



Hur minska bullret kring våra flygplatser?

Projektet SAFT

”Simulering av **A**tmosfär och **F**lygtrafik för en **T**ystare omgivning”

och något om övriga CSA-projekt med start hösten 2016

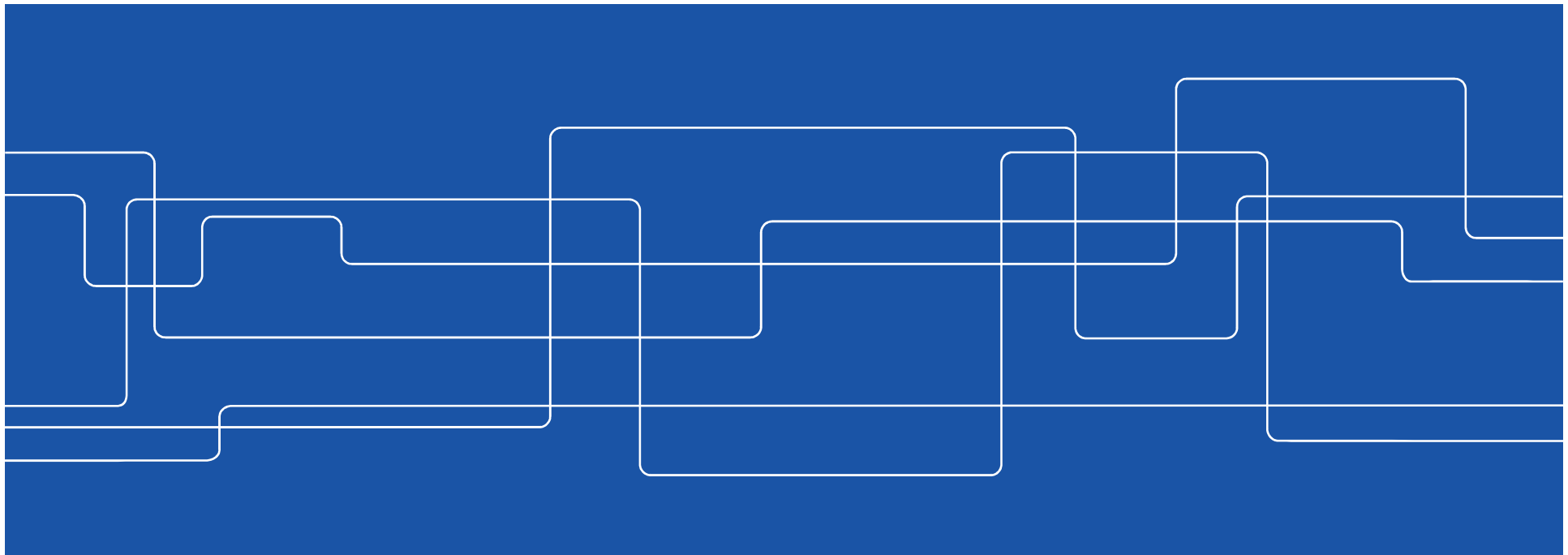


CSA
Centre for
Sustainable
Aviation

Innovairs Årskonferens i Innovatum, Trollhättan

20 september 2016

Ulf Tengzelius, KTH MWL





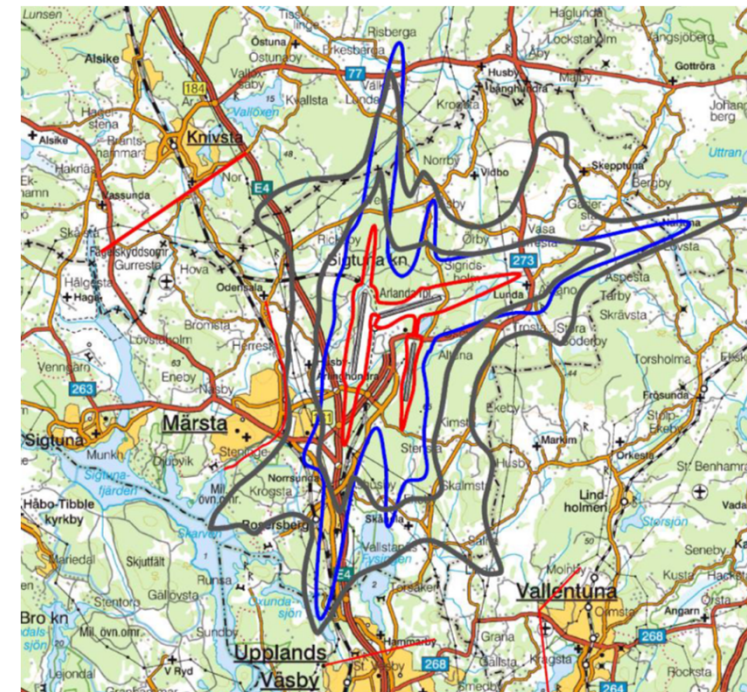
Innehåll



1. CSA - Centrum för Hållbar luftfart/Centre for Sustainable Aviation
2. Kopplingen Buller och Hållbarhet
3. Flygbuller idag och i framtiden
4. Finansierade CSA projekt (2016-2018)
5. SAFT – målsättning
6. Simuleringsverktyg jmf med integrerade metoder (typ INM)
7. Det planerade simuleringsverktyget SAFT
8. Exempel på existerande system för väderberoende ljudutbredning

1. CSA Centre for Sustainable Aviation

- Ökande upplevda problem med buller kring Arlanda – klagomål från “grannar”
- Förnyat miljötilstånd – juridisk process - förlikning – stötning av forskning - CSA etableras hösten 2015 – 50 Mkr på 10 år
- CSA styrelse:
 - Trafikverket
 - Swedavia
 - LFV
 - Transportstyrelsen
 - KTH
- Ansökningar “deadline 1:st Call” 30 April 2016
- 3 (1/2) projekt beviljade medel, SAFT, Brantare, INFRA, (ULLA)



FBN 55 dBA
 FBN 65 dBA
 — permit

FBN = $L_{Aeq(24hrs)}$ levels with noise events at night weighted with a factor 10 and during evenings a factor 3 (\approx DNL)

