

8	302	LUXEMBURG	930
AZ	419	TURIN	935
LH	1122	NEAPEL	935
LH	1906	MADRID	935
LH	1022	STUTTGA RT HBF	935
AF	1701	LYON	940
AY	822	HELSINKI	940
AA	071	STRA NCTSCO-DALLAS	940
AF	743	PARIS	940
LH	1118	VENE DIG	940
DL	023	DALLAS	950
8	892	AMSTERDAM	950

21.171.37 • december 2022

Invoergegevens voor Doc.29 geluidberekeningen voor Nederlandse regionale luchthavens

Eindrapport

dBvision
partner in kennis, innovatie en oplossingen



AerLabs

adecs >>>
airinfra

to70

Invoergegevens voor Doc.29 geluidberekeningen voor Nederlandse regionale luchthavens

Eindrapport

Rapport

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Rijnstraat 8

Den Haag

Postbus 20904

2500 EX Den Haag

To70

Postbus 85818

2508 CM Den Haag, Nederland

tel. +31 (0)70 3922 322

Email: info@to70.nl

Door:

Kjeld Vinkx (To70)

Rik Graas (To70)

Gejo Heppe (NLR)

Jaap Beintema (NLR)

Den Haag, december 2022

Samenvatting

Dit rapport geeft een beschrijving van de invoergegevens en de wijze van toepassing van deze gegevens voor geluidberekeningen voor de regionale luchthavens. De invoergegevens zijn samengesteld om voor de regionale luchthavens de Lden en Lnight geluidbelasting door het startende en landende vliegverkeer te bepalen op basis van de ECAC Doc.29 rekenmethode (hierna: Doc.29).

In 2017 is de toepassing van de Doc.29 methode voor Schiphol geïmplementeerd. Op basis van onderzoek in 2020 – 2021 is geconcludeerd dat de Doc.29 rekenmethode ook toe te passen is als bepalingmethode voor de geluidbelasting voor de regionale luchthavens. Dit betreft zowel de regionale luchthavens van nationale betekenis (Groningen Airport Eelde, Lelystad Airport, Maastricht Aachen Airport en Rotterdam The Hague Airport) als de regionale luchthavens van regionale betekenis.

De invoergegevens bestaan uit:

- een indeling van vliegtuigtypes naar representatieve vliegtuigtypes (proxytypes);
- de geluidsniveaus van de proxytypes als functie van het motorvermogen en de afstand;
- het verloop van hoogte, snelheid en stuwkracht als functie van de afstand tot de baan voor de proxytypes.

In opdracht van IenW zijn door NLR, To70, AerLabs, Adecs en dBvision de invoergegevens samengesteld voor de toepassing van de Doc.29 methode voor de regionale luchthavens. De gegevens zijn gebaseerd op de gegevens in de Aircraft Noise and Performance (ANP) database die beschikbaar is gesteld bij ECAC Doc.29. De gegevens in de ANP database zijn generiek van aard en geven hierdoor niet altijd een goede representatie van de vluchtuitvoering op de regionale luchthavens. Op basis van de gegevens in de ANP database zijn er daarom voor de regionale luchthavens specifieke profielen samengesteld voor startend verkeer, voor landend verkeer en voor vluchten via het circuit.

Voor de invoergegevens en de toepassing ervan voor de regionale luchthaven is ervoor gekozen om op onderdelen af te wijken van de gegevens en methoden voor Schiphol. Dit betreft:

- gebruik van de nieuwste ANP gegevens, waarmee enkele nieuwe proxytypes beschikbaar zijn,
- selecteren van een proxytype op basis van een vaste indelingslijst, met correctiefactoren op basis van certificatiegegevens,
- voor starts zijn profielen bij verschillende stuwkrachtsettings en profielen voor level starts afgeleid,
- toevoeging van klein verkeer en specifieke profielen voor klein verkeer,
- toekenning van profielen voor startend verkeer op basis van radardata (voor de luchthavens van nationale betekenis).

De invoergegevens zijn opgenomen in het Excel document 'Doc29 Regionaal - Invoergegevens v1.1' (29 december 2022). De wijze van toepassing van de gegevens is beschreven in hoofdstuk 6. De methode zal worden opgenomen in een rekenvoorschrift.

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	3
1 Inleiding.....	5
1.1 Achtergrond	5
1.2 Invoergegevens.....	5
1.3 Doelbereik.....	5
1.4 Leeswijzer	6
2 ANP database	7
3 Indelingslijst vliegtuigtypes	8
3.1 Geldige proxytypes	8
3.2 Indelingslijst.....	9
3.3 Geluidcorrecties.....	10
4 Geluidgegevens.....	12
5 Vliegprofielen	13
5.1 Starts13	
5.2 Landingen	15
5.3 Vluchten via een circuitgebied	18
6 Toewijzen invoergegevens	21
6.1 Selecteren van het proxytype	21
6.2 Correctiefactor bij indeling vliegtuigtypes	21
6.3 Toekennen van een vliegprofiel.....	22
7 Invoergegevens	26
8 Verschil t.o.v. Schiphol	27
Afkortingenlijst.....	28
Referenties	30
Bijlage A. Schematische weergave totstandkoming indelingslijst.....	31
Bijlage B. Samenstellen van ANP proxytypes met bijpassende referenties	32
Bijlage C. Overzicht regionale luchthavens.....	34

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Voor de luchthaven Schiphol is in 2017 de ECAC Doc.29 rekenmethode (hierna: Doc.29, zie ref. [3], [4] en [5]) toegepast voor de berekening van de jaargemiddelde Lden en Ln_{night} geluidbelasting door het startende en landende luchthavenluchtverkeer (hierna: vliegverkeer). In navolging van Schiphol is geconcludeerd dat de Doc.29 rekenmethode (vierde editie) ook toe te passen is als bepalingmethode voor de geluidbelasting voor de regionale luchthavens, zie ref. [1]. Dit betreft zowel de regionale luchthavens van nationale betekenis (Groningen Airport Eelde, Lelystad Airport, Maastricht Aachen Airport en Rotterdam The Hague Airport) als de regionale luchthavens van regionale betekenis.

1.2 Invoergegevens

In opdracht van IenW zijn de invoergegevens samengesteld die bij toepassing van de Doc.29 methode voor de regionale luchthavens gebruikt moeten worden. De samenstelling van de gegevens is gebaseerd op onderzoek dat door NLR, To70, AerLabs, Adecs en dBVision is uitgevoerd, zie ref. [6], [7] en [8].

Dit rapport beschrijft het resultaat van dit onderzoek: de invoergegevens zoals die zijn samengesteld en de methode en uitgangspunten die daarbij zijn gehanteerd. Ook beschrijft dit rapport de wijze waarop de gegevens door 'de gebruiker' moeten worden toegewezen. De gebruiker verwijst daarbij naar degene die de Doc.29 berekeningen uitvoert.

De invoergegevens zijn gebaseerd op de kennis, inzichten en gegevens die nu beschikbaar zijn. Nieuwe brongegevens, veranderingen in het gebruik van luchthavens of nieuwe inzichten (bijv. opgedaan uit de toepassing van invoergegevens) kunnen aanleiding zijn om de invoergegevens te actualiseren. Het wordt aanbevolen om hiervoor een evaluatiemoment in te plannen.

1.3 Doelbereik

De invoergegevens hebben betrekking op het startend en landend vliegverkeer (inclusief circuitvluchten) met vaste vleugelvluchtuijgen. Helikopters en militair vliegverkeer maken hier geen onderdeel van uit, net als het luchtvaartgeluid door het taxiën van en naar start- en landingsbanen, proefdraaien en geluid door activiteiten op het platform.

De invoergegevens hebben betrekking op het vliegverkeer van de regionale luchthavens van nationale betekenis en de luchthavens van regionale betekenis, niet zijnde helikopterhavens. Bijlage C geeft een overzicht van de regionale luchthavens. De luchthavens van nationale betekenis betreft de volgende luchthavens:

- Rotterdam The Hague Airport (RTHA);
- Lelystad Airport (LA);
- Groningen Airport Eelde (GAE);
- Maastricht Aachen Airport (MAA).

Alhoewel luchthaven Eindhoven een militaire luchthaven betreft, kunnen de invoergegevens voor de luchthavens van nationale betekenis ook gebruikt worden voor het civiel vliegverkeer naar Eindhoven Airport (EA).

De invoergegevens kunnen zowel gebruikt worden voor een in de praktijk gerealiseerde situatie als een prognose. De methodiek van toewijzing van de invoergegevens richt zich echter wel in eerste instantie op een geluidberekening voor een gerealiseerde situatie, waarvan geregistreerde gegevens (in meer of mindere mate) bekend zijn. Het proces voor een prognoseberekening vereist dat (onderbouwde) aannames gedaan worden over de verwachte situatie, bijvoorbeeld op basis van empirische gegevens. Hoe deze aannames het beste gedaan kunnen worden, kan sterk verschillen per situatie en is hier niet verder uitgewerkt.

1.4 Leeswijzer

De invoergegevens zijn gebaseerd op de gegevens in de Aircraft Noise and Performance (ANP) database die beschikbaar is gesteld bij ECAC Doc.29. Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van de gegevens in de ANP database. Hoofdstuk 3 geeft de beschrijving van de totstandkoming van de indelingslijst van vliegtuigen naar proxytypes. Hoofdstuk 4 beschrijft de totstandkoming van de geluidgegevens van de proxytypes; de totstandkoming van de vliegprofielen voor de regionale luchthavens is beschreven in hoofdstuk 5. In hoofdstuk 6 is beschreven op welke wijze de gegevens worden toegewezen aan een vlucht. Hoofdstuk 7 geeft een verwijzing naar de database met de invoergegevens. Hoofdstuk 8 geeft een overzicht van de verschillen in de invoergegevens ten opzichte van de invoergegevens die voor Schiphol zijn afgeleid. Tot slot geeft hoofdstuk 9 enkele aanbevelingen voortkomend uit het project.

