



Klimatförändringar och framtidens flygväder

Leon Lee, Meteorolog

Seminarium ADC flygplan, OPS

Kista, 28 november 2024

Hur påverkas flyget av väder?

Flygsäkerhet

Exempel

Turbulens

Isbildning

Hagel

Microbursts

Flygprestanda och bränsleåtgång

Exempel

Jetströmmar

Temperatur

Luftfuktighet

Turbulens

Flygplatser och markfunktioner

Exempel

Sikt

Snö

Värmeböljor

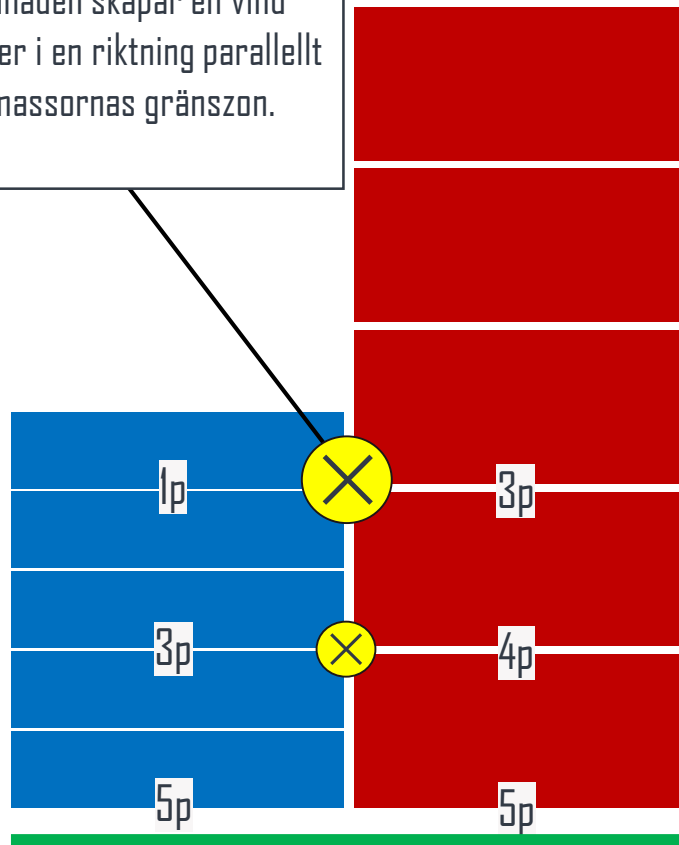
Översvämningar

Detta är ingenting nytt!

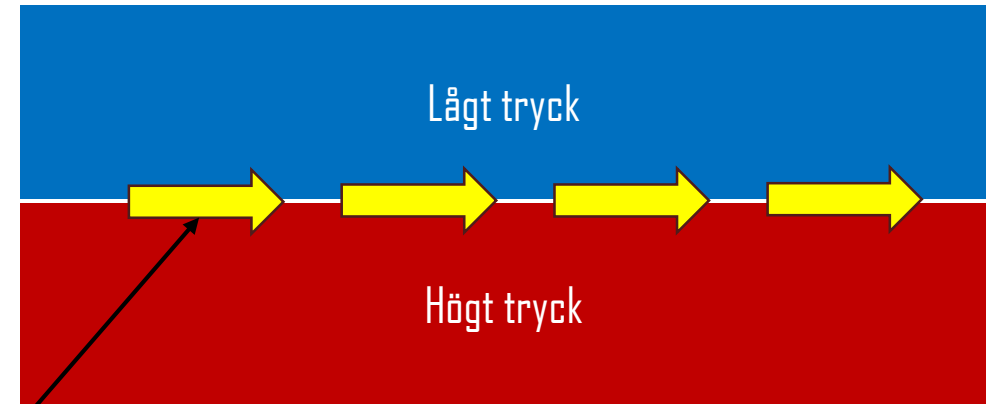
I ett förändrat klimat blir
vissa väderfenomen
vanligare eller ovanligare på
en given plats.

Snabbgenomgång: Termisk vind

Tryckskillnaden skapar en vind som blåser i en riktning parallellt med luftmassornas gränsszon.

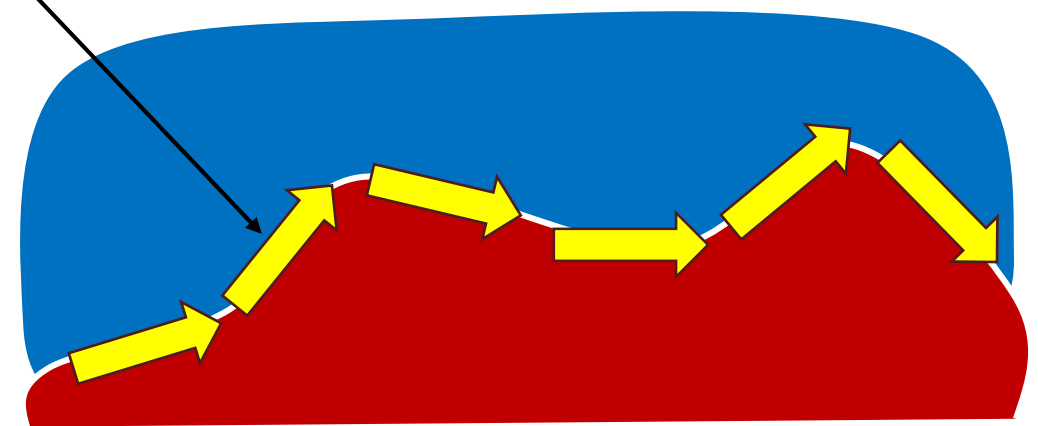


Sett uppifrån (cirka 8-10 km höjd):

