

Summary

This document is the result of a preliminary feasibility study focusing on how the future transport system will be developed to generate societal benefits – how it can be safe, simple, reliable, environmentally friendly and cheap using modern and future technologies – and also to strengthen international competitiveness in terms of demand, exports and market share within the related innovation areas.

The preliminary feasibility study has resulted in proposals relating to initiatives on national research and innovation in autonomous multimodal travel and transport. The main proposals are in brief:

1. We propose a multiannual investment in **research/innovation and knowledge exchange** within the field of autonomous multimodal travel and transport, in the form of a program that constitutes an integrated complement to on-going initiatives.
2. We propose an integrated **digital and physical test bed** where you can apply large scale system-of-system-simulations of autonomous and remote-controlled activities in the physical test bed.
3. We propose the establishment of **policy labs** within the area of autonomous multimodal travel and transportation where the relevant regulatory and concerned authorities together with academia and industry can explore and develop new policies, rules and legislation.
4. We propose an expanded effort to create a **communication and information model** for multimodal travel and transport with **standardized or interoperable interfaces and data formats** for goods and personal information.

We see that these efforts and investments in research and innovation can create a well functioning future society with a modern integrated transport system that offers efficient transport of people and goods both door to door and from manufacturer to customer.

The investments combine the individual traffic legislation into a multimodal system for travel and transport system and simultaneously facilitate optimization of travel and transport within the relevant link of the transport chain.

Read more about our proposals in Swedish in chapter 5.

Interested parties from all the players in the entire transport system have contributed to the study which means that all traffic types have been involved as well as the triple helix between industry, academia and the public sector.

The preliminary feasibility study was conducted during the winter 2017-2018.



Sammanfattning

Detta dokument är resultatet av en förstudie som fokuserar på hur det framtida transportsystemet ska utvecklas för att generera samhällsnytta – hur det med hjälp av modern och framtida teknik kan bli säkert, enkelt, tillförlitligt, miljövänligt och billigt – men också för att förstärka Sveriges internationella konkurrenskraft vad gäller efterfrågan, export och marknadsandelar inom relaterade innovationsområden.

Förstudien har resulterat i förslag som rör satsningar på nationell forskning och innovation inom autonoma multimodala resor och transporter. Huvudförslagen är i korthet:

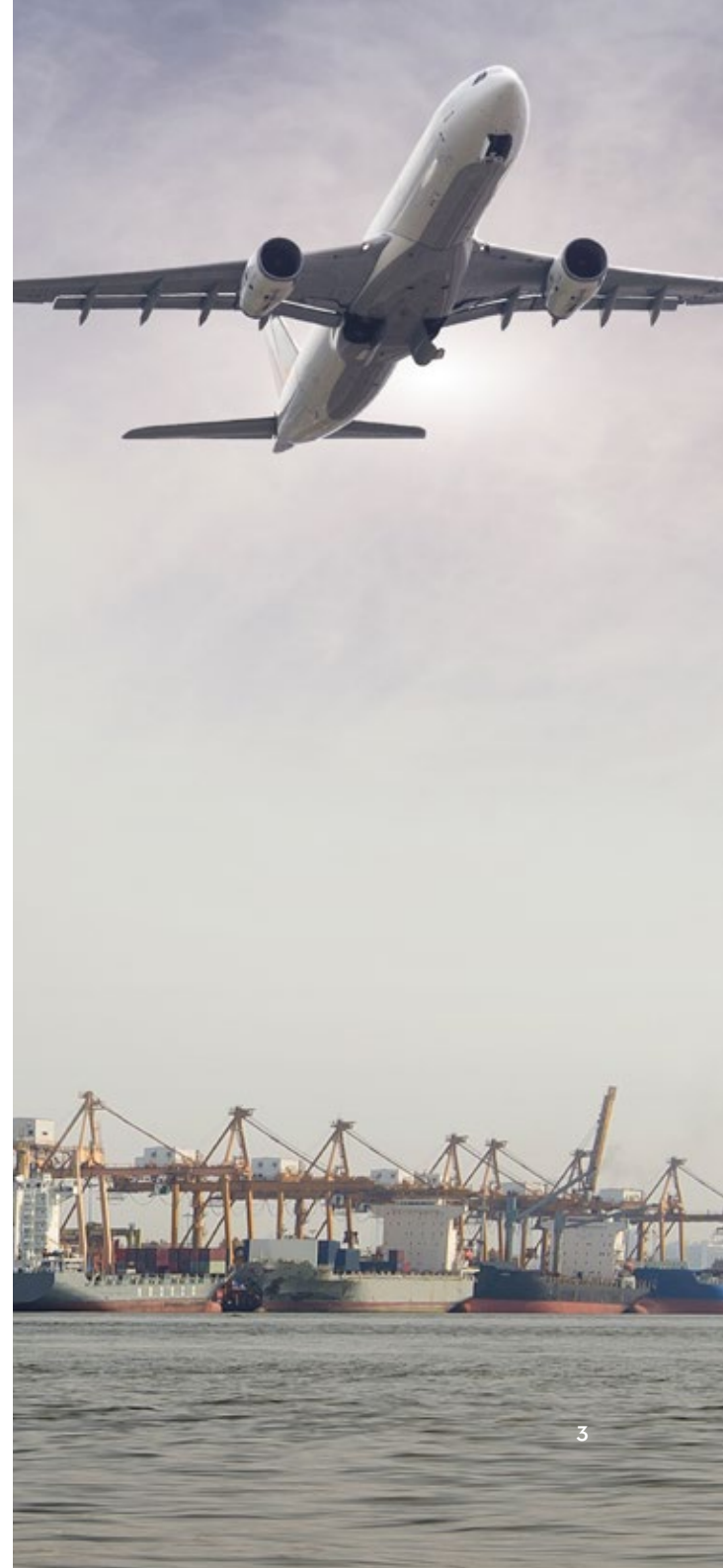
1. Vi föreslår en flerårig satsning på **forskning/innovation och kunskapsutbyte** inom området autonoma multimodala resor och transporter, i form av ett program som utgör ett integrerande komplement till pågående initiativ.
2. Vi föreslår en integrerad **digital och fysisk testbädd** där man kan tillämpa storskaliga system-av-system-simuleringar av autonom och fjärrstyrd verksamhet i den fysiska testbädden.
3. Vi föreslår att det inrättas **policy-labb** inom området autonoma multimodala resor och transporter där berörda reglerande och sakägande myndigheter tillsammans med akademien och industrin kan utforska och utveckla nya policyer, regler och lagstiftning.
4. Vi föreslår en utökad satsning på att skapa en **kommunikations- och informationsmodell** för multimodala resor och transporter med **standardiserade eller interoperabla gränssnitt och dataformat** för gods- och personinformation.

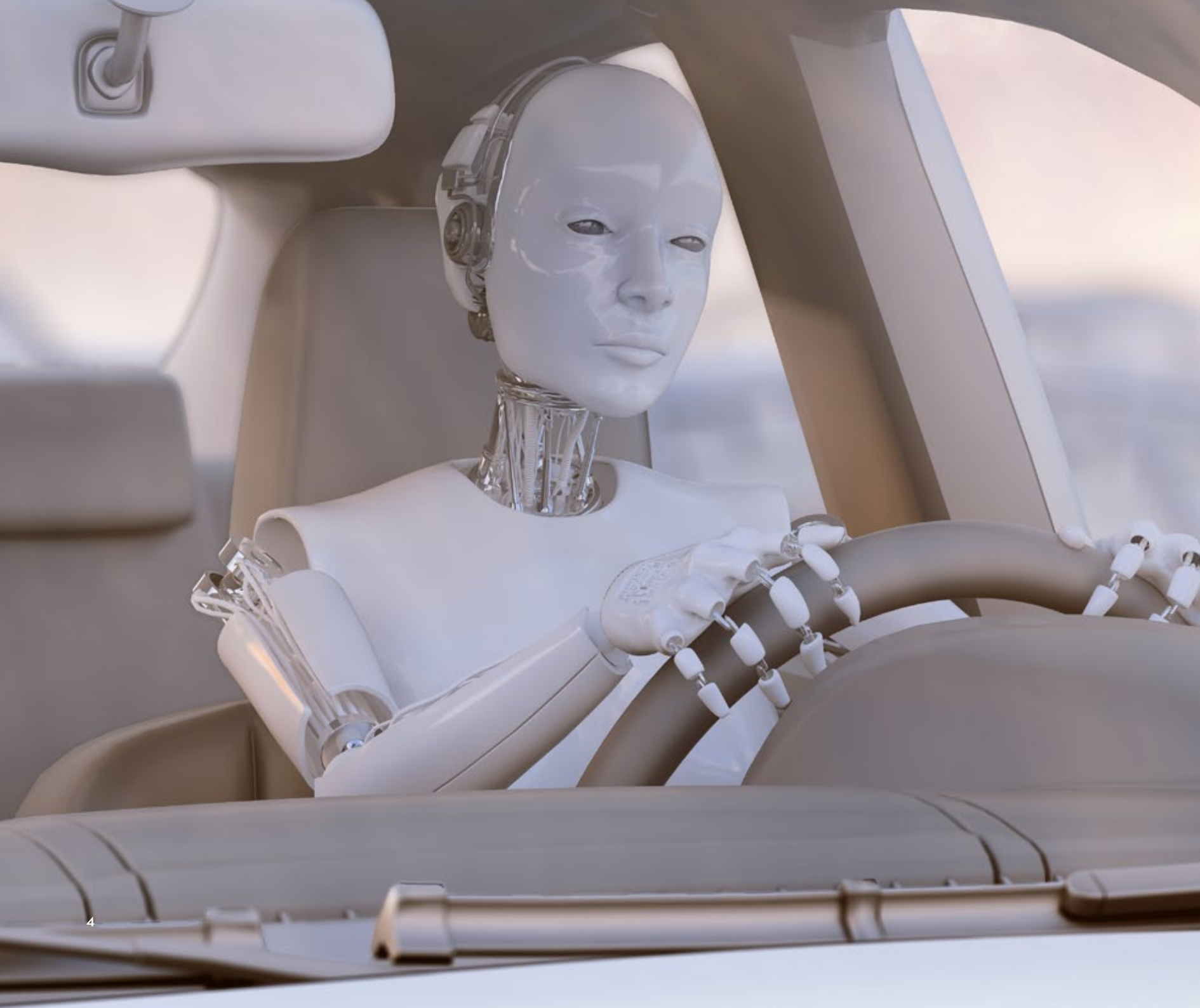
Vi ser att dessa satsningar på forskning och innovation kan skapa ett väl fungerande framtida samhälle med ett modernt integrerat transportsystem som erbjuder effektiva transporter av människor och varor från dörr till dörr och från tillverkare till kund. Satsningarna knyter ihop de individuella trafikslagen till ett multimodalt system för resor och transporter och möjliggör samtidigt optimering av resor och transporter inom respektive länk i transportkedjan.

Läs mer om våra förslag i kapitel 5.

Intressenter från det samlade transportsystemets alla aktörer har bidragit till studien vilket betyder att samtliga trafikslag har varit involverade liksom alla delar av trippelhelixen mellan industri, akademi och offentlig sektor.

Förstudien har genomförts under vintern 2017-2018.





	Sammanfattning	2
	Summary	3
1	Om detta dokument	6
2	Initiativ på området	10
3	Vision 2030	12
4	Nuläge och utmaningar	14
	Aspekt A: System av system	15
	Aspekt B: Systemsäkerhet	18
	Aspekt C: Regelverk	21
	Aspekt D: Samverkan mellan människa och autonoma system	29
5	Förslag på fortsatt aktivitet	32
	Medverkande	36



Om detta dokument

Detta är en förstudie om säkra och robusta beslutstödssystem och självkörande farkoster i nästa generations transportsystem. I den här inledningen berättar vi om bakgrunden och presenterar studiens resultat i korthet.

Varför behöver vi ökad automation inom transportsystemet?

Sverige är ett vidsträckt land som är kraftigt beroende av effektiva transporter nationellt och till/från vår omvärld. Transporter knyter ihop landet och är en central förutsättning för en växande ekonomi, effektiv transportförsörjning av industrins produkter och råvaror, ökad befolkning, förbättrade möjligheter till pendling, besök och ökad sysselsättning. Ett väl fungerande transportsystem är en förutsättning för att företagen ska kunna verka i hela landet.

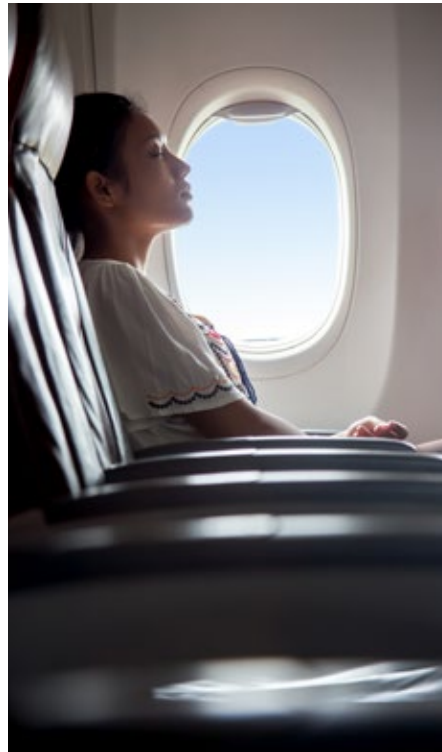
Samverkansprogrammet "Nästa generations resor och transporter" har sin utgångspunkt i det transportpolitiska målet att säkerställa en *samhälls-ekonomiskt effektiv* och *långsiktigt hållbar* transportförsörjning för medborgarna och näringslivet i hela landet. Konkret handlar det om att uppfylla klimatmålet inom transportsektorn och bidra till högre trafiksäkerhet, minska trängsel, öka kapacitet samt minska påverkan på miljö och klimat – samtidigt som samhällsnytta skapas inom transportområdet.

Dagens teknikutveckling med avseende på digitalisering och automation går rasande fort inom de olika trafikslagen och speciellt autonoma bilar och lastbilar uppmärksammas i medierna. Sverige har en unik möjlighet att exploatera utvecklingen av digitalisering och automation också inom luftfarten och sjöfarten. Synergier på system-av-system-nivån mellan trafikslagen för att skapa nya produkter och tjänster finns också. Sverige har förutsättningar att vara en ledande aktör inom området, med gedigen kompetens inom bilar, lastbilar, telekom, IT, fartyg och flyg. Vi har ledande roller i internationella forskningssamarbeten och ett erkänt säkerhetstänkande. En svensk konkurrensfördel är det goda samarbete (trippel-helix) som finns mellan näringsliv, universitet/högskola och myndigheter.

Nya möjligheter som automatisering, digitalisering och elektrifiering är viktiga verktyg för att uppnå målen, eftersom dessa verktyg är nödvändiga möjliggörare för den utveckling som behöver ske med avseende på ökad *effektivitet* och *hållbarhet*. Det finns stora fördelar och lågt hängande frukter som

inte ännu har exploaterats i skärningen mellan de olika trafikslagen och som gemensamt kan adresseras genom forskning och innovation i breda samarbeten mellan akademi, industri och myndigheter. Autonoma, semiautonoma och fjärrstyrda lösningar inom transportområdet har potential att uppfylla de krav vi ställer på framtidens sammanhållna och effektiva transportapparater.

