

ZOGTURBULENTIE

1. INLEIDING

Om risico's veroorzaakt door 'Zogturbulentie' tot een minimum te beperken worden gedurende het landen en opstijgen door ATC speciale separatieminima gehanteerd tussen luchtvaartuigen indien het verschil in gewicht daar aanleiding toe geeft.

De '9th Air Navigation Conference' van ICAO heeft aanbevelingen opgesteld welke hebben geleid tot het opnemen van 'guidance material' in de 11e editie van DOC 4444 PANS-RAC/501/11 met betrekking tot de zogturbulentie problematiek in het algemeen en separatieminima in het bijzonder (DOC 4444RAC/501/11 Attachment L). Daar er geen rapporten zijn ontvangen welke er op wijzen dat de toepassing separatieminima onvoldoende zou zijn, is besloten deze minima in Nederland nagenoeg ongewijzigd toe te passen.

Met nadruk wordt er echter op gewezen dat het toepassen van deze separatie-minima door ATC niet kan garanderen dat nooit hinder van zogturbulentie zal worden ondervonden. Vliegers dienen derhalve waakzaam te blijven voor dit verschijnsel. In het navolgende zijn de inhoudelijk belangrijkste delen uit het genoemde guidance material' weergegeven en waar nodig aangevuld.

2. ZOGTURBULENTIE EIGENSCHAPPEN

- 2.1 Zogturbulentie is in principe aanwezig achter ieder vliegtuig maar is het meest duidelijk herkenbaar en krachtig achter relatief zware 'wide bodied' straalvliegtuigen. Het verschijnsel uit zich in de vorm van (meestal) twee tegen elkaar indraaiende cilindrische luchtmassa's (z.g. vortices) op enige afstand achter het vliegtuig (zie figuur 8). Deze 'vortices' worden sterker naarmate het vliegtuig dat ze opwekt zwaarder is, langzamer vliegt en meer klepuitslag heeft. Dit impliceert dat de relatief sterkste vortices opgewekt worden - en dus het meeste gevaar voor een volgend vliegtuig bestaat - gedurende het opstijgen direct na de start, gedurende de eindnadering en in de landingsfase.

Naarmate het gewicht en de afmetingen van een luchtvaartuig dat een gebied met zogturbulentie binnenvliegt toenemen, zal het effect van zogturbulentie met bepaalde sterkte op dit vliegtuig over het algemeen afnemen. Als gevolg hiervan zal de minimum separatie achter een bepaald vliegtuig moeten toenemen, naarmate het volgende vliegtuig relatief belangrijk lichter en/of kleiner is. Overigens wekt een vliegtuig alleen dan significante 'vortices' op wanneer het tevens draagkracht opwekt d.w.z. bij de start na de rotatie en bij de landing tot dat het neuswiel de grond raakt.

- 2.2 De linker en rechter 'vortices' beïnvloeden elkaar zodanig dat zij onder de vliegbaan uitzakken. Een volgend vliegtuig dat op niet al te korte afstand dezelfde vliegbaan volgt zal met redelijke waarschijnlijkheid in principe geen probleem van betekenis ondervinden. Anders wordt het indien door de aanwezigheid van de grond dit proces belemmerd gaat worden hetgeen met name het geval is vlak na de start en op 'short final'.

Tevens zullen de 'vortices' zich van de vliegbaan af gaan bewegen, naarmate zij dichterbij de grond komen. Alhoewel dit gunstig zou zijn omdat daarmee de vliegbaan weer vrij van 'vortices' zou worden blijkt dat bij geringe dwarswind de bovenwindse 'vortex' zich in de nabijheid van de vliegbaan kan blijven ophouden. Speciale aandacht moet daarom worden geschonken aan situaties met weinig wind waarbij de 'vortices' in de eindnaderings en landings gebieden kunnen blijven hangen, naar een parallel baan kunnen driften of door hun neerwaartse beweging in de vliegbaan van andere landende of startende vliegtuigen terecht kunnen komen.

- 2.3 Helikopters produceren in de vlucht 'vortices' welke, in verhouding tot het gewicht, soms krachtiger zijn dan die welke door vaste-vleugel vliegtuigen ontstaan. Tijdens 'hovering' en taxiën dienen zij eveneens op voldoende afstand te worden gehouden van lichte vliegtuigen (Zie figuur 9).

