

Hållbart flyg, finns det?



Vätgasflygplan
med räckvidd
2000 km för
40 pax

SARC Academy,
Isak Johnsson

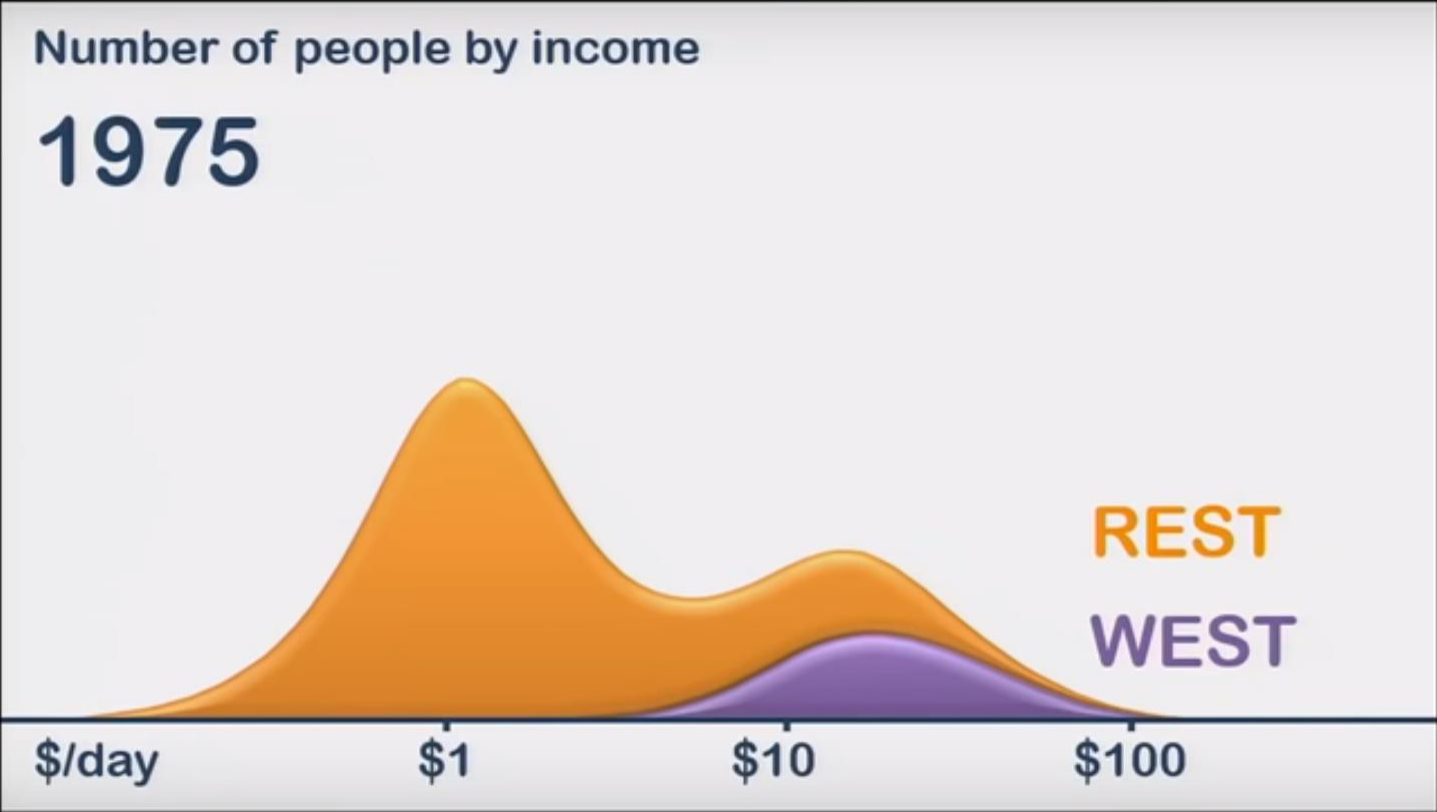


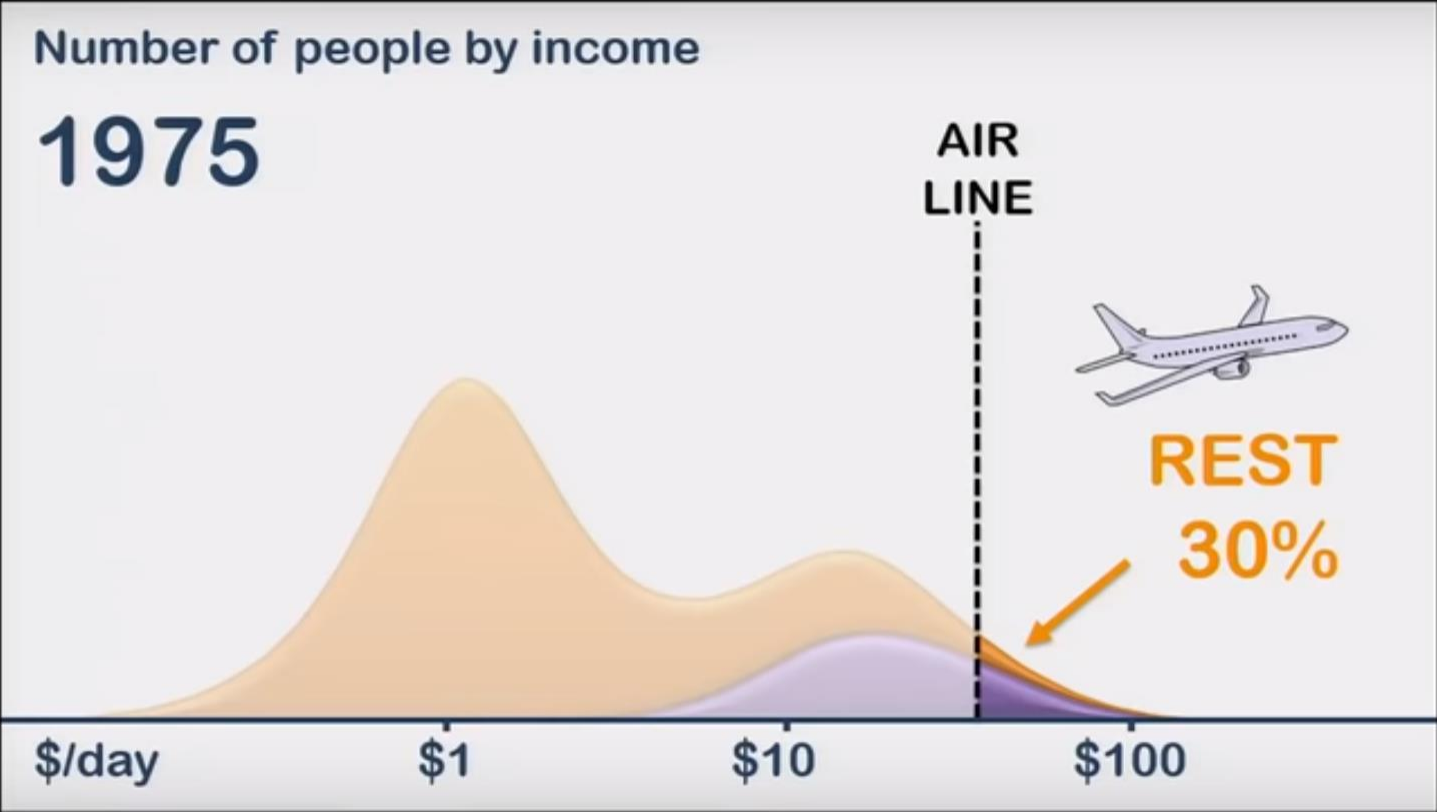
Fyra punkter mot ett grönare flyg

Hur kan Sverige påverka??



