

ADAS functional grouping and Driver Mental Models

Publik rapport



Författare: Niklas Strand (RISE), Mikael Söderman (RISE)

Datum: 2022-09-30

Projekt inom Elektronik, Mjukvara och Kommunikation

FFI Fordonsstrategisk
Forskning och
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

FKG

Volvo

SCANIA

VOLVO

Innehållsförteckning

1 Sammanfattning	3
2 Executive summary in English	3
3 Bakgrund.....	4
4 Syfte, forskningsfrågor och metod.....	5
5 Mål	6
6 Resultat och måluppfyllelse.....	6
7 Spridning och publicering.....	8
7.1 Kunskaps- och resultatspridning	8
7.2 Publikationer	8
8 Slutsatser och fortsatt forskning.....	8
9 Deltagande parter och kontaktpersoner	9

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.

1 Sammanfattning

Advanced Driver Assistance Systems (ADAS), till exempel automatiska bromsar, filhållare, adaptiv farthållare, döda-vinkelvarnare, är utvecklade för att stödja förare att hantera olika situationer så att körningen blir säkrare och bekvämare. För att föraren ska kunna förstå dels vilka ADAS som fordonet är utrustade med, dels för att förstå hur dessa kan konfigureras är det viktigt att gränssnittet för ADAS är tydligt och enkelt att förstå. Man kan tillämpa, till exempel att gränssnittet representerar den verkliga världen och att ADAS grupperas olika så att föraren lättare förstår deras funktioner. Att som utvecklare ha förståelse för förarnas mentala modeller om ADAS är viktigt för att utforma gränssnittet så att förarna lättare kan förstå hur olika ADAS fungerar i verkligheten och vilken nytta de kan göra.

Förstudien har utgått från tre frågeställningar:

- Vilka funktionella grupperingar av ADAS finns idag?
- Vilka principer av grupperingar av ADAS kan stödja lastbilsförarens mentala modeller?
- Hur kan grupperingar av ADAS bidra till att lastbilsföraren lättare kan förstå olika ADAS för ökad säkerhet och effektivitet i under körning?

Förstudien hade som mål att utvärdera befintliga strategier för hur ADAS kan grupperas samt att ta fram förslag på strategier som bygger på förarens mentala modeller. Syftet har varit att ta fram ett underlag för utveckling av gränssnitt som kan underlätta för förare att förstå ADAS funktionerna och deras nytta under körning.

I förstudien har tre olika strategier för grupperingar av ADAS utvärderats utifrån hur grupperingarna kan stödja förarens mentala modeller utifrån den forskning som finns om mentala modeller i allmänhet och till förarens mentala modeller om ADAS i synnerhet. Bland annat har förstudien visat att:

- Grupperingar av ADAS som är baserade på förarnas körsituationer, behov och preferenser kan underlätta för förare att skapa mentala modeller som stödjer deras förståelse av ADAS funktioner och nytta i olika situationer
- I fall där förarens mentala modell(er) av ADAS inte stämmer överens med hur ADAS är utformat och/eller presenterat för föraren kan till exempel leda till risker med om vad förare *tror* att ADAS kan göra och vad ADAS *faktiskt kan* göra
- Initial information av ADAS kan påverka förarnas mentala modeller av dessa. Det är därför viktigt att ge information som stöder förarens utveckling av mentala modeller av ADAS – detta gäller även under säljprocessen.
- Mentala modeller är dynamiska och förändras genom erfarenheter och användning av ADAS.

Förstudien visar även att det finns behov att undersöka hur ADAS på tunga fordon kan utformas och grupperas så att de stöder förarna under körning, bland annat för att få studier handlar om lastbilsförarens användning av ADAS. Här finns ett stort potentiellt behov mer kunskap. Dessutom har de flesta [studier](#) undersökt enskilda ADAS, men inte användning av flera och mer komplexa ADAS.

2 Executive summary

Advanced Driver Assistance Systems (ADAS), such as automatic brakes, lane keeping, adaptive cruise control, blind-spot warning, are developed to support drivers to handle different situations so that driving is safer and more comfortable. In order for the driver to be able to understand both

which ADAS the vehicle is equipped with and to understand how these can be configured, it is important that the interface for ADAS is clear and easy to understand. For example, the interface should represent the real world and that different ADAS grouped so that the driver more easily understands their functions. As a developer, understanding the drivers' mental models about ADAS is important to design the interface so that drivers can more easily understand how different ADAS work in reality and what benefits they can provide to the drivers.

This pre-study has investigated three questions:

1. What functional groupings of ADAS exist today?
2. What principles of groupings of ADAS can support truck drivers' mental models?
3. How can groupings of ADAS help the truck driver more easily understand different ADAS for increased safety and efficiency while driving?