2 ANP database

Voor een Doc.29 berekening van de Lden geluidbelasting door het startende en landende vliegverkeer zijn geluid- en vliegprestatiegegevens van vliegtuigen nodig:

1. De geluidgegevens zijn de gegevens die nodig zijn om de bijdrage aan de geluidbelasting van een individuele vliegtuigpassage te berekenen. Voor een Doc.29 Lden berekening betreft dit de SEL en L_{Amax} geluidniveaus als functie van het motorvermogen en de afstand.
2. De vliegprestatiegegevens betreffen het verloop van de hoogte, snelheid en motorvermogen als functie van de afgelegde afstand van het vliegtuig ten opzichte van de start-/landingsbaan.

ECAC Doc.29 is beschikbaar gesteld met een Aircraft Noise and Performance (ANP) database met geluid- en standaard vliegprestatiegegevens van een aantal vliegtuigtypes. Ook geeft de ANP database gegevens waarmee vliegprestatiegegevens afgeleid kunnen worden.

In de laatst beschikbare versie van de ANP database (versie 2.3) zijn in totaal 155 verschillende straal- en propellervliegtuigtypes opgenomen met startgewichten die uiteenlopen van ruim 1.000 kg tot circa 570.000 kg. In de voorlopige aanvulling van versie 2.4 komen zeven vliegtuigtypes voor met straalaandrijving; voor één van de types zijn de gegevens aangepast ten opzichte van de gegevens in de basisversie (Boeing 777-300ER). Het type met de aangepaste gegevens uit de voorlopige versie 2.4 is in de verdere analyses betrokken en vervangt het eerdere type uit versie 2.3. De overige zes vliegtuigtypes uit de voorlopige versie 2.4 betreffen types die niet in versie 2.3 waren opgenomen. In de samengestelde ANP database (hierna aangeduid met v2.3+) komen derhalve 161 (= 155-1+7) representatieve types voor (proxytypes).

In de praktijk zijn er (veel) meer verschillende vliegtuigtypes in gebruik dan waarvoor gegevens in de ANP database zijn opgenomen. Daarnaast komt een vliegtuigtype vaak in meerdere configuraties beschikbaar. Veelal is dit het gevolg van verschillende motoruitvoeringen of uiteenlopende startgewichten waarvoor een certificatie is afgegeven.

Bij de ANP database is daarvoor een indelingslijst met vliegtuigtypes beschikbaar gesteld. De indelingslijst geeft aanbevolen vervangende toestellen ('proxy's') met vergelijkbare geluid- en prestatiekenmerken die in de ANP database zijn opgenomen, met een correctiefactor voor het adequaat meenemen van het ontbrekende vliegtuig in een geluidberekening. De hoogte van de correctiefactor is gebaseerd op het verschil in geluidcertificatiewaarden tussen het ontbrekende vliegtuig en de proxy.

De invoergegevens voor Doc.29 berekeningen voor de regionale luchthavens zijn gebaseerd op de ANP gegevens. Dit is beschreven in de volgende hoofdstukken.

3 Indelingslijst vliegtuigtypes

De ANP indelingslijst is aangepast voor de toepassing van Doc.29 voor de regionale luchthavens. De aanpassingen hebben betrekking op:

- Het verwerken van de aanvullingen in de ANP database na versie 2.2,
- Het vervangen van proxytypes waarvoor geen specifieke vliegprofielen voor regionale luchthavens voor kunnen worden afgeleid (door het ontbreken van gegevens daarvoor in de ANP database), en
- Het opnemen van licht propellerverkeer in de indelingslijst.

De indeling is gebaseerd op:

- het vastleggen van 'geldige' proxytypes uit de ANP database, zie paragraaf 3.1;
- het actualiseren en aanvullen van de ANP indelingslijst, zie paragraaf 3.2.

Een schematische weergave van de methode om te komen tot de indelingslijst is opgenomen in bijlage A.

3.1 Geldige proxytypes

Uit de vliegtuigtypes in versie 2.3 van de ANP database en de voorlopige aanvulling van versie 2.4 van de ANP database zijn de *geldige* proxy's geselecteerd. Een proxy is geldig als aan de volgende voorwaarden is voldaan:

- Voor de proxy zijn in de ANP databases procedurele vlieg instructies beschikbaar, en
- De proxy is herleidbaar tot een configuratie met geluidcertificatie (=referentie).

In de ANP database versie 2.3 en de voorlopige aanvulling van versie 2.4 zijn voor een aantal proxy's geen procedurele vlieg instructies beschikbaar. Voor deze types zijn daardoor geen specifieke start- en naderingsprofielen af te leiden (zie hoofdstuk 5), waardoor deze types onvoldoende bruikbaar zijn voor de toepassing van Doc.29 voor de regionale luchthavens.

Voor de overige proxy's zijn referenties bepaald op basis van EASA geluidcertificatiedatabases (november 2021). EASA maakt onderscheid naar straalvliegtuigen, zware en lichte propellervliegtuigen en helikopters. Dit onderscheid komt voort uit de verschillende richtlijnen voor certificatiemetingen volgens ICAO Annex 16. Volgens deze richtlijn is voor zware propellervliegtuigen als grens een startgewicht van 8614 kg of hoger aangehouden. Aangezien Doc.29 geen betrekking heeft op helikopters en gegevens van helikopters niet zijn opgenomen in de ANP database, zijn deze hier verder buiten beschouwing gelaten.

Tabel 1: Beschikbare certificatiegegevens in EASA database (november 2021)

Database	Configuraties met certificatiewaarden	Certificatiemethode (ICAO Annex 16 Chapter)	Aantal en soort geluidwaarden
Jet (issue 37)	20873	2, 3, 4, 14	3 (Lateral, Flyover, Approach)
Heavy Prop (issue 35)	1224	2, 3, 4, 5, 14	3 (Lateral, Flyover, Approach)
Light Prop (issue 37)	3386	6	1 (Overflight)
	6381	10	1 (Take-off)

De configuraties in de EASA databases zijn geadministreerd met een uniek recordnummer. Dit nummer is gebruikt als referentie voor het proxytype. Bijlage B beschrijft de gevolgde stappen voor het bepalen van de referenties in meer detail.

De beschreven aanpak resulteert in 103 geldige proxytypes:

- 81 proxytypes voor straalvliegtuigen;
- 11 proxytypes voor zware propellervliegtuigen;
- 11 proxytypes voor lichte propellervliegtuigen.

Van deze proxytypes zijn de kenmerken vastgelegd, waaronder de ICAO code, het aantal motoren en de geluidcertificatiegegevens.

3.2 Indelingslijst

Voor de toepassing van Doc.29 voor de regionale luchthavens is de ANP indelingslijst geactualiseerd en uitgebreid. De volgende aanpassingen zijn gedaan:

- Vliegtuigtypes (ICAO types) die niet zijn opgenomen in de ANP-indelingslijst maar wel voorkomen op de regionale luchthavens zijn toegevoegd aan de lijst, gebaseerd op het vliegverkeer dat op de regionale luchthavens vliegt;
- De indeling van vliegtuigtypes is geactualiseerd voor de nieuw beschikbare proxytypes en alleen de geldige proxytypes;
- Geluidcorrecties zijn bepaald op basis van recente EASA databases.

Voor het opnemen van extra ICAO types in de ANP substitutielijst zijn vluchtgegevens gebruikt van het gerealiseerd vliegverkeer op de regionale luchthavens. Hiervoor zijn de jaarcijfers over de periode 2018-2021 beschouwd voor de vier grote luchthavens (MAA, GAE, LA en RTHA) en de acht kleine luchthavens (Ameland, Budel, Drachten, Hoogeveen, Hilversum, Midden Zeeland, Seppe, Teuge en Texel). Hieraan toegevoegd zijn jaarcijfers met burgerverkeer van luchthaven Eindhoven. In totaal komen 1,82 miljoen vluchten voor. Hieruit zijn de 774 unieke ICAO types afgeleid voor straalverkeer en propellerverkeer (licht en zwaar), waarvan 635 types te herleiden zijn tot een bekend vliegtuigtype. Deze ICAO types vormen de basis voor de actualisatie van de substitutielijst. Voorwaarde om ICAO types te kunnen indelen is dat voor deze types geluidniveaus beschikbaar zijn.

Sinds het uitbrengen van de ANP indelingslijst, zijn enkele nieuwe proxytypes beschikbaar gekomen. Een voorbeeld is dat met de voorlopige aanvulling van versie 2.4 ook de A320neo en de A321neo als proxy beschikbaar zijn. Deze toestellen zijn in de ANP indelingslijst nog ingedeeld op basis van een A320 en een A321 en zijn met de actualisatie opnieuw ingedeeld. Daarnaast was actualisatie nodig voor vliegtuigtypes die op basis van de ANP indeling geen geldige proxy (zie paragraaf 3.1) hebben.

Voor het actualiseren en uitbreiden van de indeling is de methode toegepast die eerder voor Schiphol is toegepast, ref. [2]. De Schiphol substitutiemethode is ontwikkeld voor de indeling van groot verkeer. Voor de regionale luchthavens dient ook klein verkeer ingedeeld te worden. De methode is hiervoor als volgt aangepast:

- De ANP indeling is gevolgd, tenzij deze wijzigt als gevolg van nieuw beschikbare proxytypes en/of het toekennen van een geldig proxytype;
- Voor klein verkeer is de weging van de geluidverschillen aangepast omdat slechts één geluidwaarde van toepassing is bij certificatie volgens chapter 6 (overflight) en chapter 10 (take-off).
- Bij het afleiden van proxytypes is rekening gehouden met de configuraties en de meetmethode waarvoor de geldige proxytypes zijn vastgesteld. Voor zowel chapter 6 als chapter 10 zijn 'kandidaat proxytypes' bepaald. Het proxytype met de hoogste score is toegekend, waarbij het proxytype

volgens chapter 10 is toegekend bij een gelijke score. Het toegekende proxytype is gekoppeld aan de certificatiemethode waarvoor in een later stadium geluidcorrecties zijn afgeleid.

