

En minibiografi del 2:

Tetsuya Theodore Fujita 1920-1998

Af Thomas Dolmer Nielsen, Vildtvejrsklubben

"You can't forget to look out of the window"

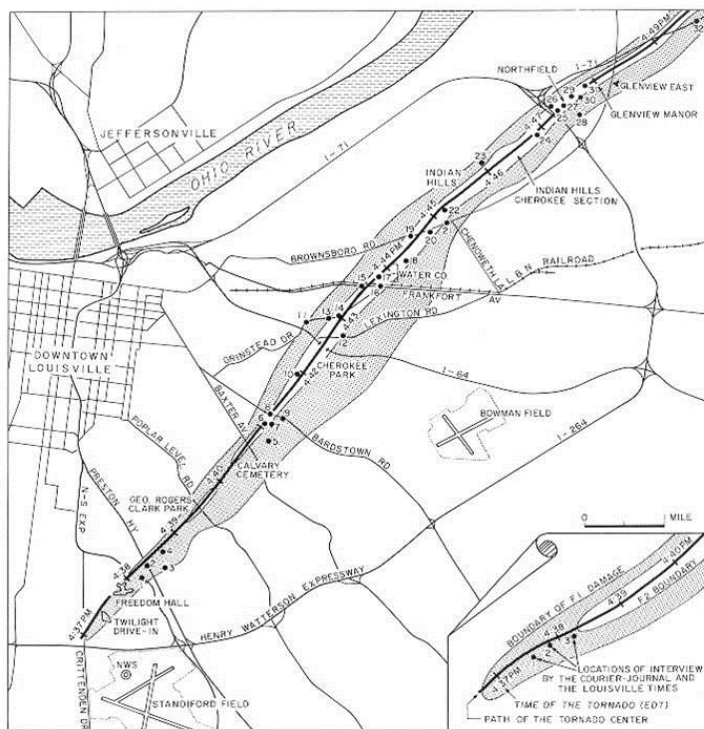
Tetsuya Theodore Fujita

I 1972 fik Fujita midler fra NASA og NOAA til at igangsætte et forskningsprojekt, som havde til formål at forbedre tolkningen af satellitbilleder. Han tilbragte timevis i flyvemaskiner i færd med at fotografere toppe af tordenbyger. Han studerede primært overshooting tops og opdagede, at de aldrig er statiske, men konstant i enten tilvækst eller kollaps, og at kollaps ofte var associeret med evt. tornadodannelse.

1974 superoutbreak

Den 3. og 4. april 1974 blev 13 delstater i det sydøstlige USA ramt af et historisk kraftigt udbrud af uvejr – et såkaldt super outbreak. 148 tornadoer slog ned. 315 personer mistede livet, og mere end 5000 blev kvæstede.

Allerede dagen efter samlede Fujita et omfattende team af meteorologer, ingeniører og studerende og igangsatte sin indtil nu mest omfattende undersøgelse af skader og tornadospor. Fujita selv tilbragte mange timer i et lejet Cessna fly, som overfløj de ramte områder, mens han fotograferede og tegnede skitser. Hver eneste af de 148 tornadoer blev dokumen-



Figur 1. Kortlægning af en tornadobane. Den sorte linie er tornadobanen og det skraverede er området, hvor der optræder skader. De sorte prikker angiver, hvor der er foretaget interviews.

teret mht. til styrke og størrelse, og det enorme datamateriale, som det tog det meste af et år at bearbejde, resulterede i hans berømte kort over udbruddet (figur 2), hvor hver enkelt tornado er indtegnet og nummereret.

Fujita faldt igen over områder i marker, hvor kornet var slået ned i vifte- eller stjerneformede mønstre. Han kunne stadig ikke påvise, at mønstrene var forårsaget af tornadoer, og dette var for ham et mysterium, som måtte opklares.