Tillgänglighet enligt Flightpath 2050



"90% of travellers within Europe are able to complete their journey, door-to-door within 4 hours. Passengers and freight are able to transfer seamlessly between transport modes to reach the final destination smoothly, predictably and on-time."

Varför behöver trafikslagsgränserna överbryggas?

Digitaliseringen inom transportområdet är en möjliggörare för en rad nya innovativa tjänster och transportlösningar. Utmaningarna och behoven är snarlika mellan trafikslagen med den skillnaden att mognadsgraden är olika inom trafikslagen vad gäller tillämpningar och koncept.

Framtida godstransporter och det framtida resandet kommer att behöva betraktas och optimeras ur ett helhetsperspektiv, där flera trafikslag ofta är inblandade i en resa eller en transport och samverkar för att resan/transporten ska bli så *effektiv* och *hållbar* som möjligt. Därför behöver studien av transportsystemet ske på en trafikslagsövergripande nivå; alla de initiativ som görs för att driva utvecklingen mot större automatisering och autonomi behöver harmoniseras för att skapa synergier som gör att satsade pengar ger så stora mervärden och så stor effekt som möjligt, och för att miljövinster ska kunna komma till stånd så snart som möjligt.

Möjligheterna med multimodala transporter betonas även inom EU där Generaldirektoratet för transport och rörlighet driver flera program för forskning och industrialisering. EU:s transportpolitik¹ syftar till att skapa transporter som är hållbara, energieffektiva och tar hänsyn till miljön. Dessa mål kan uppnås genom att använda multimodal transport som optimalt kombinerar de olika transportsätten, utnyttjar varandras styrka och minimerar svagheter. Europeiska kommissionen följer därför en politik för multimodalitet genom att säkerställa en bättre integrering av transportsätten och upprätta driftskompatibilitet på alla nivåer i transportsystemet.

EU-kommissionen satte 2012 i sin långtidsplan upp ett tillgänglighetsmål för Europa, i vilket 90 procent av alla invånare inom EU ska kunna resa dörr till dörr inom fyra timmar.

Målet återfinns också som vision i strategidokumentet Flightpath 2050². Detta är ett tydligt exempel på trafikslagsövergripande mål av det slag som kommer att behöva styra utvecklingen av framtidens transporter, där funktionen/effekten (resandet

FN:s mål för hållbar utveckling



FN:s mål för hållbar utveckling³, som sattes upp 2015, behandlar fyra delområden: att avskaffa extrem fattigdom, att minska ojämlikheter i världen, att lösa klimatkrisen och att främja fred och rättvisa. Samtliga dessa delområden och de 17 uppsatta målen inom dessa förutsätter *effektiva och hållbara* transporter, men enbart en del av målen berör explicit transporter – främst **9 Industry, Innovation and Infrastructure**, **11 Sustainable Cities and Communities** och **13 Climate Action**. Samtidigt sätter klimatdelen av målformuleringen ramar för vilken miljöpåverkan dessa transporter kommer att tillåtas ha. Utvecklingen mot nästa generations resor och transporter måste ske inom ramen för dessa uppsatta mål.

eller transporten) behöver betraktas som en helhet.

Synergier på en övergripande system-av-system-nivå ges av att multimodala transporter ska kunna understödjas på en sådan nivå att de av FN uppsatta målen för hållbar utveckling (se faktaruta), specifikt de mål som har direkt eller indirekt bäring på resande och miljö/klimat, kan uppnås.

Denna förstudie avser identifiera områden där behov av satsningar bedöms vara stora och kritiskt

viktiga för utvecklingen och effektiviseringen av transportsystemet. Förstudien uppmärksammar specifikt synergier mellan trafikslagen (luft, sjö, järnväg, väg) med ett långsiktigt effektmål att:

- digitalt koppla samman automatiserade självkörande fordon och farkoster och samt integrering av fordon och farkoster av olika grad av automatisering och autonomi i Sverige;
- genom svenska innovativa lösningar och inter-

nationellt accepterade standarder lägga grunden för morgondagens svenska transportsystem tillsammans med Europa och världen;

- skapa mervärden och synergier för att genom innovativa robusta lösningar och effektiva resor och transporter;
- stärka svensk konkurrenskraft inom området mot en möjlig nästa generations svensk innovations- och exportsuccé.

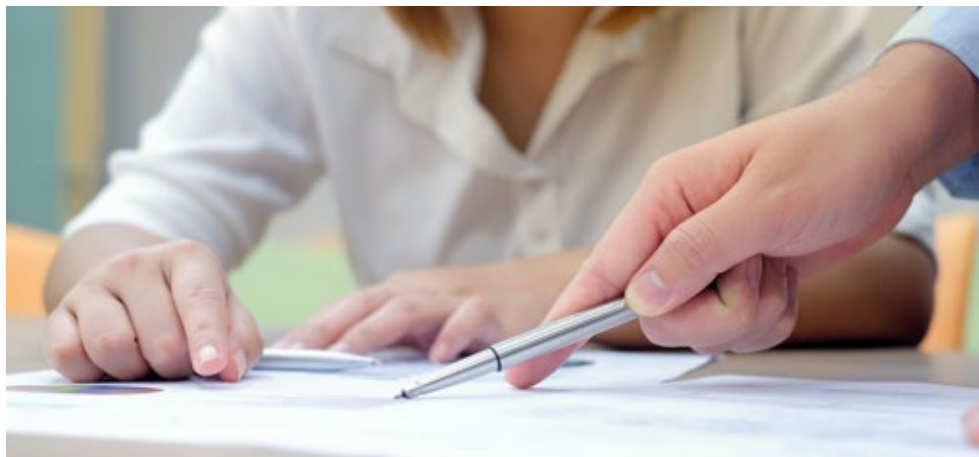
Digitaliseringen av samhället i allmänhet och behovet av effektiva transporter i synnerhet, leder till ökad automation, fjärrstyrning och på sikt till fullt autonoma farkoster. Utvecklingen av transportsystemet är i många avseenden en naturlig evolution men innehåller också många innovationer som kan komma att vara mer revolutionerande än andra.

För Sveriges del är frågan om effektiva och hållbara transporter större än den nationella nyttan, även i betraktelse av att Sverige är en del av omvärlden och måste vara en del av utvecklingen. Frågan är nämligen *vilken* del vi vill vara. Sverige har, i kraft av vår innovationstradition och vår höga kompetens på många relaterade områden potential att vara ledande inom valda delar av utvecklingen. Därför är ytterligare ett skäl till trafikslagsövergripande samsyn och samverkan det *lärande* som kommer att uppstå när trafikslagen gemensamt betraktar problem, utövar forskning och skapar lösningar. Denna typ av lärande innebär ett uppbyggande av kompetens som adderar till Sveriges konkurrenskraft i internationella sammanhang; ju större förståelse för den totala bilden vi kan bygga upp, och ju fler aspekter vi kan använda när vi betraktar ämnet, desto större är chansen att vi kan skapa en nationell position som gör att svenska aktörer upplever en efterfrågan från internationella samarbetspartner, både inom tidiga forskningsfaser och i efterföljande produktutveckling.

Varför denna förstudie?

Den här förstudien är en tvärfunktionell analys över alla trafikslag, en ambition från aktörer inom alla delar av trippel-helixen att påvisa inom vilka områden tidiga insatser bör göras för att skapa stor effekt för hela transportsystemet. Denna typ av synergier är en effektiviseringsåtgärd som utgör en nödvändig förutsättning för att Sverige ska behålla sin innovationsmässigt ledande position inom området och på så sätt skapa *samhällsekonomiskt effektiv* och *långsiktigt hållbar* transportförsörjning – både under en övergångsfas när vi lämnar förarberoende trafik och senare när övergången är genomförd.

Föreslagna åtgärder i korthet



1. Vi föreslår en flerårig satsning på **forskning/innovation och kunskapsutbyte** inom området autonoma multimodala resor och transporter, i form av ett program som utgör ett integrerande komplement till pågående initiativ.
2. Vi föreslår en integrerad **digital och fysisk testbädd** där man kan tillämpa storskaliga system-av-system-simuleringar av autonom och fjärrstyrd verksamhet i den fysiska testbädden.
3. Vi föreslår att det inrättas **policy-labb** inom området autonoma multimodala resor och transporter där berörda reglerande och sakägande myndigheter tillsammans med akademien och industrin kan utforska och utveckla nya policyer, regler och lagstiftning.
4. Vi föreslår en utökad satsning på att skapa en **kommunikations- och informationsmodell** för multimodala resor och transporter med **standardiserade eller interoperabla gränssnitt och dataformat** för gods- och personinformation.

Förstudien syftar till att ta de första stegen mot att identifiera de goda möjligheter som finns utspridda bland de skilda trafikslagen, genom att dels bygga vidare och få hävstång på de insatser som redan görs och dels identifiera eventuella synergier mellan trafikslagen som i dag inte nyttjas.

Hur är förstudien utförd och uppbyggd?

Arbetet med förstudien har utförts som en serie workshoppar som samlat aktörer från alla delar av trippel-helixen – näringsliv, universitet/högskola och myndigheter – och från alla olika trafikslag samt från kommunikationssektorn. Uppgiften har


behandlats som ett förändringsarbete, där nuläget har jämförts med ett önskat läge vilket synliggjort ett antal utmaningar (se kapitel 4), som är tänkta att kunna övervinnas med hjälp av ett antal föreslagna åtgärder (se kapitel 5).

Medverkande organisationer listas på sista uppslaget.

- 1 ec.europa.eu/transport/themes/logistics_multimodal_en
- 2 ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/modes/air/doc/flightpath2050.pdf
- 3 www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals

2

Initiativ på området

A photograph of several chess pawns on a light-colored, textured surface. One pawn in the foreground is a vibrant green, while the others are white. The green pawn is positioned slightly to the left of the center, and the white pawns are arranged in a line behind it, with one white pawn to its right. The background is softly blurred.

Digitalisering och automatisering inom transportområdet innehåller mängder av initiativ för forskning och utveckling. En stor del av dessa initiativ sker inom trafikslagen, vissa är trafikslagsövergripande, och mycket arbete kvarstår. AutoSyn kartlägger.

Initiativ på många områden

Transporter har stor betydelse i samhället, både när det gäller gods och personer. Det är därför naturligt att det finns en mängd initiativ inom området för att utveckla framtidens transporter för att bli snabbare, effektivare, mer miljövänliga, billigare och på annat sätt mer anpassade till omvärldens krav och önskemål.

Förutom relevant grundforskning finns det grovt indelat en mängd produktnära FoU rörande autonoma system som är nära att komma ut i fordon; det handlar om branschspecifik forskning som är inriktad på de branschgemensamma frågeställningarna, samt forskning om hur trafikslagsövergripande system ska kunna fungera.

Det finns globala regelverk inom alla gränsöverskridande trafikslag, och det börjar sakta men säkert komma initiativ på att anpassa dessa regelverk för att fungera även för autonoma farkoster.

Skillnader men också gemensamma faktorer

Autonoma farkoster har använts under en längre tid i någon form. Flygplan har länge varit utrustade med autopilot⁴, och utvecklingen har gått mot digitalisering och automation av trafikledningssystemet och fjärrstyrda torn. Fjärrstyrda eller autonoma flygplan används i dag i allt större utsträckning av militären men spridningen ökar också civilt i form av drönare inom jordbruk och underhåll.

Automation och fjärrstyrning har också gett oss förarlösa tåg, som finns på tunnelbanor i flera länder. På fordonssidan sker nu en massiv utveckling från koncept till kommersiella produkter av självkörande bilar, lastbilar och bussar. På sjöfartssidan finns mindre förarlösa båtar och undervattensfarkoster, medan större fartyg inte har kommit lika långt i automatiseringen. Moderna fartyg är dock i likhet med flygplan ofta utrustade med autopilot.

Det finns många likheter mellan de olika trafikslagen, men också stora skillnader. Den viktigaste skillnaden är systemsynen, där vägfordonsbranschen är inriktad på att bygga trafiksystemet från det autonoma fordonet via kommunikation

med de närmaste trafikanterna, och sedan vidare till trafiksystemet som helhet. Som kontrast kan nämnas flygbranschen har en centraliserad systemsyn som utgår från flygledningen som via ett beslutssystem tillåts ha inflytande över de ingående farkosterna.

Påverkan på denna förstudie

I huvuddelen av de studier som gjorts (och som vi redovisar på webben⁵) ligger fokus inom de respektive trafikslagen. Endast ett fåtal studier tittar trafikslagsövergripande. Ändå har det länge funnits samsyn inom trafikforskningsvärlden om att det framtida resandet behöver ske – och betraktas – i form av ett multimodalt sammanhängande system av system, där den inneboende komplexiteten kommer att kräva ett betydande mått av proaktivitet och självlärande.

I Sverige finns ett antal utredningar, färdplaner, PM och liknande som är relevanta för denna studie. De dokument som påverkar slutsatserna är i första hand:

- Digitaliseringens möjligheter - PM till Nationell plan för transportsystemet 2018-2029⁶ (Trafikverket);
- Färdplan för Uppkopplade och samverkande transporter för ett säkert, effektivt och hållbart transportsystem⁷ (Forum för Innovation i Transportsektorn);
- Framtidsscenarioer för självkörande fordon på väg - Samhällseffekter 2030 med utblick mot 2050⁸ (VTI);
- Nästa generations resor och transporter⁹ (SVP) (Regeringen);
- Färdplan för Trafikledning alla trafikslag¹⁰ (Forum för Innovation i Transportsektorn).

Dessutom tillkommer regeringens pågående utredning om självkörande bilar som kommer att överlämnas av utredaren till regeringen i mars 2018.

Trots den stora floran av avslutade och pågående initiativ finns det alltså tungt vägande motiv för ytterligare forskningsinsatser. Denna förstudies tolkning av det föreliggande innovationsbehovet

(forskning och stöd för tidiga tillämpningar) är att det i huvudsak finns fyra sätt att betrakta ämnet som vart och ett har potential att bidra med nya rön som för oss effektivt mot ett förverkligande av framtidens trafiksystem. De fyra aspekterna gäller:

- system av system;
- systemsäkerhet;
- regelverk;
- samverkan mellan människa och autonoma system.

I kapitel 4 återkommer vi till dessa fyra aspekter.

Mer på nätet

För vår fulla kartläggning av genomförda och pågående studier - se www.autosyn.se/initiativ



4 Autoland, ett system för automatisk landning, certifierades 1968.

5 www.autosyn.se/initiativ

6 trafikverket.ineko.se/se/digitaliseringens-mojligheter-pm-till-nationell-plan-for-transportssystemet-2018-2029

7 www.transportinnovation.se/sv/system/files/force/dokument/fardplan-uppkopplade-transporter-sammanfattning-2.0.pdf

8 www.vti.se/sv/publikationer/publikation/framtidsscenarioer-for-sjalkvkorande-fordon-pa-vag-1094622

9 www.regeringen.se/regeringens-politik/regeringens-strategiska-samverkansprogram/nasta-generations-resor-och-transporter

10 www.transportinnovation.se/sv/system/files/force/dokument/trafikledning-fardplan-ver-1.0.pdf

3 Vision 2030

Framtidens automatiserade och autonoma transportsystem måste baseras på samverkan, både mellan olika trafikslag och mellan en fordons- och farkostnära nivå och en system-av-system-nivå. Detta ger förutsägbarhet, kvalitet och nationella konkurrensfördelar.