Riktvärden Flygbuller SNV: **55 dBA FBN** (utomhus)

(utomhus: **70 dBA_{max}***, Inomhus: 30 dB $L_{Aeq(24hrs)}$ eller 45 dBA_{max} nattetid)

*) (ifrågasatt) tillägg: om **70 dBA_{max} överskrids**, så gäller:

A. *max 16 gånger* mellan 06.00 och 22.00, och B. *max 3 gånger* mellan 22.00 och 06.00

C. A gäller inte Bromma Flygplats

2. Kopplingen mellan Buller och Hållbarhet

FN:s, och världens alla länders, 17 globala hållbarhetsmål:



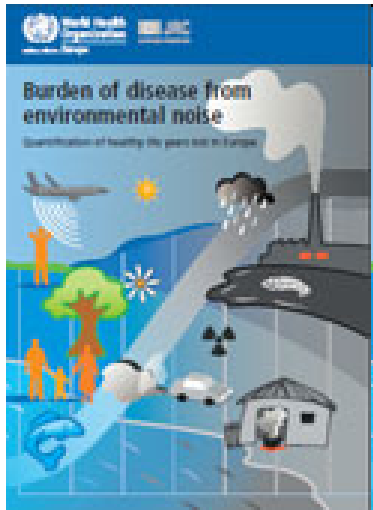
FN:s utvecklingsprogram, UNDP: <http://www.globalamalen.se/om-globala-malen/>

...(forts. 2 Kopplingen mellan Buller och Hållbarhet)

Hur kopplar Bullerfrågor till FN:s nr 3 av de Globala målen: "Hälsa och välbefinnande" ?



Hälsa och välbefinnande



"3. Säkerställa att alla kan leva ett hälsosamt liv och verka för alla människors välbefinnande i alla åldrar"

- 2011 WHO studie: *"Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe"*
- I termer av "Disability-Adjusted Life-Years (DALYs) i Europa tillskrivs "omgivningsbuller" ca 1.6M DALYs per år (I första hand genom hjärt-kärlsjukdomar kopplade till buller)
- Jämfört med, DALYs (i Europa per år):

<i>"luftföroreningar utomhus"</i>	1.5M DALYs
<i>"trafikolyckor"</i>	3.7M DALYs (rankad no 6)

D.v.s. Buller ska inte reduceras till en fråga om endast komfort !!!

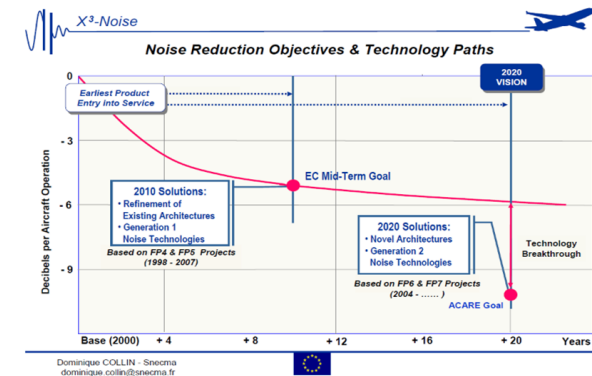
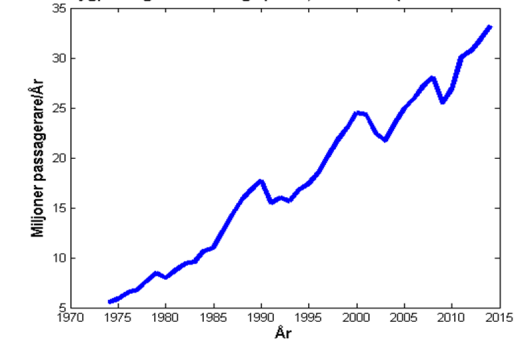
3. Bakgrund – flygbuller idag och i framtiden

- Flygtrafik i såväl Sverige som internationellt bedöms öka
- Förväntad ljudreduktion hos nya flygplan tenderar att plana ut
- Ökad insikt kring bullereffekters inverkan på människan har höjt engagemanget hos allmänheten och tillsynsmyndigheter



1. Nya åtgärder kommer att krävas för att klara av framtidens bullerkrav
2. Behov av att bättre förstå och simulera flygtrafik/ljudutbredning för att finna de effektivaste sätten att åstadkomma buller-/störningsreduktion med dagens och morgondagens flygtrafik

Antal flygpassagerare i Sverige per år, 1974-2014 (källa: Trafikanalys)





4. Finansierade CSA projekt (2016-2018)



I den första utlysningen, 2016, har CSA styrelse med Trafikverket beviljat följande projekt medel (2-åriga projekt):

- SAFT, verktyg för Studier-Analyser-Slutsatser-Åtgärder
- Brantare, studier av effekter av brantare inflygning på buller
- INFRA, studier av "hela systemet flygtrafik" med syfte att finna öppningar för bullerreducerande åtgärder
- ULLA, Ljudmätningar på flygrörelser (endast förstudie beviljad)

5. SAFT – målsättning

- Etablera ett simuleringsverktyg som tar hänsyn till hela kedjan:
 - flygbanor – flygmekanik/drifftillstånd – individuella ljudkällor – atmosfärsberoende ljudutbredning – bullerkonturer/tidssignaler – studier – slutsatser – åtgärder
- Effektiv hantering av beräkningsnät, bullerkartering och bullerhändelser i tidsdomänen
- Möjliggöra framtida flygtrafikstudier m.a.p buller
 - effekter av operationella förändringar, aktuella eller typiska väderförhållanden, optimering av bananvändningsmönster, nya flygplans-/motorkoncept, nya landningsbanor, ...
- Generera ny kunskap och sprida denna, bygga nätverk inom svensk flygsektor genom samverkan mellan industri, akademi och myndigheter i syfte att finna nya vägar för att reducera effekter av flygbuller
- Stärka svensk forskning: Långsiktighet – ett ramverk för implementering av metoder utvecklade på svenska högskolor och universitet

