

Programbeskrivning för programmet

Swedish Electromobility Centre etapp IV

2019-07-01 – 2023-06-31

Beslutsdatum

2019-05-09

Innehåll

	1
1. Sammanfattning	4
2. Programmets inriktning	6
2.1. Vision	6
2.2. Syfte	6
2.3. Framgångskriterier och mål	7
2.4. Forsknings, utvecklings- och teknikområden	10
2.4.1. SEC:s fem temaområden	10
2.4.2. Systemstudier och metoder	11
2.4.3. Elektriska maskiner, drivsystem och laddning	14
2.4.4. Energilagring	17
2.4.5. Elektromobilitet i samhället	22
2.4.6. Samverkan mellan fordon och elnätet ("Elektromobilitet i elnätet")	26
2.4.7. Gemensamt arbetssätt inom temaområden	29
2.4.8. Växelverkan mellan temaområden	29
2.5. SEC bidrar till utvecklingen av ett hållbart samhälle	31
2.6. Projektgenomförare/projektdeltagare	32
2.7. SEC – ett nätverkscentrum	33
2.8. Skäl för beslut	35
3. Bakgrund	37
3.1. Forsknings-, utvecklings- och teknikområden: avgränsningar	37
3.2. Andra anknyttande satsningar	38
3.2.1. I Energimyndighetens regi	38
3.2.2. Utanför Energimyndigheten	40
3.3. Parternas syn på SEC	40

4.	Genomförande	41
4.1.	Tidplan	41
4.2.	Budget och kostnadsplan	41
4.3.	Samverkan- och kompetenscentrumavtal	44
4.4	Jämställdhet	44
4.5	Organisation och programledningsfunktioner	44
4.6	Programspecifika anvisningar och hantering av ansökningar	48
4.7	Kommunikationsplan och resultatstridning	49
4.8	Syntes	50
4.9	Utvärdering	50
5	Ytterligare information	51

1. Sammanfattning

Svenskt el- och hybridfordonscentrum (SHC) grundades av Energimyndigheten 2007 i partnerskap med svensk fordonsindustri och akademi. Februari 2017 bytte SHC namn till Swedish Electromobility Centre (SEC). Under de senaste åren har kompetenscentret breddats och gått från att främst beröra fordonskomponenter till att se till hela fordonet och tillhörande laddinfrastruktur. Samtidigt har dessa frågor vuxit i betydelse för samhället. Namnbytet speglar utvecklingen och förtydligar centrumets roll som nav för forskning och utveckling inom elektromobilitet i Sverige.

SEC:s uppdrag är främst att ta fram strategiskt viktig kunskap och kompetens inom el- och hybridfordonsområdet och därigenom fungera som stöd och samarbetspartner för svensk fordonsindustri. Det är också viktigt att centrumet företräder en helhetssyn på problemområdet för att möta kraven från miljö och samhälle. SEC ska därför bedriva industriellt och samhällsligt motiverad forskning inom el- och hybridfordonsteknik samt tillhörande infrastruktur för laddning. SEC:s centrala uppgift är att utveckla och optimera befintliga och kommande tekniklösningar gällande energitillförsel, energilagring och framdrivning till kommersiellt konkurrenskraftiga och energieffektiva el- och hybridkoncept med låg miljöpåverkan. Målsättningen kräver forskningsinsatser vilka berör drivlinan och dess komponenter och styrsystem liksom infrastruktur och fordonets förmåga att utnyttja infrastrukturen.

SEC:s forskning berör fem temaområden;

1. Systemstudier och metoder,
2. Elektriska maskiner, drivsystem och laddning
3. Energilagring (inklusive bränsleceller)
4. Elektromobilitet i samhället
5. Samverkan mellan fordon och elnätet

SEC ger också doktorandkurser och kommer även under etapp IV att leda ett doktorandnätverk inom området. SEC:s aktiviteter bidrar till att effektivisera fordonsflottan och minska utsläpp av växthusgaser och gör SEC till en aktör i nationella och internationella sammanhang som rör elektrifiering av fordon.

Idag bedriver SEC främst forskning inom respektive temaområde och ambitionen är att, när det är lämpligt, hitta forskningsprojekt som är gränsöverskridande både vad det gäller universitet och vetenskapliga discipliner. För att öka kontakten mellan forskarna och industrins ingenjörer genomför centrat regelbundet möten och workshops som spänner över flera temaområden. SEC har också ambitionen att öka utbytet mellan industrin och akademien bl.a. genom att knyta forskare från industrin till SEC samt ge doktorander möjlighet att arbeta på plats i industrin under en period.

För att ytterligare stärka den gränsöverskridande forskningen inom centrat kommer ett antal fokusområden att definieras. Varje fokusområde har en tematisk tillhörighet, men berör samtidigt ytterligare ett eller flera av de andra temaområdena. Exempel på fokusområden är "Hantering av termisk energi" och "Utveckling av laddsystem".

De föreslagna fokusområdena kan komma att kompletteras och revideras i samband med övergången från etapp III till etapp IV, bl.a. på grund av att ett femte temaområde liksom ett antal nya parter tillkommer.

SEC:s fjärde etapp löper över fyra år med start 1 juli 2019. Budgetramen för programmet uppgår till 54 MSEK per helår, varav Energimyndighetens del utgör 18 MSEK per helår. Totalt för centrumet ger detta 216 MSEK för hela etappen.

2. Programmets inriktning

2.1. Vision

Fordonsindustrin har under senare år ställts inför allt större utmaningar i takt med skärpta internationella krav på minskade emissioner och lägre bränsleförbrukning. Den tekniska utvecklingen har varit och är intensiv för att möta dessa utmaningar. Kravet på miljövänliga fordon har påskyndat utvecklingen av nya koncept av el- och hybridfordon med högre energieffektivitet. Forskning, utveckling och kunskapsuppbyggnad av olika elektriska drivlinesystem för hybridelektriska fordon och elektriska fordon och med tillhörande stödsystem är fokus för SEC.

Samhället i stort befinner sig i ett övergångsskede från fossila bränslen till förnybar och mer miljövänlig energi som t.ex. elenergi från vindkraft och solceller. Detta diversifierade energiförsörjningsscenario påverkar infrastrukturen för överföring, laddning och lagring av elenergi, och således även fordonets möjligheter och förmåga att utnyttja infrastrukturen.

Centrumets vision:

”Swedish Electromobility Centre skall vara ett forskningscentrum av världsklass gällande forskning och utveckling av elektrisk framdrivning och energiförsörjning av väg- och arbetsfordon (hybrid- och elektriska fordon), men även farkoster för luft- och sjötransport.”

2.2. Syfte

SEC:s uppdrag är att ta fram strategiskt viktig kunskap och kompetens inom områdena elektrisk framdrivning och energiförsörjning av fordon och farkoster (hybrid- och helelektriska) och därigenom fungera som stöd och samarbetspartner för främst svensk fordons- och fordonskomponentindustri samt företag inom områdena eldistribution och energilagring. Det är också viktigt att centrumet företräder en helhetssyn på problemområdet för att möta kraven från miljö och samhälle. SEC ska därför bedriva industriellt och samhällsligt motiverad forskning och utbildning inom el- och hybridfordonsteknik samt tekniker för eldistribution och energilagring.

Elhybridisering och ren eldrift av fordon och farkoster är kraftfulla tekniker för att minska klimatpåverkan orsakad av fordonstrafik. Fordonens drivlinor kan göras betydligt effektivare än med konventionella förbränningsmotorer och en övergång till el- och hybridfordon kan minska beroendet av fossila bränslen. På längre sikt kan fordonsflottan bli helt klimatneutral förutsatt att fordonen och elenergin framställs helt CO₂-neutralt. Dessutom bidrar elektrifiering av fordonens hjälpsystem till energieffektivare fordon, speciellt för kommersiella fordon där hjälpsystemen ofta är en stor del av fordonets funktion.

SEC:s centrala uppgift är att utveckla och optimera befintliga och kommande system- och teknislösningar gällande energitillförsel, energilagring och framdrivning till kommersiellt konkurrenskraftiga och energieffektiva el- och hybridkoncept med minimal miljöpåverkan. Målsättningen kräver forskningsinsatser vilka berör både drivlinan med dess komponenter och styrsystem, samt laddningsinfrastrukturen och fordonens möjligheter att utnyttja sig av denna.

Kunskapen och kompetensen ska vara av sådan art att såväl svenska universitet som företag är framgångsrika i den vetenskapliga respektive marknadsmässiga konkurrensen på den internationella arenan. Lärdomarna av forskningsprojekten bör kunna omsättas i fordon och laddningsinfrastruktur på ungefär tio års sikt. Det tämligen långsiktiga tidsperspektivet ska uppmuntra till tänkande utanför rådande regelverk och tekniska begränsningar men inte begränsa SEC så att det därmed inte kan engageras i projekt med kortare tidsperspektiv än tio år.

Så långt det är rimligt ägnar sig inte SEC åt att bygga ny grundkunskap, såvida den inte är unik för el- och hybridfordon eller saknas och är ett viktigt hinder för utvecklingen inom området. Grundidén är att utnyttja befintliga kunskaper från andra områden och använda dem eller vidareutveckla dem just för tillämpning inom el- och hybridfordonsområdet. Saknas baskunskap som SEC behöver kommer SEC om möjligt bygga upp den i samarbetsprojekt med de parter som verkar inom de kunskapsområdena.

2.3. Framgångskriterier och mål

Samtliga SEC:s projekt ska bidra till att uppfylla centrets övergripande syfte.

Projekten kan ha olika karaktär och fokus. I nedanstående tabell sammanfattas framgångskriterier med tillhörande målsättningar:

Framgångskriterium	Mål
Skapa gränsöverskridande projekt som antingen har forskare eller doktorander som jobbar en begränsad tid hos industriparterna, samverkar internationellt eller samverkar över ämnesområdena.	<p><i>80 % av alla projekt som är två år eller längre och som finansieras av SEC ska uppfylla minst ett av nedanstående kriterier</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Projektet ska planera och arbeta för att forskaren eller doktoranden ska arbeta en begränsad period på plats hos någon av industriparterna.</i> • <i>Projektet ska planera och arbeta för ett internationellt utbyte.</i> • <i>Projektet ska beröra och ha samarbete med kompetens från ett annat temaområde än sitt huvudområde.</i>

Erbjuda industrins forskare, doktorander och examensarbetare en tvärdisciplinär forskningsmiljö, och en möjlighet att delta i SEC:s planerade doktorandutbildningar.	<i>SEC ska erbjuda forskare, doktorander och examensarbetare* från industrin en tvärdisciplinär forskningsmiljö. Industrierparterna ska även få möjlighet att delta i SEC:s planerade doktorandutbildningar.</i>
Bedriva projekt som ska vara vetenskapligt konkurrenskraftiga på den internationella arenan.	<i>SEC:s projekt ska vara vetenskapligt konkurrenskraftiga på den internationella arenan. SEC ska, i snitt över etappens period, publicera minst trettio granskade artiklar varje år i internationella tidskrifter och/eller konferenser.</i>
Sprida kunskap och forskningsresultat genom att bjuda in till möten inom sina temaområden och erbjuda en gemensam aktivitet som berör alla temaområden varje år.	<i>Temagrupperna ska bjuda in till temagruppsmöte tre gånger per år och SEC arrangerar en aktivitet som berör alla temaområden varje år.</i>
Samverka med andra centrum, forskningsorganisationer eller internationella samarbetsprojekt i minst två projekt inom SEC:s område	<i>SEC ska vara delaktig i minst två projekt med andra centrum, forskningsorganisationer eller större internationella samarbetsprojekt med verksamhet som kan kopplas till SEC.</i>
Öka kompetensförsörjningen inom området genom att utbilda doktorander med nyckelkompetenser för el- och hybridfordon och se till att doktorander inom närliggande områden ges en bra kunskap om el- och hybridfordon genom det planerade doktorandnätverket.	<i>Hälften av SEC-finansierade forskningsprojekt som är två år eller längre ska vara doktorandprojekt. Doktoranderna bör delta i det planerade doktorandnätverket samt delta i SEC:s planerade doktorandutbildningar.</i>

*) SEC stödjer inte examensarbetare ekonomiskt, och kompenserar inte heller handledare för handledningstid. Om examensarbetet sker på en industri kan exjobbarens finansiering tas upp som in kind. Kopplingen mellan examensarbeten och SEC är att SEC:s projekt utgör en källa för goda idéer till examensarbeten.

Ovanstående framgångskriterier kompletteras med nedanstående tabell över ett antal indikatorer som är förhållandevis enkla att mäta:

Indikatorer	Summa etapp IV	SEC övergripande	Systemstudier och metoder	Elektriska maskiner, drivsystem och laddning	Energilagring	Elektromobilitet i samhället	Samverkan mellan fordon och elnätet
Patentansökningar	4	-	1	1	1	-	1
”Peer reviewed” tidskriftsartiklar och konferensbidrag*	120	-	25	25	25	25	20
Examensarbeten	20	-	4	4	4	4	4
Doktorer och licentiater**	25	-	6	6	6	4	3
Jämlikhet (förhållande mellan antalet män och kvinnor)	40/60	40/60	-	-	-	-	-
I media publicerade framgångar för SEC	4	4					
Till Programrådet skriftligt avrapporterad överföring av kunskap	15	-	3	3	3	3	3
SEC ”E-mobility day”	4	4	-	-	-	-	-
Tematiska ”workshops”	20	-	4	4	4	4	4
SEC i media	8	8	-	-	-	-	-
Internationella samarbeten	5	-	1	1	1	1	1

*) Siffrorna baseras på en kvantitativ jämförelse med ett antal kompetenscentra med Energimyndigheten som huvudfinansiär (CERC, KCFP, CCGEx, KCK och CECOST).

**) Siffran avser antalet utexaminerade doktorer under perioden, *plus* antalet doktorander med licentiatexamen (eller nivå motsvarande lic) vid periodens slut.

Framgångskriterierna och indikatorerna är valda så att de tillsammans ger en bild av forskningens vetenskapliga excellens och dess betydelse för företagen, såväl avseende resultat som behov av kvalificerad arbetskraft.

Siffrorna har fördelats jämnt mellan teman men traditionen kan vara olika mellan olika discipliner och höjs ambitionen med tidskriftsartiklar så balanseras det möjligen med färre konferensbidrag.

Indikatorerna bör följas upp varje år och rapporteras i årsrapporten samt diskuteras i programrådet. Det är viktigt att de upplevs som meningsfulla, och eftersom en uppföljning mot indikatorer på detta sätt inte gjorts tidigare, kan de komma att behöva omvärderas.

2.4. Forsknings, utvecklings- och teknikområden

2.4.1. SEC:s fem temaområden

El- och hybriddrivlinor skiljer sig från konventionella drivlinor på flera punkter. Därför måste man analysera hela drivlinan och dess påverkan på fordonet för att kunna avgöra vad som är bra eller dåliga lösningar. Samtidigt måste de olika delarna också utvecklas och förbättras var för sig. SEC:s fem temaområden hanterar de viktigaste systemmekanismerna och flaskhalsarna som är avgörande för hur el- och hybriddrivlinor utvecklas.

