

Projektrapport förstudie:
Metoder och mått för utvärdering av det
automatiserade transportsystemets inverkan på
samhället

Jonas Andersson, RISE Viktoria

Tor Skoglund, Sweco

Niklas Strand, VTI

Johan Strandroth, Trafikverket

Annika Larsson, Autoliv

Innehållsförteckning

1 Executive summary	4
2 Introduktion.....	7
2.1 Bakgrund.....	7
2.2 Teoretiskt ramverk - Human-Tech Ladder	8
2.3 Syfte och mål	9
3 Projektgenomförande	10
4 Resultat	12
4.1 Utvärdering och anpassning av Human-Tech Ladder som ramverk för analys	12
4.2 Human-Tech Matrix.....	13
4.2.1 Användning av Human-Tech Matrix steg-för-steg	13
4.3 Case 1: Analys av konvojkörning	15
5 Diskussion.....	22
5.1 Slutsatser.....	23
5.2 Fortsatt forskning.....	24
6 Måluppfyllnad.....	26
7 Spridning och publicering	27
8 Deltagande parter och kontaktpersoner.....	28
Appendix A – Analysis of truck platooning using Human-Tech Matrix.....	29

Drive Sweden är ett strategiskt innovationsprogram som samlar aktörer från alla sektorer i syfte att adressera samhällsutmaningar. Det kan till exempel handla om trafiksäkerhet, anpassning av infrastruktur och lagstiftning som behöver uppdateras.

Innovationsprogrammet Drive Sweden startade våren 2015 och finansieras av Energimyndigheten, Formas och Vinnova. Lindholmen Science Park står som värd för programmet. Läs mer om Drive Sweden här: <http://www.drivesweden.net/>

1 Executive summary

Pre-study project report:

Methods and metrics for evaluation of an automated transport system

Transport automation is expected to bring large improvements to safety and efficiency as well as decrease the environmental impact, and to improve accessibility and comfort. Methods for evaluation that can take several perspectives in to account are needed in order to evaluate and form the efforts in a way that benefit society at large.

Realizing the positive effects with automated transport is largely about shaping regulatory, organizational and technical systems. In this project, the intention was to use an established scientific framework for the analysis of socio-technical systems called "The Human-Tech Ladder" (HTL). HTL is based on the design principles for the formation of human-technology systems¹.

By using a framework like HTL when identifying potential challenges and changes (and relating them to relevant measurement methods) it is possible to ensure a broader perspective that otherwise risks being lost in methods that do not use a systems approach. HTL allows a description of societal needs (such as transport) in five system levels: Physical, Psychological, Team, Organizational and Political level. To clarify the application, HTL is described in Table 1 by a simplified example of truck platooning.

Table 1. A simplified system description of truck platooning

POLITICAL	Laws and regulations necessary for the convoys to run – on which routes, speeds, and the conditions under which drivers will work.
ORGANIZATIONAL	Business models are needed for how the profits should be divided between the transport companies participating in the convoy.
TEAM	The group of vehicles need to be coordinated – agreement on the order in which they will run, what speed they should hold, when vehicles will be allowed to enter or leave the convoy.
PSYCHOLOGICAL	The drivers have to rely on automation to hand over control and benefit from fuel savings.
PHYSICAL	A convoy comprises several automated trucks that run close together to reduce fuel consumption by means of sensors and cooperative technology.

Aim and purpose of the project

The overall aim of the pre-study project was to, in a systematic and structured way, identify effects of transport automation and to put together methods for evaluation of these effects. The sociotechnical framework for analysis 'Human-Tech Ladder' (HTL) was used.

¹ Vicente, K. (2010). *The human factor: revolutionizing the way we live with technology*.

The specific aims of the project were to:

- use HTL to identify relevant measurements and methods;
- identify areas where relevant methods are missing;
- to suggest possible approaches for new methods where relevant methods are lacking;

...to evaluate the effects of an automated transport system.

The project further aimed at contributing to increased possibilities of elucidating whether future research and societal efforts will render expected effects. The project has contributed to new methodology to define measures of the effects of an automated transport system that will give Drive Sweden, its members and other stakeholders increased possibilities to evaluate R&D projects and efforts connected to automation of the transport system.

Method development

During the project the Human-Tech Ladder was iteratively tested and also adapted into a “Human-Tech Matrix” where the system levels are used both vertically and horizontally with additional columns to describe metrics and methods. The matrix representation was found useful for mapping the influencing factors, effects, and associated methods and metrics.

Resulting method and analytical approach

The studied case was analysed step-by-step according to: Delimitation, System description, Identification of methods and metrics, and Validation. Each step is also described in the description in Table 2.

Table 2. Step-wise method description

Step 1-3: DELIMITATION	
1.	<i>Identification of case:</i> The area of interest is identified.
2.	<i>Data collection:</i> Information is collected regarding selected case(s) and area of interest.
3.	<i>Context based problem formulation:</i> The general challenges that exist today are described considering Transport Policy objectives and the problems to be solved with the automated solutions in the studied project/case.
Step 4-5: SYSTEM DESCRIPTION IN THE HUMAN-TECH MATRIX	
4.	<i>Identification of influential factors:</i> Potential influential factors are identified in the collected material.
5.	<i>Hypothesizing plausible effects from the identified factors:</i> Possible effects are mapped in sequence and connected to the challenges in step 3 in the Human-Tech Matrix.
Step 6-7: IDENTIFICATION OF METHODS AND METRICS	
6.	<i>Identification of potential metrics and methods:</i> Each factor from the system description is connected with appropriate metrics and how to apply them (methods) if possible.
7.	<i>Identification of potential gaps:</i> If no metrics and/or methods can be identified, these gaps are documented to enable development of relevant methods and metrics.
Step 8-9: VALIDATION AND EVALUATION OF METHODOLOGY READINESS LEVEL (MRL)	
8.	<i>Evaluation of the methods used:</i> Each method identified and included in the matrix can also be assessed with regard to its readiness level. A scale based on the technology readiness level (TRL) translated into Methodology Readiness Level (MRL) was used. MRLs could be used to assess the degree to which a method is tested and validated.
9.	<i>Validation of results:</i> The preliminary result are discussed with external experts in a workshop.

Example analyses can be found in Table 8 in the report and in Appendix A.

2 Introduktion

2.1 Bakgrund

Automatiseringen av transportsystemet förutspås föra med sig stora fördelar med avseende på ökad säkerhet, förbättrad effektivitet, mindre miljöpåverkan och förbättrad tillgänglighet och bekvämlighet. Drive Sweden och andra forskningsfinansiärer lägger tillsammans med svensk och internationell industri stora resurser på att uppnå dessa effekter. Tillverkare över hela världen satsar stort, inte minst Volvo Personvagnar genom Drive Me-projektet. Även politiska instanser ser automatisering som en viktig möjliggörare för att uppnå den framtida målbilden om ett hållbart transportsystem, t.ex. tillsatte regeringen under 2015 en utredning kallad "Självkörande fordon på väg"² som bereder väg för testning och framtida införande av automatiserade fordon på allmänna vägar. Automatiseringen har stor potential att påverka transportsystemet på ett positivt sätt, men det finns fortfarande stora osäkerheter kring hur samhället kommer att påverkas och vilka satsningar som ger störst nytta.

För att utvärdera och styra dessa satsningar så att de gynnar samhället i stort behövs utvärderingsmetoder som klarar att utvärdera transportsystemet från flera olika perspektiv. Endimensionella utvärderingsmetoder (t.ex. antal körda kilometer utan olyckor, bränslebesparing, trafikflöden) kan besvara endimensionella frågeställningar. Utmaningarna med automatiserade fordon är emellertid flerdimensionella vilket kräver kombinationer av flera perspektiv för att skapa meningsfulla bedömningar av helheten. Eftersom automatiseringen påverkar hela samhället behövs en kombination av tekniskt, socialt och beteendemässigt perspektiv för att kunna göra mer holistiska utvärderingar. Syftet med denna förstudie är att utveckla en metodik för att utvärdera transportautomatisering från flera olika perspektiv. Denna metodik kan tillämpas på kommande Drive Sweden-projekt. Genom att arbeta igenom de steg som vi definierar och testar i förstudien kan kommande projekt, genom att använda samma angreppssätt, ta fram metodpaket och mått för att kunna visa på hur ett projekts effekter kan utvärderas utifrån flera olika systemnivåer, samt hur olika faktorer samverkar och på så sätt förstärker, eller försvagar effekter.

