

Programbeskrivning för programmet

# Kompetenscentrum KCFP

2018-01-01 – 2021-12-31

Beslutsdatum  
2017-09-22

## Innehåll

<b>1</b>	<b>Sammanfattning</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Programmets inriktning</b>	<b>4</b>
2.1	Vision.....	4
2.2	Syfte.....	4
2.3	Mål.....	5
2.4	Framgångskriterier.....	6
2.5	Forsknings, utvecklings- och teknikområden.....	7
2.5.1	Förbränningsprocesser.....	8
2.5.2	Termiskt utbyte med omgivningen.....	8
2.5.3	Mekaniskt utbyte med omgivningen.....	9
2.5.4	Tillämpade forskningsområden.....	9
2.5.5	Forskningsverktyg.....	13
<b>3</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>20</b>
3.1	Forsknings-, utvecklings- och teknikområden som inte omfattas av programmet.....	22
3.2	Andra anknytande satsningar.....	23
<b>4</b>	<b>Genomförande</b>	<b>25</b>
4.1	Tidplan.....	25
4.2	Budget och kostnadsplan.....	25
4.3	Ansökningskriterier och hantering av ansökningar.....	26
4.4	Samverkans- och Kompetenscentrumsavtal.....	26
4.5	Programråd.....	26
4.6	Kommunikationsplan och resultatspridning.....	27
4.7	Jämställdhet och mångfald.....	27
4.8	Utvärdering.....	27
<b>5</b>	<b>Ytterligare information</b>	<b>28</b>

## 1 Sammanfattning

För att kunna uppnå ett helt förnybart energisystem vill Energimyndigheten med programmet Kompetenscentrum Förbränningsprocesser (KCFP) vid Lunds Tekniska Högskola (LTH) bidra till såväl energieffektivisering och utsläppsminimering som omställning till förnybara energikällor för förbränningsmotorer. Målen uppnås genom samverkansforskning mellan akademi och industri för att förbättra kunskaperna om hur förbränningsprocessen påverkar motorns verkningsgrad och utsläpp samt hur samspelet mellan förbränningsprocess och bränsleegenskaper ser ut.

Forskningen inom KCFP är tvärvetenskaplig med forskare från Förbränningsmotorteknik, Fysik, Strömningsteknik och Reglerteknik vid LTH för att kunna angripa alla frågeställningar av relevans för förbränningsystemet i en motor. Forskare inom KCFP samarbetar regelbundet med Aerosolteknologi vid LTH för detaljerad karakterisering av emissioner. Ett stort antal företag, svenska såväl som utländska, planeras delta i KCFP där kärnan utgörs av de tre svenska fordonstillverkarna Volvo, Scania och Volvo Cars. Programmet pågår från 1 januari 2018 till 31 december 2021 med en total budget om 120 miljoner kronor där Energimyndigheten bidrar med 40 miljoner och akademi och industri vardera 40 miljoner.

För att säkerställa att programmet levererar de planerade resultaten kommer Energimyndigheten att följa upp programmets utveckling med hjälp av de mål och framgångskriterier som definieras i denna programbeskrivning.

## 2 Programmetts inriktning

### 2.1 Vision

Programmetts vision är att generera kunskap och metoder som bidrar till att göra förbränningsmotorn till ett miljömässigt hållbart alternativ i framtidens transportsystem.

Mer specifikt innebär det att nettoutsläppen från förbränningsmotor med avgasefterbehandling ska vara noll med avseende på:

- Skadliga emissioner (kväveoxider, partiklar, koloxid och kolväten)
- Växthusgaser

Utöver nollvisionen för utsläpp drivs forskningen av en vision om förbränningsmotorer som är betydligt mer energieffektiva än dagens motorer och som lämpar sig för en bred implementering i transportsystemet.

I KCFP antas utmaningen med nollvisionen gällande utsläpp från förbränningsmotorer genom världsledande forskning om förbränning och termodynamik i motorer.

Forskningen inom KCFP är inriktad mot nya teknologier och metoder som kan bidra till avsevärt förbättrad energieffektivitet, nollutsläpp i verklig drift och 100% förnybara bränslen.

KCFP ska genom multidisciplinär forskning och tydligt samarbete mellan akademi och industri skapa en positiv vision för att inspirera till innovativa tekniska lösningar för hållbara transporter. KCFP ska också utbilda experter inom området förbränning och termodynamik för motorer.

KCFP ska genom sin forskning främja en övergång till mer kunskaps- och beräkningsbaserade metoder för att avsevärt reducera utvecklingstiden av effektivare, renare och i tillämpliga fall hybrida framdrivningssystem vilka drivs av en betydande andel förnybara bränslen.

### 2.2 Syfte

Syftet med KCFP är att i nära samarbete med fordonsindustrin utföra akademisk forskning med högsta kvalitet inom området förbränning och termodynamik i motorer och därmed bidra till ett effektivt, hållbart och konkurrenskraftigt transportsystem.

Avancerade analys-, mät-, simulerings- och syntesmetoder samt ett förstklassigt motorlaboratorium bidrar till att öka förståelsen för grundläggande fenomen och därigenom kan forskare inom KCFP identifiera nya tekniska möjligheter och lösningar för förbränning och termodynamiska system i motorer.

I KCFP genereras nya koncept och förståelse för både system och grundläggande processer vilket både uttrycks i fysikaliskt baserade och fenomenologiska modeller. En förutsättning för detta är de internationellt sett unika experimentella och beräkningsmässiga resurser centret har tillgång till.

Verksamheten vid KCFP bedrivs i linje med den långsiktiga prioriteringen om en fossiloberoende fordonsflotta 2030 som ett steg på vägen mot det klimatpolitiska målet att Sverige senast 2045 inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären. Efter det ska negativa utsläpp uppnås.

KCFP ska stödja svensk fordonsindustri och andra avvärmare med relevant innovativ forskning med ett huvudsakligt tidsperspektiv på 10-20 år. Det övergripande tidsperspektivet utesluter inte enskilda projekt och uppdrag med kortare tidsperspektiv.

KCFP ska utgöra en stabil och effektiv mångårig bas för forskning, undervisning och samhällsinteraktion. Centret ska rekrytera och utbilda framtida tekniska ledare och experter. Bredden av kompetens erhålls dels genom samarbete mellan forskare inom centret där fyra akademiska ämnen (förbränningsmotorteknik, strömningsteknik, förbränningsfysik och reglerteknik) är representerade och dels genom samverkan med experter inom näringsliv och samhälle.

## 2.3 Mål

Programmets övergripande mål är att generera forskningsresultat och kunskap som möjliggör att, i ett tidsperspektiv på 10-20 år:

- utveckla utsläppsfria förbränningsmotorer (nollvision)
- utveckla förbränningsmotorer för fossilfria bränslen med minst 53% bromsad verkningsgrad i en betydande del av arbetsområdet
- utveckla förbränningsmotorer som tillsammans med hybriddrivlina ger 20% lägre bränsleförbrukning relativt dagens konventionella drivlina

KCFPs mål är att vara ett nationellt och internationellt ledande centrum för termodynamik och förbränning i motorer.

