

egts™

المزايا البيئية لـ EGTS

استنادًا إلى أبحاث وتحليلات مستقلة قامت شركة Envisa بإجرائها



تعد Envisa شركة دولية للاستشارات البيئية تم تأسيسها عام ٢٠٠٤، وهي شركة متخصصة في الطيران المستدام. تتكون الشركة من فريق من الخبراء الذي يوفر الدعم لأكبر الشركات في ذلك المجال والمشروعات البحثية المؤثرة التي تتناول موضوعات مثل التأثير البيئي وتقييم المقايضة ونوعية الهواء المحلي والانبعثات العالمية ومخطط تبادل حقوق إطلاق الانبعثات ووضع نماذج للوضاء وأبحاث إعادة تدوير الطائرات والتقييم البيئي لدورة الحياة والتنبؤات البيئية والإدارة البيئية.



الاختصارات

Auxiliary Power Unit (وحدة الطاقة الثانوية)	APU
ICAO Committee on Aviation Environmental Protection (لجنة حماية البيئة في مجال الطيران التابعة لمنظمة الطيران المدني الدولي)	CAEP
Carbon Monoxide (أول أكسيد الكربون)	CO
Carbon Dioxide (ثاني أكسيد الكربون)	CO₂
Dual Engine Taxi (سير الطائرة بالاعتماد على محركين)	DET
European Aviation Safety Agency (الوكالة الأوروبية لسلامة الطيران)	EASA
Environmental Control System mode for APU (وضع نظام التحكم البيئي لـ APU)	ECS
Emissions Index (grams of pollutant per kilogram of fuel) (مؤشر الانبعثات (المادة الملوثة بالجرامات لكل كيلوجرام من الوقود))	EI
US Environmental Protection Agency (الوكالة الأمريكية لحماية البيئة)	EPA
US Federal Aviation Administration (إدارة الطيران الفيدرالية الأمريكية)	FAA
Ground Support Equipment (معدات الدعم الأرضي)	GSE
International Civil Aviation Organization (منظمة الطيران المدني الدولي)	ICAO
ICAO Landing/Take-off cycle (دورة الهبوط/الإقلاع وفقاً لمعايير منظمة الطيران المدني الدولي)	LTO
Main Engine Start mode for APU (وضع بدء تشغيل المحرك الرئيسي لـ APU)	MES
Nitrogen Oxides (أكاسيد النيتروجين)	NOx
Particulate Matter (المواد الجسيمية)	PM
Single Engine Taxi (سير الطائرة بالاعتماد على محرك واحد)	SET
Unburned Hydrocarbons (الهيدروكربونات غير المحترقة)	UHC

٥	ملخص	١.٠
٦	مقدمة عن ECTS TM	٢.٠
٦	العوامل التنظيمية والبيئية	٣.٠
٦	الملوثات المعيارية	٣.١
٦	٣.١.١ ثاني أكسيد الكربون (CO ₂)	
٧	٣.١.٢ أكاسيد النيتروجين (NOx)	
٧	٣.١.٣ المواد الجسيمية (PM)	
٨	٣.١.٤ ملوثات أخرى	
٨	٣.٢ اتجاه شركات الخطوط الجوية	
٨	٣.٣ اتجاه المطارات	
٨	٣.٣.١ جرد انبعاثات المطارات	
٨	٣.٣.٢ بصمة الكربون في المطارات	
٩	٤.٠ تحليل مصادر الانبعاثات	
٩	٤.١ السيناريوهات ودورات التشغيل	
١١	٤.٢ انبعاثات المحرك الرئيسي	
١١	٤.٣ انبعاثات وحدة APU	
١١	٤.٤ انبعاثات الجرارات	
١٢	٥.٠ المزايا على صعيد حركات الطائرات الأحادية	
١٢	٥.١ المطارات الأوروبية	
١٢	٥.١.١ الاستعداد الهبوط	
١٣	٥.١.٢ الاستعداد للإقلاع	
١٤	٥.٢ المطارات الأمريكية	
١٤	٥.٢.١ الاستعداد للهبوط	
١٥	٥.٢.٢ الاستعداد للإقلاع	
١٦	٥.٣ مقارنة الانبعاثات	
١٧	٦.٠ المزايا على مستوى المطارات: دراسة حالة عن مطار متوسط الحجم	
١٧	٦.١ الافتراضات	
١٧	٦.٢ النتائج	
١٨	٧.٠ الاستنتاجات	

قائمة الأشكال

٧	الشكل ١. دورة الهبوط/الإقلاع (LTO)
---	------------------------------------

قائمة الجداول

١٠	الجدول ١. القيم المتغيرة المدخلة لعمليات السير باستخدام ECTS
----	--

يوجد اهتمام متزايد بخفض انبعاثات الطيران لما لذلك من آثار على مشكلات نوعية الهواء المحلي وتغير المناخ العالمي.

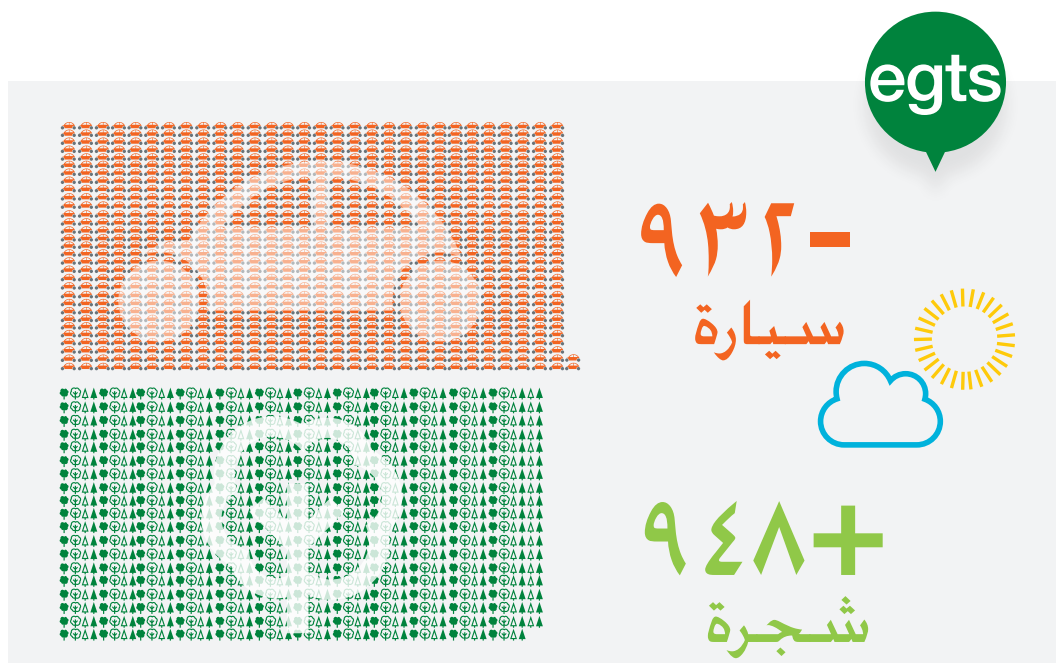
بالإضافة إلى ذلك، ظهرت اتجاهات على الصعيدين القومي والدولي تدعو إلى خفض معدلات CO_2 لحل مشكلات تغير المناخ. ولكن لم يتم إصدار أية لوائح على الصعيد الدولي لحل مشكلات نوعية الهواء المحلي، وفي أغلب الأحيان، تتحكم اللوائح الإقليمية والرسمية في مقادير الملوثات المؤثرة على الصحة مثل NOx أو المواد الجسيمية، حيث تحدد هذه اللوائح الحدود المقررة لنوعية الهواء.

نظرًا لأن نوعية الهواء ظاهرة متعددة المصادر، قد يكون متوقعًا من أي مطار في أي موقع محدد الإجابة على أسئلة تتعلق بدور هذا المطار وإسهاماته في مستويات نوعية الهواء المحيط.

تسعى شركات الخطوط الجوية إلى العمل بما لا يضر "البيئة" بقدر الإمكان، ولكنها تحتاج أيضًا إلى تيسير تكاليف الطرق التي يمكن من خلالها تحقيق ذلك، مما يدفعها إلى البحث عن طرق مبتكرة لخفض معدلات احتراق الوقود والانبعاثات المرتبطة بذلك.

تستند المزايا المنشورة في هذا التقرير إلى أبحاث وتحليلات مستقلة قامت شركة **Envisa** بإجرائها، وهي شركة استشارية متخصصة مقرها في باريس وتعمل في مجال الطيران والبيئة. بالإضافة إلى ذلك، تم استخدام نماذج وأساليب وقواعد بيانات معترف بها دوليًا لتقييم مزايا كل من سير الطائرة بالاعتماد على محرك واحد (**SET**) ونظام **EGTS** بالمقارنة بسير الطائرة بالاعتماد على محركين (**DET**) في عمليات التحرك الأحادية وسيناريوهات العمل النموذجية في المطارات على حدٍ سواء. يتناول محتوى هذا التقرير بشكلٍ رئيسي الطائرات النفاثة ذات الأبدان الضيقة التي تعمل بمحرك مزوّد بأسطوانتين، والتي يمكن تحقيق أقصى استفادة من خلالها بتزويدها بتقنية **EGTS**™.

كما يشرح هذا التقرير نظام **EGTS** باعتباره عنصر مفيد وفعال في خفض معدلات الانبعاثات الناجمة عن الاهتزازات السطحية العارضة للطائرات من خلال دوره في توفير طاقة أنظف لسير الطائرات بالكهرباء. لذا، من المتوقع أن يعادل تأثير الاستخدام النموذجي لنظام **EGTS** سنويًا مع طائرة **A320** في المطارات الأمريكية التأثير الناجم عن زراعة ما يصل إلى ٩٤٨ شجرة في خفض معدلات CO_2 أو التخلص من ٩٣٢ سيارة خفض معدلات انبعاث NOx . بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يؤدي استخدام هذا النظام إلى توفير العديد من العناصر المهمة بسبب استناده إلى العمليات الأرضية المحسّنة؛ مثل عدم الاعتماد على جرارات الدفع الخلفي، ورفع مستويات سلامة العاملين بالعمليات الأرضية من خلال خفض معدلات المخاطر الناجمة عن اندفاع الطائرات النفاثة، وما إلى ذلك.