Utifrån denna bakgrund har vi identifierat tre behov som adresseras i forskningsprojektet:

1. *Behov av att på ett systematiskt och strukturerat sätt identifiera potentiella effekter och sätta samman mätmetoder för utvärdering av dessa effekter:*
Det finns ett behov att på ett strukturerat vis sätta samman befintliga mätmetoder och mått som täcker flera systemnivåer och på så sätt skapa metodpaket för utvärdering av automatiseringens effekter på samhället från flera perspektiv.
2. *Behov av att identifiera områden med glapp där det saknas mätmetoder:*
Det finns också ett behov av att undersöka på vilka systemnivåer och inom vilka områden det saknas mätmetoder för att utvärdera effekter av ett automatiserat transportsystem. Dessa glapp pekar ut områden där ytterligare forskning behövs.
3. *Behov av robusthet i framtida utvärderingsmetoder:*
På grund av snabb teknikutveckling kommer framtidens transportsystem att nyttja nya teknologier som vi ännu inte föreställt oss. Därför är det viktigt att grunda arbetssättet i ett ramverk som är oberoende av tekniken i sig.

² Utredningen för självkörande fordon på väg (dir. 2015:114)

2.2 Teoretiskt ramverk - Human-Tech Ladder

Förverkligandet av önskade effekter med automatiserade transportsystem handlar i stor utsträckning om att forma regel-, organisatoriska-, och tekniska system. I detta projekt har vi använt ett vetenskapligt ramverk för analys av sociotekniska system kallat “the Human-Tech Ladder” (HTL) som beskrivits av Vicente¹. HTL baseras på designprinciper för formande av människa-tekniksystem. Genom att utnyttja HTL i identifieringen av potentiella utmaningar och förändringar (och därigenom relevanta mått och mätmetoder) säkerställs en perspektivbredd som annars riskerar att förloras. HTL möjliggör beskrivning av samhällsrelaterade behov (som till exempel transport) utifrån fem systemnivåer: fysisk, psykologisk, team, organisatorisk, och politisk. Vicente beskriver ett sociotekniskt system i termer av “hård” och “mjuk” teknologi, där hård teknologi kan jämföras med traditionell teknik, medan mjuk teknologi är av människan skapade strukturer eller processer (t.ex. organisatoriska processer, politiska strukturer o.s.v.). Utifrån HTL så finns därmed “teknologier” på alla systemnivåer i samhället, inte bara den fysiska. För lyckad implementation av nya teknologier (hårda och mjuka) krävs att de möter de mänskliga behoven på flera nivåer i den kontext de ska användas. I dagens debatt om automatiserade fordon är detta mycket tydligt.

Fordonstillverkarna skapar hård teknologi (fysiska fordon) som ska bidra till att lösa våra mobilitetsbehov. De arbetar mycket med behovet att tekniken ska accepteras av föraren - (psykologisk) tillit har blivit ett nyckelbegrepp i interaktionen mellan förare och självkörande fordon. Om automatiserade fordon kan kommunicera med varandra (som grupp) så har de potential att möta behovet av ökad säkerhet och bättre effektivitet i trafiken. Vi ser också (organisatoriska) förändringar för att möta behovet av hållbar mobilitet, till exempel har mobilitet som tjänst (MaaS) fått hela företaget att omorganisera sig (t.ex. Ford) när de ser nya möjligheter (dvs. nya behov) på en marknad i förändring. Parallellt har fordonstillverkare en tid uttryckt frustration över att deras behov av (politiska) beslut runt regleringar av hur automatiserade fordon ska få framföras i samhället går för sakt. Något som fått bl.a. den svenska regeringen att utreda ärendet i snabb takt för att möta den svenska industrins behov. I tabell 3 visas ett förenklat exempel på systemnivåer. Som exempel används automatiserad konvojkörning.

Tabell 3. Systembeskrivning konvojkörning - förenklat exempel

POLITISK	Lagar och regleringar behövs för hur konvojer får köras - på vilka sträckor, vilka hastigheter, och under vilka villkor förarna ska arbeta
ORGANISATORISK	Affärsmodeller behövs för hur besparingar från konvojkörning ska fördelas mellan de åkerier som deltar i konvojen
TEAM	Gruppen av fordon behöver koordineras, komma överens om i vilken ordning ska de köra, vilken hastighet de ska hålla, när fordon ska släppas in eller lämna konvojen
PSYKOLOGISK	Förarna behöver lita på automationen för att lämna över kontrollen och dra nytta av bränslebesparingarna
FYSISK	En konvoj består av flera automatiserade lastbilar som kör tätt tillsammans för att reducera bränsleförbrukning med hjälp av sensorer och kooperativ teknik

2.3 Syfte och mål

Syftet med projektet var att på ett systematiskt och strukturerat sätt identifiera effekter av automatiseringen av transportsystemet och sätta samman mätmetoder för utvärdering.

Målet med projektet är att:

- utvärdera det sociotekniska ramverket Human-Tech Ladder för identifiering av relevanta mått och val av mätmetoder;
- identifiera befintliga mätmetoder och mått på ett systematiskt sätt;
- identifiera områden där relevanta mätmetoder saknas; och att
- föreslå möjliga inriktningar för nya mätmetoder där relevanta mätmetoder saknas

...för att utvärdera effekterna av ett automatiserat transportsystem.

3 Projektgenomförande

För att identifiera ett lämpligt tillämpningsområde för projektet kartlades ett flertal områden som är relevanta för det automatiserade transportsystemet vilka sedan kvalitativt utvärderades i projektet. Efter utvärderingen valdes konvojkörning och automatisering för synskadade som kandidater att ta vidare i projektet. Dessa förslag presenterades sedan för en rådgivande panel bestående av experter från industri och akademi varpå konvojkörning utsågs som det mest lämpliga området för förstudiens syften. Då området konvojkörning var valt genomfördes en genomgång av för konvojkörning relevanta FoU projekt, där en eller flera projektets parter deltagit. Se tabell 4 för identifierade projekt:

Tabell 4. Projekt identifierade i analysens tredje steg

Projekt	Period för genomförande	Beskrivning
Grand Cooperative Driving Challenge	2011, 2016	Tävling som kretsar kring kooperativ och automatiserad körning i syfte att driva på teknikutvecklingen.
iQFleet	2011-2014	Storskalig testning och utvärdering av konvojkörning med syfte att minska energiförbrukning och CO2-utsläpp.
CoAct	2012	Kunskaps- och nätverksbyggande projekt som kretsade kring kooperativa system och konvojkörning samt deltagande i <i>Grand Cooperative Driving Challenge</i> .
SARTRE	2009-2012	Utveckling av strategier och teknik för att kunna tillåta konvojkörning på publika motorvägar.
KONVOI	2005-2009	Konvojkörning för tunga fordon samt utveckling av teknik för att möjliggöra och testa konvojkörning i riktig trafik.
European Truck Platooning Challenge	2016	Konvojkörning med olika deltagande tillverkare genom Europa.

Utifrån det identifierade projekten valdes iQFleet ut till att användas som lämplig utgångspunkt och avgränsning för systembeskrivningen. IQFleet valdes med hänsyn till att omfattningen och avgränsning på tillgänglig dokumentation var lämplig samt att några projektparter hade djupare insikt i iQFleet projektet.

Analysarbetet skedde främst genom gruppdiskussioner i interna workshops med projektets parter. Inför workshops lästes materialet in enskilt på förhand för att workshoparna skulle kunna användas effektivt till faktiskt analysarbete, samt i förekommande fall metodutvecklande diskussioner. En stor risk vid gruppdiskussioner och beslutsprocesser i stort är så kallat grupptänkande (eng. *groupthink*). Grupptänkande har beskrivits som gruppkonformt tänkande där avvikande röster, kritik med mera går

förlorade vilket leder beslutsprocessen (eller analysarbetet) fel. För att undvika att grupptänkande påverkade analysarbetet utsågs inför varje projektintern workshop en deltagare till att ta på sig rollen som djävulens advokat.

4 Resultat

Kortfattat innefattar resultaten från projektet:

- Utvärdering av Human-Tech Ladder som ramverk för analys av automatiserade transportsystem
- Human-Tech Matrix - en metodik för att identifiera metoder och mått för utvärdering av automatiserade transportsystem
- Analys av konvokörning med Human-Tech Matrix som case inom automatiserade transporter.

4.1 Utvärdering och anpassning av Human-Tech Ladder som ramverk för analys

Till en början användes HTL i ursprungsform med fem nivåer. Denna systemrepresentation visade sig vara otillräcklig för att på ett tydligt sätt beskriva flera samband i en gemensam bild. Efter flera iterationer framkom att när nivåerna ställdes mot varandra i en matrisform möjliggjordes att propagering av systemeffekter mellan nivåer kan beskrivas på samma rad. För att åstadkomma detta skapades Human-Tech Matrix (HTM). Matrisformen förenklar systembeskrivningen och gör att metoder och mått kopplade till en viss sambandskedja kan beskrivas i påföljande kolumner på samma rad som de sammanlänkade effekterna är beskrivna. Se exempel i Tabell 5. Pilarna beskriver samband mellan den första påverkansfaktorn som identifierats (1), och de effekter som finns eller förväntas uppkomma (2,3,4). Beroende på hur varje faktor och effekt kategoriseras placeras de på olika systemnivåer (kolumner). Sambanden kan se olika ut beroende på vilka effekter som kan identifieras, t.ex. kan en effekt leda till flera andra effekter och vice versa. Därefter kan mått och metoder listas för respektive faktor och effekt (A-F). Där inga metoder eller mått kan identifieras markeras detta med ett frågetecken. Varje metod och måtts "readiness level" kan sedan bedömas och markeras i matrisen (Grön=vedertagen, Gul=testad men ej vedertagen, Röd=ej vedertagen, Blå=ingen metod/mått kunde identifieras).

