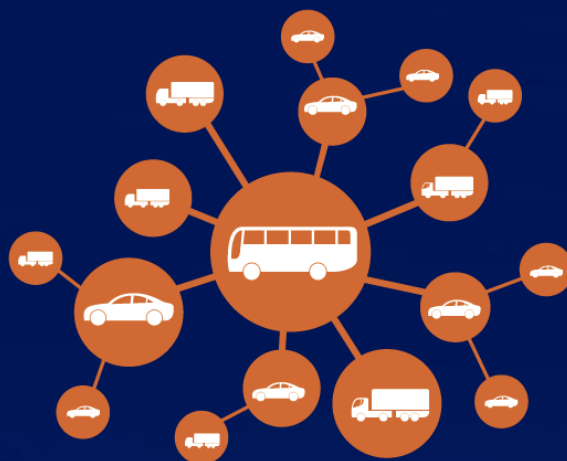


Strategisk färdplan

INOM SATSNINGEN FORDONSSTRATEGISK FORSKNING OCH INNOVATION (FFI)

Effektiva och uppkopplade transportsystem (EUTS)

2019-10-22



FFI Fordonsstrategisk
Forskning och
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

PKG

Volvo

SCANIA

VOLVO

Innehåll

1	Introduktion	3
2	Status och utvecklingspotential	3
3	Programområden och tidsperspektiv	4
4	Utvecklingstrender	4
4.1	Automatisering	5
4.2	Elektrifiering	5
4.3	Digitalisering	6
4.4	Delade transporttjänster	7
5	Färdplanens programområden	8
5.1	Anpassade fordonskoncept	9
5.2	Fordons- och mobilitetstjänster	9
5.3	Väg-, digital och elinfrastruktur	10
5.4	Regelverk, standardisering och styrmedel	12
5.5	Affärsmodeller kopplat till ny innovativ teknik	13
5.6	Människan i det förändrade systemet	14

1 Introduktion

Detta dokument är en strategisk färdplan som beskriver utmaningar, forsknings- och utvecklingsbehov, och ska fungera som ett gemensamt dokument för strategiska vägval avseende forsknings- och utvecklingsaktiviteter. Färdplanen ska också vara ett instrument för styrning, uppföljning och utvärdering samt öka förståelsen för FFI-programmet genom att illustrera sambandet mellan finansierade aktiviteter och förväntade resultat och effekter inom delprogrammets område.

Färdplanen är utarbetad och framtagen av programrådet för Effektiva och uppkopplade transportsystem (EUTS) och därefter fastställd av FFI:s styrelse. Färdplanen kommer att uppdateras vid behov.

Projekt inom EUTS förväntas fokusera på systemvinsterna hos ett uppkopplat och samverkande transportsystem. Vid ansökan ska flera av programområdena (se sid 8) finnas med för att den ska rymmas inom EUTS.

Angränsande program och Fol-satsningar inom FFI är TSAF, EMK, EM samt strategiska satsningen SoSSUM. Utanför FFI är det strategiska innovationsprogrammet *Drive Sweden* som har klarast beröring mot EUTS, då det till stor del avser transporter i stadsmiljö med tydligt fokus på ökad automatisering. Även innovationsprogrammet *Viable Cities* med fokus på hållbar tillgänglighet i och kring staden har kopplingar mot EUTS. Mer konventionella forskningsprogram med bäring på EUTS är Energimyndighetens *Transporteffektivt samhälle* som hade sin första utlysning våren 2018, samt Vinnovas *Innovationer för ett hållbart samhälle* (IHS) och *Utmaningsdriven Innovation* (UDI).

2 Status och utvecklingspotential

I Sverige och Europa är trafiksituationen i ökande grad problematisk med trängsel, försämrad livskvalitet, produktivitetsminskning, och negativ inverkan på miljön som följd. Godstransporterna i Europa är beräknade att öka med mer än 50 procent mellan år 2000 och 2020¹. I Sverige väntas de vägbundna godstransporterna öka med 1,9 % per år fram till 2030². Detta medför utmaningar för att hantera växthusgaser, luftföroreningar, ökande bullernivåer, trängsel och trafiksäkerhet.

Den ökade urbaniseringen och förväntade regionförstoringar leder också till stora transportutmaningar. En konsekvens är stora tidsförluster vid arbetspendling. Trafikanalys beräkningar visar att de samlade försenings- och miljökostnaderna för arbetspendling i de tre storstadsregionerna uppgår till 11,5 miljarder kronor per år. Även godstransporterna påverkas i hög grad. Nya logistikupplägg kommer att krävas för att på ett hållbart och effektivt sätt säkerställa varuförsörjning både till större städer och till landsbygd. Väginfrastrukturen, både i kvalitet och i omfattning, som nyttjas av transportsystemet kommer sannolikt inte att växa i samma takt som transportbehoven ökar. Gods- och persontransporternas kapacitet och effektivitet måste därför i huvudsak ökas inom befintligt vägnät. Förbättrad effektivitet i transporter är centralt för att tillfredsställa mobilitetskrav avseende människor och gods samtidigt som miljöpåverkan minimeras och samhälls- och företagsekonomin förbättras. Att förbättra effektiviteten är också ett sätt att uppnå politiska mål avseende minskade CO₂-utsläpp på både nationell och EU nivå.

För att nå bästa möjliga effektivitet i transportsystemet (person och gods) måste hela systemet beaktas, inklusive påverkan från faktorer i dess omvärld och från angränsande system. Transporter påverkas av samhällsfaktorer (ex. lagar, regler och förordningar), logistikkrav (främst från

¹ Keep Europe moving, Mobility 2030.

