

Strategisk färdplan

INOM SATSNINGEN FORDONSSTRATEGISK FORSKNING OCH INNOVATION (FFI)

Elektronik, mjukvara och kommunikation

2017-09-21



FFI Fordonsstrategisk
Forskning och
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

FKG

VOLVO

SCANIA

SCANIA

VOLVO

Innehållsförteckning

1 Förord	3
2 Syfte och mål	3
3 Bakgrund	4
4 Framtida teknisk utveckling	4
4.1 Elarkitektur – inom fordonet	5
4.2 Arkitektur utanför fordonet - det uppkopplade systemet	7
4.3 Cybersäkerhet	9
4.4 Människa-Maskin-Interaktion	11
4.5 Verifiering & Validering.....	12
4.6 Teknik för gröna, säkra, autonoma & uppkopplade funktioner	13

1 Förord

Programrådet avser att denna färdplan ska vara ett gemensamt instrument för strategiska vägval avseende forsknings- och utvecklingsaktiviteter samt värdefull vid uppföljning av programmet.

Färdplanen förmedlar en övergripande bild av FFI-EMK och dess betydelse för säkra, effektiva och miljövänliga transporter. Färdplanen kommer att uppdateras regelbundet.

2 Syfte och mål

Denna strategiska färdplan beskriver på ett övergripande sätt FFI-programmets koppling till området Elektronik, Mjukvara och Kommunikation, EMK. Dokumentet innehåller utmaningar, forsknings- och utvecklingsbehov samt förväntade resultat.

Syftet är att identifiera forsknings- och innovationsaktiviteter som möjliggör utveckling av säkra och miljövänliga fordon och därigenom stärka svensk fordonsindustris konkurrenskraft. 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. Dokumentet täcker tidsperioden upp till 2030 och konkretiserar vad som behöver göras för att möjliggöra att nå FFI-programmets övergripande mål, dvs. de mål som finns beskrivna i:

- FFI "Övergripande Färdplan"
- Färdplan "FFI Trafiksäkerhet och automatiserade fordon"
- Färdplan "FFI Energi och Miljö"
- Färdplan "FFI Effektiva och uppkopplade transport system"
- Färdplan "Hållbar produktion"

Dokumentet beskriver mål för nödvändig teknikutveckling för att möjliggöra de funktioner som beskrivs i ovan nämnda färdplaner. Självfallet går verksamheterna något om lott. T ex om man avser att enbart studera en Aktiv Säkerhetsfunktion så görs detta inom ramen för programrådet "Fordons- och Trafiksäkerhet". Huvudfokus är då hur funktionen fungerar i en trafikmiljö och del av den tekniska lösningen för denna funktion. Som komplement till detta behövs EMK fokus mot de teknologier som möjliggör introduktionen av funktionen i en produkt, både vad avser arkitekturerna som skall härbärgera funktionen och bastekniken för att kunna samutnyttja tekniska lösningen för att realisera angränsande funktioner. Denna symbios är central för ett effektivt Innovationssystem med korta ledtider.

Detta innebär även att denna färdplan beskriver teknologier och kunskapsuppbyggnad som är en förutsättning för områden såsom "Electromobility", "Aktiv säkerhet", "Autonoma Fordon" och "Uppkopplade Fordon". Eller mer allmänt, för "Green, Safe, Autonomous & Connected"-funktionalitet.

3 Bakgrund

Elektronik, Mjukvara och Kommunikation (EMK) är avgörande för utveckling av ett miljövänligt och säkert trafiksystem, samtidigt som konkurrenskraften för svensk fordonsindustri stärks. En återblick ger en indikation om den framtida potentialen.

Miljö: Sedan Clean Air Act lanserades i USA 1970 har de reglerade emissionerna av NO_x, HC och CO reducerat till en bråkdel av utgångsvärdena. Lejonparten av denna minskning kan tillgodoräknas EMK i form av insprutningssystem, tändsystem, etc.

Kalifornien har även varit föregångare när det gäller nollemissionsfordon där även minskad bränsleförbrukning ingår, dvs. reduktion av CO₂. Som en effekt av deras ZEV-mandat (Zero Emission Vehicle-mandat) introduceras globalt under detta decennium fordon med varierande elektrifieringsgrad även detta med stor del på grund av EMK.

Säkerhet: De första stora stegen mot sammankoppling av säkerhet med EMK är exempelvis introduktionen av airbags för passiv säkerhet samt låsningsfria bromsar för aktiv säkerhet. Idag finns det så många aktiva säkerhetsfunktioner i produktion att det är svårt att namnge dem alla även för en specialist. Det intressanta i närtid är att karaktären hos de EMK-baserade aktiva säkerhetssystemen är att de om rätt systemupplägg föreligger är enkla att eftermontera. Detta blir särskilt viktigt när fordonen betraktas som uppkopplade och därmed enkelt nåbara via etern

Konkurrenskraftig svensk fordonsindustri: EMK stärker svensk fordonsindustris kärnvärden "Säkra och Miljövänliga Fordon". Ett moment i denna utveckling är uppkopplade fordon. En annan effekt av uppkopplade fordon är att ett antal nya områden dyker upp som kraftigt kommer att stärka svensk fordonsindustris konkurrenskraft. Fordonsindustrin är på väg att nyttja information i och kring fordonen för datahandel, nya kundfunktioner och förbättrad effektivitet. Exempel på datahandel är att själva fordonen kan användas som mätprober för trafikinfrastrukturen, t ex var det är halt, var det finns tjälskott, vilken rastplats som är skräpig etc. Exempel på nya kundfunktioner är att kunna upptäcka faror och varna andra trafikanter. Exempel på förbättrad effektivitet är framförallt att man enkelt kan förstå hur fordonen används i verklig trafikmiljö vilket torde vara avgörande för t ex förebyggande säkerhet.

