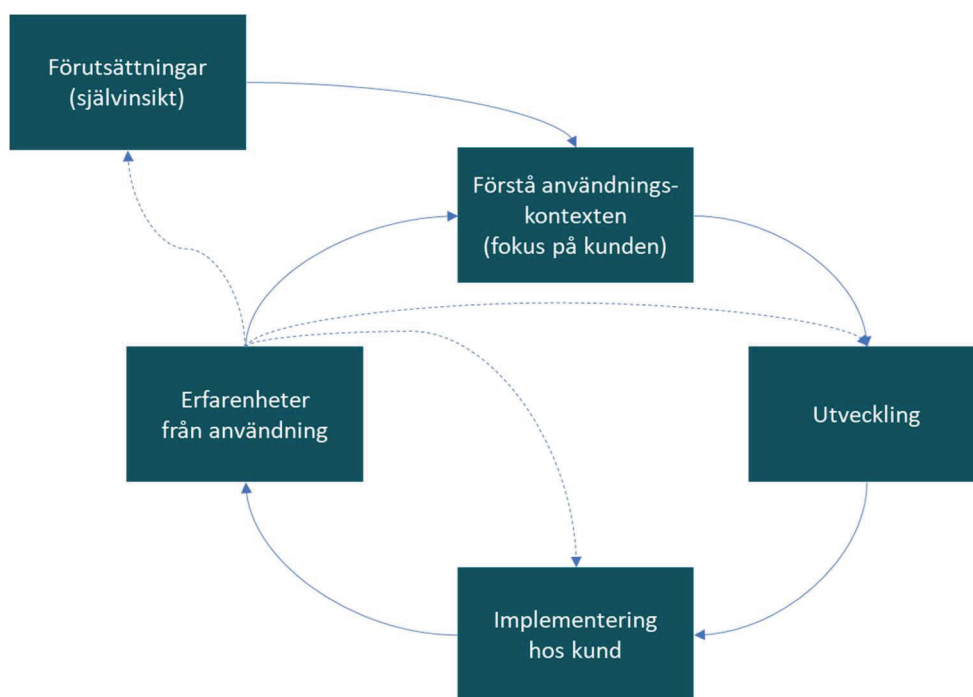


Säkerhetskultur och självkörande fordon och maskiner

Publik rapport



Författare: Johanna Larsson, Mikael Söderman, Stefan Andersson, Jesper Lindell, Jonas Klang, Karl-Johan Barsk, Magnus Karemyr, Per Henriksson, Tania Dukic Willstrand, Joshua Bronson, Marc McMaster, Magnus Sivertsson, Christina Stave
Datum: 2024-04-30
Projekt inom Trafiksäkerhet och automatiserade fordon

FFI Fordonsstrategisk
Forskning och
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

FKG

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

Innehållsförteckning

1 Sammanfattning	3
2 Executive summary in English.....	3
3 Bakgrund.....	7
4 Syfte, forskningsfrågor och metod.....	8
5 Mål	8
6 Resultat och måluppfyllelse.....	9
7 Spridning och publicering	12
7.1 Kunskaps- och resultatspridning.....	12
7.2 Publikationer.....	12
8 Slutsatser och fortsatt forskning.....	12
9 Deltagande parter och kontaktpersoner.....	15

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.

Läs mer på www.vinnova.se/ffi.

1 Sammanfattning

Självkörande fordon inom transportsektorn befinner sig ännu i utvecklingsstadiet. Att införa självkörande fordon och maskiner i befintliga verksamheter innebär ofta förändringar i både i organisationen och den fysiska miljön och kan även innebära nya risker. I detta sammanhang kan säkerhetskulturen, både hos utvecklare och hos användare, spela viktig roll för att självkörande fordon och maskiner ska fungera säkert och effektivt i olika verksamheter.

Projektets mål har varit att utveckla metoder för att förbättra säkerhetskultur där människor och automatiserad teknik samverkar som agenter i ett gemensamt system, samt att utveckla mätverktyg där hållbarhet, jämställdhet och säkerhet utvärderas för införande av självkörande fordon och maskiner.

Projektet har utgått ifrån fallstudier från två olika domäner – självkörande bussar och självkörande industritruckar. Intervjuer har genomförts med utvecklare, kunder och slutanvändare. En enkät har tagits fram att mäta säkerhetskultur, jämställdhetskultur och hållbarhetskultur i organisationer som utvecklar självkörande fordon. Utöver detta har data från incidentrapporter har analyserats. Lärdomarna från resultaten och projektdeltagarnas tidigare erfarenheter har resulterat i ett första utkast av en processmodell där säkerhetskultur integreras i utvecklingen av självkörande fordon och maskiner.

Intervjuerna med utvecklare och kunder av självkörande fordon visade att säkerhetskultur inte var ett etablerat begrepp vare sig hos utvecklarna eller hos kunderna och att det därför inte var en faktor som man medvetet beaktade.

Lärdomar från enkäten var att det finns skillnader mellan produktföretag och som markant påverkar formuleringar av frågeställningar. Det gick inte att fastställa om det föreligger kopplingar mellan hållbarhets-, jämställdhets- och säkerhetskultur.

Fallstudien med bussarna visade bland annat att kund och leverantör pratar om olika typer av säkerhet samt att säkerheten ofta, men inte alltid, är prioriterad över effektiviteten.

Utifrån analyserna av incidentdata från självkörande bussar samt förarlösa industritruckar har en lista med förslag på nyckeltal för att kunna analysera incidenter med självkörande fordon tagits fram.

2 Executive summary in English

Through Vision Zero, Sweden has come a long way in improving road safety (The Swedish Transport Administration, 2020) and there are expectations that autonomous vehicles and machines will contribute further to increased road safety because, unlike human drivers, they do not suffer from fatigue, distraction or inattention (Adaptive, 2017, Friedrich, 2016, Wang et al., 2020). Self-driving machines are also being developed for activities such as warehouses, construction and mining industries. One of the reasons is that they can operate in environments that pose high risks to humans (Ito & Kester, 2023). With autonomous vehicles and machines, risks can be eliminated, but also new risks can arise. No system is flawless and there are uncertainties in the large-scale use of autonomous vehicles that cannot be foreseen at present (Ziakopoulos & Yannis, 2018). While autonomous vehicles in the transport sector are still in the development stages and the path to full-scale deployment for freight transportation on public roads faces several challenges, including technical, legal and business challenges, autonomous machines used in confined areas are more advanced and are already in use in e.g. mines, ports and warehouses.