في الوقت الراهن. يجري العمل على تحسين المحركات التوربينية المروحية للطيران بشكل أفضل. وليس لتشغيل الطائرات على الأرض. ففي كل مرة تسير فيها طائرة على الأرض. تقوم بحرق كمية غير متناسبة من الوقود بين البوابة والمدرج. وهذا يمثل مشكلة أكبر للطائرات المخصصة للرحلات الجوية قصيرة ومتوسطة المدى. التي تستغرق وقتاً طويلاً نسبياً في السير بين المدرج والبوابة. فضلاً عن مقدار الوقت الفعلي للرحلة.

يتيح نظام ECTS للطائرة إمكانية استخدام ميزة الدفع الخلفي من البوابة دون جرار سحب والسير دون استخدام محركات. وذلك بفضل المواير الكهربائية الموجودة بترس الهبوط الرئيسي والتي تعمل من خلال مولّد وحدة الطاقة الثانوية (APU). عبارة أخرى. تسير الطائرة على الأرض باستخدام الطاقة الكهربائية فقط حتى يفصلها عن الإقلاع بضع دقائق. ويحدث نفس الأمر مجدداً بعد هبوطها بضع دقائق. مع مراعاة الوقت اللازم لإحماء المحركات وتبريدها.

٣٠ العوامل التنظيمية والبيئية

٣.١ الملوثات المعيارية

١ وثيقة رقم ٩٨٨٩ التابعة لمنظمة الطيران المدني الدولي (ICAO). المرفق B بالملحق ١. التذييل ٣ بالجدول B-١. http://www.icao.int/publications/Documents/cons_en.pdf_9889

٣.١.١ ثاني أكسيد الكربون (CO₂)

يعد ثاني أكسيد الكربون (CO₂) أهم غازات الدفيئة (GHG) وأطولها عمراً. وظهرت مبادرات يعود تاريخها إلى بروتوكول كيوتو ١٩٩٧ وتدعو إلى خفض معدلات غاز CO₂ الناجمة عن سلوكيات الإنسان. وخاصةً انبعاثات الغاز الصادرة عن توليد الطاقة ووسائل النقل والمواصلات. كما يوجد ضغط سياسي شديد. وخاصةً من أوروبا. لخفض مستويات "بصمة الكربون" أو انبعاثات غاز CO₂ الناجمة عن الطيران. ويعد ثاني أكسيد الكربون أحد العناصر المباشرة المتولدة عن الاحتراق. وينشأ عند انبعاث ٣.١٦ كجم من CO₂ تقريباً لكل كيلوجرام من وقود A المحترق للطائرات النفاثة. وذلك كما هو مبين في الوثيقة ١٩٨٩ التي أصدرتها منظمة الطيران المدني الدولي.

نظراً لأن CO₂ يتناسب طردياً مع احتراق الوقود. وبسبب ما ينطوي على استهلاك الوقود من تكاليف تشغيلية مباشرة. من الطبيعي أن ينصب التركيز الرئيسي على الحد من هذا الملوث على الصعيدين الاقتصادي والبيئي. وتتمثل الطريقة الرئيسية لخفض معدلات CO₂ في خفض معدلات احتراق الوقود من خلال تحسين كفاءة المنتج أو الكفاءة التشغيلية.

يوجد عدد من الملوثات المعيارية التي تعتبر ضارة على صحة الإنسان أو لها آثار سلبية على تغير المناخ. والتي يتم. بالتالي. التحكم بها أو يجري العمل على التحكم بها من أجل تحسين الطيران. تتضمن الملوثات المعيارية في مجال الطيران ما يلي: ثاني أكسيد الكربون (CO₂) وأكاسيد النيتروجين (NOx) والمواد الجسيمية (PM) وأول أكسيد الكربون (CO) والهيدروكربونات غير المحترقة (UHC).

يعتبر ثاني أكسيد الكربون (CO₂). وهو أحد العناصر المباشرة الناجمة عن احتراق الوقود الحفري. من غازات الدفيئة المرتبطة بمشكلة تغير المناخ. ويخضع هذا الملوث لرقابة مكثفة باعتباره أحد الانبعاثات التي تخضع للتقنين في عمليات التصديق والاعتماد وعنصر حكمه تدابير معيّنة تستند إلى السوق (مثل مخططات تبادل حقوق إطلاق الانبعاثات).

تتسبب انبعاثات أكاسيد النيتروجين في تكوين الأوزون الأرضي. وتم تقنين استخدامها مع محركات الدفع الرئيسية منذ عام ١٩٨١. كما أنها ما زالت الموضوع الرئيسي الذي توضع من أجله لوائح أكثر تشدداً باستمرار.

أما بالنسبة للمواد الجسيمية (PM). فقد تم تصنيفها على أنها عناصر لها آثار مضرّة بصحة الإنسان. ولم ينصب عليها تركيز اللوائح والقوانين إلا مؤخراً. وتشير الخطط الحالية إلى إمكانية وضع لوائح للتحكم في المواد الجسيمية في الطيران اعتباراً من أوائل عام ٢٠١٦.

وتخضع الملوثات الأخرى. مثل CO ومواد UHC. إلى ضرورة الوفاء بمستويات الحدود المخصصة لها. مع وجود ضغط طفيف للحد من معدلاتها بشكل ملحوظ. تصف الأقسام التالية الملوثات وتتناول معلومات عنها بمزيد من التفصيل.

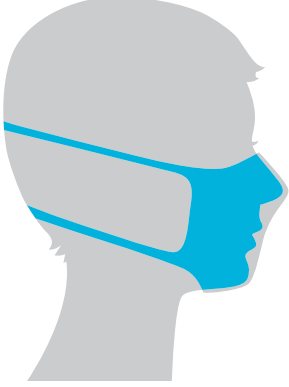


PM

٣.١.٣ المواد الجسيمية (PM)

تؤثر المواد الجسيمية (PM) في الغلاف الجوي على مستوى الرؤية والأنظمة الإيكولوجية والترسبات السطحية وتكوين الغلاف الجوي وتشكيل السحب وهطول الأمطار والمناخ بوجه عام. ويؤدي استنشاق هذه المواد إلى الإصابة بمشكلات صحية خطيرة (راجع على سبيل المثال. موقع وكالة حماية البيئة على الويب <http://www.epa.gov/pm>). تنشأ المواد الجسيمية عن عدة مصادر، وتتكون من الكربون الأولي (أو السخام) والأثرية وعناصر عضوية وكبريتات الأمونيوم ونترات الأمونيوم وعناصر معدنية ومعادن. تميل المحركات التوربينية الغازية إلى إصدار مواد جسيمية دقيقة للغاية (يتراوح طولها بين ٢٠ نانومترًا و ٥٠٠ نانومترًا). يقل حجمها عن حجم شعرة الإنسان بمقدار ألف مرة. ولكنها لا تخضع لأية لوائح صادرة من الجهات التنظيمية. لذلك وضعت لجنة الحماية البيئية للطيران (CAEP) التابعة لمنظمة الطيران المدني الدولي أولوية مرتفعة للتحكم في هذا الملوث. وهي حاليًا تسعى جاهدة لصياغة معيار قياسي جديد في اجتماعها العاشر المقرر انعقاده في عام ٢٠١٦.

لا تعتبر الأساليب الحالية التي يتم اتباعها لتقييم انبعاثات PM ووضع نماذج لها قوية بما يكفي للسماح بإجراء مقارنات فيما بينها في هذه الدراسة. وذلك بسبب ندرة البيانات المتوفرة حاليًا حول اعتماد المحركات ووحدات APU (استنادًا إلى رقم الدخان).



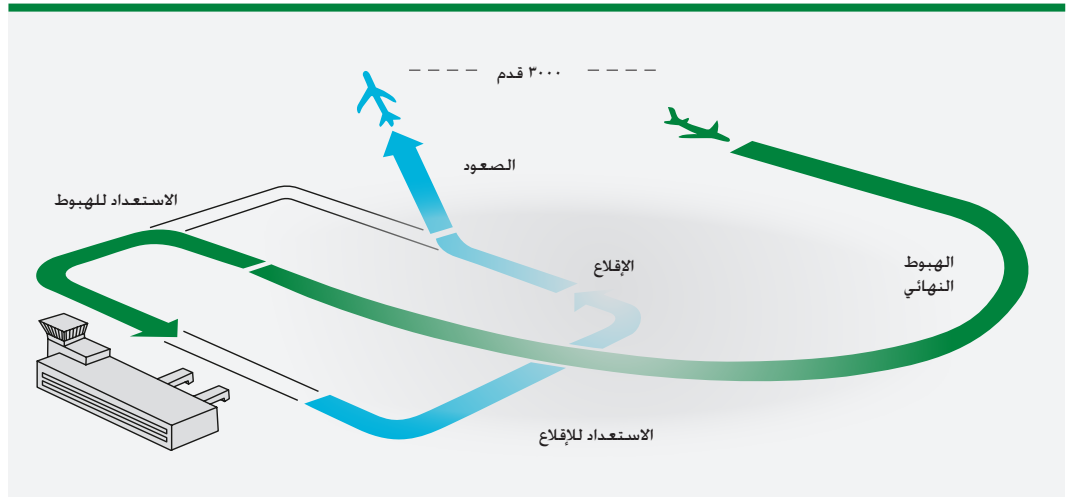
٣.١.٢ أكاسيد النيتروجين (NOx)

لظالمًا كان الحد من انبعاثات أكاسيد النيتروجين (NOx) والتحكم فيها محط الاهتمام التقليدي نظرًا لما لهذا الملوث من آثار ضارة على نوعية الهواء المحلي وتغير المناخ العالمي على حدٍ سواء. فمن حيث نوعية الهواء المحلي، تتفاعل انبعاثات NOx كيميائيًا لتكوّن الأوزون/الدخان الأرضي، وهو ما يمثل خطرًا على صحة الإنسان. ومن حيث مشكلة تغير المناخ، يمكن أن تتفاعل انبعاثات NOx الصادرة أثناء عملية وصول الطائرة إلى ارتفاعات عالية مع طبقة الأوزون، مما يؤدي إلى الإخلال بتوازن الإشعاعات الصادرة ويساهم في تفاقم أزمة الاحتباس الحراري. يتم التحكم في هذا الملوث في جميع مصادر الطاقة الثابتة والمتنقلة تقريبًا، بما في ذلك الطيران.