- Er is een voorkeursvolgorde toegevoegd om te voorkomen dat types geen goede match vinden als proxy. Het kwam voor dat vliegtuigtypes een dusdanig laag gewicht en certificatieniveau hadden, dat er op basis van de substitutiemethode geen punten werden toegekend voor het MTOW en de geluidniveaus. De voorkeursvolgorde houdt in dat bij gelijke score het type met het best passende MTOW is geselecteerd. Als dat geen uitsluitsel bood, is gekeken naar geluidcorrectie.

Tot slot is als voorwaarde gesteld dat een straalvliegtuig alleen gesubstitueerd wordt door een proxy met straalmotoren. Hetzelfde geldt voor lichte en zware propellervliegtuigen. Voor de indeling in deze drie categorieën is de indeling aangehouden volgens de certificatedatabases van EASA (zie Tabel 1).

Op basis van bovenstaande methode is de indeling geautomatiseerd. Hierbij is ervoor gekozen om ICAO codes (o.b.v. ICAO Doc 8643) aan geluidcertificaten te koppelen door middel van fuzzy logic. Hiervoor zijn de fabrikant, modelnaam en type aanduiding gebruikt. Om bekende problemen met verschillende merknamen te vermijden (waar het in werkelijkheid dezelfde fabrikant is) is handmatig een lijst met synoniemen van fabrikanten gemaakt. Verder is handmatige invoer toegestaan. Handmatige invoer overschrijft de automatische koppeling o.b.v. de beschrijving. Vergelijkbare logica is gebruikt voor de koppeling van EASA certificaten aan ANP types en de koppeling van ICAO motorgegevens aan de EASA certificaten.

De methode resulteert er in dat:

- 153 vliegtuigtypes zijn ingedeeld volgens de ANP-indelingslijst;
- 262 vliegtuigtypes zijn ingedeeld op basis van de (aangepaste) substitutiemethode;
- 23 vliegtuigtypes handmatig zijn ingedeeld. Dit betreft vliegtuigtypes die relatief veel voorkomen op de regionale luchthavens maar waarvoor gegevens ontbreken om de types automatisch in te delen.

3.3 Geluidcorrecties

Voor het adequaat bepalen van de geluidbelasting van een vliegtuigtype met een geselecteerde proxy, wordt een correctiefactor toegepast die (een benadering van) het verschil in geluidbelasting tussen beide types geeft. De correctiefactor dient gebaseerd te worden op het verschil in de geluidcertificatiegegevens van het betreffende vliegtuigtype (op basis van het geluidcertificaat) en het proxytype, zie paragraaf 6.2.

Als fall-back geeft de indelingslijst een standaard correctiefactor. Voor het afleiden van deze correcties is gebruik gemaakt van databases met geluidcertificatiegegevens van EASA (november 2021). In de EASA databases is de ICAO vliegtuigtype aanduiding niet opgenomen. Om de correctiefactoren te bepalen is de ICAO type aanduiding toegevoegd aan de EASA databases. Hierbij zijn recente gegevens gebruikt afkomstig van ICAO Doc.8643.

De geluidcorrecties zijn op vergelijkbare wijze bepaald als in de ANP substitutielijst: de correcties zijn gebaseerd op de luidruchtigste configuraties. Op enkele punten is afgeweken:

- voor straal- en zwaar propellerverkeer zijn alleen relevante configuraties beschouwd, waarbij de verouderde chapter 2 geluidcertificaties zijn uitgesloten;
- voor licht propellerverkeer zijn de relevante configuraties beschouwd met de certificatiemethode van het bijbehorende proxytype.

De afleiding van de geluidcorrecties is in onderstaande tabellen samengevat.

Tabel 2: Afleiden van geluidcorrecties voor straal- en zwaar propellerverkeer

Stap	Omschrijving
1	Beschouw een ICAO type met bijbehorende ANP proxytype en referentiewaarden
2	Selecteer alle relevante configuraties van dit ICAO type in de betreffende database
3	Bepaal voor alle configuraties de geluidverschillen voor 3 condities (lateral, flyover en approach) t.o.v. de beschouwde referentie (cf. Ref. [2]): → voor departure volgt de verschilwaarde uit het (rekenkundig) gemiddelde van lateral en flyover → voor approach wordt de verschilwaarde gebruikt voor approach conditie
4	De geluidcorrecties volgen uit de hoogste verschilwaarde (de som van de geluidverschillen voor de drie condities) die optreedt bij een van de beschouwde configuraties bij zowel departure als approach condities

Tabel 4 Afleiden van geluidcorrecties voor licht propellerverkeer

Stap	Omschrijving
1	Beschouw een ICAO type met bijbehorende ANP proxytype en referentiewaarden
2	Selecteer alle relevante configuraties voor dit ICAO type in de betreffende database
3	Bepaal voor alle configuraties de geluidverschillen voor 1 conditie (overflight of takeoff) t.o.v. de beschouwde referentie: → voor departure/approach volgt de verschilwaarde bij chapter 10 uit takeoff conditie → voor departure/approach volgt de verschilwaarde bij chapter 6 uit overflight conditie
4	De geluidcorrecties volgen uit de hoogste verschilwaarde (de som van de geluidverschillen voor de drie condities) die optreedt bij een van de beschouwde configuraties

4 Geluidgegevens

De ANP database bevat per proxytype de SEL en L_{Amax} geluidniveaus als functie van het motorvermogen en de afstand. Deze gegevens zijn overgenomen in de invoergegevens voor de toepassing van Doc.29 voor de regionale luchthavens, met de volgende aanpassingen:

1. Voor de CNA182 zijn (hoge) motorvermogens toegevoegd voor starts, met een extrapolatie van de geluidniveaus van maximaal 7 dB.
2. Voor starts met een level segment zijn (lage) motorvermogens toegevoegd voor starts, met een extrapolatie van de geluidniveaus van maximaal 5 dB.
3. Correctie van een deel van de L_{Amax} geluidgegevens voor de Embraer 120.

Ad. 1. Het maximale motorvermogen in het vliegprofiel van de CNA182 is hoger dan de maximale waarde in de standaard ANP gegevens. Op basis van extrapolatie volgens de methode van Doc.29 zou dit resulteren in een extrapolatie van meer dan 10 dB voor de geluidniveaus tijdens de start en daarmee in onrealistisch hoge geluidwaarden. Hierop zijn extra stuwkrachtwaarden opgenomen, tot een maximale extrapolatie van 7 dB, de waarde die als hoogste extrapolatie voorkomt op het lift-off punt voor andere vliegtuigtypes.

Ad. 2. Met de toevoeging van levelsegmenten voor starts in de vliegprofielen (met of zonder acceleratie) kan de stuwkracht lager zijn dan de waarden in de standaard ANP gegevens. Extrapolatie volgens de methode van Doc.29 kan dan resulteren in onrealistisch lage geluidwaarden. Dit is ondervangen door extra stuwkrachtwaarden op te nemen, tot een maximale extrapolatie van 5 dB, waarmee is aangesloten bij de 'common practice' zoals gebruikt door FAA.

Ad. 3 De L_{Amax} geluidgegevens van de Embraer 120 in de ANP gegevens blijken deels niet juist. In de ANP database is het verschil tussen SEL en L_{Amax} waarden constant over de afstand, terwijl dit verschil zou moeten toenemen. De beheerder van de ANP database heeft bevestigd dat de L_{Amax} waarden niet correct zijn. De gegevens zijn gecorrigeerd door deze af te leiden van de SEL-waarden op basis van de door de beheerder van de ANP database aangegeven formule (ontwikkeld door US DOT Volpe Center):

$$LA_{max}(d_i) = SEL(d_i) - 7.19 - 7.73 \times \log_{10}\left(\frac{d_i}{1000}\right)$$

5 Vliegprofielen

De ANP database bevat prestatiegegevens die zijn uitgewerkt in zogeheten vliegprofielen voor startend en landend vliegverkeer. Deze profielen geven het verloop van hoogte, snelheid en stuwkracht als functie van de afstand tot de baan. De 'standaardprofielen' in de ANP database zijn generiek van aard en geven hierdoor niet altijd een realistische representatie van de vluchtuitvoering op de regionale luchthavens.

Daarnaast kan de uitvoering van een vlucht (sterk) verschillen tussen luchthavens. Zo zijn er voor starts verschillen in de startprocedures die maatschappijen toepassen en wordt niet altijd een continue klim uitgevoerd. Voor landend verkeer zijn er vluchten die continue dalen en vluchten die 'trapsgewijs' dalen. Dergelijke verschillen zijn relevant voor het modelleren van de vliegprestaties in geluidberekeningen.

Tot slot bevat de ANP database geen profielen voor vluchten die via een circuitgebied vliegen, terwijl er op de regionale luchthavens wel veel circuitvluchten en starts en landingen via het circuit plaatsvinden.

Op basis van de gegevens in de ANP database zijn er daarom voor de regionale luchthavens specifieke profielen samengesteld voor startend verkeer, voor landend verkeer en voor vluchten via het circuit.

5.1 Starts

Per vliegtuigtype (proxytype) zijn meerdere profielen voor startend verkeer samengesteld voor het representeren van vluchten op de luchthavens van nationale betekenis. De gebruiker dient uit de beschikbare profielen een selectie te maken (zie hoofdstuk 6).

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de startprofielen voor de regionale luchthavens. De toelichting per aspect volgt hierna.

Tabel 3: Overzicht startprofielen regionale luchthavens.

Type verkeer	Type start	Derating	Procedure	Specificaties
Straalverkeer	Regulier: CCO	D00 (100%) D03 (90%) D10 (80%)	NADP1 NADP2 (3 varianten)	-
	Level starts	D00 (100%) D03 (90%) D10 (80%)	NADP2 (3 varianten)	Varianten met levelhoogtes en -lengtes
Turbopropverkeer of propeller	Regulier: CCO	D00 (100%)	Default	-
	Level starts	D00 (100%)	Default	Varianten met levelhoogtes en -lengtes

Type verkeer

Voor de startprofielen is er geen onderscheid gemaakt naar het type (groot of klein) verkeer, luchthaven of zichtvliegvoorschriften (IFR/VFR). Het onderscheid in bovenstaande tabel is gemaakt om aan te geven dat er voor het turboprop- en propellerverkeer (alleen) een "Default" of standaard startprocedure beschikbaar is, terwijl voor het straalverkeer verschillende startprocedures beschikbaar zijn.

