



Emissiedatabase luchtvaart en -havens

Toelichting en werkwijzer

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat, WVL
Afdeling	Regelgeving en Duurzaamheid
Team	Leefomgeving
Helpdesk	https://iplo.nl/contact/vragenformulier/ https://www.infomil.nl/helpdesk/
Datum	7 april 2023
Versienummer	2023.1
Status	DEFINITIEF

Inhoud

<i>Inleiding</i>	3
1 Gebruik Emissiedatabase luchtvaart en -havens	4
1.1. Emissiefactoren database.....	4
1.2. Zeer Zorgwekkende Stoffen database.....	5
1.3. Motortype substitutielijst.....	5
1.4. Vliegtuigtype database.....	5
1.5. APU- en GPU-type database.....	5
1.6. TIM-tijden (Time In Mode) database.....	6
1.7. Substitutieprotocol.....	6
2 Aandachtspunten	8
2.1. Luchthaven specifieke TIM-tijden.....	8
2.2. APU/GPU tijden en APU-gebruik.....	8
3 Totstandkoming Emissiedatabase luchtvaart en -havens	10
4 Updates database	11

Inleiding

Rond luchtvaart en -havens leeft de behoefte aan inzicht op het gebied van luchtkwaliteit. Onderzoekers willen berekenen wat emissies, concentraties en deposities vanuit en rond luchthavens zijn. Het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft een *Emissiedatabase luchtvaart en -havens* laten samenstellen. Met als doel om de uniformiteit en transparantie in methoden voor het berekenen van emissies, concentraties en deposities voor luchthavens te verhogen.

Deze werkwijzer bij de *Emissiedatabase luchtvaart en -havens* geeft allereerst een toelichting op de beschikbare gegevens en de toepasbaarheid van de database. Daarnaast geeft de werkwijzer een toelichting op enkele aandachtspunten met betrekking tot de database of daaraan verwante processen. Als laatste is toegelicht hoe de *Emissiedatabase luchtvaart en -havens* tot stand is gekomen.

De *Emissiedatabase luchtvaart en -havens* is gemaakt voor toestellen die zijn opgenomen in het Nederlandse luchtvaartregister. Voor toestellen die niet zijn opgenomen in het Nederlandse luchtvaartregister is een substitutieprotocol opgesteld. Daarmee zijn deze toestellen te koppelen aan de beschikbare gegevens in de *Emissiedatabase luchtvaart en -havens*. De combinatie van het Nederlandse luchtvaartregister, de *Emissiedatabase luchtvaart en -havens* en het substitutieprotocol maakt onderzoek mogelijk rond alle soorten Nederlandse luchthavens (luchthavens van nationaal belang, heliports en luchthavens van regionaal belang).

1 Gebruik *Emissiedatabase luchtvaart en -havens*

De *Emissiedatabase luchtvaart en -havens* bestaat uit meerdere onderdelen:

- *Emissiefactoren database*;
- *Zeer zorgwekkende stoffen database*
- *Motortype substitutielijst*;
- *Vliegtuigtype database*;
- *APU-type database*;
- *GPU-type database*;
- *TIM-tijden (Time In Mode) database*.

Deze verschillende onderdelen worden hieronder toegelicht.

1.1. **Emissiefactoren database**

De *Emissiefactoren database* bevat per motortype het brandstofverbruik en de emissiefactoren van CO, NO_x, SO₂, VOS, HC en PM_{2,5} en PM₁₀. Deze emissiefactoren zijn uitgesplitst naar de verschillende vliegfasen van de Landing & Take-Off (LTO) cycle (approach, idle/taxi, take-off en climb-out).

De *Emissiedatabase luchtvaart en -havens* beperkt zich tot emissiefactoren die beschikbaar zijn vanuit certificatiegegevens; net als de Regeling milieu-informatie luchthaven Schiphol (RMI). Het gaat om de stoffen fijnstof (PM₁₀), gasvormige componenten (SO₂, NO_x en CO, Unburned hydrocarbons (HC), en vluchtige organische stoffen (VOS).

