

Notitie

**Aan**  
Ministerie van IenW

**Van**  
[Redacted]

**Onderwerp**  
Notitie Emissieberekening ZZS Luchthavens

### Inleiding

Het Ministerie van IenW heeft TNO gevraagd een verkennend onderzoek naar de emissies van Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS) op de relevante Nederlandse Luchthavens (Amsterdam, Rotterdam, Eindhoven, Maastricht en Groningen). In deze notitie worden de bevindingen van dit verkennende onderzoek beschreven.

### Aanpak

In de Nederlandse Emissieregistratie worden jaarlijks berekeningen gemaakt van de emissies van ZZS door de luchtvaart op de Nederlandse Luchthavens. In de berekening worden de emissies van ZZS berekend uit de emissie van organische stoffen (koolwaterstoffen<sup>1</sup>) onder gebruikmaking van de fracties van de verschillende ZZS in deze emissie.

**Vluchtige organische stoffen** (VOS, totaal parameter waaronder ook de ZZS zijn inbegrepen) ontstaan bij de onvolledige verbranding van vliegtuigbrandstoffen. Hoe beter de verbranding hoe lager de emissie van koolwaterstoffen. De emissie van VOS wordt berekend met behulp van emissiefactoren uitgedrukt in kg VOS/ kg brandstof. Om de emissie van een individuele **ZZS** te kunnen berekenen, zijn gegevens noodzakelijk met betrekking tot het **aandeel** (in gewichts %) van een individuele ZZS in de totaal parameter VOS.

**Voorbeeld:** Elke 100 kg VOS emissie uit een vliegtuigmotor bevat 1,681 kg benzeen (op basis van een gewichtsaandeel van 1,681% benzeen in de berekende VOS emissie).

Omdat de ZZS steeds meer in de belangstelling staan, is in een kort verkennend literatuuronderzoek gekeken of op basis van recent wetenschappelijk onderzoek aanwijzingen zijn om de bestaande emissieschattingen aan te passen. Indien nieuwe inzichten beschikbaar zijn, wordt een nieuwe berekening van de ZZS-emissies uitgevoerd voor het jaar 2019 (het laatste pré-corona jaar met een

<sup>1</sup> : Hierbij is vermeld dat de berekening van de koolwaterstoffen emissie op basis van Amerikaanse definities verloopt. Allereerst worden de HC emissies (Hydro Carbon emissie zoals door ICAO bepaald en die niet alle organische gassen omvatten) omgerekend naar TOG (Total Organic Gasses) via een opslagfactor (= 1,16). Op deze berekende TOG emissie wordt vervolgens het samenstellingsprofiel voor de individuele ZZS stoffen gelegd. In de Emissieregistratie wordt de berekende TOG emissie weergegeven als VOS emissie. ZZS worden als individuele componenten weergegeven.

### Circular Economy & Environment

Princetonlaan 6  
3584 CB Utrecht  
Postbus 80015  
3508 TA Utrecht

www.tno.nl

T +31 88 866 42 56  
F +31 88 866 44 75

### Datum

10 Februari 2023

### Onze referentie

100345197

### E-mail

[Redacted]

### Doorkiesnummer

[Redacted]

representatieve omvang van het luchtverkeer op de luchthavens). De emissieberekening kan worden gebruikt in een vervolgstudie, waarin de emissies worden omgerekend naar concentraties ZZS in de buitenlucht. Verder omvat het onderzoek een korte analyse van mogelijke emissie reducerende maatregelen om de emissies van ZZS door straalvliegtuigen te reduceren.

**Datum**  
10 Februari 2023

**Onze referentie**  
100345197

**Blad**  
2/19

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat wil een rekenvoorschrift laten ontwikkelen om uniform en transparant te kunnen rekenen aan vliegtuigemissies. Dit voorschrift is nog niet beschikbaar. Zodra dit voorschrift beschikbaar is, is het aan te bevelen om de berekeningen te actualiseren op basis van dit voorschrift. Dit kan leiden tot andere uitkomsten.

### **Literatuuronderzoek**

Het korte literatuuronderzoek is gericht op de meest recente literatuur (met name ICAO rapporten en de meest recent H2020 publicaties, EPA-rapporten, EMEP/EEA air pollutant emissions guidebook) betreffende de emissies van verschillende stoffen uit in commerciële luchtvaartmotoren. Alleen straalmotoren aangedreven door kerosine (Jet-A) worden in beschouwing genomen (tijdens de verschillende onderdelen van de LTO-cyclus (Landing & Take-off)) daar deze het overgrote deel van de vliegbewegingen, en daarmee de emissies bepalen. Hierbij is met name de literatuur gezocht die bruikbaar is om in de huidige emissie berekenings-methodiek te worden toegepast. De focus lag daarbij op de onderzoeken naar de resultaten van metingen onder werkelijke vliegomstandigheden (dus geen lab-tests, experimenteel-onderzoek, geschaalde motoren of modellen).

Alleen de literatuur die inzicht geeft in nieuwe emissiefracties (aandeel ZZS in de vluchtige organische stoffen emissies) zal in de emissieberekening worden betrokken (zie Annex 1).

De LTO-cyclus, zoals gedefinieerd door de ICAO (ICAO, 2018), bestaat uit 4 fasen:

- 1) 'Approach': het toestel daalt af naar de landingsbaan en landt op de luchthaven. Deze fase duurt 4 minuten met de motoren op 30% maximaal vermogen ( $F_{\infty}$  = maximaal vermogen).
- 2) 'Idle': de fase na het landen en voorafgaand aan het starten, met de motoren op laag vermogen (7% van maximaal vermogen). Dit zijn alle handelingen op de grond: het taxiën naar de gate, stand-by staan bij de gate, en taxiën naar de startbaan. Deze fase duurt 26 minuten volgens de ICAO-definitie.
- 3) 'Take-off': motoren op vol vermogen (100% van  $F_{\infty}$ ) voor 0,7 minuten.
- 4) 'Climb': opstijgen tot 3000 voet (914 meter) op 85% van  $F_{\infty}$  gedurende 2,2 minuten.

De ICAO standaard wordt gebruikt voor het testen van motoren en houdt geen rekening met extra gewicht van passagiers of bagage, wat van invloed kan zijn op het gebruikt vermogen bij de Take-off. Daarnaast zijn werkelijk optredende vermogens in de Idle fase lager (3-4% van  $F_{\infty}$  versus de ICAO standaardwaarde van 7% van  $F_{\infty}$  (Nikoleris et al., 2011)).

**Datum**

10 Februari 2023

**Onze referentie**

100345197

**Blad**

3/19

Bij de Nederlandse emissieberekeningen voor de "Idle" fase wordt uitgegaan van werkelijke TIM tijden (Time In Mode = tijd per fase), ook de engine settings in de emissieberekening voor de vluchtfases zijn afwijkend van voornoemde definities. De parameters die worden gebruikt in de Nederlandse emissieberekeningen t.b.v. Emissieregistratie staan vermeld in Dellaert en Hulskotte, 2017.

Hierbij dient tevens te worden opgemerkt dat op Schiphol tijdens de take-off fase maximaal 80 % van het maximale vermogen hoeft te worden aangesproken door de langere startbanen, dit fenomeen wordt niet meegenomen in de huidige emissieberekeningen (zowel in de Emissieregistratie als in dit onderzoek).

Samenstelling van uitgestoten koolwaterstoffen varieert sterk met motorvermogen (Beyersdorf et al., 2012), dus deze lagere vermogens kunnen bepalend zijn voor de samenstelling van de ZZS. Zie ook bijgevoegd figuur uit Beyersdorf et al. (2012) ter illustratie. Bij lage vermogens is een significant deel van de uitstoot onverbrande componenten van de brandstof (Spicer et al., 1990), terwijl deze onverbrande componenten bij 30% van het maximale vermogen vrijwel geen bijdrage meer leveren aan de uitstoot, en ook de absolute concentraties van de koolwaterstoffen veel lager zijn. De grootste bijdrage aan uitstoot van ZZS komt dus tot stand in de Idle fase (tijdens taxiën of aan de gate), als het toestel aan de grond is.

Ook het gebruik van de Auxiliary Power Units (APU's)<sup>2</sup> wordt aangemerkt als een belangrijke bron van emissies voor zware koolwaterstoffen (Mokalled et al., 2019), met een omvang in dezelfde orde grootte als de uitstoot uit de motoren.

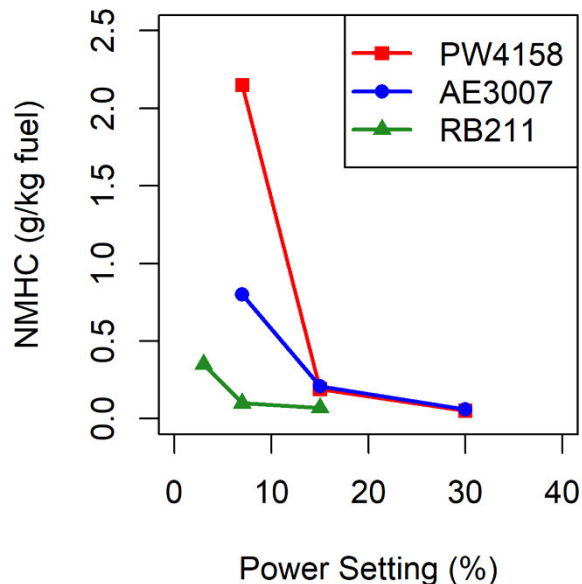
---

<sup>2</sup> Auxiliary Power Unit (APU): hulpmotor aan boord van het vliegtuig die energie levert wanneer de hoofdmotoren voor de voortstuwing uitgeschakeld zijn.

**Datum**  
10 Februari 2023

**Onze referentie**  
100345197

**Blad**  
4/19



*Figuur 1: Vrij naar Beyersdorf et al. (2012), Relatie tussen uitstoot van koolwaterstoffen (exclusief methaan) als functie van motorvermogen, voor 3 verschillende typen straalmotoren*

De kern-referentie van het literatuuronderzoek is een zeer uitgebreid review-artikel van (Masiol & Harrison, 2014). Dit artikel vat het gedane onderzoek (tot 2014) samen over zowel uitlaatgasemissies als de samenstelling van de lucht op en nabij luchthavens. De nadruk ligt hierbij op commerciële luchtvaart met kerosinemotoren, hoewel er expliciet wordt vermeld dat kleinere niet commerciële vliegtuigen een bron van lood kunnen zijn omdat deze vliegtuigen vaak draaien op de loodhoudende vliegtuigbenzine (AvGas) in plaats van kerosine (Carr et al., 2011).

In de jaren na dit artikel is er relatief weinig gepubliceerd aangaande werkelijke emissies van ZZS uit de luchtvaart. Daarnaast worden de resultaten van de meeste studies vermeld als Emissie-Indices, die een vergelijking in uitstoot met andere stoffen (bijvoorbeeld CO<sub>2</sub>) mogelijk maakt. Deze studies zijn echter beperkt in het aantal verschillende stoffen en bieden onvoldoende gegevens om in een emissieberekening toe te passen. Deze studies geven wel inzicht in de verschillende stoffen die zijn gemeten in de uitlaatgassen van vliegtuigmotoren, maar geven geen inzicht in de gewichtsaandelen van de stoffen in de totale koolwaterstoffen emissie. Dit alles leidt ertoe dat geen nieuw emissieprofiel kan worden afgeleid uit de beschouwde recente literatuur.

We stellen voor de meest recente versie van het samenstellingsprofiel in de SPECIATE-database toe te passen voor de emissieberekening: (versie 5.1 profiel nummer 5565), (US-EPA, 2009). Dit is een geüpdatete versie ten opzichte van het huidige emissieprofiel dat in de nationale Emissieregistratie gebruikt wordt. Dit profiel wordt tevens in de meest recente uitgave van het EMEP-handboek voor de

bepaling van emissies van luchtverontreinigende stoffen aanbevolen (Winther et al., 2019). Dit profiel zal ook vanaf 2022 in de Emissieregistratie worden toegepast om de emissies van de ZZS-stoffen te berekenen. Hierbij dient vermeld te worden dat de factoren een grote onzekerheid kennen.

**Datum**  
10 Februari 2023

**Onze referentie**  
100345197

**Blad**  
5/19

### **ZZS definities**

De Amerikaanse luchtvaartautoriteit (FAA, 2003) herkent 18 stoffen in het samenstellingsprofiel van luchtvaartuistoot als *Hazardous Air Pollutants (HAP's)*. HAP's zijn naar Amerikaanse definitie luchtverontreinigende stoffen, waarvan bekend is dat ze kanker en andere ernstige gezondheidseffecten veroorzaken. Deze definitie is anders dan de Nederlandse/ EU definitie van ZZS: stoffen die gevaarlijk zijn voor mens en milieu, omdat ze bijvoorbeeld de voortplanting belemmeren, kankerverwekkend zijn of zich in de voedselketen ophopen.

In de huidige ZZS-lijst van het RIVM vinden we 7 HAP's stoffen terug, te weten 1,3-butadien; formaldehyde; benzeen; naphhtaleen; 1-methylnaphhtaleen, 2-methylnaphhtaleen en isopropylbenzeen. Formaldehyde is de voornaamste component van de uitstoot, met name bij lage motorvermogens, met 12% van de totale koolwaterstoffen uitstoot (FAA, 2003). Daarnaast komt in het samenstellingsprofiel de stof Crotonaldehyde voor die in Nederland als ZZS is aangemerkt, maar in de US niet als HAP's wordt gekwalificeerd. In de uitlaatgassen van straalmotoren komen dus 8 in Nederland als ZZS geclassificeerde stoffen voor.

Naast vliegtuigemissies zijn er verscheidene potentiële bronnen van ZZS op luchthavens, zoals GPU's (ground power units), verkeer aan de grond, werkzaamheden, warmte toevoer, dampen die vrijkomen bij brandstoftoevoer, et cetera. Deze extra bronnen zijn in dit onderzoek niet in beschouwing genomen.