Vår vision

2030 uppvisar transportsystemet och dess ingående delar en hög grad av automatisering med en ökande grad av självkörande fordon och farkoster. Samverkande system på olika nivåer inom de olika trafikslagen skapar förutsättningar för effektiva, säkra och hållbara transporter av människor och gods. Detta leder till en hög grad av förutsägbarhet och kvalitet för näringsliv och medborgare, liksom till konkurrensfördelar för Sverige genom en kunskaps- och kompetensuppbyggnad på alla nivåer från grundforskning till marknadsinträde.

System på två nivåer

Inom transportsystemet utgör de enskilda fordonen och farkosterna i relativt stor utsträckning oberoende system. Detta gäller speciellt personbilar, där varje bil har en egen ägare eller användare som har sina unika mål med transporten, oberoende av övriga trafikanters mål. Inom kommersiella transporter och kollektivtrafik är det vanligare att en organisation äger och driver en flotta av fordon, och man kan då i viss utsträckning samordna dessa.

Samtidigt är, på ett övergripande plan, alla transporter beroende av övriga trafikanter och infrastrukturen när det gäller framkomlighet, och det finns därför incitament för samverkan mellan systemen.

Framtida system för automatiserade och autonoma transportsystem kommer av denna anledning att behöva betraktas och implementeras som en hierarkisk ledningsstruktur med två nivåer:

- fordonsnära nivå;
- system-av-system-nivå.

Den fordons- och farkostnära nivån

På den fordons- och farkostnära nivån handlar det om att det inom varje trafikslag finns förutsättningar för automation, fjärrstyrning, trafikledning och autonomi genom standardiserad arkitektur som

kopplar samman fordon och farkoster samt system för ledning och styrning av flöden och trafik – även på privatbilsidan, som i dagsläget åtnjuter en avsaknad av styrande system.

Synergierna på denna nivå handlar om att trafikslagen behöver lära av varandra, förmedla *best practice* och säkerställa att utvecklingen av delsystem görs på ett sådant sätt att kompatibilitet och robusthet kan erhållas.

System-av-system-nivån

På system-av-system-nivån handlar det om en proaktiv intelligens som skapar en gemensam kontrollyta – en ”växel” – för de olika trafikslagen och där optimering av hela transportsystemet ska kunna ske med avseende på effektivitet, säkerhet, trygghet och miljöhänsyn.

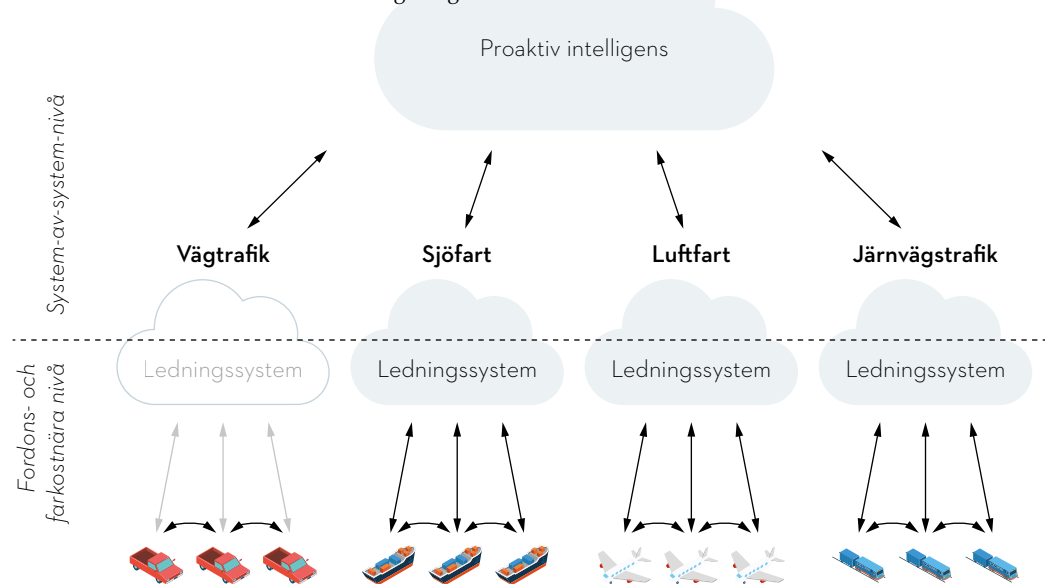
Synergierna på system-av-system-nivån ges av att multimodala transporter ska kunna understödjas på en sådan nivå att uppsatta transportpolitiska-, miljö och klimatmål kan nås. Regeringens övergripande mål för transportpolitiken är att säkerställa en samhällsekonomiskt effektiv och långsiktig

hållbar transportförsörjning för medborgarna och näringslivet i hela landet. För att underlätta avvägningar används två jämbördiga mål, ett funktionsmål Tillgänglighet samt ett hänsynsmål Säkerhet, miljö och hälsa. Funktionsmålet respektive hänsynsmålet konkretiseras, som regeringens bedömningar, i form av preciseringar inom ett antal prioriterade områden.

Tidshorisont 2030

Uppdelningen i två hierarkiska nivåer betyder i sig inte att den ena nivån är ett delresultat på vägen mot den andra nivån. Båda nivåerna behöver implementeras, och därför har vi inte satt olika tidshorisonter för de två nivåerna utan en och samma: 2030.

Däremot kan det finnas större chanser att synergier kan uppnås snabbt på den fordons- och farkostnära nivån, eftersom det finns en mängd befintliga initiativ som steg för steg kan leda utvecklingen mot visionen. På system-av-system-nivån är utvecklingen av mer disruptiv karaktär, där effekter eventuellt kan behöva längre tid på sig.



4 Nuläge och utmaningar

I det här kapitlet betraktar vi nuläget på området och ser vilka utmaningar som behöver övervinnas för att de visionära tankarna i föregående kapitel ska kunna förverkligas.



Fyra aspekter på nuläget

Som vi antydde i kapitel 2 kan nuläget på området betraktas ur fyra olika synvinklar, fyra aspekter, som tillsammans spänner upp de ännu relativt outforskade delarna av området för självkörande trafik:

- A system av system;
- B systemsäkerhet;
- C regelverk;
- D samverkan mellan människa och autonoma system.

Dessa fyra aspekter är inte nödvändigtvis ömsesidigt uteslutande; de ska ses som fyra synvinklar vilket gör att det finns ett visst överlapp mellan dem.

I det följande betraktar vi området självkörande fordon, inkluderande automation, autonomi, fjärrstyrning och samverkande system, ur dessa fyra aspekter, och i anslutning till aspekterna listar vi de utmaningar som behöver övervinnas för att visionen ska kunna förverkligas. Dessa utmaningar utgör tillsammans vår analys av det behov som finns av forskning och innovation på området.



System av system

"I framtidens effektiva och hållbara transportsystem måste system-av-system-aspekten byggas in som en förutsättning för att systemen ska vara just effektiva och hållbara."

Vad innebär system av system?

System av system (SoS) är ett begrepp som innefattar ett antal delsystem inom ett större systemperspektiv, det vill säga att ett antal subsystem tillsammans skapar ett övergripande system. De ingående systemen samarbetar med varandra för att uppnå ömsesidiga fördelar eller ett högre syfte än de ingående enskilda systemen. En viktig egenskap som skiljer SoS från andra komplexa system är att de deltagande systemen i grunden är *oberoende*. Detta innebär att de kan användas utanför ett SoS, och att de har sina egna mål och syften utöver de mål som finns i samarbetet. De ingående systemen utvecklas och underhålls normalt av olika organisationer, vilket innebär att delarna i ett SoS förändras kontinuerligt och i olika takt under livstiden.

Transportsystemet kan exempelvis delas upp i systemen (trafikslagen) vägtrafik, sjöfart, luftfart och järnvägstrafik, och dessa trafikslag kan i sin tur delas upp i olika ingående delsystem såsom fordon och farkoster, infrastruktur, logistiksystem, navigationshjälpmedel och liknande. Alla dessa subsystem kan och bör optimeras individuellt, men för att uppnå ett övergripande effektivt och hållbart transportsystem så bör dessa samspela och kopplas samman i funktionella gränssnitt. Detta är en förutsättning för att öka effektiviteten och skapa autonoma transportsystem som kan försörja ett hållbart samhälle.

Det är inte bara tekniska system som ska betraktas ur ett system-av-system-perspektiv; begreppet kan användas även när man betraktar själva resandet, där *intermodalitet* innebär att en resa eller en transport innefattar flera trafikslag, flera moder. System av system är ofta av socioteknisk

karaktär, vilket innebär att de innehåller tekniska komponenter såväl som användare och organisationer som står bakom dem. Ett exempel är det man kallar *cyber-physical systems*, det vill säga system där det finns en samverkan mellan reglerteknik och beslutstöd.

Utmaningar

I takt med att transporter sker alltmer autonomt ökar behovet av att designa de tekniska systemen som delar av ett SoS. Den erfarenhet som i dag finns inom respektive trafikslag vad gäller självkörande system ligger i första hand på en relativt farkostnära nivå och får primärt effekter inom de respektive trafikslagen. Det synsätt som varit förhärskande under lång tid, där intermodalitet inte varit prioriterat, har gjort att varje trafikslag har tillåtit renodla sin verksamhet och sina lösningar för sin egen existens. Det har naturligtvis gjort att trafikslagen kunnat skapa välfungerande delsystem – varje trafikslag för sig.

Av ovanstående förstår man att system av system måste tillåtas vara heterogena, där de ingående delsystemen exempelvis inte kan förväntas uppdateras samtidigt. Detta gör att kompatibilitet mellan delsystem blir en naturlig utmaning.

Ett system har normalt en systemägare som står för styrning och kontroll över utvecklingen. System av system har två eller fler systemägare som agerar i olika kontexter och med olika drivkrafter. Trafikslagen har olika infrastrukturhållare som har utvecklat olika system för informationsinsamling och informations-spridning. *Uppkoppling* är vanligt inom respektive system, men *sammankoppling* av systemen är ovanligt och komplext då det inte finns någon övergripande standardisering för tillgängliggörande av data. Även inom de respektive trafikslagen är bristen på standardisering påtaglig.

Förutom standardiserade gränssnitt behövs det också skapas ett förtroende mellan transportsektorns aktörer om hur data och information kan och får användas och hur den digitala infrastrukturen och standarderna kan hållas uppdaterade och utvecklas i takt med behoven. Således finns ett

konkret behov av hållbara och förankrade styrningsmodeller.

I och med att de olika trafikslagen står inför skilda framtidsfrågor, skilda utmaningar, finns en inbyggd risk som behöver adresseras för att omställningen till framtidens trafik ska bli synergistisk och effektiv. Systemen saknar en synkron styrning att fungera tillsammans.

Nästa steg präglas därför av ett mer sofistikerat beaktande av miljön där systemen opererar – ett beaktande av SoS-aspekter. Några områden har kommit relativt långt i denna utveckling, såsom obemannat flyg, avancerat förarstöd och även autonomi för bilar och undervattensfarkoster. De olika trafikslagen uppvisar dock skillnader vad gäller vilken uppgift detta överbyggande system tänks ha. Det blir en utmaning att väga ihop krav från de olika trafikslagen som bygger på olika affärsmodeller. Vägtrafik har exempelvis ett betydligt större innehåll av business-to-consumer än övriga trafikslag, där de styrande/ledande systemen har en business-to-business-karaktär, vilket påverkar förutsättningarna för ett övergripande system.

Ovanstående sammankoppling av de ingående systemen är en förutsättning för att mobilitet i framtiden ska kunna betraktas som en tjänst, där affärsmodellen går från att erbjuda ett fordon som produkt till att utföra en transporttjänst. Detta synsätt är nödvändigt om mängden fordon i trafiken ska kunna minskas.

Sammankopplingen av system skapar i sig ett antal utmaningar i form av fungerande och affärsmässigt önskvärd delning av data mellan olika aktörer, liksom av nya roller såsom aggregatörer av data. Vidare uppkommer behov av en vidareutveckling av digital infrastruktur för att möjliggöra kommunikation mellan fordon och mellan fordon och infrastruktur för respektive trafikslag vilket är en förutsättning för autonoma transportsystem. Standardiserade gränssnitt mellan systemen är en förutsättning för ett sömlöst SoS med stark integration.

En annan SoS-fråga är den internationella aspek-

System av system

- utmaningar i sammandrag

A1 – Arkitektur. Den övergripande systemstrukturen är en nyckel till ett väl fungerande SoS där de deltagande systemen i grunden är oberoende.

A2 – Interoperabilitet och standarder.

En förutsättning för samarbete mellan system är att de kan utbyta information med varandra och tolka den korrekt. För att göra detta möjligt behöver standarder utvecklas i samråd med aktuella aktörer.

A3 – Kunskap, metoder och utvecklingsverktyg.

Ett SoS utvecklas i samarbete mellan olika organisationer, vilket leder till nya utmaningar kring informationsdelning, kravhantering, samt verifiering och validering. Detta gäller i synnerhet när vissa deltagande system är autonoma, och innehåller inslag av artificiell intelligens (AI).

ten. Sverige kan inte ses som en isolerad företeelse i en globaliserad värld. Fordon måste kunna passera gränser utan att funktionaliteten upphör. Svensk trafik kommer att behöva interagera med internationell trafik, vilket får konsekvenser på alla nivåer i det system av system som den framtida trafiken innebär.

Generellt påverkas också möjligheterna att bygga SoS av utvecklingen inom IKT i stort. Billigare och snabbare kommunikation gör att det blir möjligt att utbyta mer information i ett SoS, vilket öppnar nya möjligheter för samarbeten. Likaså gör framstegen inom AI att autonoma deltagare i ett SoS kan fatta mer avancerade beslut vilket kan leda till en högre grad av optimering och robusthet.

Aktörer

Det är inte bara företrädare för de olika trafikslagen som är har roller i framtagningen av framtidens trafiksystem. Eftersom det finns en önskan om



synergier och intermodalitet kommer även andra aktörer att få instrumentell påverkan för utvecklingen, exempelvis förutsättningsskapande komponenter såsom offentlig sektor och IKT-utvecklare men också mer konkreta delkomponenter såsom exempelvis parkering och synkroniseringen med kollektivtrafik. Alla funktioner som påverkar trafikflödet, från dörr till dörr, kommer att behöva ha en roll i utvecklingen.

Exakt vilka aktörer som är aktuella beror lite på vilka funktioner man vill ha hos sitt SoS, men en bruttolista kan innefatta följande:

- fordons-och farkosttillverkare;
- transportutförare såsom åkerier, rederier, flygbolag, distributörer, kollektivtrafik, taxiföretag, biluthyrningar, sophämtning;



- vägadministratörer, såsom Trafikverket och de kommunala gatukontoren, liksom hamn- och flygplatsoperatörer;
- myndigheter som utformar regelverken, exempelvis Transportstyrelsen;
- informationsinfrastrukturer såsom telekomoperatörer och lednings-/ beslutstödssystem;
- tjänsteutvecklare som skapar värde genom IT- och mjukvarulösningar baserat på data som delas i ett SoS (exempelvis Amazon, Google, Facebook);
- forskningsutförare som kan tillhandahålla kunskap kring hur man bygger SoS;
- transportbehovsägare såsom enskilda medborgare, inklusive personer som drabbas negativt av utförda transporter, genom buller, utsläpp och

liknande;

- berörda myndigheter (exempelvis Trafikverket, Transportstyrelsen, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Post- och telestyrelsen, Datainspektionen);
- trafikledningscentraler;
- städer.