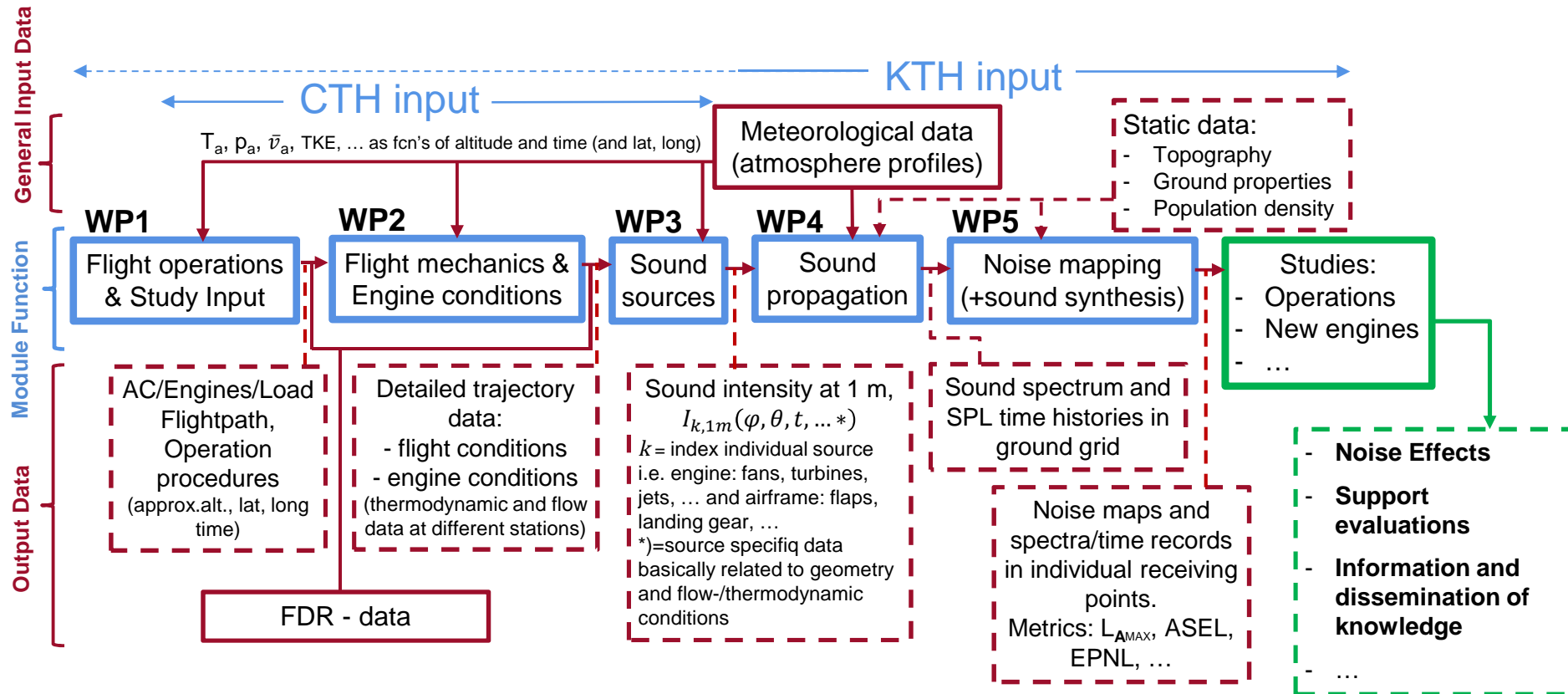


6. Simuleringsverktyg jmf med integrerade metoder

Man brukar skilja på: ”Integrerade metoder” (”Segmentation methods”) för flygbuller typ INM, ECAC doc 29, från: ”Simuleringsmetoder” (SAFT)

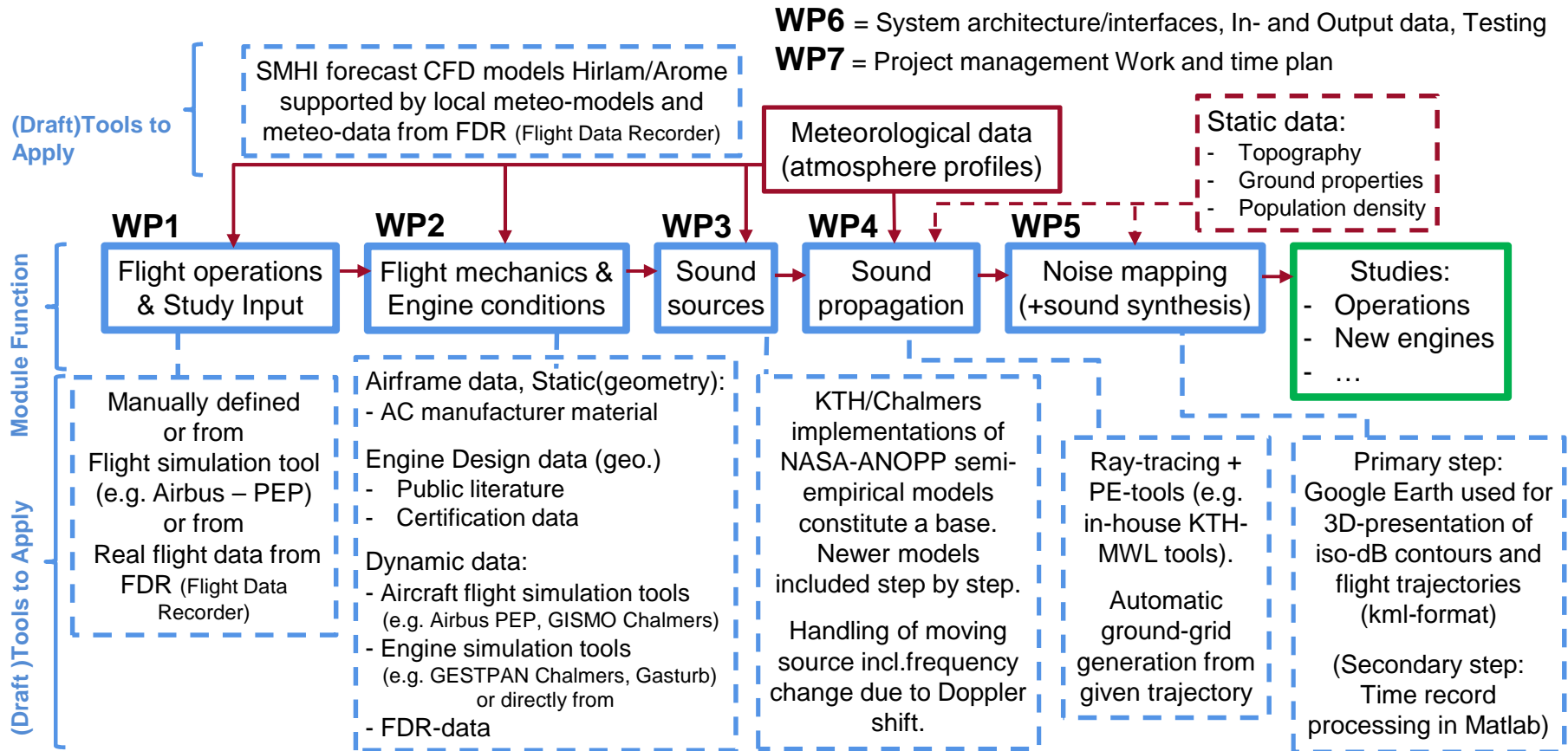
	Simulation tools	Integrated tools
Typical application	Single event operations	Combined fleet, yearly mean
Sound source	Separated from propagation Semi-empirical, physics-based Frequency and space resolved	Merged with propagation Measured No spectral and directivity info available
Source data availability	Limited open data available	Very good OASPL data found in the open ANP-database (Noise-Power-Distance, NPD-data)
Sound propagation	Yes - separated from sound source	No - not separated from source
Studies of noise abatement flight procedures	Yes - Possible to simulate	No - or very limited possibilities
Time history for noise events	Yes - Possible to simulate (as well as listening tests based on these)	No – not possible to extract
Atmosphere impact	Yes - Possible to include	No - not included (ANP/NPD data established under certain “standard atm. conditions”)
New technology studies	Yes – possible to simulate new aircraft or engine concepts	No – not possible to include
Computational time	Computationally more “heavy”	Computationally fast