Type start

Een 'reguliere' start is een start waarbij het vliegtuig met een continue klim (Continuous Climb Operation - CCO) uitklimt. In situaties kan het voorkomen dat een continue klim niet mogelijk is. In die situaties wordt over een afstand op constante hoogte gevlogen. Dit wordt een 'level start' genoemd. Voor Rotterdam The

Hague Airport en Maastricht Aachen Airport zijn 'level start' profielen samengesteld. De kenmerken van deze profielen zijn gebaseerd op een analyse van radardata.

Derating

Het geselecteerde motorvermogen is van invloed op de start- en klimprestaties van het toestel. In praktijk wordt met straalvliegtuigen in voorkomende situaties met minder vermogen gestart en/of geklommen. In die situaties is de startrol langer en wordt er minder steil geklommen. Profielen zijn samengesteld op basis van 100% (geen derating), 90% en 80% start- en klimvermogen.

Startprocedure

De meest gangbare startprocedures zijn de Noise Abatement Departure Procedures (NADP) 1 en 2. Bij een NADP2 start wordt op lagere hoogte dan bij de NADP1 start geaccelereerd naar de klimsnelheid. Er is één NADP1 profiel samengesteld. Voor dit profiel is verondersteld dat de acceleratie op 3000ft hoogte start en dat de overgang van het start- naar het klimvermogen op 1500ft hoogte ligt. Er zijn drie NADP2 profielen samengesteld: acceleratie op 800ft, 1000ft of 1500ft hoogte. Daarbij is verondersteld dat de overgang van start- naar klimvermogen op dezelfde hoogte plaatsvindt als de start van de acceleratie. Voor turboprop- en propellerverkeer is een "Default" procedure beschikbaar.

Uitgangspunten voor het afleiden van de profielen

De methode voor het afleiden van de profielen is gelijk aan de methode zoals die voor Schiphol in ref. [2] is toegepast. Daarbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Gebruik van gegevens uit ANP-database, versie 2.3, aangevuld met de gegevens uit de voorlopige aanvulling van versie 2.4.
- Gebruik van de NLR Doc.29 profielgenerator (V4). De profielgenerator genereert prestatieprofielen op basis van evenwichtsvergelijkingen en aannames over de meteorologische condities conform ECAC Doc.29, 4e editie.
- De atmosferische condities komen overeen met de condities conform de ICAO standaardatmosfeer (een temperatuur van 15°C en een luchtdruk van 101.325 kPa).
- De prestatiegegevens zijn afgeleid onder de aanname van een horizontale tegenwindcomponent van 8 knopen. Deze tegenwindcomponent, welke standaard van toepassing is binnen ECAC Doc.29, is constant en dus niet afhankelijk van de vliegrichting of de vlieghoogte.
- Profielen zijn gegenereerd op basis van de startgewichten per afstandsklasse (stagelength) uit de ANP database. Dit betreft de volgende afstandsklassen:

Tabel 4: Relatie afstandsklasse en vliegafstand.

Afstandsklasse	Vliegafstand (in nautische mijlen)
1	Minder dan 500 nm
2	500 tot 1.000 nm
3	1.000 tot 1.500 nm
4	1.500 tot 2.500 nm
5	2.500 tot 3.500 nm
6	3.500 tot 4.500 nm
7	4.500 tot 5.500 nm
8	5.500 tot 6.500 nm
9	Meer dan 6.500 nm

- Startprofielen zijn gegenereerd tot een eindhoogte van 20.000ft.

- De lengtes en hoogtes van de levelsegmenten zijn gebaseerd op radardata-analyse voor vliegverkeer op Rotterdam The Hague Airport en Maastricht Aachen Airport.

Resultaat

Per vliegtuigtype zijn voor een CCO start één (1 afstandsklasse, geen derating, default startprocedure) tot maximaal 108 startprofielen (9 afstandsklassen, drie derating varianten, vier verschillende startprocedures) beschikbaar. Voor één vliegtuigtype (klein verkeer PA30) resulteerde dit in onrealistisch laag vliegen ten opzichte van gegevens uit de praktijk. Voor dit type is de startprocedure overgenomen op basis van de flight manual.

Voor levelstarts zijn voor klein verkeer 4 varianten (vier levelhoogtes) en voor groot verkeer 12 varianten (vier levelhoogtes, drie levelsegmentlengtes) gedefinieerd.

Luchthavens Budel en Teuge

Vanaf de luchthavens Budel en Teuge wordt ook IFR gevlogen. Aangenomen is dat dit enkel groot verkeer betreft. Voor deze luchthavens kan voor groot verkeer gebruik worden gemaakt van de profielen die zijn samengesteld voor de luchthavens van nationale betekenis, uitgaande van een NADP2 level start met 100% start- en klimvermogen, met (op basis van het AIP):

- Een 40 kilometer level segment op 3.000ft hoogte voor luchthaven Budel;
- Een 40 kilometer level segment op 2.000ft hoogte voor luchthaven Teuge.

5.2 Landingen

Net als voor het startend verkeer zijn ook voor het landend verkeer per vliegtuigtype (proxytype) meerdere profielen samengesteld voor de luchthavens van nationale betekenis, waaruit de gebruiker een selectie dient te maken (zie hoofdstuk 6).

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de landingsprofielen voor de regionale luchthavens. Voor Maastricht Aachen Airport (MAA) is de standaard naderingshoogte afwijkend als gevolg van de hoogte van het vliegveld (375ft boven zeeniveau). Voor MAA zijn daarom vergelijkbare profielen samengesteld als weergegeven in de tabel, maar voor afwijkende vlieghoogtes. De toelichting per aspect volgt na de tabel.

Tabel 5: Overzicht landingsprofielen regionale luchthavens.

Type verkeer	IFR/VFR	Type nadering	Specificaties
Groot verkeer	-	CDA	Verschillende daalhoeken; eindnadering vanaf 1500 ft, 2000 ft, 3000 ft of 4000 ft
		1500 ft 2000 ft 3000 ft 4000 ft	Verschillende lengtes horizontaal segment en wel/niet extra horizontaal segment in nadering
Klein verkeer	IFR	CDA	Verschillende daalhoeken; eindnadering vanaf 1500ft
		1000 ft 2000 ft	Verschillende lengtes horizontaal segment en wel/niet extra horizontaal segment in nadering
	VFR	1000 ft 1500 ft 2000 ft	Verschillende lengtes horizontaal segment en wel/niet extra horizontaal segment in nadering

Type verkeer

Voor de landingsprofielen is onderscheid gemaakt naar groot of klein verkeer. Klein verkeer is (turbo)prop verkeer tot een maximum take-off weight (MTOW) van 6.000kg; al het overige verkeer is groot verkeer.

Zichtvliegvoorschriften IFR/VFR

Voor het klein verkeer is onderscheid gemaakt naar vluchten onder IFR en VFR flightrules. Voor klein VFR verkeer is de dalhoek 4 graden in plaats van 3 graden. Ook zijn er andere type naderingen samengesteld voor het IFR en VFR verkeer.

Type nadering

Voor het landend verkeer dat via een continue daling nadert, zijn CDA (Continuous Descent Approach) profielen samengesteld met verschillende dalhoeken in combinatie met verschillende hoogtes waarop de glide slope van het ILS (Instrument Landing System) wordt onderschept:

- Groot verkeer
 - Dalhoeken: 2; 2,25; 2,5; 3 en 3,5 graden
 - Hoogtes waarop de glide slope wordt onderschept: 1500ft; 2000ft; 3000ft en 4000ft
- Klein IFR-verkeer
 - Dalhoeken: 2,5; 3 en 3,5 graden
 - Hoogte waarop de glide slope wordt onderschept: 1500ft.

Daarnaast zijn er profielen samengesteld voor naderingen waar voorafgaand aan de eindnadering op één of meerdere hoogtes horizontaal wordt gevlogen.

Uitgangspunten voor het afleiden van de profielen

De methode voor het afleiden van de profielen is gelijk aan de methode zoals die voor Schiphol in ref. [2] is toegepast. Daarbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Gebruik van gegevens uit ANP-database, versie 2.3, aangevuld met de gegevens uit de voorlopige aanvulling van versie 2.4.
- Gebruik van de NLR Doc 29 profielgenerator (V4). De profielgenerator genereert prestatieprofielen op basis van evenwichtsvergelijkingen en aannames over de meteorologische condities conform ECAC Doc.29, 4e editie.
- De atmosferische condities komen overeen met de condities conform de ICAO standaardatmosfeer (een temperatuur van 15°C en een luchtdruk van 101.325 kPa).
- De prestatiegegevens zijn afgeleid onder de aanname van een horizontale tegenwindcomponent van 8 knopen. Deze tegenwindcomponent, welke standaard van toepassing is binnen ECAC Doc.29, is constant en dus niet afhankelijk van de vliegrichting of de vlieghoogte.
- Onderscheid is gemaakt naar "full flaps" en "reduced flaps" naderingen voor zover gegevens in de ANP database daarvoor beschikbaar zijn.
- Profielen zijn gegenereerd op basis van de standaard landingsgewichten per vliegtuigtype uit de ANP database.
- De landingsprofielen vangen aan vanaf een starthoogte van 10.000ft.
- De hoogtes van de levelsegmenten en onderschepping van de ILS zijn gebaseerd op gegevens in het AIP en radardata-analyse van de luchthavens MAA, EA, GAE en RTHA.
- De lengtes van de levelsegmenten zijn gebaseerd op radardata-analyse (de meest voorkomende lengtes van segmenten).