منذ عام ١٩٨١، حرصت منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) ووكالة حماية البيئة الأمريكية والإدارات الوطنية المعنية بالنقل (مثل إدارة الطيران الفيدرالية والهيئة الأوروبية المعنية بسلامة الطيران وهيئة النقل الكندية وما إلى ذلك) على الحد من معدلات الملوثات الصادرة من طائرات الطيران المدني. وذلك بهدف التركيز على عمليات المطارات مع مراعاة اعتبارات نوعية الهواء المحلي. يظهر إطار العمل التنظيمي للطائرات في الشكل ١.

تقوم دورة الهبوط/الإقلاع بتجميع الانبعاثات على مدار الدورة الواحدة التي تتألف من أوضاع الهبوط والسير والإقلاع والصعود إلى ارتفاع يصل إلى ٣٠٠٠ قدم بحدٍ أقصى. تم تنقيح المستوى المسموح به لانبعاثات NOx وتقليله أربع مرات منذ عام ١٩٨١، وكانت آخر مرة بتاريخ ٣١ ديسمبر ٢٠١٣. ما أدى إلى انخفاض مستوى انبعاثات NOx المسموح به بنسبة ٥٠٪. وما سبق يتضح أن هناك اهتمام كبير من الناحية التنظيمية بالحد من مستويات انبعاثات NOx، التي تعد أكثر الملوثات التي ينصب عليها التركيز والدراسة فيما يتعلق بمشكلات نوعية الهواء المحلي.

الشكل ١. دورة الهبوط/الإقلاع (LTO) وفقًا لمنظمة الطيران المدني الدولي



<https://www.iata.org/policy/1/environment/Documents/atag-paper-on-cng2020-july2013.pdf>

^٢ موقع FAA VALE على الويب: <http://www.faa.gov/airports/environmental/vale>

^٤ موقع FAA EDMS على الويب: http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/apl/research/models/edms_model

^٥ "APU Emissions" (انبعاثات APU) من تأليف راندي ويليامز من مراسلات شركة Honeywell إلى وكالة حماية البيئة الأمريكية. بتاريخ ٢٩ سبتمبر ٢٠٠٠

^١ موقع LASPORT على الويب: <http://www.janicke.de/en/home.html>

^٦ <https://www.eurocontrol.int/services/airport-local-air-quality-studies>

^٧ <http://www.cerc.co.uk/environmental-software/ADMS-Airport-model.html>

٣.١.٤ ملوثات أخرى

تتمثل الملوثات المعيارية الأخرى في مجال الطيران في أحادي أكسيد الكربون (CO) والهيدروكربونات غير المحترقة (UHC). يتم التحكم في كلا الملوثين بالنسبة للمحركات التوربينية المروحية، وذلك باستخدام نفس دورة الهبوط/الإقلاع الجمعة المستخدمة في انبعاثات NOX. بوجوه عام، يكون من الضروري أن تبقى هذه الملوثات في معدلات أقل من الحدود المسموح بها. ولكن لم يظهر ضغط واضح لزيادة صرامة الإجراءات المفروضة على التحكم في هذه الملوثات أو خفض مستوياتها المسموح بها. ومن المعروف أن الكميات الكبيرة من غاز CO تشكل خطورة مرتفعة. ولكن المحركات الحديثة لا ينبعث منها مستويات مرتفعة من هذا الغاز في الفضاء المفتوح. يمكن أن يتم تقنين انبعاثات UHC بشكل أكبر، وخاصةً إذا تم اعتبارها بواحد جسيمات غازية (وذلك كجزء من المعيار المستقبلي الذي سيتم وضعه بخصوص المواد الجسيمية المتطايرة).

٣.٢ اتجاه شركات الخطوط الجوية

يتم تشجيع شركات الخطوط الجوية على معالجة مشكلات تغير المناخ بشكل ملحوظ. لذا، وضعت هذه الشركات كصناعة أهدافاً صعبة للغاية لتحقيقها في المستقبل القريب في عام ٢٠٢٠ وما بعد ذلك كما يلي:

- الوصول إلى نسبة متوسطة سنوية عالية في تحسين كفاءة الوقود تبلغ ٢٪ حتى عام ٢٠٢٠ وتحقيق نسبة عالية طموحة في تحسين كفاءة الوقود تبلغ ٢٪ سنويًا في الفترة بين عامي ٢٠٢١ و٢٠٥٠؛
- وتحقيق هدف جماعي متوسط الأجل يتمثل في الحفاظ على صافي معدلات انبعاثات الكربون العالمية الناجمة عن الطيران الدولي في نفس المستوى اعتبارًا من عام ٢٠٢٠ (CNG2020).

ولكن لا تكتفي شركات الخطوط الجوية بلعب الدور المنوط بها في معالجة مشكلة تغير المناخ، ولكنها تسعى إلى خفض تكاليف الوقود أيضًا لأنها تمثل جزءًا كبيرًا من التكاليف التشغيلية.

٣.٣ اتجاه المطارات

وفقًا للاتجاه الذي تعمل به المطارات، يوجد عاملان رئيسيان مؤثران يجب أخذهما بعين الاعتبار عند النظر إلى المزايا التي يمكن أن يحققها نظام EGTS. أولًا، يجب أن تتعامل المطارات مع إدارة انبعاثاتها الصادرة من جميع مصادر أنشطتها وتتمكن من عرض إسهامات ذلك في نوعية الهواء المحيط.

وثانيًا، يجري العمل في المطارات الآن أكثر من أي وقت مضى، على إدارة "بصمة الكربون" لديها، أو ما يُعرف بعبارة أخرى، كميات غاز CO₂ الناجم عن أنشطة المطارات، تخضع نوعية الهواء المحلي إلى رقابة مكثفة من المقيمين حول المطارات وتدعمهم جهات وهيئات معترف بها في ذلك أيضًا.

٣.٣.١ جرد انبعاثات المطارات

تلتزم المطارات في العديد من المناطق بوضع نماذج تفصيلية والحفاظ على مستوى مخزون الانبعاثات للامتثال للوائح الإقليمية أو الوطنية. وبموجب قانون الهواء النقي الأمريكي، تلتزم المطارات الموجودة في بعض مناطق عدم بلوغ الانبعاثات الخاضعة للمعيار الوطني لنوعية الهواء المحيط (NAAQS) الذي وضعته وكالة حماية البيئة (EPA) بعمل جرد للانبعاثات والحفاظ على مستوى مخزونها واتخاذ الخطوات اللازمة لخفض مستويات الانبعاثات. في مثل هذه الحالات، يتوفر التمويل الفيدرالي من خلال البرنامج التطوعي لخفض الانبعاثات بالمطارات، عادةً ما تقع مراكز المدن الكبرى في مناطق عدم بلوغ الانبعاثات، وبالتالي، تقوم معظم المطارات الأمريكية الكبرى بعمل جرد سنوي للانبعاثات الصادرة منها.

يتم القيام بعمليات الجرد هذه في الولايات المتحدة من خلال نظام وضع نماذج تشتت الانبعاثات (EDMS^٤) الذي وضعته إدارة الطيران الفيدرالية وتشرف على إدارته، يشتمل برنامج EDMS على جميع مصادر الانبعاثات الصادرة من المناطق التي توجد بها مطارات، بما في ذلك الطائرات ومعدات الدعم الأرضي ووسائل النقل والمواصلات وحركة المرور على الطرق المحلية، كما يتضمن نظام EDMS بيانات انبعاثات وحدات APU المقدمة من المصنعين، بما في ذلك شركة Honeywell (تم تقديم البيانات إلى وكالة حماية البيئة في عام ٢٠٠٠^٥)، في أوروبا، يوجد العديد من المطارات (بما في ذلك مطاري هيثرو وزيورخ) التي تلتزم بعرض عمليات جرد الانبعاثات لديها بسبب المشكلات الناجمة عن نوعية الهواء المحلي في المناطق التي توجد بها. كما يوجد، في أوروبا، عدد من الأدوات المتوفرة لوضع النماذج، بما في ذلك أدوات LASPORT^١ وALAQs^٢ وADMS^٣.

٣.٣.٢ بصمة الكربون في المطارات

في الوقت الحالي، زادت نسبة وعي الكثير من المطارات ببصمة الكربون الناجمة عن جميع أنشطتها في مواقعها، لذا، وضع المجلس الدولي للمطارات بأوروبا برنامجًا معياريًا لاعتماد الكربون في المطارات (ACA) للمصادقة على إدارة نسب الكربون في المطارات. يقوم البرنامج بتقييم جهود المطارات المبذولة لإدارة وخفض انبعاثات الكربون لديها وتقديرها بشكل مستقل. ويتألف هذا البرنامج المستقل من أربعة مستويات: "التخطيط" (المستوى ١) و"الخفض" (المستوى ٢) و"التحسين" (المستوى ٣) و"التعادل" (المستوى ٣+). في المستويين المتقدمين (٣ و٣+). يتطلب المطار اشتراك طرف ثالث في خفض بصمة الكربون. وهنا تظهر حجم الإسهامات الهائل الذي يمكن أن تقدمه شركات الخطوط الجوية من خلال ما وضعته من إجراءات وتقنيات لخفض معدلات انبعاثات غاز CO₂ أثناء سير الطائرات على الأرض.

