



## 大会 — 第 41 届会议

### 执行委员会

议程项目 16: 环境保护 — 一般规定、航空器噪声和当地空气质量

### 民用航空与环境

(由国际民航组织理事会提交)

#### 执行摘要

本文件报告了国际民航组织自大会第 40 届会议以来在民用航空与环境领域取得的进展，包括在航空器噪声和排放方面的当前与未来的航空趋势、标准和建议措施 (SARPs) 制定的进展和关于环境的指导，以及联合国其他机构和国际组织的相关进展。

行动: 请大会:

- a) 认识到本组织自大会第 40 届会议以来，在处理噪声、当地空气质量和全球气候排放的影响方面取得的实质性进展;
- b) 请国际民航组织密切跟进航空创新技术和更清洁能源，并为视情及时更新和制定国际民航组织环境相关标准和建议措施和指南做好准备;
- c) 支持国际民航组织在关于民航与环境的所有领域继续工作; 和
- d) 审议本文件所载信息，以更新大会 A40-17 号决议。

战略目标:	本工作文件涉及战略目标 — 环境保护。
财务影响:	随附的大会工作文件中提及的各项活动，将按照国际民航组织 2023-2025 年业务计划的指导，根据 2023-2025 年经常预算和/或来自预算外捐助的可用资源情况进行。
参考文件:	Doc 10140 号文件: 《大会有效决议》(截至 2019 年 10 月 4 日) A41-WP/95 号文件: 国际民航组织关于环境保护的持续政策和做法的综合声明 — 一般规定、噪声和当地空气质量

## 1. 引言

1.1 为最大限度减少国际民用航空对环境的不利影响，本组织制定各项政策，制定和更新关于航空器噪声和排放的标准和建议措施 (SARPs)，并开展宣传活动。这些活动由秘书处在国际民航组织理事会议航空环境保护委员会 (CAEP) 提供的技术支助下进行。为此，国际民航组织还与其他联合国机构和国际组织合作。

1.2 在减少国际民用航空产生的噪声和排放量方面取得了重大进展。例如，技术进步使今日生产的航空器比二十世纪 60 年代的航空器安静超过 75%，每客公里的燃料效率超过 80%。这种进展继续不断 — 新的航空创新技术和能源来源正在快速发展，这将要求国际民航组织开展大量工作，以便为此类新技术及时进行环境认证。尽管发生了 COVID-19 大流行病，但国际民航组织在噪声和排放方面的环境活动方面取得了进展，包括关于国际航空二氧化碳减排长期全球理想目标的可行性工作，以及民航组织的盘点活动。

## 2. 国际民航组织全球环境趋势

2.1 大会第 40 届会议核准将环境趋势作为环境问题决策的基础，大会第 41 届会议应得到这方面最新情况的通报<sup>1</sup>。按照这一要求，并为并支持数据驱动的决策进程，本三年期内开展了全面的建模和分析工作，以便交付一套最新趋势，包括噪声、当地空气质量 (LAQ) 和影响全球气候的排放。细节载于附录。

2.2 与先前的趋势评估相比，最新趋势表明，燃料消耗、噪声和 LAQ 的长期预测低于上届会议上 (参考 A40-WP/54 号文件) 的预测，其中大部分归因于中央交通流量需求预测之间的差异，受到 COVID-19 大流行数据的显著影响。此前的 2015 年预测是在全球经济稳步增长期间做出的，当时预计这种扩张将持续下去，全球国内生产总值 (GDP) 在 2015 年至 2025 年的十年间以 2.8% 的年增长率增长，在 2015 年至 2045 年的三十年间以 2.6% 的年增长率增长。

2.3 相比之下，目前的预测包括 COVID-19 大流行对 2020 年经济复苏道路和长期前景的影响，2018-2028 年十年的全球国内生产总值年增长率较温和，为 2.4%，2018-2050 年 32 年的为 2.5%。这些最新的交通量预测情景旨在明确划定航空业走出当前由大流行导致的衰退的可能轨迹，并被用作当前环境趋势评估、长期全球理想目标 (LTAG) 可行性研究和分析国际航空碳抵消和减排计划的基础 (参考 A41-WP/368 号文件：气候变化)。