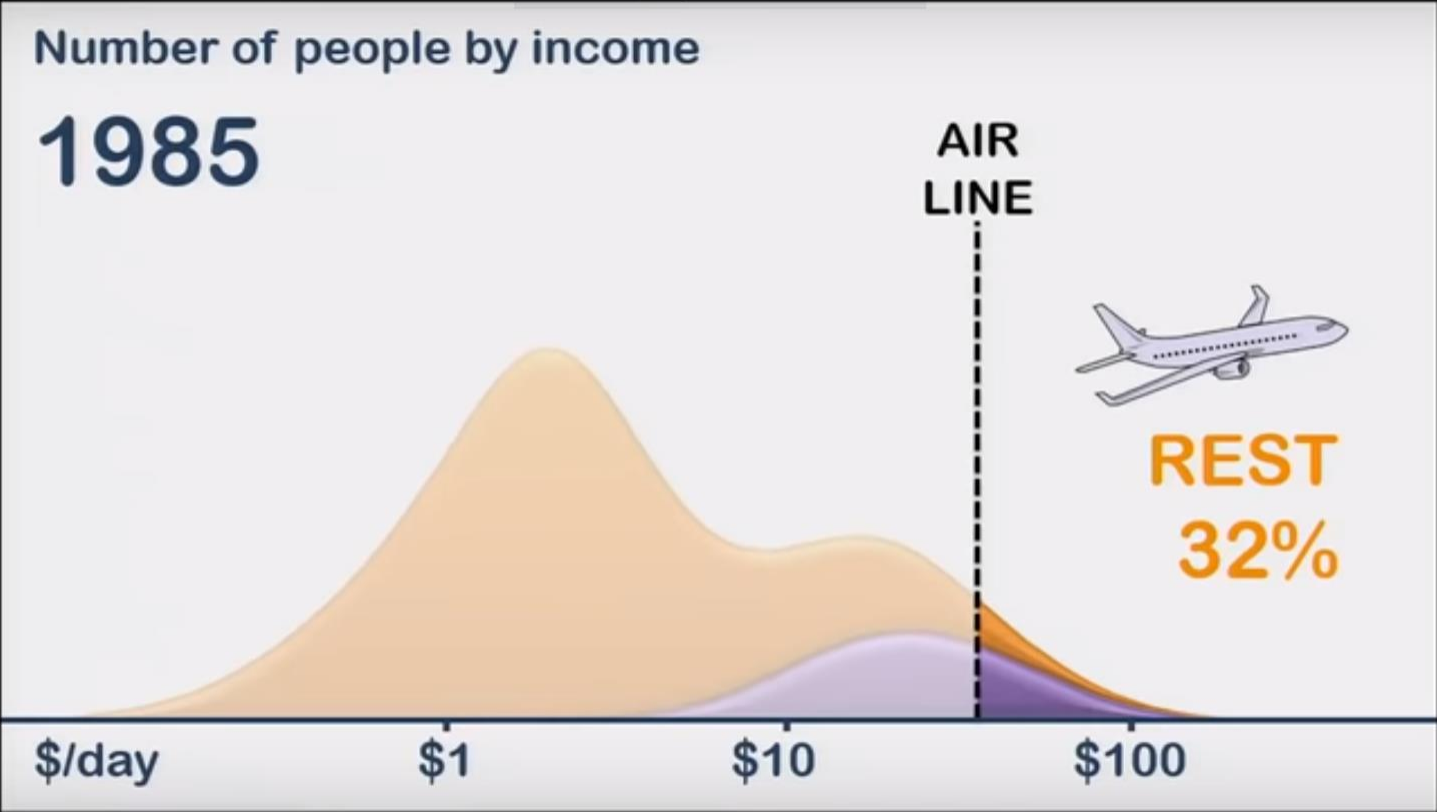
- Sveriges direkta påverkan är mycket liten (omkring 1 ‰), på grund av en mycket liten befolkning
 - Vi flyger dock avsevärt mer än världsmedborgaren
- I framtiden kommer vi att spela en ännu mindre roll....