يتم من خلال الحالة رقم ١ المقارنة بين السير بالاعتماد على محركين (DET) ونظام EGTS. في هذا السيناريو، توجد طائرة تستخدم نظام DET أثناء عمليات الاستعداد للهبوط والإقلاع. ومن المفترض أن يتم استخدام جرار سحب لمدة ٤ دقائق للدفع الخلفي للطائرة. شاملةً الوقت المستغرق لنقل جرار السحب من/إلى البوابة، وبالنسبة لنظام EGTS البديل، يتم الاعتماد على هذا النظام بالكامل في عمليات الاستعداد للهبوط والإقلاع. وتخصيص ٣ دقائق للمحركات الرئيسية حتى يتم إحماؤها وتبريدها. (بالنسبة للمطارات الأوروبية، تستغرق عملية الاستعداد للهبوط ٣ دقائق عند السير بالاعتماد على محركين و٣ دقائق عند الاعتماد على نظام EGTS. بينما تستغرق عملية الاستعداد للإقلاع ٩ دقائق عند الاعتماد على نظام EGTS و٣ دقائق عند السير بالاعتماد على محركين). ومن المتوقع أن تمثل هذه الحالة نتائج مبيّنة للمقارنة بين نظام EGTS ونظرائه في الوقت الراهن.

يتم من خلال الحالة رقم ٢ المقارنة بين السير بالاعتماد على محرك واحد (SET) ونظام EGTS. في هذا السيناريو، توجد طائرة تستخدم نظام SET أثناء عمليات الاستعداد للهبوط والإقلاع. بالنسبة للتشغيل بنظام SET، من المفترض أن وحدة APU تعمل في الظروف التي يفرضها نظام ECS. وأنه يجب تخصيص ٣ دقائق عند السير بالاعتماد على محركين حتى يتم إحماء المحركات الرئيسية وتبريدها. ومن المفترض أن يتم استخدام جرار سحب لمدة ٤ دقائق للدفع الخلفي للطائرة، شاملةً الوقت المستغرق لنقل جرار السحب من/إلى البوابة. وبالنسبة لنظام EGTS البديل، يتم الاعتماد على هذا النظام بالكامل في عمليات الاستعداد للهبوط والإقلاع. وتخصيص ٣ دقائق للمحركات الرئيسية حتى يتم إحماؤها وتبريدها (بالنسبة للمطارات الأوروبية، تستغرق عملية الاستعداد للهبوط ٣ دقائق عند السير بالاعتماد على محركين و٣ دقائق عند الاعتماد على نظام EGTS. بينما تستغرق عملية الاستعداد للإقلاع ٩ دقائق عند الاعتماد على نظام EGTS و٣ دقائق عند السير بالاعتماد على محركين). ومن المتوقع أن تمثل هذه الحالة مقارنة تقدم نتائج واقعية إلى حدٍ ما بين نظام EGTS ونظرائه في الوقت الراهن، وذلك مع الأخذ في الاعتبار أن استخدام نظام السير بالاعتماد على محرك واحد في الطائرات هو العُرف السائد حاليًا.

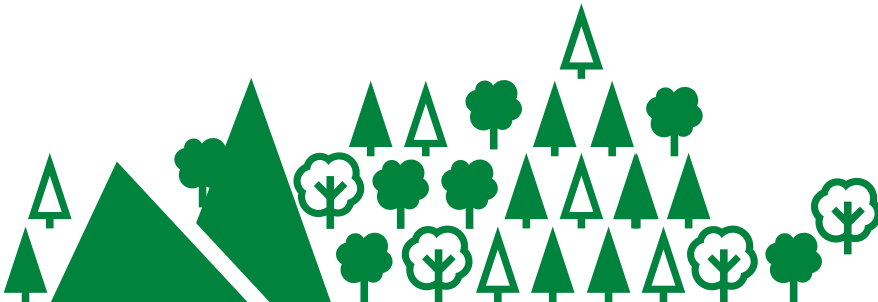
يتناول هذا القسم قياس معدلات انخفاض الملوثات المعيارية الناجمة عن تطبيق نظام سير الطائرات EGTS بالمقارنة بالمعدلات الراهنة (سير الطائرة بالاعتماد على محرك واحد أو محركين)، وسيناقش القسم عدة سيناريوهات للمقارنات والافتراضات المرتبطة بذلك. تم إجراء مقارنات لمعدلات احتراق الوقود والانبعاثات على أساس حركات الطائرات الأحادية (القسم ٤.١) وعلى مستوى المطارات (القسم ٤.٢). وسيتم وصف المحرك الرئيسي ووحدة APU وانبعاثات السحب لأغراض الاطلاع. وأخيرًا، سيتم حساب كمية الانبعاثات الناجمة عن استخدام نظام EGTS بالمقارنة بتلك الناجمة في الوضع الراهن وكمية الانبعاثات التي يمكن توفيرها بالمقارنة بنظيرتها عند تطبيق إجراءات أخرى.

٤.١ السيناريوهات ودورات التشغيل

لأغراض تقييم مزايا نظام EGTS وآثاره على الانبعاثات، تمت دراسة سيناريوهين. وتم أخذ مجموعتين من الفترات المستغرقة في السير: متوسطات الفترات الأوروبية ومتوسطات الفترات الأمريكية. في أوروبا، ووفقًا لقاعدة بيانات CODA، يبلغ متوسط الوقت المستغرق في الاستعداد للهبوط ٦ دقائق. بينما يبلغ متوسط الوقت المستغرق في الاستعداد للإقلاع ١٢ دقيقة. بينما في الولايات المتحدة الأمريكية، يبلغ متوسط الوقت المستغرق في الاستعداد للهبوط ٧ دقائق، بينما يبلغ متوسط الوقت المستغرق في الاستعداد للإقلاع ١٧ دقيقة بالنسبة للطائرات ذات الأبدان الضيقة (وفقًا لقاعدة بيانات T-100 التابعة للمكتب الأمريكي لإحصاءات النقل - إحصاءات عام ٢٠١١).

وبالنسبة لكل مجموعة من مجموعتي فترات السير، تمت مقارنة مزايا نظام EGTS بمزايا نظام السير بالاعتماد على محرك واحد أو محركين. كما تم تلخيص القيم المتغيرة المدخلة لدراسات الحالة في الجدول ١.

تم حساب معدلات احتراق الوقود والانبعاثات من خلال نموذج وضعته شركة Envisa استنادًا إلى بيانات FDR. كما تمت المقارنة بين الانبعاثات في جميع السيناريوهات بعد انتهاء عملية الدفع الخلفي من البوابة. تم تضمين بدء تشغيل المحرك الرئيسي وتشغيل وحدة APU في وضع بدء تشغيل المحرك الرئيسي بهذا التسلسل. يبدأ حساب الانبعاثات الصادرة عند مغادرة الطائرة مع بدء الدفع الخلفي لها (وقت بدء التحرك للمغادرة) وينتهي عند حد المدرج. مع مراعاة أخذ الوقت الذي يستغرقه المحرك في الإجماء، ويبلغ ٣ دقائق. في الاعتبار، بينما يتم وحساب الانبعاثات الصادرة عند وصول الطائرة بين مخرج المدرج وساحة انتظار الطائرة، كما يتم أخذ الوقت الذي يستغرقه المحرك في التوقف. ويبلغ ٣ دقائق. في الاعتبار؛ حيث يستغرق المحرك دقيقة منها في الهبوط على المدرج (وتبدأ عملية التبريد بمجرد أن تصبح المحركات في وضع الخمول، وذلك عندما تبدأ الطائرة في لمس الأرض عند هبوطها دون استخدام وضع الدفع العكسي. وتعد هذه الطريقة الأشيع استخدامًا في الوقت الحالي).



الحالة رقم ٢ السير بالاعتماد على محرك واحد مقابل نظام EGTS	الحالة رقم ١ السير بالاعتماد على محركين مقابل نظام EGTS	
A320	A320	الطائرة
3/5B4-CFM56	3/5B4-CFM56	المحركات
منظمة ICAO، وحدة APU، بين ١٠٠ و ٢٠٠ مقعد، النوع الأحدث	منظمة ICAO، وحدة APU، بين ١٠٠ و ٢٠٠ مقعد، النوع الأحدث	APU
سير الطائرة بالاعتماد على محرك واحد بنسبة ١٠٠٪	سير الطائرة بالاعتماد على محركين بنسبة ١٠٠٪	تشغيل المحرك للاستعداد للهبوط
٦ دقائق (أوروبا)/٧ دقائق (الولايات المتحدة)	٦ دقائق (أوروبا)/٧ دقائق (الولايات المتحدة)	الوقت الإجمالي للاستعداد للهبوط
سير الطائرة بالاعتماد على محرك واحد بنسبة ١٠٠٪	سير الطائرة بالاعتماد على محركين بنسبة ١٠٠٪	تشغيل المحرك للاستعداد للإقلاع
١٢ دقيقة (أوروبا)/١٧ دقيقة (الولايات المتحدة)	١٢ دقيقة (أوروبا)/١٧ دقيقة (الولايات المتحدة)	الوقت الإجمالي للاستعداد للإقلاع
تعمل بنظام ECS مع السير بالاعتماد على محرك واحد	يتم إيقاف تشغيل الوحدة عند سير الطائرة بالاعتماد على محركين	تشغيل APU أثناء السير باستخدام المحركات الرئيسية:
٣ دقائق	٣ دقائق	وقت إحماء المحرك
٣ دقائق	٣ دقائق	وقت تبريد المحرك
٤ دقائق	٤ دقائق	الوقت الذي يستغرقه الجرار للدفع الخلفي من البوابة
يعمل بنظام EGTS فقط بنسبة ١٠٠٪	يعمل بنظام EGTS فقط بنسبة ١٠٠٪	الاستعداد للهبوط بتشغيل نظام EGTS البديل
يعمل بنظام EGTS فقط بنسبة ١٠٠٪	يعمل بنظام EGTS فقط بنسبة ١٠٠٪	الاستعداد للإقلاع بتشغيل نظام EGTS البديل
لا يوجد (بدون دفع خلفي)	لا يوجد (بدون دفع خلفي)	الاستعداد للإقلاع بتشغيل جرار EGTS البديل
حمل وضع APU MES بنسبة ١٠٠٪	حمل وضع APU MES بنسبة ١٠٠٪	وضع APU عند تشغيل نظام EGTS البديل