Op basis van een onderzoek uitgevoerd door TNO naar Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS) op luchthavens is de emissiefactor van VOS in de emissiedatabase gelijk verondersteld aan de emissiefactor van HC, vermenigvuldigd met een opslagfactor van 1,16¹ (dit geldt ook voor de emissiegegevens van APU en GPU). Voor PM_{2,5} is op basis van literatuuronderzoek de emissiefactor gelijk verondersteld aan de emissiefactor van PM₁₀. Dit is een conservatieve aanname aangezien het de emissie PM_{2,5} per definitie maximaal gelijk kan zijn aan de emissie PM₁₀.

In het kader van het opstellen van de emissiedatabase is literatuuronderzoek gedaan naar het opnemen van emissiefactoren voor EC (Elementair Koolstof) en UFP (Ultrafijnstof). Uit de wetenschappelijke literatuur blijkt dat EC af te leiden is van PM₁₀, welke reeds in de database beschikbaar is. De factor tussen EC en PM₁₀ is niet eenduidig in de literatuur beschreven. Ook voor UFP verschillen de wetenschappelijke inzichten van elkaar en is er geen eenduidige conclusie omtrent een emissiefactor voor UFP. Op basis van de huidige beschikbare informatie is het daarom niet mogelijk om een eenduidige emissiefactor voor EC en UFP op te nemen in de emissiedatabase. De emissiedatabase kan in de toekomst op basis van nieuwe inzichten worden aangepast of uitgebreid.

¹ De opslagfactor waarmee de emissie van VOS op basis van HC emissies wordt berekend, komt voort uit onderzoek van TNO, zie [Notitie Emissieberekening ZZS Luchthavens, \(TNO, 2023\)](#), referentienummer 100345197.

1.2. Zeer Zorgwekkende Stoffen database

Op basis van een onderzoek uitgevoerd door TNO naar Zeer Zorgwekkende Stoffen op luchthavens, dat in opdracht van het Ministerie van IenW is uitgevoerd, is de landelijke emissiedatabase uitgebreid met de emissies van verschillende ZZS.

In de ZZS database staan gegevens om de emissie van deze stoffen, op basis van de opgenomen massafractie² van de uitstoot van VOS te berekenen. Het gaat om de stoffen 1,3-butadien, formaldehyde, benzeen, 1-methylnaftaleen, naftaleen, 2-methylnaftaleen, cumeen en 2-butenal. In de emissiedatabase is de emissie van VOS uitsplitst naar de verschillende vliegfasen van de LTO-cycle. Met de opgenomen massafractie in de ZZS database kan de emissie van deze stoffen worden berekend door de emissie van VOS te vermenigvuldigen met de massafractie. Door de uitsplitsing naar de verschillende vliegfasen kan dit gedaan worden per vliegfase of voor de gehele LTO-cycle.

1.3. Motortype substitutielijst

Gegevens over brandstofverbruik en de emissiefactoren zijn niet beschikbaar voor alle motortypes die in de praktijk voor komen. In de *Motortype substitutielijst* is een groot aantal motortypes gekoppeld aan een substitutie motortype, die wel voorkomt in de *Emissiefactoren* database. Deze substitutielijst is met de volgende procedure samengesteld:

- Wanneer een motortype ontbreekt, is gezocht naar een vergelijkbaar motortype. Dit is gedaan door te achterhalen welke vliegtuigtypes in het Nederlandse luchtvaartregister gebruikmaken van het betreffende motortype. Voor deze vliegtuigtypes is gekeken naar andere motortypes die wel in de *Emissiefactoren* database voorkomen. Hierbij is de voorkeur gegeven aan een vervangend motortype van dezelfde fabrikant.
- Als op deze manier geen vervangend motortype is gevonden, is in de *Emissiefactoren* database gezocht naar eenzelfde type motor (heli / piston / turbofan / turboprop). Bij voorkeur van dezelfde fabrikant, met gelijke of grotere stuwkracht.