Downburst

Den 24. juni 1975 styrtede Eastern Airlines Flight 66 – en Boeing 727 – ned under indflyvning til John F. Kennedy lufthavnen i et kraftigt tordenvejr. Flyet mistede pludseligt al opdrift og ramte landingslys på jorden 730 meter før landingsbanen. 106 passager og 6 besætningsmedlemmer mistede livet.

National Transportation Safety Board (NTSB) gik rutinemæssigt i gang med at undersøge ulykken. Andre fly, som landede



Figur 2.

umiddelbart før Flight 66, havde rapporteret om kraftig *windshear* på jorden, men på trods af, at disse oplysninger blev viderebragt til Flight 66, besluttede kaptajnen alligevel at forsøge landing.

NTSB endelige rapport henregnede årsagen til styrtet som en kombination af *windshear* ved jorden og besætningens manglende brug af instrumenterne under landingen. Downdraft i forbindelse med tordenbygen fik flyet til at dale for hurtigt, og blev ikke opdaget i tide.

Eastern Airlines henvendte sig efterfølgende til Fujita og bad ham undersøge ulykken. Det første han gjorde var at rekvirere

samtlig data fra flightrecorderne – både fra Flight 66 og de øvrige fly, som var landet før og efter. Han kunne påvise, at nogle fly havde oplevet stærk sidevind, mens andre havde oplevet stærk mod- eller medvind. Med sin velkendte omhu lavede han en multidimensionel model af forløbet, med en tidslinie for hver enkelt flyvemaskine, og indtegnede vindfeltet (figur 3).

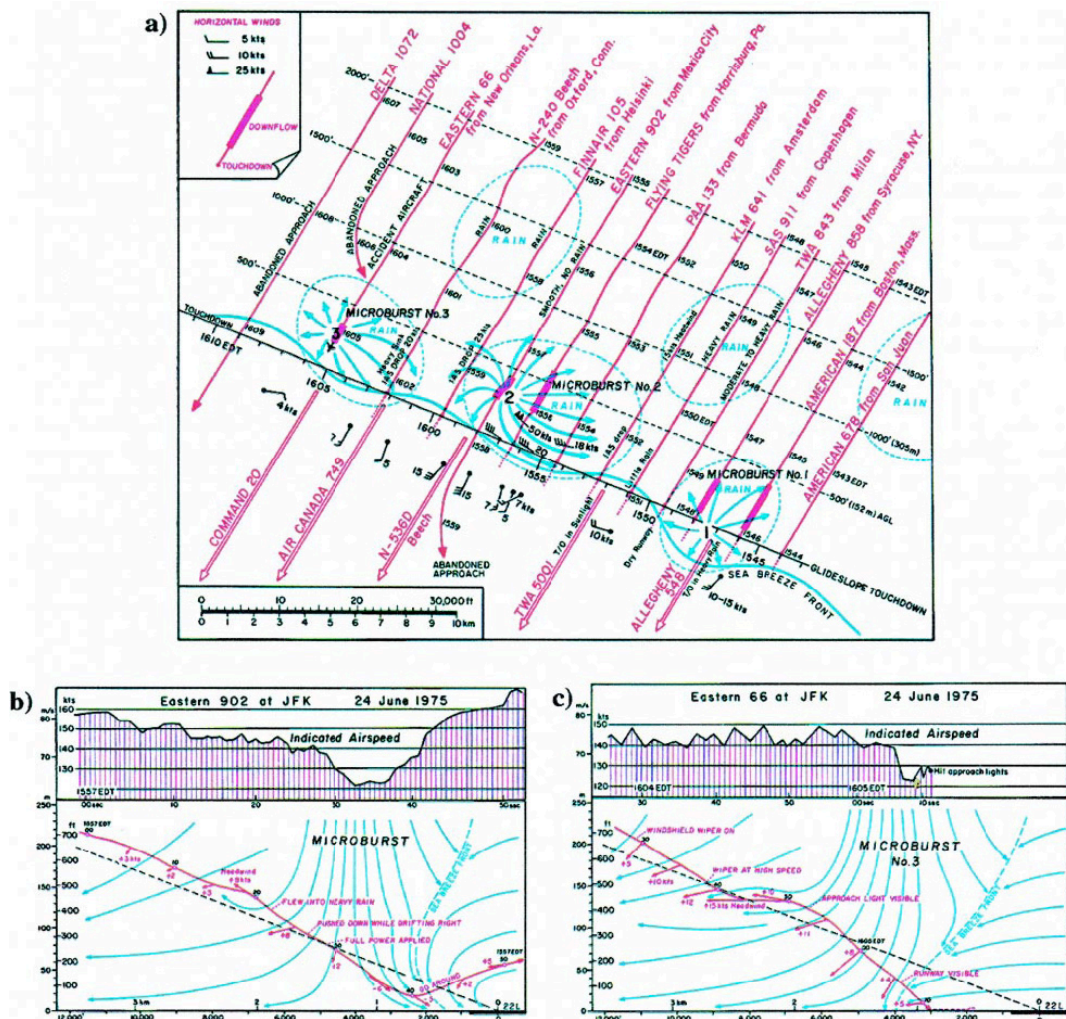
Han fandt, at der var små lommer af hastigt nedsynkende luft. Han kaldte disse lommer "downbursts". Han erindrede de stjerne- og vifteformede ødelæggelser, han tidligere havde set i kornmarker, bl.a. under superudbruddet året før, og mente,

