

NOTITIE

aan De heer J Roeven, CEO, Maastricht Aachen Airport
datum 21 december 2021
betreft Wake vortex voorvallen in de omgeving van Maastricht Aachen Airport, 2019 - 2021
ons kenmerk 21.272.02

1 Introductie

In recente jaren hebben zich rond Maastricht Aachen Airport een aantal gevallen voorgedaan, waarbij zogturbulentie, ook wel wake vortex turbulentie genoemd, van overvliegende vliegtuigen schade heeft veroorzaakt aan daken van gebouwen onder de aanvlieg- en vertrekroutes van de luchthaven, met name in Beek en Meerssen.

In een eerdere studie¹ heeft NLR een beknopte analyse uitgevoerd naar dit fenomeen en een model ontwikkeld om gebieden rondom de luchthaven die kwetsbaar zijn voor Wake Vortex Turbulentie weer te geven. In deze notitie heeft To70 onderzoek uitgevoerd naar de voor- en nadelen van maatregelen die door het vliegverkeer genomen kunnen worden om de sterkte van de zogturbulentie te verminderen en/of op andere plaatsen dan de risicogebieden neer te laten komen met als doel het verminderen van de schadefrequentie aan daken van huizen als gevolg van Wake Vortex Turbulentie².

2 Probleembeschrijving

Wake Vortex Turbulentie wordt gedefinieerd als turbulentie die wordt gegenereerd door de passage van een vliegtuig tijdens de vlucht. Het wordt gegenereerd vanaf het moment dat het neuslandingsgestel van een vliegtuig de grond verlaat bij het opstijgen tot het moment dat het neuslandingsgestel de grond raakt tijdens de landing.

De oorsprong van tegengesteld draaiende vleugelpuntwervels is een direct en automatisch gevolg van het genereren van lift door een vleugel. Lift wordt gegenereerd door het creëren van een drukverschil over het vleugeloppervlak. Boven het vleugeloppervlak heerst lage druk en onder de vleugel heerst hoge druk. Dit drukverschil activeert door de voorwaartse snelheid van het vliegtuig het oprollen van de luchtstroom achter de vleugel, wat resulteert in wervelende luchtmassa's die stroomafwaarts van de vleugelpunten achterblijven. Nadat het oprollen is voltooid, bestaat het kielzog uit twee tegengesteld draaiende cilindrische wervels.

¹ NLR-TN-AOSI-AAM-01, oktober 2018, NLR

² TNO voert met hetzelfde doel parallel, in opdracht van de luchthaven, een onderzoek uit naar fysieke grondgebonden maatregelen

NOTITIE**Figuur 1 – weergave van Wake Vortex Turbulentie (bron: CAA UK)**

De tipwervels veroorzaken sterke turbulentie die relatief langzaam verdrijft. Om het risico op potentieel gevaarlijke situaties als gevolg van zogturbulentie te mitigeren worden opeenvolgende vliegtuigen op voldoende afstand van elkaar gehouden. Bij vluchten op lage hoogte zoals tijdens de start of landing kunnen de tipwervels ook schade aanrichten aan voorwerpen op de grond; tegels of leien kunnen door wake vortex turbulentie van daken worden afgezogen.

Hieronder wordt het probleem inzichtelijk gemaakt door analyse van factoren die een rol spelen bij het veroorzaken van schade aan daken, zodat de effectiviteit van operationele maatregelen kan worden bepaald. Drie elementen worden onderzocht:

- In kaart brengen waar de 'hotspots' van vortexincidenten zich voordoen.
- Analyseren welke rol het vliegtuigtype en aankomstroute spelen bij de voorvallen m.b.v. radardata.
- Analyseren welke rol weersomstandigheden spelen bij de voorvallen.

Het resultaat van deze analyse is een aantal figuren met de gebieden die kwetsbaar blijken voor vortexincidenten en een overzicht van factoren die een rol spelen bij het veroorzaken van schade aan daken.

2.1 Voorvallocaties

In de periode 2019 – 2021 zijn er een aantal voorvallen van dakschade, vermoedelijk veroorzaakt door wake vortex van landend verkeer op Maastricht Aachen Airport. Er is gekozen voor de periode vanaf 2019 en niet 2018 omdat 2018 een vertekend beeld geven door het tegengesteld baangebruik dat jaar. Deze voorvallen hebben plaatsgevonden in een aantal clusters om de luchthaven; 4 ten noorden van de luchthaven en 2 ten zuiden van de luchthaven. Deze zijn als volgt geïdentificeerd:

Tabel 1 – Voorval locaties 2019 - 2021

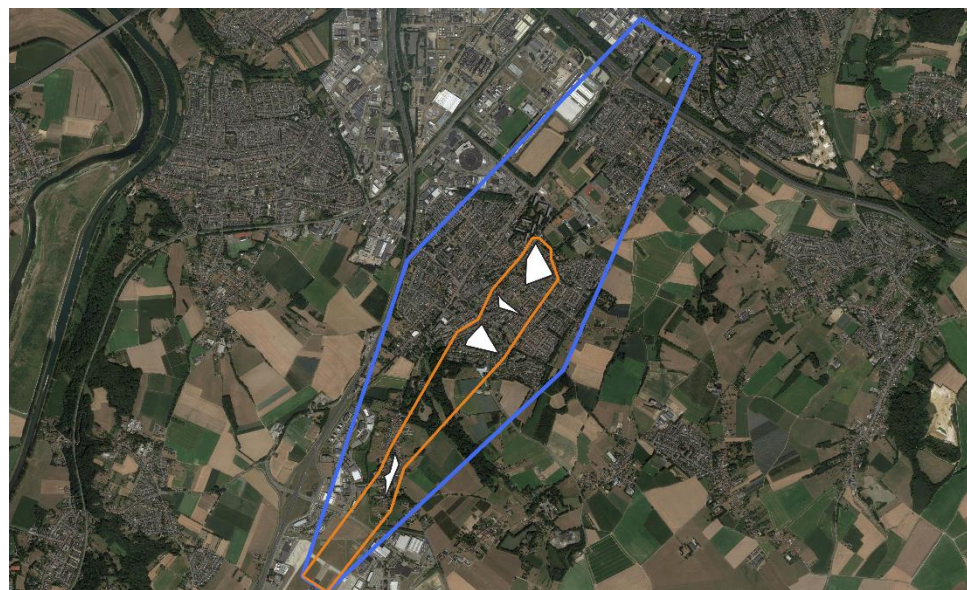
Naam in tabellen en figuren	Geografische naam	Aantal getroffen woningen in het gebied
Noord 1	Beek noord	54
Noord 2	Beek midden	23
Noord 3	Beek zuid	61
Noord 4	Geverik	20
Zuid	Meerssen	102

De figuren hier beneden zijn apart geleverd in grote formaat.

NOTITIE

2.1.1 Locaties ten noorden van de luchthaven

Figuur 2 – Voorval locaties ten noorden van de luchthaven



Locatie voorval



NLR berekende
risicogebied



"best fit" gebied
voor voorvallen,
plus 50 m marge

NOTITIE

2.1.2 Locaties ten zuiden van de luchthaven

Figuur 3 – Voorval locaties ten zuiden van de luchthaven



Locatie voorval



NLR berekende
risicogebied



"best fit" gebied
voor voorvallen,
plus 50 m marge

NOTITIE

Hieronder staat een tabel met gegevens over de locaties van de 33 voorvallen in de periode 2019 – 2021.

Tabel 2 - Aantal voorvallen en percentage voorvallen per jaar per locatie

	2019		2020		2021		Totaal	
	<i>Aantal</i>	%	<i>Aantal</i>	%	<i>Aantal</i>	%	<i>Aantal</i>	%
Noord 1	0	0.0	4	12.1	2	6.1	6	18.2
Noord 2	2	6.1	2	6.1	3	9.1	7	21.2
Noord 3	3	9.1	2	6.1	0	0.0	5	15.2
Noord 4	2	6.1	5	15.2	4	12.1	11	33.3
Zuid	2	6.1	1	3.0	1	3.0	4	12.1

Met een derde van de voorvallen (11 van de 33) is Noord 4 de meest voorkomend voorvallocatie in de dataset. De voorvallen zijn redelijk gelijk verspreid over de overige locaties, met percentages tussen de 12 en 21 procent.

Wanneer de data worden vergeleken met het aantal woningen binnen de vijf locaties wordt een ander beeld getoond. Noord 4 heeft de meeste voorvallen per aantal woningen (0.55 voorval per woning). Daarna heeft Noord 2 0.30 voorvallen per woning. Noord 1 en Noord 3 hebben een vrijwel gelijke ratio (0.11 en 0.08 voorvallen per woning, respectievelijk). Het laatste gebied, Zuid, heeft een lagere ratio van voorvallen per woning; 0.04 voorvallen per woning).

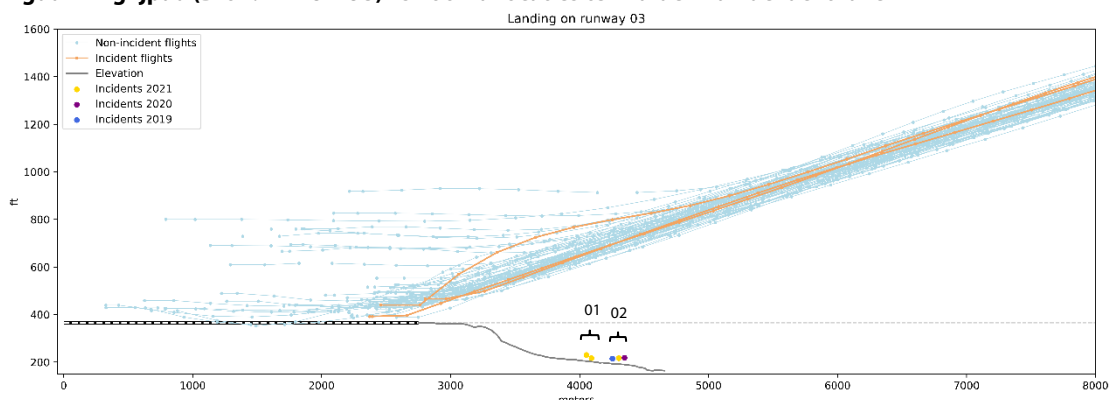
De vijf benoemde gebieden zijn bepaald op basis van de voorvalgegevens van de afgelopen jaren. Deze moeten worden gezien als de huidige 'hotspots'; ze vertegenwoordigen de potentiële risicogebieden niet. Hiermee refereren we aan de mogelijkheid dat niet ieder voorval gemeld is en we weten nu niet de locaties van voorvallen in de toekomst.