EMK är med andra ord avgörande för "Gröna, säkra och uppkopplade" fordon.

4 Framtida teknisk utveckling

Framtida innovationer inom fordonsindustrin kommer bland annat att bygga på digitalisering, elektrifiering och automation. Till detta en stor osäkerhet om framtiden och med en ökande förändringstakt. Detta innebär att framtidens elarkitektur i och utanför fordonen måste vara flexibel, skalbar etc. Den snabbare förändringstakten kräver att fordonens mjukvara måste kontinuerligt kunna uppdateras. Det enskilda fordonet kommer att vara en del i ett uppkopplat transportsystem vilket ställer nya krav på fordonets system. Fordonet blir en del i ett "system of systems". Uppkoppling, komplexare funktioner, ökad förändringstakt kommer att kräva virtuella utvecklings och verifieringsmetoder.

Programområdet är uppdelat i 6 delområden:

- Elarkitektur – inom fordonet
- Arkitektur utanför fordonet - det uppkopplade systemet
- Cybersäkerhet
- Människa-Maskin-Interaktion
- Verifiering & Validering
- Teknik för "Gröna, säkra, autonoma och uppkopplade funktioner"

Vart och ett av dessa delområden har blivit tilldelade ett antal progressiva mål under givna underrubriker. Progressionsgraderna har definierats som kort, medellång och lång sikt. Specifika årtal har undvikits eftersom det är svårt att exakt definiera och förutse den snabba teknikutvecklingen på ett hållbart sätt.

Därför har endast önskvärda trender pekats ut, där ytterligare forskning behöver prioriteras. På grund av den snabba teknikutvecklingen är det också svårt att förutse alla underrubriker. Därför ska målen ses som en fingervisning om vad som i nuläget bedöms vara prioriterat, men andra initiativ som ligger i linje med programmets intention och FFI:s övergripande mål är inte uteslutna.

EMK har satt upp ett progressivt mål för programmet som helhet. Många av delprogrammets mål knyter an till detta övergripande mål.

Rubrik	Tidshorisont	Kort	Medel	Lång
Elektronik, Mjukvara, Kommunikation		Den flexibla och utbyggbara elarkitekturen	Elarkitekturen som en sömlöst integrerad del i det totala transportsystemets IT-struktur	Den självlärande elarkitekturen

I kapitel 3.1 till 3.6 beskrivs utmaningar, forsknings- och utvecklingsbehov mer i detalj för varje delområde.

4.1 Elarkitektur – inom fordonet

Elarkitekturen i fordonet fortsätter att kännetecknas av ett stadigt ökande antal implementerade funktioner och en växande mängd mjukvara och allt högre krav på både den fordonsinterna och den externa kommunikationen. Detta drivs på av den allmänna digitaliseringstrenden och nödvändigheten att implementera nya funktioner i mjukvara.

Kraven på den framtida elarkitekturen härstammar från tre huvudsakliga utmaningar eller typer av funktioner som tillsammans gör att nya grepp runt elarkitekturen måste tas:

- Konstant uppkoppling med medtrafikanter, mot väg- och trafikinfrastrukturen samt i fallet med tunga fordon även mot åkeriets transportuppdragssystem ställer krav på hög bandbredd och tillförlitlig kommunikation externt fordonet.
- Autonoma fordon ställer höga krav på beräkningskraft och kommunikationsbandbredd främst internt, men i vissa scenarier även externt, fordonet. I takt med att allt kraftfullare elektronik tar sin plats i fordonet kommer detta även ge upphov till utmaningar runt elförsörjningen.
- Elektrifiering av drivlina kommer att ställa krav på effektiv hantering av olika typer av strömförsörjning.

Utöver dessa nya utmaningar så ska den traditionella funktionaliteten fortfarande fungera och vidareutvecklas för att möta ökade kundkrav och industrins krav på allt effektivare utvecklings- och driftsättningsmetoder, där fordonet ofta måste kunna uppdateras och uppgraderas under fordonets livslängd, och mer kostnadseffektiva lösningar.

Syfte: Elarkitekturen definierar regelverk för utvecklingen av kundfunktioner, som tillhandahåller utvecklingsprinciper och en gemensam hårdvara- och mjukvarustruktur för både produkt och process som möjliggör för funktionsutvecklare att utveckla sina funktioner på ett effektivt sätt så att de fungerar tillsammans med andra funktioner. Det här programområdet syftar till att utveckla strategier, tekniker, metoder och verktyg för framtida elarkitekturer för fordon som kan härbärgera en mer komplex funktions- och variantflora.

