

Sammanfattning webinarserie Hållbart Flyg

INNEHÅLL

Innehåll	2
1) Bakgrund	3
2) Syfte och mål	4
2.1 Syfte med denna rapport	4
3) De tre webinaren	4
3.1 Swedish Aeronautical Research Center (SARC)	4
3.2 SAAB	8
3.3 GKN	13
4) Kort summering	15
4.1) Flygets miljöpåverkan	15
4.2 De olika alternativen	15
5) Slutsatser	15

1) BAKGRUND

Flygbranschen står inför stora förändringar. Dels på kort sikt pga de förändringar som kan uppstå i resandemönstret föranlett av Corona-pandemin dels då flyget måste minska sin miljöpåverkan.

Många av ACS medlemmar är direkt eller indirekt påverkade av hur flygplansmarknaden ser ut. Denna rapport avser att ge en bild av hur miljöaspekter kommer påverka den framtida produktionen av flygplansrelaterade produkter och komponenter.

Inom projektet ACS Boost finansierat av Tillväxtverket, Västra Götalandsregionen, Region Östergötland och Region Norrbotten, arrangerade ACS tre en-timmars webinarier under december 2020 i ett försöka att ge en bild av hur marknaden för nya flygplan kommer att se ut i framtiden. Fokus låg på vad som kan hända fram till år 2030 men också på längre sikt.

Motivet för de tre webinarierna var att ge ACS medlemmar och andra intresserade bättre förståelse för de möjligheter och hot som finns i den omställning som måste genomföras inom flygbranschen för att minska flygets miljöpåverkan.

2) SYFTE OCH MÅL

2.1 Syfte med denna rapport

Denna rapport ger en kort resumé av de tre genomförda webinarier samt en kort summering av de möjliga förändringar som kommer att ske inom flygbranschen för att minska flygets miljöpåverkan.

3) DE TRE WEBBINARIERNA

De tre webinarier gavs av Swedish Aeronautical Research Center, Saab och GKN Aerospace. Nedan ges en kort sammanfattning av respektive webinarie.

3.1 Swedish Aeronautical Research Center (SARC)

Serien av webinarier startade tredje december med att Tomas Grönstedt från Chalmers och Petter Krus från Linköpings Universitet, båda aktiva i SARC, gav sin övergripande syn på flygindustrins miljörelaterade framtid.

Tomas fokuserade på de möjliga tekniska lösningarna för flyget och Petter presenterade mer generell information om olika energislags, möjliga för flyg, möjligheter och utmaningar.

Tomas började med att konstatera att dilemmat bottnar i att tillväxttakten i flygandet, mätt i passagerarkilometer är snabbare än minskningstakten gällande koldioxidutsläpp per samma enhet och att flyget totalt i världen står för ca 2,4% av de växthuspåverkande utsläppen. Det skall dock noteras att det är en liten del av jordens befolkning som står för dessa 2,4%.

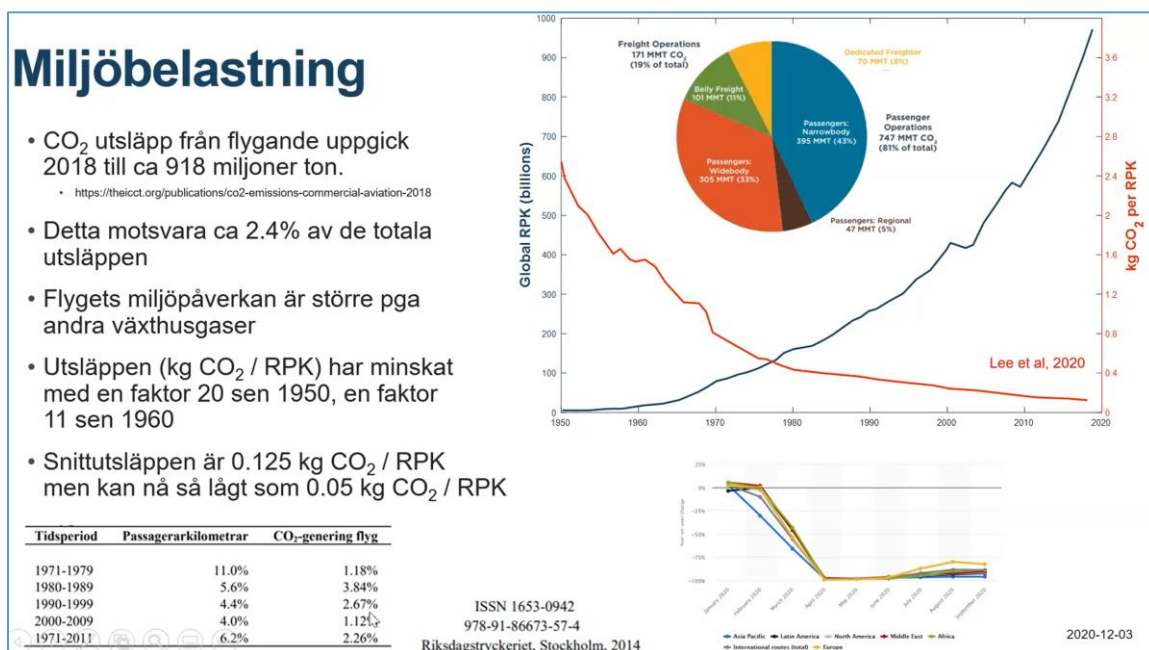


Bild från SARCs presentation.