Tabell 5. Human-Tech Matrix med exempel på hur samband kan beskrivas och kopplas till mått och metoder.

	INFLUENCING FACTOR	PHYSICAL	PSYCHO-LOGICAL	GROUP	ORGANIZ-ATIONAL	POLITICAL	METRICS	METHODS
POLITICAL	①		③	②			1. Metric A 2. Metric B 3. Metric C	1. Method A 2. Method B 3. Method C
ORGANI-ZATIONAL								
GROUP								
PSYCHO-LOGICAL	①	②	③.1 ③.2	④			1. Metric D 2. Metric E 3.1 ? 3.2 ? 4. Metric F	1. Method D 2. Method E 3.1 ? 3.2 ? 4. Method F
PHYSICAL								

4.2 Human-Tech Matrix

I detta avsnitt beskrivs analysmetodiken steg-för-steg.

4.2.1 Användning av Human-Tech Matrix steg-för-steg

För att tillämpa HTL i praktiken har arbetet i föreliggande projekt följt fyra faser. I den första fasen identifieras ett område och en utgångspunkt väljs för analysen. I den andra fasen tas en systembeskrivning för området fram. Det innebär att fokusområden väljs ut och att systemgränser definieras. I den tredje fasen identifieras relevanta mätmetoder och mått för det område som valts, beskrivits, och avgränsats i föregående steg. Här identifieras även glapp där relevanta mätmetoder och mått saknas för den aktuella området som utvärderingen gäller. I den fjärde fasen valideras de metoder och mått som fångas upp i analysens tidigare steg. I tabell 6 beskrivs de olika stegen. I tabell 8 och i Appendix A beskrivs sedan metodiken genom användning utifrån ett mer detaljerat case - konvojkörning.

Tabell 6. Metodbeskrivning steg-för-steg

Steg 1-3: Avgränsningar	
1.	<p>Identifiering av case: intresseområdet och dess avgränsningar identifieras</p> <p>Avgränsningen används för att fokusera analysen och bedöma omfattningen i senare steg.</p>
2.	<p>Datainsamling: information samlas in utifrån de valda avgränsningarna</p> <p>Syftet med datainsamlingen är att identifiera faktorer som påverkar transportsystemet inom det valda avgränsningarna. Datainsamling kan ske från olika källor beroende på område.</p>
3.	<p>Problembeskrivning: beskrivning av de generella utmaningarna utifrån dagens transportpolitiska mål och hur automationen avser att möta dessa mål i det valda området</p> <p>Syftet med problembeskrivningen är att guida analysen och identifiera relevanta påverkansfaktorer och samband.</p>
Steg 4-5: Systembeskrivning	
4.	<p>Identifiering av påverkansfaktorer</p> <p>I detta steg identifieras potentiella påverkansfaktorer i materialet från datainsamlingen. Varje påverkansfaktor noteras på en lämplig systemnivå i matrisens första kolumn. Påverkansfaktorerna identifieras t.ex. genom att hitta potentiella förändringar som uppkommer genom den teknologi (hård eller mjuk enligt Vicente¹) som införs och som analysen avser att utvärdera.</p>

5.	<p>Samband mellan påverkansfaktorer och förväntade effekter</p> <p>Efter att initiala påverkansfaktorer identifierats kan kända och förväntade effekter läggas in i HTL-matrisen utifrån problembeskrivningen i steg 3. Identifiering av förväntade effekter i flera steg är ett kreativt arbete där varje koppling kan ses som en hypotes om ett befintligt eller framtida effektsamband. Varje koppling numreras för att kunna följa ett resonemang om vilken ordning effekterna uppkommer.</p>
Steg 6-7: Identifiering av metoder och mått	
6.	<p>Identifiering av potentiella metoder och mått</p> <p>Varje faktor från systembeskrivningen kopplas till relevanta mått och, om möjligt, metoder för hur dessa mått kan tillämpas i praktiken.</p>
7.	<p>Identifiering av potentiella glapp</p> <p>Om inga mått eller metoder kan identifieras dokumenteras glappen för att möjliggöra fortsatt utveckling av relevanta metoder och mått. I detta steg kan ett önskat mått beskrivas utan att det finns en tillgänglig metod för hur effekten ska mätas. Beskrivningen kan sedan vägleda ny metodutveckling.</p>
Steg 8-9: Validering och utvärdering av Methodology Readiness Level (MRL)	
8.	<p>Utvärdering av de identifierade metoderna</p> <p>Varje metod som identifierats och inkluderats i matrisen kan också bedömas med avseende på dess "readiness level". En skala kallad "Method Readiness Level" (MRL) föreslås för att visa till vilken grad en specifik metod är testad och validerad. Inom projektet har metoders readiness level klassificerats i fyra nivåer: Grön, Gul, Röd och Blå.</p> <p>Grön: Metoden/måttet är vedertagen inom domänen</p> <p>Gul: Metoden/måttet är testad eller använd men ej allmänt vedertagen</p> <p>Röd: Metoden/måttet är på idéstadiet, ej testad</p> <p>Blå: Ingen metod eller mått har kunnat identifieras</p>
9.	<p>Validering</p> <p>I det avslutande valideringssteget diskuteras och värderas resultaten från analysen i en workshop tillsammans med expertkompetenser inom området som inte medverkat i framtagningen av matrisen.</p>

4.3 Case: Analys av konvojkörning

I detta avsnitt presenteras resultaten från analys av konvojkörning som exempel på automatisering i transportsystemet. Analysen gjordes genom att använda arbetsgången som beskrivs i avsnitt 4.2.1.

Tabell 7. Analys av konvojkörning

Steg 1-3: Avgränsningar	
1.	<p>Identifiering av case: intresseområdet och dess avgränsningar identifieras</p> <p>Analysmatrisen HTM är oberoende av domän och teknologi, således kan i princip vilket socio-tekniskt samhällsfenomen som helst analyseras. Inom transportdomänen är konvojkörning intressant eftersom det är en teknologi som finns tillgänglig, men som ännu inte introducerats på bred front. Teknologin har potentiellt stor påverkan på bränslebesparing och bidrar på så vis till de transportpolitiska målen. Ett flertal forskningsprojekt har genomförts och det finns ett intresse att använda tekniken i näringslivet. Valet av konvojkörning som case i projektet gjordes i samråd med projektets referensgrupp. Baserat på ett urval valdes projektet iQFleet (REF slutrapport) som lämpligt för fortsatt analys.</p>
2.	<p>Datainsamling: information samlas in utifrån de valda avgränsningarna</p> <p>Den information som använts i analysen kommer från slutrapporten i iQFleet-projektet³. Eftersom projektet syftar till att utvärdera HTL som metod har endast rapporten använts för att göra en lämplig avgränsning för förstudien. Därtill har projektdeltagarnas befintliga kunskaper använts som input i analysen.</p>
3.	<p>Problembeskrivning: beskrivning av de generella utmaningarna utifrån dagens transportpolitiska mål och hur automationen avser att möta dessa mål i det valda området</p> <p>Konvojkörning förväntas ha stor påverkan på framförallt bränslebesparing när, och om, det genomförs på bred front i transportbranschen. Effekter på trafiken, förarnas arbetssituation, åkerier och andra delar av samhället är till stor del okända. Därför finns det behov av analyser som spänner över fler systemnivåer än enbart tekniska aspekter för att belysa de effekter som automatiserad konvojkörning kan ha på transportsystemet.</p>
Steg 4-5: Systembeskrivning	
4/ 5	<p>Identifiering av påverkansfaktorer / Samband mellan påverkansfaktorer och förväntade effekter</p> <p>Initiala påverkansfaktorer identifierades utifrån slutrapporten från iQFleet projektet³. Totalt trettiosju påverkansfaktorer identifierades i materialet. Dessa sorterades efter de fem nivåerna i HTL och visas längst till vänster i matrisen i Appendix A. Ett resonemang har sedan förts vad dessa faktorer (som i sig själva är effekter av automatisering i form av konvojkörning) har för följd effekter från ett socio-tekniskt perspektiv. Följdeflekterna presenteras kopplat till</p>

³ Hjälm Dahl, M., et al. (2014) iQFleet Användarutvärdering – Sammanfattande slutrapport.