- 2.4 'Vortices' kunnen in het algemeen op drie manieren uitsterven:
- na relatief lange tijd t.g.v. visceuze wrijving van de luchtmasse; dit proces kan versneld worden door atmosferische turbulentie; deze turbulentie kan zelfs zo sterk zijn dat het systematische snelheids-patroon van de 'vortices' zodanig wordt verstoord dat zij relatief snel opgaan in omringende atmosfeer;
 - in zeer rustige atmosfeer en buiten het grondeffect t.g.v. zg. sinusoïdale oscillaties waarbij linker en rechter 'vortices' in lengte richting op regelmatige afstanden samen komen en onderbroken worden;
 - t.g.v. z.g. 'core bursting' waarbij de kern van de 'vortices' plotseling verwijdt.

De exacte levensduur van de 'vortices' is afhankelijk van een groot aantal factoren waardoor het vooralsnog niet mogelijk is deze voor de gegeven omstandigheden te voorspellen. De separatieminima zijn uitgegroeid uit de praktijkervaring met bepaalde separaties, theoretische studies en experimenten op beperkte schaal.

3. EFFECT VAN HET BINNENVLIEGEN VAN EEN GEBIED MET ZOGTURBULENTIE

De drie voornaamste effecten bij het binnenvliegen van een zogturbulentie gebied zijn:

- het ongewild gaan 'rollen' van het vliegtuig,
- verlies van hoogte of vermindering van stijgsnelheid en
- mogelijke structurele overbelasting.

Ernstige situaties kunnen zich voordoen indien de opgewekte beweging de besturingsmogelijkheden van het vliegtuig overtreft.

Tijdens de eindnadering of kort na de start kan deze situatie nog aanmerkelijk ernstiger worden gezien de kritieke toestand waarin het vliegtuig zich bevindt met betrekking tot snelheid, hoogte, stuwkracht en reactietijden.

4. ZOGTURBULENTIE CATEGORIEËN

- 4.1 Zogturbulentie separatieminima worden gebaseerd op een onderverdeling van luchtvaartuigen in drie categorieën, bepaald door het maximaal toegestane startgewicht.
- 4.2 De drie categorieën, zoals die voor vliegplan informatie (Item 9 van het JCAO vliegplan) worden gebruikt zijn:
- 'Heavy' (H) - luchtvaartuigen van 136.000 kg ((300.000 lb) of meer.
 - 'Medium'(H) - luchtvaartuigen lichter dan 136.000 kg (300.000 lb) en zwaarder dan 7000 kg (15.500 lb); en
 - 'Light' (L) - luchtvaartuigen van 7000 kg (15.500lb) of minder.

5. TOEPASSING VAN ZOGTURBULENTIE SEPARATIEMINIMA

- 5.1 Zogturbulentie separatieminima zijn bedoeld om uitsluitend het potentiële zogturbulentiegevaar te minimaliseren. Wanneer onder bepaalde omstandigheden door andere factoren dan zogturbulentie grotere separatieminima vereist zijn, dan worden de grootste minima onder die omstandigheden toegepast.
- 5.2 Zogturbulentie separatieminima kunnen worden toegepast in die omstandigheden, waar geen specifieke separateminima zijn aangegeven indien in een potentiële aanwezigheid van zogturbulentie wordt voorzien.
- Omdat zogturbulentie niet zichtbaar is kunnen de aanwezigheid en locatie niet met grote precisie worden vastgesteld; als gevolg hiervan moeten verkeersleiders en vliegers een duidelijk inzicht hebben in mogelijke situaties waar gevaar bestaat voor het binnenvliegen van een gebied met zogturbulentie.

6. ZOGTURBULENTIE SEPARATIEMINIMA

6.1 Tussen aankomende vluchten

De volgende separatieminima worden door ATC gehanteerd gedurende het landen en opstijgen ongeacht de meteorologische omstandigheden die van invloed zouden kunnen zijn op plaats en levensduur van zogturbulentie.

6.1.1 *Radarseparatieminima*

categorie vóórgaand vliegtuig	categorie volgend vliegtuig	minima
HEAVY	HEAVY	4 NM
	MEDIUM	5 NM
	LIGHT	6 NM
MEDIUM	HEAVY	3 NM
	MEDIUM	3 NM
	LIGHT	4 NM
LIGHT	HEAVY	3 NM
	MEDIUM	3 NM
	LIGHT	3 NM

N.B. zie ook figuur 1.