Den stora delen av utsläppen, ca 75%, från flyget härstammar från "Narrowbody" och "Widebody", dvs mera långdistansflygande i plan som A320/Boeing737 respektive A350/Dreamliner. Regionalflyget står för en mindre del, ca 5%.

Detta betyder, för att få stora effekter på flygets växthuspåverkande utsläpp så behöver lösningar framför allt införas på medel- och långdistansflygningarna med större flygplan, >500-1000km och >100passagerare.

De framtida alternativa bränslen som diskuteras är:

- Batteri
- Vätgas och/eller

- Syntetiskt framställda bränslen baserade på bioråvara till någon grad eller infångad CO₂.

Batterier och elflyg är det alternativ med högst verkningsgrad. Men pga batteriers relativt låga energitäthet/kg ca 1/50, jmf med tex traditionellt flygbränsle se längre ner, så kommer inte elflyg att vara en lösning på de längre flygningarna, 500km och uppåt, innan år 2030 och troligen inte heller under en överskådlig framtid. Däremot kan elflyg innebära en effektiv lösning och kanske en ny marknad för regional- och lokalflyg.

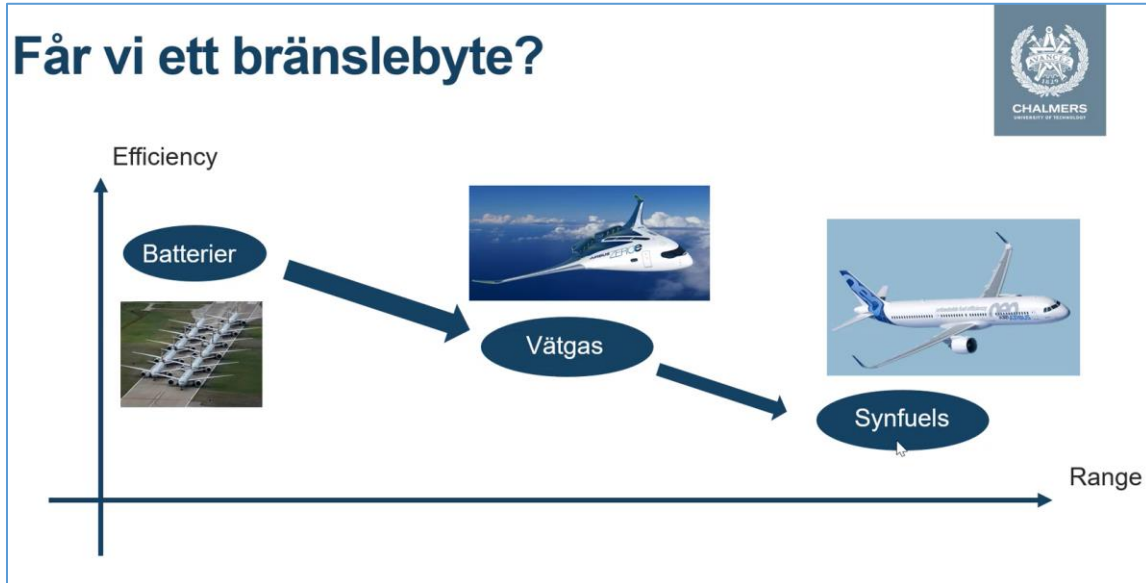


Bild från SARCs presentation

Att flyga med vätgas som bränsle är en bra kompromiss som fungerar idag men är förknippat med tekniska utmaningar gällande hantering, lagring osv. Att använda vätgas kommer framför allt vara tekniskt svårt vid längre flygningar, längre än ca 3000-4000km, pga problemen med stora och platskrävande vätgastankar i planen.

Syntetiska bränslen, baserade på bioråvara till någon grad eller infångad CO₂, fungerar också i existerande system men har sämst effektivitet då de kräver mycket energi för att framställas. Syntetiska bränslen kommer vara lösningen för långflygning under lång tid framöver.

Tomas slutsats var:

- För resor med narrowbody och widebody så är den energieffektivaste lösningen inom rimlig framtid troligen vätgasbaserad och att ett sådant flygplan kanske kan vara i drift från 2035.
- Visar det sig att utvecklingen av lösningar baserade på vätgas får problem under perioden innan 2028 så får man backa lösningarna för 2035 och flyga med elektroframställda hållbara flygbränslen av samma typ som idag.

Petter började med att sätta flygets utsläpp i proportion till andra utsläpp.