7. Det planerade simuleringsverktyget SAFT



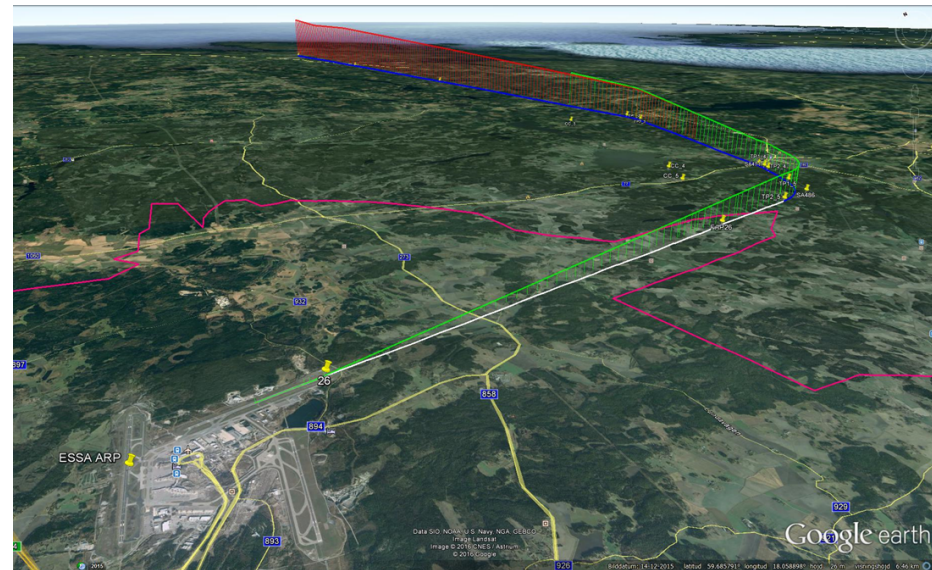
WP6 = System architecture/interfaces, In- and Output data, Testing of complete chain

WP7 = Project management Work and time plan

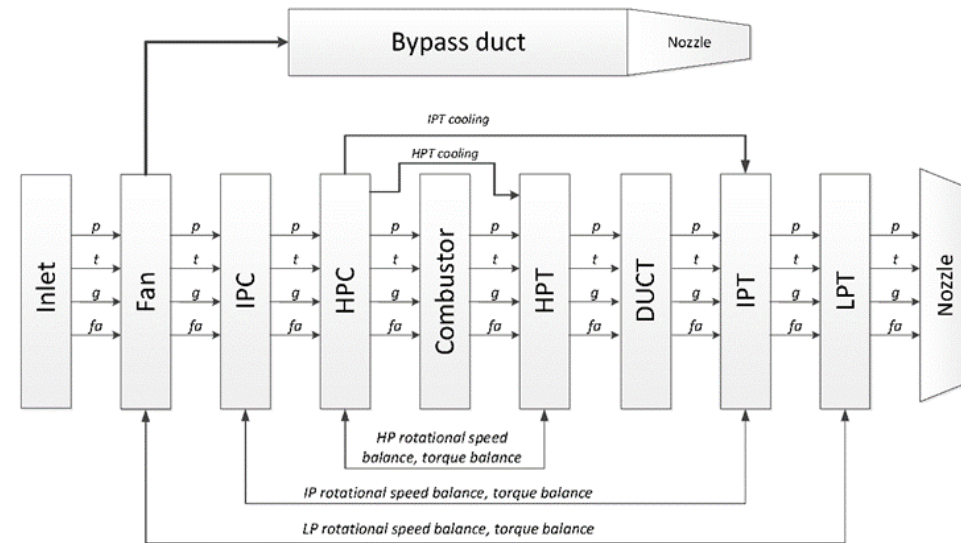


Olika vägar för att skapa flygbanor för given flygplanstyp:

- "Standard Procedures" från ANP-databas (i implementering av ECAC doc 29 i SAFT)
- PEP (Airbus Performance Engineers Program - flygsimulering)
- Egna CTH verktyg
- BADA (?) Base of Aircraft Data – Eurocontrol ("alla flygplanstyper")
- FDR- Flight Data Recorder
Verkliga inspelade data!

