

## 5 Mål

### 5.1 Huvudmål för projektet

Projektets huvudmål var:

- Ökad säkerhet i arbetsfordon, genom att visa viktig info/varningar med hjälp av HUD-teknik och på så sätt minska framförallt arbetsplatsolyckor men även trafikincidenter.
- Ökad effektivitet i användandet av fordonet, tex genom optimering av lastcykeln, ger tids- och bränslevinst och därmed en positiv miljöpåverkan.
- Förbättrad arbetsmiljö, genom att människan (operatören) får en bättre återkoppling från maskinen.

### 5.2 Övriga FFI-mål

Ur FFI-synpunkt fanns flera mål med projektet:

- **Öka forsknings- och innovationskapaciteten i Sverige.** Specifikt i detta projekt kan OEM-företagen som deltar i projektet kunna stärka sin internationella konkurrenskraft genom att vara först med ny teknik. Vidare så stärks de deltagande utvecklingsbolagen genom att de medverkar i att ta fram ny teknik och att sedan liknande lösningar kan tas fram till andra kunder både inrikes och globalt.
- **Främja utvecklingen av småbolag.** Samtliga deltagande utvecklingsföretag i projektet är SME.
- **Främja medverkan av underleverantörer.** I gruppens samanställning finns idag FKG-medlemskap representerat. Ytterligare deltagare har även uttryckt intresse av ett framtida medlemskap då de ser detta projekt som en inträdesbiljett i en ny bransch.
- **Främja branschöverskridande samarbeten.** De flesta av utvecklingsbolagen i projektgruppen opererar normalt sett i olika branscher: Fordon, elektronik, plastkonstruktion, optik och flygindustrin.

## 6 Resultat och måluppfyllelse

### 6.1 Uppnådda resultat

Projektet har genomförts helt enligt plan, dock på något längre tid än ursprungligen planerat. De leveranser som sattes upp för de olika arbetspaketen har uppfyllts enligt följande:

- Specifikation för prototyp: Efter en rad workshops kunde gruppen enas kring en gemensam specifikation för den prototyp som skulle tas fram.
- Installation av prototyp: Baserat på den framtagna specifikationen så togs tre prototyper fram varav en installerades i en hjullastare hos Volvo och en i en containerlyftare (reach-stacker) hos Konecranes.
- Utvärdering av prototyp: Prototypen har både hos Volvo och Konecranes utvärderats dels rent installationstekniskt och dels genom testkörning av en referensgrupp med testförare. Utöver detta så har Konecranes låtit prototypen testas i skarp miljö i Helsingborgs hamn.
- Förslag för utvecklingsprojekt: Här har Konecranes kunnat erbjudas ett förslag för utvecklingsprojekt fram till en produkt i serieproduktion. För Volvos del anses det behövas djupare studier om användarnyttan innan ett förslag för serieproduktion kan tas fram.
- Information och nyttiggörande: Separata slutpresentationer har hållits hos varje deltagande företag för att ge kollegor chans att ta del av projektet. En offentlig presentation har hållits på Vehicle ICT Arena - Innovation Bazaar, där utvalda delar av projektet har presenterats. Det planeras även deltagande med utställning och presentation vid en FFI-konferens senare i år.

### 6.2 Huvudmål för projektet

Projektets huvudmål var ökad säkerhet, ökad effektivitet och förbättrad arbetsmiljö i arbetsfordon. Efter ovan nämnda utvärdering av prototypen är en sammanvägning av flera subjektiva bedömningar att en HUD mycket riktigt kan gynna säkerhet, effektivitet och arbetsmiljön i arbetsfordon. Det har dock inte inom ramarna för detta projekt varit möjligt att kvantifiera nyttan. Det pågår just nu en diskussion om ett nästa steg efter detta projekt där man hos Volvo tittar på hur en sådan kvantifiering ska kunna göras. Denna ska då göras dels ur forskningssynpunkt men även lägga grund för ett beslut om eventuell implementering i serieproduktion.

### 6.3 Övriga FFI-mål

De övriga målen var att öka forsknings- och innovationskapaciteten i Sverige, främja utvecklingen av småbolag, främja medverkan av underleverantörer och främja branschöverskridande samarbeten. Även dessa mål är svåra att mäta men det finns en mycket tydlig positiv återkoppling från alla deltagande företag. Ett par exempel på kommentarer från deltagarna ges nedan:

*"The HUD FFI project gave us a great opportunity to work with professionals in other fields and thereby gaining more knowledge of the challenges and possibilities in their areas."*

Lars Rymell, VD Eclipse Optics AB

*"Jelmtech values the possibility to be a part of developing a product that creates real values for the end user, such as safety and better work conditions."*

Patrik Jönsson, Projektledare Jelmtech Produktutveckling AB



## 7 Spridning och publicering

### 7.1 Kunskaps- och resultatsspridning

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	x	Inom gruppen finns nu en ökad kunskap om HUD-teknik
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	x	Med Volvo förs nu diskussion om ett fördjupande projekt som mer kvantifierar nyttan av en HUD
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt	x	Med Konecranes förs nu en diskussion om ett utvecklingsprojekt mot serieleverans
Introduceras på marknaden	x	HUD Solutions Sweden AB har som målsättning att ta fram en generisk plattform som kan användas till fler fordonstillverkare.
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut		

### 7.2 Publikationer

Utöver denna rapport så planeras inga offentliga publikationer. Däremot har en offentlig presentation hållits på Vehicle ICT Arena - Innovation Bazaar, där utvalda delar av projektet har presenterats. Det planeras även deltagande med utställning och presentation vid en FFI-konferens senare i år.

## 8 Slutsatser och fortsatt forskning

Den övergripande slutsatsen är att det är fullt möjligt att använda HUD-teknik i arbetsfordon. En utmaning ligger fortfarande i att få prestandan på en tillräckligt bra nivå utan att installationen blir för stor och utan att priset blir för högt. Det är dock den samlade bedömningen att det i och med detta projekt har kunnat sättas en lämplig nivå för de viktigaste parametrarna i specifikationen just för att uppnå denna balans.

Det som återstår är att kvantifiera nyttan av att använda HUD-teknik i arbetsfordon. Därför planeras ytterligare fördjupning inom detta område.

## 9 Deltagande parter och kontaktpersoner

Projektledare: Erik Ekengren, 070-559 89 85



**HUD Solutions Sweden AB**, Staffan Sahlström, 070-826 57 70



**Volvo Construction Equipment AB**, Andreas Hjertröm, 016-541 90 55



**Konecranes Liftrucks AB**, Anders Nilsson, 0433-733 07



**Jelmtech Produktutveckling AB**, Karl-Erik Philipsson, 0435-566 62



**Syncore Technologies AB**, Mattias Engström, 070-598 71 98



**Eclipse Optics AB**, Lars Rymell, 072-386 91 81