

Kondensstriber – en trussel mod astronomien

Holger Pedersen

Ved indvielsen af en regional lufthavn udtalte præsident Clinton: "Det virkelige bevis for denne ny lufthavns nytte afgøres ikke af om himlen ses krydset af jetflys kondensstriber." Og han fortsatte: "Beviset skal findes i den vækst, lufthavnen skaber, de job den medfører, og det håb, den inspirer. Håbet findes i øjnene på de børn, som bor på farmene og i disse bjerge, børn, som ser mod himlen, og forestiller sig de steder, de vil rejse til" [1].

Her må jeg erklære mig uenig med præsidenten! De tider, da man lod sig imponere over en kondensstribe er forlængst overstået; dertil er der simpelthen for mange! Hele det kontinentale USA, det centrale Europa, og flere andre regioner Jorden rundt er nu igennem en stor del af året indhyllet i et slør af kondensstriber, som i væsentlig grad nedsætter vor mulighed for at opleve en klar og ren himmel.

At astronomiske observationer påvirkes er uomtvisteligt. Solkoronaen ses nu kun med besvær fra steder, som tidligere blev indrettet specielt til denne form for krævende observationer, f.eks. Mt. Wendelstein i Alperne [2], og Pic du Midi, i Pyrenæerne. Men også natids-observationer generes; herom senere.

Kondensstriber skyldes den vanddamp, som opstår under flyenes forbrænding af drivstof. For hvert tons petroleum, forbruges 3,5 tons ilt (oxygen) fra atmosfæren, og der dannes 1,4 tons vanddamp, og 3,1 tons kuldioxid [3]. Hertil kommer mindre koncentrationer af mange andre luftarter, uforbrændt petroleum, samt sod- og metalpartikler. Når de omgivende luftmassers temperatur og andre forhold tillader det, fryser vanddampen til is, og danner de karakteristiske to hvide linier. Varigheden af striberne betinges bl.a. af atmosfærens relative luftfugtighed; hvis denne er overmættet, kan striberne vokse sig stadig kraftigere på den omgivende lufts bekostning. Stribernes påvirkes kun i ringe grad af sollyset; de kan altså opstå ligevel i dagslyset, som om natten. En øvre grænse for stribernes varighed kendes ikke; der er set skymasser, som stammede fra 17 timer gamle striber, og satellitbilleder har vist striber af op til 30 km's bredde og 2000 km's længde [4]. Striberne er til gene ikke alene for astronomer og andre naturskere,



Figur 1. Himlen over Fyn en aften i november 1999. Kondensstriber som disse kan bestå i flere timer. Gamle striber kan blive flere kilometer brede og ligner ofte naturlige skyer. Foto: Rigmor Pedersen.

men vejrforskere viser stigende bekymring for deres langsigtede påvirkning af Jordens atmosfære. Dette sidste forhold er beskrevet i detalje i FN's nylige rapport om "Luftfart og den Globale Atmosfære" [5]; i nærværende notits, er det dog de kortsigtede effekter, som er hovedemnet.

At problemet med de kunstige skyer er gigantisk forstås udfra antallet af civile passagerfly, som i et givet øjeblik er luftbårne: ca. 4000 (hver med vægt over 9 tons). Hertil kommer mange mindre fly, fragtfly, og militære fly. I alt har de et samlet vingefang på over 100 km, og bestryger således i løbet af et år et areal større end Jordklodens. Over Nordatlanten er trafikken særlig intens. Her passerer dagligt omkring 600 fly, hvis kondensstriber i væsentlig grad øger skydækket [6]. Det er vel muligt (men ikke studeret) at disse striber siden driver ind over Nordeuropa, nu som naturtro skyer. For hele Kloden vokser flyvningen med ca. 5% årligt, og der findes ingen internationale bestemmelser til regulering af flyenes udledning af affaldsstoffer, hverken for flåden som helhed, eller for de individuelle fly (de be-

Artiklen fortsætter inde i bladet på side 35.

Fortsat fra bagsiden ...

stemmelser, som flyene er undergivet, vedrører udelukkende start og landing). Over dele af de førømtalte regioner er brændstofforbruget mere end 10 gram pr. kvadratmeter pr. år. Når dette sker i en højde over jordoverfladen, hvor atmosfæren er tynd og stabil, bliver påvirkningen relativt større, og de udledte stoffer vil først forsvinde efter flere måneder eller år (for CO₂'s vedkommende, flere århundreder). Det kan og skal give store problemer for livet på Jorden.