Bovenstaande minima zullen worden toegepast indien:

- een luchtvaartuig zich direct achter een ander luchtvaartuig bevindt op dezelfde hoogte of minder dan 300m (1000ft) lager; of
- beide luchtvaartuigen dezelfde landingsbaan gebruiken of parallelle landingsbanen die minder dan 760m (2500ft) van elkaar zijn gelegen; of
- een luchtvaartuig de baan van een ander luchtvaartuig kruist

6.1.2 *Non-radarseparatieminima*

Voor in de tijd gesepareerde eindnaderingen zullen minima worden gehanteerd welke gelijk of groter zijn dan die welke overeenkomen met de onder 6.1.1. genoemde criteria voor afstand.

Voor HEAVY en MEDIUM achter HEAVY EN LIGHT achter MEDIUM zal dit ca. 2 minuten bedragen, voor LIGHT achter HEAVY ca. 3 minuten.

In alle andere gevallen zal de separatie tengevolge van de baanbezettingstijd over het algemeen voldoende tijdseparatie i.v.m. zogturbulentie bewerkstelligen.

6.2 Tussen vertrekkende vluchten

6.2.1 Behalve in die gevallen aangegeven in 6.2.2. wordt een minimum van 2 minuten gehanteerd indien een LIGHT of MEDIUM luchtvaartuig start achter een HEAVY wanneer:

- dezelfde startbaan wordt gebruikt;
- parallelle startbanen welke minder dan 760m (2500ft) van elkaar zijn gelegen worden gebruikt;
- kruisende startbanen worden gebruikt waarbij de geprojecteerde vliegtuigbanen elkaar kruisen;
- parallelle startbanen worden gebruikt welke meer dan 760m (2500ft) van elkaar zijn gelegen maar de geprojecteerde vliegbanen elkaar kruisen.

N.B. Zie ook de figuren 2 en 3.

6.2.2 Een separatieminimum van 3 minuten wordt toegepast wanneer een LIGHT of MEDIUM luchtvaartuig start achter een HEAVY van:

- a. een tussen liggend gedeelte van de baan, of
- b. een tussen liggend gedeelte van een parallel baan welke gelegen is op minder dan 760m (2500ft) afstand.

N.B. Zie figuur 4.

6.2.3 In alle andere gevallen dan onder 6.2.1. en 6.2.2. genoemd wordt 1 minuut als minimum gehanteerd.

6.3 Verplaatste landingsdrempel

Een separatieminimum van 2 minuten moet worden toegepast tussen LIGHT of MEDIUM luchtvaartuigen en een HEAVY indien de landingsdrempel is verplaatst wanneer:

- a. een start wordt uitgevoerd na de landing van een HEAVY, of
- b. een landing wordt uitgevoerd na de start van een HEAVY indien de geprojecteerde vliegbanen verwacht worden elkaar te kruisen.

N.B. Zie in dit verband ook para 7 en figuren 6A en 6B.

6.4 Verkeer in tegengestelde richting

Indien een HEAVY luchtvaartuig een 'low-pass' of 'missed approach' maakt en een ander luchtvaartuig stijgt op in tegengestelde richting dan dienen de volgende separatie minima te worden gehanteerd afhankelijk van de categorie van het startende luchtvaartuig:

- a. MEDIUM : 2 minuten
- b. LIGHT : 3 minuten

N.B. zie ook figuur 5.

7. VERMIJDEN VAN ZOGTURSULENTIEGEBIEDEN

Figuur 6 geeft enige voorbeelden van methoden welke kunnen worden toegepast als extra voorzorg ter voorkomen van het binnenvliegen van een gebied met zogturbulentie.

8. WAARSCHUWEN VOOR MOGELIJKE AANWEZIGHEID VAN ZOGTURBULENTIE

Figuur 7 geeft enige richtlijnen aan plaatselijke verkeersleiders m.b.t. omstandigheden waaronder het waarschuwen van vliegers voor de eventuele aanwezigheid van zogturbulentie wenselijk is.

