

Strategisk färdplan

INOM SATSNINGEN FORDONSSTRATEGISK FORSKNING OCH INNOVATION (FFI)

Effektiva och uppkopplade transportsystem (EUTS)

2015-11-03



FFI Fordonsstrategisk
Forskning och
Innovation



Innehållsförteckning

1	Bakgrund och syfte	3
2	FFI	3
3	Allmänna överväganden	4
3.1	Betraktelsesätt	4
3.2	Principskiss	4
4	Områdets status och utvecklingspotential	5
4.1	Utvecklingstrender	7
4.1.1	Automatisering	7
4.1.2	Elektrifiering	8
4.1.3	Digitalisering	8
4.1.4	Anpassade transportlösningar	9
4.2	Forskningsbehov	10
4.2.1	Anpassade fordonskoncept	11
4.2.2	Fordons- och mobilitetstjänster	12
4.2.3	Transportinfrastruktur	13
4.2.4	Regelverk, standardisering och juridik	15
4.2.5	Affärsmodeller	16
4.2.6	Människan i systemet	16
5	Framtida milstolpar	18
5.1	Färdplanens milstolpar	19
5.1.1	Automatisering	19
5.1.1	Elektrifiering	19
5.1.2	Uppkopplade tjänster (Digitalisering)	20
5.1.1	Anpassade transportlösningar	21
6	Projektportföljen och prioriteringar	22

1 Bakgrund och syfte

Detta dokument beskriver på ett övergripande sätt FFI-programmets¹ koppling till området Effektiva och uppkopplade transportsystem (EUTS). Dokumentet ska ses som en strategisk färdplan² som innehåller en beskrivning av utmaningar, forsknings- och utvecklingsbehov samt förväntade resultat.

Syftet är att successivt bidra till en bättre förmåga att gemensamt identifiera forsknings- och utvecklingsaktiviteter samt områden som bidrar till en ökad transporteffektivitet. Dessutom ska färdplanen vara ett instrument för uppföljning och utvärdering samt öka förståelsen för FFI-programmet genom att illustrera sambandet mellan finansierade aktiviteter och förväntade effekter inom programmets område. Dokumentet försöker därför, för det första, konkretisera vad som behöver göras för att nå programmets övergripande mål, det vill säga att bidra till att:

- minska vägtransporternas miljöpåverkan
- minska antalet skadade och dödade i trafiken
- stärka den internationella konkurrenskraften

För det andra, för att nå delprogrammets övergripande effektmål att möta miljö och klimatutmaningen, tillfredsställa mobilitetskrav för människor och gods, förbättrad samhälls- och företagsekonomi samt ökad trafiksäkerhet. För att kunna tillfredsställa mobilitetskrav avseende människor och gods krävs ett systemperspektiv, som i sin tur är starkt beroende av vad som görs inom övriga delprogram inom FFI.

För det tredje görs ett försök att se längre in i framtiden, i vissa fall så långt som till 2030. Av naturliga skäl blir beskrivningen mindre fyllig och allt osäkrare ju längre bort vi tittar.

2 FFI

FFI är ett samarbete mellan staten (VINNOVA, Trafikverket och Energimyndigheten) och fordonsindustrin (Scania CV AB, AB Volvo, Volvo Car Group och FKG) om att gemensamt finansiera forsknings-, innovations- och utvecklingsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Säkerhet. Bakgrunden är att utvecklingen inom vägtransporter och svensk fordonsindustri har stor betydelse för landets tillväxt.

Satsningen som startade 2009 innebär FoU-verksamhet för cirka 1 miljard kronor per år varav de offentliga medlen utgör hälften.

Regeringen gav VINNOVA uppdraget att utforma ett strategiskt samverkansprogram med betydelse för svensk fordonsindustri som bygger vidare på de fordonsforskningsprogram som löpte ut 2008-2010. Genomförandet av FFI ska ske i samverkan mellan näringsliv och universitet/högskolor/institut. Programmet ska ha fokus på samhällsmål avseende miljö, energi och trafiksäkerhet i kombination med industriell konkurrenskraft och sysselsättning i Sverige. Projektportföljen ska till två tredjedelar bestå av klimat och miljö samt en tredjedel vara inriktad mot säkerhet. Även stödjande projekt inom produktionsteknik, nya teknologier och material kan ingå.

25 procent av FFI:s medel tilldelas genom strategiska satsningar, vilket innebär att FFI:s styrelse kan välja att under en begränsad period stärka upp ett aktuellt område med särskilda medel.

Programmet FFI är uppdelat i fem delprogram som får 75 procent av medelstillsdelningen.

- Energi och miljö
- Fordons- och trafiksäkerhet
- Elektronik, mjukvara och kommunikation

¹ <http://www.vinnova.se/sv/ffi/>.

² Motsvarar det engelska begreppet "roadmap".

- Hållbar produktion
- Effektiva och uppkopplade transportsystem

3 Allmänna överväganden

Avsnittet allmänna överväganden har delats in i två delar, betraktelsesätt och principskiss. Den första delen beskriver vilka aspekter som har beaktats vid framtagningen av färdplanen. Den andra delen beskriver schematiskt hur framtagandet av denna färdplan har gått till.

3.1 Betraktelsesätt

Det går att beskriva aktiviteterna inom FFI på många sätt och resultatet påverkas av det betraktelsesätt man valt. Programrådet har valt att utgå från följande två aspekter vid framtagning av färdplanen:

1. Beskrivning av milstolpar och möjliga koncept
2. FFI Effektiva och uppkopplade transportsystems programområden (EUTS)

Den första aspekten handlar om att försöka identifiera ett antal transporteffektiva koncept som är fullt möjliga att introducera på marknaden fram till 2030. Beskrivningen hålls på en generisk nivå. Skälen för detta är att förenkla framställningen (till exempel samma koncept för personbilar som för tunga fordon) samt att respektera företagens behov av konfidentiell hantering när det gäller teknik- och produktplaner. Koncepten är knutna till en "milstolpe", det vill säga en tidpunkt då de nödvändiga forsknings-, test- och demonstrationsaktiviteterna måste vara avslutade för att en industrialiseringsfas utanför FFI ska kunna ta vid.

Den andra aspekten bygger på EUTS prioriterade forskningsområden:

- Fordon
- Infrastruktur
- Affärsmodeller
- Regelverk
- Tjänsterna
- Människan

Områdena ovan är delvis överlappande och ett visst projekt kan mycket väl greppa över flera forskningsområden. Oavsett vilken indelning som väljs i en framställning som denna kommer sådana överlapps- och avgränsningsproblem att finnas. I framställningen nedan förekommer såväl ett teknikfokus som ett synsätt som utgår från att se transporteffektivitet ur ett systemperspektiv. Vidare beskrivs i första hand sådana aspekter som FFI-programmet direkt kan påverka men även andra faktorer (som t ex behov av nya standarder eller ny lagstiftning) identifieras.