### 2.4 航空器燃料消耗和二氧化碳排放的趋势

2.4.1 2018 年，国际航空大约消耗了 188 兆吨 (Mt) 燃料。到 2050 年，国际空中交通预计将增长 3.0 倍 (以收入吨公里表示)，与此相比，根据技术和空中交通管理 (ATM) 情形的不同，燃料预计将比 2018 年增加 1.9 到 2.6 倍。与先前的二氧化碳趋势相比，目前的评估显示，在技术冻结和没有运行改进的情况下，2040 年基本情景下的二氧化碳排放量将降低约 15%。

---

<sup>1</sup> 国际民航组织 Doc 10136 号文件，大会第 40 届会议，执行委员会报告和会议记录，参考第 15.3 段，以及第五次会议记录，议程项目 15，第 3 段。

2.4.2 应注意的是，关于 LTAG 可行性的工作，与航空器燃料消耗和二氧化碳排放的趋势比较时，还要额外考虑技术、运行和燃料方面的创新促成航空业内二氧化碳减排的潜力，以制定三种 LTAG 综合设想方案(参考 A41-WP/368 号文件：气候变化)。在 LTAT 目标工作中，到 2050 年的所有预测和机队更新换代输入假设与对环境趋势所用的假设相同。

## 2.5 影响当地空气质量的航空器发动机排放的趋势

2.5.1 2018 年，当地空气质量氮氧化物排放量大约为 0.20 Mt。到 2050 年，根据技术和空中交通管理情景的不同，氮氧化物排放预计在 0.51 到 0.72 Mt 之间，意味着在此期间增长 2.6 到 3.6 倍，与国际空中交通预计增长值 3.0 倍大致相当。

2.5.2 预计 2018 年当地空气质量非挥发性颗粒物质和总颗粒物质排放分别为 0.63 和 1.36 kt(千吨)。到 2050 年，根据技术和空中交通管理情景的不同，当地空气质量非挥发性颗粒物质和总颗粒物质排放预计在 1.1 到 1.2 kt 之间和 3.1 到 3.2 kt 之间，意味着在此期间分别增长约 1.8 和 2.4 倍，与国际空中交通预计增长值 3.0 倍大致相当。

## 2.6 航空器噪声的趋势

2.6.1 2018 年，暴露于年平均昼夜噪声水平(DNL)55 分贝以上的区域的总面积为 16 486 平方公里，到 2050 年，根据技术情景的不同，该暴露面积将比 2018 年增加 0.9 到 1.9 倍不等。2018 年，55 分贝昼夜平均噪声水平区域中的总人口大约为 3 660 万人。如同以往的趋势结果一样，可以看到，年平均昼夜噪声水平的增长与空中交通量的增长有脱钩现象。值得注意的是，从大约 2038 年起，在先进航空器技术的情景下，年平均昼夜噪声总水平可能不再随着空中交通量的增长而增长。成员国需要采取一系列雄心勃勃的行动，以使那种情景得以实现。

# 3. 航空器噪声

3.1 理事会已经在审议航空环境保护委员会关于附件 16 第 I 卷 — 航空器噪声和《关于使用航空器噪声合认证程序的环境技术手册》(ETM) (Doc 9501 号文件)第 I 卷的修订建议，包括使环境标准和建议措施保持最新状态和相关性的一般性维护。国际民航组织正在跟进与新兴技术航空器(包括城市空中机动概念、遥控航空器等)有关的可能噪声问题以及国际民航组织成员国在这方面的经验<sup>2</sup>。目前正在为这些航空器制定噪声测量指南。