9. MELDEN VAN ZWARE ZOGTURBULENTIECATEGORIE IN R/T

Vliegtuigen die onder de categorie 'HEAVY' vallen moeten voor vertrek of aankomst bij de eerste radio contact met TWR of APP direct na hun roepnaam het woord 'HEAVY' vermelden.

Mocht u nog nadere informatie wensen naar aanleiding van deze mededeling, dan kunt u zich wenden tot:

Directie Luchtvaartinspectie
Postbus 575
2130 AN HOOFFDORP
Telefoon: 02503 - 63131

Gebouw de Meerveste I
Saturnusstraat 71
HOOFFDORP

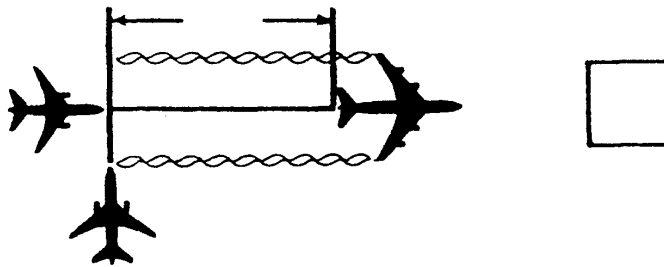
De openingstijden voor publiek zijn van maandag t/m vrijdag van 09.00 uur tot 12.00 uur en van 13.30 uur tot 16.00 uur.

BIJLAGE 1 bij MAL 47/92

Deze pagina's dienen toegevoegd te worden aan MAL 47/92 van 9 december 1992.

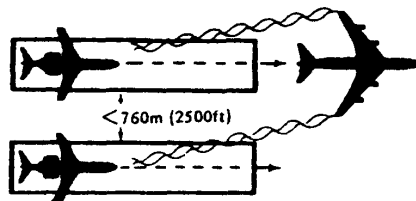
ZOGTURBULENTIE SEPARATIE MINIMA

4NM - HEAVY achter HEAVY	HEAVY achter HEAVY	- 2 min.
5NM - MEDIUM achter HEAVY	MEDIUM achter HEAVY	- 2 min.
6NM - LIGHT achter HEAVY	of LIGHT achter HEAVY	- 3 min.
4NM - LIGHT achter MEDIUM	LIGHT achter MEDIUM	- 2 min.
3NM - Alle andere gevallen zie 6.2.1	In alle andere gevallen is de baan- bezettingstijd bepalend. Zie 6.2.2	



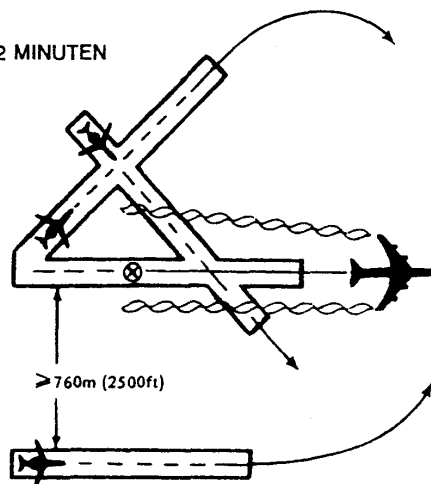
figuur 1 (Zie 6.2)

2 MINUTEN



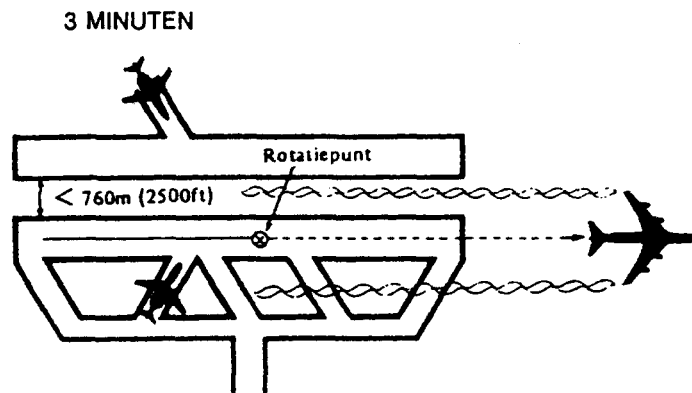
figuur 2 (Zie 6.3.1)