3.2 Principskiss

Det kommer att krävas ett uthålligt och systematiskt arbetssätt för att uppnå de önskade resultaten vid de aktuella milstolparna. På en övergripande nivå kan man se arbetet som ett ständigt växelspel mellan forskning och förberedande utveckling, testning och demonstration.

FFI tillåter stor spännvidd när det gäller vilka typer av resultat som produceras. För vissa resultat av nydanande eller grundläggande karaktär kanske det tar årtionden innan det är tekniskt och ekonomiskt möjligt att dra nytta av den aktuella kunskapen. Och eftersom det ofta handlar om riskfyllda projekt så finns det också sådana som aldrig kommer att avspegla sig i produkter och tjänster. Å andra sidan förekommer det att resultat framtagna med hjälp av ett vetenskapligt angreppssätt i det närmaste omgående kan ge ett avtryck i produkt- och tjänsteutveckling. Kombinationer av båda dessa former är också vanliga, t ex i form av ett långsiktigt projekt med stort forskningsinslag där ny kunskap löpande "tappas av" till företagens förutvecklings- eller

produktutvecklingsavdelningar eller förs in i universitetens och högskolornas forskning och utbildning. Delar av det arbete som krävs för att nå en viss milstolpe kan alltså komma till nytta långt före den tänkta marknadsintroduktionen av det färdiga konceptet.

När det gäller synen på resultaten från programmet så ansluter FFI väl till EU-kommissionens initiativ kallat "Innovation Union" och dess ambition att "vi måste få ut mer innovation från vår forskning". Det måste inte bara tas fram mer kunskap i största allmänhet utan forskningsresultat måste omsättas mycket snabbare i praktisk tillämpning.

Styrelsen för FFI har möjlighet att, vid sidan om programråden, direkt finansiera satsningar av banbrytande karaktär. Det handlar i första hand om projekt som, om de lyckas, leder fram till större teknisksprång eller andra avgörande förändringar med relevans för området. Denna typ av projekt kan även drivas av programrådet. Programrådet stödjer också projekt som närmast kan beskrivas som förädlade (arbete för att vidareutveckla ett redan använt koncept eller tillvägagångssätt) eller möjliggörande (aktiviteter av kunskapsuppbyggande eller allmän karaktär).

4 Områdets 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 2020³. I Sverige väntas de vägbundna godstransporterna öka med 1,9 % per år fram till 2030⁴. Detta medför ännu högre andel växthusgaser, ökande bullernivåer, trängsel och sämre trafiksäkerhet. Detta samtidigt som individernas mobilitetskrav blir allt högre.

Den ökade urbaniseringen och förväntade regionförstoringar leder också till stora transportutmaningar. En konsekvens är stora tidsförluster vid arbetspendling. Den statliga myndigheten Trafikanalys beräknade i ett regeringsuppdrag 2011 att de samlade försenings- och miljökostnaderna för arbetspendling i de tre storstadsregionerna uppgår till 11,5 miljarder kronor per år. Uppskattningar på EU nivå visar på tidsförluster p.g.a. trafikstockningar och långsam trafik i vissa storstadsregioner till upp till ett par timmar per pendlare person och dag. Förbättrad individuell mobilitet kan åstadkommas genom effektiv optimering av transportsystemet på flera sätt. Exempelvis kan kommunikation mellan fordon och infrastruktur och fordon (V2V, V2I) skapa möjlighet till nya tjänster, som kan leda till lämpligare strategiska och taktiska beslut i olika vägval. Studier av kommunikation mellan fordon s.k. Vehicle to Vehicle communication VtV, som kopplas till automation av fordon indikerar betydande vinster i fråga om trafikflöden då fordonen samarbetar och minimerar stopptider och optimerar interaktionen mellan fordonen.

Vägnätet, både kvalitet och omfattning, som nyttjas av transportsystemet kommer sannolikt inte växa i samma takt. 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 näringslivsekonomi förbättras. Att förbättra effektiviteten är också ett sätt att uppnå politiska mål på både nationell och EU nivå, avseende minskade CO2-utsläpp. 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 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

³ *Keep Europe moving, Mobility 2030.*

⁴ *Trafikverket; Prognos för godstransporter 2030.*

fordonskombinationer, liksom ny infrastruktur. Allt sker i ett samspel, som komplicerar möjligheterna att påverka transporter och transportupplägg i en viss riktning.

Inom FFI har vi definierat och avgränsat effektivitet i transportsystem till att innebära ett effektivt och hållbart utnyttjande av tid, fordon och infrastruktur för gods- och persontransporter. Olika aktörer (bilägare, fordonstillverkare, transportköpare, transportörer och transportförmedlare samt samhällsaktörer) har snarlika, men inte identiska syn på begreppet effektivitet. Alla aktörer betonar olika aspekter av begreppet effektivitet i transportsystemet.

Effektivitet för;

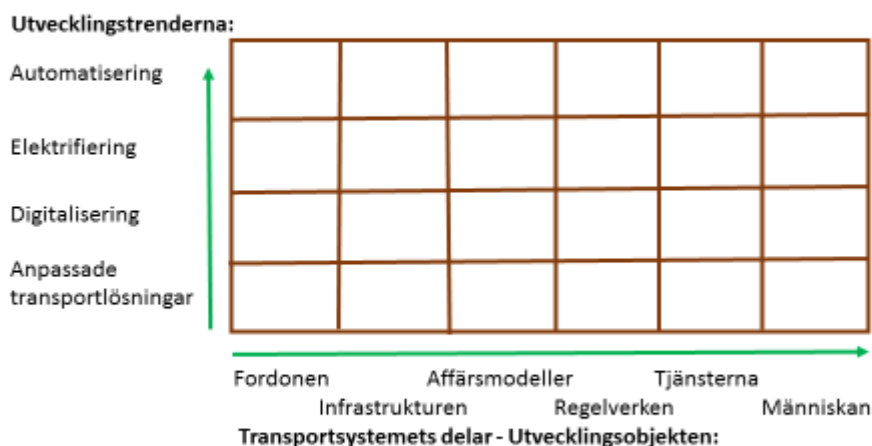
- samhället är att uppfylla de transportpolitiska målen
- infrastrukturförvaltaren är att optimera nyttjandet av funktionell och säker infrastruktur
- fordonstillverkare är att utveckla effektiva fordon och tjänster
- transportör är att kunna utveckla och erbjuda effektiva transportlösningar
- transportköpare är att uppnå rätt transportkvalitet till lägst kostnad
- privatbilist och kollektivtransportresenär är att kunna komma fram i tid, till en rimlig kostnad och med en god upplevelse.

Ett effektivt och uppkopplat transportsystem ska kunna möta alla ovanstående perspektiv.