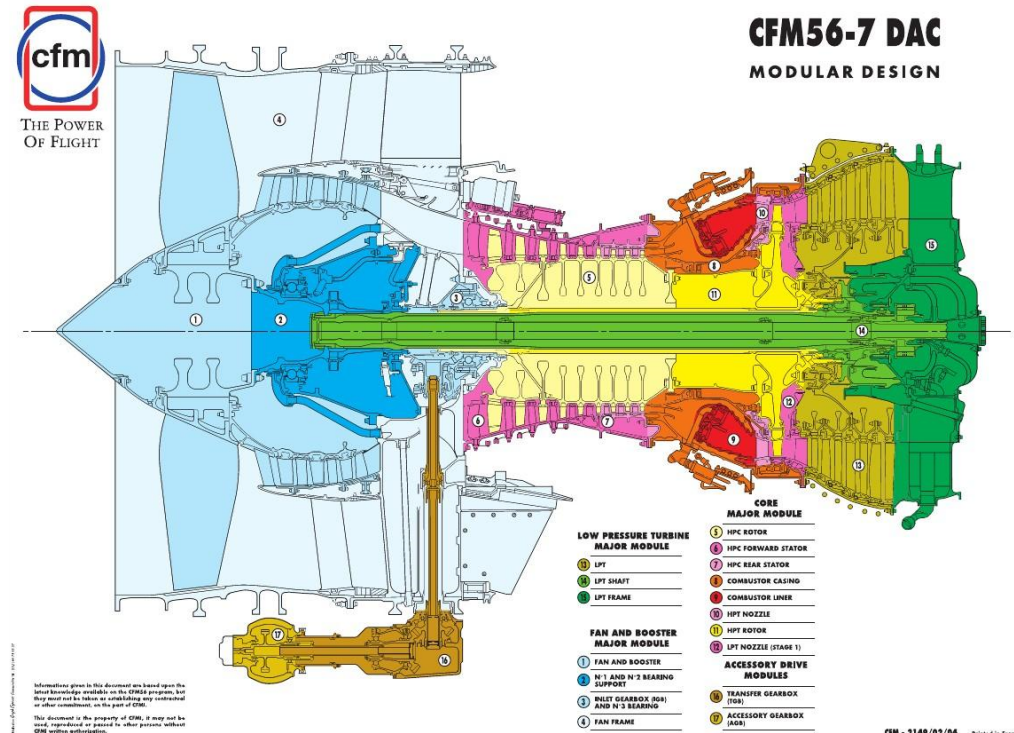


- Collect public data of engine
- Estimates on the technology level
- Data made available in engine certification tests
- Implement compiled data to model the engine in an engine performance tool
- CTH tool GESTPAN (GGeneral Stationary and Transient Propulsion ANalysis) - acquire thermodynamic cycle performance data
- Match engine model with open data – in design and off design pts
- Link with aircraft model
- Run aircraft + engine performance model engine design to establish necessary data



*GESTPAN (GGeneral Stationary and Transient Propulsion ANalysis)
Typical Turbofan component model schematic*

- Collect weight and geometric data of aircraft configuration
- Establish the aircraft performance in a number of mission segments defining lift and drag estimates as dependent on the current configuration of the vehicle (clean, flaps settings, landing gear down etc.)
- Use tabulated engine data to perform simulations generating noise source input data



Sound sources

...forts. 7. Det planerade simuleringsverktyget SAFT

Typical semi-empiric source expression:

$$\langle p^2 \rangle^* = \frac{\Pi^*}{4\pi R^{*2}} \frac{\mathcal{D}(\theta, \phi) F(St)}{(1 - M_\infty \cos \theta)^4}$$

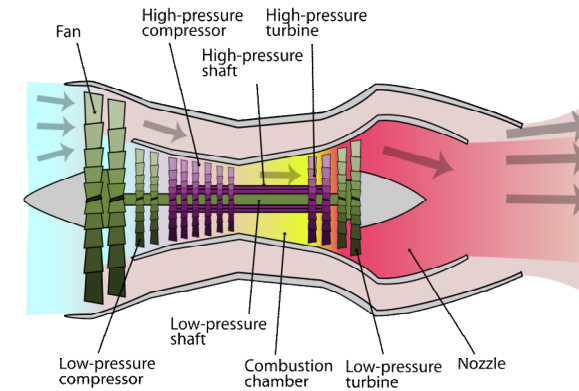
- Π^* nondimensional acoustic power
- \mathcal{D} directivity function
- F spectral shape function
- M_∞ Mach number
- R^* nondimensional physical propagation distance R (normalized by wingspan)
- θ, ϕ polar and azimuthal directivity angles

$$St = \frac{fL}{M_\infty a_\infty} (1 - M_\infty \cos \theta)$$

- f frequency
- a_∞ ambient sound speed
- L characteristic length of sound source

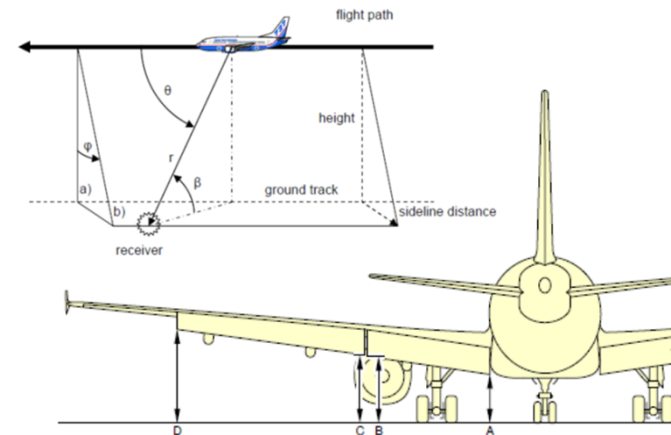
Engine:

- Fan
- Compressor
- Combustor
- Turbine
- Jet



Airframe:

- Flaps
- Slats
- Rudders
- (Boundary Layers)
- Landing Gear

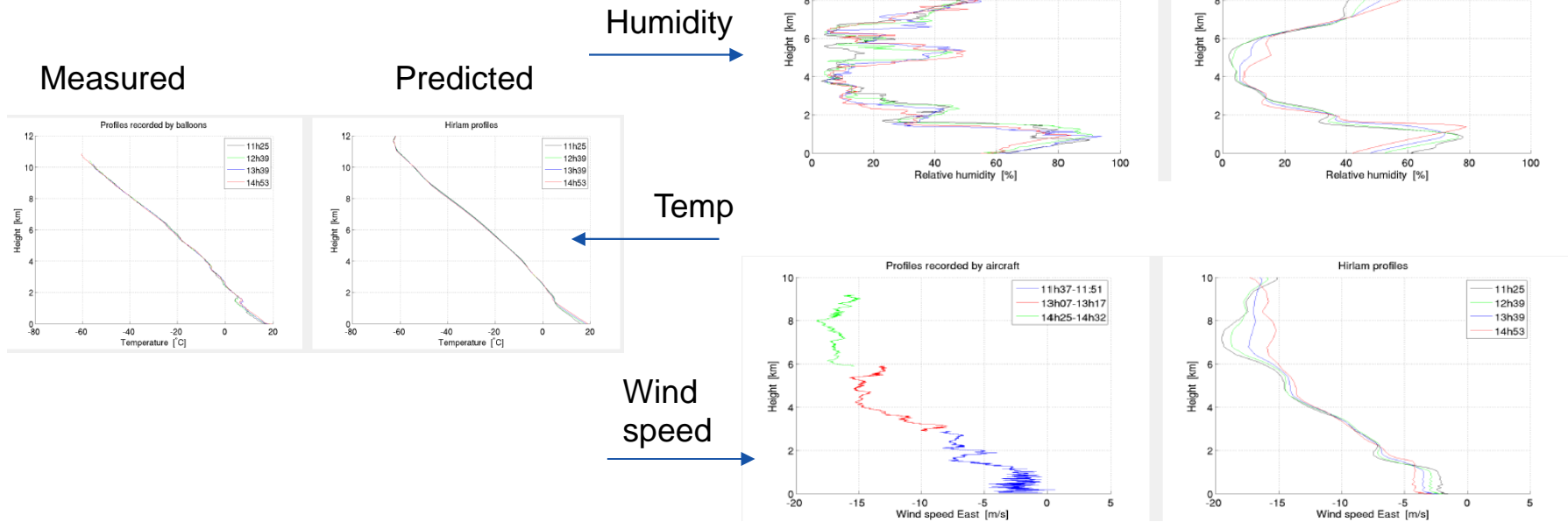




Meteorological data (atmosphere profiles)

...forts. 7. Det planerade simuleringsverktyget SAFT

Comparison measured and predicted atm. data





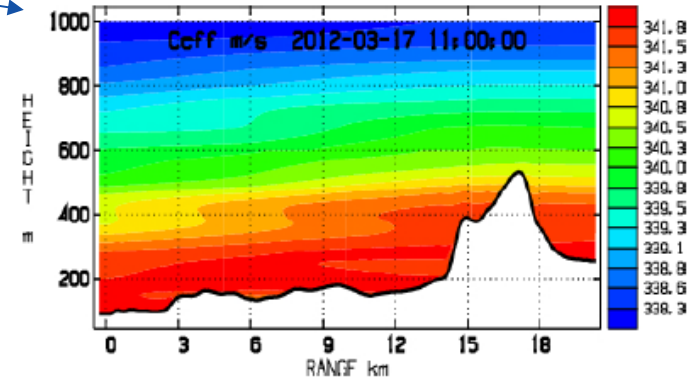
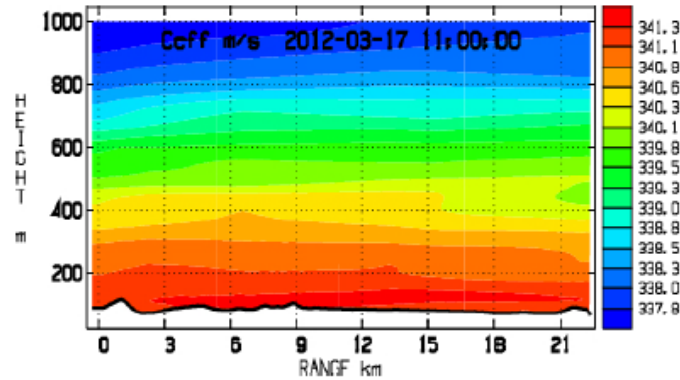
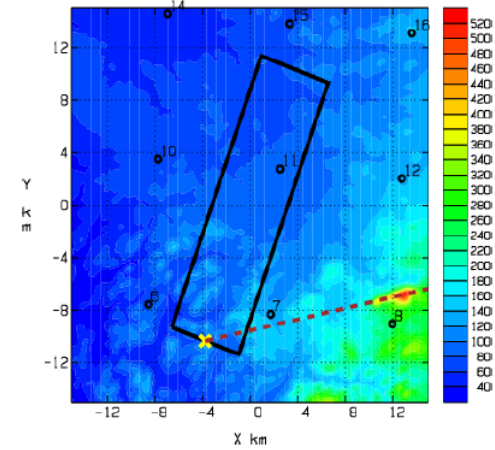
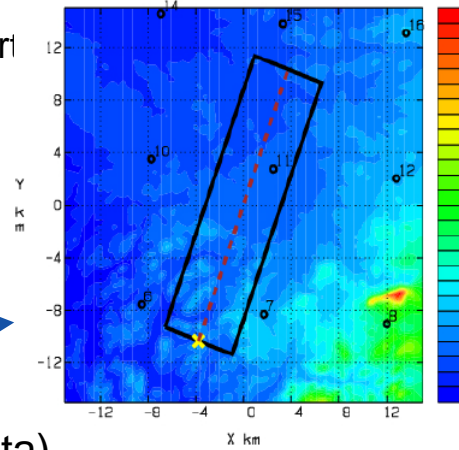
Sound propagation

Examples of input data:

Topography (static data)

Effective sound velocity (dynamic data)