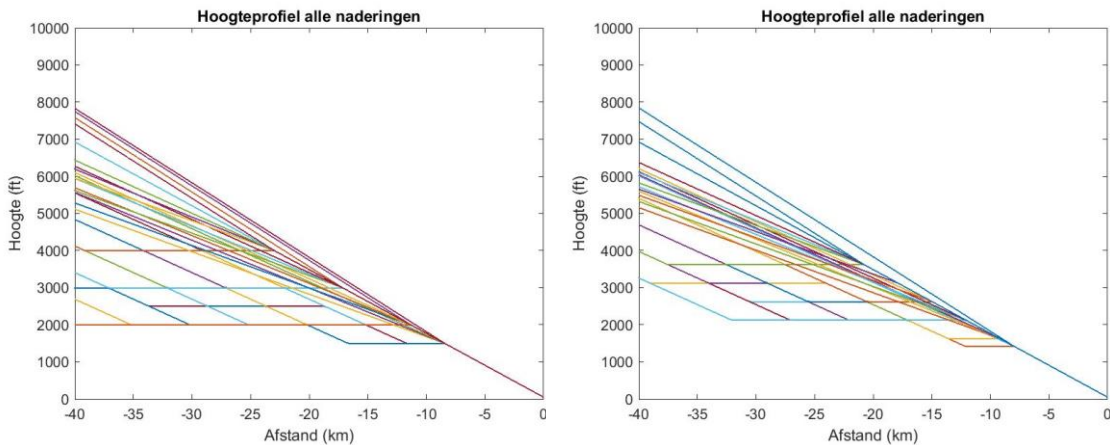
Resultaat

Per vliegtuigtype resulteert dit in de volgende aantallen hoogteprofielen:

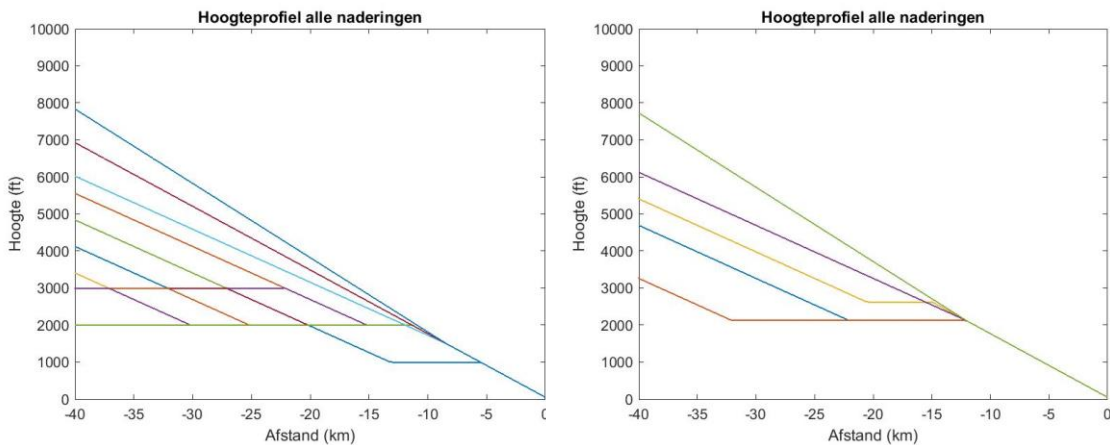
Tabel 6: Overzicht van het aantal landingsprofielen regionale luchthavens voor vliegtuigtypes.

Type verkeer	IFR/VFR	Alle luchthavens <> MAA	Luchthaven MAA
Groot verkeer	-	47	35
Klein verkeer	IFR	15	5
	VFR	8	3

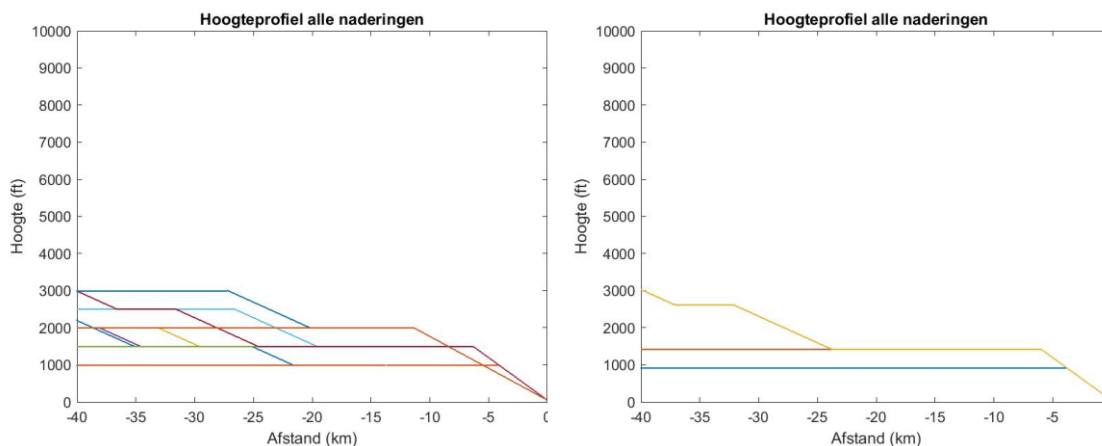
Onderstaande figuren geven de resulterende hoogteprofielen voor groot verkeer (Figuur 1), klein IFR verkeer (Figuur 2) en klein VFR verkeer (Figuur 3).



Figuur 1. Hoogteprofielen voor groot verkeer (links) met specifieke profielen voor Maastricht Aachen Airport (rechts).



Figuur 2. Hoogteprofielen voor klein IFR verkeer (links) met specifieke profielen voor Maastricht Aachen Airport (rechts).



Figuur 3. Hoogteprofielen voor klein VFR verkeer (links) met specifieke profielen voor Maastricht Aachen Airport (rechts).

Luchthavens Budel en Teuge

Voor de luchthavens Budel en Teuge wordt ook IFR gevlogen. Aangenomen is dat dit enkel groot verkeer betreft. Voor landingen op deze luchthavens kan gebruik worden gemaakt van de profielen die zijn samengesteld voor de luchthavens van nationale betekenis, uitgaande van:

- Een 2.000ft nadering met een 10 kilometer levelsegment voor luchthaven Budel;
- Een 3.000ft nadering met een 10 kilometer levelsegment voor luchthaven Teuge;
- Of, in geval van een CDA nadering, een CDA van 2,5 graden met ILS intercept 2.000ft.

5.3 Vluchten via een circuitgebied

In het AIP zijn circuitgebieden gedefinieerd, waarbinnen starts- en landingen en circuitvluchten moeten worden uitgevoerd. Een vlucht via een circuitgebied kan zijn:

- Een start, waarbij het toestel het circuitgebied op een aangegeven punt verlaat;
- Een landing, waarbij het toestel het circuitgebied op een aangegeven wijze het circuit invliegt;
- Een circuitvlucht, bestaande uit een start en landing waarbij het vliegtuig het circuitgebied niet verlaat.

Per vliegtuigtype (proxytype) zijn meerdere profielen voor circuitvluchten samengesteld. De gebruiker dient uit de beschikbare profielen een selectie te maken (zie hoofdstuk 6).

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de profielen voor vluchten via een circuitgebied. De toelichting per aspect volgt na de tabel.

Tabel 7: Overzicht vliegprofielen voor vluchten via een circuitgebied voor regionale luchthavens.

Type vlucht	Type luchthaven	Type verkeer	Circuit-hoogte	Specificatie
Circuitvlucht	Luchthavens van nationale betekenis	Groot verkeer	1000 ft 1425 ft 1500 ft	<ul style="list-style-type: none"> • Levelsegment van 40km (in te korten) op circuithoogte • 3 graden daalhoek
		Klein verkeer	925 ft 1000 ft	<ul style="list-style-type: none"> • Levelsegment van 40km (in te korten) op circuithoogte • 4 graden voor klein verkeer
	Luchthavens van regionale betekenis	Groot verkeer	1700 ft	<ul style="list-style-type: none"> • Levelsegment van 40km (in te korten) op circuithoogte • 3 graden daalhoek

Type vlucht	Type luchthaven	Type verkeer	Circuit-hoogte	Specificatie
		Klein verkeer	500 ft 700 ft 1000 ft	<ul style="list-style-type: none"> • Levelsegment van 40km (in te korten) op circuithoogte • 4 graden dalhoek
Start via een circuitgebied	Luchthavens van regionale betekenis	Groot verkeer	1700 ft	<ul style="list-style-type: none"> • Levelsegment van 20km (in te korten) op circuithoogte • Profielen eindigen met 40 km segment (in te korten) op 3000 ft.
		Klein verkeer	500 ft 700 ft 1000 ft	<ul style="list-style-type: none"> • Levelsegment van 20km (in te korten) op circuithoogte • Profielen eindigen met 40 km segment (in te korten) op verschillende kruishoogtes
Landing via een circuitgebied	Luchthavens van regionale betekenis	Groot verkeer	1000 ft 1700 ft	<ul style="list-style-type: none"> • Profielen starten met een 40 km segment (in te korten) op 2000 ft); daarna daling naar circuithoogte • Levelsegment van 20km (in te korten) op circuithoogte • 3 graden dalhoek
		Klein verkeer	500 ft 700 ft 1000 ft	<ul style="list-style-type: none"> • Profielen starten met een 40 km segment (in te korten) op verschillende kruishoogtes (1000, 1300, 1500 ft); daarna daling naar circuithoogte • Levelsegment van 20km (in te korten) op circuithoogte • 4 graden dalhoek

Type vlucht

Voor het modelleren van de geluidbelasting van een circuitvlucht in ECAC Doc.29 dient de circuitvlucht gesplitst te worden in een afzonderlijke start en landing. De lengte van de start- en landing samen dient gelijk te zijn aan de lengte van de circuitvlucht. De profielen voor deze afzonderlijke start en landing zijn zo samengesteld dat het levelsegment op circuithoogte in beginsel 40 km lang is. De gebruiker dient de lengte van het levelsegment van de start zo kort mogelijk te maken en de lengte van het levelsegment van de nadering (standaard 40 km) in te korten op basis van de lengte van de circuitvlucht.

Het levelsegment van een door gebruiker aan te passen start- of naderingsprofiel bestaat uit minstens twee punten op exact dezelfde hoogte. Bij het inkorten (of verlengen) van een levelsegment dient van de twee opeenvolgende punten met dezelfde stuwkracht en snelheid de afstand van het punt dat het verste van de baan is te worden aangepast. Daarbij dient dat segment een minimale lengte van 35 ft te houden.