För att möta de utmaningar transportsystemet ställs inför har delprogrammet Effektiva och uppkopplade transportsystem (EUTS) valt att fokusera på ett antal olika **arenor eller områden** som var för sig har olika problem, utmaningar och möjligheter kopplat till de **utvecklingstrender** vi ser.

Stadens karaktär och villkor kommer att utveckla fordonen och regelverken i en riktning, landsbygden i en annan. I de stora fraktkorridorerna kommer det att ställas särskilda krav på infrastrukturen. I hubbar och terminaler behöver affärsmodellerna utvecklas med de nya utvecklingstrenderna.

Effektiva, uppkopplade transportsystem utvecklas genom att dess delar (fordon, infrastruktur etc.) påverkas av utvecklingstrenderna (automatisering etc) på olika sätt, beroende på var, på vilka arenor (staden, landsbygden etc) de förekommer. Trycket från utvecklingstrenderna i de olika arenorna driver fram förändringarna i transportsystemets delar. Samlat hänger utvecklingstrender, forskningsbehov och arenorna ihop på nedanstående sätt.



Fokus inom EUTS är utvecklingen av transportsystemets delar i ljuset av de stora utvecklingstrenderna. Nedan följer en kortfattad beskrivning av de utvecklingstrender vi ser kommer

att dominera de närmaste åren och hur de kommer att påverka transportsystemets delar. Därefter följer en beskrivning av hur vi ser att transportsystemets delar behöver utvecklas.

4.1 Utvecklingstrender

Det finns ett stort antal utmaningar inom transportsystemet. Energianvändningen ökar och således utsläppen av koldioxid så länge vi använder fossila bränslen. Siffror för skadade och dödade i systemet är fortfarande oacceptabelt höga. Mobiliteten för gods och människor och därmed deras tillgänglighet är bristfällig. Den svenskbaserade fordons- och transportindustrins konkurrenskraft behöver förstärkas.

Vi ser fyra utvecklingstrender som möjliggör att vi närmar oss de mål vi sätter upp inom dessa utmaningar:

- automatisering
- elektrifiering
- uppkopplade tjänster/digitalisering
- anpassade transportlösningar

Dessa utvecklingstrender påverkar och förändrar transportsystemets delar. I huvudsak ser vi att transportsystemet består av; fordon och fordonstjänster, infrastruktur, regelverk, affärssystem och människor. Vi ser också dessa transportsystemets delar som de forsknings- och innovationsobjekt som behöver utvecklas för att kunna hantera utmaningarna.

Bättre nyttjande av fordon och infrastruktur genom nya tjänster och affärsmodeller. Bättre tillvaratagande av kapacitet och bättre flöden på väg och i terminaler. Nya lösningar skapas; t.ex. automatiserad körning, elvägar, elektriska fordon, bussystem, High Capacity Transports, bildelning, uppkopplade tjänster etc. Gemensamt för dessa nya lösningar är att de har en potential till effektivisering av transporterna. Många gånger har de uppstått just i det syftet. Lösningarna ställer i sin tur krav på förändringar av transportsystemets delar; på fordonen, på infrastrukturen, på användarna, på regelverken och affärsmodellerna

Dessa utvecklingstrender är generella för alla delprogram. För EUTS handlar det om hur utvecklingstrenderna kan bidra till hållbara lösningar på systemnivå.

4.1.1 Automatisering

Utvecklingen mot autonoma fordon har redan börjat. Olika former av assisterande system till helt autonoma fordon finns redan på marknaden med tillämpningar inom ett antal olika branscher.

Autonomkörning 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.

Möjligheter med automatiserade fordon är många:

- **Förbättrad säkerhet:** Forskning visar att upp till 90 procent av trafikolyckorna orsakas av föraren
- **Lägre miljöpåverkan:** Med potential till att minska antalet fordon och få effektivare bränsleförbrukning är autonoma system optimerade för att minimera miljöpåverkan.
- **Högre effektivitet och förbättrad mobilitet:** Med ökad automatisering kan trafiken flyta snabbare och trängseln minskas. Med optimerad körning kan bränslekostnaderna och CO₂-utsläppen minskas betydligt.
- **Ökad komfort:** I ett autonomt fordon blir föraren en passagerare. Detta gör autonoma fordon till en attraktiv form av transport för äldre, minderåriga och personer med fysiska funktionshinder som inte har körkort alternativt har svårigheter att köra bil.

Men det finns också många utmaningar kvar att lösa utöver de rent tekniska. Dessa innefattar bl.a. lagar och regleringar, människors acceptans, etiska dilemman samt ansvarsfrågan vid exempelvis olyckor.

Med automatiserad körning kommer även nya krav på utformningen av både den fysiska och den digitala infrastrukturen.

4.1.2 Elektrifiering

Elektrifieringens uppenbara fördelar är att kopplingen mellan mobilitet och fossila bränslen kan brytas, eftersom el kan skapas från många olika flödande primära energikällor. Elektrifieringen innebär minskad energianvändning då elmotorns verkningsgrad är minst dubbelt så hög som förbränningsmotorns. 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 fordonet⁵ Dessa tekniker är relativt väl beprövade och drivs framför allt av personbilstillverkare. Det andra sättet att elektrifiera vägtransporter sker genom att energi tillförs under fordonets framdrift (ERS – Electrical Road Systems). Denna teknik är ännu i sin linda och är framförallt lämpad för lastbilar och bussar, som inte har utrymme att föra med så stora energilagrar som behövs för deras framdrift.

Elektrifiering innebär att utvecklingen av fordonen måste gå 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 energilagrar ombord i princip saknas. Överföringstekniker för el till fordon under gång är till största delen oprövade i autentisk miljö. Systemen är ännu inte färdigutvecklade och nya system tillkommer alltjämt. Att utveckla gränssnitt och integrera överföringssystemen i fordonen är ett annat område där utvecklingen inte färdig.

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 hemmen 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.

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.

Avgränsning: Utveckling av elektrifiering genom att ha energilagrar ombord sker inom FFI i programområdet Energi och Miljö emedan detta delprogram omfattar infrastrukturen för laddning.

4.1.3 Digitalisering

Digitalisering har tidigare avsett omvandlingen av information till digital form, och införande av digital teknologi. På senare år har begreppet breddats till att även innefatta ökad användning av datorer

⁵ EV- Electrical Vehicles, HEV - Hybrid Electrical Vehicles, PHEV - Plug-in Hybrid Electrical Vehicles, FCEV - Fuel Cell Electric Vehicles.

och Internet. Nu står vi inför ytterligare ett stort steg där den fysiska världen i snabb takt kopplas samman med den digitala, kallat utvecklingen av 'sakernas Internet' (IoT). Utvecklingstakten inom området har varit exponentiell och den förväntas fortsätta växa mycket snabbt även i en överskådlig framtid.