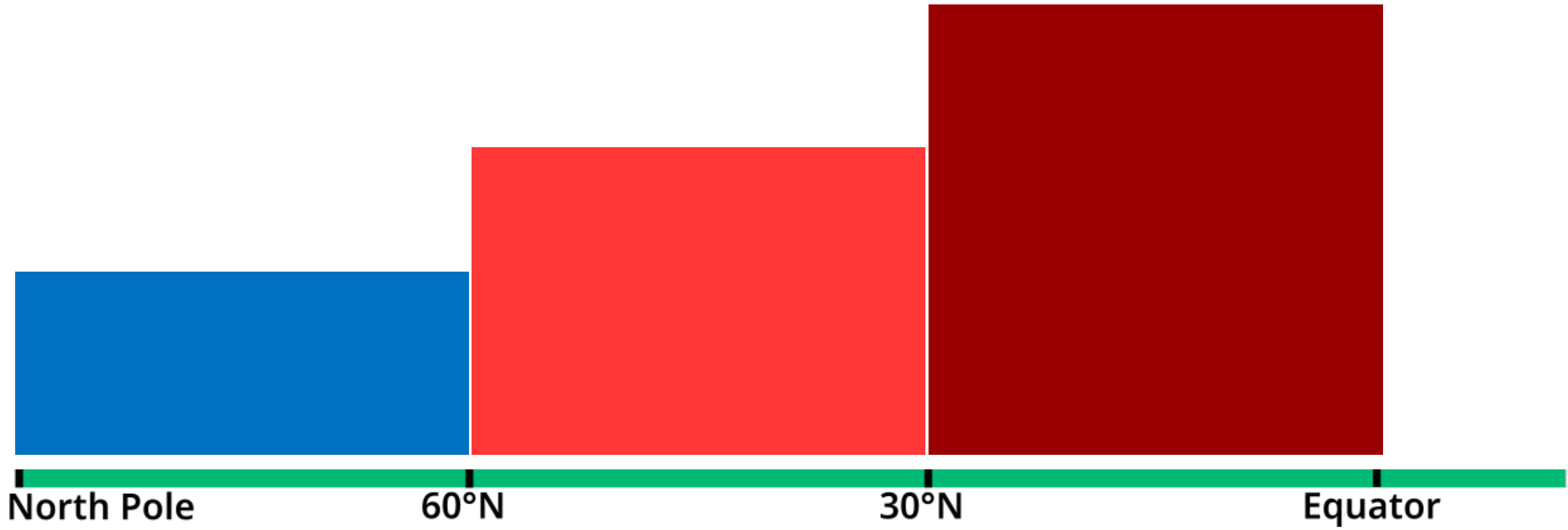


Jetström

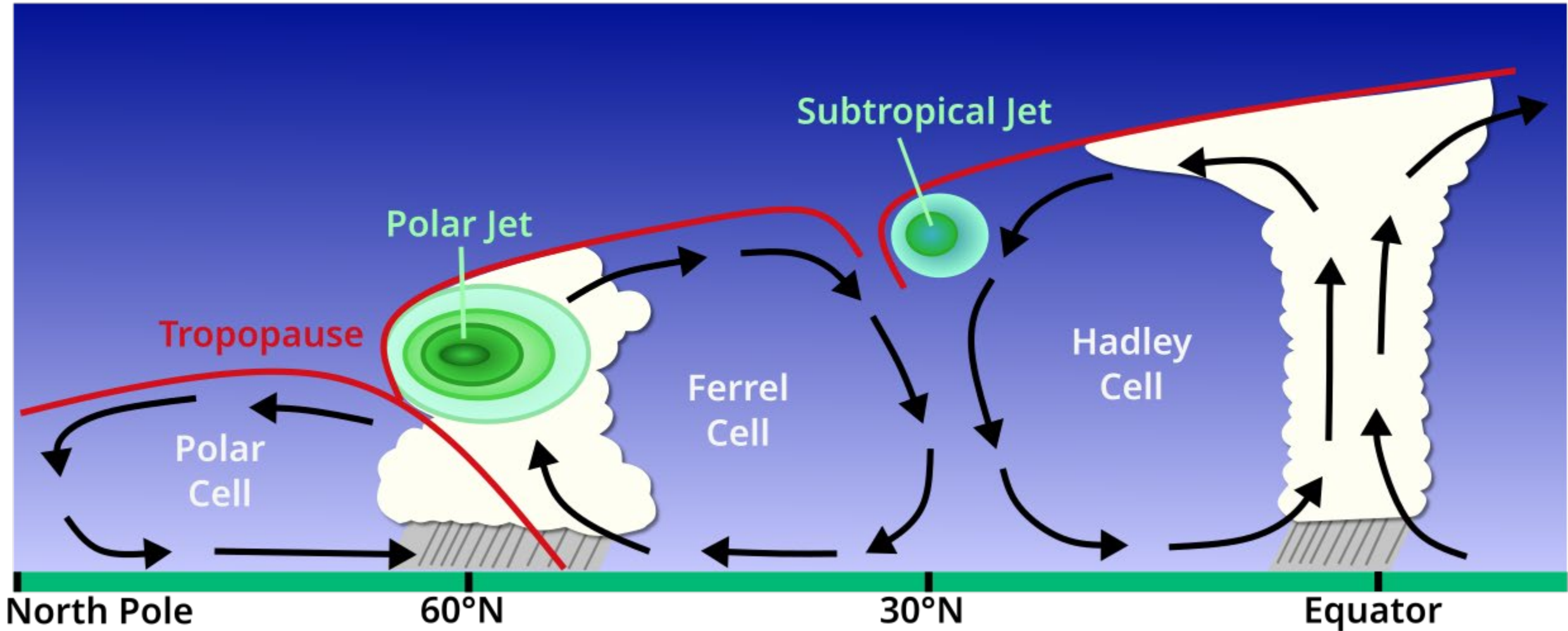
Luftmassor har dock ofta vågiga gränsszoner:



Snabbgenomgång: Polarjetströmmen

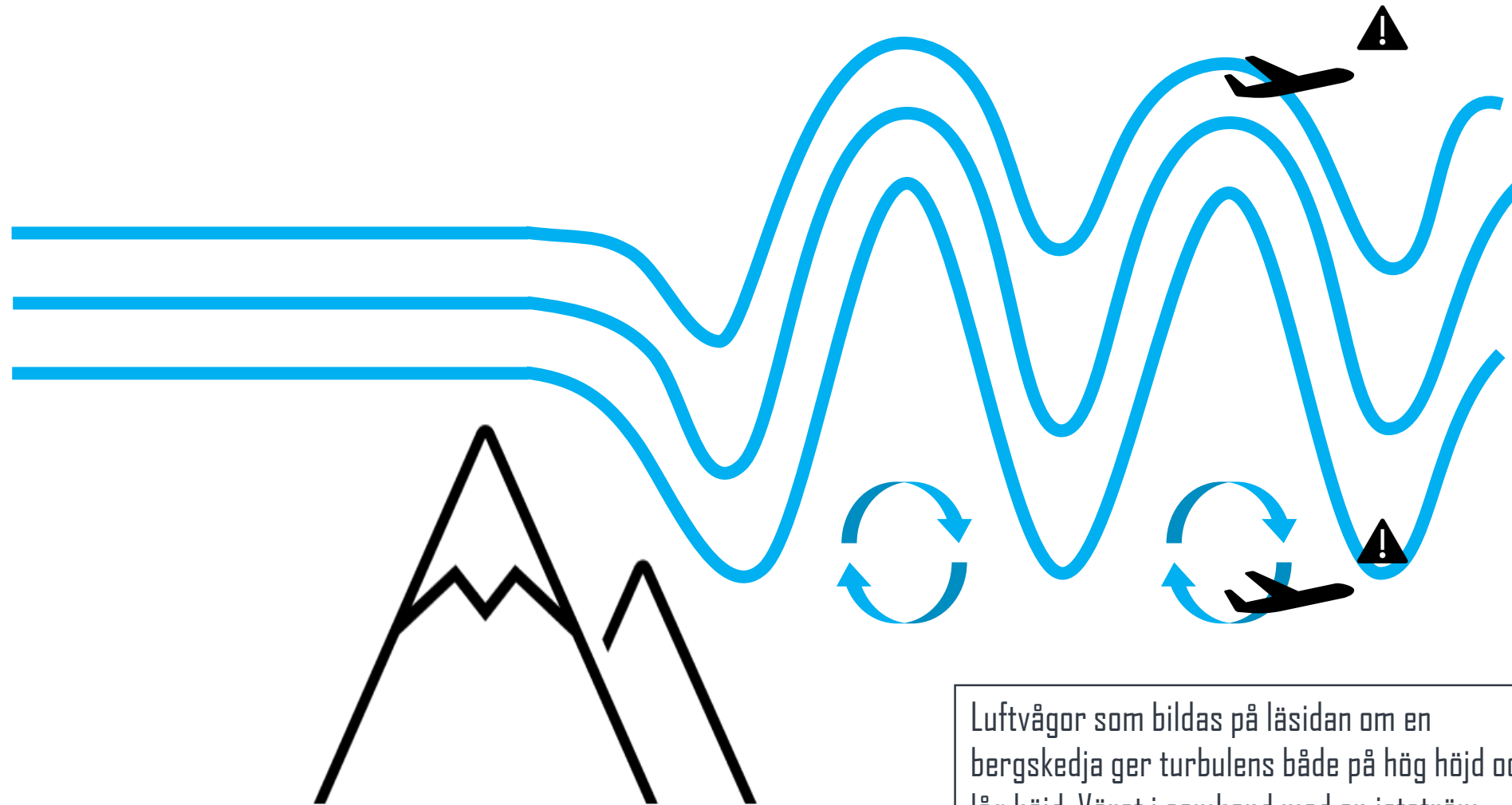


Snabbgenomgång: Polarjetströmmen



Figurkälla: Wikimedia (Creative Commons)

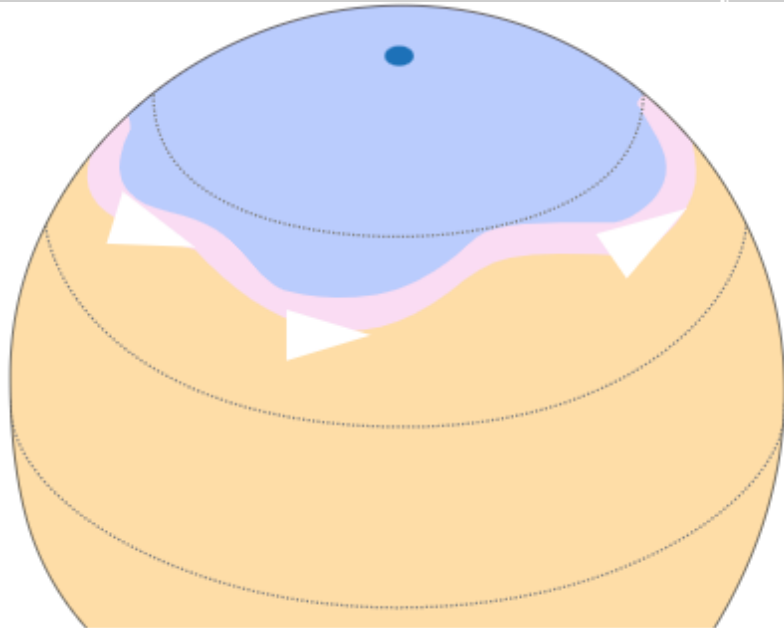
Lävågor (Mountain Waves)



Luftvågor som bildas på läsidan om en bergskedja ger turbulens både på hög höjd och låg höjd. Värst i samband med en jetström.