The introduction of autonomous vehicles and machines into existing operations often involves changes in working methods, roles, tasks and skills, as well as changes in the physical environment and the organization. Autonomous vehicles and machines may also introduce new risks. In this context, the safety culture of both developers and users can play an important role in ensuring that autonomous vehicles and machines operate safely and efficiently in different activities. Safety culture as a concept was developed in

occupational health and safety research following the Chernobyl nuclear accident in 1986 (Cox & Flin, 1998). There are different definitions and descriptions of the concept of safety culture in different areas of activity, but the common denominator is that safety culture is about attitudes, values and perceptions within an organization regarding safety and the working environment.

How people deal with the changes brought about by autonomous vehicles and machines, both in terms of attitudes and actual behavior, reflects the safety culture of management and employees. For organizations developing autonomous vehicles and machines, it is therefore important to incorporate knowledge of safety culture into the development process. By understanding the customer's safety culture, potential risk factors can be identified at an early stage and functions and systems can be developed to manage the risks that autonomous vehicles and machines may pose.

The overall goal of the project is to develop methods for improving safety culture where humans and automated technology interact as agents in a common system. It will also develop measurement tools linked to the Zero Vision, where sustainability, gender equality and safety will be assessed for the introduction of self-driving vehicles and machines.

The project has been divided into the following objectives:

1. Investigate how developers and customers of autonomous vehicles and machines view safety culture as a factor in their business and to pay attention to secondary risks associated with automation.
2. Adapt and test measurement instruments for safety culture in the autonomous vehicles and machines in industry, linked to sustainability and gender equality goals.
3. Develop proposals for methods and processes to include safety culture aspects during the development of autonomous vehicles to prevent risks and achieve a high level of safety.
4. Develop methods to prepare customers/businesses to introduce autonomous vehicles and machines in their logistics. Identify best practices on how safety can be developed and improved when introducing autonomous vehicles and machines.
5. Develop a model for methods and practices to integrate safety culture as part of the development of autonomous vehicles and machines, based on real cases.
6. Investigate opportunities to develop and use data from autonomous vehicles and machines to provide information and create key figures and to support a high safety culture among customers.

The project has been based on case studies from two different domains - autonomous buses and autonomous industrial trucks. Interviews have been conducted with developers, customers and end users about needs, requirements, incentives, experiences, etc. of autonomous buses and driverless industrial trucks. A questionnaire has been developed to measure safety culture, equality culture and sustainability culture in organizations that develop autonomous vehicles. In addition, data from incident reports have been analyzed. Several workshops have been conducted with researchers and developers of autonomous vehicles to compile the results of the project into an iterative process model that integrates safety culture in the development of autonomous vehicles and machines. In addition, a comparison of four Swedish organizations' definitions and attributes of safety culture has been made. The project has then selected and supplemented one of these definitions, resulting in the definition "Safety culture is about an organization's common way of thinking and acting in relation to risk and safety, that is, how an organization prioritizes and actually works with risks and safety linked to its operations and its products and services."

The interviews with developers and customers of autonomous vehicles showed that safety culture, both as a concept and its meaning, was not established among either the developers or the customers and was therefore not a factor that was consciously considered. Instead, they talked about safety, mainly with regard to the product and its features, and to some extent about health and safety at work. At the same time, the interviewees pointed out various shortcomings in the work, such as not always reporting deviations,

prioritizing goals that can counteract safety (mainly time and budget goals), and a lack of communication internally between different departments and with customers.

A common perception among the developers of autonomous vehicles and machines is that customers introduce them for cost-saving reasons, such as standardized flows and increased plannability. Customers give a similar picture to developers. There is an understanding of requirements, functions and safety, but more rarely an understanding of why autonomous vehicles and machines are being introduced. The interviews also indicated that the developers often lack knowledge of the environments and operations for which the autonomous vehicles and machines will be used.

The interviews showed that safety culture is an unspoken factor in the development and deployment of autonomous vehicles and machines. However, it is not possible to assess in what way or to what extent safety culture has an impact from the interviews, but requires further and more targeted studies.

In addition to the above interviews, interviews were conducted with various stakeholders involved in the Ride the Future project. Ride the Future is a research project that aims to explore how electrified and autonomous shuttles can complement existing public transport systems. Issues explored in relation to autonomous buses include roles and responsibilities, different types of safety, management of unexpected events, communication, fault management, and prioritization between safety and efficiency.

A review of existing safety culture measurement tools was conducted. The measurement tool used in the project was based on the NOSACQ-50 questionnaire, which was then adapted to assess the organizational safety climate in product and service companies. Questions on sustainability and gender equality were integrated into the tool. A lesson learned from the development work was that there are differences between product and service companies in terms of the mission of the company, which have a significant impact on the formulation of the questions. For this reason, the project focuses only on product companies and therefore the questionnaire is not adapted for service companies.

The survey was tested on two international product companies. Based on the test results and analysis, it was possible to identify significant differences in the responses with a relatively small number of respondents. Overall, the results were at the higher end of the scale, indicating a good safety climate in these companies. Since the responses were not at the lower levels, it is not possible to say whether the survey can also identify significant differences at the lower levels. One notable finding is the importance of management and the fact that their actions on safety issues are very important in determining whether or not the organization's safety culture is perceived to be good.

The results for sustainability and gender equality were difficult to interpret because a large proportion of respondents chose the "don't know" option for these questions. It was therefore not possible to determine whether or not there was a link to safety culture.

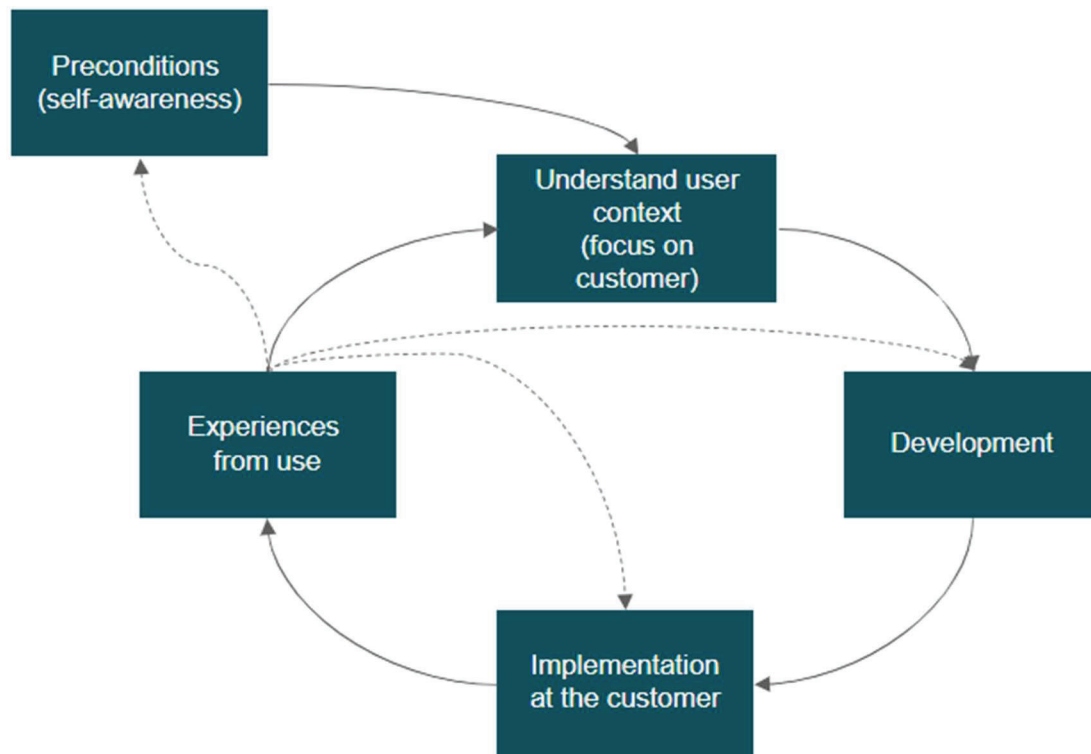
A proposal for a shorter version of the questionnaire has been developed and is presented in the report.