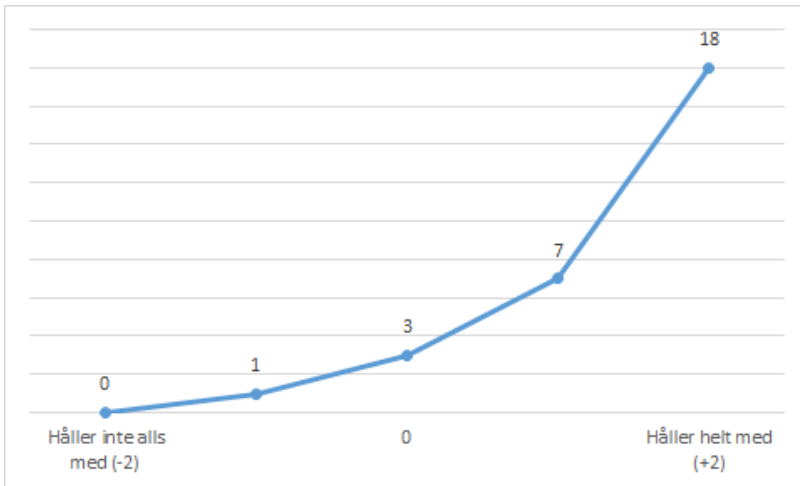
	<p>respektive påverkansfaktor och visas i matrisen. I denna beskrivning av konvojkörning som case presenteras fem påverkansfaktorer (en från varje systemnivå i HTM), se Tabell 8. Matrisen med samtliga faktorer och effekter finns i Appendix A.</p>
<p>Steg 6-7: Identifiering av metoder och mått</p>	
6.	<p>Identifiering av potentiella metoder och mått</p> <p>Vår utgångspunkt har varit att varje effekt i transportsystemet är potentiellt mätbar. I steg 6 kopplas de identifierade effekterna till metoder och mått för att mäta dessa effekter. Tabell 8 visar identifierade metoder och mått för fem utvalda effekter. Samtliga identifierade mått och metoder (och glapp) finns i Appendix A.</p>
7.	<p>Identifiering av potentiella glapp</p> <p>I de fall där effekter inte kunnat kopplas till några metoder eller mått har dessa betecknats som ett glapp där insatser behövs för att undersöka om, och i så fall hur, mätbarhet kan uppnås. I analysen av konvojkörning har ett antal glapp identifierats. Dessa indikeras med frågetecknen i Tabell 8 och Appendix A.</p>
<p>Steg 8-9: Validering och utvärdering av Methodology Readiness Level (MRL)</p>	
8.	<p>Utvärdering av de identifierade metoderna</p> <p>I utvärderingen av konvojkörning värderades hur vedertagen respektive metod är i tillämpningen. De identifierade metoderna gavs grön, gul, röd och blå färg för respektive “readiness level”, se Tabell 8.</p>
9.	<p>Validering</p> <p>Valideringen genomfördes i två delar, dels i form av en workshop med tre experter och dels i form av frågor under ett seminarium för ett fyrtiotal yrkesverksamma konsulter inom transportområdet.</p> <p><u>Resultat från validering med experter</u></p> <p>Den första valideringsdelen genomfördes med hjälp av tre experter på systemteori och analysmetodik från Chalmers, Volvo Cars och ett mindre konsultbolag. Arbetsmetodiken som tagits fram i projektet (tabell 6) presenterades tillsammans med exempel på resultat från analys av konvojkörning (Appendix A). Nedan summeras resultaten från workshoppen i form av experternas kommentarer och utlåtanden om metodiken.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Matrisen som representation av transportsystemet är begränsande, samtidigt som det gör analysen tydligare. Ett alternativ kan vara att använda nätverksrepresentationer

som inte är lika linjära. Nackdelen med det är dock att komplicerade representationer också blir svårare att tolka för personer som inte varit med och skapat analysen.

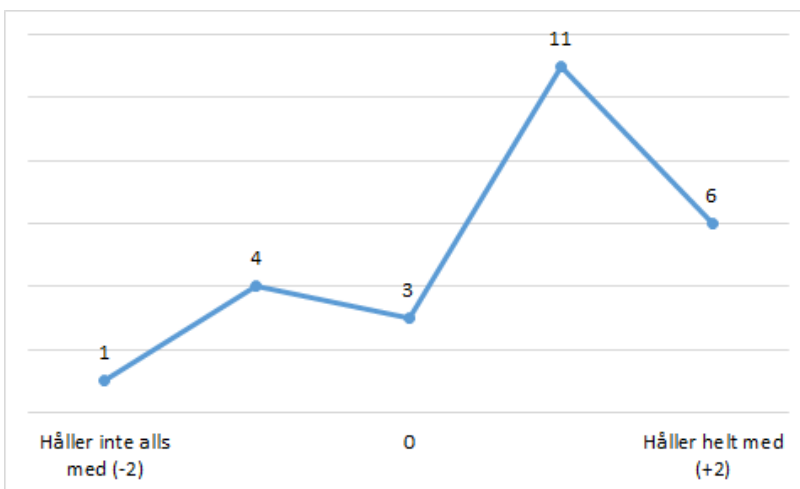
- De aktörer som finns i systemet behöver tydliggöras i ett stakeholderperspektiv. Detta behövs för att komma vidare efter analysen för att sortera ut vilka aktörer som påverkas och behöver agera. Det är troligen olika aktörer för olika faktorer och effekter. Att tydliggöra detta kan vara en del i fortsatt forskning.
- Det kan finnas flera perspektiv i en ruta i matrisen, det är otydligt hur detta hanteras. Till exempel kan det psykologiska förarperspektivet gälla både förare i en lastbil i konvoj men också förare i omgivande trafik.
- Det är en stor styrka med metoden att analysen bygger på ett teoretiskt ramverk. Det finns begränsningar i den förenklande matrisformen men det är ändå en start i att försöka beskriva det "nätverk" som transportsystemet består av i verkligheten. Det finns ett behov av ett nationellt ramverk med metoder och mått för att mäta "ett effektivt transportsystem". Dagens mått är inte teknikneutrala (ex car reduction som mått) vilket kan vara en nackdel. Det bör också lyftas att de transportpolitiska målen av idag inte på alla sätt är mätbara vilket gör utvärdering och prioritering svårare. Det är viktigt att de nationella transportpolitiska målen harmoniserar med de globala hållbarhetsmålen från FN och att de bryts ner till mätbara delmål, och då behövs metodik för detta.
- I jämförelse med analysmetodiken SEVS så utgår SEVS top-down från de transportpolitiska målen, medan Human-Tech Matrix går bottom-up. HTM identifierar metoder och mått i förhållande till mål i slutet av analysen men värderar inte output i relation till mål medan SEVS utgår från mål. Projekten kan därför komplettera varandra. Rent praktiskt möts SEVS och HTM i kolumnen "Mått" eftersom SEVS i många fall har kommit fram till samma sak i relation till de transportpolitiska målen.
- Fördelen är det strukturerade angreppssättet som samtidigt är begränsande. Det ger en tyngd att metodiken utgår från ett befintligt teoretiskt ramverk. Det är snyggt att kunna koppla mått och metod till specifika faktorer, något som få andra projekt lyckats med.

Resultat från validering vid seminarium för konsulter inom transportområdet

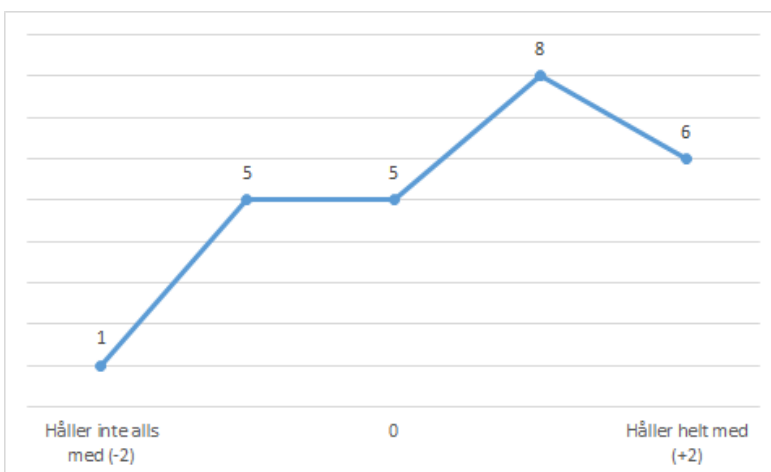
Ett seminarium anordnades där fyrtiotalet trafikplanerare och transportanalytiker från Sverige lyssnade på en presentation av den framtagna metoden. Under och efter presentationen ställdes frågor relaterade till metoden. Frågorna ställdes i form av påståenden till vilka de skulle välja till vilken grad de höll med (se Figur 1-4).