Flyget i proportion till annat

- Svenskars flygande 2019 ca 10 milj ton CO₂
- Svenskars bilåkande 2019 ca 10 milj ton CO₂
- SSABs direkta CO₂ utsläpp på 9,8 miljoner ton
- Tunga vägtransporter 5 milj ton CO₂
- Arbetsmaskiner 3.5 milj ton CO₂
- Fartyg till och från Sverige, 8 milj ton CO₂

Bild från SARCs presentation

Viktig parameter för framtida flygbränslen är energiinnehållet per kg eller m³. I bilden nedan visade Petter hur energiinnehållet ser ut för olika möjliga flygbränslen.

Specific Energy

	Specific Energy	Energy density
Kerosene (about the same as petrol and diesel)	12000 Wh/kg	9200 Wh/l
Battery (Tesla, pack level)	177 Wh/kg	711 Wh/l
Hydrogen	30000 Wh/kg	2800 Wh/l
Pressurized Hydrogen tank (700 bar)	3000 Wh/kg	767 Wh/l

Bild från SARCs presentation.

Tydligt är att dagens flygbränsle, Kerosene, har bra siffror både gällande energiinnehåll per kg och m³. Vidare att vätgas, även om man tar hänsyn till vikt och storlek på själva trycktanken, fortfarande är ca 20ggr bättre än batterier gällande energiinnehåll per kg.

En annan viktig parameter för framtida framdrivningssystem för flyget är verkningsgraden för de olika systemen.

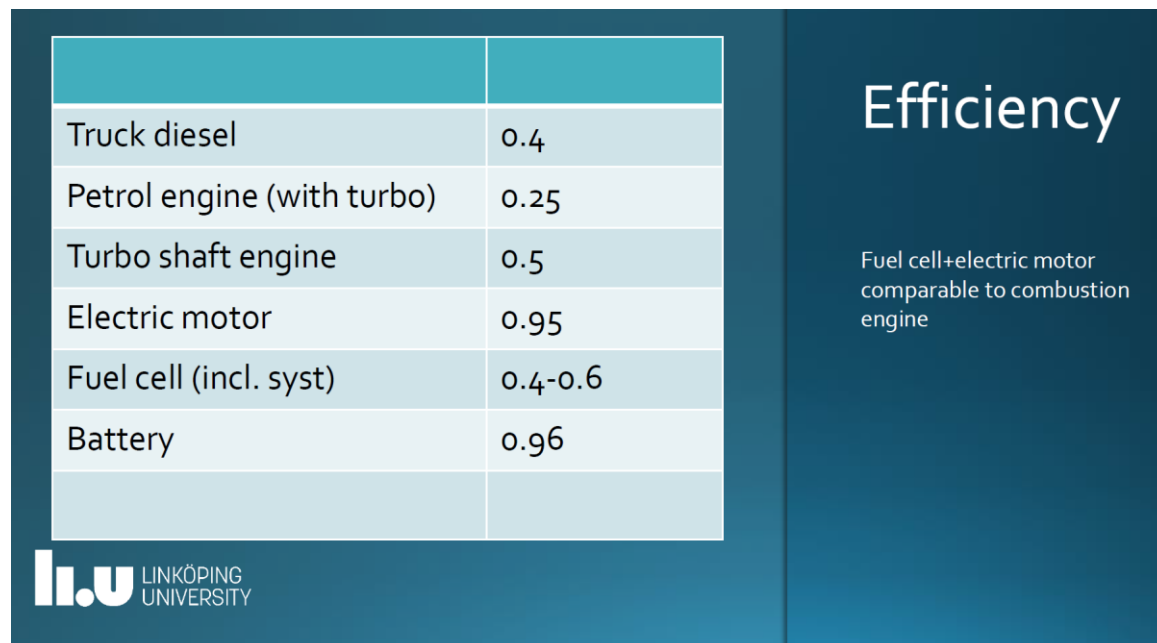


Bild från SARCs presentation.

Gällande verkningsgrad är det tydligt att batterier kombinerat med elmotor är klart bäst och att ottomotorer, bensinmotor, är sämst. En jetmotor, turbo shaft engine, är ca dubbelt så effektiv som en bensinmotor.

Gällande utvecklingstakten av energiinnehåll per kilo för batterier så har de historiska siffrorna visat på en förbättring på ca 3Wh/kg/år. Detta betyder att det kommer ta väldigt lång tid innan batterier blir ett alternativ för längre flygningar.