Incident data from autonomous buses and driverless industrial trucks were analyzed. Based on this analysis, proposed metrics for the analysis of self-driving vehicle incidents have been developed. The list of metrics has not been tested in practice, but its usefulness remains to be seen.

One conclusion from the analysis is that it is difficult to get a comprehensive picture of what happened in relation to the incidents, e.g. whether something that was hit was stationary or moving, or whether there are recurring objects or phenomena that interfere with or are hit by the self-driving vehicle. Complementary data is needed, such as from manually completed incident reports or video recordings that can be watch afterwards.

The link between the data collected by the vehicle and what is reported manually via incident reports needs to be synchronized so that they become one unit where data from both the vehicle and the customer/end user can complement each other. The existence of a structured method for analyzing incident reports is important to derive value and deeper understanding from the reports.

Finally, the project has developed an iterative model for incorporating safety culture into a product development process. The product in question could be a self-driving vehicle. The model, called the SCAV model (Figur 1), is based on the Human Centered Design process (ISO 9241-210) and results of the project. The model consists of five main steps, each of which contains activities and tools for each step. The model is primarily designed for development companies/suppliers of autonomous vehicles and machines. The relationship between the SCAV model and ISO 26262 has been reviewed. The model has not been tested in practice within the project, but this is for possible future projects.



Figur 1. Overview of the SCAV model

There are different approaches to safety culture in different industries, and this was reflected in the project itself. The project was not strictly based on one definition of safety culture, but allowed the parties to explore the area based on their preconditions in the industry. This resulted in a variation of approaches in the different work packages. The fact that this diversity of the term of safety culture exists both between industries and within the industry of autonomous vehicles and machines is an interesting result. It shows the difficulties of working with the concept in a concrete and structured way. The concept of safety culture is described as important by the participating parties, but in general the project has found that there is rather little theoretical knowledge about the area of safety culture and also how the area should be approached in practice to add value to operations. ISO 26262 addresses the concept, but despite examples of what the concept means, it is unclear how the standard should be interpreted and used in practice. Concrete tools to integrate safety culture into the development of autonomous vehicles and machines in a fruitful way have been lacking and the project has tried to identify such tools in the different work packages.

In general, the different views of safety culture and the different approaches in the work packages made it difficult to combine the results into a whole and to see how they are related or possibly influence each other. A harmonization and a clear choice of definition as a starting point for future work is recommended. This to provide a clearer framework to work from.

3 Bakgrund

Sverige har genom Nollvisionen kommit långt i att förbättra trafiksäkerheten (Trafikverket, 2020) och det finns förväntningar på att självkörande fordon och maskiner ska bidra ytterligare till ökad trafiksäkerhet genom att de till skillnad från mänskliga förare inte råkar ut för t.ex. trötthet, distraktion, ouppmärksamhet (Adaptive, 2017, Friedrich, 2016, Wang m.fl., 2020). Även för verksamheter som lager, bygg- och anläggnings- samt gruvindustrier utvecklas självkörande maskiner. Ett av skälen är att de kan verka i miljöer som innebär stora risker för människor (Ito & Kester, 2023). Med självkörande fordon och maskiner kan risker elimineras, men nya risker kan även uppstå. Inga system är felfria och det finns osäkerheter med storskalig användning av självkörande fordon som man för närvarande inte kan förutse (Ziakopoulos & Yannis, 2018). Självkörande fordon inom transportsektorn befinner sig ännu i utvecklingsstadierna och vägen till fullskalig användning för transporter av gods och personer på allmänna vägar har flera utmaningar framför sig, såväl tekniska som legala och affärsmässiga utmaningar, medan självkörande maskiner som används inom avgränsade områden har kommit längre i utvecklingen och används redan i t.ex. gruvor, hamnar och i lager.

Att införa självkörande fordon och maskiner i befintliga verksamheter innebär ofta förändringar i arbetsformer, roller, arbetsuppgifter, kompetens, men även förändringar i den fysiska miljön, och förändringar i organisationen. Självkörande fordon och maskiner kan även innebära nya risker. I detta sammanhang kan säkerhetskulturen, både hos utvecklare och hos användare, spela viktig roll för att självkörande fordon och maskiner ska fungera säkert och effektivt i olika verksamheter. Säkerhetskultur som begrepp utvecklades inom arbetsmiljöforskningen efter kärnkraftsolyckan i Tjernobyl 1986 (Cox & Flin, 1998). Det förekommer olika definitioner och beskrivningar av säkerhetskulturbegreppet inom olika verksamhetsområden men gemensamt är att säkerhetskultur handlar om attityder, värderingar och uppfattningar inom en organisation rörande säkerhet och arbetsmiljö. Varje organisation eller arbetsplats har en säkerhetskultur, vare sig den är uttalad eller outtalad, och beror på flera olika faktorer (Guldenmund, 2010, Zohar, 2010), t.ex. hur ledningen prioriterar säkerhet och dess engagemang, samt medarbetarnas engagemang och kommunikation (Kines m.fl., 2011, Stave, 2021, Tappura m.fl., 2022).