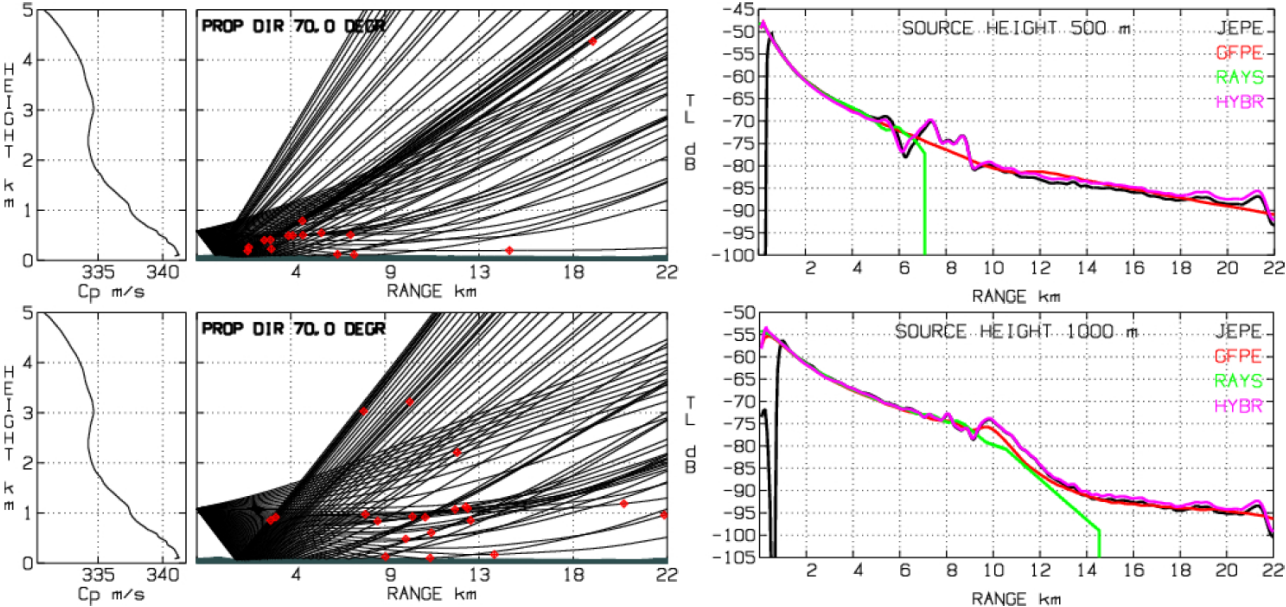
...fort



... Sound propagation

...forts. 7. Det planerade simuleringsverktyget SAFT

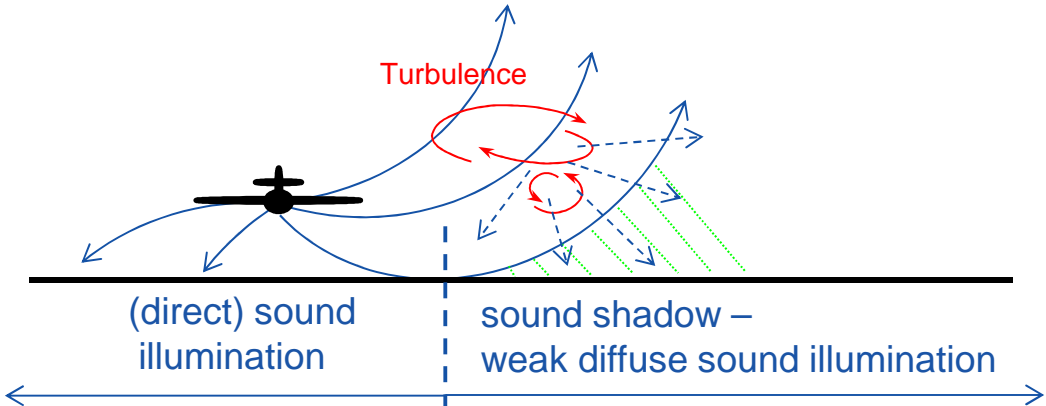
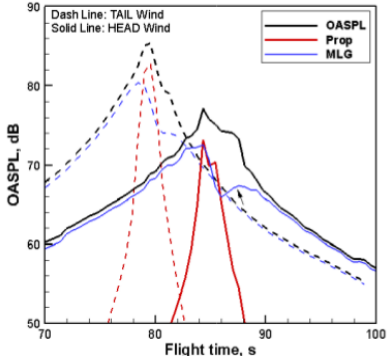
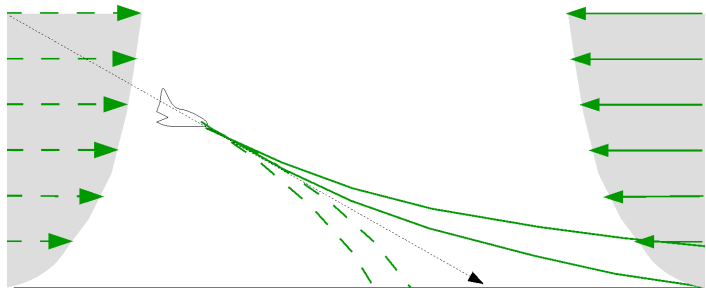
Examples of output from ray-tracing and different field methods (PE)