at de måtte stamme fra samme fænomen. Ideen var dog ikke ny, idet "The Thunderstorm Project" (som hans mentor *Buyers* bl.a. deltog i) allerede i 1940'erne havde beskrevet fænomenet.

Fujita's undersøgelser endte med et postulat om at Flight 66 var blevet ramt af et kraftigt downburst, som fik det til at tabe opdrift.

Mens opdagelsen skabte røre i luftfartsindustrien, var mange meteorologer skeptiske. Man mente, at Fujita blot havde forvekslet og genopdaget den velkendte downdraft og gust front. Kritikken var et hårdt slag mod Fujita's faglige og personlige stolthed. Hans mentor, Dr. *Buyers*, støttede ham og opfordrede ham til at fortsætte forskningen.

Forskningen udmøntede sig i trefeltstudier, NIMROD (Northern Illinois Meteorological Research on Downbursts), JAWS (Joint Airport Wind Shear) og MIST (Microburst and Severe Thunderstorm). I alle tre blev der benyttet dopplerradarer. Allerede i det første (NIMROD) blev Fujita's Downburst teori succesfuldt verificeret. James W. Wilson beskriver en hændelse, hvor Fujita og Wilson konstaterer et downburst omkring 5 km væk fra dopplerradaren på vej mod dem. De går begge ud for at se fænomenet visuelt, og få minutter senere er de ved at blive blæst ned i en nærliggende sø, da downburstet rammer dem! Fujita's team var endda så heldig at få registreret en "bow echo" hændelse, og på baggrund af en analyse af de registrerede data måtte Fujita efterfølgende revidere sin hypotese om, at bow echo'et producerede



Figur 3.

downburst'et, til den præcist modsatte konklusion!

De efterfølgende feltstudier skulle give endnu bedre indblik i evolution og årsag til downburst. JAWS, som foregik i Denver, Colorado – primært dry downbursts – og endnu senere MIST, som foregik i nærheden af Huntsville, Alabama – i mere fugtige omgivelser.

I 1985 udgiver Fujita så sit endelige værk "The Downburst – Microburst and Macroburst", der, som titlen antyder, har ind-

delt fænomenet i kategorien "Microbursts" om downbursts på under 4 km i horisontal udbredelse, og "Macrobursts" om downbursts på over 4 km i horisontal udbredelse. Microbursts foreslås opdelt i hhv. "Wet" og "Dry". Udover resultaterne fra felt studierne indeholder bogen også en samling analyser fra en række downburst-relaterede flykatastrofer og hændelser – deriblandt en, der omfattede Air Force One. En grundig indføring i aerodynamik og downbursts

indvirkning på et flys opdrift er der også blevet plads til. Forfatteren til denne artikel er den stolte ejer af et eksemplar.