Technology Forecasting:

Batteries for Electric Cars

- Assuming incremental refinement of Li-ion technology
- (Placke et al., 2017) suggests about 3 Wh/kg/year.
- 2019 156 Wh/kg 135USD/kg =1283 SEK/kg
- 2024 171 Wh/kg 94USD/kg =902 SEK/kg

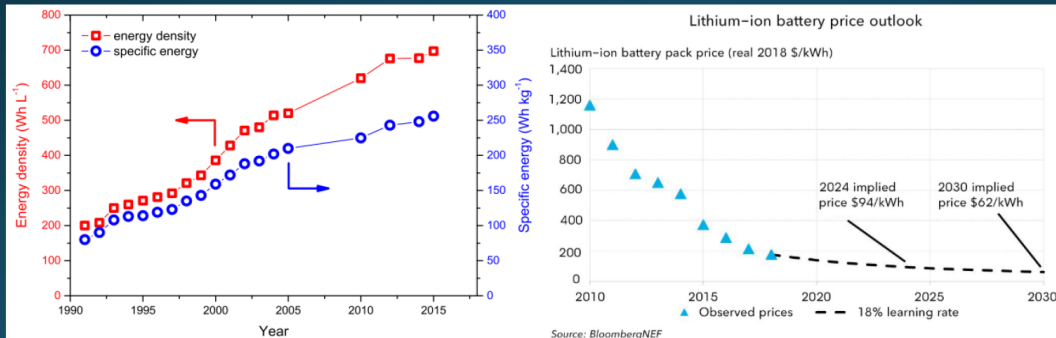


Bild från SARCs presentation.

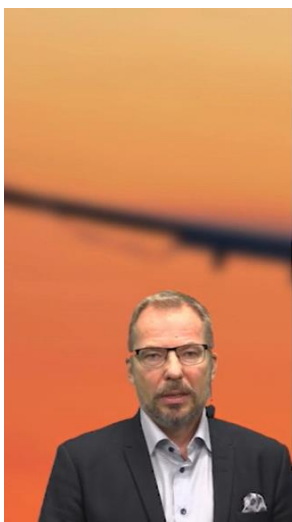
3.2 SAAB

Åttonde december delade representanter från Saab med sig av vad de tror om framtida hållbart flyg. De som presenterade representerade affärsområde Industrial Products and Services; Magnus Falk, Aerostructures, Thomas Jäderlund, Avionic Systems och Niclas Gustavsson, Traffic Management, samt Göran Bengtsson från affärsområde Aeronautics.

Presentationen hölls ihop av Anders Jonzon, kommunikationschef på Saab Industrial Products and Services.

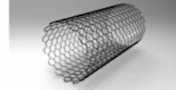
Representanterna från Saab gav en bred bild av Saabs historik, vilka områden Saab arbetar inom och vad som pågår inom de olika områdena med koppling till hållbarhet och civilt flyg. Nedan följer något av det som presenterades gällande hållbart flyg och vad Saab tror och gör inom området hållbart flyg.

Göran Bengtsson började med att presentera teknologiutvecklingen inom Aeronautics. Han pekade på följande områden där Saab noga följer och bidrar till utvecklingen, se bild nedan.



Technology trends

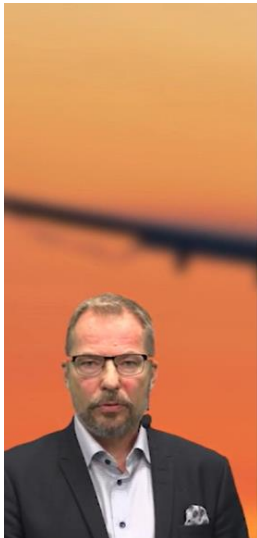
- Internet of Things (IoT)
- Cyber security
- Softwareification (SDN, SDR, SDx)
- Quantum communication / computing
- Big data and data analytics
- AI, Machine learning, Deep Learning
- Autonomous collaborating systems
- Additive Manufacturing & Digital Factory
- New / Functional Materials
- Efficiency/Energy systems/storage
- Virtual and Augmented Reality
- Miniaturization
- Liquid Hydrogen - LH






Saab deltar i Clean Sky2, samt förberedande aktiviteter för Clean Aviation där vätgas är ett aktuellt område.



Clean Aviation

successor to Clean Sky 2

Disruptive Technology

H₂



SMR

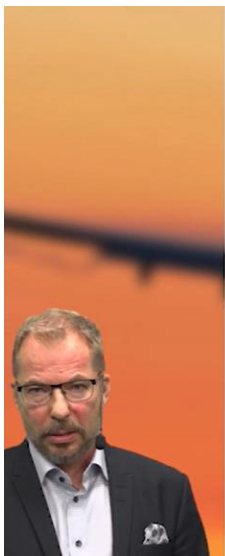


H2 Architecture	Regional Architecture	SMR Architecture
TPO/ Impact Monitor/ End-to-End Eco Design Ind. Competitiveness, Dev. Plan /Roadmap	TPO/ Impact Monitor/ End-to-End Eco Design Ind. Competitiveness, Dev. Plan /Roadmap	TPO/ Impact Monitor/ End-to-End Eco Design Ind. Competitiveness, Dev. Plan /Roadmap
Hydrogen burn and handling for aviation	Integration of Green Technologies Fuel Cell H ₂ systems and tank integration	Integration of Green Technologies H ₂ Fuel systems and tank integration
Hydrogen on-board storage	Integrated Regional Fuselage/ Airframe Including ...	Integrated SMR Fuselage/ Airframe Including Cabin and Cargo and Empennage
Fuel Cell on-board heat exchange/discharge	Regional Propulsion and Prop. Integration Hybridisation and Distributed propulsion	SMR Propulsion and Prop. Integration
	Disruptive Regional Wing and Integration	Disruptive SMR Wing and Integration
	Regional Industrial Manuf. System Virtual Aircraft plant and Automation	Integrated SMR Industrial Manuf. System Virtual Aircraft plant and Automation
	Integration of capabilities (digital twin)	Integration of capabilities (digital twin)