² Trafikverket; Prognos för godstransporter 2030.

transportköpare), mobilitetskrav (från resenärer med olika fordon), teknikutveckling och infrastruktur. Samtidigt driver transporter och transportupplägg utvecklingen av nya lagar och förordningar, ny teknik och nya fordonskombinationer, liksom ny infrastruktur. Allt sker i ett samspel, som komplicerar möjligheterna att påverka transporter och transportupplägg i en viss riktning.

Olika aktörer exempelvis (bilägare, fordonstillverkare, transportköpare, transportörer och transportförmedlare samt samhällsaktörer) har snarlik, men inte identisk syn på begreppet effektivitet. En utmaning är att hitta bra samarbetsformer mellan aktörer för en viss fråga eller ett visst område och forma en gemensam målbild. Framtida transportlösningar kommer att kräva ett integrerat arbetssätt mellan olika aktörer såväl traditionella som helt nya. Helt nya affärsmodeller kommer att växa fram.

3 Programområden och tidsperspektiv

I EUTS betraktas transportsystemet ur ett helhetsperspektiv vilket medför att såväl policyfrågor som förbättrade möjligheter för intermodala transporter är av stor vikt.

EUTS fokuserar på sex **programområden**, vilka också utgör de forskningsområden som ansökningar ska grundas på. Dessa programområden har var för sig olika problem, utmaningar, möjligheter och aktörskonstellationer kopplat till de **utvecklingstrender** vi ser. De utvecklingstrender som främst kommer att dominera de närmaste åren är automatisering, elektrifiering, digitalisering och delade transporttjänster. Dessa utvecklingstrender påverkar och förändrar transportsystemets delar. I huvudsak ser vi att transportsystemet består av fordon och mobilitetstjänster, infrastruktur, regelverk, affärsmodeller och människor, vilka också är EUTS programområden som utgör grunden för de forsknings- och innovationsobjekt som behöver utvecklas för att kunna hantera framtidens utmaningar. För varje programområde finns allmänna överväganden som tillsammans med de olika tidsperspektiven bör adresseras i ansökan. Inom EUTS bör det finnas en balans mellan tidsperspektiven, vilket årligen kommer att följas upp. Normalt finansieras projekt inom FFI enligt TRL-skalan från 2 till 7, vilket framgår av dokumentet "Att ansöka och rapportera FFI-projekt". Då flera programområden inom EUTS inte berör teknikutveckling (och därmed inte kan klassas enligt TRL-skalan) förväntas en motsvarande beskrivning av mognadsgraden.

Innehållet i de projekt som finansieras bör inrikta sig på tidsperspektiv som beskrivs enligt följande:

- Kort sikt (utmaningsdrivet projekt, möjligt införande ca 2-4 år efter projektets avslutande).
- Medellång sikt (kunskapsbyggande projekt, möjligt införande ca 5-8 år efter projektets avslutande).
- Lång sikt (möjliggörande av ny teknologi, möjligt införande tidigast 8 år efter avslutat projekt).

Fokus på både programområde och tidsperspektiv kan variera mellan olika utlysningar. Meddelande om detta publiceras i sådana fall på Vinnovas utlysningssida. Finns ingen sådan information antas projektförslag inom hela färdplanen efterfrågas. Vidare kommer programrådet att uppdatera färdplanen vid behov.

4 Utvecklingstrender

Inom delprogrammet EUTS har vi valt att lite mer ingående beskriva vad de fyra utvecklingstrenderna ger för möjligheter att tackla de utmaningar transportsystemet ställs inför. För EUTS handlar det om hur utvecklingstrenderna kan bidra till hållbara lösningar på systemnivå.

4.1 Automatisering

Utvecklingen mot autonoma fordon (personbilar, lastbilar och bussar) och transportsystem för personer och gods pågår. Olika former av förarassistans till fullt automatiserade fordon finns redan på marknaden med tillämpningar inom ett antal olika branscher, som t.ex. gruvindustrin. Fullt automatiserad körning är lättast att uppnå i slutna miljöer där processer är tydligt definierade. Utmaningarna är större på allmänna vägar och i öppna miljöer, och allra störst i stadsmiljö.

Automatiserade fordon har potential att förbättra transportsystemet inom flera områden:

- **Förbättrad säkerhet:** Forskning visar att upp till 90 procent av trafikolyckorna orsakas av föraren.
- **Högre effektivitet:** Med ökad grad av automatisering kan transportflöden förbättras och trängsel och väntetider minskas.
- **Förbättrad produktivitet:** Stor potential till att minska kundernas kostnader genom lägre resursförbrukning och mindre underhåll av fordon.
- **Lägre miljöpåverkan:** Med potential till att minska antalet fordon och få effektivare bränsleförbrukning är autonoma system optimerade för att minimera miljöpåverkan.
- **Ökad nyttjandegrad av infrastruktur:** Med ökad grad av automatiserade transporter är det möjligt att skapa ett jämnare trafikflöde över dygnet vilket ökar nyttjandegraden av infrastruktur samt tillgänglighet till terminaler och omlastningsnoder.
- **Ökad tillgänglighet:** I en automatiserad transportlösning minskas behovet av föraren. I ett kommersiellt fordon kan föraren då få en annan roll än idag. Detta kan komma att ge ökat värde till slutkund genom ökad tillgänglighet.