Digitaliseringens möjligheter med bärbara datorer, surfplattor, mobiltelefoner och uppkopplade fordon med GPS-positionering, tillsammans med trådlös internetkoppling och molntjänster, innebär att information är åtkomlig och förväntas finnas i princip när och var som helst. För transportsystemet innebär digitalisering och nya kommunikationsteknologier möjligheter för förare, fordon, last och infrastruktur att kommunicera med varandra i realtid.

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.

Digitaliseringen har möjliggjort, och kommer fortsätta möjliggöra, en mycket snabb utveckling inom olika teknikområden. Inom fordonsbranschen kommer ett av de viktigare områdena vara 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 datafångst, analys och informationsanvändning. Som exempel kommer data om trafik, infrastruktur och luftkvalitet kunna samlas 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. Ett exempel på det sistnämnda är Uber som på bara fem år vuxit explosionsartat och utmanat taxi-industrin i delar av världen.

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

Ett annat problem är att stora mängder data har låg kvalitet eller är felaktiga. Mer övervakning, alarmsystem, självlärande system liksom ökade säkerhetskrav på tillgänglighet och hantering kan därför förväntas. Ett mer uppkopplat transportsystem kan medföra ökad sårbarhet för störningar och skapa säkerhetsproblem genom nya möjligheter för terrorism och sabotage.

Avgränsning: EUTS täcker utvecklingen av uppkopplade transportsystem, uppkopplade tjänster, tillhörande affärsmodeller, tillhörande anpassningar av lagar- och regler, digital infrastruktur samt dataanalys som följer av att dessa blir uppkopplade.

4.1.4 Anpassade transportlösningar

Transporterna i samhället har bara i begränsad omfattning anpassats till specifika transportbehov vare sig det gäller gods- eller persontransporter, fordon, tjänster eller infrastruktur. Men ett system som i princip är öppet för allt tvingas till många kompromisser och förmågan att möta speciella behov

blir begränsad. Med ny teknik som utvecklas (automatisering, elektrifiering och digitalisering) och genom anpassning av infrastruktur och fordon kan nya specialiserade lösningar erbjudas till grupper med uttalade krav.

Vi ser det till exempel genom anpassade kollektivtrafiklösningar som kombinerar högkapacitetsbussar (BRT) med mindre busstyper för ökad tillgänglighet (närhet) i kombination med pendelparkeringar, nya ägarformer för personbilar där bilpooler, privat leasing och privat ägande blandas, ett bredare modellutbud för att möta konsumenternas (brukarnas) behov. Vi ser vidare godstransportlösningar i städer där innerstadens behov av mindre fordon kombineras med större lastbilar för intransport till butiksgemensamma varumottagningar (mikro-terminaler), specifika hamnskyttlar i syfte att minska trängsel och miljöpåverkan av containerflöden in och ut ur hamnstäder, en differentiering av vägnätet med avseende på broar, bärighet, säkerhet och framkomlighet för att möta miljö- och effektivitetskraven för långväga godstransporter av både tyngre och mer skrymmande gods med nya fordonskombinationer. Även nya tjänster som Uber, intelligenta kartor, navigerings- och trafikinformation samt nya möjligheter för tillträdeskontroll är sådana exempel.

Fordon som är längre än 25,25 m och/eller tyngre än 60 ton (HCT – High Capacity Transports) kan tillåtas på lämpliga delar av vägnätet. Då kan energianvändningen per fraktad volym/vikt minska med mellan 10 och 27 procent. En stor del av dagens vägnät klarar detta och möjliggör därmed en effektivare användning av infrastrukturen. Begränsningarna finns främst på de lågtrafikerade vägarna och på vissa broar. HCT ger möjligheter att med måttliga investeringar möta förväntad transportefterfrågan, och det till lägre energianvändning, miljöpåverkan och kostnader.

För logistikföretag, speditörer och transportörer är förbättrad framkomlighet och ökade möjligheter till effektivare ruttplanering viktigt för att kunna effektivisera distributionen av gods. Det råder stor konsensus kring att optimering av rutter har väsentligt större potential än optimering av fyllnadsgraden, speciellt för godsdistribution i städer. Konsekvenserna av tidsfönster för leverans i city behöver utredas för att inte öka antalet fordonsrörelser och försämra fyllnadsgrader. Inom området framkomlighet nämns också ofta problem och möjligheter kopplade till lastnings- och lossningszoner där en ökad styrning och kontroll av regelefterlevnad skulle kunna förbättra framkomligheten avsevärt. Ytterligare exempel på tunga transporter i urbana miljöer är flöden till och från större hamnar. Flödena är ofta koncentrerade till specifika rutter och utgör inte sällan stora lokala utmaningar vad gäller miljö, trafiksäkerhet och stadsutveckling.

Bussystem är också exempel på anpassade transportlösningar. Kärnan i de olika systemen är bussresor med en hög servicenivå. Servicenivån definieras framförallt av kortare restider, högre turtäthet, god integration och access samt ökad komfort. Denna nivå nås via bättre (anpassade) fordon, bättre (anpassad) infrastruktur, högre trafikfrekvens, färre hållplatser och rakare linjer. "Tänk spårvagn eller tunnelbana, men kör buss" är en bra sammanfattning av goda bussystem.

Ett annat område som ofta lyfts fram är möjligheter att på ett kontrollerat och anpassat sätt dynamiskt utnyttja körfält för olika typer av transportbehov. Här tycks branschen vara villig att tillmötesgå krav på ökad transparens mot myndigheter och förvaltningar genom någon form av "övervakning" via t.ex. modern ITS-teknologi. Syftet är att förhindra otillbörligt användande av dess fält samt att tillgodose de krav som kollektivtrafiken ställer för att inte påverka servicegrad, punktlighet etc.

4.2 Forskningsbehov

Fordonsutvecklingen kommer även fortsättningsvis att ha en central roll att leverera transportpolitisk nytta på ett kostnadseffektivt sätt. Det svenska transportsystemet är väl utvecklat vad gäller enskilda

komponenter, men har en stor potential för effektivisering på systemnivå genom ökad samverkan mellan olika trafikslag samt utnyttjande av den mest energieffektiva transportkedjan vid varje enskilt tillfälle.

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. Detta ökar dock komplexiteten i utvecklingsarbetet med fler parter som måste ha ett nära samarbete.

4.2.1 Anpassade fordonskoncept

En betydande effektivitetspotential finns i kompletta fordonskombinationer som i högre grad är specificerade i förhållande till sina transportuppdrag. Ett första steg i denna riktning är att tydligare utforma kombinationer efter transportuppdragets krav avseende totalvikt och volym. Utformning för effektivare lastning och lossning vid terminal samt för optimerad aerodynamik är andra viktiga steg.