Een voorbeeld is smeerolie voor de straalmotoren, die onder andere de voormalig ZZS tricresylfosfaat bevat, welke is gevonden in de cabinelucht en aan de grond rondom het toestel (Yu et al., 2010; Liyasova et al., 2011).

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) zijn onderdeel van de ZZS lijst, maar er is weinig onderzoek gedaan naar de uitstoot van PAK's op luchthavens. Gerapporteerde metingen van PAK's op luchthavens waren lager dan de maximale aanvaardbare concentratie op de werkplek (200 µg/m<sup>3</sup> als 8-uursgemiddelde concentratie) (Bendtsen et al., 2021).

Ultra Fine Particles (UFP) zijn in dit literatuuronderzoek buiten beschouwing gelaten, hoewel er aanwijzingen zijn dat UFP op en nabij luchthavens opgebouwd kunnen zijn uit (deels) ZZS, vanwege de vorming (door nucleatie) van deeltjes tijdens het verbrandingsproces (Stacey, 2019). Metingen tonen dicht bij luchthavens verhoogde UFP-concentraties aan in vergelijking met gebieden verder van luchthavens af.

De werkelijke impact op volksgezondheid van luchtvaart emissies is nog niet goed onderzocht (Barrett et al., 2010). (Yim et al., 2013) schatten dat 110 vroegtijdige sterfgevallen in het Verenigd Koninkrijk worden veroorzaakt door luchthavens

emissies. Ze geven als aanbeveling dat de impact op volksgezondheid verminderd kan worden door gebruik van brandstoffen met laag zwavelgehalte, het gebruik van elektrisch aangedreven werktuigen op de grond, zo min mogelijk gebruiken van APU's en gebruik van slechts één motor tijdens de taxifase.

**Datum**  
10 Februari 2023

**Onze referentie**  
100345197

**Blad**  
6/19

## Emissieberekeningen

### 1. Emissies van koolwaterstoffen

In tabel 1 t/m 5 staan de emissies van koolwaterstoffen vermeld die zijn berekend op basis van de huidige emissies zoals gerapporteerd in de Nederlandse Emissieregistratie.

Bij de berekeningen is de procedure gebruikt die vermeld staat in het methodiekrapport van de taakgroep verkeer (Geilenkirchen et al., 2022a en 2022b). Bij het opstellen van deze notitie is naar voren gekomen dat de berekening van de koolwaterstoffen emissies van straalvliegtuigen tot op heden niet juist is<sup>3</sup>. In de huidige berekeningswijze van de Emissieregistratie worden de VOS<sup>4</sup> emissies circa 16 % te laag ingeschat door het gebruik van een foutieve factor voor de omrekening van de ICAO HC emissies naar TOG emissies. In deze notitie is gerekend met de correcte omrekeningsfactor naar TOG (EPA, 2009) en de berekende emissies worden hierna VOS genoemd (om aan te sluiten Nederlandse nomenclatuur).

Tevens is in tabel 1 t/m 5 te zien in welke vliegfase de koolwaterstoffen vrijkomen, waarbij de hulpmotoren (APU's) die aan de gate draaien apart staan vermeld. Deze emissiecijfers zijn het uitgangspunt voor de berekeningen van verschillende koolwaterstoffracties die deel uit maken van het mengsel koolwaterstoffen. In deze koolwaterstoffractie bevinden zich een aantal stoffen die door het RIVM als ZZS zijn aangemerkt.

*Tabel 1 Emissies van koolwaterstoffen (VOS) op Amsterdam airport in de jaren 2018 t/m 2021 ton/jaar*

| Fase/APU      | 2018           | 2019           | 2020           | 2021           |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Idle          | 358.796        | 371.913        | 171.154        | 197.163        |
| APU           | 5.631          | 5.487          | 2.815          | 3.154          |
| Take-off      | 2.292          | 2.156          | 1.122          | 1.244          |
| Climb-out     | 4.666          | 4.499          | 2.064          | 2.357          |
| Approach      | 8.809          | 8.351          | 4.429          | 5.305          |
| <b>Totaal</b> | <b>380.195</b> | <b>392.406</b> | <b>181.583</b> | <b>209.224</b> |

<sup>3</sup> EPA hanteert bij de omrekening van HC naar Total Organic Gasses een factor van 1,16. Deze correctie is tot op heden in de Emissieregistratie niet toegepast in de berekening van ZZS in de zogenaamde rekenfactoren (de omrekening van HC naar specifieke ZZS). In de lopende Emissieregistratie ronde (2023) zal deze fout worden gecorrigeerd voor de complete tijdreeks 1990-2022.

<sup>4</sup> VOS wordt in Emissieregistratie gebruikt voor de weergave van Total Organic Gasses (TOG) emissie voor de luchtvaartemissies.

Tabel 2 Emissies van koolwaterstoffen (VOS) op Rotterdam airport in de jaren 2018 t/m 2021, kilogram/jaar

| Fase/APU      | 2018          | 2019          | 2020         | 2021          |
|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
| Idle          | 10.267        | 10.480        | 7.383        | 9.080         |
| APU           | 388           | 391           | 124          | 146           |
| Take-off      | 285           | 259           | 240          | 293           |
| Climb-out     | 157           | 166           | 61           | 78            |
| Approach      | 912           | 841           | 796          | 971           |
| <b>Totaal</b> | <b>12.009</b> | <b>12.137</b> | <b>8.605</b> | <b>10.569</b> |

**Datum**  
10 Februari 2023

**Onze referentie**  
100345197

**Blad**  
7/19

Tabel 3 Emissies van koolwaterstoffen (VOS) op Maastricht airport in de jaren 2018 t/m 2021, kilogram/jaar

| Fase/APU      | 2018         | 2019         | 2020         | 2021         |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Idle          | 5.545        | 4.688        | 4.721        | 5.258        |
| APU           | 302          | 258          | 188          | 193          |
| Take-off      | 59           | 60           | 55           | 61           |
| Climb-out     | 122          | 100          | 85           | 88           |
| Approach      | 218          | 189          | 156          | 183          |
| <b>Totaal</b> | <b>6.245</b> | <b>5.295</b> | <b>5.205</b> | <b>5.783</b> |

Tabel 4 Emissies van koolwaterstoffen (VOS) op Groningen airport in de jaren 2018 t/m 2021, kilogram/jaar

| Fase/APU      | 2018         | 2019         | 2020         | 2021         |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Idle          | 3.583        | 3.680        | 2.580        | 2.344        |
| APU           | 82           | 44           | 7            | 12           |
| Take-off      | 143          | 147          | 126          | 96           |
| Climb-out     | 16           | 14           | 4            | 6            |
| Approach      | 442          | 453          | 384          | 307          |
| <b>Totaal</b> | <b>4.265</b> | <b>4.338</b> | <b>3.099</b> | <b>2.765</b> |

Tabel 5 Emissies van koolwaterstoffen (VOS) op Eindhoven airport in de jaren 2018 t/m 2021, kilogram/jaar

| Fase/APU      | 2018         | 2019         | 2020         | 2021         |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Idle          | 6.616        | 8.180        | 3.853        | 4.415        |
| APU           | 602          | 640          | 264          | 317          |
| Take-off      | 155          | 165          | 66           | 78           |
| Climb-out     | 358          | 381          | 152          | 179          |
| Approach      | 348          | 370          | 170          | 199          |
| <b>Totaal</b> | <b>8.080</b> | <b>9.735</b> | <b>4.505</b> | <b>5.188</b> |

In tabel 1 t/m 5 is te zien dat in alle gevallen de emissies van vliegtuigen op de grond verreweg de grootste bijdrage leveren aan de emissies. Naast de Idle-fase

vinden de emissies van APU's en Take-off (deels) op grondniveau plaats. De emissies op grondniveau zijn het meest van belang voor de te verwachten concentraties op grondniveau. Verder is ook te zien dat de emissies in 2020 (Corona jaar) drastisch zijn gedaald ten opzichte van 2018 en 2019, waarna in 2021 bij de meeste luchthavens weer een toename te zien is.

**Datum**  
10 Februari 2023

**Onze referentie**  
100345197

**Blad**  
8/19

## 2. Emissies van zeer zorgwekkende stoffen (ZZS)

In tabel 6 wordt de emissie van de stoffen getoond die door RIVM als ZZS zijn aangemerkt.

Tabel 6 Emissies van ZZS op de verschillende airports in 2019 (kg/jaar)

| Stof              | Gew.%<br><br>in<br>VOS | Amsterdam<br>Emissie-<br>totaal<br><br>(kg/jaar) | Eindhoven<br>Emissie-<br>totaal<br><br>(kg/jaar) | Groningen<br>Emissie-<br>totaal<br><br>(kg/jaar) | Maastricht<br>Emissie-<br>totaal<br><br>(kg/jaar) | Rotterdam<br>Emissie-<br>totaal<br><br>(kg/jaar) |
|-------------------|------------------------|--|--|--|---|--|
| 1,3-Butadieen     | 1,687                  | 6.620  | 164  | 73   | 89  | 207  |
| Formaldehyde      | 12,310                 | 48.739   | 1.209  | 539  | 658   | 1.508  |
| Benzeen           | 1,681                  | 6.656  | 165  | 74   | 90  | 206  |
| 1-Methylnaftaleen | 0,247                  | 978  | 24   | 11   | 13  | 30   |
| Naftaleen         | 0,541                  | 2.142  | 53   | 24   | 29  | 66   |
| 2-methylnaftaleen | 0,206                  | 816  | 20   | 9  | 11  | 25   |
| Isopropylbenzeen  | 0,003                  | 12   | 0,3  | 0,1  | 0,1   | 0,3  |
| Crotonaldehyde    | 1,033                  | 4.090  | 102  | 45   | 55  | 127  |

In de Bijlagen 2 t/m 6 is aangegeven welke stoffen zijn meegenomen in het emissieprofiel als potentiële ZZS. Voor vliegverkeer op vliegvelden gelden, net als voor andere mobiliteitsbronnen, geen emissiegrenswaarden zoals deze bij bedrijven/inrichtingen worden gehanteerd.

Het is dus niet mogelijk de emissies van ZZS direct aan een emissiegrenswaarde te relateren. Wat wel mogelijk is, is om de emissie van de luchthavens te beschouwen vanuit het perspectief alsof het een industriële inrichting zou zijn. Daarbij zij voorop gezegd dat de emissies op de luchthavens niet via een gekanaliseerd emissiepunt optreden, maar ruimtelijk zijn verdeeld over het platform, tijdens het taxiën, take-off en landen.

Voor benzeen geldt overigens wel een wettelijke EU-grenswaarde t.a.v. van 5 µg/m<sup>3</sup> jaargemiddeld met betrekking tot de luchtkwaliteit.

Voor industriële inrichtingen geldt dat boven een bepaalde wettelijk vastgestelde emissie (de zogenoemde grensmassa-stroom in kg/uur) voldaan moet worden aan een concentratie-eis (in mg/Nm<sup>3</sup>) in de afgassen. De idee is dat door de concentratie-eis te stellen voor alle significante emissiepunten deze emissies



gemitigeerd worden (binnen wat economisch en technisch haalbaar is). Door deze concentratie eis in de afgassen wordt de blootstellingsconcentratie op leefniveau van de verontreiniging (dus na verspreiding in de atmosfeer) verondersteld binnen een aanvaardbaar niveau te blijven.

In de onderstaande tabel wordt de grens-massaastroom (zoals die wordt gehanteerd voor industriële emissies) vergeleken met de uurgemiddelde emissie van de verschillende luchthavens.

**Datum**  
10 Februari 2023

**Onze referentie**  
100345197

**Blad**  
9/19

*Tabel 7 Vergelijking tussen grens-massaastroom en de uurgemiddelde emissies van de verschillende luchthavens in 2019 (g/uur, afgeronde getallen)*

| Stof              | Grens-massaastroom<br>(Industriële inrichtingen)<br>(g/uur) | Amsterdam<br>(g/uur) | Eindhoven<br>(g/uur) | Groningen<br>(g/uur) | Maastricht<br>(g/uur) | Rotterdam<br>(g/uur) |
|-------------------|---|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| 1,3-Butadien      | 2,5   | 756                  | 19                   | 8                    | 10                    | 23                   |
| Formaldehyde      | 2,5   | 5.514                | 137                  | 61                   | 74                    | 171                  |
| Benzeen           | 2,5   | 753                  | 19                   | 8                    | 10                    | 23                   |
| 1-Methylnaftaleen | 0,15  | 111                  | 3                    | 1                    | 1                     | 3                    |
| Naftaleen         | 0,15  | 242                  | 6                    | 3                    | 3                     | 7                    |
| 2-methylnaftaleen | 0,15  | 92                   | 2                    | 1                    | 1                     | 3                    |
| Isopropylbenzeen  | 500   | 1                    | 0                    | 0                    | 0                     | 0                    |
| Crotonaldehyde    | 0,15  | 463                  | 11                   | 5                    | 6                     | 14                   |

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de uurgemiddelde emissie voor vrijwel alle geïdentificeerde ZZS op luchthavens, de grens-massaastroom zoals die wordt gehanteerd bij industriële inrichtingen overschrijden (alleen voor Isopropylbenzeen is dat niet het geval). Dit is een indicatie dat de emissies, zoals die voor de luchthavens zijn berekend, niet verwaarloosbaar zijn. Maar zoals reeds genoemd, zijn luchthavens geen puntbronnen (zoals in de industrie) en daarom kan alleen via verspreidingsberekeningen<sup>5</sup> (waarin de emissie wordt omgerekend naar de concentratie in de buitenlucht) een inschatting van de mogelijke gezondheidseffecten worden bepaald.