Innehåll: Det finns tre perspektiv på elarkitekturen: logisk (funktioner och tjänster), topologisk (bussar och nätverk) och galvanisk (hårdvara och mekanik). Dessa omfattar, för att nämna några exempel, elförsörjning, inbyggda datorsystem, datorkommunikation, funktions- och systemsäkerhet, diagnostisering. I elarkitekturen ingår även komponenter i form av mjukvaruartiklar (t ex för operativsystem, "Open Source Code"), samt elkraftkomponenter (de klassiska: startmotor, generator & batteri samt de som behövs för multipla spänningsnivåer). Det ingår även en mycket stor variantflora som elarkitekturen behöver kunna hantera. Vidare ingår omfattande ansvar i att tillhandahålla processer, metoder och verktyg (PMT) för att utveckla både elsystemet och de funktioner som realiserar med hjälp av elsystemet. Detta innefattar PMT för såväl

den traditionella V-modellen som det agila arbetssättet med slutkund inkopplad i utvecklingsloopen (dvs. Separation av utvecklingsaspekter, Kontinuerlig integrering och Kontinuerlig driftsättning).

Trend: I ett första steg så går vi mot en mer flexibel och modulär elarkitektur genom olika typer av specifika (påhängs-) lösningar för olika delar, men som i ett medellångt perspektiv blir alltmer integrerade till en koherent helhet. I takt med att fordonens funktioner blir alltmer avancerade, beräkningstunga och dataintensiva så behövs tekniker som adresserar dessa utmaningar. I ett längre perspektiv så ser vi ett allt större inslag av maskininlärningsbaserade funktioner och beståndsdelar i arkitekturen. Detta kommer inte minst att ställa krav på nya strategier runt funktions- och datasäkerhet. En fjärde trend är att fokus flyttas från det enskilda fordonet till transportsystemet och molntjänster. Även icke-kritisk, men beräkningstung, fordonsfunktionalitet skulle kunna allokeras till molnet. Detta ställer dock krav på en god och tillförlitlig kommunikation och elarkitektur utanför fordonet. Ej att förglömma är trycket mot allt kortare utvecklingsledtider och att få ut ny funktionalitet och uppdatera befintlig funktionalitet i allt snabbare takt, utan att tumma på säkerhetsprinciper, och samtidigt ha kontroll över alla varianter och produktfamiljer.

Rubrik	Tidshorisont	Kort	Medel	Lång
Beräkningskraft		Hantera ökade beräkningskrav från nya krävande applikationer som tilläggslösningar till befintlig elarkitektur.	Hantera ökade beräkningskrav från nya krävande applikationer som en integrerad del av elarkitekturen.	Hantera ökade beräkningskrav från nya krävande applikationer via molntjänster.
Intern kommunikation		Hantera ökade krav på hög bandbredd för enskilda funktioner med låg ASIL-nivå separerad från ordinarie kommunikationsinfrastruktur.	Hantera ökade krav på hög bandbredd, tillförlitlighet och flexibilitet från nya krävande applikationer och tjänster på olika ASIL-nivå som en integrerad del av elarkitekturen.	Väsentligt högre bandbredds krav med hög tillförlitlighet och energieffektivitet.
Sensordata		Hantera ökad mängd sensordata som krävs för att klara av avancerade säkerhetsapplikationer.	Hantera ännu större mängd som krävs sensordata för att klara av automations-applikationer på hög nivå.	Hantera den mängd sensordata som krävs för att klara av automations-applikationer på högsta nivå.
Maskininläring		Isolerade maskininlärningsapplikationer	Ett stort antal applikationer baserade på maskininläring.	Ett stort antal applikationer, även säkerhetskritiska, baserade på maskininläring.
Funktionssäkerhet som del av elarkitekturen		Isolerade men harmoniserade funktionssäkerhetsmekanismer	Funktionssäkerhet som en integrerad del av elarkitekturen.	Funktionssäkerhet för maskininlärningsbaserade funktioner
Datasäkerhet som del av elarkitekturen		Isolerade men harmoniserade datasäkerhetsmekanismer	Datasäkerhet som en integrerad del av elarkitekturen.	Datasäkerhet för maskininlärningsbaserade funktioner
Loggning		Dynamisk styrning av vilken data som ska loggas	Omhändertagande av massiva mängder loggningsdata	