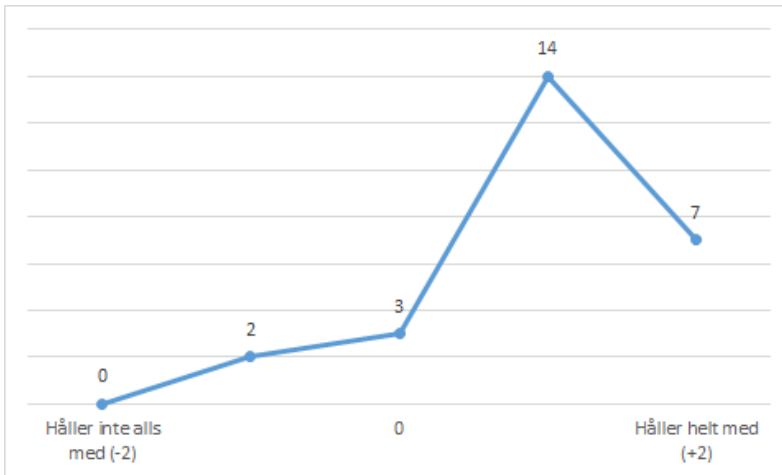
Figur 1. Fördelningen av respons till påståendet “Min kund behöver kunna utvärdera samhällseffekter av autonomt transportsystem”. Medel 1,4 (n=29).



Figur 2. Fördelningen av respons till påståendet “Ett sådant här verktyg skulle kunna hjälpa min kund ”. Medel 0,7 (n=26).



Figur 3. Fördelningen av respons till påståendet “Metoden verkar vara resurseffektiv ”. Medel 0,5 (n=26).



Figur 4. Fördelningen av respons till påståendet "Metoden kan täcka de viktigaste perspektiven". Medel 1,0 (n=26).

Resultaten pekar på att respondenterna generellt ser ett behov av denna sorts metod; att den presenterade metoden generellt anses kunna hjälpa deras kunder; att de generellt tycker att metoden verkar vara någorlunda resurseffektiv samt; att de generellt sett anser att metoden kan täcka in de viktigaste perspektiven.

Sammanfattning av validering

Valideringen med experter visade att den strukturerade arbetsmetodiken har ett värde då den hanterar att steg-för-steg gå från en påverkansfaktor till metod och mått. Det är en styrka att metodiken bygger på ett teoretiskt ramverk. Samtidigt finns begränsningar i vad matrisrepresentationen klarar att hantera. Därtill behöver aktörers roll tydliggöras. Seminariet med konsulter inom transportområdet visade att metodiken kan ha ett värde inte bara i forskning utan även i affärsnärlig verksamhet. De största tveksamheterna hos konsulterna tycks vara metodikens resurseffektivitet. I övrigt anser de flesta respondenterna att denna typ av analys kan vara till nytta för deras kunder.

Tabell 8. Human-Tech Matrix för konvojkörning med fem utvalda exempel

	INFLUENCING FACTOR	PHYSICAL	PSYCHOLOGICAL	TEAM	ORGANIZATIONAL	POLITICAL	METRICS	METHODS
POLITICAL	Current legislation/regulation	1. Permitted time gaps		2. Appropriate behavior in traffic (stay together or break up due to surrounding traffic)		3. Need to revise rules and regulations	1. Time gaps between trucks 2.1 Measure for assessing interactions in traffic? Traffic safety-related measure of road user behavior - acceleration and time gaps 2.2 Incidents and experience of driving with a specific time gap 3.?	1. Gathering naturalistic data from convoy driving - FOT 2.1 triangulation of results from simulator, interviews, and real traffic evaluation of interactions with convoys, traffic flows, conflict situations? 2.2 Incidents linked to convoy driving / interviews with drivers of surrounding traffic and convoys 3. Examination of the legislation/regulation to see how it restricts or promotes convoy driving
Comment: Current legislation does not allow platooning with very short distance between trucks due to the time gap/short distance between trucks (1) which affects what should be the appropriate behavior of the platoon in relation to surrounding traffic (2) For platoons to reach wide implementation there is a need to revise traffic rules related to vehicle distance (3).								
ORGANIZATIONAL	Driver salary models		1.2 Altered motivation of the truck driver		1.1 Need for changing incentives/salary models 2.2 Difficulty to implement convoy driving (due to motivation of drivers)	3. Altered transport efficiency	1.1 + 1.2 Driver satisfaction 2.2. Resistance to convoy driving within organization 3.?	1. Interviews, workplace investigations 2. Investigation trucking company attitude to convoy driving 3.?
Comment: Platoon driving will likely affect driver salary models as team work will be promoted (1.1). There are then probably less incentives for promoting the transport work performed by single drivers, which will affect driver motivations on how to perform their work (1.2). If drivers who are used to driving alone have to start working as a team, it may be an obstacle for wide implementation (2.2) which will affect transport efficiency (3).								

TEAM	"Rubber band effect"	1. Differences in vehicle properties/driver competence		2. Uneven distances between vehicles	3.1 Loss of fuel savings (\$) 3.2 Loss of environmental benefit	4 Change in political support for convoys	1. Vehicle configuration and driving style 2 Distance between trucks 3.1 Fuel consumption in different scenarios 3.2 Effects on CO2 4 Changes in investments?	1 Vehicle registration and cargo and driving style recommendations 2 Simulation, continuous distance measurement in FOT 3.1 Simulation 3.2 CO2 emission 4 ?
<p>Comment: The rubber band effect occurs as a platoon with different cargo load, engine capacity and driving styles (1) approaches uphill and downhill topography and the platoon inter-vehicular distance is stretched or compressed (2). This leads to losses in the potential benefits of platooning (3.1, 3.2), which in turn can affect the support that platooning initiatives can get if the full potential is not reached.</p>								
PSYCHO-LOGICAL	Driver work description (shift from individual to group task)		1. Change of degree of freedom at work	2 Changed perceived participation with colleagues	3.1 changing requirements/needs of coordination within org. and 3.2 coordination between org / haulers.		1; 2 Self Assessment / employee index (working environment, stress, satisfaction) 3 Organization Assessment	1: 2 Questionnaire 3 Organizational studies
<p>Comment: As platooning is introduced the drivers will have to shift from individual work towards team work oriented driving (depending on level of automation). This will likely change the perceived degree of freedom as a truck driver on the road (1). The work will become more team oriented to coordinate the driving (on-road, breaks, loading) with colleagues (2). It will also change coordination needs within and between e.g. haulier organisations to maximize platooning efficiency (3).</p>								
PHYSICAL	The congestion at the temporary stop (rest/refueling)		1.1 Need for altered infrastructure		1.2 Altered planning requirements for optimization of working time/route selection etc.	2.1 Planning for changing spatial needs	1.1 Congestion at truck stops 1.2? 2.1?	1.1 Observational study 1.2 ? 2.1 ?
<p>Comment: As platooning becomes more widely implemented the truck stops may be congested if several platoons arrive at once. Hence, the infrastructure around the stops may have to be reconsidered (1.1) which could also have an effect on desired route selection (1.2). On a political level, future planning may have to take the physical space of platoons into consideration when planning for public road side resting locations that will be frequently used by truck drivers (2.1).</p>								

5 Diskussion

I den här rapporten presenteras och exemplifieras en metodik för utvärdering av samhällseffekter av det automatiserade transportsystemet. Förverkligandet av önskade effekter med automatiserade transportsystem handlar i stor utsträckning om att forma regel-, organisatoriska-, och tekniska system. Dessa system förväntas bidra till att uppfylla de transportpolitiska målen om ett effektivt och långsiktigt hållbart transportsystem i hela landet.

Projektets metodik tar sin utgångspunkt i “the Human-Tech Ladder” (HTL), ett vetenskapligt ramverk för analys av sociotekniska system. Målet med projektet är delvis att analysera användbarheten i detta ramverk när det gäller att utvärdera effekter av ett automatiserat system. Vidare är målet att med hjälp av HTL identifiera befintliga mätmetoder och mått på ett systematiskt sätt. Alternativt identifiera områden där relevanta mätmetoder saknas.

Det befintliga ramverket så som beskrivet av Vicente¹ utökades till en rad/kolumn-matris där de olika nivåerna representeras både vertikalt och horisontellt. Fördelen med detta är att kunna visualisera det faktum att de identifierade faktorerna förväntas ge effekter på flera nivåer (vilket återspeglas i det horisontella ledet) även om respektive faktor inledningsvis knyts till en viss vertikal nivå. För varje effekt identifieras sedan mätmetod och mått utifrån befintlig kunskap. Vad som inte täcktes i detta projekt men som är en nödvändig utveckling för implementeringen av metoden är att ytterligare utöka matrisen med mätetal och gränsvärden för respektive metod och mått.