1.4. Vliegtuigtype database

De *Vliegtuigtype* database beschrijft per vliegtuigtype (uitgedrukt in ICAO-code) het aantal motoren, de TIM-code en het APU-type. Om uit de *Emissiefactoren* database het brandstofverbruik en de emissiefactoren te kunnen bepalen is het nodig om het aantal motoren te weten. Deze kentallen zijn weer nodig voor het berekenen van de emissies van bepaald vliegtuigtype. De *TIM-code* maakt een onderverdeling in vliegtuigtypes, wat relevant kan zijn bij het vaststellen van de TIM-tijden. Het APU-type geeft aan of een APU aan boord van het vliegtuigtype is, en om welk type het dan gaat. Dit type verwijst vervolgens naar de APU-database in tabblad *APU-GPU*.

1.5. APU- en GPU-type database

De *APU-type* database bevat 34 APU-types de emissiefactoren (in kg/uur). De betreffende luchthaven (zie paragraaf 2.2) kan aangeven wat de specifieke APU-tijd is. Met deze kentallen is de emissies per vliegtuigbeweging of LTO te bepalen.

De *GPU-type* database heeft drie GPU-types met emissiefactoren (in g/uur), namelijk diesel, gasoline en elektrisch. Het is aan de onderzoeker om te bepalen

² Gebaseerd op onderzoek van TNO richting de emissies van ZZS op relevante Nederlandse Luchthavens, zie [Notitie Emissieberekening ZZS Luchthavens. \(TNO, 2023\)](#), referentienummer 100345197.

welke GPU-types actief zijn op de betreffende luchthaven en hoelang deze gebruikt wordt per vliegtuigbeweging of LTO (zie paragraaf 2.2).

1.6. **TIM-tijden (Time In Mode) database**

In de *Time In Mode* (TIM) database is de default duur van verschillende fases van de Landing and Take-off (LTO) cycle opgenomen. TIM-tijden zijn nodig om de emissies voor de LTO-cycle te berekenen. De *TIM-tijden* database bevat alleen de door ICAO gespecificeerde referentie TIM-tijden. Voor concentratie- en depositieberekeningen is informatie over de werkelijke vluchtpaden en profielen nodig. Hoe lang een toestel doet over de verschillende fases is niet alleen afhankelijk van het soort toestel maar ook van de lokale situatie op de luchthaven. Deze luchthaven specifieke invoergegevens zijn geen onderdeel van de *Emissiedatabase luchtvaart en -havens*. Een onderzoeker moet deze zelf vaststellen of nagaan. Paragraaf 2.1 gaat verder in op dit aandachtspunt. De TIM-tijden in de database zijn dus default waardes welke enkel bij het ontbreken van enige luchthaven specifieke TIM-tijden gehanteerd kunnen worden voor de LTO-cycle. TIM-code uit de vliegtuigtype database (par. 1.4) kan daarbij een bruikbare onderverdeling te zijn.

1.7. **Substitutieprotocol**

De *Emissiedatabase luchtvaart en -havens* is bedoeld om bruikbaar te zijn voor alle toestellen die opgenomen zijn in het Nederlandse luchtvaartregister. Via de registratie van een toestel kan in het Nederlandse luchtvaartregister het motortype worden geïdentificeerd. Vervolgens is dit motortype, al dan niet via de motortype substitutielijst, te koppelen aan een motortype uit de emissiedatabase. Daarmee is het mogelijk om met de emissiedata uit de *Emissiedatabase luchtvaart en -havens* berekeningen te maken voor de specifieke toestel-motortype combinatie.

Soms is een toestel niet te koppelen aan de *Emissiedatabase luchtvaart en -havens*. Dan geldt het onderstaande protocol. Dit protocol heeft als doel om voor elk vliegtuigtype een passend motortype te selecteren. Met gegevens uit de *Emissiedatabase luchtvaart en -havens* is vervolgens een berekening te maken.

Protocol

- 1) Controleer of sprake is van een toestel dat geregistreerd is in Nederland. Zo ja, dan is het motortype via het Nederlandse luchtvaartregister te bepalen. Ga verder met stap 5. Als het een in het buitenland geregistreerd toestel is, ga dan verder met stap 2.