Sverige har en konkurrenskraftig systembyggande industri med stor närvaro inom ett antal trafikslag. På lägre mognadsgrader genomförs forskningsinitiativ för att bibehålla konkurrenskraft i ett längre perspektiv när kraven ökar på smarthet och autonomi i produkterna.

Nätverk som samlar aktörer kommer bli en väsentlig del i utvecklingen av system av system för att undvika att parallella system utvecklas.

Synergimöjligheter

Alla ingående delsystem i det övergripande trafiksystemet kan och bör optimeras individuellt, men för att uppnå ett övergripande effektivt och hållbart transportsystem så bör dessa samspela och kopplas samman i funktionella gränssnitt. Det skulle kunna skapa stora synergieffekter att samverka för att skapa standardiserade gränssnitt mellan systemen, vilket kan medge att dessa kan uppvisa allt från en svag integration till ett sömlöst system med stark integration.

Ett gemensamt område för alla trafikslag är att studera hur man inom SoS kan skapa fungerande och affärsmässigt önskvärd delning av data mellan olika aktörer, liksom av nya roller såsom aggregatörer av data. En annan gemensam förutsättning för autonoma transportsystem är att utveckla en digital infrastruktur för att möjliggöra kommunikation mellan fordon och mellan fordon och den omgivande staden som stödjer respektive trafikslag och stödjer en system-av-system-arkitektur.

Sverige har stora behov att förbättra sin förmåga att utveckla komplexa SoS, då detta är avgörande för den fortsatta digitaliseringen av samhället, såväl inom transporter som inom andra områden. För att uppnå den önskade förmågan inom SoS-utveckling krävs kunskap, kompetens och kapacitet, vilket kan uppnås genom markant ökade insatser inom forskning och utbildning. Det finns också ett skriande behov av utbildning inom *systems engineering*, systemtänkande, och SoS, vilket kan ske genom att utveckla gemensamma kurser inom dessa discipliner, inklusive nätbaserade utbildningar för verkssamma ingenjörer, och doktorandskolor för både högskole- och industridoktorander. Till slut behöver också mötesplatser skapas, som kan ge bränsle åt interaktionen mellan individer och organisationer med ett intresse för SoS.

B

Systemssäkerhet

”Med ökande SoS-komplexitet kompliceras systemsäkerhetsfrågorna. Att besvara dem är emellertid helt centralt om vi vill uppnå fördelarna hos ett mer autonomt framtida transportsystem.”

Varför behövs systemssäkerhet?

Ett brett införande av digitala system medför alltid frågor om systemssäkerhet. Att besvara dem tillfredsställande handlar inte bara om att skydda användare och allmänhet från faror, utan också om att övertygande dokumentera och visa att så är fallet. En aldrig så säker produkt kan ha mycket svårt att nå acceptans från såväl kunder som allmänhet och lagstiftare om den inte också framstår som säker. Debatten om (olika grader av) självkörande fordon är ett utmärkt exempel. Därför utgör systemssäkerhet ett helt centralt område för nästa generations transportsystem.

Systemssäkerhet är ett komplext område som rymmer ett antal viktiga delar av både *security*- och *safety*-karaktär. *Security* motsvaras ungefär av det svenska begreppet *skydd*. Begreppet avser vanligen skyddsarbete mot stöld, sabotage, ekonomisk och organiserad brottslighet samt åtgärder avseende informationssäkerhet och säkerhetsskydd. *Safety* motsvaras ungefär av det svenska begreppet *säkerhet*. Begreppet avser vanligen säkerhetsarbete för att undvika skador på människor.

Förenklat kan man säga att *safety* traditionellt har stått i fokus för transportbranschen, oavsett om det handlar om transporter på spår, på väg, på vatten eller i luft. Det har tidigare varit – och är det till viss del fortfarande – möjligt att rigoröst testa systemen i enskilda fordon, fartyg och flygplan under alla relevanta förhållanden. Ofta har det rentav varit möjligt att formellt verifiera säkerheten och bevisa att vissa fel aldrig kunde inträffa. Sådan kunskap är fortfarande viktig; den garanterar exempelvis att

bromsarna alltid fungerar i bilar, att två mötande tåg aldrig släpps in på samma spår och att reservsystem alltid finns tillgängliga i flygplan.

Oavsett om en farkost är bemannad eller obemannad, är nästa generations resor och transporter helt beroende av säkerhet och robusthet som självklara egenskaper för det moderna transportsystemet. I takt med ökad automation ställs högre krav på människa-maskin-integration där säkerheten blir ett samspel mellan systemets / farkostens säkerhetssystem och operatörens (föraren, piloten, kapten, ...) förmåga och ansvar. När farkosten fjärrstyrs måste operatören ges en omvärldsuppfattning inklusive varningar osv via sensorer ombord som förmedlas till operatörens människa-maskin-gränssnitt. I denna miljö blir det svårare för en operatör att behålla omvärldsuppfattningen och därmed att undvika kollisioner. Ökad automation i termer av att farkosten och dess system själv kan upptäcka, varna för och undvika kollisioner blir därför fundamentalt. För en autonom farkost är dessa kollisionsundvikande funktioner automatiska medan det för fjärrstyrda och bemannade farkoster består i en varningsdel (till operatören) och (i tillämpliga fall) en automatisk del (i de fall operatören av någon anledning ej agerar på varningar, ex vid fel i något system eller ”mänskliga faktorn”).

Generellt har Sverige goda förutsättningar att vara en ledande aktör inom självkörande farkoster, med gedigen kompetens inom bilar, lastbilar, telekom, IT, fartyg och flyg. Vi har i dag ledande roller i internationella forskningssamarbeten och ett erkänt säkerhetstänkande.

Utmaningar

Den ökade användningen av digitala system som i sin tur agerar inom ramen för större SoS medför nya utmaningar. I en alltmer oförutsägbar miljö blir exempelvis feltolerans eller *robusthet*¹¹ ett nyttigt tankemönster. De vägfordon som byggs i dag måste exempelvis kunna agera på framtidens vägar under decennier framåt. I ett sådant tidsperspektiv blir det uppenbart att fordonets miljö kommer att förändras





på i dag okända sätt – vilket i sin tur ställer krav på en systemdesign med robusthet i fokus.

Det som ska hanteras är inte längre bara alla tänkbara utfall i en känd miljö, utan också okända utfall i en föränderlig miljö. De konkreta frågeställningarna är många: Hur säkerställer vi att system som samverkar i nya konstellationer inte är farliga för passagerare, fotgängare eller andra fordon? Vad händer om ett delsystem plötsligt slutar fungera? Om kommunikationslänkarna går ner? Om ett angrepp med skadlig kod drabbar andra fordon – eller kontrollsystem som trafikljus, flygledning och transponderar? Hur fungerar SoS under extrema väder-, ljus- och elektromagnetiska förhållanden? Inte minst när det gäller kollisionssundvikande system är säkerhetsaspekten central.

Ju fler tänkbara gränssnitt mellan systemkomponenterna som finns, desto svårare blir det att uttömmande verifiera och bevisa säkerhet. Det betyder att behovet av robusthetstänkande – även om ett robust system inte behöver vara (helt) säkert är säkra system ofta till sin natur robusta – blir större ju fler sorters komponenter som finns i systemmiljön. De specifika utmaningarna här ligger i intermodala transporter, konkurrerande tekniska standarder, olika jurisdiktioner, varierande kundpreferenser, skiftande nivåer av autonomi, skilda dataformat, varierande klimatzoner och mycket, mycket mer. Med ökande SoS-komplexitet compliceras systemsäkerhetsfrågorna. Att besvara dem är emellertid helt centralt om vi vill uppnå fördelarna hos ett mer autonomt framtida transportsystem.

En systemsäkerhetsaspekt som traditionellt inte har haft särdeles hög prioritet är cybersäkerheten, det vill säga skydd mot intrång, överbelastningsattacker och liknande. Liksom industriella styrsystem har IT i transportsystemen ofta designats för att vara fristående och inte internetuppkopplad, vilket har utgjort ett visst skydd. I ett modernt transportsystem bortfaller det skyddet i stor utsträckning och ersätts av en SoS-tillvaro där uppkopplingar mot andra är en förutsättning för tjänsteleverans. Det betyder att det är en stor utmaning att införa rimlig

cybersäkerhet i transportsystemen.

Till detta kommer integritetsfrågorna: Hur säkerställs att personlig information i alla stycken och i alla delar av ett SoS behandlas på ett sätt som är lagligt och etiskt försvarbart inför alla berörda parter? Det som framstår som bäst ur ett snävt tekniskt perspektiv, exempelvis öppna data, kanske ibland försämrar säkerheten, såsom motståndskraften mot en angripare som noga studerar all information som görs öppen och tillgänglig. Sådana avvägningar kommer att bli vanligare och vanligare.

För *safety* är vissa teknikområden självskrivna: robusta lösningar uppnås oftast genom kombinationer av datakommunikation, signalbehandling och reglerteknik. Även för *security* är vissa tekniker såsom autentisering, vitlistningar och även fysiskt skydd uppenbara. Här finns det dock stora utmaningar i att tekniker såsom brandväggar och antivirus, som fungerar bra i kontorsmiljö, sällan går att flytta till exempelvis realtidssystem. Det betyder att *samspelet* mellan *safety* och *security* är ett område som bara kommer att öka i betydelse. En annan trend som går att se är att icke-tekniska metoder för ökad säkerhet, från cyberförsäkringar till ändrade affärsprocesser, kommer att spela större roll.

Aktörer

Det är uppenbart att fordonsindustrin, till exempel Scania och Volvo, och dess underleverantörer, exempelvis Autoliv, utgör viktiga aktörer i utvecklingen av framtidens alltmer autonoma transportsystem. Detsamma gäller tillverkare av andra transportmedel, såsom Saab och Bombardier.

Utmaningen inom sjöfarten är mer komplex. Sjöfarten saknar stora ledande tillverkare av fartyg som bedriver storskalig produktion och som har tillräckliga resurser för att bedriva en framåtutvecklande forsknings- och utvecklingsverksamhet. Inom sjöfarten gäller att rederierna med hjälp av konsulter designar och beställer fartyg, ofta i mindre serier. Utvecklingen av automation och ny teknik sker därför inte inom varvsindustrin utan främst inom tillverkningsindustrin och hos de större rederierna.

Systemsäkerhet

- utmaningar i sammandrag

B1 - Komplex systemsäkerhet. Med ökande SoS-komplexitet kompliceras systemsäkerhetsfrågorna. Att besvara dem är emellertid helt centralt om vi vill uppnå fördelarna hos ett mer autonomt framtida transportsystem. Ju fler tänkbara gränssnitt mellan systemkomponenterna som finns, desto svårare blir det att uttömma de verifiera och bevisa säkerhet.

B2 - Säkerhet mot cyberhot. Transportsystem har ofta designats för att vara fristående och inte internetuppkopplade, vilket har utgjort ett visst skydd mot cyberangrepp. I ett modernt intermodalt transportsystem bestående av SoS är uppkopplingar mot andra system däremot en förutsättning för tjänsteleverans.

B3 - Robusthet. Feltolerans och robusthet blir viktiga systemaspekter i en alltmer föränderlig och oförutsägbar miljö där de fordon som byggs i dag måste kunna agera på framtidens vägar under decennier framåt.

Viktiga är också aktörer som äger, driver och utvecklar infrastruktur och tjänster till transportsystemet, där Trafikverket, Infranord, Swedavia, Luftfartsverket, Sjöfartsverket och hamnar är några exempel, liksom Internetstiftelsen.

En tredje viktig kategori är myndigheter som ägnar sig åt tillsyn och regelgivning. Transportstyrelsen är kanske den mest uppenbara parten, men här är det viktigt att inte glömma bort aktörer som Datainspektionen, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), Post- och telestyrelsen och Svenska kraftnät.

För det fjärde finns det en oerhörd kompetens vid landets lärosäten och forskningsinstitut, där inte minst de sistnämnda har ett särskilt uppdrag att slå en brygga mellan akademisk grundforskning och

Exempel: Kunddata som handelsvara



I en framtid där korrekta och detaljerade kunddata är avgörande för lönsamheten blir försäkringsbolag som erbjuder kvalificerade cyberförsäkringar för dessa data centrala.

mer tillämpad produktutveckling.

En femte kategori, mer svårgränsad men potentiellt lika viktig, består av aktörer vars koppling till transportsystemet i dag framstår som svag eller ointressant, men som kan bli centrala i framtiden. Det är per definition svårt att sätta om vilka dessa är, men några exempel kan illustrera tanken (se rutor).

Synergimöjligheter

En viktig möjliggörare för att tekniker för systemsäkerhet verkligen utvecklas på ett sätt som både leder till effektiva transporter och stärker svensk konkurrenskraft är samarbete mellan industri, forskningsinstitut och högskolor/ universitet samt myndigheter. Lärosätena saknar marknadskännedom, så för att deras kompetens ska komma till sin rätt är samverkan mellan aktörer a och o. Det kan ske på många sätt, men projekt med gemensam finansiering brukar vara den mest robusta grunden.

En annan möjliggörare är tillåtande lagstiftning som möjliggör testverksamhet avseende nya lösningar. På systemsäkerhetsområdet är det särskilt viktigt att lagar och regler inte dödar vare sig innovationsförmågan eller konkurrensen, samtidigt som säkerheten upprätthålls. Detta inkluderar integritetsfrågor för att säkerställa att personlig

Exempel: Leveranser



I en framtid där varuleveranser automatiseras mer, exempelvis med självkörande bilar och flygande drönare, blir detaljhandelsföretag som exempelvis Amazon viktiga spelare.

information i alla stycken och i alla delar av ett SoS behandlas på ett sätt som är lagligt och etiskt.

Testbäddar har länge spelat en viktig roll i att skapa fysiska miljöer där det går att experimentera med nya lösningar. Det finns stora synergieffekter i att göra dessa testbäddar gemensamma för de olika trafikslagen eller att etablera ett tätt informationsutbyte mellan de trafikslagsvisa testbäddarna.



Regelverk

"Utvecklingen hämmas av att regelverket inte vet vilka krav man kommer att behöva ställa, och av att teknikutvecklingen inte vet hur reglerna kommer att se ut."

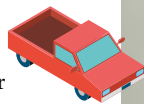
För att det ska finnas förutsättningar för en övergång till automatiserade, fjärrstyrda och autonoma fordon och farkoster måste det finnas en viss vetskap om hur framtidens regelverk kommer att se ut. Detta är en klassisk hönan-eller-ägget-situation, där utvecklingen hämmas av att regelverket inte vet vilka krav man kommer att behöva ställa, och av att teknikutvecklingen inte vet hur reglerna kommer att se ut.