الجدول ١. القيم المتغيرة المدخلة لعمليات السير باستخدام EGTS™

٤.٢ انبعاثات المحرك الرئيسي

تم استخراج مقدار انبعاثات 3/5B4-CFM56 من بنك بيانات انبعاثات عوادم المحركات التابع لمنظمة ICAO مباشرةً. وهو مصدر متوفر للجميع. يسرد بنك بيانات انبعاثات عوادم المحركات الانبعاثات الناجمة عن جميع المحركات التوربينية المروحية التي تتمتع بنسبة دفع تزيد على 1٠٠٠ رطل. تم وضع الانبعاثات في جداول مدرج بها نقاط دورة الهبوط/الإقلاع (راجع القسم ٣.٢.١) عندما تكون نسب الدفع ٧٪ و ٣٠٪ و ٨٥٪ و ١٠٠٪. وتتمتع نقطة الدفع عند نسبة ٧٪ بصلة وثيقة بحساب مخصصات الانبعاثات. وهي النقطة التي تم تعيينها كنقطة "السير". ووفقاً لبنك بيانات انبعاثات عوادم المحركات، يمكن سرد معدلات تدفق الوقود والانبعاثات عند نسبة دفع تبلغ ٧٪ كما يلي:

معدل تدفق الوقود = ٠.١٠٢ جم/ث
 مؤشر انبعاثات NOx = ٤.٢٢ جم من NOx لكل كجم من الوقود
 مؤشر انبعاثات CO = ٣٢.٠٧ جم من CO لكل كجم من الوقود
 مؤشر انبعاثات UHC = ١.٩٢ جم من UHC لكل كجم من الوقود
 رقم الدخان = ٢.١

من المفترض أن المحرك الرئيسي يعمل بنسبة دفع مقدارها ٧٪ أثناء عملية سير الطائرة، ولكن بالنسبة لعملية سير الطائرة بالاعتماد على محرك واحد. من المفترض أن تكون نسبة تدفق وقود المحرك الرئيسي أعلى من نظيرتها أثناء عملية سير الطائرة بالاعتماد على محركين بمقدار ٢٨٪.

٤.٤ انبعاثات وحدة APU

تم إجراء مقارنة بين وحدة APU ومحور الدراسة ووحدة APU العامة المذكورة في دليل نوعية الهواء المحلي المقدم من منظمة ICAO رقم (٩٨٨٩) للطائرات الصغيرة (نسح الطائرة بين ١٠٠ و ٢٠٠ مقعد. نوع أحدث). بالنسبة لسير الطائرة بالاعتماد على محرك واحد أو محركين. من المفترض أن يتم تشغيل وحدة APU في وضع "اللاحمّل" لمدة دقيقة واحدة حتى يتم إحماؤها وتصبح مستقرة. وبعد الإجماء، تنتقل وحدة APU إلى وضع ECS للعمل في وضع "الحمل الطبيعي". بالنسبة لعملية بدء تشغيل المحرك الرئيسي. تعمل وحدة APU في وضع "الحمل المرتفع".

بالمقارنة بين تشغيل الطائرة في وضع EGTS لتوفير قوة دافعة لها وإمدادها بالطاقة الكهربائية والدعم اللازم لأنظمة التحكم البيئية (ECS). وبين تشغيلها في وضع معادل لوضع بدء تشغيل المحرك الرئيسي (MES). يتضح أن هناك زيادة في معدلات تدفق الوقود عند تشغيل الطائرة في الوضع الأخير عن معدلات تدفق الوقود عند تشغيلها في وضع ECS فقط بنسبة تبلغ ٢٥٪ تقريباً.

الحد الأقصى للحمل (كجم/ساعة)	التشغيل الطبيعي (ECS) (كجم/ساعة)	بدء التشغيل مع عدم وجود حمل (كجم/ساعة)	
١,٠١٦	٠,٨٠٥	٠,٣٦٤	NOx
٠,٠٩١	٠,٠٩٤	٢,٦٦٢	UHC
٠,٤٩٥	٠,٤١٩	٣,٧٣٤	CO

٤.٣ انبعاثات الجرار

من المفترض عادةً أن يتولى جرار الديزل القيام بمهمة الدفع الخلفي للطائرة من البوابة. وأن يقوم نظام EGTS بتمكين الطائرة من الدفع الخلفي دون الاستعانة بهذا الجرار. تتوقف انبعاثات الجرار المحصنة للدفع الخلفي على نوع الجرار وطاقته وحمل المحرك. يتوافق نوع الجرار مع محرك ديزل يصلح للتركيب في طائرة ذات بدن ضيق بصافي طاقة يبلغ ٩٥ ك/واط. ومن المفترض أن تاريخ طرح الجرار في السوق يقع بعد يناير ١٩٩٩. ولذلك، تمت دراسة احتمال الاعتماد على جرار قديم للدفع الخلفي في تقييم أحد السيناريوهات المعتدلة.

تم تحديد ثلاث مراحل رئيسية يتم فيها استخدام الجرار في وضع الحمل الطبيعي أو وضع الحمل المرتفع. وهي كالتالي:

- مرحلة "وصول الجرار": وهي مرحلة تحرك الجرار من مكانه المخصص للتوقف إلى الطائرة واتصاله بالطائرة (الحمل الطبيعي)
- مرحلة "الدفع الخلفي للجرار": وهي مرحلة دفع الطائرة (الحمل المرتفع)
- مرحلة "مغادرة الجرار": وهي المرحلة التي يتم فيها فصل الجرار عن الطائرة وعودته إلى مكانه المخصص للتوقف (الحمل الطبيعي)

معدل تدفق الوقود = ٦ لتر/ساعة
 مؤشر انبعاثات NOx = ٩.٢ جم من NOx لكل كجم من الوقود
 مؤشر انبعاثات CO = ٥ جم من CO لكل كجم من الوقود
 مؤشر انبعاثات UHC = ١.٣ جم من UHC لكل كجم من الوقود

تم استخراج معدلات تدفق الوقود من إحدى الدراسات التي أجراها مطار زيورخ^{١١} ومؤشرات الانبعاثات المقدمة من توجيه الاتحاد الأوروبي الصادر بشأن انبعاثات الآلات المتنقلة التي لا تُستخدم على الطرق. التوجيه الصادر عام ٢٠٠٤. (http://transportpolicy.net/index.php?title=EU:_ (Nonroad:_Emissions. EU Directive 2004/26/EC).



^{١٠} بنك بيانات انبعاثات عوادم المحركات التابع لـ EASA: <http://www.easa.europa.eu/environment/edb/aircraft-engine-emissions.php>

^{١١} إيمانويل فلوتي. Aircraft Ground Handling Emissions at Zurich Airport (انبعاثات الخدمات الأرضية للطائرات في مطار زيورخ). ٢٠٠٤

المطارات الأوروبية ٥,١

الاستعداد للهبوط ٥,١,١

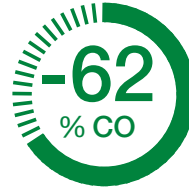
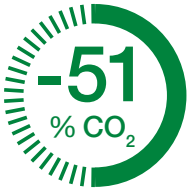
يبلغ وزن الوقود المستهلك أثناء عمليات الاستعداد للهبوط مع تخصيص ست دقائق للسير ٧٣ كجم، وذلك باستخدام تقنية السير المعتمدة على محركين.

يوفر هذا القسم نظرة عامة على مزايا نظام **EGTS** استناداً إلى الحركات الأحادية، لذا من المتوقع أن يشغل هذا القسم أهمية كبرى لمستخدمي الطائرات.

الحالة ١: نظام EGTS مقابل نظام DET

تنخفض معدلات استهلاك الوقود أثناء عمليات الاستعداد للهبوط إذا تم استخدام نظام EGTS في عملية السير بدلاً من الحركات الرئيسية. يبلغ وزن الوقود المستهلك أثناء عمليات الاستعداد للهبوط باستخدام تقنية EGTS ٣١ كجم، وهو ما يقل عن نصف وزن الوقود المحترق أثناء عمليات السير استناداً للهبوط أو الإقلاع بالاعتماد على محركين.

بوجهٍ عام، وبالنسبة للحالة رقم ١، يتيح نظام **EGTS** إمكانية خفض معدلات الوقود المحترق ومعدلات انبعاثات غاز **CO₂** بنسبة ٥١٪، وانبعاثات **NOx** بنسبة ٤١٪، وانبعاثات **UHC** بنسبة ٢٩٪، وانبعاثات **CO** بنسبة ٦٢٪.



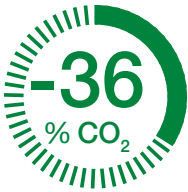
تستبعد هذه العملية الحسابية تشغيل وحدة **APU** عند البوابة قبل الدفع الخلفي والانبعاثات الناجمة عن عمليتي الإقلاع والصعود (عندما تكون الطائرة على المدرج)، ولكنها تقوم بتحليل حركات الطائرة على الأرض فقط، من المفترض أنه لن تكون حاجة استخدام جرار/آلة سحب للدفع الخلفي من البوابة باستخدام نظام **EGTS**.

توضح الأمثلة الواردة هنا فترات الاستعداد للهبوط والإقلاع النموذجية في المطارات الأوروبية والأمريكية.

الحالة ٢: نظام EGTS مقابل نظام SET

تنخفض معدلات استهلاك الوقود بنسبة ٢٤٪ لتصل إلى حوالي ٥٦ كجم في حالة إيقاف تشغيل محرك رئيسي واحد أثناء عملية السير بالمقارنة بالسير بالاعتماد على محركين. ويبلغ وزن الوقود المستهلك أثناء عمليات الاستعداد للهبوط باستخدام تقنية EGTS ٣٦ كجم، وهو ما يقل عن وزن الوقود المحترق أثناء عمليات السير بالاعتماد على محرك واحد بنسبة ٣٦٪.

بوجهٍ عام، وبالنسبة للحالة رقم ٢، يتيح نظام **EGTS** إمكانية خفض معدلات انبعاثات **NOx** بنسبة ٢٢٪، وانبعاثات **CO** بنسبة ٥٠٪، وانبعاثات **UHC** بنسبة ٧٪، بالإضافة إلى ذلك، يُقدَّر انخفاض مقدار غاز **CO₂** المنبعث بنسبة ٣٦٪.