Hvadenten striberne er friske og retlinede, eller så gamle, at de ses som naturtro cirrus, er de til gene for astronomien. I alle situationer tager de lys fra det målte objekt (stjerne, galakse, ...), og hvis de dukker uventede op kan de i værste fald føre til falske opdagelser. Præcise lysstyrkemålinger afhænger ofte af tekniske målinger udført forud for (eller efter) den videnskabelige observation, og her er usikkerheden om himlens transmission meget generende. På månelyse nætter øger striberne baggrundslyset, og mindsker dermed nytten af disse, for astronomen allerede knap så interessante perioder.

Endelig kan det ikke afvises, at der er spektroskopiske effekter fra de tilførte stoffer, eller at den varme luft i flyenes udstødning degraderer "seeingen". Alt ialt et ikke særlig rart perspektiv. Måske de beskrevne effekter kun synes at indvirke på professionel astronomi, men også amatørers iagttagelsesforhold forringes, da amatørerne jo mest findes i de områder, hvor kondensstriberne er allerkræftigst...

Den Internationale Astronomiske Union har allerede for mange år siden indset problemet. I et lille skrift fra 1977 [7], opfordrer man til at fly ikke kommer observatorier nærmere end 5 km, eller ses mere end 10 grader over horisonten. Desværre er denne opfordring kun fulgt op af enkelte lande, heriblandt Spanien, hvad angår observatorierne på Teneriffe og La Palma, medens f.eks. ESO's observatorier på La Silla og Paranal er ubeskyttede.

Det var derfor naturligt at inddrage emnet ved IAU's møde i Wien "Preserving the Astronomical Sky" (juli 1999), hvilket organisationkomiteen til min overraskelse var imod. Efter en del argumentation lykkedes det dog at komme til orde. En mødedeltager karakteriserede senere talen som det mest "forfærdende" indlæg under konferencen. Det var venligt ment! På opfordring fra det amerikansk/chilenske observatorium Cerro Tololo, har jeg redigeret de fremviste lysbilleder og lagt dem ud på internettet [8]. Flere noter om kondensstriber og astronomi findes samlet i et andet dokument [9].

En mere imødekommende holdning indtages af den International Civile Luftfartsorganisation, ICAO. I en henvendelse hertil har jeg påpeget stribernes betydning for astronomien, og den blå himmels værdi som naturbeskyttelsesmaal, og fremført at disse aspekter ikke er tilgodeset i FN-rapporten. ICAO svarede, at emnet ville blive forelagt dens miljøkomite (Committee for Environmental Aviation Protection, CAEP), og dennes arbejdsgrupper. Men tidshorisonten for en eventuel

efterfølgende handling må nok påregnes at blive meget lang.



Figur 2. En aftenscene fra Holland 1997. Til tider er hele det kontinentale USA og det centrale Europa indhyldet i et slør af sammenflettede kondensstriber. Afhængig af tætheden påvirker de astronomiske iagttagelsesbetingelser, såvel som offentlighedens oplevelse af en ren og klar himmel. Foto: Det Hollandske Meteorologiske Institut (med tilladelse).

Når astronomernes mening om kunstige skyer ikke er entydig skyldes det nok, at vi selv i høj grad afhænger af flyvning. Både observationsrejser, konferencerejser, og studieophold kræver flyvning; ja, vi bruger endda luftbårne observatorier. Men er vi ikke ved at blive som turisterne, som må rejse stadig længere, for at komme til de attraktive steder? Hvornår indser vi at Kloden er endelig, og at der ikke findes nogen erstatning?

Referencer:

- [1] www.dot.gov/affairs/1998/dot20198.htm.
- [2] www.usm.uni-muenchen.de/; klik "Wendelstein Observatorium", "History".
- [3] Ved en gennemsnitlig proces: $2C_{13}H_{28} + 40O_2 \rightarrow 26CO_2 + 28H_2O$.
- [4] Satellitbilleder, som ofte viser kondensstriber over Danmark, kan findes på www.geogr.ku.dk/noaa. Et par eksempler er gemt på www.astro.ku.dk/~holger/noaa.
- [5] Udgivet af Cambridge University Press, 1999; for et dansk resumé se: web.dmi.dk/f+u/publikation/dkc99-3.pdf.
- [6] O. Boucher (1999), Nature, bind 397, side 30.
- [7] F. Graham Smith (1977), "Report & Recommendation of Commission 50", IAU-UNESCO - DG/2.1/414/44
- [8] www.astro.ku.dk/~holger/ (vent 5 sekunder)
- [9] www.astro.ku.dk/~holger/ida/notes.html



Holger Pedersen, f. 1946, er astronom, og arbejder som gæsteforsker ved Astronomisk Observatorium. Han interesserer sig for gammaglimt, meteoritter og astronomiske observationsbetingelser.