**

Strategisk färdplan

INOM SATSNINGEN FORDONSSTRATEGISK FORSKNING OCH INNOVATION (FFI)

Energi och Miljö

2018-08-13

Innehåll

[1 Introduktion 3](#_Toc512245414)

[2 Miljö- och energiområdets syfte och mål 3](#_Toc512245415)

[3 Programområden och tidsperspektiv 4](#_Toc512245416)

[4 Beskrivning av programområdena 6](#_Toc512245417)

[4.1 Elektrifiering av drivlinan 6](#_Toc512245418)

[4.1.1 Batterisystem 6](#_Toc512245419)

[4.1.2 Elhybridfordon (ej laddbara) 6](#_Toc512245420)

[4.1.3 Laddbara elfordon 6](#_Toc512245421)

[4.1.4 Bränslecellsteknik(FC) 6](#_Toc512245422)

[4.2 Effektivisering av förbränningsmotorer 7](#_Toc512245423)

[4.2.1 Förbränningsmotorer 7](#_Toc512245424)

[4.2.2 Förbränningsmotor för alternativa drivmedel 7](#_Toc512245425)

[4.2.3 Avgasefterbehandling 8](#_Toc512245426)

[4.3 Transmission 8](#_Toc512245427)

[4.4 Systemstyrning för fordonets energisystem 8](#_Toc512245428)

[4.4.1 Aerodynamik 8](#_Toc512245429)

[4.4.2 Systemstyrning för fordonets energisystem (Drivlina, fordonsnivå, Infrastruktur) 9](#_Toc512245430)

[4.4.3 Övrigt 10](#_Toc512245431)

[5 Uppföljning 10](#_Toc512245432)

# Introduktion

Detta dokument skall ses som en strategisk färdplan 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 inom FFI:s fem delprogram.

Färdplanen skall vara ett instrument för styrning, uppföljning och utvärdering samt öka förståelsen för FFI-programmet genom att illustrera sambandet mellan finansierade aktiviteter och förväntade effekter inom programmets område.

Färdplanen är utarbetad och framtagen av respektive programråd samt därefter fastställd av FFI-styrelsen och kommer att uppdateras regelbundet.

Mer information om FFI och dess övergripande mål finns att läsa på <https://www.vinnova.se/m/fordonsstrategisk-forskning-och-innovation/om-ffi2/>. I dokumentet ”Att ansöka och rapportera FFI-projekt”, <https://www.vinnova.se/m/fordonsstrategisk-forskning-och-innovation/ansokan/>, finns instruktioner för att söka och driva projekt inom programmet.

# Miljö- och energiområdets syfte och mål

Syftet med dokumentet är att det, genom att uppdateras regelbundet, ska få alla parter att gemensamt enas om behov av forsknings- och utvecklingsaktiviteter som bidrar till ökad energieffektivitet samt minskade emissioner av växthusgaser samtidigt som övriga emissioner som buller, partiklar och kväveoxider också skall minskas. 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 inom området, fram till och med 2030, och på så sätt bidra till att:

Nationella mål mm

* Utsläppen för inrikes transporter är 2030 minst 70 procent lägre jämfört med 2010 års nivå
* År 2045 har inte Sverige några nettoutsläpp av växthusgaser. Därefter uppnås negativa utsläpp
* En samhällsekonomiskt effektiv och långsiktigt hållbar transportförsörjning för medborgarna och näringslivet i hela landet
* Stärkt svenskt näringsliv
* Utsläppen av emissioner såsom buller, partiklar, kväveoxider mm. skall minskas så att gränsnivåerna för dessa föroreningar även kan uppfyllas i speciellt känsliga områden och större städer (megacities)