Tre av temaområdena tar upp viktiga komponenter och delsystem i ett elektrifierat fordon: design och styrning av drivlinan, de elektriska maskinerna och kraftelektroniken samt det elektrokemiska energilagret i form av batterier eller bränsleceller och vätgas. Andra väsentliga delar i en hybriddrivlina, som förbränningsmotorn och avgasefterbehandling, omfattas inte av SEC:s verksamhet utan studeras i egna kompetenscentrum för förbränning och katalys. De två återstående temaområdena studerar elektromobilitetens samspel med sin omgivning på olika systemnivåer – dels i elnätet och dels med sina brukare och med miljön, sett över hela livscykeln.

De fem temaområden som SEC bedriver verksamhet inom är

- **Systemstudier och metoder** tar ett helhetsgrepp på fordonets kostnads- och energieffektivitet och utvecklar metoder för t.ex. systemoptimering, reglering och diagnos, givet fordonets utförande och användning.
- **Elektriska maskiner, drivsystem och laddning** fokuserar på att ta fram laddsystem, eldrivsystem och elkomponenter som anpassas för de olika krav som ställs i el- och hybridfordon.
- **Energilagring** fokuserar på batterier och bränsleceller, komponenter som är centrala för elektrifiering men samtidigt också är dyra och begränsande delar i systemet.
- **Elektromobilitet i samhället** studerar det elektrifierade fordonet från ett samhälls- och miljöperspektiv: användarmönster och krav beroende på typ av mobilitets- eller transporttjänst; principer och lösningar för att uppnå långsiktig hållbarhet; samt granskande kartläggning av miljöpåverkan.
- **Samverkan mellan fordon och elnätet** arbetar med frågeställningar rörande samverkan mellan en omfattande elektrisk vägfordonsflotta, elproduktionssystemet och övrig elkonsument i samhället

Genom att SEC innefattar samtliga fyra (tillkommande) delsystem i ett hybrid- eller elfordon (laddsystem, lagringssystem, drivsystem och funktionalitet i styrsystem) samt drivlinan i sin helhet, har temaområdena en unik möjlighet att interagera vilket

ökar möjligheterna för att ställa rätt forskningsfrågor ur ett fordonsperspektiv. I kapitel 2.5.2 - 6 anges innehåll och avgränsning för SEC:s fem temaområden. Det bör dock vara möjligt att, under tiden som verksamheten utvecklas, revidera forskningsområdets innehåll och avgränsningar i takt med att nya behov växer fram.

2.4.2 Systemstudier och metoder

Den utveckling som pågår vad gäller elektrifiering av fordon, innebär många utmaningar för samhället i stort och naturligtvis särskilt för fordonsindustrin. Elektrifiering och hybridisering innebär att delsystem och komponenter, som baseras på olika tekniker, integreras till en fungerande helhet. Detta medför att integrationsproblemen blir mer accentuerade, och följderna blir en ökad komplexitet, såväl i själva fordonet som i utvecklingsprocessen. Detta leder till en rad utmaningar som behöver adresseras genom forskning och utveckling. Temaområde *Systemstudier och metoder* bidrar till utvecklingen inom området genom att adressera utmaningarna på en systemteknisk nivå, som innefattar flera delsystem och som inte kan lösas effektivt på delsystemnivå. Fokus ligger på metoder och algoritmer, som är nödvändiga för effektiv utveckling och för att ge elektrifierade fordon bästa möjliga egenskaper. Egenskaper som till mångt och mycket bestäms av de funktioner som realiserats i form av programvara. Detta innebär att temaområdet är en flitig användare av verktyg såsom matematiska modeller, optimering, beräkningsmetoder och simuleringsverktyg, verktyg som används för att studera systemlösningar och egenskaper på systemnivå.

Omfattning och avgränsningar

Forskningen inom temaområde Systemstudier och metoder syftar till att utveckla, anpassa och utvärdera metoder som stödjer en virtuell utveckling av el- och hybridsystem, baserat på matematiska modeller av komponenter och delsystem.

Det övergripande målet med dessa aktiviteter är att bygga upp en gedigen kunskap om vad som är avgörande för att ge hybridsystemen så goda egenskaper som möjligt, samt att utveckla metoder och verktyg för att realisera denna potential i konkreta utvecklingsprojekt. Viktiga metodområden som berörs är matematisk modellering, simulering, optimering, reglerdesign, feldiagnostik samt prestanda-, känslighets- och robusthetsanalys. Forskningen är systeminriktad, vilket innebär att samspelet mellan delsystem och komponenter är i fokus. Samverkan mellan temaområdena är väsentlig för att identifiera systemövergripande frågor.

En avgränsning är att verksamheten inom temat inriktas på det som är specifikt för el- och hybridsystem, med särskild betoning på framdrivning och energieffektivitet. Problemställningar av stor generalitet undviks, och en annan avgränsning gäller mycket produktspecifika frågor, som kräver detaljerade kunskaper om de industriella aspekterna, och som inte är lämpade för öppna, horisontella projekt. Däremot kommer temaområdet gärna att samverka kring sådana frågor i vertikala projekt tillsammans med parterna, i nära anslutning till centrumets helt öppna projekt.

Trender

Inom hela fältet för elektrifiering av fordon finns flera viktiga trender, som påverkar planeringen av verksamheten inom temaområdet. På en övergripande nivå beror dessa på faktorer såsom strävan mot allt större energieffektivitet, och en kontinuerlig utveckling av tekniken inom nyckelområden, såsom batteriteknik, elmaskinteknik och kommunikation. Dessa faktorer leder till en tydlig trend mot ökad komplexitet i systemuppbyggnaden – exempel på detta är hantering av kylning (och värmning) av det elektriska drivsystemet, avgasefterbehandling i hybridfordon samt elektrifiering av hjälpsystem.

Det allt större beroendet av samspelet mellan delsystem och komponenter för systemens totala funktion gör att fordonsföretagen måste ta ett större ansvar för helheten – optimering av delsystem är helt enkelt inte tillräckligt för att garantera en bra lösning på fordonsnivå. Detta kräver nya angreppssätt för systemutvecklingen, och allmänt är bedömningen att *modellbaserade metoder* får en allt större betydelse för att bemästra komplexiteten i utvecklingsprocessen samt att styra och övervaka komponenter och delsystem.

Komplexitet, koordinering av delsystem, modellbaserade tekniker m.m. är inte unikt för fordonsindustrin; tvärtom är detta en trend inom flera andra tillämpningsområden. De behov som tecknats ovan har därför fångats upp inom forskningen under senare år, och det finns färskta landvinningar att dra nytta av inom SEC:s tillämpningsfär. Ett exempel på detta är metoder för design av modellbaserade, distribuerade styrsystem, som bygger på effektiva algoritmer för optimering i realtid.

I strävan mot alltmer energieffektiva lösningar finns en trend att utöka systemgränserna genom att inkludera fler delsystem och även omgivande infrastruktur. En utveckling som stärkts under senare tid är det ökande intresset för infrastrukturen för energiöverföring och laddning, liksom den infrastruktur som brukar gå under benämningen "molnet", som medger att göra fordonen "uppkopplade" och att ge tillgång till data och beräkningsresurser i stor skala. Denna utveckling har lett till att frågor som har att göra med samspelet mellan fordon och infrastruktur uppmärksammas mer och mer inom temat. Exempel på detta är lokalisering och bästa utnyttjande av å ena sidan laddningsstationer eller elvägar, å andra sidan energilager i fordonen, med det gemensamma målet att ge den bästa kombinationen av energieffektivitet och kostnader.

Fokusområden

För att bemästra den ökande komplexiteten och för att korta utvecklingstiden kommer *modellbaserade metoder* att bli allt viktigare, hela vägen från kravanalys till utveckling och realisering av specifika funktioner. Metodiken, som går ut på att använda sig av matematiska modeller och datorberäkningar för att prediktera och optimera produkt- och systemegenskaper i ett tidigt utvecklingsskede, måste

anpassas till de specifika behov som finns inom elektromobilitetsområdet för att t.ex. hantera de viktiga frågor, som berör modularisering och gränssnitt mellan delsystem.

Modellering och styrning av el- och hybridfordon

Ett fokusområde, eller egentligen två fokusområden, inom tema Systemstudier och metoder, är relaterat till modellering och styrning av det el- respektive hybrida drivsystemet med fokus på systemnivåoptimering. För hybridfordon är energihanteringen och integreringen av förbränningsmotorn, inklusive avgas efterbehandlingsystem, och det elektriska drivsystemet, av specifikt intresse, och för fullelektriska fordon är energihantering för räckviddsoptimering intressant. Förutom modellering och styrning är det också intressant att anpassa och välja el- eller hybridkonceptet utifrån tillämpningsområde, tex kan olika fordonskoncept vara aktuella för anläggningsmaskiner kontra vägfordon i samma storleksklass.

Hantering av termisk energi

Ett annat område som tema Systemstudier och metoder kommer att fokusera på är hantering av termiska aspekter av elektrifiering. Området är relaterat till modellering och styrning av fordonets termiska system med fokus på sam-optimering av hårdvara och mjukvara. Komponenter behöver omväxlande kylas och värmas för att fungera på bästa sätt med avseende på åldring, livslängd, och verkningsgrad. Om detta adresseras på systemnivå kan troligtvis mycket termisk energi återanvändas istället för att förspillas.

Utnyttjande av ökad tillgång till information för beräkning av energi- respektive laddningsbehov

Trenderna för tillväxt av infrastruktur för kommunikation och beräkningar respektive laddning får en direkt inverkan på funktionerna i fordon. Tillgången på både mer information och fler möjligheter att tillföra elektrisk energi kommer att öka möjligheterna för planering och energioptimering i fordonen, där t.ex. styrfunktioner för bästa energieffektivitet kommer att baseras på aktuell, tillgänglig information om trafikmiljö, köruppslag mm. Denna utveckling accentueras ytterligare av de starka drivkrafter som finns mot självkörande fordon och intelligenta trafiksystem, vilka kan komma att få en stor påverkan på utvecklingen ur trafik-, energi- och miljösynpunkt. Baksidan av medaljen är åter att komplexiteten ökar och måste hanteras av tillförlitliga och flexibla algoritmer, vilket i sin tur ger upphov till behov inom forskning och teknisk utveckling. Detta är ett område som mycket väl lämpar sig som ett fokusområde inom temaområdet.

Modellering och styrning av transportflöden

Elektromobilitet kan leda till att transportflöden förändras på grund av bland annat förändrade körmönster, fordonskoncept eller räckviddsbegränsningar. För att adressera detta är modellering och reglering av transportflöden med fokus på optimering av energianvändningen ett område som växer. Detta område har klara beröringspunkter med temaområdena Elektromobilitet i samhället och Samverkan

mellan fordon och elnät. Detta är ett område som med andra ord inbjuder till samarbeten över temaområdena.

2.4.3 Elektriska maskiner, drivsystem och laddning

Elektriska drivsystem är nyckelsystem i helt eller delvis eldrivna fordon. Teknikområdet är delvis, likt förbränningsmotortekniken, långt över hundra år gammalt men ändå föremål för en mycket snabb utveckling. Kraven på elektriska drivsystem för fordon skiljer sig mycket från de som ställs på industriella drivsystem. Dynamiken, d.v.s. förhållandet mellan max- och medeleffekt, är generellt sett mycket större för fordonsdrift än för generella industriella drivsystem. Kraven på densitet, uttryckt i kW/kg eller Nm/kg, är på liknande sätt mycket högre. Dessutom är kraven på kostnadseffektivitet mycket höga inom fordonsindustrin. Hårdvarumässigt är elmaskintekniken, enbart m.a.p. framdrift, mogen såtillvida att kompakta, högdynamiska elmaskiner idag är ganska mogna produkter. Kraftelektroniken utvecklas snabbt genom att till exempel kiselkarbidteknik stegvis införs vilket medger vikt- och kostnadsreduktion och samtidigt utmanar emc- och livslängdsaspekter. Med dessa förutsättningar åstadkoms kostnadsreduktion dels genom ännu bättre konstruktioner och tillverkningsteknik, dels indirekt genom att drivsystemen delvis tar över funktionen från andra system ombord (t.ex. laddsystem).

En kraftigt ökad elanvändning för landtransporter kräver en kombination av stationär laddning (s.k. plug-in) och laddning i rörelse (s.k. slide-in eller elvägar). Elvägarnas betydelse är i detta sammanhang avgörande. Med fullständig elektrifiering av vägtrafiken i ett land som Sverige använder personbilstrafiken ca 60 % och den tunga trafiken ca 40 % av elenergin till vägtrafiken.

En fullständig elektrifiering av vägtrafiken kräver mycket stora batteri-installationer i de flesta fordon samt dessutom tillgång till ett omfattande nätverk av snabbladdare. Samhällskostnaden för dessa batterier och snabbladdare kan visas ligga tungt på batterierna varför utveckling av laddlösningar som minskar behovet av batterier är av särskilt stor betydelse.

Denna bakgrund motiverar två huvudinriktningar som temaområdet Elektriska maskiner och drivsystem kommer att fokusera på:

- Förbättringar av energi- och kostnadseffektivitet hos teknik relaterad till elektriska drivsystem för framdrift av hybrid-, plug-in-hybrid- och fullelektriska fordon.
- Vidare utveckling av laddtekniker, för att underlätta en omfattande övergång från fossilberoende framdrift av landfordon till elberoende.

Omfattning och avgränsningar

Temaområde Elektriska maskiner och drivsystem är ansvarigt för att vara en kunskaps- och kompetensbas både för teknik relaterad till elektrisk energiförsörjning (laddning), energiomvandling (drivsystem) och för elektriskt drivna subsystem. Temaområdet fokuserar inte på elnätspåverkan av laddsystem annat än i anslutningspunkten till elnätet upp till närmaste mellanspänningsnivå.

En ökad kostnads- och energieffektivitet för eldrivsystem inbegriper både konstruktions- och produktionsmetoder, såväl av kraftelektronik och elmaskiner som av deras styrning. Temaområdet omfattar därmed hela detta område, utan avgränsningar.

Utvecklingen av laddtekniker sker bitvis ännu på en generisk nivå, och innehåller konduktiv och induktiv teknik, manuellt kontakterad, automatiskt kontakterad, anslutning vid stillastående, anslutning i rörelse, laddning av lätta fordon, laddning av tunga/kommersiella fordon etc. Temaområdet omfattar hela detta område, utan avgränsningar.