Voor de hier geïdentificeerde ZZS is uitsluitend voor benzeen een officiële luchtkwaliteitsgrenswaarde vastgesteld van 5 µg/m<sup>3</sup> als jaargemiddelde concentratie. Een andere mogelijkheid om de berekende concentraties te

<sup>5</sup> Als vervolg op deze notitie zijn verspreidingsberekeningen gepland waarin de hier gepresenteerde jaaremissies verdeeld worden in tijd en locatie op basis van operationele gegevens op de verschillende luchthavens.

beoordelen is een toetsing aan de geldende (niet-wettelijk vastgestelde) MTR<sup>6</sup> waarden voor de betreffende stoffen. Vergunningverleners moeten de uitstoot van ZZS toetsen aan het MTR. In de tabel 8 zijn de MTR waarden weergegeven.

Tabel 8: MTR niveaus voor de geïdentificeerde ZZS

| Stof              | MTR-lucht<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |
|-------------------|---|
| 1,3-Butadieen     | 3   |
| Formaldehyde      | 10  |
| Benzeen           | 5   |
| 1-Methylnaftaleen | 0,001                                     |
| Naftaleen         | 0,001                                     |
| 2-methylnaftaleen | 0,001                                     |
| Isopropylbenzeen  | 870                                       |
| Crotonaldehyde    | 0,00436                                   |

**Datum**  
10 Februari 2023

**Onze referentie**  
100345197

**Blad**  
10/19

<sup>6</sup> MTR: maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR) is de concentratie van een stof in lucht waar beneden geen negatief effect is te verwachten.

**Datum**  
10 Februari 2023

**Onze referentie**  
100345197

**Blad**  
11/19

### **Emissie reducerende maatregelen**

Voor de emissies van ZZS geldt op grond van artikel 2.4 lid 1 van het Activiteitenbesluit Milieubeheer een wettelijke de minimalisatieverplichting. Deze houdt in dat gestreefd moet worden naar een maximale reductie van de emissies, voor zover dat volgens de stand der techniek en economisch haalbaar is. Voor de goede orde is vermeld dat deze verplichting niet van toepassing is op vliegtuigbewegingen.

Omdat de emissies van de ZZS direct gekoppeld zijn aan de emissies van koolwaterstoffen zijn de maatregelen die op die koolwaterstoffen ingrijpen het meest relevant om de ZZS emissies terug te dringen. Daarnaast zijn er in de recente literatuur aanwijzingen dat ook de samenstelling van brandstoffen een bijdrage kan leveren aan vermindering van de koolwaterstoffenuitstoot. Derhalve zijn een aantal maatregelen denkbaar waarmee de emissies van ZZS kunnen worden gereduceerd. Hierbij is niet gekeken of de maatregelen daadwerkelijk technisch en economisch haalbaar zijn op de verschillende luchthavens.

#### **a. Verminderen van koolwaterstof-emissies**

In dit type maatregelen wordt beoogd om de emissie van koolwaterstoffen te reduceren door de bedrijfsvoering van vliegtuigen en de afhandeling op de luchthavens te wijzigen. Omdat de meeste emissies plaatsvinden tijdens de Idle-fase is het van belang om zoveel mogelijk de emissies tijdens het taxiën en aan de gate terug te brengen.

Voorbeelden hiervan zijn:

1. de vliegtuigen zoveel mogelijk te laten taxiën op 1 motor;
2. de vliegtuigen te slepen met elektrische aangedreven vliegtuigslepers;
3. de taxi-routes zo kort mogelijk houden;
4. de vliegtuigen aan de gate zoveel mogelijk aan te sluiten op een externe elektriciteitsvoorziening;
5. de vliegtuigen op de gate aan te sluiten op externe airco's (pre-conditioned air);
6. lagere luchthaven tarieven voor schone vliegtuigen;
7. dampretour systemen om de emissies tijdens overslag van brandstoffen te reduceren.

Een recent voorbeeld van het potentieel van optimalisatie van taxi-strategieën is gepresenteerd door Di Mascio et al., 2022. Zij laten zien dat een reductie van 44 procent van emissie van koolwaterstoffen, 3 procent van emissie van NO<sub>x</sub> en 13,4 procent brandstofgebruik mogelijk is. Hiermee is aangetoond dat een significante reductie van ZZS-emissies mogelijk is.

#### **b. Verminderen van ZZS in uitlaatgassen door gewijzigde brandstof samenstelling**

Voorbeelden van wijziging in brandstofsamenstelling zijn:

1. Het bijmengen van alifatische<sup>7</sup> koolwaterstoffen ter reductie van het aandeel aromaten (zoals biobrandstoffen).
2. Het bijmengen van synthetische brandstoffen.

**Datum**

10 Februari 2023

**Onze referentie**

100345197

**Blad**

12/19

Als gevolg van de bijmengingsverplichtingen van de EU (REDII) zullen verschuivingen optreden in de samenstelling van de gebruikelijke turbine brandstoffen (nu nog grotendeels Jet-A1). Een recent overzicht wordt bijvoorbeeld gepresenteerd in P. Kurzawska R en R. Jasiński (2021).

Vooropgesteld dient te worden dat niet elke wijziging in de brandstofsamenstelling automatisch zal leiden tot vermindering van ZZS-emissies. Zo laten P. Kurzawska R en R. Jasiński (2021) een lichte toename van de koolwaterstofemissies bij laag vermogen zien. De samenstelling van deze toename is echter nog niet bekend, maar naar verwachting zal het aandeel ZZS wel afnemen, omdat er i.h.a. minder aromaten in de nieuwe brandstoffen aanwezig zijn. Ook laten P. Kurzawska R en R. Jasiński (2021) een afname zien van de massa van fijnstof die zal worden uitgestoten en ook een vermindering van het aantal deeltjes, maar het aandeel van kleinere deeltjes zal toenemen.

Het dient derhalve aanbeveling om de ontwikkelingen in de samenstelling van de emissies (zowel ZZS als ultrafines) nauwlettend te volgen.

---

<sup>7</sup> Alifatische koolwaterstoffen bestaan uit koolstofketens die geen ringstructuur hebben, aromatische koolwaterstoffen bevatten wel ringvormige koolstofketens.

## Annex 1: Bibliografie

**Datum**  
10 Februari 2023

**Onze referentie**  
100345197

**Blad**  
13/19

- Barrett, S. R. H., Britter, R. E., & Waitz, I. A. (2010). Global mortality attributable to aircraft cruise emissions. *Environmental Science and Technology*, 44(19), 7736–7742. [https://doi.org/10.1021/ES101325R/SUPPL\\_FILE/ES101325R\\_SI\\_001.PDF](https://doi.org/10.1021/ES101325R/SUPPL_FILE/ES101325R_SI_001.PDF)
- Bendtsen, K. M., Bengtson, E., Saber, A. T., & Vogel, U. (2021). A review of health effects associated with exposure to jet engine emissions in and around airports. *Environmental Health 2021 20:1*, 20(1), 1–21. <https://doi.org/10.1186/S12940-020-00690-Y>
- Beyersdorf, A. J., Thornhill, K. L., Winstead, E. L., Ziemba, L. D., Blake, D. R., Timko, M. T., & Anderson, B. E. (2012). Power-dependent speciation of volatile organic compounds in aircraft exhaust. *Atmospheric Environment*, 61, 275–282. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.07.027>
- Carr, E., Lee, M., Marin, K., Holder, C., Hoyer, M., Pedde, M., Cook, R., & Touma, J. (2011). Development and evaluation of an air quality modeling approach to assess near-field impacts of lead emissions from piston-engine aircraft operating on leaded aviation gasoline. *Atmospheric Environment*, 45(32), 5795–5804. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.07.017>
- Dellaert S.N.C. en Hulskotte J. Emissions of air pollutants from civil aviation in the Netherlands, TNO 2017 R10055, 10 January 2017
- FAA. (2003). *SELECT RESOURCE MATERIALS AND ANNOTATED BIBLIOGRAPHY ON THE TOPIC OF HAZARDOUS AIR POLLUTANTS (HAPs) ASSOCIATED WITH AIRCRAFT, AIRPORTS, AND AVIATION*. [https://www.faa.gov/regulations\\_policies/policy\\_guidance/envir\\_policy/media/HA\\_Ps\\_rpt.pdf](https://www.faa.gov/regulations_policies/policy_guidance/envir_policy/media/HA_Ps_rpt.pdf)
- Geilenkirchen, G., M. Bolech, J. Hulskotte, S. Dellaert, N. Ligterink, M. Sijstermans, K. Felter, M. 't Hoen (2022a). Methods for calculating the emissions of transport in the Netherlands. Netherlands Environmental Assessment Agency, The Hague.
- Geilenkirchen, G., M. Bolech, J. Hulskotte, S. Dellaert, N. Ligterink, M. Sijstermans, K. Felter, M. 't Hoen (2022b). Methods for calculating the emissions of transport in the Netherlands Tables, Netherlands Environmental Assessment Agency, The Hague.
- ICAO. (2018). *Environmental protection: Vol. II - Aircraft engine emissions: Vol. IV* (Issue January).
- Kurzawska, P.; Jasiński, R. Overview of Sustainable Aviation Fuels with Emission Characteristic Engine Fueled ATJ Blends with Different Percentages of ATJ Fuel. *Energies* 2021, 14, 1858. <https://doi.org/10.3390/en14071858>
- Liyasova, M., Li, B., Schopfer, L. M., Nachon, F., Masson, P., Furlong, C. E., & Lockridge, O. (2011). Exposure to tri-o-cresyl phosphate detected in jet airplane passengers. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 256(3), 337–347. <https://doi.org/10.1016/J.TAAP.2011.06.016>
- Di Mascio, P.; Corazza, M.V.; Rosa, N.R.; Moretti, L., Optimization of Aircraft Taxiing Strategies to Reduce the Impacts of Landing and Take-Off Cycle at Airports. *Sustainability* 2022, 14, 9692. <https://doi.org/10.3390/su14159692>
- Masiol, M., & Harrison, R. M. (2014). Aircraft engine exhaust emissions and other airport-related contributions to ambient air pollution: A review. *Atmospheric Environment*, 95, 409–455. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.05.070>
- Mokalled, T., Adjizian Gérard, J., Abboud, M., Trocquet, C., Nassreddine, R., Person, V., & le Calvé, S. (2019). VOC tracers from aircraft activities at Beirut Rafic Hariri International Airport. *Atmospheric Pollution Research*, 10(2), 537–551. <https://doi.org/10.1016/J.APR.2018.09.009>

- Nikoleris, T., Gupta, G., & Kistler, M. (2011). Detailed estimation of fuel consumption and emissions during aircraft taxi operations at Dallas/Fort Worth International Airport. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 16(4), 302–308. <https://doi.org/10.1016/J.TRD.2011.01.007>
- Spicer, C. W., Holdren, M. W., Smith, D. L., Hughes, D. P., & Smith, M. D. (1990). Chemical composition of exhaust from aircraft turbine engines. *Proceedings of the ASME Turbo Expo*, 3, 1–7. <https://doi.org/10.1115/90-GT-034>
- Stacey, B. (2019). Measurement of ultrafine particles at airports: A review. *Atmospheric Environment*, 198, 463–477. <https://doi.org/10.1016/J.ATMOENV.2018.10.041>
- US-EPA. (2009). *Recommended Best Practice for Quantifying Speciated Organic Gas Emissions from Aircraft Equipped with Turbofan, Turbojet, and Turboprop Engines*. Version 1.0. EPA-420-R-09–901. [https://www.faa.gov/regulations\\_policies/policy\\_guidance/envir\\_policy/media/Guidance for Quantifying Speciated Organic Gas Emissions from Airport Sources.pdf](https://www.faa.gov/regulations_policies/policy_guidance/envir_policy/media/Guidance%20for%20Quantifying%20Speciated%20Organic%20Gas%20Emissions%20from%20Airport%20Sources.pdf)
- US-EPA. (2009). Aircraft Engine Speciated Organic Gases: Speciation of Unburned Organic Gases in Aircraft Exhaust EPA-420-R-09-902 May 2009
- Winther, M., Rypdal, K., Sørensen, L., Kalivoda, M., Bukovnik, M., Kilde, N., Lauretis, R. De, Falk, R., Romano, D., Deransy, R., Box, L., Carbo, L., Meana, N. T., & Whiteley, M. (2019). EMEP/EEA Aviation 1.A.3.a Aviation 2019. *Guidebook*, 1–51. [www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-a-aviation](http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-a-aviation)
- Yim, S. H. L., Stettler, M. E. J., & Barrett, S. R. H. (2013). Air quality and public health impacts of UK airports. Part II: Impacts and policy assessment. *Atmospheric Environment*, 67, 184–192. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.10.017>
- Yu, Z., Liscinsky, D. S., Winstead, E. L., True, B. S., Timko, M. T., Bhargava, A., Herndon, S. C., Miake-Lye, R. C., & Anderson, B. E. (2010). Characterization of Lubrication Oil Emissions from Aircraft Engines. *Environmental Science and Technology*, 44(24), 9530–9534. <https://doi.org/10.1021/ES102145Z>