2.1.3 Voorvallen en hoogte boven woning

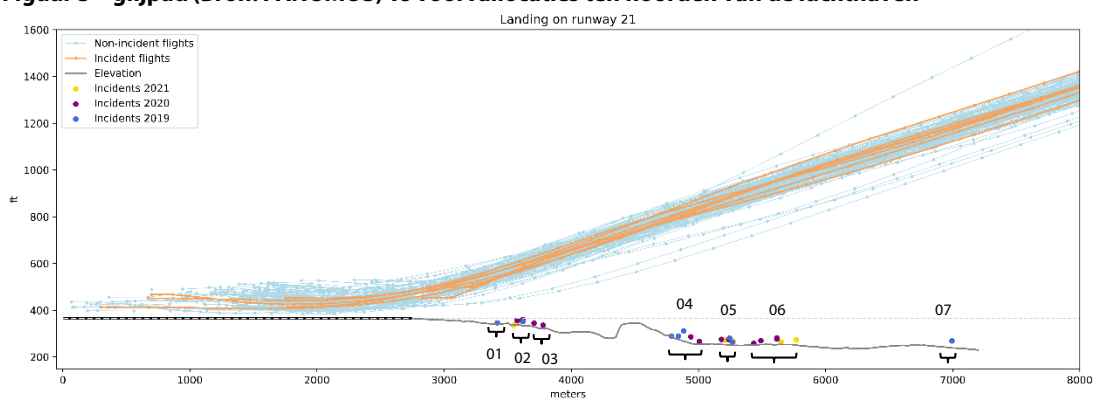
In onderstaande twee figuren zijn de hoogteprofielen van landend verkeer op Maastricht Aachen Airport weergegeven. De hoogteprofielen zijn afkomstig van vluchten die zijn uitgevoerd op of nabij de datum van voorvallen in de periode 2019-2021. De dataset is daarom beperkt in het aantal vluchten. De dataset bevat de volgende vliegtuigtypes: Boeing 737-400, Airbus A320, Boeing 737-800, Airbus A321, Airbus A310, Airbus A330-200, Boeing 787, Boeing 777, Boeing 747-400 en Boeing 747-8.

De oranje gekleurde hoogteprofielen geven vluchten weer die resulteerde in een wake voret voorval.. De blauw gekleurde hoogteprofielen geven de overige vluchten weer

Figuur 4 – glijpad (Bron: FANOMOS) vs voorvallocaties ten zuiden van de luchthaven



Figuur 5 – glijpad (Bron: FANOMOS) vs voorvallocaties ten noorden van de luchthaven



Tabel 3– vliegtuighoogte boven woning bij vortexvoorval

Ref num	Hoogte woning (ft)	Gemiddelde hoogte vliegtuig (ft)	Gem. hoogte vliegtuig boven woning (ft / m)	AIP-hoogte (ft)	AIP-hoogte boven woning (ft / m)
03-01	225	668	443 / 135	682	457 / 139
03-02	210	715	505 / 154	722	512 / 156
21-01	348	547	199 / 61	573	225 / 69
21-02	350	574	224 / 68	607	257 / 78
21-03	389	604	215 / 66	634	245 / 75
21-04	289	804	515 / 157	831	542 / 165
21-05	272	860	588 / 179	888	616 / 188
21-06	271	929	658 / 201	953	682 / 208
21-07	270	1166	896 / 273	1174	904 / 276

In de radardata is een trend waargenomen tussen de hoogte op het glijpad van Boeing 777 vliegtuigen en andere vliegtuigtypes. Het lijkt alsof de Boeing 777 ongeveer 30 voet (ong. 10 meter) lager vliegt dan andere vliegtuigtypes. Dit is mogelijk te verklaren door de manier waarop de hoogtedata van de vliegtuigen wordt verzonden en/of ontvangen. Uit de beschikbare data kan

NOTITIE

niet worden geconcludeerd dat vliegtuigen van het type Boeing 777 lager vliegen dan andere vliegtuigtypes.

2.2 Betrokken vliegtuigen

Het vliegtuigtype dat het meest betrokken lijkt te zijn bij deze voorvallen is de Boeing 777. De 777 is het meest voorkomend vliegtuigtype op Maastricht Aachen Airport. Enkele voorvallen zijn veroorzaakt door andere Boeing en Airbus vliegtuigtypes.