# 4. 影响当地空气质量的航空器发动机排放

4.1 理事会已经在审议航空环境保护委员会关于附件 16 — 《环境保护》，第 II 卷 — 《航空器发动机排放物》和《关于使用发动机排放认证程序的环境技术手册》(ETM) (Doc 9501 号文件)第 II 卷的修订建议，包括全面重组以确保与空中航行委员会的“标准和建议措施及航行服务程序起草指南”保持一致，完善等效程序定义，修正参考文件，为确保适用性措辞一致性而作出修改等。

---

<sup>2</sup> [https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/noise\\_new\\_concepts.aspx](https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/noise_new_concepts.aspx)

4.2 对国际民航组织 Doc 9889 号文件《机场空气质量手册》的更新也已完成，其中包括与航空器非挥发性颗粒物排放有关的信息，最新推荐的计算方法和扩散建模等。

## 5. 飞机二氧化碳排放

5.1 理事会正在审议航空环境保护委员会关于附件 16 第 III 卷 — 飞机二氧化碳排放和《关于使用飞机二氧化碳排放认证程序的环境技术手册》(ETM) (Doc 9501 号文件) 的修订建议，包括完善定义，澄清基准几何因子 (RGF) 参数，并提供关于向认证机构报告数据的信息。

## 6. 机场和运行的环境指导

6.1 虽然国际民航组织的工作主要侧重于减缓国际民航对全球气候的影响，但气候变化的影响已成为航空部门的一个重大风险。在这方面，国际民航组织关于气候适应的工作是航空风险准备的基础，包括关于气候变化风险评估、确定脆弱性和适应措施的新指南。该指南支持各国和利害攸关方进行气候变化风险评估以及制定和执行气候变化适应计划。包括对国家或组织可能面临风险的关键气候变化脆弱性的概述，以及为减少这些风险可加以考虑的潜在适应备选方案的清单。

6.2 在航空器噪声方面，国际民航组织最近编制了关于“降低航空器噪声的运行机会”的新手册 (Doc 10177)，包括识别和审查将航空器噪声降至最低的标准和创新运行机会与技术。该手册提供信息，介绍了各国和业界利害攸关方减少航空器噪声影响可用的现行做法。手册还强调了新出现的创新产生的最新发展，并考虑了该行业目前正在开发哪些概念和赋能技术。

6.3 对“生态机场工具包电子文献集”<sup>3</sup>作了更新，其中包括关于气候适应性、水管理、空气质量管理 and 可持续地面通道的主题。根据国际民航组织“不让任何国家掉队”的举措，电子文献集通过国际民航组织公开网站及时向国际航空界提供实用、现成可用的最佳做法信息。

6.4 国际民航组织还编写了两份报告：与全球航空系统相关的环境衡量尺度；和对可能的侵害指标进行调查。这些报告都可以在国际民航组织网站上找到<sup>4</sup>。

## 7. 为量化提供支持的环境工具

7.1 国际民航组织碳排放计算器 (ICEC) 是用来估算联合国各机构碳清单中与航空旅行相关部分的一种正式工具。秘书处目前正在考虑更新国际民航组织碳排放计算器，并持续维护和开发了应用程序接口 (API)，使计算器能够容易地集成到外部网站和服务中。秘书处正在研究完善国际民航组织碳排放计算器使用方法，包括展示可持续航空燃料的使用。与国际民航组织碳排放计算器类似，国际民航组织绿色会议计算器 (IGMC) 是旨在支持决策以减少因参加会议而航空旅行产生的碳排放的工具。具有手机界面的增强版国际民航组织绿色会议计算器于 2020 年 4 月推出<sup>5</sup>。

<sup>3</sup> <https://www.icao.int/environmental-protection/pages/ecoairports.aspx>

<sup>4</sup> <https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/environment-publications.aspx>

<sup>5</sup> <https://applications.icao.int/igmc>

7.2 秘书处还继续维护与国际民航组织国家行动计划举措相关的工具(也请参考 A41-WP/368 号文件: 气候变化), 包括航空环境系统(AES)、环境效益工具(EBT)、边际减排成本曲线工具和国际民航组织燃料节省估算工具(IFSET)<sup>6</sup>。