Temaområdet fokuserar på grundläggande elektrisk energihantering, både vid överföringen från elnätet till fordonet och vid omvandlingen i framdrivningssystem och andra subsystem. Dessa funktioner är fundamentalt beroende av systemtänkande vad gäller dimensionering av bl.a. effekt- och energinivåer samt styrning av dessa. Det indikerar beroendet mellan SEC:s temaområden.

Ett exempel på ett samarbetsområde inom SEC är att tema Elektriska maskiner och drivsystem tar fram systemmodeller för kraftelektronik, elmaskiner och olika laster för användning inom systemoptimering inom tema Systemstudier och metoder. Ett annat är modeller för drivsystemets uppträdande gentemot batteriet för forskning kring batterilivslängd och batterimodellering. Ytterligare ett annat är fordonens uppträdande gentemot elnätet i ett laddperspektiv där en större elektrisk fordonsflotta beaktas.

Trender

Som nämnts ovan har elektriska drivsystem i sin grundläggande form, d.v.s. för framdrift av el- och hybridfordon, utvecklats till ganska hög mognadsgrad. Utvecklingstrenden fortsätter med konstruktioner som ger ännu högre effekttäthet, utan att kompromissa överlastförmåga eller livslängd, till en lägre kostnad. Moduluppbyggda elmaskindelar såsom statorsegment, elmaskiner integrerade med kraftelektronik och transmission, vilket även reducerar EMC-problem, billigare lindningsmaterial (aluminium i stället för koppar) är exempel på åtgärder som används. En trend mot högre mekaniska varvtal för reducerad storlek är också tydlig.

Med en kraftigt ökad andel elfordon ökar också mängden av ingående material som är viktiga att återvinna. Konstruktion för återvinning är därför en annan viktigt trend som hör ihop med kostnadsoptimering, sett över fordonets livscykel.

Inom laddtekniken finns en del standardisering inom personbilsområdet, men däremot ingen för laddning av kommersiella fordon – även om arbete pågår. Behovet

av automation manifesteras i utveckling av induktiva laddlösningar, som dock ger både begränsad effektivitet och effekt. Automatiska konduktiva lösningar, som kan bli generiskt billigare och ha mycket högre effekt, utvecklas – t.ex. AB Volvos plug-in-hybridbussar eller Teslas antydda robotiserade laddlösning.

Fokusområden

Sverige, med all forskning i elektriska drivsystem inom akademi och industri, med all tillgänglig finansiering, är fortfarande en liten spelare i ett globalt perspektiv. Det är därför viktigt att forskningsinsatserna koncentreras på valda delområden inom huvudområdet elektriska drivsystem. Följande föreslås för fas 4:

- Utveckling av kostnads- och energieffektiva elektriska drivsystem
- Utveckling av laddsystem

Inom dessa delområden föreslås följande fokusering:

Drivsystem

Elektriska drivsystem består väsentligen av kraftelektroniska energiomvandlare och elektriska maskiner. De primära kraven på elmaskiner i elektriska fordonsdrivsystem är hög moment- och effekttäthet, väl fungerande styrning och låg kostnad. Dessa är på flera sätt väl tillgodosedda i dagens kommersiella fordon. Sekundära men väl så viktiga egenskaper är också livslängd, som bl.a. beror av termisk cykling och den drivande spänningens övertonsinnehåll, minimerat givarberoende liksom minimerat beroende av exklusiva material, bättre termisk kontroll/effektiv kylning, och ytterligare sänkta kostnader – inte minst genom effektivare tillverkningsteknik. En relaterad viktig aspekt är att vid design ta hänsyn till möjligheterna att återvinna uttjänta elmaskiner, s.k. "design for recycling/retrofitting/reusage". Generell design för lägsta miljömässiga påverkan.

För att tillgodose ökade krav på effektivt materialutnyttjande behöver även beräkningsmetoder för elektromagnetisk energiomvandling anpassas och effektiviseras, kanske främst med avseende på multidisciplinära simuleringar av sammansatta system. Traditionellt används empiriskt framtagna korrektionsfaktorer för materialavvikelse, tillverkningskomplikationer och driftfallsavvikelse, vilka kan fungera bra i välkända tillämpningar och miljöer. Fordonsutvecklingen idag strävar till alltmer integrerade system i vilka åtskilliga delsystem samverkar under förhållanden som i förväg inte alltid är bekanta.

I en strävan att alltmer förlita sig på beräknade resultat skärps kraven på noggrannhet hos beräkningsmodeller och förmågan att verifiera dessa med provverksamhet. Ökad förståelse för funktion och samverkan mellan hårdvara och mjukvara, teori och verklighet, kravställning och konsekvenser i en kausal verklighet, är ständigt föremål för förnyelse i en expansiv bransch med stora tekniska utmaningar.

I dagsläget med den ökade integrationen mellan olika discipliner ses en ökad vikt av att integrera avancerade CAE-metoder för att komplettera de tidigare empiriska faktorerna avseende kylning och strukturmekanik. Vidare är integrationen mellan de olika elektriska systemen såsom elmaskin, kraftelektronik, batteri, dc/dc omvandlare av stor vikt.

De primära kraven på den kraftelektroniska energiomvandlaren är hög effekttäthet, hög verkningsgrad, låga kostnader och kontrollerad livslängd. Till dessa kommer en effektiv hantering av omvandlarens utspänning, bl.a. genom kombinationer av skärmning, jordning och filtrering för att minimera EMC-problem. Ett teknikskifte pågår från konventionell kiselbaserad teknik till högtemperaturteknik (som kiselkarbid). Detta öppnar för snabbare switchning och högre switchfrekvens men ställer krav på passiva komponenter och kretslösningar för minimering av EMC-problem.

En aspekt som behöver särskild utveckling i elektriska drivsystem är integration av annan funktionalitet, såsom laddning, DC/DC-omvandling, galvanisk isolation vid elvägsdrift och liknande. Sådan funktionalitet ökar sannolikt kostnaden för drivsystemet men har potential att sänka densamma för hela fordonet.

Laddsystem

För en storskalig omställning till eldrivna landtransporter måste energitillförseln ske ofta och helst kontinuerligt. För att den ska kunna ske ofta behöver den vara automatisk och infrastrukturen behöver vara tät. Dagens laddteknik består av ombordladdare vid ganska låg effekt, externa DC laddare för högre effekt (upp till 350 kW för personbilar och över 1 MW för tunga lastbilar) samt ett flertal typer av elvägar under utveckling.

Dagens existerande lösningar är otillräckliga på ett flertal punkter. Externa laddare är för dyra för att kunna användas i en tät infrastruktur. De automatiskt anslutna externa laddare för hög effekt som finns är primärt tänkta för bussar och passar inte till andra fordonstyper, speciellt inte i en tät infrastruktur. SEC bör därför bidra till utveckling av laddare för hög effekt (sikta på 100 kW++) som ställer låga krav på infrastrukturen (enkla anslutningar), är automatiska i anslutning och tar liten plats. Där är ombordladdare, kanske integrerade, som bara kräver t.ex. en 3-fasig anslutning exempel på en attraktiv lösning, speciellt om den kan ske automatiskt. Likaså är vidareutveckling av alla aspekter på elvägsteknik (utom elvägssystem) av vital betydelse.

2.4.4 Energilagring

Temaområdet *Energilagring* omfattar dels elektrisk energilagring i batterier och superkondensatorer dels energiomvandling i bränsleceller och energilagring av vätgas på fordon.

Batterier för energilagring är utan tvekan en mycket utmanande komponent vid utvecklingen av effektiva hybridiserade eller fullt elektriska fordon. Batteriet begränsar viktiga tekniska prestanda, adderar oönskad vikt och volym till systemet, och står för en betydande del av den elektrifierade drivlinans totalkostnad. Förbättringar av batteriet och effektivare sätt att utnyttja det leder därför till påtagliga förbättringar av den elektrifierade drivlinan. Djupare batterikunskaper är därför viktiga i alla stadier och på alla nivåer av systemutveckling, och begränsar sig inte bara till utveckling och val av själva batteriet. Fördjupa kunskapen kring hela batterisystem, batterimoduler, enskilda celler, batterimaterial och de processer som ger upphov till tekniska begränsningar är alla av vikt.

Med batterier kan sannolikt en stor del av transportbehovet på väg elektrifieras, men det finns tillämpningar där batteriernas energitäthet eller laddinfrastrukturen är otillräcklig. Energiomvandling av vätgas i bränsleceller ger här andra möjligheter i form av högre energitäthet ombord på fordonet och snabb tankning av vätgas. Tekniken för fordon har inte nått samma mognad som batterier, och står inför utmaningar avseende centrala frågor som kostnad, livslängd, energieffektivitet, vätgaslagring på fordonet och vätgasinfrastruktur. Liksom för batterier är djupare kunskaper viktiga på alla nivåer av utveckling för att framgångsrikt kunna integrera bränsleceller i fordon.

Framgångsrik utveckling av energi- och kostnadseffektiva elektrifierade system kräver god förståelse för batteriers och bränslecellers möjligheter och begränsningar. Temaområdet Energilagring har därigenom två viktiga uppgifter: dels att fördjupa kunskapen kring batterier och bränsleceller, dels att ta fram kunskap som kan omsättas på systemnivå för att utveckla hybridiserade och fullt elektriska fordon som utnyttjar batteriernas och bränslecellernas styrkor på bästa sätt och samtidigt kompenserar för deras svagheter.

Omfattning och avgränsningar

Forskningen inom temaområde Energilagring syftar till att:

- fördjupa kunskapen kring batterier och bränsleceller, vilket inkluderar utveckling av karakteriseringsmetoder och prediktiva verktyg för att bättre förstå och förutsäga energilagrets och energiomvandlarens egenskaper, och
- se till att den kunskapen kan omsättas på fordonsnivå.

Temaområdets batteridel fokuserar främst på energilagring i litiumjonbatterier. Inom ett nära och medellångt tidsperspektiv bedöms litiumjonbatterier, som representerar en hel grupp av närbesläktade batterikemier, vara det självklara batterivalet inom fordonsområdet. Det finns dock en öppenhet för att flytta fokus om tekniska genombrott förändrar bilden så att andra batterityper blir av intresse.

Batteriet är, som redan har beskrivits, en mycket kritisk komponent i ett hybrid- eller helelektriskt fordon. Trots det är teknikmognaden och kunskapen om denna

nyckelkomponent långt ifrån tillräcklig för fordonsindustrins behov. Den forskning som generellt behövs för att möta dessa utmaningar kan delas in i två huvudområden: utveckling av bättre batterier, och utveckling av bättre förståelse av vad som sker i batterier inkluderande metoder för bland annat livslängdsprediktering och olika former av fel på cellnivå som kan leda till säkerhetsrisker.

Stora förbättringar avseende energi- och effekttäthet, livslängd, kostnad och säkerhet kan fortfarande göras på dagens batterier för att nå transportsektorns långsiktiga kommersiella mål. För att nå dit krävs det fortsatt utveckling av batterimaterial och celldesign i dagens litiumjonbatterier. Även batterisystem som ligger långt bortom dagens behöver utforskas för att långsiktiga mål ska ha en möjlighet att kunna uppfyllas.

Genombrott för nya revolutionerande batteritekniker är möjliga på längre sikt, men den fortsatta kommersialiseringen av hybrid- och elfordon kommer sannolikt att baseras på vidareutvecklade versioner av de typer av batterier som finns tillgängliga idag. Det faktum att litiumjonbatterier redan används betyder på intet sätt att tillverkare och användare förstår allt som är viktigt om dessa batterityper. Bättre experimentella karakteriseringsmetoder och modelleringsverktyg, som gör det möjligt att förutsäga batteriernas egenskaper och beteenden, och som kan implementeras av industrin, skulle vara väldigt värdefulla. Dessa verktyg kan inte utvecklas utan en djupare förståelse för begränsande processer, hela vägen från systemnivå ner till molekylär nivå.

Temaområdets bränslecellsdel fokuserar i första hand på polymerbaserade bränsleceller (Proton Exchange Membrane Fuel Cells (PEMFC) och Anion Exchange Membrane Fuel Cells (AEMFC)) för omvandling av vätgas till elektrisk energi. Fordonsföretagens kunskap inom detta område är i en uppbyggnadsfas, och intressanta frågeställningar sträcker sig från övergripande infrastruktur- och systemfrågor, till detaljerade studier av egenskaper och nya cellkomponenter.

De utmaningar som beskrivs ovan för temaområdet Energilagring är gigantiska, och SEC kan inte förväntas arbeta inom hela detta forskningsområde. Forskningen inom området Energilagring bör därför fokusera där resultaten gör mest nytta för att underlätta utvecklingen av hybrid- och elfordon, och där den multidisciplinära styrkan hos SEC bäst utnyttjas. Det betyder att forskning och utveckling av karakteriseringsmetoder och prediktiva verktyg för att bättre förstå och förutsäga egenskaper hos energilager och energiomvandlaren är viktiga, liksom att projekten om möjligt spänner över temaområdena.

Trender

När SEC startade låg tyngdpunkten i utvecklingen av batterier för fordonstillämpningar mot hybridfordon (HEV), d.v.s. effektoptimerade batterisystem som ska leverera och ta emot stora effekter under korta tider men där den totalt överförda energimängden är liten. Sedan dess har hela konceptet med elektrifierade fordon breddats och inkluderar nu även laddhybrider (PHEV), batterielektriska

fordon (BEV), bränslecellselektriska fordon (FCEV) och intermitterent laddning av fordon under kortare stopp och under körning. En konsekvens av detta, och av förbättringen av energitäthet och minskningen av kostnader för batterier, är att storleken på fordonens energilagring successivt har ökat. Energoptimerade batterisystem som ska överföra större energimängder under längre tid, liksom olika möjligheten till laddning av batterier, är därigenom av ökande intresse för verksamheten i SEC.

Den kunskap som byggs upp kring batterier har en generell giltighet, som inte begränsar sig till en specifik tillämpning. En större öppenhet kring möjliga framtida drivlinekoncept medför därför ingen dramatisk förändring av batteriforskningens inriktning inom temaområdet Energilagring, även om industrins frågeställningar delvis förändras och utökas.

En utvecklingstrend är även att ansvaret för hela batterisystemet, inklusive monteringen av celler i moduler och övervakningssystemet för batteriet (BMS), flyttats från celltillverkarna till fordonstillverkarna. Detta kräver bredare och djupare batterikunskaper i fordonsindustrin.

Mycket omfattande forskning för att förbättra batteriernas energi- och effekttäthet, liksom deras livslängd och säkerhet pågår runt om i världen idag. Många av dessa aktiviteter fokuserar på att utveckla nya batterikemier, med förbättrade elektrodmaterial och elektrolyter. Trots det förväntas inte några nya revolutionerande batterikoncept stå för dörren för fordonstillämpningar inom den närmaste framtiden. Däremot fortsätter de redan existerande koncepten att stadigt förbättras steg för steg genom att material och tillverkning optimeras. Den snabba utvecklingstakten leder dock till utmaningar avseende styrning och livslängdsprognostisering.