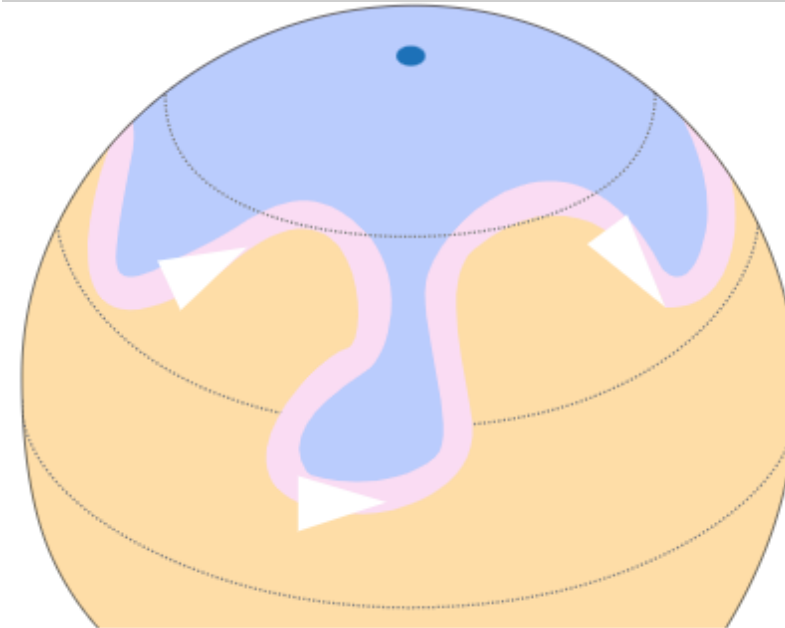
Observationer från de senaste årtiondena visar att polartrakterna värms upp snabbare än övriga jordklotet. Temperaturskillnaden mellan polära- och ekvatorialområden minskar!

Stark polarjetström:



- Låg vågamlitud
- Strömmen har en stadig rörelse österut
- Trycksystem rör sig ungefär i samma banor

Svag polarjetström:



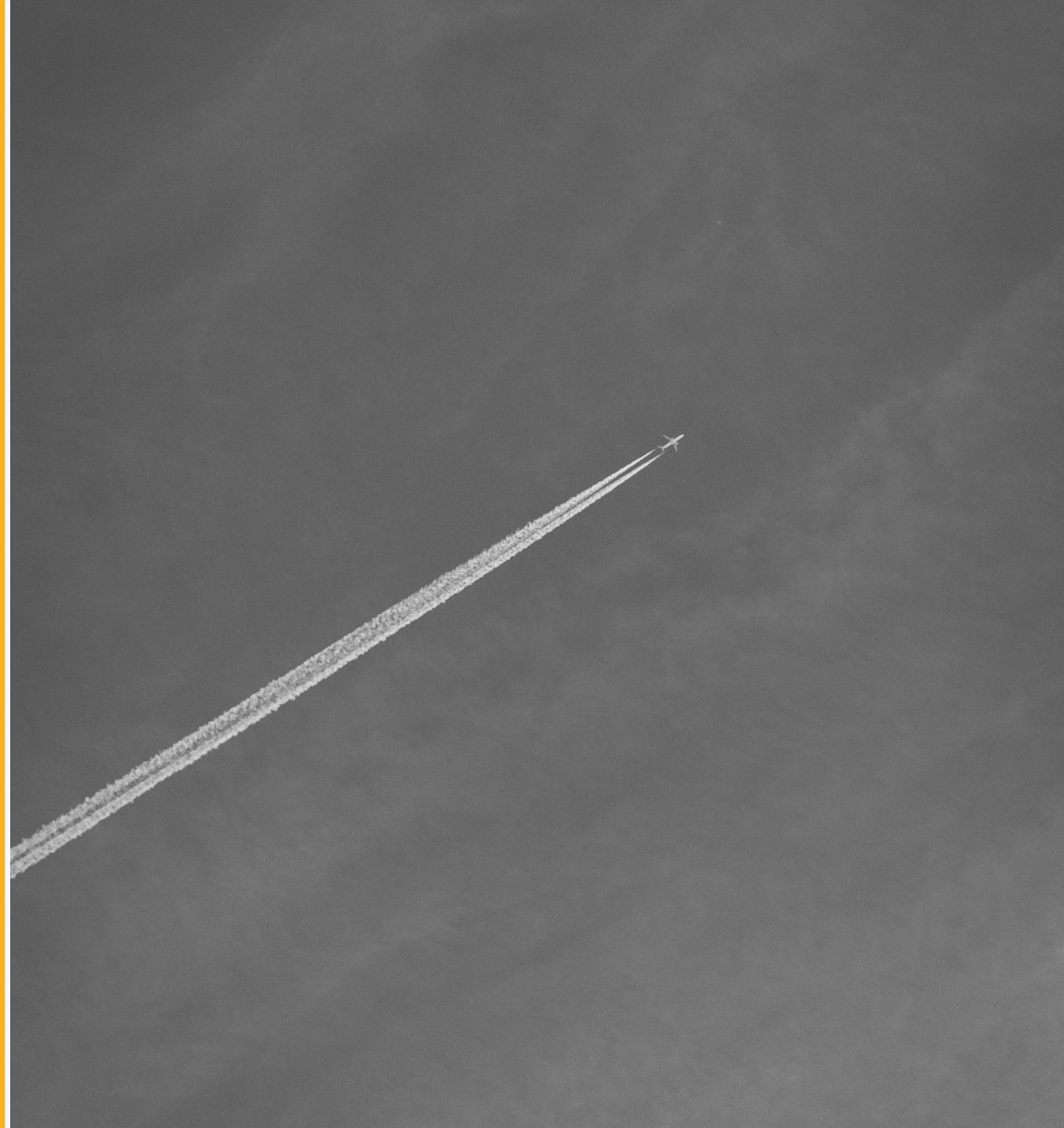
- Hög vågamlitud, strömmen får nya banor
- Strömmen tenderar att stagnera i rörelse
- Trycksystem fastnar på samma plats över en längre tid

Figurkälla: Wikimedia (Creative Commons), bearbetad för denna presentation.

