

En turbulent framtid

Osynliga med blotta ögat och ofta oupptäckta elektroniskt, slår klar luftturbulens (CAT) ofta till utan varning och kan kasta omkring passagerare, kabinpersonal och föremål, ibland våldsamt. Under ett genomsnittsår upplever amerikanska flygbolag 14 allvarliga skador och 69 mindre skador pga turbulens. Enbart i USA kostar sådana skador \$ 200 + miljoner årligen och då har man inte räknat den tid som går förlorad i flyginspektion och underhåll. Den nordatlantiska flygkorridoren mellan Europa och Amerika är en av världens mest trafikerade, med cirka 600 flyg varje dag. Klimatstudier visar nu att måttlig eller hög turbulens på transatlantiska rutter under vintern kommer att öka med mellan 40% och 170%. Om det stämmer kommer det att få allvarliga konsekvenser för luftfarten.

Aviation Week: *Shifting Jet Stream Patterns Are Impacting Aviation*

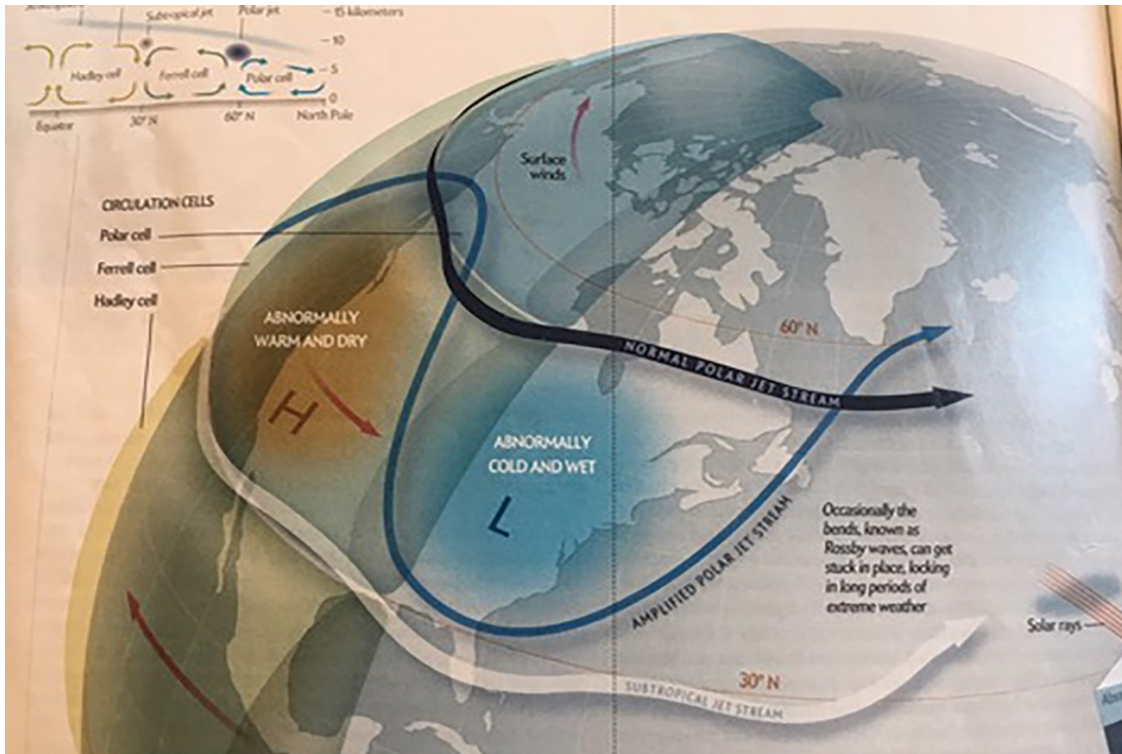


Bild: Journal of Applied Meteorology and Climatology

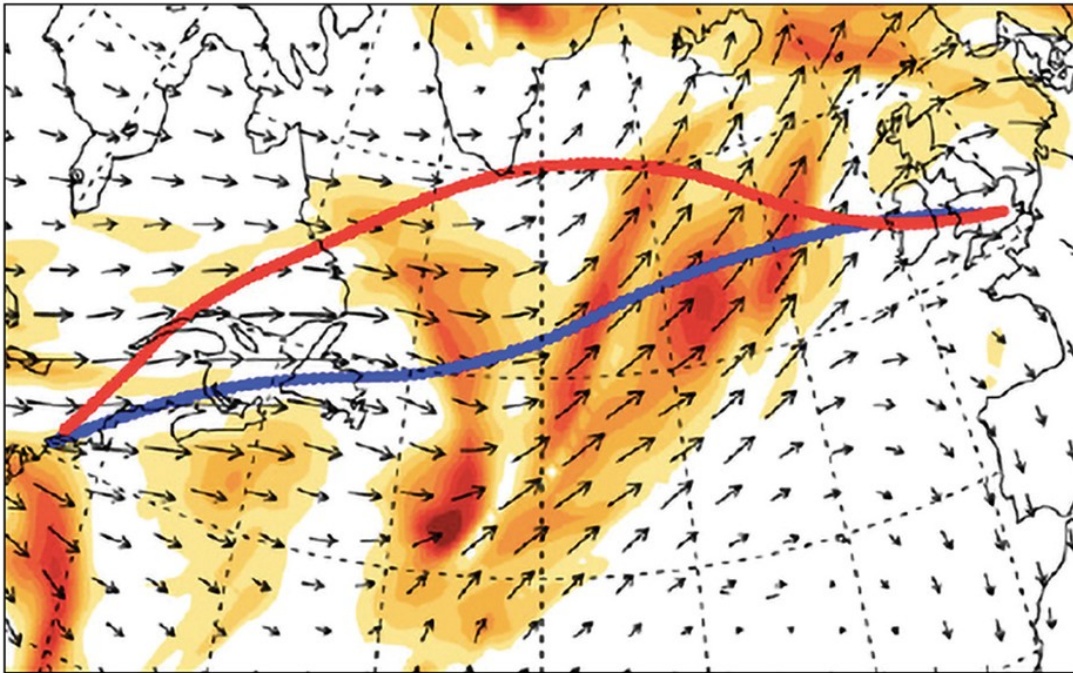
En viktig källa till CAT är stark vindskJvning, vilket är vanligt framför allt inom de atmosfäriska jetströmmarna. På norra halvklotet finns det två jetströmmar, den polära svarta linjen på bilden och den subtropiska vita linjen.