Serietillverkning av fordon med bränsleceller har bara några år på nacken, och japanska och koreanska tillverkare går i bräschen för denna utveckling. Tillverkningsvolymerna av personbilar är fortfarande ganska blygsamma men stadigt ökande. Under de senaste åren har intresset för bränsleceller för kommersiella fordon vuxit, och då inte bara för bussar utan även lastbilar. Vid behov av att ta med större mängder energi ombord på ett fordon har system baserade på bränsleceller högre energitäthet än rena batterisystem, och erbjuder därmed ett intressant alternativ för långväga transporter med korta stilleståndstider. Det pågår även en spännande utveckling av användningen av bränsleceller för tåg och fartyg, liksom för stationära applikationer som fordonsindustrin kan dra nytta av, och som därför är intressant att följa.

Bränsleceller kommer att kombineras med batterier ombord på fordonet, och användningen av bränsleceller minskar inte behovet av goda batterikunskaper. Det uppstår däremot nya intressanta frågor kring hur dessa båda tekniker för energilagring och energiomvandling bäst kombineras beroende på fordonstyp och användningsområde.

Fokusområden

Temaområdet består av två tydligt urskiljbara delområden: batterier respektive bränsleceller. Batterier, och då litiumjonbatterier, har varit huvudinriktning för temaområdet ända sedan starten av SEC. Området har mognat, men centrala frågor kring möjligheten att förutsäga batteriernas egenskaper återstår. Detta gäller inte minst när nya celler introduceras. Ett fokusområde som samlar pågående forskning kring utvecklingen av effektiva verktyg för batterier, dagens likväl som morgondagens batterikemier, är därför naturligt. Bränsleceller, som nu för första gången tar ordentlig plats i SEC, befinner sig i en annan utvecklingsfas och forskningsfrågorna blir därigenom bredare. Frågor som rör verktyg för karakterisering och modellering av bränsleceller har många likheter med batteriområdet, och kan delvis samsas inom samma fokusområde. Det bredare anslaget kring bränsleceller i fordon kräver däremot sitt egna fokusområde.

Verktyg för karakterisering och modellering

Nya modelleringsverktyg kan göra det möjligt att bättre förstå och förutsäga batteriers egenskaper och beteenden. Målet är att nå en sådan mognad och generalitet att verktygen blir ett viktigt tillskott för industrin så att exempelvis behovet av dyr och tidskrävande testning kan minska. Dessa verktyg kan inte utvecklas utan en djupare förståelse för prestandabegränsande processer, hela vägen från systemnivå ner till molekylär nivå. För ökad förståelse och validering av modeller krävs även utveckling av de experimentella karakteriseringsmetoderna. Idag undersöks celler främst efter drift och många gånger med förstörande metoder. Nya möjligheter att följa viktiga förlopp i fullt fungerande celler med icke-förstörande metoder är därför önskvärt, liksom möjligheten att studera hur dessa förlopp skiljer sig åt mellan olika positioner i den enskilda cellen och mellan celler i en modul eller stack.

Energilagrets begränsningar uppträder i olika längd- och tidsskalor, och matematiska modeller på komponent-, cell- och modulnivå blir därför med nödvändighet relativt komplexa. Det innebär även att modeller behöver anpassas beroende på vad de ska användas till, och vilken batteri- eller bränslecellskemi de ska beskriva. Ett exempel där modeller är till stor hjälp är förutsägelser om temperaturfördelningen i celler, liksom hur detta påverkar elektrokemiska prestanda. Ett annat viktigt område är förståelse och prediktering av åldring och livslängd. Ett ytterligare område är modeller som har förutsättningar att förutsäga egenskaper hos de material och komponenter som ingår. Modeller för simulering av säkerhetsegenskaper på batteri- och systemnivå är ett nytt men växande område, som har goda förutsättningar att stödja utvecklingen av mer avancerade BMS-funktioner för tidig intervention och riskreducering vid felfall som kunnat få allvarliga konsekvenser. Den här typen av modeller kan också få stor betydelse för utvecklingen av återanvändning av batterier i nya tillämpningar (second-life) där säkerhetsfrågor kan verka hämmande.

En vidare utmaning är att utveckla modeller som med tillräcklig noggrannhet kan beskriva energilagrets viktigaste egenskaper, men samtidigt uppfyller krav på

enkelhet och snabbhet för att vara användbara på högre nivå i systemet. Detta är ett område som inbjuder till samarbeten över temaområdena.

Möjligheten att förutsäga batteriers livslängd i olika applikationer är ett mycket viktigt område där kunskaperna idag är otillräckliga och där projekt inom SEC kan bidra. En battericells livslängd beror dels på den valda batterikemin och de ingående komponenternas utformning, dels på vad cellen utsätts för under användning och hur den är integrerad i drivlinan. Samspelet mellan alla dessa faktorer är mycket komplext, och en bra förståelse kräver att problemet angrips och studeras med flera kompletterande metoder. Många viktiga mekanismer för åldring är kartlagda, men till att därifrån utveckla en prediktiv förmåga att förutsäga livslängd, för en ny cell eller ny tillämpning, är steget ganska långt. Detta är en angelägen tillämpning för fokusområdet Verktyg för karakterisering och modellering.

Bränsleceller

Genom att området bränsleceller är i ett tidigare skede av kommersialisering och fortfarande i en uppbyggnadsfas behöver fokusområdet ha en bred inriktning. Relevanta frågor sträcker sig från övergripande infrastruktur- och systemfrågor, till detaljerade studier av bränslecellens egenskaper och utvecklingen av nya komponenter. Medverkan i SEC av fordonsföretag, bränslecellstillverkare och akademiska parter ger unika möjligheter till att identifiera och arbeta med för bränslecellsområdet relevanta frågeställningar, i ett område med förväntad snabb teknikutveckling.

2.4.5 Elektromobilitet i samhället

Utvecklingen av elektrifierade fordon står inför flera väsentliga utmaningar de närmaste åren. I takt med att tekniken implementeras i fler fordonstyper och i större volymer så nås en bredare grupp användare – därmed diversifieras kraven på fordonens funktioner och egenskaper för att svara upp mot en rad behov av transporttjänster för både gods och människor. Samtidigt sker en omvänd anpassning till den nya teknikens för- och nackdelar.

Behovet att reducera klimatpåverkan från transporter är en central drivkraft bakom den pågående teknikomställningen till elektrisk framdrift av fordon. Med detta följer förväntningar på en generellt minskad miljöpåverkan och krav på att undvika nya framtida miljöproblem, genom ett tydligt sikte på långsiktig hållbarhet. Hur dessa utmaningar hanteras kommer att påverka den takt och effektivitet med vilken elektromobilitet realiserar, och samhällets acceptans för omställningen.

Trots att flera tillverkare av både tunga och lätta vägfordon nu massproducerar och säljer hybrid- och elvarianter på många marknader så är teknikområdet fortfarande omoget och i snabb förändring. Av detta följer en brist på branschövergripande standardisering och avsaknad av regler och infrastruktur som underlättar den pågående omställningen. Det skapar osäkerhet men är samtidigt en fördel.

Teknikutvecklingen kan fortfarande påverkas och är mindre styrd av de inlåsningar som följer med ökad mognadsgrad. Socio-tekniska systemstudier kan därmed bidra med viktig kunskap kring effekter av teknikval och olika möjligheter att tillhandahålla transporttjänster för människor och gods som godtas av samhället, samt har en riktning mot långsiktig hållbarhet och ökad cirkularitet.

För svensk industri och akademi som verkar inom elektromobilitet finns alltså ett behov av forskning som svarar på frågor om användarbeteende och brukarnas möjligheter och motiv för att välja en alternativ teknik över befintlig konventionell fordonsframdrift, som är väletablerad och funktionellt tillräcklig. För acceptans såväl som av kostnadsskäl kommer det också att bli nödvändigt att utforma och anpassa delsystemen i fordonet, liksom i infrastrukturen för laddning, för cirkulära materialflöden och värdekedjor, för att minska avfall, uppnå ökad materialeffektivitet och säkerställa framtida resurser. Till sist, så är det av stor vikt för hela samhället att kontinuerligt och brett kartlägga den miljöpåverkan som skapas av elektromobilitet, för att undvika oavsiktliga problemskiften och ge möjlighet att adressera nya utmaningar innan de blir stora hinder. Sammantaget kräver detta studier som inte bara tar itu med tekniska utmaningar, utan som ger förståelse ur ett systemperspektiv för hur tekniken behöver utvecklas för att matcha nuvarande och framtida transportbehov och resurstillgänglighet med minimerad miljöpåverkan.

Omfattning och avgränsningar

Forskningen inom temaområdet *Elektromobilitet i samhället* kan sägas ligga utanför, alternativt på en högre systemnivå än övriga temaområden inom SEC. Det innebär att temat överlappar samtliga övriga temaområden sett till tekniska avgränsningar, men frågeställningarna skiljer sig åt på så sätt att teknikens samspel med samhället och dess olika aktörer, samt natursystemet, står i centrum. Detta inkluderar även metoder att effektivisera och balansera detta samspel över tid.

Mer specifikt så är temat grundat i ett livscykelperspektiv, inte bara i studier av miljöpåverkan, utan mer övergripande. Det tekniska systemet omfattar inte bara de komponenter eller delsystem som är fundamentala för en viss elektromobilitetsapplikation, utan omfattar även kopplade deras inverkan vid och krav för att kunna tillverkas, användas, återanvändas och så småningom återvinnas. Temat utgör därmed SEC:s naturliga gränssnitt till andra kompetenscentrum inom produktion, cirkulär ekonomi och återvinning (både tekniskt och på systemnivå). Vidare omfattas inte bara de tekniska processer som därmed kopplas längs livscykeln, utan också olika brukare (både privatpersoner som kör bil eller förare i yrkestrafik) och andra aktörers relation och interaktion med tekniken på olika nivåer (transport-/tjänsteleverantörer längs hela värdekedjan, myndigheter etc.) samt elektromobilitetens roll i transportsystemet. Här kan det även ingå att studera effekter av olika affärsmodeller. Temat har därmed även ett arv från sin tidigare verksamhet, då benämnt Fordonsanalys, som dock hade större fokus på kostnader och kostnadseffektivitet. I mer tekniskt inriktade studier omfattas kompletta fordon eller fordonsflottor. Uppgiften att kartlägga och sammanställa tekniska krav från

brukare och samhället i stort som temat tidigare har haft huvudansvaret för, delas nu istället med tema 1 (Systemstudier och metoder) och tema 5 (Samverkan mellan fordon och elnätet), samtidigt som uppgiften breddas till att ta fler aspekter beaktande, t.ex. miljöpåverkan och resurseffektivitet.

Temat är samtidigt tydligt avgränsat. Samtliga projekt skall ha en klar koppling till kärntekniken och dess användning i vägbundna fordonsapplikationer. SECs övergripande inriktning att alltid "ha en hand i fordonet" är den vägledande tanken för vilka typer av aktiviteter och arbeten som ryms inom temat.

Trender

Tre huvudsakliga tekniska och affärsinriktade trender kan idag identifieras som pågående inom transportsektorn, förvisso fortfarande i ganska liten omfattning, men som över tid troligen kommer att få genomgripande effekter: (1) elektrifiering, (2) delning och samåkning, samt (3) utveckling av gradvis mer autonoma fordon. Medan tekniska framsteg inom fordonsområdet möjliggör dessa parallella skiften, bygger de också på innovativa affärsmodeller och styrs av samhällets förhållningssätt och regler.

Inom affärsutveckling för fordon och resande refereras ofta till begreppet "Mobilitet som en tjänst", vilket kan beskrivas som sammankoppling av redan existerande tjänster för att nyttja hyr- och taxibilar ihop med den befintliga kollektivtrafiken samt fjärrresor med buss, tåg eller flyg – i framtiden inrymmer detta troligen även självkörande fordon. Tjänsten tillhandahålls typisk via ett gränssnitt i smarta telefoner. Diverse liknande tjänster, t.ex. affärsdriven samåkning där privata bilar agerar taxi, bilpooler och nya former av leasing, växer också i popularitet. Dessa trender förändrar spelplanen för den pågående elektrifieringen, både med för- och nackdelar, när traditionellt biläggande över tid blir mindre vanligt. Mer tekniskt inriktat utvecklas också nya system som ger privata användare råd kring smartare körning och laddning.

För leverans av varor är istället begreppet "transport som en tjänst" normen. Inom detta område används i viss mån redan idag elektriska lastbilar för leveranser och avfallsinsamling inom städer. I detta ingår rutt- och flödesoptimering, specifikt designade fordon och en dedikerad laddningsinfrastruktur. För tyngre kommersiella transporter drivs utvecklingen av lagstiftning som har som mål att skära ner koldioxidutsläpp med 15 % till 2025 och 30 % till 2030. Detta styr även dessa fordonslag mot ökad elektrifiering, men gör samtidigt investeringar i laddinfrastruktur för tunga fordon till en stor utmaning.

Helt elektriska fordon når idag marknaden med allt större batteristorlek och längre räckvidd. Detta medför en ökad resursanvändning för att producera batterier, samt möjligen också att högre laddeffekt kommer att efterfrågas för att minska tiden som krävs för att ladda fullt. Därmed förskjuts krav och förväntningar på laddutrustningen (både i och utanför fordonet) samt på elnätet och dess förmåga att tillhandahålla tillräckligt mycket effekt och energi. Denna trend är viktig för forskningen inom

samtliga teman inom SEC, inklusive *Elektromobilitet i samhället* eftersom det ökar behovet av ny kunskap både kring resurseffektivitet och användarnas perspektiv på smart laddning.

På de flesta nivåer i samhället ökar medvetenheten om risker med klimatförändringarna och det råder en ökande konsensus kring att alla dess delar måste sträva efter långsiktig hållbarhet, sett till miljöpåverkan såväl som resursanvändning. Av detta skäl undersöker allt fler industrisektorer affärsupplägg och tekniska lösningar som tar sikte på en cirkulär ekonomi, dvs. att det ekonomiska systemet frikopplas från samhällets nuvarande förbrukning av resurser och istället byggs upp kring cykliska materialflöden. Inom ramen för detta pågår förändringar även inom elektromobilitetsområdet. T.ex. talar tillverkare av batterier och andra komponenter om "vertikal integration" (ökat engagemang i värdekedjan både uppströms och nedströms sin egen produkttillverkning) som ett medel för att säkra resurstillgång, förbättra materialeffektivitet och sänka kostnader. Bl.a. får begagnade fordonbatterier ett andra liv i stationära applikationer, som för t.ex. nätbalansering eller som backup för elgenerering på fartyg. Detta går hand i hand med framsteg inom karakterisering av batteriernas åldrande och hälsotillstånd på cellnivå, vilket ger underlag för att avgöra när och hur ett batteri kan användas i en ny applikation. Andra exempel är idéer om affärsmodeller för leasing som innefattar framtida återinsamling av komponenter för användning i andra applikationer och därefter effektiv styrning av avfallsströmmar till materialåtervinning. Emellertid gör kraven på ökad energi- och materialeffektivitet, jämte ett generellt behov av att sänka kostnader, att en motverkande trend på teknisk design- och systemnivå förstärks – ökad integration och sammanslagning av olika komponenter i drivlinan och fordonet i stort. Detta kan försvåra kostnadseffektiv demontering, återtillverkning, och återvinning av material, och det är en viktig trade-off att beforska.