Utöver dessa övergripande mål har programmet som mål att:

- Examinera 12 doktorer som forskarutbildats inom programmet
- Publicera 60 unika vetenskapliga artiklar i vetenskapliga tidskrifter av hög kvalitet samt vid konferenser med peer-review
- Tillhandahålla en arena för kunskapsutbyte mellan medlemsföretag och med akademien
- Sprida information om verksamheten inom programmet till en bredare allmänhet
- Utveckla minst en ny doktorandkurs med relevant inriktning för programmet
- Berika undervisningen på civilingenjörsnivå med forskningsresultat från programmet

## 2.4 Framgångskriterier

Följande framgångskriterier kan identifieras för programmet:

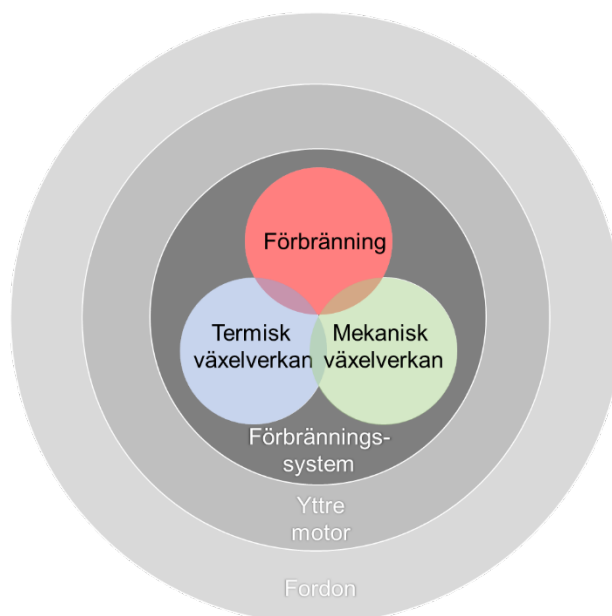
- Erbjuder näringslivet, myndigheter och andra avnämare en attraktiv och koncentrerad forskningsmiljö för samverkan, problemlösning och långsiktig kompetensutveckling.
- Har ett långsiktigt deltagande från avnämare i ledning, genomförande och finansiering av ett forskningsprogram av gemensamt intresse och attraherar insatser från avnämarentressenter av minst samma omfattning som Energimyndighetens finansiering.
- Har en tydlig kompetensprofil inom vilken programmet är internationellt konkurrenskraftigt och förmår anpassa och stärka denna med hänsyn till intressenternas behov och den teknik- eller samhällsvetenskapliga utvecklingen.
- Förnyar och utökar sin intressekrets bland avnämare såväl i Sverige som internationellt.
- Är väl förankrat inom högskolan och högskolans egna insatser genom att basorganisation och andra resurser för programmets verksamhet ökar successivt under programmets utveckling.
- Utmärks av ömsesidig personrörlighet mellan högskolans och avnämares FoU-miljöer.

- FoU-personal från avnämarna är verksamma inom programmets högskolemiljö.
- Samverkar med högskolans grund- och forskarutbildningsinsatser.
- Åstadkommer resultat som avnämare har nytta av och som leder till vetenskaplig meritering (doktors-/licentiatexamina, publicering i internationella tidskrifter m.m.).
- Samverkar med andra forskargrupper och forskningsinstitutioner och har ett ökande inslag av internationellt samarbete i linje med avnämarnas önskemål.

## 2.5 Forsknings, utvecklings- och teknikområden

Förbränningsrummet i cylindern är huvudfokus för forskningen i programmet. Detta kan betraktas som ett system med tre typer av processer:

- Förbränningsprocesser
- Termiskt utbyte med omgivningen
- Mekaniskt utbyte med omgivningen



Figur 1: Skiss över förbränningsystemet och dess växelverkan med omgivningen.

Alla dessa processer har inverkan på verkningsgraden varför forskningen inom programmet kommer att fokusera på dessa. Man måste också vara medveten om att processerna påverkar varandra vilket kräver en helhetssyn.

### 2.5.1 Förbränningsprocesser

Förbränningsprocesser definieras här som de processer som är kopplade till omvandlingen av kemiskt bunden energi i bränslet till termisk energi. Vid förbränningen bildas också oönskade produkter, s.k. emissioner. Kunskap om förbränningsprocesserna är central för att uppnå målsättningarna med emissionsfria motorer som kan drivas med förnybara drivmedel. Förståelse för förbränningsprocessens växelverkan med det termiska utbytet är nödvändig för att kunna höja motorers energieffektivitet och verkningsgrad. Forskningen om förbränningsprocesser innefattar bland annat:

- Värmefrigörelseförlopp
- Flamutbredning
- Bränsleegenskaper
- Spraybildning
- Förångning
- Blandning
- Emissionsbildning
- Skalningseffekter
- Reglering

### 2.5.2 Termiskt utbyte med omgivningen

Termiskt utbyte med omgivningen sker huvudsakligen genom värmeövergång genom förbränningsrummets väggar samt genom entalpitransporter genom insugsventiler och avgasventiler. Båda dessa leder till energiförluster. För att kunna öka energieffektiviteten är det viktigt att vidareutveckla kunskapsläget kring det termiska utbytet. Fundamental kunskap om det termiska utbytet har också blivit allt viktigare för att kunna förbättra integreringen mellan motor, avgas efterbehandling, hybriddrivlina och värmeåtervinningssystem. Forskningen om termiskt utbyte med omgivningen innefattar bland annat:

- Värmeöverföring till/från väggar
- Karakterisering av termisk avgasenergi
- Laddluft-/EGR-kyllning
- Variabla ventilstrategier
- Gasdata (bränsleberoende)



- Skalningseffekter och randvillkor (t ex för avgasefterbehandling och hybridsystem)

### 2.5.3 Mekaniskt utbyte med omgivningen

Mekaniskt utbyte med omgivningen sker huvudsakligen genom cylindergasens arbete på kolven men även genom flödet genom insugs- och avgasventiler. Det mekaniska utbytet påverkas bl a av förbränningsprocessen och det termiska utbytet men har också direkt inverkan på verkningsgrad samt möjliggörande av emissionsfria motorer. Nya kunskaper är därför betydelsefulla för att uppnå målen. Forskningen om mekaniskt utbyte med omgivningen innefattar bland annat:

- Kolvarbete inklusive alternativa kolvrörelser
- Friktion
- Pumparbete
- Variabla ventilstrategier
- Skalningseffekter

Som tidigare nämnts är förbränningssystemet huvudfokus för forskningen inom programmet, men då detta är beroende av andra delsystem kommer även dessa att utgöra en del av analysen. Denna analys kommer dels att baseras på forskning inom programmet och dels på aktiv samverkan med angränsande program.

### 2.5.4 Tillämpade forskningsområden

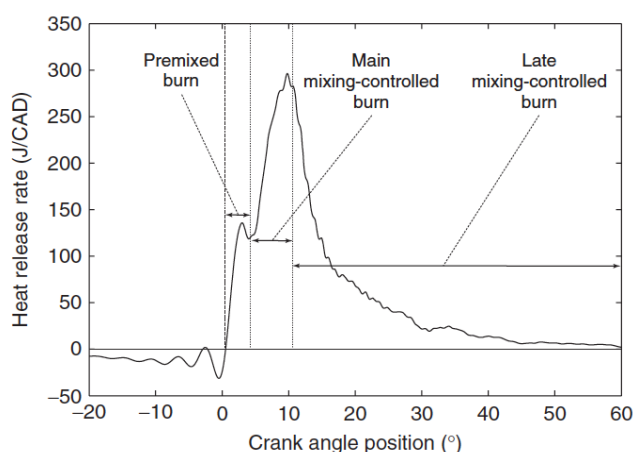
#### CI-motorförbränning

Motorer med kompressionsantändning (CI) är de mest energieffektiva av de traditionella energiomvandlarna på dagens vägar. Då allt pekar på att de under överskådlig framtid kommer att stå för den övervägande delen av energianvändningen för vägtransporter är det viktigt att undersöka hur man ytterligare kan öka dess energieffektivitet. En annan utmaning är att sänka dess emissioner av främst NO<sub>x</sub> och partiklar samtidigt som verkningsgraden höjs. Dessa målsättningar skapar behov av detaljerad kunskap om motorns förbränningsprocess.