Dataanalys	Manuell dataanalys.	Semiautomatisk realtidsanalys utförs i fordonet	Automatisk realtidsanalys i fordonet
Funktionstillgänglighet	Dynamisk av- och påslagning av funktionalitet under olika omständigheter	Nedladdning av ny funktionalitet samt automatisk anpassning och allokering av nya och existerande funktioner mellan körcykler	Nedladdning av ny funktionalitet samt automatisk anpassning och allokering av nya och existerande funktioner under en och samma körcykel
Blandad kritikalitet (Mixed-criticality)	Arkitekturkoncept för att skydda säkerhetskritisk funktionalitet ombord från andra funktioner.		
System-av-system	System-av-system-integration av specifika affärsfall. Begynnande migrering till tjänsteorienterade lösningar och plattformar baserade på öppna standarder.	Kontraktbaserad integration. Tjänsteorienterade arkitekturer på öppna plattformar	Affärsintegrationer på öppna plattformar
Kortare ledtider	Kontinuerlig integrering av helfordon och kontinuerlig driftsättning av enskilda funktioner.	Kontinuerlig driftsättning	Kontinuerligt självförbättrande system.
Varianthantering	Effektiv varianthantering av produktfamiljer och produktdata i ett kontinuerligt integrationsflöde	Effektiv varianthantering av olika experimentuppsättningar	Variantbaserad självinlärning utifrån användarprofiler
Behovsanpassad strömförsörjning	Energilagring med multipla spänningsnivåer	Aktuatorer och sensorer med skilda spänningsnivåer integrerade i elarkitekturen	
EMC	Bibehållen eller ökad EMC-robusthet trots nya krävande applikationer med hjälp av speciallösningar.	Bibehållen eller ökad EMC-robusthet trots nya krävande, integrerade och uppkopplade funktioner som en integrerad del av elsystemet.	

4.2 Arkitektur utanför fordonet - det uppkopplade systemet

Inledning: Genom uppkoppling över kommunikationsnätverk så blir fordonens inbyggda mjukvara en integrerad del av en molnbaserad infrastruktur. Detta innebär att inbyggd logik i fordonet kan integreras med funktionalitet på en server eller i molnet. Ett exempel på detta är digitala kartor i fordonet som då kan uppdateras i realtid genom att aktuell information från många källor aggregeras på en server, och sedan uppdateras till fordonet. På detta sätt kan sensornära och säkerhetskritisk logik exekvera inbyggt i fordonet, men mer strategisk logik kan utnyttja data från alla tänkbara informationskällor genom att istället exekvera på en server eller i molnet.

Detta tekniskifte öppnar upp för många tänkbara möjligheter, som exempelvis:

- Snabb mjukvaruutveckling genom snabba ändringar av mjukvara i molnet istället för inbyggd mjukvara.
- Autonom samverkande körning: Automatiserat samarbete mellan fordon och mellan fordon och infrastruktur, genom direktkommunikation och cellulär kommunikation.
- Använda Big-Data metoder på massiva mängder insamlad data
- Integrera fordon med externa data, som t ex realtids trafikinformation
- Använda utvecklingsmetoder som Artificiell Intelligens och Maskininlärning i molnet, utan traditionella begränsningar i beräkningskapacitet, minnestillgång eller utvecklingscykler för fordonsspecifik hårdvara.
- Utveckla fordons-HMI med moderna teknologier tex web genom att exekvera delar av logiken i molnet.

Men detta teknikskifte innebär också ett antal nya utmaningar, till exempel:

- Hur uppfylla krav på funktionell säkerhet när logiken är distribuerad delvis utanför fordonet.
- Hur hantera informationssäkerhet och intrångsskydd i en komplex distribuerad mjukvaruarkitektur
- Metoder för verifiering och validering som stöttar agil utveckling i komplexa och dynamiska distribuerade mjukvaruarkitekturer
- Styrmodeller som stöttar agil utveckling av komplexa och dynamiska distribuerade mjukvaruarkitekturer

Syfte: Att hantera hur elsystemet i ett uppkopplat fordon utbyter information med omvärlden genom en global digital infrastruktur.

Innehåll:

- Radiokommunikation för fordon-till-fordon och fordon-till-infrastruktur, inklusive signalkvalitet och elektromagnetisk kompatibilitet.
- Teknologier för moln-baserade integrationer över publika och privata nätverk.
- Datasäkerhet (se avsnitt Cybersäkerhet)
- Funktions- och systemsäkerhet för moln-baserade och distribuerade system.
- Edge-computing och andra molnbaserade arkitekturer.
- Produktdatanhantering och produktkonfiguration när produkten som är mjukvara och tjänster.
- Metoder för verifiering och validering av distribuerade och molnbaserade arkitekturer.
- Styrmodeller som stöttar agil utveckling av komplexa och dynamiska distribuerade mjukvaruarkitekturer
- Moln-baserad algoritmutveckling baserad på massiva mängder sensordata
- Moln-baserad aggregering av fordonsdata (t ex för realtidsinformation om t ex vägstatus och trafikflöden)
- Maskininlärning och BigData-analys på stora mängder sensordata respektive fordons- och trafikdata.

Trend:

Uppkoppling av fordon har funnits i decennier, t ex i form av relativt simpel datainsamling för Fleet management-system. De senaste åren har förståelsen för uppkopplingens betydelse ökat, både för att möjliggöra självkörande fordon, men också som en möjliggörare för nya affärsmodeller inom transportområdet. Detta leder långsiktigt mot en integration mellan inbyggda mjukvaran och molnbaserade lösningar.

Trender är:

- Mer modulära och flexibla system genom microservices-arkitekturer.
- Integration mellan fordonsmjukvara och molnbaserad mjukvara, t ex fusioneras sensordata i fordonet med aggregerad realtids-information från molnet.
- Systemen öppnas upp, vilket kräver nya metoder för både informationssäkerhet och funktionell säkerhet.
- Vi går från att bara fjärrläsa fordon till att också fjärrstyra.

