

# Open rotor

» Nytt flygmotorkoncept öppnar dörren för markant sänkt bränsleförbrukning och miljöpåverkan.



## ÄMNET PÅ 20 SEKUNDER

**Problem:** Jetmotorer har blivit fyra gånger så bränsleeffektiva sedan de infördes i trafikflyg på 1960-talet. Men mer behöver göras.

**Lösning:** En drastiskt förändrad motorarkitektur skapar högre framdrivningsverkningsgrad vilket sänker bränsleförbrukning och klimatpåverkan med 15 %.

**Realiseringsgrad:** Konceptet befinner sig i demonstrationsfas och visar mycket positiva resultat. Vägen mot marknaden är utstakad – räkna med att kunna flyga med open rotor omkring 2040.

## Stadig utveckling med potential till språng

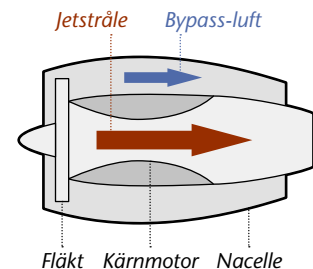
Jetmotorn har, sedan den i början av 1960-talet började användas i trafikflygsammanhang, ständigt utvecklats mot bättre bränsleekonomi och lägre utsläpp. Den variant av jetmotorer som sitter i dagens flygplan använder ungefär 25 % så mycket bränsle per passagerarkilometer som de första kommersiella planens motorer.

Och det finns en stor potential kvar

att utnyttja hos jetmotorn. Små förändringar i materialval, konstruktion och utformning ger stora effekter för varje utvecklingsgeneration, och vi närmar oss miljömålen. Men de riktigt stora möjligheterna finns i de något större **tekniksprången** – exempelvis i **open rotor-konceptet**. Du har säkert sett bilderna på de uppseendeväckande motorerna med sina dubbla rader av yttre propellerblad, men vad är egentligen grejen?

### Jetstråle och bypass

Dagens kommersiella jetmotorer är av turbofläkttyp, där turbinen driver en fläkt som suger in luft. Motortypen utnyttjar **en blandning av den direkta jetstrålen och en så kallad bypass-luftmängd** för att driva planet framåt. Jetstrålen är den luft som gått igenom kärnmotorn och blivit förbränd. Denna luft har hög hastighet i utloppet. Bypass-luften är den luftmängd som sugas in av fläkten i motorns framkant men som inte leds in via kompressorn till förbränningsrummet och turbinen, utan leds utanför motorns centrala delar – men innanför den så kallade **nacellen** (gondolbeklådningen) – och adderar rörelseenergi i motorns bakkant. Denna luftmängd är mycket större till



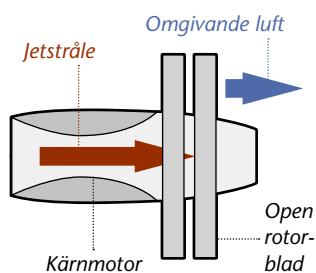
Principskiss över jetmotor med jetstråle och bypass.

sin volym men rör sig inte lika fort, och innebär därmed att **det blir mindre förluster – motorn "slirar" inte i luften.**

Att enbart använda jetstrålen passar bäst för överljudsflygning men blir inte ekonomiskt för trafikflygshastigheter. Varje nya generations civil turbofläktmotor har högre andel bypassluft och därmed högre framdrivningsverkningsgrad och lägre bränsleförbrukning än tidigare generation. **Men det går att ta saken ett steg längre.**

### Open rotor – mellan turbofläkt och turboprop

Open rotor är en ny typ av motorarkitektur som bygger på att jetmotorn förses med **stora fritt roterande propell-** »



Open rotor-principen med sina externa blad.

» rar som pådriver den omgivande luften.

Detta ger motorn ett högre bypass-förhållande – mängden bypass-luft jämförd med mängden luft som passerar igenom förbränningen – vilket **ökar motorens verkningsgrad** vad gäller framdrivning jämförd med en traditionell turbofläktmotor av den typ som sitter i nästan alla kommersiella jetplan i dag. Den högre verkningsgraden medger **runt 15 % lägre bränsleförbrukning**.

### CLEAN SKYS OPEN ROTOR-DEMONSTRATOR

Open rotor är en av demonstratorerna inom programmet Clean Sky, som är ett saminitiativ mellan EU och europeisk flygindustri.

Open rotor-demonstratorn ska visa att tekniken är tillräckligt mogen för industriell utveckling. Se en film om motorproven på [www.innovair.org/18-q1/openrotor](http://www.innovair.org/18-q1/openrotor).

Franska Safran är demonstratorledare. GKN i Trollhättan bidrar med de så kallade **roterande strukturerna**, som överför vridmoment till propellrarna samtidigt som de utgör en del av den varma turbinen. Brogren, Tooltec och ytterligare några SMF har varit involverade i tillverkning av ingående delar till de roterande strukturerna. Tillförlitlighetskraven är mycket höga, vilket gör att **deltagande i demonstratorn fungerar som kvalitetsstämpel för medverkande företag och därmed en inträdesbiljett till internationella utvecklings-sammanhang**. Detta är en av grundteserna i Innovairs verksamhet, som illustreras mycket väl av open rotor-demonstrationen.