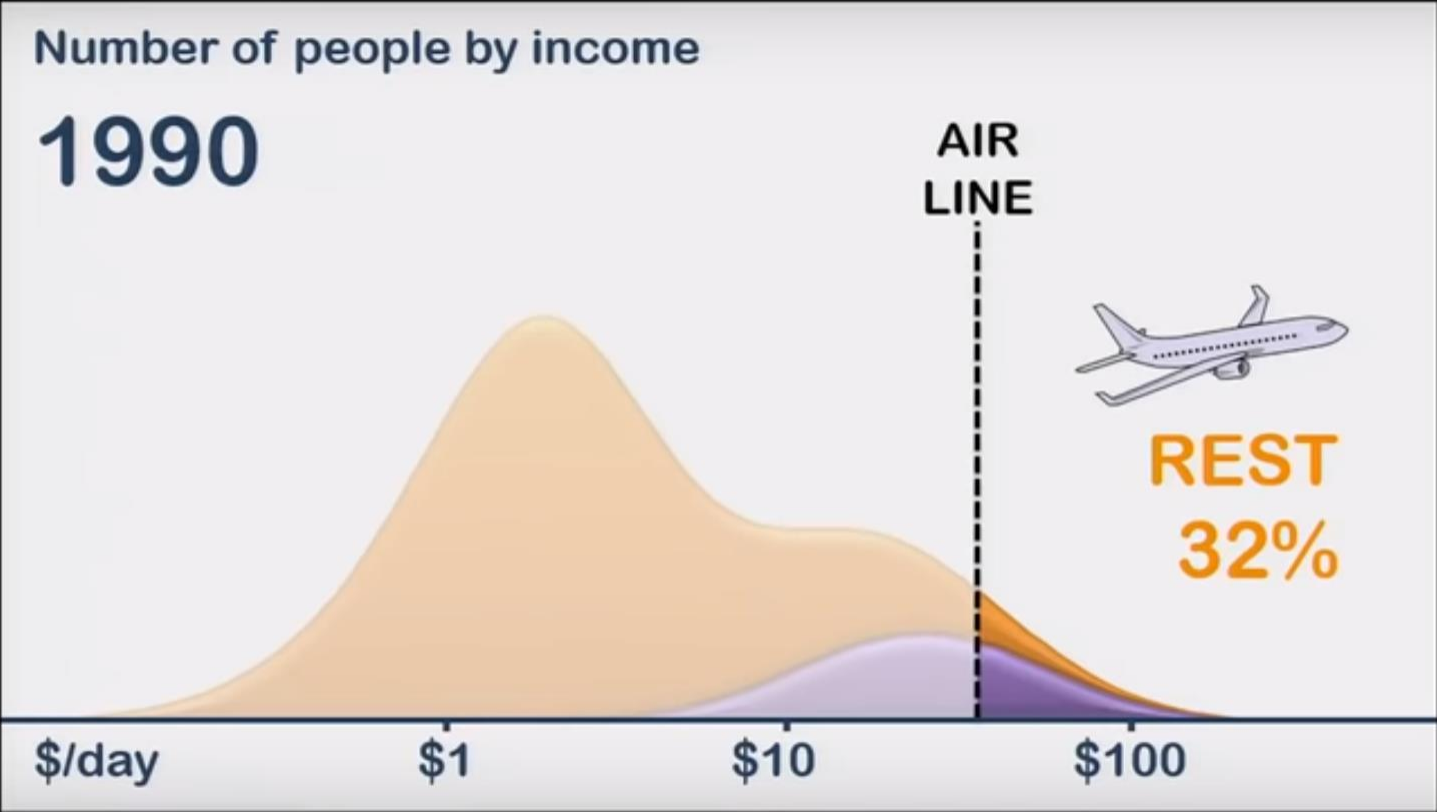


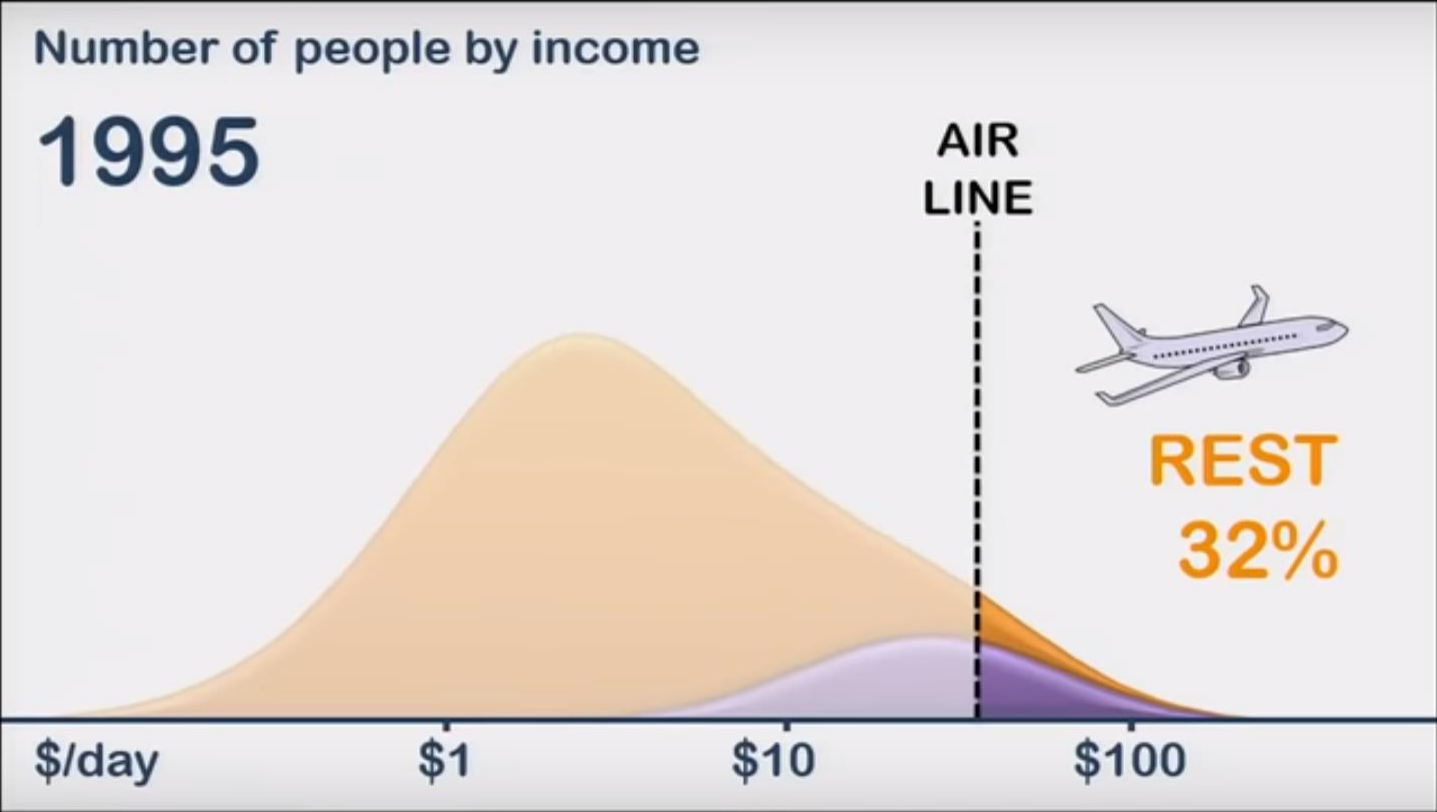


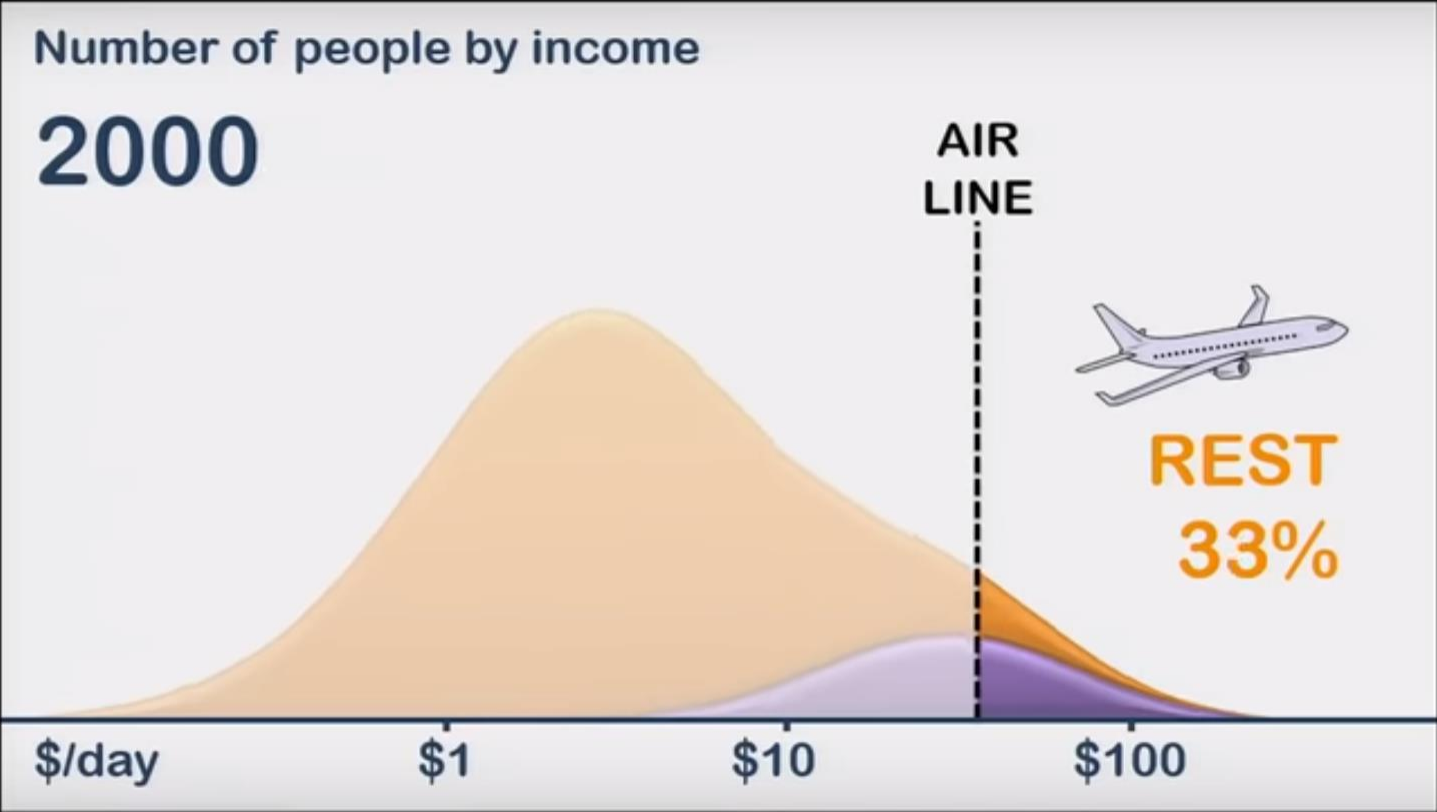


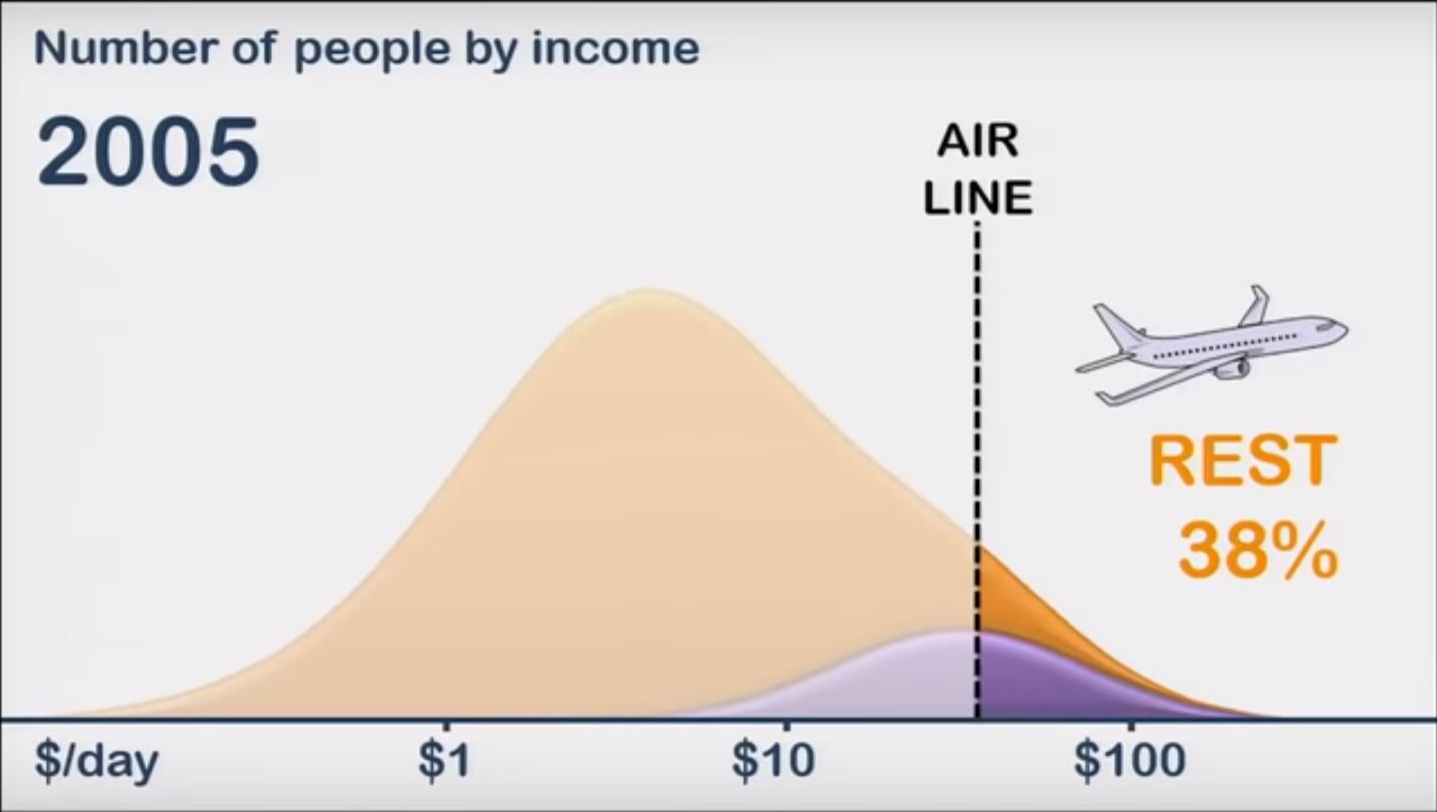
Press Esc to exit full screen

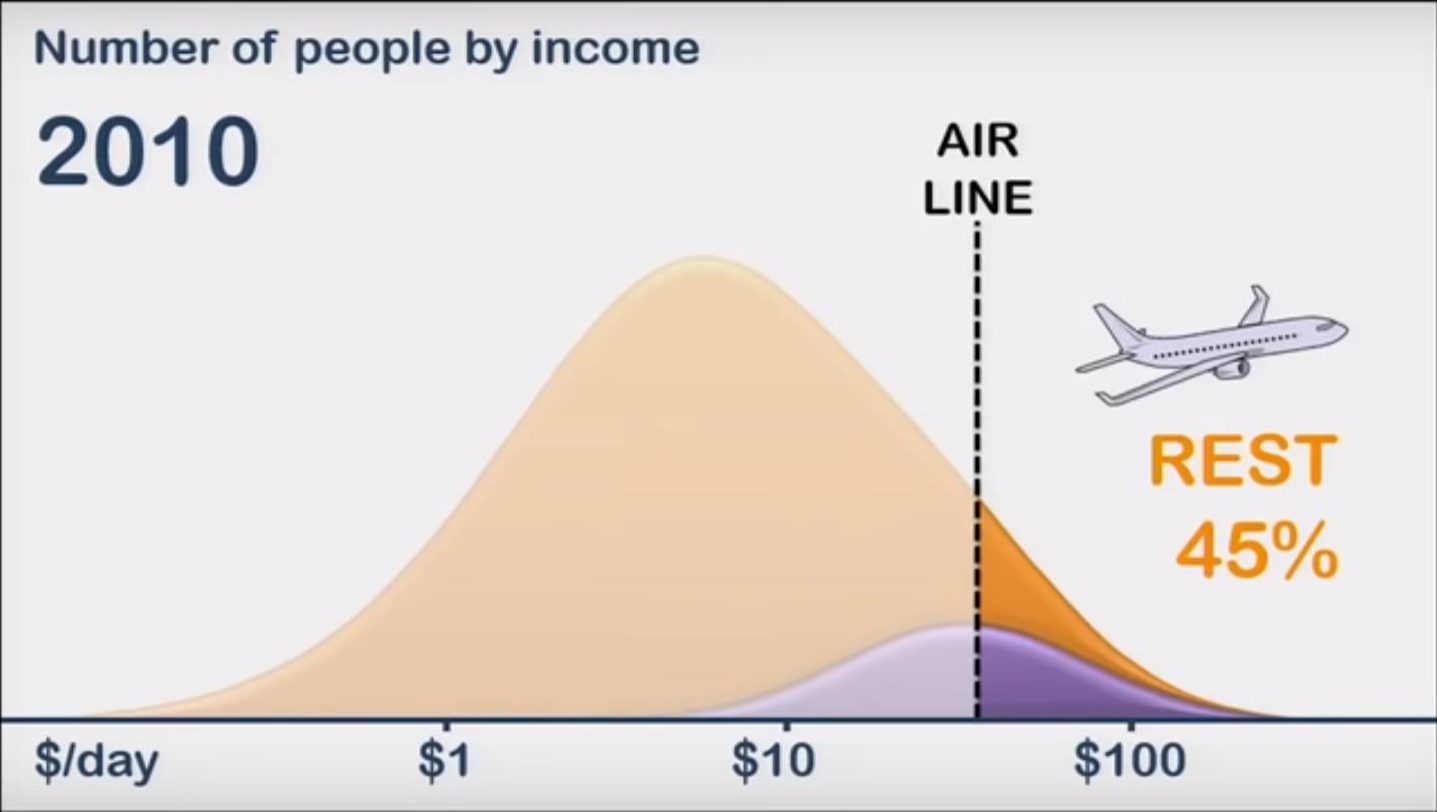


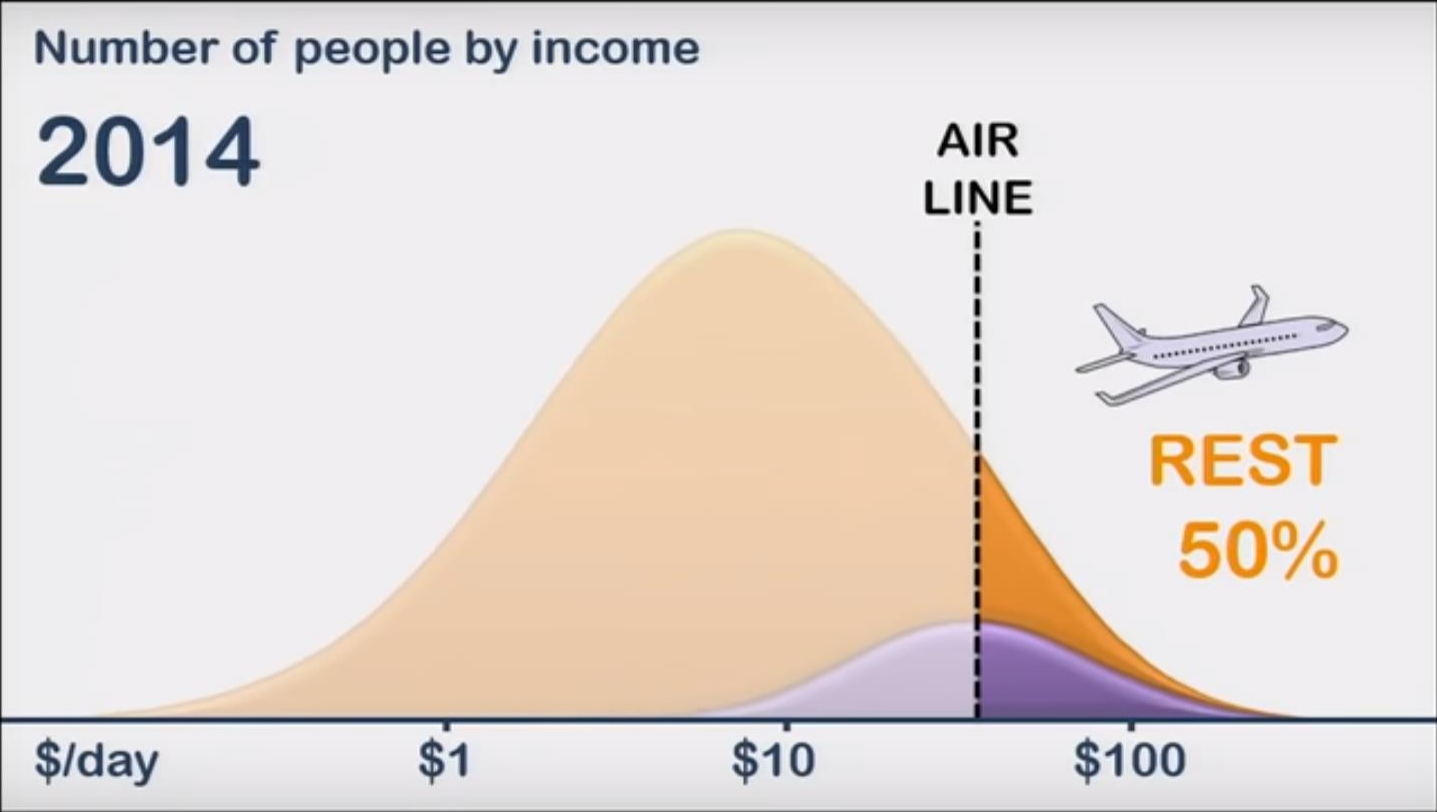


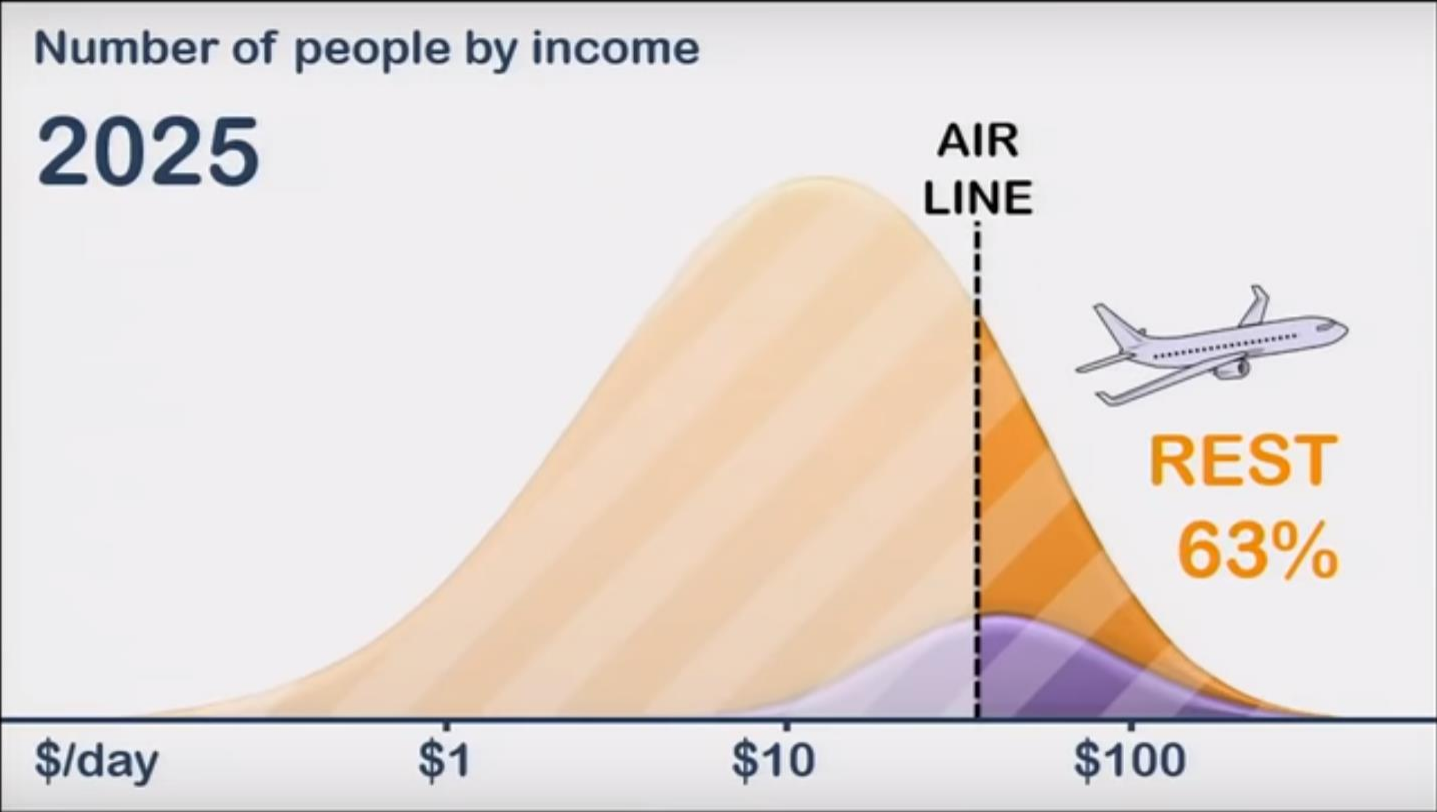


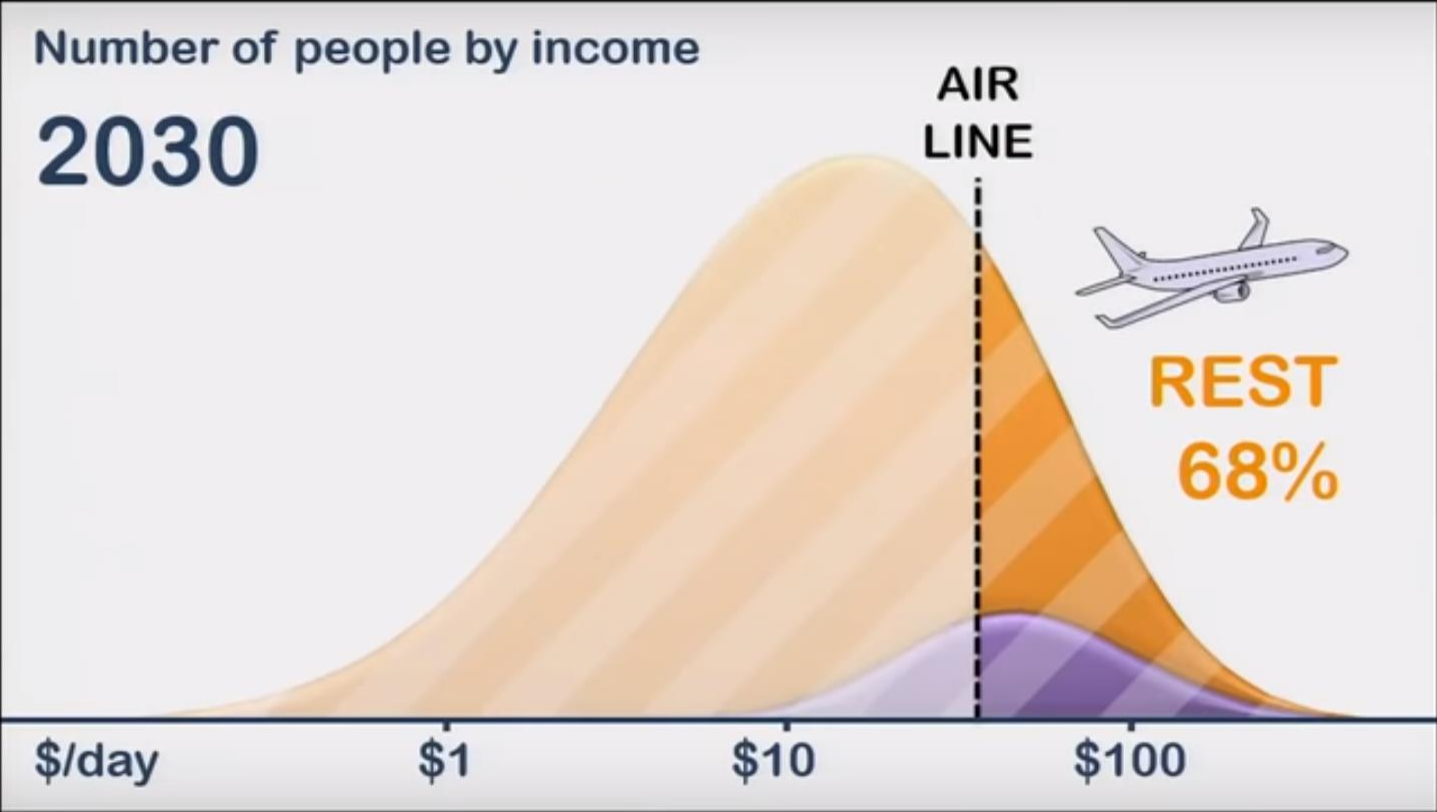


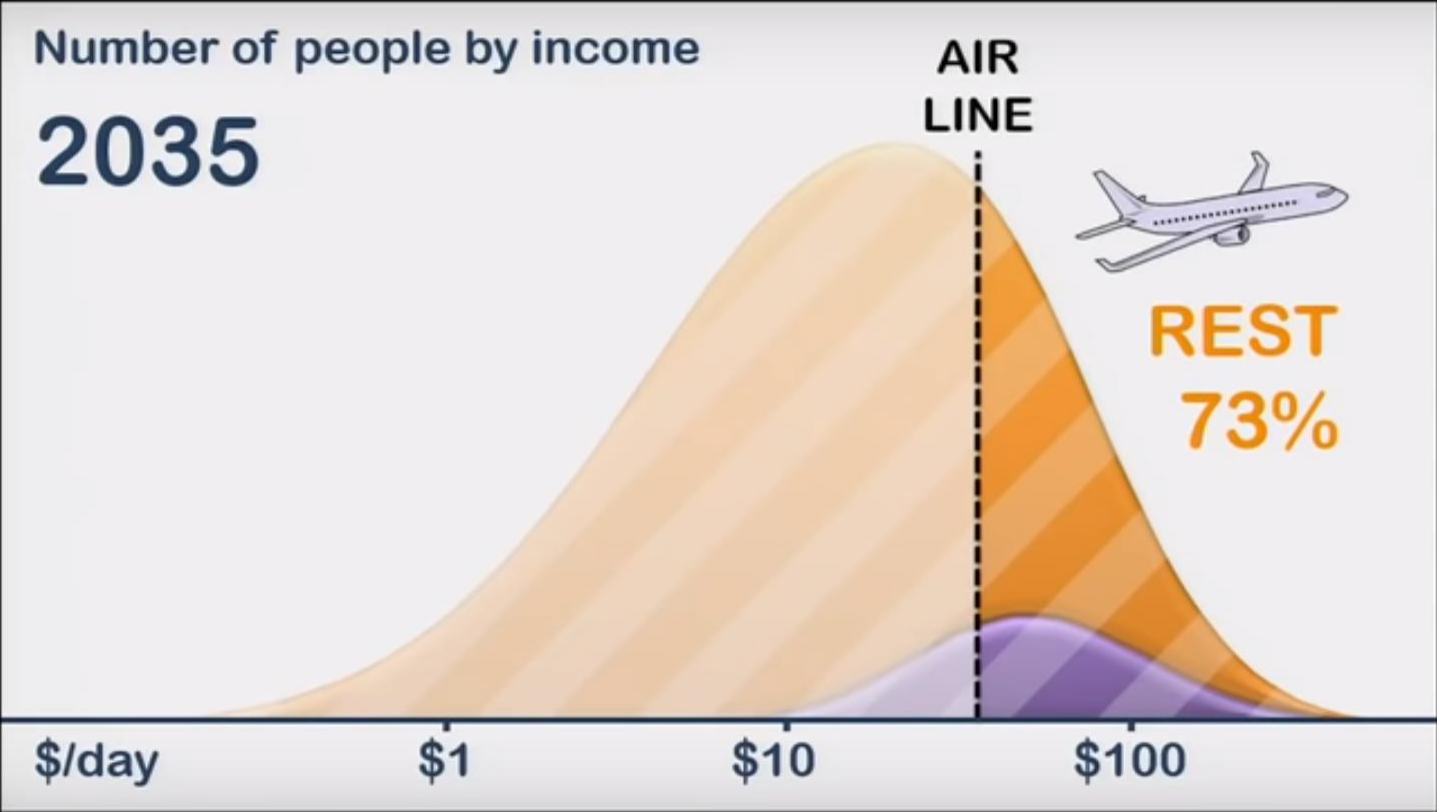












?

Hur bidrar Sverige globalt?

- 1. Satsa mer på tekniska innovationer och incitament**
 - Utveckla mer teknik
 - Inför ny teknik
- 2. Flygflottan ska användas klimateffektivt**