7.3 此外, 国际民航组织还开发了跟踪工具网站<sup>7</sup>, 该网站从技术、运行和燃料三个方面更新了关于航空二氧化碳减排举措的所有最新信息和航空净零举措的最新信息。截至 2022 年 7 月, 跟踪工具包括航空利害攸关方关于 102 项技术举措、97 项运行举措和的 67 项净零举措的信息。燃料跟踪点详细介绍了已宣布的总计为 294 亿升可持续航空燃料(SAF)的 SAF 承购协议、定期分发 SAF 的 53 个机场以及已通过或正在制定的 24 项支持 SAF 政策。跟踪器还提供了可能生产 SAF 的 196 个设施的细节。

## 8. 国际民航组织全球可持续航空联盟

8.1 国际民航组织全球可持续航空联盟<sup>8</sup>持续发展, 目标是为利害攸关方提供论坛, 便利开发新构想, 并加速实施创新解决方案。在《联合国气候变化框架公约》缔约方第二十六届会议期间, 国际民航组织秘书处也发布了出版物《创新驱动可持续航空》的第一版, 其中概述了 2021 年国际民航组织盘点期间介绍的各种创新和来自联盟合作伙伴的最新情况(也请参考 A41-WP/368 号文件: 气候变化)。邀请所有利害攸关方通过访问国际民航组织网站加入该联盟。

## 9. 与其他联合国机构的合作

9.1 值得注意的是, 在本三年期内, 国际民航组织在联合国系统内开展的密切协调, 包括在联合国气候变化框架公约(UNFCCC)进程、政府间气候变化专门委员会(IPCC)和联合国环境管理小组(EMG)之中。

9.2 2022 年 6 月 2 日至 3 日在瑞典斯德哥尔摩召开的斯德哥尔摩+50 会议, 是庆祝全球环境行动 50 年的重大事项。国际民航组织与瑞典各利害攸关方和其他伙伴合作, 展示国际航空可持续航空燃料和更清洁能源方面的最新创新。有关气候变化合作的更多信息载于 A41-WP/368 号文件: 气候变化中。

---

<sup>6</sup> <https://applications.icao.int/ifset>

<sup>7</sup> 国际民航组织跟踪工具网站: [航空二氧化碳减排举措 — 跟踪工具\(icao.int\)](https://www.icao.int/aviation-environment/monitoring)

<sup>8</sup> 国际民航组织联盟: <https://www.icao.int/environmental-protection/SAC/Pages/learn-more.aspx>



## APPENDIX

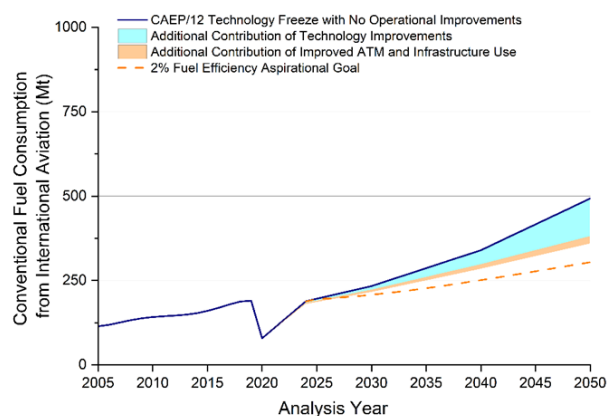
### ICAO GLOBAL ENVIRONMENTAL TRENDS – PRESENT AND FUTURE AIRCRAFT NOISE AND EMISSIONS