Förutom lägre bränsleförbrukning och andra operativa kostnader kommer även produktiviteten i fordonskombinationen öka över dess livstid. Det finns dock ett behov av nya metoder för att bättre förstå transportörens kompletta kravbild och översätta detta till standardlösningar ("blue prints") som bättre optimerar hela kombinationens utformning och drift. Framtida fordonskombinationer och lastbärare måste dessutom vara mer anpassningsbara för varje transportuppdrag och driftsförhållande (till exempel körcykler och manövreringskrav). Kraven på effektiva intermodala lösningar kommer öka vilket medför utvecklingsbehov för både lastbärare och fordonsarkitektur.

Erfarenheter från High Capacity Transports (HCT finns framför allt utomlands och har utvecklats utifrån de förutsättningar som funnits i respektive land). I Sverige har systematisk utveckling pågått sedan 2009, framför allt med skogstransporter. Överföring och anpassning av internationella framsteg och verifiering i svenska demonstrationer har varit framgångsfaktorer. Ännu återstår frågeställningar kring fordonens egenskaper och mest lämpliga konfiguration beroende på vilken typ av gods som ska fraktas. Det är också oklart i vilken utsträckning infrastrukturen påverkas på lång sikt.

Effekterna av HCT behöver också granskas. Hur påverkar HCT transportererna inom andra trafikslag? Vad innebär det för konkurrens, för miljön mm? En av faktorerna för att säkerhet kring HCT utvecklats mer positivt än inom den reguljära trafiken anses vara de krav och kontrollsystem som är kopplade till tillstånden att bedriva trafik. Svenska system för tillträdeskontroll behöver utvecklas, inklusive det regelverk som omger systemet.

Bussystemen kan delas in i olika typer; alltifrån stombussystem till BRT-system med helt separata körbanor och täta snabba turer. För att erbjuda bra bussystem behöver linjenäten anpassas till den givna infrastrukturen. Etableringsprinciper behöver utvecklas, utformning och placering av stationer ses över. Prioriteringsprinciper i relation till den omgivande trafiken behöver vidareutvecklas liksom fordon som är anpassade till bussystemens villkor.

Persontransportsystem inkluderande bussar, personbilar, taxi, pendeltåg etc. som är bättre anpassade till variationer i resebehoven, linjesträckningar, topografi samt miljö- och säkerhetskrav kan sänka kostnader och öka tillgängligheten/värdet av kollektivtrafiken samtidigt som valfrihet, störingskänslighet och flexibilitet förbättras.

För personfordon har detta område fram tills nu inte varit så tydligt. Framöver kan man dock tänka sig att området blir mer aktuellt i skenet av att "mobilitet som service" och autonoma fordon nivå 4 gör entré på marknaden.

4.2.2 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, är fordonen 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.

Förarstödjtjänster

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 beteendeorienterade tjänster 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 till exempel tillförlitlig körning för minskning av slitage, ökad produktivitet, regelefterlevnad, godssäkerhet och attraktiv förarmiljö.

Tjänster för automation och elektromobilitet

Den pågående teknikutvecklingen mot till exempel automatiska 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 realtids 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.

Andra trafik- 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 och sedan styra den digitala väginfrastrukturen, samt på sikt även autonoma fordon. Optimering av de olika ingående delarna i transportkedjan för såväl gods- som

persontransporter möjliggörs, exempelvis tidsoptimering för pendling från dörr-till-dörr med olika trafikslag. Det kommer också vara möjligt att samoptimera gods- och persontransporter.

Nya mobilitetstjänster kommer att växa fram. Exempelvis kommer det finnas nya möjligheter att dela ägandeskap av fordon och sälja mobilitet som en tjänst istället för fordon som en produkt. I och med att data från fordon, infrastruktur och personliga enheter kan länkas samman med data från andra branscher så kommer även nya typer av tjänster och ekosystem att växa fram, exempelvis individanpassade försäkringar baserat på körstil. Andra exempel på tjänster som det uppkopplade fordonet potentiellt ger är:

- *Funktioner för ökad trafiksäkerhet (ex. för autonoma fordon, uppkopplade säkerhetsfunktioner som varnar för kommande fara, förstärkt verklighet)*
- *Minskad miljöpåverkan (ex. optimering av reglersystem för farthållare, minska utsläpp inom valda områden via geo-fencing)*
- *Effektivare navigationssystem (ex. dynamisk uppdatering av kartdata, hitta ledig parkering, laddstationers placering)*
- *Effektivare utnyttjande av tid i bil (ex. prediktiv digital assistent, uppkoppling till omvärld via strömmande bild/ljud)*

4.2.3 Transportinfrastruktur

Väginfrastruktur

Transporteffektivitet handlar till stor del om att utnyttja 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 järnväg. 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 (hastigheter, vikter, längder, tidpunkter, utrustning, övervakning, säkerhets- och miljöegenskaper med mera.). På så sätt skapas möjligheter att anpassa och bevara en vägs, eller ett vägnäts, kvalitet och öka dess kapacitet. De utvecklingstrender vi ser inom automatisering, elektrifiering och andra anpassade lösningar tillåter att reguljär trafik delar transportinfrastrukturen. Därför kan dessa system betraktas som steg 2- och 3-lösningar enligt 4-stegsprincipen för investeringar – dvs anpassning och tillbyggnad av befintlig infrastruktur. För mer avancerade bussystem är däremot infrastrukturen exklusiv för dessa system och därmed handlar det om tillbyggnad eller nybyggnad av infrastruktur – steg 3- eller 4-lösningar.

Med en framtida automatisk körning följer också möjligheter. Vägutrymmet kan 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 den pågående förtätningen äventyrar stadens attraktiva värden (grönområden till exempel).

Elektriska vägar är ett annat sätt att ta till vare de infrastrukturinvesteringar som redan gjorts och utnyttja dem på ett energieffektivt sätt. Till en låg kostnad och förhållandevis snabbt kan elvägar möta tillkommande transportefterfrågan. Därmed kan elvägar bli ett bra komplement till existerande infrastruktur.

Inom den strategiska satsningen FIFFI (Fordon och Infrastruktur inom FFI) utforskades möjligheterna att utveckla koncept där fordon och infrastruktur är anpassade till varandra. High Capacity Transports (HCT) bygger vidare på det faktum att ju större ett fordon blir, desto lägre blir

energianvändningen per fraktad enhet gods – upp mot 30 procent lägre om vanliga europeiska semitrailerekipage (40 ton bruttovikt) ersätts med dubbeltrailers med upp mot 80 tons bruttovikt.

Särskilt inom staden finns behov av att förnya transportsystemen och anpassa dem till stadens villkor och innevånarnas 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 laddning av el- och hybridbilar utvecklas och etableras inom staden.

Det krävs dessutom 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 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.