Der var naturligvis stor interesse for resultaterne, ikke mindst fra luftfartsindustrien. Teorien var stadig ikke alment accepteret indenfor meteorologien. Man mente at - med alle de projekter, der havde været omkring tordenbyger - hvorfor var der så ikke andre, der havde fundet downburstet? Som Mike Smith skriver i sin bog *Warnings*

- *The True Story of how Science Tamed the Weather* (– som det iøvrigt varmt kan anbefales at læse): “The level of envy-driven skepticism was unprecedented in our field”.

Blækket var knapt nok tørt, før der indtraf en hændelse, der for alvor skulle skabe fokus på downbursts...

Delta Flight 191

En meget varm augustdag i Texas, med temperaturer på over 38 grader C, er Delta Airlines Flight 191 i gang med indflyvningen til Dallas/Fort Worth International Airport bane 17L. Langt mod nordøst ligger en varmfront med kraftige tordenbyger, mens der er mindre, uskyldigt udseende tordenceller umiddelbart nord for landingsbanen. Efter at have passeret et relativt lille regnfelt bliver flyet pludseligt ramt af et kraftigt (og med Fujitas egne ord, usædvanlig, komplekst) microburst. Besætningen i cockpit'et kæmper febrilsk for at få kontrol over flyet, først i en kraftig modvind som giver flyet mere opdrift (og får den relative hastighed til at stige, hvilket besætningen modvirker ved at tage thrust af motorerne), dernæst i en kraftig nedadgående luftstrøm, og til sidst i en kraftig medvind, som får flyet til at tabe stort set al opdrift (pga. den lave relative hastighed, da motorerne kører med meget lille effekt). Selvom besætningen nu giver max thrust på motorerne, er det for sent. Flyet taber højde, og rammer jorden 3 gange før det styrter endeligt ned i en vandtank nord for bane 17L. 136 passagerer og besætningsmedlemmer mister livet.

Brandmand Mica Calfee, som havde vagt på brandstation 6 (som ligger sydøst for lufthavnen), da ulykken indtraf, skriver i sin personlige beretning:

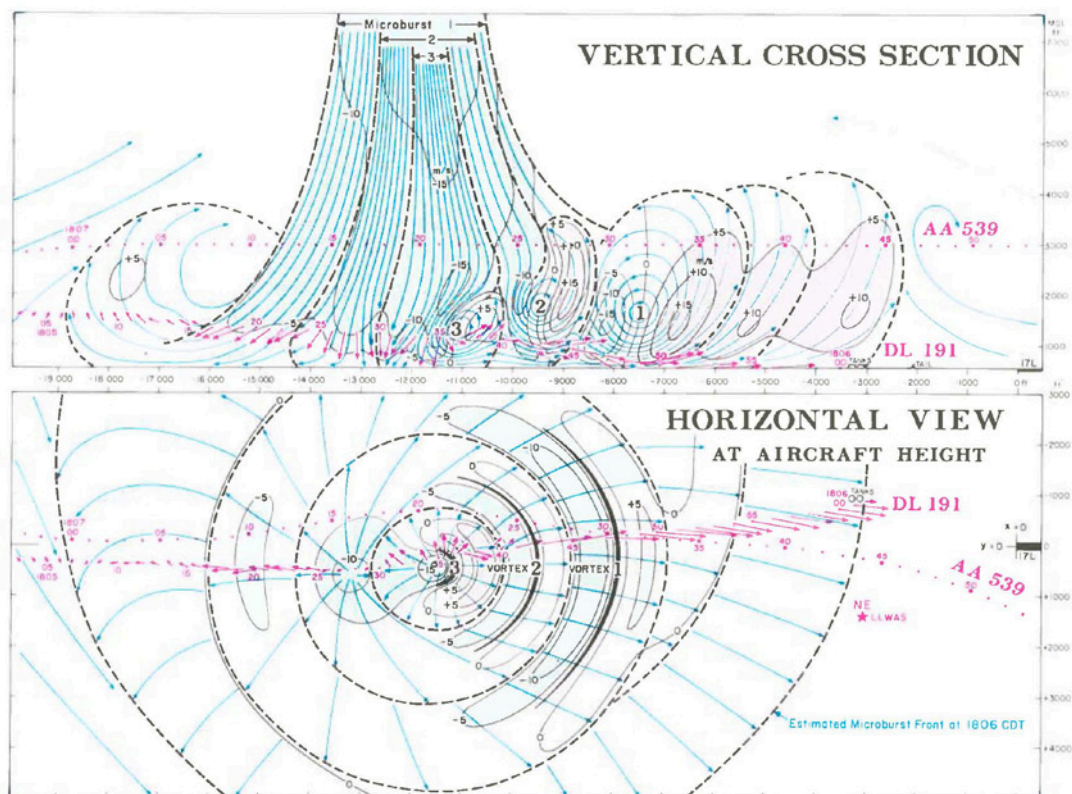
The sun was shining and it was still a pretty day, where we were, when the call came in. When we turned onto Highway 114 we were suddenly hit with a blinding rain and wind. The absence of a roof on this vehicle made for an interesting few moments. We were unable to see the road at all. We could not tell much because of the rain and wind. At one point the wind was so forceful it was all we could do to keep from being blown away. We could not stand without the aid of some structure or vehicle. As I grasped the fire engine I swear I felt it move sideways....

Analysen af ulykken bliver en af Fujita's mest udfordrende og omfattende. Resultatet udgives i bogen "DFW Microburst on

August 2, 1985" og er et 155 siders imponerende værk, som cementerer Fujita's omhyggelighedsans for detaljen. Hvert eneste sekund af den fatale landing er beskrevet for alle parametre med omhyggelige, ofte håndtegnede illustrationer og diagrammer. Jeg er også i besiddelse af et eksemplar af denne rapport, og var det ikke for rapportens alvorlige emne og tragiske ophav, ville jeg sige at den er en fornøjelse at begrave sig i. Meget spændende læsning.

Konklusionen er, at Delta 191 ikke blot blev ramt af selve microburstet, men også af 3 horisontale vortices (figur 4). Undervejs gjorde besætningen i princippet alle de forkerte ting på de forkerte tidspunkter, i mangel af bedre viden. Havde besætningen på Delta 191 været opmærksom på microburstet og havde modtaget simulatortræning i at håndtere det, ville de sandsynligvis have kunnet flyve ud af det og foretaget en ny landing.





Figur 4. Vertikalt tværsnit samt et horisontalt vue af DL 191 microburst'et 18:06 CDT 2. august 1985. Dette microburst, cirka 3,5 km i diameter, er karakteriseres ved tre primære hvirvler 1, 2 og 3, omgivet af en ældre hvirvel, der indeslutter det samlede microburst.

Skytoppen i tordenbygen, som skabte det komplekse microburst, lå i beskedne 7 km. Det gjorde op med tidligere forventninger af, at kun store tordenbyger og superceller kunne generere downbursts.

Selv med viden og træning er det ikke muligt at overleve alle microburst. Den skræmmende sandhed er, at visse typer er så voldsomme, at der ikke er nok kraft i motorene til at komme ud af dem. Et usædvanligt kraftigt microburst ved Andrews Air Force Base i 1983, hvor Air Force

One med præsident Reagan ombord landede få minutter før, ville det f.eks. have været umuligt at komme sikkert ud af.

Delta 191 ulykken, og ikke mindst Fujita's analyse, blev en øjenåbner for flyindustrien og hans før så skeptiske kollegaer. Flyselskaberne begyndte med baggrund i Fujita's studier at lade microburst teori og simulatortræning være en del af pilottræningen.