Buitenlandse toestellen

- 2) Raadpleeg op basis van de registratie van het toestel het luchtvaartregister van het land (indien beschikbaar) waarin het toestel staat geregistreerd voor het motortype. Als het motortype is vastgesteld, ga verder met stap 3. Als het motortype niet is vast te stellen, ga dan verder met stap 6.
- 3) Zoek het vastgestelde motortype in de *Emissiefactoren* database. Als het motortype daarin voorkomt, is de koppeling gemaakt. Als het motortype niet voorkomt in de *Emissiefactoren* database, ga dan verder met stap 4.
- 4) Zoek een substituuut voor het vastgestelde motortype in de *Motortype substitutielijst*. Als het motortype voorkomt in deze substitutielijst, is de koppeling te maken met een substitutie motortype. Als het motortype niet voorkomt in de substitutielijst, ga dan verder met stap 5.

Motortype bekend – Geen direct substituu

- 5) Als het motortype bekend is, maar niet in de substitutielijst of database voorkomt: bepaal de shaft horsepower van de motor op basis van openbare bronnen van de fabrikant. Zoek vervolgens in de *Emissiefactoren* database naar eenzelfde type motor (heli / piston / turbofan / turboprop). Bij voorkeur van dezelfde fabrikant, met gelijke of betere prestaties, die bruikbaar is als substituu. Op basis van dit substituu wordt dan de koppeling gemaakt met een motortype in de *Emissiefactoren* database en zijn bijbehorende gegevens beschikbaar. Als er geen realistisch substituu kan worden vastgesteld, ga dan verder met stap 6.
- 6) Selecteer voor piston motoren op basis van de shaft horsepower een default motortype (200/300/500/>500hp) met gelijke of betere prestaties en gebruik deze als substituu. Als het geen piston motor is, ga dan verder met stap 7.

Motortype onbekend

- 7) Wanneer een koppeling op basis van motortype niet mogelijk is, maak dan een koppeling op basis van het vliegtuigtype.
 - a) Selecteer het motortype uit het Nederlandse luchtvaartregister. Vraag de betreffende luchthaven naar het meest voorkomende motortype van dat specifieke vliegtuigtype als dat die luchthaven aandoet.
 - b) Selecteer op basis van het Nederlandse luchtvaartregister het meest voorkomende motortype dat in Nederland voorkomt bij het specifieke vliegtuigtype. Deze veelvoorkomende motortypes zijn dan, al dan niet via de substitutielijst, te koppelen aan de *Emissiefactoren* database.

2 Aandachtspunten

2.1. Luchthaven specifieke TIM-tijden

Voor concentratie- en depositieberekeningen is informatie nodig over de werkelijke vluchtpaden en profielen. Generieke TIM-tijden zijn nodig voor het bepalen van emissies gedurende de standaard ICAO LTO-cyclus. Een LTO-cyclus bestaat uit vier fasen: de landingsfase (approach), twee taxifasen (idle), een startfase (take-off) en een klimfase (climb-out). De cyclus is gebaseerd op starts tot en met 3.000 voet en landingen vanaf 3.000 voet tot de grond. De TIM-tijden zijn afhankelijk van het ontwerp van de luchthaven (taxi tijden) en van de geldende procedures (take-off, climb-out en approach). Dit betekent dat de TIM-tijden (kunnen) verschillen per luchthaven. Bij het bepalen van luchthaven specifieke TIM-tijden gelden de volgende aandachtspunten:

- De *Vliegtuigtype* database, bevat TIM-codes voor verschillende vliegtuigtypes: Heli, Piston, TP (turboprop), TF (turbofan), TFBUS (turbofan zakelijke luchtvaart) en Jumbo (turbofan vliegtuigen met twee gangpaden of meer). Het is aan te raden om, voor zover data beschikbaar is, specifieke TIM-tijden voor elke TIM-code te bepalen. Want deze kan sterk verschillen tussen deze categorieën.
- TIM-tijden voor de taxifase zijn afhankelijk van het ontwerp van de luchthaven. De TIM-tijden voor de taxifase zijn afhankelijk van de af te leggen afstand en de gemiddelde taxisnelheid. Hierbij is de locatie van de terminal ten opzichte van de baankoppen en de lay-out van het taxibanenstelsel van belang. Houd in de TIM-tijden ook rekening met lokale procedures, zoals het gebruik van starts van de intersectie (wachtruimte bij begin startbaan).
- De TIM-tijden voor de landing-, start- en klimfase zijn afhankelijk van het type toestel (in te delen in TIM-codes) en de lokale procedures. De LTO-cyclus is gebaseerd op starts en landingen tot en met 3.000 voet. De TIM-tijden moeten daarom gaan over de tijden vanaf (landing) en tot (klim) die hoogte. TIM-tijden zijn af te leiden van vliegdata, als deze data beschikbaar is. Als alternatief zijn TIM-tijden, volledig of gedeeltelijk, af te leiden van de prestatiegegevens zoals gebruikt bij de geluidberekeningen.

2.2. APU/GPU tijden en APU-gebruik

Wanneer de motoren van een vliegtuig uitstaan wordt stroom (voor bijvoorbeeld verlichting of airconditioning) geleverd door de Auxiliary Power Unit (APU) aan boord van het vliegtuig, de Ground Power Unit (GPU) buiten het vliegtuig of door walstroom. De emissiefactoren voor APU's en GPU's zijn weergegeven als functie van de tijd (kg/uur en g/uur). Voor emissieberekeningen is het daarom van belang om de tijdsinzet van APU/GPU per vliegtuigbeweging of LTO te bepalen.

Het gebruik van APU, GPU of walstroom is afhankelijk van de situatie op de luchthaven (aanwezigheid GPU, aanwezigheid walstroom) en van de werkwijze van de luchthaven. Dit betekent dat er verschillen zullen zijn in het gebruik van APU, GPU of walstroom tussen verschillende luchthavens. Let bij het bepalen van APU/GPU-tijden en APU-gebruik op een specifieke luchthaven op de volgende punten:

- De *Vliegtuigtype* database geeft per ICAO code aan of de database informatie bevat over het APU-type. Bepaal hoelang een vliegtuig gebruikmaakt van deze APU als die aanwezig is. Hierbij is het aan te raden onderscheid te maken naar verschillende vliegtuigtypes. Met name het onderscheid tussen Turbofan vliegtuigen en de grotere Jumbo vliegtuigen (turbofan vliegtuigen met twee

gangpaden of meer) is relevant. Want deze laatste soort vliegtuigen hebben vaak meer tijd nodig voor ze weer kunnen vertrekken (langere turnaround).

- Ook is het goed om onderscheid te maken tussen passagiers- en vrachtvliegtuigen. Vrachtvliegtuigen hebben een ander gebruik van de APU dan passagiersvliegtuigen. Ze hebben bijvoorbeeld geen airconditioning in de cabine.
- Als er GPU's aanwezig zijn, bepaal dan wel deel van de vliegtuigen daarvan gebruik maakt. Als gebruikstijd van de GPU is de tijd te gebruiken waarop de hoofdmotor(en) uitgeschakeld is.
- Als er walstroom beschikbaar is, bepaal dan welk deel van de vliegtuigen daarvan gebruik maakt. Als gebruikstijd van de walstroom is de tijd te gebruiken waarop de hoofdmotor(en) uitgeschakeld is. Voor dit deel van de vliegtuigen/tijd worden geen APU- of GPU-emissies opgenomen in de berekening.

3 Totstandkoming *Emissiedatabase luchtvaart en -havens*

De regeling milieu-informatie (RMI) luchthaven Schiphol bevat een emissiedatabase voor het berekenen van de uitstoot van stoffen genoemd in het Luchthavenverkeerbesluit Schiphol. De RMI-database (2021) is het startpunt geweest voor de *Emissiedatabase luchtvaart en -havens*. De *Emissiedatabase luchtvaart en -havens* is waar nodig en mogelijk uitgebreid om toepasbaar te zijn voor alle nationale en regionale luchthavens. Hiervoor is eerst gekeken in hoeverre de RMI-database, inclusief substituten, het Nederlandse luchtvaartregister afdekt. Vervolgens is gekeken of de *Emissiedatabase luchtvaart en -havens* met externe data of interne substituten verder was uit te breiden.