**Datum**

10 Februari 2023

**Onze referentie**

100345197

**Blad**

14/19

Datum  
10 Februari 2023

Onze referentie  
100345197

Blad  
15/19

## Annex 2: VOS emissies<sup>8</sup> Amsterdam airport 2019

| CAS-nr     | Stof                    | Gewichts % | ZZS       | MTR-lucht (µg/m <sup>3</sup> ) | Grensmassa-stroom (g/uur) | Grenswaarde (mg/Nm <sup>3</sup> ) | Emissie (kilogram/jaar) |     |          |           |          | Messa-stroom (g/uur) |
|------------|-------------------------|------------|-----------|--------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----|----------|-----------|----------|----------------------|
|            |                         |            |           |                                |                           |                                   | Idle                    | APU | Approach | Climb-out | Take-off |                      |
| 100-41-4   | Ethylbenzene            | 0.174      | nee       | -                              | 500                       | 50                                | 647                     | 10  | 15       | 8         | 4        | 78                   |
| 100-42-5   | Styrene                 | 0.309      | niet meer | 900                            | 500                       | 50                                | 1149                    | 17  | 26       | 14        | 7        | 138                  |
| 106-99-0   | 1,3-butadiene           | 1.687      | ja        | 3                              | 2.5                       | 1                                 | 6274                    | 93  | 141      | 76        | 36       | 756                  |
| 107-02-8   | Acrolein                | 2.449      | nee       | 0.5                            | 100                       | 20                                | 9108                    | 134 | 205      | 110       | 53       | 1097                 |
| 108-38-3   | M & P-xylene            | 0.282      | nee       | -                              | 500                       | 50                                | 1049                    | 15  | 24       | 13        | 6        | 126                  |
| 106-42-3   | Toluene                 | 0.642      | nee       | 400                            | 500                       | 50                                | 2388                    | 35  | 54       | 29        | 14       | 288                  |
| 108-88-3   | Phenol                  | 0.726      | nee       | 20                             | 100                       | 20                                | 2700                    | 40  | 61       | 33        | 16       | 325                  |
| 123-38-6   | Propionaldehyde         | 0.727      | nee       | -                              | 500                       | 50                                | 2704                    | 40  | 61       | 33        | 16       | 326                  |
| 50-00-0    | Formaldehyde            | 12.310     | ja        | 10                             | 2.5                       | 1                                 | 45782                   | 675 | 1028     | 554       | 265      | 5514                 |
| 67-56-1    | Methyl alcohol          | 1.805      | nee       | 816                            | 500                       | 50                                | 6713                    | 99  | 151      | 81        | 39       | 809                  |
| 71-43-2    | Benzene                 | 1.681      | ja        | 5                              | 2.5                       | 1                                 | 6252                    | 92  | 140      | 76        | 36       | 753                  |
| 75-07-0    | Acetaldehyde            | 4.272      | niet meer | 70                             | 2.5                       | 1                                 | 15888                   | 234 | 357      | 192       | 92       | 1914                 |
| 90-12-0    | 1-Methylnaphthalene     | 0.247      | ja        | 0.001                          | 0.15                      | 0                                 | 919                     | 14  | 21       | 11        | 5        | 111                  |
| 91-20-3    | Naphthalene             | 0.541      | ja        | 0.001                          | 0.15                      | 0                                 | 2012                    | 30  | 45       | 24        | 12       | 242                  |
| 91-57-6    | 2-methylnaphthalene     | 0.206      | ja        | 0.001                          | 0.15                      | 0                                 | 766                     | 11  | 17       | 9         | 4        | 92                   |
| 95-47-6    | O-xylene                | 0.166      | niet meer | -                              | 500                       | 50                                | 617                     | 9   | 14       | 7         | 4        | 74                   |
| 98-82-8    | Isopropylbenzene        | 0.003      | ja        | 870                            | 500                       | 50                                | 11                      | 0.2 | 0.3      | 0.1       | 0.1      | 1                    |
|            | C10 aromatics           | 0.656      | -         | -                              | -                         | -                                 | 2440                    | 36  | 55       | 30        | 14       | 294                  |
|            | Unknown C11 aromatics   | 0.324      | -         | -                              | -                         | -                                 | 1205                    | 18  | 27       | 15        | 7        | 145                  |
| 100-52-7   | Benzaldehyde            | 0.470      | nee       | -                              | 100                       | 20                                | 1748                    | 26  | 39       | 21        | 10       | 211                  |
| 103-65-1   | N-propylbenzene         | 0.053      | nee       | -                              | 500                       | 50                                | 197                     | 3   | 4        | 2         | 1        | 24                   |
| 104-87-0   | p-Tolualdehyde          | 0.048      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 179                     | 3   | 4        | 2         | 1        | 22                   |
| 106-98-9   | 1-butene                | 1.754      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 6523                    | 96  | 146      | 79        | 38       | 786                  |
| 107-22-2   | Glyoxal                 | 1.816      | nee       | 0.0502                         | 100                       | 20                                | 6754                    | 100 | 152      | 82        | 39       | 813                  |
| 107-83-5   | 2-methylpentane         | 0.408      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 1517                    | 22  | 34       | 18        | 9        | 183                  |
| 108-67-8   | 1,3,5-trimethylbenzene  | 0.054      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 201                     | 3   | 5        | 2         | 1        | 24                   |
| 109-66-0   | N-pentane               | 0.198      | nee       | -                              | 500                       | 50                                | 736                     | 11  | 17       | 9         | 4        | 89                   |
| 109-67-1   | 1-pentene               | 0.776      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 2886                    | 43  | 65       | 35        | 17       | 348                  |
| 110-62-3   | Valeraldehyde           | 0.245      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 911                     | 13  | 20       | 11        | 5        | 110                  |
| 111-65-9   | N-octane                | 0.062      | nee       | -                              | 500                       | 50                                | 231                     | 3   | 5        | 3         | 1        | 28                   |
| 111-66-0   | 1-octene                | 0.276      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 1026                    | 15  | 23       | 12        | 6        | 124                  |
| 111-84-2   | N-nonane                | 0.062      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 231                     | 3   | 5        | 3         | 1        | 28                   |
| 1120-21-4  | N-undecane              | 0.444      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 1651                    | 24  | 37       | 20        | 10       | 199                  |
| 112-31-2   | Decanal                 | 5.843      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 21731                   | 321 | 488      | 263       | 126      | 2617                 |
| 112-40-3   | N-dodecane              | 0.462      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 1718                    | 25  | 39       | 21        | 10       | 207                  |
| 115-07-1   | Propylene               | 4.534      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 16863                   | 249 | 379      | 204       | 98       | 2031                 |
| 123-72-8   | Butyraldehyde           | 0.119      | nee       | -                              | 500                       | 50                                | 443                     | 7   | 10       | 5         | 3        | 53                   |
| 124-11-8   | 1-nonene                | 0.246      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 915                     | 13  | 21       | 11        | 5        | 110                  |
| 124-18-5   | N-decane                | 0.320      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 1190                    | 18  | 27       | 14        | 7        | 143                  |
| 142-82-5   | N-heptane               | 0.064      | nee       | -                              | 500                       | 50                                | 238                     | 4   | 5        | 3         | 1        | 29                   |
| 25339-56-4 | Heptene                 | 0.438      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 1629                    | 24  | 37       | 20        | 9        | 196                  |
| 28804-88-8 | Dimethyl naphthalene    | 0.090      | nee       | ?                              | -                         | -                                 | 335                     | 5   | 8        | 4         | 2        | 40                   |
| 4050-45-7  | Trans-2-hexene          | 0.030      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 112                     | 2   | 3        | 1         | 1        | 13                   |
| 4170-30-3  | Crotonaldehyde          | 1.033      | ja        | 0.00436                        | 0.15                      | 0                                 | 3842                    | 57  | 86       | 46        | 22       | 463                  |
| 513-35-9   | 2-methyl-2-butene       | 0.185      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 688                     | 10  | 15       | 8         | 4        | 83                   |
| 526-73-8   | 1,2,3-trimethylbenzene  | 0.106      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 394                     | 6   | 9        | 5         | 2        | 47                   |
| 529-20-4   | o-Tolualdehyde          | 0.230      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 855                     | 13  | 19       | 10        | 5        | 103                  |
| 544-76-3   | Hexadecane              | 0.049      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 182                     | 3   | 4        | 2         | 1        | 22                   |
| 563-45-1   | 3-methyl-1-butene       | 0.112      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 417                     | 6   | 9        | 5         | 2        | 50                   |
| 563-46-2   | 2-methyl-1-butene       | 0.140      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 521                     | 8   | 12       | 6         | 3        | 63                   |
| 590-18-1   | Cis-2-butene            | 0.210      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 781                     | 12  | 18       | 9         | 5        | 94                   |
| 590-86-3   | Isovaleraldehyde        | 0.032      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 119                     | 2   | 3        | 1         | 1        | 14                   |
| 592-41-6   | 1-hexene                | 0.736      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 2737                    | 40  | 61       | 33        | 16       | 330                  |
| 611-14-3   | 1-Methyl-2-ethylbenzene | 0.065      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 242                     | 4   | 5        | 3         | 1        | 29                   |
| 620-14-4   | 1-Methyl-3-ethylbenzene | 0.154      | nee       | -                              | 500                       | 50                                | 573                     | 8   | 13       | 7         | 3        | 69                   |
| 620-23-5   | m-Tolualdehyde          | 0.278      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 1034                    | 15  | 23       | 13        | 6        | 125                  |
| 622-96-8   | 1-Methyl-4-ethylbenzene | 0.064      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 238                     | 4   | 5        | 3         | 1        | 29                   |
| 627-20-3   | Cis-2-pentene           | 0.276      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 1026                    | 15  | 23       | 12        | 6        | 124                  |
| 629-50-5   | N-tridecane             | 0.535      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 1990                    | 29  | 45       | 24        | 12       | 240                  |
| 629-59-4   | Tetradecane             | 0.416      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 1547                    | 23  | 35       | 19        | 9        | 186                  |
| 629-62-9   | Pentadecane             | 0.173      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 643                     | 9   | 14       | 8         | 4        | 77                   |
| 629-78-7   | Heptadecane             | 0.009      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 33                      | 0.5 | 1        | 0.4       | 0.2      | 4                    |
| 646-04-8   | Trans-2-pentene         | 0.359      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 1335                    | 20  | 30       | 16        | 8        | 161                  |
| 67-64-1    | Acetone                 | 0.369      | nee       | -                              | 500                       | 50                                | 1372                    | 20  | 31       | 17        | 8        | 165                  |
| 691-37-2   | 4-methyl-1-pentene      | 0.069      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 257                     | 4   | 6        | 3         | 1        | 31                   |
| 74-84-0    | Ethane                  | 0.521      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 1938                    | 29  | 44       | 23        | 11       | 233                  |
| 74-85-1    | Ethylene                | 15.461     | nee       | -                              | 500                       | 50                                | 57501                   | 848 | 1291     | 696       | 333      | 6926                 |
| 74-86-2    | Acetylene               | 3.939      | nee       | -                              | 500                       | 50                                | 14650                   | 216 | 329      | 177       | 85       | 1764                 |
| 74-98-6    | Propane                 | 0.078      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 290                     | 4   | 7        | 4         | 2        | 35                   |
| 763-29-1   | 2-methyl-1-pentene      | 0.034      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 126                     | 2   | 3        | 2         | 1        | 15                   |
| 78-85-3    | 2-methyl-2-propenal     | 0.429      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 1596                    | 24  | 36       | 19        | 9        | 192                  |
| 78-98-8    | Methylglyoxal           | 1.503      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 5590                    | 82  | 126      | 68        | 32       | 673                  |
| 82107-89-9 | Dodecenal               | 2.921      | nee       | -                              | -                         | -                                 | 10864                   | 160 | 244      | 131       | 63       | 1308                 |
| 872-05-9   | 1-decene                | 0.185      | nee       | -                              | 500                       | 50                                | 688                     | 10  | 15       | 8         | 4        | 83                   |
| 95-63-6    | 1,2,4-trimethylbenzene  | 0.350      | -         | -                              | -                         | -                                 | 1302                    | 19  | 29       | 16        | 8        | 157                  |
| N/A        | C10 Olefins             | 5.843      | -         | -                              | -                         | -                                 | 21731                   | 321 | 488      | 263       | 126      | 2617                 |
| N/A        | C10 Paraffins           | 14.606     | -         | -                              | -                         | -                                 | 54322                   | 801 | 1220     | 657       | 315      | 6543                 |
| N/A        | C14-Branched alkane     | 0.186      | -         | -                              | -                         | -                                 | 692                     | 10  | 16       | 8         | 4        | 83                   |
| N/A        | C15-Branched alkane     | 0.177      | -         | -                              | -                         | -                                 | 658                     | 10  | 15       | 8         | 4        | 79                   |
| N/A        | C16-Branched alkane     | 0.146      | -         | -                              | -                         | -                                 | 543                     | 8   | 12       | 7         | 3        | 65                   |
| N/A        | C-18 Compounds          | 0.002      | -         | -                              | -                         | -                                 | 7                       | 0.1 | 0.2      | 0.1       | 0.0      | 1                    |