Vaak is een circuitvlucht een touch-and-go landing. Bij een touch-and-go landing stijgt het toestel na de landing direct weer op zonder dat het op de baan tot stilstand is gekomen. Voor de berekening van de geluidbelasting wordt een touch-and-go landing beschouwd als een circuitvlucht, inclusief uitrol op de baan.

Voor starts en landingen via een circuitgebied zijn profielen gemaakt op basis van een circuithoogte van 1500 en 1700 ft voor groot verkeer en 500, 700 en 1000 ft voor klein verkeer. Klein verkeer is (turbo)prop verkeer tot een maximum take-off weight (MTOW) van 6.000kg; al het overige verkeer is groot verkeer. De gebruiker dient de lengte van de levelsegmenten (standaard 20 km) op de circuithoogte zowel voor starts als landingen in te korten. Voor starts dient de lengte ingekort te worden op basis van de locatie waar de

klim naar kruishoogte plaatsvindt. Op soortgelijke wijze dient ook de lengte van het levelsegment van de landing (standaard 20 km) te worden ingekort, op basis van de locatie waar het toestel de circuithoogte bereikt. Ook hierbij dient rekening te worden gehouden met de boven beschreven wijze van inkorten.

Type luchthaven

Profielen voor circuitvluchten zijn beschikbaar voor luchthavens van nationale en regionale betekenis. Voor luchthavens van regionale betekenis zijn daarnaast ook VFR starts en landingen via het circuitgebied beschikbaar. Voor luchthavens van nationale betekenis zijn deze beschikbaar op basis van de reguliere starts en landingen.

Type verkeer

In verband met verschillende circuithoogtes voor groot en klein verkeer is onderscheid gemaakt naar het type verkeer. Klein verkeer is (turbo)prop verkeer tot een maximum take-off weight (MTOW) van 6.000kg; al het overige verkeer is groot verkeer.

Circuithoogte

De circuithoogtes zijn gebaseerd op informatie in het AIP voor de regionale luchthavens.

Uitgangspunten voor het afleiden van de profielen

De methode voor het afleiden van de vliegprofielen is gelijk aan de methode zoals gehanteerd voor de profielen voor startend en landend verkeer, waarbij de volgende (aanvullende) uitgangspunten zijn gehanteerd:

- Voor straalverkeer is voor circuitvluchten en starts via een circuitgebied uitgegaan van (alleen) de NADP2 startprocedure met acceleratie op 1.500ft hoogte zonder derating; voor turbopropverkeer of propellerverkeer is een "Default" startprocedure gehanteerd.
- Voor de circuitvluchten en landingen via een circuitgebied is onderscheid gemaakt naar "full flaps" en "reduced flaps" naderingen voor zover gegevens in de ANP database daarvoor beschikbaar zijn.
- De profielen voor landend verkeer zijn gegenereerd op basis van de standaard landingsgewichten per vliegtuigtype uit de ANP database.
- De circuit- en kruishoogtes en de maximale snelheden voor straalverkeer zijn gebaseerd op gegevens in het AIP.

Resultaat

Voor circuitvluchten (op luchthavens van regionale en nationale betekenis) en voor starts en landingen via een circuitgebied zijn Doc.29 profielen aangemaakt. Hierbij kan de eindgebruiker voor circuitvluchten de lengte van de profielen aanpassen op basis van de kenmerken van de vlucht.

De hoogteprofielen van starts en landingen binnen het circuitgebied sluiten op elkaar aan. De snelheden van starts en landingen kunnen op circuithoogte tot 40 knopen van elkaar verschillen. Een nader op de praktijk afgestemd verloop van snelheden, zeker op circuithoogte van 700 ft, is zonder verregaande type en circuit specifieke aanpassingen niet haalbaar en heeft naar verwachting beperkte (hooguit 1 dB) impact op een Lden berekening.

6 Toewijzen invoergegevens

De toewijzing van invoergegevens voor een start of landing als onderdeel van de geluidberekening bestaat uit:

1. Eerst het selecteren van het proxytype,
2. Vervolgens het bepalen van een correctiefactor voor het adequaat meenemen van het vliegtuig in een geluidberekening, en
3. Het toekennen van het vliegprofiel.

Dit hoofdstuk geeft richtlijnen voor het toewijzen van invoergegevens.

6.1 Selecteren van het proxytype

Het proxytype wordt bepaald op basis van de ICAO code van het vliegtuig, gebruikmakend van de indelingslijst van vliegtuigtypes.

Als de ICAO code van het vliegtuig niet of niet juist is geregistreerd of ontbreekt in de indelingslijst kan een correctie worden toegepast op de bewegingen die wel kunnen worden berekend. Bij het toepassen van de correctie, wordt aanbevolen om ten minste onderscheid te maken naar:

- straalvliegtuigen;
- zware propellervliegtuigen;
- lichte propellervliegtuigen.

6.2 Correctiefactor bij indeling vliegtuigtypes

De correctiefactor dient bepaald te worden op basis van het verschil tussen de geluidcertificatiegegevens van het vliegtuig en het proxytype. De geluidcertificatiegegevens van het proxytype zijn gegeven bij de indelingslijst. De geluidcertificatiegegevens van het vliegtuig dienen door de luchthaven geregistreerd te worden. Voor een belangrijk deel van de actueel in Nederland geregistreerde vliegtuigtypes zijn op basis van het registratienummer de gegevens beschikbaar in het luchtvaartuigregister van ILT.

Voor straalvliegtuigen en zware propellervliegtuigen is de correctiefactor (in dB's) gelijk aan:

- Voor een start: het (rekenkundig) gemiddelde van de verschilwaarden voor lateral en flyover
- Voor een landing: de verschilwaarde gebruikt voor de approach conditie

Voor licht propellerverkeer is de correctiefactor (in dB's) gelijk aan het geluidverschil voor overflight of takeoff.

Als de geluidcertificatiegegevens van het vliegtuig niet beschikbaar zijn, kan worden teruggevallen op de correctiefactoren uit de indelingslijst. Afhankelijk van het beschikbare detailniveau van het vliegtuigtype kan hierbij gebruik worden gemaakt van de indelingslijst op ICAO code (weinig detail) of ICAO code met aanvullende kenmerken van de vliegtuigconfiguratie (meer detail). Echter, in beide gevallen kan dit leiden tot een mogelijk aanzienlijke overschatting (tot meerdere dB's) van de geluidniveaus van het vliegtuig en dient de gebruiker de consequenties hiervan te beoordelen.

6.3 Toekennen van een vlieprofiel

Het toekennen van een vlieprofiel voor starts en landingen op luchthavens van nationale betekenis gebeurt op basis van radardata. Voor de overige luchthavens en de vluchten die via een circuitgebied worden uitgevoerd, vindt selectie plaats op basis van de kenmerken van de vlucht.

6.3.1 Toewijzing op basis van radardata

De toewijzing van een profiel gebeurt met een toewijzingsformule op basis van radardata. Op basis van radardata wordt bepaald welk profiel uit de set aan beschikbare profielen het best overeenkomt met / het minst afwijkt van de radartrack van een vlucht. Voor starts vindt de selectie plaats op basis van zowel het hoogte- als het snelheidsverloop; voor naderingen wordt geselecteerd op basis van het hoogteverloop.

Voor starts:

1. Voorselectie modelprofielen

Uit de totale set aan beschikbare startprofielen dient eerst een voorselectie te worden gedaan van enkel modelprofielen die horen bij het specifieke proxytype van de vlucht. Verder worden enkel profielen geselecteerd waarbij de lengte van de grondrol korter is dan de beschikbare baanlengte. Ten slotte worden enkel de modelprofielen beschouwd waarbij de afstandsklasse maximaal 1 klasse afwijkt van de afstandsklasse van de vlucht. De afstandsklasse van de vlucht wordt bepaald op basis van de grootcirkelafstand tot de bestemmingsluchthaven en de definitie van afstandsklassen in Tabel 4.

2. Uitlijnen modelprofielen en radartrack op 500 ft hoogte ten opzichte van de baan

De vergelijking tussen de radartrack en de modelprofielen begint vanaf het uitlijningspunt. Dit is het punt waarbij een hoogte van 500 ft boven de baan wordt bereikt. Als de radartrack op een hoogte boven de 500 ft begint, wordt het hoogteprofiel lineair geëxtrapoleerd om het 500 ft punt te bepalen. Als de radartrack beschikbaar is onder het 500 ft punt, wordt het hoogteprofiel lineair geïnterpoleerd.

3. Interpolatie van hoogte- en snelheidsprofiel

Zowel het hoogte- als snelheidsprofiel van de radartrack en de modelprofielen worden in stappen van 100 meter horizontaal afgelegde afstand vanaf het uitlijningspunt geïnterpoleerd in profielpunten i .