Door onzekerheden in het precieze tijdstip van sommige voorvallen kan niet met zekerheid worden vastgesteld welk voorval door welk vliegtuig is veroorzaakt.

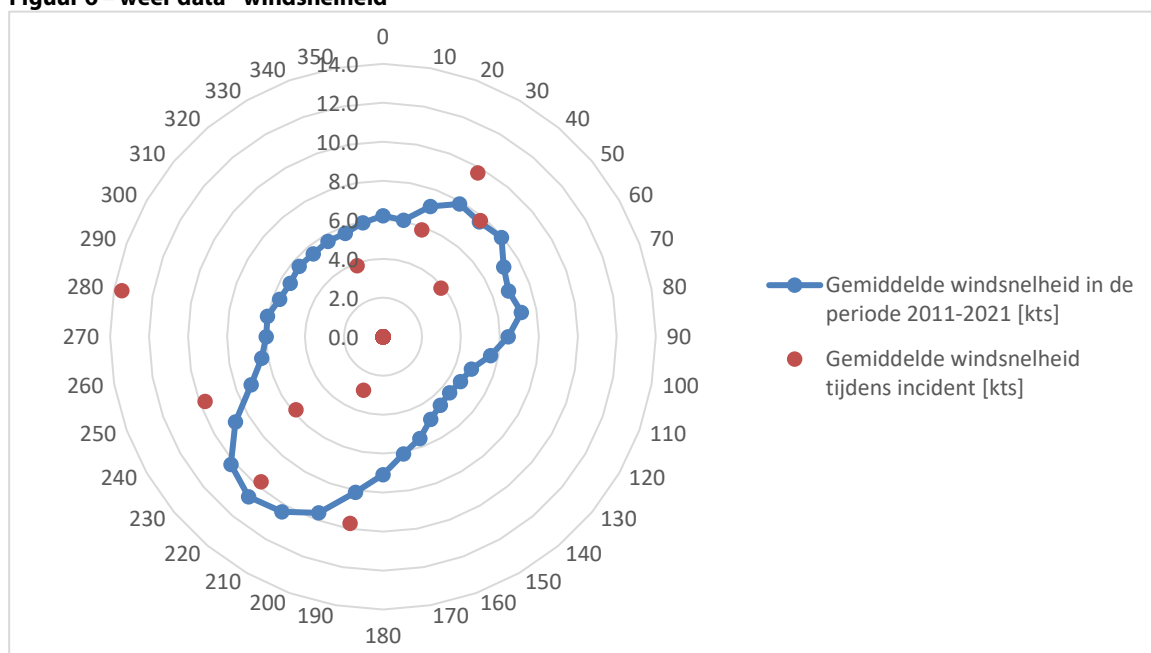
2.3 Weersomstandigheden

De analyse naar weersomstandigheden is uitgevoerd voor incidenten waarbij het tijdstip van het incident bekend is, oftewel de incidenten waarvoor er een vliegtuig is geïdentificeerd als de bron van de wake vortex, zodat incident specifieke meteorologische data beschikbaar is. De meteorologische data, afkomstig van het Koninklijk Nederland Meteorologisch Instituut (KNMI), beschrijft metingen voor meetstation 380 (Maastricht Aachen Airport), waaronder windrichting, windsnelheid en luchtdruk. De meteorologische dataset bestrijkt de periode van 1 januari 2011 tot en met 11 augustus 2021. Een tabel in de bijlage 4 geeft de windrichting weer (in graden) gemiddeld voor de laatste 10 minuten van het afgelopen uur, de uurgemiddelde windsnelheid, de hoogste windstoot over het afgelopen uurvak, de temperatuur (in graden Celsius) op 1.50m hoogte tijdens de waarneming en de luchtdruk (in hectopascal) herleid naar zeeniveau, tijdens de waarneming.

Om te onderzoeken of windsnelheid verband houdt met de incidenten is een radargrafiek opgesteld, waarin de gemiddelde windsnelheid per windrichting is uitgezet tegen de gemiddelde windsnelheid en windrichting tijdens incidenten. De radargrafiek is weergegeven in figuur 6. Hieruit blijkt dat bij het merendeel van de incidenten sprake is van een lager dan gemiddelde windsnelheid. Ook is te zien dat tijdens de incidenten de wind vaak richting langs de landingsbaan langzaam waait.