- Vi optimerar och styr inte enbart på enskilda fordon, utan på system av fordon, och fordon och infrastruktur.

Rubrik	Tidshorisont	Kort	Medel	Lång
Molntjänster		Molnintegration av specifika fordonsfunktioner.	Fordonsfunktioner i molnet	Sömlös allokering av funktioner
Datasäkerhet (Se avsnitt Cybersäkerhet)		Isolerade men harmoniserade cybersäkerhetsmekanismer Säkerhetskoncept längs hela funktionskedjan från sändare till mottagare.	Datasäkerhet som en integrerad del av elsystemet (onboard och offboard).	Datasäkerhet på en ny högre nivå.
Loggning och insamling av stora datamängder		Specifik dataloggning per funktion och egenskap.	Semiautomatisk och smartare loggningsstrategi. Kombinera datakällor.	Automatisk och smartare loggningsstrategi.
Analys av stora datamängder i molnet (ML och BigData)		Sensordata respektive fordons- och trafikdata insamlat till molnet för analys.	ML och BigData algoritmer genom cloud-baserad analys	Algoritmer genererade i molnet automatiskt uppdaterade i fordonet.
System-av-system		Bygga tjänsteorienterade affärer.	Integration i öppna affärsplattformar.	Ekosystem för transportlösningar
Funktionssäkerhet för kooperativa system		Hantering av ett fordons funktionssäkerhet som del av ett kooperativt system för enskilda användningsfall, enbart informationsdelning.	Hantering av ett fordons funktionssäkerhet som del av ett kooperativt system för enskilda användningsfall.	Hantering av ett fordons funktionssäkerhet som del av ett kooperativt system för alla användningsfall.
Reliable, real-time, high-capacity communication		Stöd för hög bandbredd för kommunikation med ett fåtal trafikaktörer	Stöd för hög bandbredd för kommunikation med ett stort antal trafikaktörer.	
Utvecklingsmetoder för uppkopplade funktioner		Test och kvalitetssäkring för uppkopplade fordonsfunktioner	Styrmodeller för agil utveckling av komplexa distribuerade system	
V2X		Benchmark state-of-the-art V2X kommunikationsteknologi	Designregler för direkt fordonskommunikation (antennplacering, best-practice osv)	

4.3 Cybersäkerhet

Den snabba utvecklingen inom det tekniska området, med ökande grad av autonoma och ständigt uppkopplade fordon medför en förändring av riskbilden för transporter. Det innebär också att i takt med att befintliga ekosystem och affärsmodeller förändras behövs förmågor för att hantera en mer komplex riskbild. För att möta denna utveckling krävs ett holistiskt synsätt där cybersäkerhet spelar en viktig roll i att skapa förtroende för säkra transporter.

Syfte: Begreppet cybersäkerhet används vanligen för att beskriva de mekanismer och åtgärder som syftar till att säkerställa tillgänglighet, integritet samt konfidentialitet på den information som hanteras i nätverk och infrastruktur. Cybersäkerhet spelar en central roll i hantering av risker och utgör ett instrument för att skapa

förtroende för de komplexa system som utgör dagens, men framför allt morgondagens, transportsystem. Genom att tillämpa ett systematiskt arbetssätt, där processer, metoder och tekniska mekanismer tillsammans verkar för en helhet, skapas förutsättningar för att bygga säkra system från grunden.

Innehåll: Cybersäkerhet är nödvändigt för att bygga förtroende mellan transportsystemens parter genom hela livscykeln. Grunden för detta utgörs, som ovan nämnts, av ett systematiskt arbete med processer, metoder och tekniska mekanismer, vilka gemensamt syftar till att skydda viktiga resurser. Inom mjukvaruindustrin används idag i ofta ramverk för cybersäkerhet vilka i hög grad, med branschspecifika anpassningar, kan tillämpas för utveckling av fordon. Sammantaget med den ökade användningen av lösningar från IT sektorn finns det erfarenheter att hämta från andra branscher inom detta område.

Trend: En ökande andel mjukvara i fordonssystem, tillsammans med ökad grad av uppkoppling, innebär att det är möjligt att säkerheten kan anpassas för att snabbare hantera förändringar i riskbilden. Möjligheten att kunna uppdatera och förändra funktionalitet hos fordonet över dess livscykel innebär att mjukvarubaserade funktioner för att skydda kritisk funktionalitet eller information i fordonet kontinuerligt kommer att behöva anpassas. Även om nya och utökade funktioner för säkerhet med stor sannolikhet kommer att kunna adderas till fordonet via mjukvara under dess livscykel måste lösningarna ta hänsyn till att hotbilden är föränderlig och mycket svår att förutse. För att kunna möta detta behöver skyddslösningarna vara möjliga att anpassa dynamiskt.

Utvecklingen mot autonoma fordon är ett område där riskbilden förändras snabbt i och med att systemen blir allt mer avancerade. För att kunna verka med hög grad av autonomi ställs stora krav på fordonet och att den information och de funktioner som ingår i systemet är skyddade från obehörig påverkan. Fordonsindustrin har lång erfarenhet av strukturerat arbete med safety-risker, vilket tillsammans med området cybersäkerhet utgör en god grund för att skapa säkra autonoma fordon.

