

**NRIA
FLYG
2024**



TERMER OCH FÖRKORTNINGAR

- ACARE** Advisory Council for Aeronautics Research in Europe, råd för stärkandet av europeisk flygteknisk verksamhet med ansvar för framtagning av den strategiska forsknings- och innovationsagendan för flygteknik (SRIA) som utgör inriktningsdokument för EU:s civila flygforskning.
- ACS** Aerospace Cluster Sweden, nätverk av svenska aktörer inom flyg- och rymdområdet, som genom satsningar på innovation och affärsskapande aktiviteter bidrar till att lyfta Sveriges position inom flyg- och rymdindustrin.
- ATM** Air Traffic Management, system för flygledningstjänst (finns nationellt såväl som i internationell samverkan).
- Clean Aviation** Europas ledande forsknings- och innovationsprogram för omställning av flyget för en hållbar och klimatneutral framtid. Programmet, som redan i sina tidigare faser Clean Sky och Clean Sky 2 har varit Europas största flygforskningsprogram någonsin, är ett så kallat joint technology initiative/public-private partnership.
- Dual use** Varor, programvara och teknik som kan användas för både civila och

- militära ändamål.
- NFFP** Nationella flygtekniska forskningsprogrammet.
- OEM** Original equipment manufacturer, företag som har förmåga att utveckla och tillverka kompletta produkter bestående av flera komponenter, som produceras för en slutanvändare.
- SAF** Sustainable aviation fuel, syntetiskt hållbart flygbränsle. Begreppet gäller förnybara eller avfallsbaserade flygbränslen som uppfyller hållbarhetskriterier, och kan delas upp i SAF-bio (från biologisk råvara) och SAF-PTL (power-to-liquid, syntetiskt sammansatta med hjälp av tillförd energi).
- SARC** Swedish Aerospace Research Center, med LiU, Chalmers, KTH och LTU som huvudmedlemmar.
- SESAR 3** Single European Sky ATM Research, EU-program som utvecklar tekniska och operativa förutsättningar för det gemensamma europeiska luftrummet. Existerar i nuvarande form formellt som SESAR 3.
- SMF** Små och medelstora företag (upp till 250 anställda och årsomsättning inte överstigande 50 miljoner Euro).
- STEM** Science, technology, engineering,

and mathematics – samlingsbeteckning för ämnen inom vetenskap, teknik, ingenjörsvetenskap och matematik som anses vara grundläggande för ett innovationsstarkt samhälle.

- Trippelhelix** Tankemodell som handlar om samverkan mellan akademi, näringsliv och offentliga myndigheter.
- TRL** Technology readiness level, teknikmognadsgrad¹.
- U-space** En geografisk UAS-zon (för obemannade system) med speciella säkerhetsbefrämjande tjänster som tillhandahålls av olika tjänsteleverantörer, i Sverige samordnat av Transportstyrelsen.
- UAV/UAS** Unmanned aerial vehicle/unmanned aircraft system, det vi vardagligt kallar drönare, antingen som enskild farkost (UAV) eller som helt system med kringfunktioner (UAS).
- UTM** Unmanned-aircraft-system traffic management, ett system för trafikledning av obemannat flyg. Systemet är under utveckling.
- ¹ Se innovair.org/trl

DEFINITIONER

- Digitalisering** En del i en teknologisk process som har som syfte att, med hjälp av digital teknik, förbättra och effektivisera en verksamhet
- Flygteknik** Teknikområde för utveckling och tillverkning av flygfarkoster, flygmotorer och ingående delsystem samt system och metoder för flygledning.
- Forskning** Vetenskapligt studium, en aktiv, planmässig och metodisk process som bedrivs av forskare för att få nya kunskaper och öka vetandet.
- FoU** Forskning och utveckling, aktivi-

- teter längs hela kedjan från idé till färdig produkt där både nya och tidigare använda teknologier och kunskaper finns med och utvecklas.
- Innovation** Nytänkande som genom successiv höjning av TRL resulterar i en produkt, tjänst eller liknande som vunnit insteg på marknaden.
- Innovationsförmåga** Att kunna omsätta kunskap, kompetens och idéer i nya lösningar för att möta behov och efterfrågan på marknaden.
- Innovationssystem** System av funktioner som tillsammans ser till att inno-

vation kan realiseras på marknaden.

Marknad Den samlade globala efterfrågan på flygrelaterade produkter och tjänster som forskning och innovation i Sverige ska vara riktade mot att möta.

- Teknikområde** Område inom affärs-, näringslivs- eller yrkesverksamhet där utvecklingen av gemensam teknik är central.
- Termerna **teknik** och **teknologi** används synonymt i dokumentet, i enlighet med Terminologicentrums rekommendationer.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Termer och förkortningar, definitioner	2
Inledning	4
1 Megatrenderna som skapar innovationsbehov	6
2 Målen som möter behoven	10
3 Innovairs kärnverksamhet	14
4 Teknik i "teknosfären"	18
5 Flygteknik: Hållbart flyg	26
6 Flygteknik: Försvar och samhällssäkerhet	32
7 Förutsättningar för konkurrenskraftig innovation	38
Rekommendationer	46
Vi som tog fram NRIA Flyg 2024	51

FÖRDJUPNINGAR

Till texten hör ett antal fördjupande texter som beskriver ett antal utvalda fenomen mer i detalj:

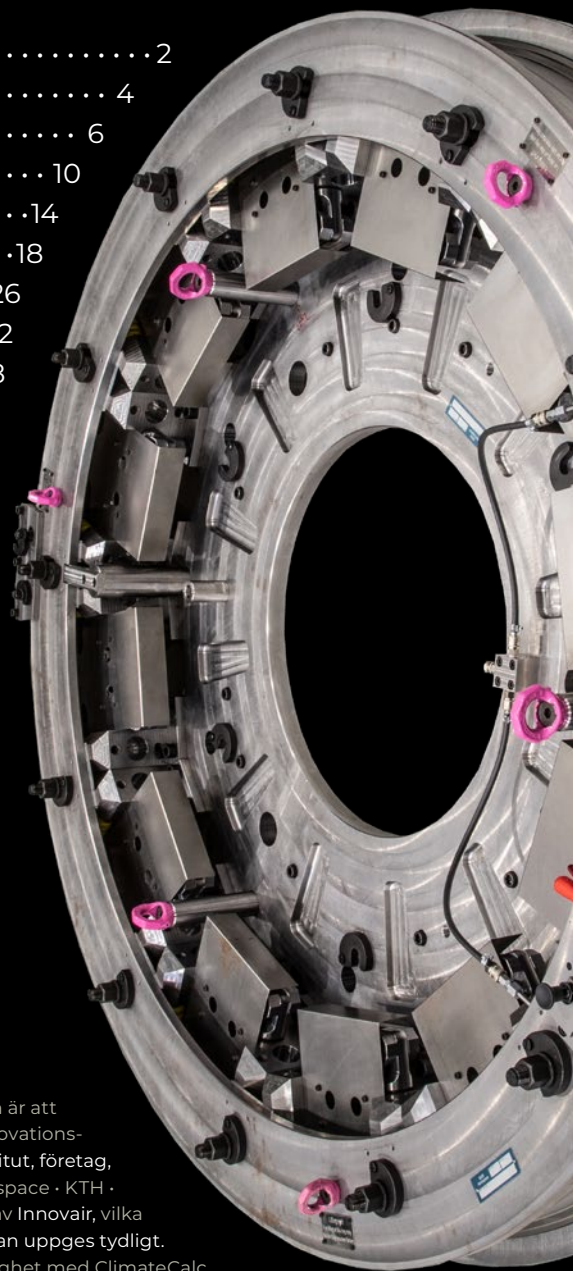
- A** Framdrivningsalternativ för fossilfritt flyg
- B** Framtida bränslen för flyg inom och från EU
- C** Bränsleproduktion
- D** Cirkularitet
- E** Luftrum
- F** Europeiska samarbeten
med koppling till försvarsområdet

Du hittar samtliga på innovair.org/nriaflyg2024/fordjupningar eller via QR-koden här intill.



OM DETTA DOKUMENT

NRIA Flyg 2024 är en agenda för svensk flygforskning och -innovation. Målsättningen är att stärka förutsättningarna för internationell konkurrenskraft inom det flygtekniska innovationsområdet. Dokumentet är framtaget av nyckelpersoner vid universitet/högskolor, institut, företag, intresseorganisationer och myndigheter (ACS · Chalmers · FM · FMV · FOI · GKN Aerospace · KTH · LiU · NFFP · Saab · SARC · Svenskt Flyg samt SMF och arenor) under processledning av Innovair, vilka tillsammans äger alla rättigheter till dokumentet. Innehållet får gärna citeras om källan uppges tydligt. Tryck: Åtta.45 Tryckeri AB, Järfälla, 2024. Denna trycksak är klimatkompenserad i enlighet med ClimateCalc.



Inledning



Det globala flyget är för närvarande föremål för stora förändringar. Sverige har sedan tidigare en stark ställning avseende teknisk innovationskraft och lösningar som är eftertraktade i många andra länder.

Civilt har flygbranschen fått ett uppsving, efter några år då covid-pandemin lamslog viljan att resa, flygtrafiken minskade drastiskt och beställningar på nya flygplan annullerades. Fyra år senare har nu det globala antalet passagerarkilometer i huvudsak återgått till tiden före 2020, fraktflyget har

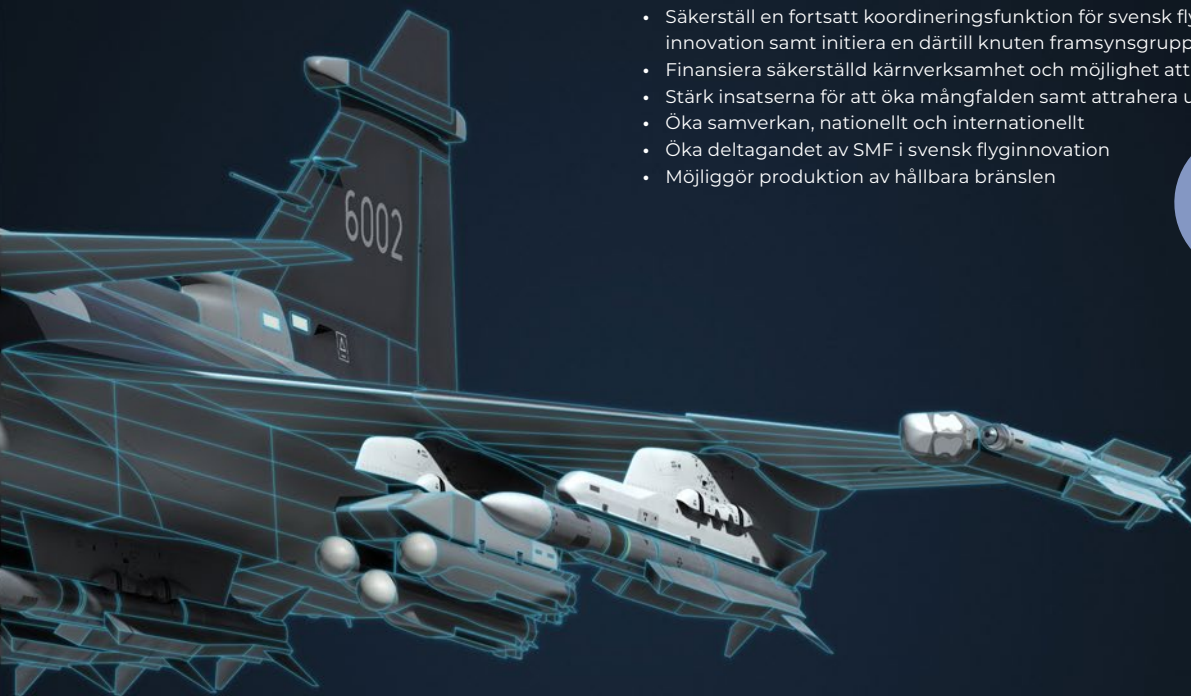
fortsatt öka och orderböckerna på nya flygplan i nästan alla storleksklasser är överfulla. Detta påverkar även Sverige, där svensk flygindustri är underleverantörer till alla stora motortillverkare och flygplansbyggare.

Samtidigt ökar kraven på hållbart och fossilfritt flyg, och inom EU skärps detta ytterligare genom Fit for 55¹ och annan tvingande lagstiftning.

Militärt har det förändrade sä-

kerhetsläget medfört ökat fokus på försvarsrelaterad FoU och innovation. Stridsflyg är sedan flera år klassat som ett väsentligt säkerhetsintresse och Sverige är nu en fullvärdig allierad i NATO. Vi har därtill sett en politisk enighet om vikten av ett starkare totalförsvaret, ökade beredskapssatsningar och behovet att ha nationella förutsättningar för att kunna utveckla, tillverka, modifiera, reparera och underhålla

¹ Fit for 55 är en samling lagstiftningsförslag som EU lanserat för att minska utsläppen av växthusgaser med 55 % till 2035, jämfört med 1990 års nivåer.



DE VIKTIGASTE BUDSKAPEN I DENNA NRIA – VÅRA SEX REKOMMENDATIONER:

- Säkerställ en fortsatt koordineringsfunktion för svensk flygteknisk forskning och innovation samt initiera en därtill knuten framsynsgrupp
- Finansiera säkerställd kärnverksamhet och möjlighet att möta nya tekniker
- Stärk insatserna för att öka mångfalden samt attrahera ungdomar och kvinnor
- Öka samverkan, nationellt och internationellt
- Öka deltagandet av SMF i svensk flyginnovation
- Möjliggör produktion av hållbara bränslen

Läs dem
i detalj
på sidorna
46–49

kvalificerad flygrelaterad materiel.

I Europa sker nu en inriktning i en ny försvarsindustristrategi för EU, som anger att försvarsmateriel framöver till en markant högre andel ska tillverkas i Europa och att synergier mellan civilt och militärt i högre grad utnyttjas (så kallad dual use). Även i Sverige lyfts dual use fram av regeringen, Försvarsmakten, Vinnova, IVA med flera centrala aktörer, som angeläget för att bibehålla och utveckla svensk försvarsindustriell förmåga.

Allt detta påvisar vikten av en stra-

tegisk satsning på flygteknikområdet, vilket sedan 1990-talet drivits framåt av dual use-satsningar genom NFFP, de senaste tio åren med Innovair som pådrivare. Den traditionella forskningen behöver dock utvidgas med andra satsningar, vilket är orsaken till att denna agenda, NRIA 2024, skiljer sig en del från sina fyra föregångare. Tydliga betoningar läggs nu på åtgärder för att identifiera och omhänderta nya teknologier, initiera mer nationell och internationell samverkan, stödja små företag och startup, med bibehållen

grund i de starka positioner som svensk flygindustri genom åren byggt upp i en internationell konkurrens.

NRIA 2024 inleds med en överblick på området och vad som påverkar detsamma, beskriver Innovairs mål och kärnverksamhet. Därefter presenteras de teknikområden som bedöms vara mest centrala för svenska flygaktörer. Agendan listar ett stort antal utmaningar och avslutas med sex rekommendationer.

1

Megatrenderna som skapar innovationsbehov

Trots Sveriges förhållandevis lilla befolkning är vår nationella flygtekniska innovationsförmåga mycket stark. Men omvärlden förändras snabbt och vi behöver hänga med i svängarna.



SVERIGES UTGÅNGSPUNKT

Sverige är ett av få länder i världen som har kapacitet att utveckla och tillverka stridsflygplan i världsklass. Vi har också en stark position i flygmotorbranschen, där svensktillverkade delar och komponenter finns i över 90 % av alla civila flygmotorer i drift. Denna position, som ursprungligen bygger på ett arv från historiska satsningar, är unikt stark för ett land med Sveriges folkmängd och har kunnat bibehållas och utvecklas över tid tack vare målmedvetna flygtekniksatsningar, både civilt och militärt.

Vi kan konstatera² att en bidragande faktor är att Sveriges innovationsaktörer på flygteknikområdet är mycket samspelade. Vi har dokumenterat god förmåga att arbeta i hela innovations-

kedjor med en övergripande systemförståelse – som behöver finnas i hela innovationssystemet med akademi, industri och offentlig sektor (aktörerna i trippelhelixen). Vi vet också att en god förmåga att vara relevant på marknaden nu och i framtiden kräver kontinuerliga insatser på samtliga TRL.

Vi har dessutom insett att våra innovationskedjor inte får ha några svaga länkar, exempelvis i övergången mellan akademisk forskning och industriell utveckling, så att insatser på forskningsnivå kan resultera i fullbordad innovation med produkter, tjänster och system på marknaden.

Vårt starka utgångsläge ger oss goda förutsättningar att, med svensk flygteknisk innovation, bidra till skapandet av global nytta. Vår förmåga ska kunna utveckla lösningar på stora samhälls-

utmaningar – och samtidigt skapa näringspolitiska poänger för Sverige. Men detta kräver att vi arbetar systematiskt för att tillvarata vår starka position. Rätt förutsättningar behöver finnas på plats. Vi måste arbeta strategiskt – och vi är bra på det.

DRIVKRAFTER – MEGATRENDER

Omvärlden förändras snabbt och omfattande, kanske snabbare och mer omfattande än någonsin förut. Globala megatrender handlar om exempelvis samhälleliga och mänskliga behov (bland annat adresserade i FN:s hållbarhetsmål, se faktaruta) men också om teknisk utveckling. Allt behöver samsas i en gemensam och hållbar utveckling framåt.

FN:S HÅLLBARHETSMÅL



FN:s 17 hållbarhetsmål – inklusive delmål och resurser – är av vitt skilda slag. Därför kan även relevansen för flygområdet vara det, exempelvis genom möjliggörandet av möten mellan människor, forskning/utbildning, hållbar teknik eller försvarsverksamhet. På [innovair.org/mal](https://www.innovair.org/mal) finns en lista på de mål, delmål och resurser som bedöms vara relevanta för svensk flygteknisk innovation. I Innovairs rapport Innovair och FN:s hållbarhetsmål³ (2023) finns en utförlig beskrivning av hur denna relevansbedömning har gjorts.

Vi återkommer till hur vi förhåller oss till dessa FN-mål i kapitel 2.

För att möta denna utveckling behöver Sverige säkra sina förmågor att hantera trenderna på bästa möjliga sätt, och därigenom fortsätta vara en relevant innovationsnation.

NRIA Flyg 2024 identifierar två tydliga behovsgrundade megatrender som sedan länge har varit huvudsakliga yttre drivkrafter för flygteknisk innovation i Sverige.

MEGATREND 1: Klimatförändringar



Klimatet förändras. Det är osäkert hur stor global uppvärmning människans aktivitet kommer att bidra till innan utvecklingen kan vändas, men att det handlar om ett bekymrande scenario är forskare, organisationer och regeringar världen över överens om.

Samtidigt ser världen en snabb förbättring av människors levnadsstandard på många håll. Denna förbättring medför ökade krav på möjligheter till flygresor och -transporter, vilket i sin tur gör att branschen bedömer att det de närmaste 20 åren kommer att byggas 40 000 nya flygplan i storleken 100 passagerare och uppåt⁴ – vilket ska jämföras med att det i dag finns cirka 25 000 flygplan

globalt i samma storleksklass.

Ökat resande tillsammans med kraven på reducering av skadliga utsläpp utgör en svår ekvation. Det finns ingen enskild åtgärd som löser hela problemet; för att ekvationen ska kunna lösas måste innovation ske i olika utvecklingsspår parallellt. Totalt sett berörs naturligtvis hela livsrymden, inklusive produktionskedjor och hantering av uttjänt material, av kraven på ekologisk hållbarhet. Här ser vi satsningar på hållbara bränslen, vätgas och elektricitet liksom fortsatta satsningar på minskad energiförbrukning som viktiga områden.

Vi möter
trenden i
kapitel 5

- 2 NRIA Flyg 2016, NRIA Flyg 2020.
- 3 [innovair.org/innovair-och-fns-hallbarhetsmal](https://www.innovair.org/innovair-och-fns-hallbarhetsmal)
- 4 Global Market Forecast 2023, Airbus, 2023.

MEGATREND 2: Försämrat säkerhetsläge och geopolitik



En ny världsordning håller på att växa fram. Globaliseringen påverkas i spåren av att polariseringen och konflikterna ökar i världen⁵. Frågor om nationellt eller internationellt fokus diskuteras i många länder och demokratiska ideal får allt svårare att hävda sig. Makten över jordens råvarutillgångar som grund för fortsatt utveckling skapar geopolitiska spänningar och strävan efter nya koalitioner. Därtill är tillväxten i många länder fortfarande svag efter covid-pandemin. Ovanpå allt sker stora demografiska förändringar i samband med folkströmmar, som kan bero på konflikter, krig, naturkatastrofer och terrorism. I dagens formativa skede är det svårt att förutsäga om, eller när, en stabilare värld går att definiera.

För Sveriges del innebär ovanstående, kanske bäst illustrerat av Rysslands storskaliga anfallskrig mot Ukraina, att vår nation radikalt måste öka sin militära förmåga. Samma budskap gäller i de flesta av EU:s medlemsländer. Sverige ligger nu i nivå med NATOs krav på att försvarsbudgeten ska motsvara två procent av BNP. Trots detta kommer det att finnas tuffa resursmässiga utmaningar för omställningen, inte minst vad gäller att få funktioner på plats tillräckligt snabbt. Men kvalificerade stridsflyg- och luftförsvarssystem utgör en central säkerhetshöjande faktor i den av regeringen ansatta ambitionsnivån för Sveriges långsiktiga försvarsförmåga.