#### 1. TRENDS IN EMISSIONS THAT AFFECT THE GLOBAL CLIMATE

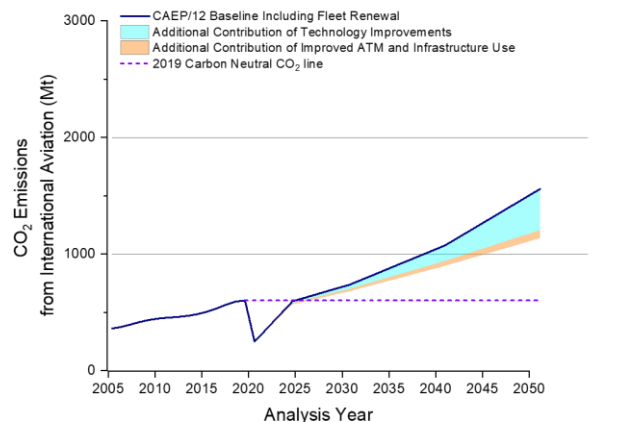
##### 1.1 Trends in Aircraft Fuel Burn and CO<sub>2</sub> Emissions

1.1.1 The green-house gas (GHG) portion of the trends assessment evaluated potential contributions of operational and technology improvements to reducing projected fuel demand and associated future emissions, focusing on combustion CO<sub>2</sub> emissions. The results are based on the 2018-2050 post-COVID traffic and fleet forecast, representing conventional fuel consumption, CO<sub>2</sub> emissions (i.e., CO<sub>2</sub> emitted during flight only), and NO<sub>x</sub> and nvPM emissions. The results contain the alternative fuel analyses, including the potential contribution of alternative jet fuel (AJF) on CO<sub>2</sub> net life-cycle emissions.

1.1.2 As shown in Figures 1 and 2, for the year 2050 and for the IEIR (Independent Expert Integrated Review) technology with high operational improvements scenario (Fuel Scenario 4), conventional fuel burn from international aviation, aircraft technology results in a reduction of 134 MT and operations provides an additional 15 MT for a total reduction of 149 MT. Fuel Scenario 1 value for international is 493 MT. ICAO’s 2% aspirational goal for international aviation fuel burn is not achieved, and the average fuel efficiency (2010-2050) is 1.53% which is slightly improved from the 1.37% computed in previous trends assessment for the same time period. Overall, technology and operational improvements results in roughly a 27% reduction in fuel burn for international aviation in 2050 for the IEIR scenario. The most aggressive fuel burn technology improvement scenario is that defined by the CAEP/11 IEIR process.



Note: Results were modelled for 2005, 2006, 2010, 2015 (Prior CAEP work cycles), 2018, 2019, 2020, 2024, 2030, 2040, and 2050 (CAEP/12).

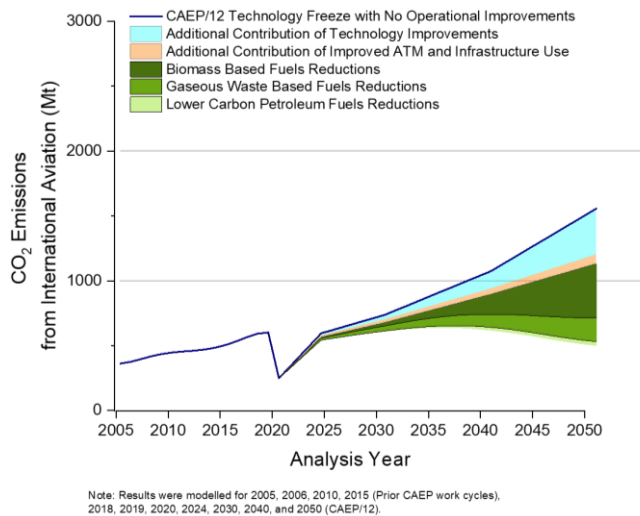


Note: Results were modelled for 2005, 2006, 2010, 2015 (Prior CAEP work cycles), 2018, 2020, 2024, 2030, 2040, and 2050 (CAEP/12).

