



De meeste vliegtuigongelukken ontstaan door een combinatie van technische, menselijke en omgevingsfactoren. Beter wiskundige kansmodellen dringen de kans op een ongeluk steeds verder terug.

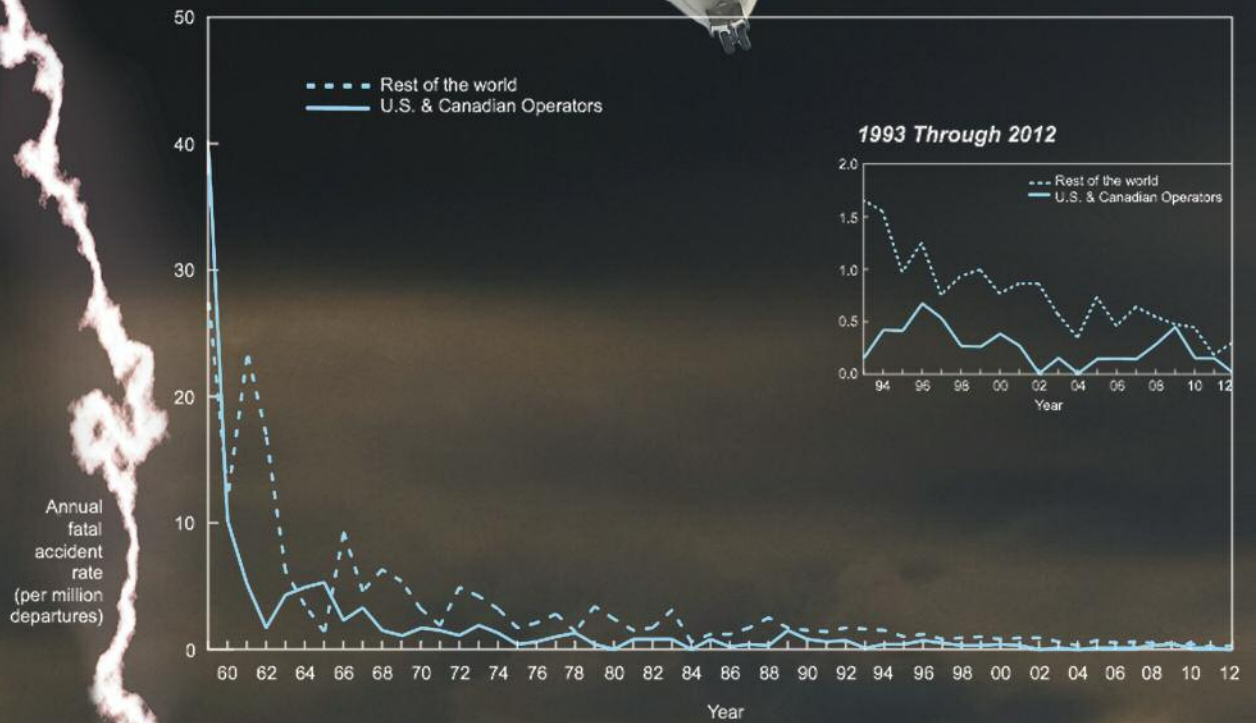
Minder vliegtuigongelukken door betere kansmodellen

In de laatste vijftig jaar is de kans op een dodelijk vliegtuigongeluk in de burgerluchtvaart spectaculair gedaald: van ongeveer 30 dodelijke ongelukken op een miljoen vluchten in 1959 tot minder dan 0,5 op een miljoen vluchten in 2012. Omdat elk ongeluk er natuurlijk nog steeds een te veel is, zoeken vliegtuigbouwers en luchtvaartautoriteiten voortdurend naar manieren om de vliegveiligheid nog verder te verhogen.

Veiligheidsonderzoeker Alfred Roelen van het Nationaal Luchten Ruimtevaartlaboratorium (NLR) in Amsterdam gebruikt wiskunde als hulpmiddel bij het modelleren van de kans op een vliegtuigongeluk. “Wij zoeken naar factoren die de grootste rol spelen bij het ontstaan van ongelukken, om ze vervolgens te

verkleinen”, zegt Roelen. “Aan de ene kant doen we dat door het verzamelen en statistisch analyseren van grote hoeveelheden vluchtgegevens. En aan de andere kant door betere modellen te maken van de kans dat er iets mis gaat tijdens een vlucht.”