Hittills har CI-programmet inom KCFP främst studerat sotprocesser i cylindern. Den kommande programfasen fokuserar tydligare på verkningsgraden. KCFP kommer framför allt att studera två av dieselmotorns huvudprocesser enligt den

indelning som förklarats ovan; förbränningsprocesser och termiskt utbyte med omgivningen.

När det gäller förbränningsprocessen identifieras sencykelförbränningen som särskilt viktig. Figur 2 visar en typisk värmefrigörelsekurva från en lastbilsmotor. Förbränningen är intensivast under insprutningen ("main mixing-controlled burn"), men en betydande del sker efter insprutningens slut ("late mixing-controlled burn"). Den turbulens som bränslesprayen genererat klingar då av, bränsle och luft blandas långsammare och förbränningstakten blir långsammare. Då kolven redan rör sig nedåt från övre dödläget kommer den värme som frigörs under denna slutförbränning att expandera över en kortare sträcka, vilket direkt översätts i minskat utträttat arbete. Utmaningen är att överföra en så stor andel av slutförbränningen som möjligt till den tidigare delen av cykeln.



**Figur 2: Typisk värmefrigörelsekurva från en tung dieselmotor vid 50% last.**

Förbränningsdelen av forskningsprogrammet syftar dels till att identifiera de faktorer som begränsar slutförbränningens hastighet och dels till att förklara mekanismerna. Tidigare forskning pekar på att de flödesstrukturer som styr transport och blandning av bränsle och luft i cylindern är viktiga. Växelverkan mellan insprutning och förbränningsrummets utformning blir därför ett centralt område att studera. Studierna sker i optiska forskningsmotorer genom att med laserdiagnostik avbilda de zoner där energiomvandlingen sker och undersöka hur dessa påverkas av bränsleinsprutnings-processen och förbränningsrummets geometri. Dessa studier kommer till stor del att bygga vidare på resultat från FFI-projektet MELCO, som syftar till att kartlägga hur sprayens rörelseenergi omlagras i stabila flödesstrukturer som kan generera turbulens långt efter insprutningens slut.

Den andra huvudprocessen är termisk växelverkan med omgivningen. CI-motorn karakteriseras av höga värmeförluster, även om dessa är betydligt lägre än för traditionella SI-motorer. En snabbare slutförbränning skulle i sig minska värmeförlusterna till avgaserna genom att en större del av förbränningsvärmets omvandlas till mekaniskt arbete på kolven. Men även värmeöverföringen till förbränningsrummets väggar är viktig, och denna är huvudsakligen konvektiv. Forskningsprogrammet kommer att inrikta sig på hur gasrörelse, insprutningsprocess och andra förbränningsparametrar inverkar på värmeöverföringen. Även dessa studier sker i optisk motor genom att identifiera var zoner med hög temperatur befinner sig i olika scenarier. En annan användbar teknik är att utnyttja termografiska fosforer för att mäta väggtemperaturer i olika scenarier.

### **SI-motorförbränning**

Tunga fordon drivs sedan länge närmast uteslutande av kompressionsantända CI-motorer, vilka också ökat i popularitet för personfordon. Med omställningen till hållbara transporter är dieselbränsle och dess förnybara motsvarigheter kanske inte längre de mest kostnadseffektiva alternativen eller tillgängliga i tillräcklig omfattning. Flera förnybara drivmedel, som exempelvis alkoholer och syntetisk bensin, har visat mycket god energieffektivitet i kompressionsantända motorer med lågtemperaturförbränning som skulle kunna passa i såväl personfordon som tunga fordon och marina eller stationära tillämpningar.

Alkoholer och andra bränslen med högt oktantal är väl lämpade för tändstiftsantända SI-motorer, som globalt är den vanligaste motortypen på personbilssidan och som inom detta segment också studeras och utvecklas intensivt. På tunga sidan har intresset hittills varit betydligt mindre för SI och kunskapsläget är idag begränsat till gasmotorer. Nya försök med SI-förbränning av direktinsprutad metanol i lastbilmotor med högt kompressionsförhållande har dock visat mycket hög verkningsgrad.

Arbetsområdet för en motor med lågtemperaturförbränning begränsas av intervallet för inlopps och väggtemperaturer. Förenklat ställs man inför valet mellan en motor som fungerar väl antingen på hög eller låg last. Genom modeshift kan man använda SI för att säkerställa kallstarter och låglastdrift, och därmed möjliggöra LTC för effektiv drift från låg till hög last. Under programperioden kommer fundamentala studier att ske för att skapa kunskap om hur SI kan användas i mode-shift med LTC samt hur direktinsprutad SI med flytande drivmedel fungerar i tunga motorer, kunskap som i dag närmast saknas helt. Lämpliga verktyg är encylinderprov, CFD, optiska studier samt systemstudier för

att karakterisera såväl förbränningsprocessen som det termiska och mekaniska utbytet.

### **Lågtemperaturförbränning**

Lågtemperaturförbränning är ett samlingsnamn på kompressionsantända förbränningskoncept med utspädd och relativt välblandad förbränning så att kväveoxid- och sotbildning blir avsevärt lägre än med konventionell CI-motorförbränning. Tidigare faser av KCFP har framgångsrikt studerat lågtemperaturkoncepten HCCI och PPC som har visat potential för både låga utsläpp och hög verkningsgrad.

Under programperioden kommer fortsatta studier av lågtemperaturförbränning med huvudfokus på förnybara bränslen, värmefrigörelseförlopp, termiskt utbyte och mekaniskt utbyte att ske. Alkoholer är en klass av förnybara bränslen som genom sin flyktighet, långa tändfördröjning och icke-sotande förbränning visat sig lovande för lågtemperaturförbränning. Styrning av värmefrigörelseförloppet möjliggör kontroll över både det termiska och det mekaniska utbytet med omgivningen och därmed verkningsgraden.

Det finns ett behov av modeller som beskriver dessa processer med en beräkningskomplexitet som möjliggör storskalig optimering. För att möjliggöra utveckling av sådana modeller behövs hela kedjan av forskningsverktyg: Encylinderprov för att upptäcka intressanta arbetspunkter, optiska prov för att studera dem i detalj och skapa underlag för CFD-modellering och simulering, systemstudier för modellreduktion och integrering med motorsystemet och slutligen reglerteknik och multicylinderprov för att studera metoder och möjligheter att realisera förbränningskoncept under mer realistiska förutsättningar.