Projektgruppen bedömer att detta tillvägagångssätt var ett framgångsrikt redskap för att identifiera effekter av faktorerna på olika nivåer. Det var även relativt rättfram utifrån effekterna identifiera mätmetod och mått. Det blev dock uppenbart att identifieringen av mätmetoder begränsades till projektgruppens kompetenser. Exempelvis identifierades vid flera tillfällen behov av mätmetoder och mått kopplade till anställdas välbefinnande. Därav identifierades behovet av hälsomått samt mätmetoder för självupplevd livskvalitet. Något som behöver utvecklas av personer med bättre kännedom om denna typ av undersökningar. Generellt kan påpekas att kompetenser inom flera områden bör knytas till identifieringen av mätmetoder för att få en mer heltäckande kartläggning. Behovet av ytterligare kompetenser återspeglas även i gap-analysen. Det kan mycket väl vara så att gap kring metoder och mått som projektgruppen identifierade inte är egentliga gap utan kunskapsgap i projektgruppen. En sådan gap-analys kan ändå vara värdefull i det att den illustrerar vilka gap som kan identifieras givet en viss sammansättning av projektgruppen.

För att undersöka validiteten i resultatet genomfördes en valideringsworkshop med inbjudna experter inom transportområdet med spridda spetskompetenser som till exempel ITS och systemteori. Experternas uppgift var att bedöma om metoden utifrån deras perspektiv verkade tillämpbar. Det som framkom på workshopen som metodikens stora fördel var hur man på ett strukturerat sätt kan identifiera faktorer. Även den tydliga kopplingen mellan faktorer, mätmetoder och mått lyftes fram som positiv. Samtidigt kommer denna fördel också med en nackdel som grundas i svårigheten av att visualisera komplexa system. Kopplingar och samband mellan faktorer i dessa system går sällan att illustrera med en rad/kolumn-matris utan görs kanske mer rättvisa i en nätverksrepresentation där varje nod kan ha flera kopplingar. Å andra sidan är ett sådant nätverk svårtolkat för den som inte själv konstruerat nätverket. Representationen bör alltså utgå ifrån vad som är viktigast för projektets syfte. I detta projekt bedöms en matris mest lämpligt pga den logiska strukturen och de lättolkade kopplingarna mellan faktorer, metoder och mått.

Kopplingen till de transportpolitiska målen görs i denna metodik i ett bottom-up perspektiv. Metoden tar sin utgångspunkt i existerande informationskällor och identifierar faktorer som sedan kan ha direkta eller indirekta effekter på ett eller flera transportpolitiska mål. I praktiken identifierades en

faktor från en projektrapport/ansökan vars effekter i matrisens horisontella led till slut fick bäring mot ett transportpolitiskt mål (tabell 9). När effekten på ett visst mål identifierades avslutades processen. Processen skulle i teorin även kunna fortsätta med frågeställningen om eventuella effekter av att transportpolitiska mål uppfylls eller inte uppfylls.

Tabell 9. Analys från en påverkansfaktor till effekter på de transportpolitiska målen

	Influencing factor	PHYSICAL	PSYCHO-LOGICAL	GROUP	ORGANI-ZATION	POLITICAL
GROUP	C. Road user behaviour	1. Changes in congestion when the heavy transports are "compressed", some road stretches are more affected	2. Platooning might affect risk taking and stress of road users due to e.g. difficulties in overtaking all vehicles at once			3.1. Change in availability (funktionsmålet) 3.2. Change in traffic safety (hänsynsmålet) 3.3. Societal costs in decreased health (hänsynsmålet) 4.1. Investments in infrastructure

Detta angreppssätt skiljer sig från andra projekt som exempelvis SEVS⁴ där angreppssättet är mer top-down. Under valideringsworkshopen diskuterades fördelar och nackdelar med respektive perspektiv där slutsatsen blev att inget är mer rätt än det andra utan att de kan komplettera varandra. Ett top-down angreppssätt är fördelaktigt då man söker hitta mätmetoder kopplat till definierade mål medan en bottom-up (datadriven) mer söker kvantifiera nyttan av automatisering i förhållande till men inte begränsade av målen. Med det förstnämnda perspektivet är det troligtvis lättare att från början av analysen inkludera samtliga mål eftersom det är utgångspunkten för analysen. Det kan också gå snabbt att identifiera eventuella målkonflikter. I det andra perspektivet, som tillämpas i detta projekt, är identifiering av målkonflikter och inkluderandet av samtliga mål något som sker i slutet av analysen baserat på den output som ges. En annan skillnad är att det i en datadriven analys är lättare att visualisera negativa effekter eftersom man utgår från identifierade faktorer och inte från de transportpolitiska målen. Därtill kan även effekter som inte kan kopplas till ett fördefinierat mål också identifieras med en datadriven metodik.

5.1 Slutsatser

- Nivåerna i Human-Tech Ladder (HTL) visade sig, efter att ha ställts mot varandra i matrisform, ge ett tillvägagångssätt för att identifiera och visualisera effekter, metoder och mått av automatisering av transportsystemet på ett systematiskt sätt.
- Vissa systemeffekter och komplexa beroenden mellan faktorer som påverkar transportsystemet är svåra att identifiera med HTL. Det finns utmaningar i hur komplexa system bör presenteras där andra representationer än matriser är nödvändiga.
- Flera perspektiv behövs för en heltäckande effektbedömning av transportautomatisering i förhållande till de transportpolitiska målen. En datadriven metodik (t.ex. likt HTM) kompletteras med fördel av en top-down metodik (t.ex. likt SEVS).

5.2 Fortsatt forskning

I den här rapporten presenteras och exemplifieras en utvärderingsmetodik med relevans för utvärdering av samhällseffekter av det automatiserade transportsystemet. Utvärderingsmetoden HTM är till stora delar datadriven (s.k. bottom-up) i det att den använder sig av tillgängliga rapporter och andra existerande datakällor. Det vore därför för framtiden intressant att testa metoden med ett mer top-down perspektiv, men även att kombinera metoden och dess bottom-up perspektiv med andra utvärderingsverktyg som har ett top-down perspektiv.

Tanken med sådant top-down-perspektiv utifrån bestämda mål skulle innebära en möjlighet att landa i vilken teknik som har störst potential att uppfylla det mål som är i fokus för analysen. Detta skulle också kunna ge en fingervisning om vilket teknikområde eller vilka frågeställningar som är i behov av vidare utveckling givet bestämda samhälls- och miljöfaktorer. På så vis kan olika scenarier jämföras och förändringar i begränsningarna hos sagda faktorer kan fås att påverka potentiell teknislösning.

Den presenterade metoden är ett resultat av en förstudie och för att vidareutveckla och ta den ett steg vidare så bör den testas med fler case för att se om dess avsedda *robusthet* gentemot olika tillämpningar och tekniker fungerar tillfredsställande. Vidare kan den utvecklas genom att även ta fram en effektanalys som kvantifierar dom effekter som identifieras med nuvarande metod. Identifierade effekter har också ett behov av att vägas mot varandra och de transportpolitiska målen. En sådan bedömning bör vara strukturerad och kunna säga något om vilka av effekterna som är viktigast att arbeta med, och hur de förhåller sig till befintliga metoder för att kvantifieras. Med andra ord bör resultatet bli vägledande för arbetet med utvärderingar. Ytterligare en aspekt att stärka vid fortsatt utveckling av metoden är att stärka aktörsperspektivet. En rimlig ansats till det är att ta med relevanta aktörer i utvärderingsprocessen i den mån de går att identifiera. Till exempel kan representanter för berörda myndigheter som arbetar med specifika utvärderingsdelar höras vilket också skulle bidra till att exempelvis göra resultaten mer vägledande, men framförallt till att utvärderingsresultat når förankring hos berörda aktörer för att få snabbt genomslag. Ett snabbt genomslag och tillämpning utan onödiga dröjsmål är av stor vikt för att behålla konkurrenskraften i den värld av snabb teknikutveckling som tar oss i riktning mot det automatiserade transportsystemet.

I denna rapport presenteras och används en tentativ klassificering av metodens mognadsgrad (method readiness level) som baserats på en skala om mognadsgrad för teknik (technology readiness level). Skalan är något förenklad med tre steg som ska spegla metodens användbarhet i det givna kontextet. I ett nästa steg bör klassificeringsmetoden vidareutvecklas, t.ex. genom att förfina och lägga till ytterligare steg om sådant behov finns. Vidare bör metodiken valideras ytterligare.

Inom Drive Swedens utlysning för förstudier där detta projekt fått finansiering har tre projekt bedrivits med bäring på olika utvärderingsmetoder: Metoder och mått för utvärdering av ett automatiserat transportsystem (denna rapport), SEVS⁴ och Automation för ökad tillgänglighet^{5,6}. I valideringssteget för case 1 i denna rapport finns en kort jämförelse mellan perspektiven i SEVS och Metoder och mått-projektet med slutsatsen att de skulle kunna komplettera varandra. Automation för

⁴ Berg et al. (2017) Final report of the pre-study SEVS for Autonomous Drive. Drive Sweden, Gothenburg.

⁵ Cook et al. (2017) Final report – Automation for increased accessibility?, Drive Sweden, Gothenburg.

⁶ Englund et al. (journal paper to be submitted) *Measuring the benefit of automated driving: A case study for visually impaired drivers*.