 - På långa distanser kan mellanlandning spara minska CO₂ utsläpp
 - Aktivt undvika cirrusmolnbildning
- 3. Vara ledande i hållbart tillverkade förnyelsebara bränslen**
 - Sätt nationella mål och jobba långsiktigt
- 4. Vi ska se till att implementeringen av internationella regleringar blir verklighet**
 - Även smarta styrmedel går att exportera



Tomas Grönstedt

Professor at Chalmers University of Technology

2mo

Kompletterande perspektiv om flyget, miljön och AB Sverige på debattplats i DN i morse.

<https://lnkd.in/e6c7ZK3>



"Mellanlandning kan halvera utsläppen från Thailandsresa" - DN.SE
dn.se

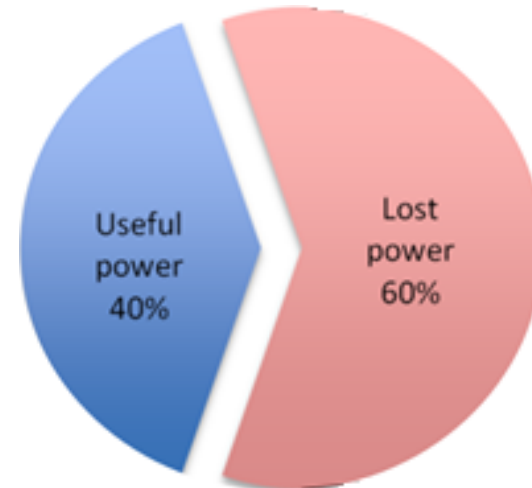
1. Satsa på tekniska innovationer

1. Satsa mer på tekniska innovationer / incitament

- Idag omvandlas cirka 40% av energiinnehållet i flygbränslet till nyttig framdrivning.

Resten är förluster.

- Det finns alltså fortfarande stor potential till effektivisering.



1. Innovationer - svensk teknik

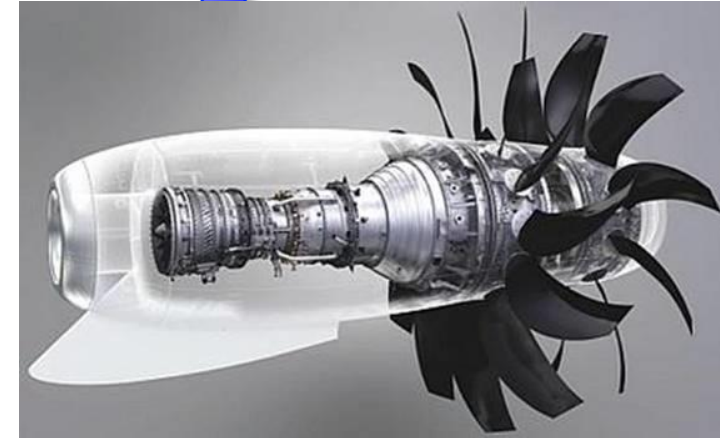
Airbus “BLADE”

- Naturlig laminärströmning
- Svensk ingrediens: stor vingstruktur i komposit tillverkad av SAAB
- Uppskattas minska CO₂ med 5%



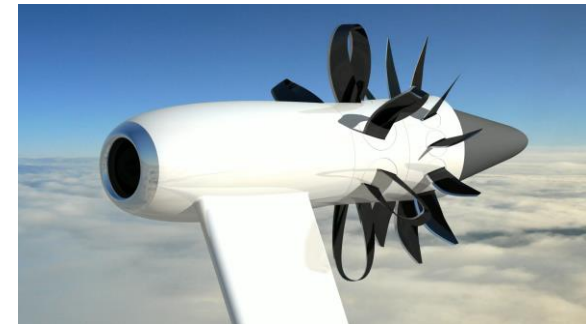
Safran ”Open-rotor”