2 MINUTEN

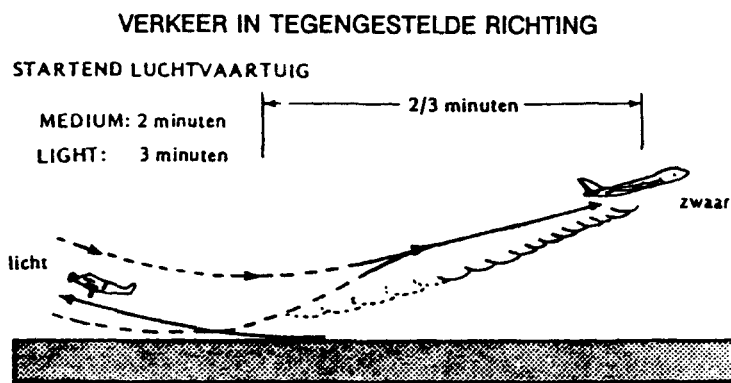


figuur 3 (Zie 6.3.1)

BIJLAGE 2 bij MAL 47/92



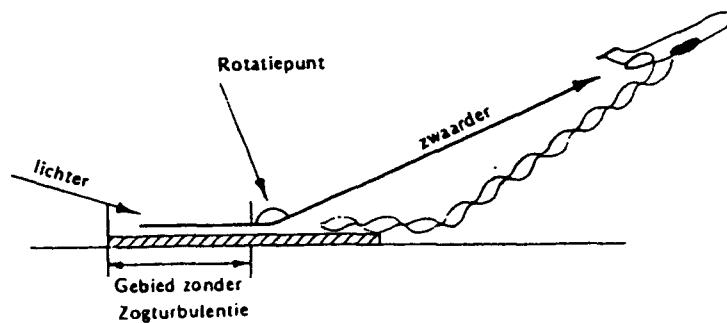
figuur 4 (Zie 6.3.2)



figuur 5 (Zie 6.5.1)

VERMIJDEN VAN ZOGTURBULENTIE

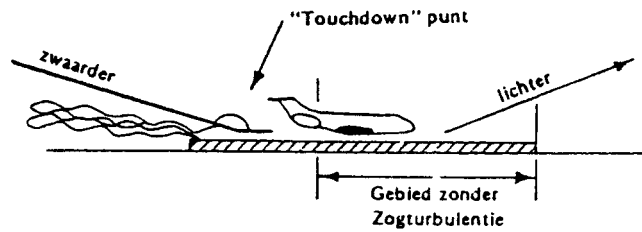
Een lichter luchtvaartuig dat relatief kort achter een zwaarder luchtvaartuig aankomt, kan zijn 'touchdown' punt vóór het rotatiepunt van het vertrekkende vliegtuig trachten te leggen.



figuur 6a

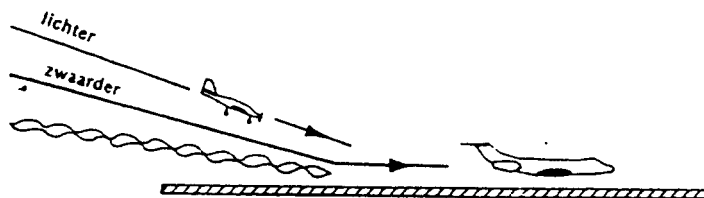
BIJLAGE 3 bij MAL 47/92

Een lichter vliegtuig dat vertrekt, relatief kort na de aankomst van een zwaarder luchtvaartuig, kan zijn rotatiepunt kiezen voorbij het 'touchdown' punt van het landende luchtvaartuig.



figuur 6b

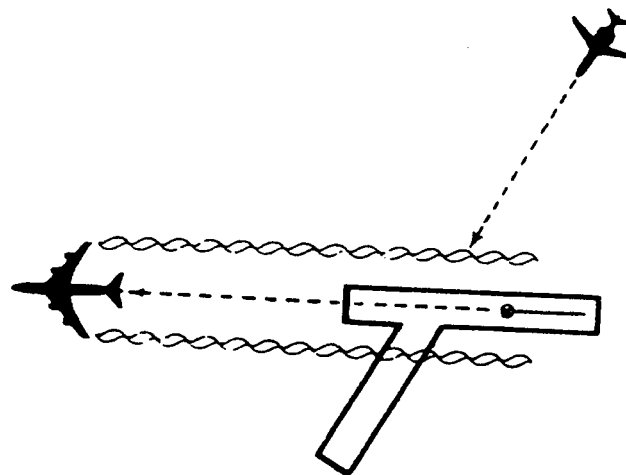
Een lichter luchtvaartuig dat landt na een zwaarder luchtvaartuig kan zijn vliegbaan boven en zijn 'touchdown' punt verder weg kiezen dan resp. de vliegbaan en 'touchdown' punt van het voorgaande vliegtuig.