Zo kan er een technisch probleem zijn, bijvoorbeeld met een vleugel, een motor of met de automatische piloot. Maar er kan ook iets fout gaan op menselijk gebied, bijvoorbeeld bij de piloot of de luchtverkeersleider. Daarnaast kunnen problemen optreden door weersomstandigheden. Vrijwel altijd ontstaat een vliegtuigongeluk door een kettingreactie van factoren.



Het aantal dodelijke ongelukken per miljoen vluchten tussen 1959 en 2012 (Bron: Boeing)

IJs op de vleugel

Roelen geeft een voorbeeld van een kettingreactie die hij wiskundig kan modelleren: “Stel, het sneeuwt op een vliegveld. Volgens de gangbare procedure wordt voor vertrek sneeuw en ijs van een vliegtuig verwijderd. Er is echter altijd een kans dat dit om wat voor reden dan ook niet goed gebeurt. Wat is nu de kans dat een vliegtuig opstijgt met sneeuw of ijs op een van zijn vleugels? Wat is vervolgens de kans dat – eenmaal in de lucht – de stroming rond die vleugel loslaat en het vliegtuig abrupt daalt? En tenslotte: Wat is dan de kans dat de piloot dit tijdig opmerkt en adequaat ingrijpt?”

Europese en Amerikaanse luchtvaartautoriteiten hanteren strenge eisen voor de faalkans van een vliegtuig. Vliegtuigbouwers moeten onder andere via wiskundige analyses aantonen dat de kans op een catastrofaal ongeluk kleiner is dan 1 op de miljard vliegreizen (ofwel: ongeveer 1 ongeluk in ruim honderd-duizend jaar). Roelen: “Die kans is zó klein dat je het vliegtuig daar niet op kunt testen in de praktijk. Dus moeten we iets anders verzinnen. Dat doen we door het vliegtuig uiteen te rafelen in afzonderlijke componenten en voor elke component de faalkans te meten of te schatten.”

De faalkansen voor de technische onderdelen zijn het makkelijkst te bepalen, meestal via testen in een laboratorium. Faalkansen bepalen voor menselijk gedrag is veel moeilijker. Als een luchtverkeersleider tijdens een landingsprocedure tegen de piloot zegt “duizend voet zakken” en hij bedoelde “tweeduizend voet zakken”, dan kan dat fataal zijn. Via psychologische tests wordt in kaart gebracht hoe vaak mensen fouten maken als functie van de drukte in hun hoofd.

Roelen: “Het eenvoudigste model bepaalt de kans op een menselijke fout in drie situaties: een mens heeft het heel druk, gemiddeld druk, of rustig. Het is logisch dat een mens de meeste fouten maakt wanneer hij het heel druk heeft. Maar als hij het heel rustig heeft, is zijn aandacht niet zo scherp en maakt hij ook meer fouten dan wanneer hij het gemiddeld druk heeft.”

Killer

Twintig jaar geleden was een van de grootste ‘killers’ in de burgerluchtvaart een type ongeval dat *controlled flight into terrain* heet: Een vliegtuig is normaal op weg richting een vliegveld. Er is niks mis met het toestel, maar onverwacht vliegt het tegen een berg aan, die niet ver van het vliegveld ligt. Dankzij een gedetailleerde statistische analyse van dit soort ongelukken, konden Roelen en zijn collega’s aantonen wat de belangrijkste oorzaak was.

Roelen: “Vliegvelden die geen radiosignalen gebruikten om een vliegtuig bij de landing te begeleiden, hadden een vijfmaal hogere kans op dit type ongelukken. Mede dankzij ons werk hebben toen meer vliegvelden de benodigde radio-apparatuur aangeschaft. Die apparatuur wordt tegenwoordig trouwens steeds meer vervangen door GPS-apparatuur. Ook daarvoor worden weer wiskundige modellen opgesteld om de faalkans te schatten.”