ökad tillgänglighet har använt ett annat tillvägagångssätt där olika nyttor viktas mot varandra. Detta angreppssätt skulle potentiellt också kunna vara till användning för att på ett systematiskt sätt avgöra vilka systemeffekter (från Appendix A) som är värda att adressera vidare.

6 Måluppfyllnad

Målen med projektet har uppfyllts på följande sätt:

Tabell 10. Måluppfyllnad

Mål	Måluppfyllnad
Utvärdera det sociotekniska ramverket Human-Tech Ladder för identifiering av relevanta mått och val av mätmetoder.	Ramverket Human-Tech Ladder har utvärderats genom test och modifiering till "Human-Tech Matrix" för att kunna analysera påverkansfaktorer och effekter av ett automatiserat transportsystem. I projektet har det automatiserade transportsystemet exemplifierats genom analys av två case: konvojkörning och delade autonoma och elektrifierade fordon.
Identifiera befintliga mätmetoder och mått på ett systematiskt sätt.	Genom de utarbetade exemplen har visats att mätmetoder och mått kan identifieras på ett systematiskt sätt genom ett arbetssätt där en stegvis koppling görs mellan påverkansfaktorer, effekter av dessa faktorer, mått för respektive effekt samt metoder som visar hur måtten kan användas i praktiken.
Identifiera områden där relevanta mätmetoder saknas och Föreslå möjliga inriktningar för nya mätmetoder där relevanta mätmetoder saknas	Genom arbetssättet möjliggörs att identifiera områden med gap där mått och metoder saknas genom att ingen koppling kan göras från effekt till mått och metod i Human-Tech Matrix. Arbetssättet ger också exempel på hur metoder kan graderas utifrån hur vedertagna de är i avsedd tillämpning. Dessa områden med gap kan t.ex. indikera att mer kunskap behöver inhämtas, alternativt att metodutveckling eller ytterligare forskning behövs.

7 Spridning och publicering

Projektresultaten och information om projektet har spridits och publicerats på följande sätt:

- Nyhetsartikel “Forskning om mätmetodik kring autonoma fordon” i tidningen Nordisk Infrastruktur, nr 4, 2016
- Nyhetsartikel “Automatiserat transportsystem - hur påverkas samhället?” i tidningen Åkeri & Entreprenad, nr 1, 2017
- Presentation på Sweco – internt inspirationsseminarium om framtidens transporter
- Presentation på internt seminarium om automation på VTI
- ”Reaping bitter harvest or great benefits – time to act!” – Presentation på The Future of Transportation World Conference 2017, Köln
- Presentation på Kagawa University – presentation för personal och studenter på institution som arbetar med Human Factors Engineering
- Presentation på Korea-Sweden Transport Seminar – New Approaches for Future Mobility, Mars, 2017, Jeju Island, Korea, i samband med International Electric Vehicle Expo (IEVE 2017)
- Abstract inskickat till ITS 12th European Congress 2017 Special Interest Workshop Session, Strasbourg
- Projektresultaten sprids även internt i projektparternas organisationer för vidare användning i kommande projekt

8 Deltagande parter och kontaktpersoner

Deltagande parter i projektet var Autoliv Development, Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), Sweco Society AB, Trafikverket, och RISE Viktoria. Nedan finns översikt av projektparter samt kontaktpersoner inom respektive organisation. Projektet leddes av Tor Skoglund vid Sweco Society AB och stöddes av Göteborgs Stad, Trafikkontoret genom avdelningschef Malin Andersson vid enheten Utveckling & Internationellt.

Översikt av projektparter och dess kontaktpersoner

Part	Kontaktperson	E-post
RISE Viktoria	Jonas Andersson	jonas.andersson@ri.se
Sweco	Tor Skoglund	tor.skoglund@sweco.se
VTI	Niklas Strand	niklas.strand@vti.se
Trafikverket	Johan Strandroth	johan.strandroth@trafikverket.se
Autoliv	Annika Larsson	annika.larsson@autoliv.com

Appendix A – Analysis of truck platooning using Human-Tech Matrix

		PHYSICAL	PSYCHOLOGICAL	GROUP	ORGANIZATIONAL	POLITICAL	METRICS	METHODS
	Identified changes/effects (from IQFleet final report)	Example: Infrastructure Vehicle	Example: Driver behaviour	Example: Team of drivers	Example: Hauliers	Example: Municipality Regions Country The EU	Suggestion of metrics:	Suggestions of methods:
POL	Current legislation / regulation	1. Permitted time gaps		2. Appropriate behavior in traffic (hold together or break up due to surrounding traffic)?		3. Need to revise rules and regulations	1. Time gaps 2.1 measure for assessing interactions in traffic? Swedish conflict technique? Traffic safety-related measure of road user behavior - acceleration and time slots (long vehicle study, VTI) 2.2 Incidents and experience of driving with a specific time gap 3.?	1. Gathering naturalistic data from convoy driving - FOT 2.1 triangulation of results from simulator, interviews, and real traffic evaluation of interactions with convoys, traffic flows, conflict situations? 2.2 Incidents linked to convoy driving / interviews with drivers of surrounding traffic and convoys 3. Examination of the legislation / regulation to see how it restricts or promotes convoy driving
ORG.	New business opportunities	1. driven by increased transport efficiency?			2. Increased profits New types of companies: - tekniklev. - coordination services	3. Increased tax revenues?	1. ETT, ETK, KT (TEMPO model?) 2. The number of new start-ups, the number of new services, the number of new patents 3. Tax on profit / fuel	1. TEMPO model 2. Statistics Bolagsverket, PRV 3.? How to separate revenue from convoy driving from other revenues?

⁷ Schelin, V., Magnusson, E., & Kjell, M. (2014). En prövning av TEMPO-modellen för mätning av transporteffektivitet.

ORG.	Optimization/coordination/transport planning		3. Requirements willingness to cooperate	2. Changing hierarchies within the company	1. Sync and coordination for convoy formations		1. Number of interaction points in/without convoy? 2. Perceived degree of freedom in the driver's work 3?	1. User studies 2. Questionnaire / interview 3. Survey / interviews
ORG.	Health	1. (Change in the concentration of noise sources)	2. Health effects on nearby residential areas			3. Health care spending due to altered health	1. Guidelines for disturbing noise (AFS+WHO) 2.? 3.? How to connect to the convoy?	1. Noise 2.? How to connect that to convoy driving? 3.? How to connect to convoy driving?
ORG.	Balance between transport goals				1. Risk of incorrect optimization in planning (in relation to transport policy objectives). Arriving on time and fuel savings, versus safety and availability	2. The need for regulations	1. Profit in relation changed or sustained safety and availability? 2.?	1.? Profits through Bolagsverket, PRV? 2. Examination of the legislation / regulation restricts or promotes convoy driving
ORG.	Driver skills	2. Traffic safety when switching between different levels of automation	1. Changing abilities due to automation (skill degradation for driver)				1. Required driver skills compared to actual skills. 2. Number of conflicts when switching control	1.? Evaluation of skills 2. Interviews / user studies
ORG.	Driver role		2. Altered job satisfaction / KASAM / motivation		1. Centralized planning		1. Number decisions taken centrally and distributed 2. Perceived freedom / opportunity to influence the work	1. Org mapping, decision 2. Working Psychological examination
ORG.	Connected vehicles.	1. Change in traffic flow when the convoy adapts to surrounding traffic				2. Changes in the need to invest in smart infrastructure (V2I) 3. Changes in the need to investment in infrastructure (road)	1. traffic flow and road use 2. € investment, C / B ratio 3. Size and number of infrastructure investments that can be linked to heavy traffic	1. Simulation, traffic measurements 2. Cost / benefit analysis of V2I, evaluation for investment 3. Assessment of the effect on infrastructure by convoys

ORG.	Collaboration for functioning convoy driving with collaborating haulers (also the Liang PhD)	1.1 Need for common platform for sharing information about opportunities to form a convoy			1.2 Interaction and integration of data for shared inputs		1. Number of partnerships between organizations / companies and cost savings 1. Number of alternative enabling platforms and services for the multi-brand / multi-company platooning	1.? Industry analysis of the interaction between transport companies?
ORG.	Fuel savings	2. Changes in the environment			1. "transport assignment time aspect" (earlier planning provides increased opportunities)		1. Time from the central route planning to departure 2. Purchased fuel per km driven	1. Time stamps in planning / fleet management systems? 2. Financial Report
ORG.	Driver salary models		1.2 Altered motivation of the truck driver		1.1 Need for changing incentives / salary models 2.2 Difficulty to implement convoy driving (due to motivation of drivers)	3. Altered transport efficiency	1.1 + 1.2? Drivers' satisfaction with salary model 2.2. Resistance to convoy driving within organization 3.?	1. Interviews, workplace investigations 2. Investigation trucking company attitude to convoy driving 3.?
ORG.	Fuel savings	1. Changes in emissions - exhaust and particles	2.1 Altered job satisfaction	3.1 Increased ability to pay bonuses? 3.2 Competition saving	2.2 Saving money and generate profits.	2.3 Contribution to green Tpsys.	1 Change in Kg CO2 with litres / 10 km proxy 2.1 Self Assessment / employee index 2.2 The company's profit in SEK 2.3 Number kg CO2 nationally 3.1 Number of bonus programs 3.2 Number of rewarded drivers	1. Measurement of fuel consumption 2.1 Working Psychological examination, survey e.g. 2.2 Annual report 2.3? National measurement 3.1 Annual report 3.2 Annual report
TEAM	Communication in the convoy.	3. Changed resting areas on the road	4. Increased KASAM (Känsla av samhörighet)	1. The need for an ability to communicate standing face to face		2. Infrastructure Investments (Investments in resting areas at the roadside)	1? 2 Infrastrucutre investment per year 3 Amount of use 4 Increased KASAM	1 Task analysis Investigation / interviews 2 Governement statistics 3 ? 4 KASAM