Vi möter
trenden i
kapitel 6

Dessa två megatrender är sammanlänkade. Klimatförändringen gör att de internationella spänningarna ökar via klimatflyktingar, nya konflikter, terrorism och ytterligare flyktingströmmar till vår del av världen. Vi kan också se att Arktis blir allt varmare och drar till sig intresse från världens stormakter, för nya transportvägar och utvinning av naturtillgångar. Detta ökar spänningarna och därmed säkerhetshotet för Nordkalotten, där Sverige som NATO-allierad har en viktig roll att spela. Politiskt växer en alltmer multipolär värld fram.

Förhandlingarna om utsläppsminskningar går sakta, och på det globala planet motsvarar inte verkligheten de önskade minskningarna av växthusgaser. Omställningen, som behöver innehålla en energiomställning mot fossilfrihet och ett ökat inslag av cirkularitet, pågår inom många områden men drivkraften och viljan att bidra varierar bland världens länder. Viktiga parametrar är tillgänglighet på resurser och ekonomiska incitament, men också politiska allianser och önskan att ha egen nationell rådighet över sitt agerande. Det sistnämnda bottnar i synen att en nations uthållighet i kriser i hög grad beror på hur självständig man har förutsättningar att vara, i allt från råvaruförsörjning, lagerkapacitet, produktionsresurser och inte minst ett kompetent innovationssystem med kompletta kedjor från utbildning till slutlig produktion.

Vi identifierar också en tredje megatrend som inte på samma sätt utgår från samhällsbehov men som påverkar oss mycket starkt som innovationsnation.

5 ucdp.uu.se

MEGATREND 3: Accelererad teknikutveckling – nya tillämpningar



En tredje trend handlar om snabbheten i den tekniska utvecklingen, exempelvis digitaliseringen och miniatyriseringen, som skapar ständigt nya möten mellan teknik och tillämpningar. Teknikutvecklingen påverkar snart sagt varje aktivitet i samhället, i varje land och även ut i världsrymden. På motsvarande sätt som atmosfären omsluter jorden och ger oss förutsättningar för liv, har "teknosfären"⁶ blivit en naturlig och nödvändig del av vår dagliga tillvaro. Vi kommer i fortsättningen använda detta begrepp som en samlande metafor för olika framväxande teknologier och tillämpningar som denna agenda har att förhålla sig till – i dag och framgent.

I många fall går den tekniska utvecklingen fortare än behovsformuleringen, vilket ger en "technology push" som påverkar oss kraftigt. Sverige som innovationsnation måste säkerställa att vi kan förstå och utnyttja potentialen i ny teknik på effektivast möjliga sätt, vilket i de allra flesta fall ställer krav på att vi behärskar – och på utvalda områden även leder – teknikutvecklingen. Ännu viktigare är att vi, inte minst på grund av flygteknikområdets långa ledder, kan säkerställa att vi kommer att ha den förmågan i framtiden. Det är det enda sättet för oss att behålla och

förstärka vår position som relevanta innovationsaktörer.

Den snabba utvecklingen kommer att ställa krav på att vårt innovationssystem är öppet för kommande teknik och att vi kan uppjobba en strategisk innovationsförmåga inom relevanta områden för att kunna befinna oss på en tillräckligt hög TRL-nivå om och när möjligheterna ges. Det betyder att vi inte enbart kan fokusera på tydligt behovsdriven innovation; vi behöver också kunna vara proaktiva och ha en startberedskap när tekniksprång inträffar.

Utvecklingstrenden handlar inte enbart om tekniksprång inom helt nya områden. Ordet "ny" avser för oss även teknik som inte tidigare har funnits inom flygteknikområdet. Den intressanta nya tekniken kan ha kommit längre i sin utveckling på andra områden. Därför blir det av kritisk vikt för oss att bevaka omliggande tillämpningsområden utanför den rena flygtekniken. Här finns mycket att bevaka inom transportområdet som helhet men naturligtvis även inom sådana områden som AI och självlärande system, autonomi, MMI (människa-maskin-interaktion), digitalisering, elektrifiering, spelteori ... listan blir lång.

Vi möter
trenden i
kapitel 4

Två kraftigt samhällsbehovsdrivna megatrender och en mer teknikdriven kompletterar alltså varandra för att skapa Sveriges innovationsbehov inom flygteknik. Det är Innovair (se närmare beskrivning i kapitel 3) som samlar det flygtekniska innovationsområdet i Sverige, och det är NRIA Flyg som formulerar strategin för hur behoven ska uppfyllas.

6 Teknosfär = ett systemteoretiskt begrepp från 1960-talet som ett samlingsnamn på vår tekniska omgivning, inkluderande bland annat produkter, maskiner, datorer och all teknisk infrastruktur – skapad av människor för mänskliga behov.

Världen – och Sverige
– står inför stora
utmaningar. Läs vidare för
att se hur vi möter dem.

2

Målen som möter behoven

Innovair bildades 2013, men verksamheten att koordinera flygteknisk forskning och innovation har anor från 1990-talet. Under hela programmets livstid har vi avgränsat oss till en tydlig kärnverksamhet.



INNOVAIRS ÖVERGRIPANDE PROGRAMMÅL

Kraften i det svenska innovationssystemet för flygområdet har under ett drygt decennium kanaliserats via SIP Innovair. Genom att ta fram agendor

som den du just nu läser, genom att samla aktörer med likartade utmaningar och genom att ordna aktiviteter både nationellt och internationellt har vi arbetat för att tydliggöra och påverka relevanta beslutsprocesser. Verksamheten styrs av en effektlogik⁷

(se schematisk bild i figur 1) i vilken vi formulerar våra övergripande mål som strategiskt innovationsprogram (SIP).

Dessa övergripande program mål gäller bidrag till globalt klimatarbete, samhällssäkerhet och näringspolitiska poängar för Sverige (se sida 11).



Figur 1: Principen för Innovairs effektlogik: vi genomför **aktiviteter** som ger **resultat**, som i sin tur ger **effekter**. Dessa siktar mot våra **strategiska mål**, som hjälper oss att uppnå de **övergripande programmålen**.

⁷ innovair.org/effektlogik

Övergripande
programmål 1:
KLIMATNEUTRALITET



EU:s mål för klimatneutral luftfart uppfyllda av globala tillverkare med hjälp av svensk flygteknik

Detta övergripande mål är det som styr Sveriges innovationsaktiviteter för hållbart flyg. Resonemanget är att svensk flygteknik bidrar till uppfyllandet av uppsatta internationella (europeiska) mål genom att svensk flygindustri deltar som partner i internationella OEM:s flygplans- och motorutvecklingsprogram, som siktar mot målen.

Detta är fallet för exempelvis Saab, GKN Aerospace och PowerCell, men målet gäller principiellt också för den del av industrin som utvecklar egna flygplan, exempelvis Heart Aerospace och Blackwing. Målet är också styrande för utvecklingen av flygtrafikledning, där exempelvis Saab Remote Tower har uppmärksammats.

Som nation måste vi vara innovationsmässigt konkurrenskraftiga, och följaktligen måste vi arbeta mot samma klimatmål som andra länder. I första hand handlar denna punkt därför om att svensk innovation behöver kunna konkurrera på lika villkor för att kunna bidra till helheten (läs mer om Sveriges roll i den hållbara helheten på sida 15).

Övergripande
programmål 2:
FÖRSVAR OCH SÄKERHET



Stärkt svensk försvars- och säkerhetsförmåga med hjälp av svensk flygteknik

Flygteknisk innovation på militärsidan tjänar två syften: dels skapar egenutvecklad teknik oberoende, rådighet och handlingsfrihet med stort värde i icke-fredstid; dels bidrar förmågan till egen utveckling med stort värde för Sverige som beställare av teknik från andra håll. Försvarsförmåga och försvarsindustriell förmåga går hand i hand.

Behovet av dessa förmågor, och förutsättningarna för att möta behoven, har ändrats drastiskt under senare år. Vårt NATO-medlemskap bidrar nu till den nödvändiga förmågeökningen vad gäller nationellt försvar, men ställer också krav på Sverige att bidra till NATOs samlade förmåga, både i vårt närområde och för att skydda alliansens intressen längre bort.

Sveriges geografiska läge med ett historiskt starkt flygvapen och en stark och konkurrenskraftig flygindustri gör att det både nationellt betingade och förväntade bidraget till NATO kan förväntas innehålla en relativt stor andel stridsflyg och luftförsvarsförmåga.

Oberoende av framtida vägval för det svenska luftförsvaret är det nödvändigt att vidmakthålla en nationell förmåga att integrera och vidareutveckla kvalificerade stridsflygsystem med tillhörande sidosystem.

Övergripande
programmål 3:
NATIONELL TILLVÄXT



Nationell tillväxt och export inom flygteknik och (via tekniköverföring) övrigt näringsliv

På precis samma sätt som försvarsindustriell förmåga är starkt knuten till försvarsförmåga är innovationsförmåga en förutsättning för att ett samhälle ska kunna utvecklas och skapa nyttor och värden på många områden. Denna innovationsförmåga, både civil och militär, är direkt kopplad till näringspolitiska mål, inte minst som garant för långsiktighet i utvecklingen.

Det finns också en betydande spridningseffekt: ett modernt flygsystem innehåller verklig spets teknik, därtill med mycket höga certifieringskrav, som kan ge spill-over till andra sektorer, vilket betyder att framtagen flygteknik sällan stannar enbart inom flygområdet. Det finns många goda exempel på hur teknik har överförts till andra branscher och sektorer och där har kunnat ge tillskott till innovation som annars hade tagit lång tid och kostat stora resurser (se kapitel 7).

Sverige behöver försvara och utveckla sin position på utvalda områden för att dra fortsatt samhällsekonomisk nytta av den flygtekniska förmåga vi har inom landet.



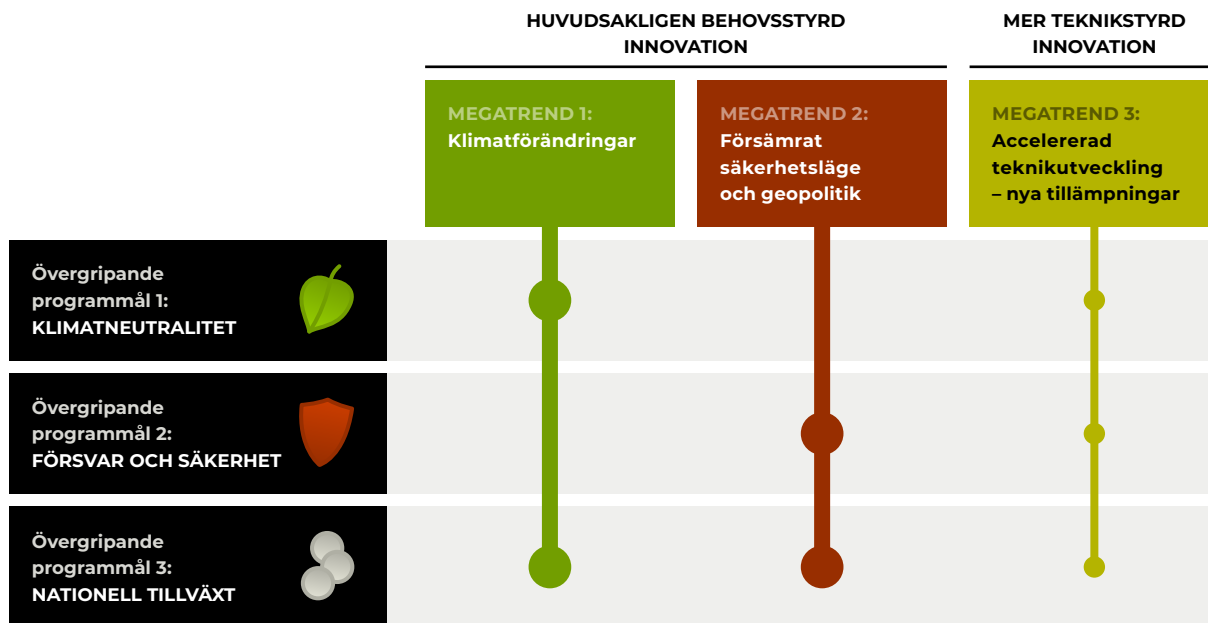
ÖVERENSSTÄMMELSE MELLAN MEGATRENDER OCH PROGRAMMÅL

Med ovanstående i beaktande är det tydligt att det finns en logisk överensstämmelse (se figur 2) mellan de två

första identifierade megatrenderna (klimatförändringar och förändrad samhällssäkerhet, se kapitel 1) och Innovairs övergripande program mål (ovan).

Den tredje megatrenden (ny teknik

och nya tillämpningar), drivs inte av samma tydliga behov som de två andra trenderna, men påverkar ändå situationen i och med att den ger förstärkta förutsättningar för lösningar på dessa.



Figur 2: Innovairs behovsstyrda upplägg tydliggörs av att våra tre övergripande program mål är väl synkade med de två megatrender som gäller klimatförändringar och samhällssäkerhet. Trenderna bidrar till fokus på de behov som bör utgöra grunden för svensk flygteknisk innovation. Den tredje megatrenden har svagare kopplingar men skapar förutsättningar och ger en annan sorts drivkraft för innovationen.



Figur 3: I Innovairs effektlogik finns våra strategiska mål, som hjälper oss att uppnå de övergripande programmålen.

INNOVAIRS STRATEGISKA MÅL

Som hjälp på vägen för att nå de övergripande programmålen sätter Innovair upp strategiska mål (se figur 3); vi ska skapa klimatneutral luftfart och vi ska skapa försvars- och säkerhetsförmåga – och vi ska göra detta på ett sätt som stärker vår nationella konkurrenskraft. Det är nämligen enbart genom att vara näringspolitiskt konkurrenskraftiga som svenska aktörer har chans att delta i det globala samarbetet för att möta megatrenderna.

De strategiska målen är redovisade i detalj på Innovairs webb⁸. Här nedan

nöjer vi oss med att beskriva dem schematiskt.

Målen är uppdelade i två målområden. Det ena handlar om att **Sverige ska vara en självklar aktör på den globala flygmarknaden**, och här är parametrar som omsättning, export och antal anställda lämpliga måttal på hur väl vi arbetar för att möta megatrenderna, liksom antalet SMF – i synnerhet sådana som har certifierats som leverantörer till flygindustrin. Det andra målområdet gäller att **Sverige behöver ha en hög innovationseffektivitet på flygteknikområdet**, och här bedömer vi att värdet av vunnen

projektfinansiering från EU respektive ledtiden från TRL 1 till TRL 9 i ett typiskt referensprojekt är lämpliga måttal på effektiviteten inom innovationssystemet.

De strategiska målen är satta på två horisonter: dels 2035, vilket benämns medellång sikt men egentligen motsvarar “kort sikt” i flygets utvecklingskedja; dels 2050, som ger oss en tidsrymd motsvarande en hel utvecklingskedja av en ny flygplanstyp och som också utgör måläret för klimatneutralitet i EU:s lagstiftningspaket på klimatområdet benämnt Fit for 55.

Innan vi tittar i kikaren för att adressera hur vi konkret vill möta megatrenderna vill vi beskriva Innovairs verksamhetsområde – och de tendenser vi ser för hur det påverkas av vad som händer i omvärlden.

8 innovair.org/mal

3

Innovairs kärnverksamhet

Innovair bildades 2013, men verksamheten att koordinera flygteknisk forskning och innovation har anor från 1990-talet. Under hela programmets livstid har vi avgränsat oss till en tydlig kärnverksamhet.



INNOVAIR – FLYGTEKNIKENS KOORDINERANDE KRAFT

Innovair är Sveriges nationella strategiska innovationsprogram för flyg. Programmet som finansieras via Vinnova samlar och stödjer olika aktörer från företag, universitet, högskolor, institut, intresseorganisationer och myndigheter verksamma inom flygteknikområdet. Programmets huvudsakliga syfte är att arbeta för goda förutsättningar för en stark flygindustri i Sverige och att stärka flygteknikområdet genom ökad samverkan, forskning och informationspridning.

CIVILT VERKSAMHETSOMRÅDE

På den civila sidan är Saab OEM (Original Equipment Manufacturer, se termer och förkortningar) för regionalflygplanen Saab 340 och Saab 2000, där det totala antalet operativa flygplan 2023 är cirka 300 (240 av 340-modell, 60 av 2000-modell). Det svenska företaget Blackwing är OEM för ett tvåsitsigt sportflygplan som finns i cirka tio exemplar, och Heart Aerospace är ett svenskt företag med ambitionen att bli OEM för ett egenutvecklat hybriddrivet flygplan för 30 passagerare och omkring 200 kilometers räckvidd

med batteridrift och ytterligare 200 kilometer med flygbränsle drivena elgeneratorer.

Viktigt att notera är att dessa svenska civila OEM levererar produkter inom marknadssegment som står för en minoritet av utsläppen (se kapitel 5 och **fördjupning A** – länk på sida 3 – där vi gör en detaljerad genomgång av segment och framdrivningstekniker). Lösningar som är anpassade för Sveriges förhärskande flygsegment (regionalflyg och kortdistansflyg plus eventuella kommande lösningar inom urban air mobility) kommer att ha betydligt mindre inverkan i de segment



SVERIGES ROLL I DEN HÅLLBARA HELHETEN

Svensk flygindustri har haft framträdande roller i EU-initiativen Clean Sky, SESAR och Clean Sky 2. Initiativen har haft stor betydelse för att utveckla en europeisk teknikportfölj för nästa generations civila flygplan och flygtrafikledning. Nu tas detta vidare in i Clean Aviation och SESAR 3 där teknikportföljen ska demonstreras på höga TRL. Målet är att möjliggöra projektstart av nästa generation civila flygplan under senare delen av 20-talet, för att nå marknaden med ett nytt flygsystem 2035 som gör det möjligt att uppnå de tuffa utsläppsmål som ACARE, Clean Aviation, SESAR 3 och EU-kommissionen (Fit for 55) satt upp.

Svensk flygindustri är i högsta grad med i dessa projekt där ett stort fokus läggs på fossilfritt flyg och teknik som möjliggör användandet av vätgas i flygplan men också teknik som gör flygplanen mer aerodynamiskt effektiva och lättare, teknik som bidrar till effektivare flygbanor samt el- och hybridlösningar för det lokala regionalflyget. I och med Sveriges medverkan har vi som nation goda förutsättningar att bidra med produkter för att minska de klimatpåverkande utsläppen.

där de stora utsläppen finns.

Som vi ska se i kapitel 5 har den civila delen av Innovairs kärnverksamhet traditionellt varit inriktad på att i stället adressera de stora utsläppen – och den klimathotande megatrenden – som uppstår vid långa flygningar på hög höjd, i segmenten som kallas medeldistansflyg (med cirka 150 passagerare) och långdistansflyg (med 250 passagerare eller fler). Därför består svensk civil flygteknisk innovation av väldigt mycket mer än de nämnda OEM-funktionerna. Innovairs medlemsföretag (liksom budskapen i denna och tidigare NRIA Flyg) fokuserar på att samverka

med stora internationella OEM och hjälpa dem att lösa klimatproblemen – samtidigt som vi skapar näringspolitiska nyttor för Sverige.

Sveriges leveranser av delsystem till internationella OEM utgör lejonparten av svensk civil flygteknisk innovation. Eftersom Sverige inte når marknaden på egen hand i dessa segment är denna del av svenskt innovationsarbete inriktad mot att bidra med bästa möjliga teknik till de internationella utvecklingsprogrammen. I stort sett all vår civila innovation sker därför nationellt (dock i internationellt samarbete) upp till TRL 6, genom forskning och de-

INNOVAIR – KORT HISTORIK

Innovair startade som program 2013, men den bakomliggande verksamheten – att samla Sveriges flygteknikaktörer kring en gemensam nationell profil för bästa internationella konkurrenskraft – är mycket äldre än så. I annan form har verksamheten funnits sedan 1994, då det nationella flygtekniska forskningsprogrammet (NFFP) bildades i samverkan mellan Försvarsmakten, FMV, NUTEK (föregångare till Vinnova), svensk flygindustri och svenska forskningsaktörer.

Läs mer på innovair.org

monstration, varpå våra innovationsaktörer sedan kan ta del i utvecklingsverksamhet på högre TRL i samverkan med andra.

Denna övergång till internationell samverkan kan endast ske om vi som nation är innovationsmässigt konkurrenskraftiga. Och det kan vi bara vara om vi samverkar på samma villkor som våra partner i utlandet. För att kunna fortsätta vara en relevant innovationsspelare arbetar Innovair därför mot samma europeiska klimatrelaterade mål som våra konkurrenter och samarbetspartners.

Läs mer om detta i Innovairs rapport Innovair och FN:s hållbarhetsmål⁹.

MILITÄRT VERKSAMHETSOMRÅDE

På den militära sidan är Saab OEM för stridsflygplanet Saab 39 Gripen, och man har tidigare haft ett antal

⁹ innovair.org/sdg

andra kompletta militära flygplan i sin portfölj. Saab är också integratör av plattformen Global Eye samt tränings-systemet T7 tillsammans med Boeing. På flygmotorsidan är GKN Aerospace typcertifikathållare med OEM-ansvar för motorn RM12 till Gripen C/D. Internationell samverkan sker dels genom samarbeten styrda direkt av industrin, dels genom projektsamverkan på bilateral nivå där Innovair koordinerar verksamheten och där myndigheter, akademi, institut och företag medverkar.