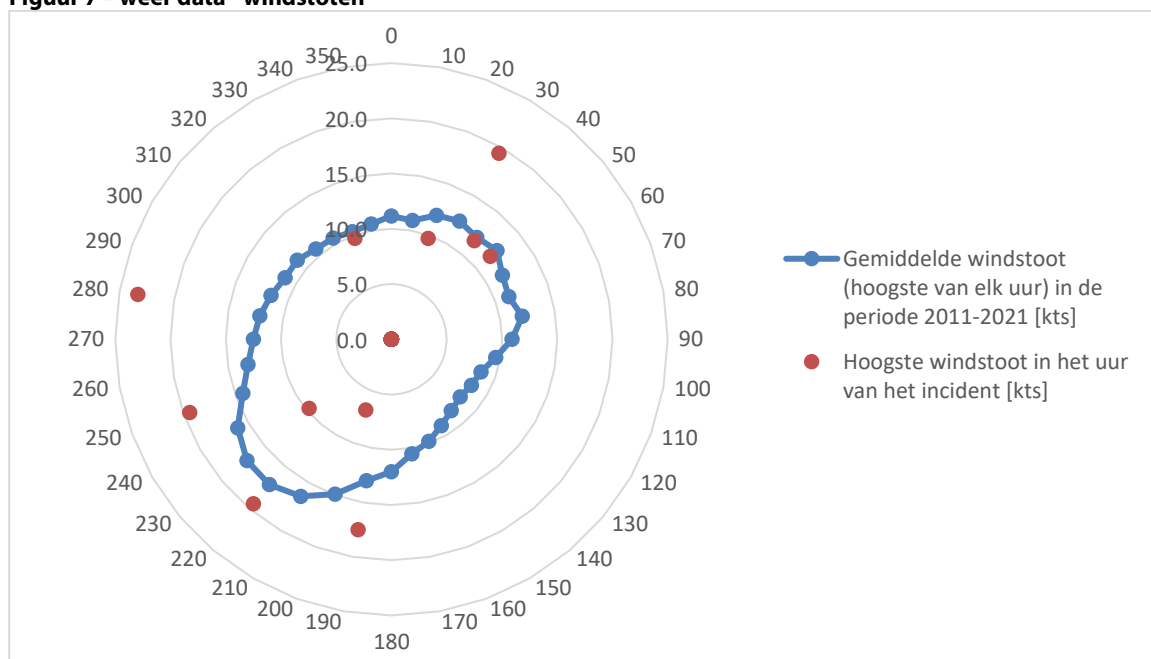
NOTITIE

Figuur 6 – weer data - windsnelheid



Om te onderzoeken of windstoten verband houden met de incidenten is een radargrafiek opgesteld, waarin de gemiddelde windstoot (hoogste van elk uur) per windrichting is uitgezet tegen de hoogste windstoot in het uur van het incident. De radargrafiek is weergegeven in figuur 7. Een verband tussen windstoten en incidenten kan niet worden geconstateerd.

Figuur 7 – weer data - windstoten



NOTITIE

Om te onderzoeken of temperatuur of luchtdruk verband houdt met de incidenten zijn de gemiddelde temperatuur en luchtdruk tussen 1 januari 2011 en 11 augustus 2021 uitgezet tegen de gemiddelde temperatuur en luchtdruk van incidenten in tabel 4. De verschillen in gemiddelde temperatuur en luchtdruk zijn te klein om een verband te kunnen constateren.

Tabel 4 - gemiddelde temperatuur en luchtdruk

	Gemiddelde in de periode 2011- 2021	Gemiddelde van incidenten
Temperatuur [°C]	11.1	14.9
Luchtdruk [hPa]	1016.2	1017.5

3 Identificeren en analyseren operationele maatregelen

De intensiteit van vortex bij de vleugeltip is gelijk aan de intensiteit van de circulatie dat door de vleugels wordt verspreid. Circulatie is proportioneel aan de hoeveelheid lift van het vliegtuig. Het gewicht van het vliegtuig is de belangrijkste factor in de hoeveelheid benodigde lift en daarmee in de intensiteit van vortex³.

Een hogere invalshoek (*angle of attack*) tussen windstroom en het vleugeloppervlak verhoogt eveneens de hoeveelheid lift van het vliegtuig, waardoor intensiteit van vortex toeneemt. Door het verhogen van naderingssnelheid is een kleinere invalshoek benodigd, waardoor de intensiteit van vortex wordt verlaagd.

Vliegtuigkleppen, anders genoemd, flaps, vergroten de hoeveelheid lift van het vliegtuig, waardoor het met een lagere snelheid kan naderen en landen. Er is een complex relatie tussen de strekte van een vortex en vliegtuig snelheid en flapstand. De netto-effecten van een kleinere flapstand is moeilijk te bepalen, vooral omdat dit wordt gecompenseerd door een andere invalshoek en/of hogere snelheid.

Wat wel vaststaat is dat de keuze voor een flapstand kan niet bepaald worden door de luchthaven. De bemanning bepaalt welke flap setting gebruikt moet worden in de omstandigheden om een veilige landing tot gevolg te hebben. Het is zeer waarschijnlijk dat luchtvaartmaatschappijen zullen de laagst veilig flapstand kiezen tijdens de nadering om brandstof te besparen.