6 COMPANY RESTRICTED / NOT EXPORT CONTROLLED / NOT CLASSIFIED
Your Name / Document Identification / Issue 1

Saab leder också projektet IntDemo – Flygplan med följande innehåll och partner:



IntDemo - Flygplan

- Reducerad vikt
- Lättviktsstruktur
- Komposit
- Hybrida strukturer
- Lättare apparater
- Effektivare system
- Fiber optiska sensorsystem

- Minskat motstånd
- Laminärströmning
- Ny konfiguration
- Mindre och kompaktare
- Alternativa roderytor

IntDemo-Flygplan

- Fiberoptiskt Fire Detection System, ca 40 kg lägre vikt
- New Doors-Kompositdörrar med inbyggda system, 20% lägre vikt
- Multifunktionell struktur - högre grad av integration av funktioner i kompositstruktur, ex antenner och sensorer ger lägre vikt
- Demonstrator byggs på IMA



7 COMPANY RESTRICTED / NOT EXPORT CONTROLLED / NOT CLASSIFIED
Your Name / Document Identification / Issue 1

Efter Göran presenterade Magnus Falk, Aerostructures, vad som pågår inom detta område. Huvudkunderna är Airbus och Boeing. Saab levererar i huvudsak olika dörrar och delar till vingstrukturerna. Magnus inledde med effekterna av Corona och gick sedan över till att beskriva vad han tror om framtida hållbart flyg. Aerostructures är framför allt inriktade på att sänka vikt i dörrar och vingar samt att ge bättre strömning över vingarna.

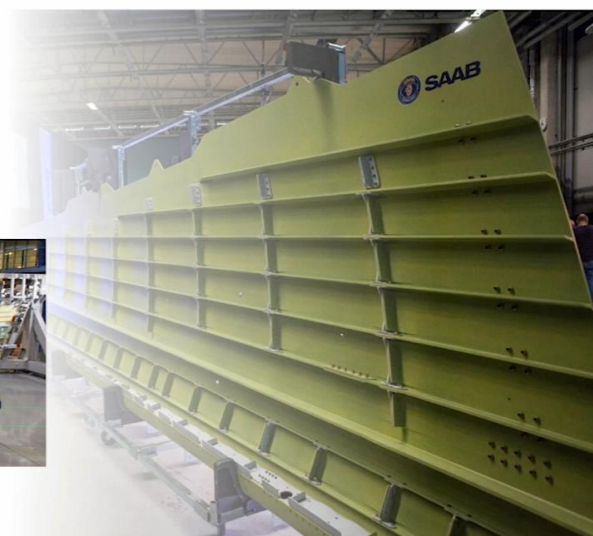
The Sustainable Future BLADE – Clean SKY project

Saab utvecklade en vingdetalj – 9*3 meter med avseende på icke-laminar strömning

- Integrated – no joint
- Integrated – no fasteners
- Co-cured
- CFRP prepreg



COMPANY RESTRICTED | NOT EXPORT CONTROLLED | NOT CLASSIFIED
Your Name | Document Identification | Issue: 1



Saab Hållbart flyg 8 dec

The Sustainable Future Clean Sky 2

Saab Aerostructures fortsätter att ta R&T vidare mot ett mer hållbart och grönnare samhälle. Följande fokusområden ligger framför oss..

- Utveckling och produktion av Metallic and composites fuselage doors, framför allt cargo doors (demonstrator available 2021)
- Clean Sky 2 har flertalet demonstratorer
- Verktygsteknik för tillverkning av komposit
- En högre grad av automatisering med hjälp av digitalisering, robotisering
- Design for additive manufacturing & 3D Print

COMPANY RESTRICTED | NOT EXPORT CONTROLLED | NOT CLASSIFIED
Your Name | Document Identification | Issue: 1



Saab Hållbart flyg 8 dec

Efter Magnus kom Niclas och presenterade Traffic Management och hur detta område kommer att utvecklas och bidra till Hållbart flyg.

Niclas pekade på att det finns många saker som kommer förändra vad som händer runt flyget: hållbarhetsaspekter, 5G, AI, andra typer av flyg, Corona och att yngre generationer är digitala "från början".

"Flyglandskapet" håller på att ändras...



Saab Hållbart flyg 8 dec

Niclas pekade på att den nya digitala flygledningen ger möjligheter för SMF och utökad möjlighet att förbättra alla aspekter runt flygets hållbarhet.

Thomas från Avionic Systems presenterade vad man sysslar med inom detta område. Tex elektromekaniska aktuatorer, fiberoptiska sensorsystem och system som stödjer piloten gällande säkerhet och "Detect and Avoid".