Mycket av svensk militärteknisk flyginnovation drivs av Forsvarsmaktens och flygvapnets behov samt av vårt omvärldsläge som ställer krav på resiliens och nationell OEM-förmåga. Den militära teknikutvecklingen bidrar starkt till svensk flygindustriell förmåga, både civil och militärt, vilket också återspeglas i Innovairs verksamhet och i den nationella flygtekniska agendan.

Avseende internationell samverkan sker sådan dels genom samarbeten styrda direkt av industrin, dels genom projektsamverkan på bilateral nivå där Innovair koordinerar verksamheten och där myndigheter, akademi, institut och företag medverkar eller genom samverkansprojekt inom EDF (se kapitel 6).

DUAL USE

De tidigare utgåvorna av NRIA har innehållit en tydlig uppdelning i civilt och militärt flyg, men teknikutvecklingen i samhället suddar i allt högre grad ut många sådana gränser. Många teknologier är desamma i civil och militär tillämpning, och bland övriga är ofta de tidiga utvecklingsstegen på låga TRL desamma. Den säkerhetspolitiska utvecklingen i omvärlden, i kombination med en mycket kompetent svensk

flygindustri, har dessutom på senare tid bidragit till en politiskt förankrad viljetryckning att snabbare ta tillvara civila innovationer för att bygga kvalificerad försvarsförmåga. Allt detta är exempel på vikten av fokus på dual use (civil-militär samutveckling), för att skapa synergier och effektivitet i innovationen. Innovair har genom åren tydligt fokuserat mot sådan flygrelaterad forskning vars resultat kan tillämpas i både civila och militära applikationer. Vi återkommer till dual use i kapitel 7.

PRIORITERADE TEKNIKOMRÅDEN OCH DEMONSTRATORER

Allt som är flyg är inte nödvändigtvis flygteknik, och all flygteknik har inte fullt ut tagit plats i Innovair. Ansvarsområdet för Innovair, och de strategiska innovationsagendorna NRIA Flyg, har hittills handlat om att möta de två första megatrenderna beskrivna i kapitel 1 – klimatförändringar respektive försämrat säkerhetsläge och geopolitik – och samtidigt skapa näringspolitisk nytta. Detta har gett programmet en stark behovsstyrning.

En avgränsning har traditionellt gjorts till den teknik som har tagit plats i flygfarkoster, från generell material- och produktionsteknik via komplexa spetsteknologiska lösningar på specifika problem till system- och system-av-system-studier. I undantagsfall har programmet också hanterat möjliggörande teknik utanför farkosterna, såsom infrastruktur och operationella hjälpmedel.

Teknikinnehållet i forskningen har definierats av en uppsättning prioriterade teknikområden¹⁰ som har utgått från de tre övergripande programmå-

¹⁰ innovair.org/nria-flyg/nria-flyg-prioriterade-teknikomraden

Figur 4: Innovairs traditionella kärnverksamhet har styrts av effektlogikens övergripande program mål och finansierats av både NFFP-medel (för forskning) och SIP Innovair-medel (för demonstration och programkontor). På EU-nivå söks finansiering främst från EU Horizon Europe och EDF.





len (se figur 4). Dessa teknikområden har uppdaterats med tiden och är helt koordinerade med teknikområdena inom flygsektorns dominerande forskningsfinansiering (på låga TRL), det vill säga NFFP. Teknikområdena är formulerade för att på den civila sidan utveckla teknologier och konkurrenskraft för att via demonstratorer kunna vinna affärer med internationella OEM, och på den militära sidan kunna vidmakthålla en nationell förmåga att integrera och vidareutveckla kvalificerade stridsflygsystem med tillhörande stödsystem. Även finansieringen av demonstratorer har varit riktad mot detta teknikinhåll. De prioriterade teknikområdena är alltså en direkt koppling till programmets behovsstyrning, som dock kräver en fortlöpande översyn.

VIKTEN AV EN NEUTRAL PART

Det är värt att betona behovet av en gruppering som Innovair som en oberoende och neutral aktör utan kommersiell direktkoppling, representerande hela trippelhelixen inom flygsektorn, för att driva frågor där det inte finns andra organisationer som kan förväntas göra det. Innovair

– och övriga SIPar – byggdes upp som strategiska instrument för att höja kvaliteten och effektiviteten i svensk innovation; den strategiska komponenten förutsätter en långsiktighet och en kontinuitet. Ur både ett ekonomiskt och ett förmågemässigt perspektiv är ett fortsatt nyttjande av de uppbyggda strukturerna rimligt. Innovairs insatser i sin kärnverksamhet har i utvärderingar bedömts som mycket värdefulla för Sverige och har gett bevisat starkt resultat.

Innovair upphör som SIP år 2027 och det behöver därför i god tid dessförinnan tas beslut rörande tiden därefter. Den koordinerande kraften behöver finnas kvar, gärna med bibehållen benämning eftersom namnet är väl inarbetat, inte minst internationellt. Det förtroendekapital som finns, där Innovair agerar både i nationella och internationella sammanhang är viktigt att bygga vidare på. Dessutom har Innovair ett ansvar för de strategiska mål som beskrivs i föregående kapitel, de behöver följas upp.

UTMANING: Innovair behövs långsiktigt, för att fylla rollen som en oberoende aktör med representation från hela trippelhelixen – och finansiering måste säkras.

BEHOVET AV VIDGAT FOKUS

Innovairs verksamhetsområde, som traditionellt har rört sig inom ovanstående fält, utmanas nu av snabbt framväxande teknik som söker nya tillämpningar. Nya teknikområden och de ökade kraven på snabb anpassning breddar den flora av teknikområden som är knutna till kärnverksamheten för Innovair. Här hittar vi bland annat en stark utveckling inom det obemannade segmentet (oftast benämnda UAV/UAS¹¹ eller drönare) som har fått en ökad både reell och medial uppmärksamhet, men också andra möjliggörande tekniker. Vi finner också både synergier och utmaningar av karaktären dual use, liksom specifika civila och militära behov av fördjupning.

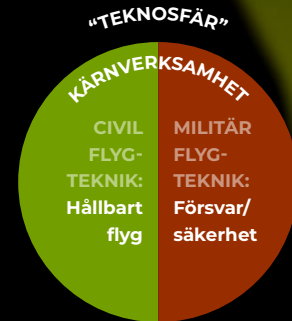
¹¹ UAV = Unmanned Aerial Vehicle – obemannad flygfarkost; UAS = Unmanned Aircraft System – obemannat flygsystem, det vill säga farkost plus tillhörande (markbaserade) system.

Innovairs kärnverksamhet har betytt mycket för den flygtekniska kärnverksamheten i Sverige. Men räcker den för att möta de tre megatrenderna? Vi börjar med att kika på megatrend 3 – accelererad teknikutveckling och nya tillämpningar – för att få lite nya insikter.

4

Teknik i "teknosfären"

Här pekar vi på behovet för flygsektorn att på ett tydligare sätt analysera och omhänderta den snabba teknikutvecklingen som sker inom andra domäner.



”TEKNOSFÄREN” – EN METAFOR FÖR HUR VI OMHÄNDERTAR NYA, SNABBT FRAMVÄXANDE TEKNOLOGIER

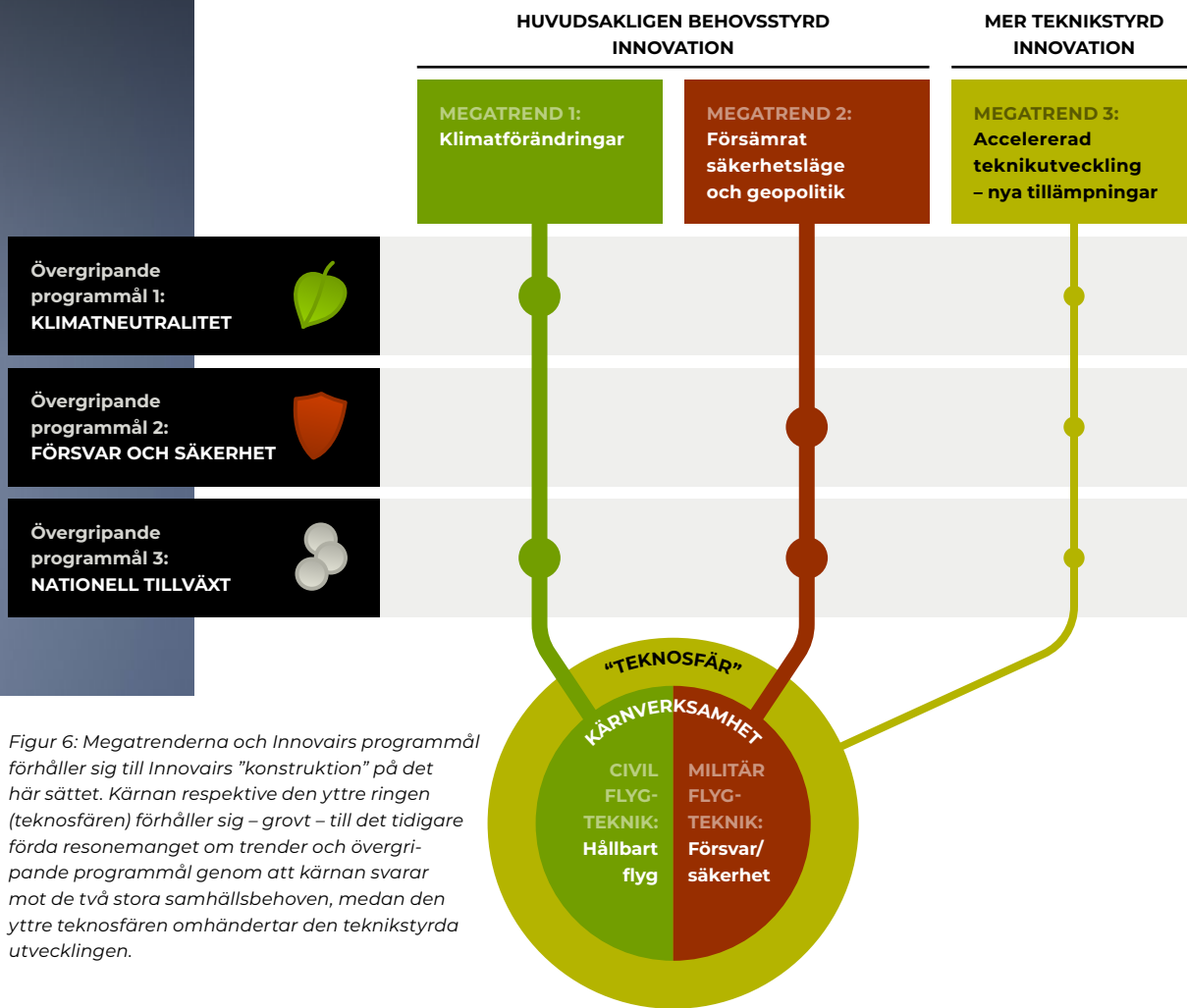
Vi har, motiverat i texten om megatrend 3 i kapitel 1, valt metaforen teknosfär för att beskriva Innovairs ”konstruktion” och verksamhet. Kärnan består, men tillväxer med nya lager av teknik och tillämpningar, genom en ständig påverkan från förändringar i den omgivande teknosfärens trender och strategiska riktningförändringar (se figur 5).

Teknikutvecklingen går mycket fort och det finns en möjlig marknad för teknik och tillämpningar som ligger utanför Innovairs och NRIA Flygs traditionella kärnverksamhet. Dessa tekniker och

tillämpningar kan vara både civila och militära, och ha stark dual use-potential. Det handlar exempelvis om bemannade och obemannade system i samverkan, avancerad digitalisering, drivmedelsutveckling, AI och självlärande system, elektrifiering, automatisering och autonomi, produktion (Industri 4.0), avancerade material och liknande. Ny teknik påverkar även relevanta områden som flygmedicin och människa-maskin-interaktion (MMI).

Begreppet drönare kan uppfattas som ett nytt flygtekniskt tillämpningsområde som främst ligger i Innovairs teknosfär, utanför kärnverksamheten. Det gäller då att särskilja de egenskaper som verkligen är nytänkande från de generella flygtekniska grunderna

Figur 5: Med teknosfären avser vi teknik och tillämpningar som tillväxer i accelererande takt utanför vår kärnverksamhet. En ökande mängd verksamhet i teknosfären utanför Innovairs traditionella kärnverksamhet kan, trots att den inte är direkt behovsstyrd utifrån de två andra megatrenderna, och kanske inte ens flygrelaterad, ha både strategiskt och affärsmässigt värde för Sverige.

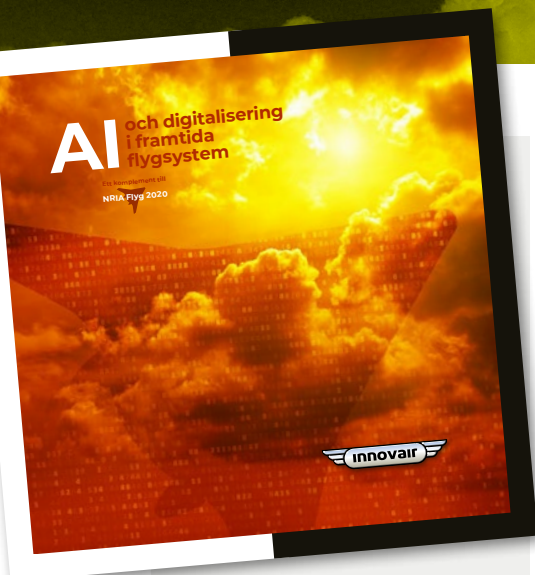


som gäller såväl drönare som mer traditionellt, bemannat, flyg. Således bör drönare adresseras i båda delarna av figuren ovan, alternativt få särskilda former för kunskapsöverföring mellan dem.

Innovair har möjligheten att möta

teknosfärens nya teknikområden och deras tillämpningar på olika ambitionsnivåer (se figur 6). Teoretiskt skulle detta kunna ske genom inkludering i kärnverksamheten, men eftersom detta kräver uppdatering av styrmedel (effektlogik) och garanterad tillförsel av

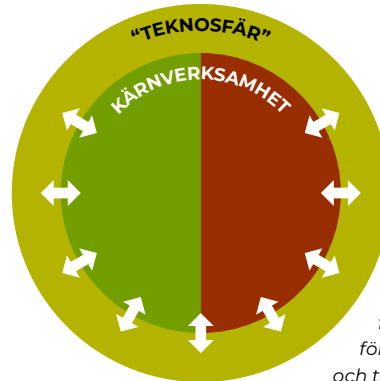
resurser är det en lösning vars potential finns på lång sikt. En annan möjlighet är att teknikerna och tillämpningarna också framöver bedöms ligga utanför Innovairs och NRIA Flygs kärnverksamhet – men kan faciliteras av Innovair genom överföring av kunskap,



AI OCH DIGITALISERING I FRAMTIDA FLYGSYSTEM

I samband med NRIA Flyg 2020 gjordes en beskrivning av flygområdets syn på AI och digitalisering inom framtida flygsystem. Denna beskrivning presenterades i en kompletterande skrift¹² till agendan. I rapporten anges områdena produktionsteknik, kvalitetskontroller, logistik, obemannade flygsystem, radar- och annan sensorteknologi samt beslutsstöd som sådana där AI kommer att ha stor påverkan på framtidens flyg. Sannolikt kommer alla kärnområden inom flyg att i olika omfattning använda sig av AI som en möjliggörare för framtida innovationer. Ökad uppkoppling i kombination med ökad komplexitet i IT-system ökar också antalet sårbarheter för cyberattacker. Detta gör att cybersäkerhet kommer att behöva prioriteras högre nu och framgent i takt med den ökade digitaliseringen inom hela flygteknikområdet.

¹² AI och digitalisering i framtida flygsystem.



Figur 7: Innovair kan möta nya tekniker och tillämpningar genom förstärkta funktioner för kunskapsöverföring mellan kärnverksamhet och teknosfär.

material, metoder och processer som finns i kärnverksamheten (se figur 7). Det bör dock betonas att flera av de teknikområden som här beskrivs som nya redan ingår i delar av kärnverksamheten, till exempel AI och maskinlärning.

UTMANING: I takt med att nya tekniktillämpningar implementeras i samhället, och vissa aktörer profilerar sig genom snabbhet, behöver vi förhålla oss till nya marknadsförutsättningar. Förmågan att "lyssna mot rälsten" genom teknikspaning och kvalificerade snabbstudier behöver fortlöpande underhållas i den trippelhelix som har att bedöma innehåll i flygets forsknings/innovationsprogram och satsningsbehov för att uppfylla behoven i megatrend 1 och 2.

UTMANING: Nya aktörer i Innovair, från "teknosfären", behöver få assistans med grundläggande innovationsfrämjande verksamhet. Innovair bör därför skapa funktioner för strukturerad kunskapsöverföring mellan "kärnan" och "teknosfären" – åt båda håll.

Ett närmande mellan kärnverksamhet och teknosfär kan skapa en nationell konkurrensfördel, men kräver tillförda resurser för att inte kärnverksamheten ska utarmas. Flygtekniksektorn måste arbeta väldigt aktivt för att bevaka och utnyttja det som sker inom teknosfärens nya teknikområden, så att vi bibehåller relevansen i ett internationellt sammanhang. Speciellt för SMF kan detta vara en stor utmaning.

UTMANING: Svensk flygteknisk innovation behöver, liksom den övergripande politiska nivån, kontinuerligt studera omvärldsfaktorer och hantera omvärldsförändringar, både politiska och teknologiska.

UTMANING: Matchmaking mellan stora och små företag behöver underlättas – även för aktörer som i dag inte naturligt kopplar sig själva till flygområdet. Samverkan behöver sökas (för hela TRL-trappan), med spin-in och spin-out, dual use och multi use som ledstjärnor.

Vi går nu igenom ett antal företeelser som befinner sig i Innovairs teknosfär



där valda delar kan förväntas successivt flöda in i, och upptas i, en på sikt utökad kärnverksamhet.

I TEKNOSSFÄREN: OBEMANNAT (DRÖNARE/UAS)

Som vi framhållit i ett tidigare kapitel är obemannade flygfarkoster en snabbt växande delmängd av flygtekniksektorn. I denna NRIA inkluderas och betonas därför sådana aspekter som grund för den fortsatta inriktningen av svensk forskning och innovation. Mycket är synonymt med mer traditionell flygteknik, men det finns också aspekter som är unika för förarlösa plattformar – varav flera delas av motsvarande farkoster på våra vägar och i marin miljö.

Begreppet drönare har använts i decennier, men var tidigare ofta kopplat till stora och dyra militära sådana med fasta vingar, som användes av stormakterna för spaning eller med vapenverkan. De hade vanligtvis mycket lång räckvidd, rörde sig på hög höjd och de var fjärrstyrda, ibland från en ledningscentral på en annan kontinent.

Civilt har det främst gällt kommersiella små multirotorfarkoster för nöjesbruk eller enklare kamerauppdrag. Dessa opererades tidigare i Sverige under ett strikt regelverk som kraftigt begränsade av vem och till vad sådana farkoster kunde användas. För fotografering krävdes länge ett särskilt tillstånd vid varje tillfälle.

Under 2020-talet har det tillkommit ett nytt regelverk (se faktaruta) som tillsammans med teknikutvecklingen har bidragit till att det har registrerats ett stort antal svenska SMF som specialiserat sig på hela farkosten, tillbehör, sensorer, appar och olika tjänster kopplade till operationer med drönare.

Under det ryska angreppskriget mot

Ukraina har det blivit uppenbart att krigföringen fått en ny dimension, där vi sett en välorganiserad användning av stora drönare för vapeninsats. Men det har också varit tusentals små drönare av den typ som säljs till privatpersoner, som modifierats och utrustats med olika nyttolaster beroende på vad man vill uppnå.

Mot den bakgrunden har nu många länder initierat program för anskaffning av drönare av olika storlek, samt program för utveckling av nya strategier men också motmedel mot drönare. Fristående från detta har också en nystart skett, inte minst i USA, avseende större AI-stödda drönare för samverkan med bemannat stridsflyg, i ett koncept kallat collaborative combat aircraft (CCA). En annan tydlig utvecklingstrend gäller svärmteknologi, där ett varierande antal relativt små drönare opererar samordnat och till del autonomt.

För de militära behoven är kravbilderna i många fall liktydiga med den för bemannat stridsflyg, vilket betyder att många av de teknikområden som har prioriterats i NRIA Flyg och NFFP under åren även gäller för drönare. Det som tydligt tillkommer är svärmupp-trädande, vilket ställer liknande krav på extremt snabb samverkan mellan enheter som de krav som kan förväntas styra införandet av UAM-lösningar

REGELVERK FÖR OBEMANNAT

Sedan årsskiftet 2020/2021 gäller ett gemensamt europeiskt regelverk för användandet av obemannade luftfarkoster. Därtill finns specifika svenska regler. I denna agenda ska vi inte vidare beröra regelverket utan bara konstatera att utvecklingen på drönarområdet går mycket snabbt.