- Open rotor (okapslad propellerfläkt)
- Svensk ingrediens: roterande struktur som driver propellrarna tillverkad av GKN Aerospace
- Uppskattas minska CO₂ med 10-15%
 - 10 gånger allt svenskt flygande.
- **Global effekt – i storleksordningen hela Sveriges årliga utsläpp (idag) av koldioxid!**

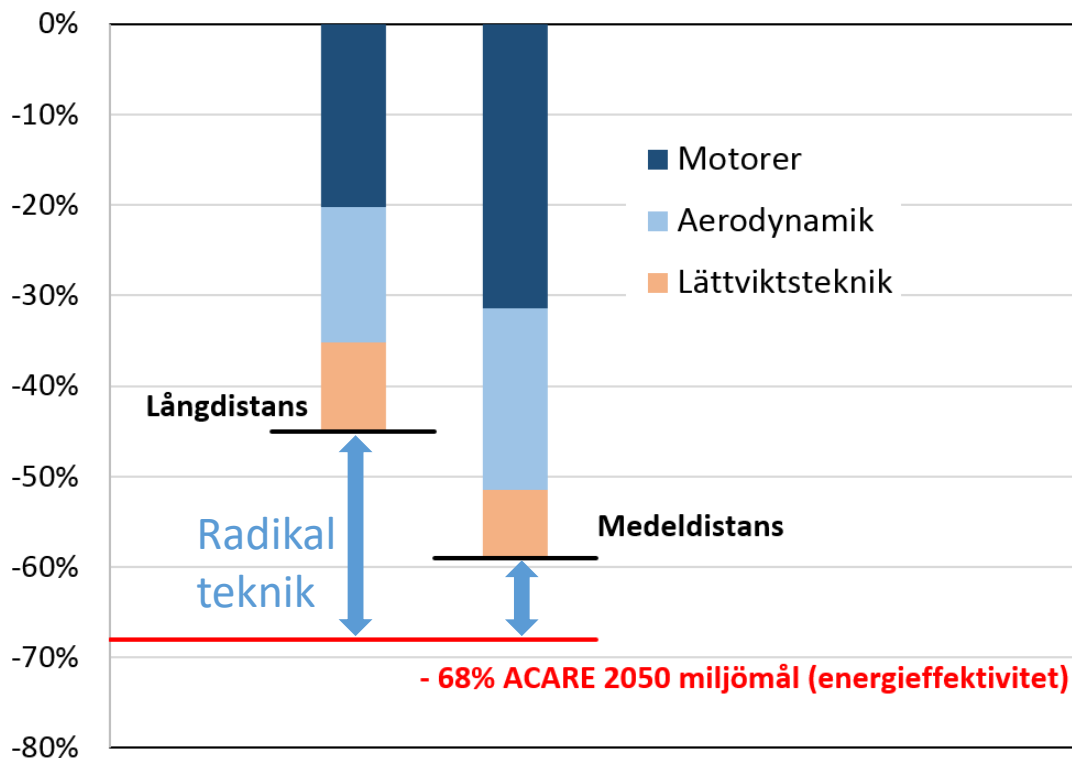


Boxprop – mindre mogen open-rotor-teknik

- Svenskt patent (lågbullerpropeller för open rotor)
- Chalmers/GKN-innovation



1. Miljömål och utvecklingstakt



Teknikförbättring mellan år 2000 och 2050 brutet på medel och långdistans

ULTIMATE

Totalt mål, energiförbättring ca 2.7% per år.