معدلات انبعاثات NOx (بالكجم): الإجمالي	معدلات انبعاثات UHC (بالكجم): الإجمالي	معدلات انبعاثات CO₂ (بالكجم): الإجمالي	معدلات انبعاثات CO (بالكجم): الإجمالي	الوقود المستهلك (بالكجم): الإجمالي	
٠,٣١	٠,١٤	٢٣١,٣٤	٢,٣٦	٧٣,٤٤	DET
٠,٢٤	٠,١١	١٧٥,٨٢	١,٧٩	٥٥,٨١	SET
٠,١٨	٠,١٠	١١٢,٨٣	٠,٨٩	٣٥,٨٢	EGTS
٪٢٤-	٪٢٤-	٪٢٤-	٪٢٤-	٪٢٤-	نظام SET مقابل نظام DET
٪٤١-	٪٢٩-	٪٥١-	٪٦٢-	٪٥١-	نظام EGTS مقابل نظام DET
٪٢٢-	٪٧-	٪٣٦-	٪٥٠-	٪٣٦-	نظام EGTS مقابل نظام SET

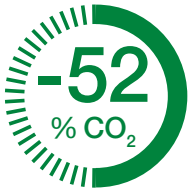
٥.١.٢ الاستعداد للإقلاع

يبلغ وزن إجمالي الوقود المستهلك أثناء سير الطائرة على الأرض باستخدام تقنية السير المعتمدة على محركين ١٤٣ كجم. وذلك بالنسبة لحركات الاستعداد للإقلاع في سيناريو النموذج.

الحالة ١: نظام EGTS مقابل نظام DET

تنخفض معدلات استهلاك الوقود أثناء عمليات الاستعداد للإقلاع إذا تم استخدام نظام EGTS في عملية السير بدلاً من المحركات الرئيسية. يبلغ وزن الوقود المستهلك أثناء عمليات الاستعداد للإقلاع باستخدام تقنية EGTS ١٩ كجم. وهو ما يقل عن نصف وزن الوقود المحترق أثناء عمليات السير استعدادًا للهبوط أو الإقلاع بالاعتماد على محركين.

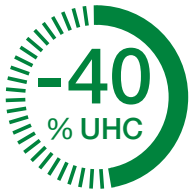
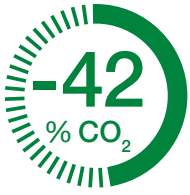
بوجود عام. وبالنسبة للحالة رقم ١. يتيح نظام EGTS إمكانية خفض معدلات انبعاثات NOx بنسبة ٤٣٪. وانبعاثات UHC بنسبة ٥١٪. وانبعاثات CO بنسبة ٦٣٪. بالإضافة إلى ذلك، يُقدّر انخفاض مقدار غاز CO₂ المنبعث بنسبة ٥٢٪.



الحالة ٢: نظام EGTS مقابل نظام SET

يؤدي استخدام تقنية السير بالاعتماد على محرك واحد إلى خفض معدلات الوقود المستهلك بنسبة ١١٪ تقريبًا بالمقارنة بنظام DET. ما ينتج عنه استهلاك ١٢٠ كجم فقط من الوقود. وتنخفض معدلات الوقود المستهلك بشكل أكبر عند استخدام نظام EGTS. حيث يبلغ وزن الوقود المستهلك باستخدام نظام EGTS ١٩ كجم. أي ما يعادل انخفاض في معدلات الوقود المستهلك بنسبة ٤٢٪ بالمقارنة بنظام السير بالاعتماد على محرك واحد.

بوجود عام. وبالنسبة للحالة رقم ٢. يتيح نظام EGTS إمكانية خفض معدلات انبعاثات NOx بنسبة ٣٧٪. وانبعاثات UHC بنسبة ٤٠٪. وانبعاثات CO بنسبة ٥١٪. بالإضافة إلى ذلك، يُقدّر انخفاض مقدار غاز CO₂ المنبعث بنسبة ٤٢٪.



معدلات انبعاث NOx (بالكجم): الإجمالي	معدلات انبعاث UHC (بالكجم): الإجمالي	معدلات انبعاث CO ₂ (بالكجم): الإجمالي	معدلات انبعاث CO (بالكجم): الإجمالي	الوقود المستهلك (بالكجم): الإجمالي	
٠,٦٣	٠,٣١	٤٥٠,٠٢	٤,٤٦	١٤٢,٨٦	DET
٠,٥٧	٠,٢٥	٣٧٦,٩٩	٣,٣٨	١١٩,٦٨	SET
٠,٣٦	٠,١٥	٢١٦,٨٣	١,٦٧	٦٨,٨٣	EGTS
٪١٠-	٪١٨-	٪١٦-	٪٢٤-	٪١١-	نظام SET مقابل نظام DET
٪٤٣-	٪٥١-	٪٥٢-	٪٦٣-	٪٥٢-	نظام EGTS مقابل نظام DET
٪٣٧-	٪٤٠-	٪٤٢-	٪٥١-	٪٤٢-	نظام EGTS مقابل نظام SET

المطارات الأمريكية ٥,٢

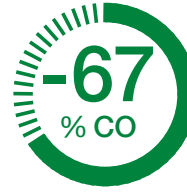
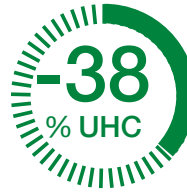
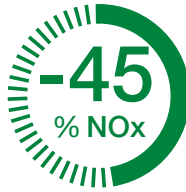
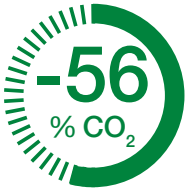
الاستعداد للهبوط ٥,٢,١

يبلغ وزن الوقود المستهلك أثناء عمليات الاستعداد للهبوط مع تخصيص سبع دقائق للسير ٨١ كجم. وذلك باستخدام تقنية السير المعتمدة على محركين.

الحالة ١: نظام EGTS مقابل نظام DET

تنخفض معدلات استهلاك الوقود أثناء عمليات الاستعداد للهبوط إذا تم استخدام نظام EGTS في عملية السير بدلاً من الحركات الرئيسية. يبلغ وزن الوقود المستهلك أثناء عمليات الاستعداد للهبوط باستخدام تقنية EGTS ٢٨ كجم. وهو ما يقل عن نصف وزن الوقود المحترق أثناء عمليات السير استعداداً للهبوط أو الإقلاع بالاعتماد على محركين.

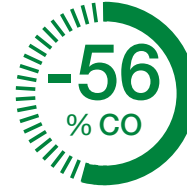
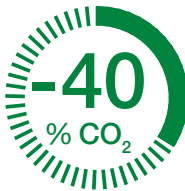
بوجود عام. وبالنسبة للحالة رقم ١. يتيح نظام EGTS إمكانية خفض معدلات الوقود المحترق ومعدلات انبعاثات غاز CO_2 بنسبة ٥٦٪. وانبعاثات NOx بنسبة ٤٥٪. وانبعاثات UHC بنسبة ٣٨٪. وانبعاثات CO بنسبة ١٧٪.



الحالة ٢: نظام EGTS مقابل نظام SET

تنخفض معدلات استهلاك الوقود بنسبة ٢٦٪ لتصل إلى حوالي ٦٤ كجم في حالة إيقاف تشغيل محرك رئيسي واحد أثناء عملية السير بالمقارنة بالسير بالاعتماد على محركين. ويبلغ وزن الوقود المستهلك أثناء عمليات الاستعداد للهبوط باستخدام تقنية EGTS ٣٨ كجم. وهو ما يقل عن وزن الوقود المحترق أثناء عمليات السير بالاعتماد على محرك واحد بنسبة ٤٠٪.

بوجود عام. وبالنسبة للحالة رقم ٢. يتيح نظام EGTS إمكانية خفض معدلات انبعاثات NOx بنسبة ٢٦٪. وانبعاثات CO بنسبة ٥٦٪. وانبعاثات UHC بنسبة ١٧٪. بالإضافة إلى ذلك. يُقدّر انخفاض مقدار غاز CO_2 المنبعث بنسبة ٤٠٪.



معدلات انبعاثات NOx (بالكجم): الإجمالي	معدلات انبعاثات UHC (بالكجم): الإجمالي	معدلات انبعاثات CO_2 (بالكجم): الإجمالي	معدلات انبعاثات CO (بالكجم): الإجمالي	الوقود المستهلك (بالكجم): الإجمالي	
٠,٣٦	٠,١٦	٢٦٩,٨٩	٢,٧٥	٨٥,٦٨	DET
٠,٢٧	٠,١٢	٢٠٠,٤٩	٢,٠٤	٦٣,٦٥	SET
٠,٢٠	٠,١٠	١١٩,٣٥	٠,٨٩	٣٧,٨٩	EGTS
٪٢٦-	٪٢٦-	٪٢٦-	٪٢٦-	٪٢٦-	نظام SET مقابل نظام DET
٪٤٥-	٪٣٨-	٪٥٦-	٪١٧-	٪٥٦-	نظام EGTS مقابل نظام DET
٪٢٦-	٪١٧-	٪٤٠-	٪٥٦-	٪٤٠-	نظام EGTS مقابل نظام SET

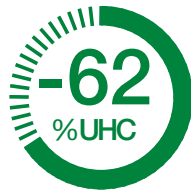
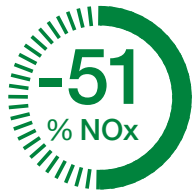
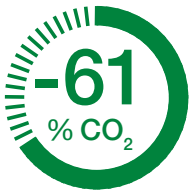
٥.٢.٢ الاستعداد للإقلاع

يبلغ وزن إجمالي الوقود المستهلك أثناء سير الطائرة على الأرض باستخدام تقنية السير المعتمدة على محركين ٢٠٥ كجم، وذلك بالنسبة لحركات الاستعداد للإقلاع في سيناريو النموذج.