Avionics Systems

Together with our customers, we develop the future in **Safe, Sustainable and Efficient** aviation

Aircraft Systems

Avionics

2
COMPANY RESTRICTED | NOT EXPORT CONTROLLED | NOT CLASSIFIED
Fredrik Johansson XXXXXX, Issue A

Saab Hållbart flyg 8 dec

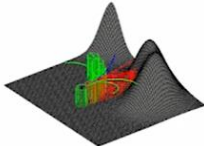
Smarta elektromekaniska aktuatorer bidrar till att optimera flygplansvingarnas profil och sänker på så sätt bränsleförbrukningen. De fiberoptiska sensorsystemen kommer ersätta befintliga system och göra flygplanen lättare och säkrare. Inom området gällande säkerhet och "Detect and Avoid" så arbetar Saab tex med en högupplöst terrängdatabas som ger piloten en bättre förståelse för omgivningen och

möjlighet att optimera sin flygning. Systemet kan också användas inom autonomt flygande. Avionics framtida bidrag till hållbart flyg handlar om system som är lättare, säkrare och förbrukar mindre energi.



Around the corner...

- Lighter, smaller, less power and more reliable
- Urban Air Mobility (UAM)
- Increased autonomy
- Detect & Avoid
- Image based navigation
- All Electric Aircraft
- Power & Thermal management
- Integrated sensing in the airframes & engines
- Big Data analysis
- More resilient



8 COMPANY RESTRICTED (NOT EXPORT CONTROLLED) NOT CLASSIFIED
Your Name / Document Identification / Issue 1



Eventet avslutades med frågor och diskussion i panelform. Magnus fick bla frågan när nästa generations flygplan finns på plats. Han menade att nästa generation, troligen vätgasdrivet, finns framme och flyger kommersiellt inom 20 år.



Om du har några frågor under webinar, skicka ett mail till aviationwebinar@saabgroup.com

Saab Hållbart flyg 8 dec

3.3 GKN

Tionde december avslutades serien av webinarier genom att Karl-David Pettersson från GKN gav GKNs syn på vad hållbart flyg innebär i framtiden.

Karl-David började med att presentera GKN och de olika verksamhetsgrenarna inom flyg. GKN är involverade i allt från utveckling av teknologier, design och tillverkning av vingar till Airbus till motordelar till alla producenter av stora turbojetmotorer. Detta betyder att GKN håller bra koll på vad som händer gällande framtida flygplansteknologier.

Karl-David pekade sedan på den utmaning som flyget står inför. Ska tillväxten av resande fortsätta som historiskt måste det till avsevärda förbättringar gällande miljöpåverkan per flugen passagerarkilometer. Han visade också grovt vad olika teknologier/förbättringar kan uppnå gällande utsläpp av koldioxidekvivalenter.

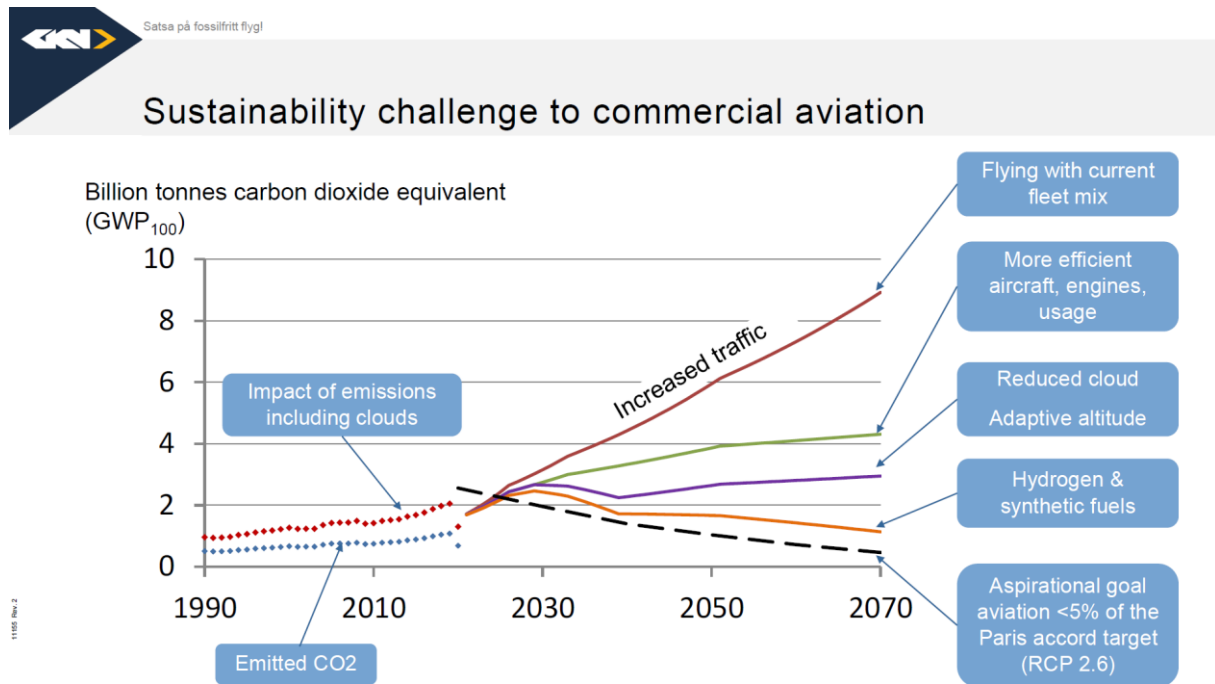


Bild från GKNs presentation.