Detta får återverkan på hur drivkrafterna för utvecklingen på området uppkommer. Analogt med hönan-eller-ägget-frågan finns det två typiska former av drivkrafter för disruptiva tekniksprång. Dels *top-down*, där startpunkten finns inom myndigheter och offentlig sektor, där utvecklingen sker som en följd av exempelvis centrala system, regler och bestämmelser. Dels *bottom-up*, där starten i stället sker bland teknikutvecklande aktörer och där tekniken tillåts ha betydande inverkan på de centrala system, regler och bestämmelser som oavsett initiativriktning kommer att behöva finnas på området.

Regelverksområdet är kanske den av våra fyra identifierade aspekter som tydligast visar upp skillnader mellan trafikslagen. Av detta skäl väljer vi att betrakta området ur de olika trafikslagens synvinklar, för att därefter se om utmaningarna kan ses som generella och föremål för insatser som skapar synergier.

Vägtrafik - hur ser regelverket ut?

Teknikutvecklingen på vägtrafikområdet är stark och innovativ med ett tydligt *bottom-up*-perspektiv. Höga krav och förväntningar finns på att regelverket möter upp denna utveckling. Situatio-



nen kan beskrivas som ett kappkörningsrace där det gäller att vara först, eller åtminstone befinna sig i en tätposition. Detta gäller såväl hur enskilda länder deltar och positioner sig i det internationella regelutvecklingsarbetet som hur tillverkare av fordon eller ny teknik som behövs i dessa nya transporttjänster arbetar. Den traditionella fordonsindustrin utmanas av nya aktörer från branscher som tidigare inte arbetat med fordonsutveckling. Automatisering och uppkopplade transporttjänster är "the new black".

Troligt är att drivkrafterna kommer att uppvisa en kombination av *bottom-up* och *top-down*; lagstiftning behöver komma uppifrån, och dessa två utvecklingsdrivkrafter kommer att behöva gå hand i hand. Men i dagsläget är ingenting givet, vilket kan få till följd att utvecklingen hämmas av den osäkerhet som per automatik uppstår.

I *top-down*-sammanhang präglas utvecklingen av internationell reglering där Sverige har en mycket hög närvaro. I princip har alla fordon som säljs på den gemensamma marknaden ett EG-typgodkännande som bygger på ramdirektiv 2007/46/EG. För att få ett sådant godkännande ska fordonet uppfylla de tekniska kraven för respektive fordonskategori. Automatiserade system som tar över köruppgiften regleras i UNECE:s reglemente 79¹².

Automatiseringsgraden hos vägtrafikfordon regleras med stöd av en standardiserad skala, SAE J3016 (se faktaruta). I november 2017 fastställde den

SAE J3016 - standard för automation av vägfordon

Mänsklig förare övervakar körningen:

Nivå 0: Ingen automation

Nivå 1: Förarassistans

Nivå 2: Partiell automation

Automatiserat förarsystem övervakar körningen:

Nivå 3: Villkorlig automation

Nivå 4: Hög automation

Nivå 5: Full automation

arbetsgrupp (UNECE GRRF) som utarbetar kravnivåer för detta reglemente kriterier för automatiserade system (ACSF – Automatically Commanded Steering Function) motsvarande SAE-nivå 2. Just nu arbetar gruppen med vilka övergångsbestämmelser som ska gälla, vilket påverkar när det kommer att bli möjligt att få ett sådant system typgodkänt. Nästa steg blir att utarbeta kriterier för automatiserade system med högre automatiseringsgrad (SAE-nivå 3–5).

Förarens skyldigheter regleras via den så kallade Wienkonventionen¹³ (av de länder som anslutit sig till konventionen). I Sverige har konventionen implementerats i Trafikförordningen. Sedan ett par år tillbaka pågår ett arbete för att anpassa konventionen till den nya utvecklingen utan att trafiksäkerheten äventyras eller försämrats. Arbetet sker i likhet med fordonskraven inom UNECE (WP1 Working Party on Road Safety). Förarbegreppet hanteras även på nationell nivå inom ramen för regeringens utredning om självkörande bilar där en slutrapport kommer att presenteras i mars 2018.

Regelverk för hur fordonen ska kopplas till väginfrastrukturen styrs av ITS-direktivet¹⁴. Arbetet är högaktuellt och under hösten 2017 presenterade EU-kommissionen slutrapporten i det arbete som pågått i ett antal år. Kommissionen har nu inlett ett arbete med delegerade akter¹⁵ som närmare ska beskriva olika områden, exempelvis tekniska kommunikationslösningar.

Försöksverksamhet är en förutsättning för att få tillräcklig kunskap inför framtida regelutveckling. Många länder har nationella regler för detta och så även Sverige där det sedan 1 juli 2017 är möjligt att ansöka om tillstånd med försök med självkörande bilar¹⁶.

I närtid ligger också försök med gränsöverskridande trafik, ett arbete som bland annat genereras av Amsterdamavtalet från 2016 och där de nordiska länderna kommer att genomföra försök inom ramen för Nordic Way II. Försöken omfattar såväl uppkoppling som automation.

Vägtrafik - utmaningar

Det finns en betydande mängd utmaningar inom området. En central förutsättning för utveckling är att olika regelområden behöver närma sig varandra – det behövs en mer horisontell reglering där hänsyn kan tas till helheten. Där återstår en hel del arbete.

En mer specifik fråga är vilka skyldigheter en förare bör ha när det automatiserade systemet är aktiverat – eller, omvänt, vilka aktiviteter föraren kan ägna sig åt med tanke på att systemet ska kunna kalla tillbaka föraren (som då ska återta kontrollen) när förutsättningar saknas för att det automatiserade systemet ska kunna fungera. Många frågor finns kring "gråzoner" (SAE-nivå 3) där både teknik och människa är aktiva samtidigt.

På fordonsidan behöver dagens typgodkännandesystem utvecklas eftersom det inte förmår hantera nya typer av fordon på ett bra sätt. Befintliga tekniska krav är inte lämpliga för nya produkter med exempelvis mer specifika funktioner – exempelvis långsamtgående fordon eller fordon helt utan förarplats. En övergång från *tekniska krav* till mer *funktionella krav* är nödvändig för att regelverket ska kunna möta utvecklingen.

Det sista året har trafikregleringen – och dess digitalisering – kommit mer i fokus. Området karaktäriseras av stora utmaningar eftersom det är ett område som inte är harmoniserat. Fordon och trafik som rör sig över nationsgränser kommer att förutsätta ett harmoniserat regelverk.

Digitaliseringen medför även svårigheter vad gäller dataskydd och integritetsfrågor. Hänsyn kommer att behöva tas till den nya dataskyddsordningen GDPR¹⁷ som träder i kraft i maj 2018.

I det internationella perspektivet ser man att drivkrafterna, oavsett om de är av *top-down*- eller *bottom-up*-natur, för införande av självkörande farkoster är störst i de länder där lönekostnader är högst; där finns starka incitament att "få ut människan ur loopen" eftersom det finns betydande affärsmässiga skäl. Men det finns också höga krav på att utvecklingen i sig måste ske på ett affärs-



mässigt sätt. Aktörer är enbart beredda att gå in i utvecklingen om det finns affärsmässiga fördelar att hämta.

Sammantaget är det viktigt att Sverige arbetar på ett sådant sätt att svenska ståndpunkter får genomslag i det internationella förhandlingsarbetet. Vår möjlighet att påverka är beroende av hur andra agerar och om det finns andra länder att samarbeta med.

Vi ser också att nya aktörers inträde påverkar oss ställer nya krav på hur vi förmår utföra vårt uppdrag. Vi behöver arbeta mer med kommunikation och metodik kring dessa frågor.

Sjöfart - hur ser regelverket ut?

Det internationella regelverket för civil sjöfart omfattar hela världen och hålls ihop av den FN-baserade organisationen för civil luftfart, International Maritime Organization (IMO).

Intresset för autonom sjöfart, gällande allt från mer automatiserad teknik på fartygen till helt självgående fartyg, ökar såväl nationellt som internationellt. I dag finns inte några specifika regler om autonom sjöfart. Detta innebär att autonoma fartyg träffas av alla regler som gäller för konventionella fartyg. Denna tolkning förutsätter dock att det autonoma fartyget betraktas som ett fartyg. Gör



man motsatt bedömning är verksamheten i stort oreglerad.

Transportstyrelsen arbetar med att samla in information kring behovsbilden, föra dialog med regeringskansliet, följa och vid behov driva på den internationella utvecklingen samt bilda samarbetsgrupper internt och externt.

Internationellt och i grannländerna pågår ett arbete för att möjliggöra transporter med autonoma fartyg. Norge planerar för att ha sitt, nu under tillverkning, autonoma fartyg *Yara Birkeland* i drift utmed Norges kust 2020 och Finland planerar för helt autonoma fartyg i Östersjön 2025.

Sjöfart - utmaningar

Sjöfarten har av tradition varit känd för manuell informationshantering, en låg grad av informationsdelning och en viss tröghet gentemot förändringar i fördelningen av ansvar och befogenheter. Detta håller nu på att ändra sig. Digitaliseringsvågen som sveper in över samhället smittar också på sig på sjöfarten och det pågår en rad FoU-initiativ inom området. Svenska aktörer ligger långt framme i denna utveckling. Exempelvis leder Sverige utvecklingen inom *Sea Traffic Management*. Följden av att nyttja digitaliseringens potential inom logistikområdet kan komma att innebära:

- minskade behov av kapacitetshöjande åtgärder på land och minskade kostnader för underhåll;
- ökad säkerhet;
- minskade emissioner till luft och i vatten;
- starkare konkurrenskraft för näringslivet genom effektivare logistik;
- ett forskningsmässigt spjutspetsområde och ökade exportmöjligheter för svenskt näringsliv.

Digitaliseringsområdet innefattar satsningar inom exempelvis uppkopplade fartyg, ökad digitalisering i hamnar, autonom/smart sjöfart, trafikledning och informationsdelning samt positionering och kommunikation.

För att verka för internationell samsyn och synliggöra de frågeställningar som uppkommer har Finland, i samarbete med övriga nordiska länder, Estland och Nederländerna, lämnat en inlägga till den internationella sjöfartsorganisationen IMO. Även Storbritannien har lämnat en inlägga som uppmanar till en inventering av regelverket i syfte att synliggöra eventuella hinder för autonom sjöfart. Uppmaningen har vunnit gehör och IMO kommer att arbeta vidare med frågan.

Inom sjöfarten finns, i likhet med inom övriga trafikslag, ett behov av att anpassa regler till ny teknik inom området, särskilt i förhållande till helt autonoma fartyg. En annan utmaning kan vara introduktion av nya användningsområden av fartyg både när det gäller större och mindre tonnage.

Regelutvecklingen nationellt måste ske i sam-

klang med den internationella utvecklingen. En komplicerande faktor är att den svenska Transportstyrelsen, som är den myndighet som nationellt äger frågan om regelverk, har inte rådighet över alla regelområden som berörs. Det finns ett behov av att i första hand belysa hur Sverige ska hantera försöksverksamhet på sjöfartsområdet. I andra hand handlar det om att skapa ett regelverk som möjliggör utvecklingen.

Ett exempel på hur tillämpningen av befintligt regelverk kan behöva ses över är de internationella sjövägsreglerna, COLREG, där det bland annat framgår att *"på fartyg ska man ständigt hålla noggrann utkik med syn, hörsel och alla andra tillgängliga användbara medel så att man kan göra en fullständig bedömning av situationen och risken för kollision"*. Detta är ett exempel på krav som är formulerade med bas i en given teknisk lösning (närvarande människor) där det egentligen skulle behövas funktionella krav för att nya tekniker ska kunna införas. Den svenska tolkningen av regeln behöver utredas för att se om den bör justeras så att den möjliggör att befälhavaren exempelvis befinner sig på annan plats än på fartyget. Och eftersom sjöfarten är en global bransch med globala regler behöver stater enas om en gemensam tolkning, vilket potentiellt kan vara en tidsödande process.

Det behöver också utredas om autonoma fartyg – även de som är mycket små – är att betrakta som fartyg och om de ska omfattas av en registreringsplikt och om det finns behov av reglering på området.

I arbetet med regleringen av sjöfarten ur ett autonomiperspektiv är ett trippel-helix-samarbete mellan myndigheter, industri och akademi önskvärt för att nytta ska kunna dras av allas kompetens i den fortsatta utvecklingen.



Luftfart - hur ser regelverket ut?

Det internationella regelverket för civil luftfart omfattar hela världen och hålls ihop av den FN-baserade organisationen för civil luftfart, International Civil Aviation Organization (ICAO). EU har dessutom sin egen organisation för civil luftfart, European Aviation Safety Agency (EASA), med huvudsäte i Köln i Tyskland. EASA och nationella luftfartsmyndigheter är invävda i ett omfattande samarbete, där EASA typcertifierar i stort sett alla civila luftfartyg. Nationellt tillämpar LFV de gemensamma EU-föreskrifterna samt de föreskrifter som utgår från luftfartslagen, luftfartsförordningen och Transportstyrelsen och som reglerar all



flygtrafiktjänst i Sverige, både för militär och civil luftfart. Alla säkerhetskritiska inslag i verksamheten har brutits ned och finns beskrivna i handböcker, procedurer och instruktioner.

Obemannade luftfartyg är ett brett begrepp som omfattar samtliga luftfartyg som kan fjärrstyras. Obemannat luftfartyg består av ett luftfartyg (*unmanned aircraft*, UA eller *remotely piloted aircraft*, RPA), en markstation och en datalänk mellan dessa, ibland kallad C2-länk (*command-control*). Dessa tre delar bildar ihop ett obemannat luftfartygssystem (*unmanned aerial system*, UAS). Internationellt används *remotely piloted aircraft system* (RPAS) och *drone* (drönare) som generella begrepp.

Regler för luftrumsanvändning är gemensamma för hela EU men tillämpningen varierar, exempelvis om hur luftrummet delas upp för civila respektive militära ändamål. För UAS/RPAS pågår en utökning av EASA:s mandat att reglera drönanområdet i hela EU (i dag regleras drönare under 150 kg nationellt). Den nya gemensamma regleringen kommer att omfatta alla drönare oavsett vikt.

Användning av drönare kan också påverkas av andra regelverk, exempelvis:

- Om drönaren bär en kamera måste hänsyn tas till föreskrifter runt kameraövervakning och personlig integritet¹⁸. Spridning av bilder från luften kan behöva spridningstillstånd från lantmäteriet.

- Naturskydd mot flygande farkoster, inom naturreservat, nationalpark och liknande, styrs av respektive län och Naturvårdsverket.

Framtida regelverk tas fram av EASA baserat på vilka möjligheter och användningsområden som öppnar sig.

Luftfart - utmaningar

Användningsområden för obemannade flygfarkoster blir fler för varje dag och marknaden för obemannade farkoster växer kraftigt. Europeiska kommissionen ser digitalisering av luftfarten generellt och drönare specifikt som ett prioriterat tillväxtområde¹⁹.

Dagens utmaning handlar om både teknik och regelverk – att validera säkra system som ersätter avsaknad av pilot(er) ombord samt hur luftrummet kan delas mellan bemannade och obemannade farkoster på ett säkert och effektivt sätt. Integrationen av drönare i luftrummet är både en utmaning och nyckeln till flexiblare användning av fjärrstyrda och autonoma farkoster i luftrummet.