- Teknikutveckling måste kompletteras med punkt 2, 3 och 4

2. Flygflottan ska
användas mer
effektivt

2. Flygflottan ska användas klimateffektivt

Mellanlanda på längre distanser

- + Att bära flygbränsle långa sträckor är inte effektivt
- + Att konstruera flygplan för kortare distanser blir effektivare. Moderna långdistansflygplan drar knappt **0,3 l/mil** (sättesmil). Medeldistansflygplan kan dra under **0,2 l/mil**.

On the effect of stage length on the efficiency of air transport

D. I. A. Poll (a1) 

<https://doi.org/10.1017/S0001924000005741> Published online: 27 January 2016

A321LRX

- + Tas i drift 2023
- + Räckvidd 4,700 nm (870 mil)
- + Initialt rekordartad försäljning
- + Det blir effektivare att sätta in en extra-tank i ett medeldistansflygplan än att flyga med långdistansflygplan.



2. Flygflottan ska användas klimateffektivt


Utveckla teknik för att undvika cirrusmolnbildning

- + Ofta behöver man inte stiga/sjunka så mycket för att undvika molnbildning
- + Ett mindre antal flygningar ger upphov till en merpart av molnbildningen.

Vi måste hitta styrmedel för att stimulera flygbolag att undvika contrails

nature
International journal of science

The importance of the diurnal and annual cycle of air traffic for contrail radiative forcing

Nicola Stuber , Piers Forster, Gaby Rädels & Keith Shine
Nature **441**, 864–867 (15 June 2006)

3. Vara ledande i hållbart tillverkade bränslen...

”Allt inrikesflyg ska vara fossilfritt år 2030, samt all utrikestrafik från svenska flygplatser år 2045”

3. Vara ledande i hållbart tillverkade förnyelsebara bränslen

- Uttaget av biomassa i Sverige kan öka med 40-50 TWh de närmaste årtiondena

[Potential för ökad tillförsel och avsättning av inhemsk biomassa i en växande svensk bioekonomi](#)

Böriesson, Pål ISBN 978-91-86961-23-7

”Flyget både i Sverige och internationellt skulle med lätthet kunna försörjas helt med biodrivmedel”

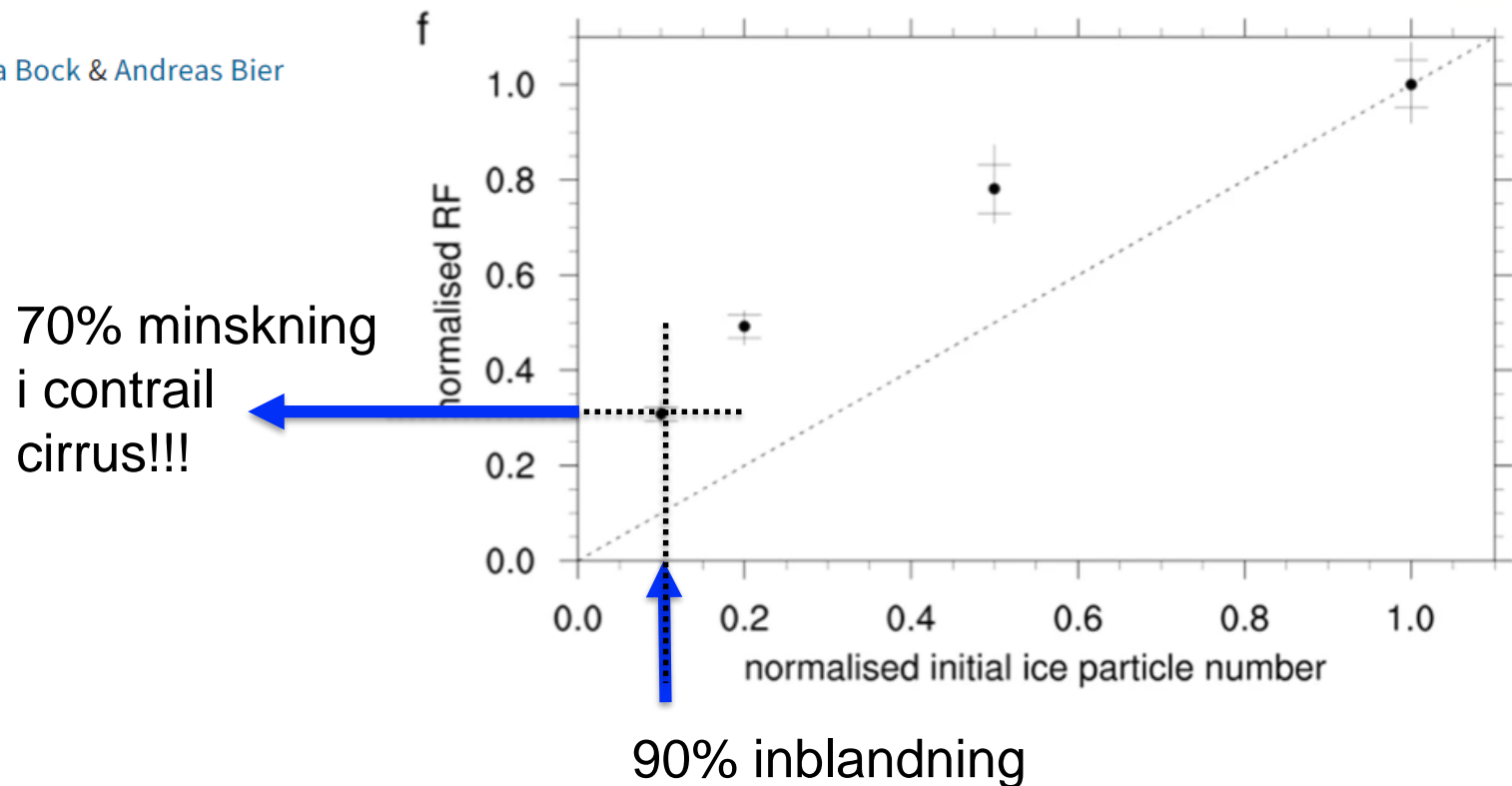
**Flygets klimatutmaningar
– en analys**

Per Kågeson
Nature Associates
2018-06-18

- Biobränslet blir mycket dyrare och lösningar som kvotplikt bör vara en klok väg framåt

Mitigating the contrail cirrus climate impact by reducing aircraft soot number emissions

Ulrike Burkhardt , Lisa Bock & Andreas Bier



- Hög inblandning av biobränslen kan leda till rejäla minskningar av höghöjdseffekter (halvering).
- Även ny brännkammarteknik kan ha samma effekt.