Karl-David presenterade en sammanfattande bild, se bild nedan, hur GKN ser på de olika framtida bränslealternativen beroende på antal passagerare och hur långt man ska flyga.

Grovt så ger detta:

- Elflygplan kan lämpligt för ett lågt antal passagerare och kortare sträckor.
- Traditionella framdrivningssystem baserade på turbojetmotorer med alternativa bränslen är lämpligt för fler passagerare och längre sträckor. Alternativa bränslen kan vara biobränslen, väte eller syntetiska bränslen.
- Möjligen kan system baserade på bränsleceller och hybrid-elektriska system komma till användning i området mellan de två ovan.



Contribute to the sustainability of aviation

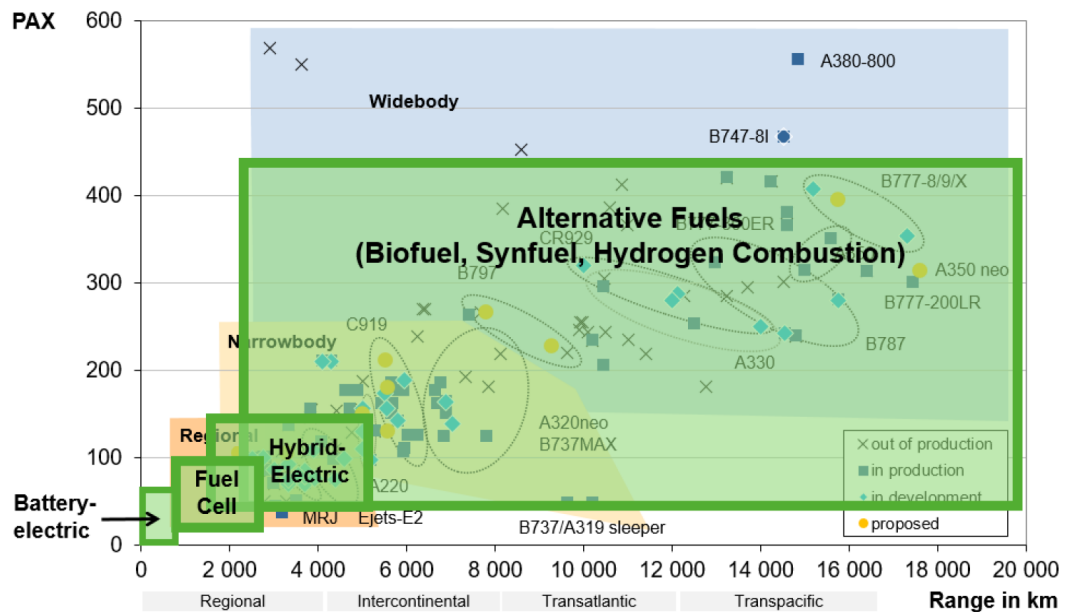


Bild från GKNs presentation.

För att säkerställa att GKN utvecklar de teknologier som deras partners och kunder efterfrågar så samarbetar GKN med alla de stora aktörerna inom flygplans- och motorutveckling.



Partnering to Deliver Customer Value

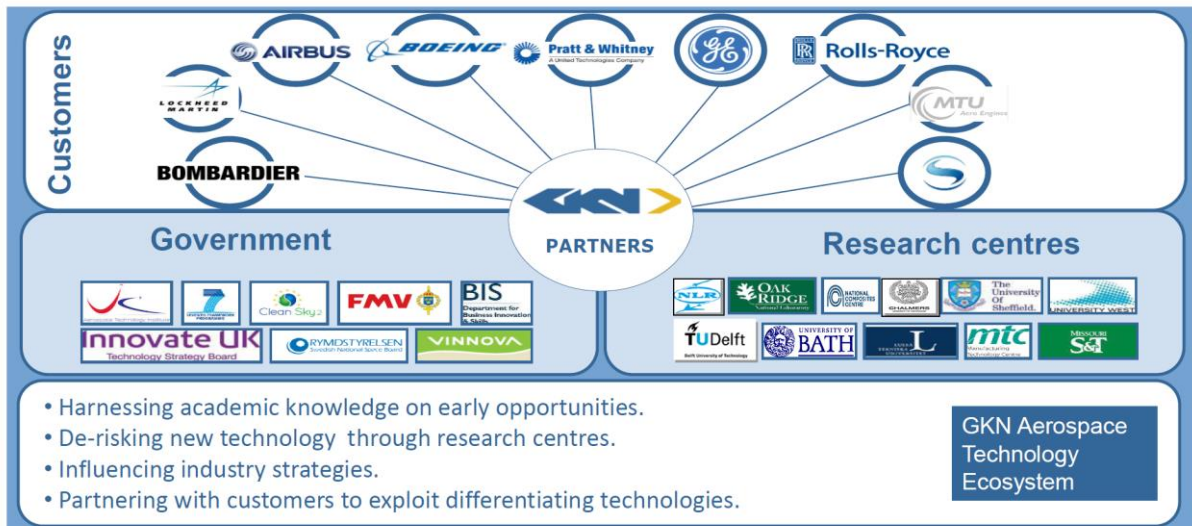


Bild från GKNs presentation.