Kvarvarande arbete är kartlagt²⁰ och pågår inom europeiska program som SESAR och MIDCAS, standardiseringsorgan som EUROCAE och ICAO och nationellt bland annat inom SweDemo (Vinnova-finansierat). Sverige deltar i dessa (Saab, FMV, LFV med flera) och har ledande roller för utveckling, validering och standardisering av nyckelteknologier och operativa procedurer för detta, inklusive *detect and avoid* som är tekniken att ersätta piloten ombord med säkerhetssystem för att både undvika kollision och ge piloten på marken omvärldsuppfattning. Detta område är också ett exempel på hur militär teknik och utveckling (i detta fall Gripens system för undvikande av kraschlandning (*ground collision avoidance system*, GCAS) hittar civila tillämpningar, marknader och affärer vilket inte bara är en lösning på samhällsutmaningar utan också skapar nationell konkurrenskraft.

Från myndighetshållet kan regelverk utvecklas på ett sätt som detaljstyr tekniska lösningar och hindrar innovation. Från landvinningshållet kan

utveckling av regelverk genomförs med begränsat perspektiv och med egenintresse som enda drivkraft. Trippel-helix-samverkan inom landet och Europa (eftersom regelverken i huvudsak inte är nationella) är nödvändig.

Sverige har precis sett över sitt regelverk för att underlätta utveckling av nya tjänster med drönare. I korthet innebär dessa regler:

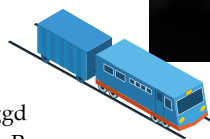
- Samtliga drönare som väger under 150 kilogram omfattas av reglerna.
- Inget krav på tillstånd från Transportstyrelsen för drönare som väger under 7 kilogram och som flygs inom synhåll och minst 5 kilometer från flygplatser.
- Den maximala flyghöjden för de allra flesta drönare är 120 meter över mark i okontrollerad luft.
- Förenklat tillstånd för drönare som väger 7–25 kilogram och som flygs inom synhåll.
- För drönare som används av militär, och blåljusmyndigheter gäller särskilda villkor.

Fullständiga regler finns på Transportstyrelsens webbsida²¹. Se mer på www.autosyn.se/initiativ om initiativ för uppdatering av europeiska bestämmelser för fjärrstyrd luftfart.

Järnvägstrafik – hur ser regelverket ut?

Järnvägen har traditionellt varit uppbyggd efter nationella bestämmelser och behov. Regeringen har gett Transportstyrelsen rätt att meddela föreskrifter för att detaljreglera området, vilket publiceras i Järnvägsstyrelsens författningssamling (JvSFS). Regelverket och den operativa driften drivs dock mer och mer mot en harmonisering mot ett gemensamt europeiskt regelverk och standardiserade tekniska och operativa lösningar. Syftet är att sänka järnvägens kostnader och öka konkurrenskraften genom att tåg kan framföras mellan olika medlemsländer utan tekniska problem.

EU har beslutat att skapa ett gemensamt europeiskt järnvägsnät för konkurrenskraftig godstrafik. Inom ramen för regleringen skapar man ett antal stamnätskorridorer med gemensam planering, trafikstyrning vid störningar, undersökning av



transportmarknadens behov och tilldelning av kapacitet vid en kontaktpunkt. En viktig del av att skapa dessa korridorer är att skapa gemensamma regler, standarder och tekniska lösningar för tågtrafikledning. Viktiga system för detta är European Rail Traffic Management System (ERTMS), Telematic Applications for Freight (TAF) och Telematic Applications for Passenger services (TAP).

Inom EU har man fattat beslut om det så kallade fjärde järnvägspaketet²² som ställer krav på att svenska regler ska uppfyller de nya krav som finns i paketet och som ska börja tillämpas den 16 juni 2019. Kraven innebär bland annat att kommissionens och ERA:s (Europeiska unionens järnvägsbyrå) roll stärks och att utrymmet för medlemsstaterna att ha egna tekniska regler och säkerhetsregler

begränsas. Kraven ökar på driftskompatibilitet och säkerhet och innebär bland annat att de nationella persontrafikmarknaderna i EU öppnas för konkurrens inom vissa ramar. Ökad konkurrens på järnvägsmarknaden kommer troligen att driva ned konsumentpriserna och därmed möjliggöra klimatsmartare resande där flyg i ökad utsträckning kan ersättas med tåg även för internationella resor.

Kommissionen föreslår även krav på kommersiell upphandling av avtal om kollektivtrafik. Nuvarande generella undantag för järnväg som ger behöriga myndigheter rätt att direkttilldela dessa avtal tas därför bort, men nya mer specifika undantag införs istället. Vidare föreslås att infrastrukturförvaltare ska utföra sina uppgifter oberoende av järnvägsföretag eller andra aktörer.

De nya reglerna inom ramen för EU:s fjärde





järnvägspaket kommer att innebära ökade möjligheter för standardiserade tekniska lösningar för automation, autonomi och fjärrstyrning, men innebär samtidigt en risk för mer begränsade möjligheter att utveckla dessa i mindre skala med lokal tillämpning i Sverige.

Järnvägstrafik - utmaningar

Många juridiska utmaningar kan förhoppningsvis lösas med det pågående arbetet att anpassa svensk lagstiftning till EU:s fjärde järnvägspaket. Men risken är att den ökade anpassningen mot ett stort antal länder med olika tekniska och operativa lösningar kan leda till att man anpassar sig till en lägsta gemensam nivå.

Informationsutbyte inom persontrafikområdet på järnväg är väl utvecklat, och det mesta av denna

information är öppet tillgängligt, även om nyttjandet är bundet till licensvillkor. Detta följer den satsning som gjorts generellt i Sverige på öppna data kring kollektivtrafik. För den godsrelaterade järnvägen är information generellt tillgänglig för trafikföretagen (operatörerna) men inte tillgänglig för tredjepartsaktörer. Detta anges ofta bero på konkurrensskäl mellan aktörer, men vår bedömning är att delar av detta skulle kunna öppnas, utan negativ inverkan på konkurrensen. Delar av denna information skulle möjliggöra integrationstjänster mellan trafikslag och i knutpunkter.

För att möjliggöra trafikslagsövergripande informationssamverkan behövs information från samtliga trafikslag. Resenärer, transportköpare och transportörer ställer höga krav på information om hela resan och transportkedjan. Därför måste det

ske en samverkan med information i bytespunkterna där resenären/godset byter trafikslag. För gods på järnväg är det speciellt viktigt att informationsutbyte sker med hamnar och distributionsanläggningar. För persontrafik är det speciellt viktigt att utbyta information med kollektivtrafik och flyg.

En av de största utmaningarna för att åstadkomma informationsutbyte är digitalisering av alla relevanta delar av järnvägsinfrastrukturen. Nationellt försöker Trafikverket adressera utmaningarna inom tre projekt:

- **MPK** (Marknadsanpassad planering av kapacitet). Målet är att skapa moderna arbetssätt och verktyg för enklare, snabbare och mer transparent planering av järnvägens användning. Man vill förbättra för kunder som vill ansöka om kapacitet och få ett bra underlag för en optimerad styrning av samtliga trafikverksamheter.
- **NLT** (Nationell tågledning). Målet är att införa en nationell tågledning för att skapa effektivare och mer flexibel styrning av tågtrafiken. Genom att automatisera styrningen av tekniken och kan man istället fokusera på proaktiv och konfliktlösande planering av trafiken.
- **Anda** (Anläggningsdata och trafiknät). Målet är att samla in, säkerställa och göra data om väg, järnväg och IT-infrastruktur tillgänglig. Den digitaliserade datan ligger bland annat till grund för underhåll av infrastrukturen och planering och styrning av väg- och tågtrafiken.

Generella utmaningar

På den strategiska och trafikslagsövergripande system-av-system-nivån behöver hänsyn tas till exempelvis försäkringsproblematiken. Gods behöver kunna försäkras i ett multimodalt transportsystem, genom säker delning av digital information via autentisering, signering och kryptering.

Ett intelligent transportsystem hanterar effektivt trafikflöde under dynamisk riskhantering. Dessa aspekter måste kunna mätas och regleras i realtid för ett balanserat och optimalt nyttjande av systemen. Måtten måste kunna sättas i relation till försäkringsfrågan och försäkringspremier, exempelvis vid *platooning* (automatiserad konvojkörning) är hastighet och avstånd mellan fordonen avgörande för säkerhet och prestanda.

Försäkring i ett multimodalt autonomt trans-

Regelverk

- utmaningar i sammandrag

C1 - Ansvarsfördelning. Det är en utmaning att juridiskt definiera vilka skyldigheter en förare eller befälhavare av en farkost bör ha när det automatiserade systemet är aktiverat. Här finns delvis olika ansatser inom de olika trafikslagen.

C2 - Begränsningar för datautbyte. En av de viktiga förutsättningarna för autonomi, automation och fjärrstyrning är ett ökat datautbyte mellan systemen för att skapa ett system av system för multimodala transporter. Inom en del områden är datautbytet mer begränsat vilket ofta anges bero på lagar (såsom GDPR) och konkurrensskäl mellan aktörerna.

C3 - Drivkrafter för nytt regelverk. Det uppstår både problem och möjligheter kopplat till att utveckling av regelverk inom nya områden drivs både från myndighetshållet (*top-down*) och baserat på tekniska landvinningar (*bottom-up*).



portsystem kommer troligtvis att regleras genom både regelverk (*top-down*) och kommersiella aktörer (*bottom-up*) men är fortfarande en öppen fråga. Försäkringsbolaget Lloyd's har i en studie²⁵ identifierat att försäkring och reglering av *robotics and autonomous systems* (RAS) är det största hindret för att dra fördelar av ny teknik.

Aktörer

De aktörer som i första hand är involverade i arbetet med regelverk på vägtrafiksidan är myndigheter, industri (fordonstillverkare, teknikföretag, telekomindustri och andra), akademi, kollektivtrafikutövare, väghållare, tekniska tjänster (provningsorgan) och liknande.

På sjöfartssidan är viktiga aktörer Transportstyrelsen, Sjöfartsverket, Försvarets materielverk, SSPA, Saab, Stena, Wallenius samt forskningsorganisationer såsom Lighthouse och RISE Viktoria. Tillsammans vill man främja svensk teknik och verksamhet, för bibehållen effektivitet och konkurrensförmåga, nå ökad acceptans inom Sverige för utveckling och testverksamhet avseende obemannad sjöfart, samt en enad front internationellt.

På flygsidan är de viktigaste aktörerna: Transportstyrelsen som tar fram regler, ger tillstånd och följer upp hur de efterlevs. LFV bedriver flygtrafikledningstjänst och drift, förvaltning och utveckling av teknisk infrastruktur. Swedavia driver flygplatser och erbjuder start- och landningstjänster. Trafikverket ansvarar för den långsiktiga infrastrukturplaneringen av luftfart så som tillgänglighet, kapacitetsplanering och prognoser. Flygbolagen tillhandahåller lufttransporttjänster för resande passagerare och gods. På drönarsidan finns det nya aktörer, både kunder och leverantörer, som inte har luftfartskunnande. De är viktiga för att bryta nya vägar för hur den nya teknologin ska kunna ge stor nytta för samhället.

På järnvägssidan är de viktigaste aktörerna reglerings- och tillsynsmyndigheter såsom Transportstyrelsen, infrastrukturförvaltare såsom Trafikverket, tågoperatörer såsom SJ, Veolia, Green



Cargo, SL, Spårentreprenörer såsom Infranord, Fordonstillverkare såsom Bombardier, Fordonsförvaltare såsom Transito, SL, samt forskningsinstitut såsom RISE Viktoria/SICS. Järnvägsbranschens Samverkansforum, JBS, har bildats av aktörerna inom järnvägsbranschen i Sverige med syftet att prioritera, effektivisera, samordna och driva på förbättringsarbete som rör järnvägssystemets funktion och förnyelse för att öka den svenska järnvägens robusthet, konkurrenskraft och lönsamhet.

Synergimöjligheter

Försöksverksamhet i testbäddar och i riktiga miljöer är en förutsättning för att få tillräcklig kunskap inför framtida regelutveckling. Många länder har nationella regler för försöksverksamhet och Sverige skulle kunna skapa gemensamma regler för prov och försök inom multimodala transporter.

Denna test- och utvecklingsverksamhet skulle kunna bedrivas i form av *policy-labb* som ett verktyg för policyskapande till den svenska regeringen. Dessa nya verktyg, metoder och processer ska vara ett stöd för att utveckla policy, regler och lagstiftning genom att ta hänsyn till; hur man arbetar över gränser och sektorer, mellan förvaltningar och departement och hur man involverar användare och medborgare i processen som ska vara öppen och inkluderande. Det är viktigt att se de möjligheter, och problem, som nya tjänster via luftrummet kommer att ge. Samhällets acceptans är givetvis helt väsentlig.

Betydande möjligheter finns att ta tillvara erfarenheter och applicera utveckling från andra sektorer på sjöfarten. Exempelvis finns teknik och applikationer inom såväl bilindustrin som flygindustrin som kan bidra till att utveckla området autonom sjöfart/uppkopplade fartyg. Det kan bland annat handla om utvecklingen av fjärrstyrning och trafikledning, vilket kan möjliggöra förbättrad navigationsassistans för sjöfarten med ökad sjösäkerhet som resultat. Det handlar också om uppkopplade hamnar där informationsdelning och hopkoppling med fartygen medför ökade möjligheter till

just-in-time-anlöp och en effektivare anlöpsprocess. Det är dock inte bara teknik och processer som behöver utvecklas för att sjöfarten ska kunna få en effekthemtagning av digitaliseringsutvecklingen. Affärsmodeller och juridik behöver ses över och uppdateras.

I arbetet med regleringen av transporter ur ett autonomiperspektiv är ett trippel-helix-samarbete mellan myndigheter, industri och akademi önskvärt för att nytta ska kunna dras av allas kompetens i den fortsatta utvecklingen. Det är också viktigt att Sverige arbetar på ett sådant sätt att våra svenska ståndpunkter får genomslag i det internationella förhandlingsarbetet.

D Samverkan mellan människa och autonoma system

”Oavsett trafikslag kommer mänsklig interaktion vara ett faktum. Detta innebär i sin tur att det måste finnas sätt att interagera med ett automatiserat system.”

Hur kan människor och autonoma system samverka?

Den forskning och utveckling som under över-skådlig tid kommer att göras på området kommer med nödvändighet att behöva behandla *övergången till* autonoma system, inte bara hur de framtida systemen ska fungera när de är fullt införda. De stora utmaningarna finns därför dels i design av de framtida systemen, dels i ”samexistens” mellan autonoma och människokörda fordon.

Tekniken behöver införas på så bred front som möjligt, samtidigt som det måste finnas en tolerans för att inte alla fordon har den nya tekniken under en relativt lång övergångsperiod.

Interaktionen mellan människa och maskin – framför allt automatiserade system – är extremt viktig för en säker introduktion av automatiserade system. Människor har under årtionden utsatts för automatiserade system av olika slag och i olika utsträckning, där ett tidigt exempel är flygindustrin med sin autopilot (som tar över taktisk och operationell kontroll av flygplanet) och elektronisk stabilisering (exempelvis Saab 39 Gripen, där automation ser till att kontrolllytorna betar sig på ett sådant sätt att planet kan flyga överhuvudtaget).