Voor mogelijk aanvullende data zijn literatuurstudies gedaan naar emissiegegevens van motoren die voorkomen in het Nederlandse luchtvaartregister maar niet in de basis RMI-database. Bij het selecteren van aanvullende data gold als eis dat deze data met hetzelfde detailniveau moest zijn als de data in de RMI-database. Daarmee is die aanvullende data bruikbaar voor analyses op hetzelfde detailniveau als bij Schiphol. De aanvullende data is afkomstig van websites van motorfabrikanten, handelaren, overheden en van certificatie documenten. Hierbij zijn geen nieuwe motortypes in beeld gekomen waarvan de nodige data beschikbaar was voor opname in de database.

Daarna is aandacht besteed aan het vinden van interne substituten. Hierbij is de substitutielijst uit de RMI-database uitgebreid met 168 substituten. Daarmee is het grootste deel van vliegtuigtype-motortype combinaties uit het Nederlands luchtvaartregister te koppelen aan emissiegegevens uit de *Emissiedatabase luchtvaart en -havens*.

Ook is de *vliegtuigtype* database uitgebreid met alle types uit het Nederlandse luchtvaartregister die nog ontbraken. Voor het bepalen van het aantal motoren en het APU-type is gebruikt gemaakt van de gegevens uit AEDT.

Voor APU- en GPU-emissiedata is ook gebruik gemaakt van gegevens uit AEDT. De AEDT-data bevat namelijk het meest complete overzicht van verschillende APU- en GPU-types. De emissiefactoren uit AEDT betreffen algehele factoren in kg/uur. Dit betekent dat er voor APU geen uitsplitsing is gemaakt naar fases (no load, power, airco en jetstart). Voor GPU-types is beperkte informatie beschikbaar, waardoor de *Emissiedatabase luchtvaart en -havens* de default AEDT emissiefactoren van diesel, gasoline en elektrische GPU's bevat.

4 Updates database

De landelijke emissiedatabase wordt regelmatig up-to-date te gehouden. Daarnaast worden, wanneer daar behoefte aan is in verband met lopende emissie-, concentratie- of depositieonderzoeken voor Nederlandse luchthavens, tussentijdse aanvullingen gedaan. In deze paragraaf zijn de updates in de landelijke emissiedatabase weergegeven en toegelicht.

4.1. Maart 2023

- De emissiegegevens van VOS in tabblad "Emissiedatabase" en in tabblad "APU-GPU" zijn aangepast op basis van een onderzoek van TNO over emissies van ZYS op relevante Nederlandse Luchthavens (Notitie Emissieberekening ZYS Luchthavens, (TNO, 2023), referentienummer 100345197).
- Emissiegegevens van geselecteerde ZYS zijn in een nieuw tabblad in de database, genaamd "ZYS", opgenomen op basis van een onderzoek van TNO over emissies van ZYS op relevante Nederlandse Luchthavens (Notitie Emissieberekening ZYS Luchthavens, (TNO, 2023), referentienummer 100345197).
- De emissiegegevens van de volgende motortypen zijn, op basis van ICAO EDB Issue 29, geactualiseerd:
 - V2530-A5 SelectOne™ Upgrade Package Floatwall
 - PW1525G TALON X, Block-C
 - PW1524G TALON X, Block-C
 - PW1521G TALON X, Block-C
 - PW1521GA TALON X, Block-C
 - PW1519G TALON X, Block-C
 - PW1919G TALON X, Block-C
 - PW1921G TALON X, Block-C
 - PW1922G TALON X, Block-C
 - PW1923G-A TALON X, Block-C
 - PW1923G TALON X, Block-C