Externe factoren die de impact van vortex op de grond kunnen beïnvloeden zijn windrichting en windsnelheid en de stabiliteit van de atmosfeer

Door middel van een desktopstudie en brainstormsessie met operationeel experts zijn een aantal operationele maatregelen geïdentificeerd die de impact van vortex op daken van huizen verminderen:

- Scenario 1: Verhoging van de daalhoek voor alle IFR-naderingsprocedures;
- Scenario 2: Verlaging van de flap setting;
- Scenario 3: Verplaatsing van de *runway threshold*;
- Scenario 4: *Curved of offset approach*;
- Scenario 5: Verlaging toegestane landingsgewicht

3.1 Scenario 1: Verhoging van de daalhoek voor alle IFR-naderingsprocedures

Op Maastricht-Aachen Airport zijn de IFR-naderingsprocedures voor beide kanten van de landingsbaan gebaseerd op een daalhoek van drie graden. Dit is volgens de daarvoor geldende ontwerprichtlijnen de optimale daalhoek voor IFR-naderingen.

³ Vortexintensiteit is gelijk aan viermaal de hoeveelheid lift, gedeeld door de vermenigvuldiging van luchtdichtheid, π , spanwijdte en naderingssnelheid. Formule is in de bijlage weergegeven.

NOTITIE

Het instrument landing system (ILS) dat als navigatiehulpmiddel wordt gebruikt bij IFR-naderingsprocedures kent drie verschillende gebruikscategorieën, te weten CATI, CATII en CATIII. De categorie geeft aan tot zichtcondities de nadering gevlogen mag worden. Maastricht Aachen Airport beschikt op landingsbaan 03 over CATI en op landingsbaan 21 over CATI, CATII en CATIII. CATII en CATIII-naderingen zijn gelimiteerd op een dalhoek van 3.0 graden bij het gebruik van ILS. Bij het gebruik van GLS zou de dalhoek kunnen worden vergroot tot 3.2 graden, echter bestaat de grondapparatuur hiervoor nog niet en is slechts een klein percentage van de vliegtuigen uitgerust met deze apparatuur.

CATI-naderingen zijn door PANS-OPS gelimiteerd op een dalhoek van 3.5 graden. Voor steilere naderingen zijn er speciale vliegtuigcertificeringseisen en, in de meeste landen, hebben de luchthavens ook een specifieke goedkeuring nodig. London City Airport in het VK is hier een voorbeeld van. In Nederland zijn er geen luchthavens met steile naderingen. De ontwerprichtlijnen voor ILS CATII en CATIII-naderingen beperken de dalhoek tot maximaal 3.0 graden. Bij het gebruik van satellietnavigatie (GPS) zou de dalhoek onder dergelijke omstandigheden kunnen worden vergroot tot 3.2 graden, maar de grondapparatuur hiervoor nog niet en is slechts een klein percentage van de vliegtuigen uitgerust met deze apparatuur.

Uit gesprekken met operationeel experts en uit data van een eerdere studie naar steile naderingen voor Amsterdam Airport Schiphol⁴ blijkt dat vliegtuigen van de categorie 'heavy', waaronder de Boeing 777 valt, bij dalhoeken groter dan 3.3 graden problemen krijgen met onstabiele naderingen.

Door de dalhoek te verhogen van 3.0 graden naar 3.5 graden zullen vliegtuigen op 600 meter van de landingsbaan ongeveer 5 meter hoger vliegen en 3000 meter van de landingsbaan ongeveer 27 meter hoger vliegen dan momenteel het geval is. De vermindering van de intensiteit van vortex, ten gevolge van het vergroten van de dalhoek, is door de kleine hoogteverschillen slechts minimaal.

3.2 Scenario 2: Verlaging van de flap setting

De Boeing 777 heeft twee flapstanden die gebruikt mogen worden voor de landing; flaps 25 en flaps 30⁵. Met flaps 30 kan ten opzichte van flaps 25 met een lagere snelheid kan worden genaderd heeft het vliegtuig een kortere landingsafstand nodig. De intensiteit van de vortex is als gevolg van de lagere snelheid groter dan bij flaps 30. Het gebruik van flaps 25 beperkt de maximale landingsmassa voor een bepaalde landingsbaan⁶. Het gebruik van flaps 25 gaat gepaard met een hogere naderingssnelheid en vermindert de intensiteit van de vortex. Dit beperkt mogelijk de maximale landingsmassa voor die voor een baan met een vaste baanlengte.

⁴ Enquête zijn gehouden onder operationeel experts en vertegenwoordigers van luchtvaartmaatschappijen als onderdeel van een KDC Mainport Schiphol project in 2020/21 (To70 referentie: 20.282.08)

⁵ Boeing 777 Flight Crew Training Manual, para 5.7, Flap Setting for Landing

⁶ Afgeleid van Boeing 777 Flight Planning and Performance Manual

NOTITIE

Bemanning van een vliegtuig zal de flapstand kiezen die voor de heersende operationele omstandigheden en beschikbare baanlengte resulteert in een veilige landing. Zware Boeing 777 vrachtvliegtuigen zullen daarom kiezen voor de flapstand waarmee onder de heersende operationele omstandigheden een veilige landing kan worden gegarandeerd. Als uit de prestatieberekeningen voorafgaand aan de landing blijkt dat er geen probleem is met de baanlengte is de verwachting dat bemanning zal kiezen voor flaps 25, omdat een lagere flapstand brandstof bespaart en daarom vaak als preferente optie is verwerkt in het beleid van de luchtvaartmaatschappij. Naast deze beschouwing moet worden opgemerkt dat de keuze voor een flapstand niet kan worden afgedwongen en omdat er vaak geland kan worden met flaps 25 op de beschikbare baanlengte, het is goed mogelijk dat dit al vaak plaatsvindt.