Det är viktigt att analysera de förändringar på transportsystemet som ökad automatisering leder till. På så vis kan man ta till vara på de positiva effekterna och samtidigt fånga upp och motverka eventuella negativa konsekvenser. Några utmaningar utöver de rent tekniska är:

- Kostnader för teknik, sensorer och kontrollsystem
- Krav på utformning av den fysiska och digitala infrastrukturen
- Transport- och trafikdynamik kan påverkas negativt om logik införs som resulterar i överdriven försiktigt beteende
- Utvecklingen mot att fordonet blir en robot som skall kunna hantera en komplex miljö genererar en mängd olika utmaningar för lagstiftare
- Förändrade arbetsuppgifter för personer som jobbar inom transportbranschen
- Människors acceptans, tolerans och kommunikation med autonoma fordon
- Olika säkerhetsaspekter.

Avgränsning görs gentemot enskilda komponenter och subsystem, då inriktningen för EUTS är systemlösningar.

4.2 Elektrifiering

Elektrifieringens uppenbara fördelar är att kopplingen mellan mobilitet och fossila bränslen kan brytas, eftersom el kan skapas från många olika fossilfria energikällor. Elektrifieringen innebär en stor energieffektivisering då elmotorns verkningsgrad har potential att vara minst dubbelt så hög som förbränningsmotorerna. Elektrifieringen innebär också att fordonen kan framföras i nya miljöer där det ställs krav på nollemissioner och låga ljudnivåer, samt även framföras nattetid i känsliga bostadsmiljöer.

Elektrifiering av vägtransportsystemet följer två huvudlinjer. Den kan dels ske genom att energilagret finns ombord på fordonet³. Dessa tekniker är relativt väl beprövade och i bussbranschen har utvecklingen gått snabbast, men frågan drivs också av personbilstillverkare. Även för lastbilar börjar det finnas tillämpningar där energilager ombord är intressant.

Elektrifiering kan också ske genom att energi tillförs under fordonets framdrift (ERS – Electrical Road Systems). Denna teknik är ännu i sin linda och är framförallt lämpad för tunga lastbilar och bussar i fjärrtrafik, som av utrymmes- eller viktsynpunkt inte kan ha så pass stora energilager som behövs för kontinuerlig framdrift. Möjligheter med extern energitillförsel till eldrivna personbilar under färd är också intressant.

En av utmaningarna är att se till att utvecklingen av fordonen går hand i hand med utveckling av infrastrukturen för överföring av energi till fordonen. Detta gäller för båda utvecklingslinjerna, men så mycket mer tydligt för ERS, där energilager ombord kan göras betydligt mindre och optimeras i samspel med tillskottet från infrastrukturen som kan vara såväl intermittent som kontinuerligt i de stora stråken. Anslutning till och från de stora stråken kommer sannolikt att sakna elinfrastruktur och därmed kräva ett eget energilager. Överföringstekniker för el till fordon under gång är till största delen oprövade i autentisk miljö. Systemen är ännu inte färdigutvecklade och nya system tillkommer. Utveckling av gränssnitt och integrering av överföringssystemen i fordonen är en annan utmaning.

Elvägar är en företeelse som i stort sett inte finns i dagens regelverk, som alltså behöver utvecklas från de kända teknikernas begränsningar och möjligheter. Beroende på hur elvägar kommer att gestalta sig behöver både anläggnings-, underhålls- och drifttekniker utvecklas. Finansierings- och affärsmodeller för elvägar är andra områden som kräver både forskning och utveckling. Slutligen återstår frågan om hur elvägar kommer att påverka trafikanterna och deras förutsättningar att framföra fordonen på ett tryggt sätt.

Inom delprogrammet EUTS ligger inte elektrifiering av själva fordonet, utveckling av batteridrivlinor eller elinfrastruktur längs vägarna. Däremot ingår hur fordonet ska fungera i digitala ekosystemet och de olika aktörer som krävs för detta, olika tekniska lösningar samt nödvändiga affärsmodeller. Som exempel kan nämnas hur ett bussystem optimerar batterierna med laddningen från infrastrukturen.

4.3 Digitalisering

Vi står inför ett stort utvecklingssteg där den fysiska världen i snabb takt kopplas samman med den digitala, kallat utvecklingen av 'sakernas Internet' (IoT). Utvecklingstakten inom området är snabb och den förväntas fortsätta öka ännu snabbare under en överskådlig framtid.

För transportsystemet innebär digitalisering och nya kommunikationsteknologier möjligheter för förare, fordon, last och infrastruktur att kommunicera med varandra i realtid. Detta brukar kallas att man bygger ett system-av-system (SoS). Det som utmärker ett SoS är att de ingående systemen fortfarande har en självständighet, och alltså inte är hårt integrerade till en enhet. Respektive system ägs ofta av olika organisationer, har sina egna mål, och vidareutvecklas i olika takt, men man väljer sedan att låta dessa samarbeta för att uppnå gemensamma fördelar.

Uppkopplade tjänster förutsätter i allt högre grad ett systemperspektiv för att kunna realisera de nyttor som inte kan uppnås med utveckling av varje komponent för sig. Gränssnitten behöver definieras och krav måste ställas på fordon respektive infrastruktur för att säkerställa ett tillförlitligt och standardiserat informationsutbyte.

³ EV- Electrical Vehicles, HEV - Hybrid Electrical Vehicles, PHEV - Plug-in Hybrid Electrical Vehicles, FCEV - Fuel Cell Electric Vehicles.

Inom fordonsbranschen är ett av de viktigare områdena automatiserad körning. Detta kommer bland annat att ställa nya krav på utformningen av den fysiska infrastrukturen. Fullt utvecklat kan det innebära en annorlunda vägutformning och att viss vägutrustning blir överflödigt samtidigt som andra funktioner behöver tillkomma. Teknikutvecklingen ger också möjlighet till mer automatiserad och storskalig datainsamling-, analys- och informationsanvändning i utvecklingsfas såväl som vid användning. Som exempel samlas data om trafik, infrastruktur och luftkvalitet in via sensorer i fordon och från infrastruktur ("Internet of things") och från olika "molntjänster", t.ex. nya traffic management system.