Den förstnämnda är skiljelinjen mellan kallare, polär luft och varmare, tropisk luft. Den polära jetströmmen skapas och upprätthålls av temperaturskillnaden mellan de kalla polerna och de varma tropikerna. Dess placering och styrka är mycket varierande på grund av påverkan från många olika faktorer från havet till stratosfären. Under sommaren rör sig polarströmmen mot norr, ofta norr om 45 graders latitud. På vintern kan den gå så långt söderut som 25 graders latitud med utbrott av polar och till och med arktisk luft, blå linje. Höjden på norra halvklotets polära jetström är i genomsnitt cirka 30 000 fot, men kärnan sjunker ibland till 25 000 fot eller ännu lägre. Eftersom temperaturgradienten mellan luften över det polära området i förhållande till medelhöga latituder är större på vintern, är det då polarströmmens hastighet är högst.

Ett typiskt beteende för jetströmmen är en mild böjning från norr till söder och sedan tillbaka till norr, inte till olik

en sinusvåg. Dessa krökar kallas "planetariska" eller Rosby-vågor och det har skett en betydande ökning i amplituden av sådana svängningar i polarströmmen sedan 2000. Dessutom rör sig dessa vågor långsammare över jorden, ibland stannar de på plats i veckor och ger långa perioder med ovanligt väder.