The pre-study aimed to evaluate existing strategies for how ADAS can be grouped as well as to propose strategies based on drivers' mental models. The purpose has been to provide with knowledge that can be applied in developing interfaces that make it easier for drivers to understand the ADAS functions and their benefits while driving.

In the pre-study study, three different strategies for groupings of ADAS were evaluated regarding how the groupings can support drivers' mental models. The evaluations were based on the research available on mental models in general and on drivers' mental models of ADAS in particular. The pre-study has shown that:

- Groupings of ADAS based on drivers' driving situations, needs and preferences can make it easier for drivers to create mental models that support their understanding of ADAS functions and benefits in different situations
- In cases where the driver's mental model(s) of ADAS do not match how ADAS are designed and/or presented to the driver, it can lead to risks with what drivers *think* ADAS can do and what ADAS *can actually* do
- Initial information of ADAS can affect drivers' mental models. It is therefore important to provide information that supports drivers' development of mental models of ADAS – this also applies already during the sales process.
- Mental models are dynamic and change through experiences and the use of ADAS.

The pre-study study also suggests that there is a need to investigate how ADAS on heavy-duty vehicles can be designed and grouped so that they support the truck drivers while driving. Most studies on ADAS are about car drivers' use of ADAS - not about truck drivers' use of ADAS. Moreover, most studies on ADAS have examined individual ADAS, but not on the use of multiple and more complex ADAS.

3 Bakgrund

Advanced Driver Assistance Systems (ADAS), till exempel automatiska bromsar, filhållare, adaptiv farthållare, döda-vinkelvarnare, är utvecklade för att stödja förare att hantera olika situationer så att körningen blir säkrare och bekvämare. Många ADAS kan behövas aktiveras av föraren och flera ADAS kan även konfigureras av föraren enligt förarens preferenser. För att föraren ska kunna förstå dels vilka ADAS som fordonet är utrustade med, dels för att förstå hur dessa kan konfigureras är det viktigt att gränssnittet för ADAS är tydligt och enkelt att förstå. Det kan handla om var de olika ADAS har placerats i fordonets kontrollpanel och hur interaktionen är utformad för att konfigurera dem. Det har visat sig att förare ibland har svårt att veta hur olika ADAS fungerar och vilka begränsningar de har, till exempel om döda-vinkelvarnare kan upptäcka gångtrafikanter och cyklister, eller om fordonet är utrustat med automatiska bromsar. Om förarnas förväntningar inte stämmer överens med vad ADAS både kan göra, och vad de inte kan

göra, finns risken att förarna överskattar deras funktioner vilket kan leda till kritiska situationer, men även att föraren inte litar på ADAS.

Mångfalden av nya ADAS-funktioner leder till att föraren ställs inför flera kognitiva utmaningar. Det innebär även att designteam som arbetar med att utveckla gränssnitten för interaktionen mellan förare och fordon har en viktig uppgift i att utforma gränssnittet och interaktionen mellan ADAS och förare så att den blir användarvänlig. Det finns flera designprinciper som kan tillämpas, till exempel att gränssnittet representerar den verkliga världen och att ADAS grupperas olika så att föraren lättare förstår deras funktioner. Det är viktigt att utvecklare har förståelse för förarnas mentala modeller om ADAS så att gränssnittets utformning stöder förarna att lättare förstå hur olika ADAS fungerar i verkligheten och vilken nytta de kan göra.

4 Syfte, forskningsfrågor och metod

Förstudien har undersökt olika principer för gränssnittsutformning av ADAS för att möta de utmaningar som finns med fler och mer avancerade ADAS i lastbilar. Förstudien har utgått från tre övergripande frågeställningar:

- Vilka funktionella grupperingar av ADAS finns idag?
- Vilka principer av grupperingar av ADAS kan stödja förarens mentala modeller?
- Hur kan grupperingar av ADAS bidra till att föraren lättare kan förstå olika ADAS för ökad säkerhet och effektivitet i under körning?

I förstudien har vi genom litteraturstudier och expertis inom området undersökt och utvärderat olika strategier för hur ADAS kan grupperas samt hur dessa strategier förhåller sig till den forskning som finns om mentala modeller i allmänhet och till förarens mentala modeller om ADAS i synnerhet.

Slutligen kommer nedan tre frågeställningar kring hur immersiv teknik så som Virtual Reality (VR) och Augmented Reality (AR) med samlingsbeteckning eXtended Reality (XR) kan användas för att stödja förarens förståelse för och kunskap kring gällande ADAS-funktioner.

XR har förmågan att visuellt och interaktivt kunna simulera upplevelser och processer. I detta fall i form av en digital 3D kopia av förarmiljö med tilltänk ADAS funktionalitet. Föraren kommer uppleva förarplats och situationer i en omslutande simulerad och verklighetslik miljö. Interaktioner kan genomföras i tester med hjälp av händer, ratt och pedaler så som i verkligheten. Man kan se det som en form av simulator.