Internationella mål för transportområdet

* Genomsnittet för nyproducerade bilar 2021 ska vara 95 gram CO2 per kilometer. <https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars_en>
* EU:s förslag till bindande klimatmål för 2030 (utsläppen av växthusgaserna ska minska med 40 procent jämfört med 1990 års nivå, andelen förnybar energi ska vara minst 27 procent, energieffektivitet ska öka med minst 27 procent. Målet är vägledande och ska ses över senast 2020, med ambitionen att nå ett mål på 30 procent på EU-nivå. <http://europa.eu/rapid/press-release_IP-14-54_en.htm>
* Koldioxidutsläppen beräknat enligt tank-to-wheel, TTW ska 2050 minskas med mer än 60%, baserat på utsläppen 1990. <http://www.ertrac.org/uploads/documentsearch/id52/ERTRAC-Strategic-Research-Agenda-SRA-2018.pdf>
* Olika EG-direktiv, t.ex. Infrastrukturdirektivet, Energitjänstedirektivet, Svaveldirektivet (sjöfart) mm

# Programområden och tidsperspektiv

Delprogrammet Energi och Miljö skall bidra till det långsiktiga målet om ett samhälle med inga nettoutsläpp av klimatpåverkande emissioner. Programmet skall även bidra till att utsläppen av emissioner såsom buller, partiklar, kväveoxider mm. skall minskas så att gränsnivåerna för dessa föroreningar även kan uppfyllas i speciellt känsliga områden och större städer. Sist men inte minst skall delprogrammet bidra till FFI-programmets övergripande mål om att stärka fordonsindustrins internationella konkurrenskraft. Utifrån dessa mål har ett antal forsknings- och innovationsområden definierats, här kallade programområden.

4.1 El- och bränslecellsfordon

4.1.1 Batterisystem

4.1.2 Elhybridfordon (ej laddbara)

4.1.3 Laddbara elfordon

4.1.4 Bränslecellsfordon(FC)

4.2 Effektivisering av fordon med enbart förbränningsmotor

4.2.1 Förbränningsmotorer

4.2.2 Förbränningsmotor för alternativa drivmedel

4.2.3 Avgasefterbehandling

4.3 Transmission(växellåda)

4.4 Övergripande

4.4.1 Aerodynamik

4.4.2 Systemstyrning för fordonets energisystem

- Drivlina

- fordonsnivå

- Infrastruktur

4.4.3 Direkt miljö- och hälsopåverkan (buller, däckemissioner mm)

4.4.4 Livscykelanalys

4.4.5 Övrigt

Innehållet i de projekt som finansieras bör inrikta sig på ett tidsperspektiv som beskrivs

enligt följande:

* Kort sikt (utmaningsdrivet projekt, möjligt införande ca 2-4 år efter projektets avslutande).
* Medellång sikt (kunskapsbyggande projekt, möjligt införande ca 5-8 år efter projektets avslutande).
* Lång sikt (möjliggörande av ny teknologi, möjligt införande tidigast 9 år efter avslutat projekt).

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

Energimyndigheten hanterar också nedanstående insatser som gränsar till delprogrammet FFI Energi och miljö.



# Beskrivning av programområdena

FFI finansierar forsknings-och utvecklingsaktiviteter med stor spännvidd inom nedanstående programområden. Rena produktutvecklingsaktiviteter det vill säga att gå från koncept till industriell produktion ligger utanför FFI-programmet. FFI finansierar projekt som på TRL-skalan (Technology Readiness Level) ligger som lägst på nivå 2 vid projektstart och som högst på nivå 7 vid projektslut. Mer information om TRL-nivåer finns i dokumentet ”Att ansöka och rapportera FFI-projekt”, <https://www.vinnova.se/m/fordonsstrategisk-forskning-och-innovation/ansokan/>.

## Elektrifiering av drivlinan

Forskningsresultat och energianalyser visar att elektrifiering av transportarbetet, med rätt randvillkor, har bra potential till hög energieffektivitet och låg klimatpåverkan.

FFI arbetar därför aktivt för att driva elektrifiering av transportsektorn.

Flera signifikanta tekniska utmaningar behöver adresseras under elektrifieringens gång, utan prioriteringsordning är några viktiga av dessa

-Kostnad för slutanvändaren
-Laddinfrastruktur
-Elproduktion med låg miljöpåverkan
-Tillgång till råmaterial samt miljöpåverkan av materialanvändning-Tekniska processer som möjliggör cirkulär ekonomi för produkterna

Utan rätt förutsättningar är det inte självklart att elbilen alltid är mest miljövänliga alternativet. Medans helelektrifierade produkter kan konkurrera med marknaden gäller det att kontinuerligt erbjuda miljöriktiga erbjudanden vid varje given tidpunkt. För detta behövs det en blandning av konventionella och delelektrifierade produkter, minst under en övergångsfas.