Dessutom förväntas dessa jetströmmar stärkas vid flyghöjder. Enligt ICAO-rapporten "Klarluftturbulens i ett förändrat klimat" beräknas troposfären över tropikerna värmas mer än ytan delvis eftersom en varmare atmosfär har högre vattenångkoncentration. I polära regioner ska den troposfäriska påverkan vara mindre uttalad eftersom det finns mindre vattenånga närvarande, men förändringar i atmosfärisk värmetransport och betydande klimatåterkopplingar, som är förknippade med förändringar på havsis och moln resulterar i en stark ytvärme. Den ökade värmen som lagras i ishavet på grund av isförlust frigörs i atmosfären tidigt på vintern. Troposfären och stratosfären värms ojämnt som svar på klimatförändringar. Dessa atmosfäriska förändringar observeras redan och påverkar luftfarten. Eftersom rådande jetströmvidhastighet och mönster förändrar optimala flyglinjer, ökar flygtiderna och den totala bränsleförbrukningen och skapar mer CAT.



Den blå linjen representerar den vindoptimerade ruten för resande österut. Den röda linjen representerar den västgående vindoptimerade ruten. Skuggningen representerar områden med turbulens. Områden med starkare vindar finns där temperaturskillnader i höga höjder är de störst och kallas ofta "övre nivåfronter." Dessa områden har den högsta potentialen för vindskjuvning och maximal turbulens.

Trots att den östgående ruten har en kortare total flygtid på ca 321 min stöter den på högre CAT-potentiella områden under en längre tid. Den västgående optimerade ruten, som tar omvägen norrut nära den södra spetsen av Grönland för att undvika de rådande västliga och sydvästliga motvindarna har totalt ca 417 min. flygtid, men passerar genom mindre områden med hög CAT-potential.

Hastigheterna varierar avsevärt längs polarströmmen och den flyter inte alltid i en väst-till-öst-riktning. Den nordatlantiska oscillationen (NAO) är en av de mest framträdande klimatavvikelseerna särskilt på vintern, då starkare tryckgradienter mellan den ihållande subtropiska och polarströmmen leder till att den senare flyttar norrut till nordvästra Europa. Svagare tryckgradienter skiftar strömmen längre söderut och närmare södra Europa. Denna variation av de ihållande hög- och lågtryckssystemen i Nordatlanten skapar olika vindoptimerade banor.

Nordatlanten, Nordamerika, Nord-Stillahavsområdet och Europa kommer att se en betydande ökning av allvarlig turbulens som kan orsaka fler problem i framtiden. En studie med titeln "Global Response of Clear Air Turbulence to Climate Change", publicerad i oktober 2017-numret av Geophysical Research Letters, fann att de mest trafikerade flygvägarna på norra halvklotet, skulle se den största ökningen av turbulens och att allvarlig turbulens historiskt sett kommer att bli lika vanlig som måttlig turbulens nu. Studien fann också att måttlig turbulens kommer att bli lika vanlig på sommaren som den har varit historiskt på vintern. Detta är betydelsefullt

eftersom även om CAT är mer troligt på vintern, anser studien att det sannolikt kommer att bli mycket mer av ett helårsfenomen.

De östgående optimerade rutterna från JFK till LHR följer vanligtvis den rådande västliga jetströmmen för att maximera medvind, vilket minskar den totala restiden och bränsleförbrukningen. Baserat på vetenskapligt accepterade modeller för transatlantiska flygdata mellan New York och London kommer tidiga ankomster av österutgående flygningar på grund av snabba jetströmmar att bli vanligare. Den genomsnittliga västgående restiden förutses emellertid bli en halvtimme längre. Ett annat viktigt resultat är att västgående restider uppvisar betydligt mer dag-till-dag variation än östgående restider. Sannolikheten för att en västgående resa tar över 7 timmar. nästan fördubblas från 8,6% till 15,3%, vilket antyder att försenade ankomster i Nordamerika blir allt vanligare.

Östgående optimerade rutter är snabbare men har högre sannolikhet för att möta CAT eftersom de är närmare jetströmmarna. Den förutspådda ökningen av CAT belyser vikten av förbättrade turbulensprognoser för att hjälpa besättningarna att undvika hotande områden eller åtminstone se till att alla ombord är bältade innan mötet. Faktum är att endast fyra personer från 1980-2003 fick allvarliga skador under turbulens när de satt fast med säkerhetsbälten.