الحالة ١: نظام EGTS مقابل نظام DET

تنخفض معدلات استهلاك الوقود أثناء عمليات الاستعداد للإقلاع إذا تم استخدام نظام EGTS في عملية السير بدلاً من المحركات الرئيسية. يبلغ وزن الوقود المستهلك أثناء عمليات الاستعداد للإقلاع باستخدام تقنية EGTS ٧٩ كجم، وهو ما يقل عن نصف وزن الوقود المحترق أثناء عمليات السير استعدادًا للهبوط أو الإقلاع بالاعتماد على محركين.

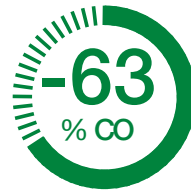
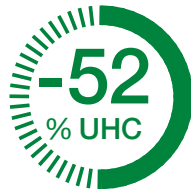
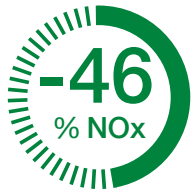
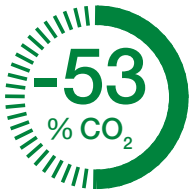
بوجود عام، وبالنسبة للحالة رقم ١، يتيح نظام EGTS إمكانية خفض معدلات انبعاثات NOx بنسبة ٥١٪، وانبعاثات UHC بنسبة ٦٢٪، وانبعاثات CO بنسبة ٧٣٪. بالإضافة إلى ذلك، يُقدّر انخفاض مقدار غاز CO₂ المنبعث بنسبة ٦١٪.



الحالة ٢: نظام EGTS مقابل نظام SET

يؤدي استخدام تقنية السير بالاعتماد على محرك واحد إلى خفض معدلات الوقود المستهلك بنسبة ١٨٪ تقريبًا بالمقارنة بنظام DET، مما ينتج عنه استهلاك ١١٨ كجم فقط من الوقود. وتنخفض معدلات الوقود المستهلك بشكل أكبر عند استخدام نظام EGTS؛ حيث يبلغ وزن الوقود المستهلك باستخدام نظام EGTS ٧٩ كجم، أي ما يعادل انخفاض في معدلات الوقود المستهلك بنسبة ٥٣٪ بالمقارنة بنظام السير بالاعتماد على محرك واحد.

بوجود عام، وبالنسبة للحالة رقم ٢، يتيح نظام EGTS إمكانية خفض معدلات انبعاثات NOx بنسبة ٤٦٪، وانبعاثات UHC بنسبة ٥٢٪، وانبعاثات CO بنسبة ٦٣٪. بالإضافة إلى ذلك، يُقدّر انخفاض مقدار غاز CO₂ المنبعث بنسبة ٥٣٪.



معدلات انبعاثات NOx (بالكجم): الإجمالي	معدلات انبعاثات UHC (بالكجم): الإجمالي	معدلات انبعاثات CO ₂ (بالكجم): الإجمالي	معدلات انبعاثات CO (بالكجم): الإجمالي	الوقود المستهلك (بالكجم): الإجمالي	
٠,٨٩	٠,٤٣	٦٤٢,٨٠	٦,٤٣	٢٠٤,٠٦	DET
٠,٨٠	٠,٣٤	٥٢٨,٨٨	٤,٦٨	١٦٧,٨٩	SET
٠,٤٣	٠,١٦	٢٤٩,٤٣	١,٧١	٧٩,١٨	EGTS
٪١٠-	٪٢١-	٪١٨-	٪٢٧-	٪١٨-	نظام SET مقابل نظام DET
٪٥١-	٪٦٢-	٪٦١-	٪٧٣-	٪٦١-	نظام EGTS مقابل نظام DET
٪٤٦-	٪٥٢-	٪٥٣-	٪٦٣-	٪٥٣-	نظام EGTS مقابل نظام SET

٥,٣ مقارنة الانبعاثات

يعتبر إجراء مقارنة بين معدلات انخفاض الانبعاثات بفضل استخدام نظام EGTS من خلال وضع إجراءات ملموسة لتحسين البيئة أمراً مفيداً. يتناول هذا القسم تقدير عدد الأشجار المزروعة أو عدد السيارات التي تم التخلص من وجودها على الطريق من خلال استخدام نظام EGTS. يعتمد أساس المقارنة على متوسط استخدام نظام EGTS مع طائرة A320 تقوم بحوالي ٢٠٠٠ رحلة سنوياً. بافتراض أن نسبة متوسط استخدام نظام EGTS عند الاستعداد للإقلاع تُقدَّر بحوالي ٧٥٪، بينما تبلغ نسبة متوسط استخدام نظام EGTS عند الاستعداد للهبوط حوالي ٩٠٪.

NCSU trees of strength, tree facts ^{١١}
 (قوة الأشجار وحقائق عنها من جامعة ولاية شمال
 كارولينا): <http://www.ncsu.edu/project/treesofstrength/treefact.htm>

^{١٢} موقع جمعية مصنعي السيارات الأوروبية على
 الويب: <http://www.acea.be/automobile-industry/passenger-cars>

ومن حيث الأشجار المزروعة، ووفقاً لدراسة تم إجراؤها بولاية شمال كارولينا، يمكن للشجرة أن تمتص ما يصل إلى ٤٨ رطلاً (٢١,٨ كجم) من الكربون كل عام، أو ٢٠٠٠ رطل (٩٠٨ كجم) على مدار فترة تبلغ ٤٠ عامًا.

إذا قمنا بدراسة حال المطارات الأوروبية، فسنعلم أن وزن غاز CO₂ الذي يتم توفيره باستخدام نظام EGTS مع طائرة من طراز A320 في جولة واحدة من المطار وإليه بالمقارنة بنظام DET يبلغ ٣٥١ كجم (يتم توفير ١١٨ كجم عند الاستعداد للهبوط و٢٣٣ كجم عند الاستعداد للإقلاع). ولذلك، ستوفر كل طائرة مزودة بنظام EGTS، إذا افترضنا أنها تقوم بحوالي ٢٠٠٠ رحلة سنوياً، ٥١١٩٠٠ كجم من غاز CO₂ (أي أن معدلات الانبعاث على مدار ٢٠٠٠ رحلة تعادل (١١٨ × ٩٠٪ + ٢٣٣ × ٧٥٪) كجم من غاز CO₂ لكل رحلة). وهو ما يعادل بدوره زراعة ١١٩ شجرة تقريباً (وذلك بقسمة ٥١١٩٠٠ كجم تم توفيرها من غاز CO₂ على ٩٠٨ كجم من نفس الغاز لكل شجرة).

إذا قمنا بدراسة حال المطارات الأمريكية، فسنعلم أن وزن غاز CO₂ الذي يتم توفيره باستخدام نظام EGTS مع طائرة من طراز A320 في جولة واحدة من المطار وإليه بالمقارنة بنظام DET يبلغ ٥٤٣ كجم (يتم توفير ١٥١ كجم عند الاستعداد للهبوط و٣٩٣ كجم عند الاستعداد للإقلاع). ولذلك، ستوفر كل طائرة مزودة بنظام EGTS، إذا افترضنا أنها تقوم بحوالي ٢٠٠٠ رحلة سنوياً، حوالي ٨١١٣٠٠ كجم من غاز CO₂ (أي أن معدلات الانبعاث على مدار ٢٠٠٠ رحلة تعادل (١١٨ × ٩٠٪ + ٣٩٣ × ٧٥٪) كجم من غاز CO₂ لكل رحلة). وهو ما يعادل بدوره زراعة ٩٤٨ شجرة تقريباً (وذلك بقسمة ٨١١٣٠٠ كجم تم توفيرها من غاز CO₂ على ٩٠٨ كجم من نفس الغاز لكل شجرة).

بمعدل ٢٠٠٠ رحلة سنوياً، سيتم من خلال كل طائرة خفض معدلات انبعاثات غاز CO₂ بما يعادل زراعة ٩٤٨ شجرة.

وفقاً لجمعية مصنعي السيارات الأوروبية، تقطع السيارة في أوروبا مسافة تبلغ في المتوسط ١٣٠٠٠ كم، ويبلغ مقدار انبعاثات أكسيد النيتروجين (NOx) وفقاً لمعيار Euro 6 وكما نصت لائحة الامتثال الأوروبي (EC) رقم ٧١٥ لعام ٢٠٠٧، ٠,٠٨ جرام/كيلومتر. ولذلك، يبلغ متوسط وزن NOx الذي ينبعث من سيارة في أوروبا سنوياً ١,٠٤ كجم (وذلك بحساب المتوسط المنبعث في مسافة قدرها ١٣٠٠٠ كم إذا كان المقدار الذي يتم إخراجها لكل كيلومتر يبلغ ٠,٠٨ جرام).

بالنسبة للمطارات الأوروبية، سنجد أن وزن NOx الذي يتم توفيره باستخدام نظام EGTS مع طائرة من طراز A320 في جولة واحدة من المطار وإليه بالمقارنة بنظام DET يبلغ ٣٩٧ جم (يتم توفير ١٢٦ جم عند الاستعداد للهبوط و٢٧١ جم عند الاستعداد للإقلاع).

ولذلك، ستوفر كل طائرة مزودة بنظام EGTS، إذا افترضنا أنها تقوم بحوالي ٢٠٠٠ رحلة سنوياً، حوالي ٦٣٣ كجم من NOx (أي أن معدلات الانبعاث على مدار ٢٠٠٠ رحلة تعادل (١٢٦ × ٩٠٪ + ٢٧١ × ٧٥٪) جم من NOx لكل رحلة). وهو ما يعادل بدوره التخلص من ٦٠٩ سيارة تقريباً (وذلك بقسمة ٦٣٣ كجم تم توفيرها من NOx على ١,٠٤ كجم من نفس الغاز لكل سيارة).

بالنسبة للمطارات الأمريكية، سنجد أن وزن NOx الذي يتم توفيره باستخدام نظام EGTS مع طائرة من طراز A320 في جولة واحدة من المطار وإليه بالمقارنة بنظام DET يبلغ ٦١٥ جم (يتم توفير ١١٢ جم عند الاستعداد للهبوط و٤٥٢ جم عند الاستعداد للإقلاع).