### **Gasmotorförbränning**

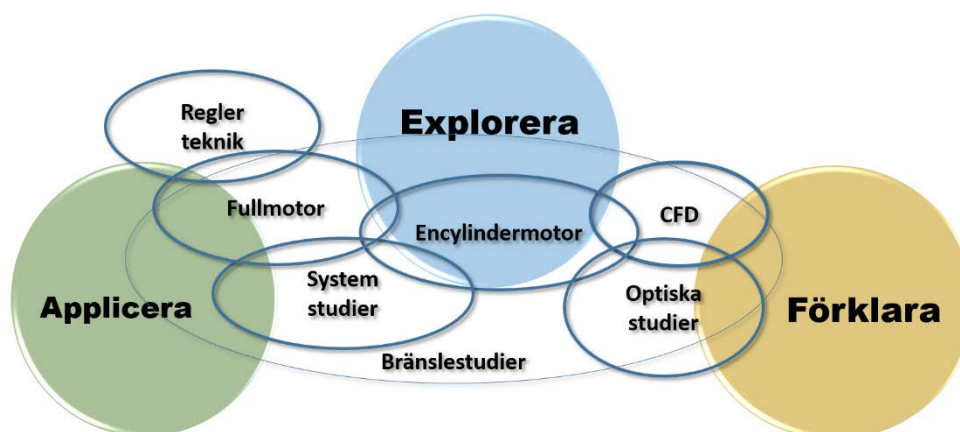
Gasformiga motorbränslen (metan) är intressanta dels på grund av den stora tillgången och dels på grund av den klimatmässiga potentialen både när det gäller fossil metan (på grund av lågt kolinnehåll) och framför allt biogas som har potential för negativa växthusgasutsläpp. Detta gäller t.ex. när biogas framställs från gödsel och därigenom hindrar okontrollerade utsläpp av metan när gödseln rötas.

Gasformiga bränslen som består huvudsakligen av metan ställer specifika krav på användning dels på grund av att metan är en mycket stabil molekyl men även på grund av att man oftast har mycket mager blandning för att maximera verkningsgraden. Tekniker för att förbättra användningen har studerats i tidigare programperioder av KCFP både med hjälp av förkammarteknologi och pilotantändning med diesel. Studier har bedrivits på olika motorstorlekar och både

likheter och skillnader har kunnat belysas. Resten av förbränningsprocessen har också betydelse för verkningsgraden framför allt genom sin inverkan på termisk och mekanisk växelverkan.

I tidigare programperioder har gasmotorförbränning huvudsakligen studerats utan optisk diagnostik vilket ger begränsad information. I denna programperiod kommer fortsatta studier av antändning att ske med stöd av optisk diagnostik och stöd av CFD-simulering. Möjligheterna att påverka resten av förbränningsförloppet genom såväl antändning som termiska begynnelsestillstånd för högsta verkningsgrad är intressant. Inverkan av varierande bränslekvalitet bör också studeras då denna kan vara avsevärd beroende på gasens ursprung. Varierande bränslekvalitet påverkar såväl antändning som förbränningsförlopp och knockbenägenhet och alla dessa aspekter bör studeras.

### 2.5.5 Forskningsverktyg



Figur 3: Forskningsverktygens syften och samverkan.

Forskningen vid KCFP har sitt fokus på att studera förbränningsprocesser i motorer. Dessa processer omfattar flera mycket komplexa fenomen som förbränningskinetik och värmeöverföring. Det finns också behov att kunna reglera dessa. De verktyg som utarbetats under lång tid har därför som syfte att tillsammans ge en sammansatt bild av vilka förbränningskoncept som är relevanta, hur de fungerar och hur de kan användas.

Prov med encylindermotor används för att explorativt prova nya förbränningskoncept och bränslen samt studera inverkan från en stor mängd parametrar på energieffektivitet och emissioner. Utifrån proven på encylindermotor väljs de mest relevanta fallen ut för optiska studier för att ge

djupare förklaring till fenomen som berör exempelvis bränsleegenskaper, förbränning och värmeöverföring, något som avancerad modellering med CFD ger ytterligare insikter i. Kunskap från CFD kan i sin tur guida den experimentella forskningen.

De mest lovande fallen från encylinderprovningen kan appliceras i kompletta fullmotorer för att bättre förstå inverkan på motorns övriga delsystem, som exempelvis överladdare, restgassystem, olika kylsystem och avgasefterbehandling men även de multidimensionella reglerbehoven. Systemstudierna kan utifrån motorprov eller självständigt användas för att virtuellt testa alternativa driftstrategier med nya bränslen eller motorkomponenter för senare prototyp tillverkning, detaljerade energibalanser och för utvärdering av exempelvis nya förbränningskoncept i hybrida fordonsapplikationer i körcykler.

### **Studier i encylindermotor**

Motorexperiment i encylindermotor utgör grunden i motorforskning och motorutveckling. Det är med encylinderprov man kan utforska nya förbränningskoncept utan att behöva förlita sig på kringsystem som kan tillhandahålla de rätta randvillkoren. Mätningar av tryck och temperaturer samt energiflöden in och ut ur cylindern möjliggör en termodynamisk analys av förbränningssystemet. Exempelvis kan man med dessa studera hur termiskt och mekaniskt utbyte med omgivningen beror av olika driftsparametrar. Arbetet med encylindermotorer i Lund har varit världsledande och lett fram till omfattande nya insikter om lågtemperaturförbränningskoncept som HCCI, PCCI och också helt nya koncept som PPC och SACI samt egenskaper hos ett flertal energieffektiva och förnybara bränslen.

KCFP förfogar i innevarande programperiod över en encylindrig lastbilsmotor och denna bör användas även inom det föreslagna programmet. Till denna är det önskvärt att överföra det nyutvecklade cylinderhuvudet för olika förbränningsmoder från Summethprojektet och att ett Freevalve-system för variabel ventilstyrning införskaffas. Med dessa två komplement kan samtliga kända förbränningskoncept studeras med en och samma motor. På LTH finns även en fyrcylindrig personbilsmotor som är installerad på liknande sätt som en encylindermotor. Denna bör också kunna användas inom det föreslagna programmet.

### **Studier i komplett motor**

Encylinderprov är utmärkta för grundläggande försök där man vill renodla experimentet så långt det går. Det är däremot svårt att karakterisera hur förbränningssystemet interagerar med kringsystem (t.ex. gasväxlingsystem, drivlina och avgasefterbehandling) med en encylindermotor. Encylindermotorn

ger heller ingen information om skillnader mellan förbränningen i olika cylindrar eller hur dessa kan balanseras. Dessa begränsningar gäller för stationär drift men framför allt för transient drift där mycket av dynamiken bestäms av t.ex. gasväxlingssystemet.

Av ovan nämnda skäl är multicylinderstudier ett oundgängligt verktyg för såväl systemstudierna som de reglertekniska studierna och ger värdefull information om begränsningar och möjligheter som erbjuds av olika förbränningskoncept. Den nuvarande programperioden av KCFP förfogar redan över två multicylindermotorer (en personbilmotor och en lastbilmotor) och dessa bör användas även inom det föreslagna programmet.

### **Optisk diagnostik**

I optiska motorer har delar av förbränningsrummet bytts ut mot transparenta delar. Detta möjliggör direkta studier av processerna i cylindern. Sådana studier har historiskt lett till flera genombrott i vår förståelse av motorns förbränningsförlopp. Vid LTH finns drygt tjugo års erfarenhet av att konstruera och vidareutveckla sådana forskningsmotorer och har dessutom sålt ett flertal till andra laboratorier i världen. I kombination med världsledande expertis inom laserbaserad förbränningsdiagnostik har denna kunskap gjort att KCFP kunnat genomföra en lång rad unika studier som bland annat kastat ljus över de processer som styr förbränningen i dieselmotorer, HCCI-motorer och andra lågtemperaturförbränningskoncept.