Större amplitud på polarjetströmmen

Effekter:

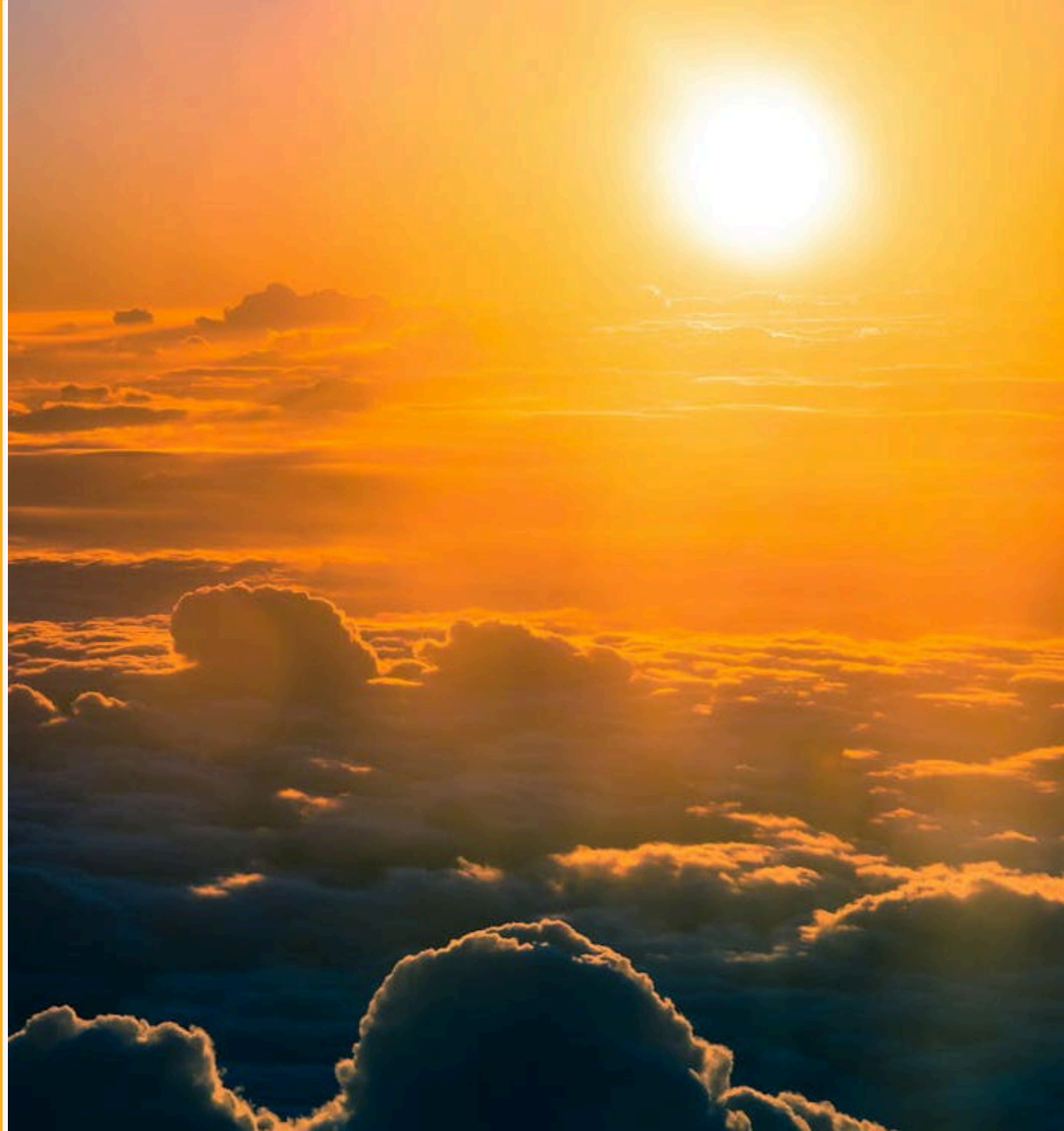
- Luftmassor rör sig längre söderut/norrut
- Nya temperaturextremer
- Jetströmmen får oftare ovanliga positioner och stannar där en längre tid
- Potentiellt längre perioder med turbulens på en viss plats



Fastlåsta trycksystem

Effekter:

- Längre perioder av:
 - Värme
 - Kyla
 - Torka
 - Regn
 - Nedsatt sikt
- ... extremer blir mer extrema