3.3 Scenario 3: Verplaatsing van de *runway threshold*

Landingsbanen 03 en 21 op Maastricht Aachen Airport hebben een lengte van 2750m. Echter, door een verschoven baandrempel (*displaced runway threshold*) van 250m op beide landingsbanen zijn ze effectief 2500m lang⁷. Door de baandrempel verder te verschuiven, verder weg van de uiteinden van de banen, zullen alle vliegtuigen hoger boven de omliggende gemeenschappen vliegen dan nu het geval is.

Het operationele effect van het verder verplaatsten van de baandrempel is een kortere landingsbaan. De startafstand is, in de regel, langer dan de landingsafstand. Het is mogelijk de baandrempel te verplaatsen voor de landing zonder de baanlengte voor starten te reduceren. De benodigde baanlengte voor een landing met een Boeing 777F met flaps 25 en flaps 30 met de GE90-110BL en GE90-115BL motoren is weergegeven in onderstaande tabel. Boeing gaat hierbij uit van een maximumlandingsgewicht van 260.8ton en een natte landingsbaan. Te zien is dat in deze condities een Boeing 777F ongeveer 2200m nodig heeft om te landen, 300 meter minder dan de huidige baanlengte op Maastricht Aachen Airport. Door de baandrempel 300 meter verder te verplaatsten zullen vliegtuigen op het glijpad van drie graden ongeveer 17 meter hoger vliegen dan nu het geval is. Dit zal de intensiteit van de door een vliegtuig veroorzaakte vortex afnemen.

Het verschuiven van de baandrempel betekent dat de huidige infrastructuur van de luchthaven dient aangepast te worden zodat de ILS, PAPI, verlichting en markering correct is voor de verkorte baan.

Het verder verschuiven van de baandrempel zou een verlaging van het maximale landingsgewicht veroorzaken. Door een verlaging van het maximale landingsgewicht kan er minder vracht worden meegenomen, wat commercieel onaantrekkelijk is.

Tabel 5 - Benodigde baanlengte (landing) voor een Boeing 777F

Vliegtuigtype	Motortype	Flapstand	Benodigde baanlengte (landing) ⁸
Boeing 777F	GE90-110BL	Flaps 25	2200m
Boeing 777F	GE90-110BL	Flaps 30	2050m

⁷ NL AIP, EHBK, AD 2.13 Declared Distances

⁸ Boeing, 777-200LR / -300ER / -Freighter Airplane Characteristics for Airport Planning

NOTITIE

Boeing 777F	GE90-115BL	Flaps 25	2150m
Boeing 777F	GE90-115BL	Flaps 30	2000m

3.4 Scenario 4: Curved of offset approach

In de regel naderen vliegtuigen de landingsbaan in een rechte lijn. Bij een gekromde of *offset*-nadering wordt de nadering niet geheel in het verlengde van de baan uitgevoerd. Echter, wettelijke voorschriften vereisen dat vliegtuigen gestabiliseerd een instrument nadering moeten vliegen. Er gelden zogeheten '*stabilised approach criteria*'. Zo mag de naderingssnelheid niet hoger zijn dan de landingssnelheid plus 20 knopen, het vliegtuig moet in de juiste landingsconfiguratie staan, het vliegtuig moet het correcte glijpad volgen en het moet mogelijk zijn om met slechts kleine veranderingen in de neusstand (*pitch*) en richting (*heading*) het correcte pad te blijven volgen.

Stabilised approach criteria - de meeste commerciële vluchten moeten wegens nationale regelgeving, gestabiliseerd zijn op een hoogte van 1000ft (305m) boven de hoogte van de luchthaven tijdens Instrument Meteorological Conditions (IMC) en 500ft (152m) tijdens Visual Meteorological Conditions (VMC)⁹. Dit geldt voor de meeste luchtvaartmaatschappijen die gebruik maken van Maastricht Aachen Airport¹⁰. De minima voor meteorologische condities bepalen of er in IMC of VMC wordt gevlogen en staat gedefinieerd in ICAO Annex 2: Rules of the Air. Zodra een nadering instabiel wordt onder de voorgeschreven hoogte boven de luchthaven moet er onmiddellijk een doorstart (*go-around*) worden uitgevoerd.

Door de *stabilised approach criteria* is het niet mogelijk om een gekromde (*curved*) of verschoven (*offset*) nadering uit te voeren waarbij op een hoogte lager dan 1000ft boven de luchthaven recht voor de baan te komen.