Den optiska diagnostiken kan delas in i passiva studier av den strålning som naturligt genereras under förbränningen, t.ex. kemiluminiscens från kortlivade förbränningsradikaler eller värmestrålning från sot, och aktiva studier där man med laser genererar en optisk signal från ämnen som normalt är osynliga. Båda metoderna är värdefulla i vår forskning, men det är framför allt inom laserdiagnostiken KCFP har världsunik kompetens. Efter mer än 30 års utvecklingsarbete inom forskningsfältet optisk diagnostik och ett mycket intimt samarbete med det nationella kompetenscentret CECOST, har KCFP idag tillgång till flertalet etablerade mättekniker samt flera nya som till avgörande del har utvecklats i Lund. För att nämna några av de viktigaste:

- PLIF (Planar Laser Induced Fluorescence) är främst en teknik för tvådimensionell avbildning av ämneskoncentrationer. Genom att finjustera excitations- och detektionsvåglängderna kan förekomsten av enskilda ämnen avbildas med mycket hög rums- och tidsupplösning. I motorsammanhang är visualisering av bränslefördelning, flamutbredning och emissionsgenerering vanliga applikationer. I Otto-motorer kan tekniken även användas för att studera fenomenet ”knack”, som är mycket

centralt för motortypen och dessutom starkt kopplat till bränslets egenskaper.

- Ett område där Lund är bland de absolut främsta i världen vad avser utrustning och kompetens är höghastighetsavbildning. Med hjälp av unika kraftfulla lasersystem med extremt hög repeterfrekvens och matchande detektorer kan avbildande mätningar ske med upp till 100.000.000 bilder per sekund. I motorsammanhang är detta mycket värdefullt då det möjliggör tidsupplösta studier av enskilda cykler.
- Ett annat område där Lund ligger i absolut framkant är temperaturmätningar med hjälp av termografiska fosforer. Tekniken möjliggör beröringsfri mätning av yttemperaturer med mycket hög precision och tidsupplösning. Exempelvis kan förbränningsrummets temperaturvariationer under en cykel kartläggas med denna teknik.

Sammantaget finns verktyg för att i optiska motorer finna samband och förklaringsmodeller som ökar förståelsen för de processer som styr prestanda, verkningsgrad och emissionsbildning. Vidare utgör resultaten från studier i optikmotorer ett viktigt valideringsunderlag för CFD-resultaten.

## CFD

Computational fluid dynamics (CFD) är idag ett viktigt verktyg för att förstå förbränningsprocessen i en motorcylinder. Noggrannheten i CFD-resultat beror på komplexiteten i de fysikaliska och kemiska modeller som används för CFD-beräkningarna. Man måste ofta väga noggrannhet mot beräkningskomplexitet: en CFD-modell som direkt numerisk simulering (DNS) som tar hänsyn till detaljerad kemi och fullständiga transportprocesser är mycket noggrann (kan betraktas som numeriska experiment) men är också mycket tidskrävande för realistiska motorsimuleringar, medan en förenklad modell såsom Reynolds Averaged Navier-Stokes (RANS) kan användas för att få fram resultat på kort tid men resultaten är mycket beroende på valideringsexperiment. Med tillräcklig validering av enkla kostnadseffektiva CFD-modeller kan CFD användas som ett verktyg för motorutveckling och optimering.

Ett antal olika CFD-modeller har utvecklats på LTH inom ramen för tidigare programperioder för KCFP, såsom RANS, Large-Eddy Simulation (LES) och DNS. CFD-resultaten som erhållits med detaljerade modeller (såsom LES och DNS) innehåller tredimensionella tidsupplösta data som kompletterar metallmotorexperimenten (som ger global information om motorprestanda) och optiska experiment (som ger tvådimensionell information för ett fåtal ämnen). Tillsammans med metall- och optikexperiment har CFD-resultaten använts för att erhålla en djupare förståelse för fundamentala kemiska och fysikaliska processer i motorns förbränningsrum. Till exempel har CFD använts framgångsrikt i tidigare KCFP-programperioder för att förstå inverkan av kolvgeometri på HCCI-



förbränning och inverkan av förkammerförbränning i gasmotorer samt den fundamentala reaktionszonsstrukturen i PPC-motorer. CFD kommer att användas på liknande sätt i det föreslagna programmet: genom att kombinera metallmotorexperiment och optiska experiment kan CFD användas för att erhålla en djupare förståelse för fundamentala fysikaliska och kemiska processer i dieselmotorer och motorer med lågtemperaturförbränning.

CFD-modeller av låg komplexitet bör valideras med hjälp av mätningar i metallmotor och optisk motor och användas för att studera LTC-förbränning såväl som CI-förbränning över ett stort arbetsområde inkluderande bränsleinsprutning, blandning, antändning, reaktionsutbredning, med detaljerad cylinder och kolvgeometri. Tack vare den allt ökande beräkningskapaciteten samt de under många år uppbyggda erfarenheterna, kan denna typ av studier nu även användas för att guida kommande experimentella studier och utformning av lämplig hårdvara som kolvgeometrier och injektorer.

### **Reglerteknik**

Reglerteknik har utgjort en viktig del av verksamheten inom KCFP sedan ca år 2000 när man insåg att det var nödvändigt med återkopplad styrning av HCCI-förbränning. Sedan dess har reglerteknik varit representerad huvudsakligen i form av dedikerade delprojekt för reglering av ett visst förbränningskoncept, såsom HCCI eller PPC, även om gasmotorprojektet i vissa perioder har haft ett reglertekniskt fokus. För denna programperiod kommer reglerteknik ha en mer allmän roll som ett forskningsverktyg som kan appliceras på alla tillämpade forskningsområden ovan. Detta tillåter en större flexibilitet genom att reglertekniska resurser kan sättas in där de behövs när de behövs.

Reglertekniska frågeställningar spänner över ett stort område från de mest grundläggande funktioner som att styra när och hur snabbt förbränningen sker samt att balansera detta för flera cylindrar till realtidsoptimering av kostnadsfunktioner som kombinerar t.ex. bränsleförbrukning, utsläpp och buller. I programmet utvecklas metoder och algoritmer som visar vad som är möjligt att åstadkomma under olika förutsättningar.

En nyckel till framgång i tidigare programperioder har varit att involvera såväl seniora forskare som forskarstuderande från både Institutionen för Reglerteknik och Avdelningen för Förbränningsmotorer i de reglertekniska aktiviteterna och det kommer att fortsätta även för denna programperiod.

### **Systemstudier**

Under de två senaste programperioderna har ett ökat intresse riktats mot att bättre förstå hur en motors olika delsystem behöver anpassas för att utnyttja ett förbränningskoncept för ett totalt sett maximerat energitnyttjande. Vad som är

bäst ur ett förbränningsperspektiv sammanfaller ofta inte med vad som är bäst ur ett motor- eller fordonsperspektiv och kräver därför omfattande uppdateringar. Att genomföra denna typ av systemstudier experimentellt är inte bara extremt kostsamt utan även tidsineffektivt. Däremot är kvaliteten på virtuella verktyg numera såpass bra att studier med dessa kan genomföras både effektivt och med meningsfull noggrannhet.

