



# Samenvatting

## Takeoff met erroneous takeoff data, Embraer 195-E2

Leren met als doel het risico op het gebruik van erroneous takeoff data te beperken

*Den Haag, september 2023*

*De rapporten van de Onderzoeksraad voor Veiligheid zijn openbaar en beschikbaar op [www.onderzoeksraad.nl](http://www.onderzoeksraad.nl).*

*Foto cover: KLM Cityhopper*

## **De Onderzoeksraad voor Veiligheid**

Als zich een ongeval of ramp voordoet, onderzoekt de Onderzoeksraad voor Veiligheid hoe dat heeft kunnen gebeuren, met als doel daar lessen uit te trekken. Op die manier draagt de Onderzoeksraad bij aan het verbeteren van de veiligheid van Nederland. De Raad is onafhankelijk en besluit zelf welke voorvallen hij onderzoekt. Daarbij richt de Raad zich in het bijzonder op situaties waarin mensen voor hun veiligheid afhankelijk zijn van derden, bijvoorbeeld van de overheid of bedrijven. In een aantal gevallen is de Raad verplicht onderzoek te doen. De onderzoeken gaan niet in op schuld of aansprakelijkheid.

### **Onderzoeksraad**

Voorzitter: mr. C.J.L. van Dam  
dr. E.A. Bakkum

Secretaris-directeur: mr. C.A.J.F. Verheij

Bezoekadres: Lange Voorhout 9  
2514 EA Den Haag

Postadres: Postbus 95404  
2509 CK Den Haag

Telefoon: 070 333 7000

Website: [onderzoeksraad.nl](http://onderzoeksraad.nl)  
E-mail: [info@onderzoeksraad.nl](mailto:info@onderzoeksraad.nl)

N.B. Indien er verschil bestaat in de interpretatie van het Engelse rapport en deze Nederlandstalige samenvatting, is het Engelse rapport leidend.

<b>Algemene gegevens.....</b>	<b>5</b>
<b>Samenvatting .....</b>	<b>6</b>
<b>Lessen voor luchtvaartmaatschappijen.....</b>	<b>10</b>
<b>Aanbevelingen .....</b>	<b>11</b>

# ALGEMENE GEGEVENS

Nummer voorval:	20211105
Classificatie:	Ernstig incident
Datum, tijd voorval:	12 september 2021, 17.38 UTC
Plaats voorval:	Berlin Brandenburg Airport (Germany), EDDB
Luchtvaartmaatschappij:	KLM Cityhopper (KLC)
Registratie luchtvaartuig:	PH-NXD
Type luchtvaartuig:	Embraer 195-E2
Soort luchtvaartuig:	Vaste vleugelvliegtuig - passagiers
Soort vlucht:	Commercieel passagiersvervoer
Fase van de vlucht:	Takeoff
Schade aan luchtvaartuig:	Geen
Aantal cockpitbemanning:	Twee
Aantal cabinebemanning:	Drie
Aantal passagiers:	92
Persoonlijk letsel:	Geen
Overige schade:	Geen
Lichtcondities:	Daglicht

## Voorval

Op 12 september 2021 vond een ernstig incident plaats met een Embraer 195-E2 op de luchthaven Berlin Brandenburg in Duitsland, waarbij het ingestelde vermogen bij de start te laag was doordat het gebaseerd was op verkeerde gegevens (*erroneous takeoff data*). De Onderzoeksraad voor Veiligheid onderzocht dit voorval en constateert dat het vliegtuig opsteeg vanaf intersectie L5 - zoals de bedoeling was - terwijl de prestatieberekening was gebaseerd op intersectie K5. Hierdoor was de beschikbare baanlengte 1320 meter korter dan de baanlengte die gebruikt was bij de prestatieberekening en kwam het vliegtuig 443 meter voor het einde van de baan los (*airborne*). Er werd niet voldaan aan de veiligheidsmarges die zijn gesteld aan startprestaties voor verkeersvliegtuigen.