I takt med att aktörer, fordon, infrastruktur och omgivande system kopplas samman möjliggörs helt nya affärsmodeller. Dels kan existerande aktörer vidareutveckla sina affärsmodeller, men det ger också möjligheter för helt nya spelare att komma in och utmana med nya affärsmodeller.

Digitaliseringen kommer även med nya utmaningar. När fysiska saker blir uppkopplade och kan styras finns det risk att människor och egendom kan komma till skada om något går fel. Säkerhetsaspekten blir därför allt viktigare, både ur ett inträngs- och ett robusthetsperspektiv. Digitaliseringen har även inneburit att information blivit allt mer tillgänglig, raderas sällan och blir allt mer detaljerad. Den personliga integriteten blir då allt viktigare att slå vakt om, och har därför inneburit nya och uppdaterade lagar så som GDPR.

En annan utmaning är att data kan vara av låg kvalitet eller rentav felaktig. När uppkopplade fordon i allt högre grad nyttjar data från flera källor till säkerhetskritiska tillämpningar blir kvalitetsfrågan än mer central att hantera. Mer övervakning, alarmsystem, självläkande system liksom ökade säkerhetskrav på tillgänglighet och hantering kan därför förväntas. Ett mer uppkopplat transportsystem kan också medföra ökad sårbarhet för störningar och skapa säkerhetsproblem genom nya möjligheter för terrorism och sabotage.

4.4 Delade transporttjänster

Delade transporttjänster eller kombinerat resande, är en trend som förutspås få en snabb ökning. Den snabba tillväxten av digitalisering och automatiserade transportsystem bidrar till utvecklingen, liksom människors ökande intresse av att dela resurser. För persontransporter innebär det en övergång från privat ägande av bil till delat ägande och mobilitet som en tjänst, även kallad "Mobility-as-a-Service" (MaaS). Som en konsekvens kommer affärsmodellen för hur bilar säljs att se annorlunda ut och bilens egenskaper kan komma att behöva ändras för att vara konkurrenskraftig. De nya transporttjänsterna och förändringen inom kollektivtrafiken gör dessutom att gränserna mellan samåkning, taxi och kollektivtrafik suddas ut. Målet är att alla trafikslag kan användas i olika kombinationer oberoende av om de i dag kallas kollektivtrafik eller inte. Om trenden fortsätter kan definitionen av kollektivtrafik i framtiden helt enkel bli "resande med delade resurser", oavsett vem som erbjuder resorna.

Delningstjänster innebär potentiellt en möjlighet till minskade vägtrafikvolym, ökad effektivitet och mindre utsläpp. Men för att dessa positiva effekter ska kunna realiseras behöver det offentliga skapa en övergripande styrning/regelverk i riktning mot ett hållbart och klimatsmart transportsystem. Utan sådan styrning finns en risk att det ökade transportutbud som de nya delningstjänsterna innebär snarare leder till mer trafik.

Exempel på delad mobilitet är stationsbaserade och friflytande bilpooler, tjänster för uthyrning av bilar mellan privatpersoner, delning av privatleasade bilar, digitala plattformar för samåkning, taxiliknande tjänster, låne-cykelsystem, delningstjänster för transport av gods.

Även för godstransporter är delade transporttjänster ett intressant koncept där vertikala och horisontella samarbetsformer kan leda till högre effektivitet. Vertikala samarbeten mellan t.ex.

transportköpare, speditörer och transportoperatörer har potential att effektivisera redan existerande logistiska upplägg, medan horisontella samarbeten där t.ex. aktörer från olika industrisegment samarbetar kan effektivisera respektive logistikflöde.

5 Färdplanens programområden

Fordonsindustrin kommer även fortsättningsvis att ha en central roll i att leverera såväl konkurrenskraftiga transportlösningar som att bidra till omställningen av transportsystemet i en hållbar riktning. En avgörande förutsättning för att behålla och stärka denna roll är förmågan att kunna hantera systemperspektivet. Delfprogrammets fokus är därför att utveckla effektiva och uppkopplade transportlösningar som fullt ut nyttjar den tekniska utvecklingen och som omfattar alla berörda delar av transportsystemet. Nedanstående bild illustrerar utvecklingstrendernas påverkan på transportsystemets delar vilka även är EUTS programområden ur vilka projekt ska sökas.



När det blir allt vanligare med integrerade lösningar mellan fordon, och mellan fordon och infrastruktur, lämnas inte bara bidrag till trafiksäkerhets- och miljömålen, utan betydande bidrag lämnas också till tillgänglighetsmålet och transportföretagens konkurrenskraft med nya effektiva och skräddarsydda transportupplägg. Det ökar dock komplexiteten i utvecklingsarbetet. Fler parter och perspektiv måste samspela i olika projekt inom forskning, demonstration och implementering. Nya aktörer kan också behöva delta och förmågan till korskopplingar, att se möjligheter på fält som ligger utanför den egna kompetensen, blir än viktigare.

Projekt inom EUTS förväntas fokusera på systemvinsterna hos ett uppkopplat och samverkande transportsystem, dvs. innefattar en definierad systemdefinition, målsättning, genomförande och uppföljning av dess förväntade effekter. Vid ansökan ska flera av programområdena finnas med och anges, för att den ska hanteras inom EUTS. Vilka programområden som berörs ska även framgå av resultatredovisningen.

5.1 Anpassade fordonskoncept

Det finns en betydande effektiviseringspotential i både gods- och persontransportsystem med nya fordon/fordonskombinationer som i högre grad är specificerade i förhållande till sina transportuppdrag.