Fokusområden

Detta temaområde omfattar tre preliminära fokusområden:

- Studier av brukare och transporttjänster
- Åtgärder för resurseffektivitet och cirkulär ekonomi
- Bedömning av miljöpåverkan och resursanvändning

Studier av brukare och transporttjänster

Det första fokusområdet syftar till att undersöka samspelet mellan teknik och användare, samt även andra aktörer som påverkar teknikutvecklingen. Här ingår att förstå hur och i vilken utsträckning privata brukare anpassar sitt beteende (laddning, körmönster etc.) till fördelarna med elektromobilitet, liksom hur och i vilken utsträckning de upplever begränsningar, som därmed bromsar fortsatt spridning av tekniken. För tunga vägfordon och anläggningsmaskiner är brukarna istället företag inom transport- eller byggbranschen. Då hamnar kostnader i fokus och det är viktigt att undersöka hur möjligheten till skraddarsydd transporttjänster påverkar hur och om man tar till sig ny teknik för elektrifiering, samt kopplade behov av

laddinfrastruktur. Liknande frågor förväntas också bli allt mer relevanta för personbilar, eftersom nya affärsmodeller introducerar mobilitet som en tjänst även för privata användare.

Åtgärder för resurseffektivitet och cirkulär ekonomi

Temats andra fokusområde syftar till att undersöka teknikval och strategier för att nå cirkulära materialflöden och därigenom förebygga framtida risk för brist på råvaror och avgörande delkomponenter eller material i t.ex. batterier och elmotorer. Målet är att design- och produktutvecklingsprocessen skall beakta och anpassa tekniken för förenklad produktion, återanvändning i flera applikationer (2'nd life, 3'rd life etc.), återtillverkning och till sist materialåtervinning. Sådana åtgärder har potential att minska både miljöbelastning och kostnader, samt säkerställa framtida tillgång på resurser i form av sekundära råmaterial. Forskningen i detta fokusområde förväntas vara kors-tematisk och därmed även innehålla projekt som tillhör tema Elektriska maskiner, drivsystem och laddning alternativt Energilagring. Inom ramen för detta tema omfattas andra åtgärder än rena designförändringar, men som också syftar till en cirkulär ekonomi, till exempel affärsmodeller.

Bedömning av miljöpåverkan och resursanvändning

Det tredje fokusområdet för temat är kartläggning av miljöpåverkan och resursanvändning, med syftet att säkerställa att den pågående utvecklingen av elektromobilitet leder till totalt sett minskad miljöbelastning. Här ingår även effekter på mänsklig hälsa. Ett av de allra viktigaste långsiktiga målen med att elektrifiera fordonsflottan är att göra den frikopplad från dess nuvarande beroende av fossila bränslen och minska utsläppen av växthusgaser. Samtidigt skiftas miljöbelastningen till andra delar av livscykeln och till andra typer av påverkan, bl.a. kopplat till utvinning och förbrukning av primära råvaror. Att förstå konsekvenserna av nya teknikval, samt bygga och sprida kunskap om hur miljön påverkas av ett skifte till elektromobilitet är viktigt både för fordonsindustrin och samhället i stort.

2.4.6 Samverkan mellan fordon och elnätet **(“Elektromobilitet i elnätet”)**

Med en kraftigt ökad andel av elektriska fordon i samhället blir fordonsflottans behov av elektrisk effekt och dess kapacitet att lagra elektrisk energi inte längre försumbar i jämförelse med det elektriska kraftsystemets maxeffekt eller energiproduktion. Den följande bakgrundbeskrivningen handlar om fordon i marktransporter, men temaområdet innefattar även elektrifiering av farkoster för luft- och sjötransport. Dessa områden är fortfarande i sin linda men förväntas komma att växa påtagligt under programperioden.

Om den Svenska vägfordonsflottan vore helt elektrifierad skulle den använda c:a 25 TWh elenergi årligen. Om denna energi skulle tas ut jämnt fördelat över årets alla dygn och då samtidigt under t.ex. en 6-timmars period nattetid så skulle det motsvara en medeleffekt på knappt 12 GW. Denna siffra skall jämföras med maximal

genereringseffekt i det svenska kraftnätet som är ungefär 30 GW. Det blir tydligt att en så stor del av maxeffekten inte kan användas enbart för fordonsladdning och att laddning på något sätt måste fördelas jämnare över dygnet.

Om Sveriges c:a 5 000 000 personbilar alla hade batterier på 75 kWh och alla 50000 tunga lastbilar hade batterier på 500 kWh så skulle den samlade energimängden i dessa batterier, om de alla vore fulladdade, vara c:a 400 GWh. Uttaget vid topeffekten 30 GW skulle alltså dessa batterier kunna driva hela Sverige i drygt 13 timmar, och mycket längre än så vid lägre effektuttag. Det är tydligt att den samlade mängden energi i en helt elektrifierad vägfordonsflotta är allt annat än marginell.

Exemplen understryker behovet av att dels kunna styra energiuttaget ur elnätet till den elektrifierade fordonsflotta över tid, dels det potentiella värdet av att kunna tillgängliggöra den i fordonen lagrade energin som en resurs för att balansera annan produktion och konsumtion av elenergi i samhället.

I ett regionalt eller lokalt perspektiv blir detta ännu tydligare. En region eller ett område med ett stort inslag av förnyelsebar elproduktion har i regel behov av lagring av elenergi över i första hand dygnet (dag/natt) och om möjligt över året (sommar/vinter). Detta kan, enligt exemplen ovan, delvis göras med fordonens batterier men givetvis också med batterier utanför fordonen. I denna senare kategori finns fordonsbatterier som återanvänds i en ny applikation (2'nd life). Det betyder att batterier avsedda för fordon, både de som är i drift med detta syfte och de som har lämnat fordonen för en 2'nd life användning, har en mycket stor betydelse för att balansera produktion och konsumtion av elenergi. Det skapar också ett behov av att inte bara kunna ladda fordonen utan också kunna ladda ur dem till elnätet vid behov. Samtidigt måste samhällets behov av transporttjänster tillgodoses.

Mer övergripande skall temat därmed svara på frågan hur samverkan mellan fordon och elnätet skall utformas för att både hålla elnätet stabilt och samtidigt se till att alla inkopplade fordon kan tillhandahållas med avsedd funktion? Det betyder att det, både globalt och lokalt, finns ett stort behov av att beskriva och kartlägga:

- Kravställning på fordonsbatterier så att de på ett effektivt sätt kan fungera i kraftsystemet, både när de sitter i fordonen och 2'nd life. Batterier av olika storlek, olika spänning, olika kemi m.m. måste kunna samexistera, inte minst i kraftnätsapplikationer i 2'nd life.
- Kravställning på laddlösningar så att de möjliggör effektiv och säker styrning av laddning/urladdning, i samverkan med både övrig elgenerering och uppgiften fordonens skall fullgöra i transportsystemet.
- Övrig kravställning som reglerar samverkan mellan fordonsflottan och elnätet.

Omfattning och avgränsningar

Temats roll blir att ta ansvar för de kravställningar som omtalas i föregående stycke. Detta omfattar hur, var och när laddning- och urladdning bör ske för att på bästa sätt

harmonisera med annan elgenerering och elkonsumtion, och alla tekniska former av laddning och urladdning, dvs både statiskt och dynamiskt. Detta förutsätter goda kunskaper kring övrig energianvändning i samhället: När och var används elenergi? När och var behöver vägtransportsystemet använda elenergi? Vilken information behöver utbytas i gränssnittet? Etc. Detta innefattar inte bara vetenskap om samhällets effektbehov i ögonblicket, utan också om prediktering av kommande effektbehov i åtminstone en tidskala. Specifika tekniska lösningar för laddteknik ligger dock utanför temat (och ingår i istället i Elektriska maskiner, drivsystem och laddning). En viktig roll för temat blir samverkan med SEC:s andra temaområden samt att utgöra SEC:s gränssnitt mot andra kompetenscenter inom kraftnätsfrågor.

För att förstå fordonsflottans effekt- och energibehov behövs arbete med trafikflödesmodellering vilket därför ingår i temaområdets ansvar. Olika aspekter på automatiserad laddning är också viktigt. I en framtid med en stor andel autonoma fordon ökar möjligheterna att styra var och när dessa laddas samtidigt som kraven på att de kan koppla in sig själva, utan manuell assistans, också ökar.

Inom ramen för temat ryms även frågeställningar och utredningar kring möjligheterna för lokal lagring av förnyelsebar energiproduktion i anslutning till större laddpunkter vid väginfrastrukturen, eller elvägar.

Trender

Begreppet "Vehicle To Grid" (V2G) avser laddlösningar som möjliggör både laddning och urladdning av fordonsbatterier. Laddare med sådana egenskaper finns tillgängliga på marknaden och omfattande arbete görs med de affärsmässiga aspekterna på sådan teknik. Den enskilda fordonsägaren ställer krav på under vilka omständigheter fordonet får laddas/laddas ur. När i tiden behöver fordonet vara fulladdat för att kunna användas? Vilket lägsta pris måste en urladdad kWh ersättas med för att det skall vara intressant att sälja dess energi? Hur går detta till om fordonet befinner sig i "främmande hamn"? Hur kommer olika affärsmässiga aktörer in, som kanske tar ett ansvar för en viss användargrupp, men inte för hela fordonsflottan? Dessa affärsmässiga aspekter innefattar ännu inte överordnade behov av stabilisering av elnätet eller balansering av dess samlade elproduktion.

Elvägsteknik (dynamisk laddning) utvecklas snabbt och kan förväntas att i framtiden svara för en ganska stor del av energiöverföringen till fordon. Den skiljer sig från statisk laddning genom att i första hand tillgodose det ögonblickliga energibehovet för transporter, i andra hand laddning av batteriet ombord samt dessutom i att den inte på ett enkelt sätt medger urladdning till elnätet. Möjligheten att styra tidpunkten för energiuttag samt att lagra energi över tid är därmed begränsad jämfört med fordon som är parkerade och inkopplade på en statisk V2G-laddare.

Alla fordon som befinner sig på en elväg förväntas ha ett lokalt lager för 50-100 km räckvidd i batteridrift, men de har samtidig olika resplaner. Det betyder att deras behov av energi för laddning (dvs utöver energi för framdrift) är olika vilket innebär att man kan styra/kontrollera hur mycket elektrisk effekt det enskilda

fordonet får ta ut vid en given tidpunkt. Det ger i sin tur utrymme för en viss styrning av det elektriska effektuttaget till fordon på elväg, vilket kan användas för balansering av elproduktion mot annan elkonsumtion.

Fokusområden

Dessa skall bestämmas av tillträdande temaledare tillsammans med sin ledningsgrupp. Fokusområden från andra tema som berör tema 5 visas i tabellen nedan.

2.4.7 Gemensamt arbetssätt inom temaområden

SEC är som nämnts tidigare indelat i fem temaområden; (i) Systemstudier och metoder, (ii) Elektriska maskiner och drivsystem, (iii) Energilagring, (iv) Elektromobilitet i samhället samt (v) Samverkan mellan fordon och elnätet. Varje temaområde har en referensgrupp, temagrupp, kopplad till sig. Dess roll är att gynna forskningssamverkan och utveckling av svenskt kunnande genom att alla deltagare delar med sig av sina lärdomar och erfarenheter inom området. Gruppen består av företagets specialister inom ämnesområdet samt forskningsutförare från deltagande universitet.

En av temagruppens mest betydelsefulla funktioner är att samla bilden av alla relevanta pågående öppna forskningsprojekt hos parterna. SEC:s projekt är bara en bråkdel av den totala floran av pågående forskningsarbete. Tack vare dialogen i temagruppen om olika forskningsprojekt kan parterna gemensamt lägga en form av mosaik som åskådliggör det samlade kunnandet i Sverige (och internationellt) inom teknikområdet liksom forskningsfrontens läge. Genom att regelbundet följa framstegen i de olika delarna får temagruppen en unik möjlighet att bevaka utvecklingen och se sammanhangen. I en sådan mosaik är också luckorna tydliga vilket ger inspiration till nya forskningsinitiativ. Det är viktigt att se hur nya projektidéer passar in i helheten och därför bör temat inte begränsa sig till SEC-finansierade projekt utan lyfta fram alla forskningsprojekt som parterna känner till och kan delge information kring. Gruppen är också en naturlig bas för att hitta lämpliga konstellationer av experter och intressenter till projekt och därigenom använda Sveriges resurser så effektivt som möjligt.

Temat bidrar även till att sprida kunskap utanför den egna temagruppen genom att delta i öppna workshops och seminarier inom såväl övergripande som mer projektspecifika frågeställningar.

2.4.8 Växelverkan mellan temaområden

Fordonsutveckling, och speciellt utveckling av el- och hybridfordon som har extra utmaningar i form av effektivisering och kostnader, handlar i mångt och mycket om att integrera komponenter och delsystem av olika karaktär för att uppnå en önskad systemfunktion. Det ligger alltså i teknikens natur att den greppar över ett brett fält.

SEC kommer därför att driva forskningsprojekt inom respektive temaområde, men också forskningsprojekt som involverar kompetens från flera delområden.

Den gränsöverskridande forskningen kommer att stärkas ytterligare inför etapp IV genom att definiera ett antal fokusområden. Varje fokusområde har en tematisk tillhörighet, men berör samtidigt ytterligare ett antal av de andra temaområdena, se översikten nedan:

	Systemstudier och metoder	Elektriska maskiner, drivsystem och laddning	Energilagring	Elektromobilitet i samhället	Samverkan mellan fordon och elnätet
Modellering och styrning av det el- eller hybrida drivsystem med fokus på systemnivåoptimering	X	x			
Termiska aspekter av elektrifiering	X	x	x		
Planering och energioptimering i fordonen	X	x			x
Modellering och reglering av transportflöden	X				x
Utveckling av kostnads- och energieffektiva elektriska drivsystem		X		x	
Utveckling av laddsystem		X	x		x
Verktyg för karakterisering och modellering av batterier	x		X		
Bränsleceller	x		X		
Studier av brukare och transporttjänster	x			X	x

Åtgärder för resurseffektivitet och cirkulär ekonomi	x	x	x	X	x
Bedömning av miljöpåverkan och resursanvändning				X	x

Det samarbete som karakteriserar centrumet, både mellan industriingenjörer och forskare, ingenjörer sinsemellan och mellan forskare från olika institutioner, ger möjlighet att hitta frågeställningar som kräver kompetens från olika teknikområden eller individer. I beskrivningen ovan av temagruppernas forskning ges flera konkreta exempel där SEC ser samarbetsmöjligheter mellan temaområden.