### Veiligheidsmarges startprestaties verkeersvliegtuigen

Het is gebruikelijk dat verkeersvliegtuigen tijdens de start geen gebruik maken van het volledige vermogen van de vliegtuigmotoren. De bemanning berekent het minimale vermogen dat nodig is voor een veilige start. Dit heeft voordelen, zoals een grotere betrouwbaarheid en lagere onderhoudskosten van de motoren. De prestatieberekeningen houden onder andere rekening met de mogelijkheid van een motorstoring op het meest kritieke punt tijdens de startprocedure. In het geval van een storing van één van de motoren moet het vliegtuig ofwel in staat zijn om de start veilig af te breken, of de start voort te zetten binnen de resterende lengte van de startbaan. In dit geval was het waarschijnlijk niet mogelijk geweest om de start veilig af te breken bij snelheden net onder  $V_1$  (de snelheid waarvoor de beslissing gemaakt moet worden om de start af te breken of voort te zetten).

## Doel van het onderzoek

Incidenten waarbij er sprake is van *erroneous takeoff data* tijdens de start komen in de luchtvaart wereldwijd regelmatig voor bij verschillende vliegtuigtypen en luchtvaartmaatschappijen. Verschillende keren leidde dit tot ongevallen met catastrofale gevolgen. Het feit dat dit soort voorvallen blijft voorkomen duidt op een langdurig en complex probleem. Er is nog steeds geen eenvoudige technische oplossing voor het brede scala aan factoren dat ten grondslag ligt aan het gebruik van *erroneous takeoff data*. Het is daarom belangrijk dat luchtvaartmaatschappijen zoveel mogelijk leren, zowel met terugwerkende kracht - van voorvallen - als proactief, met als doel het aantal van deze incidenten te verminderen. Dit is de reden dat de Onderzoeksraad bij dit onderzoek de focus legt op het leren door de luchtvaartmaatschappij op het gebied van *erroneous takeoff data*.

## **Toedracht**

Een Embraer 195-E2 met registratie PH-NXD was ingepland voor een vlucht van Berlin Brandenburg Airport naar Amsterdam Airport Schiphol. De geplande vertrektijd was 17.27 uur. Het was de derde en laatste vlucht op de laatste dag van het vierdaagse schema van de bemanning. Na een korte pauze tussen de vluchten begon de bemanning met de vluchtvoorbereiding en besloten ze van welke intersectie ze zouden opstijgen. De bemanning verwachtte een takeoff vanaf baan 25R en na enige discussie waren ze het beiden eens dat intersectie L5 geschikt was onder de heersende weersomstandigheden. De piloten verklaren beiden de berekening van de takeoff data uit te hebben gevoerd in de daarvoor bestemde applicatie op de tablet (*Electronic Flight Bag*). Ze selecteerden beiden daarbij per ongeluk intersectie K5 in plaats van L5. De piloten vergeleken de uitkomsten van hun berekeningen. Na bevestiging dat de uitvoerparameters identiek waren, werden de gegevens ingevoerd in de boordcomputer (het *Flight Management System*).

Factoren die bijdroegen aan de selectie van de verkeerde intersectie waren onder andere gerelateerd aan werken met een touchscreen, namelijk het gebrek aan feedback van het systeem over de locatie van de vinger en het 'dikke vinger' probleem. Daarnaast speelden het gebrek aan visuele feedback in de applicatie (in de vorm van een schematische weergave van de geselecteerde startbaan en intersectie combinatie) en de aanwezigheid van normaal gesproken niet gebruikte opties (intersecties) in het pull down menu een rol. De selectiefout werd bij de crosscheck niet ontdekt door de piloten, omdat zij zich waarschijnlijk alleen concentreerden op de uitkomsten van de berekeningen en niet op de geselecteerde invoer. Bovendien vertrouwde de bemanning op de *Electronic Flight Bag* voor het berekenen van takeoff data.

## **Leren van het voorval**

De Onderzoeksraad onderzocht hoe de luchtvaartmaatschappij van dit voorval heeft geleerd door de opeenvolgende stappen te beschrijven die door de Safety and Compliance Organisation (SCO) en de afdeling Flight Operations zijn genomen vanaf het moment dat het voorval is gemeld.