Genom att identifiera och påverka säkerhetskulturen önskar man minska säkerhetsrisker. Säkerhetskulturen mäts genom undersökningar av säkerhetsklimatet, d.v.s. de anställdas gemensamma tolkningar av hur man uppfattar organisationens policys, procedurer och praktik som påverkar säkerheten (Neal & Griffin, 2002, Wills m.fl., 2009) fann i studier ett samband mellan ett bra säkerhetsklimat och färre olyckor. Säkerhetsklimat, som skulle kunna sägas vara den mätbara delen av kultur (Huang m.fl., 2013), används i denna studie

En förstudie om säkerhetskultur om utveckling av självkörande fordon och maskiner (Statens väg- och transportforskningsinstitut m.fl., u.å.) visade att detta är ett relativt outforskat område och att fler studier behövs, bl.a. eftersom självkörande fordon och maskiner ofta innebär genomgripande förändringar i verksamheter, samtidigt som erfarenheterna av att införa självkörande fordon och maskiner i etablerade verksamheter är begränsade. Hur man hanterar de förändringar som självkörande fordon och maskiner medför, både i attityder och i faktiskt, beteende återspeglar säkerhetskulturen hos ledningen och medarbetarna. För organisationer som utvecklar självkörande fordon och maskiner är därför kunskap om säkerhetskulturen viktig att ta med under utvecklingsarbetet. Genom att förstå kundens säkerhetskultur kan potentiella riskfaktorer identifieras på ett tidigt stadium och man kan utveckla funktioner och system för att hantera de risker som självkörande fordon och maskiner kan innebära. Det kan t.ex. handla om att "bygga in" säkerhetsfunktioner i systemet, men även att ta fram säkerhetsrutiner och program för kompetensutveckling. Även förändringar i verksamhetens organisation kan vara nödvändiga för säker och effektiv produktion med självkörande fordon och maskiner. Självkörande fordon och maskiner kan innebära andra affärsmodeller. Istället för att sälja självkörande fordon och maskiner som produkter säljer man tjänsterna som de självkörande fordonen och maskinerna utför hos kund, t.ex. transporter av gods, grus, pallar m.m. Detta innebär bl.a. att delar av säkerheten som kunden ansvar för måste designas in i systemet med självkörande fordon och maskiner. Kunskap om kundens säkerhetskultur kan därför vara en viktig faktor ta med under utvecklingen av självkörande fordon och maskiner och av de tjänster som de ska utföra. Det är inte känt i vilken utsträckning utvecklare av självkörande fordon och maskiner aktivt tar med

kundernas säkerhetskulturer som en faktor i utvecklingsarbetet och vid implementering av självkörande fordon och maskiner hos kunder. Den tidigare förstudien (Statens väg- och transportforskningsinstitut m.fl., u.å.) indikerade att säkerhetskultur är en viktig faktor, men att det dels saknas kunskap om begreppet Säkerhetskultur och dels att man saknar metoder och processer för att hantera säkerhetskultur som en faktor i utvecklingsarbetet.

Det finns m.a.o. ett behov av ett multidisciplinärt perspektiv med fokus på säkerhetskultur som kompletterar det tekniska (Papadimitriou m.fl., 2022) för att bättre förstå interaktionen mellan människa och teknik i designen av självkörande fordon och maskiner (Read m.fl., 2022).

4 Syfte, forskningsfrågor och metod

Projektet har utgått ifrån fallstudier från två olika domäner – självkörande bussar och självkörande industritruckar. Intervjuer har genomförts med utvecklare, kunder och slutanvändare om behov, krav, incitament, erfarenheter m.m. av självkörande bussar och truckar. En enkät har tagits fram att mäta säkerhetskultur, jämställdhetskultur och hållbarhetskultur i organisationer som utvecklar självkörande fordon. Utöver detta har data från incidentrapporter analyserats. Flera workshops har genomförts med forskare och utvecklare av självkörande fordon för att ta sammanställa resultaten från projektet i en iterativ processmodell som integrerar säkerhetskultur i utvecklingen av självkörande fordon och maskiner. Utöver detta har en sammanställning av fyra, i Sverige verkande, organisationers definitioner och attribut för säkerhetskultur gjorts. Projektet har sedan valt ut och kompletterat en av dessa definitioner med slutresultatet "Säkerhetskultur handlar om en organisations gemensamma sätt att tänka och agera i förhållande till risk och säkerhet, det vill säga hur en organisation prioriterar och faktiskt arbetar med risker och säkerhet kopplat till sin verksamhet och sina produkter och tjänster."

För en mer detaljerad redogörelse hänvisas till projektets VTI-rapport (Larsson m.fl., 2024a).

5 Mål

Det övergripande målet för projektet har varit att utveckla metoder för att förbättra säkerhetskultur där människor och automatiserad teknik samverkar som agenter i ett gemensamt system. Även mätverktyg utvecklas som kopplas till nollvisionen där hållbarhet, jämställdhet och säkerhet utvärderas för införande av självkörande fordon och maskiner.

Projektet har varit indelat i nedanstående delmål:

1. Kartlägga nuvarande säkerhetskultur hos designers som utvecklar självkörande fordon och maskiner samt att uppmärksamma sekundära risker som är kopplade till automation.
2. Anpassa och testa mätinstrument för säkerhetskultur i självkörande fordon och maskiner industri, kopplade till hållbarhet och jämställdhetsmål
3. Utveckla metoder och processer för att införa säkerhetskultur som ett krav under de tidiga utvecklingsstadierna av självkörande fordon och maskiner för att förebygga risker och uppnå en hög säkerhetsnivå
4. Utveckla metoder för att förbereda kunder/verksamheter att införa självkörande fordon och maskiner i deras logistik. Identifiera "best practice", om hur säkerheten kan utvecklas och förbättras vid införande av självkörande fordon och maskiner.
5. Utveckla en modell för metoder och arbetssätt för att integrera säkerhetskulturen som del i utvecklingsarbetet av självkörande fordon och maskiner, baserat på verkliga fall.
6. Undersöka möjligheter att utveckla och använda data från självkörande fordon och maskiner för att ge information och skapa nyckeltal och för att stödja en hög säkerhetskultur hos kunder.

Nedanstående justeringar av delmålen har gjorts under projektets gång:

1. Undersöka hur utvecklare och kunder av självkörande fordon och maskiner ser på säkerhetskultur som en faktor i sin verksamhet samt att uppmärksamma sekundära risker som är kopplade till automation.
2. Ingen justering.
3. Utveckla förslag på metoder och processer för att få med säkerhetskulturaspekter under utvecklingen av självkörande fordon för att förebygga risker och uppnå en hög säkerhetsnivå.
4. Ingen justering.
5. Ingen justering.
6. Ingen justering.

6 Resultat och måluppfyllelse

Nedan följer en sammanfattning av projektets resultat. För en mer detaljerad redogörelse av resultaten från de olika arbetspaketen hänvisas till projektets VTI-rapport (Larsson m.fl., 2024a).

Intervjuerna med utvecklare och kunder av självkörande fordon visade att säkerhetskultur, både som begrepp och dess innebörd, inte var etablerat vare sig hos utvecklarna eller hos kunderna och att det därför inte var en faktor som man medvetet beaktade. Istället pratade man om säkerhet, främst med avseende på produkten och dess funktioner, och i viss mån om arbetsmiljösäkerhet. Samtidigt påvisade de intervjuade olika brister i arbetet t.ex. att man inte alltid rapporterar avvikelser, att man prioriterar mål som kan motverka säkerhet (främst tids- och budgetmål) och att det förekommer bristande kommunikation internt mellan olika avdelningar och med kunder.