Följande delområden är identifierade inom elektrifiering: batterisystem, elhybridfordon, laddbara fordon samt bränslecellsteknik.

### Batterisystem

Batterisystem är nyckelkomponenter i alla elektrifierade drivlinor. Nuvarande hinder för ytterligare spridning är kostnad, tillgång till råmaterial, återvinning av material och operativt användbara temperaturområdet. Även driftparameter som åldrande, vikt, RMS- och cyklingstålighet är ej helt tillfredsställande idag. Dessa är därför intresseområden för arbetet inom programområdet.

### Elhybridfordon (ej laddbara)

Hybridisering är en ansats för att begränsa kostnaden för eldelen av drivlinan genom att kombinera en förbränningsmotor med en eldrivlina. Avsaknad av laddbarhet innebär i praktiken att ingen nämnvärd elkörsträcka är tillgänglig, men buffertverkan som eldelen har förskjuter förbränningsmotorns driftpunkt till gynnsammare områden och öppnar därmed möjligheten till ökad energieffektivitet. Denna typ av fordon kallas hybrid (HEV). Forskningsområden som är identifierade är: systemoptimering, emissioner instationär drift av ICE.

Forskningsområden som är identifierade är: ??????(kvar att ta fram)

### Laddbara elfordon

Ökningen av elektrifieringsgraden utgående från ett elhybridfordon leder först till laddhybrid (PHEV), sedan vidare till range extender (REV) och slutligen till ren elbil (BEV). Om elkörsträckan är tillräckligt stor möjliggör fordon av dessa typer avgasfri drift.

Forskningsområden som är identifierade är: ??????(kvar att ta fram)

### Bränslecellsteknik(FC)

Elektrifiering i olika utföranden leder till möjlighet att nyttja olika former av förnyelsebar energi. Sol- och vindkraft utgör energiformer som har den största potentialen att globalt minska miljöbelastning från vägtransporter. Dessa energiformer är dock utmanande så till vida att de inte levererar en jämn och stabil produktion, utan fluktuerar kraftigt både över dygnet och även över året. För att balansera ut dessa fluktuationer behövs ett energilager där behovet av energin kan distribueras ut i den takt som användaren kräver.

Vätgas, tillsammans med batterier spås vara ett vanligt förekommande sätta att lagra intermittent energi i framtiden.

Inom personbil utgör idag bränslecellsfordon en mycket liten del av totala flottan. Tillgång till både möjlighet att tanka vätgas och tillverkares erbjudande av ekonomiskt tillgängliga fordon är låg. Batterielbilar och laddhybrider ökar i volym som effekt av tillgänglighet av laddinfrastruktur och att många nya bilmodeller kommer ut på marknaden.

Exempel på ingående forskningsområden är distribution/infrastruktur för vätgas, integration av bränslecellen i fordonet, bränslecellsstacken med dess kringsystem.

## Effektivisering av förbränningsmotorer

### Förbränningsmotorer

Förbränningsmotor som energiomvandlare återfinns idag i drygt 99% av värdens samlade fordonsflotta. Elektrifiering kommer starkt i många delar av världen, och kommer sannolikt ha ett stort inflytande på fordonsflottans framdrivning under de kommande 10 åren, både så som ersättning av förbränningsmotorn, men också i kombination med förbränningsmotorn, i olika former av hybridframdrivning.

En förbättrad verkningsgrad och energieffektivitet hos förbränningsmotorn kommer att vara fortsatt viktig för svensk fordonsindustris konkurrenskraft i många delar av världen under en överskådlig tid.

Elektrifiering och automation kommer att möjliggöra nya randvillkor för hur en förbränningsmotor kan användas vilket innebär nya möjligheter att erhålla en högre energieffektivitet i användande av förbränningsmotorer.