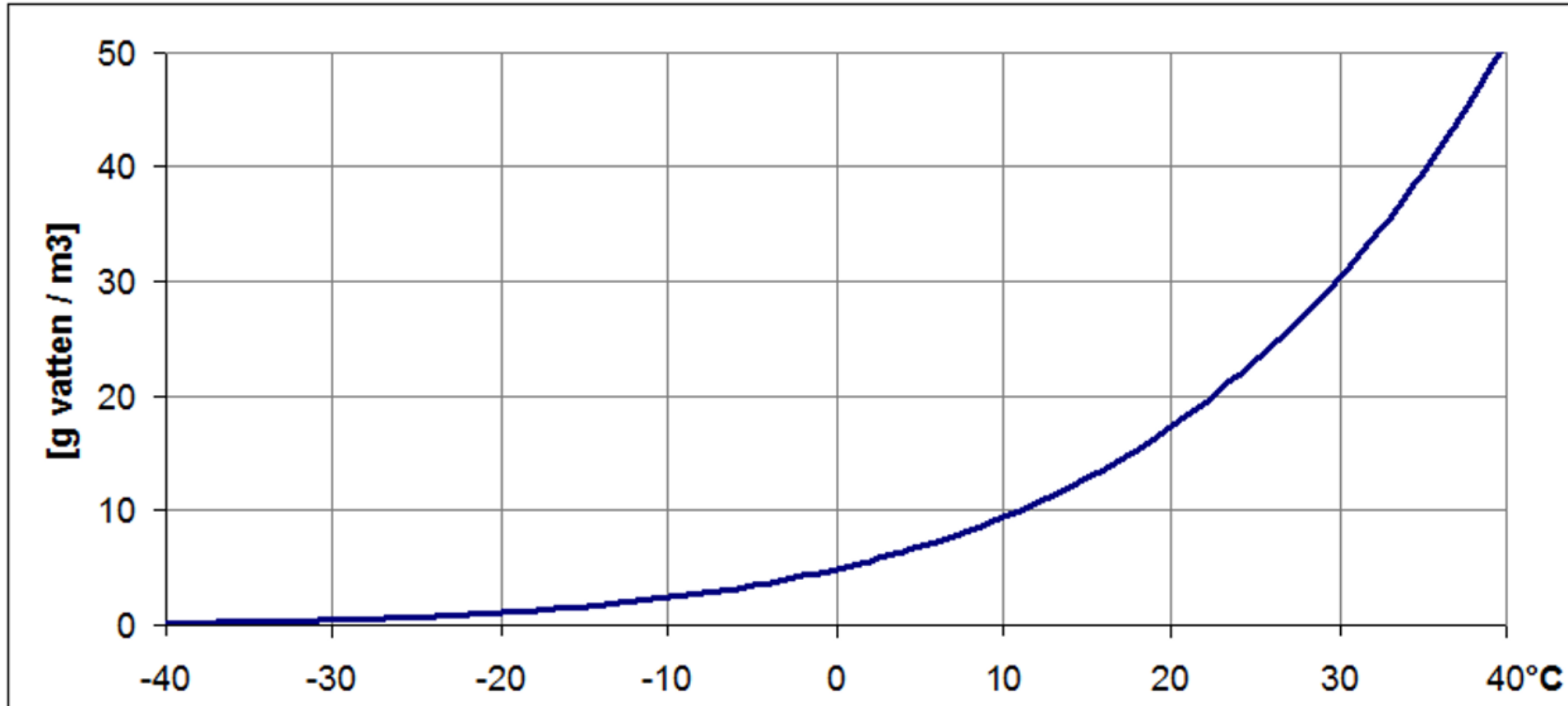


Angående vattenånga

- Vattenånga är osynligt
- Vattenånga är fria vattenmolekyler
- Det som vi i vardagen kallar "ånga" är vatten i flytande form
 - Moln
 - Dimma
 - Nederbörd
- Vattenånga övergår i flytande form (droppar) när luften når mättnadsångtryck