figuur 6c

WAARSCHUWINGEN VOOR MOGELIJKE AANWEZIGHEID VAN ZOGTURBULENTIE

Aan een luchtvaartuig dat nadert achter een vertrekkend HEAVY, of een LIGHT dat nadert achter een vertrekkend MEDIUM, een kruisende baan gebruikt en waarbij tevens de vliegbanen elkaar kruisen.

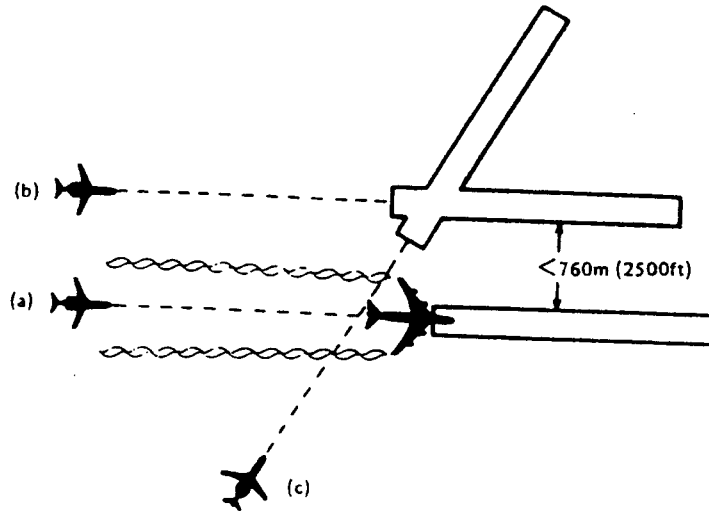


figuur 7a

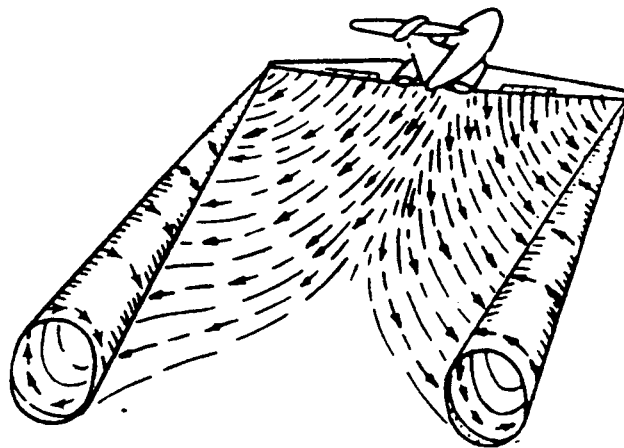
BIJLAGE 4 bij MAL 47/92

Aan een luchtvaartuig dat nadert achter een HEAVY, of een LIGHT dat nadert achter een MEDIUM, indien deze:

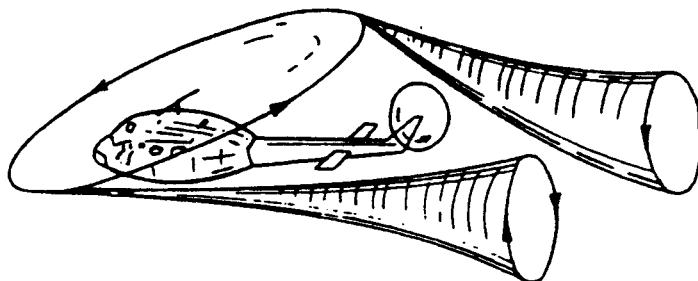
- dezelfde baan gebruikt als het voorgaande,
- een parallel-baan gebruikt op minder dan 760m (2500ft) afstand,
- een niet-parallel-baan gebruikt en de vliegbanen elkaar kruisen.



figuur 7b



figuur 8



figuur 9