I takt med att ekosystemen utvecklas ökar behovet av att hantera information, framför allt sådan som inte är direkt förknippade med fordonet men viktiga för utökade tjänster. Påverkan på riskbilden kan vara indirekt, dvs förändringen syns inte direkt utan uppträder i andra eller tredje led. Exempel på ett sådant scenario skulle kunna vara att en angripare manipulerar en tjänst som tillhandahålls av tredje part i syfte att skaffa sig ekonomisk vinning eller annan fördel gentemot konkurrenter. IT-brottslighet är ett växande problem i samhället idag och kommer sannolikt att vara en stor risk som inträder i och med mer öppna/utvecklade ekosystem.

Rubrik	Tidshorisont	Kort	Medel	Lång
Ramverk och Säkerhetsarkitektur		Fordonet ingår i ett begränsat distribuerat system baserat på principer för ömsesidig tillit.	Processer, metoder och tekniska lösningar för cybersäkerhet anpassade för att möjliggöra autonoma transportlösningar. Adaptiv säkerhetsarkitektur möjliggör anpassning av skyddet vid förändringar i miljön.	Processer, metoder och tekniska lösningar för cybersäkerhet stödjer och bidrar till ekosystem vilka transformerar transportsektorn. Prediktiva förmågor samt adaptiv säkerhetsarkitektur ger dynamisk anpassning av skydd för data och information.
Säkerhetsmekanismer		Separata men harmoniserade säkerhetsmekanismer längs hela	Säkerhetsmekanismer utgör en standardiserad och integrerad del av elsystemet.	Informationscentriska säkerhetsmekanismer sömlöst integrerade i informationsflödet.

funktionskedjan från
sändare till mottagare.

4.4 Människa-Maskin-Interaktion

HMI (Human Machine Interface) och därmed UX (User Experience) har senaste åren starkt präglats av introduktionen av digitala HMI:er, bl.a. stora pekskärmar i färg. Dessa öppnar även upp för mer föränderliga HMI:er som situationsanpassar sitt innehåll och även multimodalitet, dvs att kombinera ljud, bild eller taktila teknologier. Även körningen förändras i och med introduktionen av automatiserad körning av olika grader. Dvs under samma resa kan föraren ibland vara aktiv i körningen och ibland "passagerare", med helt olika krav och behov av HMI.

Syfte: UX/HMI behandlar i en glidande skala aktiviteter från enkel interaktion mellan förare och fordon till hur förare och passagerare upplever transporten. Interaktionen mellan förare och fordon utförs alltmer multimodalt.

Innehåll: Basmodaliteterna för enkel interaktion mellan förare och fordon är visuellt, ljud, haptisk, taktill, röst, proximity, gester, gaze, etc. Därutöver ingår självfallet kombinationer av basmodaliteterna samt att även inkludera emotionella upplevelser. Kärnpunkten i UX/HMI är att förstå modaliteternas egenskapspåverkan och vilken teknologi som behövs för att realisera dem samt koppling över körmoder och etnografiska spridningar. UX roll för säkert fordon kan även den förväntas ökas.

Trend: Basmodaliteterna är relativt mogen teknik. Skärmar blir däremot större, billigare och formanpassade. Det finns prototyper där i princip hela områden framför förare och passagerare är klädda med displayer. Längre ner på S-kurvan ligger de multimodala möjligheterna, vilka snabbt blir komplexa och omfattande tillsammans med körmodsanpassning av HMI. Om dessutom användarnas emotionella upplevelser inkluderas fås transportens UX, som mer eller mindre är ett oskrivet blad inom fordonsindustrin. Läger man dessutom på kraven och behov från olika grad av automatisering tillkommer nya krav på interaktionen. Förare och fordon måste vara i samförstånd om i vilken kör-mod bilen befinner sig i, och HMI bör förändras i takt med detta. Mode-confusion är ett relativt nytt begrepp för att beskriva en situation där tex föraren tror att bilen har kontroll, medan bilen tror att föraren har kontroll. Exempel på stora utmaningar är effektiva PMT för att förstå olika kundgruppers (etnografiska) preferenser. Förändringstakten är mycket hög.

Rubrik	Tidshorisont	Kort	Medel	Lång
Effektiv interaktion mellan människa och maskin		Interaktionen mellan människa och produkt är sömlös och produkten är personifierbar.	Produkterna anpassar sig till användaren, dennes beteende och omgivning och ger en omtänksam, förtroendeingivande och holistisk användarupplevelse.	Människan och produkten är ett samspelt team där styrkorna kompletterar varandra och där all interaktion är naturlig.
Interaktion mellan förare och automatiserade system / fordon		Interaktion mellan förare och fordon för specifika aktiva säkerhetsfunktioner.	Säkra övergångar mellan autonoma system och förare för automationsnivå SAE1-3.	Säkra övergångar mellan autonoma system och förare för automationsnivå SAE1-4.
Visuellt stöd		Pekskärmar med föränderligt innehåll.	Augmented reality. Nya displaytekniker, bla fri	Nya displaytekniker (OLED, AMOLED, böjda displayer