Før Fujita's beskrivelse af fænomenet var der i gennemsnit en microburst relateret ulykke hver

17. måned. Efter Delta 191 ulykken skulle der gå 107 måneder, før næste ulykke indtraf. Det skete 2. juli 1994 i Charlotte, North Carolina. Charlotte ulykken er til dato den sidst kendte flyulykke, som skyldes microburst.

Fujita fortsatte sine analyser af markante tornadohændelser og var frem til sin død i 1998 aktiv, men hans helbred skrantede de sidste år. Han led bl.a. af diabetes og havde i den forbindelse kraftige smerter i sine ben.

Den 19. november 1998 døde Fujita i sit hjem i Chicago.

Afsluttende bemærkninger

Det er uden enhver tvivl, at Fujita's bidrag til meteorologien og i særdeleshed forståelsen af superceller, downbursts og tornadoer har været uden sidestykke. Selv om Fujita er mest berømt for F-skalaen - tornado skalaen, er hans mest signifikante indsats dog forskningen i downbursts i mine øjne.

Antallet af flyulykker dykkede øjeblikkeligt, efter man begyndte at træne piloter i fænomenet. Han modtog mange priser, og regelmæssigt blev han kontak-
tet af piloter, som takkede ham personligt og anerkendte at hans forskning, havde reddet mange liv.

Fujita havde en unik evne til, efter utrættelig indsamling af observationer og data, at sammenstykke de enkelte delelementer til ét hele og se sammenhænge, som ingen andre så. Han udførte de fleste af sine analyser og beregninger i hånden - kun sjældent og i de sidste år af hans forskning benyttede han computere.

I løbet af sin studentertid i Japan som korttegner opnåede han færdigheder i at i transfor-

mere forvirrende data til nemt forståelige illustrationer. Disse færdigheder forfinede han i USA, og nogle af hans hånd tegnede illustrationer hænges med stolthed op som videnskabelig kunst i lighed med værker af mere traditionelle billedkunstnere. Hans hånd tegnede kort over samtlige 148 tornadospor fra superudbruddet i 1974 hænger i mange amerikanske hjem hos de personer, der var så heldige at møde Fujita og få et eksemplar.

Den amerikanske pendant til DaMS - American Meteorological Society - stiftede, stærkt ansporet af Fujita, en pris for bedste visuelle hjælpemiddel tilbage 1975.

Der skulle paradoksalt nok gå mange år før Fujita så sin første tornado. I forbindelse med projekt JAWS i 1982 så Fujita og Rita Roberts to tornadoer på nogle kilometers afstand. Fujita var ekstatiske. Hans bil havde i mange år kørt rundt med en nummerplade med teksten TF0000 - TF for Ted Fujita og 0000 for antallet af observerede tornadoer. Han spøjte med, at han nu endelig kunne ændre teksten, men da det kom

tilstykket kørte han videre med TF0000 af nostalgiske grunde.

Fujita var også en mand med udpræget faglig stolthed og satte ikke sit lys under en skæppe. De mange angreb på hans integritet og arbejde sårede ham dybt og kostede mange søvnløse nætter. Men i den sidste ende viste det sig som regel, at han havde ret. Da videooptagelser af tornadoer blev mere og mere almindelige og flere præcise målemetoder opfundet, blev hans teorier igen og igen bekræftet ved observationer.

Fujita sagde selv ved en lejlighed, at selv hvis han var forkert på den 50% af gangene, ville hans bidrag til meteorologien være imponerende højt.

Set i bakspejlet var det en seriøs underdrivelse...

Artiklens Del 1 findes i Vejret nr. 134 fra februar 2013.

Man kan læse et uddrag af Mike Smith's bog Warnings her: <http://books.google.dk/books?id=AgpKr2tB5T8C&printsec=frontcover&hl>