TEAM	Human conflicts			1. Risk of conflicts	2. Expenses conflict		1 ? 2. Recruitment costs, HR costs	1 Interviews? 2 Personnel turnover, HR counselling ?
TEAM	Rubber band effect	1. Differences in vehicle properties / driver competence		2. Uneven distances between vehicles	3.1 Loss of fuel savings 3.2 Loss of environmental gain	4 Changed political support for convoys	1 Number of different standards and default settings 2 Distance between trucks 3.1 Fuel consumption in different scenarios 3.2 Effects on investments 4 Changes in investments?	1 Standards available 2 Simulation, continuous distance measurement in FOT 3.1 Simulation 3.2 4 ?
TEAM	Group dynamics		1. Changes in amount and type of interaction between drivers	2. Changes in the performance of the convoy	3. Altered fuel / emission quantities	4. Environmental benefit / transport efficiency	1.? 2. Change in the number / size of accelerations 3 4	
TEAM	Trust co-workers (important who you drive with, to know them, know how they drive and trust them)			1. The technology creates new social patterns	2. Ways of working for efficient and effective convoy driving		1; 2 Self Assessment / employee index (working environment, stress, satisfaction)	1 Task analysis, interviews 2 Task analysis, organization assessment
TEAM	Group dynamics (very important because some groups worked much better and were more willing to drive in a group than others)			1.1 Conflicts in the team	1.2 Recruitment		1.1, 1.2. Successful recruitment = staying after the probationary period?	1.1. Employee survey, 1.2 Questionnaire directed toward trucking companies that use technology

TEAM	Road user behaviour	1. Changes in congestion when heavy transports are "compressed", some road stretches are more affected	2. Platooning might affect stress and risk taking through changes in difficulty in overtaking all trucks at once			3.1. Altered availability, altered road safety 3.2. Societal costs due to illness 4.1. Infrastructure investments (major roads?)	1. Traffic flow and road use 2. Change in perceived stress in drivers 3.1. ? 3.2. ? 4.1 Size and number of infrastructure investments that are linked to heavy traffic	1 Simulation, traffic measurements 2 Surveys / interviews 3.1? 3.2? 4.1 Analysis of planned and executed investments
PSYCH.	Appropriate and safe use of automation	1. New HMIs	2.1 Changes in Education 2.2 Mode Confusion		3. Automation policy within org.		1. Number of vehicles / models with a convoy compatible HMI 2.1 Number of certificates / diplomas 2.2 Observed instances of mode confusion 3. Is there a policy Yes / No	1. Control at certification / licensing location 2.1 Inspection / auditing (internal / external) 2.2 Observation, interviews 3. Management / Quality Control / Supervision / auditing (internal / external)
PSYCH.	Changes to available help when truck has broken down	1. Changed opportunities for assistance if broken down	2. Changes in feelings of safety 3. Altered stress level				1. Number of calls for assistance 2. Self Assessment / employee index (working environment, stress, satisfaction)	1. Internal audit haulers 2 Working psychological examination, survey e.g.
PSYCH.	Interface.	1. Requirements on design	2.1 Changes in KASAM and work satisfaction			2. Standardization	1? 2.1 Perceived freedom / opportunity to influence the work 2.2 Number of standards	1? 2.1 Working psychological examination, survey e.g. 2.2 Withdrawal of SIS?
PSYCH.	Ev. altered workload	Employee strees	1. Altered stress level		2. Changes in the risk for sick leave	3. Altered health	1. Self Assessment / employee index (working environment, stress, satisfaction) 2. The number of sick days 3. Health measurement national level?	1. Working psychological examination, survey (e.g.) 2. Follow up on HR function / business health 3?

PSYCH.	Uncertainty about what can happen in technical failure	5. Change consumption	1. Influence on trust and usage		2. Willingness to use the technology 4.2 Change in price of goods	3. altered fuel efficiency 4.1 change in competitiveness	1. Self Assessment / employee index. 2 Percentage of time in the automation 3 Transport time and tonnes 4.1? 4.2 Price change in SEK 5?	1 Working psychological examination, survey. 2 Field test / in-vehicle data 3 Comparative studies platooning / not platooning 4.1? 4.2 price comparison? 5? 6?
PSYCH.	Altered profession, confidence and sense of control		1. Driver role change due to technology		2. Changed demands on the driver's competence		1. Self Assessment / employee index 2?	1. Working Psychological examination, survey e.g. 2?
PSYCH.	Driver work description (shift from individual to group task)		1 Change of degree of freedom at work	2 Changed perceived participation with colleagues	3.1 changing requirements / needs of coordination within org. and 3.2 coordination between org / haulers.		1; 2 Self Assessment / employee index (working environment, stress, satisfaction) 3 Organization Assessment	1: 2 Questionnaire 3?
PHYS.	System for early deceleration	1. Avoid accidents	2. Trust (calibrated, complacency alt distrust)	3. Trust affects possible time gap in the convoy			1. 2 Trust ratings 3. Variation of gap due to trust	1 2 Interviews, questionnaires 3
PHYS.	Fuel savings		1.1 Perceived benefit / contribution		1.2 Lower costs / reduced emissions	2. Fulfillment of transport policy objectives	1.1 Level of work satisfaction 1.2 € / liter purchased fuel per km driven 2?	1.1 interviews / surveys 1.2 The economy / environment reporting 2?
PHYS.	Reduced energy consumption.		1. Altered job satisfaction		2. Environmental profiling / increased opportunity to compete		1 Level of work satisfaction 2 Change in market share for the relevant org	1 interviews / surveys (arbetsplatsundersökn) 2 Revenue comparison in industry
PHYS.	Reduced CO2 emission		1. Altered job satisfaction		2. Environmental profiling / increased		1 Level of work satisfaction 2 Change in market share	1 interviews / surveys (work place survey)

					opportunity to compete		for the relevant organization	2 Revenue comparison in industry
PHYS.	Technical failiure	1. Technical problems	2. insecurity in using / unwillingness to use		3. Lost fuel saving	4. Lost transport efficiency	1 Number of problems; Severity 2 Perceived lack of safety; wish to continue 3 liters purchased fuel per km driven 4 Logistics metric?	1 Incident reporting in total 2 interviews / surveys (arbetsplatsundersökn) 3 economy / environmental 4 Logistics method?
PHYS.	The congestion at the temporary stop (rest / refueling)	1.1 Need for altered infrastructure			1.2 Altered planning requirements for optimization of working time / route selection etc.	2.1 Planning for changing spatial needs	1.1 Congestion at truck stops 1.2? 2.1?	1.1 Observational study 1.2 ? 2.1 ?
PHYS.	“Rubber band effect“	1. Differences in vehicle properties/driver competence		2. Uneven distances between vehicles	3.1 Loss of fuel savings (\$) 3.2 Loss of environmental benefit	4 Change in political support for convoys	1. Vehicle configuration and driving style 2 Distance between trucks 3.1 Fuel consumption in different scenarios 3.2 Effects on CO2 4 Changes in investments?	1 Vehicle registration and cargo and driving style recommendations 2 Simulation, continuous distance measurement in FOT 3.1 Simulation 3.2 CO2 emission 4 ?
PHYS.	Cut-ins: Some examples of overtaking that took time and passenger cars cut in front to come out of an exit occurred	1. The convoy must be broken up	2.1 Altered satisfaction of the driver. 2.2 changing demands on attention	2.3 Need to reform the convoy	2.4 Loss fuel savings because of the cut-ins	2.5 Control technology needs of convoy driving	1 Number of convoy break-ups/ km 2.1 Level of Satisfaction 2.2 Level of perceived workload 2.3 Number convoy break-ups/ km 2.4 Change in amount of purchased fuel liters per km driven 2.5?	1? 2.1 Interview / questionnaire to convoy drivers and general 2.2 Interview / survey to convoy drivers 2.3 GPS logging of convoy vehicles 2.4 environmental / economic book keeping 2.5 ?