	HUD-teknologi.	form.	etc). Snabb uppdatering av displaylösningar är möjlig (storlek, upplösning, form/free-shape, platt-->böjd etc.)
Multimodal integration	Modaliteternas mjukvara uppgraderingsbar.	Anpassning till förarstatus och fordonsmod. Sömlös integration. Tredjepartstillgång till HMI-resurser.	
Förarinput	Färre individuella kontroller/input devices (touch screens, touchpads). Löstagbara / externa kontrollenheter för tex baksäte, remote parking.	Anpassning av kontroller till nya körkontexter, t ex automationsgrad, körkontext (stadsmiljö, landsväg eller motorväg), stillastående, rörligt fordon etc	Fortsatt anpassning av kontroller till nya körkontexter, t ex automationsgrad, körkontext (stadsmiljö, landsväg eller motorväg), stillastående, rörligt fordon etc. Naturligt dialogsystem/röststyrning som anpassas efter individuella föraren
Effektiv integrering av externa kommunikationsenheter och relaterade tjänster (nomadic devices)	Fortsatt sömlös integrering av t ex navigation, telefon, back-office, etc för att minska manuell/visuell interaktion med nomadenheter.	Fortsatt sömlös integrering för att möjliggöra flexibel interaktion vid låg eller hög grad av automatisering.	Fortsatt sömlös integrering för att möjliggöra flexibel interaktion vid låg eller hög grad av automatisering.

4.5 Verifiering & Validering

Verifiering & Validering (V&V) inom fordonsindustrin är traditionellt präglad av att en funktion eller ett systems beteende noggrant definieras av en kravställning och att V&V:s uppgift är att säkra att dessa krav är uppfyllda. Detta paradigm bygger på att det faktiskt är möjligt och önskvärt att i tillräcklig grad definiera tillståndsrummet för ett system. dvs en i förväg känd relation mellan stimuli och reaktion. Detta paradigm har det besvärligt redan i befintlig systemkomplexitet där beroenden är så många och reglerloopar och data kopplas ihop på en mängd ej kravställningsmässigt definierade sätt.

Ur detta växer behovet av simulering och validering på olika systemnivåer, känt som MIL, SIL, HIL etc med fokus på kontinuerlig systemkvalitetssäkring genom hela utvecklingsprocessen. Ovanpå detta kommer även nya teknologier, som tex redundanta system, AI, djup maskininlärning och hantering av stora datamängder, samt funktioner som automatiserad körning, där varken all indata, scenarier eller respons är kända i förväg. Detta ställer helt nya, idag okända krav på V&V, inte minst organisationernas syn på V&V som integrerad tvärfunktionell del av utvecklingskedjan.

V&V har även en ny central roll i att stötta de agila arbetssätten med stöd för tidig och kontinuerlig integrering och driftsättning där kravet på snabbhet i feedback från test på produktkvalitet är helt avgörande. Testautomatisering blir inte längre "bra att ha" utan en nödvändighet, precis som att utveckla mjukvaran så att den är kontinuerligt testbar.

Högre grad av produktautomatisering drar också med sig högre krav på funktionssäkerhet, (från fail safe till fail operational) vilket också ställer nya krav på test och test av systemtillgänglighet. Dessutom ökar myndighetens intresse för certifiering och standarder för att säkerställa personsäkerhet. ISO26262 kommer att kompletteras för automatiserad körning vilken potentiellt förändrar synen och kraven på V&V.

Syfte: V&V:s syfte är att ge kontinuerlig tidig feedback på kvalitet, kundupplevelse, krav och testbarhet med grund i djup systemkunskap och kontinuerligt lärande.

Innehåll: Verifiering & Validering behandlar förenklat MIL-SIL-HIL (Model-Software-Hardware-In the Loop) på högre och högre systemnivå. I dagsläget behärskar fordonsindustrin MIL-SIL-HIL på sub-systemnivå och de första uppsättningarna på komplettvagnsnivå börjar användas. De stora utmaningarna är att utveckla MIL-SIL-HIL hela vägen upp till "Trafik/ Infrastruktur/ Tjänst"; dvs. att kunna verifiera/validera "system-av-system". En annan krävande utmaning är att utarbeta modeller (för mekaniska/elektriska/mjukvarubaserade system) på alla nivåer med godtagbar noggrannhet.

V&V-området genomgår en transformering från manuell metodik till mjukvarubaserad arbetsmetodik. Dessutom finns stora utmaningar i att definiera V&V i sammanhanget av de nya teknologier som framträder, ex AI (Artificiell Intelligens), DML (Deep Machine Learning), BigData, automatiserad körning, tjänstelager etc.

Trend: Förändringstakten får betraktas som hög, och kan förväntas ökas, inte minst med tanke på nya teknologier (AI, DML), öppna system och lösningar, system av system och safety-standarder.