Så långt har systemstudier inom KCFP inte haft en dedikerad doktorand utan berott på insatser från KCFP seniorer och doktorander vid KCFP-associerade projekt. Exempel på genomförda insatser är en detaljerad kvantifiering av förlustposter och överladdningsstrategier för en tänkbar PPC-motor. Ett av medlemsföretagen i KCFP arbetar utifrån systemstudierna med framtagandet av en prototypöverladdare för användning i fullmotorprov. Systemstudierna har också identifierat brister och fel i experimentella studier vilket medfört en kvalitetshöjning genom förändringar av sensorpositioner och uppdaterade metoder för post-processing. För programperioden kommer en doktorand på heltid ägna sig åt systemstudier med målet att studera potentialen för nya förbränningskoncept och förnybara drivmedel för såväl lätta som tunga motorer. Ett nästa steg är att koppla dessa motormodeller till ett par exempelfordon i körscykel för att kunna ge prediktioner om WTW (well to wheel) prestanda för olika koncept (tex PPC-hybrider). WTW-data hämtas från JEC eller f3.

### **Bränslestudier**

För att uppnå miljömässigt hållbara transporter krävs både förnybar elektricitet och förnybara bränslen. KCFP har genom åren studerat egenskaperna hos en mängd olika bränslen för att förstå deras potential och utmaningar i nya förbränningskoncept. Ett exempel på det är resultaten med etanol i PPC-motorer som ger lägre bränsleförbrukning och lägre emissioner än med konventionella bränslen i konventionella motorer. Andra exempel på resultat är modeller för beräkning av bränsleegenskaper för olika bränsleblandningar eller CFD verktyg anpassade för förnybara drivmedel.

I det nationella bränsleprojektet, Framtida Avancerade Transportbränslen (FAT), studeras experimentellt hållbara bränslen för dieselmotorer (CERC), för lätta SI-motor (CCGEx), fundamentala bränsleegenskaper (KCFP) och systemstudier (f3). Det innebär att FAT inte studerar bränslen för PPC eller för tunga SI-motorer och inte heller genom avancerad modellering. Fokus för detta programmet kommer därför att som tidigare ligga på bränslestudier i lågtemperaturförbränningskoncept kompletterat med studier för tunga SI-motorapplikationer. Bränslen kommer också studeras vidare med CFD och systemverktyg i programmet. Målsättningen är generera kunskap om förnybara bränslens egenskaper på förbränningen (blandningsprocesser, värmeöverföring etc.) med avseende på verkningsgrad, emissioner och tekniska utmaningar.



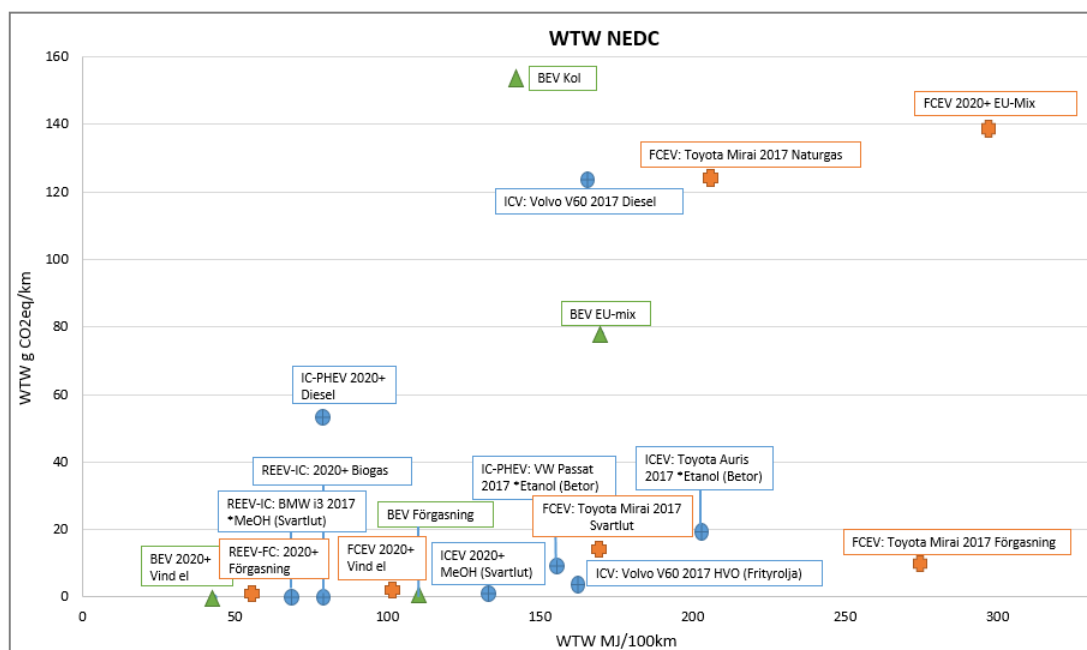
### 3 Bakgrund

Världens vägtransporter omfattar idag en bra bit över en miljard vägfordon som drivs närmast uteslutande med fossila drivmedel som bensen och diesel. Traditionellt sett har motorforskningen handlat om att minska bränsleförbrukning, öka effektuttag samt att minska reglerade emissioner som CO, HC, NO<sub>x</sub> och partiklar. Detta reflekteras av arbetet inom KCFP som studerat och vidareutvecklat lågtemperaturförbränningskoncept (LTC) som HCCI, med i princip nollnivåer av NO<sub>x</sub> och partikelemissioner, och det senare PPC som är mer orienterat mot hög energieffektivitet och ”tillräckligt” låga reglerade emissioner.

Under de senaste åren har utsläpp av koldioxid och dess inverkan på klimatet fått en allt större betydelse såväl nationellt som internationellt. För att bemöta dessa problem har förnybara drivmedel och en ökad elektrifiering av fordon föreslagits. Figur 2 innehåller en sammanställning av energianvändning och klimatprestanda för utvalda energikällor (WTT) och exempelfordon (TTW) från JEC 2014 (JEC 2014), men även med förbrukningssiffror (TTW) för några utvalda existerande personfordon (tillverkaruppgifter) i NEDC stadskörningscykel. Förnybara drivmedel med existerande motorteknik kan redan idag minska CO<sub>2</sub> utsläppen med mer än 90% (jämför Volvo V60 Diesel med Volvo V60 HVO (Frityrolja)) till nivåer som är avsevärt lägre än för dagens elfordon (BEV EU-mix respektive BEV-Kol). Figuren visar även potentialen för kommande motorteknik med både existerande eller föreslagna förnybara drivmedel (REEV-IC:2020+ Biogas respektive ICEV 2020+ MeOH) och för elfordon med förnybar el (BEV 2020+ Vind el). I flera fall är en kombination av elektrifiering och förbränningsmotor gynnsam.