En genomgående uppfattning hos utvecklarna av självkörande fordon och maskiner är att kunderna inför dessa av kostnadsbesparingsskäl, genom t.ex. standardiserade flöden och ökad planerbarhet. Kunderna ger en liknande bild som utvecklarna. Det finns förståelse för krav, funktioner och säkerhet, men mer sällan förståelse på varför självkörande fordon och maskiner införs. Intervjuerna indikerade även att utvecklarna ofta saknar kunskap om de miljöer och verksamheter som de självkörande fordonen och maskinerna ska användas för.

Intervjuerna visade att säkerhetskultur är en outtalad faktor i utveckling och implementeringen av självkörande fordon och maskiner. På vilket sätt eller i vilken grad säkerhetskulturen inverkar går dock inte att bedöma från intervjuerna, utan kräver fortsatta och mer riktade studier.

Som en komplettering till ovanstående intervjuer har olika roller med koppling till projektet Ride the Future intervjuats. Ride the Future är ett forskningsprojekt vars syftet är att ta reda på hur elektrifierade och självkörande minibussar kan komplettera den befintliga kollektivtrafiken. De frågor som utforskats kopplat till de självkörande bussarna rör roller och ansvar, olika typer av säkerhet, hantering av oväntade händelser, kommunikation, felhantering samt prioritering mellan säkerhet och effektivitet.

En genomgång av befintliga mätverktyg för säkerhetskultur gjordes. Det mätverktyg som användes i projektet baserades på enkäten NOSACQ-50 som sedan utvecklades och anpassades för att utvärdera organisationens säkerhetsklimat hos produkt- och tjänsteföretag. Frågor kring hållbarhet och jämställdhet integrerades i verktyget. En lärdom från utvecklingsarbetet var att det finns skillnader mellan produktföretag och tjänsteföretag med avseende företagens uppdrag som markant påverkar formuleringar av frågeställningar. Av denna anledning fokusera projektet enbart på produktföretag och därför är enkäten inte anpassad för tjänsteföretag.

Enkäten testades på två internationellt verksam produktföretag. Utifrån testresultaten och analys gick det att urskilja signifikanta skillnader i svaren med ett relativt lågt antal respondenter. Övergripande var resultaten i den högre skalan vilket skulle tyda på ett gott säkerhetsklimat hos dessa företag. Då svaren inte legat på de lägre nivåerna går det inte att uttala sig om enkäten också kan identifiera signifikanta skillnader i

det lägre spannet. Ett noterbart resultat är ledningens betydelse och att dess agerande i säkerhetsfrågor är av stor vikt om organisationens säkerhetskultur uppfattas som god eller inte.

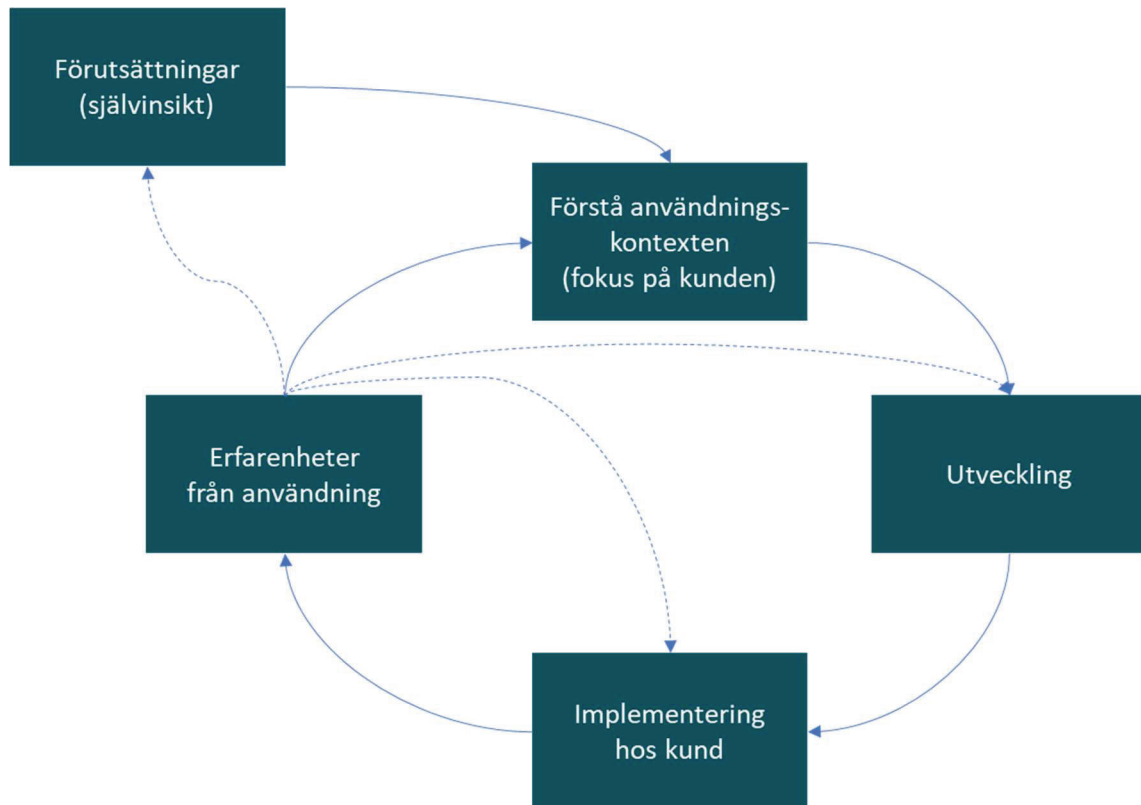
Resultaten med avseende på hållbarhet och jämställdhet visade sig vara svåra att tyda, då en stor andel av respondenterna valde svarsalternativet "Vet ej" för dessa frågeställningar. Det har därmed inte gått att fastställa om det föreligger kopplingar med säkerhetskultur eller inte.

Ett förslag på en kortare version av enkäten har tagits fram och presenteras i rapporten. Incidentdata från självkörande bussar samt förarlösa industritruckar har analyserats. Utifrån dessa har förslag på nyckeltal för att kunna analysera incidenter med självkörande fordon tagits fram. Listan med nyckeltal är inte testad i praktiken utan detta kvarstår för att se dess användbarhet.

En slutsats från analysen är att det är svårt att enbart utifrån data som fordonen samlar in få en heltäckande bild av vad som skett i samband med incidenterna, t.ex. om något som blivit påkört stått stilla eller rört sig, eller om det finns återkommande objekt eller fenomen som stör eller kör på/blir påkörda av det självkörande fordonet. Kompletterande data behövs, t.ex. från manuellt ifyllda incidentrapporter eller videoinspelningar som människor i efterhand kan titta på.