Principen liknar vid en snabb anblick den så kallade turboprop-tekniken, som bygger på att en jetmotor driver en "vanlig" propeller framför motorn. Open rotor-konceptet kan ses som ett mellanting mellan turboprop- och turbofläktkoncepten. Open rotor-bladen sitter i dubbla motroterande rader vilket rätar upp flödet så att motorens dragkraft kan styras i rätt riktning.

Den högre verkningsgraden medger runt 15 % lägre bränsleförbrukning.

verantörer gör med sin medverkan i Clean Skys open rotor-demonstrator (se faktaruta). Att kunna demonstrera sin teknik och sin kompetens på det sätt som man nu gör i demonstratorn

har potential att **leda till en affär för de svenska aktörerna på runt 50 miljarder kronor**.

De tekniker som de svenska aktörerna utvecklat inom demonstratorn handlar om defektfri svetsning, oförstörande provning, skärande bearbetning utan att introducera defekter och lastvägskonstruktion för nya typer av komponenter.

### Vinster

Open rotor-konceptet kostar lite flyghastighet jämförd med turbofläktmotorer, men den högre framdrivningsverkningsgraden ger å andra sidan betydande vinster på miljöområdet; om tekniken införs fullt ut, globalt, **sparar den CO<sub>2</sub>-utsläpp som är lika stora som hela Sveriges utsläpp** – vilket alltså är en enorm miljövinst.

### Affärsförberedande

Det bästa sättet för svensk industri att positionera sig för framtida affärer är att **delta i demonstratorer**. Det är precis vad GKN och dess partner och underle-

### UTMANINGAR OCH NÄSTA STEG

Det ökade bullret från de fria rotor-bladen är en utmaning. Genom avancerade aeroakustiska simuleringar har man, exempelvis genom krökta blad, fått ned ljudnivån i paritet med dagens turbofläktmotorer. Men mer finns att göra, inte minst med tanke på att konventionella jetmotorer utvecklas parallellt. Det svenska **Boxprop**-konceptet (se annat Innovair-showcase) kan vara en lösning. Dessutom kan open rotor-motorer inte användas direkt i vanliga flygplan. En specialkonstruktion krävs, där motorerna **sitter helt annorlunda placerade** än på dagens flygplan eftersom rotorerna helt enkelt tar större plats. Integrationen av motorerna kommer därför att ta längre tid och kräva större insatser och resurser än motorutvecklingen i sig. Det är viktigt att hitta en smart flygplansinstallation så att miljöfördelarna inte går förlorade.

### DELTAGANDE AKTÖRER

**Akademi:** Chalmers, Högskolan Väst  
**Institut:** RISE IVF, Innovatum/Produktionstekniskt Centrum

**Industri:** GKN, Tooltec, Brogren Industries, Permanova, Termspect

**Finansiärer:** Hälften från EU-programmet Clean Sky, hälften från deltagande industri

### OPEN ROTOR PÅ TRL-STEGEN

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Open rotor är i dagsläget (2018) på demonstrationsnivå, vilket innebär TRL 5–6 – **teknisk komponent och/eller grundläggande delsystem validerade i relevant miljö alternativt tekniskt system/delsystem modell- eller prototypdemonstrerat i relevant miljö**.

TRL är det vedertagna sättet att mäta teknikmognad, där TRL 1 motsvarar en idé och TRL 9 motsvarar en beprövad produkt på marknaden.

### KONTAKTPERSON

**Robert Lundberg**  
EU R&T  
GKN Aerospace  
070-087 23 71  
[robert.lundberg@gknaerospace.com](mailto:robert.lundberg@gknaerospace.com)  
[info@innovair.org](mailto:info@innovair.org)



### OPEN ROTOR I DEN FLYGTEKNISKA INNOVATIONSSTRATEGIN

I första hand kommer open rotor att bidra till att uppfylla de **EU-gemensamma miljömål** som satts upp av ACARE. Samtidigt uppfylls de långsiktiga Innovair-mål som handlar om **ökad omsättning för svensk industri och leveranser till internationella flygtekniska samarbeten**.

Läs mer om den svenska flygtekniska innovationsstrategin NRIA Flyg och dess mål på [www.innovair.org/nriaflyg](http://www.innovair.org/nriaflyg)



Innovair är ett av Sveriges 17 strategiska innovationsområden. I publikationsserien Innovair Showcase presenterar vi utvalda framsteg inom svensk flygteknisk innovation – från alla teknikmognadsnivåer i innovationsprocessen. Det showcase du håller i handen är främst ett exempel på process/metod och aktör/organisation/infrastruktur. I andra showcases visar vi exempel på vad vi gör inom produkt/tjänst/system, styrmedel/finansiering och vetenskap. All Innovairs verksamhet går ut på att positionera Sverige innovationsmässigt genom en konkurrenskraftig teknisk förmåga.  
[www.innovair.org/showcase](http://www.innovair.org/showcase)