Dieselprocessen är idag den mest effektiva förbränningsprocessen på marknaden. En vidareutveckling av denna process inom ramen för nya driftsvillkor och bränslen kan utgöra en viktig svensk konkurrenskraft.

Inom ramen för det stora förbränningsmotorkunnande som finns i Sverige kan även nya användningsområden för förbränningsmotorn skönjas, där kraven är ultralåga emissioner och en mycket hög total energieffektivitet. Tillämpningar är exempel där förbränningsmotorn går i tex diesel-elektrisk drift, för kontinuerlig framdrivning eller i ”range extender” tillämpningar.

Exempel på ingående forskningsområden är: optimerade grundläggande kretsprocess för motorsystemet, förbränningsmotorns andning och överladdning, själva förbränningsprocessen fokuserande ökad verkningsgrad och fortsatt rå-emission reduktion, isolering och ljud-reduktion, värmeåtervinning, reducering av värmeförluster, samt anpassning av motorns storlek eller drift cykel för en optimering av motorns totalverkningsgrad i fordonet.

### Förbränningsmotor för alternativa drivmedel

Effektivt användande av förnyelsebara bränsle utgör en snabb väg att reducera den total CO2 belastningen av landets fordonsflotta. Med en moderat inbladning av andra och tredje generationens förnyelsebara drivmedel kan en snabb och reduktion av växthusgaserna ske inom befintlig fordonsflotta. Idag har förbränningsmotorn för tunga fordon energieffektivt fullt i paritet med ett PEM bränslecell system, och betydligt mer energi effektivt än ett väte baserat system, om hela energikedjan ”Well to wheel” räknas in och förbränningsmotorn kör på 100% förnyelsebart bränsle.

 Att använda förnyelsebara bränsle är en relativt ny företeelse i dagens avancerade motorer och kräver en vidareutveckling och anpassning/optimering av framförallt bränsle, förbränningssystem och avgas-efterbehandlingssystem för att full energieffektivitet och emissionspotential skall uppnås.

Flera olika förnyelsebara bränslen, som kan produceras i Sverige, såsom, Väte, Metan, Etanol, DME och Metanol är exempel på bränsle som kan nyttjas i dagenförbränningsmotorer. Energieffektivitet och emissionsteknologi måste vidareutvecklas och anpassas så att högsta möjliga energiutnyttjande av de förnyelsebara bränslena kan erhållas.

Vidare forskning inom dessa områden är därför väsentliga i den pågående energiomställningen både för att nå de nationella målen om fossiloberoende transporter, men också med potential att stärka svenskt näringsliv inom fordon- och energisektorn.

Som exempel på teknikområden som är viktiga att utveckla vidare är bränsle och tanksystem, emissionsystem, och sensorer som kan hantera förnyelsebara bränslen. Dessa bränslen kan också produceras utifrån ett el-energiöverskott ifrån sol och vind, och kan på så sätt utgöra ett alternativt sätt till att balansera el-nätet, samtidigt som det skulle kunna skapa en större bas av förnyelsebara drivmedel för fordonsflottan.

Många av dessa bränslen kan inledningsvis vara av fossilt ursprung, men eftersom de i många fall består av en entydigt defilerad molekyl, så kan motorn optimering för ett sådant bränsle vara fullt lika effektivt när det används med samma molekyl, men av ett förnyelsebart ursprung. Ett exempel är Metan, där en motor optimerad för denna gasdrift, har en potential att får en högre verkningsgrad än för motsvarande diesel drift. Detta är en realitet idag på fartygssidan, men skulle kunna utvecklas även för vägfordon.