Kopplingen mellan fordonets insamlade data och det som rapporterats in manuellt via incidentrapporter behöver synkas så att dessa blir en enhet där data från både fordonet och kund/slutanvändare kan komplettera varandra. Att det finns en strukturerad metod för att analysera incidentrapporter är av vikt för att få ut nytta och förståelse på djupet från rapporterna.

Slutligen har projektet tagit fram en iterativ modell för att inkludera säkerhetskultur i en produktutvecklingsprocess. Produkten som avses kan vara ett självkörande fordon. Modellen, som fått namnet SCAV-modellen (se Figur 2), baseras på Human centred design-processen (ISO 9241-210) samt övriga resultat i projektet och består av fem huvudsteg som vardera innehåller aktiviteter och verktyg för respektive steg. Modellen är främst utvecklad för utvecklingsföretag/leverantörer av självkörande fordon och maskiner. En genomgång av hur SCAV-modellen förhåller sig till ISO 26262 har gjorts. Modellen har inte testats i praktiken inom projektet utan detta ligger på eventuella framtida projekt. Främst behöver modellen detaljeras, med fördel i fortsatt samråd med företag som utvecklar självkörande fordon och maskiner. Detta för att modellen ska bli relevant för industrin.



Figur 2. Översiktlig bild av SCAV-modellen

Det förekommer flera olika synsätt på säkerhetskultur i olika branscher och detta har även reflekteras inom själva projektet. Projektet utgick inte strikt ifrån en säkerhetskulturdefinition utan parterna har istället själva låtit utforska området utifrån sina förutsättningar i branschen. Detta har gjort att projektet fått en spridning i angreppssätt i de olika arbetspaketen. Att denna spridning råder både mellan branscher, men även inom branschen kring självkörande fordon och maskiner är ett intressant resultat. Det visar på svårigheterna med att arbeta med begreppet på ett konkret och strukturerat sätt. Säkerhetskulturbegreppet beskrivs som viktigt av deltagande parter, men generellt har projektet identifierat att det finns en ganska liten teorikunskap om säkerhetskulturområdet och även om hur området ska angripas i praktiken för att tillföra nytta i verksamheterna. ISO 26262 tar upp begreppet, men trots exempel på vad begreppet innebär så är det oklart hur standarden ska tolkas och användas i praktiken. Konkreta verktyg för att på ett givande sätt kunna inkludera säkerhetskultur i utvecklingen av självkörande fordon och maskiner har saknats och projektet har i de olika arbetspaketen försökt att identifiera sådana verktyg.

Generellt gjorde den varierade synen på säkerhetskultur de olika angreppssätten i arbetspaketen att det var svårt att slå ihop resultaten till en helhet och kunna se hur dessa hänger ihop med eller eventuellt påverkar varandra. En harmonisering och ett tydligt val av definition som utgångspunkt i framtida arbete rekommenderas. Detta för att skapa en tydligare ram att arbeta utifrån.

Projektet har finansierats inom delprogrammet Trafiksäkerhet och automatiserade fordon vars syfte har varit att "stödja forsknings- och utvecklingsaktiviteter som bidrar till ökad trafiksäkerhet och automatisering och därigenom medverka till att de transportpolitiska målen nås. Projekten ska även bidra till att stärka konkurrenskraften hos svensk fordonsindustri." Fokus i projektet har legat på programområdena "Analys, kunskap och möjliggörande teknik" samt "Automatiserade fordon i transportsystemet". Projektet har utgått ifrån två fallstudier av självkörande fordon och samlat in och analyserat data ifrån dessa. Kunskapen som framkommit har sedan använts för att ta fram en första version av en processmodell för att integrera säkerhetskultur i utvecklingen av självkörande fordon och maskiner. En grundbult i processmodellen är att förstå förutsättningarna hos slutanvändarna för att kunna designa självkörande fordon och maskiner så att dessa är rätt anpassade till den verksamhet i vilken de ska användas. Att förstå vilka förändringar införandet

av självkörande fordon och maskiner har i en verksamhet, till exempel med avseende på ändrade roller och ändrat ansvar, är också en viktig del i modellen.

7 Spridning och publicering

7.1 Kunskaps- och resultat spridning

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	x	Fortsatt arbete med att utveckla modellen planeras och därmed öka kunskapen om säkerhetskultur inom tillverkningsindustrin för självkörande fordon och maskiner.
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt		
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt		
Introduceras på marknaden		
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut		

7.2 Publikationer

Under Transportforum 2024 presenterades en poster med fokus på SCAV-modellen framtagen inom projektet, se Larsson m.fl. (2024b) <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-20846>.

Projektet har även publicerats i form av en VTI-rapport där samtliga resultat från projektet finns med, se Larsson m.fl. (2024a) <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-20886>.

8 Slutsatser och fortsatt forskning

Projektets övergripande mål var att utveckla metoder för att förbättra säkerhetskultur där människor och automatiserad teknik samverkar som agenter i ett gemensamt system. Projektet har tagit fram en första version av en processmodell för att integrera säkerhetskultur i en utvecklingsprocess av självkörande fordon. Det finns en grundstruktur och förslag på aktiviteter och till viss del tillhörande verktyg. Vid framtagandet av denna har personer från företag som tillverkar självkörande fordon och maskiner deltagit, men modellen är inte testad i praktiken i inom dessa företag. Detta behöver göras. Först behöver dock de olika stegen i modellen samt de tillhörande verktygen behöver även specificeras mer för att modellen ska bli fullt ut användbar. Förslagsvis görs detta fortsatt tillsammans med företag som utvecklar självkörande fordon och maskiner för att modellen ska bli relevant för industrin.

Syftet med projektet var även att utveckla mätverktyg som kopplas till nollvisionen där hållbarhet, jämställdhet och säkerhet utvärderas för införande av autonoma fordon och maskiner. Detta har gjorts i form av en anpassad enkät, baserad på NOSACQ-50. Denna enkät har testats i projektet, men validering kvarstår. Resultatet på frågorna om hållbarhets- och jämställdhetskultur i enkäten visade sig vara svårtolkade och där behöver mer arbete göras. Det är svårt att avgöra om frågorna i sig var svårtolkade för respondenterna, t.ex. för att de var för generella, eller om respondenterna inte hade inblick i sina organisationers arbete med dessa frågor.

Nedan presenteras de slutsatser som dragits i projektet med utgångspunkt från delmålen.