Dessa är frågeställningarna:

- Dels hjälpa föraren att förstå vilken typ av ADAS-funktionalitet fordonet är utrustad med. Här kan vi se tydliga fördelar med faktiskt överföring av fordonsinformation till förare.
- Dels förslag på hur översikten av ADAS-funktionerna visas för förare, och hur interaktionen ser ut. Vilka modaliteter kan användas? Kan ovan nämnda tekniker vara till stöd och hjälp för förare i interaktion med fordonet.
- Slutligen Visualisering i XR av vad föraren ser med minst en funktion från en av funktionspaketen för att visa på *proof of concept* hur en träningslösning kan tänkas se ut. Här rör det sig i första hand om att i ett tidigt stadium kunna testa och utvärdera olika ADAS-kluster med hjälp av XR teknik.

5 Mål

Förstudien har haft som mål att utvärdera befintliga strategier för hur ADAS kan grupperas med utgångspunkt i förarens mentala modeller, samt att ta fram förslag på strategier som bygger på förarens mentala modeller. Syftet har varit att ta fram ett underlag som kan användas för att utveckla gränssnitt som underlättar för lastbilsförare att förstå både befintliga och nya ADAS-funktioner och deras potentiella nytta under körning. I en efterföljande studie kan man utveckla gränssnitt för ADAS baserade på resultaten i förstudien och utvärdera dessa med lastbilsförare i VR-/simulatormiljö.

Förstudien ger rekommendationer gällande simulatormiljö, hårdvara och teknik för framtida Immersiva simuleringar, tester och utvärderingar med hjälp av Virtual- och Augmented Reality (VR och AR). Även en genomgång av kod och programmeringsfunktionalitet med tillhörande tidsuppskattning har genomförts för att lämna underlag till en första Proof of concept (PoC) för simulerad testning. Allt i enlighet med den brief som har tillhandahållits från Scania.

Förstudien ger även övergripande riktlinjer för olika typer av lösningar gällande VR-/simulatormiljöer.

6 Resultat och måluppfyllelse

I förstudien har tre olika strategier för grupperingar av ADAS utvärderats utifrån hur grupperingarna av ADAS stödjer förarnas mentala modeller. Utvärderingarna har utgått från forskning/litteraturen om ADAS och mentala modeller, expertis inom området samt från etablerade HMI¹-principer.

Den första strategin har haft sin utgångspunkt i paketering av olika ADAS ur ett säljperspektiv och som främst används som ett "verktyg" av återförsäljare av fordonen. Strategin bygger på att sälja färdiga "paket" med stigande antal ADAS i respektive "paket". Utvärderingen av denna strategi indikerar att säljarna beskrivningar av olika ADAS kan påverka hur kunden (som i många fall är föraren) förstår och uppfattar ADAS-funktionerna och därigenom påverkar kundernas/förarnas mentala modeller av ADAS. Denna påverkan är större om kund/förare har ingen eller liten erfarenhet av ADAS. Risken är då dels kund/förare inte får helheten av de olika ADAS, samt att förväntningarna av ADAS inte stämmer med hur föraren upplever dem under körning. En rekommendation är att denna typ av säljmaterial tas fram i samarbete med personer som har kunskap om Människa-Maskininteraktion (eng. HMI).

Den andra strategin bygger på hur ADAS-funktionerna verkar i relation till fordonets riktning, det vill säga longitudinella (acceleration/deceleration) och laterala (höger/vänster) rörelser, samt vilken typ av "input" som ADAS-sensorerna reagerar på, till exempel andra fordon, cyklister, gångtrafikanter. Utvärderingen visade att denna strategi överensstämmer med situationer som förare erfar under körning och därmed kan stödja förarna att skapa sig mentala modeller av de olika ADAS. Strategin skapar dock tämligen många kategorier av ADAS (nio stycken), vilka förare med tiden kommer att gruppera beroende på vilka de använder (mest) och deras erfarenheter av dem. Det kan även finnas en risk att förare har svårt att skilja mellan varnande och intervenerande ADAS, vilket skulle kunna leda till kritiska händelser.

Den tredje strategin utgår ifrån att gruppera ADAS efter deras funktioner och deras grader av intervention i olika situationer, från att guida och informera till att varna och ingripa. Även denna strategi bedöms kunna stödja förare att skapa funktionella mentala modeller av de ADAS som fordonen är utrustade med. Jämfört med den andra strategin som har nio kategorier av ADAS

¹ HMI, Human Machine Interaction

har denna fyra kategorier, vilket kan vara lättare att hålla reda på. Det är också viktigt att kategorierna är namngivna så att de blir tydliga för användaren (föraren).