### Avgasefterbehandling

Emissionsreglering styrs av de internationella lagkraven, och är ett krav för att få fordonen certifierade och godkända. Inom de närmaste åren kommer tillåtna emissioner gå från dagens låga nivåer till morgondagens ultralåga nivåer. De tekniska lösningarna inom emissionssystemen är nära kopplade till vilken energieffektivitet hela drivlinan kan erhålla. Ett emissionssystem kan utgöra en viktig stoppkloss mot att nå en god systemverkningsgrad på hybrid eller förbränningsmotorsystemet. Konkurrenskraftiga tekniklösningar inom detta område kan därför skapa de möjligheter som krävs för att kunna erbjuda marknadsledande totallösningar. Ny forskning och utveckling inom området är därför av stor vikt för att nå den energi effektivisering mål framtiden kräver för både ren förbränningsmotor och hybrid drift. Teknologier för att kunna nå snabb erhålla full funktion på katalysatorer, sensorer, med både fossila och förnyelsebara bränsle är av stor vikt för att under en hybriddrift erhålla en god energieffektivitet för hela transportsträckan.

Förnyelsebara bränsle och dess ibland varierande kvalitet utgör också en utmaning för att kunna utvecklas tillräckligt robusta system som med bibehållen energieffektivt kan uppnå de lagstiftade livslängdskraven. Även här krävs nya forskning och utvecklingsinsatser.

## Transmission

Transmissionsteknologin är idag för konventionella fordon högt effektiviserad, men i takt med en ökade krav på hybridisering och el-drift så ställs transmissionssystemet inför nya utmaningar. Exempel är kombination drivning i hybridsystem, med olika belastningsvillkor ifrån förbränning och el-motor system, kombination av höga och låga varvtal, ökad fokus på kuggförluster och kugg rassel etc.

Utveckling mot längre och tyngre fordon för ökad transporteffektivitet, både inom vägtransporter och arbetsmaskiner, kräver ett högre momentuttag på drivlinan och transmission. Nya transmissionslösningar på toploginivå krävs också för att möta de olika nya drivlinelösningar som utvecklas både för lätta och tunga fordon. Fordon med flera transmissioner på ett och samma fordon blir allt vanligare. Kontroll och styrning av dessa transmissioner blir viktigare och koppas både till trafiksäkerhet, energieffektivitet och körbarhet. Ny forskning inom dessa områden är viktiga för svensk fordonsindustri för att kunna fortsätta erbjuda konkurrenskraftiga drivlinor i framtiden.

## Systemstyrning för fordonets energisystem

### Aerodynamik

Ett lågt aerodynamiskt luftmotstånd är viktigt för att nå en hög energieffektivitet hos både lätta och tunga fordon. Luftmotståndets effekter är direkt kopplat till fordonshastigheten, och utgör en betydande del av det totala framdrivningsmotståndet på plan väg för både lätta och tunga fordon.

I praktiken finns det emellertid många olika begränsningsfaktorer som gör att fordonen inte kan uppnå en optimal aerodynamisk form. För ett LH lastbil av dagens design som framförs i ca 80 km/h delas framdrivningsmotståndet i nästan lika delar av rullmotstånd och aerodynamiskt motstånd. I högre hastigheter domineras framdrivningsmotståndet helt för både tunga och lätta fordon av det aerodynamiska motståndet.

Det är därför av stor betydelse att ny teknologi och nya designlösningar utvecklas som kan minska luftmotståndet Teknologier för såväl aktiva som passiva åtgärder är viktiga att studera, utveckla och integrera.

Många randvillkor styr och begränsar den praktiska aerodynamiska utformningen, som tex anslutning till lastbärare, nödvändiga system och kanaler för kylning av fordonens drivlina, oavsett om det är en elektrisk eller förbränningsmotorframdrivning.

Teknologier som samordnar lösningar av olika egenskaper för att på så sättminimera det aerodynamiska motståndet är därför i fokus för detta delprogram.