ZZS geel gemarkeerd

<sup>8</sup> : Zoals gespecificeerd in FAA samenstellingsprofiel

Datum  
10 Februari 2023

Onze referentie  
100345197

Blad  
16/19

### Annex 3: VOS emissies Eindhoven airport 2019

| CAS-nr     | Stof                    | Gewichts % | ZZS       | MTR-lucht (µg/m3) | Grensmassa-stroom (g/uur) | Grenswaarde (mg/Nm3) | Emissie (kilogram/jaar) |     |          |           |          | Massa-stroom (g/uur) |
|------------|-------------------------|------------|-----------|-------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------|-----|----------|-----------|----------|----------------------|
|            |                         |            |           |                   |                           |                      | Idle                    | APU | Approach | Climb-out | Take-off |                      |
| 100-41-4   | Ethylbenzene            | 0.174      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 14                      | 1   | 1        | 1         | 0.3      | 2                    |
| 100-42-5   | Styrene                 | 0.309      | niet meer | 900               | 500                       | 50                   | 25                      | 2   | 1        | 1         | 1        | 3                    |
| 106-99-0   | 1,3-butadiene           | 1.687      | ja        | 3                 | 2.5                       | 1                    | 138                     | 11  | 6        | 6         | 3        | 19                   |
| 107-02-8   | Acrolein                | 2.449      | nee       | 0.5               | 100                       | 20                   | 200                     | 16  | 9        | 9         | 4        | 27                   |
| 108-38-3;  | M & p-xylene            | 0.282      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 23                      | 2   | 1        | 1         | 0.5      | 3                    |
| 106-42-3   |                         | 0.642      | nee       | 400               | 500                       | 50                   | 53                      | 4   | 2        | 2         | 1        | 7                    |
| 108-88-3   | Toluene                 | 0.726      | nee       | 20                | 100                       | 20                   | 59                      | 5   | 3        | 3         | 1        | 8                    |
| 108-95-2   | Phenol                  | 0.727      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 59                      | 5   | 3        | 3         | 1        | 8                    |
| 123-38-6   | Propionaldehyde         | 12.310     | ja        | 10                | 2.5                       | 1                    | 1007                    | 79  | 45       | 47        | 20       | 137                  |
| 50-00-0    | Formaldehyde            | 1.805      | nee       | 816               | 500                       | 50                   | 148                     | 12  | 7        | 7         | 3        | 20                   |
| 67-56-1    | Methyl alcohol          | 1.681      | ja        | 5                 | 2.5                       | 1                    | 137                     | 11  | 6        | 6         | 3        | 19                   |
| 71-43-2    | Benzene                 | 4.272      | niet meer | 70                | 2.5                       | 1                    | 349                     | 27  | 16       | 16        | 7        | 47                   |
| 75-07-0    | Acetaldehyde            | 0.247      | ja        | 0.001             | 0.15                      | 0                    | 20                      | 2   | 1        | 1         | 0.4      | 3                    |
| 90-12-0    | 1-Methylnaphthalene     | 0.541      | ja        | 0.001             | 0.15                      | 0                    | 44                      | 3   | 2        | 2         | 1        | 6                    |
| 91-20-3    | Naphthalene             | 0.206      | ja        | 0.001             | 0.15                      | 0                    | 17                      | 1   | 1        | 1         | 0.3      | 2                    |
| 91-57-6    | 2-methylnaphthalene     | 0.166      | niet meer | -                 | 500                       | 50                   | 14                      | 1   | 1        | 1         | 0.3      | 2                    |
| 95-47-6    | O-xylene                | 0.003      | ja        | 870               | 500                       | 50                   | 0                       | 0   | 0        | 0         | 0        | 0                    |
| 98-82-8    | Isopropylbenzene        | 0.656      | -         | -                 | -                         | -                    | 54                      | 4   | 2        | 2         | 1        | 7                    |
|            | C10 aromatics           | 0.324      | -         | -                 | -                         | -                    | 27                      | 2   | 1        | 1         | 1        | 4                    |
|            | Unknown C11 aromatics   | 0.470      | nee       | -                 | 100                       | 20                   | 38                      | 3   | 2        | 2         | 1        | 5                    |
| 100-52-7   | Benzaldehyde            | 0.053      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 4                       | 0.3 | 0.2      | 0.2       | 0.1      | 1                    |
| 103-65-1   | N-propylbenzene         | 0.048      | nee       | -                 | -                         | -                    | 4                       | 0.3 | 0.2      | 0.2       | 0.1      | 1                    |
| 104-87-0   | p-Tolualdehyde          | 1.754      | nee       | -                 | -                         | -                    | 143                     | 11  | 6        | 7         | 3        | 19                   |
| 106-98-9   | 1-butene                | 1.816      | nee       | 0.0502            | 100                       | 20                   | 149                     | 12  | 7        | 7         | 3        | 20                   |
| 107-22-2   | Glyoxal                 | 0.408      | nee       | -                 | -                         | -                    | 33                      | 3   | 2        | 2         | 1        | 5                    |
| 107-83-5   | 2-methylpentane         | 0.054      | nee       | -                 | -                         | -                    | 4                       | 0.3 | 0.2      | 0.2       | 0.1      | 1                    |
| 108-67-8   | 1,3,5-trimethylbenzene  | 0.198      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 16                      | 1   | 1        | 1         | 0.3      | 2                    |
| 109-66-0   | N-pentane               | 0.776      | nee       | -                 | -                         | -                    | 63                      | 5   | 3        | 3         | 1        | 9                    |
| 109-67-1   | 1-pentene               | 0.245      | nee       | -                 | -                         | -                    | 20                      | 2   | 1        | 1         | 0.4      | 3                    |
| 110-62-3   | Valeraldehyde           | 0.062      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 5                       | 0.4 | 0.2      | 0.2       | 0.1      | 1                    |
| 111-65-9   | N-octane                | 0.276      | nee       | -                 | -                         | -                    | 23                      | 2   | 1        | 1         | 0.5      | 3                    |
| 111-66-0   | 1-octene                | 0.062      | nee       | -                 | -                         | -                    | 5                       | 0.4 | 0.2      | 0.2       | 0.1      | 1                    |
| 111-84-2   | N-nonane                | 0.444      | nee       | -                 | -                         | -                    | 36                      | 3   | 2        | 2         | 1        | 5                    |
| 1120-21-4  | N-undecane              | 5.843      | nee       | -                 | -                         | -                    | 478                     | 37  | 22       | 22        | 10       | 65                   |
| 112-31-2   | Decanal                 | 0.462      | nee       | -                 | -                         | -                    | 38                      | 3   | 2        | 2         | 1        | 5                    |
| 112-40-3   | N-dodecane              | 4.534      | nee       | -                 | -                         | -                    | 371                     | 29  | 17       | 17        | 8        | 50                   |
| 115-07-1   | Propylene               | 0.119      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 10                      | 1   | 0.4      | 0.5       | 0.2      | 1                    |
| 123-72-8   | Butyraldehyde           | 0.246      | nee       | -                 | -                         | -                    | 20                      | 2   | 1        | 1         | 0.4      | 3                    |
| 124-11-8   | 1-nonene                | 0.320      | nee       | -                 | -                         | -                    | 26                      | 2   | 1        | 1         | 1        | 4                    |
| 124-18-5   | N-decane                | 0.064      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 5                       | 0.4 | 0.2      | 0.2       | 0.1      | 1                    |
| 142-82-5   | N-heptane               | 0.438      | nee       | -                 | -                         | -                    | 36                      | 3   | 2        | 2         | 1        | 5                    |
| 25339-56-4 | Heptene                 | 0.090      | nee       | ?                 | -                         | -                    | 7                       | 1   | 0.3      | 0.3       | 0.1      | 1                    |
| 28804-88-8 | Dimethylnaphthalene     | 0.030      | nee       | -                 | -                         | -                    | 2                       | 0.2 | 0.1      | 0.1       | 0.0      | 0                    |
| 4050-45-7  | Trans-2-hexene          | 1.033      | ja        | 0.00436           | 0.15                      | 0                    | 84                      | 7   | 4        | 4         | 2        | 11                   |
| 4170-30-3  | Crotonaldehyde          | 0.185      | nee       | -                 | -                         | -                    | 15                      | 1   | 1        | 1         | 0.3      | 2                    |
| 513-35-9   | 2-methyl-2-butene       | 0.106      | nee       | -                 | -                         | -                    | 9                       | 1   | 0.4      | 0.4       | 0.2      | 1                    |
| 526-73-8   | 1,2,3-trimethylbenzene  | 0.230      | nee       | -                 | -                         | -                    | 19                      | 1   | 1        | 1         | 0.4      | 3                    |
| 529-20-4   | o-Tolualdehyde          | 0.049      | nee       | -                 | -                         | -                    | 4                       | 0.3 | 0.2      | 0.2       | 0.1      | 1                    |
| 544-76-3   | Hexadecane              | 0.112      | nee       | -                 | -                         | -                    | 9                       | 1   | 0.4      | 0.4       | 0.2      | 1                    |
| 563-45-1   | 3-methyl-1-butene       | 0.140      | nee       | -                 | -                         | -                    | 11                      | 1   | 1        | 1         | 0.2      | 2                    |
| 563-46-2   | 2-methyl-1-butene       | 0.210      | nee       | -                 | -                         | -                    | 17                      | 1   | 1        | 1         | 0.3      | 2                    |
| 590-18-1   | Gas-2-butene            | 0.032      | nee       | -                 | -                         | -                    | 3                       | 0.2 | 0.1      | 0.1       | 0.1      | 0                    |
| 590-86-3   | Isovaleraldehyde        | 0.736      | nee       | -                 | -                         | -                    | 60                      | 5   | 3        | 3         | 1        | 8                    |
| 592-41-6   | 1-hexene                | 0.065      | nee       | -                 | -                         | -                    | 5                       | 0.4 | 0.2      | 0.2       | 0.1      | 1                    |
| 611-14-3   | 1-Methyl-2-ethylbenzene | 0.154      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 13                      | 1   | 1        | 1         | 0.3      | 2                    |
| 620-14-4   | 1-Methyl-3-ethylbenzene | 0.278      | nee       | -                 | -                         | -                    | 23                      | 2   | 1        | 1         | 0.5      | 3                    |
| 620-23-5   | m-Tolualdehyde          | 0.064      | nee       | -                 | -                         | -                    | 5                       | 0.4 | 0.2      | 0.2       | 0.1      | 1                    |
| 622-96-8   | 1-Methyl-4-ethylbenzene | 0.276      | nee       | -                 | -                         | -                    | 23                      | 2   | 1        | 1         | 0        | 3                    |
| 627-20-3   | Gas-2-pentene           | 0.535      | nee       | -                 | -                         | -                    | 44                      | 3   | 2        | 2         | 1        | 6                    |
| 629-50-5   | N-tridecane             | 0.416      | nee       | -                 | -                         | -                    | 34                      | 3   | 2        | 2         | 1        | 5                    |
| 629-59-4   | Tetradecane             | 0.173      | nee       | -                 | -                         | -                    | 14                      | 1   | 1        | 1         | 0.3      | 2                    |
| 629-62-9   | Pentadecane             | 0.009      | nee       | -                 | -                         | -                    | 1                       | 0.1 | 0.0      | 0.0       | 0.0      | 0                    |
| 629-78-7   | Heptadecane             | 0.359      | nee       | -                 | -                         | -                    | 29                      | 2   | 1        | 1         | 1        | 4                    |
| 646-04-8   | Trans-2-pentene         | 0.369      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 30                      | 2   | 1        | 1         | 1        | 4                    |
| 67-64-1    | Acetone                 | 0.069      | nee       | -                 | -                         | -                    | 6                       | 0.4 | 0.3      | 0.3       | 0.1      | 1                    |
| 691-37-2   | 4-methyl-1-pentene      | 0.521      | nee       | -                 | -                         | -                    | 43                      | 3   | 2        | 2         | 1        | 6                    |
| 74-84-0    | Ethane                  | 15.461     | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 1265                    | 99  | 57       | 59        | 26       | 172                  |
| 74-85-1    | Ethylene                | 3.939      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 322                     | 25  | 15       | 15        | 7        | 44                   |
| 74-86-2    | Acetylene               | 0.078      | nee       | -                 | -                         | -                    | 6                       | 0.5 | 0.3      | 0.3       | 0.1      | 1                    |
| 74-98-6    | Propane                 | 0.034      | nee       | -                 | -                         | -                    | 3                       | 0.2 | 0.1      | 0.1       | 0.1      | 0                    |
| 763-29-1   | 2-methyl-1-pentene      | 0.429      | nee       | -                 | -                         | -                    | 35                      | 3   | 2        | 2         | 1        | 5                    |
| 78-85-3    | 2-methyl-2-propenal     | 1.503      | nee       | -                 | -                         | -                    | 123                     | 10  | 6        | 6         | 2        | 17                   |
| 78-98-8    | Methylglyoxal           | 2.921      | nee       | -                 | -                         | -                    | 239                     | 19  | 11       | 11        | 5        | 32                   |
| 82107-89-9 | Dodecal                 | 0.185      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 15                      | 1   | 1        | 1         | 0.3      | 2                    |
| 872-05-9   | 1-decene                | 0.350      | -         | -                 | -                         | -                    | 29                      | 2   | 1        | 1         | 0.6      | 4                    |
| 95-63-6    | 1,2,4-trimethylbenzene  | 5.843      | -         | -                 | -                         | -                    | 478                     | 37  | 22       | 22        | 10       | 65                   |
| N/A        | C10 Olefins             | 14.606     | -         | -                 | -                         | -                    | 1195                    | 93  | 54       | 56        | 24       | 162                  |
| N/A        | C10 Paraffins           | 0.186      | -         | -                 | -                         | -                    | 15                      | 1   | 1        | 1         | 0.3      | 2                    |
| N/A        | C14-Branched alkane     | 0.177      | -         | -                 | -                         | -                    | 14                      | 1   | 1        | 1         | 0.3      | 2                    |
| N/A        | C15-Branched alkane     | 0.146      | -         | -                 | -                         | -                    | 12                      | 1   | 1        | 1         | 0.2      | 2                    |
| N/A        | C16-Branched alkane     | 0.002      | -         | -                 | -                         | -                    | 0.2                     | 0.0 | 0.0      | 0.0       | 0.0      | 0                    |
| N/A        | C-18 Compounds          |            |           |                   |                           |                      |                         |     |          |           |          |                      |