Eftersom produktion av förnybar el och förnybara drivmedel saknas i tillräcklig (IEA, 2016) omfattning kommer båda vara en bristvara under överskådlig tid. Båda behövs för en så snabb omställning som möjligt till hållbara transporter. NEDC stadskörningscykel i Figur 2 visar framförallt potentialen för personfordon i stadsmiljö. Förenklat kan sägas att persontransporter i stadsmiljö lämpar sig bättre för elektrifiering medan mer långväga och tyngre transporter är mer lämpade för biodrivmedelsdrivna fordon. Flera av de föreslagna förnybara drivmedlen som kan produceras i stor skala till förväntat fördelaktiga kostnader, som exempelvis metanol (MeOH), (Bogild-Hansen, 2015), (Brynolf, 2017), har en mycket begränsad kommersiell användning i dagsläget och motorforskningens roll är att skapa förståelse för hur dessa kan användas med maximal energieffektivitet och med lägsta möjliga klimatpåverkan och noll-emissioner. Förnybara drivmedel är en begränsad resurs som måste utnyttjas på bästa sätt. För att förstå vad bästa sätt innebär, är den sammantagna forskningen kring förnybara

drivmedel i nya och etablerade motorkoncept, med eller utan hybridisering, helt avgörande.



**Figur 4: Energianvändning och klimatprestanda WTW i stadskörning för utvalda personfordon/drivmedelskombinationer. Data från JEC, fordonstillverkare m.fl. Noterbart är förbättringen av CO2 ekvivalenta koldioxidutsläpp med biodrivmedel och befintlig och framtida motorteknik.**

Sveriges mål om att senast år 2045 inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären samt en minskning av utsläpp från transporter med 70% under tidsintervallet 2010-2030 kräver forskning och utveckling på många fronter och i olika steg (EM, 2017). Produktutveckling av redan "känd" teknologi förväntas detta scenario minska klimatutsläppen med 10-15% de närmaste 5-10 åren. Därefter kan utsläppen förväntas minska ytterligare ca 20% för tidshorisonten 10-15 år baserat på teknik som utvecklas i kommande FFI-satsningar och andra produktnära forsknings- och innovationsprogram.

Under programperioden förväntas KCFP och övriga kompetenscentra bidra med kunskaper som på 10-20 års sikt ska möjliggöra tekniker för ytterligare 20-25% minskning av utsläppen. Den grundläggande akademiska forskningen inom KCFP ska dock på lång sikt möjliggöra tekniker som uppfyller nollvisionen avseende både klimatpåverkande och lokalt miljöpåverkande utsläpp

### Referenser

(JEC, 2014) JEC “WELL-to-WHEELS Report” Version 4.a, “Well-to-Tank Report” Version 4.a <http://iet.jrc.ec.europa.eu/about-jec/downloads>  
 (Brynolf, 2017) *Electrofuels for the transport sector: a review of production costs.* Selma Brynolf, Maria Taljegard, Maria Grahn, and Julia Hansson. TBP

(Bogild-Hansen, 2015) *Methanol Production Technology: Today's and future Renewable Solutions*, John Bøgild Hansen - Haldor Topsøe, Methanol Workshop, Lund University – March 17, 2015  
 (EM, 2017) <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2017/strategisk-plan-for-hur-transportsektorn-ska-bli-fossilfri/>

Angiven bränsleförbrukning enligt respektive tillverkare. Besökta Juni 2017.  
<https://www.toyota.se/nya-bilar/mirai/index.json>  
[http://www.volvocars.com/se/bilar/modeller/v60?gclid=CJad7\\_mrvdQCFVMtGQodmqgKOW](http://www.volvocars.com/se/bilar/modeller/v60?gclid=CJad7_mrvdQCFVMtGQodmqgKOW)  
<https://www.toyota.se/nya-bilar/auris/index.json>  
<http://www.passat.com/se/sv/home.html?time=1496765969813>  
[https://www.bmw.se/sv/alla-modeller/i/i3/2016/oversikt.html?WT.mc\\_id=i3SOC-SGT1\\_BrandCampaign\\_tama\\_Brand-Product&lbmatchtype=e&lbcreative=191458824653&lbnetwork=g&lbkeyword=bmw%2520i3](https://www.bmw.se/sv/alla-modeller/i/i3/2016/oversikt.html?WT.mc_id=i3SOC-SGT1_BrandCampaign_tama_Brand-Product&lbmatchtype=e&lbcreative=191458824653&lbnetwork=g&lbkeyword=bmw%2520i3)

### **3.1 Forsknings-, utvecklings- och teknikområden som inte omfattas av programmet**

- Gasväxling som fenomen kommer inte att prioriteras i programmet då detta är huvudfokus för programmet CCGEx (se figur 3).
- Avgasefterbehandling som fenomen kommer inte att prioriteras i programmet då detta är ett fokusområde för KCK – Kompetenscenter för Katalys.
- Värmeåtervinning kommer inte att prioriteras i programmet då detta är huvudfokus för det KC-gemensamma projektet WHR II.
- Spraystudier kommer inte att prioriteras i programmet då detta är ett fokusområde för programmet CERC (se figur 3).
- Motormekanik kommer inte att prioriteras i programmet då det inte har direkt med förbränningsprocessen att göra.

Förbränningsmotorteknologier		CCGEx	CERC	KCFP	Ext. samverkan
Generella Teknologier inriktade på Energi- och Miljöeffektivitet (inkl. alternativa bränslen)	SI Förbränning				
	DI Förbränning				CECOST
	Lågtemperaturförbränning				CECOST
	Bränslesprej				CECOST
	Gasväxling				
	Förbränningsstyrning				
	Värmeöverföring				
	Värmeåtervinning				Int. SICEC
	Termodynamiska cykler				
	Strömningsakustik				
	Strömningsmekanik i EATS				
	Elektrifierade motorsystem				
	Systemoptimering				
	Motormekanik				
Tribologi					
Anpassning för Förnybara Bränslen	Drop-in				f3
	Vätskeformiga bränslen				CECOST
	Gasformiga bränslen				CECOST
	Bränsleegenskaper				
Anpassning för Hybrid drivlinor	Downsizing				
	Systemoptimering				SHC
	Emissionskontroll				KCK SHC CERC
	Motorarkitektur				SHC

Figur 3: Forskningsmatris som åskådliggör hur CCGEx, CERC och KCFP kompletterar varandra

### 3.2 Andra anknyttande satsningar

- CERC – Fokuserar på spraystudier och förbränningskinetiska modeller som är erkända styrkeområden. Dessa aktiviteter kompletterar studierna inom KCFP som är fokuserade på förbränning i cylindern (se figur 3).
- CCGEx – Fokuserar på gasväxling och akustik som är erkända styrkeområden. Dessa aktiviteter kompletterar studierna inom KCFP som är fokuserade på förbränning i cylindern (se figur 3).
- CECOST – Bedriver grundläggande forskning om förbränning. Kompletterar framför allt de optiska motorstudierna i KCFP genom metodutveckling inom området optisk diagnostik (se figur 3).
- Svenskt Hybridfordonscenter – Bedriver forskning om hybrida drivlinor. Samverkansmöjligheter finns inom hybridisering av högeffektiva förbränningsmotorkoncept (se figur 3).
- KCK – Bedriver forskning om katalytiska processer. Samverkansmöjligheter finns inom avgasefterbehandling för högeffektiva förbränningsmotorkoncept (se figur 3).
- FFI – Finansierar forskning inom områden av strategisk betydelse för svensk fordonsindustri. KC och FFI kompletterar varandra genom att FFI-projekt generellt ligger senare i utvecklingskedjan än KC-projekt.
- Energieffektiva fordon – Finansierar forskning som syftar till energieffektivisering av alla typer av fordon. Programmet medger en

möjlighet att fylla igen luckor inom lovande områden som inte täcks in av KC eller FFI.