Sammanfattningsvis har förstudien visat på följande:

- Grupperingar av ADAS som är baserade på förarnas körsituationer, behov, krav och preferenser kan underlätta för förare att skapa mentala modeller som stödjer deras förståelse av ADAS funktioner och nytta i olika situationer
- Initial information av ADAS kan påverka förarnas mentala modeller. Det är därför viktigt att ge information som stöder förarens utveckling av mentala modeller av ADAS i ett tidigt skede – detta gäller även redan under säljprocessen.
- I fall där förarens mentala modell(er) av ADAS inte stämmer överens med hur ADAS är utformat och/eller presenterat för föraren kan till exempel leda till risker med om vad förare tror att ADAS kan göra och vad ADAS faktiskt kan göra (jämför CC och ACC, LKW och LKA).
- Förarens mentala modeller är dynamiska, och de förändras genom förarnas användning och erfarenheter av ADAS. Generellt får förare på sikt genom ökad erfarenhet och kunskap om ADAS en mer sammanhängande förståelse av ADAS och hur de fungerar i olika situationer.

Förstudien pekar på ett fortsatt behov att närmare undersöka hur ADAS kan utformas och grupperas så att de stöder lastbilsförarens användning av ADAS under körning. Den visar även ett behov av mer kunskap om den sammantagna användningen av fler och mer komplexa ADAS i tunga fordon.

7 Spridning och publicering

7.1 Kunskaps- och resultatspridning

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	x	Kompetensutveckling hos projektets parter.
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	x	Internt Scania
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt	x	Internt Scania
Introduceras på marknaden	x	Underlag till vidareutveckling av befintliga ADAS system på marknaden.
Användas i utredningar/regelverk/ tillståndsärenden/ politiska beslut	-	

7.2 Publikationer

Ingen extern publicering har varit aktuell för förstudien.

8 Slutsatser och fortsatt forskning

Det finns ett fortsatt behov av att arbeta med grupperingskoncept då tunga fordon utrustas med allt fler ADAS. I förstudien har behovet av att gruppering av ADAS sker ur ett förarfokus lyfts fram som en faktor. Genom att gruppera ADAS på ett sätt som stöder föraren att bygga upp mentala modeller kan föraren lättare inkorporera dessa i sin körning och därmed dra nytta av ADAS systemen snabbare än om föraren utan stöd över tid utvecklar sina egna grupperingar. Grupperingskonceptet fungerar således som ett stöd som kan snabba på förarens egen gruppering av ADAS.

Grupperingskoncepten som utvärderats och utvecklats i förstudien behöver kompletteras med synpunkter, behov och krav från slutanvändare. Det kan ske genom exempelvis workshops ihop med lastbilsförare, och med så kallad "Card sorting" metodik som används för att synliggöra användares mentala modeller över hur system hänger ihop. Grupperingarna av ADAS behöver sedan testas och utvärderas i VR miljö som möjliggör flexibilitet och snabba utvärderingscykler.

Sammanfattningsvis kan sägas att det finns ett fortsatt behov av forskning inom området. Forskningsbehovet innefattar att det behövs mer forskning om lastbilsförarens mentala modeller över den samlade floran av ADAS, detta då tidigare forskning till största delen har tittat på användares (oftast bilförare) mentala modeller över enskilda ADAS system. Vidare behövs ett samlat grepp och en gemensam strategi om hur ADAS i olika kanaler (försäljning, instruktionsböcker, reklam, mm) kommuniceras till lastbilsförare och kunder eftersom det kan påverka hur mentala modeller hos lastbilsförare formas.

Utöver testning och utvärdering erbjuder VR miljön en pedagogisk möjlighet att kommunicera ADAS till förare och kan därmed användas som ett verktyg för att stödja utvecklingen av användarens mentala modell. VR kan även vara ett stöd för utvecklingen av grupperingar av ADAS som stödjer förarens mentala modeller.

En fortsättning på denna förstudie kan vara att utveckla olika grupperingskoncept av ADAS som är baserade på lastbilsförarens mentala modeller och deras behov, erfarenheter, preferenser för att uppnå bättre förståelse om ADAS funktioner och begränsningar, vilket kan bidra till utveckling

av säkrare ADAS och effektivare användning av dessa. Det finns även ett fortsatt behov av ta fram testprotokoll och användbara scenarion för testning.

9 Deltagande parter och kontaktpersoner

Vobling AB/Goodbye Kansas Group AB
Fredrik Frank
fredrik.frank@vobling.com

Karolina Ingre
Karolina.ingre@scania.com
Scania CV AB

Niklas Strand
niklas.strand@ri.se
RISE Research Institutes of Sweden AB

...