Contrail cirrus radiative forcing for future air traffic

Lisa Bock and Ulrike Burkhardt

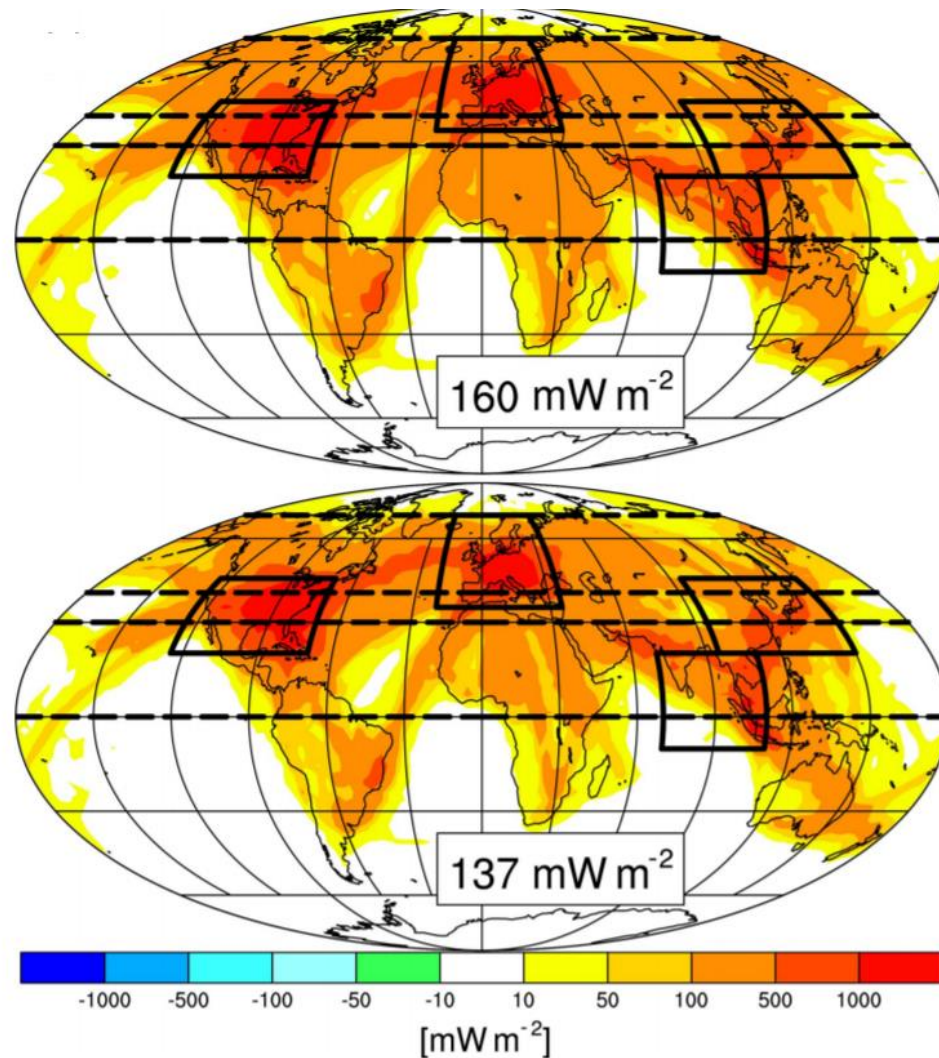
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Physik der Atmosphäre, Oberpfaffenhofen, Germany

Correspondence: Lisa Bock (lisa.bock@dlr.de)

Received: 14 December 2018 – Discussion started: 25 January 2019

Revised: 17 May 2019 – Accepted: 23 May 2019 – Published: 27 June 2019

- Utvärderat 50% scenario för 2050
- Frågan om ny brännkammartechnik utelämnad
- CO₂ för 2050 förväntas vara 60–80 mW/m²



DAGENS NYHETER.

| DN Debatt

DN Debatt. "Koldioxiden är flygets stora klimatpåverkande faktor"



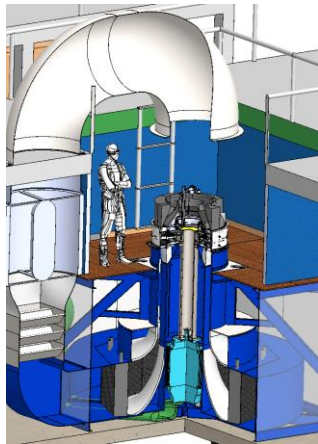
Det är inte korrekt att påstå att andra faktorer än koldioxid står för flygets stora klimatpåverkan. Långsiktigt är det koldioxiden som dominerar. Om flyget gick på biobränslen skulle alltså flyget radikalt minska sin klimatpåverkan, skriver professor Christian Azar och docent Daniel Johansson.

Temperatursvaret på lång sikt (100 år) av en normalflygning som genomförs idag, är nästan bara CO₂-drivet (ökar med bara med runt 10% om hänsyn tas till all non-CO₂)!

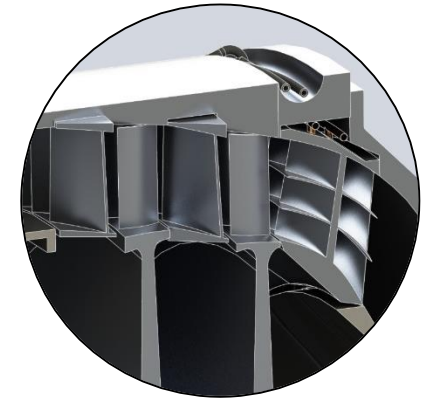
<https://research.chalmers.se/en/publication/155986>

3. Vara ledande i hållbart tillverkade bränslen

- Globalt är det svårare att försörja hela flyget med biobränsle.
- På lång sikt behövs troligen förnyelsebart framställda bränslen som metan, vätgas eller andra typer av elektrofuels
 - ENABLEH2 (Chalmersprojekt, Cranfield koordinerar)

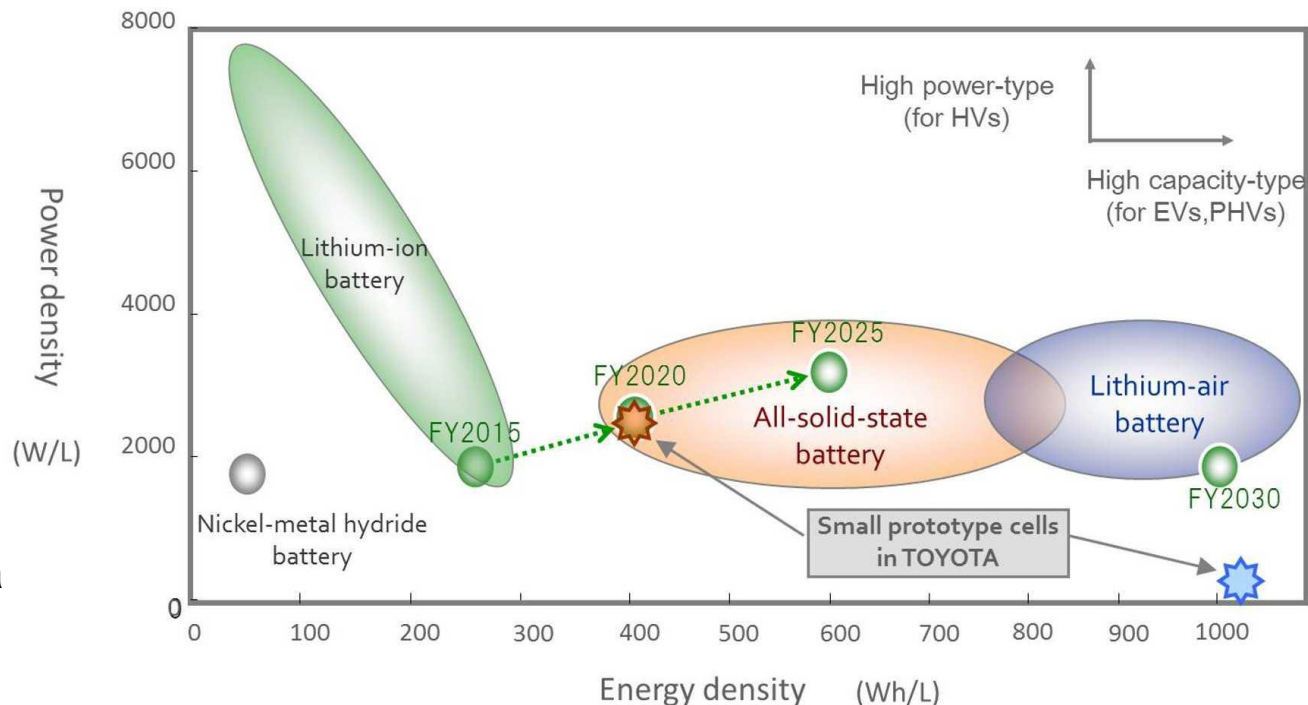


Design compressor rig for integrated cooling function



Hur långt når batteritekniken.....

- Litium-jon
- Solid-state
- Litium luft
 - Kan kanske nå 1000 Wh/kg
- Biobränsle 13000 Wh/kg
 - Termisk verkningsgrad runt 50%
- Även på oändlig sikt kommer det att vara minst en faktor 5.



4. Reglering och styrmedel

Regleringar kan också exporteras



Sweden commits to becoming carbon neutral by 2045 with new law



By **Sam Wong**

Sweden has committed to cutting its net carbon emissions to zero by 2045, becoming the first country to significantly upgrade its carbon ambitions since the Paris accord in 2015.

The law was drawn up by a cross-party committee and passed with an overwhelming majority in parliament by 254 votes to 41.

The legislation establishes an independent Climate Policy Council and requires an action plan to be updated every four years.

Sweden had previously committed to becoming carbon neutral by 2050. It already gets 83 per cent of its electricity from nuclear energy and hydropower, having met its 2020 target of 50 per cent renewable energy eight years ahead of schedule.

To achieve carbon-neutral status, the country will focus on reducing emissions from transport by increasing the use of biofuels and electric vehicles. It plans to cut domestic emissions by at least 85 per cent, and offset remaining emissions by planting trees or investing in projects abroad.

Cutting emissions from transport can be challenging because of public resistance, but Sweden enjoys unusually high levels of support for green policies. "I think they have a big chance of success," says Femke de Jong at the NGO Carbon Market Watch.

CHALMERS

for a sustainable future