För godstransporter kan det handla om allt från kapacitetsstarka godstransportlösningar med ökad volym och/eller vikt (t ex High Capacity Transports, HCT), till specialanpassade transporter för varudistribution i tätort med höga klimatkrav. Andra exempel är tunga transporter i urbana miljöer till och från större hamnar och nya produktkoncept som autonoma förarlösa dragbilar (eg VERA). Flödena är ofta koncentrerade till specifika rutter och utgör inte sällan stora lokala utmaningar vad gäller miljö, trafiksäkerhet och stadsutveckling. Kraven på effektiva intermodala lösningar kommer sannolikt också att öka, vilket medför utvecklingsbehov för både lastbärare och fordonsarkitektur samtidigt som det kan bidra till effektivare lastning och lossning.

Även om tidigare utvecklingsprojekt för tyngre fordon i form av, High Capacity Transport (HCT) nu har resulterat i att 74 tons fordon successivt introduceras på det svenska vägnätet återstår en del utvecklingsarbete runt regelverk, efterlevnad och kontroll. För att få ekonomi i nya koncept kommer också viss standardisering att krävas för olika fordon/fordonskoncept.

Nästa utvecklingssteg för att effektivisera godstransporter handlar bl a om att via längre fordon möjliggöra större volymer i varje transport, vilket är mycket efterfrågat av logistikföretag, speditörer, transportörer och transportköpare.

För persontransporter handlar det om att bussar, personbilar, taxi, pendeltåg etc. som är bättre anpassade till variationer i resebehov, linjesträckningar, topografi samt miljö- och säkerhetskrav kan sänka kostnader och öka tillgängligheten/värdet av kollektivtrafiken samtidigt som valfrihet, störningskänslighet och flexibilitet förbättras. Bussystemen kan delas in i olika typer; alltifrån stombussystem till BRT-system (Bus Rapid Transit) med helt separata körbanor och täta snabba turer. För att erbjuda bra bussystem behöver linjenäten anpassas till den givna infrastrukturen.

5.2 Fordons- och mobilitetstjänster

Service- och underhållstjänster

Service- och underhållstjänster syftar till att förbättra utnyttjandet av fordonen och minska driftskostnaderna genom att utveckla teknik och tjänster som minimerar oplanerade stopp samt minimera effekterna av planerade underhållsaktiviteter.

En ökad loggning, uppföljning av driftsförhållanden samt status för fordon och komponenter med syftet att förutse servicebehov och förebygga driftstopp kommer att vara nyckeln till en förbättrad transporteffektivitet. Detta ställer i sin tur krav på hantering och analys av transport- och fordonsdata baserat på till exempel data som loggas under drift; hur fordonen framförs, vilka fel som inträffar, när de inträffar, huruvida fordonen är rätt konfigurerade för transportuppdragen, mm. Därför kommer behovet av loggade fordonsdata och annan data som kan ge en komplett bild av förarinverkan, transportuppdrag (vikt, hastighet, topografi, klimat etc.) och fordonets status att öka snabbt, samt ställa krav på metoder, modeller och systemangreppssätt. Möjlighet till fjärrdiagnostik, förutsägelse av komponenters kvarvarande livstid samt nya mer kundanpassade och dynamiska underhållstjänster kommer bli avgörande för att öka tillförlitligheten i transportsystemet, öka utnyttjandet av transportresurserna och minska de totala kostnaderna för både samhälle och näringsliv.

Förarstödtjänster

Förarens beteende och utförande av transporten har stor inverkan på effektivitet och säkerhet. Nya möjligheter att koppla samman information från många källor, samla in och analysera stora datamängder och presentera och återkoppla resultat av förarens beteende med hänsyn till omgivande faktorer kommer driva utvecklingen av nästa generations förarstödsystem. Detta

inkluderar förarutbildning, coachning både i fordonet och back-office samt olika former av beteendearbete i syfte att till exempel utveckla en starkare säkerhets- och bränslebesparingskultur inom organisationen. Även om navigation, trafikinformation, bränsleeffektivitet och säkerhet traditionellt varit de viktigaste fokusområdena så bör området utökas till att även stödja uppkopplade förarstödtjänster, exempelvis tillförlitlig körning för minskning av slitage, ökad produktivitet, regelefterlevnad, godssäkerhet och attraktiv förarmiljö.

Med en uppkopplad trafikledning som har tillgång till realtidsinformation från fordon kan betydligt bättre information också ges om aktuellt trafikläge med köer/hinder/begränsningar, aktuellt väglag och restider på olika rutter och även rekommendationer på bästa vägval.

Tjänster för automation och elektromobilitet

Den pågående teknikutvecklingen mot autonoma fordon, konvojkörning (platooning) och andra funktioner för ökad fordonsautomation kommer kräva en parallell utveckling av tjänster som kan utnyttja dessa nya egenskaper för ökad resande- och kundnytta och transporteffektivitet. Tekniken kräver en ökad förståelse för när, var, hur och med vilken stödjande affärsmodell denna teknikutveckling ska skapa nytta i transportsystemet.

På motsvarande sätt kommer elektromobilitet driva utvecklingsbehovet av nya tjänster för dimensionering och övervakning av batterier och deras status för hybrid och helt elektriska fordon. Nya modeller och serviceavtal som stöder elektromobilitet, laddningsstrategier och tjänster relaterade till planering av laddningsinfrastruktur, installation och drift måste också utvecklas. Avancerad ruttplanering och optimering som tar hänsyn till transportuppdrag, rutt, topografi, räckvidd och laddningsmöjligheter kommer att behövas för att påskynda införande av t.ex. elektriska bilar, bussar och distributionsfordon och maximera deras utnyttjande. Dimensioneringsverktyg för elektriska buss- och distributionsflottor för att optimera "systemnyttan" är ett annat tjänsteområde drivet av elektromobilitet.