Tidshorisont	Kort	Medel	Lång
Rubrik			
Kostnadseffektiv simulering (både för testning och inläring)	Mjukvarusimulering av mekatroniska komponenter på delsystemnivå, med effektiv modellering som stöder automatisk testfallsgenerering.	Mjukvarusimulering av mekatroniska komponenter på komplettsystemnivå.	V&V hanterar tjänsteorienterad mjukvara. Applikation testas separat mot plattformsoberoende hårdvara.
Agil transformation (Stairway to heaven)	Från vattenfallsutveckling för produktmognad till att alltid veta sin kvalitet kontinuerligt. Testautomatisering som nyckel till att minska feedbacklooparna under produktutveckling.	Test som integrerad tvärfunktionell del av utvecklingen. Test är en del av produktkedjan som skapar feedback på innovation, inte bara för kravverifiering.	Sjävlärande system.
Verifiering av fordon som del av ett affärs-/transportsystem	Anpassad V&V för mjukvaruorienterade produktstrukturer där fordonet är plattform för affärs och transportsystem.	Plattform as a service (PAAS) för att stödja produktvarianter. V&V hanterar tjänsteorienterade system.	
Standard för funktionssäkerhet	ISO26262	Standard för funktionssäkerhet för autonom körning tom SAE J3016 nivå 2.	Standard för funktionssäkerhet för autonom körning tom SAE J3016 nivå 4/5

4.6 Teknik för gröna, säkra, autonoma & uppkopplade funktioner

Det här delområdet har som inriktning att förse de andra FFI-programmen med möjliggörande och stödjande bastekniker för fyra applikationsområden där de stora utmaningarna kommer att finnas framöver:

- Gröna – Funktioner för minskat fossilberoende
- Säkra – Aktiv säkerhetsfunktioner
- Autonoma – Funktionalitet för högautonoma fordon

- Uppkopplade – Funktioner som kräver frekvent kommunikation med fordonsexterna aktörer

Delområdet har ett stort naturligt överlapp med övriga delområden. Uppkopplade funktioner har till exempel mycket gemensamt med Elarkitektur – utanför fordon och Cybersäkerhet, och Autonoma funktioner har överlapp med Elarkitektur – i fordon. Fokus för det här delområdet ligger på enskilda komponenter och algoritmer för att realisera funktioner inom ovan nämnda områden.

Syfte: Att utveckla nödvändig basteknologi på komponentnivå för att realisera funktioner. För "gröna funktioner" är detta teknologier för att reducera fossilberoendet i framdrivningsanordningarna; för "säkra funktioner" är det primärt reglerteknik (inklusive sensorteknologi); för "autonoma funktioner" är det förutom regler- och sensorteknik även tekniker för att säkra tillräcklig beräkningskapacitet och funktions säkerhet; samt för "uppkopplade funktioner" är det framförallt kommunikationsprotokoll och informationsvisualisering.

Innehåll: I det här delområdet ingår många komponenttyper, t ex mjukvaruartiklar, processorer, batterier, strömriktare, elmaskiner, laddningsutrustning, sensorer, algoritmer, ställdon, kamerateknik, belysning, antenner, förstärkare, displayer, etc. Var och en av dessa komponenter behöver sina PMT (processer, metoder och verktyg) för att utvecklas; ett väsentligt randvillkor är att dessa PMT passar mot PMT i överordnat system.

Trend: För gröna funktioner är trenden ett bättre utnyttjande av de traditionella framdrivningsanordningarna och en allt högre elektrifiering av drivlinan, framförallt komponenter till elhybridkoncept. Bättre och predikterande regleralgoritmer bidrar också till minskat fossilberoende. Gränsen mellan säkra funktioner (aktiv säkerhet) och autonoma funktioner blir alltmer diffus, allteftersom säkerhetsfunktioner som till exempel adaptiv farthållare och filhållning vidareutvecklas och kopplas ihop till ett självkörande fordon. Detta ställer dock allt högre krav på tillförlitlighet och redundans, fler typer av sensorer vilkas data måste kombineras, liksom alltmer komplexa regleralgoritmer. I många fall kommer man behöva använda maskininlärningsmetoder för vissa komponenter och delfunktionalitet. Våra fordon är till stor del uppkopplade redan idag. Dock ser vi en trend att uppkopplingsgraden kommer att öka, inte minst i ljuset av nya funktioner baserade på ihopkoppling av fordon till andra fordon, infrastruktur och molntjänster. En del icke-kritisk fordonsfunktionalitet kan också komma att allokeras till en central server snarare än till en ECU. Massiv dataloggning, kontinuerlig driftsättning och uppdatering av mjukvara är ytterligare incitament till ökad uppkopplingsgrad. Allt detta ställer ökade krav på elarkitekturen och dess ingående komponenter och algoritmer med avseende på tillförlitlighet och prestanda. En inspirationskälla och utmaning för hela delområdet är att överföra teknik och erfarenhet från konsumentelektronikområdet.

Tidshorisont	Kort	Medel	Lång
Rubrik			
Big data	Massivt parallell beräkningskraft.	Separering av data.	
Massiv loggning av fältdata	Fordonet som en dataproblem, för proprietär användning. Sensorfusion med insamlad fältdata (tex högupplösta realtidskartor). Fältdata som grund för testning.	Datadrivna funktioner från insamlad fältdata, som en kommersiell tillgång. Kollaborativa strategier för sensorfusion.	Ekosystem med fältdata.
Maskininläring		Molnbaserad maskininläring.	
Okänt	Utveckling och forskning av möjliggörande bastekniker för gröna, säkra, autonoma och uppkopplade fordon, som vid tiden för färdplanens färdigställande är okända.		