Från industrins sida ser man nätverksfunktionen inom SEC som något positivt och något man önskar fortsätta utveckla under etapp IV.

SEC hoppas också regelbundet kunna erbjuda nätverksaktiviteter utöver det som sker i respektive tema, som tvärtemamöten eller workshops, seminarier, konferenser m.m. Dessa kommer att vara öppna för fler än enbart SEC:s parter.

2.5 SEC bidrar till utvecklingen av ett hållbart samhälle

Verksamheten i SEC berör direkt eller indirekt flera av de sjutton globala målen för hållbar utveckling (<http://www.globalamalen.se/>), i synnerhet nr 7 "Hållbar energi för alla", nr 8 "Anständiga arbetsvillkor och ekonomisk tillväxt", nr 9 "Hållbar industri, innovationer och infrastruktur", nr 11 "Hållbara städer och samhällen" och nr 13 "Bekämpa klimatförändringarna".

Hållbar energi för alla: Att elektrifiera hela eller delar av fordonsflottan möjliggör att energin för dessa transporter kan komma från flera olika källor, till stor del inhemskt producerat, i form av t.ex. vattenkraft, kärnkraft, vindkraft, biobränsle-kraftvärme eller solkraft med låga utsläpp av växthusgaser, till skillnad från dagens system och dess beroende av fossila bränslen. Att ha flera olika energikällor leder också till minskad risk för störningar i energitillgången. Elektromobilitet innebär därmed en frikoppling från direkta utsläpp samtidigt som fordonens energilagring kan utgöra en viktig buffert i ett energisystem med en hög andel intermittent förnyelsebar energi.

Anständiga arbetsvillkor och ekonomisk tillväxt: Sedan SEC bildades 2007 har den industriella aktiviteten inom området elektromobilitet ökat mycket. Vid starten hade ett fåtal fordonstillverkare kommersiella erbjudanden av el- och hybridfordon. Idag har många fordonstillverkare hybridfordon, laddningsbara hybridfordon eller helt elektriska fordon i sin modellportfölj. Underleverantörer till fordonstillverkarna producerar tekniskt mogna komponenter och system för energilagring, energidistribution, elektriska maskiner, kraftelektronik, och subsystem. En fortsatt

satsning på SEC förbättrar således möjligheterna för de svenska fordonsföretagen och företag inom generering, distribution och lagring av elektrisk energi att hävda sig i den internationella konkurrensen.

Hållbar industri, innovationer och infrastruktur: Forskning, innovation och teknologiska framsteg är nyckeln till att arbeta fram hållbara lösningar för såväl ekonomiska som miljömässiga utmaningar inom utvecklingen av elektromobilitet. Detta gäller såväl nationellt som internationellt, t.ex. i utvecklingsländer. Ett skifte bort från fossilbaserad framdrift av fordon möjliggör nya marknader och arbetstillfällen, som kan bidra till en effektivare och jämligare resursanvändning globalt. Men det kräver ökad kunskap om resursutvinning och miljöpåverkan med ett brett systemperspektiv.

Hållbara städer och samhällen: Hållbar stadsutveckling omfattar hållbart byggande och hållbar planering av bl.a. bostäder, infrastruktur, offentliga platser, transporter och återvinning. En mycket viktig del i strävan efter hållbara städer är högt nyttjande av stadens yta genom förtätning och effektiva transportsystem för både gods och människor. Här spelar elektromobilitet flera roller. Elektriska bussar och bilar är tysta och ger inga lokala avgaser vilket är en mycket viktig förutsättning för att kunna kombinera effektiva transporter med tät bebyggelse. Inom kollektivtrafiken har både spårbundna elektriska fordon som tåg och spårvagnar, liksom förbränningsmotordrivna bussar, utmaningar med buller. Elektriska distributionsfordon, som också är tysta, kan av samma skäl leverera varor och hämta avfall nattetid, utan att det stör nattsömnen i kringliggande bostäder.

Bekämpa klimatförändringarna: Klimatförändringarna är ett verkligt och obestridligt hot mot hela vår civilisation. Utsläppen av växthusgaser fortsätter att stiga och som följd riskerar vi att nå en genomsnittlig global uppvärmning som överstiger två grader, vilket skulle få allvarliga konsekvenser för jordens ekosystem, och leda till ökad havsförsurning och risk för mer omfattande naturkatastrofer samtidigt som mänsklig säkerhet, matproduktion, vattentillgång och hälsa hotas, globalt. Effekterna är redan nu synliga. Den globala vägfordonsflottan bestod år 2016 av 1,2 miljarder fordon som i sin tur då svarade för 17% av världens koldioxidutsläpp. En elektrifiering av en större andel av dessa fordon har i kombination med förnyelsebar elproduktion, eller annan elproduktion med låga koldioxidutsläpp, stor potential att kraftigt reducera dess bidrag till de totala koldioxidutsläppen.

2.6 Projektgenomförare/projektdeltagare

SEC har ett brett deltagande från akademien med fem Universitet/högskolor:

- Chalmers
- KTH
- Linköpings Universitet
- Lunds Universitet

- Uppsala Universitet

Från industrins sida deltar följande företag inom fordonsbranschen:

- AB Volvo
- Scania CV AB
- Volvo Cars
- BorgWarner Sweden AB
- China-Euro Vehicle Technology AB

Även följande företag/intressenter är medlemmar i SEC:

- RISE
- Vattenfall AB
- Mariestads kommun
- Trafikverket
- Epiroc
- Powercell

Denna grupp representerar aktörer med mer indirekta men ändå väsentliga kopplingar till området elektromobilitet (fordonskomponenttillverkare, eldistribution, samhälle).

Inför etapp IV av SEC har diskussioner förts med ytterligare ett antal företag/intressenter. Diskussionerna med dessa kommer dock förmodligen inte att hinna slutföras innan starten av etapp IV, men de har ändå medtagits i denna ansökan för att säkerställa att budgetutrymmet tillåter att de ansluter sig något senare.

Energimyndigheten är finansierande myndighet av centrumet.

Parter som ger ett bidrag på 1 MSEK kontant plus 1 MSEK natura *eller* mer än 3 MSEK där minst 25 % är kontantbidrag, har en plats i SEC:s programråd där projekten prioriteras inför finansieringsbeslut. Många företag har dock svårt att gå in med samma finansiella engagemang och därför måste insatserna få variera. Parter som bidrar i mindre omfattning till SEC kan bli erbjudna att dela på en plats i programrådet. Beslut om ett eventuellt erbjudande samt förslag av representant i programrådet tas av partstämman (se kap 4.6). Partstämman utgörs av samtliga parter. Vilka företag och organisationer som är parter kan enligt ovan komma att ändras före starten av etapp IV eller under etappen.

2.7 SEC – ett nätverkscentrum

SEC är ett nationellt kompetenscentrum som fungerar som en nätverksplattform och skiljer sig därför på flera sätt från andra svenska kompetenscentrum. Den största skillnaden är att SEC har fem forskande universitet som nästan alla bedriver forskningsprojekt finansierade av SEC inom samma eller likartade vetenskapliga

områden och samarbetar inom dessa områden. SEC täcker också in flera helt olika vetenskapliga discipliner inom sitt arbetsområde.

Många andra kompetenscentrum är lokala, de tillhör alltså enbart ett universitet, vilket gör att dessa centrum på ett tydligare sätt bidrar till en lokalt stark forskningsmiljö genom att öka resurserna och stödja samverkan mellan några få vetenskapliga discipliner vid lärosätet. Andra nationella centrum är rena virtuella centrum som i huvudsak organiseras centralt men där varje universitet arbetar mer eller mindre autonomt.

SEC är varken lokalt eller virtuellt utan bygger på sann samverkan genom att flera universitet arbetar inom samma forskningsområde. Centrumets verksamhetsfält berör alla tillkommande teknologiområden i ett el- eller hybridfordon (jämfört med ett traditionellt förbränningsmotorfordon), fordonet som helhet samt laddningsinfrastruktur. Således är det inte bara flera lärosäten som är engagerade i ett och samma område utan centrumet spänner också över flera vitt skilda teknikområden. Bredden av vetenskapliga discipliner inom SEC betonar ytterligare centrumets tillämpningsperspektiv och nätverksroll.

SEC:s uppgift är att bedriva forskning, utveckling och utbildning inom el- eller hybridfordon, fordonet som helhet samt laddningsinfrastruktur, samt länka samman och hitta synergier mellan forskningsinsatserna vid respektive lärosäte. SEC bidrar oftast till enskilda forskare inom respektive forskargrupp som i sin tur är en del av sin institutions forskningsmiljö. Verksamheten ska vara industriellt och samhällligt motiverad och stimulera till kunskapsbyggnad och kunskapsöverföring mellan lärosätena och svensk industri.

SEC:s styrka är att stimulera till samarbeten och skapa synergieffekter genom att synliggöra gemensamma frågeställningar. Samverkan mellan universiteten och industrin ges uttryck genom ömsesidig utmejsling av lämpliga forskningsprojekt inom temaområdet, temaöverskridande forskningsprojekt och gemensamma aktiviteter för resultatspridning.

SEC:s ambition är att, när det är lämpligt, hitta forskningsprojekt som är gränsöverskridande både vad det gäller universitet och vetenskapliga discipliner. För att öka kontakten mellan forskarna och industrins ingenjörer genomför centrumet regelbundet möten och workshops som spänner över flera temaområden. SEC har också ambitionen att öka utbytet mellan industrin och akademien bl.a. genom att knyta forskare från industrin till SEC samt ge doktorander möjlighet att arbeta på plats i industrin under en period. Resonemangen som uppstår mellan individer från olika läroanstalter, industri och temaområden leder till att ny kunskap från angränsande områden tillförs både forskare och ingenjörer från industrin.

SEC:s doktorandnätverk startade under våren 2012. Nätverket drivs idag inom ramen för SEC och är öppet för alla doktorander som utför forskning i Sverige avseende olika

aspekter av hybridisering och elektrifiering av fordon. Tanken var att skapa en arena för doktorander vid olika universitet att samarbeta och stimulera deras kontakt med svensk fordonsindustri, samt att utrusta dem med färdigheter de kan ha användning av i sina framtida professionella utmaningar.

SEC planerar att fortsätta med doktorandnätverket under den fjärde etappen men kommer att söka separata medel för nätverket utanför kompetenscentrumansökan.

2.8 Skäl för beslut

Syftet med Swedish Electromobility Centre (SEC) är att ta fram strategiskt viktig kunskap och kompetens inom el- och hybridfordonsområdet och därigenom bidra till utveckling av fordon med lägre energianvändning och mindre miljöpåverkan. SEC ska företräda en helhetssyn på problemområdet för att möta kraven från miljö och samhälle samt fungera som stöd och samarbetspartner för svensk fordonsindustri. För att uppnå detta ska SEC bedriva industriellt och samhällsligt motiverad forskning inom el- och hybridfordonsteknik samt tillhörande infrastruktur för laddning.

SEC:s centrala uppgift är att utveckla och optimera befintliga och kommande tekniklösningar gällande energitillförsel, energilagring och framdrivning till energieffektiva och kommersiellt konkurrenskraftiga el- och hybridkoncept med låg miljöpåverkan, vilket ligger väl i linje med Energimyndighetens strategi inom området.

SEC fungerar som ett nav för svensk forskning inom området bland annat genom att organisera ett doktorandnätverk, ge doktorandkurser, ge ut ett nyhetsbrev samt arrangera seminarier.

Elhybridisering och ren eldrift av fordon och farkoster är kraftfulla tekniker för att minska klimatpåverkan. Fordonens och farkosters drivlinor kan göras betydligt effektivare än med konventionella förbränningsmotorer och en övergång till el- och hybridfordon kan minska beroendet av fossila bränslen. På längre sikt kan fordonsflottan bli helt klimatneutral förutsatt att fordonen och elenergin framställs helt CO₂-neutralt. Dessutom bidrar elektrifiering av fordonens hjälpsystem till energieffektivare fordon, speciellt för kommersiella fordon där hjälpsystemen ofta är en stor del av fordonets funktion.

Verksamheten vid SEC ligger i linje med Energimyndighetens mål att bygga upp vetenskaplig och teknisk kunskap och kompetens inom universiteten, högskolorna, instituten, myndigheterna och i näringslivet som behövs för att genom tillämpning av ny teknik och nya tjänster möjliggöra en omställning till ett långsiktigt hållbart energisystem i Sverige, samt att utveckla teknik och tjänster som genom svenskt näringsliv kan kommersialiseras och därmed bidra till energisystemets omställning och utveckling såväl i Sverige som på andra marknader.

SEC:s tredje fas har utvärderats med i huvudsak positivt resultat och framförda synpunkter har mottagits av SEC som genomfört åtgärder till denna etapp. Utvärderingen visar att SEC:s utformning och arbetssätt med fem lärosäten och fem temaområden är ändamålsenligt. Beträffande resultat och effekter från centret visar utvärderingen att SEC bidrar till positiva effekter för både deltagande företag och forskningsutförare, samt övriga samhället.

Mot denna bakgrund beslutar Energimyndigheten att bevilja stöd till projektet.

3. Bakgrund

Swedish Electromobility Centre (SEC) är ett nationellt kompetenscentrum för forskning och utveckling av el- och hybridfordon. Det etablerades 2007 av Energimyndigheten i partnerskap med svensk fordonsindustri och akademi, då under namnet Svenskt Hybridfordonscentrum (SHC).

SEC:s roll är att samla Sveriges kompetens inom elektromobilitet och vara en bas för samverkan mellan akademi, industri och samhälle.

SEC:s drivkraft är att bidra till hållbara och energieffektiva landtransporter på väg och arbetsfordon genom att utforska drivsystem för el- och hybridfordon och dessas koppling till infrastrukturen, hitta de bästa lösningarna och analysera del-systemen.

SEC bedriver industrirelevant forskning inom området och genomför studier av olika tekniker för att bedöma deras potential. SEC bygger kunskap och bidrar med kompetens genom forskning och utbildning, gynnar kunskapsöverföring mellan olika delar av samhället samt underlättar för samarbete mellan industri och akademi.

SEC:s forskning har fram till nu bedrivits inom fyra temaområden; *Systemstudier och metoder*, *Elektriska maskiner och drivsystem*, *Energilagring* samt *Fordonsanalys*. Inför den sökta etapp IV så expanderas detta till fem temaområden där området Fordonsanalys försvinner, och istället ingår två nya temaområden – *Elektromobilitet i samhället* samt *Samverkan mellan fordon och elnätet* – i enlighet med beskrivningen i avsnitt 2.5. SEC ger också doktorandkurser och leder ett omfattande doktorandnätverk inom området. SEC:s aktiviteter bidrar till att effektivisera fordonsflottan och minska utsläpp av växthusgaser och gör centrumet till en aktör i nationella och internationella sammanhang som rör elektrifiering av fordon.