Innovativa trafik-, transport- och mobilitetstjänster

I och med att fordon kopplas upp möjliggörs helt nya sätt att påverka trafik, gods- och personflöden. Det kommer finnas möjligheter att i realtid både mäta och påverka trafikflöden genom att använda sensorer i fordon uppkopplade till den digitala väginfrastrukturen, traffic-management. Nya metoder för trafikmodellering behöver utvecklas för att bättre förstå hur framtidens trafiksystem med autonoma och delade fordon kommer att påverka trafikflödet. Det möjliggör optimering av de olika delarna i transportkedjan för såväl gods- som persontransporter, exempelvis tidsoptimering för pendling från dörr-till-dörr med olika trafikslag och samoptimering av gods- och persontransporter. Det möjliggör även;

- Nya mobilitetstjänster för persontransporter för att bäst nyttja kombinationen mellan delade privata fordon, nya delningstjänster (eg UBER, DIDI) och kollektivtransportsystemet.
- Framtida godstransportsystem för att radikalt öka nyttjandegraden.
- Nya koncept för att dela outnyttjad kapacitet både i form av fordon och infrastruktur.

5.3 Väg-, digital och elinfrastruktur

Väginfrastruktur

Transporteffektivitet handlar till stor del om att utnyttja befintliga vägar och infrastruktur på ett mer resurseffektivt sätt. Både gods och persontransporter beräknas fortsätta öka kraftigt fram mot år 2030 samtidigt som man inte kan räkna med några större investeringar i ny kapacitet i fråga om nya vägar eller järnvägar. De utvecklingstrender vi ser kommer att påverka infrastrukturen, som behöver anpassas till olika transportkoncept. Frågorna är på vilket sätt, i vilken omfattning och hur det går att integrera de nya koncepten med trafik av reguljär karaktär.

Traditionellt har alla vägar i Sverige i princip varit upplåtna för all slags trafik och alla slags fordon. Med modern teknik öppnas möjligheter att upplåta vissa vägsträckor för vissa fordon under vissa villkor (beroende på t.ex. hastighet, vikt, längd, tidpunkt, utrustning, övervakning, säkerhets- och miljöegenskaper). På så sätt skapas möjligheter att anpassa och bevara en vägs, eller ett vägnäts kvalitet och öka dess kapacitet. De utvecklingstrender vi ser möjliggör att trafikdelar på transportinfrastrukturen. En alltmer uppkopplad trafikledning som inte bara kommunicerar med vägsidesutrustning utan även med fordonen kommer att ha stor betydelse framöver för att realisera många av de tjänster som effektiviserar nyttjandet av befintlig infrastruktur.

Med en framtida automatisk körning kan vägutrymmet användas mer optimalt; trafiken kan packas tätare, vägbanorna kan kanske göras smalare. Den främsta nyttan av detta finns rimligen i de storstadsområden där det råder trängsel i trafiken och där den pågående förtätningen äventyrar stadens attraktiva värden (grönområden till exempel).

Elektriska vägar är ett annat sätt att ta till vara de infrastrukturinvesteringar som redan gjorts och utnyttja dem på ett energieffektivt sätt. Jämfört med att bygga nya vägar eller järnvägar, kan vanliga vägar relativt snabbt konverteras till elvägar.

Särskilt inom staden finns behov av att förnya transportsystemen och anpassa dem till stadens villkor och invånarnas krav på god livsmiljö. Både buss- och godssystem inom staden kan i hög grad utnyttja ny teknik som elfordon och elvägar kopplade till moderna logistiksystem för att minska trafikmängder och emissioner. Men detta kräver att infrastruktur för snabb eller dynamisk laddning av el- och hybridbilar utvecklas och etableras inom staden.

Det krävs fortsatt forskning kring hur bebyggelse- och infrastruktur påverkar energianvändningen i transportsystemet, samt demonstration av hur samhällen kan planeras för att, med bibehållen tillgänglighet, möjliggöra mer energieffektiva och hållbara transportmönster. Det finns kunskap om dessa samband men ett stort forskningsbehov finns när det gäller omsättandet av kunskaperna i praktiken. Det finns behov av att analysera om det är organisatoriska, politiska, tekniska eller andra problem som hindrar att man bygger transporteffektiva samhällen och studera hur processen har gått till när man har lyckats.

Infrastrukturen behöver anpassas för att säkerställa ett effektivt samspel med nya fordonskoncept och transportlösningar. Funktionella kravspecifikationer behöver utvecklas och verifieras i demonstratorer och piloter. Infrastrukturen innefattar inte bara vägens utformning utan också hur vägutrustning intill och på vägen påverkas (både digital och analog), exempelvis plåtskyltar, variabla meddelandeskyltar, signaler, motorvägskontrollsystem mm.

Digital infrastruktur

I det uppkopplade transportsystemet kommer aktörer, fordon, fysisk infrastruktur och omgivande system att kopplas samman via en digital infrastruktur. Utformningen kommer att påverkas av de övergripande målen, lagar och regler, omgivande system, standarder, såväl som de specifika tjänster den ska stötta. Dessa funktionella och icke-funktionella krav kommer ligga till grund för såväl dess arkitektur som ingående tekniska lösningar och egenskaper. Utformningen kommer sedan i sin tur även att ställa krav på hur de ingående delarna i transportsystemet ska utformas. En systematiskt genomarbetad kravlista saknas idag, och därmed också förutsättningarna för hur denna digitala infrastruktur ska se ut.