4. Berekenen van afwijking in hoogte- en snelheidsprofiel

De afwijking tussen de radartrack en een modelprofiel wordt bepaald op elk profielpunt i . De totale afwijking tussen de radartrack en het modelprofiel wordt vervolgens bepaald met de onderstaande formule:

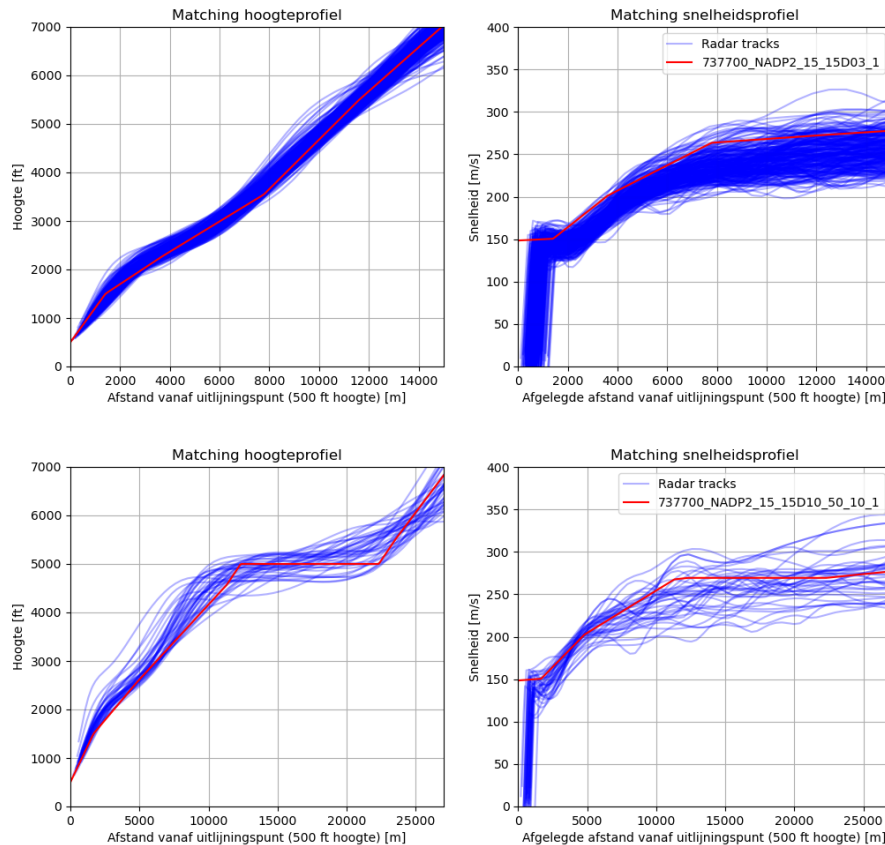
$$\text{Totale afwijking} = \sum_i 0.75 * \frac{\text{absolute hoogte afwijking}_i}{\text{hoogte radar track}_i} + 0.25 * \frac{\text{absolute snelheid afwijking}_i}{\text{snelheid radar track}_i}$$

De evaluatie van de afwijking vindt plaats tot het punt waar de vlucht een hoogte van 7000 ft bereikt, waarbij een maximale afstand van 50 km vanaf het uitlijningspunt wordt gehanteerd voor vluchten waar deze 7000 ft niet bereikt wordt.

5. Toewijzing best passend modelprofiel

Het modelprofiel met de laagste totale afwijking ten opzichte van de radartrack wordt geselecteerd en toegewezen aan de vlucht.

Figuur 4 weergeeft twee voorbeelden van een set aan radartracks dat gekoppeld is aan een best passend modelprofiel. Hierbij wordt zowel het hoogte- als het snelheidsprofiel getoond vanaf het uitlijningspunt op 500 ft hoogte (ten opzichte van de luchthaven).



Figuur 4: Voorbeeld matching van radartracks (blauw) aan een modelprofiel (rood). De bovenste twee figuren geven het hoogte- en snelheidsprofiel van radartracks gekoppeld aan de Boeing 737-700 proxy, waar het best passende modelprofiel een derated NADP2 procedure is op 1.500 ft met afstandsklasse 1. De onderste twee figuren geven radartracks gekoppeld aan een level start op 5.000 ft met een level segment lengte van 10 km.

Zodra het best passende modelprofiel is geselecteerd, is het van belang dat deze juist verwerkt wordt in de Doc.29 berekening. Hiervoor dient het modelprofiel uitgelijnd te worden op het punt waar het toestel een hoogte van 500 ft boven de baan heeft bereikt. De lengte van de startrol wordt aangepast om deze uitlijning te realiseren. Dit betekent dat het volledige modelprofiel, met uitzondering van het startpunt, wordt verschoven met de verschuiving die gebruikt is om de profielen uit te lijnen met de radartrack op het 500 ft punt. Als deze verschuivingen leiden tot een lift-off punt dat na het baaneinde ligt, wordt een correctie toegepast door het lift-off punt van het modelprofiel te verplaatsen naar het einde van de baan.

Als het bepaalde 500 ft punt van de radar track op een onrealistische locatie ligt ten opzichte van de baan is een grote verschuiving van het modelprofiel nodig. Deze verschuiving kan resulteren in een lift-off punt dat voor het begin van de baan geplaatst wordt. Voor deze bewegingen kan geen toewijzing op basis van radardata worden gedaan.

Voor naderingen

1. Voorselectie modelprofielen

Uit de totale set aan beschikbare naderingsprofielen dient eerst een voorselectie te worden gedaan van enkel modelprofielen die horen bij het specifieke proxytype van de vlucht.

2. Interpolatie van hoogteprofiel

Het hoogteprofiel van de radartrack en de modelprofielen worden in stappen van 100 meter horizontaal afgelegde afstand tussen 6 en 40 km van de baandrempel geïnterpoleerd in profielpunten i .

3. Berekenen van afwijking in hoogte- en snelheidsprofiel

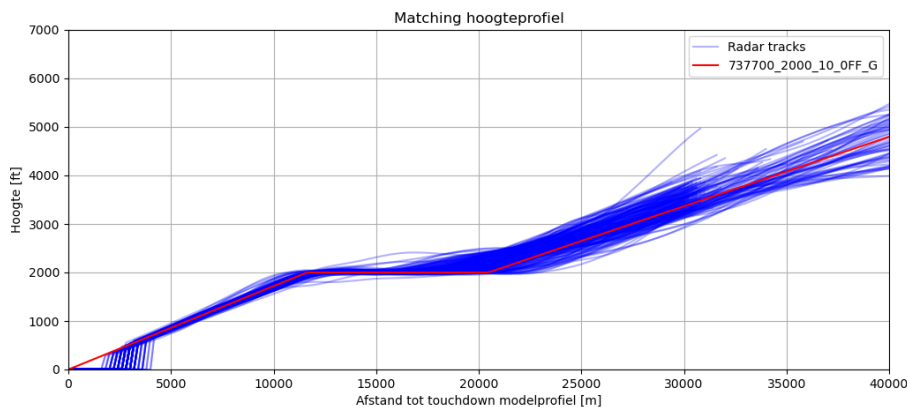
De afwijking tussen de radartrack en de modelprofielen wordt bepaald op elk profielpunt i . De totale afwijking tussen de radartrack en het modelprofiel wordt vervolgens bepaald met de onderstaande formule:

$$\text{Totale afwijking} = \sum_i \left(\frac{\text{absolute hoogte afwijking}_i}{\text{hoogte radar track}_i} \right)^2$$

4. Toewijzing best passend modelprofiel

Het modelprofiel met de laagste totale afwijking ten opzichte van de radartrack wordt geselecteerd en toegewezen aan de vlucht.

Figuur 5 geeft een voorbeeld weer van radartracks die gekoppeld zijn aan een modelprofiel. Hierbij is het hoogteprofiel weergegeven ten opzichte van het touchdownpunt van het modelprofiel.



Figuur 5: Voorbeeld matching van radartracks gekoppeld aan Boeing 737-700 proxy (blauw) aan modelprofiel (rood). Het toegewezen naderingsprofiel betreft een profiel met een level segment van 10 km op 2.000 ft hoogte.

Als radardata van de vlucht ontbreekt, of als de radardata van onvoldoende kwaliteit is om een profiel te selecteren, dient achtereenvolgens:

- 1) de vlucht verwerkt te worden in een correctiefactor op resp. de starts/landingen van het proxytype en runway die wel gekoppeld kunnen worden, of
- 2) het meest toegewezen start- c.q. landingsprofiel op de runway te worden geselecteerd, of
- 3) het meest toegewezen start- c.q. landingsprofiel te worden geselecteerd.

6.3.2 Toewijzing op basis van kenmerken van de vlucht

Voor de luchthavens Budel en Teuge wordt ook IFR gevlogen. Aangenomen is dat dit enkel groot verkeer betreft. Voor IFR starts en landingen op deze luchthavens dienen de profielen gebruikt te worden zoals is beschreven in resp. paragraaf 5.1 en paragraaf 5.2.

Voor vluchten die via een circuitgebied worden uitgevoerd, dient de gebruiker een selectie te maken uit de beschikbare profielen (zie paragraaf 5.3) op basis van:

- Het type luchthaven: luchthaven van nationale betekenis of luchthaven van regionale betekenis,
- Het type verkeer: groot of klein verkeer, en
- De circuithoogte van het circuitgebied op basis van het AIP.

7 Resulterende invoergegevens

De invoergegevens zijn opgenomen in het Excel document 'Doc29 Regionaal - Invoergegevens v1.1' (29 december 2022).

8 Verschillen in invoergegevens ten opzichte van Schiphol

Voor de invoergegevens en de toepassing ervan voor de regionale luchthaven is ervoor gekozen om op onderdelen af te wijken van de gegevens en methoden voor Schiphol. De verschillen komen vooral voort uit het toepassen van de nieuwste ANP gegevens, de noodzaak voor het toevoegen van klein verkeer als gevolg van de bijdrage van het klein verkeer aan de totale geluidbelasting en verschillen in de uitvoering van een vlucht tussen de regionale luchthavens onderling en ten opzichte van Schiphol.

De verschillen betreffen:

- Gebruik van de nieuwste ANP gegevens. De invoergegevens voor de regionale luchthavens zijn gebaseerd ANP versie 2.3 en de voorlopige aanvulling van versie 2.4; voor Schiphol is versie 2.2 gebruikt. Daarmee zijn acht nieuwe proxytypes beschikbaar gekomen: 7673ER, 7773ER, 787-9, A320-270N, A321-270N, A330-743L, ATR 72-212A en FAL900EX.
- Indelingslijst in plaats van substitutiemethode en (deels) gewijzigde methode voor substitutie. Voor de regionale luchthavens is een indelingslijst met vliegtuigtypes samengesteld, terwijl voor Schiphol een substitutiemethode is vastgesteld. Met de substitutiemethode kan de indeling per configuratie verschillen, terwijl met de indelingslijst de indeling per vliegtuigtype vast is. De ANP-indeling is als basis gehanteerd, waarna deze geactualiseerd is voor nieuwe types op basis van de methode voor Schiphol, met een toevoeging van een methode voor klein verkeer.
- Meer profielen voor starts. Voor de regionale luchthavens zijn profielen bij verschillende niveaus van derating afgeleid, terwijl voor Schiphol een best passend profiel is afgeleid. Daarnaast zijn voor starts profielen afgeleid met een levelsegment, terwijl voor Schiphol alleen CCO profielen zijn afgeleid.
- Invoergegevens voor klein verkeer zijn toegevoegd, met specifieke vliegprofielen voor starten en landen via een circuit.
- Profielen voor startend verkeer worden toegekend op basis van radardata (voor de luchthavens van nationale betekenis), op basis van een 'best fit' op vlieghoogte en vliegsnelheid. Voor Schiphol vindt de toekenning plaats op basis startprocedure en afstandsklasse.