(se faktaruta) i våra tätorter. Andra gemensamma krav är robusthet och förmåga att stå emot cyberattacker.

Ett annat utvecklingsspår som är påtagligt är behovet av att snabbt skala upp produktionen av såväl civila som militära drönare genom additiv tillverkning (3D-printning, se längre fram i detta kapitel). I Ukraina har detta framgångsrikt ökat produktions-

UAM/AAM

Urban air mobility (UAM) eller advanced air mobility (AAM) avser ett framtida koncept för transport av människor och gods i tätbebyggda områden med nya innovativa typer av luftfarkoster såsom obemannade flygplan och helikoptrar.

Den europeiska marknaden för UAM 2030 bedöms vara cirka fyra miljarder euro och den totala världsmarknaden cirka tre gånger större¹³. Bedömningen är att de främsta tillämpningarna kommer att vara medicinska transporter, transporter mellan regionala flygplatser och pakettransporter mellan företag och till privatpersoner, medan flygtaxi kommer att utgöra en mindre del och då främst som alternativ till marktransporter.

Flygsäkerhetskraven kommer att vara desamma som för all annan civil flygtrafik. De största utmaningarna med UAM gäller flygsäkerhet och buller. Mycket arbete kring införande av drönare i luftrummet har redan gjorts, inte minst inom EU:s SESAR-initiativ kring U-space, och en första version av ett regelverk finns sedan 2020.

¹³ Urban Mobility Next 8, Expectations and success factors for Urban Air Mobility in Europe.

kapaciteten av små drönare, ofta för engångsbruk, som kan utrustas med en nyttolast på upp till några kilogram.

Civilt pågår också en annan utveckling, inriktad mot arbetsdrönare för olika tillämpningar, där Sverige har flera innovativa små företag som jobbar med såväl gasturbinmotorer som elmotorer för framdrivning. Flera drönarvarianter kan i dag lyfta över 100 kg och varianter med ännu större kapacitet är under utveckling. Det är redan möjligt att göra punktinsatser för avverkning av enstaka träd, utan behov av gator för skogsmaskiner. Andra exempel är drönare för tunga lyft, exempelvis vid underhåll av vindkraftverk och vid brandbekämpning, där det tidigare krävts helikopter med en mångdubbel kostnad per flygtimme.

Även om svensk drönarutveckling i dag nästan helt sker hos SMF kan det förväntas att det globalt utvecklas en omfattande industriell satsning inom området. Inom en framtid på 5–10 år planeras det för en ny typ av flygindustri i många länder. Då förväntas existerande flyg kompletteras med ett nationellt flygtransportsystem i det undre luftrummet, i hög grad elektrifierat och därför fossilfritt. Drönare för både gods och passagerare, utan behov av stora flygplatser, kommer öka tillgänglighet och mobilitet samtidigt som det ökar flygets integrering och närvaro i samhället. Infrastruktur för drönarhubbar, så kallade drone ports, är redan under projektering, även i Sverige. Ett tydligt regelverk för luftrumsfrågorna kommer dock att vara avgörande för hastigheten i en sådan omställning. Integrationen i luftrummet (U-space, se termer och förkortningar) är en nyckelfråga för att den civila utvecklingen av drönare ska ta ordentlig fart (se mer i kapitel 5 och i **fördjupning E** – länk på sida 3).

De kommersiella tillämpningarna





för drönare är många och ökande, men för en innovationsagenda är det viktigast att visa på behoven av att inkludera denna tekniksektor i planeringen av vår framtida flygmiljö. En slutsats blir då att det kan krävas nya samarbetspartner i denna utveckling, även för Innovair och dess förväntade efterföljare. Gemensamt för drönarsektorns olika utvecklingsspår är också att nya affärsmodeller behöver utvecklas, liksom att infrastruktur, system och informationstjänster för UTM (se termer och förkortningar) är under uppbyggnad.

UTMANING: Den förväntat snabbt ökande drönarutvecklingen behöver omhändertas och samordnas med behov kopplade till mer konventionell flygteknik. Drönarområdet behöver därför vara en tydligare del av Innovairs nätverk, på ett både specifikt och integrerat sätt.

UTMANING: Det behövs mer kunskap kring hur det svenska luftrummet kommer att nyttjas i framtiden, det vill säga vilka krav nya luftrumsbrukare ställer på ATM/UTM-tjänst och luftrum och hur ny trafik skall kunna integreras med befintlig trafik på ett effektivt, ekonomiskt och säkert sätt.

I TEKNOFÄREN: SNABBARE UTVECKLING OCH DRIFTSÄTTNING AV KOMPLEXA FLYGSYSTEM

Att utveckla nya flygplan, motorer och system är mycket tidskrävande och binder mycket kapital över tid. För att minska kostnaderna för utveckling av nya flygsystem kommer stort fokus läggas på att snabbare få nyutvecklade produkter till marknaden. Modellering, simulering, digitala tvillingar samt framtida arbetsmodeller och arbetssätt

för flygsystemutveckling är exempel på möjliggörare för en snabbare utveckling och idrifttagning av framtida flygsystem. Det svåra här är inte främst att ha en eller flera digitala tvillingar för det färdiga systemet; mer utmanande är att ha det under vägen fram dit, det vill säga att skapa interoperabla modeller som succesivt kan förfinas i takt med att systemet mognar. Detta kräver tillämpning i fysiskt realiserade demonstratorer med tillräckligt hög komplexitet.

Förutom nya arbetsmodeller, arbetssätt, metoder, interoperabla modeller och verktyg som stöttar detta krävs förmåga att organisera, leda och styra utvecklingen av komplexa flygsystem eller snarare system av system. Detta kräver förmåga att hantera både teknisk och social komplexitet. Sannolikt utvecklas dessa system i samarbete med andra på en internationell arena vilket ökar komplexiteten ytterligare, då hänsyn behöver tas till kulturella skillnader och olika regelverk.

Sverige har redan i kärnverksamheten en unik förmåga att utveckla och driftsätta komplexa flygsystem och flygmotorer, men att framöver kunna göra detta snabbare är en stor utmaning som kräver speciella insatser. Dagens forsknings- och innovationsprogram leder främst till utveckling av tekniska lösningar och delsystem inom specifika teknikområden. Endast ett fåtal mindre initiativ har behandlat utveckling av komplexa system och då på en övergripande studienivå. Möjligheten att snabba upp utvecklingen och idrifttagandet av komplexa system ligger inte främst i förbättringar inom respektive teknikdisciplin, utan mellan disciplinerna.

UTMANING: Sverige behöver nå marknaden snabbare med nya flygsystem, med bibehållen kontroll och kvalitet,



och därmed minska utvecklingskostnaderna radikalt. Att med bibehållen kontroll hantera en snabbare utveckling och driftsättning av komplexa system av system, särskilt när de utvecklas tillsammans med andra, kräver helhetssyn och möjlighet att påverka innovationssystemet genom hela TRL-trappan.

I TEKNOSFÄREN: SYSTEM AV SYSTEM

System i samverkan har länge varit en realitet inom försvaret och system av system är ett forskningsområde som fått stor uppmärksamhet, framför allt militärt. Drivkraften bakom detta är att på ett kostnadseffektivt sätt uppnå större effekt med mindre resurser. Trenden är att komplexiteten i system-av-system-lösningarna ökar. Stridsflygplan-system är exempel på komplexa system av system.

Ett system av system karaktäriseras som ett system som realiseras genom ett antal oberoende interagerande system. Oberoende betyder i detta sammanhang att befogenheten att ändra enskilda ingående system ligger hos den enskilde systemägaren.

För att uppnå förmågan att leda utvecklingen av system i detta sammanhang krävs det förmåga att utföra operativa analyser och snabbt kommunicera en god förståelse för hur ett system kommer att användas operativt, inklusive konsekvenser och begränsningar för systemdesign. Det blir också viktigt att kunna analysera och definiera en system-av-system-arkitektur för att säkerställa förverkligandet av ett pålitligt system, liksom att identifiera, utveckla och underhålla potentiellt återanvändbara systemramverk för användning i flera system av system.

Det kommer att vara viktigt att kunna utveckla och underhålla flera

produktfamiljer över tid, både slutanvändarfamiljer och produktfamiljer som används för att realisera flera produkter, liksom att snabbt och tillförlitligt kunna utveckla en produkt från ett ramverk av återanvändbara komponenter. All utveckling behöver ske i enlighet med och följa internationella arkitekturstandarder och ramverk.

UTMANING: I såväl akademien som industrin behövs satsningar för att kunna bibehålla Sveriges ställning som framstående leverantör av kvalificerade system-av-system-lösningar.

I TEKNOSFÄREN: TILLVERKNINGSTEKNIK OCH NYA MATERIAL

En viktig del i begreppet hållbar utveckling är kopplad till produktionsmetoder, där additiv tillverkning (ofta kallad 3D-printning) snabbt har fått en bred tillämpning även i flygindustrin. Genom att applicera ett material i tunna lager, bara med så mycket substans som ska ingå i den färdiga produkten, kan man skapa mycket komplexa konstruktioner helt utan spill. Stora framsteg har gjorts vad gäller kvalificering av additivt tillverkade komponenter för att uppfylla de hårda certifieringskrav som finns inom flygsektorn. Bland annat som resultat av svensk innovation tillverkas nu exempelvis delar till motorer för jetflygplan och rymdraketer på ett effektivt och materialbesparande sätt, vilket i kombination med nya lättviktsmaterial reducerar tomvikten och därmed bränsleförbrukningen för flygfarkosterna. Även andra delar i flygkropp och infästningar är lämpliga för additiv tillverkning, liksom såväl större strukturdelar som detaljer inför sammansättning av drönare.

Additiv tillverkning är även idealisk

då enstaka komponenter eller reservdelar behöver framställas med kort framförhållning eller långt från huvudfabrikerna, vilket även är viktigt med tanke på Sveriges militära resiliensbehov.

På materialsidan utgör olika kompositmaterial samt nanoteknologier baserade på grafen såväl viktiga forskningsområden som grunden för nya produkter med reducerad vikt.

Simulering på flera nivåer (fabrik, tillverkningsprocess, materialegenskaper) blir en allt viktigare del av att kunna snabba upp utvecklingen av flygsystem, vilket beskrivits i ett tidigare avsnitt.

Det råder dock brist på effektiva inspektionsmetoder för komponenter och strukturer tillverkade med ett flertal av dagens metoder inom additiv tillverkning.

UTMANING: Samverkan mellan universitet/högskolor/institut, etablerade och nya acceleratorer, samt flygsektorns små och stora företag, behöver ökas i syfte att ytterligare effektivisera användandet av additiv tillverkning och nya material.

I TEKNOSFÄREN: KVANTTEKNOLOGI

Kvantteknologi är ett område som det satsas mycket stora forskningsresurser på världen över. Även i Sverige görs avsevärda forskningssatsningar inom

området. Kvantteknologi innefattar främst kvantdatorer, kvantsimulering, kvantkommunikation och kvantsensorer.

Tillämpningarna ligger sannolikt bortom 2035 men området behöver bevakas ur ett flygtekniskt perspektiv. Teknologin har en potentiell inverkan på områden såsom radar, GNSS-oberoende positionering, navigering och tidsangivelse (PNT), kommunikation som inte går att avlyssna, storskalig optimering, kryptografi och materialutveckling. Kvantteknologin kan också förväntas accelerera implementering av artificiell intelligens i systemlösningarna, ledande till ännu okända disruptiva effekter.

UTMANING: Flygteknikområdet behöver följa utvecklingen av kvantteknologier för att stegvis dra nytta av möjliga disruptiva steg som kan appliceras på systemlösningar inom flygsektorn, primärt inom försvars- och säkerhetsområdet.

I TEKNOSFÄREN: RYMD

Innovair har traditionellt inte arbetat med rymdområdet, eftersom finansiering och uppdrag för flyg och rymd ligger under olika departement i Regeringskansliet och rymdområdet inte varit knutet till någon SIP. Begreppet aerospace är dock vedertaget och har

organisatorisk samordning i flertalet av våra samarbetsländer. Även i Sverige ser vi naturliga kopplingar, och rymd ingår i såväl SARC som ACS, och båda är delar av Innovairs nätverk. Militärt är det också tydligt hur förmåga inom rymddomänen nu betonas som en viktig del av försvars- och säkerhetssektorns framtida forskning och innovation, liksom för nationell och internationell samverkan. Potentialen för dual use-synergier är stor.

Det har länge funnits intressanta kopplingar mellan flyg och rymd, både teknik- och aktörmässigt. Miniaturisering och behov av litet ”fotavtryck” och låg vikt är drivkrafter för både stridsflyg, raketmotorer och små satelliter, och kopplingarna tenderar att bli både fler och starkare. Flyg och rymd har ett likartat intresse och behov av nya och framväxande teknologier.

Av dessa skäl samt med övriga framväxande förändringar av vårt innovationsområde i åtanke är det lämpligt att inleda en fördjupad analys av hur flyg och rymd kan skapa ökande synergieffekter vad gäller kompetensförsörjning, finansiering av FoU med mera även i vårt land.

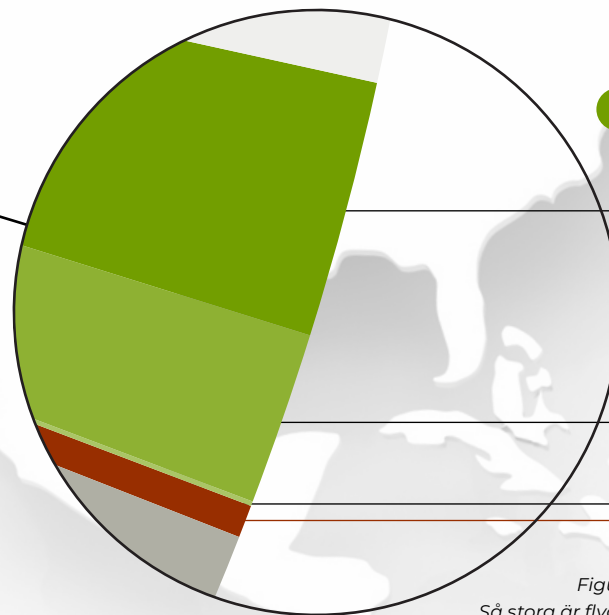
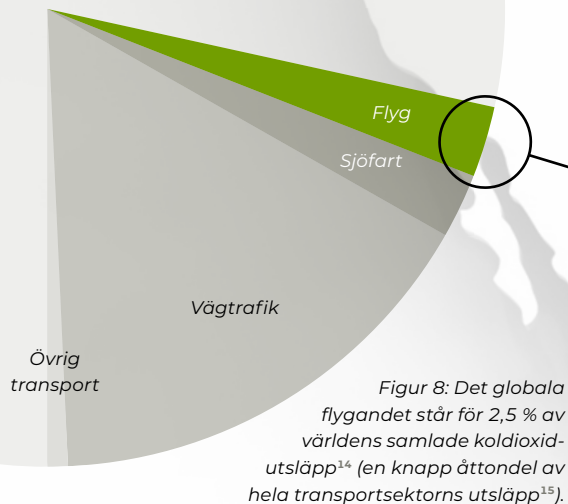
UTMANING: En stärkt kompetensförsörjning krävs för flyg och rymd – två sektorer med likartade behov och krav avseende ny spetsteknologi, operativ miljö och infrastruktur för demonstrationer, utprovning och test.

Det är tydligt att de framväxande teknologierna och tillämpningarna i teknosfären påverkar oss. Men vi får inte glömma att vi har ansvar för vår kärnverksamhet. Låt oss kika på megatrend 1 – klimatförändringar.

5

Civil flygteknik: Hållbart flyg

Flygandet måste bli mer hållbart. I det här kapitlet beskriver vi hur vi möter klimatförändringarna. Detta är förutsättningarna, behoven och möjligheterna.



FLYGETS MILJÖ- OCH KLIMATPÅVERKAN

Flygets miljö- och klimatpåverkan är en central faktor för den forskning som sedan lång tid har prioriterats av Innovair och inom NFFP-programmet. Den är också en primär drivkraft för flygindustrin i dess val av nationella satsningar såväl som för medverkan i

de stora internationella programmen. Flygtekniksektorn arbetar hårt för att minska både flygets absoluta mängd utsläpp och flygets andel av de totala utsläppen och målet är att allt flyg ska vara klimatneutralt 2050.

Det huvudsakliga miljö- och klimat-

problemet för överskådlig tid framåt är utsläppen av växthusgaser, främst koldioxid. Flygandet står för omkring två och en halv procent av de globala utsläppen av koldioxid (se figur 8), vilket motsvarar en knapp åttondel av hela transportsektorns utsläpp, i paritet

L LÅNGDISTANSFLYG – 250 PASSAGERARE ELLER FLER

- **Andel av globala CO₂-utsläpp från flyg:** cirka 55 %¹⁶
- **Andel av totala globala CO₂-utsläpp:** cirka 1,4 %¹⁶
- **Framdrift:** I detta segment ligger fokus på utveckling av traditionell framdriftsteknik mot avsevärt lägre bränsleförbrukning. Målet är 30 % minskade CO₂-utsläpp från flygplan som introduceras 2030. Bränslemässigt kan total fossilfrihet nås via SAF (först SAF-bio och längre fram SAF-PTL).
- **Aktörer i Sverige:** GKN Aerospace, Saab Aeronautics + samverkande SMF.

M MEDELDISTANSFLYG – CIRKA 150 PASSAGERARE

- **Andel av globala CO₂-utsläpp från flyg:** cirka 37 %¹⁶
- **Andel av totala globala CO₂-utsläpp:** cirka 0,9 %¹⁶
- **Framdrift:** Här fokuseras både på vätgasframdrivning genom förbränning av vätgas i turbofläkt- eller turbopropmotorer och lägre bränsleförbrukning genom ultraeffektiva flygplan och motorer. En utmaning ligger i bränslesystem för kryogent (extremt lågtempererat) bränsle.
- **Aktörer i Sverige:** GKN Aerospace, Saab Aeronautics + samverkande SMF.

Huvud-
fokus för
Clean
Aviation

R REGIONALFLYG – TYPISKT UPP TILL 50 MIL, UPP TILL 40 PASSAGERARE

- **Andel av globala CO₂-utsläpp från flyg:** cirka 1 %¹⁶
- **Andel av totala globala CO₂-utsläpp:** cirka 0,03 %¹⁶
- **Framdrift:** I den här storleksklassen fungerar hybriddrift där elen kommer från gasturbindrivna generatorer eller vätgasbränsleceller i kombination med batterier. Flera olika hybridkoncept studeras.
- **Aktörer i Sverige:** GKN Aerospace, Powercell, Heart Aerospace, FOI, Saab Aeronautics + samverkande SMF.

K KORTDISTANSFLYG – TYPISKT UPP TILL 20 MIL, UPP TILL 10 PASSAGERARE

- **Andel av globala CO₂-utsläpp från flyg:** mycket liten¹⁶
- **Andel av totala globala CO₂-utsläpp:** mycket liten¹⁶
- **Framdrift:** Här finns marknaden för batteriflyg, som kanske är den mest lockande lösningen med hög verkningsgrad och enkla system. Batteriutvecklingen styr möjligheten att klara längre räckvidder.

Alltför
liten
andel
för att
synas i
figur 9.

¹⁴ ourworldindata.org/global-aviation-emissions

¹⁵ ourworldindata.org/co2-emissions-from-transport

¹⁶ CO₂-utsläppsandelarna gäller flygande och är bedömda utifrån respektive segments andel av total flygbränsleförbrukning.

Figur 10: I denna sammanställning, där exemplen på sträckor och olika framdrivning är ett tänkt scenario för 2050, framgår det tydligt att medel- och långdistansflyg står för den överlägset största andelen (över 80 %) av bränsleförbrukningen – som kan anses vara ett rimligt måttvärde på koldioxidutsläpp. Mindre regionalflyg och små kortdistansflyg svarar bara för någon procent av förbrukningen/utsläppen. Det är av denna anledning som Innovair koncentrerar den civila delen av sin kärnverksamhet till medel- och långdistansflyg.



Figur 11: En titt på någon av de tjänster som tillhandahåller realtidsdata över flyg (här FlightRadar24.com) visar att vid varje given tidpunkt sker de stora flygrörelserna på annan plats i världen än internt i Sverige – i marknadssegment som inte förekommer regionalt i Sverige, och inom vilka vi inte har några egna OEM.

med sjöfartens och en knapp sjättedel av vägtrafikens.

Den svenska inrikesluftfartens utsläpp är lägre och står för cirka en procent av vårt lands utsläpp av växthusgaser.

FRAMDRIVNINGSLTERNATIV FÖR FOSSILFRITT FLYG

Sedan Innovairs förra strategiska innovationsagenda, NRIA Flyg 2020, har satsningarna på fossilfritt flyg accelererat. Ett tydligt tecken på detta är det stora EU-programmet Clean Aviation som startade 2022 och som till skillnad från föregångarna Clean Sky 1 och 2 innehåller stora satsningar på helt fossilfritt flyg.

En del av utvecklingsbehovet berör fossilfria bränslen, och där är huvudkandidaterna främst hållbart kolvätebaserat flygbränsle (ofta benämnt SAF – Sustainable Aviation Fuel) och vätgas som förbränns i jetmotorer. Ett annat spår är att vätgas används i bränsleceller för att generera el för elmotordrift. Ytterligare spår handlar om att elmotorer matas av el från batterier. Hybridlösningar mellan el och förbränning utgör också varianter.