ولذلك، ستوفر كل طائرة مزودة بنظام EGTS، إذا افترضنا أنها تقوم بحوالي ٢٠٠٠ رحلة سنوياً، حوالي ٩٧٠ كجم من NOx (أي أن معدلات الانبعاث على مدار ٢٠٠٠ رحلة تعادل (١١٢ × ٩٠٪ + ٤٥٢ × ٧٥٪) جم من NOx لكل رحلة). وهو ما يعادل بدوره التخلص من ٩٣٢ سيارة تقريباً (وذلك بقسمة ٩٧٠ كجم تم توفيرها من NOx على ١,٠٤ كجم من نفس الغاز لكل سيارة).

بمعدل ٢٠٠٠ رحلة سنوياً، سيتم من خلال كل طائرة خفض معدلات انبعاثات غاز NOx بما يعادل التخلص من ٩٣٢ سيارة تسير على الطريق.

٦.١ الافتراضات

تستغرق الرحلات المؤهلة لتطبيق نظام EGTS عليها ما يزيد على ٥ دقائق في الاستعداد للإقلاع. وذلك لضرورة وضع حد أدنى من الوقت في الاعتبار لإحماء المحركات وفحصها قبل الإقلاع. لتطبيق نظام EGTS. يجب أن يزيد الوقت المستغرق في الاستعداد للهبوط عن ٣ دقائق. بالإضافة إلى ذلك. وعند التفكير بأسلوب معتدل. يتضح أنه لم يتم تطبيق EGTS على الرحلة الأولى في اليوم. لأنه يفضل إحماء المحركات لفترة أطول بعد توقفها لما يزيد على ٦ ساعات.

يبلغ متوسط الوقت المستغرق في الاستعداد للإقلاع ١٤ دقيقة. بينما يبلغ متوسط الوقت المستغرق في الاستعداد للهبوط ٥ دقائق. وفي يناير. يكون الوقت المستغرق في الاستعداد للإقلاع أكبر بسبب عملية ذوبان الجليد (١٧ دقيقة).

تم تطبيق نظام السير بالاعتماد على محرك واحد أيضًا على طائرات من الطرازين A320 و B737. ولكن تم قصره على عمليات الاستعداد للهبوط فقط لأن شركات الخطوط الجوية لا تقوم بتطبيق هذا النظام عمليًا في عمليات الاستعداد للإقلاع.

لتقييم مزايا نظام EGTS على مستوى المطارات. تم إجراء دراسة حالة بالاستعانة بمطار حقيقي ذي حجم متوسط (مطار زيورخ). وكانت الدراسة تستند إلى بيانات حركة المرور الجوية على مدار أسبوعين. أحدهما في شهر يونيو والآخر في شهر يناير. تم احتساب معدلات احتراق الوقود والانبعاثات في هذين الأسبوعين.

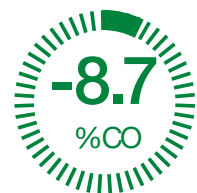
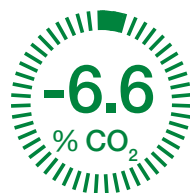
تم تحليل سيناريوهين: نظام السير بالاعتماد على محركين مقابل نظام EGTS ونظام السير بالاعتماد على محرك واحد مقابل نظام EGTS.

لإنشاء سيناريو معتدل. تم اعتبار نسبة قدرها ٣٠٪ فقط من الطائرات المؤهلة للعمل بنظام EGTS على أنها مزودة بالفعل بهذا النظام. تتضمن الطائرات المؤهلة للعمل بنظام EGTS مجموعات الطائرات من الطرازين A320 و B737.

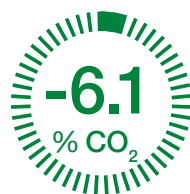
٦.٢ النتائج

معدلات انبعاث NOx (بالكجم): الإجمالي	معدلات انبعاث UHC (بالكجم): الإجمالي	معدلات انبعاث CO ₂ (بالكجم): الإجمالي	معدلات انبعاث CO (بالكجم): الإجمالي	المستهلك (بالكجم): الإجمالي	إجمالي الحركات	
٦,٥١٤	٤,٩٣٢	٤,٨٠٨,٢٠٩	٤٣,٦١٨	٣٩٩ ١,٥٢٦	٩,٧٧٨	باستخدام نظام DET
٦,١٦٢	٤,٥٨٩	٤,٤٩٠,٢٤٧	٣٩,٨١٥	٤٦١ ١,٤٢٥	١,١٨٣,٢٠	EGTS ٣٠٪
٦,٤٩٥	٤,٨٣٦	٤,٧٨١,٣٢٢	٤٢,٧٠٩	٨٦٣ ١,٥١٧	٧٠٨,٠	SET ٣٠٪
٣-٪	٢,٠-٪	٠,٦-٪	٢,١-٪	٠,٦-٪		نظام SET مقابل نظام DET
٥,٤-٪	٧,٠-٪	٦,٦-٪	٨,٧-٪	٦,٦-٪		نظام EGTS مقابل نظام DET
٥,١-٪	٥,١-٪	٦,١-٪	٦,٨-٪	٦,١-٪		نظام EGTS مقابل نظام SET

نظام EGTS مقابل نظام DET



نظام EGTS مقابل نظام SET

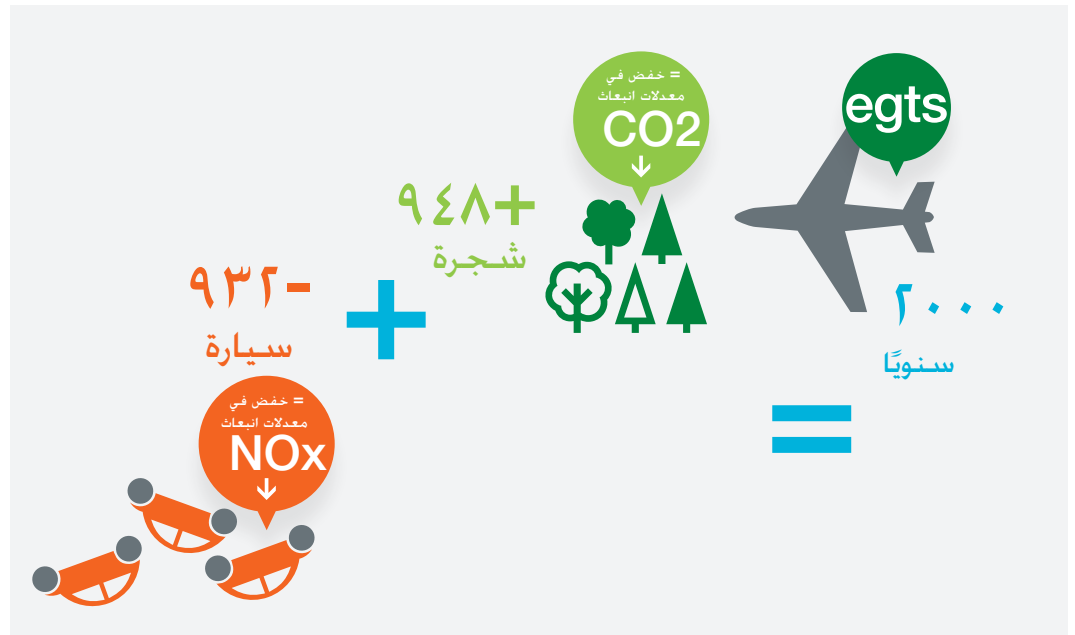


يوجد اهتمام متزايد بخفض الانبعاثات لما لذلك من آثار على مشكلات نوعية الهواء المحلي وتغير المناخ العالمي، وفيما يتعلق بالمطارات بوجوه خاص. يوجد اهتمام خاص بخفض انبعاثات **NOx** و **CO₂** مع مراعاة الحفاظ على مستويات الملوثات الأخرى أو الحد منها مثل الهيدروكربونات غير المحترقة وأحادي أكسيد الكربون. توجد مجموعة من اللوائح الوطنية والإقليمية والمحلية التي تسعى إلى خفض الانبعاثات من الطائرات ومعدات الدعم الأرضي. ومصادر الانبعاثات الأخرى في مناطق المطارات من خلال الاستعانة بالتقنيات والجوانب التشغيلية على حد سواء.

يشرح هذا التقرير نظام **EGTS** باعتباره عنصر مفيد وفعال في خفض معدلات الانبعاثات الناجمة عن عمليات التشغيل الأرضية في المطارات من خلال دوره في توفير طاقة أنظف لسير الطائرات بالكهرباء.

من المتوقع أن ينجح نظام **EGTS** في خفض معدلات جميع الملوثات المعيارية بشكل ملحوظ في بيئة المطارات. بما في ذلك **NOx** و **CO₂** و **UHC** و **CO**. وذلك بالمقارنة بتقنيات سير الطائرات الراهنة. مثل تقنية السير بالاعتماد على محرك واحد أو محركين. فعلى سبيل المثال، إذا تبنى أحد المطارات الأوروبية النموذجية تطبيق نظام **EGTS** على ٣٠٪ من الطائرات، فقد يؤدي ذلك إلى خفض معدلات الانبعاثات بنسبة تصل إلى ٩٪ بالمقارنة بنظام السير بالاعتماد على محركين عند تطبيقه على العمليات التشغيلية في المطار.

من المتوقع أن يعادل تأثير استخدام نظام **EGTS** سنويًا مع جميع الطائرات في المطارات الأمريكية التأثير الناجم عن زراعة ما يصل إلى ٩٤٨ شجرة في خفض معدلات **CO₂** أو التخلص من ٩٣٢ سيارة لخفض معدلات انبعاثات **NOx**.





Honeywell

Honeywell Aerospace
E Sky Harbor Circle 1944
Phoenix, AZ 85234
USA
www.honeywell.com

Safran
2, Boulevard du Général
Martial Valin
75724 Paris Cedex
France
www.safran-group.com

C61-1276-000-001

يوليو ٢٠١٤

© حقوق الطبع والنشر لعام ٢٠١٤ مملوكة لشركة EGTS International

تستند جميع تقديرات الأداء والمزايا التشغيلية والتكاليف التي من المفترض أن يتم توفيرها الواردة في هذه الوثيقة إلى البيانات المقدمة من شركتي Safran و Honeywell.