4) KORT SUMMERING

4.1) Flygets miljöpåverkan

Några konstaterande gällande flygets miljöpåverkan:

- Flyget står globalt för ca 2,4% av de miljöpåverkande utsläppen.
- Det är en liten andel av jordens befolkning som använder flyg idag och resandet växer relativt snabbt, ca 3–4%/år räknat i passagerarkilometer.
- Den stora andelen, ca 75%, av flygets miljöpåverkan kommer från medel- och långdistansflygningar, dvs flygningar längre är ca 1000 km och med större flygplan med >100 passagerare.
- Lokal- och regionalflyg har en liten andel, ca 5%, av flygets totala påverkan.
- Resterande andel kommer från fraktflyg vars teknologier oftast är baserade på samma som medel- och långdistansflygplan.

Slutsatsen av detta är att det är inom segmentet medel- och långdistansflygplan som insatser måste ske för att få största möjliga miljöeffekt speciellt när fler får möjlighet och vill flyga.

De delar av ett flygplan som har störst möjlighet att ge stora förbättringar i miljöpåverkande effekter är framdrivningssystemet och val av bränsle. Dessa val har en stor påverkan på design och tekniska lösningar för både flygplan och infrastruktur på flygplatser.

4.2 De olika alternativen

Några konstaterande gällande de olika alternativa framdrivningssystemen för flyget:

- Eldrift baserat på batterier har högst verkningsgrad men väldigt låg energitäthet per kilo. Utvecklingen av batterier går framåt och energitätheten per kilo ökar men inom en överskådlig framtid är inte eldrift baserad på batterier en möjlig lösning för medel- och långdistansflygningar med stora flygplan.
- Eldrift baserat på batterier kan vara en lösning för lokal och regionalflyg. Möjligen kan en helt ny marknad uppstå pga relativt låga driftskostnader.
- För medel- och långdistansflygningar >1000km med större flygplan >100 passagerare så är turbojetdrift det troligaste motoralternativet under överskådlig framtid, åtminstone till år 2050.
- Som mer miljömässigt bränslealternativ till turbojetdrift finns på kort sikt biobaserade eller syntetiska bränslen med ungefär samma egenskaper som dagens Kerosene. Dessa går i stort sett att använda i dagens flygplan med möjligen mindre justeringar.
- På lite längre sikt, i drift år 2035, och först för medeldistansplan upp till ca 200 passagerare är vätgas ett troligt alternativ. Detta innebär framför allt större förändringar på flygplanskroppen för att få plats med trycksatta tankar. I motorsystemet så innebär det justeringar i vissa komponenter för att förbränna väte i stället för kerosene.

5) SLUTSATSER

För att få stor effekt gällande att sänka flygets miljöpåverkande utsläpp relativt snabbt så kommer medel- och långdistansflyg att behöva gå över till bio- eller syntetiska bränslen. På lite längre sikt, ca år 2035, så kan medeldistansflyg drivas med väte. Framdrivningssystemen för detta bygger på i stort samma typ av motorer som idag. För vätgasdrift måste flygkroppen göras om radikalt för att ge plats för stora vätgastankar. På längre sikt så kommer vätgasdriften att få ökad räckvidd men bio- eller syntetiska bränslen kommer finnas kvar för långdistansflyg under lång tid.

Eldrift baserat på batterier kan komma att användas för lokal- och regionalflyg och möjligen då också öppna en ny marknad. En sådan ny marknad är baserad på att elflyg har väsentligt lägre underhålls- och driftskostnad jämfört med jetmotorer.

Eldrift baserat på bränsleceller och olika typer av elhybrid-flyg kan bli ett alternativ på lång sikt för regionalflyg.

Parallellt med arbetet runt framdrivningssystem så kommer det kontinuerligt att ske utveckling för att minska energiåtgången för att flyga. Detta kan göras inom många områden. Det kan tex göras genom påverkan av själva flygplanet genom minskad vikt eller minskat luftmotstånd men också genom

AEROSPACE CLUSTER SWEDEN

effektivare ombordsystem, allt från styrning och reglering till värmeugnar och avkondenseringsutrustning. Utöver utveckling av farkosterna finns det stor potential till minskad energiförbrukning genom att effektivisera och optimera taxning, flygrutter, storlek på farkoster, kabinfaktorer mm.