3.5 Scenario 5: Verlaging toegestane landingsgewicht

Een verlaging van het toegestane landingsgewicht betekent dat er een minder grote hoeveelheid lift nodig is om het vliegtuig te laten naderen. Een minder grote hoeveelheid lift resulteert in een verlaagde intensiteit van vortex. Deze operationele maatregel kan afzonderlijk van een verplaatste *runway threshold* worden uitgevoerd. Er is geen analyse uitgevoerd naar de daadwerkelijke landingsgewichten van vliegtuigen.

⁹ Flight Safety Foundation Approach-and-Landing Accident Reduction Briefing Note 7.1 Stabilized Approach

¹⁰ EASA landen – EASA OPS CAT.OP.MPA.115, in Qatar – Qatar QCAR Air Operations CAT.OP.MPA.115 en in de VAE – GCAA CAR-OPS 1.430

NOTITIE

3.6 Effectiviteit van de mogelijke maatregelen

Verhoging van de daalhoek voor alle IFR-naderingsroutes is slechts mogelijk op CATI ILS naderingen tot een hoek van 3.5 graden. De vermindering van de intensiteit van vortex, ten gevolge van het vergroten van de daalhoek, is door de kleine hoogteverschillen slechts minimaal en daarom niet geschikt als operationele maatregel.

Een verlaging van de flapsetting moet worden gecompenseerd met een hogere naderingssnelheid, wat de intensiteit van vortex verlaagt. De keuze voor een flapstand kan niet worden afgedwongen en is daarom niet geschikt als operationele maatregel.

De baandrempeel kan met een maximum van 300 meter worden verplaatst vanaf de huidige locatie voor landende vliegtuigen. Vliegtuigen zullen ongeveer 17 meter hoger vliegen dan nu het geval is, zal de intensiteit van de door een vliegtuig veroorzaakte vortex afnemen. Dit zal een beperkte reductie in de intensiteit van de vortex leveren.

Het verschuiven van de baandrempeel eist een aanpassing aan de infrastructuur van de luchthaven; waaronder ILS, PAPI, verlichting en markering.

Het verder verschuiven van de baandrempeel zou een verlaging van het maximale landingsgewicht veroorzaken. Door een verlaging van het maximale landingsgewicht kan er minder vracht worden meegenomen, wat commercieel onaantrekkelijk is.

Door het verplichte gebruik van de *stabilised approach criteria* is het niet mogelijk om een gekromde (curved) of verschoven (offset) nadering uit te voeren onder de 1000ft boven de hoogte van de luchthaven. Omdat alle incidenten hebben plaatsgevonden onder een hoogte van 1000ft boven de hoogte van de luchthaven, biedt het realiseren van een *curved of offset approach* als operationele maatregel geen soelaas.

Een verlaging van het toegestane landingsgewicht verlaagt de intensiteit van vortex. Omdat er geen analyse is uitgevoerd naar de daadwerkelijke landingsgewichten van vliegtuigen en de impact op de sterkte van de vortex kan nog niet bepaald worden hoe effectief deze maatregel zal zijn.

NOTITIE

Bijlagen

1. Vortex formule

$$\Gamma = \frac{4L}{\rho \pi b V}$$

Waar: Γ = Vortexintensiteit $\left[\frac{m^2}{s}\right]$

L = Lift $[N]$

ρ = Luchtdichtheid $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$, op zeeniveau in ISA condities

b = Spanwijdte $[m]$

V = Naderingssnelheid $\left[\frac{m}{s}\right]$

2. Meteorologische data voor incidenten met vliegtuig geïdentificeerd

Datum [lokaal]	Tijdstip [lokaal]	Vliegtuigtype [type]	Windrichting [graden]	Windsnelheid [kts]	Windstoot [kts]	Temperatuur [°C]	Luchtdruk [hPa]
25/02/2019	14:30	B777	050	5.8	9.7	15.1	1037.1
09/04/2019	07:01	B777	200	1.9	3.9	9.2	1010.5
28/11/2019	19:19	B744	250	9.7	19.4	8.7	996.8
22/05/2020	16:09	B777	280	13.6	23.3	24.9	1017.5
03/07/2020	13:29	B777	220	9.7	19.4	17.1	1018.8
08/07/2020	17:11	B777	230	5.8	9.7	15.9	1016.6
18/07/2020	18:00	B777	990*	1.9	9.7	26.6	1016.9
04/08/2020	16:56	B777	340	3.9	9.7	23.1	1017.1
26/02/2021	06:02	B777	020	5.8	9.7	6.4	1032.4
19/03/2021	07:21	B777	030	9.7	19.4	0.3	1022.2
06/05/2021	17:33	B777	200	3.9	9.7	8.9	1004.7
04/07/2021	13:30	B738	990*	1.9	9.7	21.5	1008.9
27/07/2021	09:50	B777	190	9.7	17.5	20.0	1012.0

*990 = Veranderlijke windrichting