Den digitala infrastrukturen möjliggör insamlandet av data och en analys av stora datamängder (Big Data) i såväl realtid som för historisk data. Detta kommer att vara centralt för många tjänsteområden. Det behövs utveckling av metoder, modeller och analysverktyg för att "industriellt" kunna förädla data till information och nya tjänster som kan bidra till ökad transporteffektivitet.

Öppna frågor är bland annat hur struktur, standard, regler för nyttjande, ägande, integritetsaspekter samt finansiering av molnbaserad information ska se ut? Ska något finansieras via offentliga medel helt eller delvis eller är det kommersiell finansiering?

Inom EUTS ligger fokus på en digital infrastruktur som kopplar samman trafiksystemets delar, för att uppnå effekter för systemet som helhet. För att bygga upp kunskap om hur det digitala ekosystemet bör se ut krävs även fortsatt arbete i den strategiska satsningen SoSSUM⁴.

El-infrastruktur

En väl fungerande energiförsörjning till eldrivna fordon är avgörande för introduktion av elfordon på bred front. Det handlar dels om utveckling av el-infrastruktur och fordonslösningar för kontinuerlig tillförsel av energi, men också för en laddinfrastruktur för fordon med energilagret ombord.

I FFI:s strategiska satsning för elvägar tas ny kunskap fram om hur affärsekosystemet för elvägar ser ut, allt från kraven på kraftsystemet, möjliga affärsmodeller, betalningssystem, regelverk och säkerhetskrav.

För kontinuerlig överföring av energi till elfordon finns en rad olika tekniker som möjliggör överföring till såväl lätta som tunga fordon. Elvägsdemonstratorer genomförs och sannolikt behöver flera göras för att se på potential och användningsområde för olika överföringstekniker och hur dessa påverkar fordonsutformningen.

Från ett elsystemperspektiv är det även viktigt att synliggöra elvägstrafikens koppling mot kraftsystemet och se till att samspelet mellan infrastruktur och kapacitet för både tillförsel och användning av el anpassas för ett effektivt resursutnyttjande.

För att få en fungerande infrastruktur för laddning av fordon behöver man säkerställa att denna är utbyggd på ett sätt som möter behovet, såväl i hem och arbetsplatser som längs med vägarna och i städerna. Viktigt är tillgängligheten till plats för laddning, access till laddsystemet, spårbarhet för hur laddning sker och betalningsmodeller med god transparens för fordonsägaren/utnyttjaren. Vidare behöver även god integration säkerställas mellan fordon och elnätet för att få ett balanserat uttag i förhållande till tillgången på elektrisk energi.

Laddfordon utgör en tillkommande lagringsresurs för elenergiöverskott och en potentiell effektreserv när elnätet är överbelastat och fordonet är inpluggat. Tillväxten av laddbara fordon kommer således att successivt bidra till ökad lagringskapacitet för överskottsproducerad el samt bidra till ökad stabilitet i elnätet. Med rätt affärsmodell kan detta medföra att utnyttjandegraden i batterierna ökar avsevärt, att produktion- och infrastruktur inte behöver dimensioneras på samma sätt för toppanvändning, vilket innebär minskade energikostnader och en snabbare omställning mot en hållbar energiproduktion- och användning.

5.4 Regelverk, standardisering och styrmedel

Regelstyrning är starkt och därmed potentiellt viktigt för att öka effektiviteten inom transportsystemet. Regelverken är i grunden överenskommelser för hur, och under vilka former, transportsystemet och dess delar får användas. Detta innebär att regelverken måste anpassas i takt med att teknik och tjänster utvecklas och människans förutsättningar förändras.

⁴ Se projektbeskrivningar på Vinnovas hemsida, FFI

Inom Transportstyrelsen pågår ett långsiktigt arbete inom området regelutveckling, där man går från detaljstyrande regler till funktionsbaserade regler. Det betyder att Transportstyrelsen som myndighet pekar på mål och funktion, medan verksamhetsutövaren utformar lösningar. På så sätt blir regelverken mindre känsliga för den snabba teknikutvecklingen på många områden och behovet av att ständigt anpassa regler till ny teknik blir mindre.

Dagens regelverk inom transportområdet speglar främst aspekter av säkerhet och miljö i kombination med människans förutsättningar att följa regelverken. Att utveckla regelverken utifrån transporteffektivitet är ett utvecklingsområde i sig. Komplexiteten är stor med många aktörer inblandade som fordonstillverkare, leverantörer, myndigheter, lagstiftare, akademi, speditörer, åkerier och operatörer. Alla har de synpunkter på hur regelverken ska utformas, efterlevnaden kontrolleras och eventuella sanktioner utmätas. Nya tjänster och samarbeten innebär också att konkurrenslagstiftningen berörs och här handlar det mer om att anpassa utveckling och samarbeten på ett sådant sätt att en sund konkurrens inte sätts ur spel.

Inom automatisering är frågan om ansvar vid eventuella olyckor inte reglerad. Är det föraren som ska hållas ansvarig eller är det den som utvecklade algoritmerna för automatiserad körning? Elektriska vägar finns ännu inte som en företeelse i något regelverk och frågor om säkerheten och ansvar är till stora delar oreglerad. Uppkopplade tjänster ställer krav på att regelverken hanterar integritetsaspekter. Vilken information om trafikanter är nödvändig för att utveckla nya tjänster och under vilka förutsättningar får denna information användas? Regelverkens relation till transporteffektivitet är outforskad och frågorna är många.

Förvaltningsrättsliga området

Många nya tjänster och produkter kommer potentiellt både tas fram, användas och marknadsföras av flera aktörer. Dessa kan lyda under olika lagrum och/eller ha motstridiga kommersiella syften. Osäkerhet kring lagstiftningen kan vara hämmande för både tjänste- och produktutvecklingen, samt för affärsutvecklingen inom området.