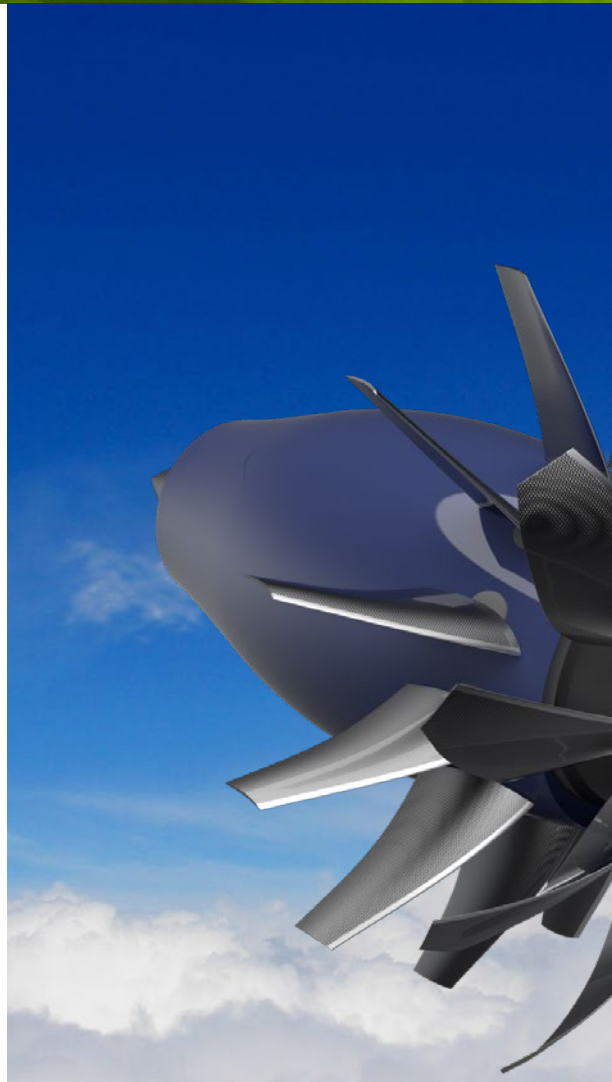
Ännu fler blir utvecklingsspåren om man tittar utanför själva motor- och bränsleområdet, där betydande utveckling sker av allt från lättviktsmaterial till helt nya flygplanskoncept. Dessutom kan el användas i högre utsträckning än i dag för att sköta funktioner ombord. Spannet av möjligheter är alltså mycket brett och omfattar utvecklingssteg av disruptiv karaktär, liksom stegvis utveckling av befintlig teknik. Många olika tekniskspår för fossilfritt flyg utvecklas nu därför parallellt (se **fördjupning A, B** – länk på sida 3).

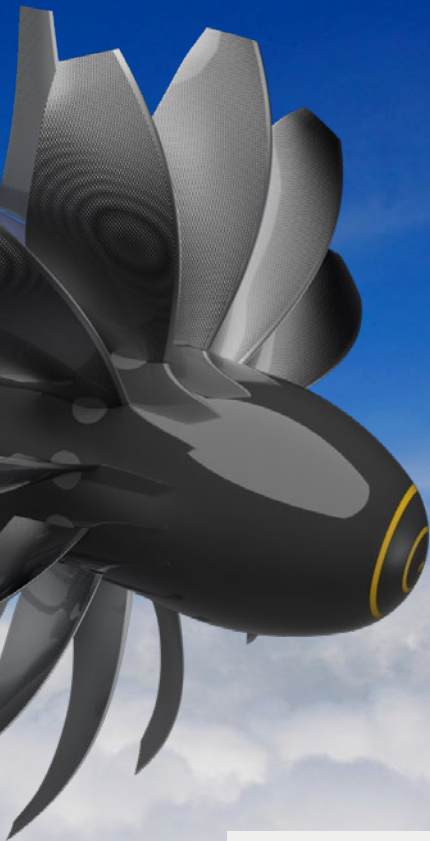
En relevant svensk rapport¹⁷ i detta sammanhang kommer från Energimyndighetens uppdrag till Saab, Chalmers, GKN Aerospace och Linköpings Universitet, med analyser

¹⁷ Svenskt hållbart flyg-Teknologi och förmåga bedömning mot 2045, slutrapport, Energimyndigheten diariernr 2021-015938.

FOSSILFRIA BRÄNSLEN OCH KOLDIOXID

Fossilfria kolbaserade bränslen ger också utsläpp av koldioxid. Miljö- och klimatvinsten är att denna koldioxid inte tillförs kretsloppet från jordens inre, utan tas från kretsloppet på ett eller annat sätt.





av de möjligheter som olika tekniska lösningar erbjuder för att uppnå fossilfritt flyg 2045.

De olika teknikspår som nämnts ovan har olika tekniska utmaningar och olika för- och nackdelar, vilket gör att olika spår passar för olika flygsegment (flygplansstorlekar, flyghastigheter och räckvidder, se figurer 9 och 10). I detta sammanhang är det viktigt att känna till vilka segment som står för de största utsläppen i det globala flygtransportsystemet så att man i första hand gör insatser i de segment där de får störst effekt (se kapitel 3 samt **fördjupning A, B** – länk på sida 3). Synsättet bör utgöra grund för prioriteringen av de svenska medlen för forskningsinsatser avseende fossilfritt flyg (se vidare rekommendation 2).

För maximal effekt (i termer av klimatnytta) av EU-medel har Europeiska kommissionen och flygindustrin tillsammans beslutat att det stora demonstratorprojektet Clean Aviation ska fokusera på i första hand de segment där EU:s flygindustri kan bidra och göra skillnad inom de segment där de största utsläppen från flyget sker i dag. I sin SRIA¹⁸ pekar Clean Aviation tydligt ut tre huvudområden:

- **ultraeffektiva** flygplan/motorer i segmentet medeldistansflyg (exempelvis A320 och B737), där målet är 30 % minskad bränsleförbrukning och möjlighet till framdrivning med 100 % SAF;

- **vätgasframdrivning** – både förbränning i jetmotorer (turbofläktmotorer) och turbopropmotorer samt med hjälp av bränsleceller;
- **hybridelektriskt** regionalflyg. Clean Aviation har medvetet valt bort andra segment då de bidrar för lite till de globala CO₂-utsläppen (såsom drönare/UAS och helikoptrar).

UTMANING: Det behövs en fortsatt och utökad svensk satsning på teknikutveckling för fossilfritt flyg med fokus på de segment som har störst klimatpåverkan, det vill säga medeldistans (cirka 150 passagerare) och långdistans (250 passagerare).

UTMANING: För att nå klimatmålen krävs samarbete, med etablerade såväl som nya aktörer, samt en accelererad process att utveckla nya lösningar. Det innebär bland annat en snabbare och mer parallell designprocess än tidigare, samt en parallell utveckling även inom produktion och infrastruktur för de nya energikällorna.

BRÄNSLEPRODUKTION

Flyget kommer inte att elektrifieras i samma omfattning – eller lika snabbt – som inom marktransportsektorn. Or-

¹⁸ clean-aviation.eu/strategic-research-and-innovation-agenda-sria

ANDRA UTSLÄPP ÄN KOLDIOXID

Utöver CO₂ sker vid flygning utsläpp av andra växthusgaser, partiklar och vattenånga. Dessa kan resultera i såväl uppvärmning som avkyllning av atmosfären, men uppvärmningen dominerar.

En parameter i beräkningarna brukar benämnas höghöjdseffekten, vilket syftar på att utsläppen sker vid flygning på mer än cirka 8 000 meters höjd. Ofta bildas kortlivade

kondensstrimmor på hög höjd och vid vissa meteorologiska betingelser utvecklas dessa till vidsträckt cirrusmoln, vilket bidrar till växthuseffekten. Systemet är komplext och mycket forskning återstår, i samverkan med meteorologiska FoU-aktörer (läs mer på innovair.org/hoghojdseffekt).

Sammantaget har effekterna av all flygning beräknats vara knappt fem procent av den globala uppvärmningen.

sakerna är flera, vilka beskrivs i detalj i **fördjupning C** – länk på sida 3.

Därför kommer flyget inom över-skådlig tid att vara beroende av olika sorters bränslen. Frågan om tillgång på sådana bränslen kommer därför att fortsätta öka i betydelse. Säkerhets- och klimatpolitiska perspektiv på frågan sammanfaller också allt mer. Men så länge det inte finns tydliga regelverk och en dokumenterad efterfrågan har branschaktörerna varit försiktiga med att göra satsningar för att bygga produktionsanläggningar. I dag är marknaden och viljan till investering helt styrd av politiska beslut. Och så länge det inte produceras stora mängder av dessa bränslen är de så dyra att flygbolagens och resenärernas vilja att betala vad det kostar är mycket begränsad.

Aspekter på bränsleproduktion och de olika alternativen beskrivs närmare i **fördjupning C** – länk på sida 3.

UTMANING: Det behövs en nationellt koordinerad satsning för att säkra tillgång till SAF och vätgas – och den gröna elektricitet som behövs för att skapa dessa.

I **fördjupning F** – länk på sida 3 – finns ett avsnitt som berör internationella samarbeten som är viktiga för att säkerställa resiliens och även interoperabilitet avseende flygbränsle för militära jetflygplan. Här måste samtidigt finnas en tydlig koppling till den generella utmaningen kring hållbart flyg och de bränslen som krävs för att nå klimatmålen. Redan 2017 demonstrerades att ett Gripenflygplan kunde flyga på 100 % biobränsle. Militärt flyg kan ha specifika krav vad gäller exempelvis tillgång till flygbränsle i konflikttider, långtidslagring och lagring i fält, men i huvudsak bör utvecklingsmålet vara fossilfritt bränsle för all flygtrafik.

I resiliensbegreppet ligger inte minst

att över tid ha tillgång av sådana bränslen som krävs samt skapa förutsättningar för inhemsk produktion. Sverige har möjlighet, förutsatt erforderliga politiska beslut, att etablera en sådan produktion, som ett led i att uppnå klimatmålen och samtidigt bli självförsörjande på fossilfritt bränsle.

UTMANING: Sverige behöver identifiera förutsättningarna för kritisk självförsörjning och skapa resilienta värdekedjor för flygbränsle.

CIRKULARITET

En speciell aspekt på hållbarhet är att minimera den miljöpåverkan som utveckling, produktion, användning och avveckling av flygets produkter, primärt själva flygplanen bidrar till. Beställare inom flygsektorn samt svensk flygindustri bör ha detta inkluderat i sina processer. Såväl tillverkningsmetoder som livscykelräkning är utmaningar som kan vändas till konkurrensfördelar, med miljö och hållbarhet som huvudargument. Därför bör åtgärder för ökad cirkularitet betonas i flygsektorns utvecklingsplaner och även ingå i nya FoU-initiativ. Läs mer i **fördjupning D** – länk på sida 3, där vi även ger några exempel på cirkulärt tänkande ur ett miljöperspektiv.

UTMANING: Hela livscykelns miljöpåverkan behöver inkluderas i planeringen för nya produkter, med ett cirkularitetstänkande som grund.

LUFTRUM

I ambitionen att minska utsläpp och klimatpåverkan från flyg spelar åtgärder kopplade till luftrum, ruttplanering med mera en viktig roll – frågeställ-



FÖRSTA HALVGRÖNA FLYGPLATSEN

2023 beslutade Trollhättan-Vänersborgs flygplats att som första flygplats i världen endast erbjuda tankning med (maximalt tillåtna) 50 % förnybart bränsle. Västflyg opererar därför alla sina rutter därifrån på sådant bränsle, med stöd från bland annat GKN Aerospace.

ningar som ligger högt på agendan hos LFV, Eurocontrol, ICAO, IATA med flera centrala luftfartsorganisationer¹⁹.

Arbetet med att öka hållbarhet, och minska negativa klimat- och miljöeffekter innefattar inte bara introduktion av flyg med icke-fossila bränslen, det handlar bland annat också om bättre stödverktyg och informationsutbyte mellan ATC och lufrumsanvändare för ökad predikterbarhet och effektivare sekvensering (ankomst- och avgångsflöden), effektivare inflygningsprocedurer med högre navigationsprecision och lateralt/vertikalt anpassade procedurer, samt dynamisk tilldelning av marschhöjder för att motverka negativa höghöjdseffekter.

Den europeiska luftfartsorganisationen Eurocontrol påpekar att osäkerheten kring effekterna av kondensstrimmor (se faktaruta om andra utsläpp än koldioxid i början av detta kapitel) fortfarande är så pass stor att man inte ännu vill etablera nya regler. Men man framhåller behovet av ”moving from the concept of a green trajectory to a climate trajectory”, varmed man menar att fokusera längre än att reducera CO₂, för att på allvar tackla andra utsläpp än CO₂ (non-CO₂ emissions). Dessa två ambitioner får inte motverka varandra (framhåller Eurocontrol); val av route-planering med mera måste utgå från optimeringstänkande där det ingår målkonflikter. Detta kräver en grund i data och forskning (samt vad gäller kondensstrimmor även samverkan med vädertjänsten).

Läs mer om lufrum i **fördjupning E** – länk på sida 3.

¹⁹ ICAO, International Civil Aviation Organization; IATA, International Air Transport Association; Eurocontrol, stödjer EU:s medlemsstater och dess strävan efter förenklade procedurer i ett gemensamt europeiskt lufrum.

BEHOVET AV SYSTEMFÖRSTÅELSE

Att klara av omställningen till ett fossilfritt samhälle kräver systemförståelse för att kunna väga olika investeringar mot varandra. Ska vi storsatsa på ny kärnkraft, bygga ut våra sista älvar, öka takten i investeringar i vind- och solkraft – eller ska vi göra allt av detta? Systemförståelse ger information om huruvida en tänkt investeringsplan kommer att ge god miljönytta, robusthet, resiliens – och samhällets acceptans.

Om vi tar ett flygplan som exempel ger systemförståelse information om vilka delsystem som har störst potential att förbättra planetets totalprestanda. Vi kan se vilka områden som är flaskhalsar, och vi kan även se vilka delområden som ”överpresterar” och är betydligt starkare än övriga länkar i kedjan – och därmed förmodligen är alltför dyra.

Denna systemförståelse är en utomordentligt viktig komponent i både civil och militär flygteknisk innovation av sagda två skäl: svaga punkter kan identifieras, liksom onödigt dyra lösningar. Detta bidrar till den innovationseffektivitet som vi är beroende av för att nation kunna konkurrera mot andra flygnationer i kampen om utvecklingskontrakten.

Sverige har länge varit framstående inom utveckling av system av system, vilket har bidragit till att ge oss den styrkeposition vi har inom flygteknisk utveckling. Frågan om systemförståelse gäller naturligtvis även på samhällsnivå. Det civila flygets utveckling styrs övergripande av de transportpolitiska målen där tillgänglighet dominerar, samtidigt som hållbarhetsutvecklingen prioriterar klimatpåverkan framför annan önskad miljöpåverkan. Miljö- och klimatproblemen med flyg har inte en enskild, ur alla avseenden hållbar,

lösning. Komplexiteten i flygsystemet påverkar möjligheterna att kontrollera utveckling och funktion, vilket kan leda till oönskade konsekvenser.

Hållbarhetsfrågor är komplexa och ställer ökade krav på att kunna balansera målkonflikter, hantera dessa och ha tillräcklig förståelse för övergripande systempåverkan och krav, med tillräckligt många systemperspektiv från olika intressenter för att visa att man beaktat dessa. Systemutvecklare och beslutsfattare behöver kunna visa vilka val man har gjort och att man är medveten om vilka trade-offs man gör lokalt och globalt.

UTMANING: Sverige behöver säkerställa att vi även i framtiden behåller – och stärker – vår förmåga till systemförståelse. Det gäller på alla nivåer och inom alla trippelhelix-ben, från akademi och institut via industri till offentlig sektor.

I **fördjupning A, B, C, D** – länk på sida 3 – ges en utökad redovisning av faktorer med koppling till miljö och hållbart flyg.

Så långt klimatvinkeln. Nu kikar vi på den megatrend som gäller försämrat säkerhetsläge och geopolitik – vilka innovationsbehov finns där?

6

Militär flygteknik: Försvar och samhällssäkerhet

Ett nytt säkerhetsläge i världen ställer ökade krav på försvar och samhällssäkerhet. Flygtekniken kan bidra, men bilden är komplex och Sverige har ett jobb att göra.



OMVÄRLDSLÄGET OCH FLYGETS ROLL

På grund av förändringar i vår omvärld har frågor om totalförsvar och säkerhet i Sverige på kort tid fått högsta prioritet. Inhemsk förmåga att producera kritiska varor och tjänster kombinerad med ökad lagerhållning är tydliga exempel på prioriterade åtgärder som nu genomförs. Detta gäller även förmågan att utveckla stridsflyg, som är ett av de områden som av regeringen har utpekats som ett så kallat väsentligt säkerhetsintresse (VSI) för vår nation.

Samtidigt leder omvärldsläget till

ökade krav på resiliens och flexibilitet att möta nya hot och snabbt omsätta operativa erfarenheter. Detta innebär att det svenska, eller för Sverige säkert tillgängliga, innovationssystemet inom flyg blir än viktigare att bevara, utveckla och förstärka. Även en civil flygutvecklingsförmåga är alltså en resiliensfaktor. Den bidrar till att öka omfattningen av flygteknisk utveckling i Sverige.

I Försvarsmaktens Perspektivstudie 2022 anges exempelvis: ”Den snabba teknikutvecklingen ställer allt högre krav på Försvarsmaktens förmåga att utveckla nya förmågor och att nyttig-

göra ny teknik.”

I studien betonas också digitalisering som en styrande trend samt anges att: ”Där teknikutvecklingen tidigare drevs av forskning inom försvarssektorn — — — sker den idag till stor del inom den civila sektorn. Tillgången till teknologi är en del av den globala konkurrensen och kan användas som ett politiskt och ekonomiskt maktmedel.”

Sveriges ÖB angav följande på ett IVA-seminarium i februari 2024: “Säkert är att teknikutvecklingen kommer att förändra operationsmiljön. Satsningar inom forskning och teknikutveckling är ett sätt att möta den här

förändringen.²⁰ Vid samma tillfälle offentliggjordes regeringens uppdrag till Försvarsmakten och Vinnova att etablera ett dual use-program, vars syfte är att nyttja civil utvecklad teknik i militära innovationer.

Citaten ovan är generella för teknikutveckling och särskilt relevanta för flygsektorn, som med all rätt brukar betecknas som ett spetsteknologiområde. Budskapet tydliggörs också i den av Försvarsdepartementet i januari 2024 utgivna skriften Strategisk inriktning för försvarsinnovation²¹.

FRAMTIDENS STRIDSFLYG

Militära förmågebehov och därpå följande krav påverkas i hög grad av omgivande hotbildsförändringar men också av den generella teknikutvecklingen. Nya teknikområden med ständigt nya möjligheter vävs in i sammanhanget. Detta får effekt på stridsflygsystemen, och eftersom militär flygverksamhet är ett konfrontativt samspel skapar det nya utmaningar som berör flertalet aktörer i det flygrelaterade innovationssystemet.

Morgondagens potentiella motståndare kommer sannolikt att förfoga över bemannade flygplan med låga signaturer, hög fart, lång räckvidd och långräckviddiga vapen. De förväntas på sikt kunna uppträda i AI-understödd samverkan med varandra, med taktisk ledning i realtid, även tillsammans med obemannade plattformar med olika förmågor (inklusive jaktförmåga) – därtill i form av system med olika storlekar, komplexitetsgrad och med svärbeteende samt i samverkan

med högpresterande luftvärnssystem.

Motståndaren kommer sannolikt också ha effektivare sensor-, kommunikations- och telekrigssystem än i dag. Detta möjliggör för motståndaren att, parallellt med ökad telekrigsförmåga, åstadkomma en bättre egen lägesbild och därmed bättre verkansförmåga mot svenska mål.

Användningen av obemannade farkoster, särskilt i nya tillämpningar, kommer att öka och där har Sverige 2024 inte en pågående verksamhet i paritet med det som vi nu kan se i delar av omvärlden, bland annat eftersom forskning och teknikutveckling hittills inte har inriktats mot detta. Beväpnade obemannade farkoster, såväl vanliga drönare som så kallade patrullrobotar, har dock använts i snabbt ökande omfattning under 2020-talet, i ett flertal olika krigshärder. Hotet från mängder med kryssningsrobotar är redan betydande; teknik för hypersoniska robotar och manövrerande taktiska ballistiska missiler (TBM), tillsammans med ökad cyberkrigsförmåga, kommer dessutom att öka motståndarens förmåga att under mycket snabba tidsförlopp angripa svenska bas- och stödsystem. På lång sikt förväntas även luftburna energi- och strålvapen bli operativa. Luftförsvaret ställs alltså sannolikt inför utmaningen att framledes möta såväl mängdhot med massproducerade kryssningsrobotar som hot av färre men mycket avancerade högprestandavapen.

Rysslands fullskaliga angrepp på Ukraina har också lärt oss vikten av att mycket snabbt kunna taktikanpassa krigföring, både genom förändrat uppträdande och genom integration av ny

funktionalitet i systemen. Exempel på detta från Ukraina är att man mycket snabbt lyckades integrera västillverkade attackvapen i äldre sovjetutvecklade stridsflygplan²², samt den mycket snabba ombasering till vägbaser som man utförde under krigets inledande dygn.