- f3 – Bedriver systeminriktad forskning kopplad till alla steg i värdekedjan för förnybara drivmedel. Kompletterar KCFP som fokuserar på verkningsgrad och emissioner vid användning av förnybara drivmedel (se figur 3).



## 4 Genomförande

### 4.1 Tidplan

Programmet KCFPs period löper över 4 år med start 2018-01-01. Programmets medel används för att driva ett antal forskningsprojekt vid Lunds Tekniska Högskola. Dessa projekt, som nedan beskrivs under ”tillämpade forskningsområden” och ”forskningsverktyg”, löper över hela programperioden. Inom programmet planeras konferenser två gånger per år i maj och november som är öppna för medlemmar i KCFP. I slutet av programperioden ska programmets framsteg och resultat sammanfattas i en slutrapport och programmet utvärderas.

### 4.2 Budget och kostnadsplan

Energimyndigheten bidrar med 10 miljoner kr per år till programmet dvs. 40 miljoner kr över hela programperioden. Lunds Tekniska Högskola bidrar med minst 40 miljoner kr över hela programperioden fördelat jämnt över de fyra åren. Medlemsföretagen bidrar tillsammans med minst 40 miljoner kr över hela programperioden fördelat jämnt över de fyra åren. Bidragen från LTH och medlemsföretagen består av både kontantbidrag och naturabidrag. Samfinansiering i annan form än kontanta medel ska bestå av faktiska och reviderbara kostnader.

En övergripande inkomst- och kostnadsplan i kSEK för programmet är som följer:

<b>Inkomster</b>	<b>Kontant</b>	<b>Natura</b>	<b>Totalt</b>
Energimyndigheten	40 000	0	40 000
Industri	20 000	20 000	40 000
Lunds Universitet	6 000	34 000	40 000
<b>Totalt</b>	<b>66 000</b>	<b>54 000</b>	<b>120 000</b>
<b>Kostnader</b>	<b>Kontant</b>	<b>Natura</b>	<b>Totalt</b>
Projektmedel	60 720	51 280	112 000
Konferens och infoaktiviteter	3 300	1 700	5 000
Övrigt	1 980	1 020	3 000
<b>Totalt</b>	<b>66 000</b>	<b>54 000</b>	<b>120 000</b>

Budget- och kostnadsplanen utgår ifrån att industrins bidrag fördelar sig lika mellan kontantbidrag och naturabidrag. Kalkylen utgår dessutom ifrån ett overheadpåslag på alla kontanta kostnader med 59 % vilket är det som gäller för närvarande för Institutionen för Energivetenskaper på LTH. Overheaden utgör då

37 % av de totala kontanta kostnaderna. Inkomster såväl som kostnader förväntas fördelas jämnt över de fyra åren i programmet.

### **4.3 Ansökningskriterier och hantering av ansökningar**

Det är föreståndarens uppgift att tillsammans med de i KCFP ingående forskningsledarna och efter samråd med avnämare, initiera och arbeta fram beskrivning av de områden där KCFP ska fokusera forskningen. Till varje område knyts en referensgrupp med avnämare och högskoleforskare. Inom dessa områden formuleras därefter projekt av föreståndaren efter diskussioner med referensgruppen. Föreståndaren arbetar fram projektdefinition, bemanningsplan, kostnadsplan etc. tillsammans med en identifierad lämplig projektledare vid LTH. Det är därför inte frågan om några regelrätta ansökningsomgångar.

Projektförslagen presenteras för samordningsgruppen SoS och föreläggs därefter KCFP:s programråd för prioritering och rekommendation inför beslut. Programrådet har att bedöma projektens relevans i förhållande till KCFP:s övergripande mål, hur väl projektet är integrerat i KCFP:s verksamhet, dess vetenskapliga kvalitet och om projektet ryms inom KCFP:s programbeskrivning och dess budgetramar. Formellt beslut om nya projekt fattas av rektor eller enligt delegationsordning av den som rektor sätter i sitt ställe.

### **4.4 Samverkans- och Kompetenscentrumsavtal**

Programmet genomförs i form av ett konsortium med Lunds Tekniska Högskola, Energimyndigheten och ett antal företag som parter. De tre svenska fordonstillverkarna, Volvo, Scania och Volvo Personvagnar är huvudintressenter och bereds plats i programrådet. Medlemsföretag bidrar till programmets finansiering med kontantbidrag och naturabidrag där belopp bestäms individuellt för varje företag baserat på t.ex. programmets relevans för företaget och företagets storlek.

Ett samarbetsavtal för programmet tas fram som undertecknas av alla deltagare.

### **4.5 Programråd**

KCFP ska ha ett programråd med ledamöter från de tre svenska fordonstillverkarna, Volvo GTT, Scania och Volvo Cars. Därutöver ska programrådet ha ledamöter från Lunds Tekniska Högskola samt från Energimyndigheten. Utöver dessa ledamöter ska programrådet ha en arbetande

ordförande. Vid sammansättning av programrådet gäller en genusbalans inom intervallet 40-60 procent.

## 4.6 Kommunikationsplan och resultatspridning

Syftet med rapportering och resultatspridning är att se till att forskningsresultaten sprids vidare till industrin där de kan utnyttjas för att utveckla framtidens rena, energieffektiva förbränningsmotorer. Målgrupper för resultatspridning finns också inom akademien, men även för en bredare allmänhet. Nedan följer några av de aktiviteter och krav som ska underlätta denna spridning.

- Programkonferens två gånger per år där alla medlemmar i kompetenscentret kan ta del av forskningsresultat och diskutera kommande aktiviteter
- Årsrapport som sammanfattar forskningsresultaten för det gångna året
- Skriftlig slutrapport med sammanfattning på svenska och engelska samt ekonomisk slutredovisning
- Vetenskapliga artiklar
- Presentationer vid vetenskapliga konferenser
- Referensgruppsmöten
- Programmets websida

## 4.7 Jämställdhet och mångfald

En förutsättning för en kreativ forskningsmiljö är att verksamheten tillvaratar människors olikheter gällande till exempel kön, ålder och bakgrund. Kvinnor är normalt sett underrepresenterade i förbränningsmotorsammanhang och för att öka möjligheterna att anställa kvinnliga doktorander anordnar KCFP till exempel regelbundet aktiviteter i motorlaboratoriet där kvinnliga studerande bjuds in för att dels prata med nuvarande doktorander och dels lyssna på föredrag av kvinnor i branschen. KCFP försöker dessutom aktivt söka upp kvinnliga kandidater när tjänster ska tillsättas. Kandidater med utländsk bakgrund nås på ett effektivt sätt genom annonseringen av lediga tjänster på universitetets hemsida.

Utöver ovan nämnda åtgärder följer KCFP Lunds Universitets jämställdhets- och mångfaldspolicy.

## 4.8 Utvärdering

Energimyndigheten ansvarar för att en utvärdering genomförs under hösten 2020. Utvärderingen ska utgöra underlagsmaterial för inriktning och nivå för eventuella fortsatta satsningar.

## 5 Ytterligare information

För ytterligare information, kontakta föreståndaren Per Tunestål.

Telefon: 046-222 4208

E-post: [per.tunestal@energy.lth.se](mailto:per.tunestal@energy.lth.se)