Den utveckling av infrastrukturen som ligger i EUTS avser den funktionella kravspec som behöver utvecklas för att säkerställa ett effektivt samspel mellan infrastrukturen, nya fordonskoncept och anpassade transportlösningar. Det innefattar alltså inte fysisk ombyggnad anpassning av väginfrastrukturen, exempelvis för att klara nya fordons- eller transportkoncept. Infrastrukturen innefattar inte bara vägens utformning utan också hur vägutrustning intill och på vägen påverkas (både digital och analog), exempelvis plåtskyltar, vms-skyltar, signaler, motorvägskontrollsystem mm. Utveckling av gränssnittet mellan exempelvis trafikledningens system och forsdonsbaserade system inklusive molnbaserad information ingår också.

Detta är det enda delprogram i FFI som arbetar på systemnivå där väginfrastrukturen ingår.

IT-infrastruktur

I det uppkopplade transportsystemet kommer aktörer, fordon, fysisk infrastruktur och omgivande system att kopplas samman via en IT-infrastruktur. Utformningen kommer att påverkas av de övergripande målen, lagar och regler, omgivande system, standards, 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 IT-infrastruktur ska se ut.

Några andra dimensionerande frågeställningar är:

- Till vilken grad ska den vara decentraliserad/centraliserad, exempelvis vilka delar ska finnas i fordon, fordonstillverkarens moln, branschspecifika moln eller tjänsteleverantörers moln?
- Till vilken grad den ska vara öppen/proprietär?
- Till vilken nivå av QoS ska den byggas (ex. realtidsaspekter, tillförlitlighet, tillgänglighet, bandbredd)?
- Vilka API som ska tillhandahållas för integration med omgivande system? (ex. data och meta-data)
- Hur lång tid data ska information lagras för senare användning?
- Vilka affärsmodeller ska den stötta?
- Till vilken grad ska den kunna hantera information om, och styrning av, trafik och fysisk väginfrastruktur?
- Rättigheten till tillgänglig information, vem äger den och hur får den användas?

IT-infrastrukturen ska också möjliggöra insamlandet av data i realtid och analys av stora datamängder (Big Data) i såväl realtid som för historisk data. Detta kommer vara centralt för många tjänsteområden. Det kommer också krävas utveckling av metoder, modeller och analysverktyg för att "industriellt" kunna förädla data till information och tjänster som kan bidra till ökad transporteffektivitet.

Avgränsning: I EUTS ligger fokus på utvecklingen av en IT-arkitektur som stöttar uppkopplade fordon, transportinfrastruktur och deras koppling till omgivande ekosystem.

4.2.4 Regelverk, standardisering och juridik

Regelstyrning är stark 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 allt efter som tekniken, tjänsterna och människans förutsättningar utvecklas. Nya förutsättningar skapar förändrade villkor för regelverken.

Men det går också att vända på logiken. Förändrade regelverk både öppnar och stänger möjligheter för ny teknologi och nya tjänster. I det avseendet fungerar regelverken som standarder; de både skapar och begränsar möjligheter till förnyelse. Detta innebär att regelverken kan behandlas som övriga delar av transportsystemet. Dess funktionalitet och lämplighet kan betraktas och utvecklas ur ett perspektiv av transporteffektivitet.

Dagens regelverk inom transportområdet speglar främst aspekter av säkerhet och miljö i kombination med människans förutsättningar att följa regelverken. Så 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.

Ett flertal regelverk berörs och behöver ses över. De viktigaste bedöms vara trafikförordningen, fordonsförordningen samt vägmärkesförordningen. Regelverk som reglerar infrastrukturens utformning är också viktiga i form av VGU, (Vägars och gators utformning). VGU är styrande för Trafikverket men tillämpas även av kommunerna, den innehåller geometrisk utformning men även trafiksignaler och viss vägutrustning. TRAST är ett annat dokument (Trafik i en attraktiv stad som reglerar trafikeringen i tätort). Kommunala trafikstrategier kan också vara intressant där man styr hur gaturummet ska utnyttjas och för vilka syften. Därutöver berörs även PUL, personuppgiftslagen. Påverkan av regelverken på EU-nivå hanteras i annan ordning.

Inom automatisering är frågan om ansvar vid eventuella olyckor inte reglerad. Är det föraren som ska hållas ansvarig eller 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. Inom High Capacity Transport drivs ett helt utvecklingsprogram med syftet att få fram kunskap för att kunna utveckla regelverket, så HCT kan användas på delar av det svenska vägnätet. Uppkopplade tjänster ställer krav på att regelverken hanterar integritetsaspekter. Vilken information om oss trafikanter är nödvändig för att utveckla nya tjänster och under vilka förutsättningar får denna information användas? Regelverkens relation till transporteffektivitet är utforskad och frågorna är många.

Civilrättsliga och 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 trafik tillämpningar.
- 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.

4.2.5 Affärsmodeller

Mycket enkelt förklarar så beskriver affärsmodeller hur en organisationer 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.

Idag förs mycket diskussioner kring affärsmodeller kopplat till ny innovativ teknik. För att en ny innovativ teknik ska få ett bestående genomslag på marknaden krävs oftast också att affärsmodellen ändras. Det kan vara tydligt 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 nämnda utvecklingsområden automatisering, elektrifiering, uppkopplade tjänster och anpassade transportlösningar är områden där affärsmodeller behöver undersökas, demonstreras och utvecklas. Digitaliseringen innebär bl.a. en ökad komplexitet eftersom fler aktörer som OEM:er, 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.

4.2.6 Människan i systemet

Teknikutvecklingen går starkt framåt. Särskilt starka är trenderna inom automatisering, elektrifiering, digitalisering och anpassade transportlösningar. Förändringar på systemnivå för med sig nya krav på människan. Ny teknik måste fungera och anpassas till förarnas möjligheter, önskemål och förväntningar, samt till samhällets krav för att bli framgångsrikt. Med nya fordonstyper och vid eventuellt införande av dessa i större skala följer ett antal frågeställningar om människans förmågor och begränsningar. Själva handhavandet av fordonen förändras. Människors skilda attityder gentemot teknikförändringar, till datorer, digitalisering och sociala medier visar hur olika vi är och hur olika vi bedömer och tar till oss ny teknik.

Det är viktigt att studera exempelvis automatisering, platooning och förarstöd tjänster utifrån användarperspektivet. Utgångspunkten kan vara organisatoriska eller beteendemässiga skäl och hur de påverkar en möjlig implementering.

Behovet av att rekrytera lastbils- och bussförare kommer att öka de närmaste tio åren och tillgången på rätt utbildade förare blir en viktig fråga att lösa. Föraryrket rymmer många olika arbetsmoment, och kräver därför många särskilda kompetenser. Nya lösningar – elektriska, autonoma, HCT-fordon och platooning-körning - kommer att ge föraren en helt ny roll och i helt nya situationer. Uppkopplade fordon medför förutom förbättrade trafiklösningar även möjlighet till nya tjänster. Merparten av trafikinformationen kommer i framtiden att digitaliseras och göras tillgänglig i realtid. Genom ICT-lösningar skapas möjligheter att föraren tillsammans med andra kan skapa ytterligare värde till transporten.