Het voorval gaf de piloten niet het idee dat het dusdanig ernstig was dat het noodzakelijk was om onmiddellijk contact op te nemen met het operationeel controlecentrum van de luchtvaartmaatschappij. Daardoor werd ook de SCO niet meteen van het voorval op de hoogte gesteld en had deze niet de gelegenheid om de *cockpit voice recorder* veilig te stellen of de bemanning kort na het voorval te interviewen. Na de landing op 12 september 2021 meldde de bemanning het voorval schriftelijk bij de SCO door middel van een *air safety report*.

De SCO startte een beperkt onderzoek (*assessment*) door interviews af te nemen, vluchtgegevens te bekijken, eerdere onderzoeken naar soortgelijke incidenten bij de luchtvaartmaatschappij te raadplegen en deze informatie te analyseren. De luchtvaartmaatschappij concludeerde dat verder onderzoek naar het voorval niet nodig was omdat er weinig uit kon worden geleerd en omdat het weinig kon toevoegen aan de mitgerende maatregelen die al waren genomen naar aanleiding van eerdere onderzoeken.

Bij deze beslissing speelden het feit dat *erroneous takeoff data* als een *safety concern* was aangemerkt en het feit dat het risico van het voorval als hoog was geclassificeerd geen rol. De luchtvaartmaatschappij nam twee additionele mitigerende maatregelen na het beperkte onderzoek van de SCO. Ten eerste stuurde de *chief pilot* een e-mail met algemene informatie over *erroneous takeoff data* om het bewustzijn te vergroten. Ten tweede werd de luchthaveninformatie in de handleidingen aangepast om verwarring over de baanaanduiding te voorkomen. In de bewustwordingsmail ontbraken waardevolle lessen op een gedetailleerd niveau, specifiek voor dit voorval.

### **Leren om het gebruik van *erroneous takeoff data* te voorkomen**

De Onderzoeksraad onderzocht de manier waarop de luchtvaartmaatschappij in het algemeen leert over het gebruik van *erroneous takeoff data*. Naast de manier waarop de luchtvaartmaatschappij dit aanpakt binnen het Safety Management Systeem (SMS) heeft de Raad additionele leerconcepten, die leunen op de input van werknemers, en de manier waarop deze bij de luchtvaartmaatschappij wordt toegepast, onderzocht.

De luchtvaartmaatschappij beheerst de veiligheid door middel van haar SMS, in overeenstemming met de bestaande richtlijnen en regelgevingskaders. Dit biedt de luchtvaartmaatschappij een gestructureerde aanpak om de risico's van de vluchtuitvoering te beheersen. Binnen de luchtvaart wordt het veiligheidsrisicomanagementproces (onderdeel van het SMS) gebruikt om te leren over veiligheid.

In de periode 2012-2021 hebben zich bij de luchtvaartmaatschappij verschillende incidenten voorgedaan met betrekking tot *erroneous takeoff data* en is er op dit gebied een *safety concern* geformuleerd. Toch werden deze incidenten niet onderzocht door de SCO, omdat zij redeneerde dat in plaats daarvan een *predictive* onderzoek (een veiligheidsonderzoek voordat een wijziging wordt doorgevoerd) kon worden uitgevoerd. Hierdoor kunnen waardevolle lessen op een gedetailleerd technisch en procedureel niveau verloren zijn gegaan.