**Figure 1 (left). Conventional Fuel Consumption from International Aviation, 2005 to 2050.**

**Figure 2 (right). CO<sub>2</sub> Emissions from International Aviation, 2005 to 2050.**

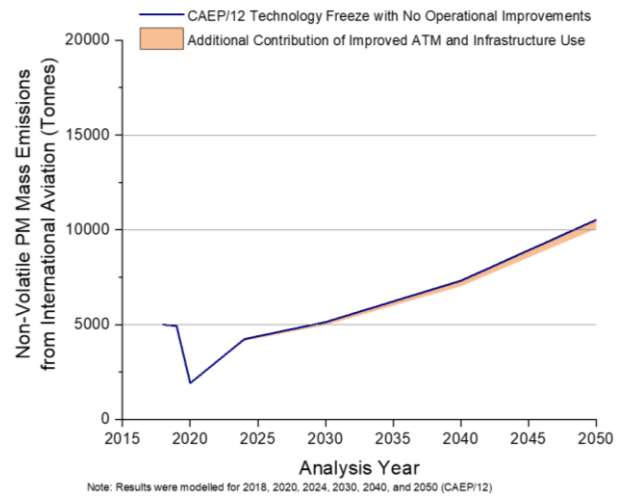
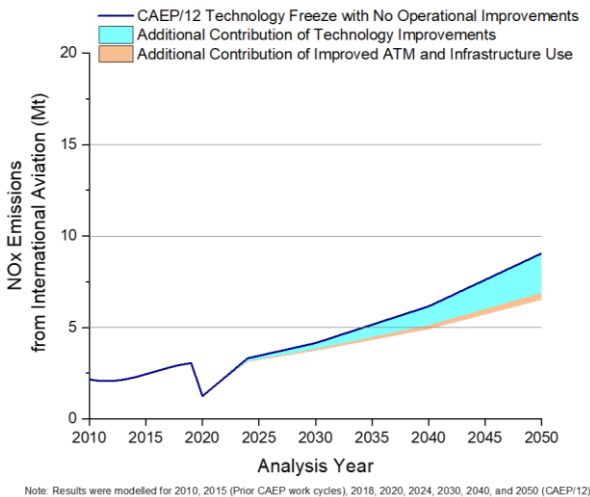
1.1.3 As shown in Figure 3, in the year 2050 with alternative fuels replacement, in addition to the 27% reduction in CO<sub>2</sub> provided by technology and operations, alternative jet fuels replacement provides an additional 41% reduction in net life-cycle CO<sub>2</sub>.



**Figure 3. CO<sub>2</sub> Emissions from International Aviation, 2005 to 2050, Including Alternative Fuels Net Life-Cycle Emissions Reductions.**

## 1.2 Trends in Aircraft Full-Flight NO<sub>x</sub> and nvPM Emissions

1.2.1 With technology and operational improvements (NO<sub>x</sub> Scenario 3), there is a combined reduction of 2.56 MT and 4.1 MT for international and global aviation, respectively. This amounts to roughly a 28% reduction in NO<sub>x</sub> from NO<sub>x</sub> Scenario 1 (technology freeze with no operational improvements), as presented on Figure 4.