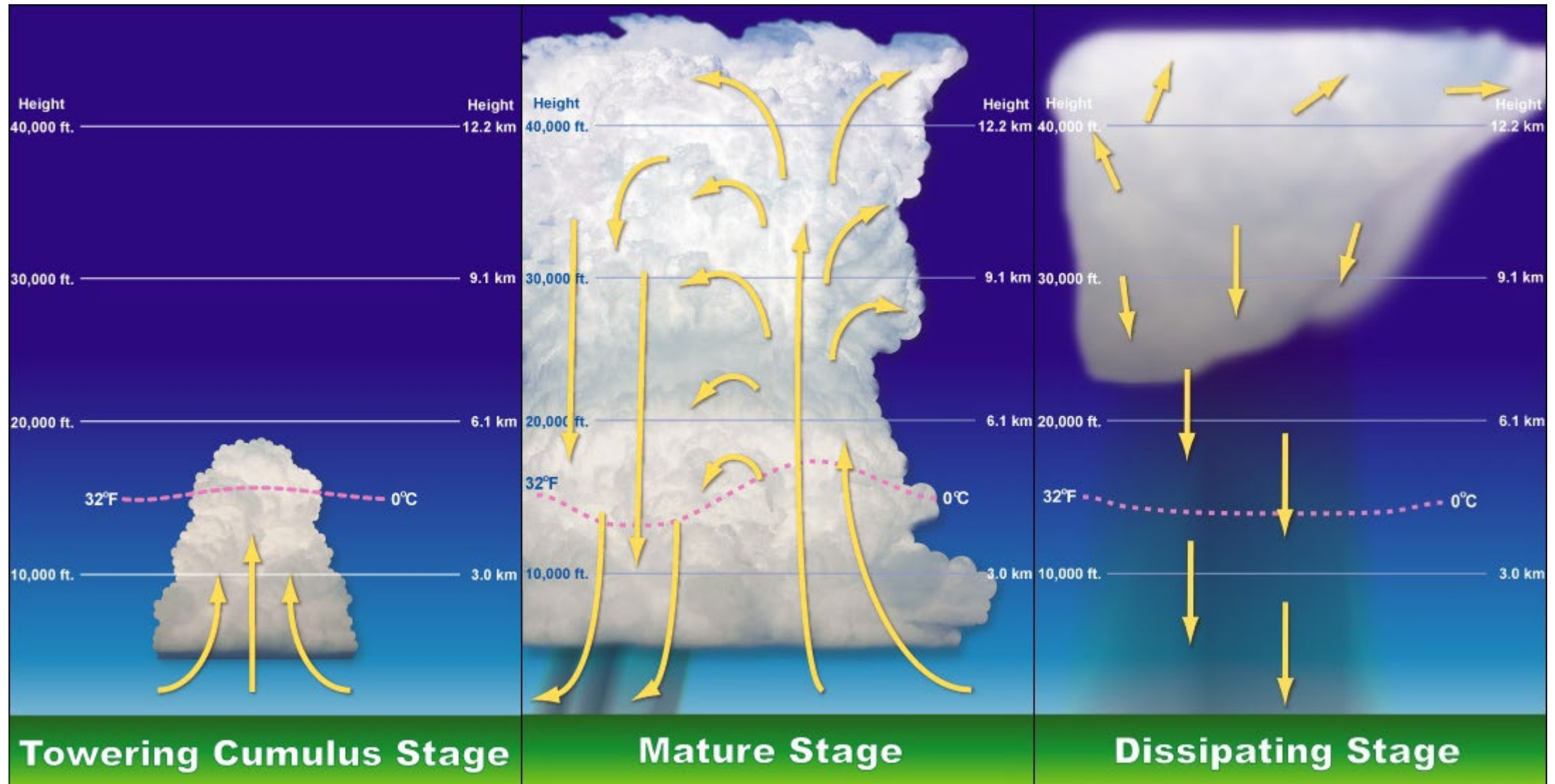
Mättnadskurvan för vattenånga



För en given temperatur finns en given maximal mängd vattenånga. Om denna överskrids kommer överskottet av vattenångan att kondensera och övergå i vatten i flytande form (i atmosfären, droppar).

Vattenånga är energi!

Bildande av Cumulonimbus (Cb)



Cumulonimbus (Cb)

- Kraftig turbulens, både i och utanför
- Hagel
- Kraftigt regn
- Ymnigt snöfall under vintern
- Blixurladdning
- Isbildning
- Vindskjuvning
- Microburst



Kort om orkaner

- Orkaner, hurricanes, tyfoner, tropiska cykloner
- Bildas över varmt havsvatten, omkring 27 grader celsius
- Bildas ej nära ekvatorn
- Kan överleva upp till omkring latitud 55°
- Ökat i styrkor men inte nödvändigtvis i antal.



En varmare atmosfär har
mer energi i vädersystemen.

Några händelser från i år:

Dubai, 16 April 2024

- Största mängderna uppmätt på 75 år
- 164 mm på flygplatsen, motsvarande 1,5 års nederbörd
- Cirka 1200 inställda flighter
- Cirka 40 diversions



Italien, 9 juni 2024

- PMI-VIE
- Inför landing, vid FL200
- A320
- Hagelstorm



Brasilien, 9 Augusti 2024

- Inför landing GRU
- AT72
- Preliminär rapport anger isbildning som primär orsak till haveriet