3.1. Forsknings-, utvecklings- och teknikområden: avgränsningar

SEC:s verksamhet avgränsas generellt sett till att samla och bygga upp den kompetens som krävs för att kunna ha ett helhetsperspektiv på el- och hybridfordon och hur de ska byggas, användas och hur de kopplas ihop med system utanför fordonet. Det innebär att just systemets uppbyggnad, reglering och användning är nyckelområden

för SEC. Även de delsystem som tillkommer jämfört med konventionella fordon och som är avgörande för funktionen, bl.a. elektriska nätverk, energilagring och elektriska drivsystem, ingår som temaområden i SEC. Avgränsningarna mellan SEC:s temaområden framgår av beskrivningarna ovan.

Det finns ett antal forskningsmiljöer som tangerar SEC:s verksamhet, som t.ex. *Center for Power Electronics Systems (CPES)* vid Virginia Polytechnic Institute and State University, *Future Renewable Electric Energy Delivery and Management (FREEDM)* och *Power Electronic Systems Laboratory (PES)* ¹ vid Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) in Zurich. Även om fokus för dessa centra skiljer sig från SEC:s kan det finnas anledning för SEC att följa deras verksamhet.

De teknologier/system som studeras i SEC har naturligtvis ett perspektiv som i princip omfattar även andra delar av samhällets övergripande behov, vilket betyder att centrat, med ett fordons- och farkostperspektiv, måste ha tydliga gränser för sin verksamhet. Således ingår inte t.ex. järnvägsteknologi i SEC:s verksamhet.

3.2. Andra anknytande satsningar

3.2.1 I Energimyndighetens regi

Energimyndigheten hel- eller delfinansierar följande satsningar med anknytning till SEC.

Centrumbildningar

Energimyndigheten delfinansierar för närvarande följande fem centrumbildningar med anknytning till SEC:

- Kompetenscentrum Förbränningsmotorteknik (CERC), Chalmers Tekniska Högskola, 10 MSEK årligen från Energimyndigheten.
- Kompetenscentrum inom förbränningsmotorers gasväxling, CCGEx, Kungliga Tekniska Högskolan, 10 MSEK årligen från Energimyndigheten.
- Kompetenscentrum Förbränningsprocesser (KCFP), Lunds Tekniska Högskola, 10 MSEK årligen.
- Kompetenscentrum Katalys (KCK), Chalmers Tekniska Högskola, 10 Mkr årligen från Energimyndigheten.
- Swedish Life Cycle Centre (SLC), Chalmers Tekniska Högskola,
- Competence Centre Recycling (CCR), Chalmers Tekniska Högskola,

Energieffektiva fordon

Parallellt med tredje etappen av SEC startade Energimyndigheten fortsättningen av programmet Energieffektiva vägfordon. För att visa att programmet inte bara är

inriktat på vägfordon döptes det om till Energieffektiva fordon. Programmet är rent forskningsinriktat och stöd kan sökas för projekt utan krav på motfinansiering. Omfattningen är 22 MSEK per år och programmet löper från juli 2015 till 2021-12-31.

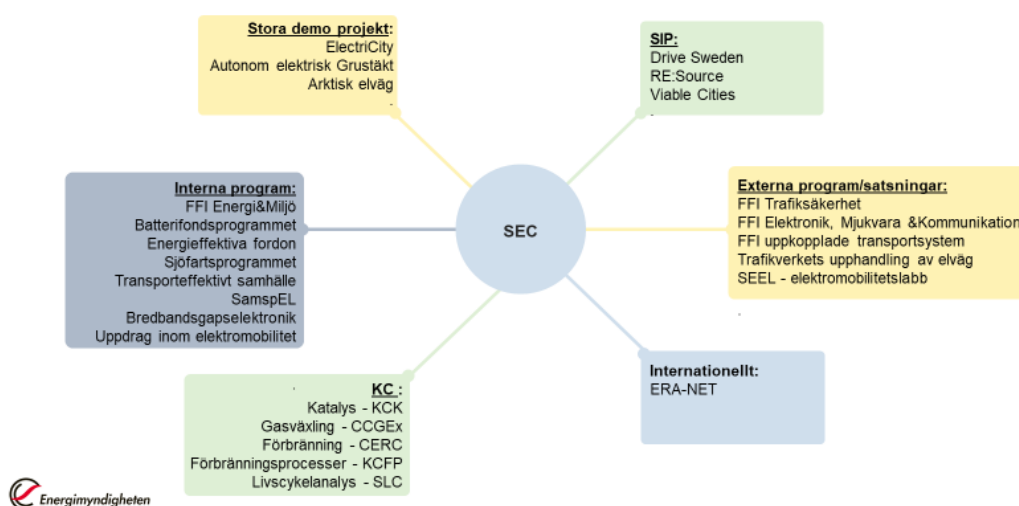
Fordonsstrategisk Forskning och Innovation (FFI)

Energimyndigheten finansierar delprogrammet Energi & Miljö inom samarbets-programmet Fordonsstrategisk Forskning och Innovation (FFI). FFI är ett samarbete mellan staten (genom Energimyndigheten, Vinnova och Trafikverket) och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings-, innovations- och utvecklingsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Säkerhet. Programmet omfattar ca 420 MSEK årligen i statliga medel varav drygt 30 % inom delprogrammet Energi & Miljö. Programmets totala omfattning är över en miljard kr årligen då projekten i genomsnitt måste ha minst 50 % motfinansiering.

Batterifondsprogrammet

Energimyndigheten fick 2012 och 2017 i uppdrag av regeringen att fördela totalt 480 MSEK till forskning för utveckling av miljövänliga och kostnadseffektiva återvinnings-metoder för alla typer av batterier och ackumulatörer samt till batteriforskning för fordon och stationära tillämpningar. Programmet löper från 2013 till 2027.

Bild över angränsade satsningar till SEC där Energimyndigheten är medfinansier



3.2.2 Utanför Energimyndigheten

El- och hybridfordonsområdet inbegriper många teknikområden. Det är inte vare sig möjligt eller lämpligt att inom centrumet ha ambitionen att täcka in alla dessa. Inom flera närliggande områden finns dessutom andra forskningskonstellationer etablerade, som förbrännings- eller katalyscentrum. Det finns också flera andra satsningar inom SEC:s partneruniversitet, exempelvis "Integrated Research Transport Lab" (IRTL) på KTH. SEC:s verksamhet är redan tämligen spridd och resurserna fördelade över många institutioner, men i vissa fall bör samverkan initieras med andra centrum för att uppnå bättre effekt av de samlade forskningsresurserna i Sverige. Exempel på centra där samverkan bör fördjupas är de centrum som arbetar med förbränning och med cirkulär materialanvändning.

3.3. Parternas syn på SEC

Industrins syn på SEC:s roll är

- SEC ska vara navet i Sverige för tillämpad forskning inom elektrifiering av vägtransporter och arbetsfordon. SEC ska bidra till
 - Koordineringsvinster tvärs akademi och industri men också tvärs SEC och med andra centrumbildningar inom angränsande områden som t.ex. Ångström Advanced Battery Centre (ÅABC). Kritisk massa genom samordning men även genom att industrin, i sin ordinarie verksamhet, lägger vertikala forskningsuppdrag inom området
- SEC ska vara ett kompetent stöd för att utföra den forskning som behövs för industrins framtida produkter.
- SEC ska bidra till ökad kvalitet och relevans av forskningen genom att industrin tillhandahåller verkliga frågeställningar, erfarenhet, data, provobjekt, provriggar och mätutrustning.
- SEC ska vara en rekryteringsbas på lic/doktorsnivå och på senior forskningsnivå.
- SEC ska verka för mobilitet mellan industriella och akademiska forskare.
- SEC ska skapa en inspirerande forskningsmiljö till gagn för både akademi och industri.
- SEC ska vara en katalysator som påskyndar elektrifieringen av fordon.

Akademins syn på SEC:s roll är

- SEC ska samla och långsiktigt bygga kunskap inom relevanta områden för elektrifiering av fordon och utveckling av tillhörande laddinfrastruktur genom att samla industri och universitetspartner som tillsammans utvecklar fria, starka och kreativa forskningsmiljöer.
- SEC ska initiera och finansiera relevanta forskningsprojekt och teman, sprida kunskaperna genom att ge kurser inom ramen för närliggande

forskarutbildningar samt genom att skapa kunskap som kan användas i grundutbildningarna på respektive universitet och hos industripartners.

- SEC ska skapa ett större värde än att enbart fungera som en finansiär av forskning genom att skapa möten, nätverk och fördjupa utbyte av kunskap mellan fordonsföretagen och företag inom elektrifieringsområdet, och universitet samt bidra till att öka kunskapsnivån inom relevanta områden.

4. Genomförande

4.1. Tidplan

SEC:s fjärde etapp löper över fyra år; 1 juli 2019–30 juni 2023.

4.2. Budget och kostnadsplan

De deltagande industriparterna förväntas under etapp IV kompletteras med ytterligare företag samt organisationer som leverantörer, forskningsinstitut och kommuner. Diskussioner pågår med flera potentiella organisationer men utfallet av deras eventuella engagemang är ännu inte helt klart.

Föreslagen finansiering för etapp IV återfinns i tabellen nedan (svarta siffror: i praktiken säkrade; röda siffror: rimlighetsbedömning utgående från pågående diskussioner).

SEC Etapp IV	Kontanta medel (kSEK)					Natura (kSEK)				
	1/7 2019 - 30/6 2023	Q3,Q4 2019	2020	2021	2022	Q1,Q2 2023	Q3,Q4 2019	2020	2021	2022
AB Volvo	500	1 000	1 000	1 000	500	1 000	2 000	2 000	2 000	1 000
Scania	500	1 000	1 000	1 000	500	1 000	2 000	2 000	2 000	1 000
Volvo Personvagnar AB CEVT (China-Euro Vehicle Technology AB)	500	1 000	1 000	1 000	500	1 000	2 000	2 000	2 000	1 000
ABB	400	800	800	800	400	1 100	2 200	2 200	2 200	1 100
BorgWarner Sweden AB	500	1000	1000	1000	500	1000	2000	3000	2000	9000
Epiroc	200	400	400	400	200	200	400	400	400	200
PowerCell	50	100	100	100	50	150	300	300	300	150
Vattenfall	50	100	100	100	50	150	300	300	300	150
Icke-namngiven partner	50	100	100	100	50	50	100	100	100	50
Icke-namngiven partner	50	100	100	100	50	150	300	300	300	150
Icke-namngiven partner	25	50	50	50	25	25	50	50	50	25
Icke-namngiven partner	25	50	50	50	25	25	50	50	50	25
Icke-namngiven partner	25	50	50	50	25	25	50	50	50	25
Icke-namngiven partner	25	50	50	50	25	25	50	50	50	25
Summa industri	2 950	5 900	5 900	5 900	2 950	6 050	12 100	12 100	12 100	6 050
Icke-namngiven offentlig nätverkspartner	25	50	50	50	25	25	50	50	50	25
Icke-namngiven offentlig nätverkspartner	25	50	50	50	25	25	50	50	50	25
Icke-namngiven offentlig nätverkspartner	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Icke-namngiven offentlig nätverkspartner	25	50	50	50	25	25	50	50	50	25
Chalmers	450	900	900	900	450	1 350	2 700	2 700	2 700	1 350
KTH	450	900	900	900	450	1 350	2 700	2 700	2 700	1 350
Linköpings universitet	450	900	900	900	450	1 350	2 700	2 700	2 700	1 350
Lunds universitet	450	900	900	900	450	1 350	2 700	2 700	2 700	1 350
Uppsala universitet	450	900	900	900	450	1 350	2 700	2 700	2 700	1 350
Summa akademi	2 250	4 500	4 500	4 500	2 250	6 750	13 500	13 500	13 500	6 750
Summa myndighet	9 000	18 000	18 000	18 000	9 000	0	0	0	0	0

SUMMA ALLA PARTER	14 200	28 400	28 400	28 400	14 200	12 800	25 600	25 600	25 600	12 800
-------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Universitetparterna är som tidigare Chalmers, KTH, Linköping Universitet, Lunds Universitet och Uppsala Universitet. Deras finansiella åtagande utgörs av kontanta medel till c:a 25 % och naturainsatser till c:a 75 %. Industriparternas fördelning mellan kontantinsats och naturainsats varierar.

För att säkerställa en miniminivå på forskningsmedel till de deltagande universiteten så finns det en garanterad summa SEC forskningsmedel som kommer att gå tillbaka till var och ett av universiteten. Dessa medel skall, som alla forskningsmedel inom centrat, läggas på projekt som bidrar till att centret når sina mål på ett effektivt sätt. Beslut om vad medlen skall satsas på görs av centret, men i nära dialog med respektive universitetspart, så att medlen även stärker universitets forskning inom SECs områden.

Dessa medel kommer att tas från universitetets kontantbidrag till SEC, och det betyder att de betalas direkt från universitetet till de egna forskargrupperna och avräknas från bidraget till SEC:s kassa.

Högskolorna kan dra av upparbetade personalkostnader i temaforskningsprojekten mot respektive kontantinsats efter överenskommelse med föreståndaren och godkännande av programrådet. Dessa lönekostnader skall redovisas enligt gängse sätt hos värdcentret. Samtliga parter skall dock dela på centrets drift och resultatspridning via kontanta medel.

Enligt den utvärdering av SEC som utfördes av Faugert har det under etapp III rått en viss osäkerhet om hur projektkostnader skulle fördelas mellan naturabidrag respektive kontantfinansierad forskning. Programrådet kommer under etapp IV att säkerställa att projektfinsieringen blir mer transparent.

En grov uppskattning, baserad på budgeten för etapp III, ger vid handen att en helårsbudget för etapp IV (omfattning 54 MSEK) fördelar sig procentuellt enligt:

- Ledning (strategisk + adm): 9 %
- Kommunikation: 6 %
- Utrustning, mtrl o labkostnader: 7 %
- Övriga kostnader: 1 %
- Utvärderingskostnader: TBD (i skrivande stund har ingen uppskattning av utvärderingskostnader gjorts)
- Forskningsprojekt: <77 %

De stora förändringarna i etapp IV jämfört med etapp III (fler parter, ett nytt temaområde, begreppet "fokusområden", ny organisation) gör att en mer noggrann kostnadsbudget bör upprättas i god tid innan starten av etapp IV. I denna bör givetvis Faugerts utvärdering beaktas.

4.3. Samverkan- och kompetenscentrumavtal

Verksamheten i SEC regleras i ett huvudavtal (konsortialavtal) som klargör skyldigheter och rättigheter för centrats parter. Denna programbeskrivning utgör en bilaga till huvudavtalet.