Ökad produktivitet i transportsystemet är nödvändig. Går det att skapa värde genom nya arbetsuppgifter under färden? Det behövs analyser och forskning om var och vilka arbetsuppgifter ska utföras bland annat med anledning av ny teknik. Hur kan nya arbetsuppgifter fördelas mellan chaufför och trafikledning och hur kan de stödjas i systemet - bland annat med hjälp av planeringsverktyg och trafikstyrning. Hur påverkas produktiviteten av ny information, ny teknik, ny utrustning och fler samverkande parter som ger möjlighet till nya tjänster?

Ökad digitalisering ger möjlighet till nya tjänster som kan öka produktiviteten. Men 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 medborgarna acceptabelt sätt kan det bli ett hinder för införandet av det uppkopplade transportsystemet. Lagstiftningen har samtidigt svårt att hänga med den digitala utvecklingen.

Förarens beteende under körning påverkas av och påverkar många områden, t.ex arbetsmiljö, ansvarsförhållanden, säkerhet och miljö. Kunskap om de fördelar föraren får i det uppkopplade fordonet genom t.ex information om nya destinationer, intelligent vägval, hastighetsanpassning, fordonets drifttillstånd är viktig. Vilka är fördelarna och ger det till exempel minskad stress, ökad säkerhet och leder detta till bättre bränsleekonomi och minskad miljöpåverkan? Kan nästa generations appar användas för framtida förbättringar t.ex. trafikstyrning, kösystem, parkeringsdirigering och ge fordon access till olika delar av transportsystemet (QTS - Qualification Transport System)?

Säkerheten i och kring fordonet är ett viktigt område och därför bör kunskapen om detta öka, både för att skydda föraren och godset. Varje år sker ett stort antal arbetsolyckor, i vissa fall med dödlig utgång. Förarbeteende är till stor del orsak till olyckorna. Många faktorer påverkar körningen och skapar stress t.ex. tidspassning och trafiksituationen. Behov finns också av forskning om hur föraren kan stödjas i sitt arbete med avseende på hot och hotbilder, om hur ett ändrat beteende och hjälp av ny teknik kan påverka säkerheten. Hur påverkar detta i sin tur arbetsmiljön i hela systemet (människan – fordonet – vägar - lastning – lossning)?

5 Framtida milstolpar

FFI ska bland annat bidra till minskat antal skadade och döda i trafiken samt minska vägtransporternas miljöpåverkan. Eftersom FFI står för "fordonsstrategisk forskning, utveckling och innovation" är det naturligt att FFI:s insats i huvudsak handlar om *fordonsnära aktiviteter i tidiga utvecklingsfaser*. Resultaten kommer att tas om hand av de deltagande företagen för att utveckla nya eller förbättrade produkter och tjänster. I projekt med akademimedverkan kommer de nya rönen att visa sig i form av forskning på en högre kunskapsnivå och nytt innehåll i undervisningen. Inom delprogrammet EUTS betraktas transportsystemet ur ett helhetsperspektiv vilket medför att även policyfrågor är av stor vikt såväl som möjligheter för intermodala transporter.

För att illustrera vad den utveckling som stöds av FFI kan leda till har tre olika framtida milstolpar definierats utifrån tidpunkten för den förväntade marknadsintroduktionen av ny teknik eller nya tjänster. Milstolparna baseras på den förväntade marknadsintroduktionen av ny teknik eller nya tjänster. De tre milstolparna inom FFI EUTS är:

- Milstolpe 1: år 2020 - Det uppkopplade transportsystemet
- Milstolpe 2: år 2025 – Det integrerade transportsystemet
- Milstolpe 3: år 2030 -Det automatiserade (digitaliserade) och elektrifierade transportsystemet.

De olika stegen är beskrivna mer i detalj i de följande avsnitten och för varje koncept.

Till varje koncept finns ett övergripande mål angivet. Det är ett teoretiskt mått och en grov uppskattning av effekten om alla fordon och all infrastruktur fullt ut skulle utnyttja den teknik som hör till den aktuella milstolpen samt att samhället i övrigt arbetar aktivt med utvecklingen inom området.

Med övergripande mål avses i denna färdplan ett mål som FFI strävar mot. Målet är skrivet på samhällsnivå och kräver att fler faktorer eller aktörer än de FFI förfogar över verkar åt samma håll. De övergripande målen utgår också från att tekniken används på det sätt som det är avsett samt att fordon och vägtransportsystemet används enligt avsikterna i gällande bestämmelser.

Figur 2 visar schematiskt de olika stegen i en utvecklingskedja, från idé till marknadsintroduktion, av en ny produkt eller tjänst. Dessa används i följande till exempel för att översiktligt visa under vilken tidsperiod som de olika stegen dominerar för respektive milstolpe och område.



Figur 3. Övergripande skiss för de olika stegen inom FFI.

**** Med affärsförutsättningar avses t.ex. regelverk, lagstiftning, standardisering, industrialisering (leverantörer, produktion, eftermarknad), affärsmodeller, affärspartners/ekosystem, marknadskanaler.**

Vi har tagit fram utmaningar och exempel på relevanta forskningsområden inom de identifierade delområdena. Delområdena är i vissa fall nedbrutna ytterligare ett steg. I tabell 1 beskrivs övergripande vad som krävs för att nå de olika övergripande koncepten och milstolparna.

5.1 Färdplanens milstolpar

5.1.1 Automatisering

Milstolpe 2020 <i>Det uppkopplade transportsystemet</i>	Milstolpe 2025 <i>Det integrerade transportsystemet</i>	Milstolpe 2030 <i>Det automatiserade och digitaliserade transportsystemet</i>
<ol style="list-style-type: none">1. Pilotprojekt med lastbils-platoons i linjetrafik med delvis anpassad infrastruktur och 1a generationens stödjande tjänster, affärsmodeller, standards, regelverk och förarkrav.2. Piloter för autonom rangering och manövrering av lastbilar och entreprenadmaskiner inom avgränsade terminaler och gruvor (täckter) med stödjande lokal IT-infrastruktur.3. Automatisk guidning av buss mot hållplats4. Teknik och tjänster för personbilar, testad och demonstrerad i trafik	<ol style="list-style-type: none">1. Platooning i varierande trafikförhållanden, tjänster för formering och betalningsflöden kommersialiserade. Nationella (EU) standards och regelverk2. Förarlösa transporter inom gruvor och täckter.3. Piloter med delvis automatiska bussar på anpassad infrastruktur.4. Automatiserad personbilstrafik på stadsnära och mitt- separerade vägar (pendlingsstråk). - Delsträckor av Gbg-Mlm-Sthlm anpassade för autonom körning (nivå 4)	<ol style="list-style-type: none">1. Fullt utbyggt platooning mellan stora godsnoder med anpassad infrastruktur, avancerade tjänster och fungerande affärsmodeller samt etablerade internationella standards och regelverk.2. Helt automatisk terminalrangering och gruvtransporter3. Högt automatiserade fordon (nivå 4) i trafik överallt. Förarlösa personbilar i trafik och bussar på valda sträckor med stöd av optimerade trafikledningssystem i städer