ZZS geel gemarkeerd



Datum  
10 Februari 2023

Onze referentie  
100345197

Blad  
17/19

## Annex 4: VOS emissies Groningen airport 2019

| CAS-nr                | Stof                    | Gewichts % | ZZS       | MTR-lucht (µg/m³) | Grensmassa-stroom (g/uur) | Grenswaarde (mg/Nm³) | Emissie (kilogram/jaar) |     |          |           |          | Massa-stroom (g/uur) |
|-----------------------|-------------------------|------------|-----------|-------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------|-----|----------|-----------|----------|----------------------|
|                       |                         |            |           |                   |                           |                      | Idle                    | APU | Approach | Climb-out | Take-off |                      |
| 100-41-4              | Ethylbenzene            | 0.174      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 6                       | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.3      | 1                    |
| 100-42-5              | Styrene                 | 0.309      | niet meer | 900               | 500                       | 50                   | 11                      | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.5      | 2                    |
| 106-99-0              | 1,3-butadiene           | 1.687      | ja        | 3                 | 2.5                       | 1                    | 62                      | 1   | 8        | 0.2       | 2        | 8                    |
| 107-02-8              | Acrolein                | 2.449      | nee       | 0.5               | 100                       | 20                   | 90                      | 1   | 11       | 0.3       | 4        | 12                   |
| 108-38-3;<br>106-42-3 | M & p-xylene            | 0.282      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 10                      | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.4      | 1                    |
| 108-88-3              | Toluene                 | 0.642      | nee       | 400               | 500                       | 50                   | 24                      | 0.3 | 3        | 0.1       | 1        | 3                    |
| 108-95-2              | Phenol                  | 0.726      | nee       | 20                | 100                       | 20                   | 27                      | 0.3 | 3        | 0.1       | 1        | 4                    |
| 123-38-6              | Propionaldehyde         | 0.727      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 27                      | 0.3 | 3        | 0.1       | 1        | 4                    |
| 50-00-0               | Formaldehyde            | 12.310     | ja        | 10                | 2.5                       | 1                    | 453                     | 5   | 56       | 2         | 38       | 61                   |
| 67-56-1               | Methyl alcohol          | 1.805      | nee       | 816               | 500                       | 50                   | 66                      | 1   | 8        | 0.3       | 3        | 9                    |
| 71-43-2               | Benzene                 | 1.681      | ja        | 5                 | 2.5                       | 1                    | 62                      | 1   | 8        | 0.2       | 2        | 8                    |
| 75-07-0               | Acetaldehyde            | 4.272      | niet meer | 70                | 2.5                       | 1                    | 157                     | 2   | 19       | 1         | 6        | 21                   |
| 90-12-0               | 1-Methylnaphthalene     | 0.247      | ja        | 0.001             | 0.15                      | 0                    | 9                       | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.4      | 1                    |
| 91-20-3               | Naphthalene             | 0.541      | ja        | 0.001             | 0.15                      | 0                    | 20                      | 0.2 | 2        | 0.1       | 1        | 3                    |
| 91-57-6               | 2-methylnaphthalene     | 0.206      | ja        | 0.001             | 0.15                      | 0                    | 8                       | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.3      | 1                    |
| 95-47-6               | O-xylene                | 0.166      | niet meer | -                 | 500                       | 50                   | 6                       | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.2      | 1                    |
| 98-82-8               | Isopropylbenzene        | 0.003      | ja        | 870               | 500                       | 50                   | 0                       | 0.0 | 0        | 0.0       | 0.0      | 0.0                  |
|                       | C10 aromatics           | 0.656      | -         | -                 | -                         | -                    | 24                      | 0.3 | 3        | 0.1       | 1        | 3                    |
|                       | Unknown C11 aromatics   | 0.324      | -         | -                 | -                         | -                    | 12                      | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.5      | 2                    |
| 100-52-7              | Benzaldehyde            | 0.470      | nee       | -                 | 100                       | 20                   | 17                      | 0.2 | 2        | 0.1       | 1        | 2                    |
| 103-65-1              | N-propylbenzene         | 0.053      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 2                       | 0.0 | 0        | 0.0       | 0.1      | 0.3                  |
| 104-87-0              | p-Tolualdehyde          | 0.048      | nee       | -                 | -                         | -                    | 2                       | 0.0 | 0        | 0.0       | 0.1      | 0.2                  |
| 106-98-9              | 1-butene                | 1.754      | nee       | -                 | -                         | -                    | 65                      | 1   | 8        | 0.2       | 3        | 9                    |
| 107-22-2              | Glyoxal                 | 1.816      | nee       | 0.0502            | 100                       | 20                   | 67                      | 1   | 8        | 0.3       | 3        | 9                    |
| 107-83-5              | 2-methylpentane         | 0.408      | nee       | -                 | -                         | -                    | 15                      | 0.2 | 2        | 0.1       | 1        | 2                    |
| 108-67-8              | 1,3,5-trimethylbenzene  | 0.054      | nee       | -                 | -                         | -                    | 2                       | 0.0 | 0        | 0.0       | 0.1      | 0.3                  |
| 109-66-0              | N-pentane               | 0.198      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 7                       | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.3      | 1                    |
| 109-67-1              | 1-pentene               | 0.276      | nee       | -                 | -                         | -                    | 29                      | 0.3 | 4        | 0.1       | 1        | 4                    |
| 110-62-3              | Valeraldehyde           | 0.245      | nee       | -                 | -                         | -                    | 9                       | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.4      | 1                    |
| 111-65-9              | N-octane                | 0.062      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 2                       | 0.0 | 0        | 0.0       | 0.1      | 0.3                  |
| 111-66-0              | 1-octene                | 0.276      | nee       | -                 | -                         | -                    | 10                      | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.4      | 1                    |
| 111-84-2              | N-nonane                | 0.062      | nee       | -                 | -                         | -                    | 2                       | 0.0 | 0        | 0.0       | 0.1      | 0.3                  |
| 1120-21-4             | N-undecane              | 0.444      | nee       | -                 | -                         | -                    | 16                      | 0.2 | 2        | 0.1       | 1        | 2                    |
| 112-31-2              | Decanal                 | 5.843      | nee       | -                 | -                         | -                    | 215                     | 3   | 26       | 1         | 9        | 29                   |
| 112-40-3              | N-dodecane              | 0.462      | nee       | -                 | -                         | -                    | 17                      | 0.2 | 2        | 0         | 1        | 2                    |
| 115-07-1              | Propylene               | 4.534      | nee       | -                 | -                         | -                    | 167                     | 2   | 21       | 1         | 7        | 22                   |
| 123-72-8              | Butyraldehyde           | 0.119      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 4                       | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.2      | 1                    |
| 124-11-8              | 1-nonene                | 0.246      | nee       | -                 | -                         | -                    | 9                       | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.4      | 1                    |
| 124-18-5              | N-decane                | 0.320      | nee       | -                 | -                         | -                    | 12                      | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.5      | 2                    |
| 142-82-5              | N-heptane               | 0.064      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 2                       | 0.0 | 0        | 0.0       | 0.1      | 0.3                  |
| 25339-56-4            | Heptene                 | 0.438      | nee       | -                 | -                         | -                    | 16                      | 0.2 | 2        | 0.1       | 1        | 2                    |
| 28804-88-8            | Dimethyl naphthalene    | 0.090      | nee       | ?                 | -                         | -                    | 3                       | 0.0 | 0        | 0.0       | 0.1      | 0.4                  |
| 4050-45-7             | Trans-2-hexene          | 0.030      | nee       | -                 | -                         | -                    | 1                       | 0.0 | 0        | 0.0       | 0.0      | 0.1                  |
| 4170-30-3             | Orotonaldehyde          | 1.033      | ja        | 0.00436           | 0.15                      | 0                    | 38                      | 0.5 | 5        | 0         | 2        | 5                    |
| 513-35-9              | 2-methyl-2-butene       | 0.185      | nee       | -                 | -                         | -                    | 7                       | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.3      | 1                    |
| 526-73-8              | 1,2,3-trimethylbenzene  | 0.106      | nee       | -                 | -                         | -                    | 4                       | 0.0 | 0.5      | 0.0       | 0.2      | 1                    |
| 529-20-4              | o-Tolualdehyde          | 0.230      | nee       | -                 | -                         | -                    | 8                       | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.3      | 1                    |
| 544-76-3              | Hexadecane              | 0.049      | nee       | -                 | -                         | -                    | 2                       | 0.0 | 0.2      | 0.0       | 0.1      | 0.2                  |
| 563-45-1              | 3-methyl-1-butene       | 0.112      | nee       | -                 | -                         | -                    | 4                       | 0.0 | 1        | 0.0       | 0.2      | 1                    |
| 563-46-2              | 2-methyl-1-butene       | 0.140      | nee       | -                 | -                         | -                    | 5                       | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.2      | 1                    |
| 590-18-1              | Cis-2-butene            | 0.210      | nee       | -                 | -                         | -                    | 8                       | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.3      | 1                    |
| 590-86-3              | Isovaleraldehyde        | 0.032      | nee       | -                 | -                         | -                    | 1                       | 0.0 | 0.1      | 0.0       | 0.0      | 0.2                  |
| 592-41-6              | 1-hexene                | 0.736      | nee       | -                 | -                         | -                    | 27                      | 0.3 | 3        | 0.1       | 1        | 4                    |
| 611-14-3              | 1-Methyl-2-ethylbenzene | 0.065      | nee       | -                 | -                         | -                    | 2                       | 0.0 | 0.3      | 0.0       | 0.1      | 0.3                  |
| 620-14-4              | 1-Methyl-3-ethylbenzene | 0.154      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 6                       | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.2      | 1                    |
| 620-23-5              | m-Tolualdehyde          | 0.278      | nee       | -                 | -                         | -                    | 10                      | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.4      | 1                    |
| 622-96-8              | 1-Methyl-4-ethylbenzene | 0.064      | nee       | -                 | -                         | -                    | 2                       | 0.0 | 0.3      | 0.0       | 0.1      | 0.3                  |
| 627-20-3              | Cis-2-pentene           | 0.276      | nee       | -                 | -                         | -                    | 10                      | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.4      | 1                    |
| 629-50-5              | N-tridecane             | 0.535      | nee       | -                 | -                         | -                    | 20                      | 0.2 | 2        | 0.1       | 1        | 3                    |
| 629-59-4              | Tetradecane             | 0.416      | nee       | -                 | -                         | -                    | 15                      | 0.2 | 2        | 0.1       | 1        | 2                    |
| 629-62-9              | Pentadecane             | 0.173      | nee       | -                 | -                         | -                    | 6                       | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.3      | 1                    |
| 629-78-7              | Heptadecane             | 0.009      | nee       | -                 | -                         | -                    | 0.3                     | 0.0 | 0.0      | 0.0       | 0.0      | 0.0                  |
| 646-04-8              | Trans-2-pentene         | 0.359      | nee       | -                 | -                         | -                    | 13                      | 0.2 | 2        | 0.1       | 1        | 2                    |
| 67-64-1               | Acetone                 | 0.369      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 14                      | 0.2 | 2        | 0.1       | 1        | 2                    |
| 691-37-2              | 4-methyl-1-pentene      | 0.069      | nee       | -                 | -                         | -                    | 3                       | 0.0 | 0.3      | 0.0       | 0.1      | 0.3                  |
| 74-84-0               | Ethane                  | 0.521      | nee       | -                 | -                         | -                    | 19                      | 0.2 | 2        | 0.1       | 1        | 3                    |
| 74-85-1               | Ethylene                | 15.461     | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 569                     | 7   | 70       | 2         | 23       | 77                   |
| 74-86-2               | Acetylene               | 3.939      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 145                     | 2   | 18       | 1         | 6        | 20                   |
| 74-98-6               | Propane                 | 0.078      | nee       | -                 | -                         | -                    | 3                       | 0.0 | 0.4      | 0.0       | 0.1      | 0.4                  |
| 763-29-1              | 2-methyl-1-pentene      | 0.034      | nee       | -                 | -                         | -                    | 1                       | 0.0 | 0.2      | 0.0       | 0.1      | 0.0                  |
| 78-85-3               | 2-methyl-2-propenal     | 0.429      | nee       | -                 | -                         | -                    | 16                      | 0.2 | 1.9      | 0.1       | 0.6      | 2                    |
| 78-98-8               | Methylglyoxal           | 1.503      | nee       | -                 | -                         | -                    | 55                      | 1   | 7        | 0.2       | 2        | 7                    |
| 82107-89-9            | Dodecane                | 2.921      | nee       | -                 | -                         | -                    | 107                     | 1   | 13       | 0.4       | 4        | 14                   |
| 872-05-9              | 1-decene                | 0.185      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 7                       | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.3      | 1                    |
| 95-63-6               | 1,2,4-trimethylbenzene  | 0.350      | -         | -                 | -                         | -                    | 13                      | 0.2 | 2        | 0.0       | 1        | 2                    |
| N/A                   | C10 Olefins             | 5.843      | -         | -                 | -                         | -                    | 215                     | 3   | 26       | 1         | 9        | 29                   |
| N/A                   | C10 Paraffins           | 14.606     | -         | -                 | -                         | -                    | 538                     | 6   | 66       | 2         | 22       | 72                   |
| N/A                   | C14-Branched alkane     | 0.186      | -         | -                 | -                         | -                    | 7                       | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.3      | 1                    |
| N/A                   | C15-Branched alkane     | 0.177      | -         | -                 | -                         | -                    | 7                       | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.3      | 1                    |
| N/A                   | C16-Branched alkane     | 0.146      | -         | -                 | -                         | -                    | 5                       | 0.1 | 1        | 0.0       | 0.2      | 1                    |
| N/A                   | C-18 Compounds          | 0.002      | -         | -                 | -                         | -                    | 0.1                     | 0.0 | 0.0      | 0.0       | 0.0      | 0.0                  |