4.4 Jämställdhet

Jämställdhet mellan könen för de som arbetar i centrat kommer att vara en viktig fråga, och en rimlig balans kommer att eftersträvas. Jämställdhetsfrågan kommer att ha hög prioritet för centrats operativa ledning och Programrådet, och målet är en fördelning 40/60.

En jämställdhetsstrategi och en handlingsplan för att uppnå en jämnare könsfördelning inom centrumets olika delar ska tas fram och redovisas för Energimyndigheten.

4.5 Organisation och programledningsfunktioner

SEC:s organisation består av partsstämma, programråd, temagrupper och ett programkansli. Centrumet har också kopplat till sig ett internationellt råd (International Advisory Board). Centrumet planerar för att fortsätta med doktorandnätverket för doktorander inom el- och hybridfordonsteknik, men finansieringen för nätverket kommer att sökas separat utanför kompetenscentrumet. Nytt för etapp IV jämfört med etapp III är att dubbelt temaledarskap införs med två olika akademiska partners för varje tema. Syftet är

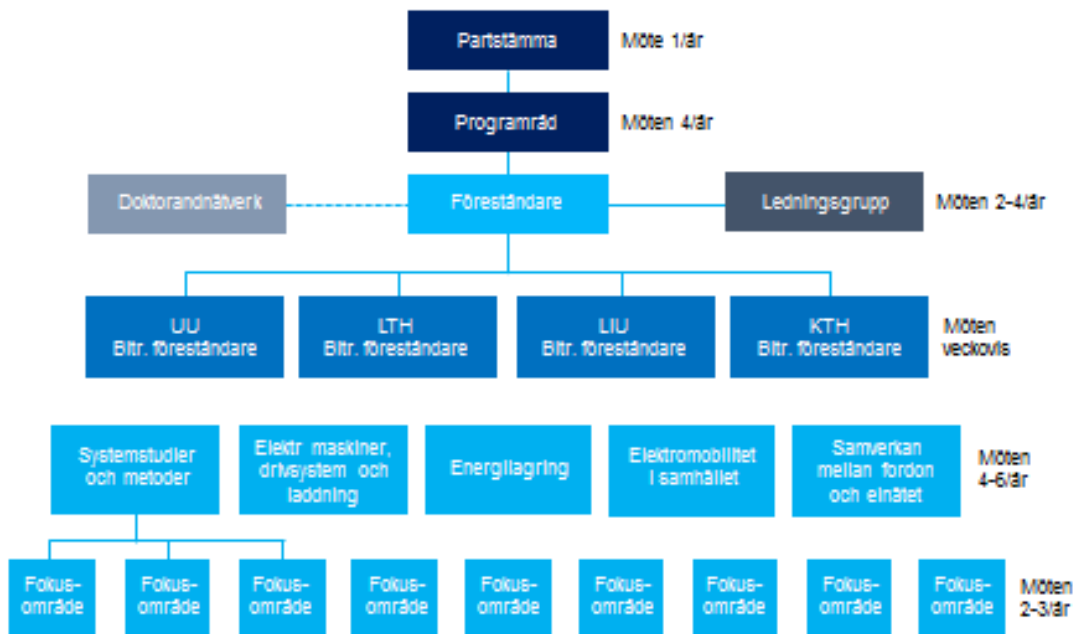
- Robust organisation
- Fördelning av ledarskap över högskolor
- Stärka dialogen mellan akademiska instanser stärkas

Det nu liggande förslaget är att temaledarskapet fördelar sig mellan de fem universiteten enligt nedanstående tabell:

	Systemstudier och metoder	Elmaskiner, drivsystem och laddning	Energilagring	Elektromobilitet i samhället	Samverkan mellan fordon och elnätet
Chalmers					
KTH					
LiU					
LTH					
UU					

Den formella organisationsstrukturen presenteras i nedanstående figur:

Organisationsstruktur: Swedish Electromobility Centre



Föreståndare/biträdande föreståndare

Föreståndaren rapporterar till programrådet och har följande ansvar:

- Årligen upprätta och föreslå en budget för centrat
- Följa upp verksamheten ekonomiskt och innehållsmässigt och rapportera till Programrådet
- Anordna regelbundna möten med temaledare och temaforskare för att planera och följa upp forskningsprojekten
- Säkerställa att centrats verksamhet kommuniceras såväl internt som utåt
- Säkerställa att det internationella vetenskapliga rådet engageras på ett relevant sätt.
- Ha regelbunden kontakt med partnerföretagen för att inhämta deras synpunkter på verksamheten
- Identifiera potentiella nya företagsparter

Chalmers rektor utser i samråd med Programrådet och Energimyndigheten en centrumföreståndare som ansvarar för den dagliga operativa ledningen av centrumet. Chalmers rektor utser även biträdande föreståndare efter förslag från lärosätena. Programrådet utnämner temaledare i samråd med föreståndaren och de biträdande centrumföreståndarnas uppgifter och ansvar skall beskrivas i befattningsbeskrivningar som godkänns av Programrådet.

Partsstämman

Samtliga parter i SEC utgör gemensamt SEC:s partsstämma. Varje part har en röst i partsstämman som hålls årligen eller på begäran av någon av parterna. Partsstämman är det högsta beslutande organet och beslutar om centrats budget och godkänner nya medlemmar.

Programråd

SEC leds av ett programråd som består av representanter från alla fullt ut deltagande industrier och universitet samt de eventuella platser som delas av parter som inte ensamma når upp till fullt finansiellt deltagande (parter som ger ett bidrag på 1 MSEK kontant plus 1 MSEK natura eller mer än 3 MSEK där minst 25 % är kontantbidrag, har en plats i SEC:s programråd) och Energimyndigheten. Platserna för mindre parter tillsätts på två år i taget och cirkuleras bland parterna så att så många företag som möjligt får god insyn i SEC samt tillfälle att påverka SEC:s projektportfölj. Lämplig representant föreslås av partsstämman.

Representanterna i programrådet utses av Chalmers rektor i samråd med Energimyndigheten och partsstämman. Programrådet består för närvarande av följande organisationer

Chalmers
KTH
Linköpings universitet

Lunds universitet
Uppsala universitet
Scania CV AB
AB Volvo
Volvo Cars
CEVT
Vattenfall
Energimyndigheten

Programrådet bör ha minst fyra protokollförda möten om året. Dess uppgift är främst att

- besluta inriktning i strategiska frågeställningar
- sätta riktlinjer vid utlysningar av medel eller initiering av projekt
- rekommendera vilka forskningsprojekt som centrumet ska genomföra
- uppfölja upp dessa
- informera parterna om avvikelser från verksamhetsplanen. Programrådet ska också upprätta och följa upp centrumets budget och tillse att rapportering sker enligt plan.

Temagrupper

De fem temagruppernas verksamhet är essentiell. Varje tema leds av två temaledare samt av de basfinansierade forskare som bistår temaledarna (temaforskare). De ansvarar gemensamt för att temat fungerar som plattform för forskningssamverkan och kunskapsöverföring inom det specifika ämnesområdet. Varje tema har en temagrupp kopplad till sig. Den består, förutom av de som nämnts ovan, av företagets specialister inom respektive område samt forskningsutförare från deltagande parter.

Samtliga temaområden bedriver SEC-finansierade forskningsprojekt vars utveckling och resultat följs upp på temagruppens möten.

Varje temaområde är definierat och ämnesmässigt avgränsat, se kapitel 2.4. Temats frågeställningar utvecklas i takt med att kunskapen växer eller villkoren för fordonen förändras. Temats färdplan uppdateras därför vid behov så att den avspeglar det bedömda forskningsbehovet för de kommande åren. Forskare i varje projekt som finansieras av SEC eller som sökts externt i samarbete med SEC bör delta i en temagrupp. Andra forskare från centrumets universitetsparter som vill vara en del i temat och påverka det kan också bjudas in om det är möjligt. Temat kan även bjuda in andra relevanta parter, såsom representanter från leverantörsföretag, myndigheter eller forskningsinstitut. Sammansättningen beslutas av temaledarna tillsammans med föreståndaren och omprövas årligen i syfte att utgöra bästa möjliga representation av verksamheten och parternas intressen.

För att ytterligare stärka den gränsöverskridande forskningen inom centrat kommer ett antal fokusområden att definieras. Varje fokusområde har en tematisk tillhörighet, men berör samtidigt ytterligare ett antal av de andra temaområdena.

Internationellt råd (International Scientific Advisory Board)

Programmet avses varje år att granskas av ett "International Scientific Advisory Board". Det består idag av tre internationella experter. Sammansättningen behöver ses över under etapp IV så att den bäst och effektivast anpassas till centrats verksamhet. Även rådets roll behöver förtydligas, och som ett minimum bör rådet närvara vid det årliga evenemanget "Electromobility day", samt i samband med utvärderingar av centrat. Rådet skall dokumentera sina insatser i skriftliga rapporter till Programrådet.

Ledningsgrupp

Centrumets ledningsgrupp består av föreståndaren, de biträdande föreståndarna och representanter från industrin. De senare utses av Programrådet efter förslag från föreståndaren. Vid behov adjungeras även temaledarna samt andra nyckelpersoner från parterna till mötet. Ledningsgruppen sammankallas av föreståndaren efter behov.

Temaforskare

Centret kommer att inrätta temaforskarprojekt på samtliga deltagande universitet. Dessa bör fördelas jämt över temaområdena så att alla universitet får ett så brett engagemang som möjligt. I temaforskningsprojekten skall temaforskare arbeta tvärfunktionellt och över universitetsgränserna kring gemensamma frågeställningar på ett sånt sätt att de tydligt bidrar med sin kunskap till projektet så att en kunskap byggs som är större än delmängderna. Temaforskningsprojekten kan finansieras som en del av universitetens kontantinsats, efter att varje universitet bidragit till centrets drift och resultatspridning.

Doktorandnätverk

SEC kommer även under etapp IV att leda ett doktorandnätverk inom området.

4.6 Programspecifika anvisningar och hantering av ansökningar

Inom programmet rekommenderar SEC:s programrådsmedel efter ansökan från forskare vid programmets deltagande universitet. Beredning sker i temagrupperna med representation från deltagande industrier och högskoleinstitutioner.

På samma sätt som under tidigare etapper av SEC kommer många projektidéer och forskningsbehov att identifieras under temagruppernas dialoger och via forskningsplaneringen i temats färdplan. För att även öppna upp för nya forskare hos parterna kommer SEC att ha utlysningar av medel som annonseras via SEC:s nätverk

där både konstellationer från temaområdena och enskilda forskare kan ansöka om medel.

Oavsett var idéerna föds och hur projekten avser att finansieras (SEC-medel eller andra medel) bör projekt alltid förankras i temagrupperna. Projekt som söker SEC-finansiering ska sedan även granskas av parterna och en oberoende part som t.ex. det Internationella rådet innan rekommendation tas av programrådet. Om de inkomna projektidéerna är fler än vad det är rimligt att temagruppen kan hantera kan en första sällning göras av temaledaren tillsammans med föreståndaren.

Viktiga faktorer vid rekommendation av projekt är givetvis projektets vetenskapliga kvalitet och dess industriella förutsättningar och medverkan. Andra faktorer som kan påverka valet av projekt är den ansvarige forskarens engagemang och bidrag till temagruppen, samverkan mellan aktörer, olika forskningsdiscipliner och näringsliv samt internationell samverkan, forskarens förmåga att bedriva god forskningskommunikation och projektets kostnader.

Programrådet rekommenderar slutligen vilka projekt SEC ska finansiera baserat på bland annat parternas granskning och temagruppens respons. Beslut om finansiering tas av Chalmers rektor.

4.7 Kommunikationsplan och resultatspridning

Information om SEC, dess projekt, resultat, planerade aktiviteter samt organisation och kontaktinformation sprids idag bland annat via SEC:s hemsida som kommer att upprätthållas även under den fjärde etappen.

Nyhetsbrevet "SEC Monthly" skickas ut i slutet av varje månad och har ca 400 prenumeranter. Det fungerar som en kanal för information om aktiviteter inom SEC som seminarier eller avhandlingar.

SEC kommer även att ha en årligen återkommande konferens ("Electromobility Centre Day") som speglar SEC:s forskningsprojekt.

SEC planerar även att bjuda in en bredare krets utanför SEC till seminarier och workshoppar med sina temaområden. Vid såväl muntlig som skriftlig presentation, ska det framgå att projektet delvis finansieras av Energimyndigheten.

Centrumet avser att årligen sammanfatta verksamheten i en årsrapport som beskriver temagruppernas aktiviteter som seminarier eller workshops, projektens utveckling under det gångna året, publikationer i projekten samt hur SEC på olika sätt bidragit till att informera eller delta i samhällsutvecklingen. Rapporten ska också innehålla ekonomisk redogörelse.

All dokumentation som inte omfattas av olika former av restriktioner sparas i SEC:s dokumentbibliotek, kallat "webforum". Alla aktiva i SEC har tillgång till webforum och det råder en princip om öppenhet så att enbart några få delar, som programrådsinternt material, har begränsad access. Där sparas även protokoll från möten samt material som är möjligt att sprida från workshops eller seminarier. Vid starten av etapp IV bör dock verktyget "webforum" ses över, eftersom ändamålsenligheten inte varit god.

För att säkerställa en fullödlig och intresseväckande kommunikation om centrat och dess verksamhet engageras en professionell kommunikatör underställd föreståndaren.

4.8 Syntes

De olika forskningsprojekten inom SEC kommer att vara fokuserade på specifika delproblem och/eller komponenter inom området el- och hybridfordon. Det är därför viktigt att SEC tydligt kan visa att de olika elementen kan syntetiseras till en helhet, som möjliggör en signifikant förbättring vad avser totala inverkan på fordonens energieffektivitet eller miljöpåverkan. Det ligger på föreståndaren att tillsammans med ledningsgruppen ta fram denna syntes av området och också se till att ändrade förutsättningar som ligger utanför SEC:s eget område beaktas. En sådan syntes kommer att tas fram i samband med utvärderingen av centret.

4.9 Utvärdering

Ett "International Advisory Board" har inrättats och minst ett möte ska hållas årligen med ledamöterna. Ledamöterna (minst två) kommer att väljas bland ledande utländska forskare inom SEC:s verksamhetsområde.

En utvärdering av hela centrets verksamhet ska utföras i samband med etappens avslutande. Initiativ till utvärderingen tas av Energimyndigheten som också finansierar denna och utser utvärderare.

5 Ytterligare information

För ytterligare information, kontakta:

SEC:s föreståndare Linda Olofsson

Telefon: 073-8567747

E-post: linda.olofsson@chalmers.se

Ordförande i SEC:s programråd Nils-Gunnar Vågstedt

Telefon: 070-551 59 87

E-post: nils-gunnar.vagstedt@scania.com

Programansvarig på Energimyndigheten Erik Svahn

Telefon: 016-544 24 36

E-post: erik.svahn@energimyndigheten.se