9 Aanbevelingen

Uit dit project volgen de volgende aanbevelingen:

- 1) De toegepaste methode voor het samenstellen van de invoergegevens eenduidig vastleggen.
- 2) Periodiek, bijvoorbeeld jaarlijks/tweejaarlijks, de noodzaak bezien om de invoergegevens (zowel profielen als indelingslijst) te actualiseren. Een reden voor actualisatie kan zijn dat er nieuwe ANP brongegevens beschikbaar komen of dat vliegprocedures (significant) wijzigen.
- 3) De methode voor het toewijzen van de invoergegevens vastleggen in een rekenvoorschrift voor handavingsberekeningen en een richtlijn op te stellen voor prognoseberekeningen.

Afkortingenlijst

ANP	Aircraft Noise and Performance
CCO	Continuous Climb Operation
Doc.29	ECAC (European Civil Aviation Conference) Doc.29 rekenmethode voor geluidbelasting, zie ref. [3], [4] en [5])
EA	Eindhoven Airport
EASA	European Union Aviation Safety Agency
FAA	Federal Aviation Administration
GAE	Groningen Airport Eelde
ICAO	International Civil Aviation Organization
IFR	Instrument Flight Rules
ILS	Instrument Landing System
ILT	Inspectie Leefomgeving en Transport
LA	Lelystad Airport
LAm _{ax}	Maximale A-gewogen geluidsniveau
L _{den}	Level day-evening-night
L _{night}	Level night
MAA	Maastricht Aachen Airport
MTOW	Maximum Take-Off Weight
NADP	Noise Abatement Departure Procedure
RTHA	Rotterdam The Hague Airport
SEL	Sound Exposure Level
VFR	Visual Flight Rules

Referenties

1. K. Vinkx, D. Kemper, S. Smets, R. Koster, Ontwikkeling rekenmethode Doc.29 voor Nederlandse regionale luchthavens Methoderaapport, To70 19.171.34, Juli 2021.
2. S.J. Hebljij, J. Derei, Methodenrapport Doc.29, NLR-CR-2019-076, November 2019
3. European Civil Aviation Conference, Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports, ECAC.CEAC Doc 29, 4th edition, Volume I: Applications Guide, December 2016.
4. European Civil Aviation Conference, Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports, ECAC.CEAC Doc 29, 4th edition, Volume II: Technical Guide, December 2016.
5. European Civil Aviation Conference, Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports, ECAC.CEAC Doc 29, 4th edition, Volume III, Part I: Reference Cases and Verification Framework, December 2016.
6. Invoergegevens voor Doc.29 voor Nederlandse regionale luchthavens. Rapportage WP1: methodiek. To70, NLR, Adecs Airinfra, AerLabs en dBVision, 21.171.37, Juli 2022.
7. Invoergegevens voor Doc.29 voor Nederlandse regionale luchthavens. Rapportage WP2: Automatiseren Indeling, AerLabs, Oktober 2022.
8. Invoergegevens voor Doc.29 voor Nederlandse regionale luchthavens. Appendix WP1: Onderzoek circuitprofielen en profielen luchthavens van regionale betekenis. To70, NLR, Adecs Airinfra, AerLabs en dBVision, 21.171.37, November 2022.

Bijlage B. Samenstellen van ANP proxytypes met bijpassende referenties

Deze bijlage beschrijft het proces waarop geluidcertificatiegegevens (referenties) zijn afgeleid voor de ANP proxytypes. De gegevens zijn afgeleid volgens de onderstaande aanpak.

Straalvliegtuigen en zware propellervliegtuigen:

- Voor een groot aantal proxytypes zijn de referenties ontleend aan de gegevens in de ANP-indeling. In het tabblad 'by aircraft configuration' zijn vliegtuigtypes opgenomen met verschillende configuraties. Per configuratie zijn de geluidverschillen uitgedrukt ten opzichte van het proxytype. De referenties zijn afgeleid voor de configuraties waarbij de geluidverschillen (voor departure én approach) nul zijn. Als hieruit meerdere configuraties volgen, is steeds het laagste recordnummer overgenomen (oudste certificering). De keuze om de oudste certificering te kiezen heeft geen consequenties voor de geluidcorrecties. Uit vergelijking van de ANP configuratie met de EASA gegevens volgt dat in enkele gevallen referenties zijn gekozen met afwijkende start-/landingsgewichten (maximaal 6%) of met verschillende chapter aanduidingen. De verschillen in chapter aanduiding zijn deels verklaarbaar door hercertificatie van vliegtuigtypes. Voor de volgende proxytypes zijn significante verschillen in de configuratie gevonden:

- De types 727D15 en 737 zijn als chapter 1 toestellen aangemerkt maar zijn volgens de referenties in EASA als chapter 3 beschouwd. De referenties uit EASA van deze types zijn afgewezen.
- Het type MU3001 bevat een conflicterende ANP-beschrijving: het toestel is aangemerkt als een groter vliegtuig (Diamond II – 7400 kg) dan volgens de gewichtsgegevens (Diamond I – 6300 kg); het startgewicht verschilt ca. 12%. De referentie in de ANP substitutielijst gaat uit van het zwaardere toestel. Besloten is om de referentie te accepteren.

De referenties die zijn afgeleid uit de proxytypes in de substitutielijst met geluidverschillen nul zijn als maatgevend beschouwd. De 3 genoemde proxytypes zijn nader bekeken met gebruikmaking van andere gegevens.

- Voor 7 proxytypes uit ANP v2.3+ zijn referenties bepaald op basis van de ANP configuratiekenmerken in de EASA databases met straal- en zwaar propellervliegtuigen (november 2021). Bij het afleiden is gelet op overeenkomstige gegevens van het vliegtuig- en motortype, maximale start- en landingsgewichten en chapteraanduiding. Als meerdere configuraties voldoen aan de omschrijving is een configuratie met het laagste recordnummer (oudste certificering) aangehouden. In enkele gevallen komen bij de gekozen referenties afwijkende motortypes voor:
 - Het type 787-9 bevat een motortype (GEnx-1B76) dat ontbreekt in de EASA database zodat de referentie uitgaat van een afwijkend motortype (GEnx-1B74/75). Een eventuele aanpassing van de referentie is niet aan de orde.
 - Het type CNA560E is in een lichtere uitvoering (7400/6200 kg) opgenomen dan in de EASA database (7500/6900 kg). Vanwege deze relatief hoge verschillen (11%) wordt de referentie niet uit de EASA overgenomen.

In de ANP database komt een aantal proxytypes voor dat gekoppeld is aan hetzelfde ICAO type. Van deze types is steeds alleen de configuratie opgenomen met het meest gebruikte motortype. Dit resulteert per ICAO code in maximaal één geldig proxytype.

Voor een aantal proxytypes is het niet gelukt om geschikte referenties af te leiden uit de EASA databases met straal- en zwaar propellervliegtuigen. De proxytypes betreffen vliegtuigen met een geluidcertificatie

volgens chapter 3 of lager. Deze verouderde vliegtuigtypes of -configuraties zijn niet opgenomen in de EASA database. Daarnaast is het zware propellerverkeer niet volledig beschreven in de ANP database omdat geen informatie is opgenomen over de gebruikte propellers (soort en type).

Licht propellerverkeer:

- Voor proxytypes uit ANP v2.3 met procedurele vlieg instructies zijn geschikte referenties afgeleid op basis van de omschrijving in de EASA database.
- Voor proxytypes met certificatie niveaus op basis van de Europese certificatiemethode ICAO Annex 16 chapter 6 is ook een best passend proxytype afgeleid met certificatie niveaus op basis van chapter 10 en vice versa. Dit maakt het mogelijk om het proxytype te gebruiken als proxy voor zowel een toestel met chapter 6 als chapter 10 certificatie niveaus. Voor het afleiden van dit best passende proxytype is naast de ANP omschrijving gezocht naar vergelijkbare propellertypes of anders propellers met een gelijk aantal propellerbladen. Voor het proxytype 'DHC6QP' is echter enkel een chapter 10 referentie beschikbaar. Als dit proxytype wordt toegewezen aan een toestel met chapter 6 certificatie niveaus, dient de correctiefactor uit de indelingslijst te worden gehanteerd.

Bijlage C. Overzicht regionale luchthavens

Luchthaven	Klasse
Groningen Airport Eelde	Nationale betekenis
Lelystad Airport	Nationale betekenis
Maastricht Aachen Airport	Nationale betekenis
Rotterdam The Hague Airport	Nationale betekenis
Ameland Airport Ballum	Regionale betekenis
Breda International Airport	Regionale betekenis
Enschede Airport Twente	Regionale betekenis
Kempen Airport	Regionale betekenis
Teuge International Airport	Regionale betekenis
Texel International Airport	Regionale betekenis
Vliegveld Drachten	Regionale betekenis
Vliegveld Hilversum	Regionale betekenis
Vliegveld Hoogeveen	Regionale betekenis
Vliegveld Midden-Zeeland	Regionale betekenis
Vliegveld Oostwold	Regionale betekenis
Vliegveld Stadskanaal	Regionale betekenis
Amsterdam Heliport	Helikopter haven
Helihaven Loodswezen IJmuiden	Helikopter haven
Helihaven Loodswezen Rotterdam	Helikopter haven
Helihaven VUmc	Helikopter haven
Heli Holland Airservice BV	Helikopter haven
Heliport Eemshaven	Helikopter haven
Vliegbasis Eindhoven / Eindhoven Airport	Militaire basis