Sedan mitten av 90-talet har det även tillkommit liknande system i personbilar, i det tidiga skedet var det automatisk farthållare som även behöll avståndet till framförvarande fordon. Numera finns även lateral kontroll som håller bilen inom körfältet. Dessa system kommer numera som standard från ett antal tillverkare, till exempel Volvo Cars Pilot Assist. Dock har det återigen visat sig att människor och automation sällan fungerar bra tillsammans.

Utmaningar

Det finns ett antal utmaningar på människa-maskinområdet inom automationsdomänen. Forskning inom fordonsautomation har påvisat ett antal problem i de intermediära stegen av automation (SAE J3016 nivå 0–2, se sida 22) där en förutsättning är att människan finns tillgänglig som backup. Vid en tillräckligt hög automationsgrad kommer människans roll att minska avsevärt, då denne istället kommer ha en strategisk roll, där destinationer, ruttomläggningar och liknande hanteras av människan.

Oavsett trafikslag, och oavsett automatiseringsnivå, kommer mänsklig interaktion vara ett faktum. Så länge människan förväntas interagera med säkra autonoma system är *human factors* det absolut viktigaste området. Fokus behöver vara på utveckling och utvärdering av robusta system, samt design

av interaktion och gränssnitt mellan människa och system.

En av de primära utmaningarna vid design av interaktion mellan människa och maskin i autonoma system är att designa gränssnitt och interaktion på ett sådant sätt att transparens upprätthålls; användare av dessa system måste kunna ha en förståelse för systemets begränsningar, och operationella gränser, så att dessa system kan användas på ett säkert sätt.

Ett automatiserat system behöver, i trafikslagsöverskridande implementationer, vara designat på ett sådant sätt att användaren kan använda sig av samma typ av gränssnitt för interaktion med alla trafikslag. Detta för att minska eventuella inlärningsströklar. Samtidigt måste systemet tillhandahålla transparent information med både temporal och kontextuell relevans.

Med den ökande mängden data som genomkorsar multimodala trafiksystem kommer mängden information till de människor som trots allt kommer att hantera systemet och dess ingående delar att

Samverkan mellan människa och autonoma system – utmaningar i sammandrag

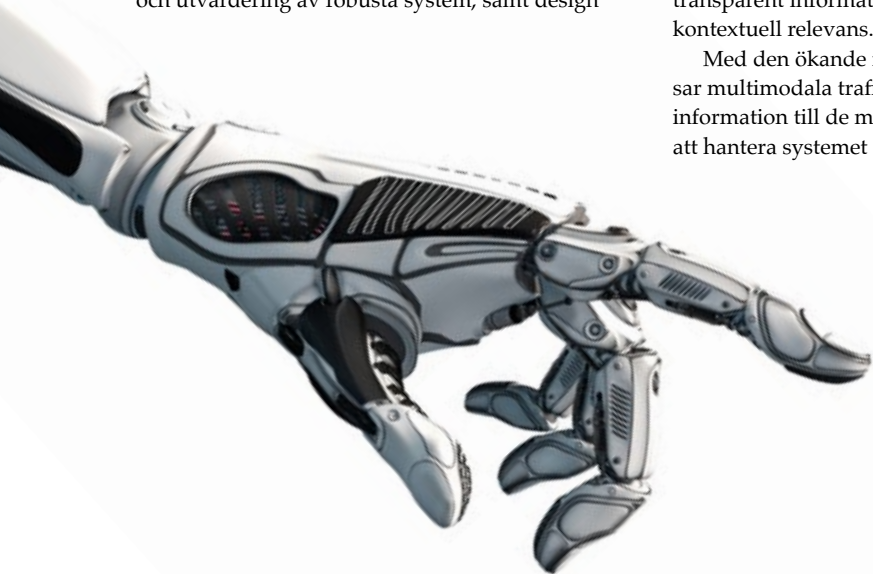
D1 - Förståelse för begränsningar. En av de primära utmaningarna vid design av interaktion mellan människa och maskin i autonoma system är att designa gränssnitt och interaktion på ett sådant sätt att användare av dessa system förstår systemets begränsningar.

D2 - Informationsmängd. Med den ökande mängden data som genomkorsar ett multimodalt trafiksystem riskerar mängden information till användarna av systemet och dess ingående delar att ha potential att bli stor och svårhanterlig.

D3 - Mentala modeller. För att undvika användarmissstag finns det ett behov av att under utvecklingen av multimodala system studera hur användare uppfattar och skapar en mental modell av funktioner som spänner över ett komplext system av system.

ha potential att bli enorm och svårhanterlig. Här behövs bra beslutstödssystem som kan stödja människan så att rätt information presenteras för och förstås av användaren så att rätt beslut kan tas.

En närliggande utmaning är hur roller och bemanning förändras av utvecklingen och vilken ny kunskap och kompetens som behövs av männi-



Exempel: Intentioner



Så länge det finns en förare i varje fordon kan många problem lösas genom kommunikation mellan människorna, även om den många gånger är subtil. En förare kan exempelvis se att en annan förare tänker lämna företräde i en korsning baserat på vilken riktning denne tittar i. Sådana intentioner är mycket svåra att både ge och ta emot för en förarlös bil, vilket skapar en osäkerhet hos andra trafikanter som snabbt leder till störningar i trafikflöden. Man måste då bygga in kommunikationsmekanismer mellan fordonen för att uttrycka status, intentioner, och långsiktigare planer. Dessa mekanismer utformas lämpligen som en hierarkisk ledningsstruktur, där lägre nivåer implementeras i det enskilda fordonet och högre nivåer i IT-system utanför.

skorna som besätter dessa roller. Ansvarsförhållanden behöver analyseras vid exempelvis fjärrstyrning och navigationsassistenten. Inom detta område finns erfarenheter att utbyta mellan olika trafikslag.

Det finns ett behov av att inte bara studera vad det är som leder till olyckor utan också vad det är som gör att trafiken löper som den ska. Vad är det som gör att människor *undoiker* olyckor?

Det finns självklart ett beroende av att sensor- och teknikplattformarna har nått en tillräcklig utvecklingsgrad för att kunna testas, och även simuleras. Simulering är även en viktig tillgång där modellering av sensorer, kontrollalgoritmer och även simulering av *human-in-the-loop*-karaktär kan genomföras för system som ännu inte finns implementerade på hårdvara avsedd för testning och användning i verkliga förhållanden. Simulering leder också till att sådana system kan utvecklas och trimmas in utan att utsätta användare för onödigt risk innan systemet når en sådan mogenhet att det kan testas i testbäddar.

Aktörer

Det finns ett antal pågående projekt med relevans inom området automatisering i olika transportmodaliteter. Ett antal projekt behandlar autonom körning såsom EU-projektet **BRAVE**, Volvos **DriveMe**-projekt och projektet **Hi:DAVe** i Storbritannien. Utöver dessa finns även MIT:s studie **MIT Autonomous Vehicle Technology Study: Large-Scale Deep Learning Based Analysis of Driver Behavior and Interaction with Automation**. Inom flygdömen finns även EU-projektet **Open FlightDeck** där man utvärderar designen av framtidens cockpit.

Inom området för vägtransport är Zenuity en ledande aktör som fungerar relativt fristående från sin ena ägare Volvo, och som därför inte är lika bunden till att göra den egna fordonsflottan konkurrenskraftig utan snarare fokuserar på teknikutvecklingen. Det behövs liknande initiativ inom järnväg och sjöfart, där de skulle kunna ha stor påverkan.

Inom autonomt och fjärrstyrt flyg är Saab tillsammans med LfV en ledande leverantör.

Synergimöjligheter

För att minska inlärningströsklar mellan multimodala automatiserade system, behöver systemen vara designade på ett sådant sätt att användaren kan använda sig av samma typ av gränssnitt för interaktion med alla trafikslag.

Interaktion med system av system är av naturen komplex och för att skapa en förutsägbarhet av hur användare kommer att agera finns ett behov att kunna testa och simulera gränssnitten. Simulering leder också till att sådana system kan utvecklas och trimmas in utan att utsätta användare för onödiga risker.

Synergier kan hittas mellan akademi, forskningscentra och industri, möjligen genom nätverksträffar. Testbäddar, och även simulatoranläggningar behöver koordineras och kartläggas på ett sådant sätt att akademi och industri får en uppfattning om tillgänglig utrustning, kostnader och kontaktpersoner. Ytterligare initiativ skulle kunna vara seminarier där studier och forskningsprojekt presenteras och utvärderas innan de genomförs för att se till att kvalitet och resultat är av högsta standard.

- 11 IEEE definierar robusthet som hur väl ett system eller en komponent fungerar trots ogiltiga indata eller påfrestande förhållanden.
- 12 Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to steering equipment.
- 13 1968 års konvention om vägtrafik.
- 14 The ITS Directive 2010/40/EU.
- 15 Syftet med delegerade akter är att uppmuntra lagstiftaren att koncentrera sig på de grundläggande inslagen och undvika att lagstiftningsakter blir alltför detaljerade. Lagstiftningsarbetet blir därmed mer effektivt.
- 16 www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Fordon/forsoksverksamhet/sjalvkorande-fordon/
- 17 General Data Protection Regulation, Regulation (EU) 2016/679.
- 18 www.datainspektionen.se/fragor-och-svar/kameraovervakning
- 19 EC Helsinki Drones declaration, European Drone Outlook Study.
- 20 European Roadmap for the safe integration of drones.
- 21 www.transportstyrelsen.se/sv/luftfart/Luftfartyg-och-luftvardighet/Obemannade-luftfartyg-UAS/nya-regler-for-dronare
- 22 www.transportstyrelsen.se/sv/Regler/Regler-for-jarnvag/eu-lagstiftning/eus-jarnvagspaket/fjarde-jarnvagspaketet
- 23 Lloyd's Register Foundation (LRF) studie "Forsight review of robotics and autonomous systems".

5 Förslag på fortsatt aktivitet

I det här kapitlet utgår vi från de utmaningar och synergimöjligheter vi identifierade i föregående kapitel och föreslår aktiviteter som underlättar forskning och innovation på området.

De förslag vi lämnar i det här kapitlet är utformade för att tillsammans skapa möjlighet att övervinna de utmaningar vi listade i kapitel 4. För respektive förslag ger vi en indikation om deras tidsperspektiv, för att det ska bli tydligt vilka insatser som kan förväntas ge effekt vid vilka relativa tidpunkter.

Insatser som behövs på höga TRL, inom industrin och nära marknaden, har potential att ge resultat på kort sikt, och dessa har framför allt bäring på utveckling av fordonsnära lösningar såsom algoritmer/sensorer och interaktion mellan system och med icke-autonoma system – lösningar för övergångsperioden.

De insatser som föreslås på lägre TRL, framför allt inom akademien, kan inte förväntas ge resultat

på marknaden annat än på lång sikt, samtidigt som denna typ av insatser naturligtvis kan skapa *förutsättningar* för aktiviteter på medelhöga och höga TRL på betydligt kortare sikt. Här handlar det framför allt om systemaspekter som kan byggas upp under längre tid och där samexistens mellan autonom och "manuell" trafik inte är lika intressant.

I förslagen har speciell hänsyn tagits till den samverkan som behöver ske mellan aktörer för att synergier ska uppstå, inte minst mellan de olika aktörstyperna i den så kallade trippelhelixmodellen som innefattar akademi, industri och offentlig sektor.

För att Sverige ska kunna skapa en konkurrenskraftig position i den globala utvecklingen av för

autonoma transportsystem behöver den svenska forskningen och innovationen renodlas till ett nationellt erbjudande. En avgränsning behöver ske så att de satsningar som görs på bästa sätt tar hänsyn till Sveriges befintliga styrkeområden och potential att skapa ännu mer styrka.

Våra förslag



Insatsområde 1: Forskning, utbildning och kunskapsutbyte

Sverige har stora behov av att förbättra sin förmåga att utveckla komplexa system av system, eftersom detta är avgörande för den fortsatta digitaliseringen av samhället, såväl inom transporter som inom andra områden. För att uppnå den önskade förmågan att utveckla digitaliserade autonoma multimodala transportsystem krävs kunskap, kompetens och kapacitet, vilket kan uppnås genom markant ökade insatser inom forskning och utbildning.

Det finns också ett stort behov av utbildning inom systems engineering, systemtänkande, systemsäkerhet och system av system, vilket kan mötas genom utvecklandet av gemensamma kurser inom dessa discipliner, inklusive nätbaserade utbildningar för verksamma ingenjörer, och doktorandskolor för både högskole- och industridoktorander. Som ett komplement krävs också åtgärder av samhället för att ta bort onödiga hinder för att utveckla multimodala transportsystem, och genomdriva standarder. Till slut behöver också mötesplatser skapas, som kan ge bränsle åt interaktionen mellan intresserade individer och organisationer.

Genom korsbefruktnings av innovationer från olika trafikslag och aktörer ges dels direkta förutsättningar för fortsatt ledande roller inom tillhörande områden generellt, dels ökade möjligheter att nå marknaden med specifikt dessa innovationer. Genom tillämpning över trafikslagen förutses lösningarna skapa möjligheter för alla trafikslag, där utmaningarna inom säkerhet och undvikande av kollisioner ju är identiska. På detta sätt bidrar programmet också till säkra transporter som är en förutsättning för ett robusta väg- och järnvägssystem samt en välutvecklad, innovativ och konkurrenskraftig sjö- och luftfart, som möter utmaningar

avseende sysselsättning, miljö- och hälsopåverkan samt klimatförändringar.

Förslag 1:

Vi föreslår en flerårig satsning på **forskning/innovation och kunskapsutbyte** inom området autonoma multimodala resor och transporter, i form av ett program som utgör ett integrerande komplement till pågående initiativ, exempelvis Vinnovas och Trafikverkets program. För att nå en bra integration ser vi gärna gemensamma forskningsutlysningar och demonstrationer.

Initiativtagare bör vara Vetenskapsrådet (TRL 1-3) för grundläggande forskning, Vinnova för tillämpad forskning (TRL 4-6), EU (TRL 7-8) och Industrin (TRL 9).

Konkretiseringsförslag 1.1:

Vi föreslår att ett nationellt trafikslagsövergripande forsknings- och kompetensutvecklingsprogram som adresserar utbildning, lärande och kompetenssäkring relaterat till ny teknik, såsom AI, människa-maskin-interaktion och cybersäkerhet. Mer specifikt bör initiativet handla om ny teknik i själva lärandet och kompetenssäkring²⁴.

Initiativtagare bör vara Vinnova, Trafikverket, Sjöfartsverket och/eller LfV i samarbete med universitet, institut och andra utbildningsorganisationer.

Konkretiseringsförslag 1.2:

Vi föreslår studier inom ramen för forskningsprogrammet i förslag 1 för att utforska krav på riskiden-

tifiering och säkerhetsbevisning vad gäller ny teknik, maskininlärning och artificiell intelligens. Målet är att ta fram en effektiv trafikslagsgemensam metodik för att identifiera riskkällor och säkerhetsbevisning.

Det är ett gemensamt behov att bättre matcha och möta ny teknik vad gäller säkerhetsarbete. Detta behov delas av tillsynsmyndigheter, industri och tjänsteleverantörer.