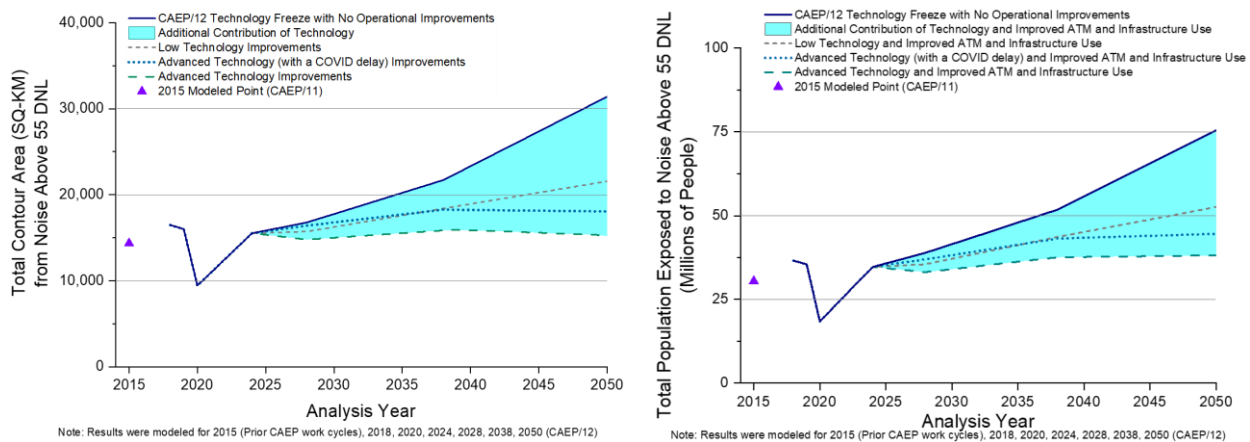
**Figure 4 (left). Full Flight NO<sub>x</sub> Emissions from International Aviation, 2010 to 2050.  
Figure 5 (right). Full Flight NVPM Emissions from International Aviation, 2018 to 2050.**

1.2.2 nvPM Scenario 2 results in 465 tonnes and 900 tonnes reduction of nvPM mass emissions for international and global aviation, respectively. This amounts to roughly 5% reduction from nvPM Scenario 1 (technology freeze with no operational improvements), as presented on Figure 5.

## 2. AIRCRAFT NOISE TRENDS

2.1 The noise portion of the trends assessment evaluated potential contributions of operational and technology improvements to reducing population exposed to noise around airports. The results are based on the CAEP/12 2018 to 2050 post COVID traffic and fleet forecast, representing contour area and total population exposed to noise above a day-night average sound level in dB (DNL) of 55, 60, and 65. The noise trends assessment includes 319 global airports.

2.2 Figure 6 provides results for the total global 55 DNL contour area (i.e., for 319 airports) for 2018, 2028, 2038 and 2050 for the four scenarios. The 2018 technology freeze (scenario 1) contour area is 16 486 square km. This value decreases to 9 451 square km in 2020 due to the COVID-19 pandemic and increases to 15 530 square km by 2024. In 2050 the technology freeze (scenario 1) total global contour area is 31 407 square km and decreases to 15 196 square km with the advanced technology improvements and to 21 570 square km with low technology improvements.



**Figure 6 (left). Global Contour Area from Noise above 55 DNL, 2015-2050.**

**Figure 7 (right). Global Population Exposed to Noise above 55 DNL, 2015-2050.**

2.3 Figure 7 provides results for the total global population exposed to aircraft noise above 55 DNL for 2018, 2028, 2038 and 2050 for the four scenarios. The 2018 baseline value is 36.55 million people. In 2020, the population decreases to 18.45 million due to the COVID-19 pandemic and increases to 34.70 by 2024. In 2050, the technology freeze (scenario 1) total population exposed is 75.5 million and decreases to 38.14 million people with the advanced technology and operational improvement scenario, and to 52.59 million people with low technology and operational improvement scenario.