### Systemstyrning för fordonets energisystem (Drivlina, fordonsnivå, Infrastruktur)

Detta forskningsområde omfattar energianvändning inom hela transportsystemet omfattande fordon, drivlina, delsystem och komponent samt samspel och systemoptimering på samtliga nivåer. Bla ingår att minimera förlusterna i drivlinan tex genom. utnyttjande av värmeförluster i flera delsystem och inte minst utveckling av nya avancerade och förbruknings- och kostnadsoptimerade drivlinekoncept. Bland de senare har olika hybridkoncept särskilt stor potential att reducera bränsleförbrukningen. Forskning är nödvändig både på koncept och på delsystemnivå. För elhybrider är de viktigaste delsystemen energilagret, elmaskinen inkl kraftelektronik och reglersystemet. En viktig aspekt för en bredare marknadsintroduktion av hybrider är att kostnaden för dessa delsystem reduceras. Trots den effektivisering och utveckling som sker av drivsystem så krävs det också åtgärder när det gäller själva fordonet, dess övriga system och även i form av t.ex elektrifierade vägar för att kunna energieffektivisera transportsektorn. Vidare finns det en stor mängd energianvändare i fordonet som direkt, eller indirekt, behöver energi. Det kommer att behövas forskningsinsatser för att förbättra energisystemen för dessa behov på ett energi- och kostnadseffektivt sätt. Exempel på forskningsområden:

Exempel på fokusområden:

* Drivlinekoncept och kombinationer av energibärare och energiomvandlare (förbränningsmotor, el elhybrid och plug-in hybrid inkl kostnads-, energi- och effektparametrar)
* System och komponenter (t.ex. kraftelektronik, elmaskiner samt energilager) inkl. reglering av dessa på systemnivå
* Tanknings- resp. laddningssystem för alternativa drivmedel resp. elsystem inkl brand- och (el)säkerhet
* Gasväxling, uppladdningssystem
* Återvinning av värmeenergi från flera delsystem på fordon och drivlina tex WHR.
* Systemintegration
* Nya fordonskoncept (exempel city-fordon, ”80-tons transportfordon”) inkl krav på samhällsacceptans, livslängd etc.
* Energisystem i fordonet t.ex. Kylningsanläggningar
* Externa energitillskott
* APU-system för elgenerering
* Energieffektiva arbetsmaskiner inkl. hydrauliksystem
* Elektrifierade vägar

En fortsatt kraftig trend mot allt mer sammanflätade system i hela transportkedjan. En kraftigt ökad fokusering på CO2-neutrala transportlösningar och dessutom allt snävare krav på låga lokala emissioner.

Mjukvaran växer också från att vara isolerad i fordonet till att omfatta allt större del av hela transportlösningen inklusive off-board och väginfrastruktur. Även framdrivningsfunktionaliteten får allt mer avancerad styrning för att minska miljöpåverkan– både helelektriska och hybridlösningar påverkas, likväl som traditionella förbränningsmotordrivlinor med smartare energistrategier och styrning.

### Övrigt

Energibesparingar – för framtida fordon som i allt högre grad elektrifieras blir rullmotstånd och aerodynamik viktigare eftersom de i stor utsträckning påverkar räckvidden hos fordonen. För tunga fordon blir lättviktskonstruktion viktigare, då elektrifiering kräver stora mängder batterier som är både utrymmeskrävande och adderar mycket vikt.

Hållbarhet (LCA)

Vikten av ett väl fungerande hållbarhetsarbete har ökat under senare år. Kunden (eller kundens kund när det gäller transportfordon) väger idag ofta in hållbarhetsaspekter vid val av fordon eller transportoperatör. Det som förr sågs som enbart miljöfrågor har idag växt till att handla om arbetsmiljö, rättvisa löner, konfliktmineraler osv. Den accelererande elektrifieringen av fordonsflottan innebär att en allt större del av transportrelaterade emissioner (inte minst CO2) kommer från tillverkningen av fordonet snarare än dess bruk.

# Uppföljning

Ansökningar till FFI ska dokumentera på vilket sätt projektet bidrar till programmets mål, både på en övergripande nivå och i relation till denna färdplan. Ansökningarna förväntas också tydligt och konkret beskriva hur resultaten kommer att nyttiggöras.

Uppföljning gentemot denna färdplan och dess mål görs genom att projektet i samband med projektavslut kallas till ett möte med programrådet för en presentation och diskussion kring uppnådda resultat. Dessa möten är en viktig input till programrådet för att förstå programmets utveckling och vilka eventuella korrigeringar av färdplanen som behövs. Uppföljningen kan också resultera i att programrådet identifierar luckor i projektportföljen och därmed besluta om utlysningar som riktar sig till ett specifikt område.