Initiativtagare bör vara Transportstyrelsen tillsammans med akademi, FOI och representanter från de olika trafikslagen.

Konkretiseringsförslag 1.3:

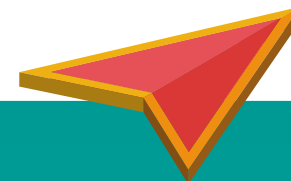
Vi föreslår en satsning på forskning och utveckling av nya affärsmodeller som möjliggörs av informationsdelning, automatisering och autonomi mellan trafikslagen.

Initiativtagare bör vara Vinnova, små och medelstora företag samt systemleverantörer.

Konkretiseringsförslag 1.4:

Vi föreslår ökade satsningar på arenor för utbyte av kunskap och erfarenheter mellan olika trafikslag och branscher. Kunskapsutbytet bör ske på alla nivåer mellan forskare, utvecklare, specialister, lagstiftare och användare. Inom arenorna kan lärosäten, näringsliv och offentlig verksamhet tillsammans identifiera relevanta behov och utveckla flexibla, korta högskolekurser på avancerad nivå för redan yrkesverksamma specialister.

Initiativtagare bör vara Vinnova, strategiska innovationsprogram, centrumbildningar, universitet, institut, branschorganisationer, systemleverantörer.



Insatsområde 2: Testbäddar för ökad autonomi inom multimodal trafik

De testbäddar för demonstration av automatiserade fordon och dess styrande och kontrollerande system som i dag finns i Sverige har tydligt fokus på de enskilda trafikslagen inom vilka de är verksamma. Här finns ett stort behov av att faciliteter synkroniseras och tillgängliggörs för trafikslagsövergripande verksamhet, dels för att demonstration av övergripande verksamhet i dag inte har någon naturlig hemvist och dels därför att ett sådant tillgängliggörande skulle skapa förutsättningar för den kunskapspridning mellan trafikslagen som är nödvändig för att det trafikslagsövergripande synsättet ska kunna utvecklas.

Demonstration av autonomi inom multimodal trafik kommer att behöva ske längs två parallella spår: dels fysisk demonstration av framforskade och preliminärt utvecklade delsystem (med multimodalt fokus), dels digital simulering av de ingående delsystem som inom överskådlig tid inte kommer att nå fysisk realiseringsgrad men som ändå kommer att behöva demonstreras i samverkan med övriga delsystem.

Den digitala testbädden kommer att vara av primärt intresse för de aktörer som verkar på lägre TRL, det vill säga universitet/högskola. Den motsvarande fysiska testbädden kommer behöva bygga på existerande faciliteter men kommer också att behöva definieras av de frågeställningar som uppkommer och belyses i det digitala sammanhanget, vilket betyder att den fysiska testbädden behöver lika stora insatser som den digitala.

De båda testbäddarna kommer att behöva

kommunicera med varandra, där den digitala delvis kommer att ligga före när det gäller komplexitetsgrad och införande av nya parametrar, samband och liknande. I den kan man simulera hur viktiga nya aspekter blir i det fysiska perspektivet och därefter utveckla den fysiska testbädden för validering av de aspekter som leder till viktiga förbättringar för det övergripande systemet.

Förslag 2:

Vi föreslår en integrerad **digital och fysisk testbädd** där man kan tillämpa storskaliga system-av-system-simuleringar av autonom och fjärrstyrd verksamhet i den fysiska testbädden, på en plats som har en bra skärningspunkt för trafik mellan många trafikslag.

Initiativtagare bör vara ett trippelhelix-kluster där initiala satsningar på den digitala testbädden görs av staten via Vinnova och efterföljande investeringar i den fysiska testbädden görs av industrin (transportoperatörer, systemleverantörer) offentliga aktörer (myndigheter och kommuner) och sedan drivs av akademien (universitet och institut).

Konkretiseringsförslag 2.1:

Vi föreslår en satsning på forskning för att skapa bättre beslutstödssystem för multimodala transporter²⁵. En viktig utgångspunkt föreslås vara synergier mellan lednings- och beslutstödssystemen ATM

för flygtrafikledning och STM för sjötrafikledning samt storskalig fjärrstyrning av infrastruktur såsom fjärrstyrda flygledartorn.

Initiativtagare bör vara systemleverantörer, transportoperatörer samt universitet och institut.

Konkretiseringsförslag 2.2:

Vi föreslår att existerande testbäddar som stödjer de enskilda trafikslagen kopplas ihop i ett nätverk. De testbäddar som ingår bör därefter digitaliseras och möjliggöra försök med sammankopplad simulering och interaktivitet.

Initiativtagare bör vara Vinnova och representanter för de olika testbäddarna och trafikslagen samt expertis från industri och akademi.

Konkretiseringsförslag 2.3:

Vi föreslår att testbädden i förslag 2 stödjer att simulera och praktiskt utvärdera är systemsäkerhet i multimodala transportsystem. Testbädden bör därför stödja forskning och utveckling av system-av-systemsäkerhet med koncept såsom: Självövervakande och självläkande system, blockchains för att säkerställa dataintegritet, simulering av bortfall av (del-)system inklusive kaskadeffekter och dess påverkan på användarna. En speciellt viktig aspekt är cybersäkerhet, det vill säga skydd mot intrång, överbelastningsattacker och liknande i cyberfysiska system av system som kombinerar molnbaserade tjänster och datalagring med inbyggda system.

Initiativtagare bör vara MSB, Vinnova och systemleverantörer.

Insatsområde 3: Policy-labb för utveckling av regelverk

Test- och utvecklingsverksamhet kring regelverk skulle kunna bedrivas i form av *policy-labb* som ett verktyg för policyskapande till den svenska regeringen. Dessa nya verktyg, metoder och processer ska vara ett stöd för att utveckla policyer, regler och lagstiftning genom att ta hänsyn till:

- hur man arbetar över gränser och sektorer;
- hur man arbetar mellan förvaltningar och departement;
- hur man involverar användare och medborgare i processen som ska vara öppen och inkluderande.

Detta är speciellt viktigt inom områden som utvecklas snabbt och lider av att dagens regler som styr användning av data är såväl komplexa som föråldrade.

Ett exempel på behovet av detta är det ökade

datautbyte som är en förutsättning för att autonomi, automation och fjärrstyrning ska kunna användas för att skapa ett system för multimodala transporter. Arbetet med att öka dataflödet kan i den sämsta av världar riskera att bromsas av anpassningen till GDPR-direktivet⁷, som införs under våren 2018. I de bästa av världar kommer den generella översyn som behövs av lagrad information i statliga och kommersiella system leda till en ökad förståelse och kontroll av vilken information som är tillgänglig för verksamheten och hur den (på ett lagligt) sätt kan kombineras med information från andra system.

Genom att skapa ett policy-lab får svenska myndigheter möjlighet att ta del av och påverka den tekniska utvecklingen i området för att säkerställa att regelverket är i linje med önskad samhällsutveckling. Dessutom ger det svenska företag en konkur-

rensfördel eftersom de kontinuerligt kan förankra sin tekniska utveckling gentemot myndigheternas visioner för det framtida transportsystemet.

Förslag 3:

Vi föreslår att det inrättas **policy-labb** inom området autonoma multimodala resor och transporter där berörda reglerande och sakägande myndigheter tillsammans med akademien och industrin kan utforska och utveckla nya policyer, regler och lagstiftning.

Initiativtagare bör vara Vinnova, Transportstyrelsen, MSB tillsammans med universitet och institut.

Den här tabellen visar i vilken utsträckning våra förslag uppfyller de utmaningar vi identifierade i kapitel 4.

Förslag	Utmaningar											
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3
1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
1.1			•	•	•	•				•	•	•
1.2	•	•		•	•	•	•		•			
1.3	•	•	•					•				
1.4	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2.1	•	•	•	•		•		•		•		•
2.2		•	•	•			•	•	•	•	•	•
2.3	•	•		•	•	•	•				•	
3			•	•	•		•	•	•			
4	•	•	•					•	•			
4.1	•	•	•									
4.2	•	•						•	•			
4.3	•	•						•	•			
4.4	•	•	•	•		•						
4.5	•	•		•	•	•	•		•			

Insatsområde 4: Informationsmodeller och standarder

För att individen ska kunna skapa sig en helhetsbild och få förutsättningar att bilda sig en uppfattning om lämpligaste resväg kommer denne att ställa större krav på trafikinformation som är totalt trafikslagsövergripande och innehåller gång-, cykel-, bil-, buss-, kollektiv- och tågtrafik samt sjö- och luftfart. Före resan krävs exempelvis trafikslagsövergripande information för optimerad planering av resan/transporten med relevanta färd- eller transportsätt. Vid resan/transporten krävs information som gör att individen eller transportören vid behov ska kunna planera om resan/transporten. Information om störningar och prognoser om dessa behöver vara tillgängliga både före och under resan, i realtid. Efteråt krävs information för att eventuellt kunna följa upp helheten.



Förslag 4:

Vi föreslår en utökad satsning på att skapa en **kommunikations- och informationsmodell** för multimodala resor och transporter med **standardiserade eller interoperabla gränssnitt och dataformat** för gods- och personinformation som täcker hela resan/transporten.

Initiativtagare bör vara Drive Sweden som utvecklar teknologi och en tjänsteplattform för uppkopplade molntjänster för automatiserade resor och transporter.

Konkretiseringsförslag 4.1:

Vi föreslår ökade satsningar på att tillgängliggöra öppna data från myndigheter och företag. Inom vissa trafikslag finns det till exempel behov av högupplöst kartdata och annan geografisk data som kan bygga tjänster för framtidens multimodala trafiksystem.

Initiativtagare bör vara Vinnova och relevanta statliga myndigheter.

Konkretiseringsförslag 4.2:

Vi föreslår att svensk forskning och utveckling redan på ett tidigt stadium synkroniseras med internationella insatser så att bästa möjliga förutsättningar finns för uppbyggnad av system som fungerar globalt, eller åtminstone intrakontinentalt. Myndigheter och branschföreträdare måste jobba tillsammans i en tid av förändring för att förändra dagens regler

för system (inom ett trafikslag) till system av system (mellan olika trafikslag).

Initiativtagare bör vara Vinnova.

Konkretiseringsförslag 4.3:

Vi föreslår ett samordnat deltagande från svensk sida i internationella satsningar såsom EU:s SESAR, SETRIS, Waterborne och ALICE. Standarder är av naturen en internationell verksamhet och det är viktigt att svenska aktörer tidigt får information om den kommande utvecklingen och kan nå större påverkan genom att svenska aktörer från olika trafikslag har ett gemensamt budskap.

Initiativtagare bör vara Vinnova.

Konkretiseringsförslag 4.4:

Vi föreslår att Sverige bidrar till att EU skapar ett långsiktigt program för den fortsatta utvecklingen och implementationen av Sea Traffic Management, med inspiration i flygets SESAR-program.

Initiativtagare bör vara Vinnova, LFV, Sjöfartsverket och Saab.

Konkretiseringsförslag 4.5:

Vi föreslår en satsning på att etablera gemensamma databaser och standarder för utbyte av säkerhetsdata. Många aktörer på marknaden har behov av denna typ av information, men ingen enskild aktör har idag tillräckligt intresse för att utveckla detta.

Initiativtagare bör vara MSB.

24 Se exempelvis RESKILL-projektet som leds av LiU och som omfattar ny teknik inom sjöfartsverket och LFV:s ansvarsområde. Se www.autosyn.se/initiativ

25 Jämför projektet F-AUTO som utforskar gränssnittskoncept (HMI) för ledningscentraler inom sjöfart, flygtrafikledning och järnväg. Se www.autosyn.se/initiativ

Produktion

Redaktionell information

Text: Detta dokument är framtaget av aktörer inom alla fyra trafikslagen vägtrafik, sjöfart, luftfart och järnvägstrafik, och från alla delar av trippelhelixen mellan industri, akademi/institut och offentlig sektor (se deltagande organisationer här intill), vilka tillsammans äger alla rättigheter till dokumentet. Innehållet får gärna citeras om källan uppges tydligt.

Bild: 1, 5, 21, 23, 24, 26, 28, 33, 34, 37, 40 Macrovector/Shutterstock.com
2-3 Nok Nok/Shutterstock.com 4-5 Mopic/Shutterstock.com 6 chombosan/Shutterstock.com 7 Milkovasa/Shutterstock.com 8 FN 9 chainarong06/Shutterstock.com 10 Tero Vesalainen/Shutterstock.com 11 MPFphotography/Shutterstock.com 12 HQuality/Shutterstock.com 14 Dmitrijs Bindemanis/Shutterstock.com 16-17 chombosan/Shutterstock.com 18-19 wutzkohphoto/Shutterstock.com 20 BEST-BACKGROUNDS/Shutterstock.com, Slavoljub Pantelic/Shutterstock.com 21 Christian Mueller/Shutterstock.com 23 Avigator Thailand/Shutterstock.com 24-25 murartart/Shutterstock.com 26-27 Oliver Huitson/Shutterstock.com 28 NicoElNino/Shutterstock.com 30 Willyam Bradberry/Shutterstock.com, rvlsoft/Shutterstock.com 31 Jaroslav Monchak/Shutterstock.com 32 LDWYTN/Shutterstock.com 39 ssguy/Shutterstock.com

Redaktion, form, layout, illustration: Gunnar Linn Linnkonsult

Tryck: Åtta.45 Tryckeri AB, Veddesta, 2018

Kontakt: info@autosyn.se

Arbetsgrupp/referensgrupp

Jonas Alm **RISE Safety and Transport**

Göran Bengtsson **Saab**

Anders Blom **Innovair**

Per Bodin **OHB Sweden**

Åsa Burman **Lighthouse Maritime Competence Centre**

Fredrik Dahlgren **Ericsson**

Alexander Eriksson **VTI**

Ulrik Franke **RISE SICS**

Beatriz Grafulla **Ericsson**

Jacob Gramenius **Trafikverket**

Tord Hermansson **Volvo Cars**

Mikael Hägg **RISE Viktoria Swedish ICT**

Andreas Jonsson **Volvo**

Björn Jonsson **Innovair**

Fredrik Karlsson **Sjöfartsverket**

Ulrika Landelius **Trafikverket**

Hannes Lindkvist **CLOSER**

Jonas Lundberg **Linköpings universitet**

Mats Lundin **Volvo Cars**

Magnus Molitor **Transportstyrelsen**

Simon Moritz **Ericsson**

Per Nilsson **Nilsson Drones Sweden**

Lena Odelberg-Johnson **Transportstyrelsen**

Gunnar Olsson **LFV**

Göran Rudbäck **Sjöfartsverket**

Robert Rylander **RISE Viktoria Swedish ICT**

Magnus Sundström **Sjöfartsverket**

Ulf Svedberg **Sjöfartsverket**

Sven-Erik Svensson **Volvo Cars**

Michael Thulin **Bombardier Transportation**

Sofie Vennersten **CLOSER**

Rémi Vesvre **Transportstyrelsen**

Yvonne Wärnfeldt **Transportstyrelsen**

Kenneth Östberg **RISE Safety and Transport**

Projektledare

Martin Rantzer **Saab/RISE SICS East**

Processledare

Gunnar Linn **Linnkonsult**

Projektägare

Gunnar Frisk **Saab**

Researcher

Martin Holmberg **RISE SICS East**