Een belemmerende factor bij het leren over het gevaar van *erroneous takeoff data* is een gebrek aan voorvaldata. Dit is niet uniek voor deze luchtvaartmaatschappij. De luchtvaartmaatschappij gebruikt *air safety reports* en de analyse van vluchtgegevens (FDM) om vast te stellen hoeveel voorvallen plaatsvinden. Beide methoden geven geen volledig inzicht in de voorvallen die verband houden met *erroneous takeoff data*, want piloten hebben niet altijd door dat er een voorval heeft plaatsgevonden of ze melden het voorval niet. Verder is het huidige programma voor analyse van vluchtgegevens niet in staat om alle voorvallen te detecteren. Daarom is de luchtvaartmaatschappij niet in staat het aantal voorvallen met betrekking tot *erroneous takeoff data* te monitoren, betrouwbare gegevensanalyses uit te voeren, de noodzaak van veiligheidsonderzoeken en -maatregelen te beoordelen en het effect van de reeds genomen maatregelen ter voorkoming van het gebruik van *erroneous takeoff data* te monitoren. Daarnaast ontbreken, onder andere door een gebrek aan gegevens, veiligheidsdoelen die rechtstreeks verband houden met *erroneous takeoff data*. Daarom hebben de veiligheidsdoelen er niet toe geleid dat de luchtvaartmaatschappij maatregelen heeft genomen die de gehele breedte van het probleem afdekken.



### **Leren van work-as-done**

Naast leren binnen het wettelijk verplichte veiligheidsrisicomanagementproces is er binnen de luchtvaartmaatschappij een basis aanwezig voor additionele leerconcepten waarbij geleerd wordt van de input van werknemers, maar kan dit nog verder worden verbeterd. De luchtvaartmaatschappij erkent dat werknemers een belangrijke rol spelen in een lerende organisatie en neemt maatregelen om de kennis van werknemers over bestaande processen, over hoe het werk in de praktijk wordt gedaan en over voorvallen vast te leggen. De luchtvaartmaatschappij werkt volgens de principes van *Just Culture* en er zijn verschillende aspecten die kunnen bijdragen aan een open cultuur aanwezig. Ook is er bij de luchtvaartmaatschappij een structuur voor het houden van dialoog en discussie met piloten. Deze bijeenkomsten dragen bij aan de betrokkenheid van werknemers en er wordt informatie verkregen over de zorgen en ideeën die leven bij de werknemers. De kwaliteit van deze informatie kan echter worden verbeterd door meer open vragen te stellen en door te zorgen voor een systematische aanpak voor het verzamelen van input van piloten.

De luchtvaartmaatschappij beschikt niet over een structuur om te leren van het werk zoals het in de dagelijkse praktijk gedaan wordt. De luchtvaartmaatschappij zou meer kunnen leren van *work-as-done* door te onderzoeken waarom sommige werkzaamheden tijdens training, audits of evaluaties niet blijken te worden uitgevoerd zoals bedacht of gedacht. Hoewel de luchtvaartmaatschappij zich bewust is van de toegevoegde waarde van het leren van persoonlijke strategieën en deze ook deels inventariseert, kan er meer van geleerd worden wanneer door onderzoek een gedetailleerd begrip verkregen wordt van de context van een bepaalde persoonlijke strategie.

### **Lessen en aanbevelingen**

De Raad formuleert drie lessen en een aanbeveling op basis van dit onderzoek.

De lessen zijn gericht op het (verder) verbeteren van het leren door luchtvaartmaatschappijen. Luchtvaartmaatschappijen kunnen verschillende dingen tegelijkertijd doen om meer te leren. Ze kunnen zich richten op het verbeteren van de beschikbaarheid van gegevens door de hoeveelheid gegevens te vergroten en de diversiteit van de gegevensbronnen te vergroten. Tegelijkertijd kunnen ze bij het prioriteren van onderzoeken prioriteit geven aan moeilijk te identificeren gevaren of laagfrequente voorvallen met mogelijk catastrofale gevolgen. Dit stelt ze in staat mitigerende maatregelen voor deze risico's te nemen.

De aanbeveling is gericht aan Embraer en beoogt de ontwikkeling te stimuleren van onboard technische oplossingen die het gebruik van *erroneous takeoff data* tegengaan.