ZZS geel gemarkeerd

Datum  
10 Februari 2023

Onze referentie  
100345197

Blad  
18/19

## Annex 5: VOS emissies Maastricht airport 2019

| CAS-nr                | Stof                    | Gewichts % | ZZS       | MTR-lucht<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | Grensmassa-<br>stroom<br>(g/uur) | Grenswaarde<br>(mg/Nm <sup>3</sup> ) | Emissie<br>(kilogram/jaar) |     |          |           | Massa-stroom<br>(g/uur) |          |
|-----------------------|-------------------------|------------|-----------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|-----|----------|-----------|-------------------------|----------|
|                       |                         |            |           |                                   |                                  |                                      | Idle                       | APU | Approach | Climb-out |                         | Take-off |
| 100-41-4              | Ethylbenzene            | 0.174      | nee       | -                                 | 500                              | 50                                   | 8                          | 0.4 | 0.3      | 0.2       | 0.1                     | 1        |
| 100-42-5              | Styrene                 | 0.309      | niet meer | 900                               | 500                              | 50                                   | 14                         | 0.8 | 1        | 0.3       | 0.2                     | 2        |
| 106-99-0              | 1,3-butadiene           | 1.687      | ja        | 3                                 | 2.5                              | 1                                    | 79                         | 4   | 3        | 1.7       | 1                       | 10       |
| 107-02-8              | Acrolein                | 2.449      | nee       | 0.5                               | 100                              | 20                                   | 115                        | 6   | 5        | 2.4       | 1                       | 15       |
| 108-38-3;<br>106-42-3 | m & p-xylene            | 0.282      | nee       | -                                 | 500                              | 50                                   | 13                         | 0.7 | 1        | 0.3       | 0.2                     | 2        |
| 108-88-3              | Toluene                 | 0.642      | nee       | 400                               | 500                              | 50                                   | 30                         | 1.7 | 1        | 0.6       | 0.4                     | 4        |
| 108-95-2              | Phenol                  | 0.726      | nee       | 20                                | 100                              | 20                                   | 34                         | 1.9 | 1        | 0.7       | 0.4                     | 4        |
| 123-38-6              | Propionaldehyde         | 0.727      | nee       | -                                 | 500                              | 50                                   | 34                         | 1.9 | 1        | 0.7       | 0.4                     | 4        |
| 50-00-0               | Formaldehyde            | 12.310     | ja        | 10                                | 2.5                              | 1                                    | 577                        | 32  | 23       | 12        | 7                       | 74       |
| 67-56-1               | Methyl alcohol          | 1.805      | nee       | 816                               | 500                              | 50                                   | 85                         | 5   | 3        | 1.8       | 1                       | 11       |
| 71-43-2               | Benzene                 | 1.681      | ja        | 5                                 | 2.5                              | 1                                    | 79                         | 4   | 3        | 1.7       | 1                       | 10       |
| 75-07-0               | Acetaldehyde            | 4.272      | niet meer | 70                                | 2.5                              | 1                                    | 200                        | 11  | 8        | 4         | 3                       | 26       |
| 90-12-0               | 1-Methylnaphthalene     | 0.247      | ja        | 0.001                             | 0.15                             | 0                                    | 12                         | 0.6 | 0.5      | 0.2       | 0.1                     | 1        |
| 91-20-3               | Naphthalene             | 0.541      | ja        | 0.001                             | 0.15                             | 0                                    | 25                         | 1.4 | 1        | 0.5       | 0                       | 3        |
| 91-57-6               | 2-methylnaphthalene     | 0.206      | ja        | 0.001                             | 0.15                             | 0                                    | 10                         | 0.5 | 0.4      | 0.2       | 0.1                     | 1        |
| 95-47-6               | O-xylene                | 0.166      | niet meer | -                                 | 500                              | 50                                   | 8                          | 0.4 | 0.3      | 0.2       | 0.1                     | 1        |
| 98-82-8               | Isopropylbenzene        | 0.003      | ja        | 870                               | 500                              | 50                                   | 0                          | 0.0 | 0.0      | 0.0       | 0.0                     | 0.0      |
|                       | C10 aromatics           | 0.656      | -         | -                                 | -                                | -                                    | 31                         | 1.7 | 1        | 0.7       | 0.4                     | 4        |
|                       | Unknown C11 aromatics   | 0.324      | -         | -                                 | -                                | -                                    | 15                         | 0.8 | 1        | 0.3       | 0.2                     | 2        |
| 100-52-7              | Benzaldehyde            | 0.470      | nee       | -                                 | 100                              | 20                                   | 22                         | 1.2 | 1        | 0.5       | 0.3                     | 3        |
| 103-65-1              | N-propylbenzene         | 0.053      | nee       | -                                 | 500                              | 50                                   | 2                          | 0.1 | 0.1      | 0.1       | 0.0                     | 0.3      |
| 104-87-0              | p-Tolualdehyde          | 0.048      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 2                          | 0.1 | 0.1      | 0.0       | 0.0                     | 0.3      |
| 106-98-9              | 1-butene                | 1.754      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 82                         | 5   | 3        | 1.8       | 1                       | 11       |
| 107-22-2              | Glyoxal                 | 1.816      | nee       | 0.0502                            | 100                              | 20                                   | 85                         | 5   | 3        | 1.8       | 1                       | 11       |
| 107-83-5              | 2-methylpentane         | 0.408      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 19                         | 1.1 | 1        | 0.4       | 0.2                     | 2        |
| 108-67-8              | 1,3,5-trimethylbenzene  | 0.054      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 3                          | 0.1 | 0.1      | 0.1       | 0.0                     | 0.3      |
| 109-66-0              | N-pentane               | 0.198      | nee       | -                                 | 500                              | 50                                   | 9                          | 0.5 | 0.4      | 0.2       | 0.1                     | 1        |
| 109-67-1              | 1-pentene               | 0.276      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 36                         | 2.0 | 1        | 0.8       | 0.5                     | 5        |
| 110-62-3              | Valeraldehyde           | 0.245      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 11                         | 0.6 | 0.5      | 0.2       | 0.1                     | 1        |
| 111-65-9              | N-octane                | 0.062      | nee       | -                                 | 500                              | 50                                   | 3                          | 0.2 | 0.1      | 0.1       | 0.0                     | 0.4      |
| 111-66-0              | 1-octene                | 0.276      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 13                         | 0.7 | 1        | 0.3       | 0.2                     | 2        |
| 111-84-2              | N-nonane                | 0.062      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 3                          | 0.2 | 0.1      | 0.1       | 0.0                     | 0.4      |
| 1120-21-4             | N-undecane              | 0.444      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 21                         | 1.1 | 1        | 0.4       | 0.3                     | 3        |
| 112-31-2              | Decanal                 | 5.843      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 274                        | 15  | 11       | 6         | 3                       | 35       |
| 112-40-3              | N-dodecane              | 0.462      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 22                         | 1.2 | 1        | 0.5       | 0.3                     | 3        |
| 115-07-1              | Propylene               | 4.534      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 213                        | 12  | 9        | 5         | 3                       | 27       |
| 123-72-8              | Butyraldehyde           | 0.119      | nee       | -                                 | 500                              | 50                                   | 6                          | 0.3 | 0.2      | 0.1       | 0.1                     | 1        |
| 124-11-8              | 1-nonene                | 0.246      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 12                         | 0.6 | 0.5      | 0.2       | 0.1                     | 1        |
| 124-18-5              | N-decane                | 0.320      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 15                         | 0.8 | 1        | 0.3       | 0.2                     | 2        |
| 142-82-5              | N-heptane               | 0.064      | nee       | -                                 | 500                              | 50                                   | 3                          | 0.2 | 0.1      | 0.1       | 0.0                     | 0.4      |
| 25339-56-4            | Heptene                 | 0.438      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 21                         | 1.1 | 1        | 0.4       | 0.3                     | 3        |
| 28804-88-8            | Dimethyl naphthalene    | 0.090      | nee       | ?                                 | -                                | -                                    | 4                          | 0.2 | 0.2      | 0.1       | 0.1                     | 0.5      |
| 4050-45-7             | Trans-2-hexene          | 0.030      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 1                          | 0.1 | 0.1      | 0.0       | 0.0                     | 0.2      |
| 4170-30-3             | Orotonaldehyde          | 1.033      | ja        | 0.00436                           | 0.15                             | 0                                    | 48                         | 2.7 | 2        | 1         | 1                       | 6        |
| 513-35-9              | 2-methyl-2-butene       | 0.185      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 9                          | 0.5 | 0.3      | 0.2       | 0.1                     | 1        |
| 526-73-8              | 1,2,3-trimethylbenzene  | 0.106      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 5                          | 0.3 | 0.2      | 0.1       | 0.1                     | 1        |
| 529-20-4              | o-Tolualdehyde          | 0.230      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 11                         | 0.6 | 0.4      | 0.2       | 0.1                     | 1        |
| 544-76-3              | Hexadecane              | 0.049      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 2                          | 0.1 | 0.1      | 0.0       | 0.0                     | 0.3      |
| 563-45-1              | 3-methyl-1-butene       | 0.112      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 5                          | 0.3 | 0.2      | 0.1       | 0.1                     | 1        |
| 563-46-2              | 2-methyl-1-butene       | 0.140      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 7                          | 0.4 | 0.3      | 0.1       | 0.1                     | 1        |
| 590-18-1              | Cis-2-butene            | 0.210      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 10                         | 0.5 | 0.4      | 0.2       | 0.1                     | 1        |
| 590-86-3              | Isovaleraldehyde        | 0.032      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 2                          | 0.1 | 0.1      | 0.0       | 0.0                     | 0.2      |
| 592-41-6              | 1-hexene                | 0.736      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 35                         | 1.9 | 1        | 0.7       | 0.4                     | 4        |
| 611-14-3              | 1-Methyl-2-ethylbenzene | 0.065      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 3                          | 0.2 | 0.1      | 0.1       | 0.0                     | 0.4      |
| 620-14-4              | 1-Methyl-3-ethylbenzene | 0.154      | nee       | -                                 | 500                              | 50                                   | 7                          | 0.4 | 0.3      | 0.2       | 0.1                     | 1        |
| 620-23-5              | m-Tolualdehyde          | 0.278      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 13                         | 0.7 | 1        | 0.3       | 0.2                     | 2        |
| 622-96-8              | 1-Methyl-4-ethylbenzene | 0.064      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 3                          | 0.2 | 0.1      | 0.1       | 0.0                     | 0.4      |
| 627-20-3              | Cis-2-pentene           | 0.276      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 13                         | 0.7 | 1        | 0.3       | 0.2                     | 2        |
| 629-50-5              | N-tridecane             | 0.535      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 25                         | 1.4 | 1        | 0.5       | 0.3                     | 3        |
| 629-59-4              | Tetradecane             | 0.416      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 20                         | 1.1 | 1        | 0.4       | 0.2                     | 3        |
| 629-62-9              | Pentadecane             | 0.173      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 8                          | 0.4 | 0        | 0.2       | 0.1                     | 1        |
| 629-78-7              | Heptadecane             | 0.009      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 0.4                        | 0.0 | 0.0      | 0.0       | 0.0                     | 0.1      |
| 646-04-8              | Trans-2-pentene         | 0.359      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 17                         | 0.9 | 1        | 0.4       | 0.2                     | 2        |
| 67-64-1               | Acetone                 | 0.369      | nee       | -                                 | 500                              | 50                                   | 17                         | 1.0 | 1        | 0.4       | 0.2                     | 2        |
| 691-37-2              | 4-methyl-1-pentene      | 0.069      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 3                          | 0.2 | 0.1      | 0.1       | 0.0                     | 0.4      |
| 74-84-0               | Ethane                  | 0.521      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 24                         | 1.3 | 1        | 0.5       | 0.3                     | 3        |
| 74-85-1               | Ethylene                | 15.461     | nee       | -                                 | 500                              | 50                                   | 725                        | 40  | 29       | 15        | 9                       | 93       |
| 74-86-2               | Acetylene               | 3.939      | nee       | -                                 | 500                              | 50                                   | 185                        | 10  | 7        | 4         | 2                       | 24       |
| 74-98-6               | Propane                 | 0.078      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 4                          | 0.2 | 0.1      | 0.1       | 0.0                     | 0.5      |
| 763-29-1              | 2-methyl-1-pentene      | 0.034      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 2                          | 0.1 | 0.1      | 0.0       | 0.0                     | 0        |
| 78-85-3               | 2-methyl-2-propenal     | 0.429      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 20                         | 1.1 | 0.8      | 0.4       | 0.3                     | 3        |
| 78-98-8               | Methylglyoxal           | 1.503      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 70                         | 4   | 3        | 1.5       | 1                       | 9        |
| 82107-89-9            | Dodecane                | 2.921      | nee       | -                                 | -                                | -                                    | 137                        | 8   | 6        | 2.9       | 2                       | 18       |
| 872-05-9              | 1-decene                | 0.185      | nee       | -                                 | 500                              | 50                                   | 9                          | 0.5 | 0        | 0.2       | 0.1                     | 1        |
| 95-63-6               | 1,2,4-trimethylbenzene  | 0.350      | -         | -                                 | -                                | -                                    | 16                         | 0.9 | 1        | 0.3       | 0.2                     | 2        |
| N/A                   | C10 Olefins             | 5.843      | -         | -                                 | -                                | -                                    | 274                        | 15  | 11       | 6         | 3                       | 35       |
| N/A                   | C10 Paraffins           | 14.606     | -         | -                                 | -                                | -                                    | 685                        | 38  | 28       | 15        | 9                       | 88       |
| N/A                   | C14 Branched alkane     | 0.186      | -         | -                                 | -                                | -                                    | 9                          | 0.5 | 0.4      | 0.2       | 0.1                     | 1        |
| N/A                   | C15 Branched alkane     | 0.177      | -         | -                                 | -                                | -                                    | 8                          | 0.5 | 0.3      | 0.2       | 0.1                     | 1        |
| N/A                   | C16 Branched alkane     | 0.146      | -         | -                                 | -                                | -                                    | 7                          | 0.4 | 0.3      | 0.1       | 0.1                     | 1        |
| N/A                   | C-18 Compounds          | 0.002      | -         | -                                 | -                                | -                                    | 0.1                        | 0.0 | 0.0      | 0.0       | 0.0                     | 0.0      |