I en framtid med samverkande bemannade och obemannade system kommer behovet av anpassning och ökad synergi i nya taktiska situationer ställa krav på mycket snabba förändringsprocesser, både vad gäller delsystemens funktionalitet, och integrationen av dessa till den samlade luftförsvarsförmågan.

UTMANING: Sverige behöver en ökad förmåga att snabbt utveckla och driftsätta nya eller uppdaterade system/delsystem för att kunna öka flexibiliteten och möta framtida hot. Väsentligt ökade tidskrav på taktisk och funktionell anpassning kräver en mycket snabbare och mer parallell designprocess än tidigare. Sannolikt måste även nya aktörer involveras.

UTMANING: Integrationsförmåga inom en mycket stor teknikbredd – inom ett flertal teknikområden och innefattande alla nivåer av innovation – är nödvändig för utvecklingen av nya bemannade och/eller obemannade stridsflygplan.

Försvarsmakten bedömer att Gripen-systemet har potential att vara relevant bortom mitten av århundradet. Dock förutsätter detta fortsatta satsningar på vidareutveckling av systemet, för att möta framtida hot.

²⁰ iva.se/det-iva-gor/evenemang/hur-ska-sverige-hantera-forskning-som-anvands-civilt-och-militart/

²¹ regeringen.se/informationsmaterial/2024/01/strategisk-inriktning-for-forsvarsinnovation

²² Attackvapnet "Storm Shadow" integrerades till det Ukrainska Su-24 systemet på "några veckor". Integrationen i Eurofighter Typhoon tog ca 2 år. (Källa: MBDA.)

KONCEPTSTUDIER FÖR SVENSKT STRIDSFLYG

Regeringen bemyndigade i juli 2023 Försvarsmakten att förbereda ett vägval vad gäller framtida materieförsörjning av stridsflyg (efter 2040). Uppdraget inbegriper verksamhet för framtida stridsflyg i konceptfas. Det ska bland annat omfatta kunskapsuppbyggnad vid flera försvarsmyndigheter för att dessa ska kunna leda, analysera och värdera verksamheten inom staten, genomföra studier och systemkoncept samt ta fram en övergripande kravbild. Vidare ska verksamheten säkerställa nationell industriell kapacitet och kunskapsutveckling genom studier, teknikutveckling och förberedelser för markbaserade och flygande demonstratorer. Uppdraget har omsatts till ett program som även omfattar beställningar från FMV till Saab och GKN Aerospace. Programmet syftar till att reducera riskerna samt upprätthålla handlingsfrihet för de tre huvudalternativen:

- ett **nationellt utvecklat stridsflyg-system**;
- ett **stridsflygsystem utvecklat i internationellt samarbete**;
- anskaffning av ett **utländskt stridsflygsystem**.

Detta tydliggör behovet av långsiktigt fortsatta satsningar på kompetensutveckling, genom aktiviteter i försvarsindustrin samt utbildning och forskning i toppklass, inom de ämnesområden som konstituerar ett avancerat stridsflygssystem och närliggande nykeltknologier för de kommande 30–40 åren. Dessa satsningar behövs för att mot slutet av detta decennium kunna ta ett informerat beslut om lämplig handlingsväg för ersättare av Gripensystemet.

UTMANING: Sverige måste förbereda ett ställningstagande avseende Gripensystemets potentiella relevans över



tid och när, hur, och med vad systemet behöver kompletteras eller ersättas. Detta kräver ett innovationssystem med tydliga satsningar på både bredd och djup.

Separerat från, men väl synkroniserat med dessa konceptstudier, kommer Gripensystemet att vidareutvecklas för att kunna vara relevant bortom 2050.

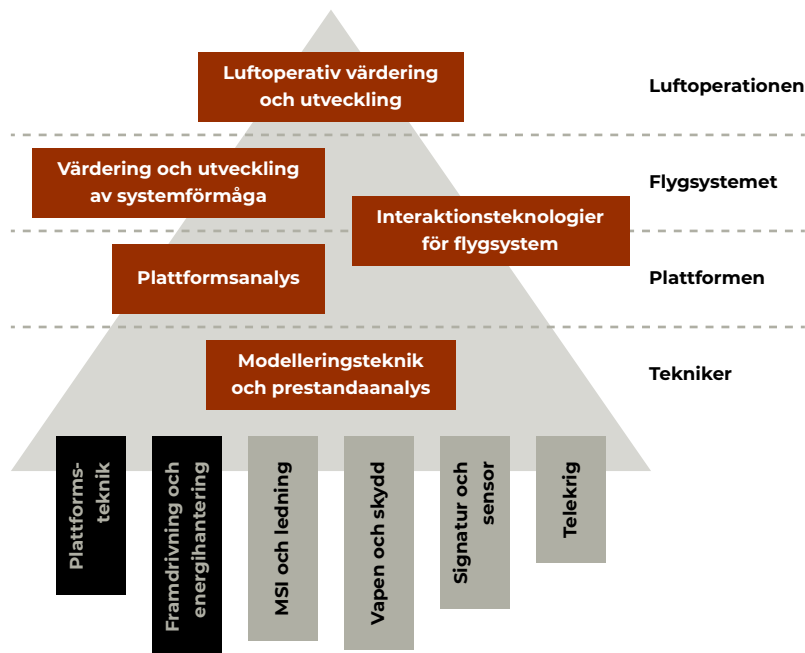
UTMANING: Som stöd till Försvarsmaktens konceptstudier avseende framtida stridsflyg behöver kontinuerlig samordning och synkronisering underlättas mot FoT Flygsystem, NFFP, kommande flygdemoprogram, flygsatsningar inom de europeiska samarbetsprogrammen avseende försvarsrelaterad FoU, satsningar på civil/militär innovation och liknande.

UTMANING: NFFP:s prioriterade forskningsområden behöver ses över för att (parallellt med ökat miljöfokus) säkra

att det på bästa sätt stödjer konceptstudieprogrammet och den militära förmågeutveckling vi har framför oss.

FÖRSVARSMAKTENS FoT-SYSTEM

Inom Försvarsmaktens forsknings- och teknikutvecklingsprogram (FoT) finansieras ett område benämnt Flygsystem, se figur 12. I toppen på pyramiden sorteras den kunskap som krävs för att utveckla komplexa luftoperativa koncept där avancerade stridsflygssystem utgör komponenter i militära luftförsvarsförmågor. Det är endast om vi har förmågan att värdera stridsflygssystem i den kontexten som vi kan säga att delsystem eller teknologier på lägre nivå har en militär nytta. Utvecklingen av kunskap kring metoder och verktyg för konceptutveckling och värdering av delsystem och komponenter på denna nivå är därför mycket viktig och stämmer bra överens med den uppfattning



Figur 12. FoT inom flygsystem är Försvarens modell över den forskning och teknikutveckling som minst krävs för att upprätthålla statens förmåga att förstå den stridsflygtekniska utvecklingen i omvärlden, men också för att kunna värdera och inrikta den egna långsiktiga militära förmågeutvecklingen.

om innovationssystemets funktion som Innovair har utarbetat och använt under en längre tid.

Som pyramiden indikerar är förmågor på en systemnivå alltid avhängiga förutsättningarna på underliggande systemnivå. På flygsystemnivån måste vi utveckla modellerings- och simuleringstekniker för att kunna värdera och utveckla systemförmågan hos ett stridsflygsystem. Det innebär bland annat att förstå hur avancerade vapen-, sensor- och kommunikationssystem ska integreras för att bäst optimera systemets förmåga. På den här systemnivån har vi också illustrerat att vi behöver

utveckla kunskaper kring hur en operatör bäst interagerar med systemet, vare sig denne sitter i plattformen eller fjärrstyr den. I en alltmer komplex hotmiljö och arbetsmiljö och med allt större tekniska möjligheter behöver vi förstå hur vi avlastar piloten/operatören och ökar effekten av det sammanstatta människa-maskin-systemet.

På plattformsnivå krävs utveckling av verktyg för att bättre förstå hur vi balanserar den flygande plattformens alla egenskaper mot efterfrågade förmågor och kostnadsbegränsningar. Nya teknologier, material och produktionsmetoder måste kunna modelleras

och analyseras för att pressa gränserna för lägre vikt, högre fart, bättre manöverförmåga, effektivare framdrivning, högre elkraftuttag, bättre kylförmåga och bättre smygegenskaper.

Kunskapsuppbyggnad avseende flygteknik för Försvarens behov genomförs främst via två huvudspår. Dels i form av projekt inom FoT-programmet, vilka har tydliga kopplingar till militära tillämpningsbehov. Teknikutvecklingsprojekten inom FoT beställs i huvudsak från industrin via FMV, medan forskningsuppgifterna riktas till institut (främst FOI) och universitet. Det andra spåret är via NFFP, vars finansiering till drygt 30 % kommer från Försvarens makt. Som framgår av denna och tidigare NRIA Flyg ligger projekten där oftast på lägre TRL, med en tydlig koppling till dual use. Det spåret har också som mål att säkerställa en långsiktig nationell kompetensförsörjning inom flygteknik för försvarssektorns behov.

RESILIENS – UR ETT MILITÄRT FLYGBRÄNSLEPERSPEKTIV

Ur ett säkerhetspolitiskt perspektiv behöver Sverige bli mer självförsörjande inom flera områden (material, komponenter, reservdelar, bränsle med mera). Här beskrivs bränsle som ett exempel, men behovet av resiliens är långt bredare – såväl inom flygområdet som generellt.

Sverige behöver minska sitt beroende av fossilbaserat bränsle inklusive flygbränsle, producerat i utlandet. Vi behöver därför säkra en försörjningskedja för SAF som gör att vi bygger erforderlig försörjningstrygghet i enlighet med de krav som omvärldsläget ställer. Detta innebär också att vi måste skapa kunskap om SAF och hur flygframdrivningssystemen, både



i befintliga och i kommande system, påverkas av den eventuellt förändrade kemiska sammansättningen hos SAF relativt ordinarie flygbränsle.

FOI har i en rapport²³ sammanfattat bedömningar av vad som kan och bör studeras vidare avseende det civila bränslebytet samt i syfte att certifiera de militära flygsystemen för biobaserat jetbränsle och olika syntetiska bränslen. Det är därvid viktigt att kunna uppfylla villkor för fältlagring av bränsle samt att följa vad NATO eventuellt kommer att fastställa som ett normerande ”enhetsbränsle” för militärt flyg.

Denna utveckling bör i stor utsträckning kunna drivas som dual use och i internationella sammanhang (NATO, EDF, Horizon Europe och liknande). Här måste finnas en tydlig koppling till den generella utmaningen kring hållbart flyg och de bränslen som krävs för att nå klimatmålet.

I resiliensbegreppet ligger inte minst att ha tillgång över tid av sådana bränslen som krävs samt skapa förutsättningar för inhemsk produktion. Sverige har möjlighet, förutsatt erforderliga politiska beslut, att etablera en sådan produktion, som ett led i att uppnå klimatmålen och samtidigt bli självförsörjande på fossilfritt bränsle.

UTMANING: Sverige behöver identifiera omfattning och innehåll avseende kritisk självförsörjning och skapa resilienta värdekedjor för bland annat militärt flygbränsle.

EUROPEISKA SAMARBETEN MED KOPPLING TILL FÖRSVARSMRÅDET – EN ÖVERBLICK

På senare år har ett antal världshändelser inträffat som kraftigt synliggjort känsligheten i våra internationella samverkans- och försörjningssystem²⁴.

Dessa har bland annat renderat EU att ta fram en ”strategisk kompass” med fyra delfokus²⁵ mot ökad resiliens och oberoende för Europa. Kopplad till denna har kommissionen också tagit fram en försvarsindustristrategi (EDIS), som bland annat fokuserar på multilateral samverkan och dual use inom EU. Inom EDA har man därtill tagit fram en capability development plan med syfte att stärka EU:s medlemsländers samlade försvarsförmåga. NATO har samtidigt intensifierat sitt arbete med regional planering av olika geografiska områden inom alliansen.

På det militära flygteknikområdet har under de senaste åren tagits ett antal konkreta initiativ som fått starkt ökad betydelse för Sverige. Nedan listas några av de militärt relaterade program eller aktiviteter som är relevanta för Sverige att delta i – och där vi redan medverkar.

- **EDA** (European Defence Agency);
- **EDAs CDP** (Capability Development Plan);
- **EDF** (European Defence Fund);
- **CARD** (Coordinated Annual Review on Defence);
- **PESCO** (Permanent Structured Cooperation);
- **NATO**, med
 - **DIANA** (Defence Innovation Accelerator for the North Atlantic);
 - **STO** (Science and Technology Organization);
 - **NIF** (NATO Innovation Fund);
 - **NIAG** (NATO Industrial Advisory Group);
- **Dual use-delar** av kommande civila forskningsprogram som EU FP10²⁶. Centrala initiativ genomförs nu inom EU, inte minst kopplade till det förändrade säkerhetsläget i närområdet. Denna snabba ambitionsökning yttrar sig bland annat i Europeiska försvarsfonden (EDF) som syftar till att förstärka och konsolidera europeisk

försvarsindustri för att med minskat beroende av utomeuropeiska resurser och säkra den militära förmågetillväxt som behövs inom EU.

UTMANING: Ett framgångsrikt svenskt utbyte av EDF är starkt beroende av hur väl en nationell synkning kan ske mellan försvarsdepartementet, berörda myndigheter, akademi och industri samt internationellt med andra medlemsstater. Därtill krävs ett aktivt arbete i EU:s programkommittéer.

En annan viktig aktör är Europeiska försvarsbyrån (EDA), som är en mellanstatlig myndighet inom Europa med syfte att främja samarbete och starta nya initiativ för att förbättra Europas försvarskapacitet. Inom EDA finns ett antal capability technology groups (CapTech-grupper) bestående av experter från myndigheter, industri, SMF och akademi. Dessa grupper utformar strategiska forskningsagendor för sina respektive ansvarsområden, med stor påverkan på planerna inom EDF.

UTMANING: För att nå bästa möjliga utbyte av europeisk FoU-finansiering behöver svenska myndigheter och företag (inklusive SMF) vara engagerade i för flygtekniken relevanta EDA CapTech-grupper, vilket kräver både ekonomiska och personella resurser.

Inom NATO-sfären finns STO, vars olika kommittéer utgör ännu ett forum

för ökade insikter i och påverkan på relevanta samarbetsprojekt. Genom NATO-inträdet får Sverige en tyngre roll i STO-verksamheten, med möjligheter även till nya affärsmöjligheter.

UTMANING: Sverige behöver utnyttja det svenska NATO-medlemskapet till att bli en del i ett större europeiskt sammanhang och därmed få tillträde till en större marknad och större möjligheter till medfinansiering av svensk stridsflygutveckling.

Drivkrafterna bakom den mycket snabba utvecklingen av europeiska försvarsindustriella satsningar och samarbeten är en vilja att göra EU:s medlemsstater mer oberoende av omvärlden (läs USA) för sitt försvar. Man talar om strategisk autonomi som leder till strategisk europeisk försvarsförmåga över tid.

I detta ser man dagens situation där de samlade investeringarna av försvarsmateriel i Europa endast till 20–30 % riktas mot europeiska leverantörer²⁷ och resten (70–80 %) företrädesvis mot USA. Det finns en uttalad vilja från kommissionen att vända på dessa siffror.

UTMANING: I nuläget går cirka 70 % av alla europeiska investeringar i försvarsmateriel till leverantörer utanför Europa. EU har ambitionen att proportionerna ska bli de omvända, det vill säga 70 % inom EU.

I Europa har ett relativt stort antal länder i huvudsak amerikanska stridsflygsystem (företrädesvis de äldre F16 och F18 och det nya F35). Om EU:s ambition att köpa europeiska system håller i sig innebär detta att det finns en stor potential för svensk flygindustri att växa inom Europa när flera länder ska ombeväpna till moderna system.

I fördjupning F – länk på sida 3 – ges en mer omfattande redovisning rörande försvarsrelaterade internationella samarbeten kopplade till det flygtekniska området.

- 23** Klimatneutral Försvarsmakt - Analys av fossilfria välgval för försvarsgrenarna. Möjliga åtgärder på kort sikt, FOI rapport FOI-R--5201--SE, 2021-12-31.
- 24** Covid-pandemin, Rysslands anfallskrig i Ukraina, händelser i Suez-kanalen, enskilda länders obstruerande i både EU och NATO-sammanhang, med mera.
- 25** HANDLING: Att kunna agera snabbt och säkert inom EU:s ram, SÄKERHET: Förbättrad förmåga att förutse hot, INVESTERINGAR: Minska tekniska och industriella beroenden utanför EU, PARTNER: EU-forum för säkerhets- och försvarspartnerskap.
- 26** FP10: 10th Framework Programme som är EU:s 10:e ramprogram för forskning.
- 27** EDA: Rapport 2021: 18 %, EDAs årsmöte 30/11 2023; 20–30 %.

Efter att vi nu har gått igenom alla de tre megatrenderna är det dags att titta på vilka förutsättningar som krävs för att innovationen ska fungera bra och vara internationellt konkurrenskraftig.

7

Förutsättningar för konkurrenskraftig innovation

Innovation handlar inte bara om vad vi behöver forska och innovera på, utan även om vilka förutsättningar som behöver finnas för att det ska funka. Här listar vi dem.



SAMVERKAN INOM INNOVATIONSSYSTEMET

Innovationssystemet för flygteknik är ett lyckat exempel på trippelhelix mellan akademi och institut, industri och offentlig sektor. Trippelhelix är ett av de distinkta kännetecknen för den "svenska modell" som bidragit till att Sverige rankats bland topp tre varje år sedan FN:s immaterialrättsorganisation WIPO år 2007 inledde sin årliga mätning benämnd Global Innovation Index²⁸. Här går vi igenom modellens aktörsnivåer en och en.

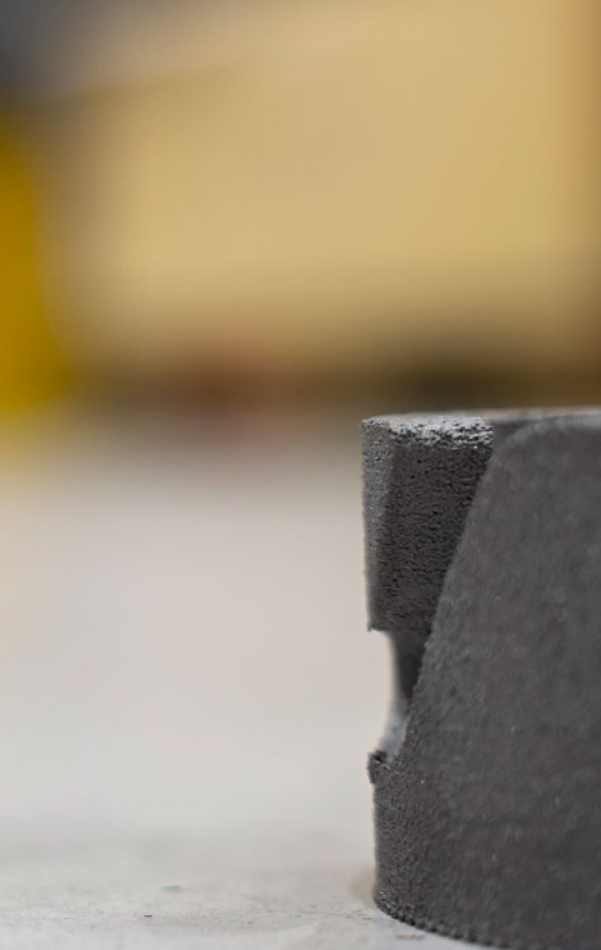
Akademi

En stark akademi med bra utbildningsprogram är en förutsättning för det välfungerande innovationssystem som under lång tid utvecklats i Sverige. Där har Innovair bidragit starkt med satsningar direkt riktade mot innovation på låga och mellan-TRL men också med inkludering av SMF, utvecklingsarenor och akademiska nätverk både nationellt och internationellt. I det akademiska benet av trippelhelixen inbegriper vi även institutssektorn.

Akademien har också den kritiskt viktiga funktionen att försörja industrin med framtida spetskompetens, främst

genom det stora antal disputerade som utgör en central och värdeskapande effekt av NFFP. På det militära området kan dessutom krävas säkerhetsprövning av deltagande personer.

I en av de första utgåvorna av denna flygagenda (NRIA Flyg 2013) föreslogs inrättandet av ett akademiskt nätverk. Innovair tog då initiativet till SARC, som samlat och delvis synkroniserat fyra ledande UoH inom flyg- och rymdsektorn. Detta har inneburit en ökande och framgångsrik stringens, samt ett uppskattat och bekräftat ökat samarbete mellan dessa lärosäten. SARC har också fått efterföljare utom-



lands. En utvidgning av SARC med ytterligare ett universitet pågår.

Institut såsom FOI och RISE fyller en viktig funktion inom innovationssystemet då de utgör en viktig brygga mellan akademi och industri och kanske speciellt för SMF. RISE har spelat en betydande roll i de befintliga arenorna och det finns en stor potential att skapa fler arenor kring de många testbäddar som finns där.