5.1.1 Elektrifiering

Milstolpe 2020 <i>Det uppkopplade transportsystemet</i>	Milstolpe 2025 <i>Det integrerade transportsystemet</i>	Milstolpe 2030 <i>Det automatiserade och digitaliserade transportsystemet</i>
<ol style="list-style-type: none">1. Standardiserat betalsystem för "eltankning" av personbilar.2. Helelektriska kommersiella bussystem finns i flera städer3. Behov av och krav på laddinfrastruktur framtagen.4. Demonstration av elväg 2.05. Underlag för implementeringsstrategier för elvägar finns framme.	<ol style="list-style-type: none">1. Slutna "point to point" system (korridorer) för helt eller delvis elektrifierad ung trafik demonstrerade2. Planeringsunderlag för den första stora elvägen finns framme.	<ol style="list-style-type: none">1. En elvägsförbindelse mellan två stora orter är i drift.4. Kommersiellt gångbart system för dynamisk laddning under färd är demonstrerat och utvärderat i större skala på offentlig vägsträcka, vilket har genererat kunskap som har använts för beslut om eventuella vidare satsningar.

5.1.2 Uppkopplade tjänster (Digitalisering)

Milstolpe 2020 <i>Det uppkopplade transportsystemet</i>	Milstolpe 2025 <i>Det integrerade transportsystemet</i>	Milstolpe 2030 <i>Det automatiserade och digitaliserade transportsystemet</i>
<p>1. Logistik Tjänster för ökad fyllnadsgrad, färre tom-transporter, bättre anpassad turtäthet, rutter och busstorlek till flödet av passagerare demonstrerade.</p> <p>Bättre användning av distributionsbilar över dygnet med off-peak-leveranser demonstrerade.</p> <p>2. Fordonsstyrning En tillförlitlig och snabb kommunikation mellan fordon samt reglerteknik är utvecklat och testat.</p> <p>3. Vägtrafikledning (VTL) för kooperativa och självkörande fordon Kravanalys VTL av fordonståg och autonoma fordon framtagna.</p> <p>4. Framkomlighetstjänster Tillträdeskontroll till transportleder med särskilda villkor utvecklat och testat.</p> <p>5. Bokningstjänster för lasta/ lossa, slottider/parkering och uppställning Lösningar för tillträdeskontroll till känsliga tätortsområden (geofencing) testade. Säkra och bokningsbara pendelparkeringar testade. Strukturerad insamling och nyttiggörande av sensordata avseende trafikförhållande, luft-kvalitet, hastighet, infrastrukturkvalitet, rooming delivery/ leverans direkt till bilen.</p> <p>7. Tillträdeskontroll (geofencing) testad i känsliga testad i känsliga urbana miljöer, ex för övergång till eldrift.</p> <p>9. Trafikledning. En snabb och tillförlitlig kommunikation mellan fordon och infrastruktur demonstrerad som möjliggör autonoma fordon.</p> <p>10. Prediktion. Pilotprojekt för personliga digitala assistenter i fordon.</p> <p>11. Integritet. Demonstration teknologi för att säkra den personliga integriteten i uppkopplade bilar.</p>	<p>3. Demonstrationsprojekt av vägtrafikledning för autonoma fordon genomförda på utvalda sträckor.</p> <p>4. Tillträdeskontroll till tunnlar/vägar/broar genomfört på begränsade avsnitt.</p> <p>5. Individanpassad skatt/försäkring testad</p> <p>7. Tillträdeskontroll används i liten skala för valda områden.</p> <p>8. Uppkopplade bilar som standard möjliggör en bred användning av fordonsdata för analys av exempelvis trafikdata, trafiksäkerhet, väderdata, behov av vägunderhåll etc.</p> <p>9. Demonstrationsprojekt för trafikledning av autonoma fordon på utvalda sträckor.</p> <p>10. Personliga digitala assistenter som tillval i alla fordon.</p> <p>11. Pilotprojekt för teknologi att säkra den personliga integriteten..</p>	<p>9. Trafikledning och trafikflödesreglering av autonoma fordon på valda sträckor och områden.</p>

5.1.1 Anpassade transportlösningar

Milstolpe 2020 <i>Det uppkopplade transportsystemet</i>	Milstolpe 2025 <i>Det integrerade transportsystemet</i>	Milstolpe 2030 <i>Det automatiserade och digitaliserade transportsystemet</i>
<p>1. HCT demonstrationsfas avslutad och underlag till nytt regelverk framtaget. Ny bärighetsklass avsedd för 74-ton. Svenskt PBS-system accepterat och anpassade och säkra fordonskombinationer testas på väg och utvärderas.</p> <p>2. BRT/bussystem (fordon, infrastruktur, tjänster) som komplement till andra lokala/regionala kollektivtrafiklösningar demonstreras.</p> <p>3. Första korridoren (hamn, dedikerad pendel etc) med delvis separat körfält och skyttlar för tunga transporter demonstreras</p> <p>4. Demonstration av affärsmodeller och IT-stöd som stimulerar samordning och omlastning av godstransporter.</p>	<p>1. HCT finns introducerat på mindre delar av det svenska vägnätet. Volym- och viktoptimerade fordonskombinationer för delar av vägnätet med stöd av PBS regelverk och intelligent tillträdeskontroll.</p> <p>2. Anpassade terminaler för effektivare transferering av gods och människor i och kring städer.</p> <p>3. Delsträckor av Gbg-Mlm-Sthlm anpassade för autonoma lastbilar (nivå 4)</p> <p>4. Godstransporter utförs i energieffektiva transportsystem och merparten av alla lastbärare, fordon och farkoster är utformade så att de kan användas i intermodala transportkedjor utan särskilda anpassningar eller extra investeringar.</p>	<p>1. Fullt infört PBS regelverk som möjliggör många specialiserade kombinationer på större delar av vägnätet med fullt utbyggd och automatisk tillträdeskontroll.</p> <p>2. Delvis beställningsstyrda system för multimodala person transporter i städer som nyttjar kollektivtrafik, bilpooler, cyklar etc för att på mest effektiva sätt lösa stadens mobilitetsbehov.</p> <p>3. Control tower trafikledning av all tung trafik i kring hamnar och andra urbana logistikcentra med slot-tider och full synkronisering med tillgänglig kapacitet i transportsystem och terminaler</p>

6 Projektportföljen och prioriteringar

I diagrammet nedan framgår budgetfördelningen mellan färdplanens programområden idag, samt den av programrådet föreslagna prioriteringen för att nå milstolparna för EUTS.

*Fördelning av budgeten mellan programområdena (%).
Utfall och önskat läge 2030.*