ZZS geel gemarkeerd

## Annex 6: VOS emissies Rotterdam airport 2019

Datum  
10 Februari 2023

Onze referentie  
100345197

Blad  
19/19

| CAS-nr     | Stof                    | Gewichts % | ZZS       | MTR-lucht (µg/m3) | Grensmassa-stroom (g/uur) | Grenswaarde (mg/Nm3) | Emissie (kilogram/jaar) |     |          |           |          | Massa-stroom (g/uur) |
|------------|-------------------------|------------|-----------|-------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------|-----|----------|-----------|----------|----------------------|
|            |                         |            |           |                   |                           |                      | Idle                    | APU | Approach | Climb-out | Take-off |                      |
| 100-41-4   | Ethylbenzene            | 0.174      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 18                      | 1   | 1        | 0.3       | 0.5      | 2                    |
| 100-42-5   | Styrene                 | 0.309      | niet meer | 900               | 500                       | 50                   | 32                      | 1   | 3        | 1         | 1        | 4                    |
| 106-99-0   | 1,3-butadiene           | 1.687      | ja        | 3                 | 2.5                       | 1                    | 177                     | 7   | 14       | 3         | 4        | 23                   |
| 107-02-8   | Acrolein                | 2.449      | nee       | 0.5               | 100                       | 20                   | 257                     | 10  | 21       | 4         | 6        | 34                   |
| 108-38-3;  | M & p-xylene            | 0.282      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 30                      | 1   | 2        | 0.5       | 1        | 4                    |
| 106-42-3   |                         |            |           |                   |                           |                      |                         |     |          |           |          |                      |
| 108-88-3   | Toluene                 | 0.642      | nee       | 400               | 500                       | 50                   | 67                      | 3   | 5        | 1         | 2        | 9                    |
| 108-95-2   | Phenol                  | 0.726      | nee       | 20                | 100                       | 20                   | 76                      | 3   | 6        | 1         | 2        | 10                   |
| 123-38-6   | Propionaldehyde         | 0.727      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 76                      | 3   | 6        | 1         | 2        | 10                   |
| 50-00-0    | Formaldehyde            | 12.310     | ja        | 10                | 2.5                       | 1                    | 1290                    | 48  | 104      | 20        | 32       | 171                  |
| 67-56-1    | Methyl alcohol          | 1.805      | nee       | 816               | 500                       | 50                   | 189                     | 7   | 15       | 3         | 5        | 25                   |
| 71-43-2    | Benzene                 | 1.681      | ja        | 5                 | 2.5                       | 1                    | 176                     | 7   | 14       | 3         | 4        | 23                   |
| 75-07-0    | Acetaldehyde            | 4.272      | niet meer | 70                | 2.5                       | 1                    | 448                     | 17  | 36       | 7         | 11       | 59                   |
| 90-12-0    | 1-Methylnaphthalene     | 0.247      | ja        | 0.001             | 0.15                      | 0                    | 26                      | 1   | 2        | 0.4       | 1        | 3                    |
| 91-20-3    | Naphthalene             | 0.541      | ja        | 0.001             | 0.15                      | 0                    | 57                      | 2   | 5        | 1         | 1        | 7                    |
| 91-57-6    | 2-methylnaphthalene     | 0.206      | ja        | 0.001             | 0.15                      | 0                    | 22                      | 1   | 2        | 0         | 1        | 3                    |
| 95-47-6    | O-xylene                | 0.166      | niet meer | -                 | 500                       | 50                   | 17                      | 1   | 1        | 0.3       | 0.4      | 2                    |
| 98-82-8    | Isopropylbenzene        | 0.003      | ja        | 870               | 500                       | 50                   | 0.3                     | 0.0 | 0.0      | 0.0       | 0.0      | 0.0                  |
|            | C10 aromatics           | 0.656      | -         | -                 | -                         | -                    | 69                      | 3   | 6        | 1         | 2        | 9                    |
|            | Unknown C11 aromatics   | 0.324      | -         | -                 | -                         | -                    | 34                      | 1   | 3        | 1         | 1        | 4                    |
| 100-52-7   | Benzaldehyde            | 0.470      | nee       | -                 | 100                       | 20                   | 49                      | 2   | 4        | 1         | 1        | 7                    |
| 103-65-1   | N-propylbenzene         | 0.053      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 6                       | 0.2 | 0.4      | 0.1       | 0.1      | 1                    |
| 104-87-0   | p-Tolualdehyde          | 0.048      | nee       | -                 | -                         | -                    | 5                       | 0.2 | 0.4      | 0.1       | 0.1      | 1                    |
| 106-98-9   | 1-butene                | 1.754      | nee       | -                 | -                         | -                    | 184                     | 7   | 15       | 3         | 5        | 24                   |
| 107-22-2   | Glyoxal                 | 1.816      | nee       | 0.0502            | 100                       | 20                   | 190                     | 7   | 15       | 3         | 5        | 25                   |
| 107-83-5   | 2-methylpentane         | 0.408      | nee       | -                 | -                         | -                    | 43                      | 2   | 3        | 1         | 1        | 6                    |
| 108-67-8   | 1,3,5-trimethylbenzene  | 0.054      | nee       | -                 | -                         | -                    | 6                       | 0.2 | 0.5      | 0.1       | 0.1      | 1                    |
| 109-66-0   | N-pentane               | 0.198      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 21                      | 1   | 2        | 0         | 1        | 3                    |
| 109-67-1   | 1-pentene               | 0.776      | nee       | -                 | -                         | -                    | 81                      | 3   | 7        | 1         | 2        | 11                   |
| 110-62-3   | Valeraldehyde           | 0.245      | nee       | -                 | -                         | -                    | 26                      | 1   | 2        | 0.4       | 1        | 3                    |
| 111-65-9   | N-octane                | 0.062      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 6                       | 0   | 1        | 0.1       | 0.2      | 1                    |
| 111-66-0   | 1-octene                | 0.276      | nee       | -                 | -                         | -                    | 29                      | 1   | 2        | 0.5       | 1        | 4                    |
| 111-84-2   | N-nonane                | 0.062      | nee       | -                 | -                         | -                    | 6                       | 0.2 | 1        | 0.1       | 0.2      | 1                    |
| 1120-21-4  | N-undecane              | 0.444      | nee       | -                 | -                         | -                    | 47                      | 2   | 4        | 1         | 1        | 6                    |
| 112-31-2   | Decanal                 | 5.843      | nee       | -                 | -                         | -                    | 612                     | 23  | 49       | 10        | 15       | 81                   |
| 112-40-3   | N-dodecane              | 0.462      | nee       | -                 | -                         | -                    | 48                      | 2   | 4        | 1         | 1        | 6                    |
| 115-07-1   | Propylene               | 4.534      | nee       | -                 | -                         | -                    | 475                     | 18  | 38       | 8         | 12       | 63                   |
| 123-72-8   | Butyraldehyde           | 0.119      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 12                      | 0.5 | 1        | 0.2       | 0.3      | 2                    |
| 124-11-8   | 1-nonene                | 0.246      | nee       | -                 | -                         | -                    | 26                      | 1   | 2        | 0.4       | 1        | 3                    |
| 124-18-5   | N-decane                | 0.320      | nee       | -                 | -                         | -                    | 34                      | 1   | 3        | 1         | 1        | 4                    |
| 142-82-5   | N-heptane               | 0.064      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 7                       | 0.3 | 1        | 0.1       | 0.2      | 1                    |
| 25339-56-4 | Heptene                 | 0.438      | nee       | -                 | -                         | -                    | 46                      | 2   | 4        | 1         | 1        | 6                    |
| 28804-88-8 | Dimethylnaphthalene     | 0.090      | nee       | ?                 | -                         | -                    | 9                       | 0.4 | 1        | 0.1       | 0.2      | 1                    |
| 4050-45-7  | Trans-2-hexene          | 0.030      | nee       | -                 | -                         | -                    | 3                       | 0.1 | 0.3      | 0.0       | 0.1      | 0                    |
| 4170-30-3  | Crotonaldehyde          | 1.033      | ja        | 0.00436           | 0.15                      | 0                    | 108                     | 4   | 9        | 2         | 3        | 14                   |
| 513-35-9   | 2-methyl-2-butene       | 0.185      | nee       | -                 | -                         | -                    | 19                      | 1   | 2        | 0.3       | 0.5      | 3                    |
| 526-73-8   | 1,2,3-trimethylbenzene  | 0.106      | nee       | -                 | -                         | -                    | 11                      | 0   | 1        | 0.2       | 0.3      | 1                    |
| 529-20-4   | o-Tolualdehyde          | 0.230      | nee       | -                 | -                         | -                    | 24                      | 1   | 2        | 0.4       | 1        | 3                    |
| 544-76-3   | Hexadecane              | 0.049      | nee       | -                 | -                         | -                    | 5                       | 0.2 | 0.4      | 0.1       | 0.1      | 1                    |
| 563-45-1   | 3-methyl-1-butene       | 0.112      | nee       | -                 | -                         | -                    | 12                      | 0   | 1        | 0.2       | 0.3      | 2                    |
| 563-46-2   | 2-methyl-1-butene       | 0.140      | nee       | -                 | -                         | -                    | 15                      | 1   | 1        | 0.2       | 0.4      | 2                    |
| 590-18-1   | cis-2-butene            | 0.210      | nee       | -                 | -                         | -                    | 22                      | 1   | 2        | 0.3       | 1        | 3                    |
| 590-86-3   | Isovaleraldehyde        | 0.032      | nee       | -                 | -                         | -                    | 3                       | 0.1 | 0.3      | 0.1       | 0.1      | 0                    |
| 592-41-6   | 1-hexene                | 0.736      | nee       | -                 | -                         | -                    | 77                      | 3   | 6        | 1         | 2        | 10                   |
| 611-14-3   | 1-Methyl-2-ethylbenzene | 0.065      | nee       | -                 | -                         | -                    | 7                       | 0.3 | 1        | 0.1       | 0.2      | 1                    |
| 620-14-4   | 1-Methyl-3-ethylbenzene | 0.154      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 16                      | 1   | 1        | 0.3       | 0        | 2                    |
| 620-23-5   | m-Tolualdehyde          | 0.278      | nee       | -                 | -                         | -                    | 29                      | 1   | 2        | 0.5       | 1        | 4                    |
| 622-96-8   | 1-Methyl-4-ethylbenzene | 0.064      | nee       | -                 | -                         | -                    | 7                       | 0.3 | 1        | 0.1       | 0.2      | 1                    |
| 627-20-3   | cis-2-pentene           | 0.276      | nee       | -                 | -                         | -                    | 29                      | 1   | 2        | 0.5       | 1        | 4                    |
| 629-50-5   | N-tridecane             | 0.535      | nee       | -                 | -                         | -                    | 56                      | 2   | 4        | 1         | 1        | 7                    |
| 629-59-4   | Tetradecane             | 0.416      | nee       | -                 | -                         | -                    | 44                      | 2   | 3        | 1         | 1        | 6                    |
| 629-62-9   | Pentadecane             | 0.173      | nee       | -                 | -                         | -                    | 18                      | 1   | 1        | 0.3       | 0.4      | 2                    |
| 629-78-7   | Heptadecane             | 0.009      | nee       | -                 | -                         | -                    | 1                       | 0.0 | 0.1      | 0.0       | 0.0      | 0                    |
| 646-04-8   | Trans-2-pentene         | 0.359      | nee       | -                 | -                         | -                    | 38                      | 1   | 3        | 1         | 1        | 5                    |
| 67-64-1    | Acetone                 | 0.369      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 39                      | 1   | 3        | 1         | 1        | 5                    |
| 691-37-2   | 4-methyl-1-pentene      | 0.069      | nee       | -                 | -                         | -                    | 7                       | 0.3 | 1        | 0.1       | 0.2      | 1                    |
| 74-84-0    | Ethane                  | 0.521      | nee       | -                 | -                         | -                    | 55                      | 2   | 4        | 1         | 1        | 7                    |
| 74-85-1    | Ethylene                | 15.461     | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 1620                    | 60  | 130      | 26        | 40       | 214                  |
| 74-86-2    | Acetylene               | 3.939      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 413                     | 15  | 33       | 7         | 10       | 55                   |
| 74-98-6    | Propane                 | 0.078      | nee       | -                 | -                         | -                    | 8                       | 0.3 | 1        | 0.1       | 0.2      | 1                    |
| 763-29-1   | 2-methyl-1-pentene      | 0.034      | nee       | -                 | -                         | -                    | 4                       | 0.1 | 0.3      | 0.1       | 0.1      | 0                    |
| 78-85-3    | 2-methyl-2-propenal     | 0.429      | nee       | -                 | -                         | -                    | 45                      | 2   | 4        | 1         | 1        | 6                    |
| 78-98-8    | Methylglyoxal           | 1.503      | nee       | -                 | -                         | -                    | 158                     | 6   | 13       | 2         | 4        | 21                   |
| 82107-89-9 | Dodecal                 | 2.921      | nee       | -                 | -                         | -                    | 306                     | 11  | 25       | 5         | 8        | 40                   |
| 872-05-9   | 1-decene                | 0.185      | nee       | -                 | 500                       | 50                   | 19                      | 1   | 2        | 0.3       | 0.5      | 3                    |
| 95-63-6    | 1,2,4-trimethylbenzene  | 0.350      | -         | -                 | -                         | -                    | 37                      | 1   | 3        | 1         | 1        | 5                    |
| N/A        | C10 Olefins             | 5.843      | -         | -                 | -                         | -                    | 612                     | 23  | 49       | 10        | 15       | 81                   |
| N/A        | C10 Paraffins           | 14.606     | -         | -                 | -                         | -                    | 1531                    | 57  | 123      | 24        | 38       | 202                  |
| N/A        | C14- Branched alkane    | 0.186      | -         | -                 | -                         | -                    | 19                      | 1   | 2        | 0.3       | 0.5      | 3                    |
| N/A        | C15- Branched alkane    | 0.177      | -         | -                 | -                         | -                    | 19                      | 1   | 1        | 0.3       | 0.5      | 2                    |
| N/A        | C16 Branched alkane     | 0.146      | -         | -                 | -                         | -                    | 15                      | 1   | 1        | 0.2       | 0.4      | 2                    |
| N/A        | C-18 Compounds          | 0.002      | -         | -                 | -                         | -                    | 0.2                     | 0.0 | 0.0      | 0.0       | 0.0      | 0.0                  |

ZZS geel gemarkeerd