Delmål 1: *Undersöka hur utvecklare och kunder av självkörande fordon och maskiner ser på säkerhetskultur som en faktor i sin verksamhet samt att uppmärksamma sekundära risker som är kopplade till automation.*

Intervjuerna med utvecklare och kunder av självkörande fordon och maskiner syftade i första hand till att undersöka frågan om säkerhetskultur är en faktor som de tar med i både utvecklingsarbetet och i implementering av självkörande fordon och maskiner (se delmål 1 i Kap. 3, Mål och syfte). Intervjuerna visade att säkerhetskultur, både som begrepp och dess innebörd, inte var etablerat vare sig hos utvecklarna eller hos kunderna och att det därför inte var en faktor som man medvetet beaktade. Istället pratade man om säkerhet, främst med avseende på produkten och dess funktioner, och i viss mån om arbetsmiljösäkerhet. Samtidigt påvisade de intervjuade olika brister i arbetet t.ex. att man inte alltid rapporterar avvikelser, att man prioriterar mål som kan motverka säkerhet (främst tids- och budgetmål) och att det förekommer bristande kommunikation internt mellan olika avdelningar och med kunder.

En genomgående uppfattning hos utvecklarna av självkörande fordon och maskiner är att kunderna inför dessa av kostnadsbesparingskäl, genom t.ex. standardiserade flöden och ökad planerbarhet. Kunderna ger en liknande bild som utvecklarna. Det finns förståelse för krav, funktioner och säkerhet, men mer sällan förståelse på varför självkörande fordon och maskiner införs. Intervjuerna indikerade även att utvecklarna ofta saknar kunskap om de miljöer och verksamheter som de självkörande fordonen och maskinerna ska användas för.

Sammanfattningsvis visade intervjuerna att säkerhetskultur var en outtalad faktor i utveckling och implementeringen av självkörande fordon och maskiner. På vilket sätt eller i vilken grad säkerhetskulturen inverkar går inte att bedöma från intervjuerna, utan kräver fortsatta och mer riktade studier.

Delmål 2: Anpassa och testa mätinstrument för säkerhetskultur i AV/AT industri, kopplade till hållbarhet och jämställdhetsmål.

Ett mätverktyg, baserat på den etablerade metoden NOSACQ-50, utvecklades och anpassades för att utvärdera organisationens säkerhetsklimat hos produkt- och tjänsteföretag. Frågor kring hållbarhet och jämställdhet integrerades i verktyget.

Från detta utvecklingsarbete kunde vi lära oss att det finns skillnader mellan produktföretag och tjänsteföretag, med avseende företagets uppdrag, som markant påverkar formuleringar av frågeställningar. Vi valde därför att fokusera enbart på produktföretag och därför är enkäten inte anpassad för tjänsteföretag.

Enkäten testades på två internationellt verksamma produktföretag. Utifrån testresultaten och analys kan vi se att enkäten kan urskilja signifikanta skillnader i svaren med ett relativt lågt antal respondenter. Övergripande var resultaten i den högre skalan vilket skulle tyda på ett gott säkerhetsklimat hos dessa företag. Då svaren inte legat på de lägre nivåerna har vi inte kunnat undersöka om enkäten också kan identifiera signifikanta skillnader i det lägre spannet.

Resultaten med avseende på hållbarhet och jämställdhet visade sig vara svåra att tyda, både för respondenterna och i analysen. Detta visade sig genom att en väldigt stor andel av respondenterna valde svarsalternativet "Vet ej" för dessa frågeställningar. Därmed har vi inte kunnat fastställa om det föreligger kopplingar med säkerhetskultur eller inte.

Ett noterbart resultat är ledningens betydelse och att dess agerande i säkerhetsfrågor är av stor vikt om organisationens säkerhetskultur uppfattas som god eller inte.

Delmål 3: Utveckla förslag på metoder och processer för att få med säkerhetskulturaspekter under utvecklingen av autonoma fordon för att förebygga risker och uppnå en hög säkerhetsnivå.

Delmål 4: Utveckla metoder för att förbereda kunder/verksamheter att införa autonoma fordon i deras logistik. Identifiera best practice, om hur säkerheten kan utvecklas och förbättras vid införande av autonoma fordon.

Delmål 5: Utveckla en modell för metoder och arbetssätt för att integrera säkerhetskulturen som del i utvecklingsarbetet av automatiserade fordon/truckar, baserat på verkliga fall.

Projektet har tagit fram en iterativ modell, SCAV-modellen, för att inkludera säkerhetskultur i en produktutvecklingsprocess. Produkten som avses kan vara ett självkörande fordon. SCAV-modellen baseras på Human centred design-processen (ISO 9241-210) och lärdomar från fallstudier i projektet. Den består av fem huvudsteg som vardera innehåller aktiviteter och verktyg för respektive steg. Modellen är

främst utvecklad för utvecklingsföretag/leverantörer av självkörande fordon och maskiner. Kundsidan till viss del representerad i steget Erfarenheter från användningen. Modellen har inte testats i praktiken inom projektet utan detta ligger på eventuella framtida projekt.

Det har varit svårt att ta reda på vad som är best practice, dels för att det är få företag som jobbar med utveckling av självkörande fordon och maskiner och dels för att dessa företags arbetsprocesser är företagsinterna och projektet har därmed inte fått ta del av dem för jämförelser och analys.

Delmål 6: Undersöka möjligheter att utveckla och använda data från autonoma fordon för att ge information och skapa nyckeltal och för att stödja en hög säkerhetskultur hos kunder.

Incidentdata från självkörande bussar samt förarlösa industritruckar har analyserats. En slutsats från analysen är att det är svårt att enbart utifrån data som fordonen samlar in få en heltäckande bild av vad som skett i samband med incidenterna, t.ex. om något som blivit påkört stått stilla eller rört sig, eller om det finns återkommande objekt eller fenomen som stör eller kör på/blir påkörda av det självkörande fordonet. Kompletterande data behövs, t.ex. från manuellt ifyllda incidentrapporter eller videospelningar som människor i efterhand kan titta på.

Kopplingen mellan fordonets insamlade data och det som rapporterats in manuellt via incidentrapporter behöver synkas så att dessa blir en enhet där data från både fordonet och kund/slutanvändare kan komplettera varandra. Att det finns en strukturerad metod för att analysera incidentrapporter är av vikt för att få ut nytta och förståelse på djupet från rapporterna.

Utifrån ovanstående lärdomar har förslag på nyckeltal som kan stödja en hög säkerhetskultur hos kunder, användare och utvecklare tagits fram. Listan med nyckeltal är inte testad i praktiken utan detta kvarstår för att fullt ut förstå dess användbarhet.