Industri

Konkurrenskraft är naturligtvis en central drivkraft för alla företag, vilket gör att marknadsförståelse, förmåga

att värdera, utveckla och producera ny teknik, kompetensanpassning, förändrad produktionsteknik samt uppbyggnad av internationella nätverk alla är exempel på nödvändiga ingredienser i den innovationsdrivna globala konkurrensen inom flygsektorn. Nationella referenskunder är viktiga i tidiga faser och för SMF är en underleverantörsroll till storindustrin ofta en förutsättning för en biljett in i de stora internationella ramprogrammen.

Industrin eller snarare företagssektorn står för den i särklass största delen av utgifterna för forskning och utveckling i Sverige. År 2022 uppgick de totala FoU-satsningarna till 203 miljarder, varav företagssektorn stod för ca 3/4 och universitetssektorn för ca 1/4²⁸. Flygbranschen bedöms utgöra ca 3–5 % av företagssektorns satsningar³⁰. En anledning till detta är att kostnaderna ökar exponentiellt med TRL och på de högre nivåerna står företagen för huvuddelen av kostnaden. Det är företagen som fullbordar innovationen och de är därmed en förutsättning för att innovation ska kunna ske.

SMF

SMF är en del av företagssektorn, men inom den hårt reglerade flygbranschen har de många gånger svårt att etablera sig som leverantörer. Det saknas inte möjligheter och flera satsningar riktade mot SMF har gjorts inom flygområdet, men det är svårt att i mindre företag hålla sig à jour med utlysningar och avsätta erforderlig tid för att skriva ansökningar. Det är därtill svårt att erhålla kostnadstäckning för nödvändiga teknikutvecklingsprojekt.

Flertalet SMF i Innovairs nätverk är inte direkt knutna till flyg, utan jobbar branschöverskridande, vilket ger goda förutsättningar för tvärfunktionalitet. Genom att använda utvecklad teknolo-

gi från flygområdet kan man därigenom skapa branschnytta även inom andra branscher.

Ett antal SMF har lyckats certifiera sig som leverantörer till flygindustrin. Sådan certifiering innebär tillträde till de internationella sammanhangen, i stället för att man som ocertifierad är hänvisad till att leverera till våra svenska storföretag (eller andra certifikathållare). Det är bra för Sverige om antalet certifierade SMF ökar.

Gränsgångare

Gränsgångare kallas personer som är verksamma både i akademien (inklusive tidigare nämnda institut) och industrin som adjungerade professorer. De spelar en viktig roll i innovationssystemet då de starkt bidrar till relevans inom både forskning och utbildning och ger en fördjupad relation mellan industrin och akademien inom de aktuella forskningsområdena. Gränsgångare är ett framgångskoncept som bör utvecklas vidare; inte minst behövs fler gränsgångare från akademi till industri.

Offentlig sektor

Begreppet offentlig sektor är brett men i NRIA- och NFFP-sammanhang gäller det primärt finansierande myndigheter, försvarsmyndigheter samt olika transportrelaterade myndigheter och statliga verk. I Sverige är även nästan alla universitet och högskolor statliga myndigheter, men i trippelhelixen ingår de i akademibenet.

I den offentliga sektorn ingår det

²⁸ FN:s World Intellectual Property Organization (WIPO) rankar årligen 132 av världens viktigare ekonomier, se wipo.int/global_innovation_index/en/

²⁹ SCB.

³⁰ Uppskattning baserad på FoU-utgifter hos svenska storföretag.



statliga FoU-finansieringssystemet och en för de andra aktörerna stundtals svårhanterad regelverksflora. Begränsningsreglerna för indirekta kostnader brukar framhållas som en sådan och för många SMF utgör statsstödsreglerna och kraven på egenfinansiering en försvärande faktor.

Acceleratorer

För att nå de ambitiösa tidsmål som satts upp avseende fossilfria transporter krävs för flygtekniksektorn att tiden genom TRL-trappan kan reduceras. Varje steg från idé till en utprovad och verifierad produkt behöver ges förutsättningar att genomföras snabbare.

Ett tidigare genomfört agenda- och Innovair-initiativ var att skapa arenor till stöd för aktörerna inom flygsektorn. Med dagens terminologi kan de snarast rubriceras som acceleratorer för flygteknisk utveckling. De två först etablerade, som båda varit viktiga för att bredda förutsättningarna för många företag, var Compraser Labs i Linköping (kompositanknuten verksamhet) och Produktionstekniskt Centrum i Trollhättan (material- och tillverknings-teknik samt digitaliseringskompetens). Nyligen har tillkommit en tredje accelerator i form av det WASP-anknutna WARA-PS³¹ i Västervik, som utgör en testbädd för samverkande obemannade system på marken, till sjöss och i luften. WARA-PS erbjuder möjligheter att pröva nya metoder och teknologier att integrera i systemen. Innovair har ambitionen att vidga nätverket och etablera samverkan med ytterligare aktörer, exempelvis European Digital Innovation Hub (EDIH) som redan finns etablerad i Norrköping.

Dessa arenor/acceleratorer utgör en viktig byggsten på vägen från låga till högre TRL i det samlade innovationssystemet. Stråvan bör vara att identifiera behov av nya sådana acceleratorer

och söka samverkan i trippelhelix-nätverket, för att koordinera behov och söka former för etablering. Det gäller även uppdatering av den infrastruktur som finns i de befintliga anläggningarna, som måste hållas relevant i takt med den tekniska utvecklingen. Sådana analyser samordnas lämpligen inom ramen för Innovair/den efterföljande koordineringsgruppen.

UTMANING: Glapp i innovationssystemet (främst anpassade teknikdemonstratorer) behöver åtgärdas, oavsett om de beror på avsaknad av aktörer/kompetens, bristande finansiering eller annat.

UTMANING: Många SMF har behov av draghjälp för att nå ut med sin teknik, identifiera lämpliga utlysningar, skriva ansökningar och hantera statsstödsreglerna. Samverkan med ACS och/eller RISE kan vara en del av lösningen.

UTMANING: Regelbundna möten mellan industri och grundutbildning inom flygområdet – det bör skapas ett forum utanför UoH.

Notera att många av de nämnda utmaningarna är generella för många innovationsområden och borde vara underlag för en breddad diskussion. Se också avsnittet om “teknosfären” i inledningen av kapitel 4.

³¹ WARA-PS = WASP Research Arena for Public Safety.

³² Beskrivet av prof Gunnar Eliasson i boken "Synliga kostnader – osynliga vinster", Adlibris, 2010 samt i "Nurturing spillover from the Industrial Partnership between Sweden and Brazil", Tillväxtanalys rapport 2017:01.

TEKNIKSPRIDNING

Flygteknik är ett område med tillämpningar i teknologispetsen och mycket spin-out har genom åren skett till andra sektorer, vilket beskrivits av etablerade forskare³². Med detta som grund har Innovair som en oberoende aktör, representerande hela trippelhelixen inom flygsektorn, kunnat söka samverka nationellt såväl som internationellt. Vikten av specifika strategiska innovationsprogram för sådan spin-out har också på senare tid framgått av debattartiklar i dagspressen och tagits upp i seminarier anordnade av Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA).

I svensk flygteknisk industri fungerar många mindre företag (SMF) ofta som komplement till storföretagen (främst Saab och GKN Aerospace) genom att fokusera på spjutspets teknik som dessa inte själva utvecklar in-house. En uttalad vilja hos storföretagen är dessutom att denna decentraliserade kompetens ska kunna spridas till andra sammanhang som SMF väljer att arbeta med, vilket är en form av mycket avancerad teknikspridning.

Spin-out, eller avknoppning, från de stora företagen samt från universitet, högskolor och institut, har lett till ett flertal specialiserade småföretag, i några fall startade av NFFP-doktorander efter examen.

Innovair diskuterar fortlöpande behovet av en kartläggning och förstärkt kunskapsuppbyggnad avseende företag inom den växande flygsektorn, bland annat som grund för matchmaking och nya samarbeten.

UTMANING: Sverige behöver hitta nya former för teknikspridning mellan storföretag och SMF, där möjlighet till spin-out ska beaktas.

DUAL USE

Innovair har en given roll i gränsytan militärt/civilt, att både aktivt bidra till det förutsättningsskapande nätverksbyggandet och att identifiera, initiera och nyttiggöra svenskt deltagande i forskningsområden med karaktären dual use, det vill säga där det finns både civila och militära drivkrafter. Grundläggande utveckling inom teknikområden som aerodynamik, elektromekanik och framdrivning är, liksom den alltmer komplexa digitaliseringen av flygsystem, i hög grad generell för både civilt och militärt flyg. Nya produktionsmetoder, additiv tillverkning och nya material är också högtintressanta för båda sektorerna.

Begreppet har genomstrukturerat NFFP sedan starten 1994 och har också betonats i alla utgåvor av NRIA. Det har tidigare dock i huvudsak tillämpats på TRL upp till högst 4. Det förändrade globala säkerhetsläget har under de senaste åren förändrat budskapet från statsmakterna och trycket på att i en snabbare takt producera och leverera förmåga är påtagligt. Att dra nytta av civil teknikutveckling och samverka med civila företag betonas nu av ledande företrädare för försvarsmyndigheterna och flera organisationer ordnar seminarier kring ämnet. Vi ser en växande möjlighet att nyttiggöra dual use-insatser med en bredare ansats även på högre TRL och närmare tillämpning. Ett exempel utgör Försvarsmaktens nya uppdrag från regeringen, att tillsammans med Vinnova utveckla ett innovationsprogram med syfte att utnyttja civil-militära synergier inom FoU, där pågående program som NFFP ska nyttiggöras.

Några faktorer som betonas avseende dual use är att det bidrar till mer resultat per satsad krona, eftersom finansiering och deltagande från båda



sidor ökar effekten. Hela TRL-kedjan (1–9) är viktig, men en särskilt central komponent är demonstratorer – både civila och militära. För att förstärka synergieffekter och dra nytta av uppbyggd kunskap behöver existerande strukturer, exempelvis SIP, utnyttjas.

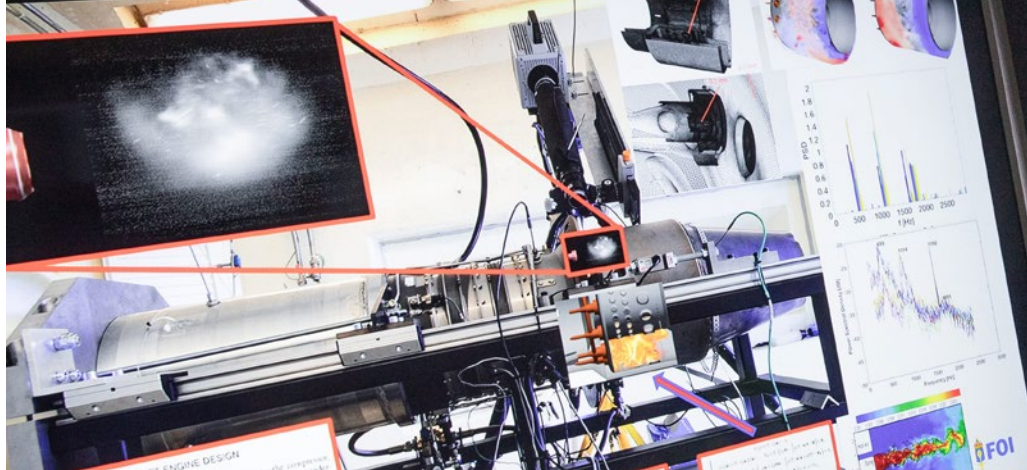
UTMANING: Ta vara på det fokus på dual use som har uppstått som en effekt av det skärpta säkerhetsläget och nu tydliggörs av Regeringskansliet, myndighetschefer, institut och forskningsföreträdare. Dra nytta av de inspel som tagits fram inför kommande forskningsproposition.

UTMANING: Skapa metodik för hur försvarsforskning kan utföras av SMF så att säkerhetsklassning och cybersäkerhet upprätthålls.

ÅTERVÄXT: UTBILDNING OCH REKRYTERING

En gemensam faktor för vår nationella förmåga att adressera samhällsutmaningar är att det kommer att krävas nya innovationer, upptäckter och tankar. Det innebär ett ökat behov av att fler unga människor känner lusten och engagemanget att lära sig och att studera. Det är också nödvändigt med en ökad mångfald, inklusive en ökad jämställdhet, för att trygga långsiktig kompetensförsörjning och konkurrenskraft.

Vad gäller högskole- och forskarutbildning utgör NFFP:s finansiering av industridoktorander ett verktyg för att mildra problemet. Men vi ser behov av, vilket även betonas i industrins egna analyser, att stärka insatserna för att öka diversitet och mångfald samt attrahera ungdomar och kvinnor till naturvetenskap och teknik och på sikt en karriär inom flygsektorn. Vi



bedömer att det behövs fler aktiviteter, med samlingsbegreppet STEM (se termer och förkortningar) som grund, i linje med regeringens kommande STEM-strategi.

Innovair har initierat ett strategiskt projekt som kommer drivas av SARC. Syftet med projektet är att lägga grunden för framtida kompetensförsörjning inom flyg i allmänhet och hållbart flyg i synnerhet. Ambitionen är att komplettera befintliga åtgärder med nya insatser. Inom SARC finns i dag en gemensam forskarskola för flygteknik med ett brett utbud av nationella doktorandkurser. Nu planeras och genomförs ett antal nya doktorandkurser där samverkan mellan de olika akademiska parterna sker. I dessa planer ingår även särskilda satsningar på nätverk för ökad mångfald.

Det övergripande målet med projektet är att identifiera hur framtida utbildningar inom hållbart flyg bör se ut och hur dessa ska utformas, med de resurser vi har i Sverige, så att de blir av högsta klass. Med utbildningar avses grundutbildning (högskole- och civilingenjörsutbildning samt masterutbildning), forskarutbildning och utbildningar för redan verksamma ingenjörer (livslångt lärande).

UTMANING: Det behövs samordnade åtgärder för att utveckla erforderlig kompetens, med mångfald och jämställdhet som ledstjärnor, samt för att sådan kompetens attraheras att engagera sig i och sedan kvarstanna i den svenska flygsektorn.

INTERNATIONALISERING

Att delta i en internationell forskargemenskap är grundläggande i nästan all forskning. Akademinns egna samarbeten med andra länder kan på sikt leda till goda internationella kontakter även inom industri och myndigheter, eftersom det finns en rörlighet från akademien till dessa.

Sveriges medverkan i stora ramprogram som Clean Aviation har varit framgångsrik, men konkurrensen är hård och de svenska bidragen måste ges förutsättningar att bibehålla sin kvalitet, genom nationella satsningar på NFFP och demonstratorer.

Innovair har, med sina begränsade resurser, lagt fokus på samverkan med ett mindre antal länder där vi ser stor potential. Därigenom kan Sverige få ett större genomslag i dessa länder. Byggandet av nationella konstellationer för sådant samarbete resulterar i nätverksskapande även inom Sverige,



inom de områden som blir föremål för internationella överenskommelser.

De länder som Innovair under den senaste programperioden har haft regelbundna bilaterala kontakter med är framför allt Brasilien, Tyskland och Storbritannien. I de fall som samarbetet drivs som mellanstatliga initiativ (till skillnad från rent kommersiella industriavtal eller normalt akademiskt forskningssamarbete) finns fördelar om en oberoende part kan utgöra brygga mellan de olika delarna av svensk trippelhelix. I FoU-samarbetet med Brasilien, där den stora Gripen-affären utgjort grund, har Innovair sedan starten 2015 haft en sådan koordinerande roll. Upplägget med en oberoende part som inte har kommersiella intressen men samtidigt en god insikt i det svenska innovationssystemet och dess aktörer, har av externa parter framhållits som en framgångsfaktor. Kontinuitet och oberoende bedöms kunna ge stor nytta i fler bilaterala samarbeten inom flygrelaterad såväl som annan FoU.

Vi föreslår att möjligheterna att utöka den svenska medverkan i internationella program analyseras vidare och att resultaten från sådan medverkan tydliggörs in i det svenska systemet genom ett nytt initiativ sammanhållet av Innovair.

UTMANING: Klimat- och näringslivsdepartementet, som ansvarar för den svenska medverkan i FoU-samarbetet med Brasilien, har genom åren utsett Innovair att agera koordinator. Såväl namnet som den fristående rollen behöver kvarstå.

UTMANING: Det finns sekretessrelaterade begränsningar att medverka i forskning som berör hemliga uppgifter i militära projekt. Detta gäller doktorander, såväl som för flertalet utländska medborgare.

FINANSIERING

För att möta den verklighet vi beskriver i kapitlen 4, 5 och 6 behöver finansieringsmöjligheterna anpassas så att maximal samhällsnytta uppnås enligt vårt resonemang i kapitlen 1 och 2.

Forskningsfinansiering

Vad gäller verksamheten i teknosfären som omger kärnverksamheten finns som starkt behov för flygsektorn att bli mer agil, det vill säga snabbare med sin teknikanpassning. För att omhänderta framväxande teknologier är det viktigt att möjliggöra en multidisciplinär och flexibel forskningsinriktning med en stor TRL-bredd i större utsträckning

än tidigare. Det behöver säkerställas att kompetenser och nätverk omfattar de snabbt tillkommande och tillväxande områdena, självklart i beaktande av kontinuitet och långsiktighet för att säkerställa nationell konkurrenskraft.

UTMANING: Finansiering behövs för verksamhet inom snabbt tillkommande och tillväxande teknikområden som ligger utanför Innovairs kärnverksamhet (och NFFP:s finansiering).

Finansiering av tillkommande verksamheter i Innovairs teknosfär får inte ske på bekostnad av kärnverksamheten, med dess inriktning mot att möta megatrenderna som gäller klimatförändringar och samhällssäkerhet. Det är av yttersta betydelse att den finansieringsnivå som hittills har funnits via NFFP och demonstratorprogram inte minskas, och att bryggan mellan dessa hålls tydlig. Den civila inriktningen behöver följa målen i de stora ramprogrammen, som Clean Aviation och dess efterföljare, för att fortsätta vara behovsmotiverad.

Sverige har under decennier haft den unika situationen att nationellt kunna utveckla och producera avancerade stridsflygplanssystem, vilket har en bakgrund i politiska beslut om oberoende. Därför har NFFP sedan starten 1994 samfinansierats av Närings- (numera Klimat- och Näringslivs-) och Försvarsdepartementen, med dual use som ledstjärna. Inte minst med anledning av världshändelserna på senare år finns en fortsatt ambition att ha sådan spetskompetens i landet, oberoende av NATO-inträdet. Den detaljerade militära inriktningen blir avhängig utfallet från de kommande konceptstudierna avseende framtida stridsflygsystem.

UTMANING: Fortsatt finansiering behövs för att säkerställa löpande

utveckling inom NFFP:s prioriterade teknikområden, som är utformade för att Sverige ska kunna bidra till att möta megatrenderna som gäller klimatförändringar och förändrad samhällssäkerhet.

UTMANING: Nuvarande och tillkommande finansierare behöver säkerställa att finansiering av Innovairs verksamhet i teknosfären inte utarmar kärnverksamhetens finansiering.

Eftersom den tekniska utvecklingen uppvisar allt fler likheter i hur man löser grundbehoven inom civila och militära tillämpningar, och eftersom särskiljande krav tenderar att framträda allt senare i TRL-kedjan, finns förutsättningar för ett ökat dual use-perspektiv med tillhörande finansiering hela vägen upp till TRL 6.

UTMANING: Finansiering på alla nivåer upp till TRL 6 behöver ha ett starkt dual use-fokus.

EU:s nuvarande ramprogram har ett betydligt lägre innehåll på låga och medelhöga TRL än tidigare generationer; fokus ligger i stor utsträckning numera på demonstrationsfasen. Detta ger Sverige en ökad nationell konkurrensnackdel, eftersom våra konkurrentländer generellt har betydligt större statlig uppbackning än vad som är fallet i Sverige. Sveriges avsaknad av anslagsfinansiering, vilket betyder att grundforskning i Sverige behöver ske via finansiering inom konkreta projekt, har varit en nationell konkurrensnackdel mycket länge. Forskningsfinansiering via projekt drar stora resurser och skapar brist på långsiktig planeringsgrund, och när nu Clean Aviation fokuserar mer på demonstration på högsta systemnivån (flygprov) blir skillnaden än mer märkbar. Denna lucka i

finansieringen av tidiga faser behöver mörkas igen om vi som nation ska kunna bidra med konkurrenskraftiga lösningar på marknaden i framtiden.

UTMANING: Det finns starka behov av tematisk ramfinansiering på låg TRL-nivå, inte minst för att Sverige ska kunna vara fortsatt konkurrenskraftigt i internationell samverkan.

Lösningar på ovanstående utmaningar skulle kunna skapa en markant uppväxlingseffekt för akademisk forskningsverksamhet och ge Sverige möjlighet till större sammanhållna projekt där vi samarbetar nationellt, vilket skulle vara ett nödvändigt tillskott till svensk konkurrenskraft.

UTMANING: En förbättrad dialog om framtida program behövs med berörda departement.