## 3. TRENDS IN AIRCRAFT ENGINE EMISSIONS THAT AFFECT LOCAL AIR QUALITY

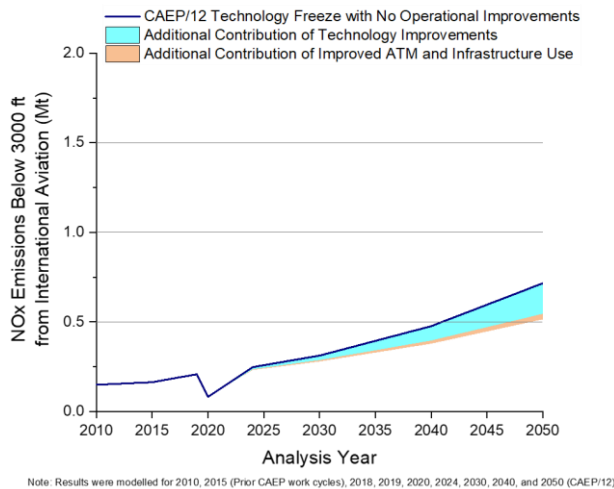
3.1 The LAQ portion of the trends assessment evaluated potential contributions of operational and technology improvements to reducing projected emissions of NO<sub>x</sub> and potential contributions of operational improvements to reducing projected emissions of the particulate matter (PM). The results are based on the CAEP/12 2018 to 2050 post COVID traffic and fleet forecast, representing NO<sub>x</sub>, non-volatile PM and Total PM emissions below 3 000 feet. NO<sub>x</sub> technology improvement scenarios leverage the latest Independent Experts (IE) work.

3.2 NO<sub>x</sub> emissions below 3 000 feet from international aviation are shown in Figure 8. In 2050, depending upon the scenario, technology improvements could provide up to 0.21 Mt of reductions in NO<sub>x</sub> emissions for international aviation. Operational improvements are smaller than those that could be realized by technology, namely additional reductions of up to 0.03 Mt in 2050 for international aviation.

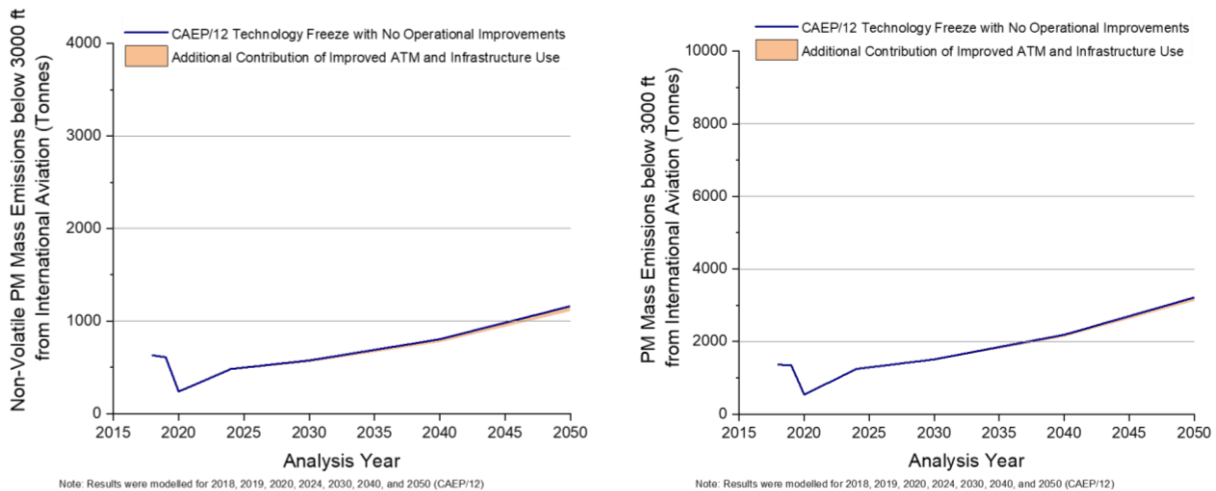
**Appendix**

3.3 Non-volatile PM emissions below 3 000 feet from international aviation are shown in Figure 9. In 2050, operational improvements could provide additional reductions of up to 50 tonnes in nvPM emissions for international aviation.

3.4 Total (volatile and non-volatile) PM emissions below 3 000 feet from international aviation are shown in Figure 10. In 2050, operational improvements could provide additional reductions of up to 150 tonnes in PM emissions for international aviation.



**Figure 8. NOx Emissions below 3 000 ft from International Aviation, 2010 to 2050.**



**Figure 9 (left). nvPM Emissions below 3 000 ft from International Aviation, 2018 to 2050. Figure 10 (right). PM Emissions below 3 000 ft from International Aviation, 2018 to 2050.**