# LESSEN VOOR LUCHTVAARTMAATSCHAPPIJEN

---

De focus van dit onderzoek lag op het leren door de luchtvaartmaatschappij over *erroneous takeoff data*. De Onderzoeksraad voor Veiligheid kiest ervoor om lessen te formuleren in plaats van aanbevelingen te doen, omdat veel luchtvaartmaatschappijen een vergelijkbare veiligheidsaanpak hebben die is gebaseerd op hetzelfde regelgevingskader. De lessen - die in dit hoofdstuk worden genoemd - zijn daarom breed toepasbaar.

Een gebrek aan data kan het leren belemmeren wanneer gewerkt wordt volgens een *data-driven* veiligheidsaanpak. De Onderzoeksraad identificeert de volgende lessen om hiermee om te gaan en het leren door luchtvaartmaatschappijen te verbeteren:

1. De hoeveelheid data kan vergroot worden door het melden van voorvallen te verbeteren en door een analysetool voor vluchtgegevens (*Flight Data Management (FDM)*) te ontwikkelen waarin vluchtgegevens worden gecombineerd met externe gegevens.
2. Door meer verschillende databronnen te gebruiken kan worden voorkomen dat bepaalde typen voorvallen een blinde vlek vormen. Leren van *work-as-done* kan unieke lessen opleveren aanvullend aan het leren van voorvallen. Structuren voor dialoog en discussie met werknemers verlagen de drempel voor hen om ideeën en zorgen naar voren te brengen, wat kan bijdragen aan het ontwikkelen van integraal leren in plaats van procedureel leren.

Omdat het niet eenvoudig is om de beschikbaarheid van data te vergroten, stelt de Onderzoeksraad de volgende aanpak voor, die gelijktijdig met de bovengenoemde acties dient te worden uitgevoerd:

3. Geef bij het prioriteren van onderzoeken en risicobeperkende maatregelen prioriteit aan gevaren op voorvallen met mogelijk catastrofale gevolgen die moeilijk vast te stellen zijn of die weinig voorkomen.

Het gebruik van *erroneous takeoff data* is een veiligheidskwestie die breed speelt en niet specifiek voor een bepaald type vliegtuig. Het Europees Agentschap voor de veiligheid van de luchtvaart (EASA) verwacht dat vliegtuigsoftware en -systemen in de toekomst harde barrières kunnen bieden tegen het invoeren van *erroneous takeoff data*. De Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft EASA in 2020 aanbevolen om eisen voor boordsystemen te ontwikkelen. Het zal echter nog enige tijd duren voordat technische oplossingen zijn ontwikkeld en regelgeving is aangepast. Om de beschikbaarheid van technische en softwarematige boordsystemen te versnellen, moet de luchtvaartindustrie zo snel mogelijk technische oplossingen ontwikkelen om het gebruik van foutieve startgegevens te voorkomen. Een conclusie van dit onderzoek is dat de performance applicatie van Embraer verbeterd kan worden, zodat selectiefouten minder vaak voorkomen of gemakkelijker kunnen worden opgemerkt. Embraer is begonnen aan verbeteringen die naar verwachting in 2024 geïmplementeerd zullen worden. Daarom doet de Onderzoeksraad geen aanbeveling over dit onderwerp. In plaats daarvan moedigt de Raad Embraer aan om door te gaan met het verbeteren van de performance applicatie. Uit het onderzoek blijkt ook dat Embraer geen plannen heeft om boordsystemen te ontwikkelen die het gebruik van foutieve startgegevens kunnen voorkomen, terwijl sommige andere fabrikanten daar wel mee aan de slag zijn. Daarom doet de Onderzoeksraad de volgende aanbeveling:

*Aan Embraer:*

1. Start met de ontwikkeling van een onafhankelijk systeem in het vliegtuig dat grove invoerfouten detecteert in de berekening van de *takeoff data* en/of de bemanning waarschuwt voor een te lage versnelling voor de actuele vliegtuigconfiguratie en voor onvoldoende beschikbare baanlengte.



**Bezoekadres**  
Lange Voorhout 9  
2514 EA Den Haag  
T 070 333 70 00

**Postadres**  
Postbus 95404  
2509 CK Den Haag

[www.onderzoeksraad.nl](http://www.onderzoeksraad.nl)