In pictures: Brazil's deadly plane crash

10 August 2024

Share < Save +

Thomas Mackintosh
BBC News



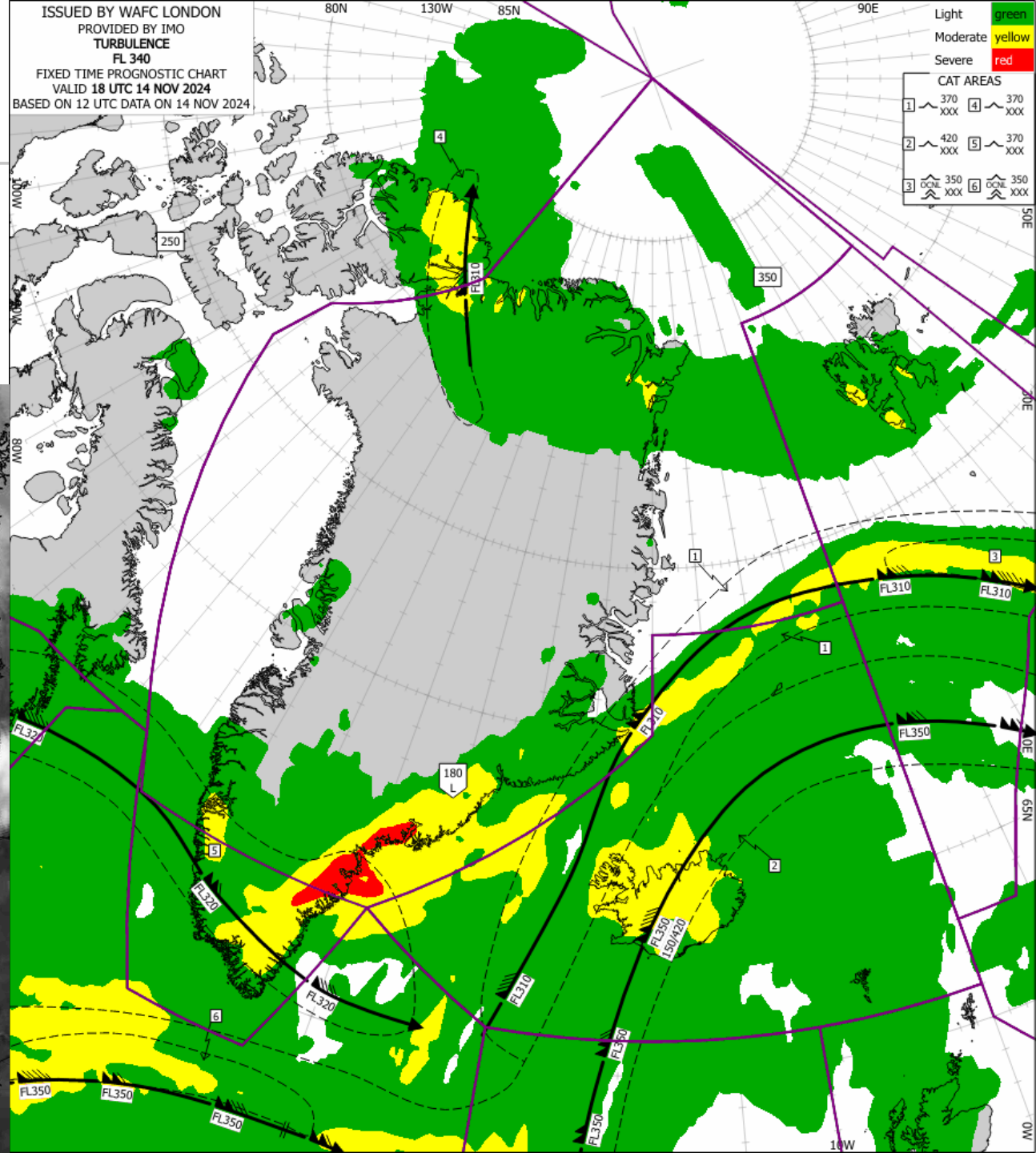
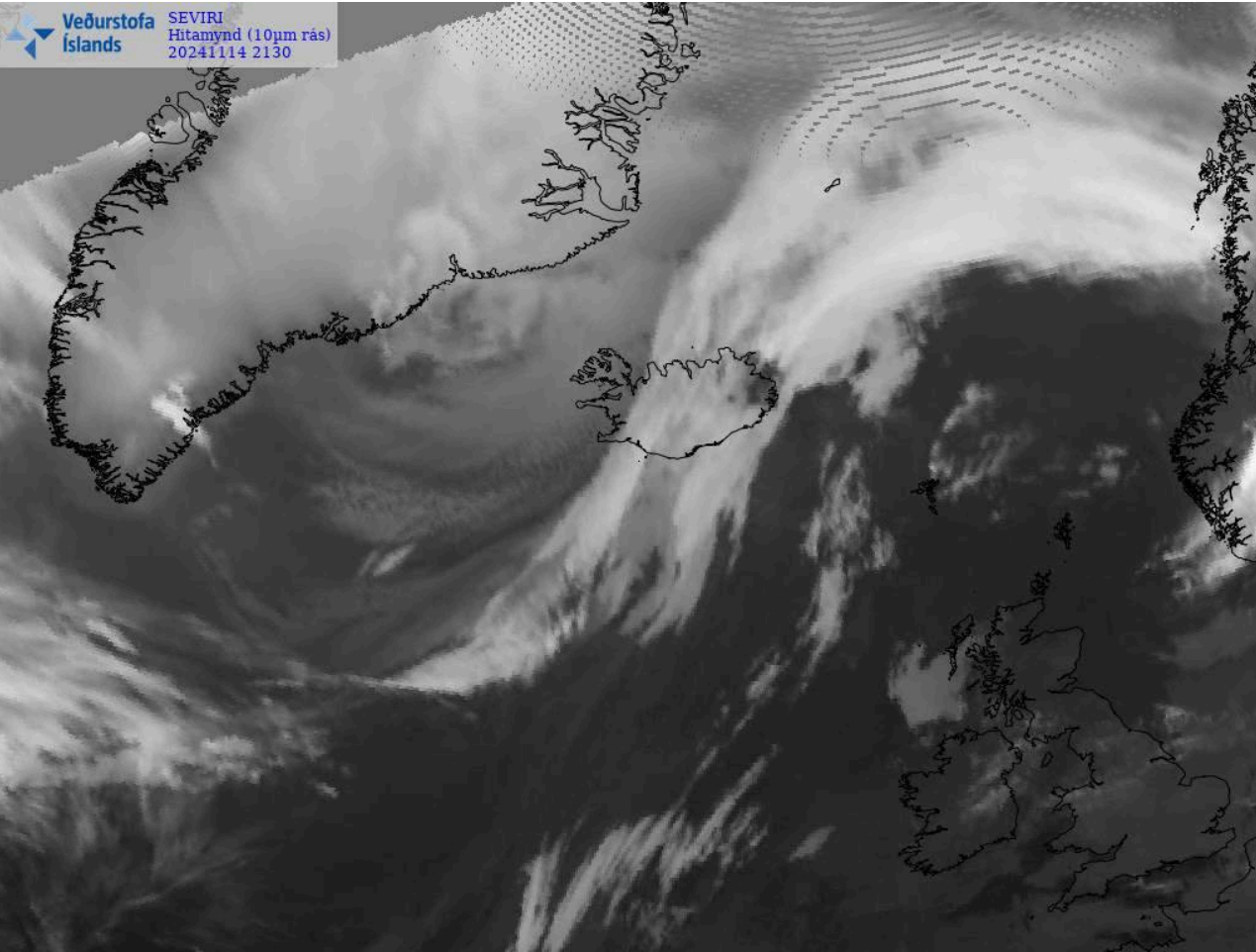
An aerial view of the site where the Voepass airline plane crashed in Vinhedo.

A VoePass passenger plane carrying 62 people has crashed in the state of São Paulo in Brazil, with everyone aboard killed.

Grönland, 14 november 2024

- ARN-MIA, A330
- Severe turbulence vid Grönland
- FL360

 SEVIRI
Hitamynd (10µm rás)
20241114 2130



Forskning att följa

- På initiativ av Statens havarikommisjon
- Involverar SAS, Norwegian, Widerøe, Babcock och Luftforsvaret
- Uppstart 5 september 2023
- Preliminära resultat ej tillgängliga

Temaundersøkelse om hvordan klimatiske endringer påvirker luftfarten i Nord-Norge

Det er indikasjoner på at endringer i klimaet har ført til mer krevende værforhold for flyoperasjoner i Nord-Norge på vinterstid. Havarikommisjonen iverksetter en temaundersøkelse i samarbeid med sentrale aktører i luftfarten for å systematisk undersøke forholdene. Videre søker undersøkelsen å identifisere om tiltak er påkrevd for å opprettholde ønsket sikkerhetsnivå.

- Outcomes of the 2020 Survey on the Impacts of Climate Change and Variability on Aviation
<https://library.wmo.int/records/item/57199-outcomes-of-the-2020-survey-on-the-impacts-of-climate-change-and-variability-on-aviation>
- Scientific References on Impact of Climate Change and Variability to Aviation
<https://acnf.weather.gov.hk/etccv/>
- EASA launches new initiative to tackle impact of climate change on flight safety
<https://www.easa.europa.eu/en/newsroom-and-events/press-releases/easa-launches-new-initiative-tackle-impact-climate-change-flight>

res

Tack!

kontakt@leonlee.se

**POWER
FOR
GOOD**