Utifrån ett mer generellt perspektiv har vi sett att det förekommer flera olika synsätt på säkerhetskultur i olika branscher och detta har även reflekteras inom själva projektet. Projektet utgick inte strikt ifrån en säkerhetskulturdefinition utan parterna har istället själva låtit utforska området utifrån sina förutsättningar i branschen. Detta har gjort att projektet fått en spridning i angreppssätt i de olika arbetspaketen. Att denna spridning råder både mellan branscher, men även inom branschen kring självkörande fordon och maskiner är ett intressant resultat. Det visar på svårigheterna med att arbeta med begreppet på ett konkret och strukturerat sätt. Säkerhetskulturbegreppet beskrivs som viktigt av deltagande parter, men generellt har vi i projektet sett att det finns en ganska liten teorikunskap om säkerhetskulturområdet och även om hur området ska angripas i praktiken för att tillföra nytta i verksamheterna. ISO 26262 tar upp begreppet, men trots exempel på vad begreppet innebär så är det oklart hur standarden ska tolkas och användas i praktiken. Konkreta verktyg för att på ett givande sätt kunna inkludera säkerhetskultur i utvecklingen av självkörande fordon och maskiner har saknats och projektet har i de olika arbetspaketen försökt att identifiera sådana verktyg.

Generellt gjorde den varierade synen på säkerhetskultur de olika angreppssätten i arbetspaketen att det var svårt att slå ihop resultaten till en helhet och kunna se hur dessa hänger ihop med eller eventuellt påverkar varandra. En harmonisering och ett tydligt val av definition som utgångspunkt i framtida arbete rekommenderas. Detta för att skapa en tydligare ram att arbeta utifrån.

9 Deltagande parter och kontaktpersoner

V O L V O

COMBITECH

TOYOTA

MATERIAL HANDLING

vti

**RI
SE**

Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI)

Johanna Larsson, johanna.larsson@vti.se

Christina Stave

Magnus Karemyr

Per Henriksson

RISE

Mikael Söderman, mikael.soderman@ri.se

Joshua Bronson

Volvo GTT

Stefan Andersson, stefan.andersson.7@volvo.com

Tania Dukic Willstrand

Combitech

Jesper Lindell, jesper.lindell@combitech.com

Karl-Johan Barsk

Toyota Material Handling

Jonas Klang, Jonas.Klang@toyota-industries.eu

Marc McMaster

Magnus Sivertsson

10 Referenser

- Adaptive. (2017). *Final project results* (Deliverable D1.0). https://www.adaptive-ip.eu/files/adaptive/content/downloads/AdaptIVe-SP1-v1-0-DL-D1-0-Final_Report.pdf
- Cox, S. & Flin, R. (1998). Safety culture: Philosopher's stone or man of straw? *Work and Stress*, 12, 189-201.
- Friedrich, B. (2016). The Effect of Autonomous Vehicles on Traffic. I Maurer, M., Gerdes, J. C., Lenz, B. & Winner, H. (Red.), *Autonomous Driving: Technical, Legal and Social Aspects* (s. 317-334). Springer Berlin Heidelberg.
- Guldenmund, F. (2010). Understanding and Exploring Safety Culture.
- Huang, Y. H., Zohar, D., Robertson, M. M., Garabet, A., Lee, J. & Murphy, L. A. (2013). Development and validation of safety climate scales for lone workers using truck drivers as exemplar. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 17, 5-19.
- Ito, H. & Kester, J. (2023). Governing beyond innovation: Exploring the impact of connected and automated vehicles on the organization of vehicle accident investigations. *International Journal of Sustainable Transportation*, 17, 1171-1182.

- Kines, P., Lappalainen, J., Mikkelsen, K. L., Olsen, E., Pousette, A., Tharaldsen, J., Tómasson, K. & Törner, M. (2011). Nordic Safety Climate Questionnaire (NOSACQ-50): A new tool for diagnosing occupational safety climate. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 41, 634-646.
- Larsson, J., Söderman, M., Andersson, S., Lindell, J., Klang, J., Barsk, K.-J., Karemyr, M., Henriksson, P., Willstrand, T. D., Bronson, J., McMaster, M., Sivertsson, M. & Stave, C. (2024a). *Säkerhetskultur och självkörande fordon och maskiner* (VTI rapport 1209). Statens väg- och transportforskningsinstitut. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-20886>
- Larsson, J., Söderman, M., Lindell, J. & McMaster, M. (2024b Published). Säkerhetskultur som en integrerad del i utvecklingen av självkörande fordon. I Fredrik, H. & Mattias, H. (Red.), *Proceedings Säkerhetskultur som en integrerad del i utvecklingen av självkörande fordon*. Transportforum, Linköping, Sverige, 17-18 januari, 2024., Linköping, 2024b of Conference. Statens väg- och transportforskningsinstitut. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-20846>
- Neal, A. & Griffin, M. A. (2002). Safety Climate and Safety Behaviour. *Australian Journal of Management*, 27, 67-75.
- Papadimitriou, E., Farah, H., Van De Kaa, G., Santoni De Sio, F., Hagenzieker, M. & Van Gelder, P. (2022). Towards common ethical and safe 'behaviour' standards for automated vehicles. *Accident Analysis and Prevention*, 174.
- Read, G. J. M., O'brien, A., Stanton, N. A. & Salmon, P. M. (2022). Learning lessons for automated vehicle design: Using systems thinking to analyse and compare automation-related accidents across transport domains. *Safety Science*, 153.
- Statens väg- och transportforskningsinstitut, RISE, Toyota Material Handling & Scania C. V. (u.å.). *Säkerhetskultur och automatiserade fordon*. Fordonsstrategisk forskning och innovation (FFI). <https://www.vinnova.se/p/sakerhetskultur-och-automatiserade-fordon--forstudie/>
- Stave, C. (2021). *Safety culture for automation in transport companies : Final Report*. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-16833>
- Tappura, S., Jääskeläinen, A. & Pirhonen, J. (2022). Creation of satisfactory safety culture by developing its key dimensions. *Safety Science*, 154.
- Trafikverket. (2020). *Saving Lives Beyond 2020: The Next Steps : Recommendations of the Academic Expert Group for the Third Ministerial Conference on Global Road Safety 2020* (2019:209). <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:trafikverket:diva-4241>
- Wang, J., Zhang, L., Huang, Y. & Zhao, J. (2020). Safety of Autonomous Vehicles. *Journal of Advanced Transportation*, 2020, 8867757.
- Wills, A., Watson, B. & Biggs, H. (2009). An exploratory investigation into safety climate and work-related driving. *Work*, 32, 81-94.
- Ziakopoulos, A. & Yannis, G. (2018). *Autonomous vehicles & traffic safety*. European Road Safety Observatory of the European Commission. <https://road-safety.transport.ec.europa.eu/system/files/2021-07/ersosynthesis2018-autonomoussafety.pdf>
- Zohar, D. (2010). Thirty years of safety climate research: Reflections and future directions. *Accident Analysis and Prevention*, 42, 1517-1522.