Allt detta ska ses i ljuset av att det offentliga finansieringslandskapet förändras. Den statliga Forskningsfinansieringsutredningen^{33,34} föreslår i sitt slutbetänkande att tre nya myndigheter inrättas: Vetenskapsmyndigheten, Myndigheten för strategisk forskning och Innovationsmyndigheten (med en brasklapp för att de två sistnämnda slå ihop). Utredningen föreslår också att de nuvarande myndigheterna Formas, Forte, Vetenskapsrådet och Vinnova avvecklas och att den externa forskningsfinansieringen vid Energimyndigheten upphör. Det förväntas en starkare dual use-inriktning än i dagens upplägg, och på den militära sidan sker förändringar både nationellt och på

³³ Ny myndighetsstruktur för finansiering av forskning och innovation (SOU 2023:59).

³⁴ Statlig forskningsfinansiering Underlagsrapporter (SOU 2023:19).

FINANSIERING AV SVENSK FLYGTEKNISK INNOVATION

Innovairs offentliga finansiering (för kärnverksamheten som definieras av NFFP:s prioriterade teknikområden) utgjordes 2023 av tre komponenter:

- **NFFP-medel för forskning på TRL 1–4** (80 MSEK varav 55 från Klimat- och näringslivsdepartementet och 25 från Försvarsdepartementet);
- **medel för demonstratorverksamhet på TRL 5–6** (21 MSEK i SIP-medel från Vinnova, Energimyndigheten och Formas);
- **medel för programkontorets verksamhet** (4 MSEK i SIP-medel).

Allt utom programkontorsmedlen medfinansieras med lika mycket från industrin (totalt 101 MSEK).

SIP-medlen från Vinnova reduceras nu för att helt upphöra år 2027.



Europainivå (se kapitel 6).

Med en gemensam myndighet för finansiering av forskning och innovation från lägsta TRL och uppåt bör det kunna skapas nya områden, där flyg är ett, med möjlighet till tematiska utlysningar. Därvid skulle grundläggande forskning kunna jackas in i de typer av projekt som NFFP genom åren har representerat.

Ansvar för forskning, utveckling och innovation inom de rent militära och därmed ofta sekretessbelagda disciplinerna ligger på Forsvarsdepartementet och försvarsmyndigheterna och berörs inte vidare i denna NRA.

Finansiering av sammanhållande funktion

Ovanstående omstötning, plus det faktum att Innovair som program når slutet av sin nuvarande finansiering 2026, påverkar programmets möjligheter till den långsiktighet och kontinuitet som behövs för att säkerställa Sveriges nationella konkurrensmöjligheter på området. Ytterligare osäkerheter kommer att uppstå i samband med planeringen av Impact innovation³⁵, det innovationsfinansieringsprogram som av Energimyndigheten, Formas och Vinnova tänks bli efterföljaren till dagens SIP. Kort sagt är finansieringssituationen alltför rörlig för att vi ska kunna säkerställa en god verksamhet.

I detta nya finansieringslandskap behöver Innovair hitta möjligheter för att kunna fortsätta vara en neutral

aktör som samlar flygteknikområdet för en gemensam och nationellt passande väg framåt.

Beslut avseende Sveriges framtida forskningsfinansiering är inte fattat vid denna agendas tillblivelse, vilket innebär en osäkerhet om strukturer och ramar. Impact innovation blir viktigt som komplement till NFFP och framtida flygtekniska demonstrationsprogram, troligen främst inom sektorövergripande områden som tillverkningsteknik, digitalisering och materialteknik. Innovair behövs för att balansera det effektivitetstapp som kan befaras (påtalat även av författarna av Forskningsfinansieringsutredningen) under övergångsperioden till ny struktur. Behovet av en funktion som kan agera ”kitt” mellan aktörerna samt förvaltare och förnyare av NRA-agendorna står annars utan lösning.

Tidpunkten för implementering av Impact innovation föreslås till cirka 2027, det vill säga samma år som den statliga finansieringen för NFFP planeras upphöra.

UTMANING: En fortsatt koordinerande funktion/forum som Innovair behöver säkerställas när Innovairs nuvarande programkontor upphör 2027.

UTMANING: Innovair har genom åren blivit en garant för trovärdighet i internationella sammanhang. Denna konkurrensfördel behöver säkerställas även framgent.

FINANSIERING – DET VIKTIGASTE

I det här arbetet är inte finansieringens ursprung det viktiga. Det viktiga är att **medlen för forskning och demonstration inte urholkas, försenas eller periodvis uteblir**, eftersom svensk konkurrenskraft då skulle riskeras – liksom därmed **våra nationella möjligheter att bidra till lösningar på de stora samhällsutmaningarna**.

Det är också av avgörande betydelse att det finns ett **forum för den koordinerande funktionen** – inte minst för förmågan att med jämna mellanrum uppdatera de strategiska riktlinjerna i NRA Flyg. NRA Flyg utgör det sammanhållande kittet som ligger till grund för det flygtekniska innovationssystemets strategiska utveckling, och agendans övergripande natur är en garant för att samla området och driva innovationen åt det håll där den gör bäst nytta.

35 impactinnovation.se

Nu är allt på plats. Vi har sett hur vi vill möta megatrenderna med innovation, och vi har beskrivit de nödvändiga förutsättningarna för det. Vilka konkreta åtgärder rekommenderar vi alltså?



Rekommendationer

Här är de sex åtgärder som NRIA Flyg 2024 rekommenderar för att stärka svensk flygteknisk innovation.

REKOMMENDATION 1: Säkerställ en fortsatt koordineringsfunktion för svensk flygteknisk forskning och innovation samt initiera en därtill knuten framsynsgrupp

Vi föreslår att den samordnande rollen för Innovair och dess programkontor får en fortsättning, i form av en särskild **koordineringsgrupp** för att samla flygsektorns aktörer, stödja Regeringskansliet och olika myndigheter i koordinering av internationella samarbeten, ta initiativ till nya studier samt bidra med åtgärder för att attrahera flera att söka sig till flygsektorn och specifikt för en ökad mångfald och jämställdhet i utbildning och FoU.

Vi föreslår också inrättandet av en **framsynsgrupp** för förstärkt vaksamhet, agilitet och beredskap för vad som händer runt omkring det egna innovationsområdet. Denna grupp kommer att arbeta dedikerat med att bevaka och när så är möjligt delta aktivt i:

- **Omvärldshändelser – politik och teknik** för att kunna införa nya parametrar i innovationsarbetet på ett så tidigt stadium som möjligt, samt ta del av och analysera externa strategier som är relevanta för flygområdet.
- **Tekniköverföring** genom att stödja ökad samverkan i ett öppet ekosystem där nya aktörer kan dra nytta av Innovairs uppbyggda kompetens och där matchmaking

kan ske mellan stora och små företag både inom och utanför flygteknikområdet, till förmån för en ökad dual use.

- **Förutsättningsskapande parametrar** (exempelvis regelverk, luftrum, bränsleproduktion) för att på ett samlat sätt kunna initiera förändringar, föreslå riktade studier med mera.

Koordineringsgruppen, med stöd av framsynsgruppen, kommer via sitt uppdrag på ett naturligt sätt arbeta för synkronisering mellan trippelhelixens olika roller och samla flygrelaterad forskning och innovation i ett sektorspecifikt program. Här behöver även slutanvändarnas perspektiv vävas in. Liknande verksamhet (öppna delar) inom storföretag och institut behöver tappas av genom aktiv medverkan från dessa.

Etableringen av framsynsgruppen blir initialt en tilläggsuppgift för Innovairs programkontor, för att sedan (från och med 2027) ingå i den nya koordineringsgruppens övriga förutsättningsskapande uppgifter.

REKOMMENDATION 2: Finansiera säkerställd kärnverksamhet och möjlighet att möta nya tekniker

NRIA Flyg 2024 stakar ut svensk flygteknisk innovations strategiska väg framåt för att möta tre megatrender: klimatomställning, försämrat säkerhetsläge och geopolitik samt accelererad teknikutveckling – nya tillämpningar.

Mot bakgrund av beskrivningen i kapitel 4–7 **föreslår vi** följande **fyra finansieringsprogram**:

Strategisk forskningsfinansiering

Vi föreslår förstärkt strategisk grundläggande forskningsfinansiering riktad mot flygområdet i huvudsak genom att Forskningsfinansieringsutredningens förslag om inrättandet av den Strategiska forskningsmyndigheten genomförs och att det säkerställs att flygforskning är ett ▶

- ▶ av de prioriterade finansieringsområdena där.

Genom att satsa på ämnesområden med hög flygrelevans säkerställs kompetensförsörjning och spetskompetens, samtidigt som nya innovationer och tillämpningar kan förväntas inom ett bredare spektrum än flygområdet. Detta kan ytterligare förstärkas genom att en tydlig dual use-aspekt finns hos myndigheten via att de mer grundläggande delarna av Forsvarsmaktens flygforskningsfinansiering riktas till myndigheten.

Skulle Forskningsfinansieringsutredningens förslag inte genomföras fullt ut rekommenderar vi att Vetenskapsrådet får ett tillskott för strategisk forskning inom flygområdet.

Utöver dessa förslag ser vi att det är av största vikt, när regeringen ser över de strategiska forskningsområdena (SFO) i forskningspropositionen, att flygforskningsområdet får ett tillskott och att detta tillförs universiteten.

Dual use-forskning (NFFP)

Vi föreslår fortsatt finansiering av Innovairs kärnverksamhet på lägre TRL-nivåer, såsom definierad av de prioriterade teknikområdena, för att möta EU:s klimat- och miljömål och stämma överens med Clean Aviations inriktning samt för att möta Forsvarsmaktens behov av långsiktig nationell kompetens för vidmakthållande och vidareutveckling av stridsflygsystemet med tillhörande stödsystem.

Med tanke på sneda vägens princip måste NFFP garanteras långsiktighet och kontinuitet. NFFP bör omfatta TRL 1–4 och omfattningen bör vara 130 miljoner kronor per år.

Distinktionen mellan NFFP och den grundläggande (strategiska) flygforskningen som vi föreslår ovan är att NFFP:s grundforskning är hårt kopplad mot flygforskningsstillämpningar. Den ovan föreslagna grundläggande flygforskningen bedrivs däremot på ett friare sätt, karakteriserat av att ämnesområden med hög flygrelevans utforskas.

Dual use Demo 25

Vi föreslår fortsatt finansiering av Innovairs kärnverksamhet på mellan hög TRL-nivå, i gapet mellan akademisk forskning och industriell utveckling. Denna finansiering är

väsentlig för att säkerställa svensk industris möjligheter att delta i nationella och internationella utvecklingsprogram. Det behövs möjlighet att demonstrera teknik- och produktlösningar, nya arbetsmodeller, arbetssätt, metoder, verktyg etc., men även utgöra träningsplattformar för tekniskt ledarskap. Det är nödvändigt att demonstratorerna realiseras fysiskt.

Omfattningen bör vara 150 miljoner kronor per år.

Multidisciplinärt forskningsprogram för snabbt framväxande teknologier

Vi föreslår ny finansiering för att skapa flygrelaterad kunskapsuppbyggnad kring de nya snabbt framväxande teknologier som bedöms komma att påverka såväl civil som militär flygsystemutveckling.

Programmet ska fokusera på utveckling av komplexa system och beakta såväl teknisk komplexitet som social komplexitet och tekniska ledarskapsaspekter. Det behöver omfatta flygsektorrelevant spin-in av sådan teknik.

Programmet bör omfatta stöd till insatser på både låga och höga teknikmognadsnivåer, till både spetsforskning och tillämpning, för såväl civila som försvarsrelaterade behov.

Strävan ska vara att maximera synergierna mellan insatser samt rikta sig till såväl stora som små företag, institut och akademi. Forskningen och teknologitvecklingen bedrivs med fördel i större samlade multidisciplinära projekt där de olika aktörerna samverkar i relevanta delprojekt.

Omfattningen bör vara 50 miljoner kronor per år.

Framtida satsningar på forskning och innovation inom området fossilfritt flyg bör, inom samtliga fyra program, anpassas till de områden där svensk flygindustri kan bidra mest och i de som ger störst påverkan på de globala utsläppen från flyg.

I denna NRIA Flyg har vi tydligt visat att det är segmenten mellan stora medeldistansflygplan samt stora långdistansflygplan som helt dominerar de globala utsläppen från trafikflyg. För att skapa maximal effekt är det därför viktigt att svensk forskning och innovation på området fokuserar på dessa segment.

REKOMMENDATION 3: Stärk insatserna för att öka mångfalden samt attrahera ungdomar och kvinnor till naturvetenskap och teknik

Vi föreslår riktade insatser där svenska flygaktörer kan fungera som stimulerande exempel för att främja intresset för teknik- och naturvetenskap hos ungdomar och kvinnor. Branschen har engagerat sig i detta såväl gemensamt som i företagsspecifika insatser, men vi bedömer att det behövs fler aktiviteter, med samlingsbegreppet STEM som grund, i linje med regeringens kommande STEM-strategi.

Vi föreslår konkret att Innovairs programkontor (därefter den föreslagna koordineringsgruppen) bör ges i uppdrag att utveckla en sådan aktivitetsplan, i samverkan

med innovationssystemets huvudaktörer och framtida forskningsfinansierande myndigheter. Arbetet bör genomföras i nära samverkan med både andra program och med svensk innovationsstyrning i stort, eftersom problemet är gemensamt för många sektorer.

Vi föreslår också att Vinnova tillsätter en tvärsektorieell funktion för att stärka återväxt, jämställdhet och mångfald i de program som knyter ihop Vinnovas myndighetsroll med den konkreta innovationsutvecklingen i de av Sveriges olika sektorer som uppvisar sådana brister.

REKOMMENDATION 4: Öka samverkan, nationellt och internationellt

Vi föreslår inrättande av ett koordineringsforum med deltagande av de närmast berörda aktörerna, som en inledande lösning för att tydliggöra nedan nämnda möjligheter och brister.

Svensk medverkan i EU, EDA och NATO olika program och grupper för forskning och innovation är mycket uppskattad och förväntas nu öka efter det formella NATO-inträdet. Avtappningen sker dock inte alltid så att resultatet sedan synkroniseras mot andra pågående aktiviteter på hemmaplan – och vice versa. Kopplingen bör göras tydligare mellan FM FlygFoT och EDF gentemot de i "Rekommendation 2" föreslagna finansieringsprogrammen.

Försvarsmaktens nya uppdrag gällande dual use utgör motiv för att myndigheten behöver få möjlighet att påverka forskningsinriktningen. Även andra svenska initiativ med karaktär av dual use bör nyttiggöras, varvid medverkan från SMF är betydelsefull.

Medverkan i stora ramprogram som Clean Aviation har varit framgångsrik, men konkurrensen är hård och de svenska bidragen måste ges förutsättningar att bibehålla sin kvalitet, genom nationella satsningar på NFFP och demonstratorer.

Ansträngningar behövs för att öka den kunskapsutbyggande effekten in i det nationella innovationssystemet, men också för att öka medlen från gemensamma internationella program som tillfaller svenska aktörer.

Generellt bör de internationella delarna i våra program utökas och förstärkas, såväl via de stora ramprogrammen som bilateralt, där Brasiliensamarbetet är ett exempel på betydelsen av Innovairs koordinerande medverkan.

Flygsektorns etablerade aktörer behöver också ges bättre förutsättningar att omhänderta relevanta nya teknologier och öka sin agilitet. Vi rekommenderar att nya initiativ analyseras, med fokus på samverkan i nyskapade sammanhang, där den föreslagna framsynsgruppen under Innovairs ledning bedöms vara en lämplig utförare. Svenska satsningar inom avancerad digitalisering, AI, kvantteknologier med mera bör snabbare nyttiggöras för insatser i internationella ramprogram såväl som för nationell produktutveckling. Den beskrivning av flygområdets syn på AI och digitalisering inom framtida flygsystem som gjordes i samband med NRIA Flyg 2020 kan utgöra en utgångspunkt för ett sådant arbete.

REKOMMENDATION 5: Öka deltagande av SMF i svensk flyginnovation

Vi föreslår att Innovair skapar ett formaliserat koncept för teknikspridning, för att föra ut kompetens och kunnande från Innovairs centrala verksamhet till aktörer med fokus på framväxande teknologier och nya tillämpningar, specifikt SMF. Därvid bör särskilt fokus ligga på att utnyttja ACS (Aerospace Cluster Sweden) som kunskapsförmedlare. Samtidigt bör SMF kunna erbjudas stöd för att deras egna teknikidéer på lämpligt sätt ska kunna förfinas och tas till marknaden.

Vi föreslår att utvecklingen sker i samarbete med etablerade SMF-program samt genom kontakter med svenska teknikparker och koppling till lämpliga inkubatorer. Stråvan ska vara att vidga aktörsgruppen och koppla konceptets initiativ, när de föreligger, till det i rekommendation 2 föreslagna multidisciplinära forskningsprogrammet för snabbt framväxande teknologier.

REKOMMENDATION 6: Möjliggör produktion av hållbara bränslen

Vi föreslår att regeringen beslutar om inhemsk produktion av hållbara (fossilfria) bränslen i enlighet med de rekommendationer som framförts av Fossilfritt Sverige och deras branschspecifika genomgångar av förutsättningar och behov. Inhemsk produktion av hållbara bränslen är ett led i att uppnå klimatmålen och samtidigt bli självförsörjande på fossilfritt bränsle.

Frågan är inte av teknisk karaktär, varken vad gäller framställning eller rörande användning i motorer. Frågan handlar i stället om affärsvillkoren för aktörerna på producentmarknaden, där det behövs långsiktighet, finansiering, tydliga regelverk och en garanterad efterfrågan på de bränsleprodukter som blir resultatet av utvecklingen. Marknadens aktörer kan inte ensamma förväntas stå med investeringsbördan, och inte heller med den ekonomiska risk som är följden av de ofta relativt kortsiktiga politiska

beslut som styr förutsättningarna för marknaden.

För flygets del handlar frågan naturligtvis om uppfyllnad av klimatmål, men också om resiliens och handlingsfrihet, med starka implikationer för både civilt och militärt flyg. De senaste årens världshändelser har tydligt visat på behovet av att Sverige behöver ha en egen rådhighet över bränsletillgång, för alla tillämpningar av flyg. Och för flygteknikaktörerna i Innovair är frågan en förutsättning för de utvecklingsspår som bygger på ett frigörande från fossila bränslen.

Huruvida bränslet som framställs i första hand behöver användas till flyg eller till andra trafik- och transportslag är en underordnad fråga. Oavsett vilket behövs stora volymer hållbart bränsle i samhället; produktionen behöver starta så fort som möjligt, och ett politiskt beslut avseende villkoren för produktion behöver fastställas i närtid.





VI SOM TOG FRAM NR1A FLYG 2024

SKRIVGRUPPSMEDLEMMAR

Kent Andersson FM · Göran Bengtsson Saab · Tomas Grönstedt Chalmers · Ardeshir Hanifi KTH · Robert Hell GKN Aerospace · Dan Henningson KTH · Tomas Ireman Saab · Patrik Johansson GKN Aerospace · Björn Jonsson FMV · Petter Krus LiU · Gunnar Linn Linnkonsult · Robert Lundberg GKN Aerospace · Tomas Mårtensson FOI · Mats Olofsson AMOLO Foresight Consulting · Mats-Olof Olsson FM · Yvonne Rosmark Innovair

STYRGRUPPSMEDLEMMAR

P-O Marklund Saab · Fredrik Olofsson ACS · Henrik Rünemalm GKN Aerospace · Syjetlana Stekovic LiU/SARC · Rickard Stridh FM · Carina Wahllöf FMV · Dag Waldenström Svenskt Flyg

REFERENSGRUPPSORGANISATIONER

ACC Innovation · Airpelago · Chalmers · FHS · FM · FMV · FOI · GKN Aerospace · Heart Aerospace · HL Insight · KTH · LiU · LTU · LU · MDU · PowerCell · RISE · Saab · Spacemetric · Transportföretagen · Transportstyrelsen · UMS Skeldar · Vernamack · Vinnova · VTI

PROCESSLEDARE/REDAKTÖRER

Gunnar Linn Linnkonsult
Mats Olofsson AMOLO Foresight Consulting

FORMGIVARE

Gunnar Linn Linnkonsult

PROJEKTLEDARE

Yvonne Rosmark Innovair

FOTO/RENDERING

1 Compras Labs · 1, 52 OlegRi/Shutterstock.com · 2–3 GKN Aerospace · 4–5 Saab · 6–7 Natilus · 7 PHOTOCREO Michal Bednarek/Shutterstock.com · 8 posteriori/Shutterstock.com · 9 kksr/Shutterstock.com · 10 Olivier Le Moal/Shutterstock.com · 11, 18–37, 46–49 iStockphoto.com/narvikk · 12–13 Saab · 14–15 GKN Aerospace · 16–17 Saab · 18–19 Shutter_M/Shutterstock.com · 21 Naypong Studio/Shutterstock.com · 22–23 FOI · 24 GKN Aerospace · 26–27 Jezper/Shutterstock.com · 28 FlightRadar24.com · 28–29 GKN Aerospace · 30–31 Evgeny Karandaev/Shutterstock.com · 32–33 Försvarmakten · 34 FOI · 36 Försvarmakten · 38–39 Produktionstekniskt Centrum · 40 WARA-PS · 41 GKN Aerospace · 42–43 FOI · 44–45 Chalmers · 50–51 Gunnar Linn, Kent Eng





DET STRATEGISKA INNOVATIONS-
PROGRAMMET FÖR FLYG

I samarbete med

AEROSPACE
CLUSTER
SWEDEN



info@innovair.org
innovair.org