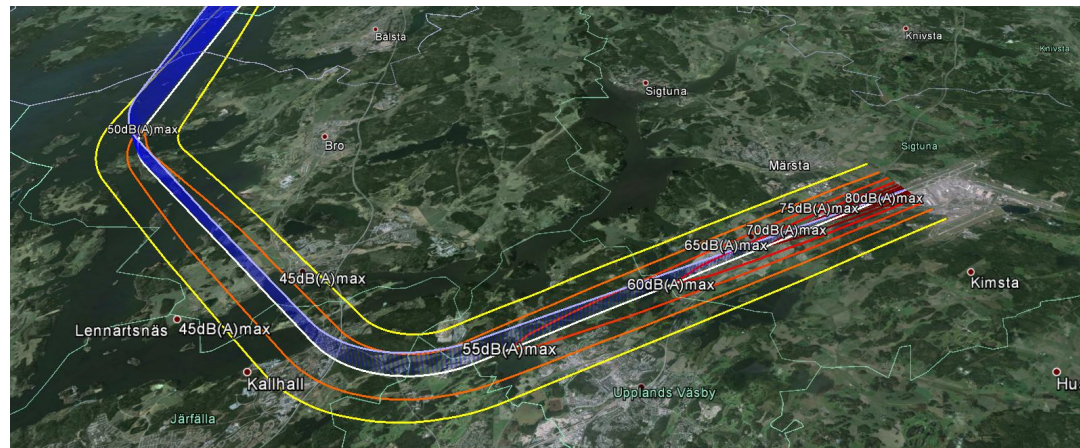
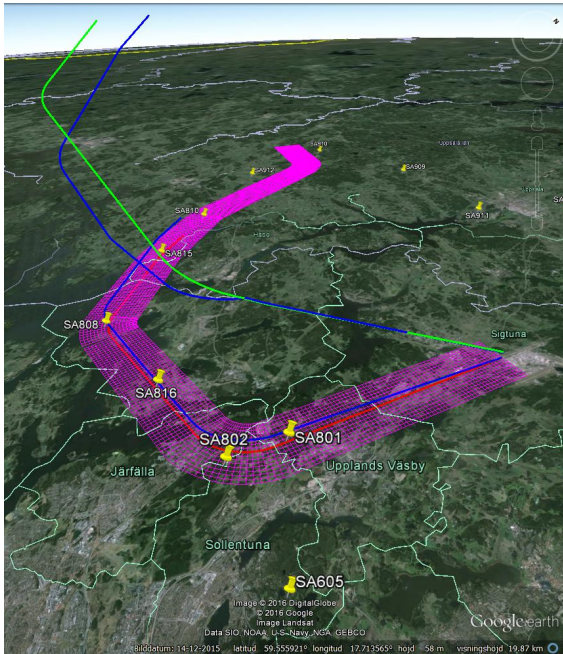
... Sound propagation

...forts. 7. Det planerade simuleringsverktyget SAFT



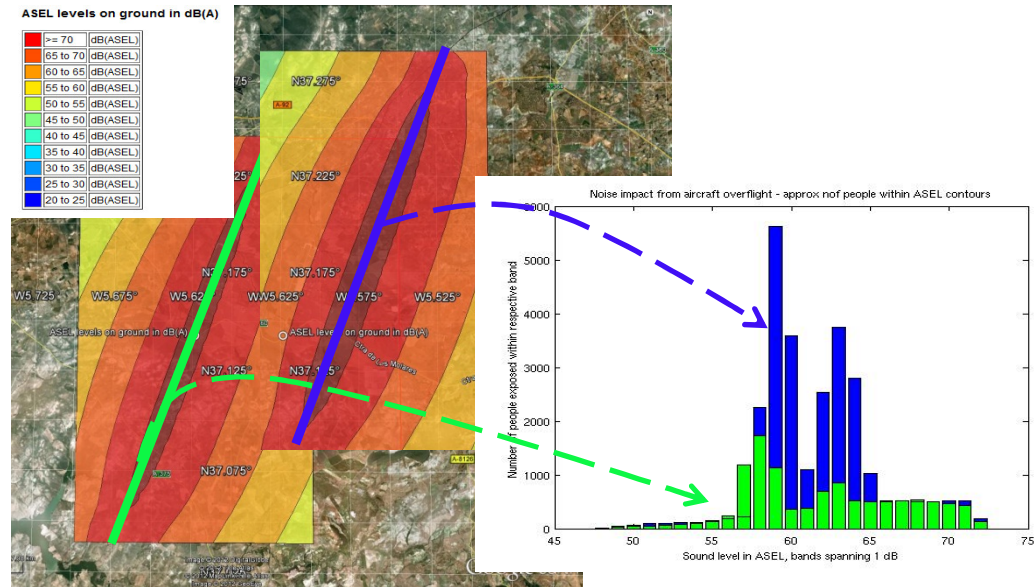
Example test of SAFT pre-study functionality:

- Grid related to ground track
- Noise map for a A320-200 (engine CFM56-5) approach
- Noise source given by a "retrofit"-method based on ANP-data, i.e. source not based on basic physics (thrust simplified to constant 5klbs)
- Underestimation of EPNL-levels due to lack of approach-noise source data in ANP-data base



... Noise mapping

...forts. 7. Det planerade simuleringsverktyget SAFT



Exempel skillnad i bullereffekt (antal utsatta för viss ljudnivå) vid translation av flygrutt



8. Exempel på existerande system för väderberoende ljudutbredning

Prognosverktyg
artilleribuller
utvecklat av
Ulf Tengzelius
och
Ilkka Karasalo
KTH-MWL

(Film för stor)



<https://www.kth.se/sci/centra/hallbarluftfart/invigning>

CSA Workshop 3 oktober 2016

Centret inbjuder till en workshop om flygbuller den 3 oktober kl 9-13 på KTH Campus Valhallavägen på KTH i OpenLab, Multihallen, Valhallavägen 79.

Program

Del 1: Presentation av tre CSA förstudier

09.10-09.40 Förbättrade modeller för flygbuller som även inkluderar effekten av väder o vind – Projekt SAFT- Ulf Tengzelius, KTH : Farkost o Flyg

09.40-10.10 Minskat buller via brantare landning - Projekt BRANTARE, Bengt Moberg: Vernamack AB

10.10-10.40 Hur hanteras buller av Luftfartssystemet eller – "The Blind Men and the Matter of the Elephant" – Projekt INFRA - Pernilla Ulfvengren, KTH : INDEK

Del 2: Inbjudna föreläsare

11.00-11.30 Algorithms in the sky: How to design an optimal airspace?- Valentin Polishchuk, Linköping U: Communications and Air Transport systems

11.30-12.00 Future aero engines and noise prediction- Tomas Grönstedt, CTH : Tillämpad Mekanik

12.00-12.30 Why is aircraft noise more annoying than other transportation noises?- Mats E. Nilsson, Stockholm U, Psykologiska institutionen, Gösta Ekmans Laboratorium

12.30-12.55 Sustainable knowledge production: The relation between quality, internationalisation and travel- Nina Wormbs, KTH: Avd. för historiska studier

12.55-13.00 Kort summering och avslutning

13.00-15.00 Lunch med Mingel i Dome of visions

Anmälan till work shopen sker till Karl Bolin, kbolin@kth.se, ange "CSA Work Shop" i meddelandet.