Ett antal forskningsområden är:

- Kunskap och utveckling av modeller och strukturer för att enkelt upprätta avtal mellan flera parter.
- Utredningar kring ansvarsfrågor och avtalsrätt avseende komplexa produkter som kan tänkas implementeras i säkerhetskritiska fordons- och trafiktillämpningar.
- Myndigheters och andra parter rätt till åtkomst, användande och spridande av information kopplat till förare och fordon. Frågeställningarna är intressanta både för svensk- och EU-lagstiftning.

Styrmedel

Forskning krävs kring vilka styrmedel som kan vara effektiva för att åstadkomma ett hållbart transportsystem. På många områden finns dessutom flera styrmedel samtidigt och det behövs bättre förståelse för hur dessa interagerar, kompletterar eller motverkar varandra. Till detta hör också forskning kring beslutsprocesser.

5.5 Affärsmodeller kopplat till ny innovativ teknik

Mycket enkelt förklarat så beskriver affärsmodeller hur en organisation skapar, fångar och fördelar värde. Vissa modeller riktar sig mer till att förklara vilka aktörer som är inblandade och vilka transaktioner som sker, medan andra fokuserar på hur värde skapas och hur man organiserar för detta.

För att ny innovativ teknik ska få ett bestående genomslag på marknaden krävs oftast att affärsmodellen ändras. Det kan vara otydligt hur värde skapas och fångas samt vilka aktörer som är

involverade. Därför är det angeläget att tidigt undersöka påverkan på affärsmodell parallellt med pågående teknikutveckling.

Alla de nämnda utvecklingstrenderna automatisering, elektrifiering, digitalisering och delade transporttjänster medför att affärsmodeller behöver undersökas, demonstreras och utvecklas. Digitaliseringen innebär bl.a. en ökad komplexitet eftersom fler aktörer som fordonstillverkare, leverantörer, myndigheter, lagstiftare, akademi, speditörer, åkerier och operatörer behöver samverka på ett helt annat sätt än idag. Detta har varit en begränsande faktor vid införande av nya tjänster.

Påvisad nytta/potential från forskningsrapporter har i alltför liten grad verifierats i praktiska demonstrationsförsök. Affärsmodellerna går ofta inte att verifiera förrän i ett sent skede av utvecklingen, vilket gör att kommersiella aktörer avvaktar till ett mycket sent skede att ta ett ekonomiskt ansvar för en ny tjänst. Då fordonsbranschen även får ses som förhållandevis mogen, konkurrensutsatt och förutsätter stora långsiktiga investeringar finns en inbyggd försiktighet att gå in i nya affärsmodeller som initialt oftast innebär ökade risker.

En särskilt viktig utmaning för utvecklingen mot ett mer effektivt och hållbart transportsystem är affärsmodell(er) för samhällsnytta i relation till affärsnytta. Frågor om hur ny infrastruktur ska finansieras, affärsmodeller för minskad trängsel, ökad transporteffektivitet etc. Ett annat särskilt intressant område i detta sammanhang är delad data, molntjänster etc. Helt nya eko-system med aktörer som ska hitta modeller för samhällsnytta men också affärsnytta för den egna verksamheten.

5.6 Människan i det förändrade systemet

Nya tekniska lösningar och större komplexitet i transportsystemet innebär att människan delvis får en ny eller förändrad roll i förhållande till teknik och dess användning. Det är viktigt att studera och förstå människans roll ur såväl användar- som systemperspektivet när man utvecklar exempelvis automatisering, platooning och förarstödtjänster.

Ny kunskap behövs exempelvis om:

- Hur förändrade beteenden kopplat till den nya tekniken påverkar t.ex. säkerhet och interaktion i fordon och med omgivande trafik.
- Hur autonoma fordon behöver utformas för att användare och transportsystemet i stort ska kunna känna tillit till systemet (bl a med tanke på integritet, tillgänglighet, identitetsfrågor, styrning och involverade parter engagemang).
- Hur system behöver utformas för att förare av andra fordon ska kunna förstå autonoma fordons intention vid normala och kritiska situationer för alla vägtyper och trafiksituationer, liksom hur fotgängare, cyklister och andra utsatta trafikanter tydligt ska kunna tolka fordonets/förarens avsikter.
- Hur människors behov och beteenden förändras när nya digitala tjänster och funktioner i transportsystemet införs.
- Hur nya arbetsuppgifter som de tekniska lösningarna ger upphov till kan fördelas mellan chaufför och trafikledning och hur de kan stödjas av systemet - bland annat med hjälp av planeringsverktyg och trafikstyrning.
- Hur nya förarstödsystem påverkar kompetenskraven på lastbils-, buss- och personbilsförare.
- Hur det uppkopplade transportsystemet påverkar säkerheten samt upplevelsen av stress såväl för förarna som för övriga individer i transportsystemet.

Genom registrering av informationsutväxling via nät och positionering av uppkopplade saker skapas möjligheter till uppföljning och övervakning. Samtidigt som informationen blir viktig för människan och för företagen, så kan det uppfattas negativt för arbetstagare och minska chaufförsyrkets attraktionskraft

genom ökad stress för inblandade parter. Om integritetsaspekter inte kan hanteras på ett för människan i systemet acceptabelt sätt, kan det bli ett hinder för införandet av det uppkopplade transportsystemet.

Säkerheten i och kring fordonet är ett viktigt område och därför bör kunskapen om detta öka, både för att skydda föraren och godset. Behov finns också av forskning om hur föraren kan stödjas i sitt arbete med avseende på hot och hotbilder.